

Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА

**Навчальний посібник
до самостійної роботи
для студентів усіх форм навчання**

Затверджено
на засіданні вченої ради
Протокол № 5 від 29.11.2018

Краматорськ
ДДМА
2018

УДК 744 + 004.92
Ж36

Рецензенти:

Кухтiк Т. В., д-р техн. наук, професор, Донбаський iнститут технiки та менеджменту «Мiжнародного науково-технiчного унiверситету iменi академiка Ю. Бугая».

Грицук Ю. В., канд. техн. наук, доцент, Донбаська нацiональна академiя будiвництва i архiтектури;

Жартовський, О. В.

Ж36 **Инженерна графіка** : навчальний посiбник до самостiйної роботи для студентiв усiх форм навчання / О. В. Жартовський, О. В. Кабацький, С. Л. Загребельний. – Краматорськ : ДДМА, 2018. – 212 с.

ISBN 978-966-379-868-4.

Наведено роздiли iнженерної графіки, приклади виконання креслень деталей. На основi опису методики створення ряду моделей i креслень викладенi основні принципи роботи в системi «Компас», надано рекомендацiї щодо застосування системи для створення конструкторської документацiї.

УДК 744 + 004.92

© О. В. Жартовський, О. В. Кабацький,
С. Л. Загребельний, 2018

ISBN 978-966-379-868-4

© ДДМА, 2018

ЗМІСТ

Вступ	6
1 Загальні положення єдиної системи конструкторської документації	7
1.1 Визначення та призначення	7
1.2 Область поширення стандартів ЄСКД	7
1.3 Формати	8
1.4 Лінії креслення	9
1.5 Масштаби	10
1.6 Штриховка	10
1.7 Оформлення креслення	11
2 Геометричні побудови	14
2.1 Сполучення	14
2.1.1 Побудова прямої, дотичної до кола	14
2.1.2 Проведення кола, дотичного до заданої прямої	14
2.1.3 Дотик двох кіл	15
2.1.4 Сполучення прямих, що перетинаються, дугою кола заданого радіуса	16
2.1.5 Сполучення кола і прямої дугою заданого радіуса	17
2.1.6 Сполучення двох кіл дугою заданого радіуса	18
2.1.7 Проведення дотичної до кола через задану точку, що лежить поза колом	19
2.1.8 Побудова дотичної до двох кіл заданих радіусів	19
2.1.9 Побудова кола, що проходить через точку і торкається кола в заданій точці	20
2.1.10 Сполучення кола і прямої за умови, що дуга сполучення повинна проходити через точку на прямій	21
2.1.11 Сполучення кола і прямої за умови, що дуга сполучення повинна проходити через задану точку на колі	22
2.1.12 Сполучення двох неконцентричних дуг кіл дугою заданого радіуса	22
2.1.13 Побудова лекальної кривої підбором дуг	23
2.1.14 Сполучення двох паралельних прямих двома дугами	23
2.2 Поділ кола на рівні частини і побудова правильних вписаних багатокутників	24
2.2.1 Поділ кола на чотири рівні частини і побудова правильного вписаного чотирикутника	24
2.2.2 Поділ кола на вісім рівних частин і побудова правильного вписаного восьмикутника	24
2.2.3 Поділ кола на три рівні частини і побудова правильного вписаного трикутника	25
2.2.4 Поділ кола на шість рівних частин і побудова	

правильного вписаного шестикутника	26
2.2.5 Поділ кола на п'ять і десять рівних частин і побудова правильного вписаного п'ятикутника і десятикутника	27
2.2.6 Поділ кола на сім і чотирнадцять рівних частин і побудова правильного вписаного семикутника і чотирнадцятикутника	28
2.3 Аксонометричні проекції.....	29
2.3.1 Побудова в аксонометричних проекціях точок і ліній	29
2.3.2 Побудова аксонометричної проекції кола	32
2.3.3 Побудова аксонометричної проекції з чвертним вирізом предмету	33
3 Нанесення розмірів на кресленнях	38
3.1 Короткі відомості про бази в машинобудуванні	38
3.2 Система проставляння розмірів	37
3.3 Методи проставляння розмірів	38
3.4 Основні правила нанесення розмірів на креслення	40
4 Види й комплектність конструкторських документів	62
4.1 Види конструкторських документів	62
4.2 Комплектність конструкторських документів	64
5 Види з'єднань, їхні зображення та позначення на кресленнях	66
5.1 Роз'ємні з'єднання.....	66
5.1.1 Основні параметри й види різьб	66
5.1.2 Болтове з'єднання	70
5.1.3 З'єднання шпилькою.....	75
5.2 Нероз'ємні з'єднання. З'єднання зварюванням	76
6 Загальні відомості про ескізування.....	80
6.1 Вимоги до ескізу	80
6.2 Послідовність виконання ескізів.....	80
6.3 Загальні вимоги до нанесення розмірів на ескізі	82
6.4 Ескізування деталі типу «Вал».....	83
6.5 Ескізування деталі типу «Колесо зубчасте»	94
6.6 Ескізування деталі типу «Пружина»	99
6.7 Відомості про матеріали та їх позначення	104
7 Виконання креслення загального вигляду	108
8 Виконання складального креслення	109
8.1 Загальні вимоги до складального креслення	109
8.2 Виконання специфікації до складального креслення	116
8.3 Порядок виконання складального креслення	118
8.4 Читання і деталювання складального креслення	119
9 Комп'ютерна графіка. Виконання завдань у графічному пакеті «Компас»	121
9.1 Виконання моделі й двовимірного креслення з моделі деталі типу «Пластина».....	121
9.1.1 Порядок створення моделі.....	121
9.1.2 Створення креслення для моделі	125

9.2 Виконання моделі й двовимірного креслення з моделі деталі типу «Кругові сектори»	128
9.2.1 Порядок створення моделі.....	129
9.2.2 Створення креслення для моделі	132
9.3 Виконання моделі й двовимірного креслення з моделі деталі типу «Основа»	133
9.3.1 Порядок створення моделі.....	134
9.3.2 Створення креслення для моделі	140
9.4 Виконання моделі й двовимірного креслення з моделі деталі типу «Опора»	145
9.4.1 Порядок створення моделі.....	145
9.4.2 Створення креслення для моделі	153
9.5 Виконання моделі й двовимірного креслення з моделі деталі типу «Втулка»	159
9.5.1 Порядок створення моделі.....	159
9.5.2 Створення креслення для моделі	163
9.6 Виконання моделі й двовимірного креслення деталі типу «Вал»	166
9.6. 1 Порядок створення моделі	167
9.6.2 Створення креслення для моделі	171
9.7 Виконання моделі й двовимірного креслення з моделі деталі типу «Вісь».....	174
9.7.1 Порядок створення моделі.....	175
9.7.2 Створення креслення для моделі	184
Література.....	187
Додаток А. Варіанти індивідуальних деталей для завдання «Основа».....	189
Додаток Б. Варіанти індивідуальних деталей для завдання «Опора»	191
Додаток В. Шпонки призматичні й пази для них (ГОСТ 2336-78; ГОСТ 9790-79).....	193
Додаток Г. Отвори центрові (ДСТУ ГОСТ 14034:2008) (форма А)	194
Додаток Д. Варіанти завдань для графічних робіт «З'єднання шпилькою» і «З'єднання шпонкою».....	195
Додаток Е. Варіанти завдань для графічних робіт «З'єднання зварне».....	198
Додаток Ж. Проточки для виходу різьботвірного інструменту (ГОСТ 10549-80). Канавки при круглому зовнішньому шліфуванні (ГОСТ 8820-69)	199
Додаток И. Площі та периметри простих геометричних фігур	201
Додаток К. Таблиця густини речовини	203
Додаток Л. Приклад обчислення об'єму та маси деталі.....	205

ВСТУП

В наш час на сучасному промисловому підприємстві або в конструкторському бюро важко обійтися без знань основ інженерної графіки, комп'ютерів і спеціальних програм, призначених для розробки конструкторської документації чи проектування різних виробів.

Навчальний посібник адресований студентам технічних спеціальностей і призначений для самостійного поглибленого вивчення представлених розділів інженерної графіки. У навчальному посібнику наведено приклади виконання креслень деталей «в олівці» і на комп'ютері із застосуванням графічного пакету «Компас». Наводяться рекомендації по створенню конструкторської документації.

На основі опису методики створення ряду моделей і креслень викладені основні принципи роботи в системі «Компас».

Перехід на машинне проектування дозволяє істотно скоротити терміни розробки і підвищити якість конструкторської та технологічної документації.

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ЄДИНОЇ СИСТЕМИ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

ДСТУ 3321:2003 та ДСТУ ГОСТ 2.001:2006 встановлюють загальні положення за цільовим призначенням, області поширення, класифікації і позначення стандартів, що входять в комплекс Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД).

1.1 Визначення та призначення

Єдина система конструкторської документації – комплекс державних стандартів, що встановлюють взаємопов'язані правила і положення по порядку розробки, оформлення та обігу конструкторської документації, що розробляється і застосовується організаціями та підприємствами. Основне призначення стандартів ЄСКД – встановлення в організаціях і на підприємствах єдиних правил виконання, оформлення та обігу конструкторської документації, які повинні забезпечувати:

- можливість взаємообміну конструкторськими документами між організаціями і підприємствами без їх переоформлення;
- стабілізацію комплектності, яка виключає дублювання і розробку не потрібних виробництву документів;
- можливість розширення уніфікації при конструкторській розробці проектів промислових виробів;
- спрощення форм конструкторських документів графічних зображень, що знижує трудомісткість проектно-конструкторських розробок промислових виробів;
- механізацію та автоматизацію обробки технічних документів і інформації, що в них міститься;
- поліпшення умов технічної підготовки виробництва;
- поліпшення умов експлуатації промислових виробів;
- оперативну підготовку документації для швидкого переналагодження діючого виробництва.

1.2 Область поширення стандартів ЄСКД

Встановлені стандартами ЄСКД правила і положення по розробці, оформленню та обігу документації поширюються:

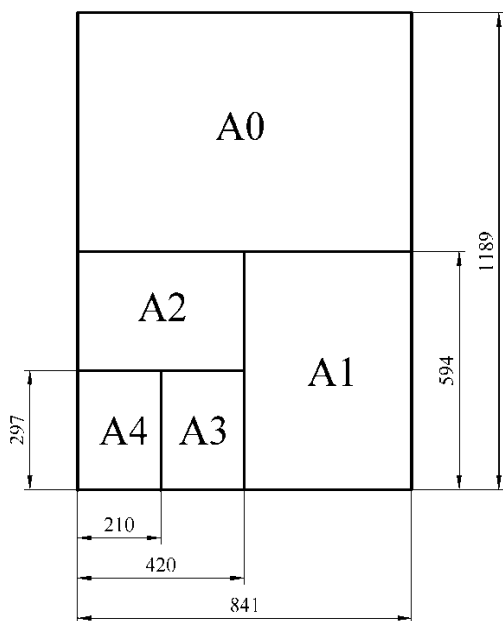
- на всі види конструкторських документів;
- на обліково-реєстраційну документацію та документацію щодо внесення змін до конструкторських документів;

– на нормативно-технічну і технологічну документацію, а також науково-технічну та навчальну літературу в тій частині, в якій вони можуть бути застосовані і не регламентуються спеціальними стандартами і нормативами, що встановлюють правила виконання цієї документації та літератури, наприклад форматів і шрифтів для друкованих видань і т. п.

1.3 Формати

При виконанні креслень користуються форматами, встановленими ГОСТ 2.301-68. Формати листів визначаються розмірами зовнішньої рамки (виконаної тонкою лінією) оригіналів, дублікатів, копій.

Основні формати утворюються шляхом послідовного ділення на дві однакові частини паралельно до меншої сторони формату площею 1 м^2 з розмірами сторін $1189 \times 841 \text{ мм}$ (рис. 1.1). Позначення і розміри сторін основних форматів повинні відповідати зазначеним на рис. 1.1. При необхідності допускається застосовувати формат А5 з розмірами сторін $148 \times 210 \text{ мм}$.



НОМЕР ФОРМАТУ	РОЗМІР ФОРМАТУ
A0	841 × 1189
A1	594 × 841
A2	420 × 594
A3	297 × 420
A4	210 × 297
A5	148 × 210

Рисунок 1.1




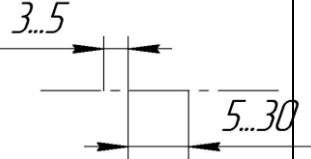
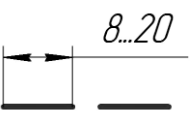

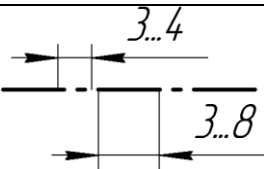
Допускається застосування додаткових форматів, утворених збільшенням коротких сторін основних форматів на величину, кратну їхнім розмірам.

Граничні відхилення сторін формату до 150 мм – $\pm 1,5 \text{ мм}$, понад 150 до 600 – $\pm 2 \text{ мм}$, понад 600 – $\pm 3 \text{ мм}$.

1.4 Лінії креслення

Для зображення предметів на кресленнях ГОСТ 2.303-68 встановлює накреслення і основні призначення ліній (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Типи ліній, їх накреслення і призначення

Найменування	Накреслення	Товщина	Основне призначення
Суцільна товста основна		S (0,5...1,4 мм)	Лінії видимого контуру. Лінії переходу видимі. Лінії контуру перетинів
Суцільна тонка		$\frac{S}{3} \dots \frac{S}{2}$	Лінії контуру накладення. Лінії розмірні та лінії штрихові. Лінії-виносення. Полиці і підкреслення. Лінії уявні. Лінії зображення суміжних деталей
Суцільна хвиляста			Лінія обриву. Лінії розмежування вигляду і розрізу
Штрихова		$\frac{S}{3} \dots \frac{S}{2}$	Лінії невидимі. Лінії переходу невидимі
Штрихпунктирна тонка		$\frac{S}{3} \dots \frac{S}{2}$	Лінії осьові, перерізів, що є осями симетрії для накладених і виносних перерізів
Розімкнута		S...1,5 S	Лінія перерізів
Суцільна тонка зі зламом		$\frac{S}{3} \dots \frac{S}{2}$	Довгі лінії обриву
Штрихпунктирна з двома точками тонка		$\frac{S}{3} \dots \frac{S}{2}$	Лінії згину на розгортці. Лінії для зображення виробу в крайніх проміжних положеннях
Штрихпунктирна по товщині		$\frac{S}{2} \dots \frac{2}{3} S$	Позначення поверхонь, що підлягають термообробці або покриттю. Зображення елементів, розташованих перед січною площиною

1.5 Масштаби

Креслення, на яких зображення виконані в дійсну величину, дають правильне уявлення про дійсні розміри предмету.

Проте при дуже малих розмірах предмету або, навпаки, при дуже великих, його зображення доводиться збільшувати або зменшувати, тобто викреслювати в масштабі.

Масштабом називається відношення лінійних розмірів зображення предмету до його дійсних розмірів. Масштаби встановлені ГОСТ 2.302-68 і бувають наступними:

- 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 величина – 1: 1,
- масштаби збільшення 2: 1; 2,5: 1; 4: 1; 5: 1; 10: 1; 20: 1; 40: 1; 50: 1; 100: 1.

На кресленнях при будь-якому масштабі вказують дійсні розміри об'єктів.

1.6 Штриховка

На кресленні ділянки перетину уявними площинами виділяють штрихуванням. Вигляд її залежить від графічного позначення матеріалу деталі і повинен відповідати ГОСТ 2.306-68.

Метали і тверді сплави в перетинах позначають похилими паралельними лініями штрихування, проведеними під кутом 45° до лінії контуру зображення або до його осі, або до ліній рамки креслення.

Якщо лінії штрихування, проведені до ліній рамки креслення під кутом 45° , збігаються по напрямку з лініями контуру або осьовими лініями, то замість кута 45° слід брати кут 30° або 60° .

Лінії штрихування повинні наноситися з нахилом вліво або вправо, але, як правило, в одну і ту ж сторону на всіх зображеннях, що відносяться до однієї і тієї ж деталі, незалежно від кількості листів, на яких ці перетини розташовані.

Відстань між паралельними прямими лініями штрихування (частота) повинна бути, як правило, однаковою для всіх виконуваних в одному і тому ж масштабі зображень даної деталі. Вказана відстань має бути від 1 до 10 мм залежно від площі штрихування і необхідності урізноманітнення штрихування суміжних перетинів.

Вузькі і довгі ділянки перетинів (наприклад, штампованих деталей), ширина якого на кресленні від 2 до 4 мм, рекомендується штрихувати повністю тільки на кінцях і по контурах отворів, а решту площі перетину – невеликими ділянками в декількох місцях.

Вузькі ділянки перетинів, ширина яких на кресленні менш 2 мм, допускається показувати зачерненими з залишенням прошарків між суміжними перетинами не менше 0,8 мм.

Для суміжних перерізів двох деталей слід брати нахил ліній штрихування для одного перетину вправо, для другого – вліво (зустрічне штрихування).

При штрихуванні «в клітку» для суміжних перетинів двох деталей відстань між лініями штрихування в кожному перетині має бути різною.

У суміжних перетинах із штрихуванням однакового нахилу і напрямку слід змінювати відстань між лініями штрихування або зрушувати ці лінії в одному перерізі по відношенню до другого, не змінюючи кута їх нахилу.

Приклади графічного позначення матеріалів з урахуванням виду матеріалу наведені на рис.1.6. Штрихування виконують суцільною тонкою лінією товщиною $S/3 \dots S/2$.

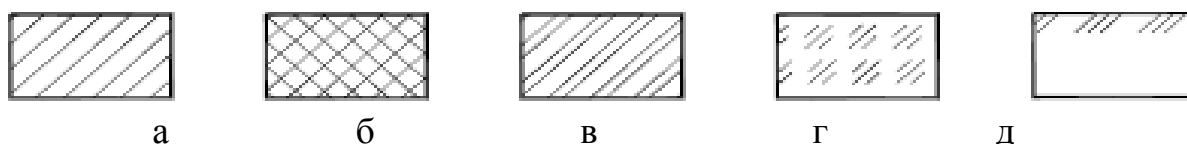


Рисунок 1.6

- а – метали та тверді сплави,
- б – неметалічні матеріали, за виключенням таких, що мають особисте позначення, наприклад, такі як
- в – кераміка,
- г – скло та інші світло прозорі матеріали,
- д – ґрунт.

1.7 Оформлення креслення

При виконанні креслень користуються форматами, встановленими ГОСТ 2.301-68.

На аркуші викреслюється рамка як показано на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3

Основний напис для креслень і схем має наступний вигляд (рис. 1.4).

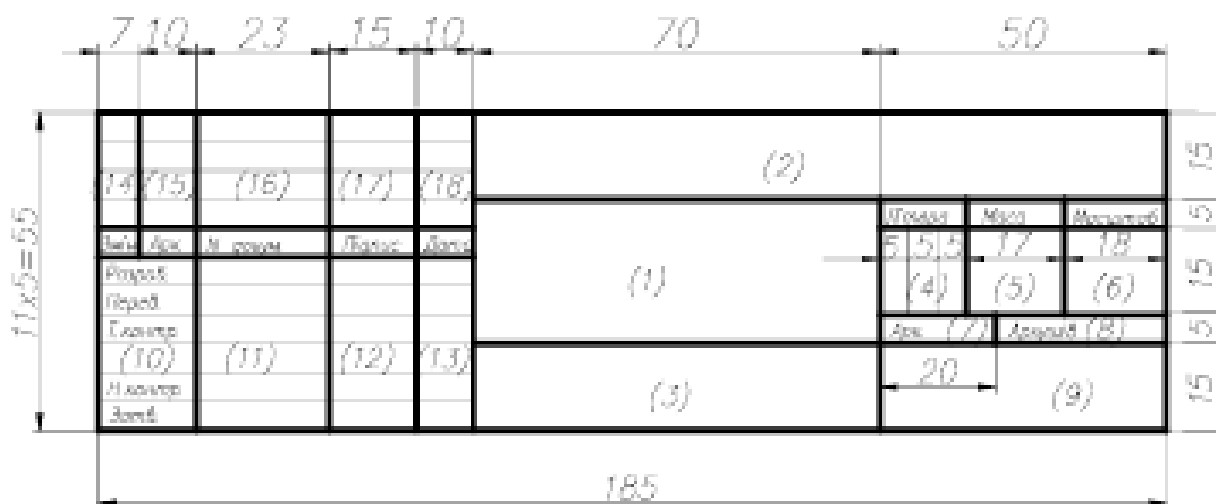


Рисунок 1.4

- У графах основного напису вказують:
- у графі 1 – назву виробу, починаючи з іменника згідно з вимогами ГОСТ 2.106-96;
 - у графі 2 – позначення документа відповідно до ГОСТ 2.202-80;
 - у графі 3 – позначення матеріалу деталі (графу заповнюють лише на кресленнях деталі);
 - у графі 4 – літеру, яка присвоєна цьому документу (на вище названих кресленнях – «Н»);
 - у графі 5 – масу виробу відповідно до ГОСТ 2.109-73; на навчальних кресленнях графу не заповнюють;
 - у графі 6 – масштаб згідно ГОСТ 2.302-68;
 - у графі 7 – порядковий номер аркуша (на документах, що складаються з одного аркуша, графу не заповнюють);
 - у графі 8 – загальну кількість аркушів (графу заповнюють лише на першому аркуші);

- у графі 9 – назву начального закладу, факультету та номер групи;
- у графі 10 – розробив, переварив, т. контроль, н. контроль та затвердив;
- у графах 11, 12, 13 – прізвища осіб, їх підписи та дату, коли документ підписаний;
- графи 14 – 18 на навчальних кресленнях не заповнюють.

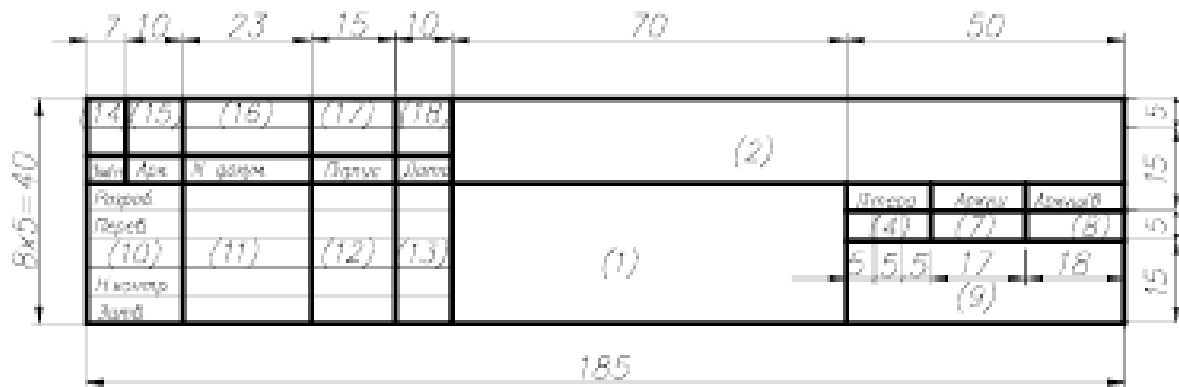


Рисунок 1.5 – Основний напис для текстових конструкторських документів (перша сторінка).



Рисунок 1.6 – Основний напис для текстових конструкторських документів (наступні сторінки).

2 ГЕОМЕТРИЧНІ ПОБУДОВИ

2.1 Сполучення

Сполучення – плавний перехід однієї лінії в другу, що виконується за допомогою додаткової лінії, найчастіше кола. Додаткове коло при цьому задається, як правило, радіусом, а центр та кінцеві точки дуги визначають побудовою.

2.1.1 Побудова прямої, дотичної до кола

Пряма, дотична до кола, складає кут 90° з радіусом, проведеним в точку дотику. Таким чином, для побудови прямої, що торкається окружності в заданій точці K , треба провести шукану пряму перпендикулярно до радіуса OK (рис. 2.1). Для проведення дотичної до кола паралельно даній прямій MN треба з центру O опустити перпендикуляр OD на пряму MN , перетин його з колом визначить точку дотику K .

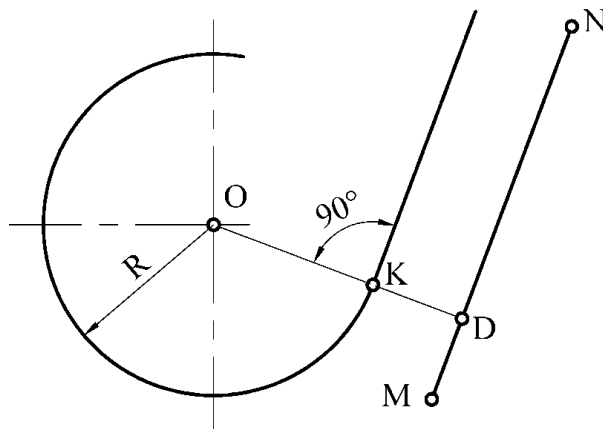


Рисунок 2.1

2.1.2 Проведення кола, дотичного до заданої прямої

Геометричним місцем центрів кіл, дотичних до даної прямої, є пряма, паралельна даній прямій і віддалена від неї на величину радіуса кола. Будь-яка точка цієї прямої може розглядатися як шуканий центр дотичного кола. Для знаходження точки дотику досить з наміченого центру опустити перпендикуляр на пряму (рис. 2.2).

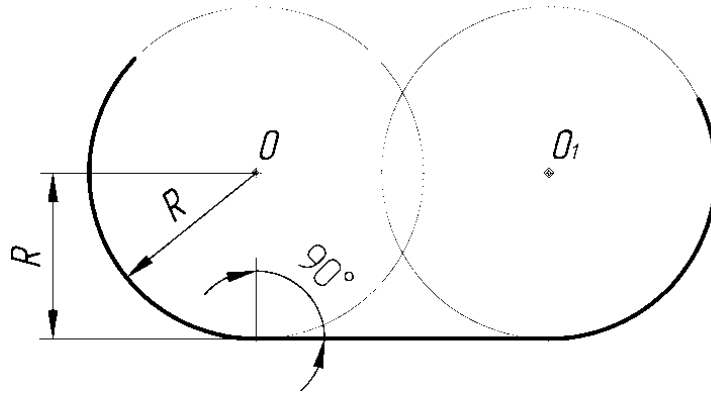


Рисунок 2.2

2.1.3 Дотик двох кіл

При зовнішньому торканні кіл відстань між їх центрами дорівнює сумі радіусів кіл і точка дотику лежить на прямій, що з'єднує їх центри. Якщо радіуси кіл R , R_1 і центри O і O_1 , то $OO_1 = R + R_1$, (рис. 2.3).

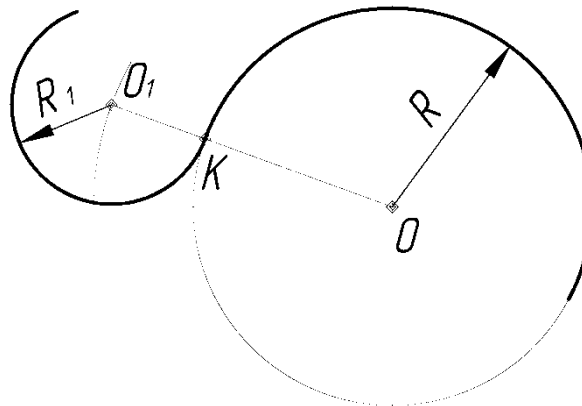


Рисунок 2.3

Якщо дана окружність радіуса R_1 з центром O і до неї потрібно провести дотичну окружність радіусом R_1 , то з центру O даної окружності проводять дугу допоміжної окружності радіусом $R + R_1$. Будь-яка точка цієї дуги може бути прийнята за центр шуканого кола радіуса R_1 . Якщо точка дотику K задана, то, провівши пряму OK до перетину з дугою допоміжної окружності, знаходять центр шуканої окружності O_1 .

При внутрішньому торканні кіл відстань між їх центрами OO_1 дорівнює різниці їх радіусів, $OO_1 = R - R_1$ (рис. 2.4). В цьому випадку допоміжна окружність проводиться радіусом $R - R_1$; точка дотику кіл K лежатиме на продовженні прямої OO_1 .

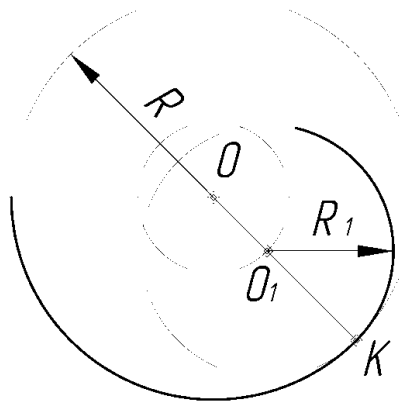


Рисунок 2.4

2.1.4 Сполучення прямих, що перетинаються, дугою кола заданого радіуса

Побудова зводиться до проведення кола, що торкається обох даних прямих (рис. 2.5). Для знаходження центру цього кола проводять допоміжні прямі, паралельні даним, на відстані, що дорівнює радіусу R ; точка перетину цих прямих і буде центром O дуги сполучення. Перпендикуляри, опущені з центру O на ці прямі, визначають точки дотику K і K_1 (рис. 2.5, а, б).

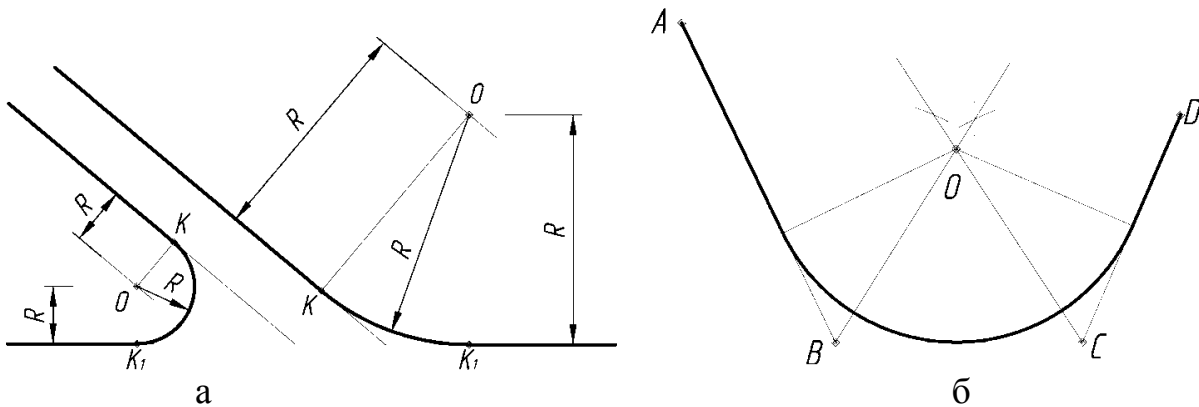


Рисунок 2.5

Цими точками і обмежується дуга сполучення. Якщо одна з точок дотику, наприклад K , є заданою, а радіус закруглення не вказаний, то шуканий центр O знаходиться на перетині перпендикуляра, проведеного з точки K , і бісектриси кута, що утворюється даними прямими.

Якщо необхідно провести коло так, щоб вона торкалася трьох цих прямих AB , BC і CD , то в цьому випадку радіус не може бути заданий наперед. Центр O шуканого кола знаходиться в точці перетину бісектрис кутів B і C . Радіусом її є перпендикуляр, опущений на будь-яку з трьох даних прямих (рис. 2.5, б).

2.1.5 Сполучення кола і прямої дугою заданого радіуса

При зовнішньому торканні (рис. 2.6) з центру O цього кола радіусом R проводиться дуга допоміжного кола радіусом $R + R_1$, а на відстані $R - R_1$ пряма, паралельна заданій. Точка перетину проведеної прямої і дуги допоміжного кола визначає положення центру дуги сполучення O_1 . Сполучаючи знайдений центр O_1 з центром O заданого кола і опускаючи з O_1 перпендикуляр на пряму, знаходять точки дотику K і K_1 , між якими утворюється дуга сполучення. У разі внутрішнього торкання дуга допоміжного кола проводиться радіусом $R - R_1$ (рис. 2.7).

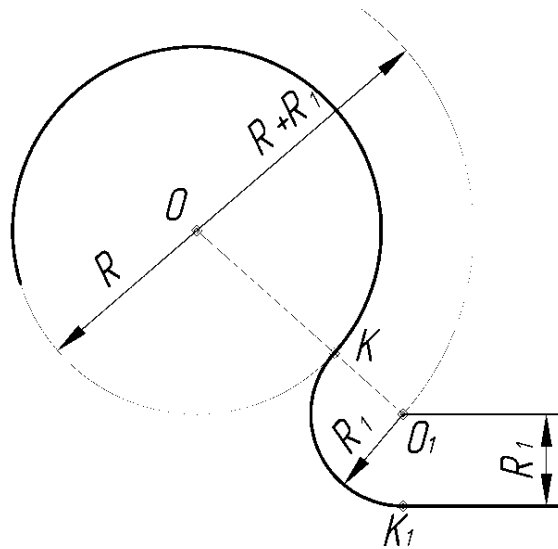


Рисунок 2.6

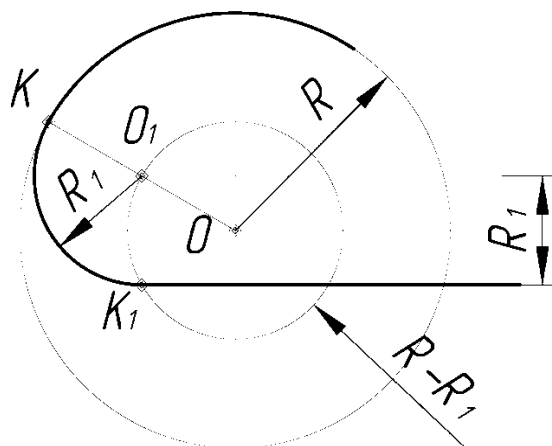


Рисунок 2.7

2.1.6 Сполучення двох кіл дугою заданого радіуса

При зовнішньому торканні (рис. 2.8) з центру O_1 кола радіусом R_1 описується дуга допоміжного кола радіусом $R_1 + R_3$ і з центру O_2 кола радіусом R_2 – дуга радіусом $R_2 + R_3$. Точка O_3 перетину цих дуг є центром шуканої дуги кола радіусом R_3 . Сполучаючи центри O_3 і O_1 , а також O_3 і O_2 , визначають точки дотику K_1 і K_2 .

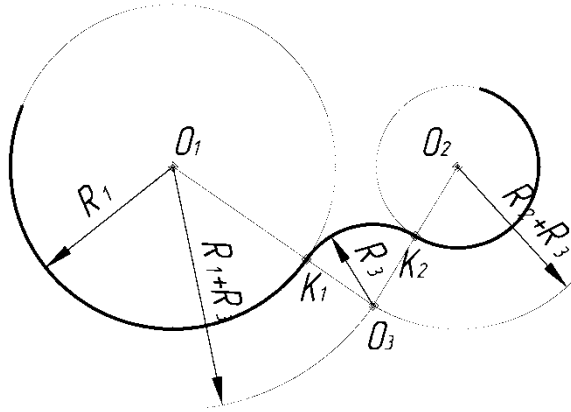


Рисунок 2.8

При внутрішньому торканні (рис. 2.9, а) допоміжні дуги проводяться радіусами $R_3 - R_1$, і $R_3 - R_2$.

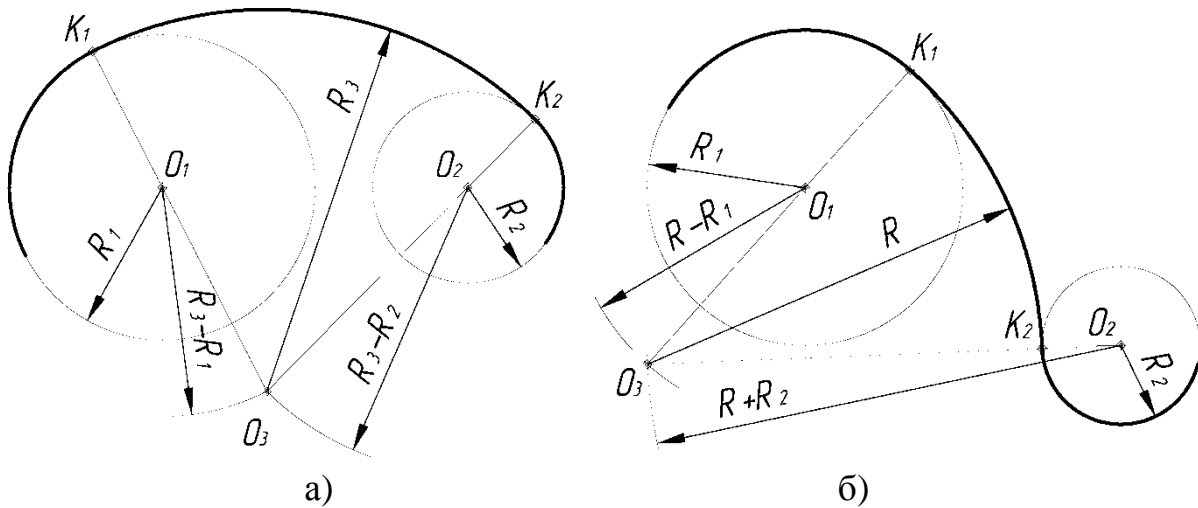


Рисунок 2.9

Дані кола радіусами R_1 і R_2 з центрами O_1 і O_2 (рис. 2.9, б). Необхідно провести коло цього радіусу R так, щоб вона мала з одним з цих кіл внутрішнє торкання, а з іншої – зовнішнє. Центр шуканої дуги знаходиться в точці перетину двох дуг, описаних з центру O_1 радіусом $R - R_1$ з центру O_2 – радіусом $R + R_2$ до точки дотику K_1 .

2.1.7 Проведення дотичної до кола через задану точку, що лежить поза колом

Задану точку A сполучають з центром кола O і з точки A через центр O обкреслюють допоміжне коло. В точках перетину допоміжного і даного кіл отримують точки дотику K і K_1 ; точку A з'єднаймо з цими точками (рис. 2.10).

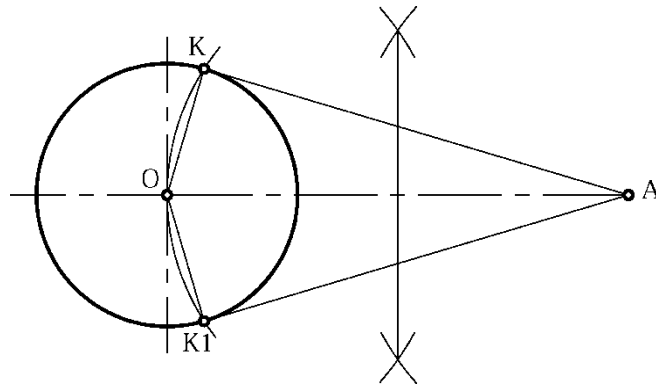


Рисунок 2.10

2.1.8 Побудова дотичної до двох кіл заданих радіусів

З середньої точки прямої OO_1 через центр O_1 будується допоміжне коло. З центру великого кола радіусом R проводиться друге допоміжне коло радіусом $R - R_1$. Точка перетину цих кіл B визначає напрям радіусу O_1K_1 , що йде в точку дотику. Для отримання точки дотику K_2 на другому колі досить провести з центру O_1 радіус O_1K_1 паралельно радіусу OK , залишається з'єднати знайдені точки дотику прямою лінією (рис.2.11).

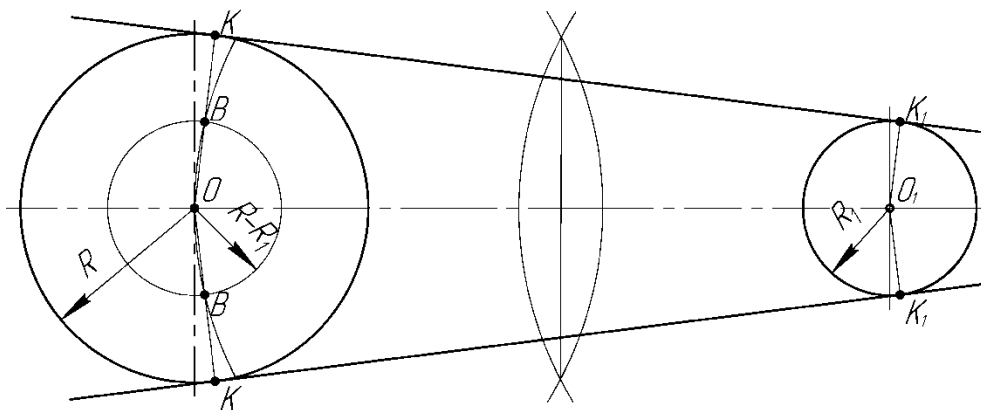


Рисунок 2.11

Дотичні до цих кіл можна провести і так, як показано на рис. 2.12. В цьому випадку з центру великого кола проводять допоміжне коло радіусом рівним сумі радіусів цих кіл, т. е. $R + R_1$.

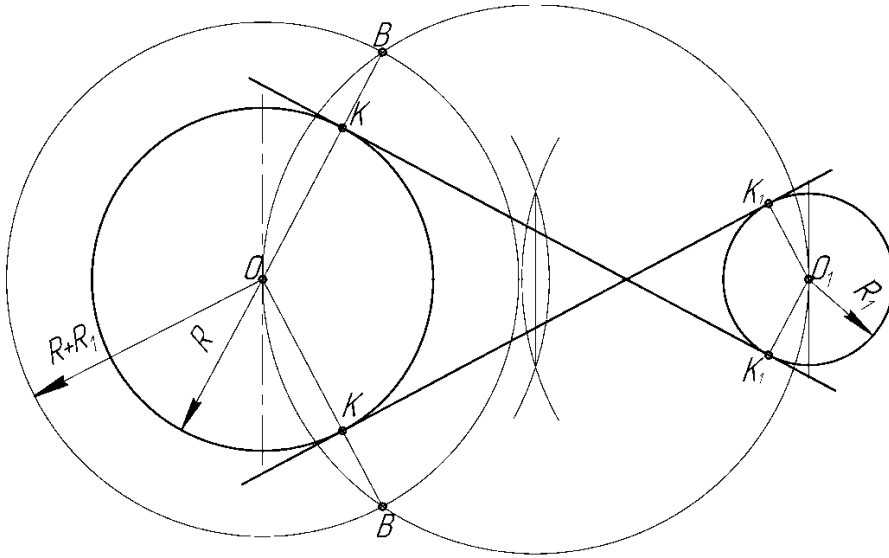


Рисунок 2.12

2.1.9 Побудова кола, що проходить через точку і торкається кола в заданій точці

Через середину прямої АВ проводять перпендикуляр, в точці перетину якого з лінією ОВ отримують центр О шуканого кола; радіус його дорівнює O_1B або O_1A (рис. 2.13 и 2.14).

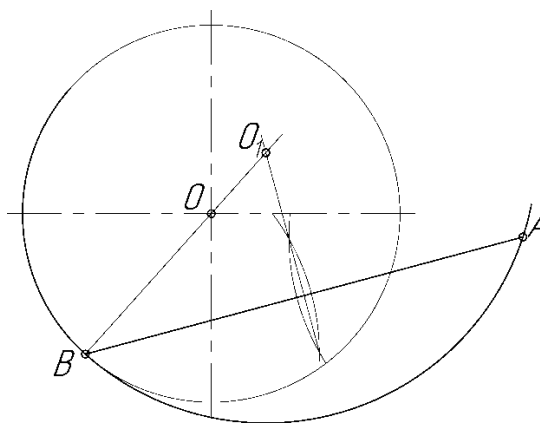


Рисунок 2.13

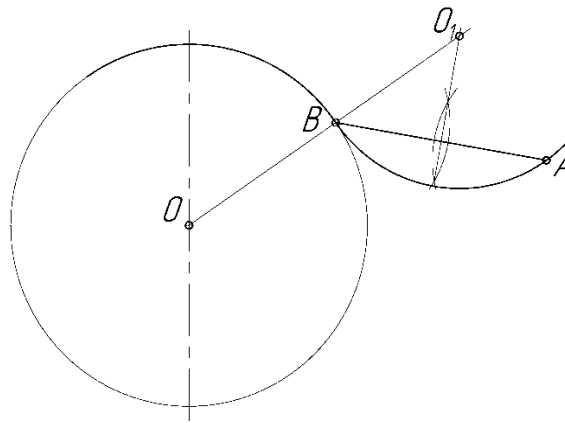


Рисунок 2.14

2.1.10 Сполучення кола і прямої за умови, що дуга сполучення повинна проходити через точку на прямій

З цієї точки А (рис. 2.15) на прямій LM відновлюється перпендикуляр до прямої LM; на його продовженні відкладається відрізок АВ, рівний радіусу R кола ($AB = R$).

Отримана таким чином точка В з'єднується з центром O. З точки А проводиться пряма АК, паралельна лінії ВО; перетин її з колом визначить точку дотику К шуканої дуги сполучення з колом. Залишається продовжити відрізки ОК і АВ до їх перетину, щоб знайти центр O_1 дуги сполучення, а отже, і її радіус. Якщо перетин прямої ОК і АВ виходить під дуже гострим кутом, то центр O_1 можна знайти перетином будь-якої з них з перпендикуляром, проведеним через середину лінії ОВ (оскільки трикутник OBO_1 – рівнобедрений).

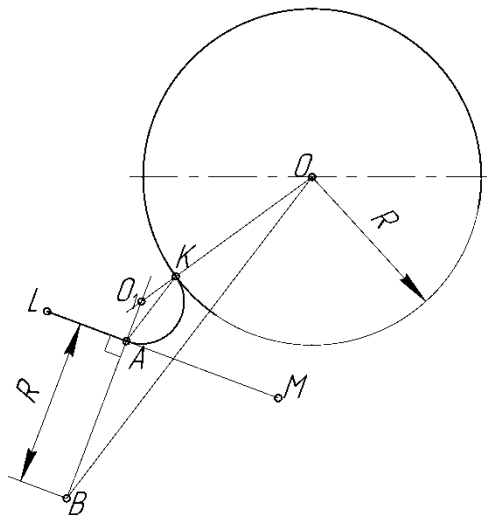


Рисунок 2.15

2.1.11 Сполучення кола і прямої за умови, що дуга сполучення повинна проходити через задану точку на колі

Через точку A на колі проводиться до останньої дотична AB ; кут, що утворюється цією дотичною і прямою LM , ділиться навпіл. Перетин бісектриси кута ABM з продовженням радіуса OA визначає центр O_1 і радіус O_1A шуканої дуги сполучення. Точкою сполучення є точка K (рис. 2.16, 2.17).

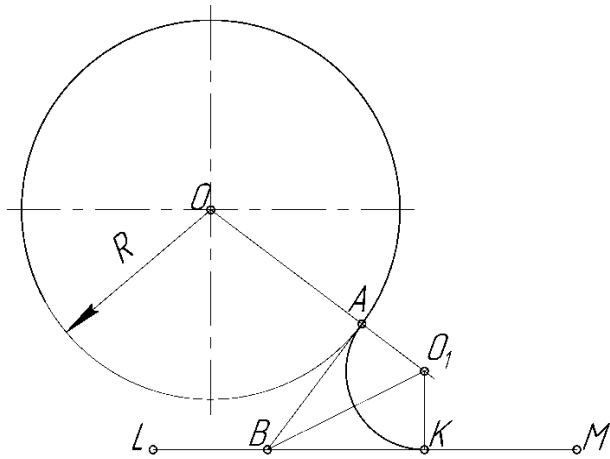


Рисунок 2.16

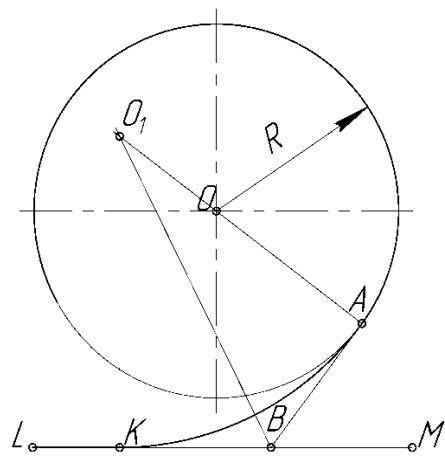


Рисунок 2.17

2.1.12 Сполучення двох неконцентричних дуг кіл дугою заданого радіуса

Задано дві дуги, описані з центрів O і O_1 радіусами R і R_1 . Для сполучення їх дугою заданого радіуса R_2 проводять з тих же центрів дві допоміжні дуги радіусами $R_1 - R_2$ і $R + R_2$. Перетин цих дуг визначає шуканий центр O . Точки дотику K і K_1 знаходяться на лініях центрів OO_2 і O_1O_2 (рис. 2.18).

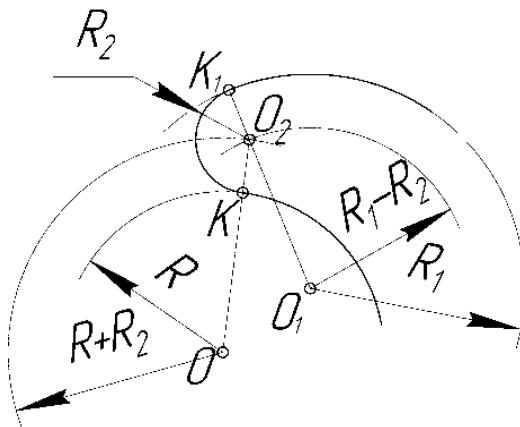


Рисунок 2.18

2.1.13 Побудова лекальної кривої підбором дуг

Будь-яка лекальна крива може бути викреслена циркулем шляхом підбору центрів, з яких описуються дуги, співпадаючі з окремими ділянками кривої. Для того, щоб описувані дуги плавно переходили одна в одну, необхідно, щоб точки їх сполучення (торкання) лежали на прямих, що з'єднують центри. Побудову ведуть в наступному порядку: підбравши центр 1 для якої-небудь ділянки кривої ab , підбирають центр 2 для наступної ділянки bc на продовженні радіусу, що проходить через точки b і 1; для ділянки cd підбирають центр 3 на продовженні радіусу, що проходить через точки c і 2, і т. д. Таким чином можна обвести усю криву, не міняючи лекала (рис. 2.19).

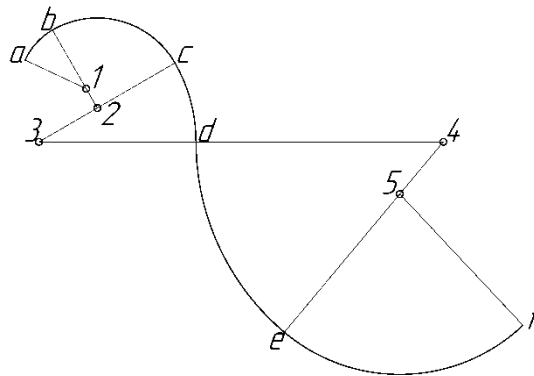


Рисунок 2.19

2.1.14 Сполучення двох паралельних прямих двома дугами

Задані на прямих точки A і B з'єднуються відрізком AB , на якому відмічають довільну точку M . В середині відрізків AM і BM проводять до них перпендикуляри; у точках A і B також відновлюють перпендикуляри до цих прямих. На перетині відповідних перпендикулярів знаходяться центри O_1 і O_2 . Радіуси закруглення: $R_1 = O_1A$; $R_2 = O_2B$. Торкання дуг відбувається в точці M , що знаходиться на лінії центрів O_1O_2 . Якщо точку M вибрати на середині лінії AB , то $R_1 = R_2$ (рис. 2.20).

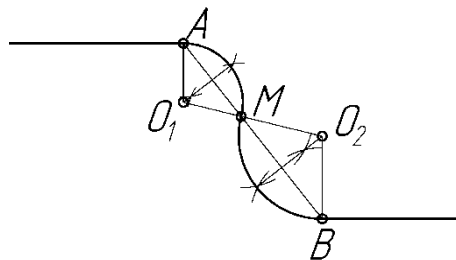


Рисунок 2.20

2.2 Поділ кола на рівні частини і побудова правильних вписаних багатокутників

2.2.1 Поділ кола на чотири рівні частини і побудова правильного вписаного чотирикутника

Поділ кола на чотири рівні частини і побудова правильного вписаного чотирикутника можна виконати циркулем і лінійкою. Дві взаємно перпендикулярні центрові лінії поділяють коло на чотири рівні частини (рис.2.21). З'єднавши точки перетину цих ліній з колом прямими, отримують правильний вписаний чотирикутник.

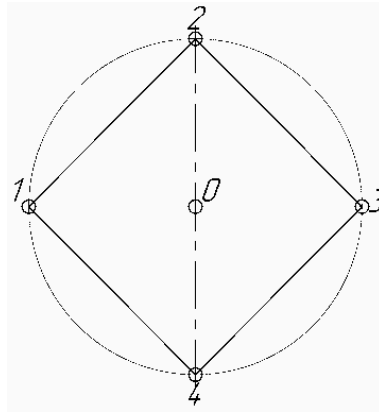


Рисунок 2.21

2.2.2 Поділ кола на вісім рівних частин і побудова правильного вписаного восьмикутника

Дві взаємно перпендикулярні лінії, проведені під кутом 45° до центрових ліній за допомогою косинця з кутами $45, 45$ і 90° (рис. 2.22), разом з центровими лініями розподіляють коло на вісім рівних частин.

Ділення кола на вісім рівних частин можна виконати циркулем. Для цього з точок 1 і 3 (точки перетину центрових ліній з колом) довільним радіусом робляться зарубки до взаємного перетину, тим же радіусом роблять дві зарубки з точок 3 і 5 (рис. 2.22). Через точки перетину зарубок і центр кола проводять прямі лінії до перетину з колом в точках 2, 4, 6, 8.

Якщо отримані вісім точок з'єднати послідовно прямими лініями, то вийде правильний вписаний восьмикутник (рис. 2.22).

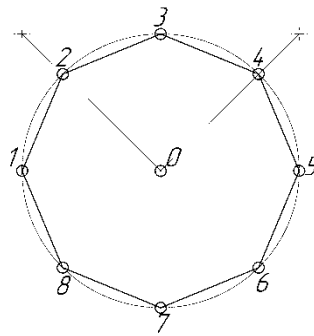


Рисунок 2.22

2.2.3 Поділ кола на три рівні частини і побудова правильного вписаного трикутника

Поділ кола на три рівні частини і побудова правильного вписаного трикутника виконують за допомогою циркуля.

При поділі кола циркулем на три рівні частини з будь-якої точки кола, наприклад з точки А перетину центрових ліній з колом (рис. 2.23, а), проводять дугу радіусом R , рівним радіусу цього кола, отримують точки 1 і 2. Третя точка поділу (точка 3) знаходиться на протилежному кінці діаметру, що проходить через точку А. Послідовно з'єднавши точки 1, 2 і 3, отримують правильний вписаний трикутник. При побудові правильного вписаного трикутника, якщо задана одна з його вершин, наприклад точка 1, знаходять точку А. Для цього через задану точку 1 проводять діаметр (рис. 2.23, б, в). Точка А знаходиться на протилежному кінці цього діаметру. Потім проводять дугу радіусом R , рівним радіусу цього кола, отримують точки 2 і 3. При поділі кола на три рівні частини за допомогою косинця і рейсшини через точку 1 під кутом 60° проводять дві прямі лінії до перетину з колом в точках 2 і 3 (рис. 2.23, а, б), точки 2 і 3 сполучають і отримують правильний вписаний трикутник (рис. 2.23 в).

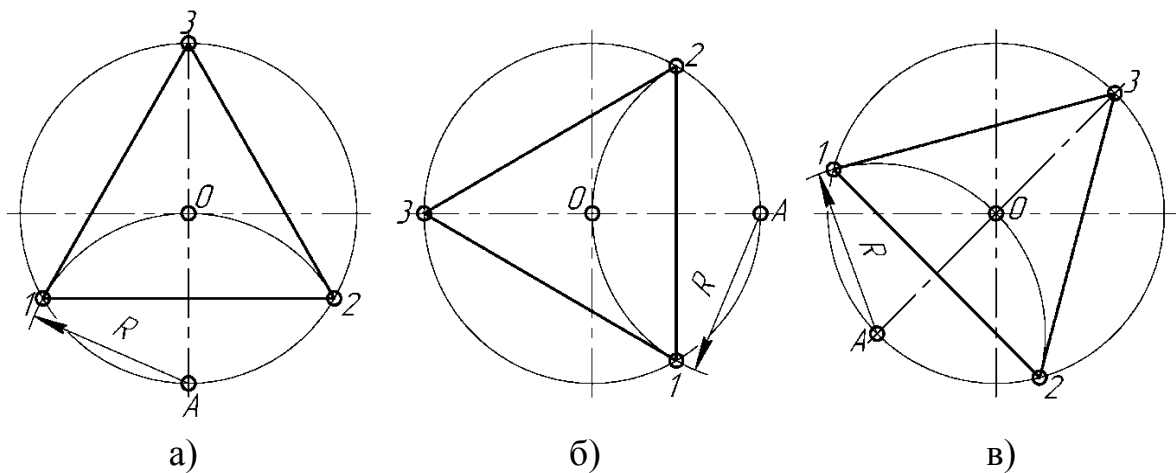


Рисунок 2.23

2.2.4 Поділ кола на шість рівних частин і побудова правильного вписаного шестикутника

Поділ кола на шість рівних частин і побудову правильного вписаного шестикутника виконують за допомогою косинця з кутами 30° , 60° і 90° і (чи) циркуля. При поділі кола на шість рівних частин циркулем з двох кінців одного діаметру радіусом, рівним радіусу цього кола, проводять дуги до перетину з колом в точках 2, 6 і 3, 5 (рис. 2.24). Послідовно з'єднавши отримані точки, отримують правильний вписаний шестикутник.

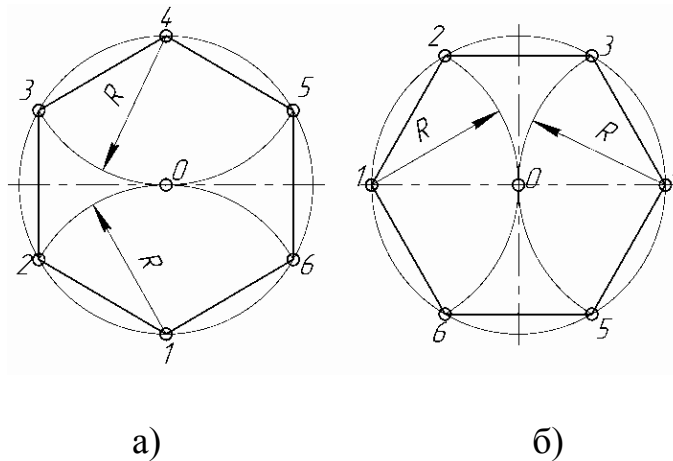


Рисунок 2.24

При поділі кола циркулем з чотирьох кінців двох взаємно перпендикулярних діаметрів кола проводять радіусом, рівним радіусу цього кола, дуги до перетину з колом (рис. 2.25). З'єднавши отримані крапки, отримують дванадцятикутник.

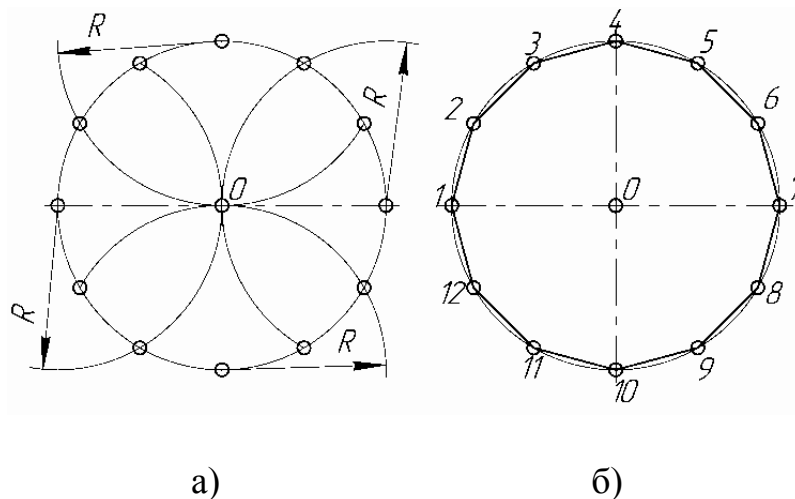


Рисунок 2.25

2.2.5 Поділ кола на п'ять і десять рівних частин і побудова правильного вписаного п'ятикутника і десятикутника

Поділ кола на п'ять і десять рівних частин і побудова правильного вписаного п'ятикутника і десятикутника показані на рис. 2.26.

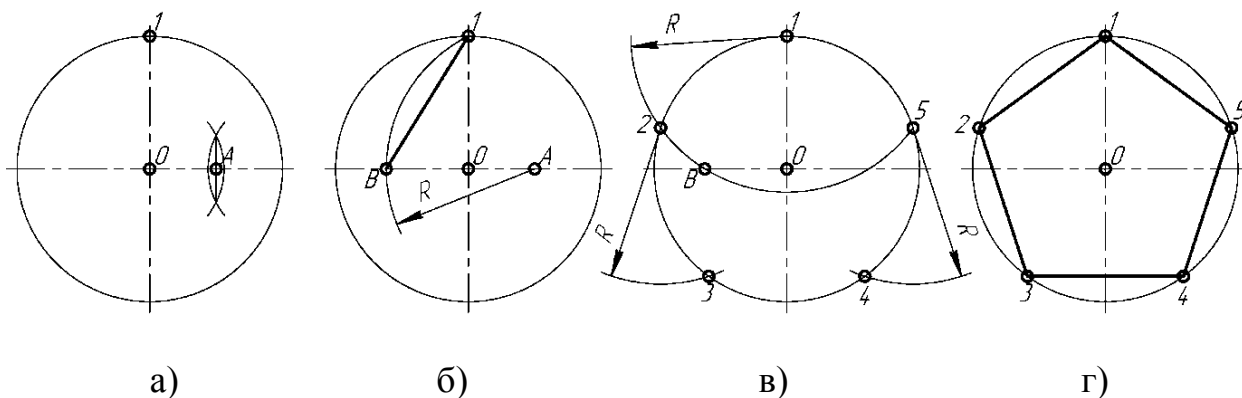


Рисунок 2.26

Половину будь-якого діаметру (радіус) ділять навпіл (рис. 2.26 а), отримують точку А. З точки А, як з центру, проводять дугу радіусом, рівним відстані від точки А до точки 1 до перетину з другою половиною цього діаметру, в точці В (рис. 2.26, б). Відрізок 1В дорівнює хорді, що стягує дугу, довжина якої дорівнює $1/5$ довжин кола. Роблячи зарубки на колі (рис. 2.26, в) радіусом, рівним відрізку 1В, ділять коло на п'ять рівних частин. Початкову точку 1 вибирають залежно від розташування п'ятикутника. З точки 1 будують точки 2 і 5 (рис. 2.26, в), потім з точки 2 будують точку 3, а з точки 5 будують точку 4. Відстань від точки 3 до точки 4 перевіряють циркулем. Якщо відстань між точками 3 і 4 дорівнює відрізку 1В, то побудови були виконані точно. Не можна виконувати зарубки послідовно, в один бік, оскільки відбувається складання погрешностей, і остання сторона п'ятикутника виходить перекошеною. Послідовно з'єднавши знайдені точки, отримують п'ятикутник (рис. 2.26, г).

Поділ кола на десять рівних частин виконують аналогічно розподілу кола на п'ять рівних частин (рис. 2.26), але спочатку ділять коло на п'ять частин, починаючи побудову з точки 1, а потім з точки 6, що знаходиться на протилежному кінці діаметру (рис. 2.27, а). З'єднавши послідовно усі точки, отримують правильний вписаний десятикутник (рис. 2.27, б).

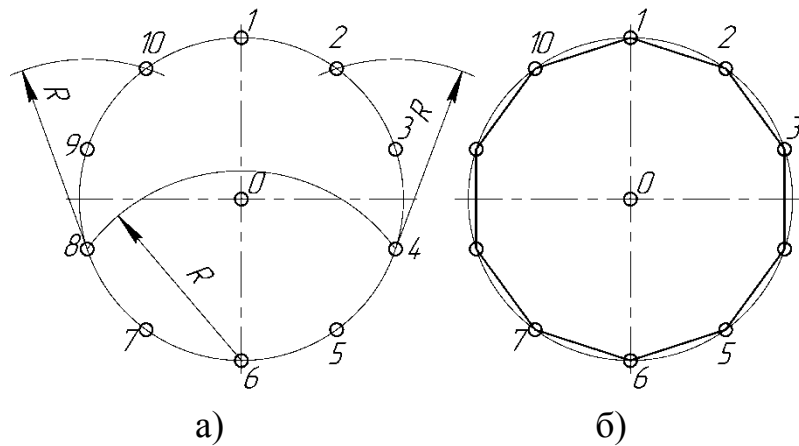


Рисунок 2.27

2.2.6 Поділ кола на сім і чотирнадцять рівних частин і побудова правильного вписаного семикутника і чотирнадцятикутника

Поділ кола на сім і чотирнадцять рівних частин і побудова правильного вписаного семикутника і чотирнадцятикутника показані на рис. 2.28 і 2.29.

З будь-якої точки кола, наприклад точки А, радіусом заданої окружності проводять дугу (рис. 2.28, а) до перетину з колом в точках В і D. З'єднаємо точки В і D прямою. Половина отриманого відрізка (в даному випадку відрізок ВС) буде дорівнює хорді, яка стягує дугу, що становить $1/7$ довжини окружності. Радіусом, рівним відрізку ВС, роблять зарубки на колі в послідовності, показаній на рис. 2.28, б. Поєднавши послідовно всі точки, отримують правильний вписаний семикутник (рис. 2.28, в).

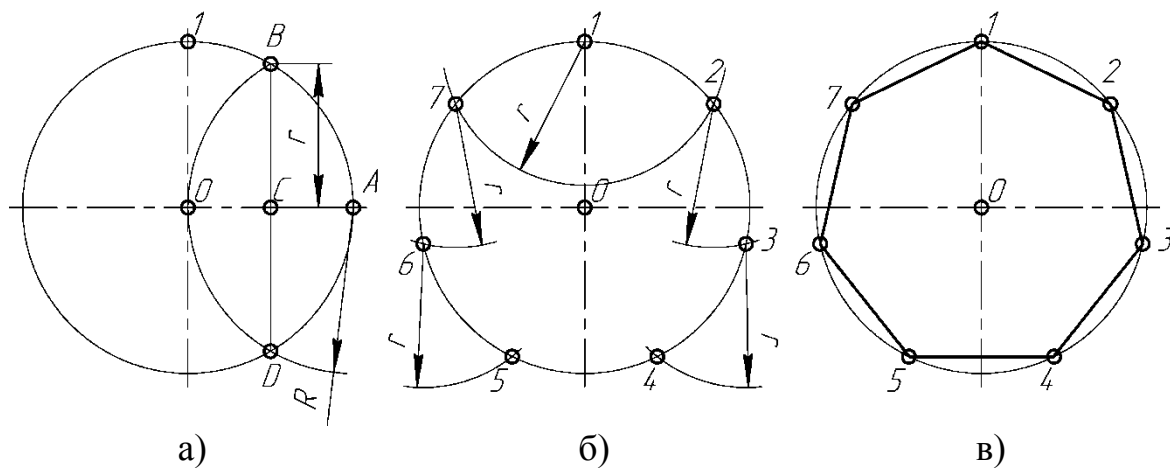


Рисунок 2.28

Поділ кола на чотирнадцять рівних частин виконується поділом кола на сім рівних частин два рази від двох точок (рис. 2.29, а).

Спочатку коло ділиться на сім рівних частин від точки 1, потім та ж побудова виконується від точки 8. Побудовані точки з'єднують послідовно прямими лініями і отримують правильний вписаний чотирнадцятикутник (рис. 2.29, б).

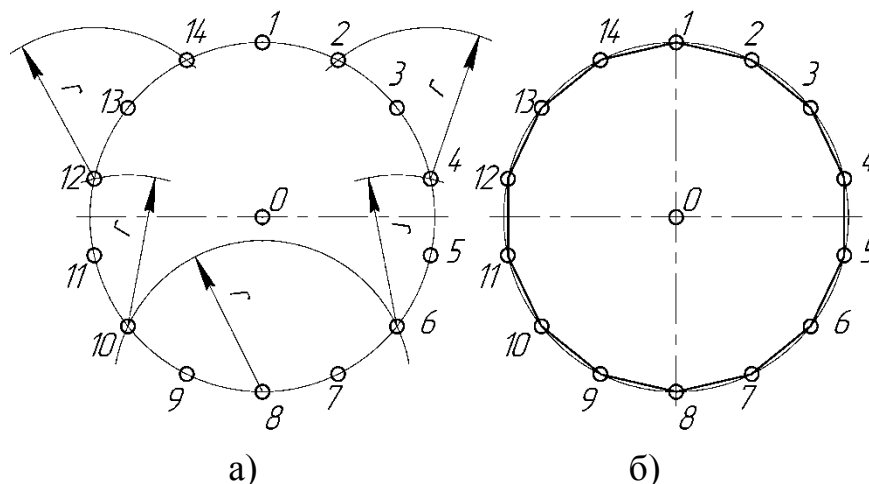


Рисунок 2.29

2.3 Аксонометричні проєкції

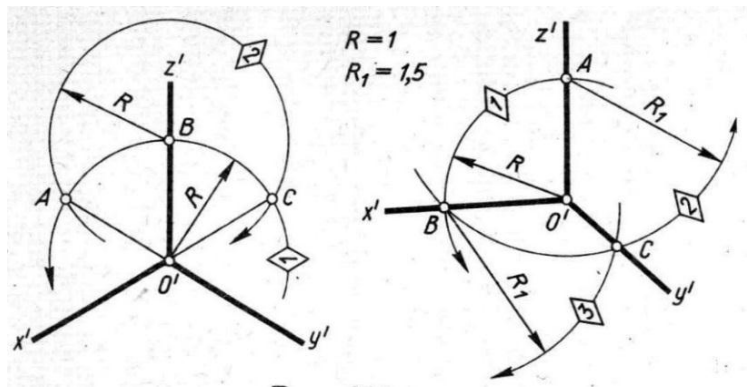
В даний час аксонометричні зображення (проєкції), володіючи наочністю зображень в поєднанні з вимірювальними властивостями, дають можливість досить точно визначити зображуваний оригінал, завдяки чому знаходять дуже велике застосування в науці, техніці і промисловості. Для наочного зображення предметів (виробів або їх складових частин) слід застосовувати аксонометричні проєкції, вибираючи в кожному окремому випадку найбільш підходящі з них. Для єдиного правила виконання аксонометричних зображень розроблений ДСТУ ГОСТ 2.317:2014.

До числа стандартних прямокутних аксонометричних проєкцій відносяться:

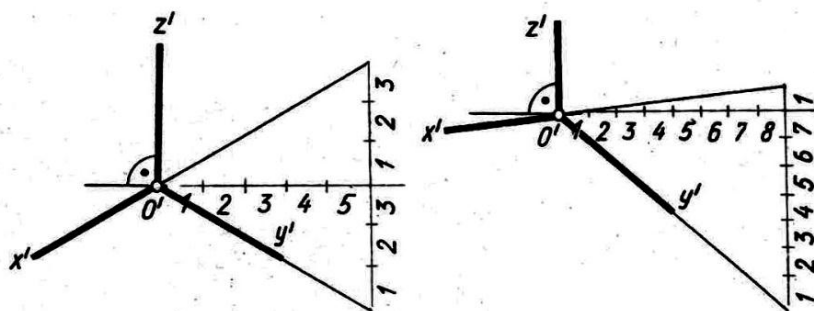
- прямокутна ізометрична проєкція;
- прямокутна диметрична проєкція.

2.3.1 Побудова в аксонометричних проєкціях точок і ліній

Побудова осей. Аксонометричні осі для ізометричної і диметричної проєкцій можуть бути побудовані різними прийомами, наприклад: геометричними побудовами (рис. 2.30, а), послідовність побудов ставленням вказана цифрами (рис. 2.30, б).



a)



б)

Рисунок 2.30

Аксонетричні проєкції точок. Проекція точки на аксонетричну площину називається аксонетричною проєкцією точки.

Точка повинна бути задана трьома аксонетричними координатами. Коли задані аксонетричні осі і показники спотворення, то аксонетричну проєкцію можна побудувати за способом декартових координат. Спочатку по двох координатах будують вторинну проєкцію точки. Вторинною проєкцією точки називається аксонетрична проєкція її прямокутної проєкції на одну з координатних площин натуральної системи координат. Потім будують аксонетричну проєкцію: точки. Таким чином, координатна просторова лінія $OA_{12}A_1A$ зобразилася на аксонетричній площині проєкцій плоскою ламаною лінією $O'A'_1A'_1A$. На рис. 2.31 показано побудову аксонетричних проєкцій точок A і B , де точки A'_1 і B'_1 є вторинними проєкціями. Ізометрична проєкція точки $A(13, 27, 35)$ (рис. 2.31 а). Диметрична проєкція точки $B(30, 40, 40)$ (рис. 2.31 б). Координата Y в диметричній проєкції повинна відкладатися з врахуванням приведенного коефіцієнту спотворення, тобто в два рази зменшеною ($y 40/2$).

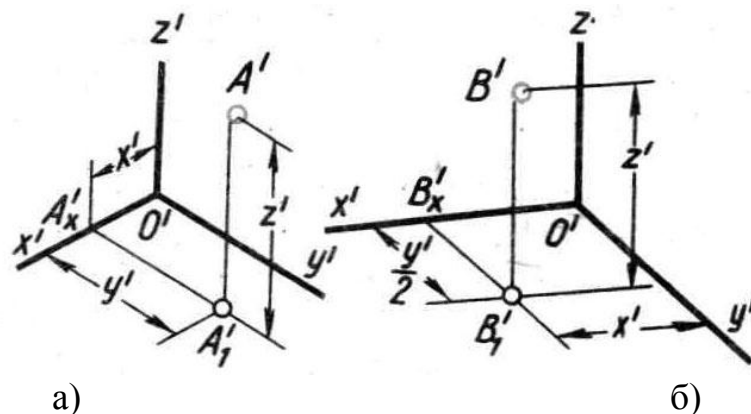


Рисунок 2.31

АксонOMETричні проєкції прямих ліній. Дві задані точки, що належать прямій лінії, визначають її положення в просторі. Для побудови аксонOMETричної проєкції прямої лінії задаються координати двох її точок. Будують вторинні і аксонOMETричні проєкції заданих точок і з'єднують їх відповідно прямими лініями, отримують вторинну і аксонOMETричну проєкцію заданої прямої. На рис. 2.32 а наведено приклад побудови прямої в ізометричній проєкції, а на рис. 2.32 б – диметричній проєкції.

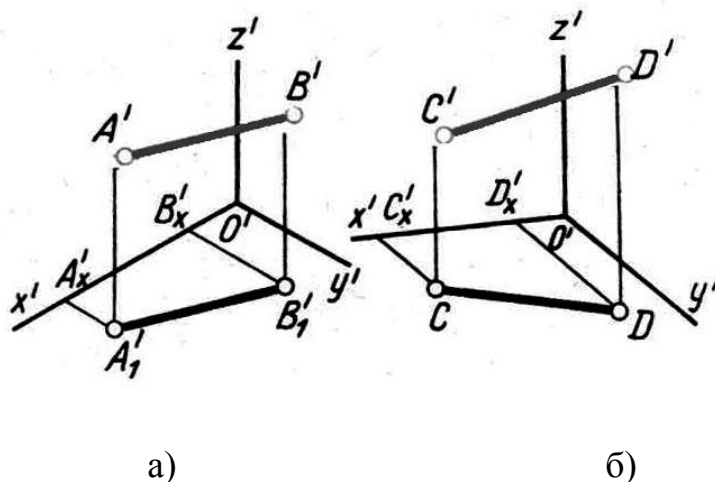


Рисунок 2.32

АксонOMETричні проєкції кривих ліній. АксонOMETрія кривої лінії будується за точками.

Приклад. Побудувати прямокутну ізометричну проєкцію кривої лінії за її ортогональним кресленням (рис. 2.33).

Кожна точка кривої лінії знаходиться на кінці ламаної лінії. Кожна частина ламаної лінії дорівнює відповідній координаті точки.

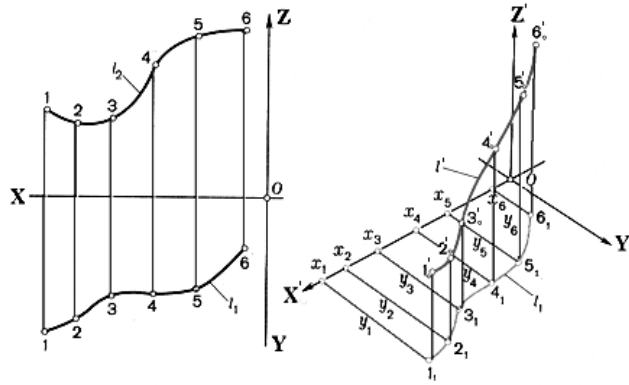


Рисунок 2.33

2.3.2 Побудова аксонометричної проєкції кола

Ізометрична проєкція. Положення аксонометричних осей показано на рис. 2.34, а). Коефіцієнт спотворення по осях x' , y' , z' дорівнює 0,82. Для спрощення побудови, як правило, ізометричну проєкцію виконують прийнявши коефіцієнт спотворення по осях x' , y' , z' рівним 1 (т. е. без спотворення). Кола, розташовані в площинах рівня, проєктуються на аксонометричну площину у вигляді однакових еліпсів, великі осі яких розташовані: у еліпса 1 – під кутом 90° до осі y' , у еліпса 2 – під кутом 90° до осі z' (т. е. горизонтально); у еліпса 3 – під кутом 90° до осі x' (рис. 2.34, б).

Примітка. Еліпс 1 – у фронтальній, еліпс 2 – в горизонтальній, еліпс 3 – в профільній площинах рівня. При виконанні ізометричної проєкції кола без спотворення по осях x' , y' , z' великі осі еліпса рівні $1,22$, а малі – $0,71$ діаметра D окружності.

Диметрична проєкція. Положення аксонометричних осей показано на рис. 2.35, а), коефіцієнт спотворення по осях x' і z' дорівнює 0,94, а по осі y' – 0,47. Для спрощення побудови пропонується виконувати без спотворення по осях x' і z' (т. е. застосовувати коефіцієнт спотворення 1), а по осі y' – із застосуванням коефіцієнта спотворення 0,5.

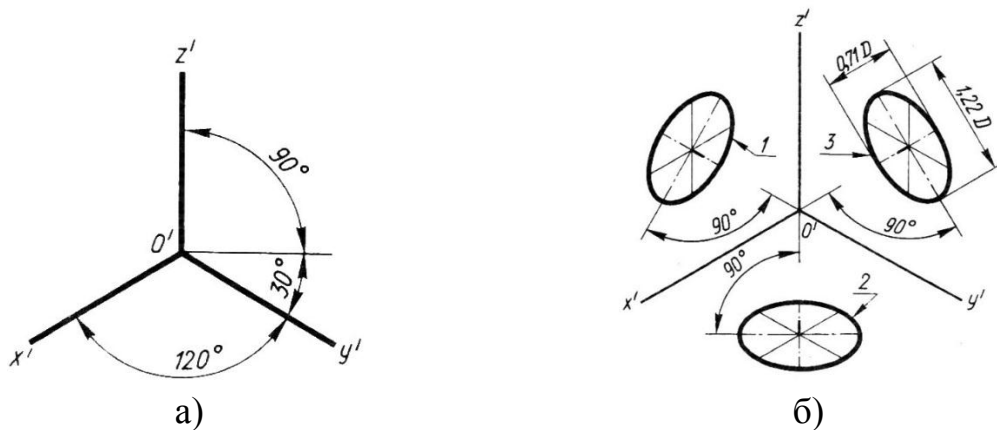


Рисунок 2.34

Кола, розташовані в площинах рівня, проєктуються на аксонометричну площину у вигляді еліпсів, великі осі яких розташовані: еліпса 1 – під кутом 90° до осі y' , еліпса 2 – під кутом 90° до осі z' (т. е. горизонтально), еліпса 3 – під кутом 90° до осі x' (рис. 2.35, б). У разі, коли диметричну проєкцію виконують без спотворення по осях x' і z' , велика вісь еліпсів 1, 2 і 3 дорівнює $1,06$ діаметра D зображуваної окружності, а мала вісь еліпса 1 дорівнює $0,95$ і еліпсів 2 і 3 – $0,35$ діаметра D окружності.

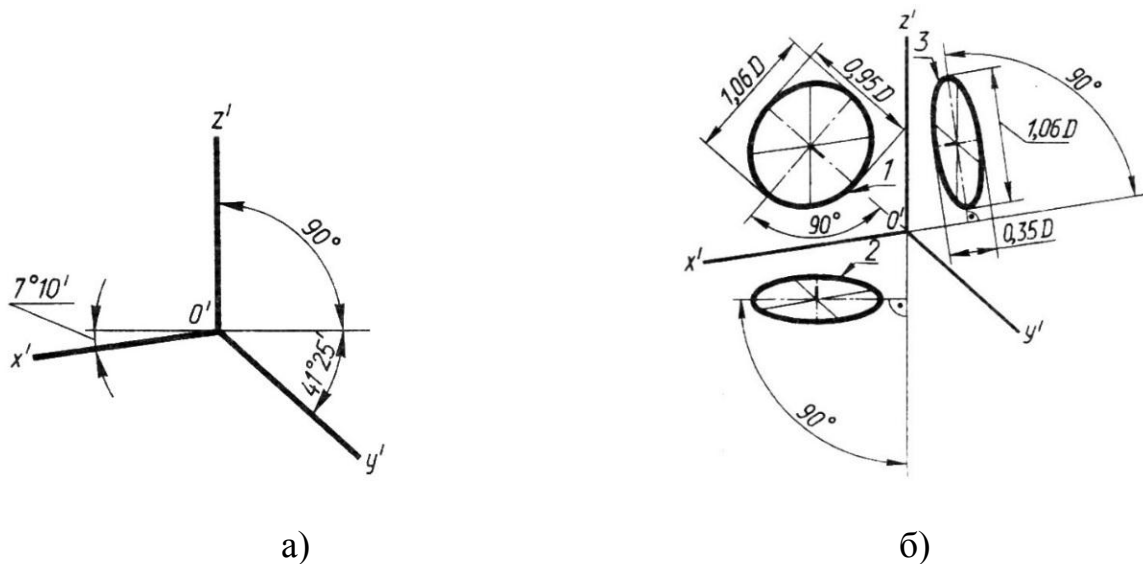


Рисунок 2.35

2.3.3 Побудова аксонометричної проєкції з чвертним вирізом предмету

Побудова аксонометричної проєкції гранної фігури

Побудова аксонометричної проєкції повинна починатись із вибору виду аксонометрії, який можливо використовувати для даного геометричного тіла, а також із визначення розташування елементів системи координат, пов'язаної з тілом (рис. 2.36). Зазвичай початок координат – точку O – розміщують на елементах симетрії основи тіла (в центрі симетрії або на осі симетрії). У наведеному прикладі точка O розташована в центрі описаного кола навколо трикутника основи.

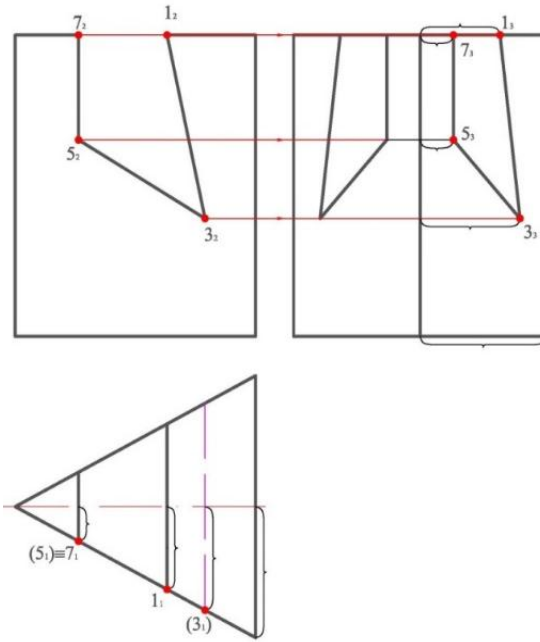


Рисунок 2.36

Спочатку визначимо точки, що лежать на координатних осях (у наведеному прикладі це точка 1, рис. 2.37, а), далі знайдемо інші вершини, що мають обидві ненульові координати X та Y (точки 2 та 3, рис. 2.37, б).

Після побудови нижньої основи треба побудувати верхню основу (для призми) або вершину (для піраміди). Для цього здійснюють відкладення координати Z уздовж осі Z від точок нижньої основи (рис. 2.37 в) (або від точки O – для піраміди). Далі необхідно побудувати крайні точки ліній перетину площин, що утворюють виріз у тілі. Ці точки лежать у площинах граней тіла і можуть мати всі три ненульові координати. Їх знаходження здійснюється при побудові координатних ламаних за значеннями, що беруться з видів креслення (див. точку A на рис. 2.38).

Останнім етапом є видалення невидимих ліній та побудова четвертого вирізу тіла. Для цього знаходять точки на основах та на лініях перетину січних площин із гранями й між собою, які належать площинам вирізу (у заданих варіантах це площини XZ та YZ). Після послідовного з'єднання цих точок та видалення елементів, що попадають у виріз, буде отримано кінцевий вигляд аксонометричної проекції (рис. 2.39).

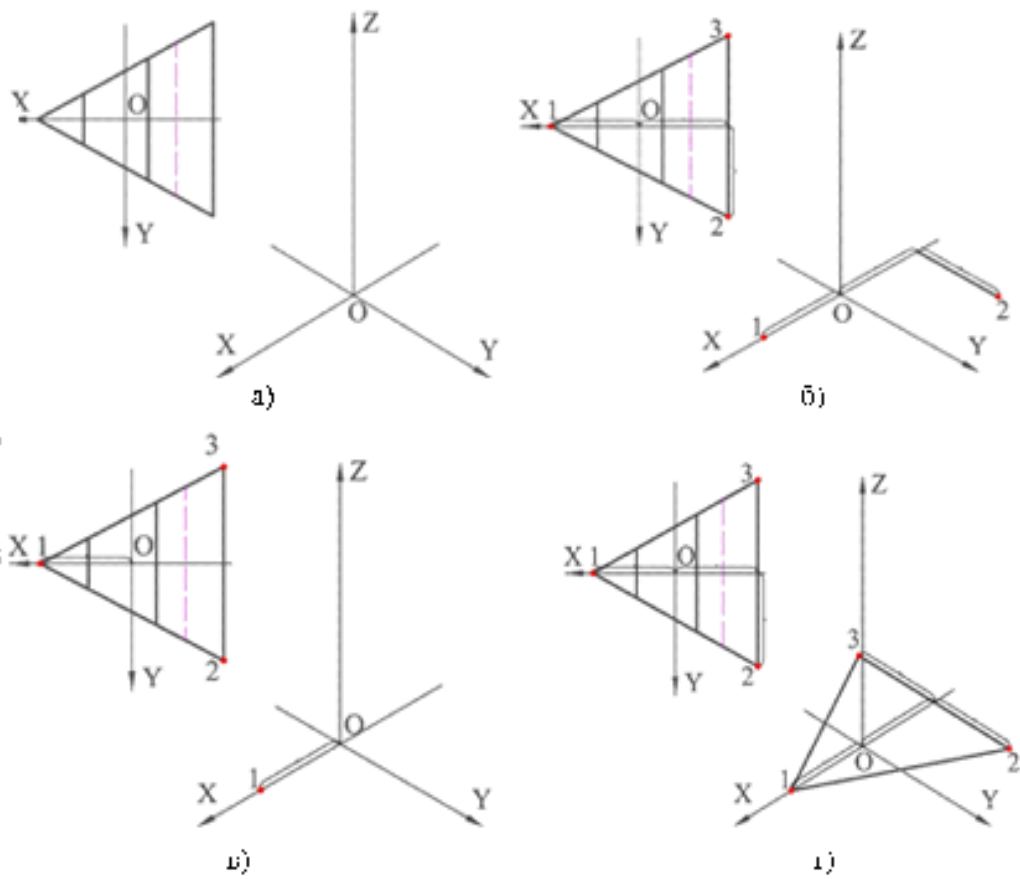


Рисунок 2.37

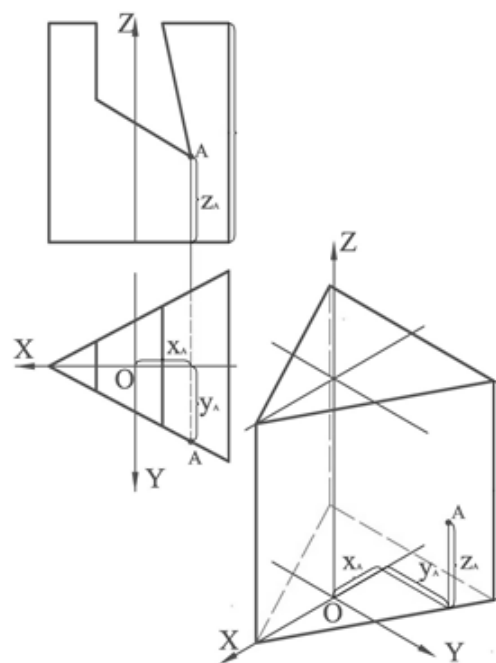


Рисунок 2.38

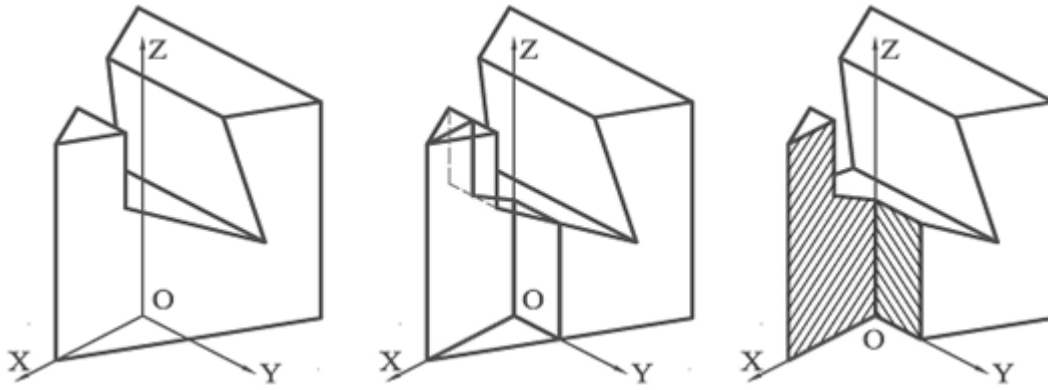


Рисунок 2.39

Побудова зображення предмета за його робочим кресленням з вирізом передньої 1/4 частини

Побудова зображення предмета виконується за його робочим кресленням в такий спосіб. На рис. 2.40 для прикладу побудоване робоче креслення кришки зі стандартною прямокутною ізометрією.

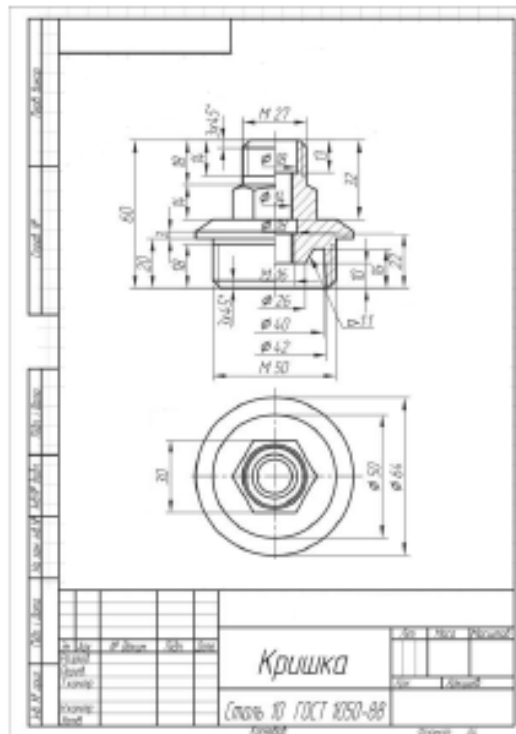


Рисунок 2.40

1. Початок координат (точка O) береться в центрі нижньої основи.

Спочатку проводять осі необхідної аксонометричної проекції, визначають центри кіл верхньої і нижньої основ кришки, а також кіл, що обмежують виріз. На цих центрах викреслюють еліпси (рис. 2.41 а, 2.41 б).

2. Потім проводять лінії, паралельні координатним осям, які обмежують зовнішні поверхні і виріз (рис. 2.41, в, 2.41, г).

3. Паралельність елементів проєктованого предмета при цьому повинна зберігатися. Таким чином, процес побудови зводиться в основному до вимірювань по осях (рис. 2.41, д, 2.41, е).

4. Потім видаляються допоміжні лінії і обводиться зображення з урахуванням видимості (рис. 2.41, ж) після цього проводять штриховку (рис. 2.41, з).

5. Для передачі внутрішніх форм аксонометрію слід виконувати з вирізом передньої 1/4 частини предмета. Фігура перерізу, що входить в розріз, повинна бути штрихована (рис. 2.41, з). Послідовність штрихування наведена (рис. 2.41 и, 2.41 к, 2.41 л, 2.41 м).

6. Побудова диметрії виконується в тій же послідовності.

Розміри координатних відрізків беруться з робочого креслення, при цьому розміри по осі Y скорочуються в два рази.

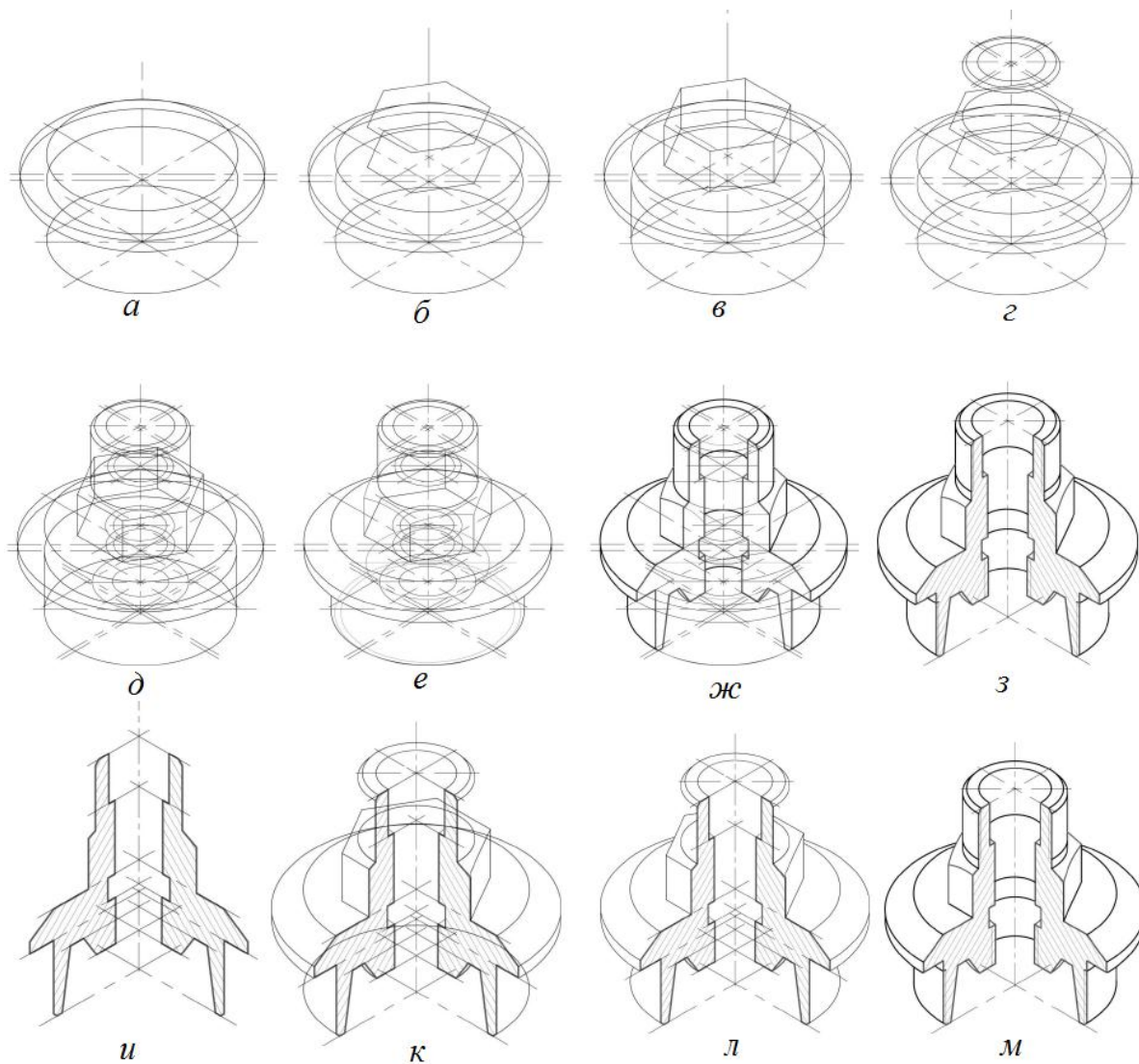


Рисунок 2.41

3 НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ НА КРЕСЛЕННЯХ

3.1 Короткі відомості про бази в машинобудуванні

Конструктивний елемент деталі, від якого ведеться відлік розмірів деталі, називається базою. Це може бути поверхня або лінія (осьова, центрова).

Все різноманіття поверхонь зводиться до наступних чотирьох:

- основні поверхні, якими визначається положення деталі у виробі;
- допоміжні поверхні, які визначають положення деталі, що приєднується, приєднується щодо даної;
- виконавчі поверхні, за допомогою яких деталь виконує своє функціональне призначення;
- вільні поверхні, що не мають зіткнення з поверхнями інших деталей.

Залежно від призначення розрізняють наступні бази:

- конструкторські – бази, що використовуються для визначення положення елементів:
 - а) деталі в деталі;
 - б) деталі в складальній одиниці;
 - в) складальної одиниці у виробі;
- технологічні – бази, що використовуються для визначення положення заготовки або виробу при виготовленні або ремонті;
- вимірювальні – бази, що використовуються для визначення відносного положення заготовки або виробу і засобів вимірів.

3.2 Система нанесення розмірів

Вибір системи нанесення розмірів відноситься до одного з найскладніших етапів роботи виконавця. Пояснюється це наявністю великого числа спільно вирішуваних конструкторських і технологічних завдань. Основна умова, яка має бути виконаною при цьому, – найбільша простота процесу виготовлення деталі при найменшій вартості її виготовлення.

Системи нанесення розмірів від різних баз мають свої особливості. Система нанесення розмірів від конструкторських баз відрізняється тим, що всі розміри на кресленні проставляються від поверхонь, які визначають положення деталі в зібраному і працюючому механізмі. В цьому випадку не пов'язують нанесення розмірів з питаннями виготовлення деталі.

Переваги нанесення розмірів від конструкторських баз:

- а) наявність на кресленнях коротких розмірних ланцюгів, що підвищує точність і якість виробу;

б) полегшення перевірки, розрахунку і ув'язки розмірів як деталі, так і всього виробу;

в) підвищення терміну придатності креслення, оскільки в нім не відбиті вимоги технології, яку часто змінюють.

Недоліки нанесення розмірів від конструкторських баз:

а) необхідність додатково готувати технологічну документацію для обробки деталі, оскільки креслення не відображає вимог технології;

б) зростання числа контрольно-вимірювальних операцій, оскільки замовник приймає виготовлену деталь не за технологічним, а за конструкторським кресленням.

Система нанесення розмірів від технологічних баз характеризується тим, що всі розміри на кресленні проставляють від поверхонь, що визначають положення деталі при обробці. В цьому випадку зв'язують нанесення розмірів з питаннями виготовлення деталі.

Переваги нанесення розмірів від технологічних баз:

а) у нанесенні розмірів відбиті виробничі вимоги, що полегшує виготовлення деталі;

б) не потрібний перелік розмірів і допусків, тобто відпадає необхідність в спеціальній технологічній документації;

в) спрощується конструкція ріжучого і вимірювального інструменту;

г) виготовлення деталі і контрольно-вимірювальні операції здійснюються за одним і тим же кресленням.

Недоліки нанесення розмірів від технологічних баз:

а) деяка ускладненість в перевірці і ув'язці розмірів в деталі і у виробі;

б) скорочення терміну придатності креслення, оскільки необхідне його коректування при зміні технології;

в) слабке віддзеркалення на кресленні конструктивних особливостей виробу.

Деталь може мати декілька конструкторських баз, причому одну з них вважають основною, а інші – допоміжними.

Зазвичай прагнуть до того, щоб конструкторські бази були використані як технологічні. Може бути застосована комбінована система нанесення розмірів: одна частина розмірів проставляється від конструкторських баз, інша – від технологічних. Нанесення розмірів від конструкторських баз обмежують. Найбільш повно задовольняє вимоги виробництва нанесення розмірів від технологічних баз.

3.3 Методи проставлення розмірів

Ланцюговий метод: розміри наносять по одній лінії, ланцюжком, один за одним. Метод характеризується поступовим накопиченням сумарної похибки при виготовленні окремих елементів деталі. Значна сумарна похибка може призвести до непридатності виготовленої деталі.

Координатний метод: всі розміри наносять від однієї і тієї ж базової поверхні. Цей метод відрізняється значною точністю виготовлення деталі. При нанесенні розмірів цим методом необхідно враховувати підвищення вартості виготовлення деталі.

Комбінований метод: нанесення розмірів здійснюється ланцюговим і координатним методами одночасно. Цей метод дозволяє виготовляти більш точно ті елементи деталі, які цього потребують.

3.4 Основні правила нанесення розмірів на креслення

Правила нанесення розмірів на креслення встановлює ДСТУ ГОСТ 2.307:2013. Кількість розмірів на кресленні повинна бути мінімальною, але достатньою для виготовлення виробу. Кожен розмір вказується на кресленні тільки один раз. Відстань від першої контурної лінії до розмірної не менше 10 мм, між розмірними лініями не менше 7 мм. При постановці великого числа розмірів необхідно уникати перетину розмірних і виносних ліній.

Розміри поділяються на лінійні і кутові. Розміри включають в себе виносні лінії, розмірні лінії, розмірні числа (рис. 3.1). Виносні і розмірні лінії зображуються тонкими суцільними лініями стандартним шрифтом розміром 3,5 або 5. Розмірні числа наносять над розмірними лініями на відстані 1 ... 1,5 мм. Лінійні розміри на кресленнях вказують у міліметрах без вказівки одиниць виміру. Кутові розміри на кресленнях вказують у градусах, хвилинах, секундах.

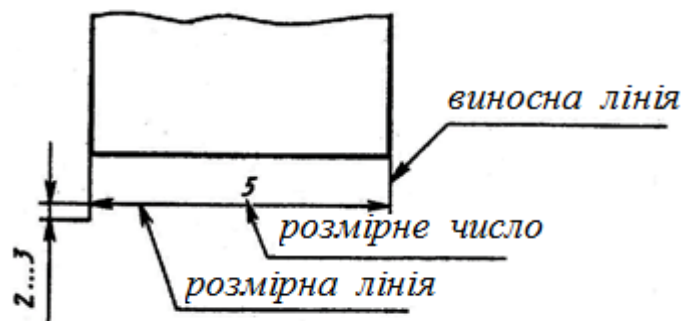


Рисунок 3.1

Підставою для визначення величини зображеного виробу і його елементів служать розмірні числа, нанесені на кресленні. Виняток становлять випадки, передбачені в ГОСТ 2.414-75; ГОСТ 2.417-91; ГОСТ 2.419-68, коли величину виробу або його елементів визначають по зображеннях, виконаних з достатнім ступенем точності.

Підставою для визначення необхідної точності виробу при виготовленні є зазначені на кресленні граничні відхилення розмірів, а також граничні відхилення форми і розташування поверхонь.

Загальна кількість розмірів на кресленні повинна бути мінімальною, але достатньою для виготовлення і контролю виробу.

Розміри, що не підлягають виконанню за даним кресленням і вказуються для більшої зручності користування кресленням, називаються довідковими. Довідкові розміри на кресленні позначають знаком «*», а в технічних вимогах записують: «* Розміри для довідок». Якщо всі розміри на кресленні довідкові, їх знаком "*" не відзначають, а в технічних вимогах записують: «Розміри для довідок».

На будівельних кресленнях довідкові розміри відзначають і обумовлюють тільки у випадках, передбачених у відповідних документах, затверджених в установленому порядку.

До довідкових відносять такі розміри:

а) один з розмірів замкнутого розмірного ланцюга. Граничні відхилення таких розмірів на кресленні не вказують (рис. 3.2);

б) розміри, перенесені з креслень виробів-заготівок (рис. 3.3);

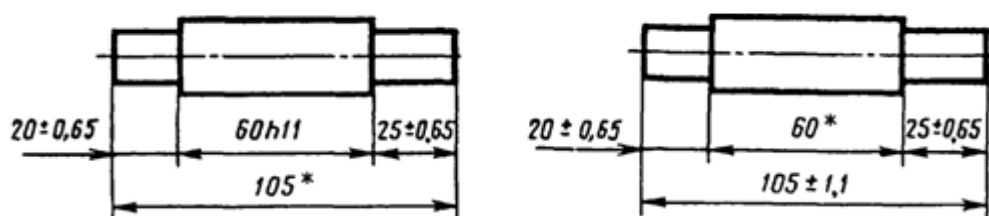
в) розміри, що визначають положення елементів деталі, що підлягають обробці за іншою деталлю (рис. 3.4);

г) розміри на складальному кресленні, за якими визначають граничні положення окремих елементів конструкції, наприклад, хід поршня, хід штока клапана двигуна внутрішнього згоряння і т. п. ;

д) розміри на складальному кресленні, перенесені з креслень деталей і використовуються в якості встановлювальних і приєднувальних;

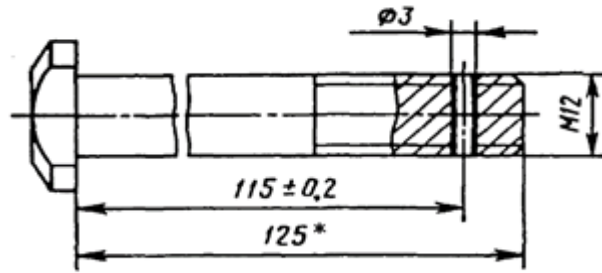
е) габаритні розміри на складальному кресленні, що перенесені з креслень деталей або є сумою розмірів декількох деталей;

ж) розміри деталей (елементів) з сортового, фасонного, листового і іншого прокату, якщо вони повністю визначаються позначеннями матеріалу, наведеними в графі 3 основного напису.



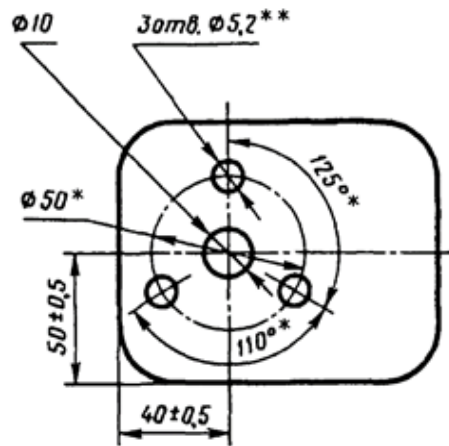
* розміри для довідок

Рисунок 3.2



* розміри для довідок

Рисунок 3.3



* розміри для довідок

** обробити по суміжній деталі

Рисунок 3.4

Примітки:

1. Довідкові розміри, зазначені в підпунктах б, в, г, е, ж, допускається наносити як з граничними відхиленнями, так і без них.

2. Встановлювальними і приєднувальними називаються розміри, що визначають величини елементів, за якими даний виріб встановлюють на місці монтажу або приєднують до іншого виробу.

3. Габаритними називаються розміри, що визначають граничні зовнішні (або внутрішні) обриси виробу.

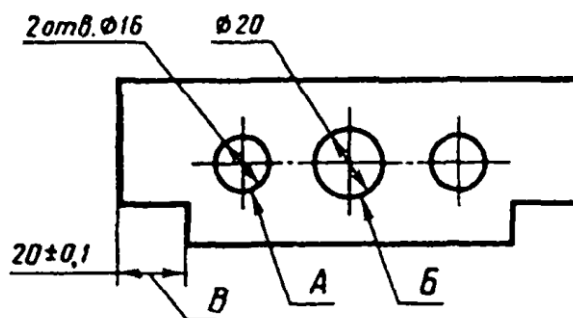
4. На кресленнях виробів у розмірів, контроль яких технічно затруднений, наносять знак «*», а в технічних вимогах поміщають напис «Розміри забезпеч. інстр. ».

Примітка. Зазначена напис означає, що виконання заданого кресленням розміру з граничним відхиленням повинно гарантуватися розміром інструменту або відповідним технологічним процесом.

При цьому розміри інструменту або технологічний процес перевіряються періодично в процесі виготовлення виробів. Періодичність контролю інструменту або технологічного процесу встановлюється підприємством-виробником спільно з представником замовника.

Не допускається повторювати розміри одного і того ж елемента на різних зображеннях, в технічних вимогах, основного напису і специфікації. Виняток становлять довідкові розміри, наведені в підпунктах б і ж.

Якщо в технічних вимогах необхідно дати посилання на розмір, заведений на зображенні, то цей розмір або відповідний елемент позначають буквою, а в технічних вимогах поміщають запис, аналогічний наведеному на рис. 3.5.



Допуск паралельності осей отв. А і Б – 0,05 мм
Різниця розмірів В в обидва боки – більш 0,1 мм

Рисунок 3.5

На будівельних кресленнях розміри допускається повторювати.

Лінійні розміри і їх граничні відхилення на кресленнях і в специфікаціях вказують в міліметрах, без позначення одиниці виміру.

Для розмірів і граничних відхилень, наведені у технічних вимогах і пояснювальних написах на полі креслення, обов'язково вказують одиниці виміру.

Якщо на кресленні розміри необхідно вказати не в міліметрах, а в інших одиницях виміру (сантиметрах, метрах і т. д.), то відповідні розмірні числа записують з позначенням одиниці виміру (см, м) або вказують їх в технічних вимогах.

На будівельних кресленнях одиниці виміру в цих випадках допускається не вказувати, якщо вони обумовлені у відповідних документах, затверджених в установленому порядку.

Кутові розміри і граничні відхилення кутових розмірів вказують в градусах, хвилинах і секундах з позначенням одиниці виміру, наприклад: 4°; 4°30'; 12° 45'30"; 0°30'40"; 0°18'; 0°5'25"; 0°0'30"; 30° ± 1°; 30° ± 10'.

Для розмірних чисел застосовувати прості дроби не допускається, за винятком розмірів у дюймах.

Розміри, що визначають розташування сполучених поверхонь, проставляють, як правило, від конструктивних баз з урахуванням можливостей виконання і контролю цих розмірів.

При розташуванні елементів предмета (отворів, пазів, зубців і т. п.) на одній осі або на одному колі розміри, що визначають їх взаємне розташування, наносять наступними способами:

- від загальної бази (поверхні, осі) – за рис. 3.6, а і б;
- завданням розмірів декількох груп елементів від декількох загальних баз – за рис. 3.6 б;
- завданням розмірів між суміжними елементами (ланцюжком) – за рис. 3.7.

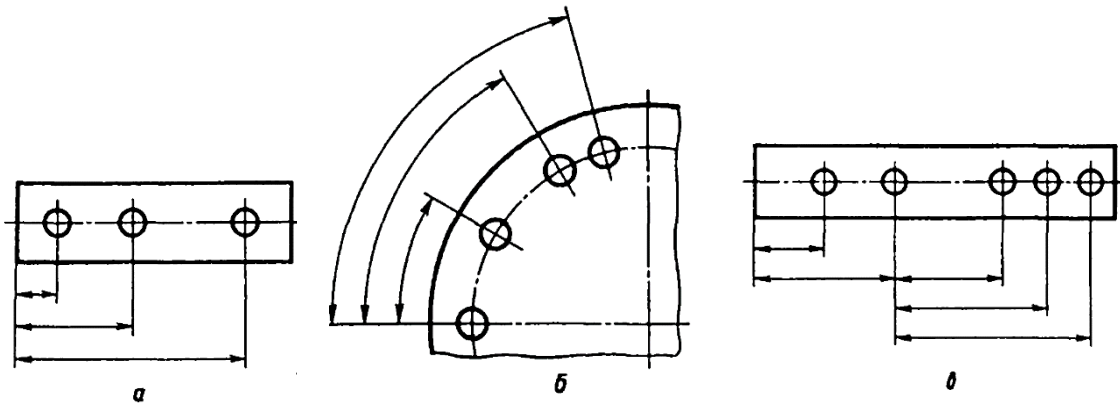


Рисунок 3.6

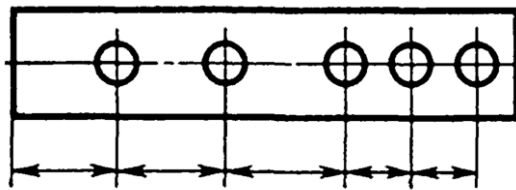


Рисунок 3.7

Розміри на кресленнях не допускається наносити у вигляді замкнутого ланцюгу, за винятком випадків, коли один з розмірів зазначений як довідковий.

На будівельних кресленнях розміри наносять у вигляді замкнутого ланцюгу, крім випадків, передбачених у відповідних документах, затверджених в установленому порядку.

Розміри, що визначають положення симетрично розташованих поверхонь у симетричних виробів, наносять, як показано на рис. 3.8 і 3.9.

Для всіх розмірів, нанесених на робочих кресленнях, вказують граничні відхилення.

Допускається не вказувати граничні відхилення:

а) для розмірів, що визначають зони різної шорсткості однієї і тієї ж поверхні, зони термообробки, покриття, обробки, накатки, насічки, а також

діаметри торованих і насічених поверхонь. У цих випадках безпосередньо у таких розмірів наносять знак приблизно;

б) для розмірів деталей виробів одиничного виробництва, що задаються за припуском на пригін.

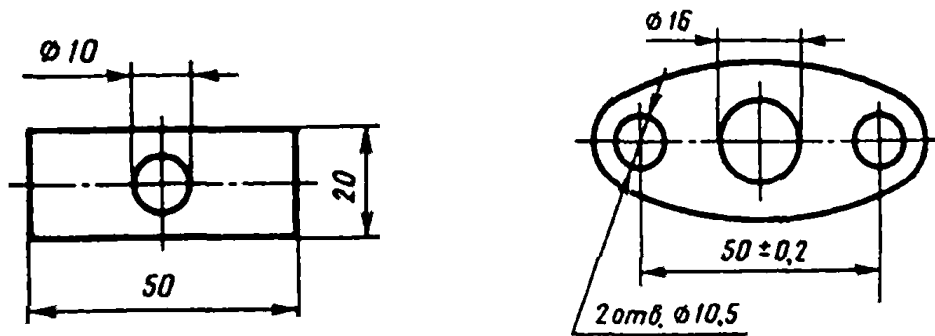
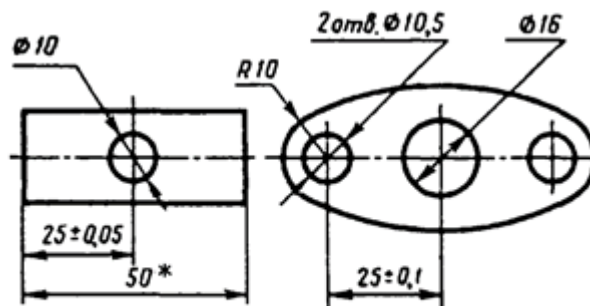


Рисунок 3.8



* розміри для довідок

Рисунок 3.9

На таких кресленнях в безпосередній близькості від зазначених розмірів наносять знак «*», а в технічних вимогах вказують:

- «*Розміри з припуском на пригін за дет. ...»;
- «*Розміри з припуском на пригін за рис. ...»;
- «*Розміри з припуском на пригін за сполучуваною деталлю».

На будівельних кресленнях граничні відхилення розмірів вказують тільки у випадках, передбачених у відповідних документах, затверджених в установленому порядку.

При виконанні робочих креслень деталей, виготовлених відливою, штампуванням, куванням або прокаткою з наступною механічною обробкою частини поверхні деталі, вказують не більше одного розміру по кожному координатного напрямку, який зв'язує механічно оброблювані поверхні з поверхнями, що не що піддаються механічній обробці (рис. 3.10, 3.11).

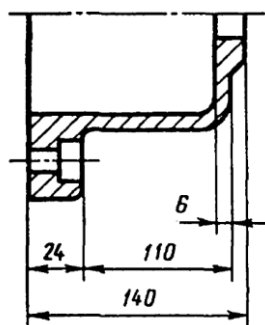


Рисунок 3.10

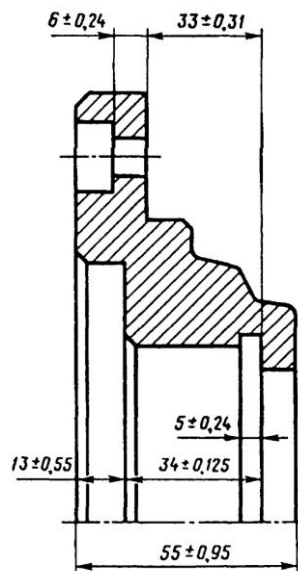


Рисунок 3.11

Якщо елемент зображений з відступом від масштабу зображення, то розмірне число слід підкреслити (рис. 3.12).

Розміри на кресленнях вказують розмірними числами і розмірними лініями.

При нанесенні розміру прямолінійного відрізка розмірну лінію проводять паралельно цьому відрізку, а виносні лінії – перпендикулярно розмірним (рис. 3.13).

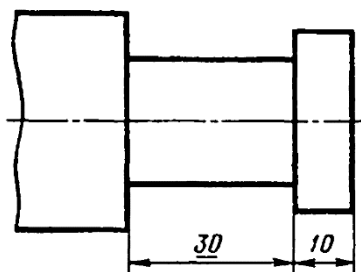


Рисунок 3.12

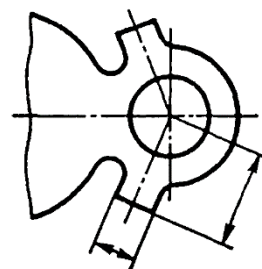


Рисунок 3.13

При нанесенні розміру кута розмірну лінію проводять у вигляді дуги з центром у його вершині, а виносні лінії – радіально (рис. 3.14).

При нанесенні розміру дуги кола розмірну лінію проводять концентрично до дуги, а виносні лінії – паралельно бісектрисі кута, і над розмірним числом наносять знак «дуга» (рис. 3.15).

Допускається розташовувати виносні лінії розміру дуги радіально, і, якщо є ще концентричні дуги, необхідно вказувати, до якої дуги відноситься розмір (рис. 3.16).

При нанесенні розмірів деталей, подібних зображеної на рис. 3.16, розмірні лінії слід проводити в радіальному напрямку, а виносні – по дугам кіл (рис. 3.17).

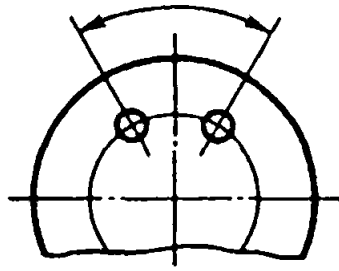


Рисунок 3.14

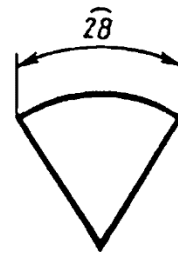


Рисунок 3.15

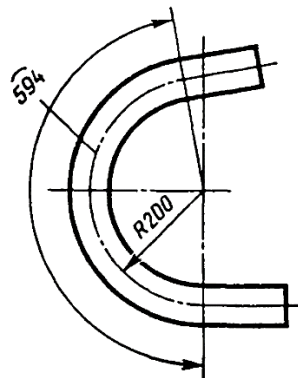


Рисунок 3.16



Рисунок 3.17

Розмірну лінію з обох кінців обмежують стрілками, що впираються в відповідні лінії, крім випадків, наведених у пп. 2.16, 2.17, 2.20 і 2.21 ДСТУ ГОСТ 2.307:2013, і при нанесенні лінії радіуса, обмеженої стрілкою з боку дуги або заокруглення, що визначається.

На будівельних кресленнях замість стрілок допускається застосовувати засічки на перетині розмірних і виносних ліній, при цьому розмірні лінії повинні виступати за крайні виносні лінії на 1...3 мм.

У випадках, показаних на рис. 3.18, розмірну і виносні лінії проводять так, щоб вони разом з вимірюваним відрізком утворили паралелограм.

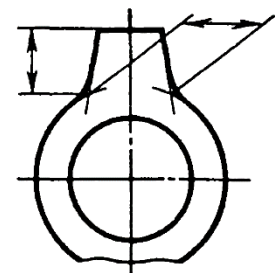
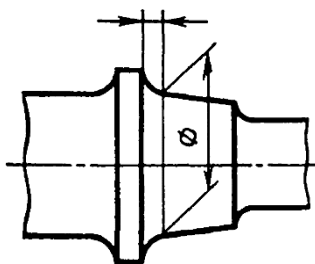


Рисунок 3.18

Допускається проводити розмірні лінії безпосередньо до ліній видимого контуру, осьових, центрових і інших ліній (рис. 3.19 і 3.20).

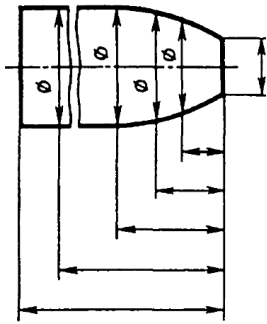


Рисунок 3.19

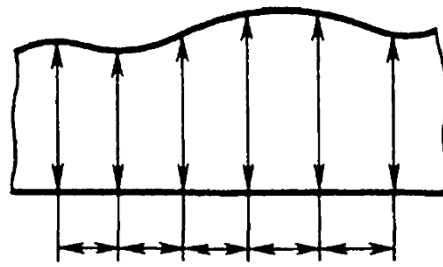


Рисунок 3.20

Розмірні лінії слід переважно наносити поза контуром зображення.

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

Мінімальні відстані між паралельними розмірними лініями повинні бути 7 мм, а між розмірною і лінією контуру – 10 мм і обрані в залежності від розмірів зображення і насиченості креслення.

Необхідно уникати перетину розмірних і виносних ліній (див. рис. 3.19).

Не допускається використовувати лінії контуру, осьові, центрові і виносні лінії в якості розмірних.

Виносні лінії проводять від ліній видимого контуру, за винятком випадків, зазначених у пп. 2.14 і 2.15 ДСТУ ГОСТ 2.307:2013 і випадків, коли при нанесенні розмірів на невидимому контурі відпадає необхідність в виконанні додаткового зображення.

Розміри контуру криволінійного профілю наносять, як показано на рис. 3.19 і 3.20.

Якщо треба показати координати вершини кута, що округляється, або центру дуги скруглення, то виносні лінії проводять від точки перетину сторін кута, що округляється, або центру дуги скруглення (рис. 3.21).

Якщо вид чи форму симетричного предмета або окремих симетрично розташованих елементів зображують тільки до осі симетрії або з обривом, то розмірні лінії, що відносяться до цих елементів, проводять з обривом, і обрив розмірної лінії роблять далі від осі чи лінії обриву предмета (рис. 3.22).

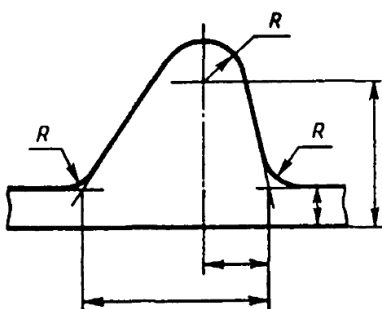


Рисунок 3.21

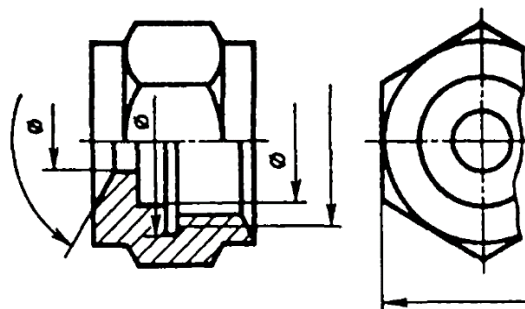


Рисунок 3.22

На будівельних кресленнях в подібних випадках всі розміри допускається вказувати тільки до осі симетрії, а розмірні лінії на перетині з віссю симетрії обмежувати хрестиком з засічок.

Розмірні лінії допускається проводити з обривом в наступних випадках:

а) при вказуванні розміру діаметра окружності незалежно від того, зображена окружність повністю або частково; при цьому обрив розмірної лінії роблять далі ніж центр кола (рис. 3.23);

б) при нанесенні розмірів від бази, що не зображена на даному кресленні (рис. 3.24).

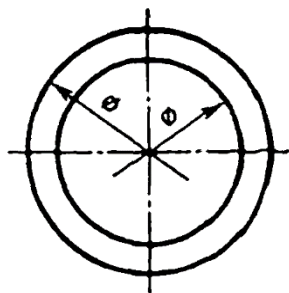


Рисунок 3.23

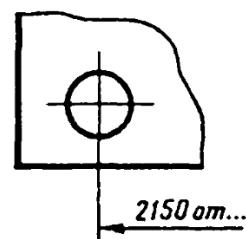


Рисунок 3.24

При зображенні виробу з розривом розмірну лінію не переривають (рис. 3.25).

Якщо довжина розмірної лінії недостатня для розміщення на ній стрілок, то розмірну лінію продовжують за виносні лінії (або відповідно за контурні, осьові, центрові і т. д.) і стрілки наносять, як показано на рис. 3.26.

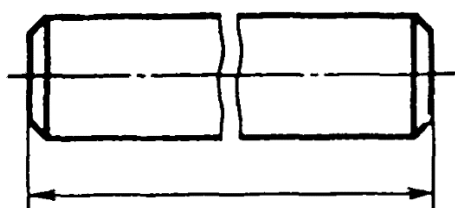


Рисунок 3.25

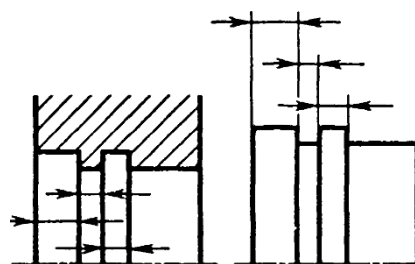


Рисунок 3.26

При нестачі місця для стрілок на розмірних лініях, розташованих ланцюжком, стрілки допускається замінити засічками, що наносяться під кутом 45° до розмірних ліній (рис. 3.27), або чітко наносяться точками (рис. 3.28).

При нестачі місця для стрілки через близько розташовану контурну або виносну лінію останні допускається переривати (рис. 3.29).

Розмірні числа наносять над розмірною лінією якомога ближче до її середини (рис. 3.30).

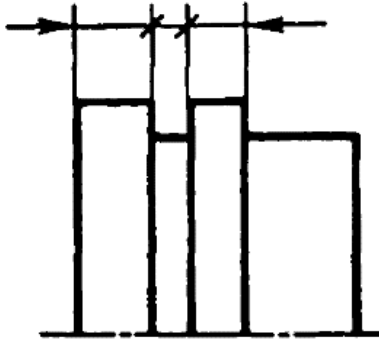


Рисунок 3.27

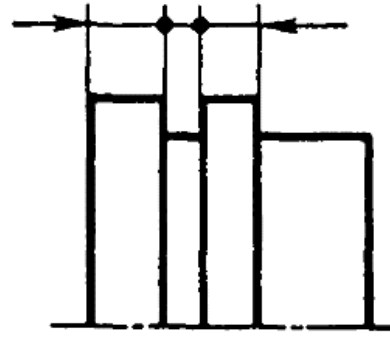


Рисунок 3.28

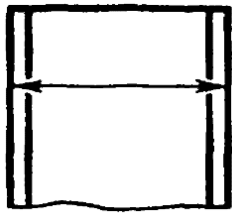


Рисунок 3.29

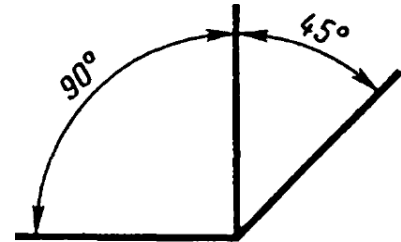
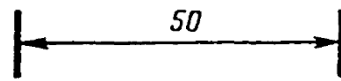


Рисунок 3.30

При нанесенні розміру діаметра всередині кола розмірні числа зміщують щодо середини розмірних ліній.

При нанесенні декількох паралельних або концентричних розмірних ліній на невеликій відстані одна від одної розмірні числа над ними рекомендується розташовувати в шаховому порядку (рис. 3.31).

Розмірні числа лінійних розмірів при різних нахилах розмірних ліній розташовують, як показано на рис. 3.32.

Якщо необхідно нанести розмір в заштрихованій зоні, відповідне розмірне число наносять на полиці лінії-виноски (рис. 3.33).

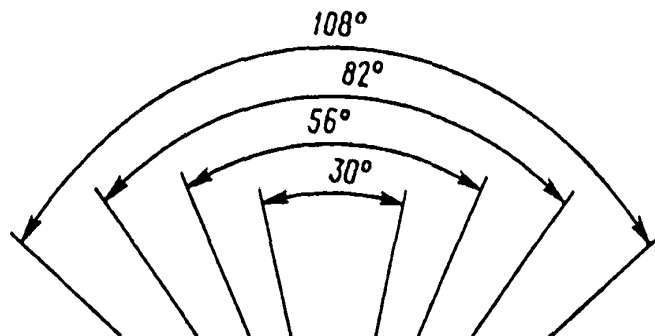
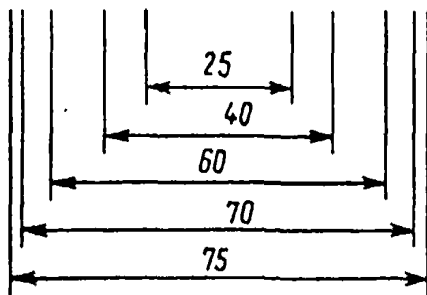


Рисунок 3.31

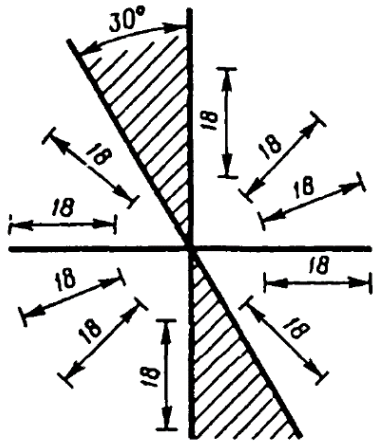


Рисунок 3.32

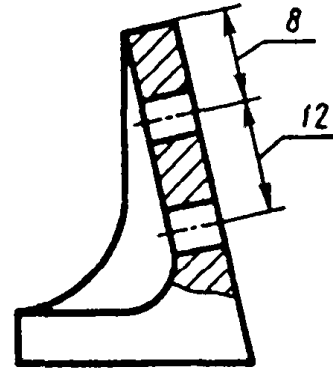


Рисунок 3.33

Кутові розміри наносять так, як показано на рис. 3.34. У зоні, розташованій вище горизонтальної осьової лінії, розмірні числа поміщають над розмірними лініями з боку їх опуклості; в зоні, розташованій нижче горизонтальної осьової лінії – з боку угнутості розмірних ліній. У заштрихованій зоні наносити розмірні числа не рекомендується. В цьому випадку розмірні числа вказують на горизонтально нанесених поличках.

Для кутів малих розмірів при нестачі місця розмірні числа поміщають на поличках ліній-виносок в будь-якій зоні (рис. 3.35).

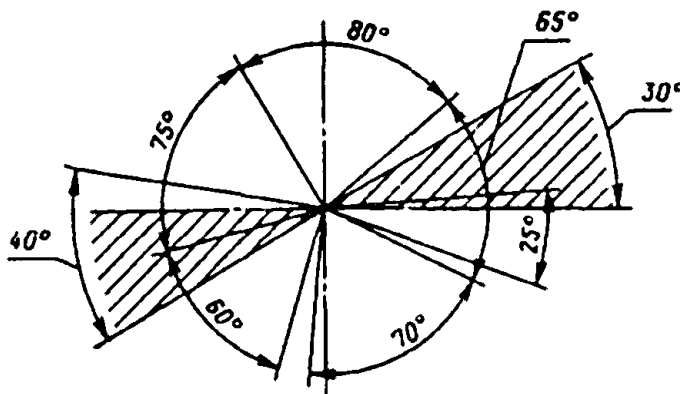


Рисунок 3.34

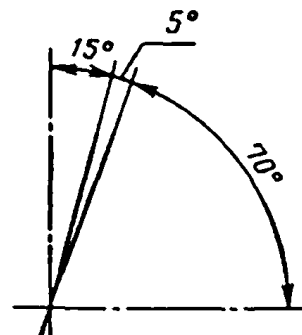


Рисунок 3.35

На будівельних кресленнях допускається лінійні і кутові розмірні числа і написи наносити без поличок ліній-виносок.

Якщо для написання розмірного числа недостатньо місця над розмірною лінією, то розміри наносять, як показано на рис. 3.36; якщо недостатньо місця для нанесення стрілок, то їх наносять, як показано на рис. 3.37.

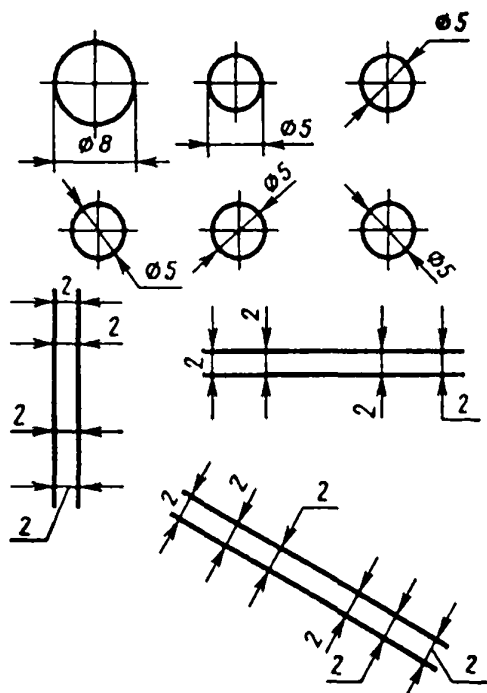


Рисунок 3.36

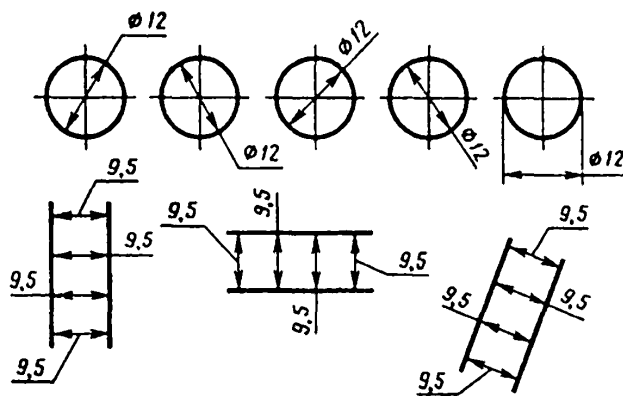


Рисунок 3.37

Спосіб нанесення розмірного числа при різних положеннях розмірних ліній (стрілок) на кресленні визначається найбільшою зручністю читання.

Розмірні числа і граничні відхилення не допускається розділяти або перетинати якими б то не було лініями креслення. Не допускається розривати лінію контуру для нанесення розмірного числа та наносити розмірні числа в місцях перетину розмірних, осьових або центрових ліній. У місці нанесення розмірного числа осьові, центрові лінії та лінії штрихування переривають (рис. 3.38, 3.39).

Розміри, що відносяться до одного і того ж конструктивному елементу (пазу, виступу, отвору і т. п.), рекомендується групувати в одному місці, маючи в своєму розпорядженні їх на тому зображенні, на якому геометрична форма даного елемента показана найбільш повно (рис. 3.40).

При нанесенні розміру радіуса перед розмірним числом поміщають велику літеру R.

Якщо при нанесенні розміру радіуса дуги окружності необхідно вказати розмір, який визначає положення її центру, то останній зображують у вигляді перетину центрових або виносних ліній.

При великій величині радіуса центр допускається наближати до дуги, в цьому випадку розмірну лінію радіуса показують зі зломом під кутом 90° (рис. 3.41).

Якщо не потрібно вказувати розміри, що визначають положення центра дуги окружності, то розмірну лінію радіуса допускається не доводити до центру і зміщувати її відносно центру (рис. 3.42).

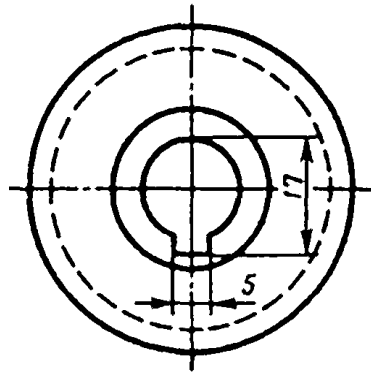


Рисунок 3.38

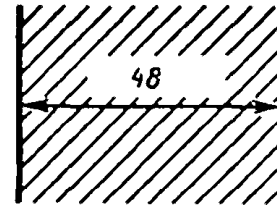


Рисунок 3.39

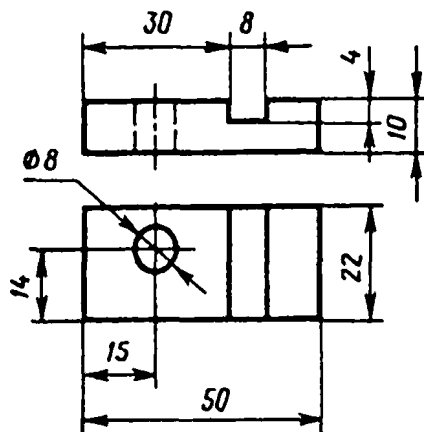


Рисунок 3.40

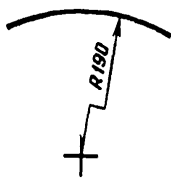


Рисунок 3.41

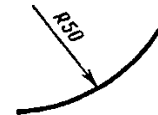


Рисунок 3.42

При проведенні декількох радіусів з одного центру розмірні лінії будь-яких двох радіусів не мають бути на одній прямій (рис. 3.43).

При збігу центрів декількох радіусів їх розмірні лінії допускається не доводити до центру, крім крайніх (рис. 3.44).

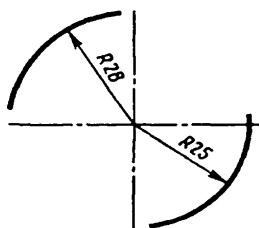


Рисунок 3.43

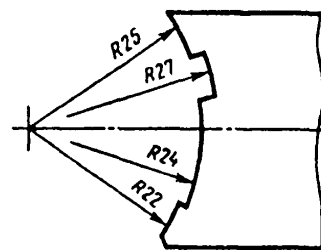


Рисунок 3.44

Розміри радіусів зовнішніх заокруглень наносять, як показано на рис. 3.45, внутрішніх заокруглень – на рис. 3.46.

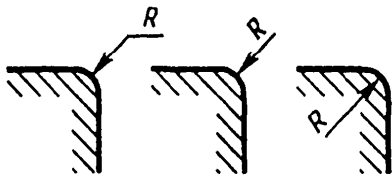


Рисунок 3.45

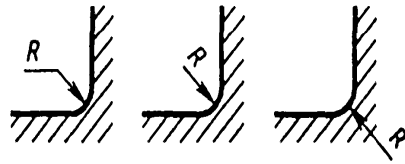


Рисунок 3.46

Радіуси заокруглень, розмір яких в масштабі креслення 1 мм і менше, на кресленні не зображують і розміри їх наносять, як показано на рис. 3.47.

Спосіб нанесення розмірних чисел при різних положеннях розмірних ліній (стрілок) на кресленні визначається найбільшим зручністю читання. Розміри однакових радіусів допускається вказувати на загальній полиці, як показано на рис. 3.48.

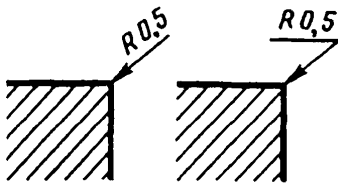


Рисунок 3.47

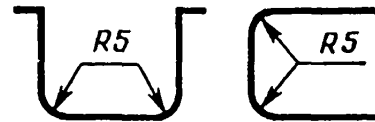


Рисунок 3.48

Якщо радіуси заокруглень, згинів і т. п. на всьому кресленні однакові або будь-якої радіус є переважаючим, то замість нанесення розмірів цих радіусів безпосередньо на зображенні рекомендується в технічних вимогах робити запис типу: «Радіуси заокруглень 4 мм»; «Внутрішні радіуси згинів 10 мм»; «Не зазначені радіуси 8 мм» і т. п. При вказуванні розміру діаметра (у всіх випадках) перед розмірним числом наносять знак діаметра.

Перед розмірним числом діаметра (радіуса) сфери також наносять знак діаметра (радіуса) без напису «Сфера» (рис. 3.49). Якщо на кресленні важко відрізнити сферу від інших поверхонь, то перед розмірним числом діаметра (радіуса) допускається наносити слово «Сфера» або знак O , наприклад: «Сфера $\varnothing 18$, $O R12$ ». Діаметр значка сфери дорівнює розміру розмірних чисел на кресленні.

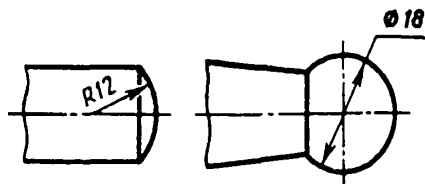


Рисунок 3.49

Розміри квадрата наносять, як показано на рис. 3.50, 3.51 и 3.52.

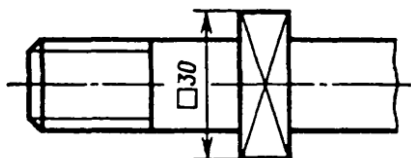


Рисунок 3.50

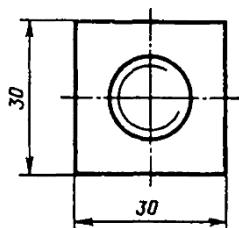


Рисунок 3.51

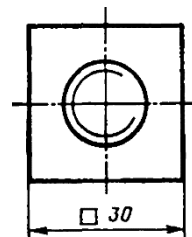


Рисунок 3.52

Висота знаку □ повинна бути дорівнює висоті розмірних чисел на кресленні.

Перед розмірним числом, що характеризує конусність, наносять знак "◁", гострий кут якого повинен бути направлений в сторону вершини конуса (рис. 3.53).

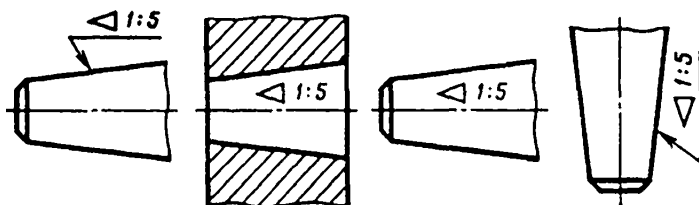


Рисунок 3.53

Знак конуса і конусність у вигляді співвідношення слід наносити над осью лінією або на полиці лінії-виноски.

Ухил поверхні слід вказувати безпосередньо біля зображення поверхні ухилу або на полиці лінії-виноски у вигляді співвідношення (рис. 3.54, а), у відсотках (рис. 3.54, б) або в проміле (рис. 3.54, в). Перед розмірним числом, що визначає ухил, наносять знак «≥», гострий кут якого повинен бути направлений в сторону ухилу.

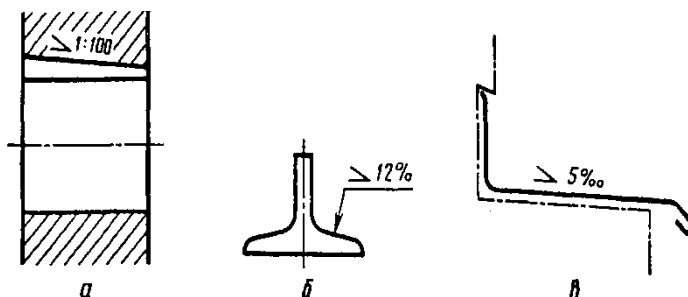


Рисунок 3.54

Розміри фасок під кутом 45 ° наносять, як показано на рис. 3.55.

Допускається вказувати розміри не зображеної на кресленні фаски під кутом 45 °, розмір якої в масштабі креслення 1 мм і менше, на полиці лінії-виноски, проведеної від межі (рис. 3.56).

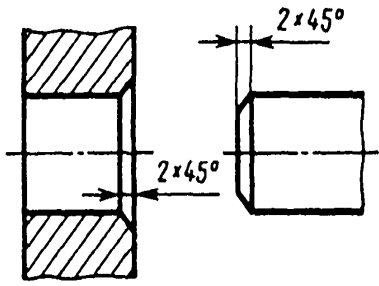


Рисунок 3.55

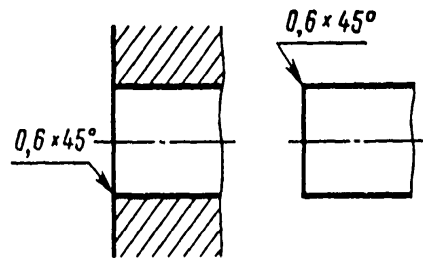


Рисунок 3.56

Розміри фасок під іншими кутами вказують за загальними правилами: лінійними та кутовими розмірами (рис. 3.57, а, б) або двома лінійними розмірами (рис. 3.57, в).

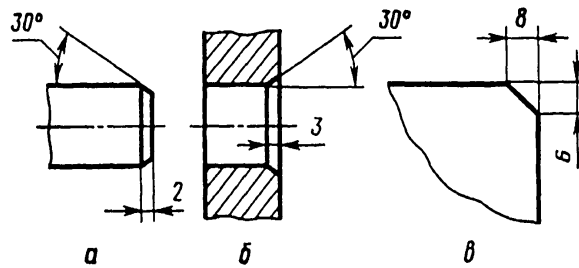


Рисунок 3.57

Розміри кількох однакових елементів виробу, як правило, наносять один раз із зазначенням на полиці лінії-виноски кількості цих елементів (рис. 3.58, а). Допускається вказувати кількість елементів, як показано на рис. 3.58, б.

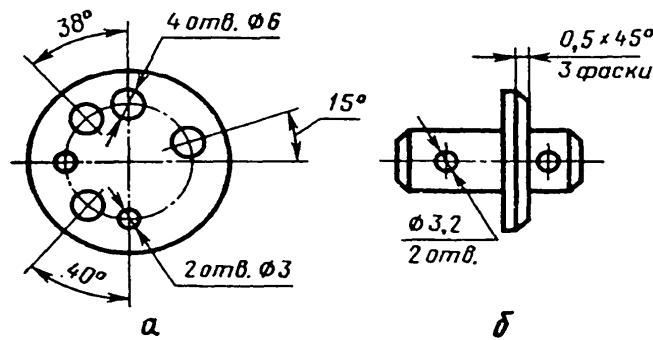


Рисунок 3.57

При нанесенні розмірів елементів, рівномірно розташованих по колу виробу (наприклад, отворів), замість кутових розмірів, що визначають взаємне розташування елементів, вказують тільки їх кількість (рис. 3.59–3.61).

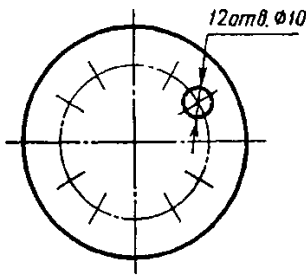


Рисунок 3.59

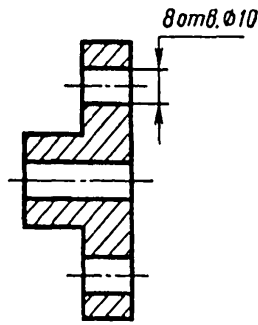


Рисунок 3.60

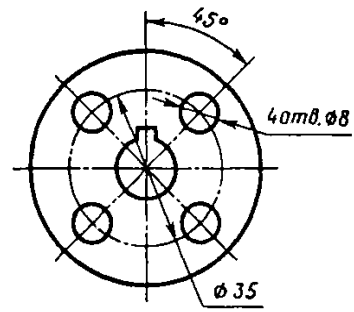


Рисунок 3.61

Розміри двох симетрично розташованих елементів виробу (крім отворів) наносять один раз без зазначення їх кількості, групуючи, як правило, в одному місці всі розміри (рис. 3.62, 3.63).

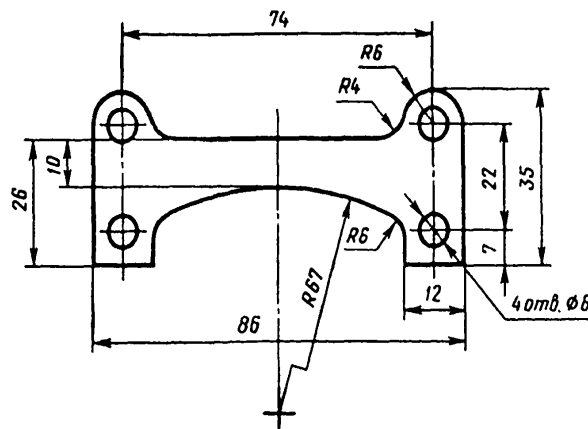
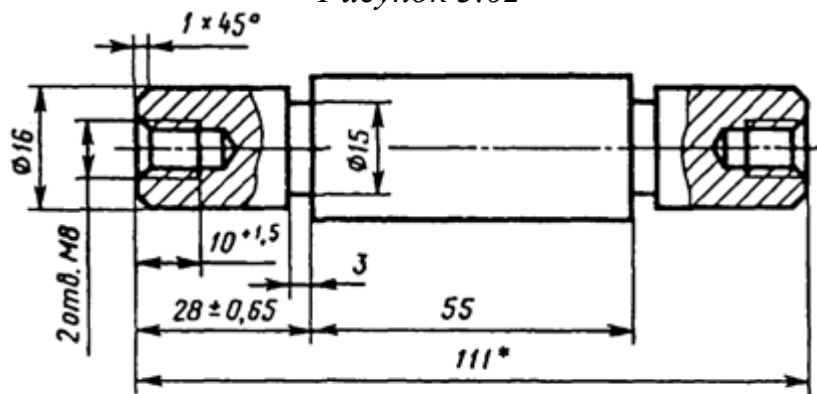


Рисунок 3.62



* розміри для довідок

Рисунок 3.63

Кількість однакових отворів завжди вказують повністю, а їх розміри – тільки один раз.

При нанесенні розмірів, що визначають відстань між рівномірно розташованими однаковими елементами виробу (наприклад, отворами), рекомендується замість розмірних ланцюгів наносити розмір між сусідніми

елементами і розмір між крайніми елементами у вигляді добутку кількості проміжків між елементами на розмір проміжку (рис. 3.64).

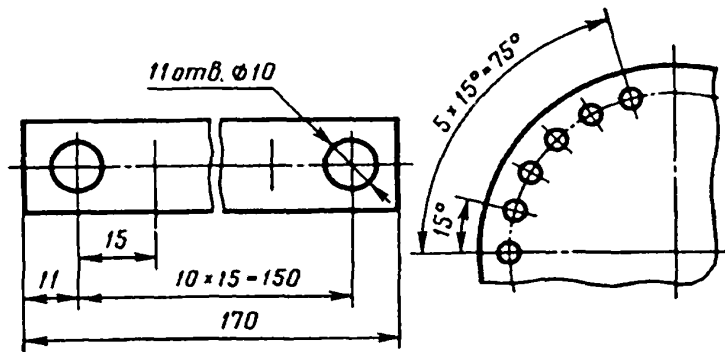


Рисунок 3.64

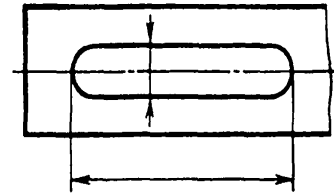


Рисунок 3.65

Допускається не наносити на кресленні розміри радіуса дуги окружностей, які сполучаються паралельними лініями (рис. 3.65).

При великій кількості розмірів, нанесених від загальної бази, допускається наносити лінійні і кутові розміри, як показано на рис. 3.66 і рис. 3.67, при цьому проводять загальну розмірну лінію від позначки «0» і розмірні числа наносять в напрямку виносних ліній у їхніх кінцях.

Розміри діаметрів циліндричного виробу складної конфігурації допускається наносити, як показано на рис. 3.68.

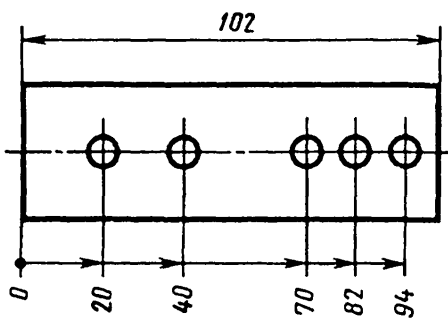


Рисунок 3.66

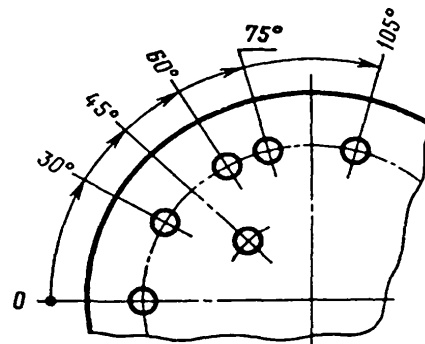


Рисунок 3.67

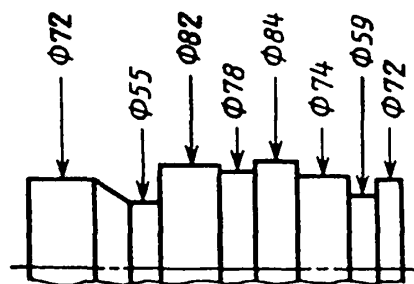


Рисунок 3.68

При великій кількості однотипних елементів виробу, нерівномірно розташованих на поверхні, допускається вказувати їх розміри в зведеній таблиці, при цьому застосовується координатний спосіб нанесення отворів з позначенням їх арабськими цифрами (рис. 3.69) або позначення однотипних елементів прописними буквами (рис. 3.70).

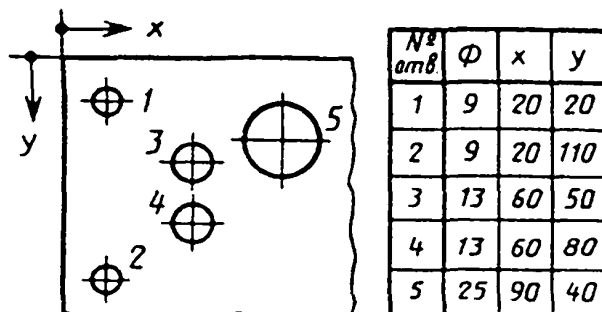


Рисунок 3.69

Позначення отворів	Кіл-сть	Розмір, мм
А	2	3
Б	4	6,5

Рисунок 3.70

Однакові елементи, розташовані в різних частинах виробу (наприклад, отвори), розглядають як один елемент, якщо між ними немає проміжку (рис. 3.71, а) або якщо ці елементи з'єднані тонкими суцільними лініями (рис. 3.71, б).

При відсутності цих умов вказують повну кількість елементів (рис. 3.71, в).

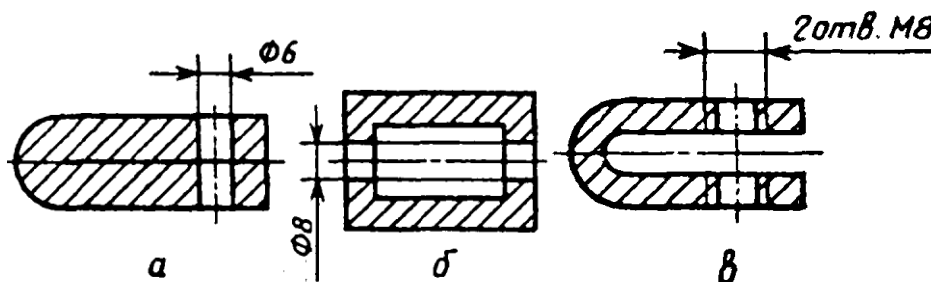


Рисунок 3.71

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. 3.72).

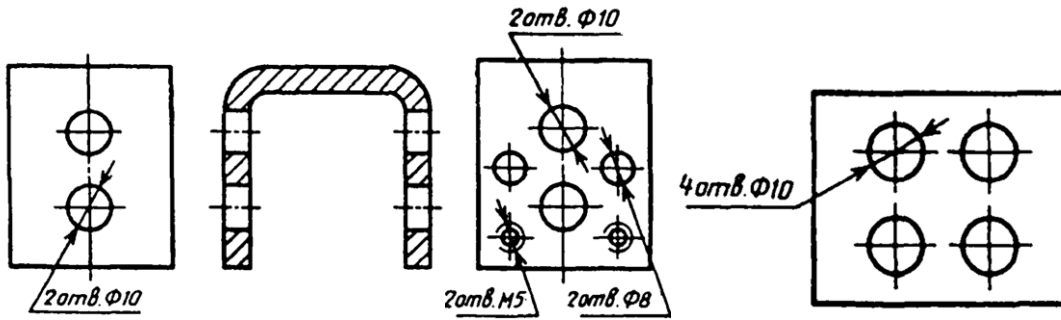


Рисунок 3.72

Допускається повторювати розміри однакових елементів виробу або їх груп (в тому числі отворів), що лежать на одній поверхні, тільки в тому випадку, коли вони значно віддалені один від одного і не пов'язані між собою розмірами (рис. 3.73, 3.74).

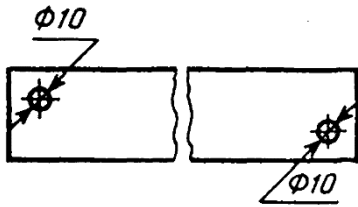


Рисунок 3.73

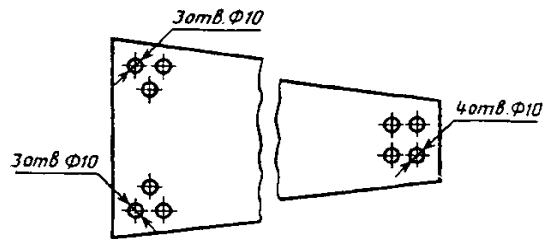
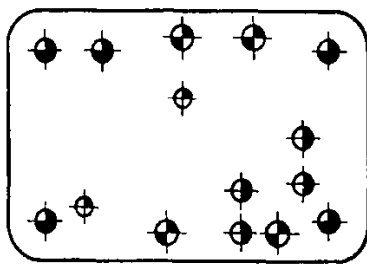


Рисунок 3.74

Якщо на кресленні показано кілька груп близьких за розмірами отворів, то рекомендується відзначати однакові отвори одним з умовних знаків, наведених на рис. 3.75, 3.76.



Обозначение	Количество	Размеры	Шероховатость поверхности
	2	Φ5x7	3,2√
	4	Φ6x12	12,5√
	5	Φ6,5	12,5√
	4	Φ7	12,5√

Рисунок 3.75



Рисунок 3.76

Допускається застосовувати і інші умовні знаки.

Отвори позначають умовними знаками на тому зображенні, на якому вказані розміри, що визначають положення цих отворів.

На будівельних кресленнях допускається однакові групи отворів обводити суцільною тонкою лінією із написом.

При позначенні однакових отворів умовними знаками кількість отворів і їх розміри допускається вказувати в таблиці (див. рис. 3.75).

При зображенні деталі в одній проекції розмір її товщини або довжини наносять, як показано на рис. 3.77.

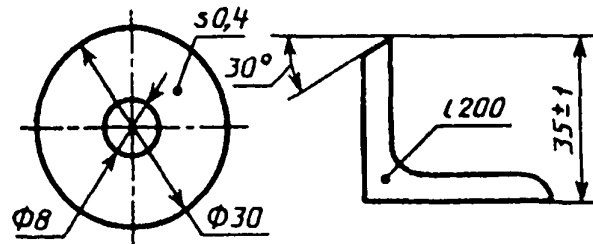


Рисунок 3.77

Розміри деталі або отвори прямокутного перетину можуть бути вказані на полиці лінії-виноски розмірами сторін через знак множення. При цьому на першому місці має бути вказаний розмір тієї сторони прямокутника, від якої проводиться лінія-виноска (рис. 3.78).

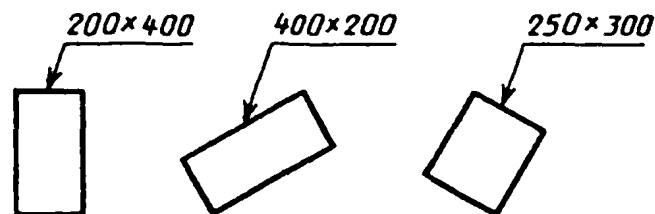


Рисунок 3.78

4 ВИДИ Й КОМПЛЕКТНІСТЬ КОНСТРУКТОРСЬКИХ ДОКУМЕНТІВ

4.1 Види конструкторських документів

Види і комплектність конструкторських документів встановлює ГОСТ 2.102-68.

До конструкторських документів (іменованих надалі «документи») відносять графічні і текстові документи, які окремо або в сукупності визначають склад і пристрій виробу і містять необхідні дані для його розробки або виготовлення, приймання, експлуатації і ремонту.

Креслення деталі – документ, що містить зображення деталі та інші дані, необхідні для її виготовлення і контролю.

Складальне креслення – документ, що містить зображення складальної одиниці та інші дані, необхідні для її складання (виготовлення) та контролю. До складальних креслень також відносять креслення, за якими виконують гідромонтаж і пневмомонтаж.

Креслення загального виду – документ, що визначає конструкцію виробу, взаємодію його складових частин і пояснює принцип роботи виробу.

Теоретичне креслення – документ, що визначає геометричну форму (обводи) виробу і координати розташування складових частин.

Габаритне креслення – документ, що містить контурне (спрощене) зображення виробу з габаритними, установчими і приєднувальними розмірами.

Електромотажне креслення – документ, що містить дані, необхідні для виконання електричного монтажу виробу.

Монтажне креслення – документ, що містить контурне (спрощене) зображення виробу, а також дані, необхідні для його встановлювання (монтажу) на місці застосування. До монтажних креслень також відносять креслення фундаментів, спеціально розроблених для встановлювання виробу.

Пакувальне креслення – документ, що містить дані, необхідні для пакування виробу.

Схема – документ, на якому показані у вигляді умовних зображень і позначень складові частини виробу і зв'язки між ними.

Специфікація – документ, що визначає склад складальної одиниці, комплексу або комплекту.

Відомість специфікацій – документ, що містить перелік усіх специфікацій складових частин виробу із зазначенням їх кількості та входимості.

Відомість документів посилання – документ, що містить перелік документів, на які є посилання в конструкторських документах виробу.

Відомість покупних виробів, – документ, що містить перелік покупних виробів, які застосовувались в розроблюваному виробі.

Відомість дозволу застосування покупних виробів – документ, що містить перелік покупних виробів, дозволених до застосування у відповідності з ГОСТ 2.124-85.

Відомість власників оригіналів – документ, що містить перелік підприємств (організацій), на яких зберігають оригінали документів, розроблених і (або) застосованих для даного виробу.

Відомість технічної пропозиції – документ, що містить перелік документів, що входять в технічну пропозицію.

Відомість ескізного проекту – документ, що містить перелік документів, що входять в ескізний проект.

Відомість технічного проекту – документ, що містить перелік документів, що входять в технічний проект.

Пояснювальна записка – документ, що містить опис пристрою і принципу дії розроблюваного виробу, а також обґрунтування прийнятих при його розробці технічних і техніко-економічних рішень.

Технічна умова – документ, що містить вимоги (сукупність всіх показників, норм, правил і положень) до виробу, його виготовлення, контролю, приймання та постачання, які недоцільно вказувати в інших конструкторських документах.

Програма і методика випробувань – документ, що містить технічні дані, що підлягають перевірці при випробуваннях виробу, а також порядок і методи їх контролю.

Таблиця – документ, що містить в залежності від його призначення відповідні дані, зведені в таблицю.

Розрахунок – документ, що містить розрахунки параметрів і величин, наприклад, розрахунок розмірних ланцюгів, розрахунок на міцність і ін.

Експлуатаційні документи – документи, призначені для використання при експлуатації, обслуговуванні та ремонті виробу в процесі експлуатації.

Ремонтні документи – документи, що містять дані для проведення ремонтних робіт на спеціалізованих підприємствах.

Інструкція – документ, що містить вказівки і правила, використовувани при виготовленні виробу (складанні, регулюванні, контролі, прийманні та т. п.).

Документи в залежності від стадії розробки поділяються на проектні (технічна пропозиція, ескізний проект, технічний проект) і робочі (робоча документація).

Найменування конструкторських документів в залежності від способу їх виконання та характеру використання наведені далі.

Оригінали – документи, виконані на будь-якому матеріалі і призначені для виконання по ним оригіналів.

Справжні документи – документи, оформлені справжніми встановленими підписами і виконані на будь-якому матеріалі, що дозволяє багаторазове відтворення з них копій. Допускається як справжні документи використовувати оригінал, репрографічну копію або екземпляр документа, виданого друкарським способом, завізованого справжніми підписами осіб, які розробили даний документ і відповідальних за нормоконтроль.

Дублікати – копії оригіналів, що забезпечують ідентичність відтворення першотвору, виконані на будь-якому матеріалі, що дозволяє зняття з них копій.

Копії – документи, виконані способом, що забезпечує їх ідентичність з оригіналом (дублікатом) і призначені для безпосереднього використання при розробці, у виробництві, експлуатації та ремонті виробів. Копіями є також мікрофільми-копії, отримані з мікрофільмів дубліката.

Документи, призначені для разового використання у виробництві (документи макета, стендів для лабораторних випробувань і ін.) допускається виконувати у вигляді ескізних конструкторських документів.

4.2 Комплектність конструкторських документів

При визначенні комплектності конструкторських документів на виробі слід розрізняти:

- основний конструкторський документ;
- основний комплект конструкторських документів;
- повний комплект конструкторських документів.

Основний конструкторський документ виробу окремо або в сукупності з іншими записаними в ньому конструкторськими документами повністю і однозначно визначають даний виріб і його склад.

За основні конструкторські документи приймають:

- для деталей – креслення деталі;
- для складальних одиниць, комплексів і комплектів – специфікацію

Виріб, застосований по конструкторським документам, виконаний відповідно до стандарту Єдиної системи конструкторської документації, записують в документи інших виробів, в яких його застосовано, за позначенням свого основного конструкторського документа. Вважається, що такий виріб застосовано за своїм основним конструкторським документом.

Основний комплект конструкторських документів виробу об'єднує конструкторські документи, що відносяться до всього виробу (складені на

весь даний виріб в цілому), наприклад: складальне креслення, принципова електрична схема, технічні умови, експлуатаційні документи. Конструкторські документи складових частин в основний комплект документів виробу не входять.

Повний комплект конструкторських документів виробу складають (в загальному випадку) з наступних документів:

1) основного комплекту конструкторських документів на даний виріб;

2) основних комплектів конструкторських документів на всі складові частини даного виробу, застосовані за своїми основними конструкторськими документами.

5 ВИДИ З'ЄДНАНЬ, ЇХНІ ЗОБРАЖЕННЯ ТА ПОЗНАЧЕННЯ НА КРЕСЛЕННЯХ

Всі з'єднання деталей машин ділять на роз'ємні і нероз'ємні. Роз'ємні можна розібрати, не руйнуючи форми, чого не можна зробити при нероз'ємному з'єднанні. До числа роз'ємних з'єднань відносять з'єднання за допомогою різьб, шпонкові, шліцьові і ін., до нероз'ємних – з'єднання зварюванням, пайкою, склеюванням, пресові з'єднання за допомогою заклепок, тощо.

5.1 Роз'ємні з'єднання

5.1.1. Основні параметри й види різьб

Елементом роз'ємних кріпильних виробів є різьба. Різьба – це гвинтова поверхня, утворена на тілах обертання. Різьба на циліндричних поверхнях називається циліндричною, а на конічних поверхнях – конічною. Різьба може бути зовнішня, якщо вона нарізана на стержні. Внутрішня, якщо вона нарізана в отворі. За числом заходів різьби поділяють на однозахідні та багатозахідні.

Різьба може бути як правою, так і лівою.

Профіль різьби – контур перерізу різьби в площині, яка проходить через її вісь. Форма профілю різьби обумовлює її назву. Основні параметри профілю різьби встановлені ДСТУ 2497-94. Розрізняють вершини, западини, бічні сторони.

До основних параметрів різьби згідно ДСТУ ISO 5408:2006 належать: зовнішній діаметр різьби d , внутрішній діаметр d_1 , середній діаметр d_2 , крок різі P , хід t , кут профілю різьби α , довжина різьби l , довжина різьби повного профілю l_1 , збіг різьби l_2 .

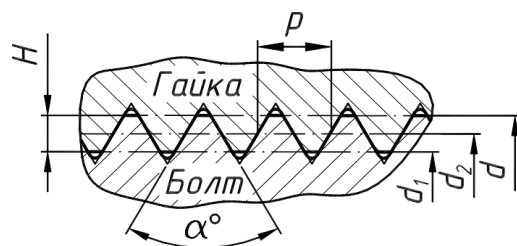


Рисунок 5.1 – Основні параметри різьби

Кроком різьби P називається відстань між відповідними точками двох сусідніх витків або відстань між сусідніми однойменними боковими сторонами профілю в напрямку паралельному осі різьби. Хід різьби t – це відстань між найближчими боковими сторонами профілю, які нале-

жать одній і тій самій гвинтовій поверхні, в напрямку паралельному до осі різьби; крок різьби є величина відносного осьового переміщення різьби за один оберт. В однозахідних різьбах хід дорівнює кроку $t=P$; у багатозахідних – добутку кількості заходів на крок $t=n \cdot P$.

До конструктивних та технологічних елементів різьби належать проточка, фаски, збіги і недорізи.

Проточка – кільцева канавка на стрижні або кільцева виточка в отворі, необхідна для виходу різьботвірного інструмента. Розміри проточок стандартизовані ГОСТ 10549-80. Форму проточок для зовнішньої й внутрішньої метричної різьби показано на рис. 5.2. Величину радіуса R округлень приймають рівною приблизно половині кроку різьби.

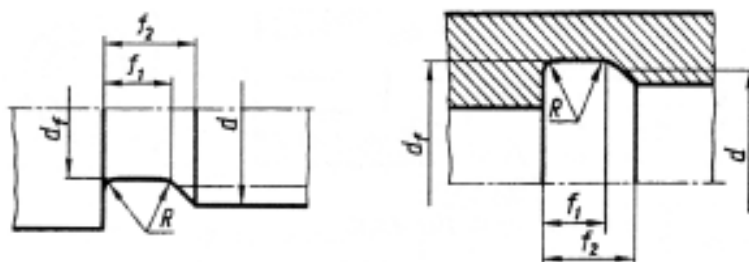


Рисунок 5.2 – Форми проточок для метричної різьби

Для зовнішньої різьби висоту фаски умовно приймають рівною кроку різьби P , кут нахилу твірної фаски до осі різьби – 45° . Кут фаски для внутрішньої різьби складає близько 120° . Максимальні значення величини збігу різьби залежно від кроку різьби приймають рівними: нормальний збіг – близько $2,5 P$; короткий збіг – $1,25 P$. Максимальні значення величини недорізу різьби приймають рівними: нормальний – близько $3 P$; короткий – $2 P$; довгий – $4 P$. Розміри збігів, недорізів і проточок для зовнішньої і внутрішньої метричної різьби повинні відповідати ДСТУ ГОСТ 27148:2008.

Типи різьби

Різьби поділяють на:

а) кріпильні:

Метрична різьба (ДСТУ ISO 261:2005 – загальні положення, ДСТУ ISO 68-1:2005 – основний профіль, ДСТУ ISO 724:2005 – основні розміри, ДСТУ ISO 965-2:2005 – граничні розміри зовнішніх і внутрішніх різьб), яка має профіль рівностороннього трикутника з кутом при вершині $\alpha=60^\circ$. Розміри елементів метричної різьби задають в міліметрах. Для метричної різьби встановлені наступні значення кроку, мм: 0,075; 0,08; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,225; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,45; 0,5; 0,6; 0,7; 0,75; 0,8; 1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2 і далі до 6 через 0,5 мм. Для метричної різьби загального призначення стандартом встановлені діаметри в діапазоні від 0,25 до 600 мм.

Метрична різьба буває з великим (для діаметрів від 1 до 68 мм) і дрібним (для діаметрів від 1 до 600 мм) кроком. Всі стандартні діаметри різьби розділені на 1, 2 і 3-й ряди. Кожен із них має різьби з великим і дрібним кроками. При цьому кожному діаметру різьби відповідає тільки один ряд.

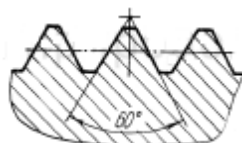


Рисунок 5.3 – Профіль метричної різьби

Стандарт рекомендує при виборі різьби надавати перевагу першому ряду перед другим, другому перед третім. В умовне позначення метричної різьби входять: літера М, номінальний діаметр, мм, значення кроку (для різьби з малим кроком), літери LH для лівої різьби. Наприклад, М24 – різьба номінального діаметра 24 мм з великим кроком; М24×1,5 – різьба номінального діаметра 24 мм з малим кроком 1,5 мм; М24×1,5LH – різьба номінального діаметра 24 мм з малим кроком 1,5 мм, ліва. Для умовного позначення метричної багатозахідної різьби додають значення ходу, а в дужках літера Р із значенням кроку. Наприклад, М24×3(Р1) – метрична тризахідна різьба номінального діаметра 24 мм з ходом 3 мм і малим кроком 1,5 мм.

Трубна циліндрична різьба ГОСТ 6357-81 /СТ СЭВ 1157-78/, яка має профіль рівнобедреного трикутника з кутом при вершині $\alpha=55^\circ$. Вершини і западини різьби зрізані округлені, а в з'єднанні між вершинами і западинами зовнішньої та внутрішньої різьби відсутні зазори. Трубна різьба розроблена в дюймовій системі (1 дюйм=25,4 мм) і має дрібні кроки. Крок трубної різьби задають непрямым способом – вказують кількість ниток різьби, що вкладаються на 1". Це кількість ниток стандартизована в межах від 28 до 11.

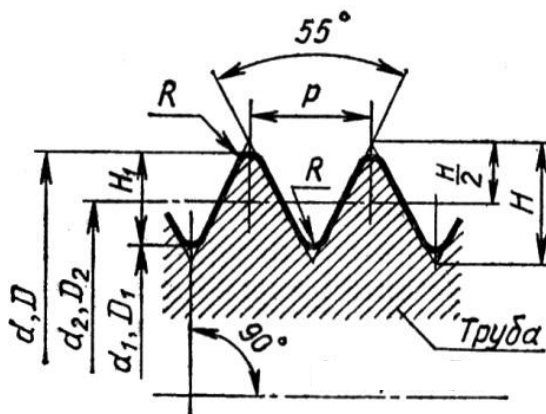


Рисунок 5.4 – Профіль трубної циліндричної різьби

Номінальним розміром трубної різьби є умовний прохід D_y . Оскільки, діаметр умовного проходу, який наближено дорівнює внутрішньому діаметру труби, не збігається із зовнішнім діаметром різьби, позначення трубної циліндричної різьби наносять на полочку лінії-виноски.

Умовне позначення трубної циліндричної різьби складається з літери G, розміру різьби в дюймах і класу точності середнього діаметра. Для лівої різьби позначення доповнюються літерами LH. Наприклад: G1 1/2 – A – трубна циліндрична різьба діаметром 1 1/2" класу точності A; G1 3/4 LH – B – трубна циліндрична різьба діаметром 1 3/4" ліва, класу точності B.

Трубна конічна різьба ГОСТ 6211-81, яка має профіль рівнобедреного трикутника з кутом при вершині $\alpha=55^\circ$, виконана на конічній поверхні конусністю 1:16. Вершини і впадини різі зрізані. Трубну конічну різьбу використовують для з'єднань, що вимагають підвищеної герметичності або працюють під великим тиском. Умовне позначення різьби складається з літери R (конічної зовнішньої різьби) R_C (для конічної внутрішньої різьби) та позначення розміру різьби. Для лівої різьби позначення доповнюються літерами LH. Наприклад: R1 1/4 – зовнішня трубна конічна різьба діаметром 1 1/4"; R_C 1 1/4 – внутрішня трубна конічна різьба діаметром 1 1/4".

Конічна дюймова різьба ГОСТ 6111-52*, яка має профіль рівнобедреного трикутника з кутом при вершині $\alpha=60^\circ$. Її використовують у з'єднаннях паливних, масляних, водяних і повітряних трубопроводів різних машин і технологічного обладнання.

Умовне позначення конічної дюймової різьби складається з літери K і позначення розміру нарізі в дюймах. Наприклад: K 3/8" ГОСТ 6111-52*.

б) ходові:

Різьба трапецеїдальна ГОСТ 9484-81, яка має профіль правильної рівнобічної трапеції з кутом $\alpha=30^\circ$. Може бути однозахідною і багатозахідною. Трапецеїдальну однозахідну використовують у діапазоні діаметрів 8...640 мм, кроками від 2 до 48 мм. Для кожного діаметру стандарт передбачає три різних кроки.

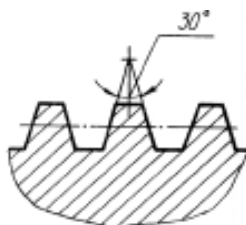


Рисунок 5.5 – Профіль трапецеїдальної різьби

Умовне позначення однозахідної трапецеїдальної різьби складається з літер Tr, номінального діаметра, кроку різьби та позначення поля допуску середнього діаметра (цифри, яка означає ступінь точності, і літери, що означає основне відхилення). Наприклад: Tr50×8-7e – трапе-

цеїдальна однозахідна зовнішня різьба діаметром 50 мм і кроком 8 мм; Tr50×8-7H – трапецеїдальна одно західна внутрішня різьба діаметром 50 мм і кроком 8 мм. Умовне позначення багатозахідної трапецеїдальної різьби складається з літер Tr, номінального діаметра, значення ходу, в дужках літера P зі значенням кроку різьби, літер LH для лівої різьби. Наприклад: Tr20×8(P4) – трапецеїдальна двозахідна різьба номінальним діаметром 20 мм, ходом 8 мм і кроком 4 мм; Tr24×4(P2)LH – трапецеїдальна двозахідна різьба номінальним діаметром 24 мм, ходом 4 мм, кроком 2 мм, ліва; Tr32×12(P6)-100 – трапецеїдальна двозахідна різьба номінальним діаметром 32 мм, ходом 12 мм, кроком 4 мм, довжиною згвинчування 100 мм.

Різьба упорна ГОСТ 10177-89, яка має профіль нерівнобічної трапеції, одна сторона якої нахилена під кутом 3° , а друга – під кутом 30° . Використовується у гвинтах з односторонньою дією навантаження (гвинтові преси, домкрати). Стандартизований ряд різьби діаметрів 10...640 мм і кроками від 2 до 24 мм. Може бути однозахідною та багатозахідною. Для лівої різьби позначення доповнюються літерами LH.

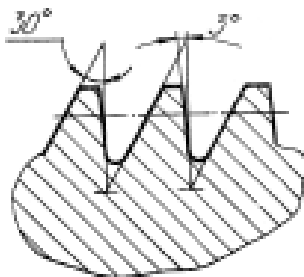


Рисунок 5.6 – Профіль упорної різьби

Умовне позначення однозахідної упорної різьби складається з літери S, номінального діаметра і значення кроку. Наприклад: S50×8 – однозахідна упорна різьба номінальним діаметром 50 мм і кроком 8 мм. Для умовного позначення багатозахідної упорної різьби додаються значення ходу і в дужках літера P, значення кроку. Наприклад: S50×16(P8) – багатозахідна упорна різьба номінального діаметру 50 мм, ходом 16 мм, кроком 8 мм. Крім вказаних різьб використовуються нестандартні і спеціальні різьби.

5.1.2 Болтове з'єднання

Кріпильні деталі: болт, гайка і шайба, взяті разом, називають болтовим комплектом. У цей комплект може входити ще шплінт.

У більшості випадків (коли не потрібно дотримуватися точних розмірів, при малих габаритах) болтової комплект викреслюють спрощено за відносними розмірами (рис. 5.9). Гайку і шайбу умовно показують нерозсіченими.

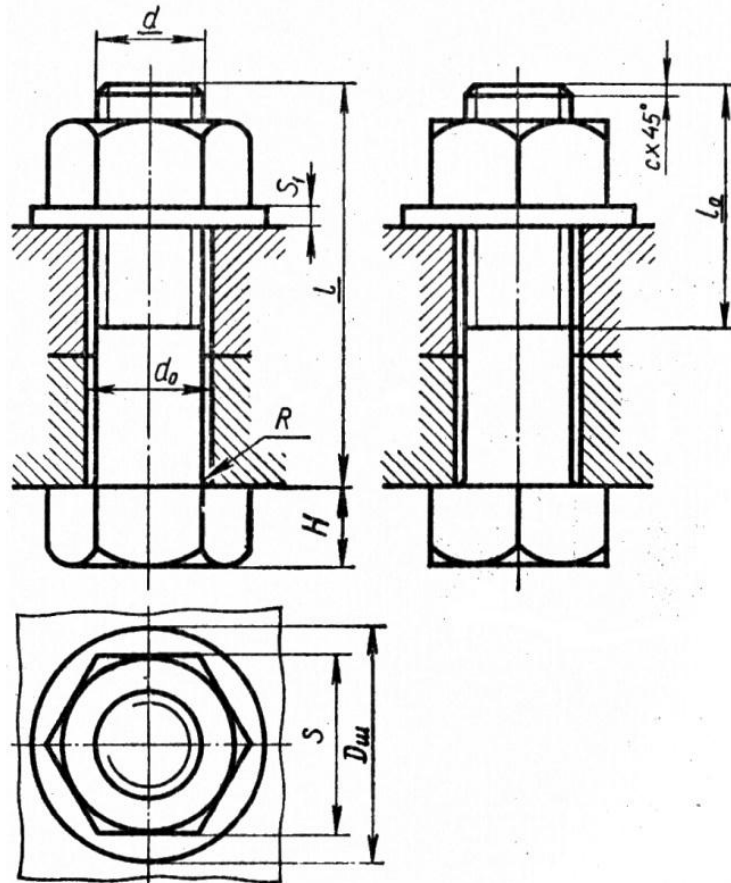


Рисунок 5.7 – Болтове з'єднання

Наведені нижче відносні розміри виражені через зовнішній діаметр різьби болта d :

$d_0 = 1,1d$ – отвір, через яке проходить болт. Цей отвір не має різьблення, воно свердлиться з таким розрахунком, щоб між болтом і стінками отвору залишався невеликий зазор;

$D_{ш} = 2,2d$ – діаметр шайби;

$S_1 = 0,15d$ – товщина шайби;

$c = 0,15d$ – висота фаски;

$\ell_0 = 2d + 6$ мм – довжина різьби болта;

$R = 0,5...1$ мм (радіус заокруглення стержня болта при переході його в голівку).

Розглянемо кожну деталь з болтового комплекту окремо.

Болт – циліндричний стрижень з голівкою. На кінці болта є різьба. Форми головок болтів в залежності від їх призначення дуже різноманітні: шестигранні (нормальні), квадратні, напівкруглі і ін. (рис. 5.8, а).

Стандарт встановлює розміри головки, довжину ℓ_0 різьби болта і ін. в залежності від зовнішнього його діаметра. Довжина (ℓ) болта не залежить від його діаметра, а тільки від товщини деталей, що скріплюються, висоти гайки і товщини шайби (рис. 5.8, б).

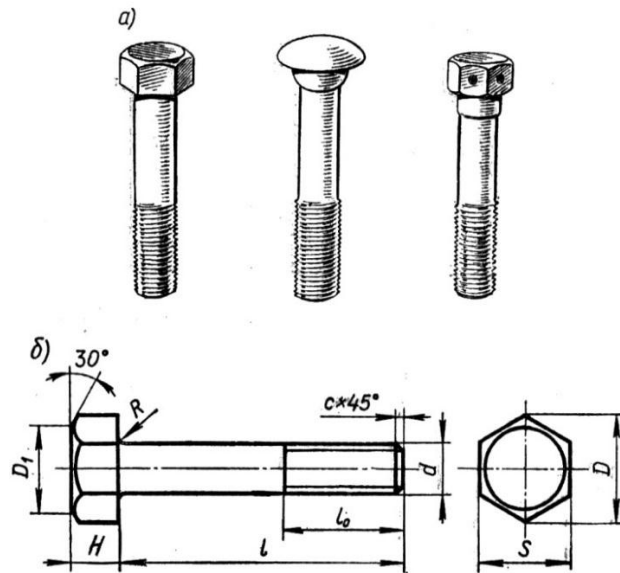


Рисунок 5.8 – Види і зображення болта

Умовне позначення, наприклад:

Болт М20 × 120.58 ДСТУ ГОСТ 7798:2008, т. е. болт діаметра різьби (d) 20 мм, довжиною (l) 120 мм, класу міцності 5.8, виконання 1 з великим кроком, без покриття.

Виконання 1, великий крок і відсутність покриття (00) прийнято записом не вказувати.

Гайки (рис. 5.9), так само як і болти, за формою поділяються на кілька видів: квадратні, шестигранні (нормальні і корончаті, з одного фаскою і двома фасками), гайки-баранчики і ін.

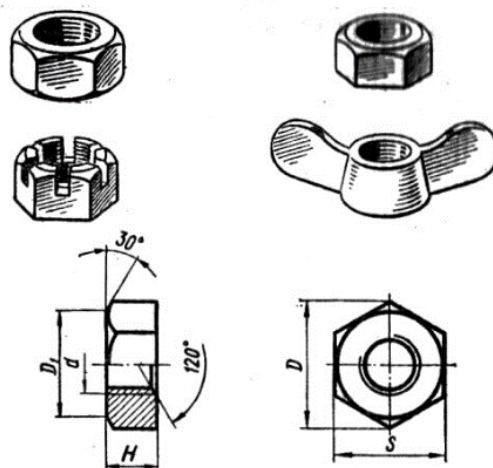


Рисунок 5.9 – Види і зображення гайки

Умовне позначення, наприклад:

Гайка М18.5 ДСТУ ГОСТ 5915:2008, т. е. гайка з діаметром різьби (d) 18 мм, класу міцності 5, виконання 1 з великим кроком, без покриття. Те ж, виконання 2: гайка 2М18.5 ДСТУ ГОСТ 5915:2008.

Шестигранні гайки і головки болтів спрощено викреслюють за такими відносними розмірами:

d – зовнішній діаметр різьби болта;

$H = 0,8d$ – нормальна висота гайки;

$H = 0,7d$ – нормальна висота головки болта;

$D_1 = 0,95S$ – діаметр усіченого конуса;

$D = 2d$; $R_1 = d$, R і r – з побудови.

Для запобігання опорних поверхонь від пошкоджень і для зручності складання на основах гайки і головки болта зрізають фаску з нахилом приблизно в 30° . У перетині фаски з площинами граней призми виходять дуги гіпербол, які при кресленні замінюють дугами кіл (рис. 5.10).

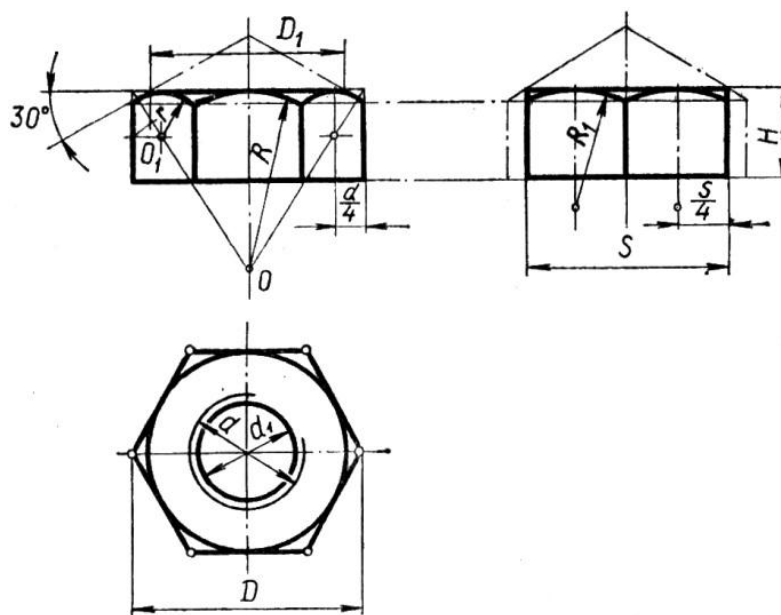


Рисунок 5.10 – Зображення гайки

Розміри гайок і головок болтів обумовлюють розміри гайкових ключів.

Для побудови гайки спочатку креслять вид зверху – шестикутник зі стороною, що дорівнює діаметру (d) болта. S – розмір зіву (отвору) ключа визначають побудовою, але він має для кожного значення встановлену величину, тому слід прийняти для нього найближчий стандартний розмір. Потім на вигляді спереду креслять прямокутники (проекції граней) з висотою $H=0,8d$, перетинають крайні прямокутники діагоналями і продовжують одну з них до зустрічі з осью лінійю. O – центр дуги радіуса R і Ox – центр дуги радіуса r .

Деякі гайки і головки гвинтів мають циліндричну форму.

Для того щоб при закручуванні пальці не ковзали, на їх поверхні наносять рифлення. Пряме рифлення зображують тонкими лініями, паралельними твірними поверхні, а сітчасту – під $\angle 30^\circ$ до твірних (рис. 5.11).

Умовне позначення і параметри рифлення відповідають ГОСТ 21474-75.

Шайба служить для більш рівномірної передачі тиску від гайки на деталі, що з'єднуються. Крім того, вона охороняє гайку і деталь від пошкоджень при закручуванні (рис. 5.12).

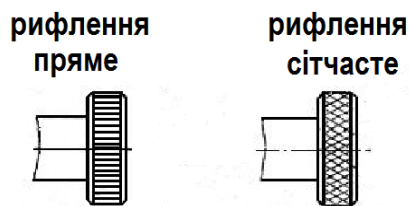


Рисунок 5.11 – Зображення рифлення на кресленні

Умовне позначення, наприклад: Шайба12 01 05 ГОСТ 11371–78 – шайба виконання 1 для болта діаметром різьблення (d) 12 мм, встановленої товщини, з матеріалу підгрупи 01 з покриттям 05.

Для запобігання різьбових з'єднань від саморозгвинчування при поштовхах працюючих машин застосовують пружинні шайби, шплінти та інші способи стопоріння.

Пружинна шайба (рис. 5.13) являє собою один розрізаний виток пружини квадратного перетину лівої навивки. Гострі краї шайби впираються в торець деталі і гайки, затримуючи, таким чином, зворотне обертання гайки.

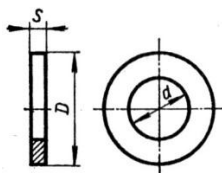


Рисунок 5.12 – Шайба

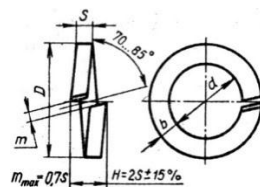


Рисунок 5.13 – Шайба пружинна

Умовне позначення, наприклад: Шайба 12 65Г029 ГОСТ 6402-70 – шайба пружинна нормальна для болта, гвинта, шпильки з діаметром різьби (d) 12 мм, зі сталі марки 65 Г з кадмієвих покриттям товщиною 9 мкм.

Шплінт виготовляють з м'якої сталевого дроту напівкруглого перетину (рис. 5.14). Він вставляється в отвір на кінці болта, гвинта або шпильки. Умовне позначення, наприклад: Шплінт 5×8000 1 ГОСТ 397-79 – шплінт з умовним діаметром отвору 5 мм, довжиною (l) 80 мм, з матеріалу підгрупи 00, з покриттям 1.

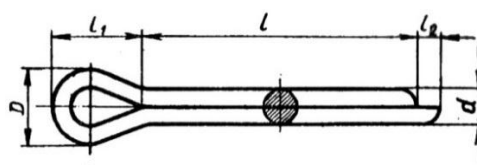


Рисунок 5.14 – Шплінт

5.1.3. З'єднання шпилькою

Воно застосовується, головним чином, в тих випадках, коли конструкція деталі не дає можливості утворити на ній опорні майданчики для головок болтів.

Шпилька відрізняється від болта тим, що має різьбу на обох кінцях. Одним кінцем вона щільно загвинчується, наприклад, в станину, в якій є спеціальне гніздо з різьбою, а на інший кінець навертається гайка, стягуюча деталі, що скріплюються (рис. 5.15, а). Гніздо для загвинчування шпильки спочатку висвердлюють (діаметр свердла дорівнює приблизно внутрішньому діаметру різьби на шпильці), а потім за допомогою мітчика нарізують різьбу (рис. 5.15, б). Глибина гнізда l_2 більше довжини нижнього кінця шпильки (рис. 5.15, в) приблизно на $0,5d$, $l_2 \approx l_1 + 0,5d$. Це пояснюється тим, що мітчиком можна на всю глибину гнізда нарізати різьбу повного профілю (нижня частина мітчика має конусність). Для забезпечення надійності з'єднання, різьба в гнізді нарізають на глибину $l_p \approx l_1 + 0,25d$.

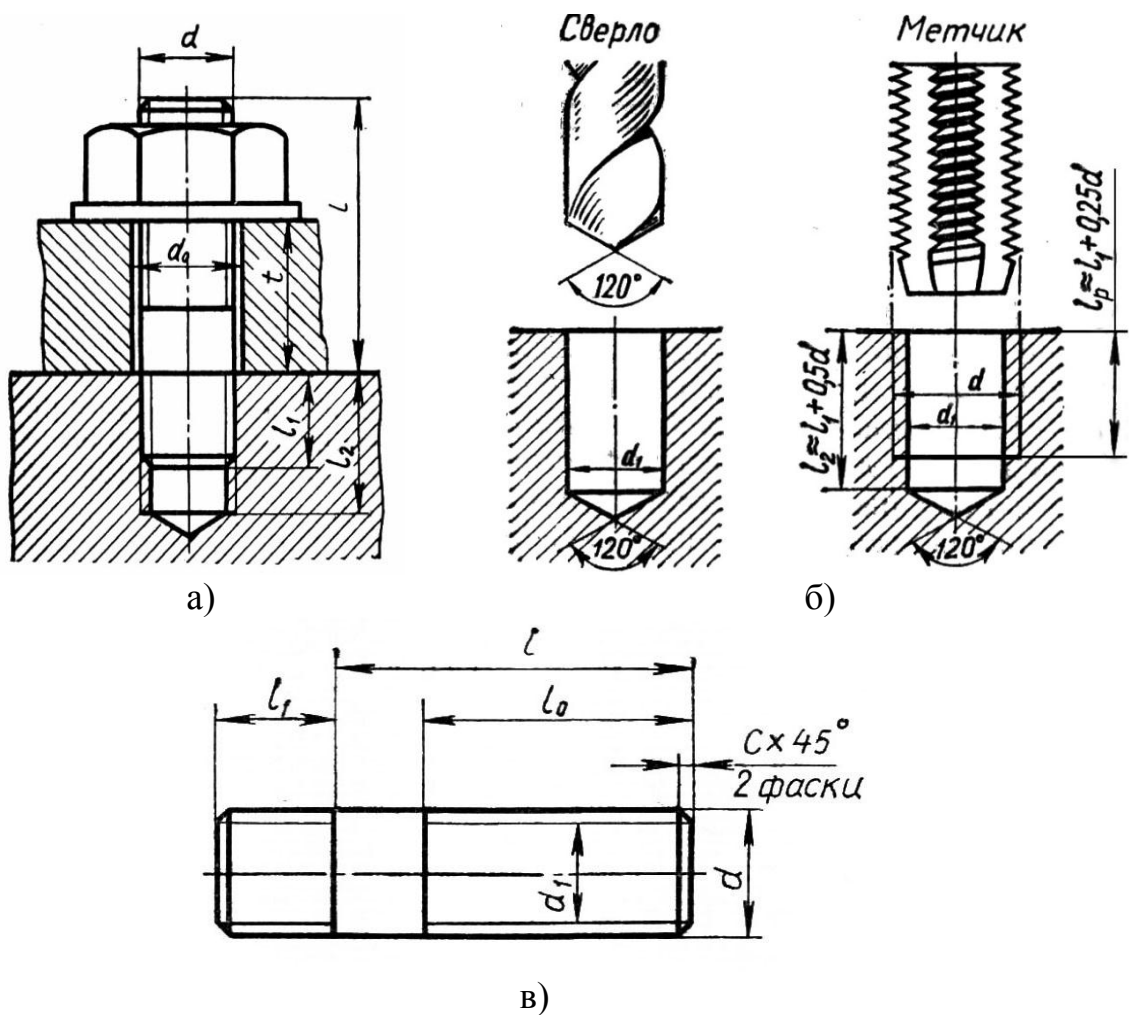


Рисунок 5.15 – З'єднання шпилькою

Глибина загвинчування шпильки залежить від матеріалу, в якому свердлиться гніздо. Якщо шпилька ввертається в твердий матеріал (сталь, бронзу), то довжина нижнього кінця ℓ_1 дорівнює d – діаметру шпильки. Якщо шпилька ввертається в більш м'який матеріал (чавун, алюмінієві сплави і т. п.), то $\ell_1 = 1,25d$. Для різьбових отворів в деталях з легких сплавів $\ell_1 = 2d$. Шпилька ввертається найчастіше за допомогою двох гайок – гайки і контргайки, тому довжина нарізки ℓ_0 на верхньому кінці повинна бути такою, щоб на ній помістилися обидві гайки, т. е. $\ell_0 \approx 2d + 6 \text{ мм}$. Однак, слід пам'ятати, що довжина нарізки ℓ_0 на верхньому кінці шпильки визначається стандартом і, перш за все, залежить від діаметра шпильки d і довжини шпильки ℓ і її слід уточнювати по ГОСТ 22032-76 – ГОСТ 22041-76.

Умовне позначення, наприклад: Шпилька М16 ×120 ГОСТ 22032-76, т. е. шпилька А діаметра різьби (d) 16 мм, довжиною (ℓ) 120 мм з великим кроком, без покриття (Тип А прийнято також не вказувати записом).

5.2 Нероз'ємні з'єднання. З'єднання зварюванням

Зварювання як спосіб з'єднання деталей займає одне з провідних місць у сучасній технології. Воно являє собою процес отримання нероз'ємного з'єднання деталей нагріванням місця з'єднання до плавлення або пластичного стану. Розрізняють декілька видів і методів зварювання. Найбільш часто застосовуються: газове зварювання, при якому для нагрівання і плавлення металу використовується теплота полум'я, одержуваного від згоряння ацетилену в кисні, і електродугове зварювання, при якому для тих же цілей використовується електрична дуга.

При зварюванні плавленням відбувається оплавлення кромки з'єднуваних деталей і одночасно заповнення зазорів між ними розплавленим металом. Після охолодження в цьому місці утворюється міцний шов. Плавленням зварюють сталі всіх марок, чавун, мідь, латунь, бронзу, алюмінієві сплави і ін.

Зварюванням можна з'єднувати також термопластичні пластмаси: вінілпласт, капрон, поліетилен, полістирол і ін. Сварка пластмас здійснюється гарячим газом або розігрітим інструментом.

Умовне позначення швів зварних з'єднань виконують за ГОСТ 2.312-72. Структуру умовного позначення стандартного шва або зварної точки наведено на рис. 5.16.

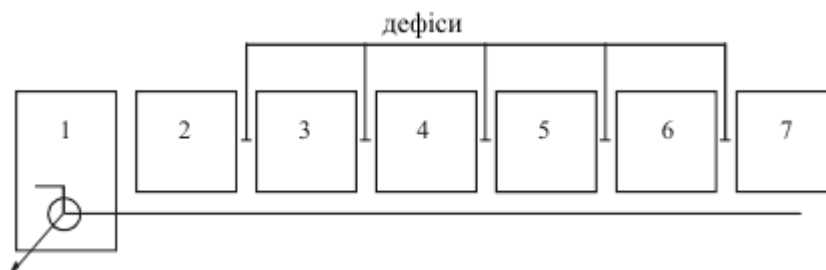


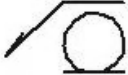




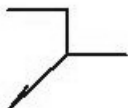

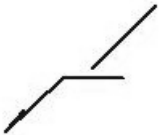


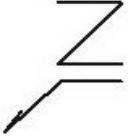





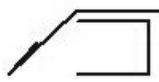


Рисунок 5.16 – Умовне позначення зварного шва

- В умовному позначенні зварного шва цифри означають:
- 1 – додаткові знаки шва по замкненій лінії і монтажного;
 - 2 – позначення стандарту на типи та конструктивні елементи швів;
 - 3 – літерно-цифрове позначення швів;
 - 4 – умовне позначення способу зварювання (допускається не вказувати) (табл.7);
 - 5 – знак \triangle і розмір катета;
 - 6 – характеристика шва або одиночної зварної точки (для переривчастого шва) – довжина проварюваної ділянки, знак Z чи / та шаг);
 - 7 – допоміжні знаки, які вибирають з табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Допоміжні знаки в умовному позначенні зварних швів

Додаткові визначення	Зміст визначення	Розташування визначення	
		Шов видимий	Шов невидимий
	Посилення шву зняти		
	Напливи та нерівності шву обробити з плавним переходом до основного металу		
	Шов виконати під час монтажу виробу		
	Шов уривчастий із ланцюговим розташуванням (кут нахилу лінії – 60°)		
	Шов уривчастий із шаховим розташуванням		
	Шов за замкнутим контуром. Діаметр знаку 3...5 мм		
	Шов за незамкнутим контуром (якщо розташування шву ясно за кресленням)		

Буквені позначення деяких видів, способів і методів зварювання наведені в табл. 5.2.

Таблиця .5.2 – Буквені позначення деяких видів, способів і методів зварювання

Вид і метод зварювання	Літерне позначення
Електричне дугове	Е
Електричне дугове під шаром флюсу	Ф
Електричне дугове в середовищі захисних газів	З
Електричне дугове відкритою дугою	В
Електрошлакове	ШЕ
Контактне	Кт
Газове	Г
Ультразвукове	Уз
Тертям	Тр
Холодне	Х
Плазменне	Пз
Електронним променем	Ел
Дифузійне	Дф
Світловим променем	Лз
Вибухом	Вз
Індукційне	І
Газопресове	Гп
Термітне	Тм
Токами радіочастоти	Рч
Геліо (сонячне)	Гс

Способи виконання зварювання позначаються на такий спосіб: Р – ручний; П – напівавтоматичний; А – автоматичний.

Для різновидів зварювання в захисних газах ГОСТ 14771-76 встановлює наступні позначення:

ІН – в інертних газах вольфрамовим електродом, що не плавиться, без присадкового матеріалу;

ІНп – в інертних газах вольфрамовим електродом, що не плавиться, із присадковим матеріалом;

ІП – в інертних газах і їхніх сумішах з активними газами електродом, що плавиться;

УП – у вуглекислому газі електродом, що плавиться.

Проте всі шви, незалежно від способу зварювання, зображують однаково.

Приклади умовного позначення зварних швів

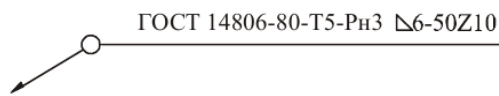
1. Шов стикового з'єднання без скосу крайків однобічний, виконаний ручним дуговим зварюванням по замкненій лінії з лицьового боку.



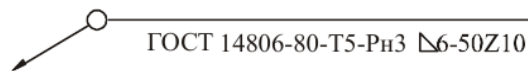
Те ж зі зворотного боку



2. Шов таврового з'єднання без скосу крайків, двобічний, переривчастий з шаховим розташуванням виконуваний ручним дуговим зварюванням в захисних газах неплавким металевим електродом. Катет шва 6 мм. Довжина проварюваної ділянки 50 мм. Шаг 100 мм з лицьового боку.



Те ж зі зворотного боку



6 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЕСКІЗУВАННЯ

6.1 Вимоги до ескізу

В умовах виробництва і при проектуванні іноді виникає необхідність в кресленнях тимчасового або одноразового використання, які отримали назву ескізів. Ескіз – креслення тимчасового характеру, виконаний, як правило, від руки (без використання інструментів для креслення), на будь-якому (в клітинку) папері, без дотримання масштабу, але зі збереженням пропорцій елементів деталі, а також у відповідності з усіма правилами і умовностями, встановленими стандартами.

Ескіз виконується акуратно, безпосередньо з деталі. Якість ескізу повинна бути близькою до якості креслення. Ескіз повинен містити:

- а) мінімальну, але достатню кількість зображень (видів, розрізів, перерізів), які дають уявлення про форму деталі;
- б) розміри та інші дані, необхідні для виготовлення деталі;
- в) основний напис.

Ескіз кожної деталі виконується на окремому форматі (ГОСТ 2.301-68).

Для литих деталей в технічних вимогах, які поміщаються над основним написом, записують непозначені на кресленні радіуси скруглення і ухили. В основному написі креслення вказують найменування деталі в називному відмінку і однині. Якщо найменування складається з декількох слів, спочатку пишеться іменник, а потім – пояснювальні слова (ГОСТ 2.109-73), наприклад: «колесо зубчасте».

При виконанні ескізів необхідно дотримуватися ГОСТ 2.109-73 «Основні вимоги до креслень».

6.2 Послідовність виконання ескізів

1. Уважно розглянути деталь, вивчити її конструкцію, призначення, технологію виготовлення і визначитися з назвою. При вивченні конструкції ретельно аналізується форма деталі шляхом уявного розчленування її на більш прості геометричні тіла (або їх частини), включаючи порожнечі. Слід мати на увазі, що будь-яка деталь являє собою різні сполуки більш простих геометричних форм: призм, пірамід, циліндрів, конусів, сфер, і ін.

2. Визначити мінімальну, але достатню кількість зображень (видів, розрізів, перерізів), необхідних для повного уявлення конструкції деталі.

Для деталей типу тіл обертання, а також для деталей типу валів і втулок з різьбами, як правило, досить одного виду. Якщо на таких деталях є отвори, зрізи, пази, то головний вид доповнюють одним або декількома видами, розрізами, перерізами, які виявляють форму цих елементів, а та-

кож виносними елементами. Для тонких плоских деталей будь-якої форми досить одного зображення. Товщину матеріалу вказують на полиці ліній-виноски із зазначенням символу «S» (товщини) перед її цифровим позначенням.

Особлива увага приділяється вибору головного виду. Він повинен давати найбільше повне уявлення про форму та розміри деталі.

Головний вид деталі вибирають з урахуванням технології її виготовлення. Зображення планки, лінійки, валу, осі і т. п. рекомендується розташовувати на форматі горизонтально. Зображення корпусу, кронштейни і т. п. – основою вниз.

Якщо деталь складної конструкції в процесі виготовлення не має переважного положення, то за головне зображення таких деталей приймають їх розташування в готовому виробі, машині.

Для деталей типу шківів, коліс головним зображенням є фронтальний розріз. Його виконують цілком, що полегшує нанесення розмірів.

Деталі типу гвинтів, болтів, валиків виготовляють на токарних верстатах або автоматах. Їх вісь при обробці – горизонтальна. При зображенні таких деталей на ескізі враховують також положення, в якому виконують найбільший обсяг робіт з виготовлення деталі, тобто виконують найбільше число переходів (перехід – обробка однієї елементарної поверхні).

3. Вибрати згідно ГОСТ 2.301-68 формат креслення, виконати на ньому рамку і основний напис. Розмір формату вибирають в залежності від складності та розмірів деталі з урахуванням можливості як збільшення зображення в порівнянні з натурою для складних і дрібних, так і зменшення для простих за формою і великих деталей. Зображення повинно бути таким, щоб не виникало труднощів при читанні ескізу і нанесенні розмірів. Рекомендується виконувати ескізи на папері в клітку.

4. Намітити тонкими суцільними лініями габаритні прямокутники для майбутніх зображень з розрахунками рівномірного використання поля формату. Провести осьові лінії (рис. 6.1).

5. Позначити тонкими суцільними лініями видимий контур деталі, починаючи з основних геометричних форм і зберігаючи на всіх зображеннях проєкційний зв'язок і пропорції елементів деталі. Викреслити тонкими лініями вибрані розрізи і перерізи за правилами ГОСТ 2.305-2008. У разі потреби завдати лінії невидимого контуру. Зобразити раніше пропущені подробиці: канавки, фаски, скруглення і ін. Заштрихувати розрізи і перерізи за ГОСТ 2.306-68. Видалити зайві лінії, обвести ескіз, дотримуючись співвідношення товщини різних типів ліній згідно ГОСТ 2.303-68.

6. Нанести виносні і розмірні лінії, стрілки, проставити знаки діаметрів, радіусів, ухилів і конусності, позначити розрізи і перерізи. Провести виміри деталі і вписати розмірні числа, причому розмірні числа записувати відразу після кожного вимірювання, які не накопичуючи їх в пам'яті.

7. Заповнити основний напис і записати технічні вимоги. Вимоги до матеріалу, з якого повинна бути виготовлена деталь, вказують на ескізі деталі в графі «Матеріал» основного напису.

8. Уважно перевірити ескіз і при необхідності внести виправлення.

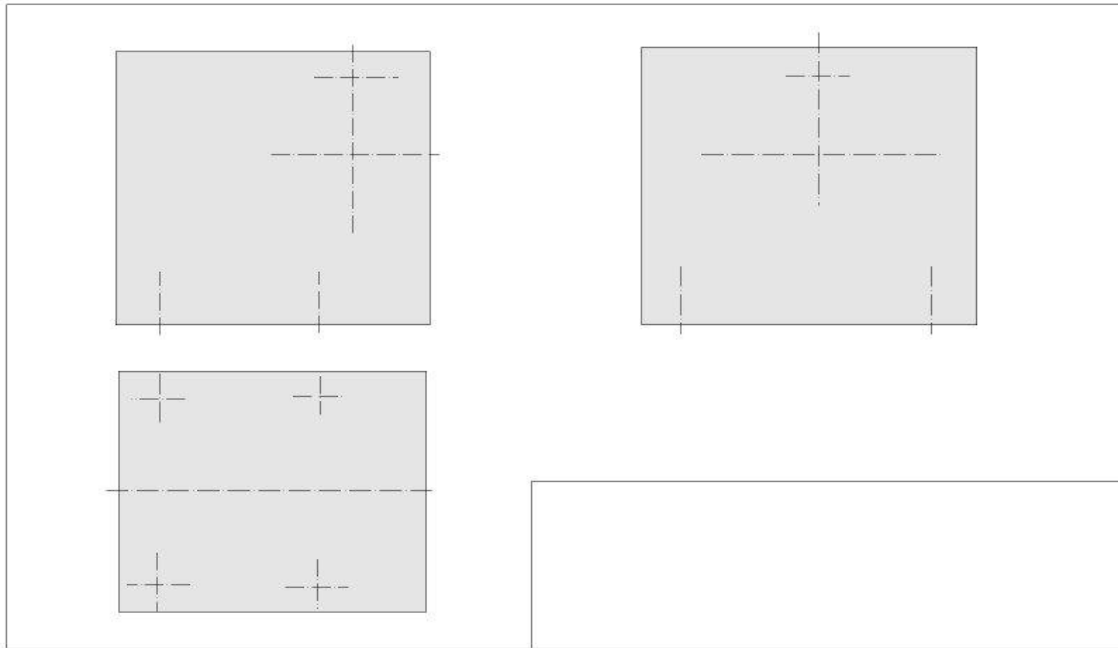


Рисунок 6.1

6.3 Загальні вимоги до нанесення розмірів на ескізі

Відповідальним етапом в процесі виконання ескізів є проставлення розмірів. Проставлення розмірів на ескізі деталі складається з двох елементів: виміру розмірів і їх нанесення.

Задати розміри на ескізі деталі – значить визначити необхідний мінімум розмірів і ступінь їх точності, які забезпечують виготовлення деталі і не обмежують технологічних можливостей, тобто дозволяють застосувати до деталі різні варіанти технологічного процесу.

Нанести розміри на ескізі – значить так розташувати виносні і розмірні лінії, розмірні числа, щоб цілком виключити можливість неправильного тлумачення ескізу і забезпечити зручність його читання. Правила проставлення і нанесення розмірів викладені в ДСТУ ГОСТ 2.307:2013.

Основні інструменти для обміру деталей: лінійка сталева, кронциркуль, нутромір, штангенциркуль, мікрометр, кутомір, радіусовимірювач і різьбоміри. Лінійкою, кронциркулем і нутроміром можна зняти розміри з точністю до 0,5 мм. Розміри, які вимірювали кронциркулем і нутроміром, визначаються за допомогою лінійки. Штангенциркулем, оснащеним глибиноміром, ноніусом, довгими і короткими ніжками, проводять виміри з точністю до 0,05 мм. Мікрометр служить для вимірювання зовнішніх діаметрів прутків та інших деталей з точністю до 0,005 мм. Вимірювання кутів деталей проводиться за допомогою кутомірів різних конструкцій.

При обмір деталей широко використовуються шаблони різної форми і призначення.

Для обміру деталей в умовах виробництва використовуються і більш складні інструменти та прилади.

6.4 Ескізування деталі типу «Вал»

Деталі типу «Вал» найчастіше містять такі елементи, як фаски, лиски, шпонкові пази, центрувальні отвори, проточки (канавки) для виходу шліфувального круга і виходу ріжучого інструменту при нарізанні різьби, канавки для стопорних шайб, ущільнюючих кілець.

Слід звернути увагу, що канавки (проточки) в залежності від їх призначення мають свої особливості і на кресленні повинні зображуватись згідно з правилами стандартів.

На детальних кресленнях для проставлення необхідних розмірів, регламентованих стандартами, використовують виносні елементи або перерізи в збільшеному масштабі.

Вал є відповідальною деталлю механізмів машин. Вал служить для передачі крутного моменту і обертається разом із закріпленими на ньому елементами механізму. Вали можуть бути циліндричними постійного діаметра, ступінчастими і з нарізаними на них зубчастими вінцями або шліцями.

Опорні частини валів називаються цапфами. Проміжні цапфи називаються шийками.

Цапфи валів, які працюють в підшипниках ковзання, можуть бути циліндричними, конічними або сферичними. Найбільше поширення мають циліндричні цапфи як найпростіші в технологічному відношенні. Цапфи валів для підшипників кочення виконують циліндричними. У деяких випадках вони мають різьбові ділянки або інші конструктивні елементи для кріплення підшипників.

Конструктивні форми перехідних ділянок вали показані на рис. 6.2.

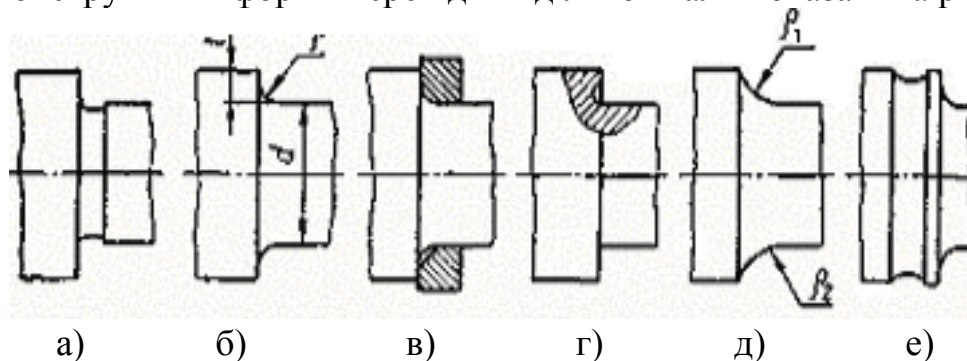


Рисунок 6.2

Перехідні ділянки валів між двома ступенями різних діаметрів виконують таким чином:

1 З канавкою для виходу шліфувального круга (рис. 6.2, а). Канавки здебільшого виконують шириною 3 мм і глибиною 0,25 ... 0,30 мм на валах діаметром 10 ... 50 мм, а на валах діаметром 50 ... 100 мм – завширшки 5 мм і глибиною 0,5 мм. Канавки повинні мати максимально можливі радіуси заокруглень для зменшення концентрації напружень і підвищення опору проти втомного руйнування в умовах дії змінних напружень. Канавки виконують на валах, діаметри яких визначають за умовою жорсткості, і на кінцевих ділянках валів, в перерізі яких діють незначні згинальні моменти. Якщо на валу є різбові ділянки, то канавки передбачають для виходу різьбонарізного інструменту.

2 З перехідною поверхнею – жолобником постійного радіуса (рис. 6.5, б). Для важко навантажених валів у випадках, коли збільшення радіусу галтелі обмежується радіусом заокруглення або фаскою кромek деталей, застосовуються додаткові проміжні кільця (рис. 6.2, в).

3 З жолобником спеціальної форми (рис. 6.2, г, д, е). Застосовують галтелі еліптичної форми або галтелі, які окреслені двома радіусами кривизни.

Розмір фаски на валах виконують згідно табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Фаски циліндричних деталей

d, мм	C × 45°, мм	d, мм	C × 45, мм °
до 10	0,5	100...50	4,0
10...15	1,0	150...200	5,0
15...30	1,5	200...250	6,0
30...45	2,0	250...350	8,0
45...70	2,5	350...420	10
70...100	3,0	> 420	12

Послідовність виконання ескізів валу:

1. Уважно оглянути вал, вивчити його конструкцію, призначення, технологію виготовлення.

2. Визначити мінімальну, але достатню кількість зображень (видів, розрізів, перерізів), необхідних для повного уявлення про конструкцію деталі.

3. Вибрати згідно ГОСТ 2.301-68 формат креслення, виконати на ньому рамку і основний напис.

4. Намітити тонкими суцільними лініями габаритні прямокутники для майбутніх зображень з розрахунками рівномірного використання поля або формату. Провести осьові лінії, нанести тонкими суцільними лініями видимий контур валу, починаючи з основних геометричних форм і зберігаючи на всіх зображеннях проекційну зв'язок і пропорцію елементів валу.

5. Нанести виносні і розмірні лінії, стрілки, проставити необхідні знаки. Провести виміри валу і вписати розмірні числа. Розмірні числа необхідно записувати відразу після кожного вимірювання, не накопичуючи їх в пам'яті.

6. Заповнити основний напис і записати технічні вимоги.

7. Уважно перевірити ескіз валу і виправити помилки.

Для валів, які виготовляються переважно на токарних верстатах, головний вид розташовують на кресленні так, щоб вісь деталі розташовувалася горизонтально.

Слід звернути увагу, що канавки (проточки) в залежності від їх призначення мають свої особливості зображення на кресленні згідно з правилами стандартів.

На детальних кресленнях валів для постановки необхідних розмірів використовують виносні елементи або перетину в збільшеному масштабі. У виробках дрібносерійного виробництва на валах для кріплення зубчастих коліс використовуються шпонкові з'єднання. Їх недоліками є мала несуча здатність через ослаблення валу шпонковими пазами і низька технологічність.

Розміри шпонкових пазів наведені для призматичних шпонок згідно ГОСТ 23360-78 (рис. 6.2) і сегментних шпонок (рис. 6.3) на валах – ГОСТ 24071-80 (табл. 6.2, 6.3).

Розміри канавок для виходу шліфувального круга (рис. 6.4, 6.5) наведені в табл. 6.4.

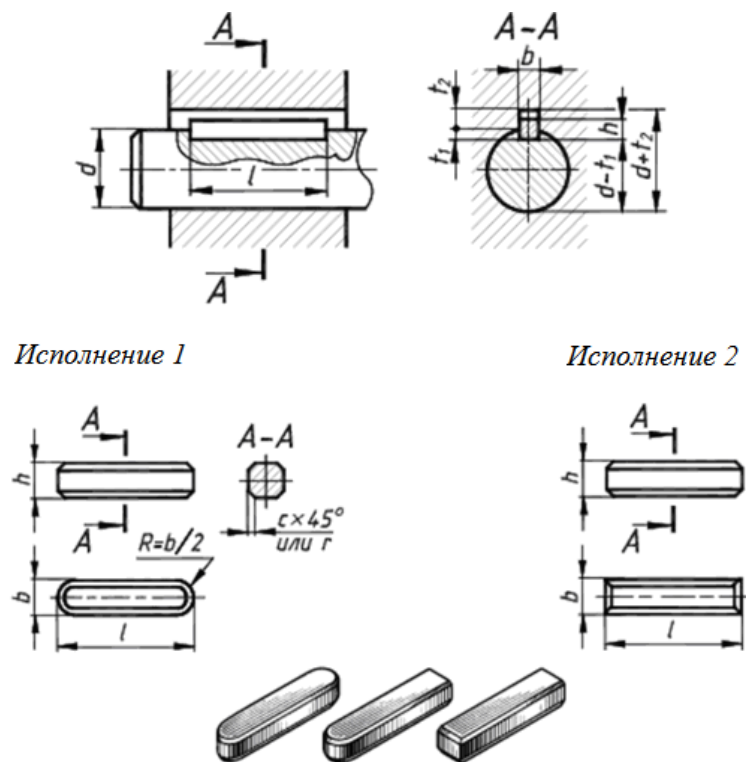


Рисунок 6.2

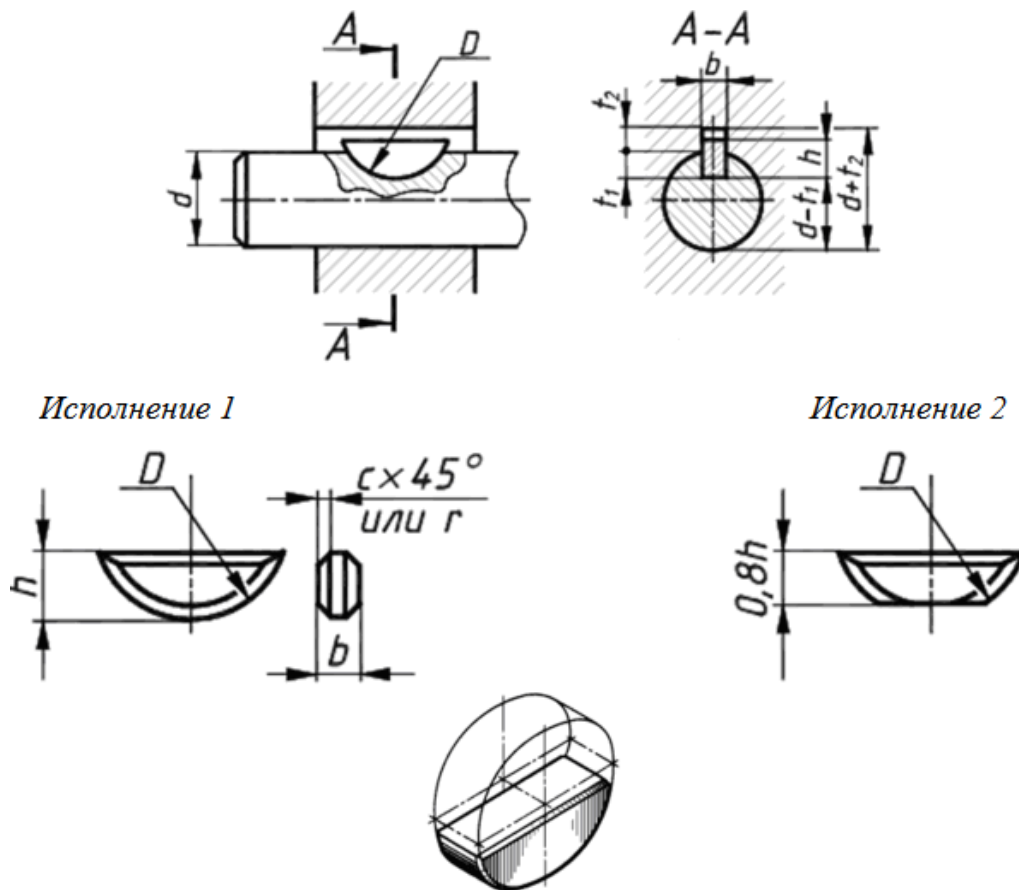


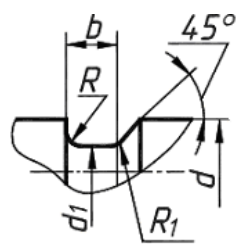
Рисунок 6.3

Таблиця 6.2 – Розміри пазів призматичних шпонок на валах згідно ГОСТ 23360-78

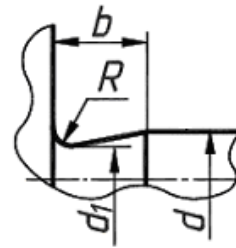
Діаметр валу d	Шпонка			Паз		
	b	h	l	t_1	t_2	r або $c \times 45^\circ$
6...8	2	2	6...20	1,2	1,0	0,80...0,16
8...10	3	3	6...36	1,8	1,4	
10...12	4	4	8...45	2,5	1,8	
12...17	5	5	10...56	3,0	2,3	0,16...0,25
17...22	6	6	14...70	3,5	2,8	
22...30	8	8	18...90	4,0	3,3	0,25...0,40
30...38	10		22...110	5,0		
38...44	12	28...140				
44...50	14	9	36...160	5,5	3,8	

Таблиця 6.3 – Розміри пазів сегментних шпонок на валах згідно ГОСТ 24071-80

Діаметр валу d	Шпонка			Паз		
	b	h	D	t_1	t_2	r або $c \times 45^\circ \square$
7...8	2,5	3,7	10	2,7	1,2	0,80...0,16
8...10	3,0	5,0	13	3,8	1,4	
10...12		4,0	6,5	16		5,3
12...14	5,0				1,8	
14...16	5,0	7,5	19	6,0		
16...18		5,0	6,5	16	4,5	2,3
18...20	7,5		19	5,5		
20...22	6,0	9,0	22	7,0	2,8	
22...25				6,5		
25...28				10,0		25
28...32	8,0	11,0	28	8,0	3,3	0,25...0,40
32...38	10,0	13,0	32	10,0		

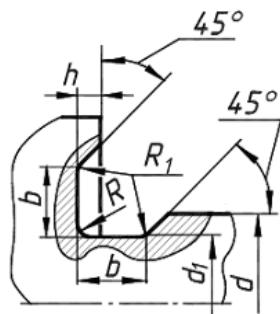


Виконання 1

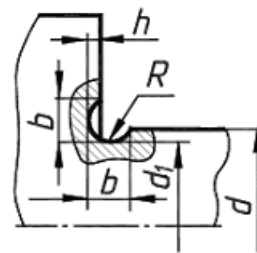


Виконання 2

Рисунок 6.4



Виконання 1



Виконання 2

Рисунок 6.5

Таблиця 6.4 – Розміри канавок для виходу шліфувального круга

b	Зовнішнє шліфування d_1	h	R	R_1	d
1,0	$d - 0,3$	0,2	0,3	0,2	До 10
1,6			0,5	0,3	
2,0	$d - 0,5$	0,3	0,5	0,3	10...50
3,0			1,0	0,5	
5,0	$d - 1,0$	0,5	1,6	0,5	50...100
8,0			2,0	1,0	>> 100
10,0			3,0	1,0	>> 100

Розміри канавок під пружинні кільця (рис. 6.6, 6.7) згідно ГОСТ 13940-86 наведені в табл. 6.5.

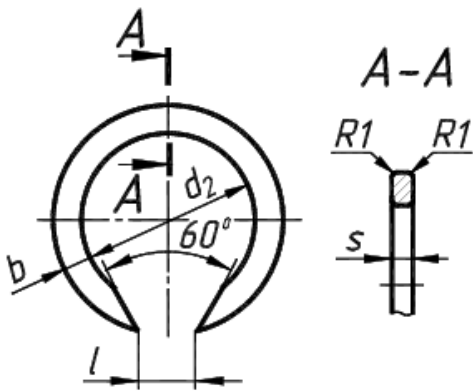


Рисунок 6.6

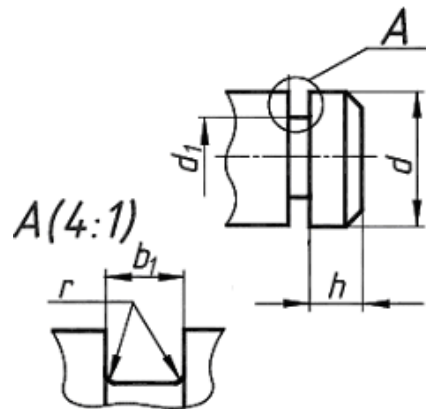


Рисунок 6.7

Таблиця 6.5 – Розміри канавок під пружинні кільця, мм

Діаметр вала d	Канавка				Кільця			
	d_1	b_1	h	r	d_2	b	l	s
До 8	7,5	1,2	0,75	0,1	7,2	1,7	2	1,0
9	8,5				8,2			
10	9,5	1,4	2,3	0,2	9,2	2,0	3	1,2
12	11,3				11,0			
15	14,1				13,8			
17	16,0				15,7			
18	16,8				16,5	2,5	4	
20	18,6				18,2			
22	20,6				20,2	3,2	5	
24	22,5				22,1			
25	23,5				23,1			
28	26,5				2,7	2,3	0,2	
30	28,5	27,8						
32	30,2	29,5						
34	32,2	31,4						
35	33,0	1,9	3,0	0,2	32,2	5,0	8	1,7
36	34,0				33,0			
38	36,0				35,0			
Понад 40	37,5		3,8		36,5			

Розміри канавок під кільця ущільнювачів (рис. 6.8) згідно ГОСТ 9833-73 наведені на рис. 6.9 і в табл. 6.6.

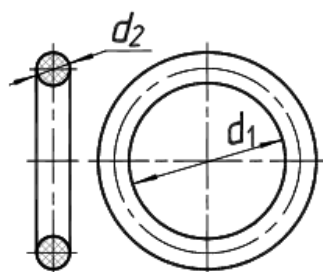


Рисунок 6.8

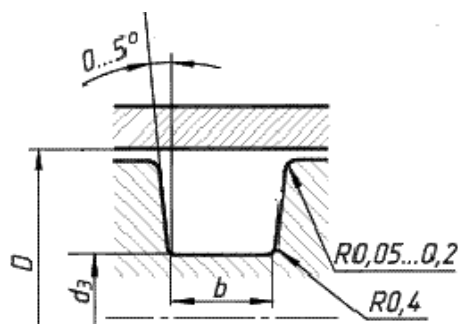


Рисунок 6.9

Таблиця 6.6 – Розміри канавок під кільця ущільнювачів

Кільце		d	D	Рухоме з'єднання			Нерухоме з'єднання		
d_2	d_1			d_3	D_1	b	d_3	D_1	b
2,5	9,0	9,5	13,5	9,5	13,5	3,3	9,8	13,2	3,6
	15,0	15,5	19,5	15,5	19,5	3,3	15,8	19,2	
	19,5	20,0	24,0	-	-	-	20,3	23,7	
	31,0	32,0	36,0	-	-	-	32,3	35,7	
	49,0	50,0	54,0	-	-	-	50,3	53,7	
3,0	19,5	20,0	25,0	20,0	25,0	3,7	20,3	24,7	4,0
	31,0	32,0	37,0	32,0	37,0	3,7	32,3	36,7	
	63,5	65,0	70,0	-	-	-	65,3	69,7	
	93,0	95,0	100,0	-	-	-	95,3	99,7	
3,6	21,5	22,0	28,0	22,0	28,0	4,4	22,4	27,6	4,7
	31,0	32,0	38,0	32,0	38,0		32,4	37,6	
4,6	27,5	28,0	36,0	28,0	38,0	5,2	28,6	35,4	5,6
	31,0	32,0	40,0	32,0	40,0		32,6	39,4	
	62,5	64,0	72,0	64,0	72,0		64,6	71,4	

Розміри канавок під мастило (рис. 6.10) наведені в табл. 6.7.

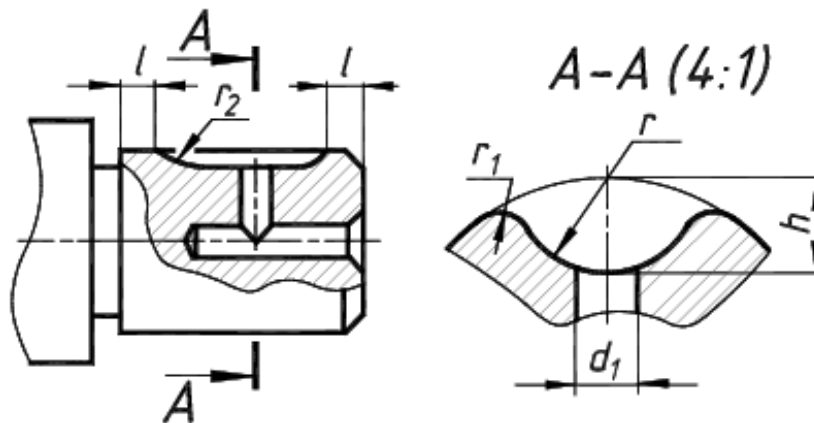
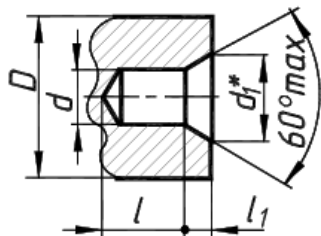


Рисунок 6.10

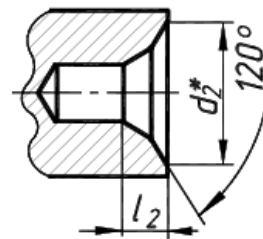
Таблиця 6.7 – Розміри канавок під мастило, мм

Діаметр валу	d_1	$h = r$	r_1	r_2	l
10...18	1,0	1	0,5	12,5	5
18...50	2,0	2	1,0		
50...80	2,5	3	1,5	20,0	8
80...100	3,0	4	2,0	25,0	

Для встановлення деталі в центрах токарного верстата (при її обробці або вимірі) служать центрові отвори (рис. 6.11), розміри і зображення яких відповідають ДСТУ ГОСТ 14034:2008 (табл. 6.8).



Форма А



Форма В

Рисунок 6.11

Таблиця 6.8 – Розміри центрових отворів згідно ДСТУ ГОСТ 14034:2008

D	d	d_1	d_2	l	l_1	l_2
6	1,6	3,35	5,0	2,0	1,52	1,99
10	2,0	4,25	6,3	2,5	1,95	2,54
14	2,5	5,3	8,0	3,1	2,42	3,20
20	3,15	6,7	10,0	3,9	3,07	4,03
30	4,0	8,5	12,5	5,0	3,90	5,06
40	5,0	10,6	16,0	6,3	4,85	6,41
60	6,3	13,2	18,0	8,0	5,98	7,36
80	8,0	17,0	22,4	1,1	7,79	9,35
100	10,0	21,2	28,0	12,8	9,70	11,66
120	12,0	25,4	33,0	14,6	11,60	13,80
160	16,0	33,9	42,5	19,2	15,50	18,00

При нарізанні різьби на кінцевій ділянці виконують кільцеві канавки (проточки), призначені для виходу різця. Проточка для виходу різьбонарізного інструменту при нарізанні зовнішньої метричної різьби приведена на рис. 6.12. Проточка для виходу різьбонарізного інструменту при нарізанні зовнішньої трапецеїдальної різьби приведена на рис. 6.13.

Розміри різьбових проточок наведені в табл. 6.9, 6.10.

Зразок виконання ескізу валу наведено на рис. 6.14.

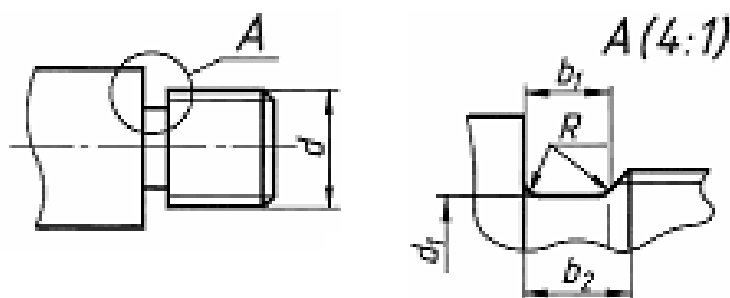


Рисунок 6.12

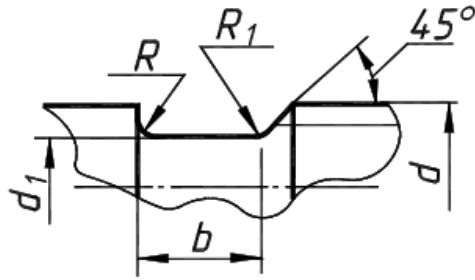


Рисунок 6.13

Таблиця 6.9 – Розміри проточок для виходу різьбонарізного інструменту при нарізанні зовнішньої метричної різьби, мм (ГОСТ 27148-86)

Крок різьби P	$R = 0,5P$	Зовнішня проточка		
		b_{1min}	b_{2max}	d_1
0,5	0,4	0,8	1,5	$d - 0,8$
0,6		0,9	1,8	$d - 1,0$
0,7		1,1	2,1	$d - 1,1$
0,75		1,2	2,25	$d - 1,2$
0,8		1,3	2,4	$d - 1,3$
1,0	0,6	1,6	3,0	$d - 1,6$
1,25		2,0	3,75	$d - 2,0$
1,5	0,8	2,5	4,5	$d - 2,3$
1,75	1,0	3,0	5,25	$d - 2,6$
2,0		3,4	6,0	$d - 3,0$
2,5	1,2	4,4	7,5	$d - 3,6$
3,0	1,6	5,2	9,0	$d - 4,4$
3,5		6,2	10,5	$d - 5,0$

Таблиця 6.10 – Розміри проточок для виходу різьбонарізного інструменту при нарізанні зовнішньої трапецеїдальної різьби, мм (ГОСТ 10549-80)

Крок різьби P	b	R	R_1	d_1
2	3	1,0	0,5	$d - 3,0$
3	5	1,6		$d - 4,2$
4	6		2,0	$d - 5,2$
5	8	$d - 7,0$		
6	10	$d - 8,0$		
8	12	3,0	1,0	$d - 10,2$
10	16			$d - 12,5$
12	18	5,0	2,0	$d - 14,5$
16	25			$d - 19,5$
20				$d - 24,0$
24	30			$d - 28,0$
32	40			$d - 36,5$
40	50			$d - 44,5$

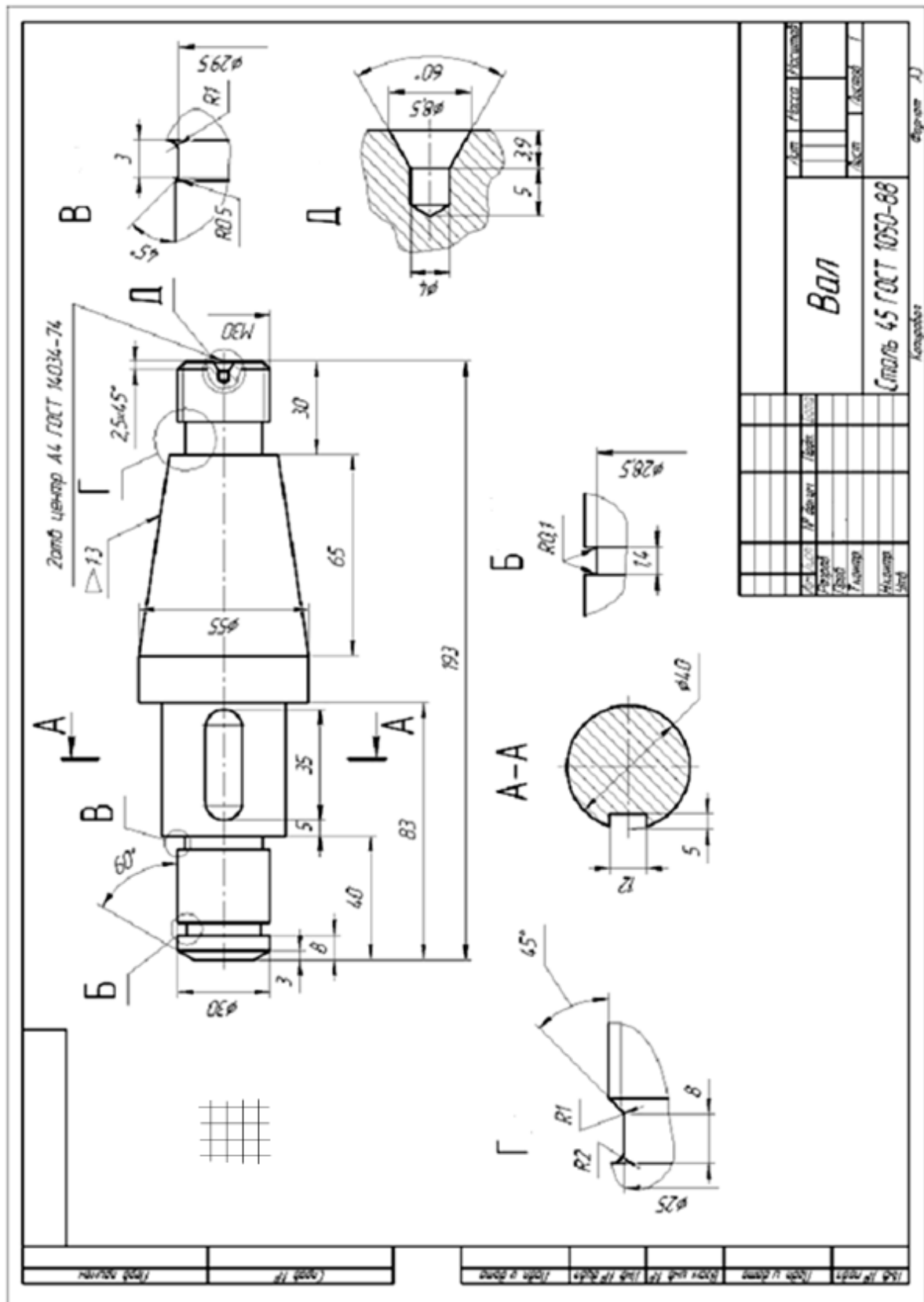


Рисунок 6.14

6.5 Ескізування деталі типу «Колесо зубчасте»

Послідовність виконання ескізів зубчастого колеса:

1. Уважно оглянути зубчасте колесо, вивчити його конструкцію, призначення, технологію виготовлення.

2. Визначити мінімальну, але достатню кількість зображень (видів, розрізів, перерізів), необхідних для повного уявлення про конструкцію деталі. Ознайомитися з правилами зображення зубчастого колеса даного виду відповідно до вимог відповідних стандартів.

3. Обрати згідно ГОСТ 2.301-68 формат креслення, накреслити на ньому рамку і основний напис.

4. Намітити тонкими суцільними лініями габаритні прямокутники для майбутніх зображень з урахуванням рівномірного використання площі аркуша. Провести осьові лінії.

5. Позначити тонкими суцільними лініями видимий контур деталі, починаючи з основних геометричних форм і зберігаючи на всіх зображеннях проєкційний зв'язок і пропорцію елементів деталі.

6. Нанести виносні і розмірні лінії, стрілки, проставити необхідні знаки. Провести виміри зубчастого колеса і вписати розмірні числа, причому розмірні числа записувати відразу після кожного вимірювання, не накопичуючи їх в пам'яті.

7. Заповнити основний напис і записати технічні вимоги.

8. Уважно перевірити ескіз зубчастого колеса і виправити помилки.

При ескізуванні зубчастого колеса необхідно правильно зобразити і поставити розміри не тільки на елементах зубчастого зачеплення, а й на конструктивних елементах з'єднання колеса з валом. Для цього необхідно знати не тільки елементи зубчастого зачеплення, а й мати уявлення про кріплення зубчастого колеса на валу.

Зубчасті передачі використовуються як самостійні агрегати (редуктори) або входять в інші машин як складові частини.

Для передачі обертального руху з одного валу на інший, осі яких паралельні, застосовують циліндричні передачі (рис. 6.15, а, б, в, г); якщо осі валів перетинаються, використовують конічні передачі (рис. 6.15, д, е).

Якщо осі валів перетинаються (частіше під прямим кутом), застосовують черв'ячні передачі (рис. 6.15, з). Для перетворення обертального руху в поступальний і навпаки застосовують рейкові передачі, які складаються з циліндричного колеса і рейки (рис. 6.15, и). Зустрічаються передачі із зовнішнім і внутрішнім зачепленнями (рис. 6.15, г). У першому випадку обертання коліс відбувається в протилежних напрямках, у другому – в одному напрямку.

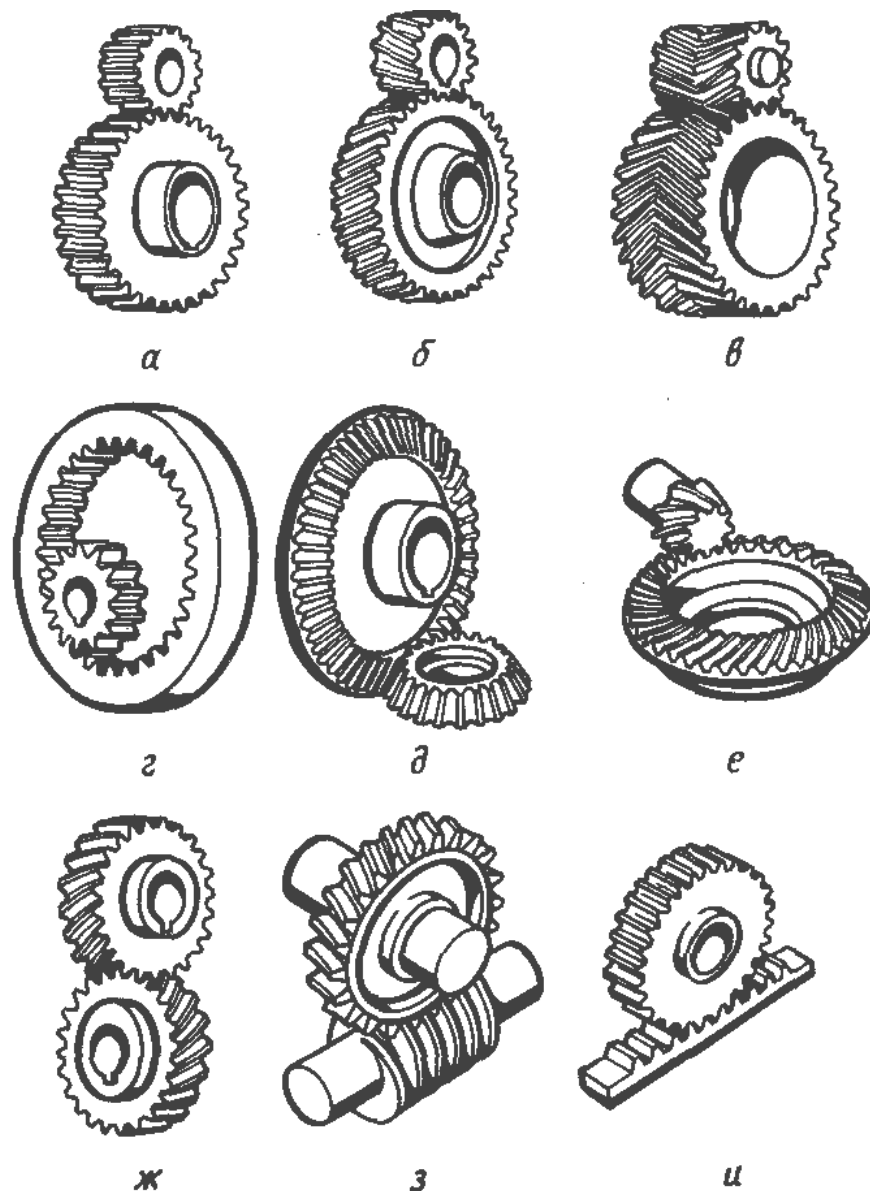


Рисунок 6.15

Зубчасте колесо містить зубчастий вінець і тіло колеса. Зубці колеса утворюють зубчастий вінець. Тіло колеса обмежується поверхнею западин зубів.

При зображенні циліндричних зубчастих коліс прийняті такі умовності:

1. Поверхня вершин і її твірну зображують суцільною основною лінією, а поверхня западин і її твірну – суцільною тонкою лінією. Ділильну окружність зображують штрихпунктирною тонкою лінією.

2. Зубці креслять тільки в осьових розрізах, зображуючи їх не розрізаними. Якщо треба показати профіль зуба, то оформляють це виносними елементом або зображують його на обмеженій ділянці деталі.

На рис. 6.16 зображені основні елементи зубчастого колеса.



Рисунок 6.16

Основні параметри зубчастого колеса:

- 1) діаметр ділильної окружності d ;
- 2) модуль m – число, яке показує, скільки міліметрів діаметра ділильного кола припадає на один зуб (кількість зубців z):

$$m = d / z.$$

Величини модуля стандартизовані (табл. 6.11).

Таблиця 6.11 – Модулі, мм (ГОСТ 9563-60)

1-й ряд	1	1,25	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20
2-й ряд	1,125	1,375	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	7	9	11	14	18	22

За допомогою параметрів, наведених в табл. 6.12, можна розрахувати величини, які характеризують зачеплення.

Таблиця 6.12 – Параметри циліндричного зубчастого колеса

Параметри зубчастого колеса	Позначення	Величина, мм
Висота голівки зуба	h_a	$h_a = m$
Висота ніжки зуба	h_f	$h_f = 1.25 m$
Висота зуба	h	$h = 2.25 m$
Діаметр ділильного кола	d	$d = m Z$
Діаметр кола виступів	d_a	$d_a = d + 2 h_a$
Діаметр кола западин	d_f	$d_f = d - 2 h_f$

Використовуючи ці співвідношення, можна обчислити значення модуля для реального циліндричного колеса:

$$m = \frac{d_a}{z + 2}.$$

У навчальних цілях здобуте значення необхідно округлити до найближчого по ГОСТ 9563-60.

Відстань між однойменними профільними поверхнями сусідніх зубців, виміряний в міліметрах по дузі ділильного кола, називають кроком зачеплення P_t . З малюнка видно, що крок дорівнює відношенню довжини ділильного кола до числа зубців:

$$P_t = \pi d / z.$$

Параметри зубчастих коліс задають на кресленнях в спеціальних таблицях (ГОСТ 2.403-75).

На рис. 6.17 показано розташування і розміри таблиці параметрів.

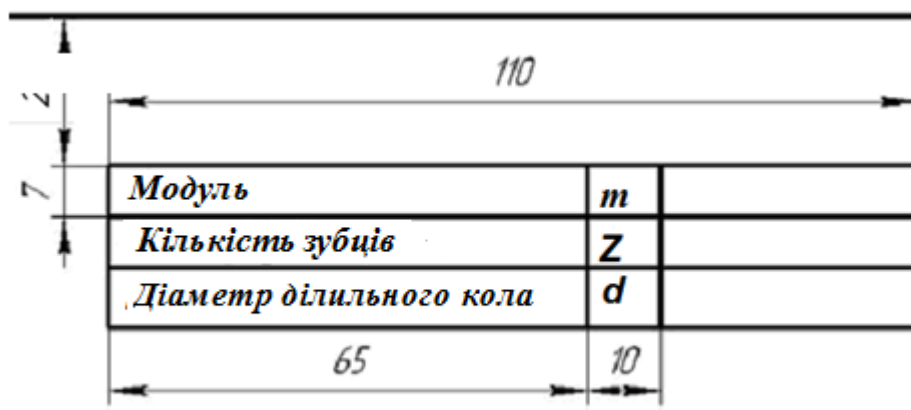


Рисунок 6.17

У разі необхідності окремі рядки з неї можна опускати. Приклад виконання креслення колеса зубчастого (для навчальних цілей) наведено на рисунку 6.18.

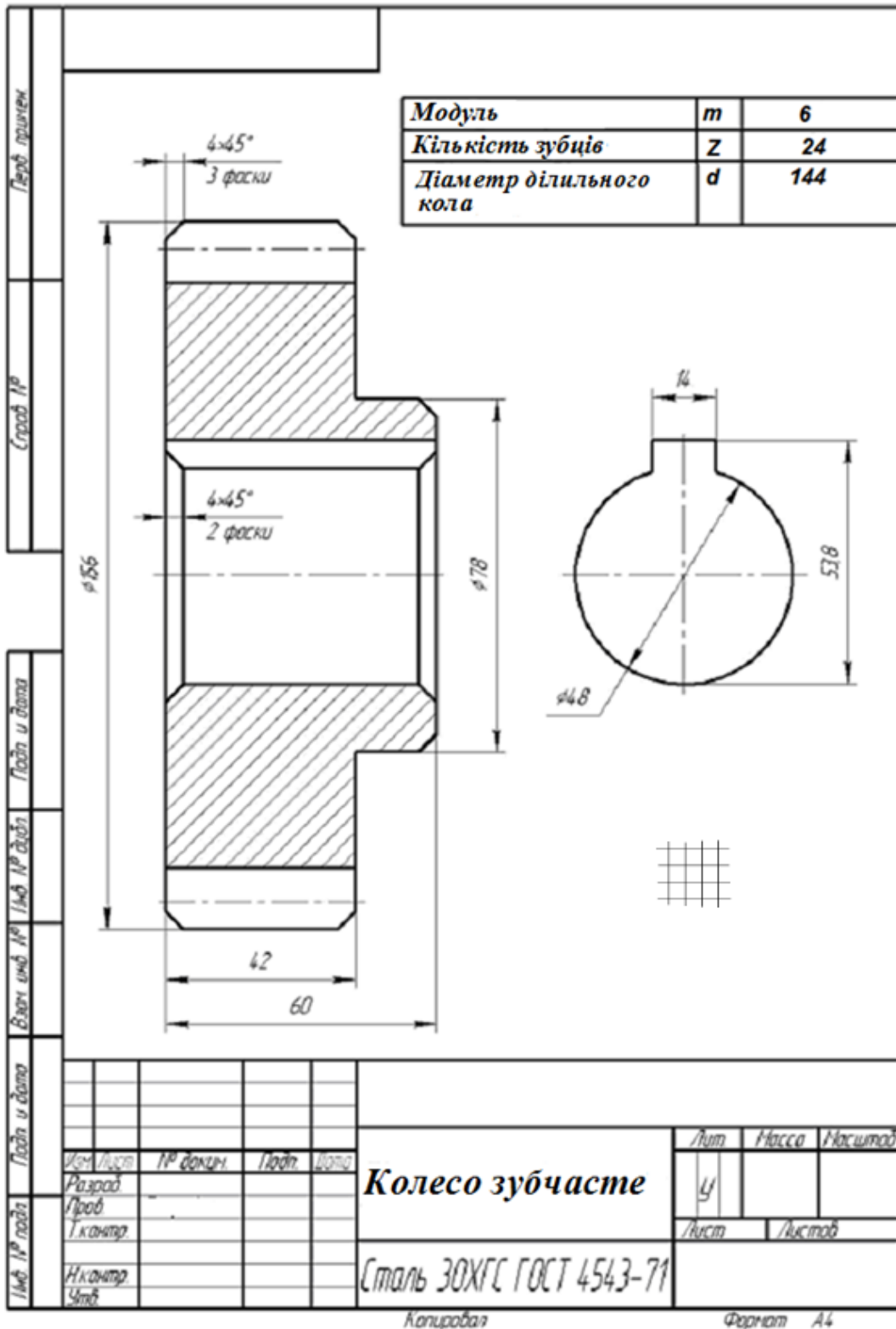


Рисунок 6.18

6.6 Ескізування деталі типу «Пружина»

Ескіз пружини виконується акуратно, безпосередньо з деталі. У навчальній практиці при ескізуванні деталей типу «пружина» студентам слід знати призначення деталі, її пристрій, вживані матеріали.

Пружини є одним з відповідальних елементів складальних одиниць. Їх призначення в створенні зусиль, які діють на деталі в складальних одиницях.

Для виготовлення пружин застосовують велику кількість різних матеріалів, основною властивістю яких є здатність запасати і повертати накопичену енергію деформації. Перелік матеріалів і їх механічних властивостей приведені в табл. 6.13.

Таблиця 6.13 – Механічні властивості матеріалів, що застосовуються для виготовлення пружин

Матеріал	Марка	Межа міцності на розтягнення σ_T , МПа	Межа міцності на кручення τ , МПа	Відносне подовження δ , %
Вуглецеві сталі	65	1000	800	9
	70	1050	850	8
	75	1100	900	7
	85	1150	1000	6
Рояльний дріт	-	2000...3000	1200...1800	2...3
Холоднокатаний пружинний дріт	Н	1000...1800	600...1000	
	П	1200...2200	700...1300	
Марганцевисті сталі	65Г	700	400	8
	55ГС	650	350	10
Хромованадієва сталь	50ХФА	1300	1100	12
Корозійностійка сталь	40Х13	1100	800	6
Крем'янисті сталі	55С2	1300	1200	5
	60С2А			
	70С3А	1800	1600	
Хромованадієва сталь Хромомарганцевисті сталі	50ХГ	1300	1100	5
	50ХГА		1200	6
Нікелькремнієва сталь	60С2Н2А	1800	1600	5
Хромокремнієванадієва сталь	60С2ХФА	1900	1700	
Вольфрамокремнієва сталь	65С2ВА			

За формою пружини поділяють на циліндричні (рис. 6.19, а, б, в), конічні (рис. 6.19, г, д), спіральні (рис. 6.19, е), пластинчасті (рис. 6.19, з), тарілчасті (рис. 6.19, ж, е).

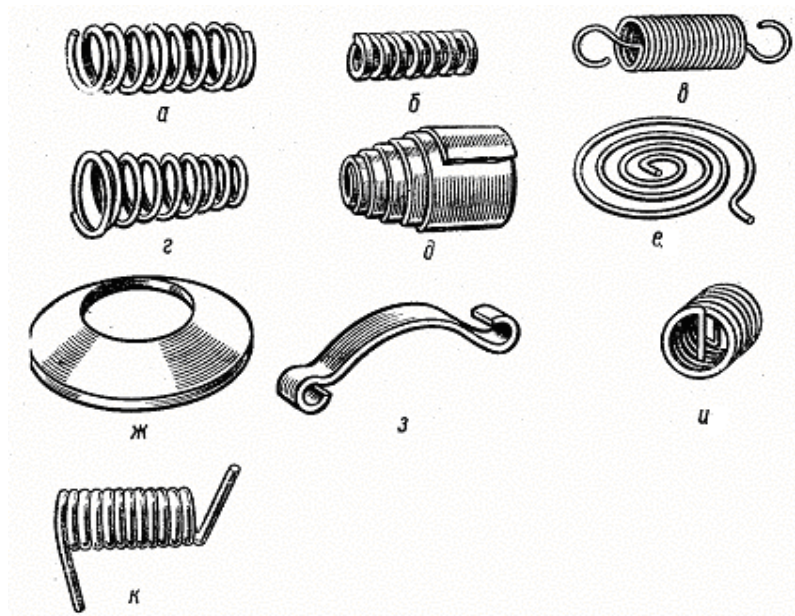


Рисунок 6.19

По виду деформації пружини бувають: стиснення (рис. 6.19, а, б, г, д, ж, е), розтягування (рис. 6.19, в), крутіння (рис. 6.19, е, и, к), вигину (рис. 6.19 з).

За формою поперечного перерізу пружини бувають круглі (рис. 6.19, а, в, г, и, к), прямокутні (рис. 6.19, д, з), квадратні (рис. 6.19, б).

У напрямку навивки пружини можуть бути з правого і лівого навивкою.

Всі види пружини зображують на кресленнях відповідно до вимог стандартів. Пружину зображують згідно ГОСТ 2.401-68.

Послідовність виконання ескізів пружини:

1. Уважно оглянути пружину, вивчити її конструкцію, призначення, технологію виготовлення.

2. Ознайомитися з правилами зображення пружин даного виду відповідно до вимог відповідних стандартів.

3. Вибрати згідно ГОСТ 2.301-68 формат креслення, накреслити на ньому рамку і основний напис.

4. Намітити тонкими суцільними лініями габаритні прямокутники для майбутніх зображень з розрахунком рівномірного використання формату. Провести осьові лінії.

5. Позначити тонкими суцільними лініями видимий контур деталі, починаючи з основних геометричних форм і зберігаючи на всіх зображеннях проекційний зв'язок і пропорцію елементів деталі.

6. Нанести виносні і розмірні лінії, стрілки, проставити необхідні знаки. Провести обмір розмірів пружини і вписати розмірні числа, причому розмірні числа записувати відразу після кожного вимірювання, не накопичуючи їх в пам'яті. Заповнити основний напис і записати технічні вимоги.

7. Уважно перевірити ескіз і виправити помилки.

У навчальній практиці прийнято зображати циліндричну пружину стиснення. Для виконання такого креслення необхідно знати, яким чином формуються опорні витки. Візуально встановити кількість опорних витків можна, знаючи правила їх формування.

На представленому на рис. 6.20 зображенні пружини стиснення показано розміщення опорних витків і перехід від опорного витка в точці a , в якій відбувається відгинання витків на кут φ щодо опорного витка.

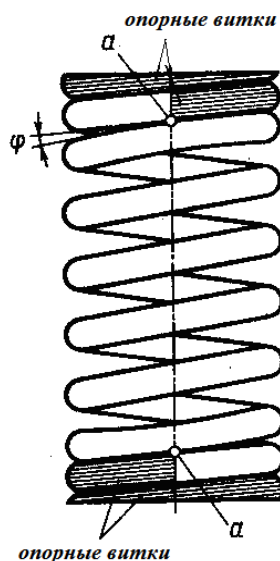


Рисунок 6.20

Крім цього, необхідно знати, що при виготовленні пружини виробляється підготовка кінця пружини шляхом зішлифовування частини її поверхні. На рис. 6.21 показано, що контактна поверхня опорного витка складає $3/4$ повної довжини витка. У навчальних завданнях прийнято для розрахунків приймати довжину опорного витка дорівнює $0,75$ повної довжини витка. При реальних інженерних розрахунках кількість опорних витків, а відповідно їх довжина, можуть відрізнятися від прийнятих в навчальному завданні (ГОСТ 2.401-68).

Згідно ГОСТ 2.401-68 при зображенні пружин дотримуються такі умовності і спрощення:

1. Витки пружини на вигляді і в розрізі зображують прямими лініями.
2. Для пружин, які мають понад чотири витки, креслять по одному – два витка з кожного боку, беручи до уваги опорні. Решту витків умовно замінюють осьовими лініями центрів перетинів витків (рис. 6.22, а, б).

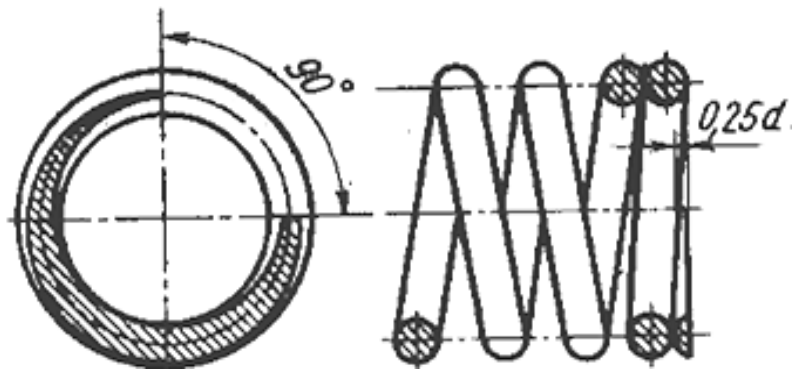


Рисунок 6.21

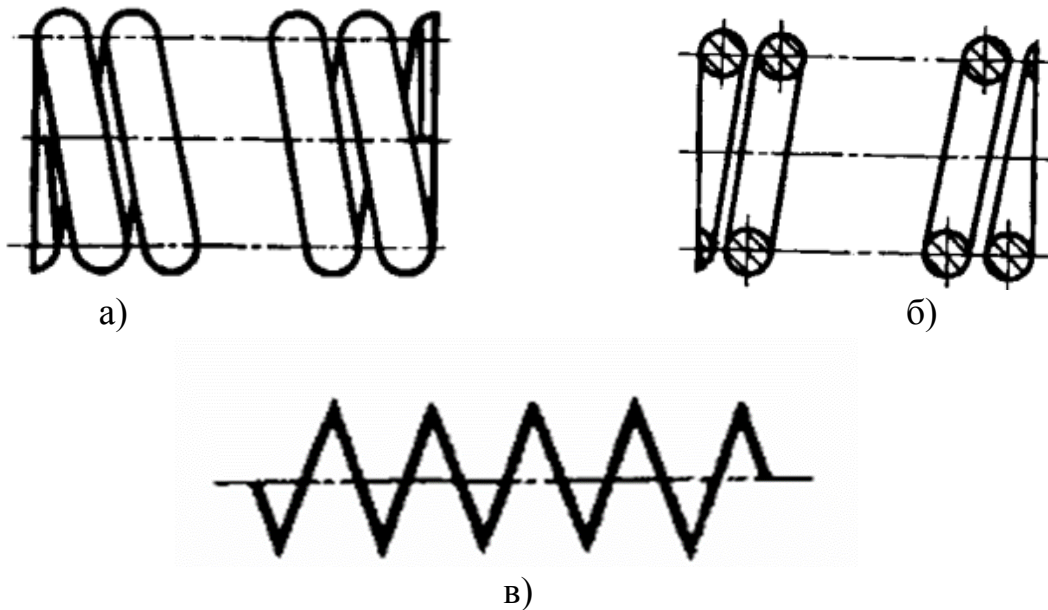


Рисунок 6.22

1. Якщо товщина витків (на зображенні) становить 2 мм і менше, то пружини зображують умовно (ГОСТ 2.401-68) (рис. 6.22, в).

При виконанні ескізів пружин дотримуються правил:

1. Зображення пружини на головному вигляді розміщують горизонтально.

2. Зображення пружини на кресленні завжди з правим напрямком навивки. Напрямок навивки відзначають в технічних вимогах.

3. Технічні вимоги повинні містити дані про довжину розгорнутої пружини; число робочих витків n ; повне число витків n_1 ; напрямок навивки; довжину пружини у вільному стані (розмір для довідок).

При зображенні на робочих кресленнях і на ескізах прийнято показувати пружину в вільному від навантаження стані.

Повне число витків пружини стиснення:

$$n_1 = n + 1,5.$$

Довжина розгорнутої пружини стиснення (заготовки) приблизно можна розрахувати за формулою:

$$L = 2\pi D n_1,$$

де D – зовнішній діаметр пружини;

$\pi = 3,14$;

n_1 – повне число витків

Приклад виконання навчального креслення пружини стиснення наведено на рис. 6.23.

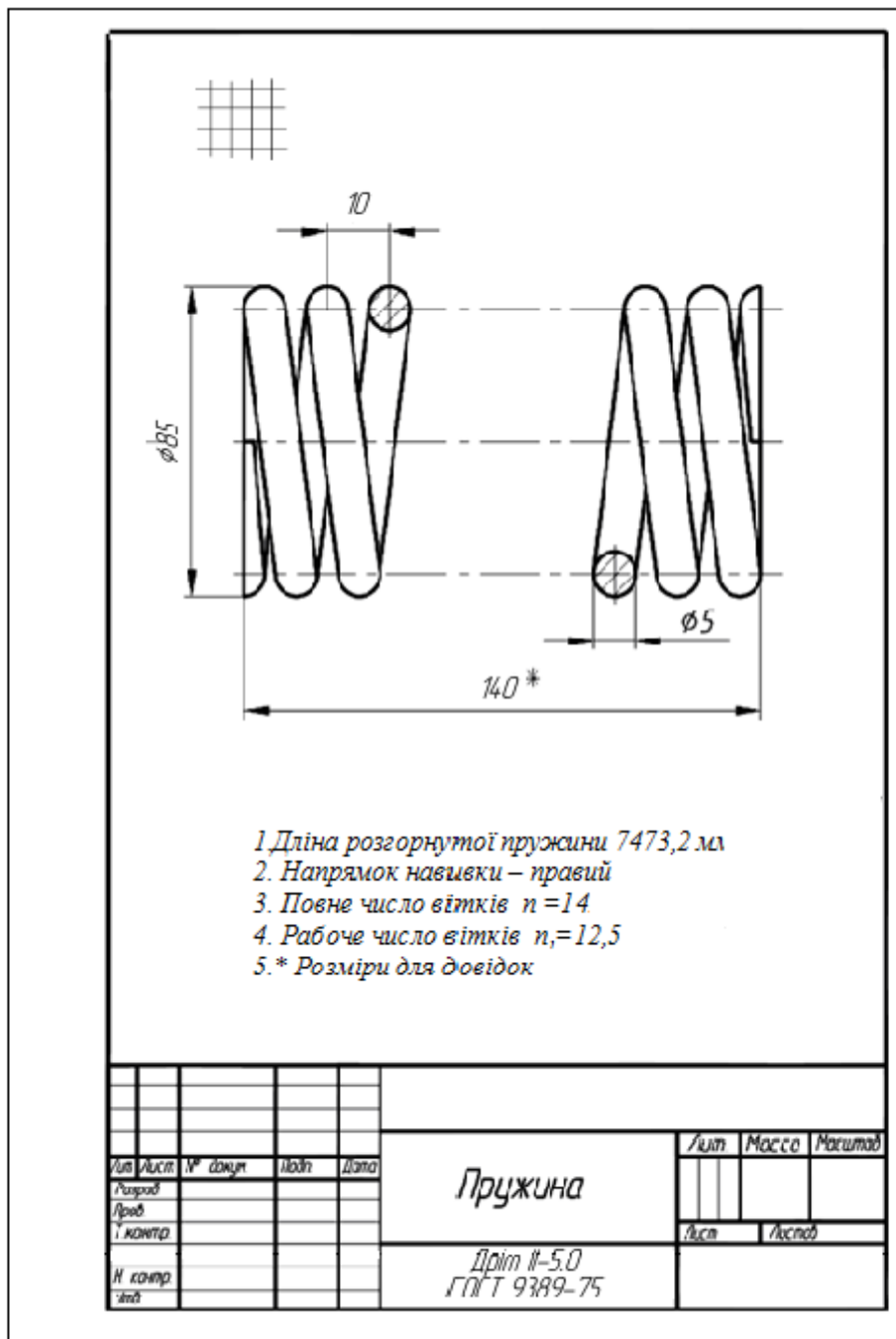


Рисунок 6.23

6.7 Відомості про матеріали та їх позначення

Матеріали, які використовуються в машинобудуванні, поділяються на дві основні групи: металеві та неметалеві. Серед металевих матеріалів найбільш поширені сталь, чавун, бронза, латунь, алюмінієві сплави, з неметалевих – пластмаси, гума, картон. Від правильного вибору матеріалу для складових частин механізму залежить його якість, надійність, вартість, термін працездатності. Крім цього, розвиток нових сучасних технологій вимагає створення все нових і нових видів матеріалів, які задовольняють певні умови щодо міцності, в'язкості, тепло-, жаро-, холодо-, морозо-, корозійної стійкості та інші.

Отже, конструктор повинен враховувати умови, в яких працює пристрій: холодний клімат чи тропічний; в вакуумі чи при високому (надвисокому) тиску; в агресивному середовищі. Далі наводяться короткі відомості про матеріали та їх позначення. Необхідність правильного запису умовних позначень матеріалів з посиланням на відповідні стандарти, є обов'язковою при виконанні креслень.

Сталь поділяється на чотири групи: звичайна, якісна, інструментальна та легована.

Сталь вуглецева звичайної якості (ДСТУ 2651:2005)

Область застосування: кухуни, баки, шайби, кришки, прокладки, щітки, резервуари низького тиску, труби (водяні, парові, газові), анкери в парових котлах, болти, шпильки, заклепки, барабани парових котлів, ланцюги зварні і пластинчасті, кулачки, зубчасті колеса, шплінти, ключі плоскі, болти відкидні, гайки, встановлювальні гвинти, вушка, петлі, двотаврові балки, швелери, кутики, таври, валики, осі, стяжки, рукоятки, тяги, стріли кранові, осі передач, осі приводів механізмів, муфти кулачкові та фрикційні, шпонки.

Сталь вуглецеву звичайну виготовляють семи марок: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 (чим вище число, тим сталь більш тверда, але разом з тим і більш крихка).

Сталі марки Ст. 0, Ст. 1, Ст. 2 використовують для виготовлення корпусів, труб, будівельних конструкцій; зі сталі Ст. 3, Ст. 4 виготовляють кріпильні вироби (болти, гайки, шпильки тощо), а зі сталі Ст. 5, Ст. 6 – вали, шестерні, шпонки.

Приклад умовного позначення:

Ст. 3 ДСТУ 2651 – 94; Ст. 5 ДСТУ 2651:2005

Сталь вуглецева якісна конструкційна (ДСТУ 7809:2015)

Область застосування: зубчасті колеса, болти, гайки, гвинти, заклепки, кулачки, шпонки, втулки, пальці, осі, валики, ролики, упори, поршні, вали, тяги, шатуни, штоки, маточини, муфти, фланці, колінчасті та карданні вали, шліцьові вали, фіксатори, пружини.

Марки сталі: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 60Г, 65Г, 70Г. В марці сталі двозначні цифри означають середній вміст вуглецю в сотих частках процента, буква «Г» вказує наявність марганцю.

Сталь 10, 15, 20, 25, використовується для виготовлення кріпильних виробів, які витримують підвищене навантаження. Із сталі марок 45...60 виготовляють такі деталі, як колінчасті вали, поршні, шестерні, шатуни. Сталі марок 60, 65 Г, 70 необхідні для виготовлення пружин, ресор та інших деталей, які мають високу пружність.

Приклад умовного позначення:

Сталь 45 ГОСТ 1050 – 88; Сталь 65Г ДСТУ 7809:2015

Сталь легована конструкційна (ДСТУ 7806:2015)

Область застосування: поршневі пальці, валики, зубчаті колеса, конічні зубчаті колеса, колінчасті вали, кулачкові муфти, втулки, плунжери, напрямні ланки, копіри, валики коробок швидкостей, осі, зубчасті колеса диференціалів, шатуни, катки, болти, шпильки, гайки, зубчасті колеса коробок швидкостей, ресори черв'ячні та шліцьові вали, проміжні осі, шпинделі, опорні кільця, штоки, конічні вали, кулачкові муфти, черв'яки.

Марки сталі: 10 Г2, 12 Х2Н4А, 12 ХН2, 12 ХН3А, 15 Х, 15 ХА, 15 ХР, 15 ХФ, 20 Х, 20 ХН, 20 ХФ, 30 Х, 30 ХГСА, 30 ХГТ, 30 ХМ, 30 ХМА, 33 ХС, 35 Г2, 35 Х, 35 ХРА, 38 ХА, 38 ХС, 40 ГД, 40 Х, 40 ХГ, 40 ХН, 40 ХН2МА, 40 ХС, 40 ХФА, 45 Г2, 45 Х, 45 ХН, 50 Г2, 50 Х, 50 ХН.

Леговані сталі відрізняються високою міцністю, витривалістю, жаростійкістю, тому використовуються для виготовлення найбільш відповідальних деталей автомобільних, авіаційних двигунів та подібних механізмів (зубчастих коліс, шатунів, валів, клапанів тощо).

Приклад умовного позначення:

Сталь 45 Х ДСТУ 7806:2015

Чавуни

Із чавуну отримують литі деталі, які потім піддають необхідній механічній обробці. Чавуни поділяють на сірий та ковкий.

Сірий чавун (ГОСТ 1412-85)

Область застосування: кришки, патрубки, станини, кронштейни, корпуси, підшипники, блоки, барабани, диски коліс, стояки, підставки, вентилі, насоси, зубчасті та черв'ячні колеса, втулки, ролики, муфти, кришки, кожухи, гальмівні шківни, тормозні колодки, картери, гільзи, вихлопні труби для авіаційних двигунів, поршневі кільця, кожухи корпусу, золотники, кулачки, циліндри, катки, зірочки для зварних ланцюгів, корпуси насосів, корпуси гідроприводів.

Марки чавуну: СЧ 10, СЧ 15, СЧ 18, СЧ 20, СЧ 25, СЧ 30, СЧ 35, ...

Чим більше число, тим твердіший і міцніший чавун. Так, чавун марок 10 та 15 використовують для деталей, які витримують невеликі навантаження (кришки, кожухи, корпуси підшипників тощо); марок 20...35 – для станин металорізальних станків, зубчастих коліс тощо). Для відповідальних деталей складної конфігурації (колінчасті вали, корпуси насосів, поршневі кільця тощо) застосовують чавун марок 35...100.

Приклад умовного позначення:

СЧ 15 ГОСТ 1412-85

Ковкий чавун (ГОСТ 1215-79)

Область застосування: кулачки, хомути, деталі муфт, шківи, колодки, тормозні рукоятки, пластинчаті ланцюги, гайки, фітинги, упори, укосини.

Марки чавуну: КЧ 30-16, КЧ 33-8, КЧ 35-10, КЧ 37-12, КЧ 45-7, КЧ 50-5, КЧ 55-4, КЧ 60-3, КЧ 65-3, КЧ 70-2, КЧ 80-1,5.

Використовують ковкий чавун для виробів, які працюють в умовах динамічних навантажень (муфти, шківи, гальмівні колодки тощо).

Приклад умовного позначення:

КЧ 37-12 – Ф ГОСТ 1215-79, КЧ 60 – 3 – П ГОСТ 1215-79

Латунь (ГОСТ 1020-97, ДСТУ 3473-96)

Область застосування: радіаторні трубки, конденсаторні труби, листи, стрічки, трубки, проволока, прутки, литі підшипники, втулки, корозійностійкі деталі, які працюють в морській воді.

Марки латуні: Л 60, Л 3, Л 68, Л 90, Л 96, ЛА 77-2, ЛК 2, ЛК 80-3, ЛН 65-5, ЛО 62-1, ЛО 70-1, ЛС 59-1.

Приклад умовного позначення:

ЛК 2 ГОСТ 1020-97; ЛА 77-2 ДСТУ 3473-96

Бронзи звичайні (ГОСТ 18175-78)

Область застосування: стрічки, прутки, втулки та вкладиші підшипників, упорні кільця, труби, зубчасті колеса, черв'яки, проволока, великі фасонні виливки.

Марки бронзи: БрА5; БрА7; БрЖ9-4; БрАЖМц10-3-1,5; БрАЖН10-4-4; БрАМц9-2; БрКМц3-1; БрКн1-3; БрМц5.

Приклад умовного позначення:

БрА5 ГОСТ 18175-78

Бронзи олов'яні (ДСТУ ГОСТ 5017:2007)

Марки бронзи: БрОФ6,5-015, БрОЦ4-3, БрОЦС4-4-2,5, БрОФ7-0,2.

Приклад умовного позначення:

БрОФ6 ДСТУ ГОСТ 5017:2007

Алюмінієві сплави (ГОСТ 4784-97, ДСТУ 2839-94)

Область застосування: виливки деталей різних форм, ковані та штамповані деталі різних форм, штамповані деталі.

Марки сплавів: АДЮ, АД1, АК6, АК8, АМг2, АМг3, АМг4, АМг5, АМг6, Амц, Б95оч, Б95пч, Б96Ц1, Д1, Д16, Д18, Д19.

Приклад умовного позначення:

АЛ 3 ДСТУ 2839-94, АК6 ГОСТ 4784-74; АЛ12 ДСТУ 2839-94

Картон азбестовий (ГОСТ 2850-80)

Товщина: 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 5; 6; 8; 10 (мм).

Область застосування: ущільнювальні кільця, прокладки.

Приклад умовного позначення:

Картон азбестовий КАОН-1-3 ГОСТ 2850-80.

Картон прокладний (ГОСТ 9347-74)

Область застосування: використовується для прокладок в вузлах та агрегатах.

Товщина: 0,3; 0,5; 0,8; 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2; 2,25; 2,5 (мм).

Приклад умовного позначення:

Картон А-1 ГОСТ 9347-74

Шкіра технічна (ГОСТ 20836-75)

Область застосування: манжети, прокладки, кільця, клапани, сальникова набивка, пластини, мембрани газоушільнювальні, приводні ремені.

Товщина: 0,5...5 (мм).

Приклад умовного позначення:

Шкіра 3 ГОСТ 20836-75

Склотекстоліт конструкційний (ГОСТ 10292-74)

Область застосування: фланці, криши, вкладиші, підшипники, втулки, гальмівні колодки.

Товщина: 0,5; 0,8; 1; 1,2; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 17; 20; 25; 30; 35 (мм).

Приклад умовного позначення:

Склотекстоліт КАСТ-08 ГОСТ 10292-74

Пластини гумові та гумотканинні (ГОСТ 7338-90)

Область застосування: прокладки, клапани, ущільнювачі.

Товщина: 0,5; 1; 1,5; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 12; 14; 18; 20...60 (мм).

Приклад умовного позначення:

Пластина 1; лист, ТМКЩ – С = 3 x 25 x 500 = 9.9, ГОСТ 7338-90

Пресовані матеріали (ГОСТ 5689-79)

Пластмасові вироби, які найширше використовують в машинобудуванні, бувають різних кольорів.

Приклади умовних позначень відповідно коричневого та чорного; білого, червоного, блакитного пресованих матеріалів:

К-17-2 ГОСТ 5689-79 та К-18-2 ГОСТ 5689-79; К-17-2 ЦО ГОСТ 5689-79

7 ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕННЯ ЗАГАЛЬНОГО ВИГЛЯДУ

Графічний документ, що визначає конструкцію виробу, взаємодію його основних складових частин і пояснює принцип роботи виробу, називається кресленням загального вигляду. Креслення загального вигляду розробляється на перших стадіях проектування, т. е. на стадії технічної пропозиції, ескізного і технічного проектів.

Креслення загального виду включає в себе: зображення, види, розрізи, перерізи виробу, написи і текстову частину, необхідні для розуміння конструктивного пристрою виробу, взаємодії його складових частин і принципу роботи виробу; найменування і позначення складових частин виробу, для яких пояснюється принцип роботи, наводяться технічні характеристики, матеріали, кількість, і для тих складових частин виробу, за допомогою яких описується принцип дії виробу, пояснюються зображення загального вигляду і складу виробу; необхідні розміри; схему виробу і технічні характеристики.

Креслення загального вигляду виконується з дотриманням вимог ДСТУ 3321-96. Складові частини зображуються спрощено. Їх можна зображувати на одному аркуші з загальним видом або на окремих наступних аркушах.

Найменування і позначення складових частин виробу можуть бути вказані одним із таких способів:

- на полицях ліній-виносок, проведених від деталей на кресленні загального виду;
- в таблиці, розміщеної на кресленні загального виду;
- в таблиці, виконаної на окремих аркушах формату А4, в якості наступних аркушів креслення загального вигляду.

При наявності таблиці порядковий номер складових частин виробу вказується на полицях ліній-виносок відповідно до цієї таблиці.

Таблицю розміщують над основним написом креслення.

Текстову частину у вигляді технічних вимог і технічної характеристики розміщують обов'язково на першому аркуші у вигляді колонки шириною не більше 185 мм. При необхідності текст розміщують в одну, дві і більше колонок. При цьому друга і остання колонки розташовуються зліва від основного напису. Між текстовою частиною і таблицею складових частин (або основним написом) не можна розміщувати зображення або інші таблиці. На кресленні загального вигляду проставляють габаритні, приєднувальні, установчі та необхідні конструктивні розміри. Необхідні таблиці, в тому числі і технічні характеристики, оформлені у вигляді таблиці, розміщують на вільному полі креслення загального вигляду праворуч від зображень або нижче їх. Якщо таблиць декілька і на них є посилання в технічних вимогах, то таблиці підписують по типу: «Таблиця 1». Всі таблиці заповнюються зверху вниз.

8 ВИКОНАННЯ СКЛАДАЛЬНОГО КРЕСЛЕННЯ

8.1 Загальні вимоги до складального креслення

Графічний документ, що містить зображення складальної одиниці та інші дані, необхідні для її складання (виготовлення) та контролю, називається складальним кресленням.

Складальне креслення виконується на стадії розробки робочої документації на підставі креслення загального вигляду виробу. На підставі ГОСТ 2.109-73 складальне креслення повинно містити:

- зображення складальної одиниці, що дають уявлення про розташування і взаємозв'язок складових частин, що з'єднуються за даним кресленням і забезпечують можливість здійснення збирання і контролю складальної одиниці;

- розміри та інші параметри і вимоги, які повинні бути виконані і проконтрольовані за даним кресленням;

- вказівки про характер сполучення роз'ємних частин виробу, а також вказівки про спосіб з'єднання нероз'ємних з'єднань, наприклад зварних, паяних і ін.;

- номер позицій складових частин, що входять у виріб;

- основні характеристики виробу;

- розміри габаритні, установчі, приєднувальні, а також необхідні довідкові розміри.

Кількість зображень на складальному кресленні залежить від складності конструкцій виробу. Навчальне складальне креслення виконується зазвичай в двох або трьох основних зображеннях із застосуванням розрізів. Рекомендується з'єднання половини вигляду з половиною розрізу при наявності симетрії виду і розрізу виробу.

Розрізи і перерізи на складальних кресленнях призначені для виявлення внутрішнього устрою складальної одиниці і взаємозв'язку деталей, що входять до неї.

Розріз на складальному кресленні являє собою сукупність розрізів окремих частин, що входять в складальну одиницю. Штрихування однієї і тієї ж деталі в розрізах на різних зображеннях виконують в одну і ту ж сторону, витримуючи однакову відстань (крок) між лініями штрихування. Штрихування суміжних деталей з одного матеріалу урізноманітнюють зміною напрямку штрихування, зрушенням штрихів або зміною кроку штрихування (рис. 8.1). Зварні, паяні або клеєні вироби з одного матеріалу, що знаходяться в зборі з іншими виробами, в розрізах і перетинах штрихують як монолітне тіло, показуючи межу між деталями зварного виробу суцільними основними лініями (рис. 8.2). Кульки в розрізах і перерізах завжди показують нерозсіченими. Гвинти, болти, шпильки, штифти, шпонки, шайби, гайки і інші стандартні кріпильні вироби при поздовжньому розрізі показують не-

розсіченими. Непустотілі вали, шпинделі, рукоятки, шатуни і т. п. при поздовжньому розрізі також зображують нерозсіченими (рис. 8.3).

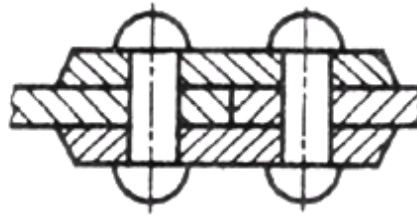


Рисунок 8.1

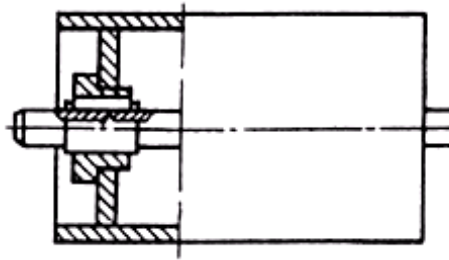


Рисунок 8.2

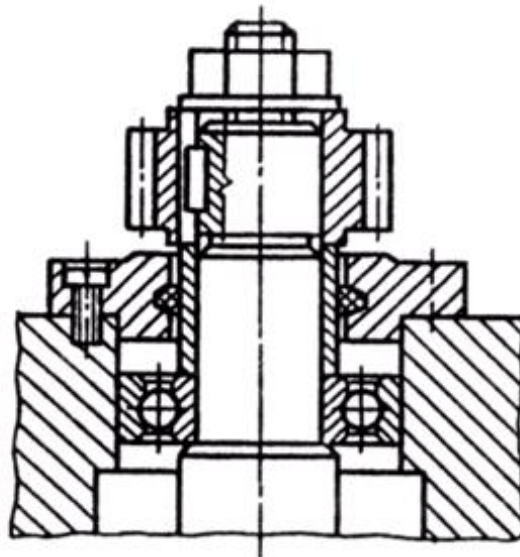


Рисунок 8.3

На складальних кресленнях допускається не показувати фаски, округлення, проточки, поглиблення, виступи, рифлення, обплетення і інші дрібні елементи. Допускається не зображати зазори між стрижнем і отвором. Якщо необхідно показати складові частини виробу, закриті кришкою, кожухом, щитом і т. п., то виробу, що закривають, можна не зображати, а над зображенням виконати напис по типу «Кришку поз. 5 не відображено».

Вироби з гвинтової пружини, зображеної лише перетином витків, зображують лише до зони, що умовно закриває ці вироби і визначається осьовими лініями перетину витків (рис. 8.4).

При виконанні складальних креслень дотримуються умовностей і спрощень, що встановлюються стандартами на правила виконання креслень різних виробів.

На складальному кресленні допускається зображувати частини виробу, які переміщуються, в крайньому або проміжному положенні з відповідними розрізами, використовуючи тонкі штрихпунктирні лінії з двома точками (рис. 8.5). Для зображення сусідніх виробів – «обстановки» – використовують тонкі суцільні лінії (рис. 8.6).

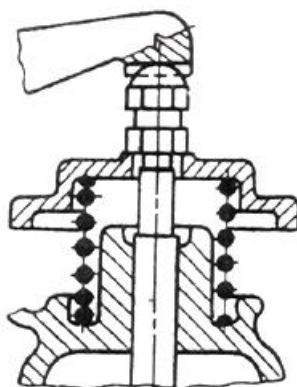


Рисунок 8.4

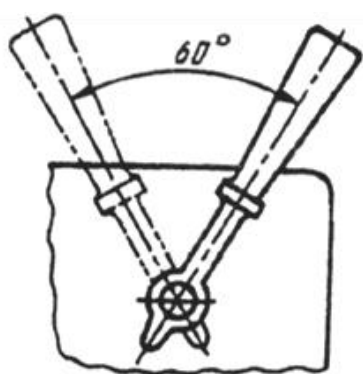


Рисунок 8.5

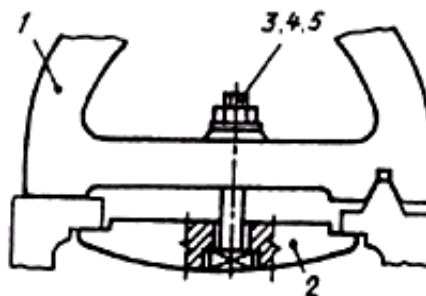


Рисунок 8.6

На складальних кресленнях наносять наступні розміри:

1. Габаритні розміри, що характеризують три виміри виробу. Якщо один з розмірів є змінним внаслідок переміщення рухомих частин виробу, то на кресленні вказують розміри при крайніх положеннях рухомих частин (рис. 8.7).

2. Монтажні розміри, що вказують на взаємозв'язок деталей в складальній одиниці, наприклад відстань між осями валів, монтажні зазори і т. п.

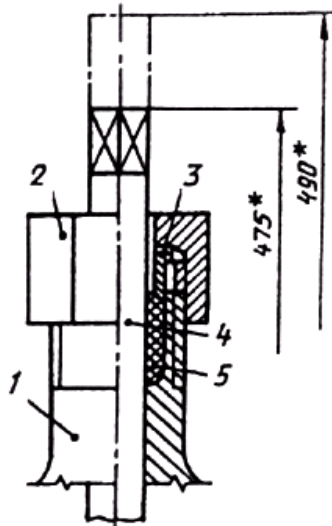


Рисунок 8.7

3. Установчі розміри, що визначають величини елементів, на яких виріб встановлюється на місці монтажу або приєднується до іншого виробу, наприклад розміри кіл і діаметри отворів під болти, відстань між осями фундаментних болтів і т. п.

4. Експлуатаційні розміри, що визначають розрахункову, конструктивну характеристику виробу, наприклад, діаметри прохідних отворів, розміри різьби на приєднувальних елементах і т. п.

5. На складальних кресленнях також вказують розміри отворів під кріпильні вироби, якщо ці отвори виконуються в процесі складання.

Всі інші частини складальної одиниці нумеруються відповідно до номерами позицій, вказаних в специфікації цієї складальної одиниці.

Номери позицій вказують на полицях ліній-виносок, проведених від точок на зображеннях складових частин складальної одиниці, які проектується як видимі на основних видах або замінюючих їх розрізах. Номери позицій розташовують паралельно основному напису креслення поза контуром зображення і групують їх у колонку або рядок по можливості на одній лінії (рис. 8.7, 8.8, а). Допускається робити спільну лінію-виноску з вертикальним розташуванням позицій (рис. 8.8, б). Як правило, номер позиції наносять на креслення один раз. Розмір шрифту номерів позицій повинен бути на 1-2 розміри більше, ніж розмір шрифту розмірних чисел на цьому кресленні.

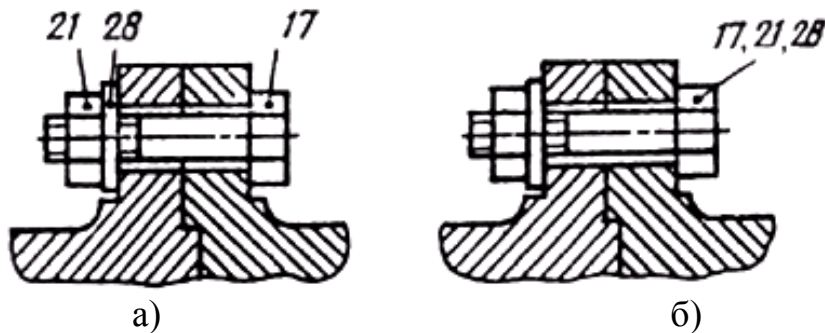


Рисунок 8.8

У процесі складання виробу виконуються деякі технологічні, так звані пригоночні, операції. Їх виконують спільною обробкою деталей, що з'єднуються або підгонкою однієї деталі до іншої за місцем її установки. У цих випадках на складальних кресленнях роблять текстові записи.

Багато виробів мають типові складові частини. До них відносяться, наприклад, сальникові ущільнення (рис. 8.10). Їх м'яка набивка забезпечує герметичність отворів, через які проходять рухомі частини виробу. Як набивання використовується прядивне або лляне волокно (рис. 8.10, а, б) або набір кілець з азбесту, шкіри, гуми (рис. 8.10, в). Підтискування набивання здійснюється накидною гайкою (рис. 8.10, а), різьбовою втулкою (рис. 8.10, б) або сальниковою кришкою (рис. 8.10, в). Ці деталі на складальних кресленнях зображують в піднятому положенні.

Клапани мають типові кріплення на штоках або шпинделях. Кріплення можуть здійснюватися або обтискуванням клапана (рис. 8.11, а), або дротяною скобою (рис. 8.11 б), або кільцем з дроту (рис. 8.11, в). Головка шпинделя може кріпитися в прорізи клапана (рис. 8.11, г).

Підшипники кочення відносяться до стандартних виробів. Їх можна зображати на складальних кресленнях спрощено (рис. 8.12, а) без вказівки типу по ГОСТ 2.420-69 або, із зображенням кілець і кульок або роликів (рис. 8.12, б).

Приклад виконання складального креслення наведено на рис.8.13.

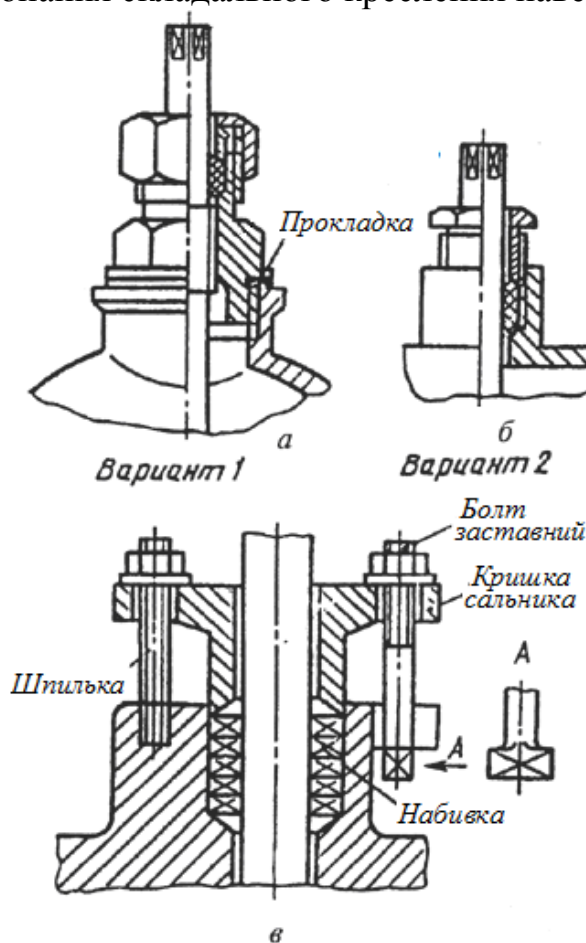


Рисунок 8.10

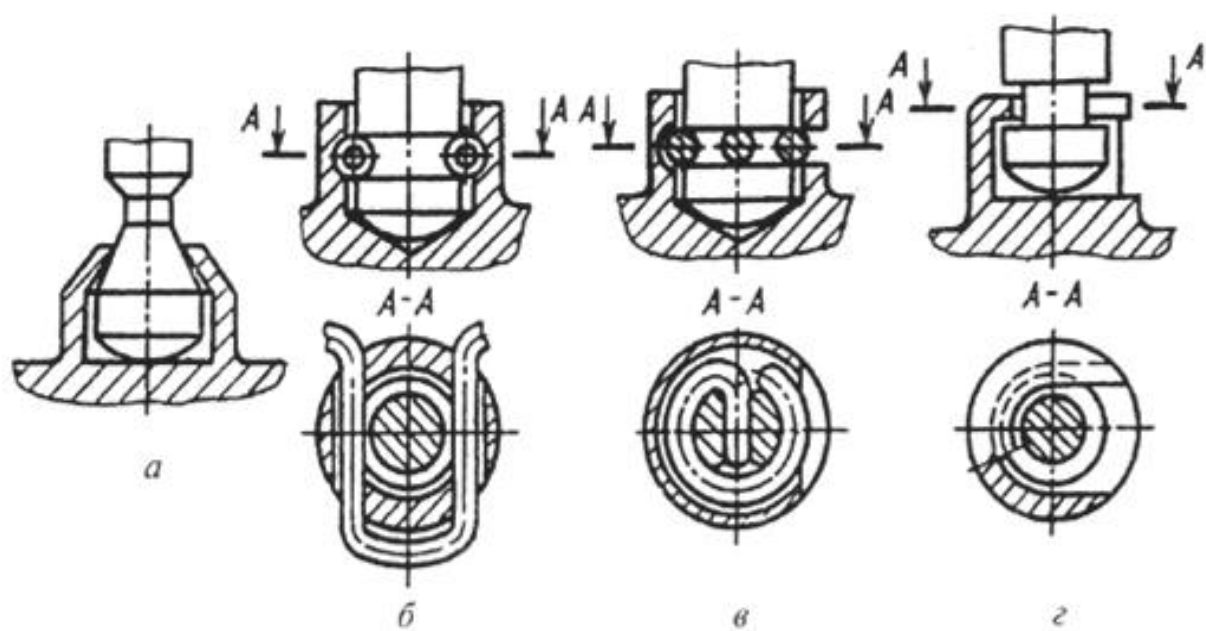


Рисунок 8.11

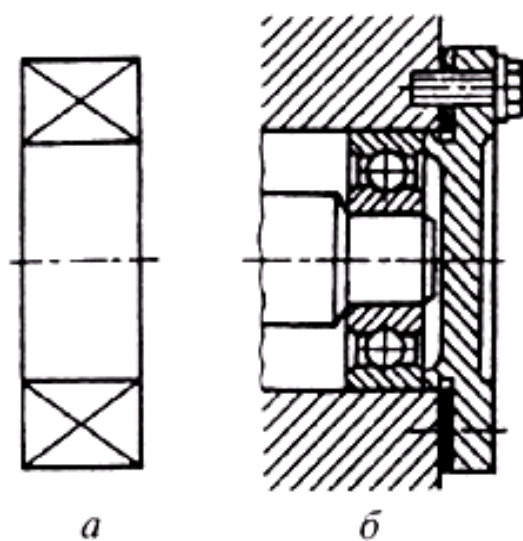


Рисунок 8.12

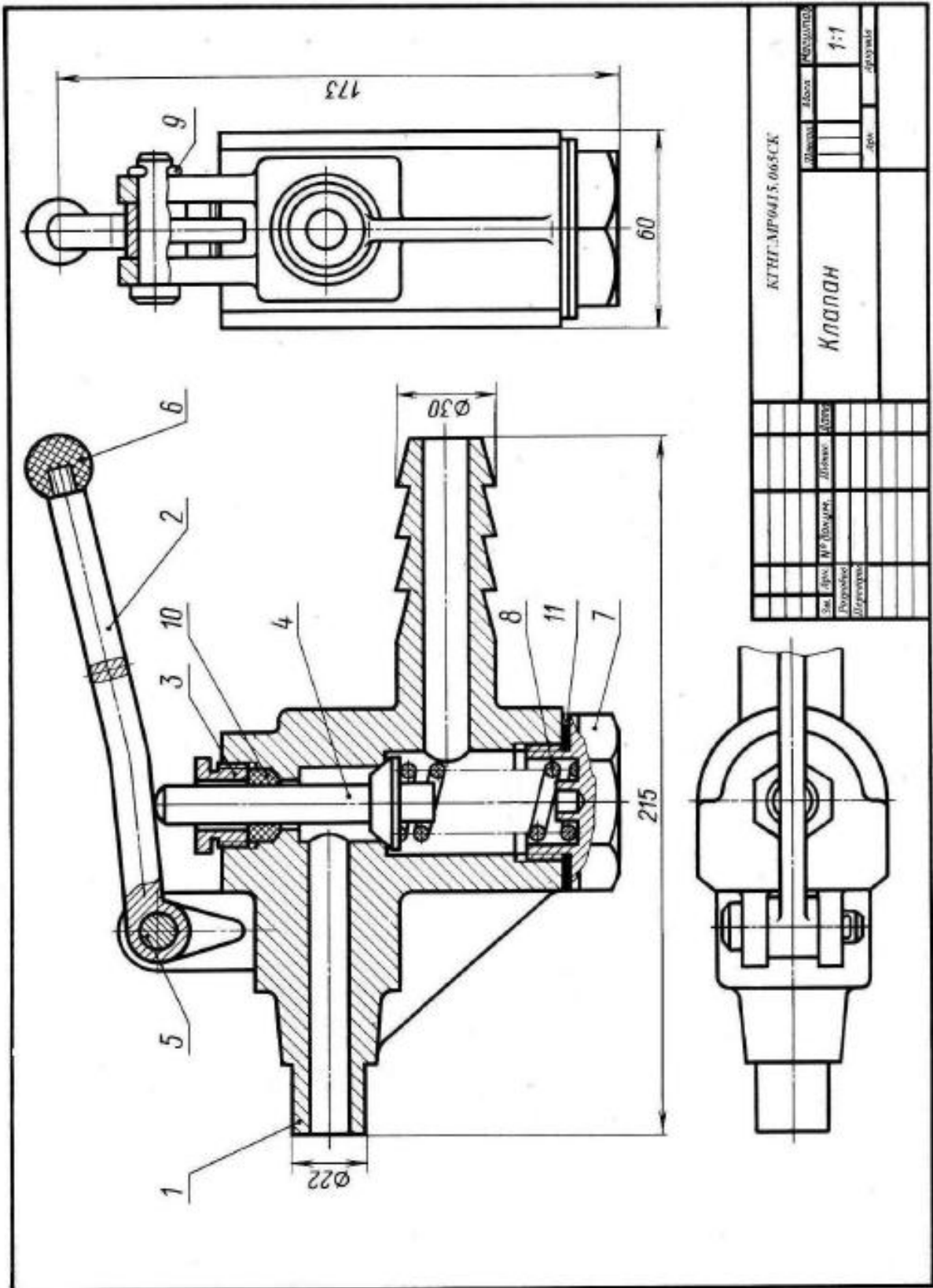


Рисунок 8.13

8.2 Виконання специфікації до складального креслення

Графічний конструкторський документ, що визначає склад складальної одиниці, комплексу або комплекту, називається специфікацією. Специфікація складається в табличній формі на окремих аркушах формату А4 (297×210) на кожну складальну одиницю. Основний напис виконується розміром 40×185 відповідно до ДСТУ ГОСТ 2.104:2006.

Форма і порядок виконання специфікації визначається ГОСТ 2.106-96. Заповнюють специфікацію зверху вниз. Розділи специфікації розташовуються в такій послідовності: документація, комплекси, складальні одиниці, деталі, стандартні вироби, інші вироби, матеріали, комплекти. Наявність тих чи інших розділів визначається складом виробу, на який складають специфікацію. Найменування кожного розділу вказують у вигляді заголовка в графі «Найменування» і підкреслюють суцільною тонкою лінією. Після кожного розділу залишають кілька вільних рядків для додаткових записів.

Графи специфікації заповнюється наступним чином:

1. У графі «Формат» вказують формати документів, позначення яких записані в графі "Позначення". У розділах «Стандартні вироби», «Інші вироби» та «Матеріали» ця графа не заповнюється. Для деталей, на які не випущені креслення, в цій графі пишуть «БК» (без креслення).

2. У графі «Зона» вказують позначення зони відповідно до ДСТУ ГОСТ 2.104:2006. На навчальних кресленнях ця графа не заповнюється.

3. У графі «Поз.» Вказують порядковий номер складових частин, що входять у виріб. У розділах «Документація» і «Комплекти» ця графа не заповнюється.

4. У графі «Позначення» записується позначення документа на виріб (складальну одиницю, деталь) відповідно до ГОСТ 2.201-80. У розділах «Стандартні вироби», «Інші вироби» і «Матеріали» ця графа не заповнюється.

5. У графі «Найменування» вказують:

- у розділі «Документація» – лише назву документа;
- у розділах «Комплекти», «Складальні вироби», «Деталі», «Комплекси» – найменування виробів за основним написом на конструкторських документах цих деталей, наприклад «Колесо зубчасте», «Палець» т. і.;
- у розділі «Стандартні вироби» — найменування і позначення виробів відповідно до стандартів на цей виріб, наприклад «Болт М 12×70 ГОСТ 7805-70».

В межах кожної категорії стандартів на стандартні вироби запис роблять по однойменних групах, в межах кожної групи – в алфавітному порядку зростання позначень стандарту, в порядку зростання розмірів або основних параметрів виробу. Наприклад: групу кріпильних виробів потрі-

бно записувати в такій послідовності: болти, гвинти, гайки, шайби, шпильки і т. д.; в розділі «Матеріали» – позначення матеріалів, встановлених в стандартах і технічних умови на ці матеріали.

6. У графі «Кіл.» вказують кількість складових частин в одному виробі, що специфікується, а в розділі «Матеріали» – загальна кількість матеріалів на один виріб з вказівкою одиниці виміру.

7. У графі «Примітки» вказують додаткові відомості для виробництва, а також для виробів, документів, матеріалів, внесених до специфікації.

Приклад виконання специфікації до складального креслення наведено на рис.8.14.

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка	
				<u>Документація</u>			
		А3	КГНГ.МР0415.065СК	Складальне креслення	1		
				<u>Деталі</u>			
		А3	1 КГНГ.МР0415.651	Корпус	1		
		А4	2 КГНГ.МР0415.652	Рукоятка	1		
		А4	3 КГНГ.МР0415.653	Гайка накидна	1		
		А4	4 КГНГ.МР0415.654	Клапан	1		
		А4	5 КГНГ.МР0415.655	Палець	1		
		А4	6 КГНГ.МР0415.656	Наконечник	1		
		А4	7 КГНГ.МР0415.657	Гайка регулювальна	1		
		А4	8 КГНГ.МР0415.658	Пружина	1		
				<u>Стандартні вироби</u>			
			9	Шплінт 5x20 ГОСТ 397-79	1		
				<u>Матеріали</u>			
			10	Набивка кручена марки АП 3 ГОСТ 5152-84	0.03кг		
			11	Пароніт РОН 55x55x3 ГОСТ 481-80			
			КГНГ.МР0415.065СК				
	Взм.	аркуш	№ докун.	Підпис	Дата	Клапан	
	Розробив						
	Перевірив						
	Н. контр						
	Ствердив						
					Літ.	Аркуш	Аркушів

Рисунок 8.2

8.3 Порядок виконання складального креслення

Виконання учбового складального креслення виробу починається із з'ясування призначення цього виробу, його пристрою і принципу дії, робочого положення, способів з'єднання складових частин, послідовності збірки і розбирання.

Для прикладу розглянемо вентиль запірний в зборі. Його призначення – забезпечувати доступ робочого середовища (наприклад, рідини) з однієї системи в іншу. Відкриття і закриття вентиля забезпечується обертанням маховика відповідно проти годинникової стрілки і за годинниковою стрілкою.

Вентиль необхідно розібрати на складові частини і виділити, якщо є, складальні одиниці. Потім потрібно виділити безпосередньо стандартні вироби, що входять у виріб. Необхідно встановити найменування кожної деталі, її призначення в складальній одиниці і матеріал, з якого деталь виготовлена.

Рекомендується скласти схему виробу з виділенням складу складальних одиниць, наявність деталей стандартних виробів і ін. Відповідно до схеми складають специфікацію. При позначенні складових частин виробу потрібно врахувати, що три останні знаки в позначенні виробу або його документ можна використовувати таким чином:

- три нулі і шифр СБ (000СБ) — для позначення складального креслення виробу;
- числа 001,002,003 і так далі — для позначення деталей, що входять в цей виріб;
- числа 100, 200, 300 і так далі — для позначення складальних одиниць, що входять у виріб, що специфікується;
- числа 101,102,103 і так далі — для позначення деталей, що входять до складу складальної одиниці 100, числа 201, 202, 203 і так далі – для позначення деталей, що входять до складу складальної одиниці 200 і т. д.

Складанню складального креслення передуює робота по складанню ескізів всіх деталей, що входять в складальну одиницю.

Складальне креслення виробу викреслюється по ескізах деталей. При виборі масштабу зображень перевага віддається зображенню виробу у натуральну величину (М 1:1). Для невеликих виробів (як в даному прикладі) слід застосовувати масштаб збільшення, а для виробів великих розмірів масштаб зменшення у відповідності с ГОСТ 2.302-68.

Кількість зображень залежить від складності виробу. Для даного предмету досить виконати повний подовжній розріз на місці головного вигляду і вигляд зверху.

Побудову слід вести одночасно на всіх намічених зображеннях, зв'язавши їх одне з одним. Першою викреслюють основну деталь (зазвичай, це корпус), а потім побудовані зображення доповнюють зображеннями деталей, що сполучаються з корпусом. На аркуші всі зображення мають бути розміщені вільно, щоб правильно нанести розміри і номер позицій. Номери позицій проставляють відповідно до заповненої специфікації.

В останню чергу заповнюють основний напис і виконують необхідні написи, що розташовуються над основним написом.

8.4 Читання і деталювання складального креслення

Читанням складального креслення називають процес визначення конструкції, розмірів і принципу роботи виробу по його кресленню. Можна рекомендувати таку послідовність читання складального креслення виробу:

- по основному напису визначити найменування виробу і масштаб зображення;
- по зображеннях з'ясувати, які види, розрізи, перерізи виконані на кресленні і яке призначення кожного з них;
- прочитати технічні вимоги на кресленні і проставлені розміри;
- по специфікації визначити призначення кожної деталі, положення її на кресленнях;
- встановити способи з'єднання деталей між собою і їх взаємодії, визначити межі переміщення рухливих деталей;
- послідовно для кожної деталі, що входить в складальну одиницю, з'ясувати її геометричні форми і розміри, тобто визначити конструкцію деталі;
- у думках представити зовнішні, внутрішні форми виробу в цілому і розібратися в його роботі;
- визначити порядок складання і розбирання виробу, тобто порядок відділення однієї деталі від іншої, як це робиться при демонтажі виробу.

Деталювання – це процес виконання робочих креслень деталей, що входять у виріб, по складальному кресленню виробу. Деталювання не є простим копіюванням зображень деталі із складального креслення, а творча робота. Розміри конструктивних елементів (фасок, проточок, ухилів т. і.) потрібно призначати по відповідних стандартах, а не за складальним кресленням.

Розміри пазів шпонок, шліців, гнізд під шпильки і гвинти, центрових отворів і інших мають бути узяті з відповідних стандартів на ці елементи. Діаметри отворів для проходу кріпильних виробів (гвинтів, болтів, шпильок) повинні проставлятися з врахуванням характеру складання.

Шорсткість поверхонь деталей визначається по технічних вимогах, опису, умовах роботи виробу і даної деталі у виробі.

Щоб оцінити і проставити на креслення шорсткість поверхонь деталі, потрібно визначити, зв'язаною або вільною є дана поверхня, який характер експлуатаційних вимог до неї і ін. Для типових деталей рекомендуються певні кордони меж параметрів шорсткості

Порядок виконання креслення деталі по складальному кресленню виробу аналогічний виконанню креслення деталі з натури. При цьому форми і розміри деталі визначаються при читанні складального креслення.

Найменування деталі і її позначення визначається по специфікації складального креслення, а марка матеріалу – по опису, прикладеному до учбового складального креслення.

Розташування деталі відносно фронтальної площини проекцій, тобто її головний вид, вибирається виходячи із загальних вимог, а не з розташування її на складальному кресленні. Число і вміст зображень деталі можуть збігатися із складальним кресленням.

На робочому кресленні мають бути показані ті елементи деталі, які або зовсім не змальовані, або змальовані спрощено, умовно, схематично на складальному кресленні. До таких елементів відносяться:

- ливарні і штампувальні скруглення, ухили, конусності;
- проточки і канавки для виходу різьбонарізального і шліфувального інструменту;
- зовнішні, внутрішні фаски, що полегшують процес складання виробу.

Гнізда для гвинтів і шпильок на складальних кресленнях зображуються спрощено, а на робочому кресленні деталі гніздо має бути викреслене відповідно до ГОСТ 10549-80.

Розміри деталі визначаються шляхом вимірів (якщо вони не нанесені на кресленні) за складальним кресленням. При цьому потрібно стежити, щоб розміри, що сполучаються, не мали розбіжностей.

9 КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА. ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ У ГРАФІЧНОМУ ПАКЕТІ «КОМПАС»

9.1 Виконання моделі й двовимірного креслення з моделі деталі типу «Пластина» (рис. 9.1)

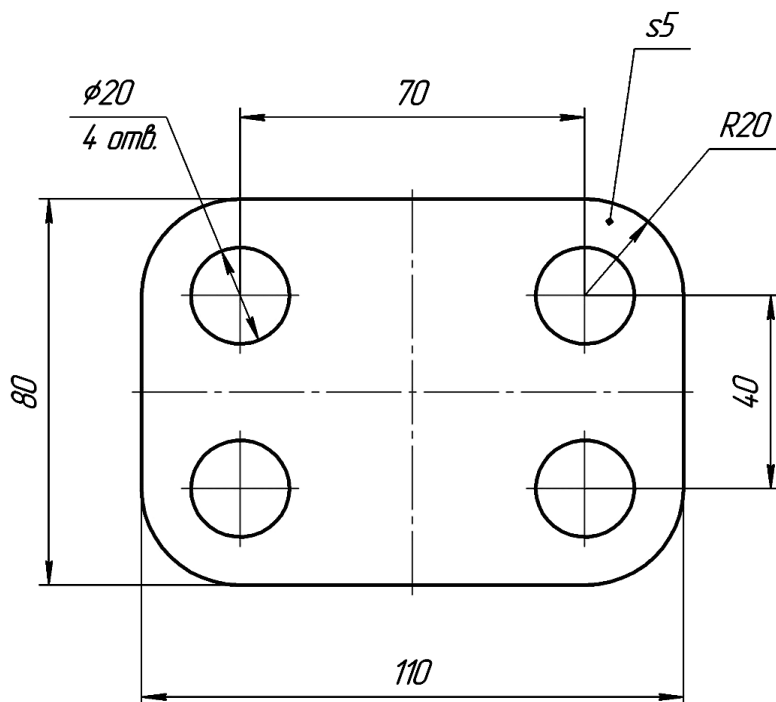



Рисунок 9.1 – Завдання «Пластина»

Мета роботи. Передбачається відпрацювання команд створення тривимірних елементів витискування. Відпрацьовуються:

- команди створення об'єктів геометрії на ескізах;
- дія команди *Операція выдавливания (Операція витискування)*;
- команди створення зображень креслень по моделях (створення видів на кресленні).

9.1.1 Порядок створення моделі

1. Створимо файл завдання. Виберемо у вікні програми команду *Создать – Деталь (Створити – Деталь)*.

2. У робочій області виберемо площину XY (після наведення на її відображення курсор, клікнемо лівою кнопкою миші). Після цього виберемо команду *Эскиз*  (*Ескіз*) на панелі *Текущее состояние (Поточний*

стан) (рис. 9.2) або у випадному при натисненні правої кнопки миші контекстної панелі або контекстному меню. Вибрана площина розгорнеться перпендикулярно по відношенню до спостерігача.

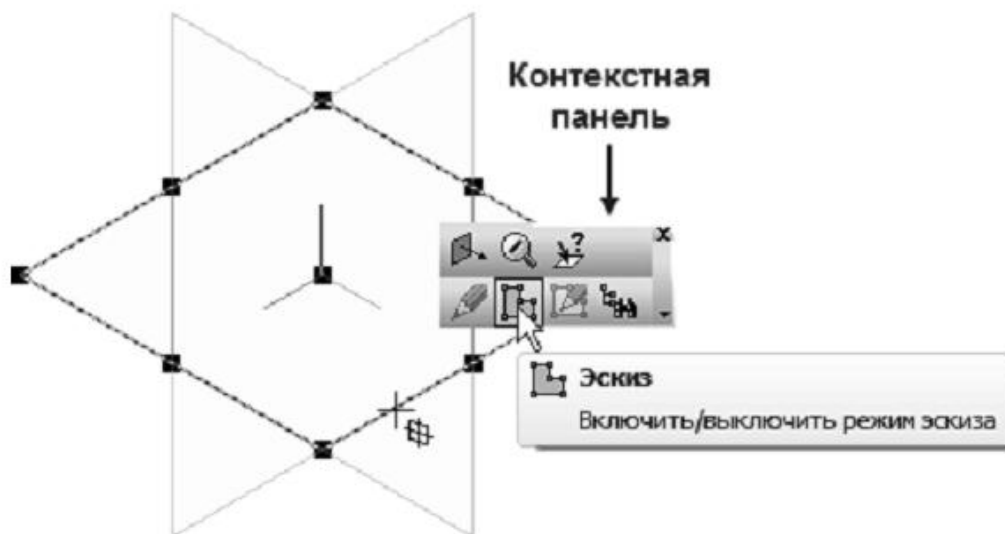






Рисунок 9.2

3. На інструментальній панелі *Геометрия*  (*Геометрия*) виберемо команду створення прямокутника . Далі на панелі властивостей задаємо метод створення по центру і вершині , визначивши також необхідність відображення осей (рис. 9.3). Виберемо з екрану в якості центру прямокутника початок координат площини ескизу і потім в панелі властивостей встановимо параметри довжини і ширини прямокутника.

4. Визначимо положення допоміжних графічних елементів, що задають положення центрів отворів. Для цього на інструментальній панелі *Геометрия* *Геометрия* виберемо команду *Параллельная прямая*  (*Параллельна пряма*), що забезпечує створення прямої, паралельної заданої (слід знайти її на випадній панелі команди *Прямая* (*Пряма*)). В якості базової прямої виберемо горизонтальну вісь прямокутника, потім в полі *Расстояние* (*Відстань*) інструментальної панелі задаємо величину зміщення. На екрані при цьому виберемо по черзі обоє з можливих варіантів розташування прямої. Аналогічні дії виконаємо для створення вертикальних допоміжних прямих.

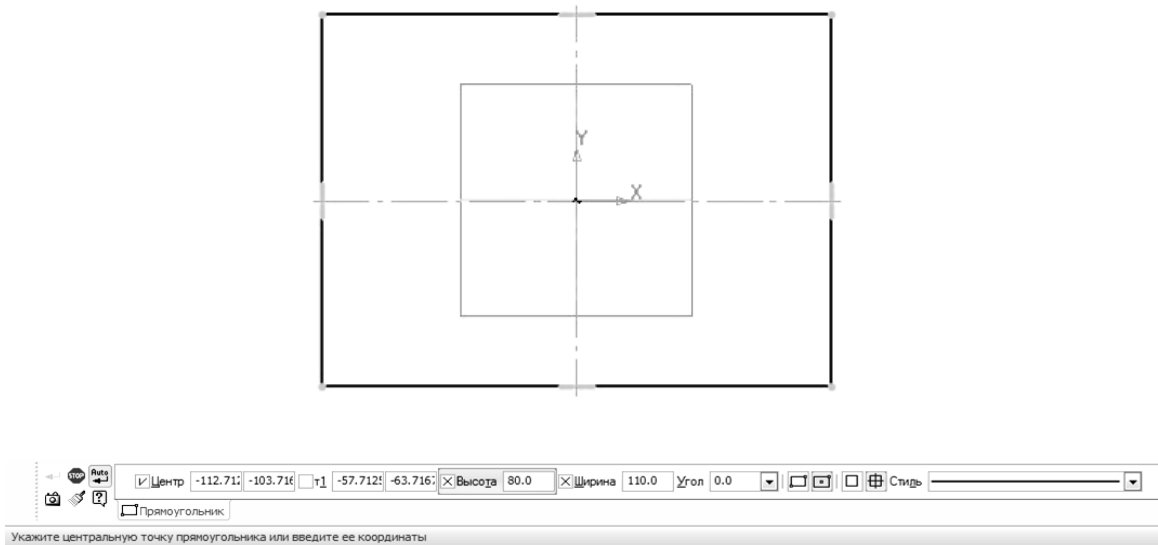


Рисунок 9.3

5. Далі виконаємо побудову графічних елементів для створення отворів. На інструментальній панелі виберемо команду *Окружность* (Коло). В якості центру кола визначимо точку перетину побудованих допоміжних прямих і задаємо у відповідному полі панелі властивостей значення діаметру кола, вибравши спосіб побудови з осями симетрії (рис. 9.4).

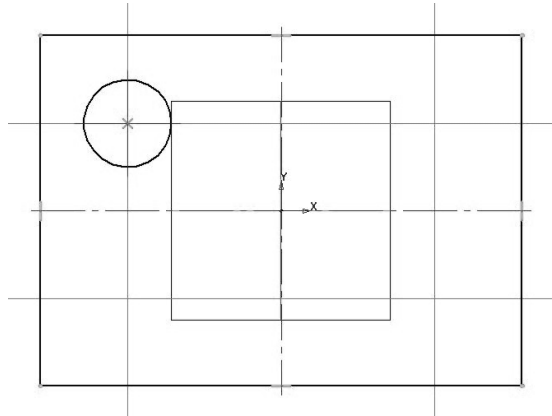


Рисунок 9.4

6. Інші кола побудуємо за допомогою команди *Симметрия* (Симетрія). Для цього виділимо побудоване коло разом з осями симетрії і активізуємо команду *Симметрия* (Симетрія) на панелі *Редактирование* (Редагування) *Інструментальної панелі*. Вказуємо мішенню дві будь-які точки на вертикальній осі симетрії прямокутника для побудови правого кола. Виділимо обидва верхні кола, вказуючи їх при натиснутій клавіші *<Shift>* на клавіатурі, і за допомогою команди *Симметрия* (Симетрія) по-

будуємо нижні пари кіл (рис. 9.5). Точки, які задають осі відображення, при цьому вказуємо на горизонтальній осі прямокутника.

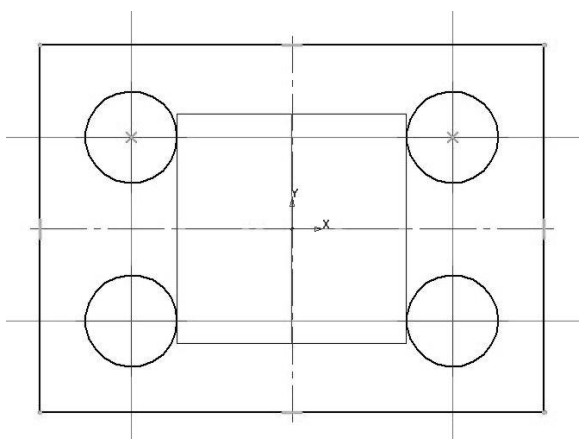



Рисунок 9.5

7. Створимо скруглення на кутах контуру відповідно до завдання. Знайдемо на інструментальній панелі *Геометрія (Геометрія)* команду *Скругление*  (Скруглення). В полі панелі властивостей команди введемо значення радіусу скруглення. Далі слід здійснити вибір відповідних сторін кутів (рис. 9.6), що скругляються, і завершити створення скруглень.

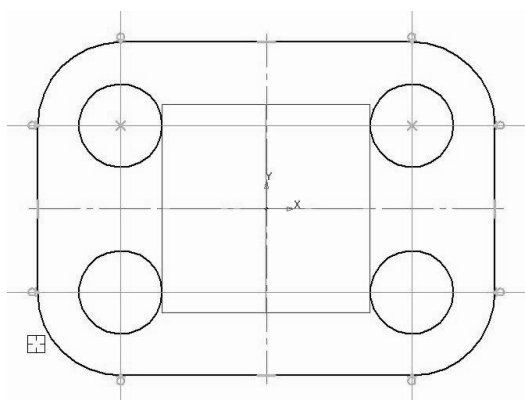





Рисунок 9.6

8. Виконаємо створення тривимірного елемента, застосувавши витискування створеного в ескізі замкнутого контура на задане параметрами моделі відстань (необхідно ретельно стежити, щоб контур ескізу був замкнутий, і уникати накладення об'єктів ескізу один на одного, інакше при виборі операції створення тривимірного елемента можлива поява повідомлення про помилку або створення тонкостінного елемента замість твердотілого). Для цього на панелі *Редактирование детали*  (*Редагування деталі*) виберемо команду *Операция выдавливания*  (*Операція витискування*).

ня). Встановимо у відповідних полях панелі властивостей необхідні параметри (витискування в прямому напрямі, на відстань, визначаємо значення відстані витискування, з нульовим ухилом). Для остаточного створення об'єкту натисніть кнопку *Создать объект*  (*Створити об'єкт*) на панелі спеціального управління. Створений при цьому тривимірний елемент показаний на рис. 9.7. Збережемо модель у файл.

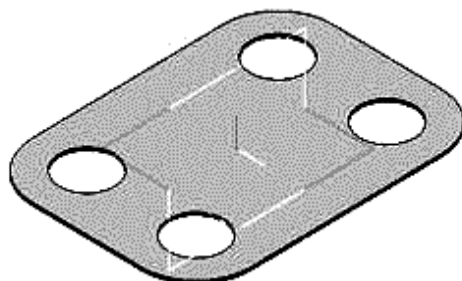




Рисунок 9.7

9.1.2 Створення креслення для моделі

1. Створимо новий файл, вибравши команду *Новый чертеж из модели* (*Нове креслення з моделі*) в розділі *Операции* (*Операції*) головного меню. При цьому пакет перейде в режим створення двовимірних креслень і автоматично запуститься команда додавання довільного виду на креслення. Вказуємо курсором точку вставки виду, перевіривши, щоб на панелі властивостей було вказано, що ми створюємо вигляд зверху. Результат показаний на рис. 9.8.

Для створення креслення можна також вибрати *Файл – Создать – Чертеж* (*Файл – Створити – Креслення*). При цьому пакет перейде в режим створення двовимірних креслень. Спочатку створимо вид зверху. У вікні пакету виберемо *Вставка – Вид с модели – Произвольный* (*Вставка – Вид з моделі – Довільний*) або скористаємося кнопкою  на інструментальній панелі *Виды*  (*Види*). У вікні вибору файлу, що відкрилося, знайдемо збережений файл моделі. Потім виберемо точку вставки виду, перевіривши, щоб на панелі властивостей було вказано, що ми створюємо вигляд зверху (див. рис. 9.8).

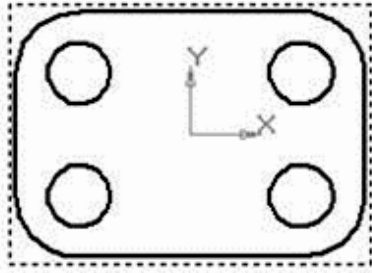






Рисунок 9.8

2. Виконаємо побудову осьових ліній на кресленні. Спочатку додаємо осі для кола і дуги на вигляд згори. Зробимо це за допомогою команди *Обозначение центра*  (*Позначення центру*) на інструментальній панелі *Обозначения*  (*Позначення*). Створення здійснюється за допомогою вибору відповідного кола або дуги і вказівкою кута повороту для визначення розташування двох взаємно перпендикулярних осьових ліній системи.

Відповідні осі на вигляді спереду створимо за допомогою команди *Автоосевая*  (*Автоосьова*) на панелі *Обозначения*  (*Позначення*). Вказівка положення осьовій робиться завданням ліній, між якими симетрично буде розташована осьова, і граничних ліній контуру для завдання довжини відповідної осьової (виступання осі за контур промальовувався автоматично). Остаточний вид креслення з осьовими показаний на рис. 9.9.

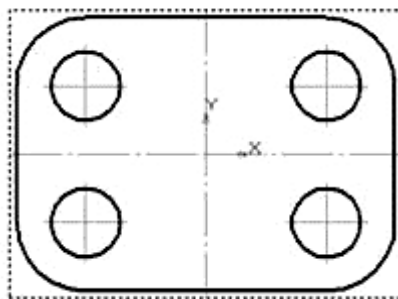




Рисунок 9.9

Примітка. Для додавання елементів креслення на відповідний вид слід заздалегідь зробити вигляд поточним. Для цього досить двічі клікнути лівою кнопкою миші, навівши її на який-небудь з елементів відповідного виду. При цьому лінії виду змінять колір з чорного на той, що відповідає їх стилю відрисовування.

3. Після нанесення осьових виконаємо проставлення розмірів. Для нанесення лінійних розмірів скористаємося кнопкою *Линейный размер*  (*Лінійний розмір*) на інструментальній панелі *Размеры*  (*Розміри*). Вка-

зуються дві точки прив'язки розміру, після чого задається положення розмірної лінії і напису на кресленні.

4. Нанесення розмірів для кола і дуги виконується відповідно за допомогою команд *Диаметральный размер* (Діаметральний розмір) і *Радиальный размер* (Радіальний розмір) на панелі *Размеры* (Розміри). Вказуємо об'єкт, розмір якого наноситься і задаємо положення розміру. Для винесення розмірного тексту в розглянутих розмірах на полицю-винесення необхідно перейти на панелі властивостей цих розмірів на вкладку *Параметры* (Параметри), і в полі *Размещение размерной надписи* (Розміщення розмірного напису) вибрати варіанти *На полке вправо* (На полиці вправо) або *На полке влево* (На полиці вліво). Позначення кількості отворів наносимо в полі *Текст под* (Текст під) у вікні *Задание размерной надписи* (Завдання розмірного напису) (рис. 9.10), яке відкривається при виборі поля *Размерная надпись* (Розмірний напис) в панелі властивостей (або при виборі в контекстному меню пункту *Текст надписи* (Текст напису)).

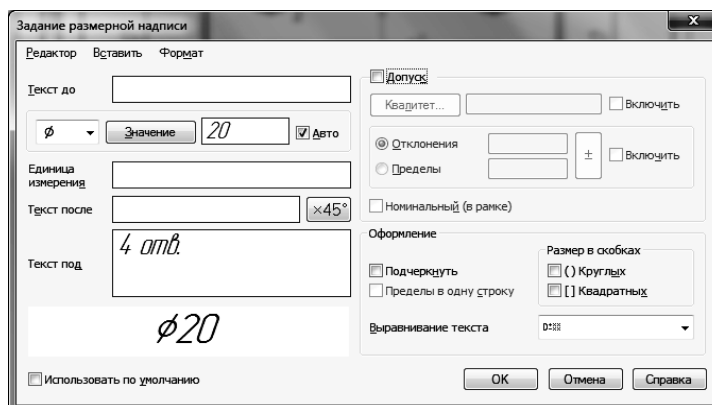
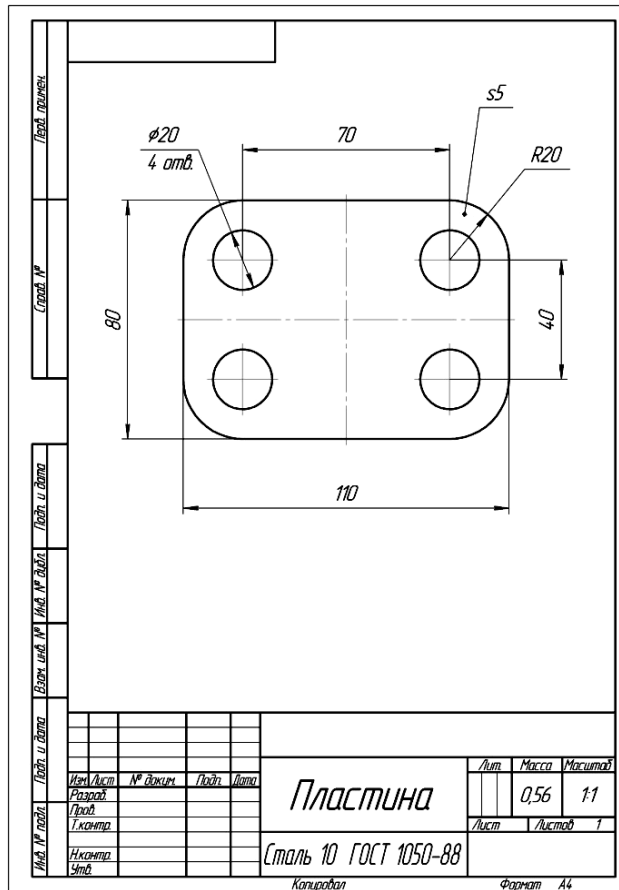
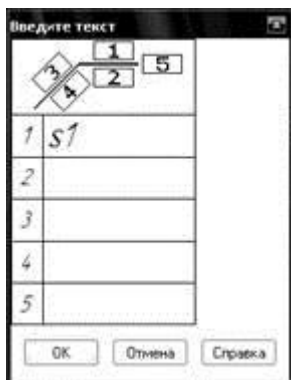


Рисунок 9.10

Вказівку товщини деталі виконуємо за допомогою команди *Линия-выноска* (Лінія-винесення) на панелі інструментів *Обозначения* (Позначення). В області зображення вказуємо точку початку винесення, потім малюємо похилу лінію винесення. В якості позначення при цьому замість стрілки використовуємо допоміжну точку, вибравши її у вкладці *Параметры* (Параметри) в полі *Стрелка* (Стрілка). Потім, кликнувши лівою кнопкою миші по полю *Текст* (Текст) у вкладці *Знак* (Знак), введемо у верхнє поле значення товщини деталі (рис. 9.11, а). Остаточний вид креслення показаний на рисунку 9.11, б.



а

б

Рисунок 9.11

9.2 **Виконання моделі й двовимірного креслення з моделі деталі типу «Кругові сектори» (рис. 9.12 і табл. 9.1)**

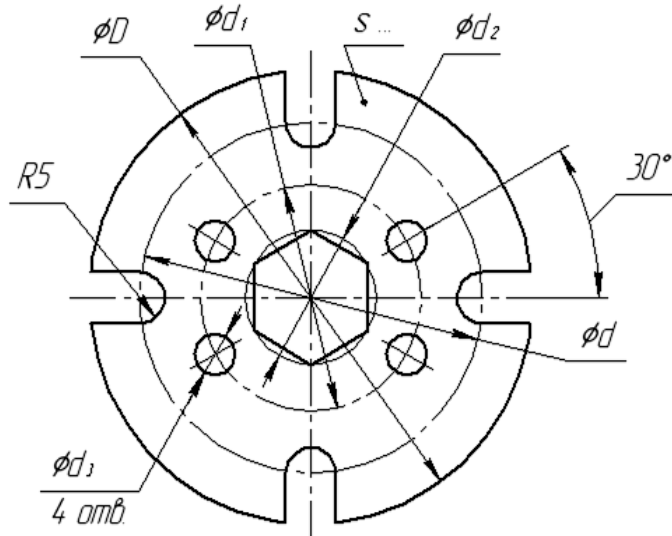


Рисунок 9.12


Таблиця 9.1


Варіант	D, мм	d, мм	d ₁ , мм	d ₂ , мм	Число сторін багатокутника	d ₃ , мм	s, мм
1	100	70	65	20	3	4	2
2	95	72	60	22	4	5	3
3	90	74	55	24	5	6	4
4	85	76	56	26	6	7	5
5	80	65	38	28	8	8	6
6	75	60	40	30	3	4	2
7	90	80	50	32	4	5	3
8	85	64	44	34	5	6	4
9	80	70	46	36	6	7	5
10	75	60	48	38	8	8	6

Мета роботи. В процесі виконання креслення цієї деталі необхідно вивчити ряд важливих команд панелі *Редагування*:


- дзеркальне відображення об'єкту (симетрія);
- видалення частини об'єкту;
- копіювання об'єкту.

9.2.1 Порядок створення моделі


Побудову моделі розпочинаємо з вибору горизонтальної площини для створення ескізу, потім в режимі *Ескіз*  (*Ескіз*) виконуємо побудова плоского контуру деталі в наступній послідовності:

1. Будуємо коло діаметру D з центром на початку координат з використанням команди *Окружність*  (*Коло*). Коло виконуємо основною лінією з нанесенням осьових ліній.

2. Будуємо кола діаметром d і d_1 з центром на початку координат. Кола виконуємо штрихпунктирними лініями (рис. 9.13).

3. Створюємо правильний багатокутник , послідовно задаючи в панелі властивостей його число сторін, спосіб побудови (по описаному колу) центр описаного кола і її діаметр d_2 .

В результаті отримаємо заданий багатокутник, в прикладі це шестикутник (рис. 9.14). У варіантах завдань наведено багатокутники з різним числом сторін.

4. Для знаходження центру кола діаметром d_3 проводимо допоміжну пряму під кутом 30° , в панелі властивостей задаючи кут 30° , і точку початку координат, через яку проходить допоміжна пряма. Перетин побудованої прямої з осьовим колом дає центр колу діаметром d_3 . Будуємо коло з використанням команди *Окружність*  (*Коло*) (рис. 9.15).

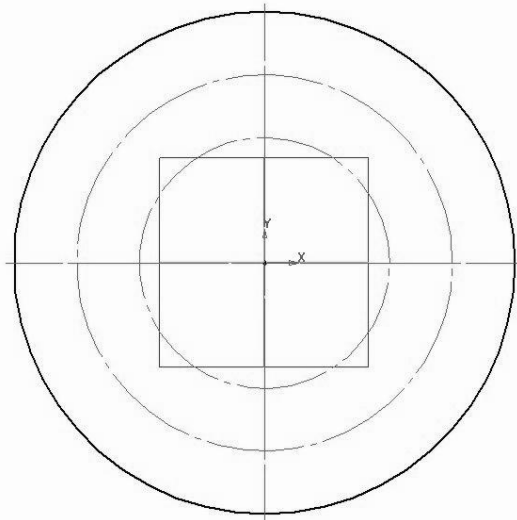


Рисунок 9.13

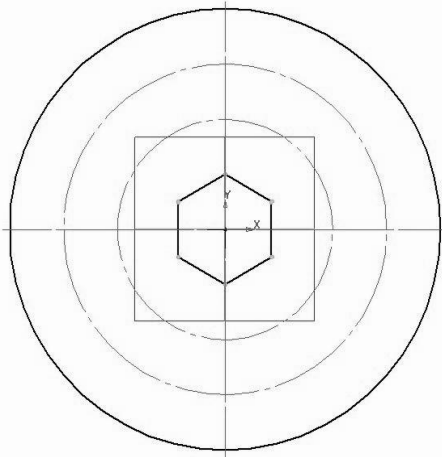


Рисунок 9.14

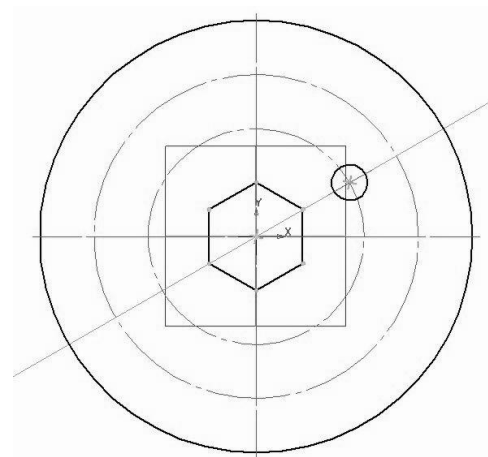






Рисунок 9.15

5. Дзеркально відображаємо коло, відносно горизонтальної осі деталі за допомогою команди панелі редагування *Симметрия (Симетрия)*. Для цього вибираємо коло, натискаємо кнопку  контекстної панелі і вказуємо дві точки на горизонтальній осі контурного кола. Після цього повторно використовуємо команду *Симметрия (Симетрия)*, відображаючи вже два кола відносно вертикальної осі (рис. 9.16).

6. Виконуємо паз в послідовності, наведеній на рисунку 9.17 а, б, в. Рекомендується створювати коло, показане на рисунку 9.17, а, з вибраним режимом створення осьових ліній. Відрізки з правої і лівої точок кола (рис. 9.17, б) проводимо строго вертикально, включивши режим ортогонального креслення (натиснути клавішу *F8* або вибрати кнопку  на панелі *Текущее состояние (Поточний стан)*). Частина кіл видаляємо за допомогою команди *Усечь кривую*  (*Усікти криву*) панелі *Редагування* . Результат виконання команди зображений на рисунку 9.17, в.

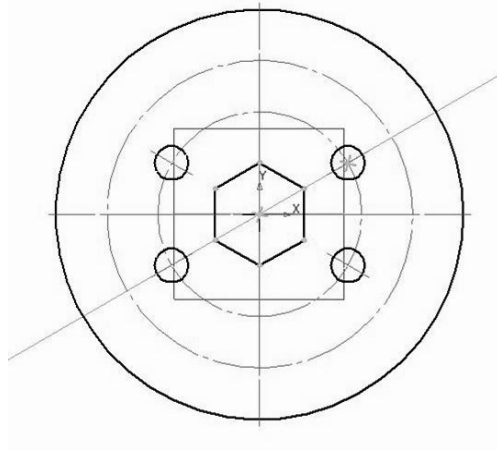


Рисунок 9.16

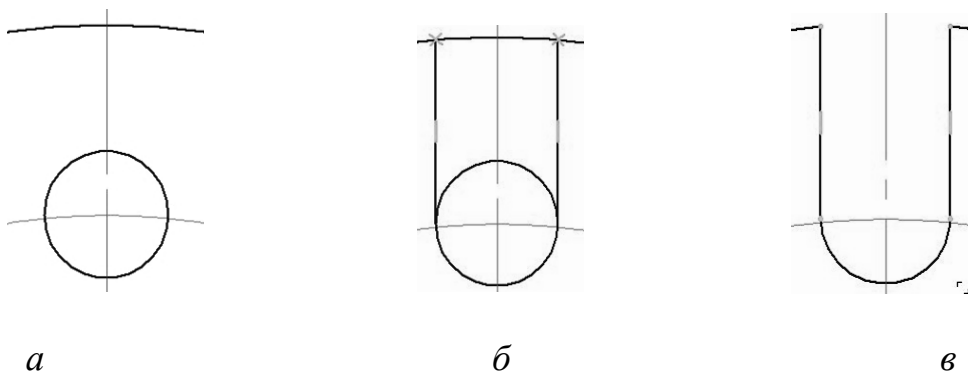






Рисунок 9.17

7. Створимо масив елементів, зображених на рисунку 9.17, з використанням команди *Копирование по окружности*  (*Копіювання по колу*) панелі редагування  (знаходимо у випадній панелі команди *Копія указаним (Копія вказівкою)*). До вибору команди виділимо, утримуючи клавішу *<Shift>*, елементи для копіювання. У панелі властивостей вкажемо центр копіювання, число елементів і активізуємо режим копіювання із рівним кутовим кроком уздовж усього кола. Після копіювання відсікаємо зайві ділянки кола (рис. 9.18).

8. Далі до отриманого ескизу застосовуємо команду тривимірного редагування – команду *Операция выдавливания*  (*Операция витискування*), яку знаходимо на панелі *Редагування деталі* . Виконуємо витискування на задану за завданням (див. таблицю. 9.1) довжину *s*. В результаті отримуємо модель деталі (рис. 9.19).

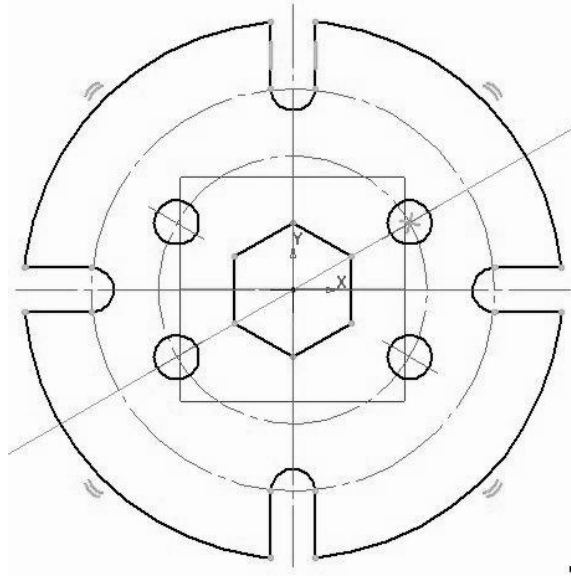


Рисунок 9.18

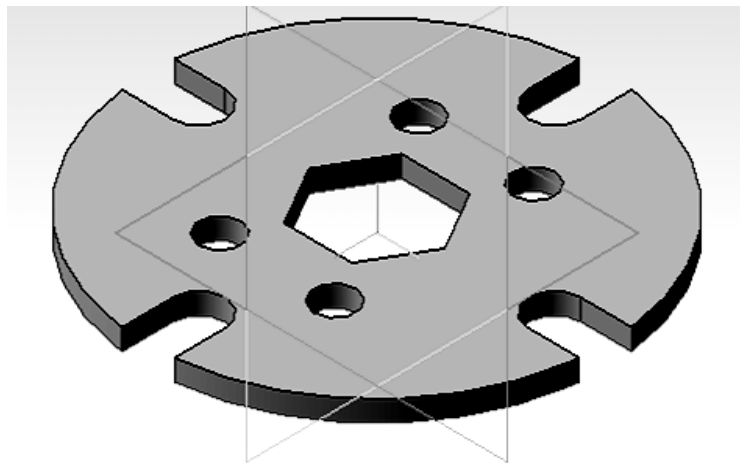











Рисунок 9.19



9.2.2 Створення креслення для моделі

1. Створимо новий файл, вибравши *Файл – Создать – Чертеж* (*Файл – Створити – Креслення*) або виберемо вибравши команду *Новый чертеж из модели* (*Нове креслення з моделі*) в розділі *Операции* (*Операції*) головного меню. При цьому пакет перейде в режим створення двовимірних креслень. Далі необхідно вказати точку вставки для головного виду (при виборі команди *Новый чертеж из модели* (*Нове креслення з моделі*)) або вибрати *Вставка – Вид с модели – Произвольный* (*Вставка – Вид з моделі – Довільний*) або кнопку  на інструментальній панелі *Виды* (*Види*),

якщо була вибрана команда *Файл – Создать – Чертеж* (*Файл – Створити – Креслення*).

2. Далі виконаємо побудову осьових ліній на кресленні за допомогою команди *Обозначение центра*  (*Позначення центру*) або команди *Автоосевая*  (*Автоосьова*) на панелі *Обозначения*  (*Позначення*). При нанесенні лінійних осей отворів слідує на панелі властивостей команди *Позначення центру* / вибрати опцію *Одна вісь* і напрям цієї осі визначити кліком лівої кнопки миші по центральній точці деталі.

3. Після нанесення осьових виконаємо нанесення розмірів. Нанесення розмірів кіл і дуг виконується відповідно за допомогою команд *Диаметральный размер*  (*Діаметральний розмір*) та *Радиальный размер*  (*Радіальний розмір*) на панелі *Размеры*  (*Розміри*). Вказуємо об'єкт, розмір якого наноситься і задаємо положення розміру. При нанесенні кутового розміру використовуємо команду *Угловой размер*  (*Кутовий розмір*). Слід вибрати сторони кута (горизонтальну вісь і вісь отворів), визначити тип кута ( – на мінімальний (гострий) кут) і на вкладці *Параметры* (*Параметри*) вказати необхідність нанесення розмірного тексту на полиці-винесенні.

Визначення товщини деталі виконуємо за допомогою команди *Линия-выноска*  (*Лінія-винесення*) на панелі інструментів *Обозначения*  (*Позначення*). В області зображення вказується точка початку винесення, потім малюється лінія похилої винесення. В якості позначення при цьому замість стрілки використовуємо допоміжну точку, вибравши її у вкладці *Параметры* (*Параметри*) в полі *Стрелка* (*Стрілка*). Потім, клікнувши лівою кнопкою миші по полю *Текст* (*Текст*) у вкладці *Знак* (*Знак*), введемо у верхнє поле значення товщини деталі.

9.3 Виконання моделі й двовимірного креслення з моделі деталі типу «Основа» (рис. 9.20)

Мета роботи. Передбачається відпрацювання команд створення тривимірних елементів. Відпрацьовуються:

- методика створення тривимірних елементів на основі вибору елементів поверхні в якості базової площини для створення ескізів;
- виконання команди *Вырезать выдавливанием* (*Вирізувати витискуванням*);
- методика створення зображень креслень по моделях (створення простих розрізів).

Названі дії відпрацьовуються в ході опрацювання розглянутого нижче типового завдання і закріплюються при виконанні індивідуальних завдань.

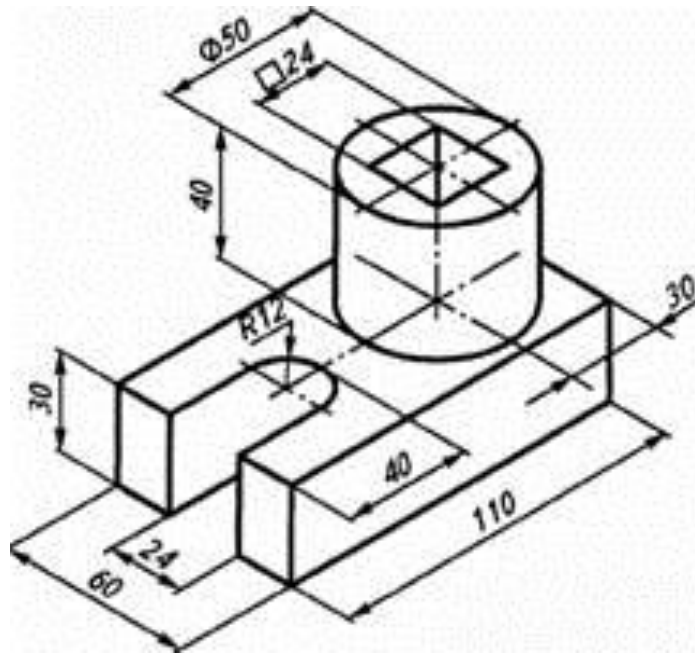




Рисунок 9.20 – Приклад завдання «Основа»

9.3.1 Порядок створення моделі

1 Створимо файл завдання. Виберемо у вікні програми команду *Создать – Деталь (Створити – Деталь)*.

2 У робочій області виберемо площину XY (після наведення на її відображення курсор, клікнемо лівою кнопкою миші). Після цього виберемо команду *Эскиз*  (*Ескіз*) на панелі *Текущее состояние (Поточний стан)* (рис. 9.6) або на контекстній панелі або контекстному меню. Вибрана площина розгорнеться перпендикулярно по відношенню до спостерігача.

3 На інструментальній панелі *Геометрия (Геометрія)* виберемо команду створення прямокутника по центру і вершині  (слід знайти її на випадній панелі команди *Прямоугольник (Прямокутник)*).

4 Виберіть з екрану в якості центру прямокутника початок координат площини ескізу і потім в панелі властивостей встановите параметри довжини і ширини прямокутника, визначивши також необхідність відображення осей (рис. 9.21).

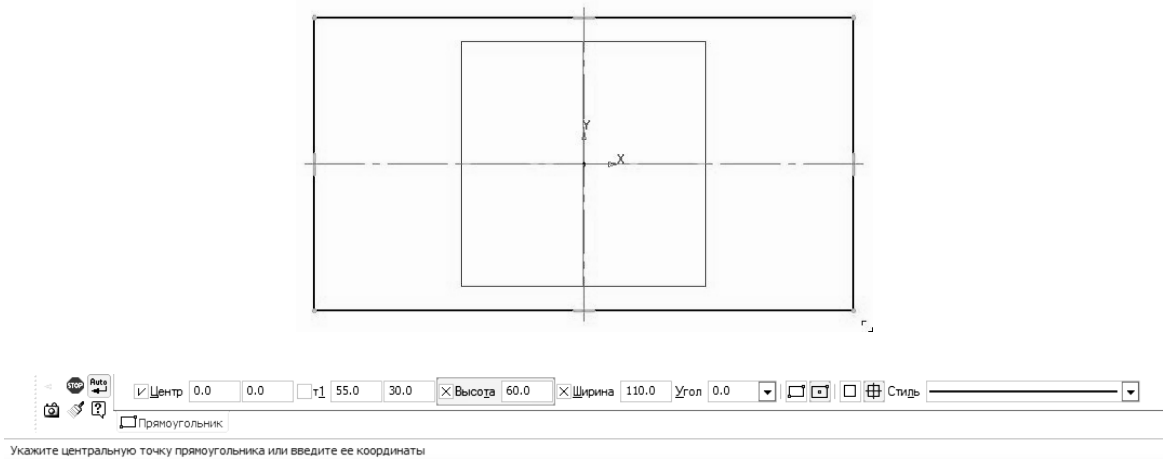


Рисунок 9.21

5 Визначимо положення допоміжних графічних елементів, які задають положення вирізу. Для цього на інструментальній панелі *Геометрия* (*Геометрія*) виберемо команду *Параллельная прямая* (Паралельна пряма), що забезпечує створення прямої, паралельної заданої (слід знайти її на випадній панелі команди *Прямая* (*Пряма*)). В якості базової прямої виберемо горизонтальну вісь прямокутника, потім в полі *Расстояние* (*Відстань*) інструментальної панелі задамо величину зміщення. На екрані при цьому виберемо по черзі обоє з можливих варіантів розташування прямої.

Аналогічно виконаємо побудову допоміжної прямої, що визначає положення центру дуги вирізу. При виконанні команди *Параллельная прямая* (*Паралельна пряма*) в якості базової прямої виберемо тепер ліву сторону прямокутника і, задавши відстань від неї до прямої, виберемо правий з варіантів розташування прямої (рис. 9.22).

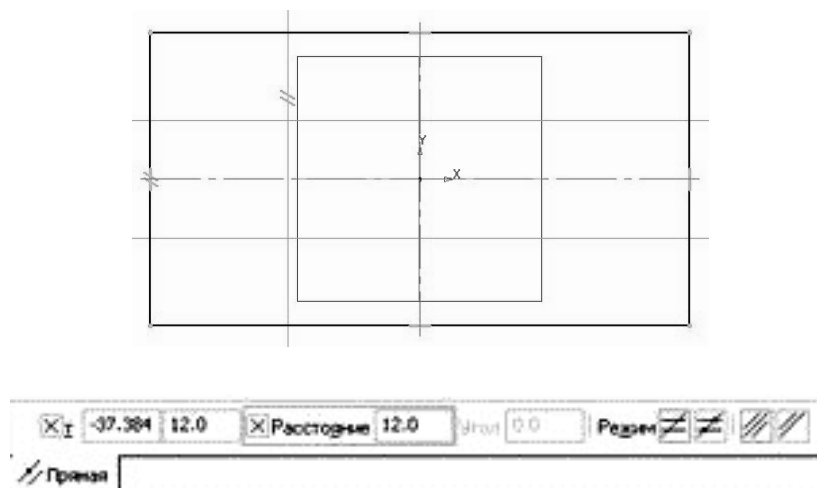



Рисунок 9.22

6 Далі виконаємо побудову графічних елементів вирізу. На інструментальній панелі *Геометрия* (*Геометрія*) виберемо команду *Окруж-*

ність  (Коло). В якості центру кола визначимо точку перетину горизонтальної осі прямокутника з побудованою допоміжною прямою і задамо у відповідному полі панелі властивостей значення діаметру кола (рис. 9.23).

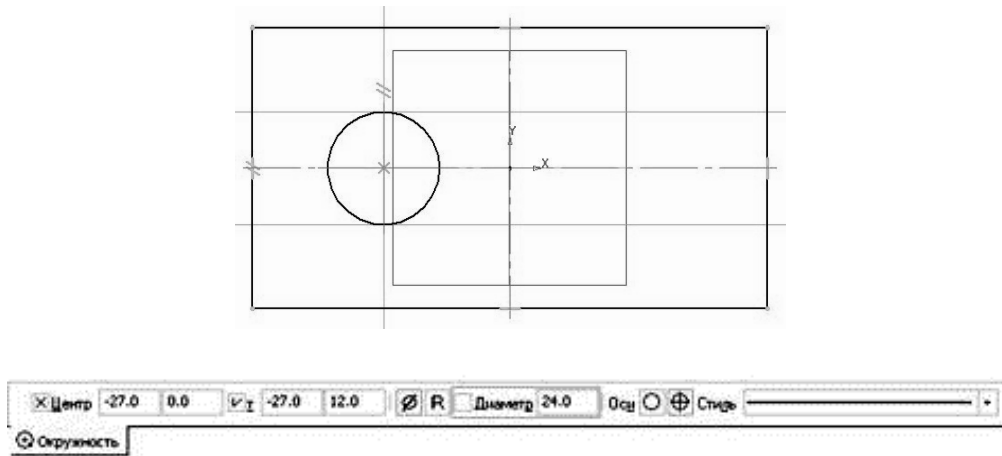




Рисунок 9.23

Продовжимо побудову елементів вирізу. Виберемо на інструментальній панелі *Геометрія*  (Геометрія) команду *Отрезок*  (Відрізок) і, використовуючи прив'язку, з'єднаємо верхню і нижню точки кола відповідними горизонтальними відрізками з точками на прямокутнику (рис. 9.24).

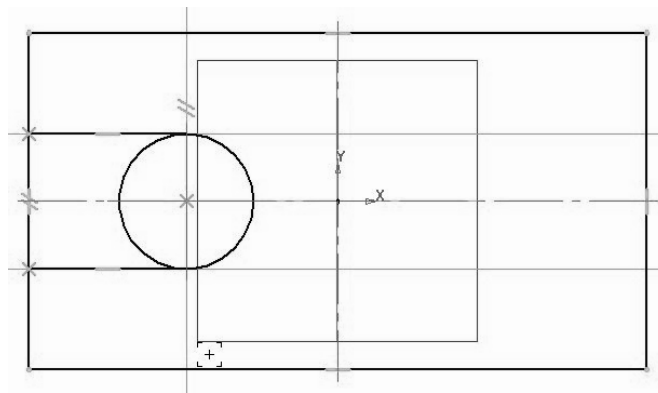




Рисунок 9.24

7 Після цього видалимо ділянки кола і сторони прямокутника між побудованими відрізками. Для цього скористаємося командою *Усечь кривую*  (Усікти криву) на інструментальній панелі *Редактирование*  (Редагування). Після вибору команди необхідно вибрати ділянки, які слід видалити. Після створення об'єктів необхідно виконати нанесення розмірів (при необхідності).

8 Далі виконаємо створення тривимірного елемента, застосувавши витискування створеного в ескізі замкнутого контуру на задане параметрами моделі відстань (необхідно ретельно стежити, щоб контур ескізу був

замкнутий, інакше при виборі операції створення тривимірного елементу можлива поява повідомлення про помилку, або створення тонкостінного елементу замість твердотілого). Для цього на панелі *Редактирование детали* (Редагування деталі) виберемо команду *Операция выдавливания* (Операція витискування). Встановимо у відповідних полях панелі властивостей необхідні параметри (витискування в прямому напрямі, на відстань, визначаємо значення відстані витискування, з нульовим ухилом). Створений при цьому тривимірний елемент показаний на рис. 9.25.

9 Для створення циліндричного виступу виконаємо аналогічні дії із створення ескізу. В якості площини ескізу виберемо верхню грань поверхні створеного елементу (при виділенні її за допомогою клацання лівою кнопкою миші вона змінить колір забарвлення), після чого активізуємо режим створення ескізу.

10 Визначимо положення центру кола, яке визначає форму виступу. На інструментальній панелі *Геометрия* виберемо команду *Параллельная прямая* (Паралельна пряма). В якості початкової лінії для вертикальної прямої виберемо праву вертикальну кромку моделі, для горизонтальної прямої – верхню або нижню кромку (рис. 9.26).

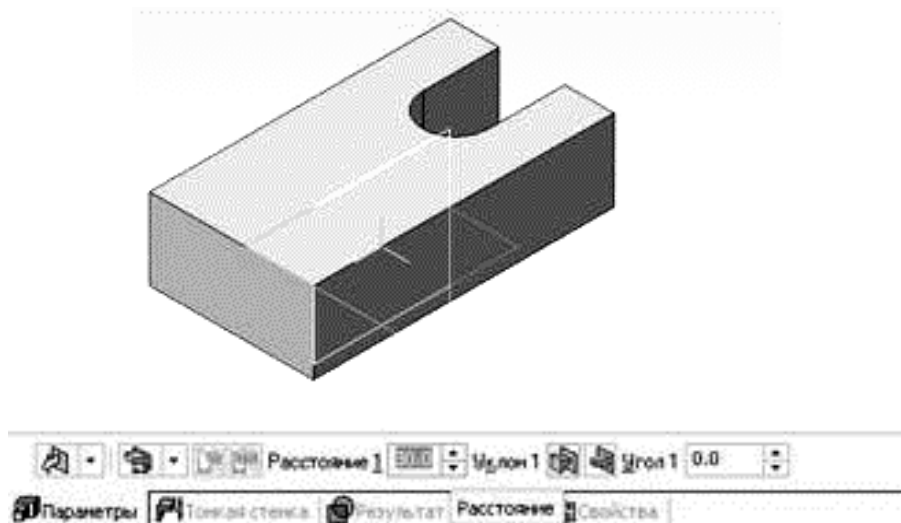


Рисунок 9.25

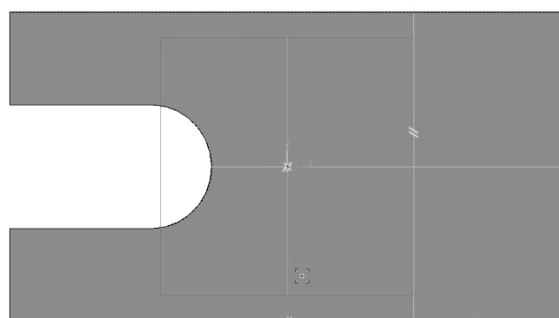
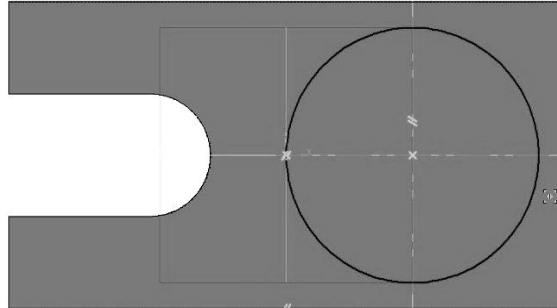


Рисунок 9.26

11 Виконаємо побудову кола. На інструментальній панелі *Геометрія* (Геометрія) виберемо команду *Окружность* (Коло). В якості центру кола визначимо точку перетину допоміжних прямих і задамо у відповідному полі панелі властивостей значення діаметру кола (рис. 9.27). Виконаємо нанесення розмірів (при необхідності).



Малюнок 3.27

12 Застосуємо до створеного ескізу операцію витискування. Для цього на панелі *Редактирование детали* (Редагування деталі) виберемо команду *Операция выдавливания* (Операція витискування). Встановимо у відповідних полях панелі властивостей необхідні параметри (витискування в прямому напрямі, на відстань, визначаємо значення відстані витискування, з нульовим ухилом). Створена при цьому модель показана на рис. 9.28.

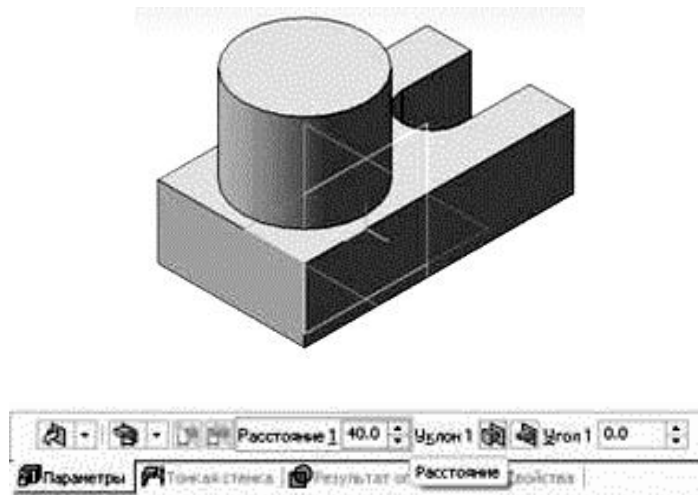






Рисунок 9.28

13 Виконаємо створення наскрізного призматичного отвору. В якості площини ескізу виберемо торцеву грань поверхні виступу (при виділенні її за допомогою клацання лівою кнопкою миші вона змінить колір забарвлення), після чого активізуємо режим створення ескізу.

14 Виконаємо побудову квадрата. На інструментальній панелі *Геометрія*  (*Геометрія*) виберемо команду *Многоугольник*  (*Багатокутник*) (слід знайти її на випадній панелі команди *Прямоугольник* (*Прямокутник*)). Для точного завдання положення центральної точки багатокутника скористаємося локальною прив'язкою за допомогою контекстного меню, яке викличемо натисненням правої кнопки миші. У панелі властивостей слід вказати кількість вершин, положення багатокутника по відношенню до задаючого його кола (вписаний або описаний), його діаметр, кут повороту багатокутника і наявність осьових ліній. Після нанесення розмірів вийдемо з команди створення ескізу. Створений ескіз показаний на рис. 9.29.

15 Виконаємо створення наскрізного отвору на основі створеного ескізу. Виберемо на інструментальній панелі *Редактирование детали*  (*Редагування деталі*) команду *Вырезать выдавливанием*  (*Вирізувати витискуванням*). Для отримання наскрізного отвору на панелі властивостей виберемо прямий напрям і в якості граничної умови встановимо параметр *Через все* (*Через усе*). Остаточний вид моделі показаний на рис. 9.30. Збережемо створену модель.

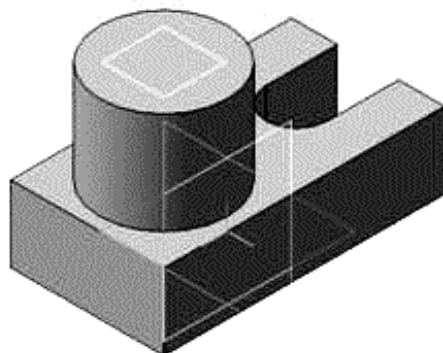


Рисунок 9.29

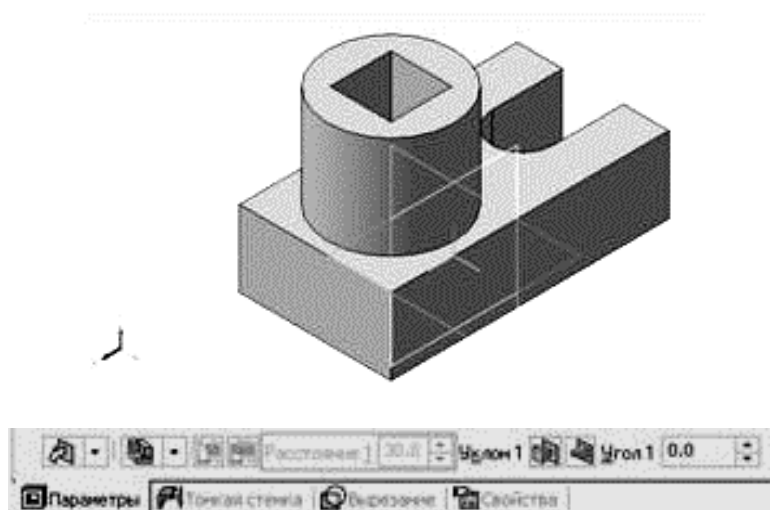




Рисунок 9.30

9.3.2 Створення креслення для моделі

1 Створимо новий файл, вибравши *Файл – Создать – Чертеж* (*Файл – Створити – Креслення*) або виберемо вибравши команду *Новый чертеж из модели* (*Нове креслення з моделі*) в розділі *Операции* (*Операції*) головного меню. При цьому пакет перейде в режим створення двовимірних креслень. Спочатку створимо вид зверху. Далі необхідно вказати точку вставки для головного виду (при виборі команди *Нове креслення з моделі*) або вибрати *Вставка – Вид с модели – Произвольный* (*Вставка – Вид з моделі – Довільний*) або кнопку  на інструментальній панелі *Виды* (*Види*), якщо була вибрана команда *Файл – Создать – Чертеж* (*Файл – Створити – Креслення*). Результат показаний на рис. 9.31.

2 Потім виконаємо додавання в креслення виду спереду. Для цього скористаємося командою *Вставка – Вид с модели – Проекционный* (*Вставка – Вид з моделі – Проекційний*) або скористаємося кнопкою  на інструментальній панелі *Виды* (*Види*). Далі на запит *Укажите базовый вид* (*Вкажіть базовий вид*) виберемо створений раніше вид зверху, поведемо курсор вгору і вкажемо точку, що визначає положення нового виду. Креслення набере вигляду, показано на рис. 9.32.

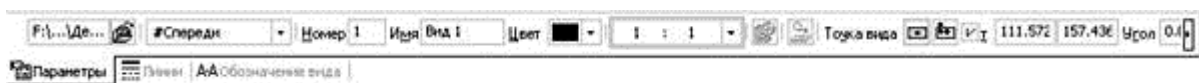
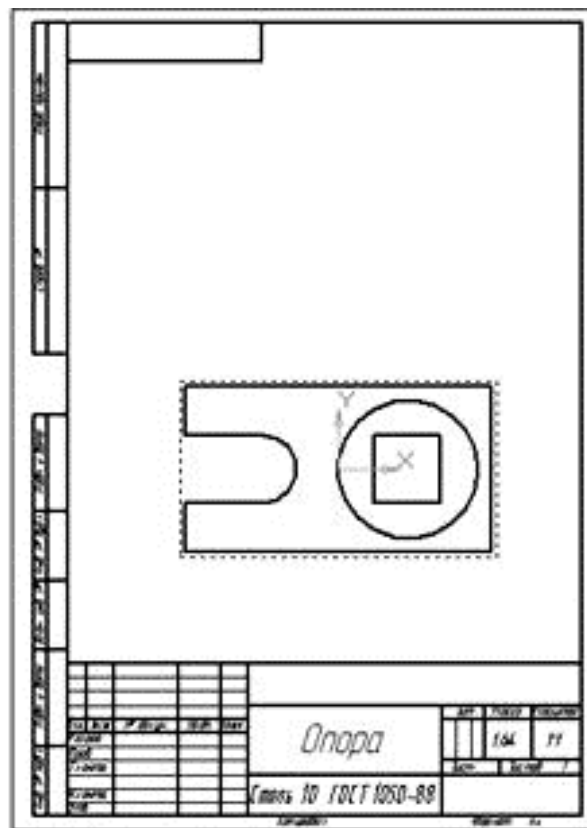




Рисунок 9.31

3 Для показу на кресленні наскрізного призматичного отвору виконаємо заміну головного виду фронтальним розрізом. Оскільки положення січної площини фронтального розрізу, виконаного по площині симетрії, на кресленні позначеннями не задається, для його створення скористаємося командою побудови місцевого розрізу. Для її виконання заздалегідь слід створити замкнутий контур з використанням інструменту *Кривая Безье* (*Крива Без'є*), що викликається при натисненні кнопки  на інструментальній панелі *Геометрия*  (*Геометрія*). Шляхом вказівки точок, що управляють, створимо замкнутий контур, як це показано на рис. 9.33, а.

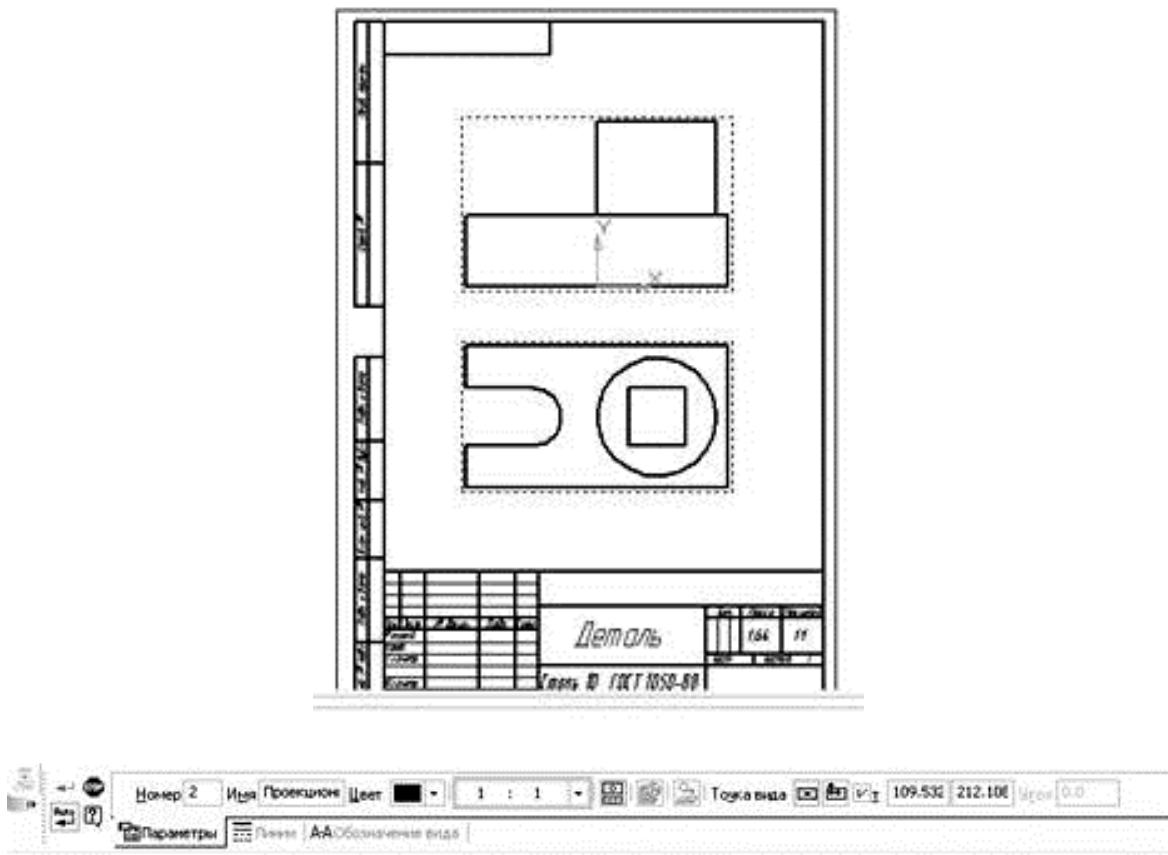




Рисунок 9.32

Примітка. Для виконання команди слід заздалегідь зробити вид поточним. Для цього досить двічі кликнути лівою кнопкою миші, навівши її на який-небудь з елементів відповідного виду. При цьому лінії виду змінять колір з чорного на той, що відповідає їх стилю створення.

Після цього виберемо команду *Местный разрез*  (*Місцевий розріз*) на інструментальній панелі *Виды*  (*Види*). На запит *Укажите замкнутую кривую для построения местного разреза (Вкажіть замкнуту криву для побудови місцевого розрізу)* виберемо створений раніше контур. Після цього з'явиться запит *Укажите положение секущей плоскости местного разреза (Вкажіть положення січної площини місцевого розрізу)*.

Необхідно для лінії, задаючої положення площини, вказати точку на виді зверху, яка знаходилася б на площині симетрії деталі. Після цього креслення набере наступного вигляду (див. рис. 9.33, б).

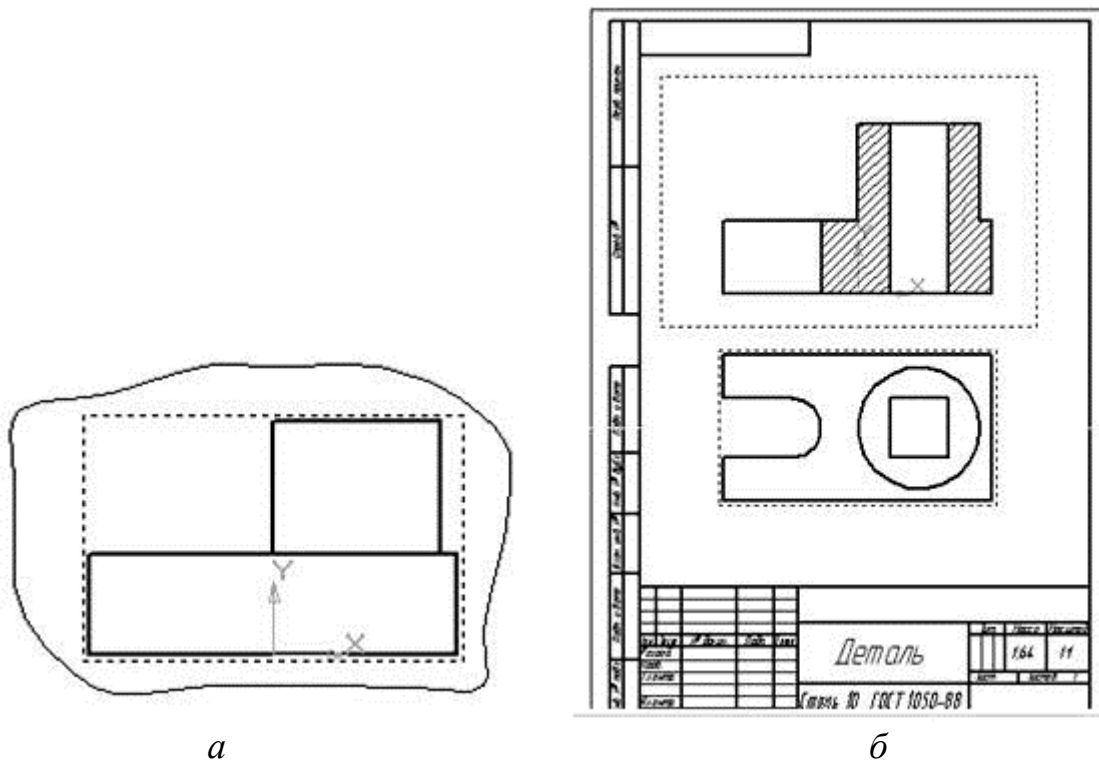







Рисунок 9.33

4 Далі виконаємо побудову осьових ліній на кресленні. Спочатку додамо осі для кола і дуги на вид згори. Зробимо це за допомогою команди *Обозначение центра*  (Позначення центра) на інструментальній панелі *Обозначения*  (Позначення). Створення здійснюється за допомогою вибору відповідного кола або дуги і вказівкою кута повороту для визначення розташування двох взаємно перпендикулярних осьових ліній системи.

При необхідності відображення однієї з осей можна подавити за допомогою вибору кнопки  на панелі властивостей команди *Обозначение центра* (Позначення центра). Зробимо це для дуги з метою створити тільки вертикальну вісь. Єдину горизонтальну вісь симетрії створюємо шляхом перетягання крайньої лівої опорної точки горизонтальної осі кола вліво.

Відповідні осі на виді спереду створимо за допомогою команди *Автоосевая*  (Автоосьова) на панелі *Обозначения*  (Позначення). Вказівка положення осьовій робиться завданням положення відповідних точок на контурі за допомогою прив'язки (відповідний відступ за контур промальшовувався автоматично). Остаточний вид креслення з осьовими показаний на рис. 9.34.

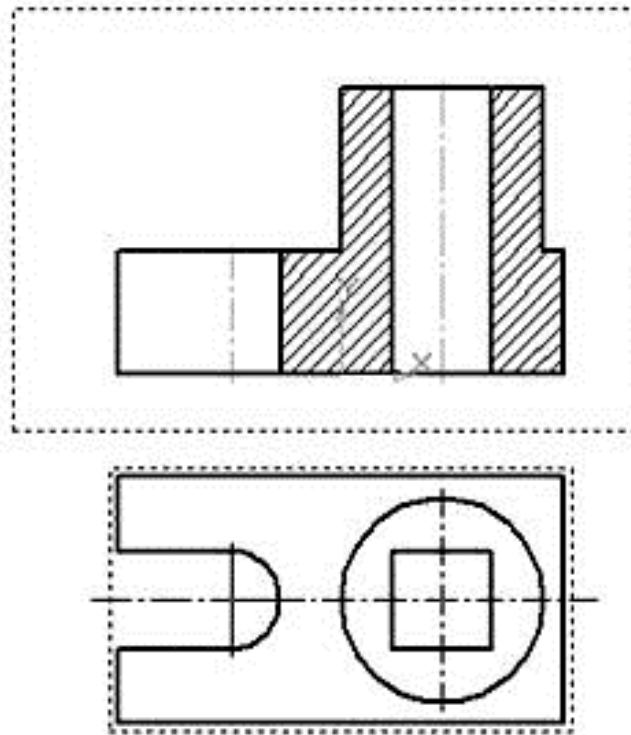







Рисунок 9.34

Примітка. Для додавання елементів кресленні на відповідний вид слід заздалегідь зробити вид поточним. Для цього досить двічі клікнути лівою кнопкою миші, навівши її на який-небудь з елементів відповідного виду. При цьому лінії виду змінять колір з чорного на того, що відповідає їх стилю створення.

5 Після нанесення осьових виконаємо нанесення розмірів. Спочатку нанесемо розміри на виді зверху. Для нанесення лінійних розмірів скористаємося кнопкою *Линейный размер*  (*Лінійний розмір*) на інструментальній панелі *Размеры*  (*Розміри*). Вказуються дві точки прив'язки розміру, після чого задається положення розмірної лінії і напису на кресленні.

Нанесення розмірів кола і дуги виконується відповідно за допомогою команд *Диаметральный размер*  (*Діаметральний розмір*) і *Радиальный размер*  (*Радіальний розмір*) на панелі *Размеры*  (*Розміри*). Вказуємо об'єкт, розмір якого наноситься і задаємо положення розміру.

Після нанесення розмірів на виді зверху робимо поточним вид спереду і наносимо на ньому відповідні розміри. Остаточний вид креслення показаний на рис. 9.35.

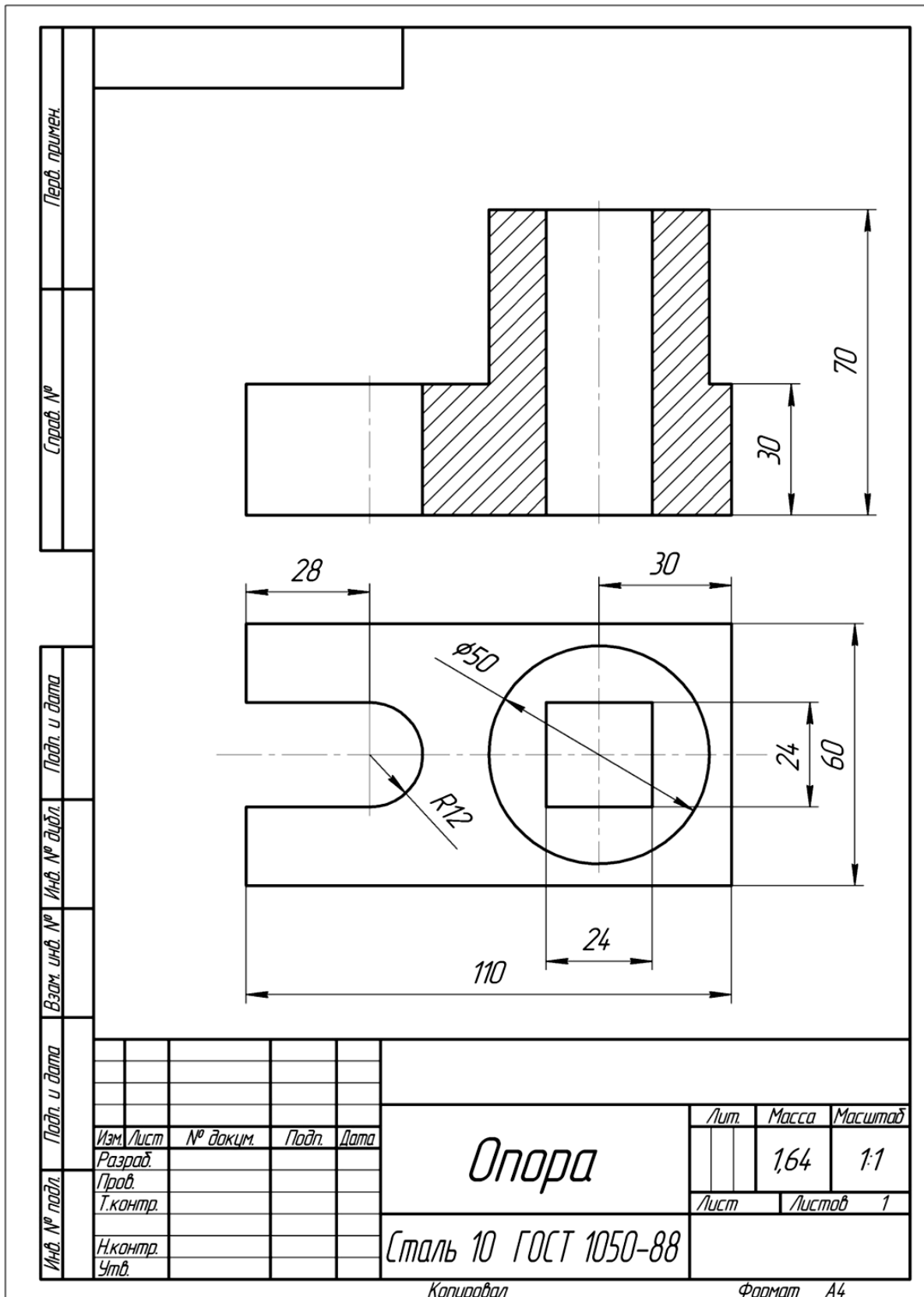


Рисунок 9.35

9.4 Виконання моделі й двовимірного креслення з моделі деталі типу «Опора» (рис. 9.36)

Мета роботи. Передбачається відпрацювання вибору послідовності створення тривимірних елементів. Відпрацьовуються:

- навичка вибору оптимальної послідовності створення тривимірних елементів деталей;
- раціональний вибір елементів поверхні для створення ескізів;
- закріплюється методика створення зображень креслень по моделях (створення простих і складних розрізів).

Названі дії відпрацьовуються в ході опрацювання розглянутого нижче типового завдання і закріплюються при виконанні індивідуальних завдань.

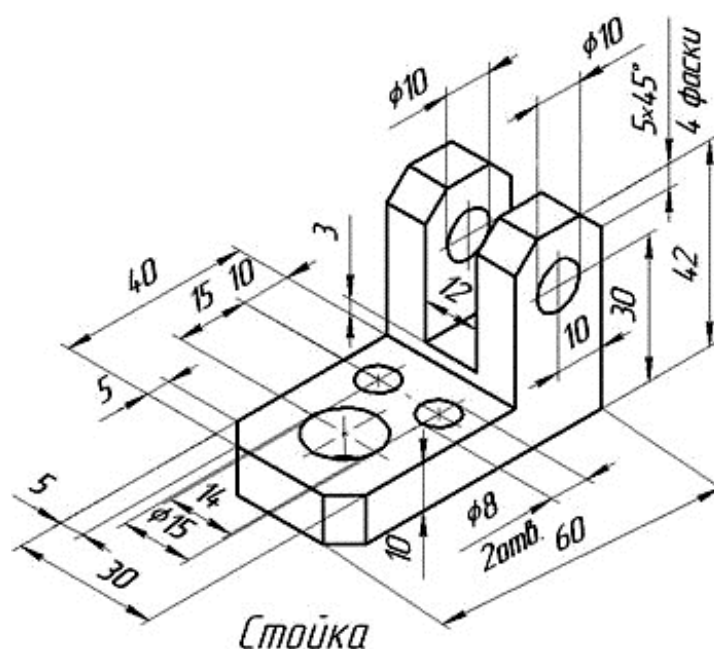







Рисунок 9.36 – Приклад завдання «Опора»

9.4.1 Порядок створення моделі

1. Створимо майбутній файл моделі. Виберемо у вікні програми команду *Создать – Модель (Створити – Модель)*.
2. У робочій області виберемо площину XY (навівши на її відображення курсор, кликнемо лівою кнопкою миші). Після цього виберемо команду *Эскиз*  (*Ескіз*) на панелі *Поточний стан*. Вибрана площина розгорнеться перпендикулярно по відношенню до спостерігача.

3. На інструментальній панелі *Геометрия*  (*Геометрия*) виберемо команду створення прямокутника . Далі на панелі властивостей задамо метод створення по центру і вершині , визначивши також необхідність відображення осей. Виберемо з екрану в якості центру прямокутника початок координат площини ескізу і потім в панелі властивостей встановимо параметри довжини і ширини прямокутника.

4. Визначимо положення допоміжних графічних елементів, задаючи положення отворів. Для цього на інструментальній панелі *Геометрия* (*Геометрия*) виберемо команду *Параллельная прямая*  (*Параллельная прямая*), що забезпечує створення прямої, паралельної заданої (слід знайти її на випадній панелі команди *Прямая* (*Прямая*)). На екрані при цьому виберемо по черзі обоє з можливих варіантів створення прямої.

Аналогічно виконаємо побудову допоміжної прямої, задаючи положення центру більшого отвору. При виконанні команди *Параллельная прямая* (*Параллельная прямая*) в якості базової прямої виберемо тепер праву сторону прямокутника і, задавши відстань від неї до прямої, виберемо правий з варіантів створення прямої (рис. 9.37).

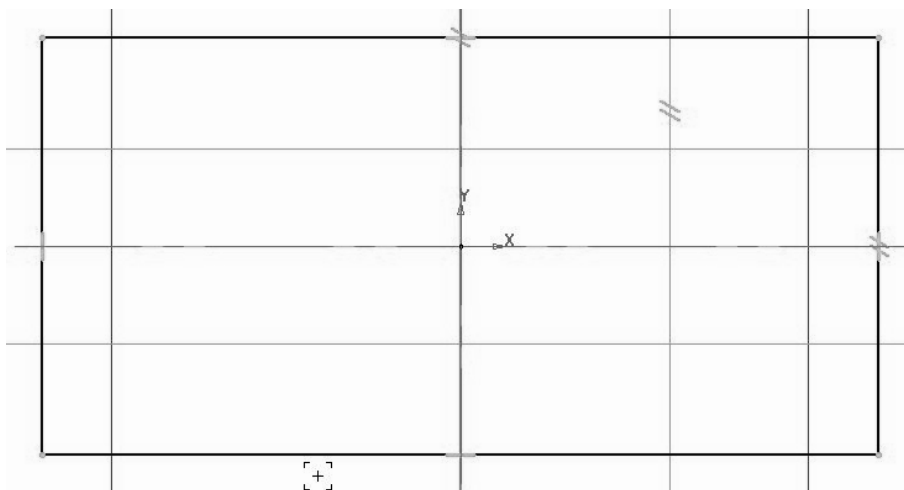



Рисунок 9.37

5. Далі виконаємо побудову отворів. На інструментальній панелі *Геометрия* (*Геометрия*) виберемо команду *Окружность*  (*Коло*). В якості центрів кіл визначимо точки перетину горизонтальною і вертикальною осей прямокутника з побудованими допоміжними прямими і задамо у відповідному полі панелі властивостей значення діаметрів кола. Остаточний вид ескізу приведений на рис. 9.38.

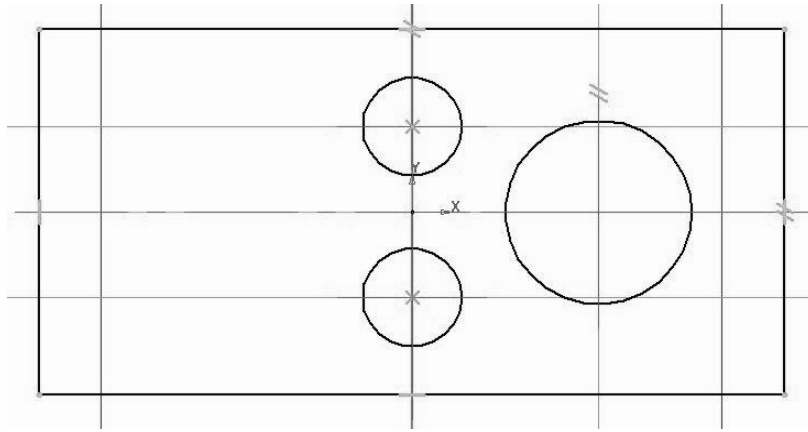



Рисунок 9.38

6. Далі виконаємо створення тривимірного елемента, застосувавши витискування створеного в ескізі замкнутого контуру на задану параметрами моделі відстань (необхідно ретельно стежити, щоб контур ескізу був замкнутий, інакше при виборі операції створення тривимірного елемента можлива поява повідомлення про помилку, або створення тонкостінного елемента замість твердотілого). Для цього на панелі *Редактирование детали* (*Редагування деталі*) виберемо команду *Операция выдавливания*  (*Операция витискування*). Встановимо у відповідних полях панелі властивостей необхідні параметри (витискування в прямому напрямі, на відстань, визначаємо значення відстані витискування, з нульовим ухилом). Створений при цьому тривимірний елемент показаний на рис. 9.39.

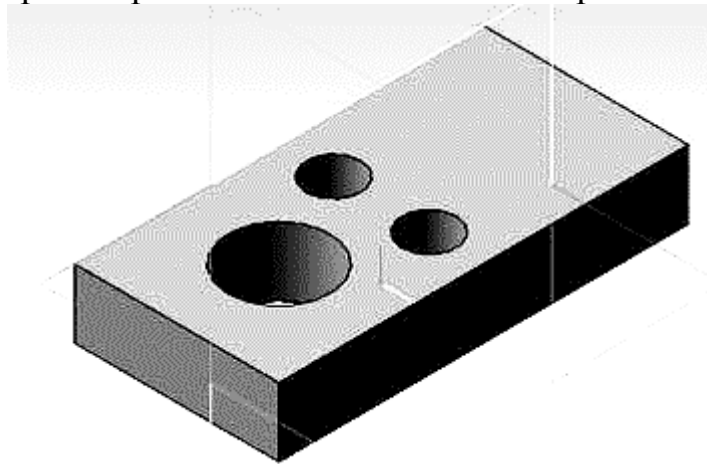




Рисунок 9.39

7. Для створення прямокутного виступу виконаємо аналогічні дії із створення ескізу. В якості площини ескізу виберемо верхню грань поверхні створеного елемента (при виділенні її за допомогою клацання лівою кнопкою миші вона змінить колір забарвлення), після чого активізуємо режим створення ескізу .

8. Створимо в середовищі ескізу прямокутник, задаючи форму виступу. На інструментальній панелі *Геометрия (Геометрія)* виберемо команду *Прямоугольник*  (*Прямокутник*). Виконаємо прив'язку до однієї з вершин моделі і задамо у відповідних полях розміри виступу. Остаточний вид ескізу приведений на рис. 9.40.

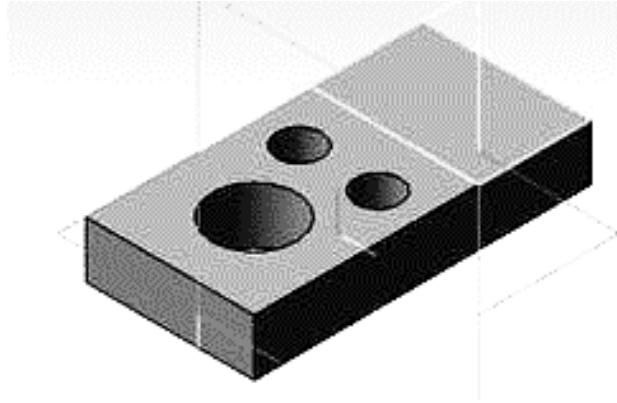



Рисунок 9.40

9. Застосуємо до створеного ескізу операцію витискування. Для цього на панелі *Редактирование детали (Редагування деталі)* виберемо команду *Операция выдавливания*  (*Операция витискування*). Встановимо у відповідних полях панелі властивостей необхідні параметри (витискування в прямому напрямі, на відстань, визначаємо значення відстані витискування, з нульовим ухилом). Створена при цьому модель показаний на рис. 9.41.

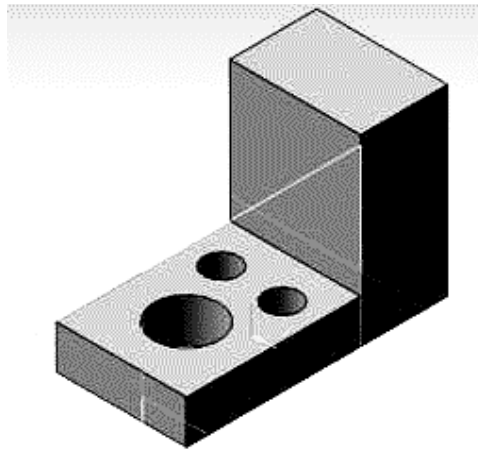



Рисунок 9.41

10. Виконаємо створення наскрізного прямокутного паза. В якості площини ескізу виберемо торцеву грань поверхні виступу (при виділенні її за допомогою клацання лівою кнопкою миші вона змінить колір забарвлення), після чого активізуємо режим створення ескізу.

11. Виконаємо побудову контуру вирізу. Виберемо команду *Осевая линия по двум точкам*  (*Осьова лінія по двох точках*) на панелі *Обозначения (Позначення)*. Для точного завдання положення базових точок побудови осі в центральних точках прямокутника грані ескізу скористаємося локальною прив'язкою *Середина (Середина)* за допомогою контекстного меню, яке викличемо натисненням правої кнопки миші (рис. 9.42).

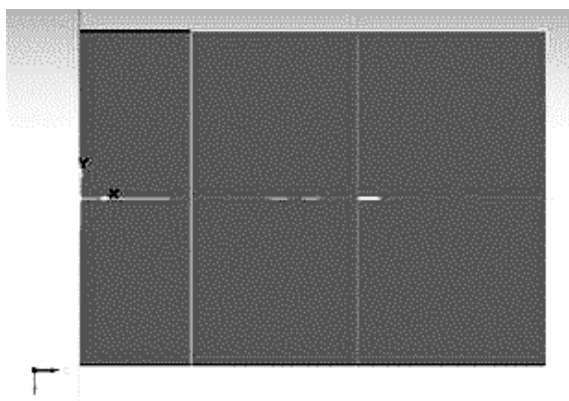




Рисунок 9.42

12. Виконаємо побудову допоміжних ліній, що визначають контур. На інструментальній панелі *Геометрия (Геометрія)* виберемо команду *Параллельная прямая*  (*Паралельна пряма*). В якості базових елементів виберемо побудовану вісь прямокутника і ліву зрушу прямокутника, що обкреслює грань виступу, оскільки по відношенню до неї задано положення нижньої грані майбутнього вирізу (рис. 9.43, а).

13. Виконаємо побудову замкнутого контуру для виконання вирізу за допомогою інструменту  (*Безперервне введение об'єктів*) на панелі *Геометрия (Геометрія)*. В якості початкових і кінцевих точок відрізків виберемо точки перетину побудованих допоміжних прямих (див. рис. 9.43 б).

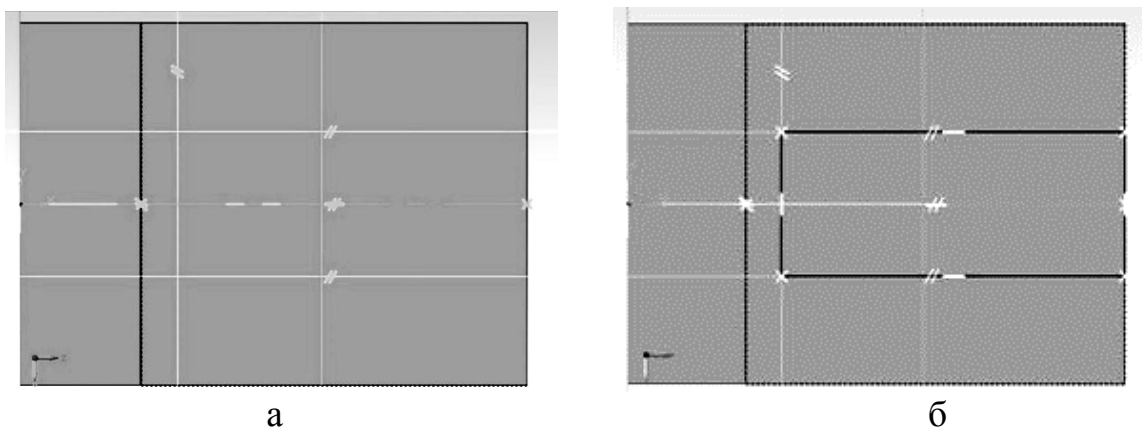



Рисунок 9.43

14. Виконаємо створення наскрізного отвору на основі створеного ескізу. Виберемо на інструментальній панелі *Редактирование детали*

(Редагування деталі) команду *Вырезать выдавливанием*  (*Вирізати витискуванням*). Для отримання наскрізного отвору на панелі властивостей виберемо прямий напрям і в якості граничної умови встановимо параметр *Через все* (*Через все*). Модель з вирізом показана на рис. 9.44.

15. Для створення циліндричного отвору виконаємо аналогічні дії із створення ескізу. В якості площини ескізу виберемо бічну грань поверхні створеного елемента (при виділенні її за допомогою клацання лівою кнопкою миші вона змінить колір забарвлення), після чого активізуємо режим створення ескізу.

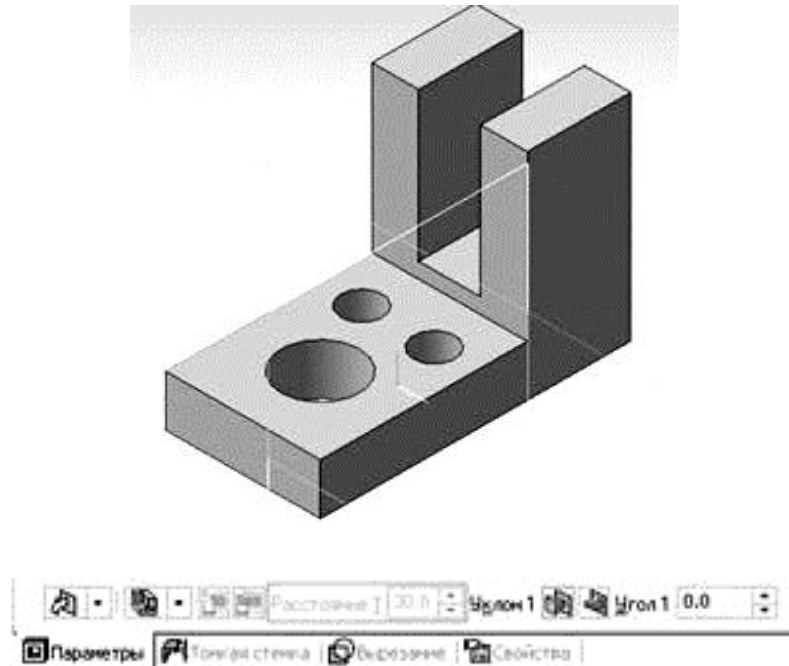




Рисунок 9.44

16. Визначимо положення центру кола, задаючого форму виступу. виберемо команду *Осевая линия по двум точкам*  (*Осьова лінія по двох точках*) на панелі *Обозначения* (*Позначення*). Для точного завдання положення базових точок побудови осі в центральних точках прямокутника грані ескізу скористаємося локальною прив'язкою *Середина* (*Середина*). На інструментальній панелі *Геометрия* (*Геометрія*) виберемо команду *Параллельная прямая*  (*Паралельна пряма*); в якості початкових об'єктів виберемо горизонтальну кромку, по відношенню до якої задано положення отвору згідно із завданням (рис. 9.45).

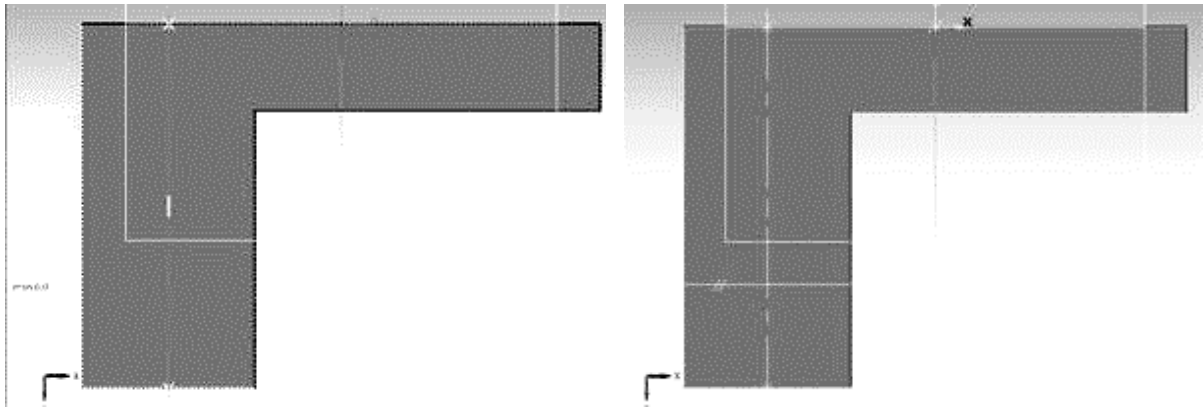



Рисунок 9.45

17. Виконаємо побудову кола. На інструментальній панелі *Геометрія* виберемо команду *Окружность*  (*Коло*). В якості центру кола визначимо точку перетину осі і допоміжної прямої і задамо у відповідному полі панелі властивостей значення діаметру кола. Виконаємо нанесення розмірів і вийдемо з середовища створення ескізів (рис. 9.46).

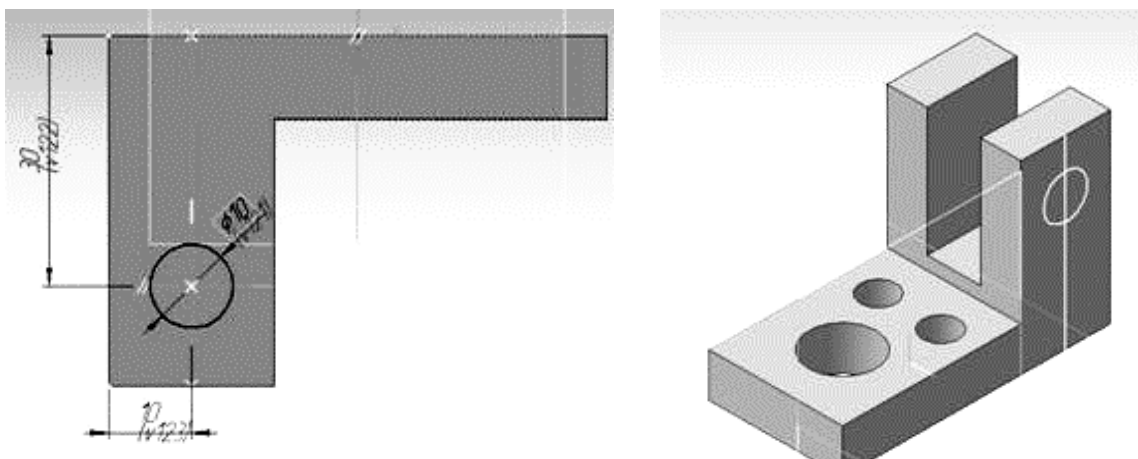



Рисунок 9.46

18. Виконаємо створення наскрізного отвору на основі створеного ескізу. Виберемо на інструментальній панелі *Редактирование детали* (*Редагування деталі*) команду *Вырезать выдавливанием*  (*Вирізати витискуванням*). Для отримання наскрізного отвору на панелі властивостей виберемо прямий напрям і в якості граничної умови встановимо параметр *Через все* (*Через усе*). Модель з доданим вирізом показана на рис. 9.47.

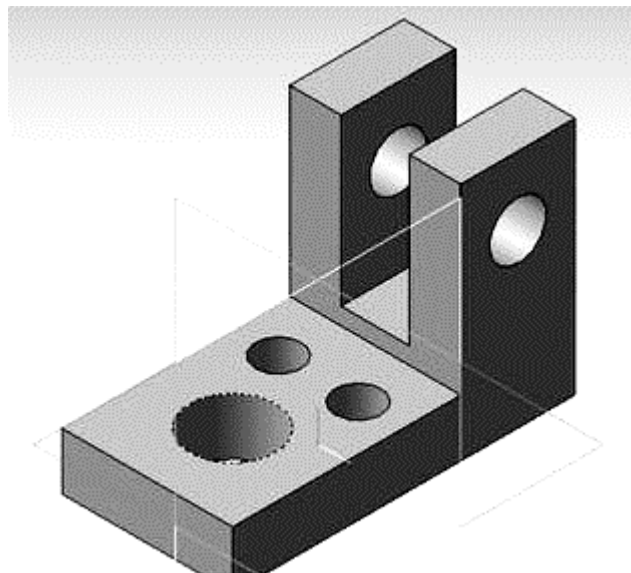



Рисунок 9.47

19. Створимо фаски на кутових кромках моделі відповідно до завдання. Знайдемо на інструментальній панелі *Редактирование детали* (*Редагування деталі*) виберемо команду *Фаска*  (*Фаска*). В поля панелі властивостей команди введемо значення довжини і кута скосу. Далі здійснимо вибір відповідних ребер, що скошуються фаскою і завершити створення фаски. Готова модель показана на рис. 9.48. Збережемо створену модель у файл.

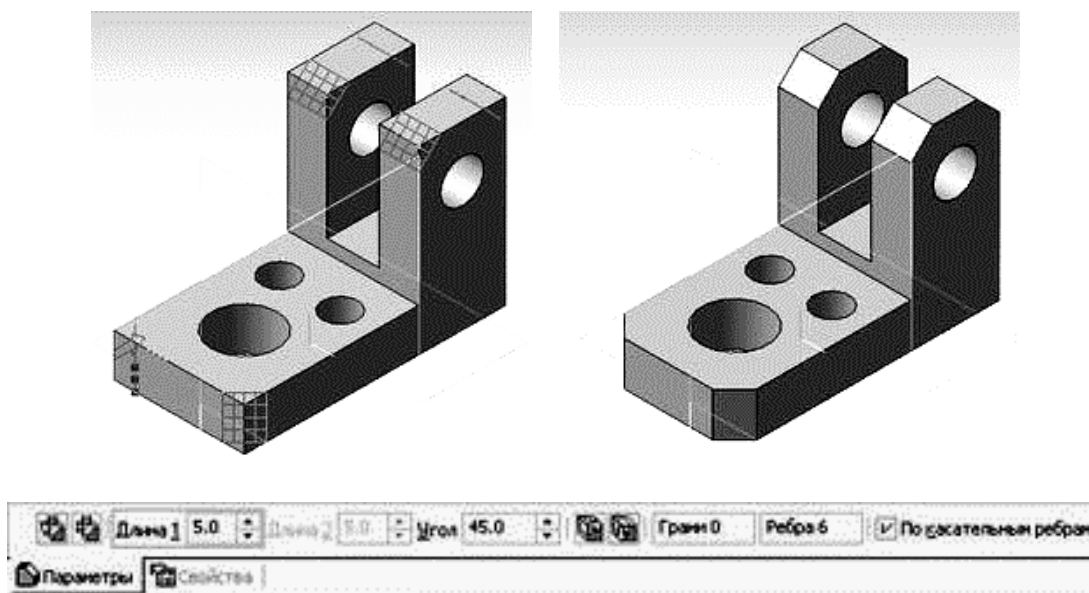






Рисунок 9.48


9.4.2 Створення креслення для моделі

1. Створимо новий файл, вибравши *Файл – Создать – Чертеж* (*Файл – Створити – Креслення*) або виберемо вибравши команду *Новый чертеж из модели* (*Нове креслення з моделі*) в розділі *Операции* (*Операції*) головного меню. При цьому пакет перейде в режим створення двовимірних креслень. Спочатку створимо вид зверху. Далі необхідно вказати точку вставки для головного виду (при виборі команди *Нове креслення з моделі*) або вибрати *Вставка – Вид с модели – Произвольный* (*Вставка – Вид з моделі – Довільний*) або кнопку  на інструментальній панелі *Виды* (*Види*), якщо була вибрана команда *Файл – Создать – Чертеж* (*Файл – Створити – Креслення*). Результат показаний на рис. 9.49.

Примітка. Наявні на кресленні зображення зручно відстежувати і редагувати за допомогою менеджера видів *Дерево построения* (*Дерево побудови*), що викликається при виборі *Вид – Дерево построения* (*Вид – Дерево побудови*). Редагування стану дерева і видів креслення можливо виконувати за допомогою контекстного меню (див. рис. 9.49).

3 Далі виконаємо побудову осьових ліній для кіл. Спочатку додамо осі для кола і дуги на вид згори. Спочатку додамо осі для кола і дуги на вид згори. Зробимо це за допомогою команди *Обозначение центра*  (*Позначення центру*) на інструментальній панелі *Обозначения* (*Позначення*). Створення здійснюється за допомогою вибору відповідного кола або дуги і вказівкою кута повороту для визначення розташування двох взаємно перпендикулярних осьових ліній системи.

4 Потім виконаємо побудову ступінчастого розрізу. Для цього скористаємося командою *Линия разреза*  (*Лінія розрізу*) на інструментальній панелі *Обозначения* (*Позначення*). Початкову точку вкажемо з використанням локальної прив'язки *Середина* (*Середина*) за допомогою контекстного меню. Після цього слід включити режим побудови складних розрізів, активізувавши кнопку  на панелі властивостей команди.

5 Далі послідовно визначимо положення точок, які задають положення січних площин з вказівкою точок зламу. Для цього передусім включимо режим ортогонального креслення за допомогою кнопки  на панелі поточного стану або натиснемо клавішу *F8*. в якості точок, що визначають положення січних площин, необхідно використати ліві точки перетину горизонтальних осьових з відповідними колами (рис. 9.50).

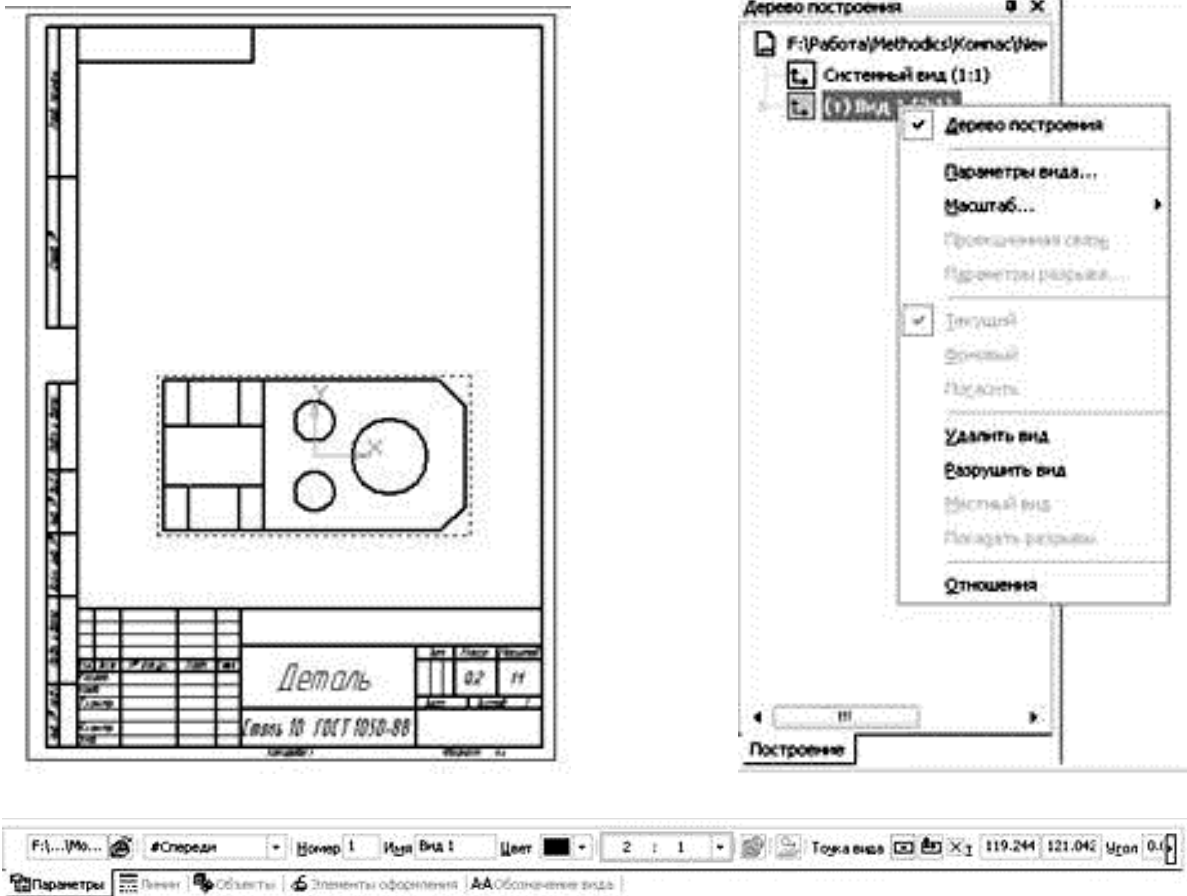


Рисунок 9.49

Після вказівки усіх точок лінії розрізу слід вийти з режиму побудови складного розрізу, відключивши кнопку \updownarrow , і вказати напрям погляду, визначивши положення відповідних позначень на кресленні. Далі необхідно вказати точку, що визначає положення нового зображення. Креслення набере вигляду, показано на рис. 9.51.

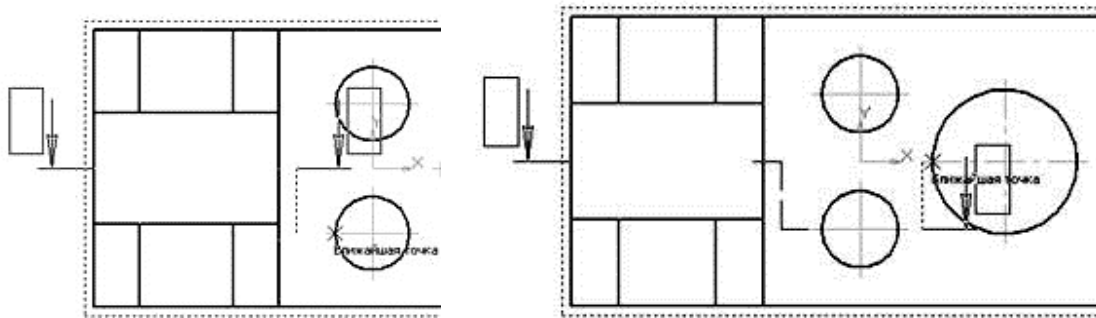


Рисунок 9.50

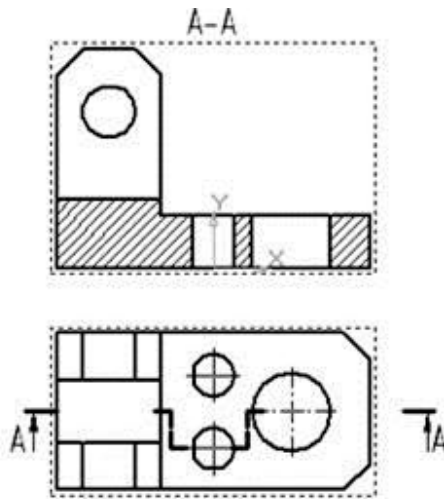






Рисунок 9.51

6 Для показу на кресленні отворів у виступах виконаємо побудову на виді зверху місцевого розрізу. Для побудови заздалегідь слід створити замкнутий контур з використанням інструменту *Кривая Безье* (*Крива Без'є*), що викликається при натисненні кнопки  на інструментальній панелі *Геометрия*  (*Геометрія*). Шляхом вказівки точок, що управляють, створимо замкнутий контур, як це показано на рис. 9.52.

Після цього виберемо команду *Местный разрез*  (*Місцевий розріз*) на інструментальній панелі *Виды*  (*Види*). На запит *Укажите замкнутую кривую для построения местного разреза* (*Вкажіть замкнуту криву для побудови місцевого розрізу*) виберемо створений раніше контур. Після цього з'явиться запит *Укажите положение секущей плоскости местного разреза* (*Вкажіть положення січної площини місцевого розрізу*). Необхідно для лінії, задаючої положення площини, вказати один з крайніх по горизонталі точок отворів на розрізі А-А. Після цього креслення набере наступного вигляду (див. рис. 9.53).

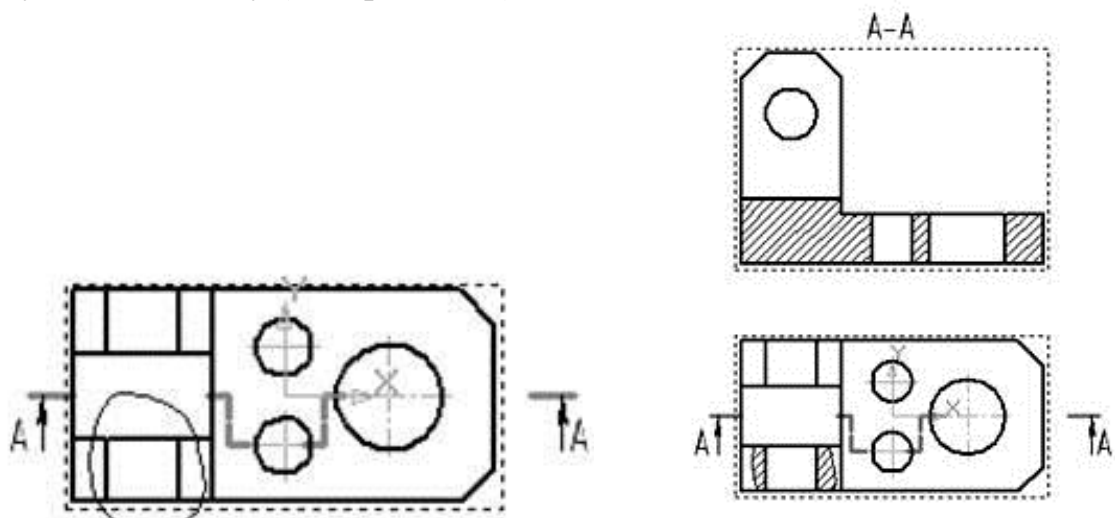



Рисунок 9.52

7 Положення січної площини розрізу, виконаного по площині отворів, задамо на кресленні позначеннями *Б-Б*. Для цього зробимо поточним зображенням розріз *А-А* і виберемо кнопку *Линия разреза*  (*Линія розрізу*) на інструментальній панелі *Обозначения (Позначення)*. Положення початкової і кінцевої точок лінії розрізу задамо за допомогою прив'язки до крайніх по горизонталі точок кола, що показує отвір (рис. 9.18).

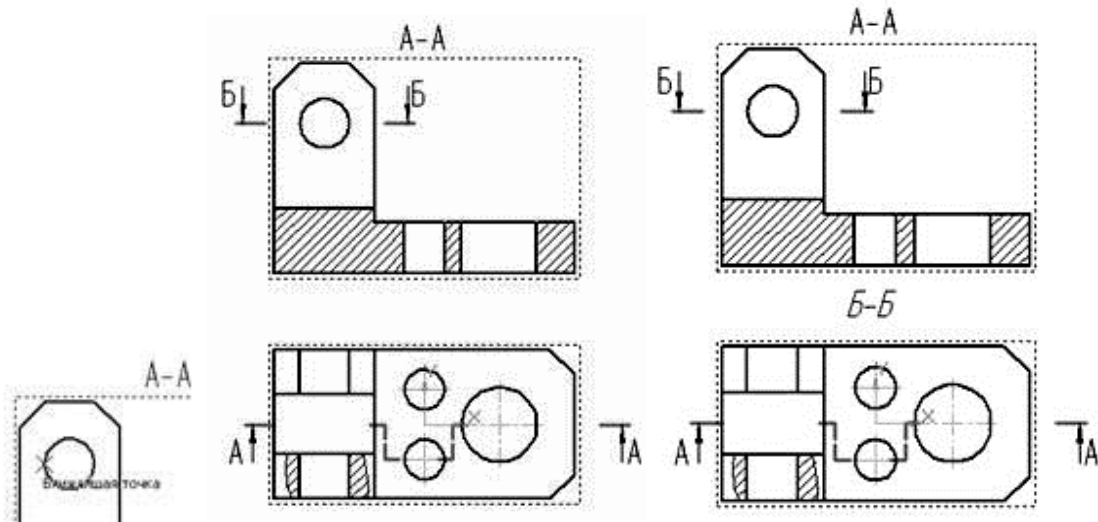







Рисунок 9.53

Далі вкажемо напрям погляду, визначивши положення відповідних позначень на кресленні. Саме зображення на кресленні створювати не будемо, натиснувши клавішу *Esc* на запит *Вкажіть точку прив'язки виду*. (див. рис. 9.53)

Примітка. Для того, щоб винести за межі зображення позначення січної площини слід виділити позначення, навести курсор на відповідну опорну точку, натиснути ліву кнопку миші і перетягнути точку в потрібне місце.

8 Створимо буквене позначення *Б-Б* над видом, на якому показаний розріз. Зробимо вид згори поточним і виберемо команду *Ввод текста*  (*Введення тексту*) на інструментальній панелі *Обозначения*  (*Позначення*). Вкажемо точку прив'язки тексту над зображенням і, задавши розмір шрифту рівним 10, введемо в текстове поле «*Б-Б*» (див. рис. 9.53).

9 Далі виконаємо побудову бракуючих осьових ліній на кресленні. Зробимо це за допомогою команд *Обозначение центра*  (*Позначення центру*) і *Автоосевая*  (*Автоосьова*) на інструментальній панелі *Обозначения*  (*Позначення*). Створення осьових для кіл здійснюється за допомогою вибору відповідного кола або дуги і вказівкою кута повороту для визначення розташування двох взаємно перпендикулярних осьових ліній

системи. Вказівка положення осьовій для подовжньо розітнутих отворів робиться вибором тих, що утворюють отвори, що потрапили в січну площину (відповідне виступання за контур промальовувався автоматично). Остаточний вид кресленні з осьовими показаний на рис. 9.54.

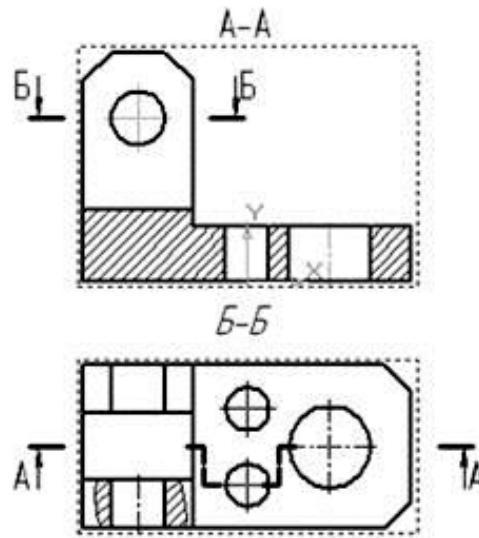


Рисунок 9.54

Примітка. Для додавання елементів креслення на відповідний вид слід заздалегідь зробити вид поточним. Для цього досить двічі клікнути лівою кнопкою миші, навівши її на який-небудь з елементів відповідного виду. При цьому лінії виду змінять колір з чорного на того, що відповідає їх стилю створення.

10 Після нанесення осьових виконаємо нанесення розмірів. Для нанесення лінійних розмірів скористаємося кнопкою *Линейный размер* (Лінійний розмір) на інструментальній панелі *Размеры* (Розміри). Вказуються дві точки прив'язки розміру, після чого задається положення розмірної лінії і напису на кресленні. Нанесення розміру фаски виконується з вказівкою кута і кількості фасок, що задаються в полях *Текст после* (Текст після) і *Текст под* (Текст під) вікна *Задание размерной надписи* (Завдання розмірного напису) (див. рис. 9.54). Це вікно викликається клацанням лівою кнопкою миші в полі *Текст* (Текст) панелі властивостей команди *Размеры* (Розміри) або через контекстне меню при виборі в нім пункту *Текст надписи* (Текст напису).

Нанесення розмірів кола виконується відповідно за допомогою команди *Диаметральный размер* (Діаметральний розмір) на панелі *Размеры* (Розміри). Вказуємо об'єкт, розмір якого наноситься і задаємо положення розміру. При необхідності додавання до розмірного тексту знаку діаметру або кількості отворів слід вказати відповідні параметри у вікні *Задание размерной надписи* (Завдання розмірного напису).

Після нанесення розмірів на одному із зображень робимо поточним інше зображення і наносимо на нім відповідні розміри. Остаточний вид креслення показаний на рис. 9.55.

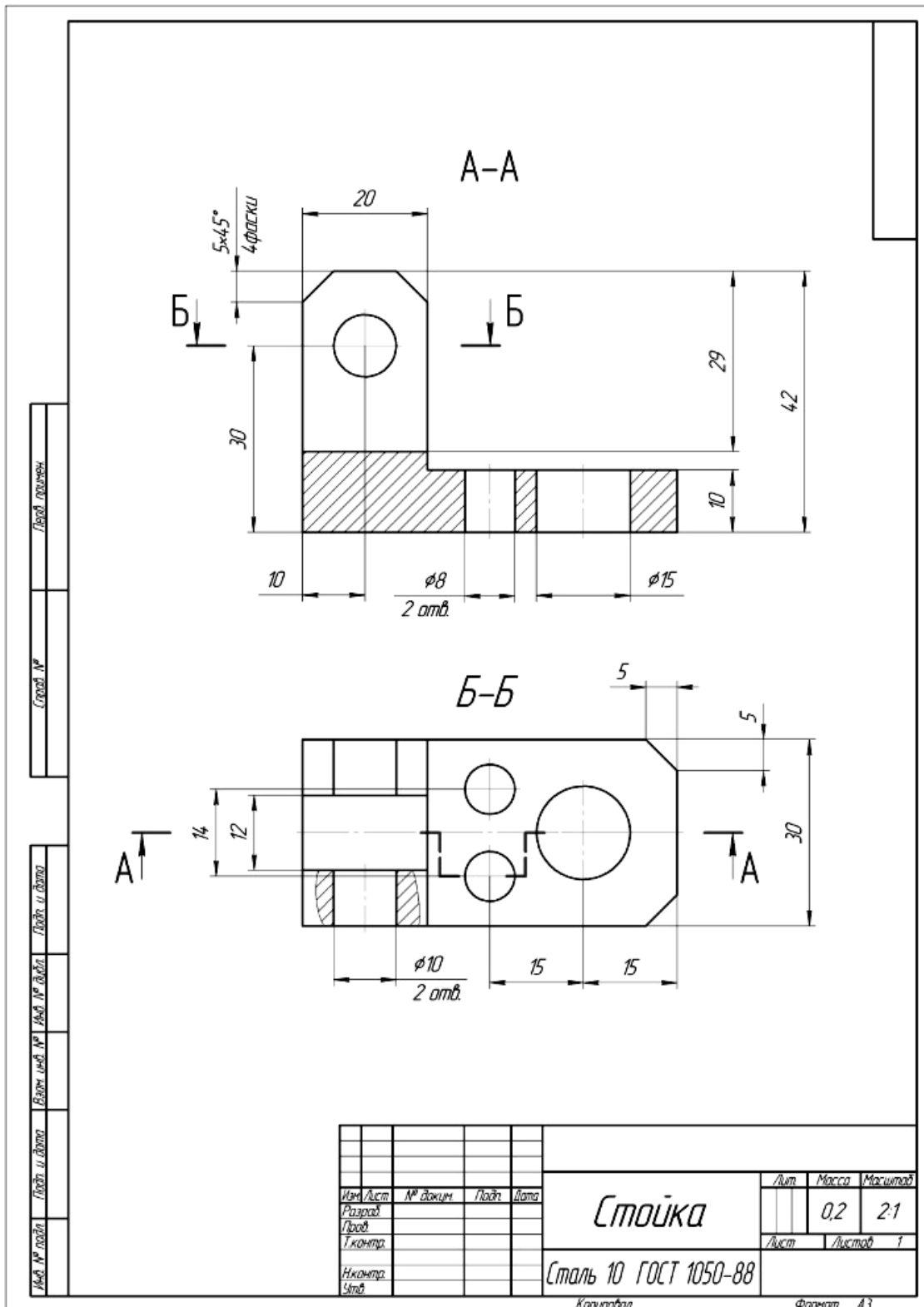


Рисунок 9.55

9.5 Виконання моделі й двовимірного креслення з моделі деталі типу «Втулка» (рис. 9.56)

Мета роботи. Передбачається відпрацювання команд створення тривимірних елементів обертання. Відпрацьовуються:

- розуміння послідовності створення тривимірних елементів;
- дія команди *Операція обертання*;
- команди створення зображень креслень по моделях (створення видів, поєднаних з розрізом).

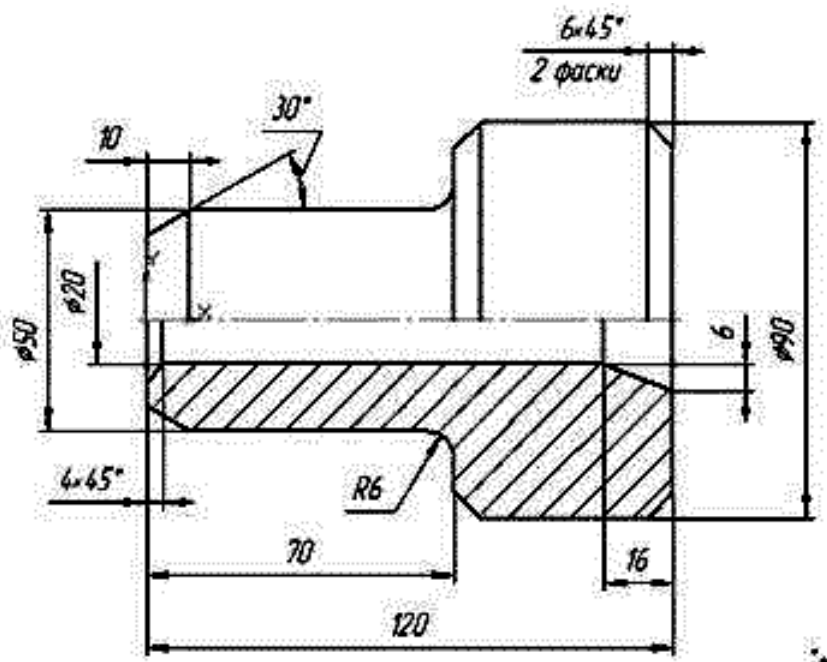






Рисунок 9.56 – Умова завдання «Втулка»

10.5.1 Порядок створення моделі

1. Створимо файл завдання. Виберемо у вікні програми команду *Создать – Деталь (Создать – Деталь)*.

2. У робочій області виберемо площину XY (навівши на її відображення курсор, кликнемо лівою кнопкою миші). Після цього виберемо команду *Эскиз*  (*Ескиз*) на панелі *Текущее состояние (Поточный стан)* (рис. 9.6) або у випадному при натисненні правої кнопки миші контекстної панелі або контекстному меню. Вибрана площина розгорнеться перпендикулярно по відношенню до спостерігача.

3. Для створення замкнутого контуру, на базі якого буде створений елемент обертання, виберемо на інструментальній панелі *Геометрия (Геометрия)* команду *Непрерывный ввод объектов*  (*Безперервне введення*

об'єктів). Включимо режим ортогонального креслення, натиснувши клавішу *F8* або вибравши кнопку  на панелі *Текущее состояние (Поточний стан)*. Першу точку контуру виберемо на початку координат. Далі задаємо курсором напрям викреслювання першого відрізка і задаємо в полі *Длина (Довжина)* значення довжини створюваного елемента контуру, натиснувши після цього клавішу *Enter*. Автоматично стане активним поле *Угол (Кут)*, значення в яке не вводимо, натиснувши ще раз клавішу *Enter*. Аналогічно виконуємо створення подальших відрізків. Замикаємо контур за допомогою об'єктної прив'язки або при виборі кнопки *Замкнуть*  (*Замкнути*) в панелі властивостей команди.





4. Створимо вісь обертання майбутньої деталі. Не виходячи з ескізу, виберемо на панелі *Позначення інструмент* *Осевая линия по двум точкам*  (*Осьова лінія по двох точках*). Створимо горизонтально розташовану вісь на довільній відстані від створеного контуру (рис. 9.57).



Рисунок 9.57

5. Точне положення осі по відношенню до контуру визначимо за допомогою вертикального розміру. На інструментальній панелі *Розміри* виберемо команду *Линейный размер*  (*Лінійний розмір*). В якості точок, що визначають розмір, задаємо точку на осі і одну з найближчих до осі кутових точок контуру. Далі на панелі властивостей виберемо кнопку *Вертикальный*  (*Вертикальний*) і вкажемо положення розміру. Потім у вікні, що з'явилося, *Установить значение размера (Встановити значення розміру)* введемо значення радіусу отвору *10* (рис. 9.58, а). Отриманий ескіз показаний на рис. 9.3, б.

6. Виконаємо створення тривимірного елемента, застосувавши обертання створеного в ескізі замкнутого контуру навколо осі обертання (необхідно ретельно стежити, щоб контур ескізу був замкнутий, інакше при виборі операції створення тривимірного елемента можлива поява повідомлення про помилку або створення тонкостінного елемента замість твердотілого). Для цього на панелі *Редактирование детали (Редагування деталі)* виберемо команду *Операция вращения*  (*Операція обертання*). Операція надає можливість встановити у відповідних полях панелі властивостей необхідні параметри (рис. 9.59).

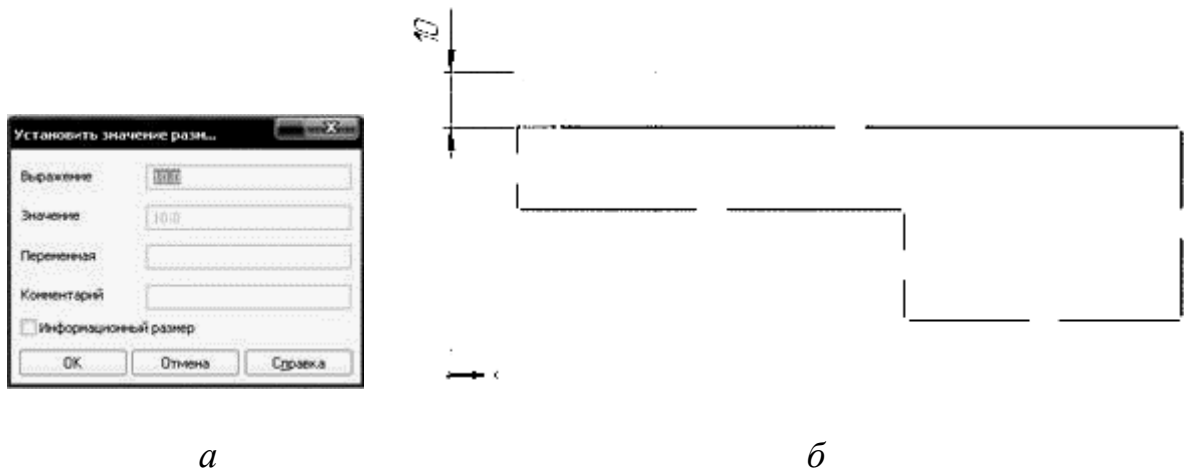


Рисунок 9.58

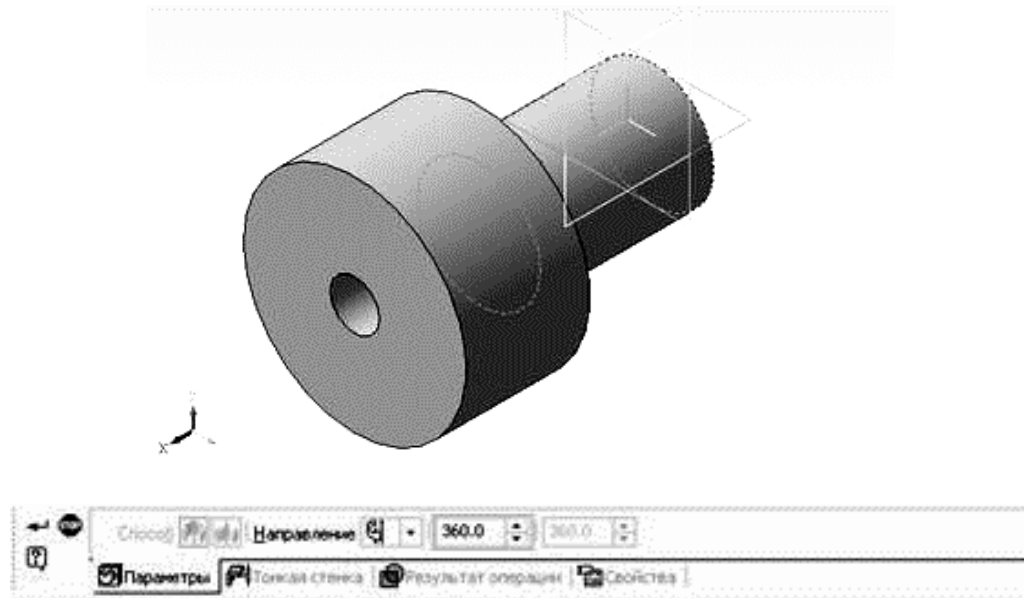




Рисунок 9.59

7. Виконаємо створення фасок і скруглень як тривимірних елементів. Команди створення цих елементів знаходяться на інструментальній панелі *Редактирование детали (Редагування деталі)*. Виконаємо скруглення переходу між циліндричною поверхнею і боковою гранню. Для цього виберемо кнопку *Скругление (Скруглення)*. В якості параметра скруглення задаємо значення радіусу (для цієї деталі 6 мм), після чого виберемо кромку, яка має округляти (при виборі стежимо за значком біля курсора). Зовнішній вигляд моделі із скругленням показаний на рис. 9.60.

8. Здійснимо створення фасок. Для цього викличемо команду *Фаска (Фаска)* (вона є випадною і з'явиться при тривалому натисненні лівої кнопки миші і наведенні курсора на кнопку *Скругление (Скруглення)*). З

п'яти фасок деталі чотири задаються по довжині ділянки скосу і значенню кута. Для створення цих фасок слід вибрати на панелі властивостей команди кнопку *Построение по стороне и углу*  (*Побудова по стороні і куту*). Після цього слід задати у відповідних полях параметри фасок і здійснити вибір кромки або поверхонь (усі кромки, що обмежують цю поверхню, будуть в цьому випадку скошені фасками). Для іншої внутрішньої фаски використовується режим створення *Построение по двум сторонам*  (*Побудова по двох сторонах*), при цьому аналогічно задаються параметри фаски і скошувані елементи.

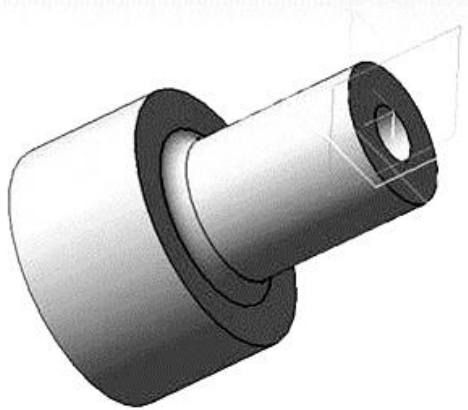




Рисунок 9.60

Примітка. При значеннях кута фаски, відмінних від 45° , або по методу побудови по двох сторонах слід уважно стежити за підсумковим розташуванням скошуваних ділянок і вчасно змінювати з потреби їх розташування шляхом вибору кнопок *Первое направление*  (*Перший напрям*) і *Второе направление*  (*Другий напрям*). Створений при цьому тривимірний елемент показаний на рис. 9.61. Збережемо модель у файл.

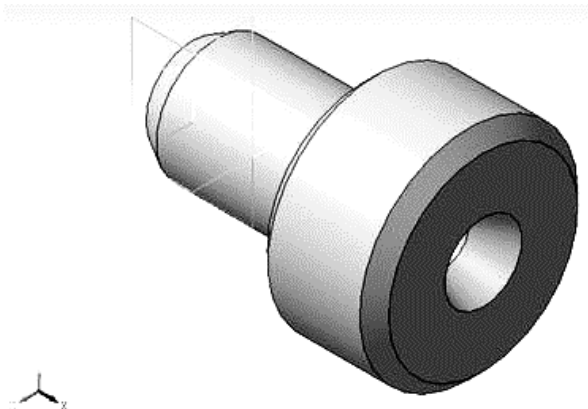



Рисунок 9.61

9.5.2 Створення креслення для моделі

1. Створимо новий файл, вибравши *Файл – Создать – Чертеж (Файл – Створити – Креслення)*. При цьому пакет перейде в режим створення двовимірних креслень. У цьому режимі ми додаватимемо необхідні зображення для креслення створеної моделі і виконаємо нанесення розмірів.

2. Створимо вигляд спереду і ліворуч. У вікні пакету виберемо *Вставка – Вид с модели – Стандартные (Вставка – Вид з моделі – Стандартні)* або скористаємося кнопкою  на інструментальній панелі *Виды (Види)*. У вікні вибору файлу, що відкрилося, знайдіть збережений вами файл моделі. Потім виберіть точку вставки видів. Результат показаний на рис. 9.62.

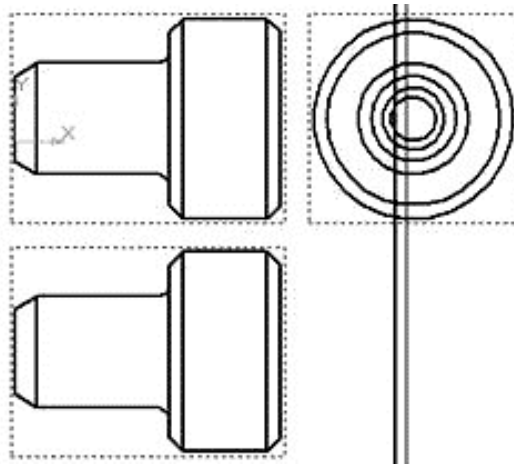




Рисунок 9.62

3. Видалимо вигляд зверху як непотрібний. Для цього виберемо увесь вид за допомогою натискання лівої кнопки миші з наведенням курсора на рамку виду, видну на кресленні у вигляді штрихової лінії. Потім, натиснувши клавішу *Delete* і підтвердивши вибрану дію, видалимо вид.

4. Створимо поєднання вигляду спереду з фронтальним розрізом. Оскільки положення січної площини фронтального розрізу, виконаного по площині симетрії, на кресленні позначеннями не задається, для його створення скористаємося командою побудови місцевого розрізу. Для її виконання заздалегідь слід створити замкнутий контур з використанням інструменту *Прямоугольник (Прямокутник)*, що викликається при натисненні кнопки  на інструментальній панелі *Геометрия (Геометрія)*. Виберемо в якості типу ліній стиль *Для линий обрыва (Для ліній обриву)*. Шляхом вказування кутових точок діагоналі створимо прямокутник, як це показано на рис. 9.8, а. Для прив'язки до середини контурних вертикальних ліній використовуємо локальну прив'язку (викликаємо контекстне меню

натисненням правої кнопки миші, вибираємо *Привязка – Середина* (*Привязка – Середина*)).

Після цього виберемо команду *Местный разрез*  (*Місцевий розріз*) на інструментальній панелі *Виды (Види)*. На запит *Укажите замкнутую кривую для построения местного разреза (Вкажіть замкнуту криву для побудови місцевого розрізу)* виберемо створений раніше контур. Після цього з'явиться запит *Укажите положение секущей плоскости местного разреза (Вкажіть положення січної площини місцевого розрізу)*. Необхідно для лінії, яка задає положення площини, вказати точку на виді ліворуч, яка знаходилася б на площині симетрії деталі. Після цього креслення набере вигляду, показаного на рис. 9.63, б).

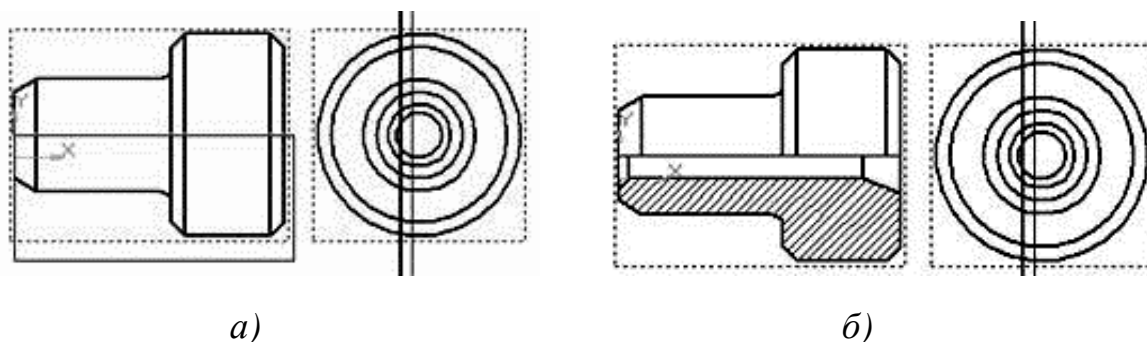



Рисунок 9.63

5. Видалимо вид ліворуч. Для цього виберемо увесь вид за допомогою натискання лівою кнопкою миші з наведенням курсора на рамку виду, видну на креслення у вигляді штрихової лінії. Потім, натиснувши клавішу *Delete* і підтвердивши вибрану дію, видалимо вид.

Аналогічним чином змінимо стиль на осьову для лінії розділення виду і розрізу, а також подовжимо її так, щоб вона на 1...3 мм виступала за межі контуру. Виділимо її, викличемо натисненням правої кнопки миші контекстну панель і в полі, де відображається тип ліній, виберемо *Осевая (Осьова)*. Знімемо виділення, клацнувши курсором по порожньому полю креслення. Подовжити вісь за межі контуру можливо за допомогою команди *Отрезок*  (*Відрізок*); необхідно дорисовувати ділянки з обох боків, вибравши на панелі властивостей тип лінії *Осевая (Осьова)*. Результат показаний на рис. 9.64.

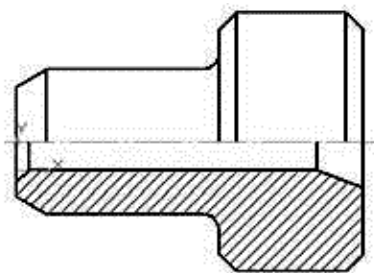


Рисунок 9.64

6. Виконаємо нанесення розмірів на креслення (рис. 9.10). Для нанесення лінійних розмірів скористаємося кнопкою *Линейный размер* (Лінійний розмір) на інструментальній панелі *Розміри*. Вказуються дві точки прив'язки розміру, після чого задається положення розмірної лінії і напису на кресленні. При нанесенні розмірів для циліндричних поверхонь до розмірного тексту може бути доданий знак діаметру. Робиться це вибором відповідного позначення у вікні *Задание размерной надписи* (Завдання розмірного напису), яке можна викликати вибором в контекстному меню розміру команди *Текст надписи...* (*Текст напису*) чи клацанням лівою кнопкою миші по полю *Текст* (*Текст*) панелі властивостей команди. У тому ж вікні, в полі *Текст под* (*Текст під*), додаються написи, що стосуються позначення кількості фасок.

7. Розміри з обривом ставляться при виборі кнопки *Линейный с обрывом* (Лінійний з обривом) (вона є випадною і з'явиться при тривалому натисненні лівої кнопки миші і наведенні курсора на кнопку *Линейный размер* (Лінійний розмір)). Для таких розмірів визначається базовий відрізок для нанесення розміру, визначається положення розміру і у вікні *Задание размерной надписи* (Завдання розмірного напису) задається зміст розмірного тексту. Остаточний вид креслення з розмірами наведений на рис. 9.65.

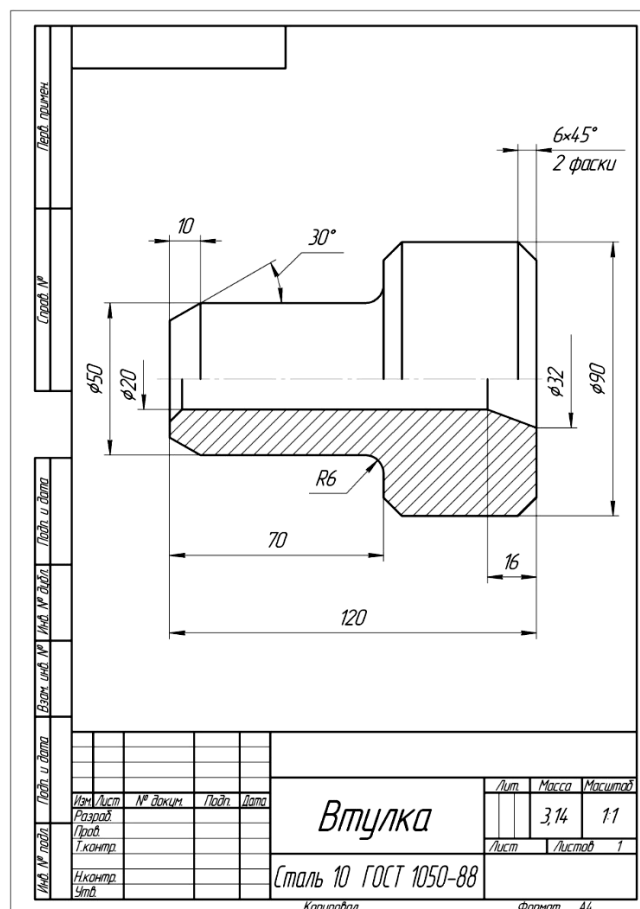
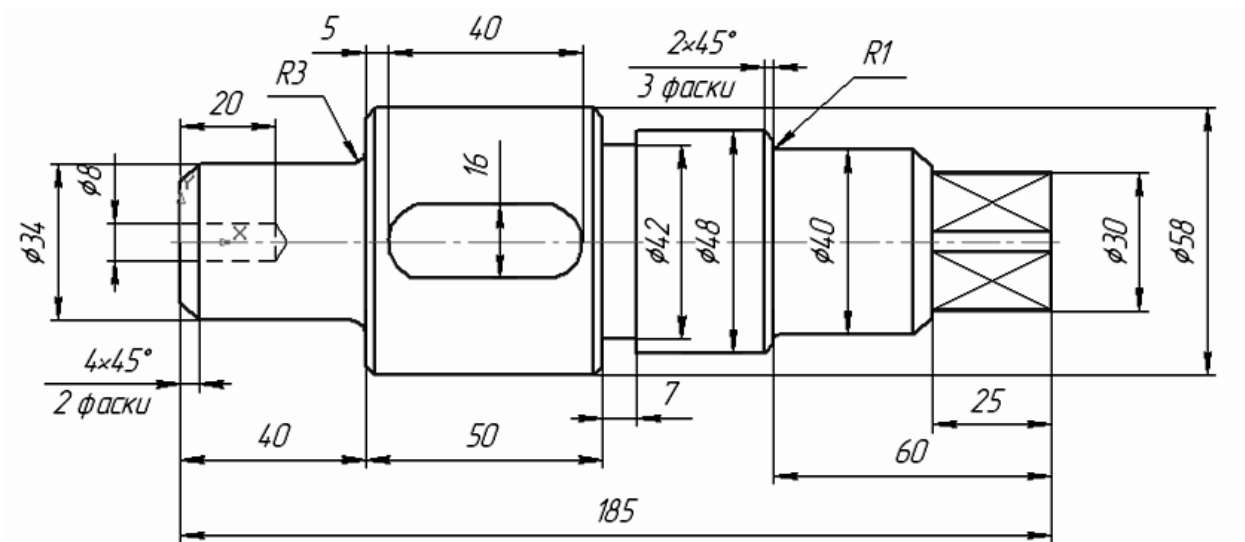


Рисунок 9.65

9.6 Виконання моделі й двовимірного креслення деталі типу «Вал» (рис. 9.66)

Мета роботи. Виконання завдання спрямоване на відпрацювання команд створення тривимірних елементів обертання і різноманітних конструктивних елементів на ділянках валу. Відпрацьовуються:

- команди *Создать вращением* (Створити обертанням) і *Вырезать вращением* (Вирізати обертанням);
- створення додаткових допоміжних площин для створення на них ескізів як основи тривимірних елементів;
- створення зображень креслень по моделях (створення місцевих розрізів і перерізів).



- 1) Паз шпони з одного боку глибиною 6 мм;
- 2) на правій циліндричній ділянці $\phi 30$ мм механічною обробкою виконаний квадрат неповного профілю із стороною 24 мм.

Рисунок 9.66

Дане завдання є загальним для виконання усіма студентами. Оцінювання якості його виконання робиться в ході співбесіди з викладачем.

9.6.1 Порядок створення моделі

1. Процес створення моделі розпочинаємо з вибору площини і виконання ескізу, який є половиною контуру валу. Ескіз показаний на рис. 9.67

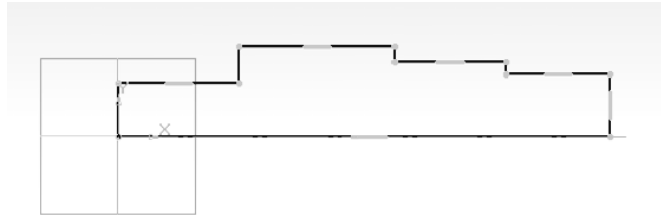


Рисунок 9.67

2. Після закриття ескізу застосовуємо команду тривимірного редагування *Операція вращення* (Операція обертання). Далі необхідно вказати в робочій області лінію контуру, що визначає положення осі обертання. Результат операції показаний на рис. 9.68

3. Побудову чотиригранника розпочинаємо з вибору торцевої поверхні валу в якості ескізної площини, потім будуємо коло і допоміжні прямі під кутом 45° , після чого проводимо відносно цих прямих допоміжні паралельні прямі, які визначають напрям сторін квадрата, потім наводимо сторони квадрата за допомогою команди *Отрезок (Відрізок)*, а зайві частини кола відсікаємо. Послідовність цих дій представлена на рис. 9.69.

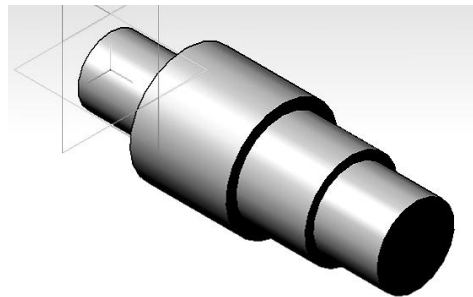


Рисунок 9.68

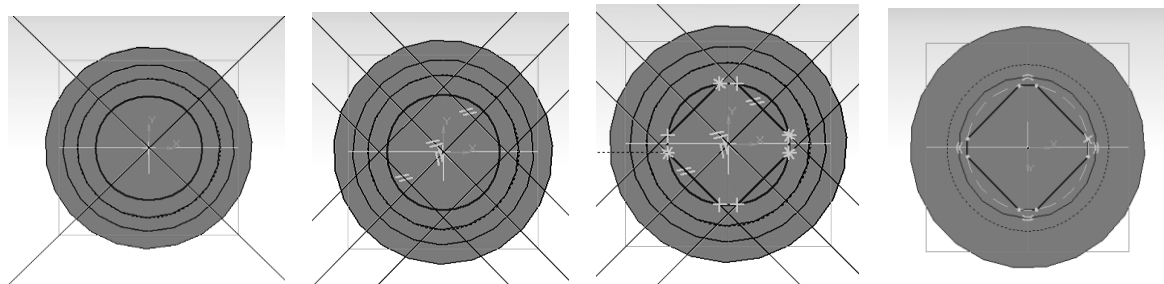



Рисунок 9.69

Після застосування команди *Операция выдавливания*  (*Операция витискувания*), використовуючи витискування на задану довжину, отримуємо чотиригранник (рис. 9.70).

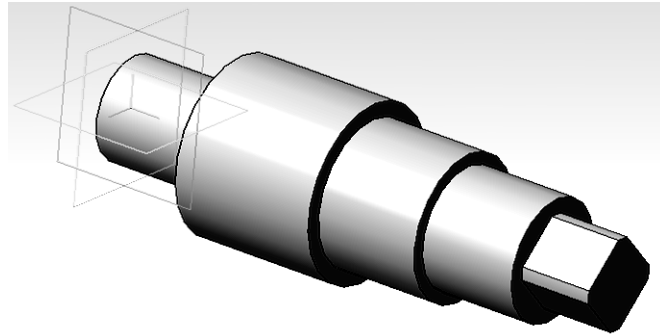





Рисунок 9.70

4. Для створення отвору без побудови його ескізу скористаємося командою *Простое отверстие*  (*Простий отвір*) або *Отверстие из библиотеки*  (*Отвір з бібліотеки*) на панелі *Редактирование детали*  (*Редагування деталі*), заздалегідь виділивши торцеву площину. У параметрах отвору задаємо його форму і розміри – в наведеному прикладі для команди *Отверстие из библиотеки* (*Отвір з бібліотеки*) цей отвір форми 02 (з кутом 120°) глибиною 20 мм і діаметром 8 мм. Зверніть увагу, що центр отвору автоматично встановлюється в точку перетину осей симетрії площини, а в інших випадках необхідно вказувати його координати (рис. 9.71).

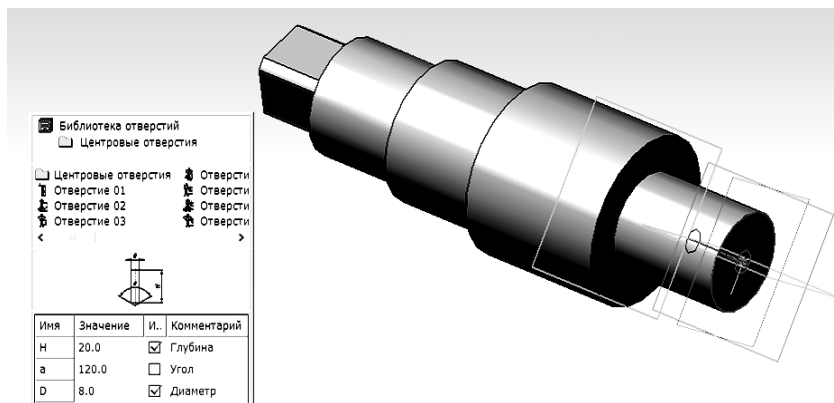


Рисунок 9.71

Для виконання канавки вибираємо одну з основних площин, що проходять через вісь валу. Після цього будуємо в ній ескіз профілю канавки (для спрощення вважаємо профіль прямокутним) і вісь обертання (рис. 9.72).

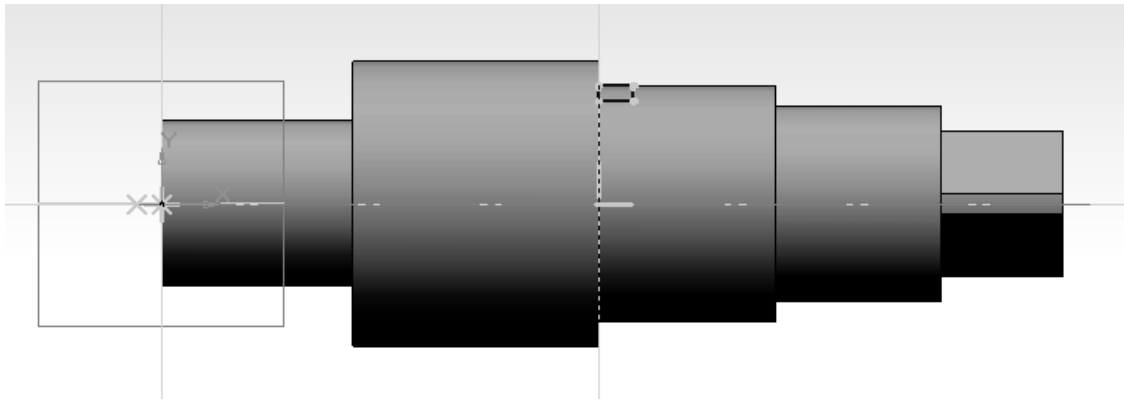


Рисунок 9.72

Для створення канавки застосовуємо команду *Вырезать вращением* (Вирізати обертанням). Результат операції показаний на рис. 9.73.

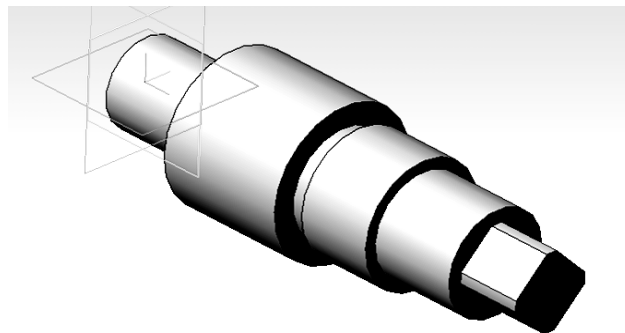


Рисунок 9.73

5. Для створення шпонкового пазу вибираємо площину ескізу, дотичну до ділянки валу, на якій виконується паз. Для цього входимо в панель *Вспомогательная геометрия* (Допоміжна геометрія) і вибираємо дотичну площину (знаходимо на випадній панелі). При побудові дотичної площини вказуємо циліндричну поверхню і площину їй перпендикулярну (рис. 9.74).

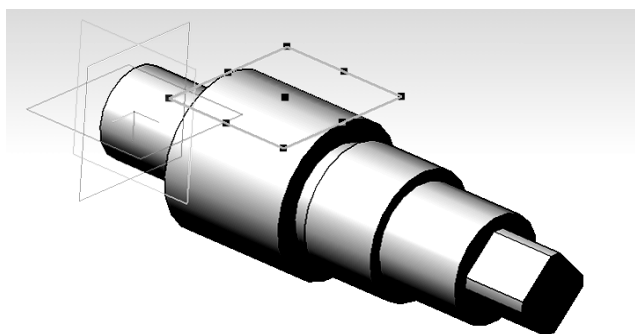


Рисунок 9.74

Вибравши дотичну площину в якості ескізної, входимо в режим ескізу і виконуємо ескіз шпонкового пазу, використовуючи наступні команди: *Вспомогательная прямая* (Допоміжна пряма), *Окружность* (Коло), *Отрезок* (Відрізок), *Усечь кривую* (Усікти криву) – рис. 9.75 і 6.76.

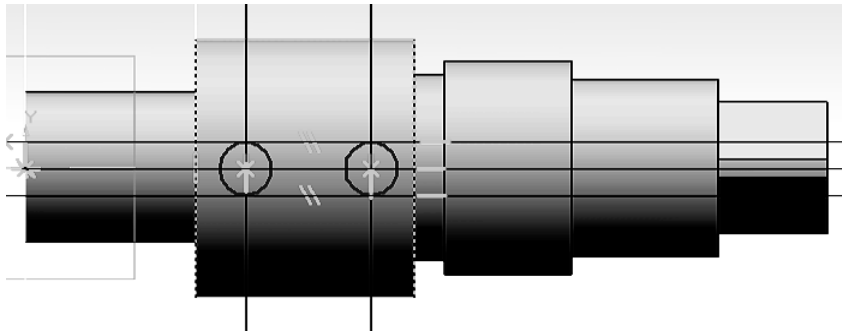


Рисунок 9.75

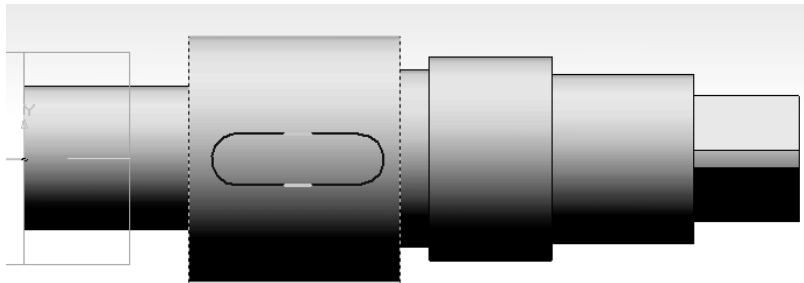



Рисунок 9.76

Вийшовши з режиму ескізування, застосовуємо команду *Вырезать выдавливанием*  (*Вирізати витискуванням*) на відстань, яка відповідає глибині пазу.

Результат показаний на рис. 9.77

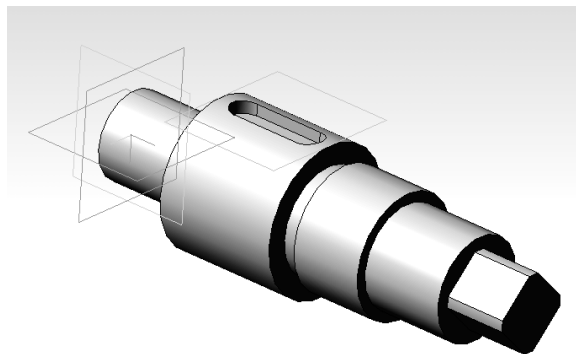


Рисунок 9.77

Зверніть увагу, що виконання різних отворів, канавок і шпонкових пазів зазвичай виконується з використанням вбудованих бібліотек.

6. На завершення створення моделі виконуємо в тривимірному режимі фаски і скруглення. В результаті отримуємо закінчену модель валу – рис. 9.78

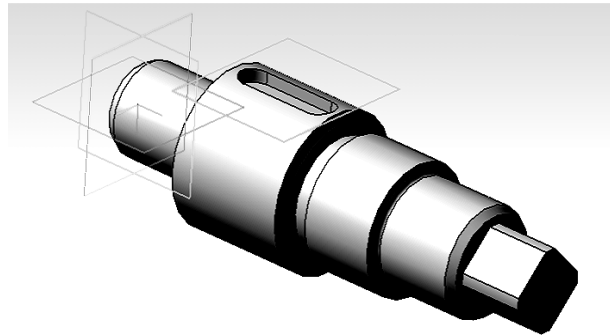




Рисунок 9.78

9.6.2 Створення креслення для моделі

Після збереження моделі створюємо асоціативне креслення. Відмітимо деякі особливості створення креслення «Вал».

Після вставки зображення моделі в креслення необхідно правильно розташувати деталь. Для цього можна скористатися командою *Проекционный вид*  (*Проекційний вид*) на інструментальній панелі *Виды*  (*Види*). Результат декількох випадків послідовного використання цієї команди дає розташування валу, при якому паз шпонки звернений до спостерігача (рис. 9.79).

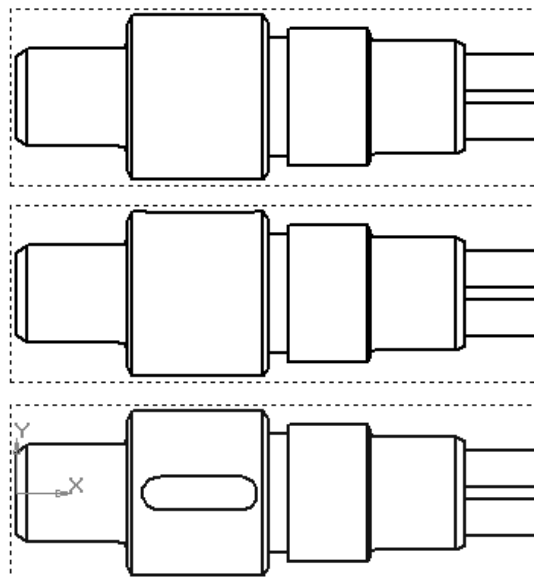


Рисунок 9.79

Потім віддаляються непотрібні види і виконуються перерізи, місцеві розрізи. Створимо перерізи *A-A* і *Б-Б*. Для цього на інструментальній панелі *Обозначения* (Позначення), вибираємо команду *Линия сечения* (Лінія перерізу); при цьому вид має бути активним. У панелі властивостей треба вибрати тип зображення, отриманого за допомогою вказаної січної площини, це зображення може бути як розрізом, так і перерізом. Для виконаного креслення доцільно виконувати перерізи. Також треба відключити проекційний зв'язок між опорним видом і перерізом для вільного розміщення перерізів. В результаті виконання цих дій отримаємо необхідні перерізи – рис. 9.80. Слід врахувати, що кут нахилу штрихування на перерізі *Б-Б* необхідно змінити на 30° або 60° , оскільки контур перерізу має кут 45° . Зробити це можна у відповідному полі на вкладці *Свойства* (Властивості), яка з'явиться при виділенні потрібного об'єкту (штрихування) і виборі на контекстній панелі кнопки *Свойства* (Властивості).

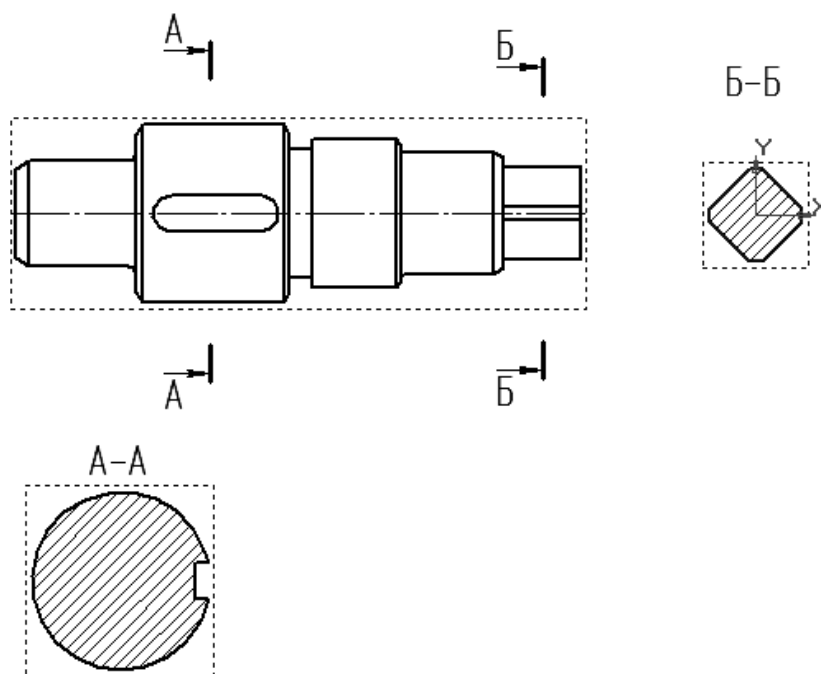


Рисунок 9.80

Створимо місцевий розріз для того, щоб показати отвір. Для цього намалюємо замкнутий криволінійний контур і на інструментальній панелі *Виды* (Види), виберемо команду *Местный разрез* (Місцевий розріз), при цьому вид має бути також активним. Виділяємо побудований криволінійний контур і вказуємо площину, якою виконується місцевий розріз. В даному випадку її можна вказати вертикально через центр перерізу *A-A* (рис. 9.81). На рис. 9.82 показаний результат – головний вид з місцевим розрізом.

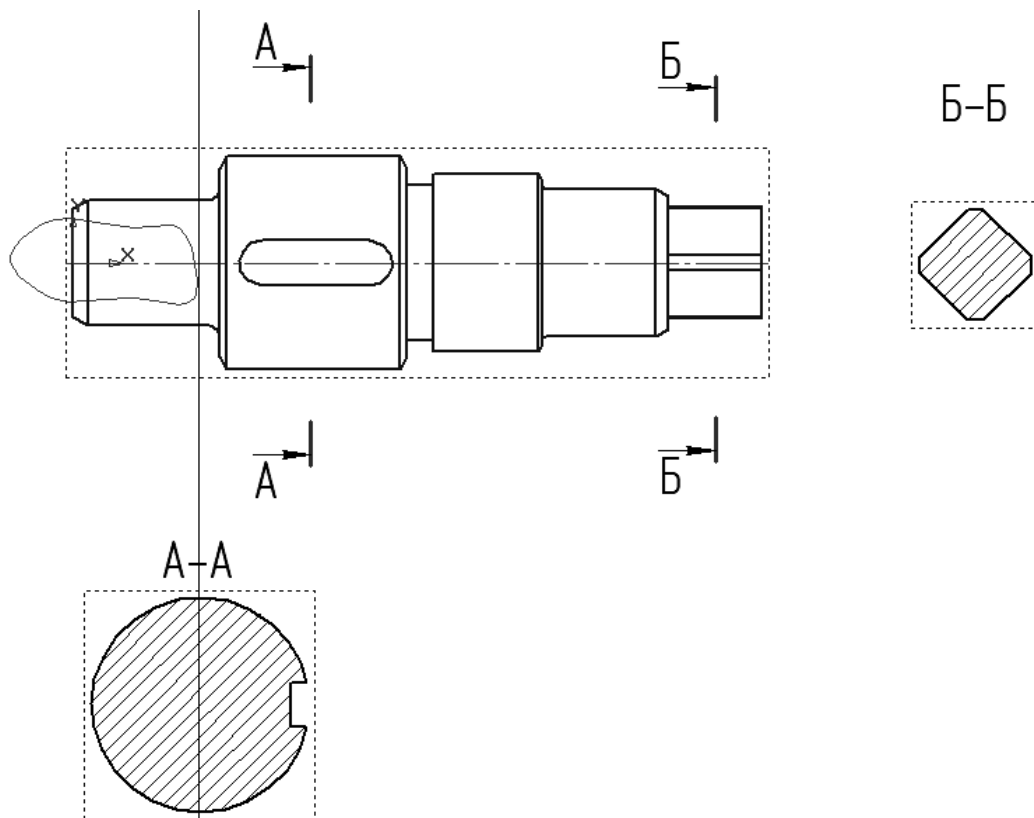


Рисунок 9.81

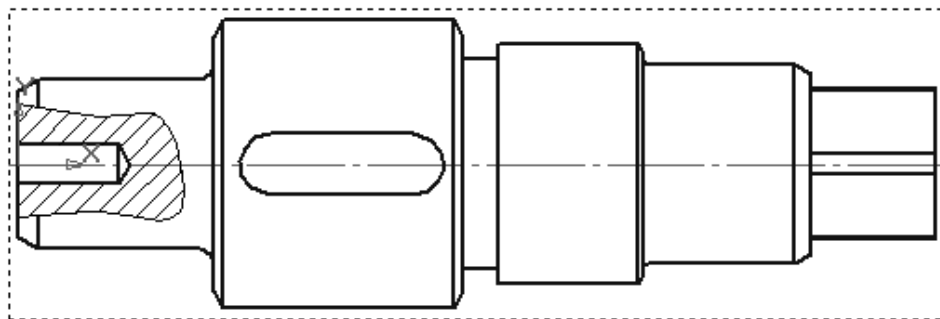


Рисунок 9.82

Після отримання усіх зображень розставимо необхідні розміри і заповнимо основний напис (рис. 9.83).

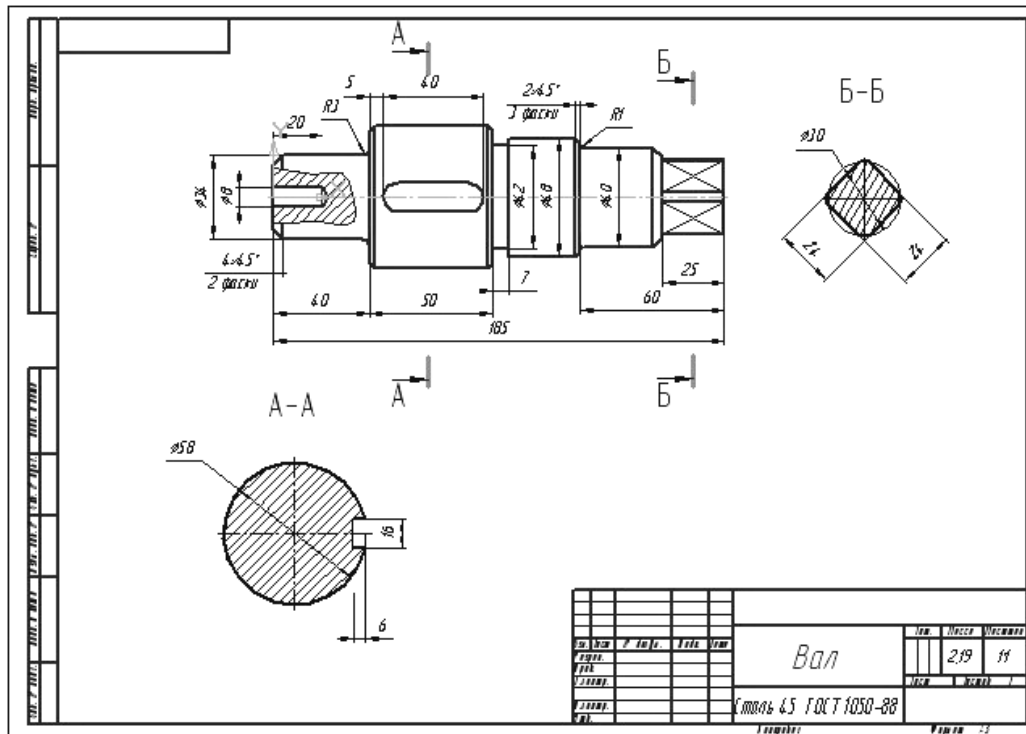


Рисунок 9.83

9.7 Виконання моделі і двовимірного креслення з моделі деталі типу «Вісь» (таблиця. 9.2 і рис. 9.84)

Мета роботи. Передбачається відробіток команд створення тривимірних елементів обертання, робота з бібліотеками. Відпрацьовуються:

- команди *Створити обертанням* і *Вирізати обертанням*;
- знайомство з бібліотеками пакету «Компас»;
- створення бібліотечних двовимірних і тривимірних елементів;
- створення зображень креслень по моделях (створення місцевих розрізів і перерізів).

Таблиця 9.2 – Основні розміри деталі

Варіанти	D	D ₁	D ₂	D ₃	L	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	Масштаб
	Розміри, мм										
1, 13, 22	10	16	25	M10	125	40	30	20	60	10	2:1
2, 16, 28	15	20	30	M16	130	30	30	35	55	14	
3, 12, 23	20	26	38	M16	135	30	42	25	60	18	
4, 19, 25	25	32	42	M24	140	30	45	20	62	22	
5, 20, 27	30	38	50	M30	145	30	45	20	70	28	
6, 11, 29	35	43	55	M30	155	20	60	20	70	36	
7, 17, 24	40	50	62	M36	210	35	66	40	90	45	
8, 15, 30	45	58	70	M42	220	40	60	40	100	50	1:1
9, 18, 26	50	62	75	M42	250	50	75	40	115	52	
10, 14, 21	55	67	80	M48	270	60	75	45	130	56	

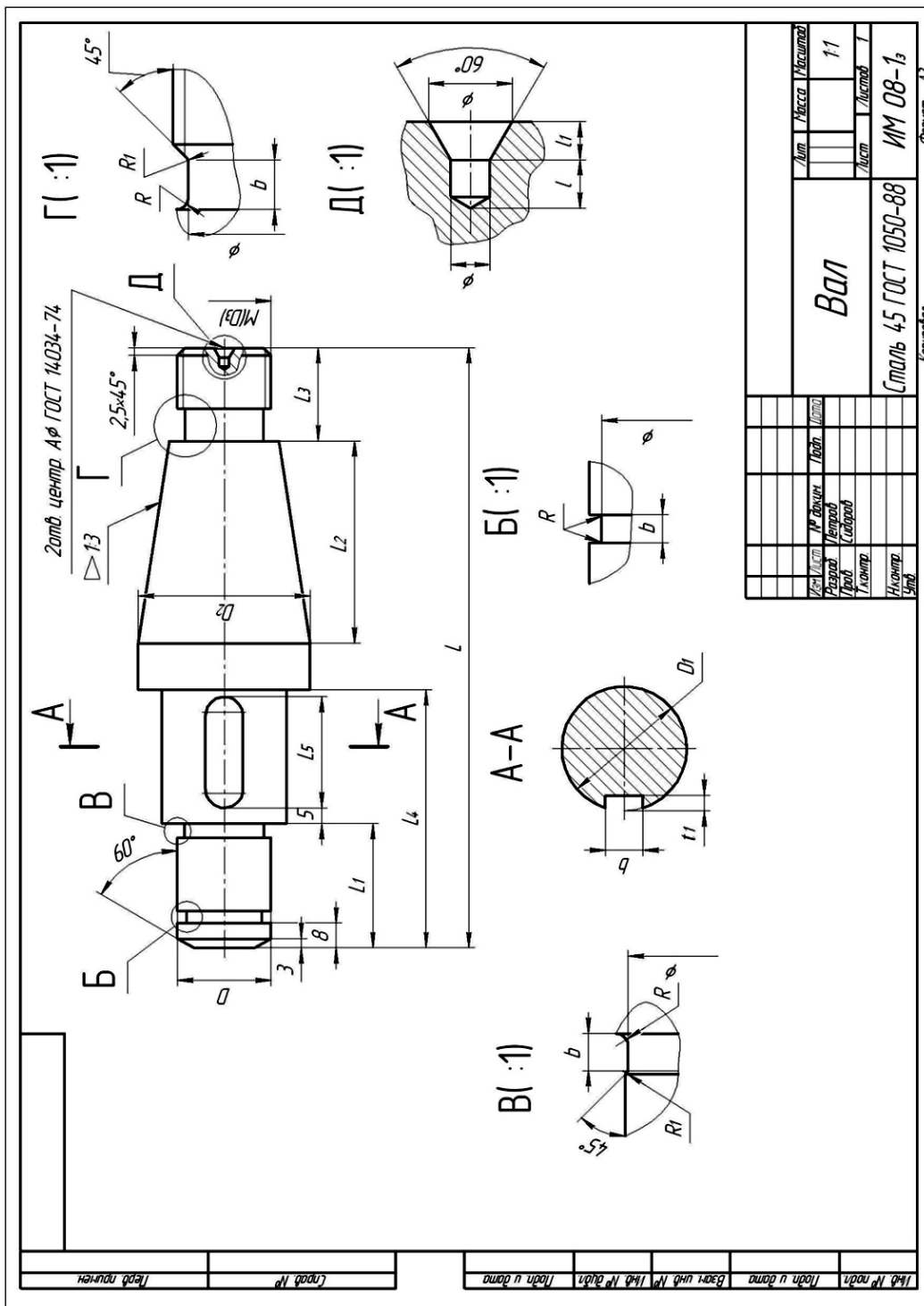


Рисунок 9.84

9.7.1 Порядок створення моделі

1 Побудову деталі розпочинаємо із створення ескізу на одній з площин XY, ZX або ZY. Потім в створеному ескізі викреслюємо замкнутий контур подібний до контуру самої деталі. Потім вказуємо розміри кожної ділянки деталі (рис. 9.85).

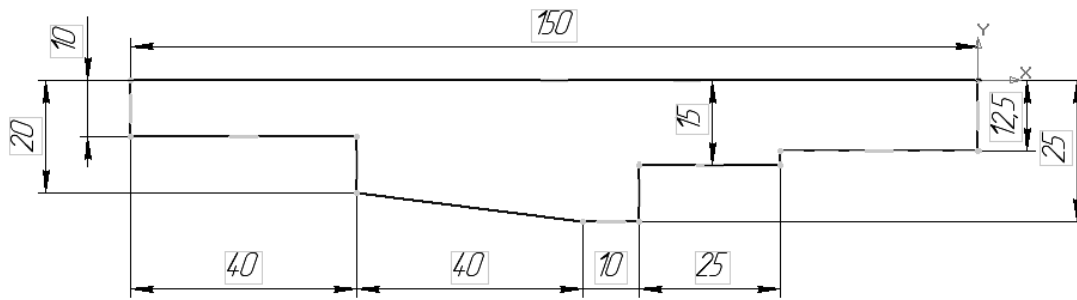




Рисунок 9.85

2 Після нанесення розмірів вибираємо команду *Операція вращення*  (*Операція обертання*). Далі необхідно вказати в робочій області лінію контуру, що визначає положення осі обертання і визначити кут обертання відносно заданої осі рівним 360° .

3 Виконаємо створення канавок. Виберемо в головному меню *Библиотека – Стандартные изделия – Вставить элемент* (*Библиотека – Стандартні вироби – Вставити елемент*). Відкриється вікно *Библиотека Стандартные Изделия* (*Библиотека Стандартні Вироби*). Далі виберемо в лівій частині вікна вкладку *Конструктивные элементы*  (*Конструктивні елементи*). У вікні нижче і справа відкриється список бібліотек, що зберігаються в цій теці (рис. 9.86).

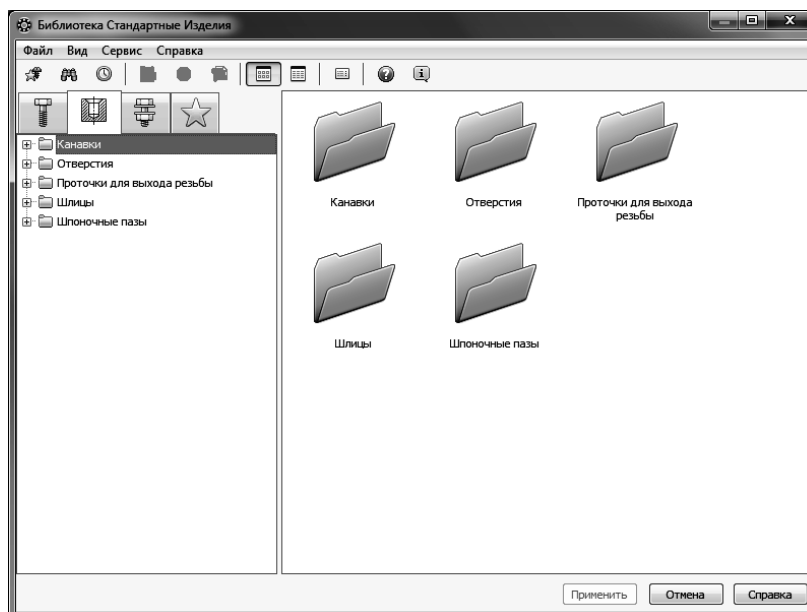


Рисунок 9.86

У теці *Канавки* (*Канавки*) виберіть *Канавка для выхода шлифовального круга по ГОСТ 8820-69 – Канавки для круглого шлифования* (*Канавка для виходу шліфувального круга по ГОСТ 8820-69 – Канавки для круглого шліфування*) і виконайте подвійне клацання мишею на команді *Канавка для наружного шлифования по цилиндру исп 1* (*Канавки для зовнішнього шліфування по циліндру вик. 1*) (рис. 9.87).

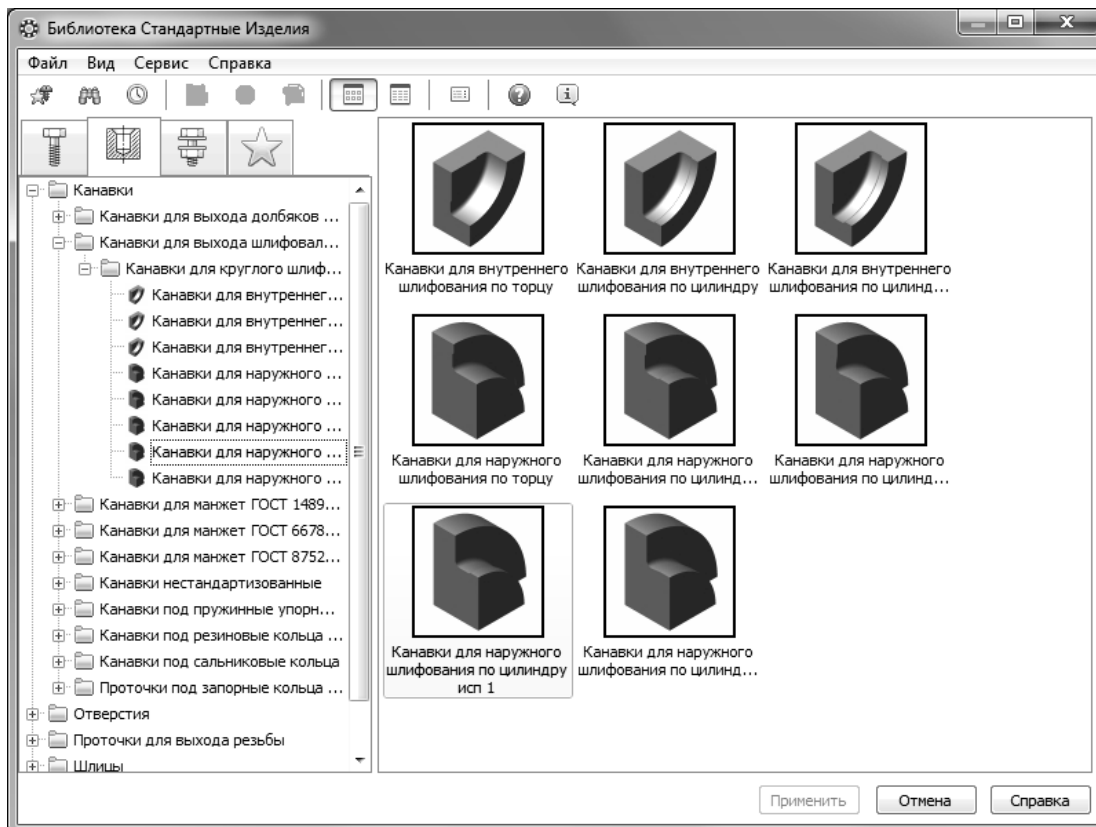



Рисунок 9.87

За запросом *Выберите наружное круглое ребро* (Виберіть зовнішнє кругле ребро) вкажіть кромку у торця ділянки, у кінці якої треба створити канавку (рис. 9.88) і натисніть кнопку *Создать объект*  (Створити об'єкт) на панели специального управления. Геометричні параметри канавки визначаються автоматично залежно від діаметру вказаної циліндричної грані (рис. 9.89). Створену канавку показано на рис. 9.90.

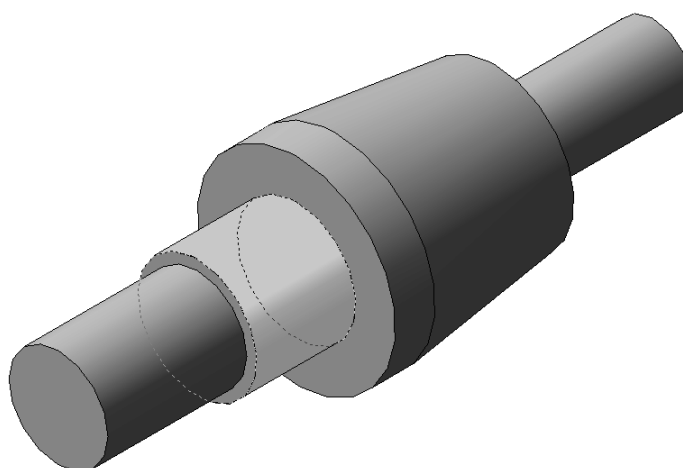


Рисунок 9.88

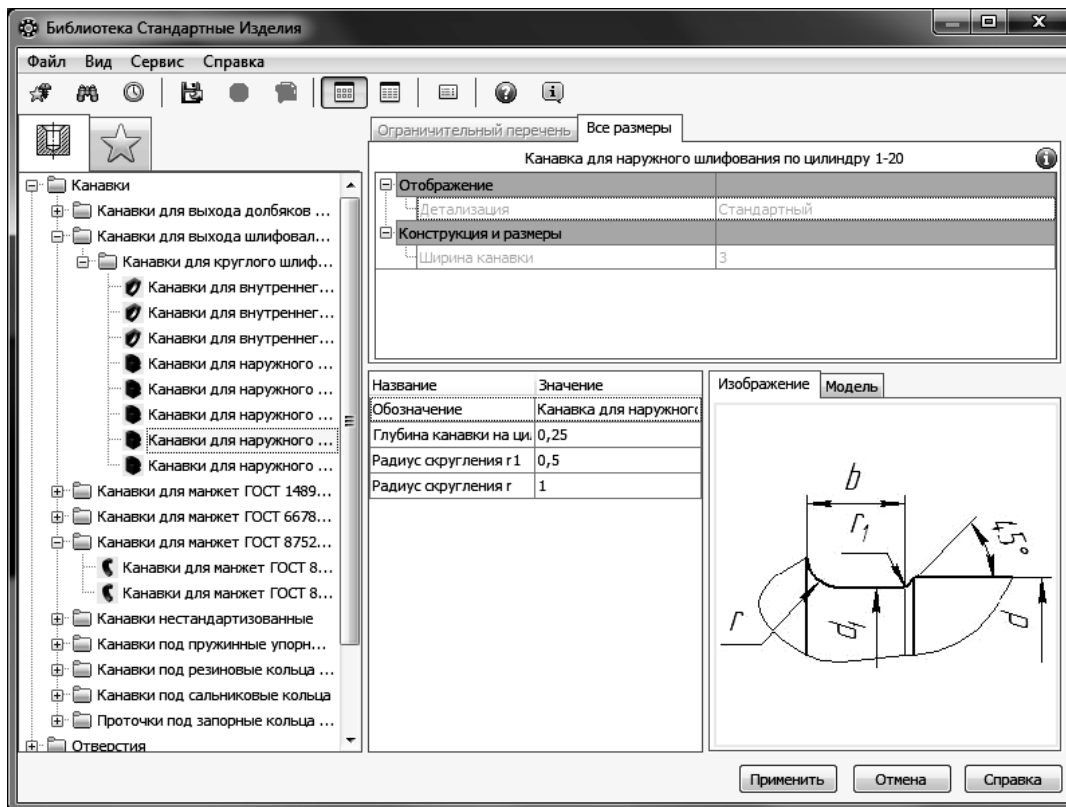


Рисунок 9.89

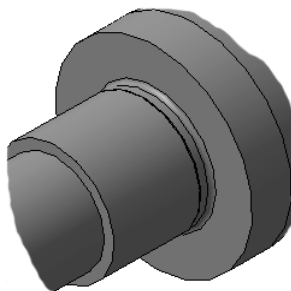



Рисунок 9.90

4 Потім створимо канавку під стопорне кільце. У теці *Канавки (Канавки)* виберіть *Канавка под пружинные упорные кольца по ГОСТ 13940, 13942-86 (Канавка под пружинні упорні кільця за ГОСТ 13940, 13942-86)* і виконайте подвійне клацання мишею на команді *Канавки по ГОСТ 13940, 13942-86 наружные (Канавки за ГОСТ 13940, 13942-86 зовнішні)*.

У вікні моделі вкажіть циліндричну грань, на якій треба побудувати канавку, плоску грань торцевої поверхні, від якої задається положення канавки і в полі *Расстояние (Відстань)* панелі властивостей ввести відступ до канавки, взятий з умови; потім натисніть кнопку *Создать объект*  (*Створити об'єкт*) на панелі спеціального управління. Геометричні параметри канавки визначаються автоматично залежно від діаметру вказаної циліндричної грані (рис. 9.91).

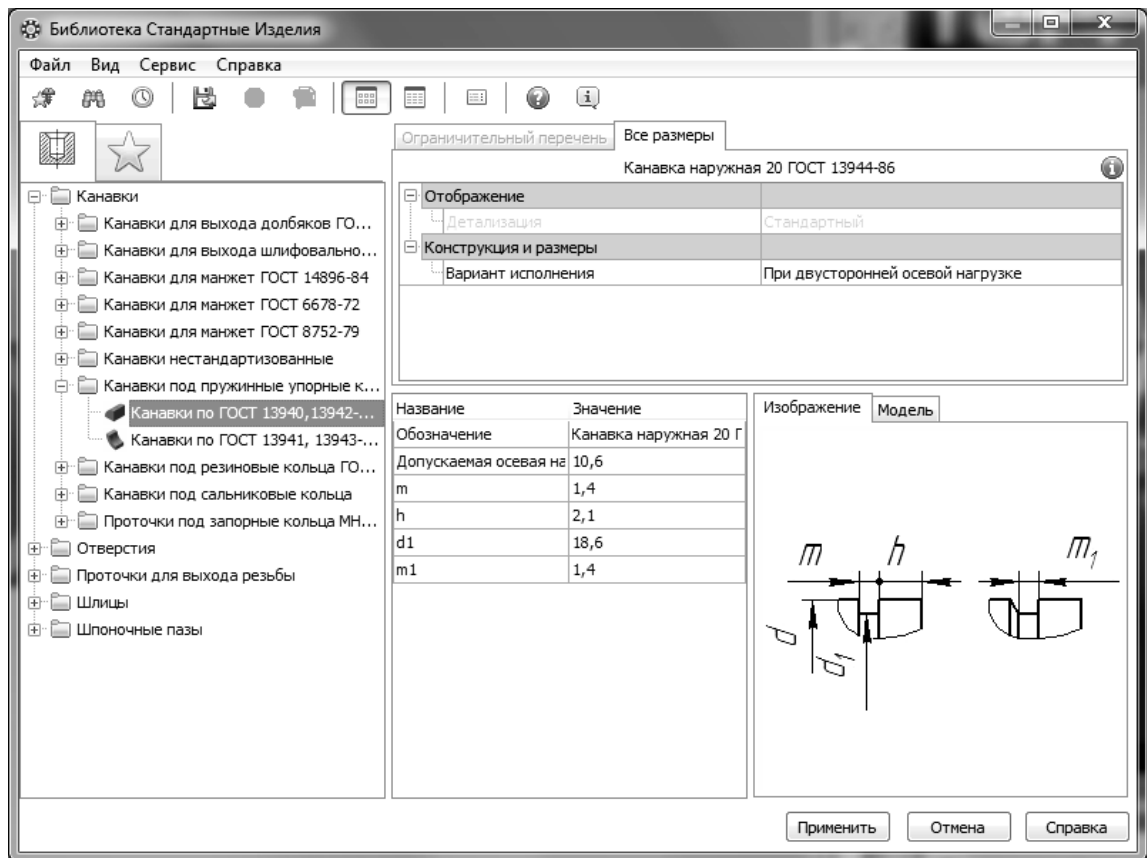


Рисунок 9.91

Натисніть кнопку *Применить (Застосувати)* – система виконає побудову канавки (рис. 9.92).

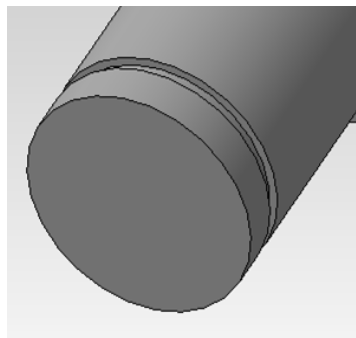


Рисунок 9.92

5 Виконаємо створення паза шпони. У вікні *Библиотека Стандартные Изделия (Бібліотека Стандартні Вироби)* на вкладці *Конструктивные элементы (Конструктивні елементи)* виберемо теку *Шпоночные пазы (Шпонкові пази)*.

У теці *Шпоночные пазы (Шпонкові пази)* виконаєте подвійне кліцання мишею на команді *Шпоночный паз по ГОСТ 23360-78 наружный (Шпонковий паз за ГОСТ 23360-78 зовнішній)* (рис. 9.93).

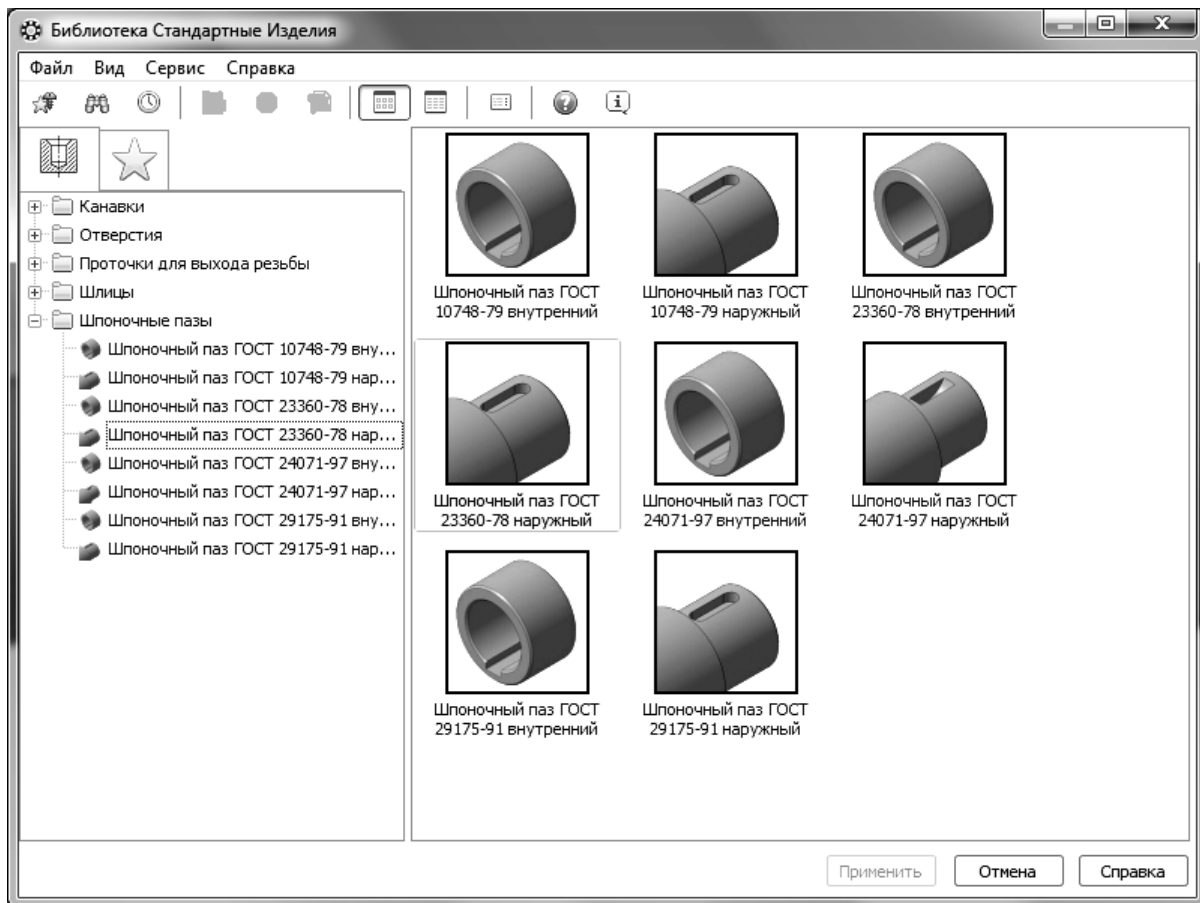


Рисунок 9.93

У вікні моделі вкажіть циліндричну грань, на якій треба побудувати паз під шпонку, плоску грань торцевої поверхні, від якої задається положення паза і в полі *Расстояние (Відстань)* панелі властивостей ввести відступ до паза, взятий з умови; потім натисніть кнопку *Создать объект* (Створити об'єкт) на панелі спеціального управління (рис. 9.94).

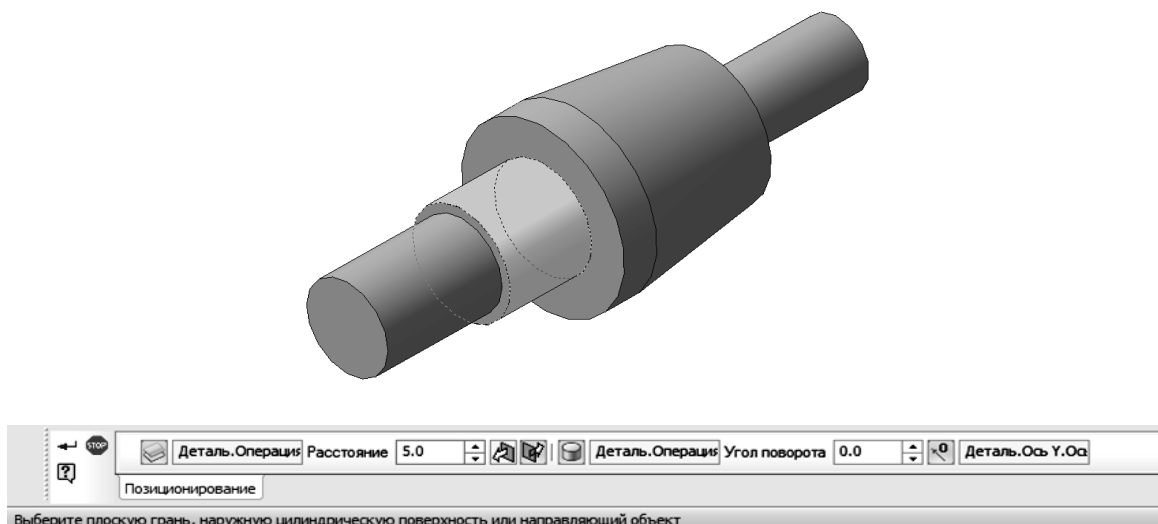


Рисунок 9.94

Геометричні параметри пазу визначаються автоматично, окрім довжини і відстані від базової грані, залежно від діаметру вказаної циліндричної грані. Довжину слід вибрати з випадного списку, який з'явиться при подвійному клацанні лівою кнопкою миші по рядку *Длина (Довжина)* вікна, показаного на рис. 9.95

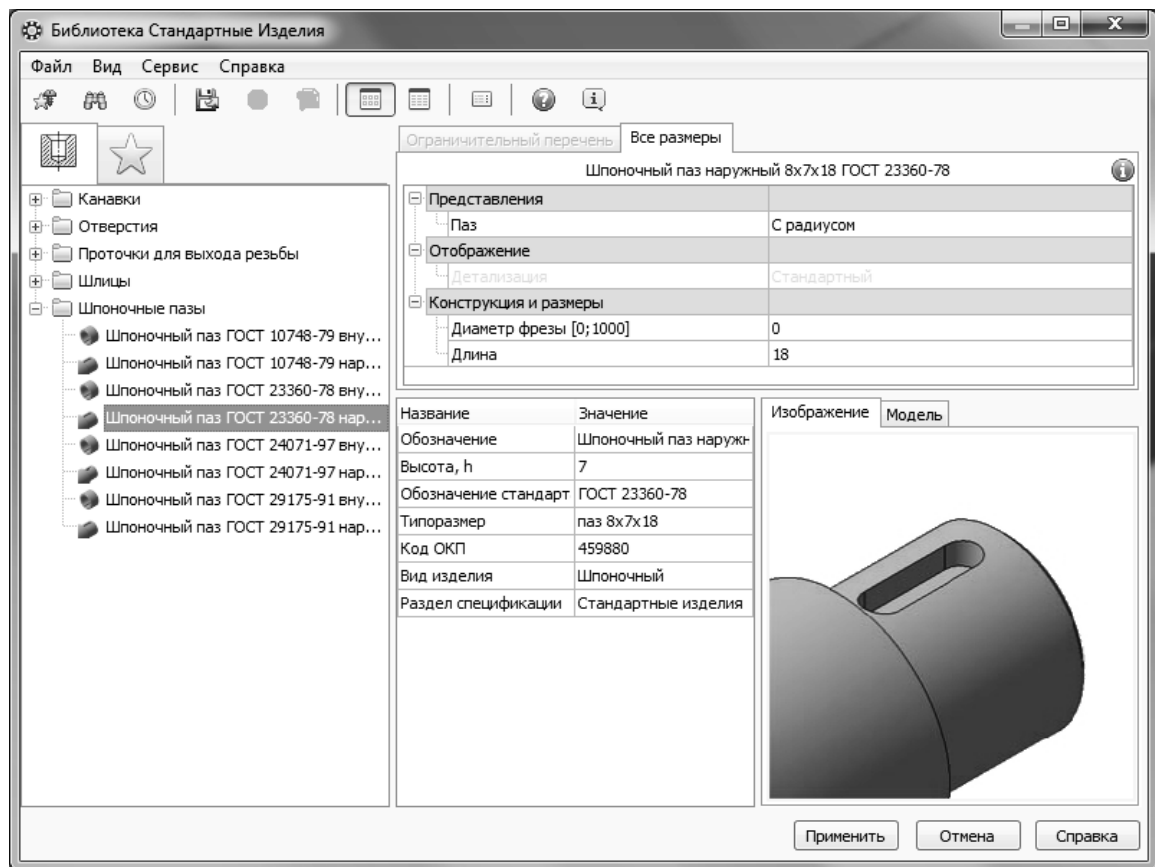


Рисунок 9.95

Натисніть кнопку *Применить (Застосувати)* – система виконає побудову шпоночного пазу (рис. 9.96).

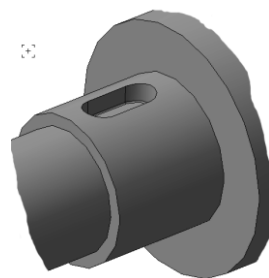


Рисунок 9.96

6 Виконаємо створення центрових отворів. Для їх побудови необхідно виділити торцеву поверхню деталі (рис. 9.97).

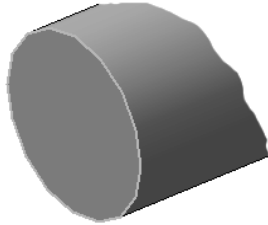


Рисунок 9.97





На панелі інструментів *Редактирование детали* (*Редагування деталі*) натискаємо кнопку *Отверстие из библиотеки*  (*Отвір з бібліотеки*). У вікні, що з'явилося, *Выбор отверстия* (*Вибір отвору*) відкриваємо теку *Центровые отверстия* (*Центрові отвори*), вибираємо необхідний тип отвору і встановлюємо параметри (рис. 9.98). Параметри отворів вибираємо з додатка А.4. Після натискаємо кнопку *Создать объект*  (*Створити об'єкт*) на панелі властивостей.



Рисунок 9.98

7 Створимо умовне зображення різьби. Для цього необхідно перемкнути компактну панель в режим *Элементы оформления*  (*Елементи оформлення*) і натиснути кнопку *Условное изображение резьбы*  (*Умове зображення різьби*). Потім на деталі вказуємо кромку тієї поверхні, на якій необхідно показати різьбу (рис. 9.99).

На панелі властивостей в полі вибору стандарту різьби задаємо *Метрическая резьба с крупным шагом по ГОСТ 8724-2002 (Метрична різьба з великим кроком по ГОСТ 8724-2002)*. Крок різьби при цьому буде заданий відповідно до стандарту. При виборі інших видів різьб можна також задати значення кроку різьби і, якщо необхідно, довжину у відповідних полях панелі властивостей. Після натискаємо кнопку *Создать объект (Створити об'єкт)*.

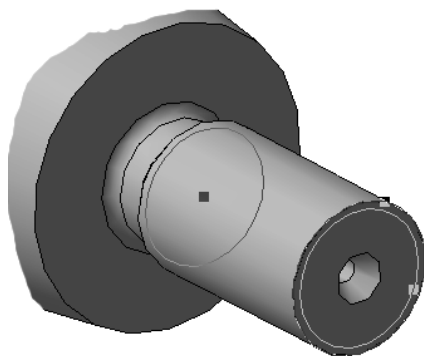




Рисунок 9.99

8 Виконаємо створення проточки під вихід різьби. Виберемо в головному меню *Библиотеки – Стандартные изделия – Вставить элемент (Бібліотеки – Стандартні вироби – Вставити елемент)*. Відкриється вікно *Библиотека Стандартные Изделия (Бібліотека Стандартні Вироби)*. Далі виберемо в лівій частині вікна вкладку *Конструктивные элементы*  (*Конструктивні елементи*) (рис. 9.3).

У теці *Проточки для выхода резьбы (Проточки для виходу різьби)* виберіть *Проточки для метрической резьбы (Проточки для метричної різьби)* і виконайте подвійне клацання мишею на команді *Проточки по ГОСТ 10549-80 для наружной метрической резьбы (Проточки по ГОСТ 10549-80 для зовнішньої метричної різьби)*.

За запитом *Выберите наружное круглое ребро (Виберіть зовнішнє кругле ребро)* вкажіть кромку у торця ділянки, у кінці якої треба побудувати канавку і натисніть кнопку *Создать объект*  (*Створити об'єкт*) на панелі спеціального управління. Геометричні параметри проточки визначаються залежно від параметрів різьби, зокрема її кроку (рис. 9.100).

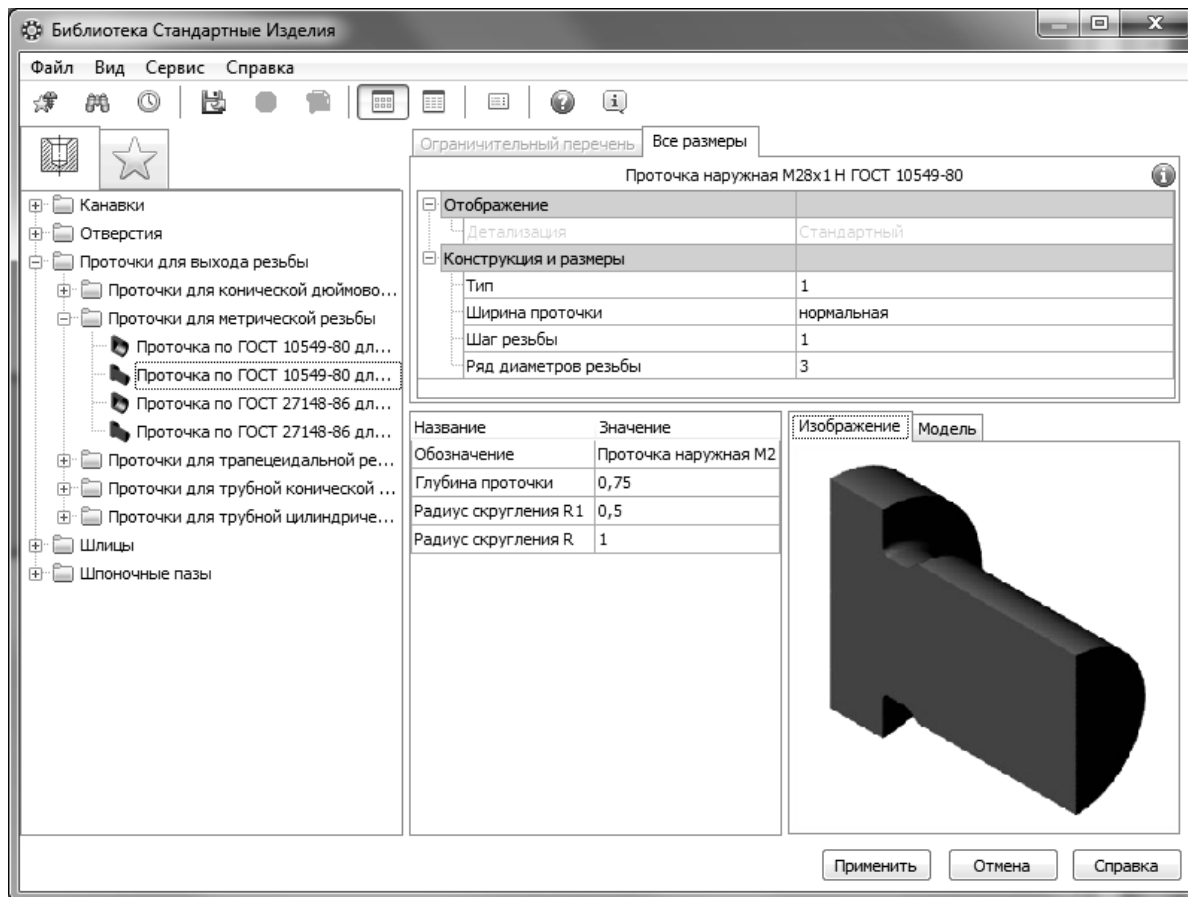




Рисунок 9.100

Натисніть кнопку *Применить (Застосувати)* – система виконає побудову канавки.



9 На завершення створення моделі наносимо фаски, де це необхідно (див. завдання 5).



9.7.2 Створення креслення для моделі


1 Створимо новий файл, вибравши команду *Новый чертеж из модели (Нове креслення з моделі)* в розділі *Операции (Операції)* головного меню. При цьому пакет перейде в режим створення двовимірних креслень і автоматично запуститься команда додавання довільного виду на креслення. Вкажемо курсором точку вставки виду.

2 Після вставки зображення моделі в креслення необхідно правильно розташувати деталь. Для цього можна скористатися командою *Проекционный вид*  (*Проекційний вид*) на інструментальній панелі *Виды* 

(Види). Результат декількох послідовних використань цієї команди дає потрібне розташування валу, при якому шпонковий паз стане повернений до спостерігача (детальніше див. завдання б).

3 Потім видаляються непотрібні види і виконуються перерізи, місцеві розрізи, виносні елементи. Створимо переріз *A-A*. Для цього на інструментальній панелі *Обозначения*  (*Позначення*), вибираємо команду *Линия сечения*  (*Лінія перерізу*); при цьому вид має бути активним (детальніше див. завдання б).

Створимо місцевий розріз для того, щоб показати центровий отвір. Для цього намалюємо замкнутий криволінійний контур і на інструментальній панелі *Ассоциативные виды*  (*Асоціативні види*), виберемо команду *Местный разрез*  (*Місцевий розріз*) (детальніше див. завдання б).

Для детальнішого відображення і нанесення розмірів елементів каналок створимо виносні елементи. Їх створення здійснюється за допомогою команди  на панелі *Позначення*. Слід вказати центральну точку обмежувального кола, її розмір, розміщення полиці-винесення, а також задати розташування зображення на кресленні.

4 Після отримання усіх зображень виконаємо побудову осьових ліній на кресленні за допомогою команди *Позначення центру* / або команди *Автоосьова* / на панелі *Обозначения* (*Позначення*), розставимо необхідні розміри і заповнимо основний напис (рис. 9.101).

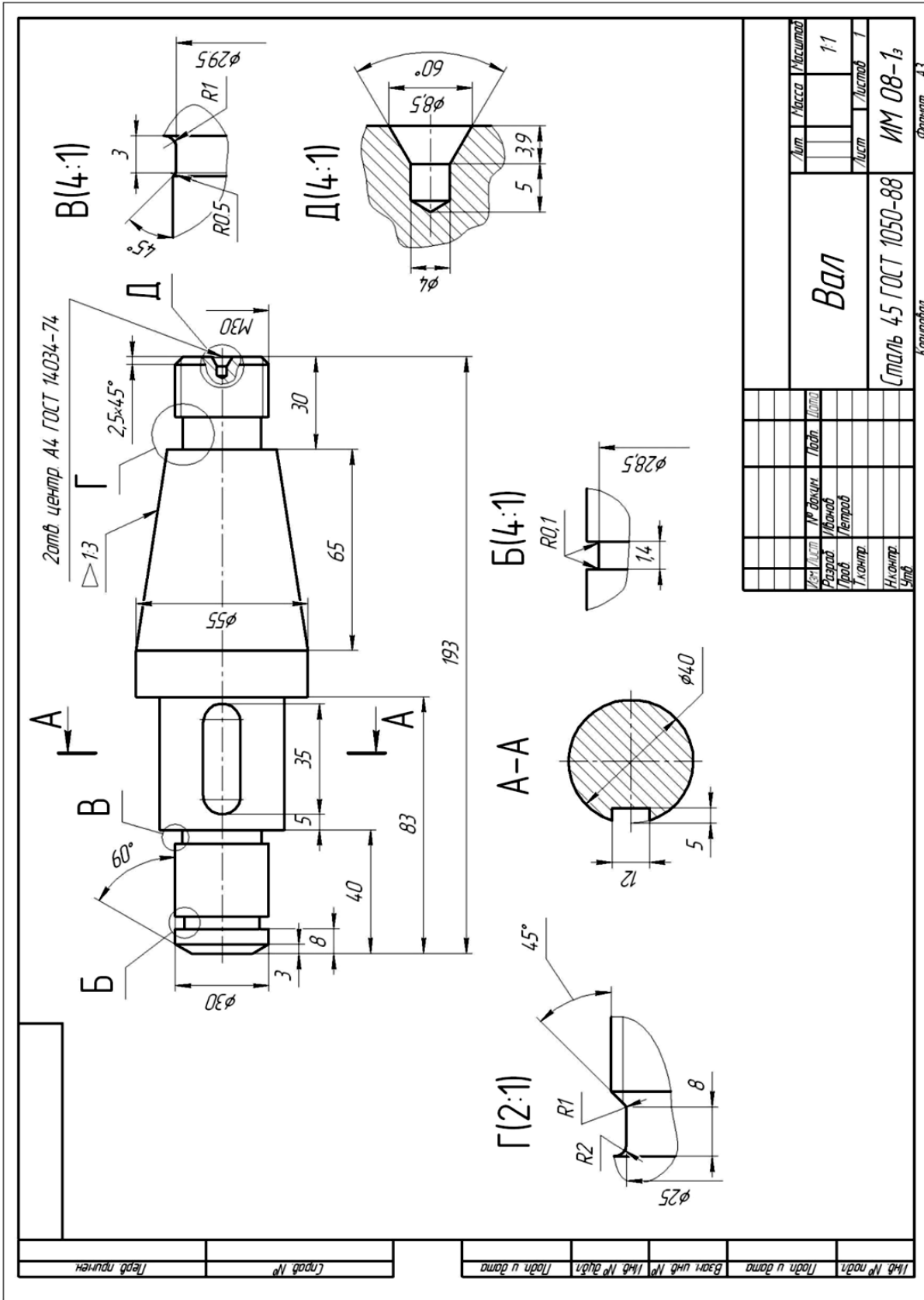


Рисунок 9.101

ЛІТЕРАТУРА

1. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения кресления. – М. : Издательство стандартов, 1988 г. – 255 с.
2. Чекмарев А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / Чекмарев А. А. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ВЛАДОС, 2002. – 472 с. : ил.
3. Хаскин А. М. Черчение / Хаскин А. М. – 3-е изд., перераб. и доп. – Киев : Вища школа. 1980. – 440 с.
4. Інженерна та комп'ютерна графіка / Михайленко В.Е. [та ін.] – К. : Вища школа, 2000. – 342 с.
5. Начертательная геометрия и инженерная графика : практикум / С. С. Красовский, В. В. Хорошайло, Д. Б. Козоброд, В. С. Урсова. – Краматорск : ДГМА, 2008. – 116 с.
6. Нарисна геометрія та інженерна графіка : навчальний посібник до виконання графічних робіт / С. С. Красовський, О. В. Жартовський, О. В. Кабацький, В.В. Хорошайло, В.С. Урсова. – Краматорськ : ДДМА, 2010. – 100 с.
7. Алексеев В.А. Руководство к проведению практических занятий по дисциплине «Инженерная графика» (для всех специальностей 1–2 курсов) / сост. В.А. Алексеев. – Краматорск : ДГМА, 2008. – 48 с.
8. Кабацкий А. В. Компьютерная графика. Проектирование в пакете «Компас» : учебное пособие для самостоятельной работы (для студентов всех форм обучения) / А. В. Кабацкий, В. В. Хорошайло, А. В. Борисенко. – Краматорск : ДГМА 2010. – 72 с.
9. Компас 3D – V9. Руководство пользователя. – ЗАО Аскон, 2007.
10. Ганин Н. Б. Создаем чертежи на компьютере в КОМПАС-3D LT. – М. : ДМК Пресс, 2005. – 184 с.
11. Чекмарев А. А. Справочник по машиностроительному черчению / Чекмарев А. А., Осипов В. К. – 3-е изд., стер. – М. : Высш. шк., 2002. – 493 с.
12. Суворов С. Г. Машиностроительное черчение в вопросах и ответах : справочник / Суворов С. Г., Суворова Н. С. – М. : Машиностроение, 1984. – 352с., ил.
13. ДСТУ ISO 128-24:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 24. Лінії на машинобудівних креслениках (ISO 128-24:1999, IDT).
14. ДСТУ ISO 128-34:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 34. Види на машинобудівних креслениках (ISO 128-34:2001, IDT).

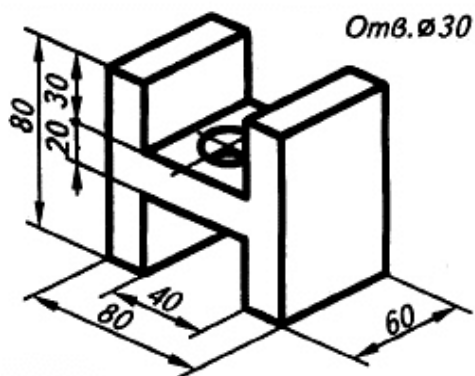
15. ДСТУ ISO 128-44:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 44. Розрізи та перерізи на машинобудівних кресленнях (ISO 128-44:2001, IDT).

16. ДСТУ ISO 3040:2006 Кресленики технічні. Конуси. Розміри та допуски (ISO 3040:1990, IDT).

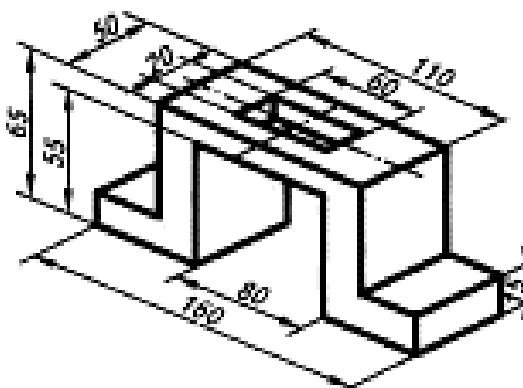
17. Буда А. Г. Інженерна графіка. Зварні з'єднання : навчальний посібник / Буда А. Г., Король О. В. – Вінниця : ВДТУ, 1998. – 84 с.

18. Буда А. Г. Проектування форм технічних деталей та аксонометричні проєкції : навчальний посібник / Буда А. Г., Король О. В., Пащенко В. Н. – Вінниця : ВДТУ, 2001. – 92 с.

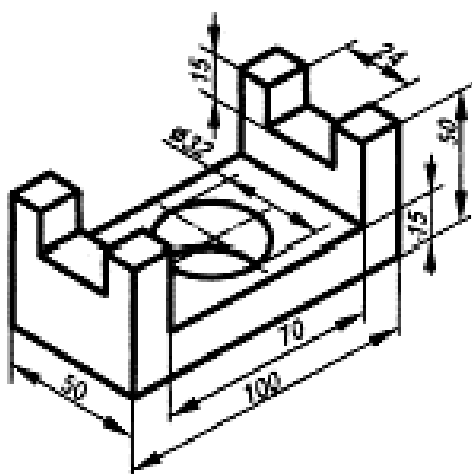
Продовження таблиці А.1



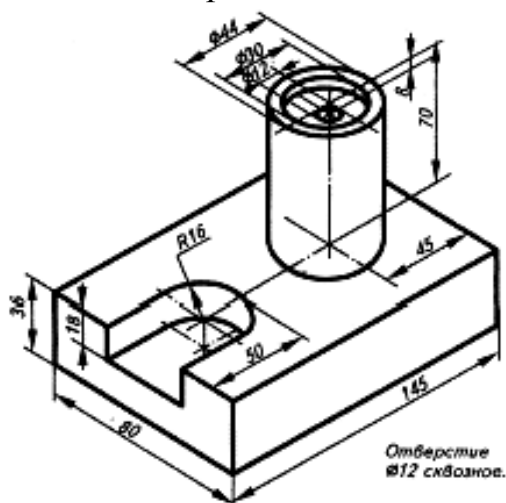
Варіант 9



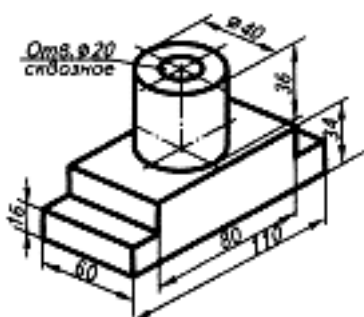
Варіант 10



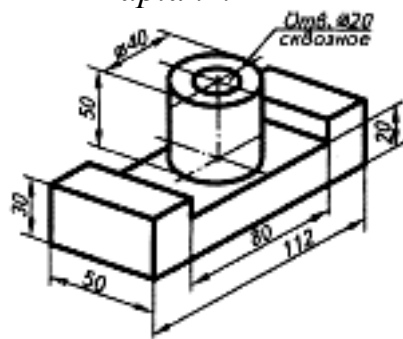
Варіант 11



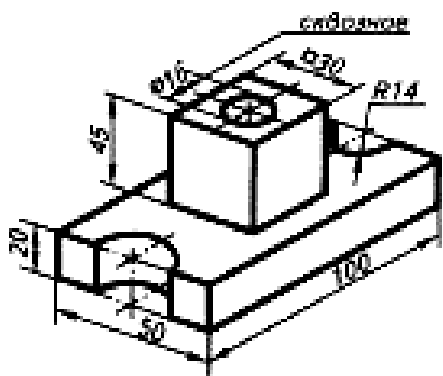
Варіант 12



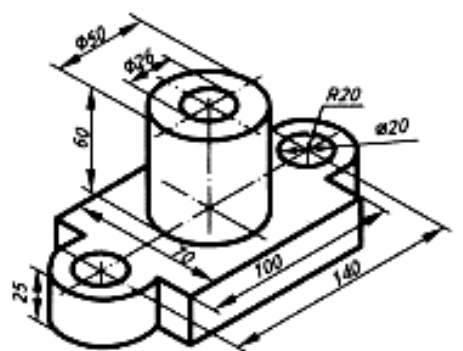
Варіант 13



Варіант 14



Варіант 15

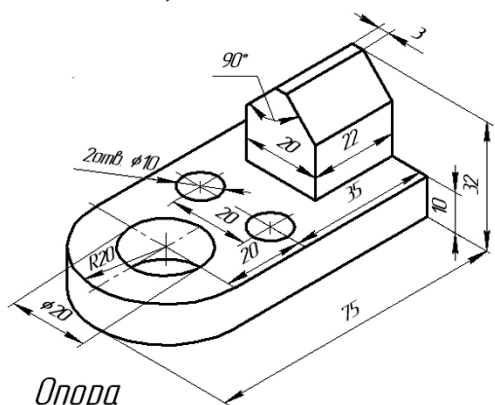


Варіант 16

Додаток Б

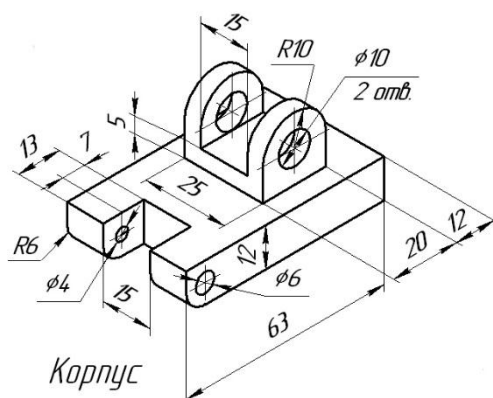
Варіанти індивідуальних деталей для завдання «Опора»

Таблиця Б.1



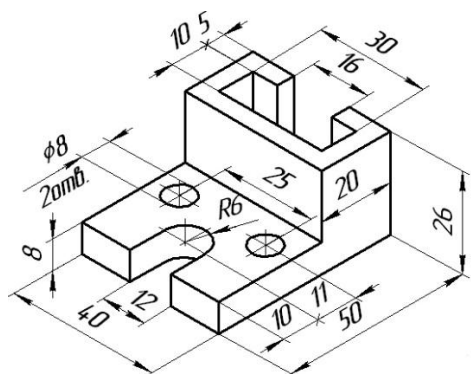
Опора

Варіант 1



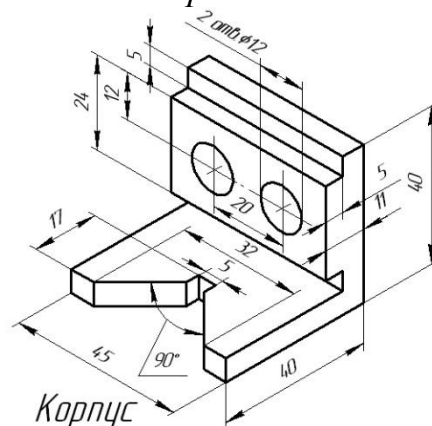
Корпус

Варіант 2



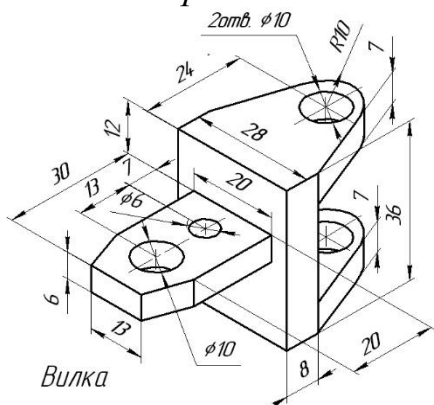
Кронштейн

Варіант 3



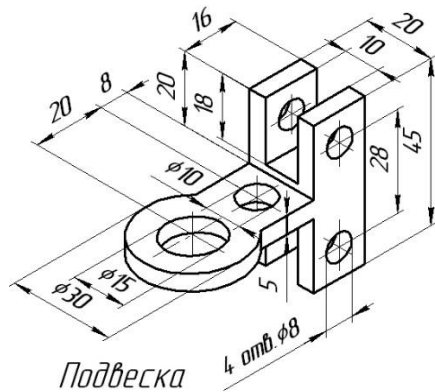
Корпус

Варіант 4



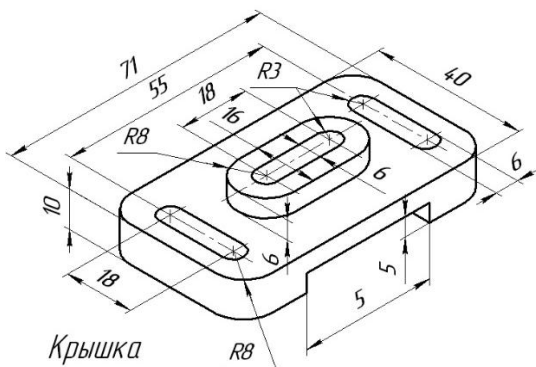
Вилка

Варіант 5



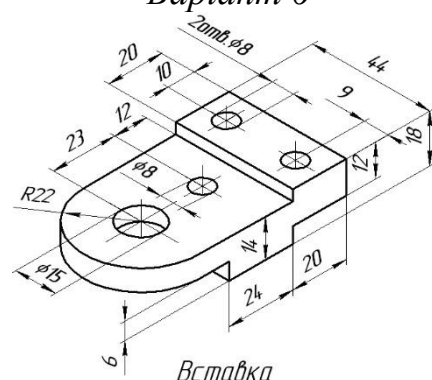
Подвеска

Варіант 6



Крышка

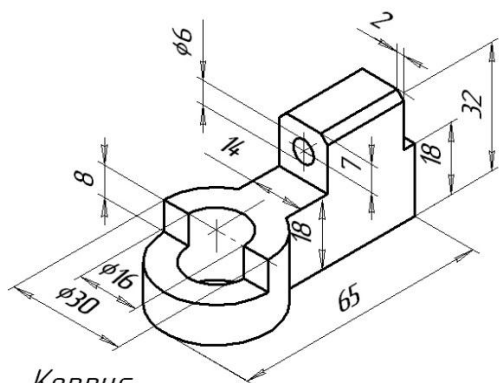
Варіант 7



Вставка

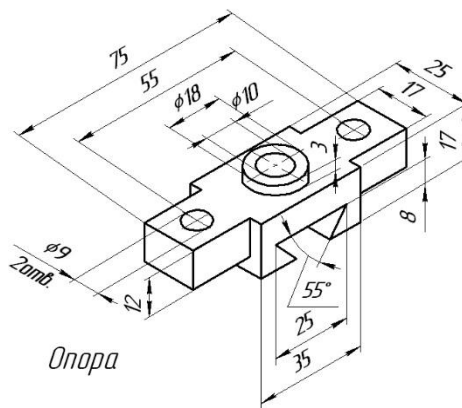
Варіант 8

Продовження таблиці Б.1



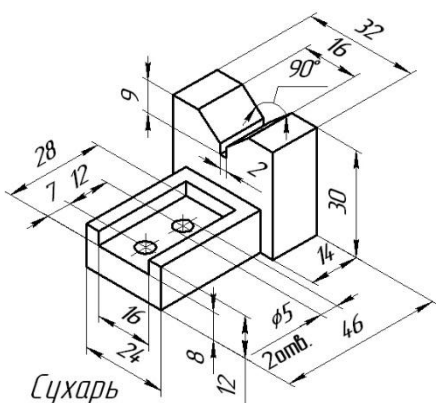
Корпус

Варіант 9



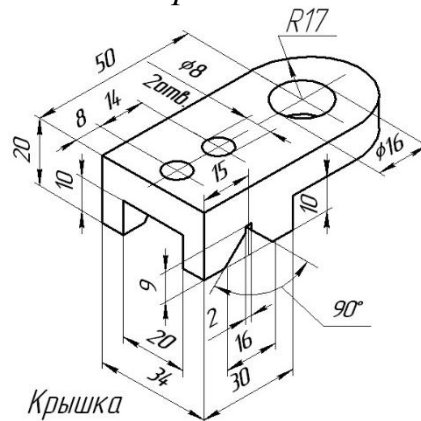
Опора

Варіант 10



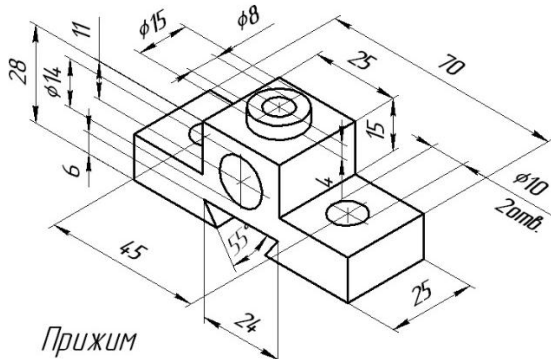
Сухарь

Варіант 11



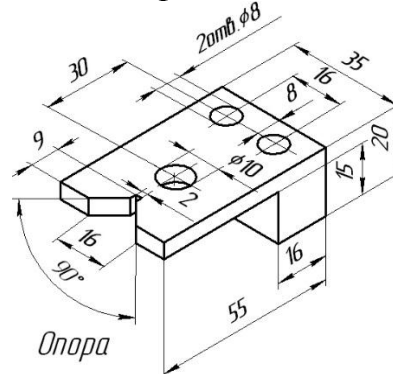
Крышка

Варіант 12



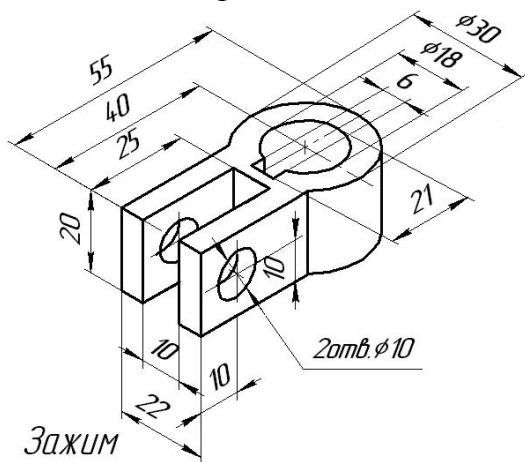
Прижим

Варіант 13



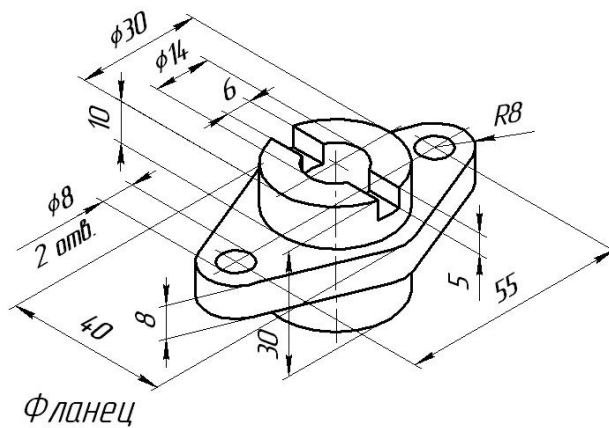
Опора

Варіант 14



Зажим

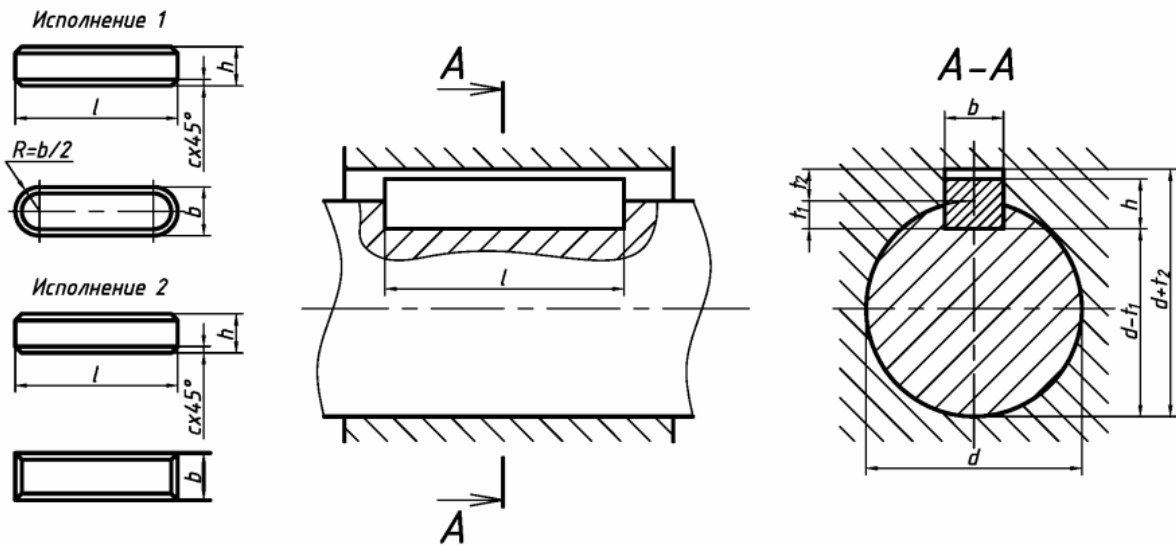
Варіант 15



Фланец

Варіант 16

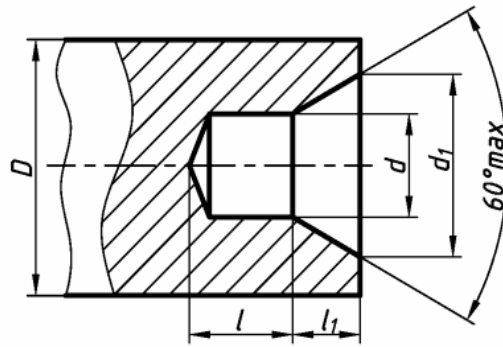
Додаток В
Шпонки призматичні йпази для них
(ГОСТ 2336-78; ГОСТ 9790-79)



Таблиця В.1

Діаметр d	Розміри перетину шпонки		Глибина паза		Довжина шпонки	Радіус закруглення r або фаски С x 45°
			Вал t ₁	Втулка t ₂		
	b	h	t ₁	t ₂		
12...17	5	5	3	2,3	10...56	0,16...0,25
17...22	6	6	3,5	2,8	14...70	
22...30	8	7	4	3,3	18...90	
30...38	10	8	5	3,3	22...110	0,25...0,4
38...44	12	8	5	3,3	28...140	
44...50	14	9	5,5	3,8	36...160	0,4...0,6
50...58	16	10	6	4,3	45...180	
58...65	18	11	7	4,4	50...200	
65...75	20	12	7,5	4,9	56...220	
75...85	22	14	9	5,4	63...250	

Додаток Г
Отвори центрові (ДСТУ ГОСТ 14034:2008) (форма А)



Таблиця Г.1

Розміри, мм				
D	d	d ₁	l, не менше	l ₁
4	1,0	2,12	1,3	0,97
5	1,25	2,65	1,6	1,21
6	1,6	3,35	2,0	1,52
10	2,0	4,25	2,5	1,95
14	2,5	5,30	3,1	2,42
20	3,15	6,70	3,9	3,07
30	4	8,50	5,0	3,90
40	5	10,60	6,3	4,85
60	6,3	13,20	8,0	5,98
80	8	17,00	10,1	7,79
100	10	21,20	12,8	9,70
120	12	25,40	14,6	11,60

Додаток Д
Варіанти завдань для графічних робіт «З'єднання шпилькою»
і «З'єднання шпонкою»

Таблиця Д.1

№ п/п	З'єднання шпилькою					Шпоночне з'єднання		
	d ₁	S	Шпилька	Шайба	Гайка	d ₂	ℓ	Шпонка (ГОСТ)
			ГОСТ					
1	M36	36	ГОСТ 22032-76	ГОСТ 6958-78	ГОСТ 5915-70	6	8	ГОСТ 23360-78
2	M30	34				8	12	
3	M27	30				10	16	
4	M24	28				16	20	
5	M22	26				18	24	
6	M20	24				24	32	
7	M18	22	ГОСТ 22034-76	ГОСТ 6958-78	ГОСТ 5915-70	33	45	ГОСТ 23360-78
8	M16	20				40	56	
9	M14	18				6		
10	M12	16				8		
11	M10	14	ГОСТ 22036-76	ГОСТ 11371-78	ГОСТ 5915-70	10		ГОСТ 24071-80
12	M8	12				16		
13	M6	10				20		
14	M36	34				24		
15	M30	30				32		
16	M27	28				40		
17	M24	26	ГОСТ 22038-76	ГОСТ 11371-78	ГОСТ 5915-70	46		ГОСТ 24071-80
18	M22	24				6	10	
19	M20	22				8	14	
20	M18	20				10	18	
21	M16	18	ГОСТ 22040-76	ГОСТ 6958-78	ГОСТ 5915-70	14	22	ГОСТ 23360-78
22	M14	16				20	28	
23	M12	14				24	32	
24	M10	12				34	45	
25	M8	10				36	56	
26	M6	8				40	63	

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Перв. примен.	А3			Документация			
				Сборочный чертеж			
				Детали			
			1	Корпус	1		
			2	Планка	1		
				Стандартные изделия			
			3	Гайка М36 ГОСТ 5915-70	1		
			4	Шайба 36 ГОСТ 11371-78	1		
			5	Шпилька М36 х 85 ГОСТ 22032-76	1		
Специф. №							
Подп. и дата							
Взам. инв. №							
Инв. № дубл.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.	Изм. / лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов
	Разраб. Иванов						1
	Проб. Петров						
	Н.контр.						
	Утв.						
Соединение шпилькой					ОМД 07-2_з		
Копировал					Формат А4		

Рисунок Д.2 – Приклад виконання специфікації до графічної роботи «З'єднання шпилькою»

Додаток Е
Варіанти завдань для графічних робіт «З'єднання зварне»

Таблиця Е.1

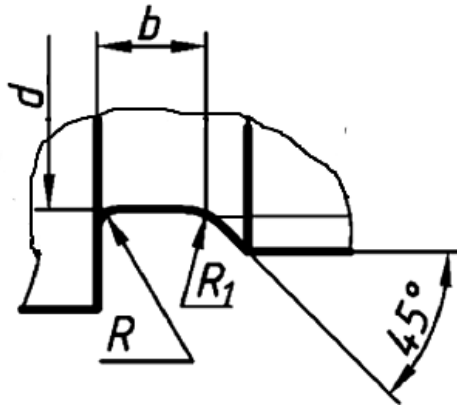
№ п/п	З'єднання 1		З'єднання 2	
	Тип шва	Товщина звар- них деталей	Тип шва	Товщина звар- них деталей
1	C2	4	T8	16
2	C7	5	У9	14
3	C8	10	T7	16
4	C12	10	У6	14
5	C5	20	T6	8
6	C17	12	У7	14
7	C21	20	T1	8
8	H1	6	У10	20
9	H2	8	T6	16
10	C8	10	У8	20
11	C12	16	T1	10
12	C12	20	T3	10
13	C17	6	T8	20
14	C21	16	У9	16
15	H2	6	У10	24
16	C21	16	T8	20
17	H1	5	У9	16
18	C8	12	У6	20
19	C12	14	T6	10
20	C12	16	У7	16
21	C17	8	T1	10
22	C21	20	У10	24
23	H2	5	T6	14
24	C2	5	У8	20
25	C7	6	T1	12
26	C8	12	T3	12
27	C12	12	T8	16

Додаток Ж

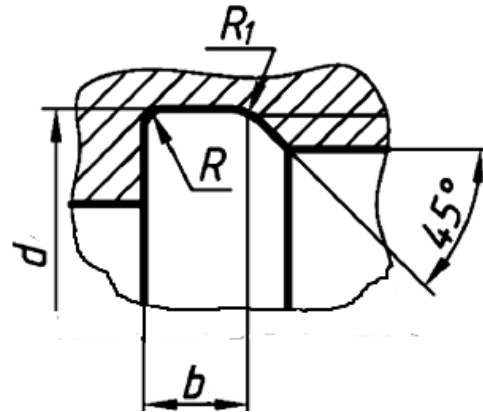
Проточки для виходу різьботвірного інструменту (ГОСТ 10549-80). Канавки при круглому зовнішньому шліфуванні (ГОСТ 8820-69)

Таблиця Ж.1 – Проточки для виходу різьботвірного інструменту
(ГОСТ 10549-80)

Зовнішня різьба

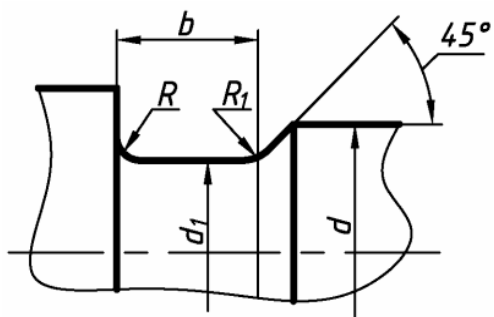


Внутрішня різьба



Крок різьби, мм	Зовнішня різьба				Внутрішня різьба			
	<i>b</i> , мм	<i>R</i> мм	<i>R1</i> мм	<i>d</i> мм	<i>b</i> , мм	<i>R</i> мм	<i>R1</i> мм	<i>d</i> мм
0,4	1	0,3	0,2	$d-0,6$	-	-	-	-
0,5	1,6	0,5	0,3	$d-0,8$	2	0,5	0,3	$d+0,3$
0,75	2	0,5	0,3	$d-1,2$	3	1	0,5	$d+0,4$
1	3	1	0,5	$d-1,5$	4	1	0,5	$d+0,5$
1,25	4	1	0,5	$d-1,8$	5	1,6	0,5	$d+0,5$
1,5	4	1	0,5	$d-2,2$	6	1,6	1	$d+0,7$
1,75	4	1	0,5	$d-2,5$	7	1,6	1	$d+0,7$
2	5	1,6	0,5	$d-3$	8	2	1	$d+1$
2,5	6	1,6	1	$d-3,5$	10	3	1	$d+1$
3	6	1,6	1	$d-4,5$	10	3	1	$d+1,2$
3,5	8	2	1,5	$d-5$	10	3	1	$d+1,2$
4	8	2	1	$d-6$	12	3	1	$d+1,5$
4,5	10	3	1	$d-6,5$	14	3	1	$d+1,5$
5	10	3	1	$d-7$	16	3	1	$d+1,8$
5,5	12	3	1	$d-8$	16	3	1	$d+1,8$
6	12	3	1	$d-9$	16	3	1	$d+2$

Таблиця Ж.2 – Канавки при круглому зовнішньому шліфуванні (ГОСТ 8820-69)

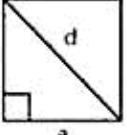
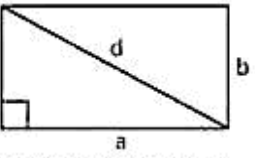
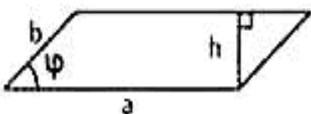
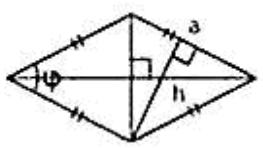
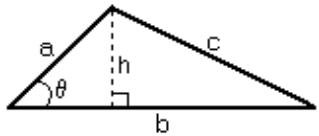


b	d ₁	R	R ₁	d
1	d - 0,3	0,3	0,2	≤ 10
1,6		0,5	0,3	
2	d - 0,5			1
3				
b	d ₁	R	R ₁	d
5	d - 1	1,6		> 50-100
8		2	1	> 100
10		3		



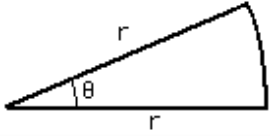
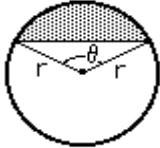
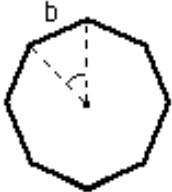
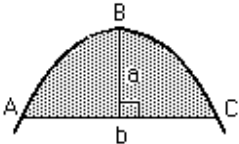
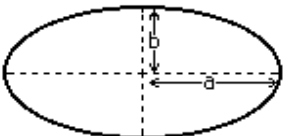
Додаток И

Площі та периметри простих геометричних фігур

Таблиця И.1

Фігура	Площа	Периметр
1	2	3
 (Квадрат)	$S = a^2$	$P = 4 \cdot a$
 (Прямокутник)	$S = a \cdot b$	$P = 2 \cdot (a + b)$
 (Паралелограм)	$S = a \cdot h,$ де h – висота $S = a \cdot b \cdot \sin \varphi$	$P = 2 \cdot (a + b)$
 (Ромб)	$S = a \cdot h,$ де h – висота $S = a^2 \cdot \sin \varphi$ $S = \frac{1}{2} d_1 \cdot d_2,$ де d_1 та d_2 – діагоналі	$P = 4 \cdot a$
 (Трикутник)	$S = \frac{1}{2} \cdot h \cdot b,$ де h – висота $S = \frac{1}{2} \cdot a \cdot b \cdot \sin \theta$ $S = \sqrt{p \cdot (p - a) \cdot (p - b) \cdot (p - c)},$ де p – полупериметр сторін, тобто $p = \frac{a + b + c}{2}$	$P = a + b + c$

Продовження таблиці И.1

1	2	3
 <p>(Трапеція)</p>	$S = \frac{1}{2} \cdot h \cdot (a + b)$	$P = a + b + c + d$ <p>або</p> $P = a + b + h \cdot \left(\frac{1}{\sin \theta} + \frac{1}{\sin \phi} \right)$
 <p>(Коло)</p>	$S = \pi \cdot r^2$	$P = 2 \cdot \pi \cdot r = \pi \cdot d$
 <p>(Сектор кола)</p>	$S = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot \theta}{360^\circ} = \frac{1}{2} \cdot r^2 \cdot \theta$	$P = r \cdot \theta$
 <p>(Сегмент кола)</p>	$S = \frac{1}{2} \cdot r^2 \cdot (\theta - \sin \theta)$	
 <p>(n-кутник)</p>	$S = \frac{1}{4} \cdot n \cdot b^2 \cdot \operatorname{ctg} \left(\frac{\pi}{n} \right)$	$P = n \cdot b$
 <p>(параболічний сегмент)</p>	$S = \frac{2}{3} \cdot a \cdot b$	<p>Довжина дуги ABC</p> $l_{ABC} = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{b^2 + 16a^2} + \frac{b^2}{8 \cdot a} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot a + \sqrt{b^2 + 16a^2}}{b} \right)$
 <p>(Еліпс)</p>	$S = \pi \cdot a \cdot b$	$P = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{1}{2} \cdot (a^2 + b^2)}$

Додаток К

Таблиця густини речовини

Густина – це фізична величина, яка дорівнює відношенню маси тіла до його об'єму:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Густини деяких твердих тіл
(при норм. атм. тиску., $t = 20^{\circ}\text{C}$)

Таблиця К.1

Речовина (матеріал)	Густина, кг/м ³
1	2
Абс-пластик	1030...1060
Акрил	1100...1200
Альфель	20...40
Алюмель	8480
Алюміній	2700
Амінопласт	1450...1500
Ацеталь	1400
Базальт	2600...3000
Бовти сталеві	1430...1670
Бронза	7500...9300
Ванадій	6500...7100
Вініпласт	1350...1400
Вольфрам	19250
Дюралюміній	2600...2900
Залізо	7870
Золото	19320
Кобальт	8900
Кість слонова	1830...1920
Кремній	2000...2330
Латунь	8100...8850
Літій	530
Магній	1740

Продовження таблиці К.1

1	2
Марганець	7400
Мідь	8940
Молібден	10300
Натрій	9970
Нікель	8900
Ніхром	8400
Олово	7300
Перліт	200
Платина	21450
Свінец	11370
Срібло	10500
Ситал	2500
Сталь нержавіюча	7900...8200
Сталь стержнева арматурна	7850
Титан	4500
Фторопласт	1650...1800
Хром	7140
Хромель	8700
Цинк	7130
Чавун антифрикційний	7400...7600
Чавун білий	7600...7800
Чавун ковкий	7200...7400
Ебоніт	1140...1210

Додаток Л

Приклад обчислення об'єму та маси деталі

Для обчислення задано наступну деталь (рис. Л.1). Нижче на кресленні (рис. Л.2) вказані розміри цієї деталі.

Для того, щоб розрахувати об'єм та вагу даної деталі розкладемо її на дві складові: ліву частину (рис. Л.3, а) та праву (рис. Л.4, б).

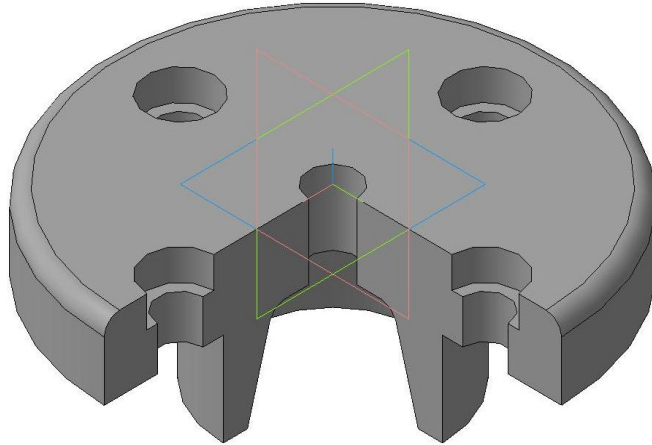


Рисунок Л.1 – Зовнішній вигляд деталі

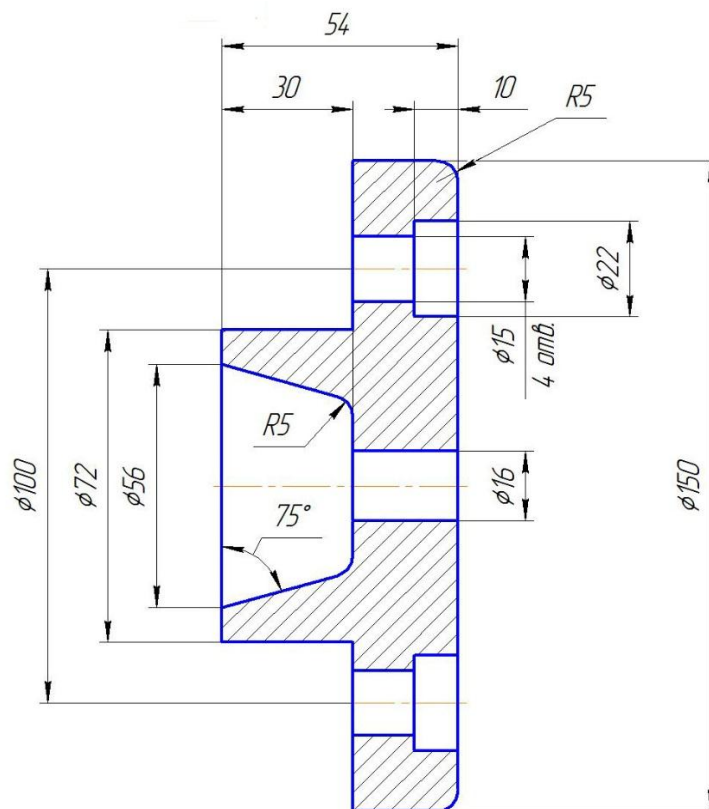


Рисунок Л.2 – Розміри деталі

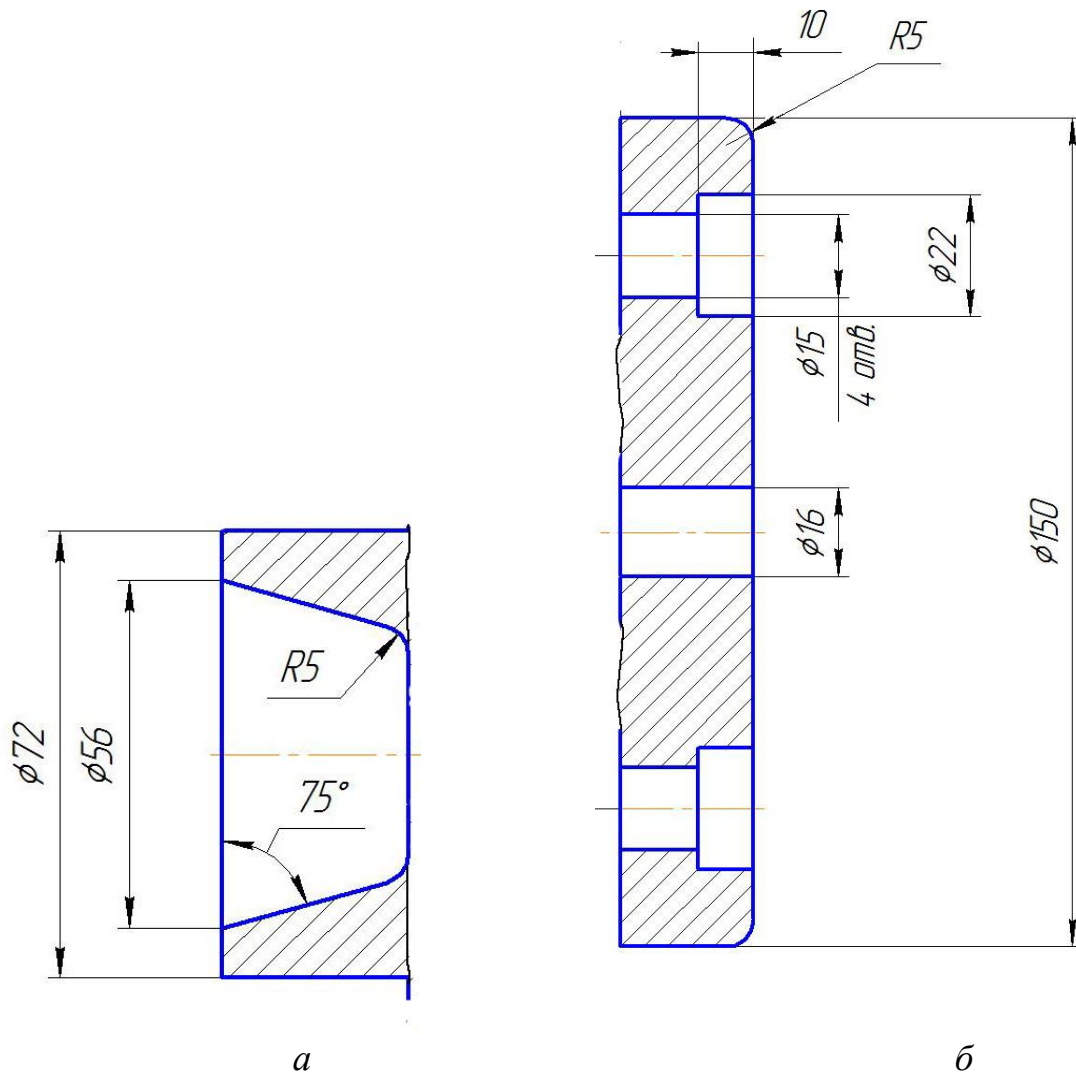


Рисунок Л.3 – Умовне розкладення кришки для розрахунку:
 а – ліва частина кришки; б – права частина кришки.

Для знаходження об'єму фігури циліндричної форми використаємо формулу (див. додаток з формулами).

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot h = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4}$$

Нижче наведені розрахунки знаходження об'єму правої частини кришки за допомогою програми *Microsoft Excel* (рис. Л.4, Л.5).

	A	B	C
1	1. Знайдемо об'єм правої частини деталей без отворів		
2	Довжина правої частини	24	мм
3	діаметр	150	мм
4	Об'єм правої частини	424115,01	мм ³
5			
6	1.2. Знайдемо об'єм отвору по центру у правій частині деталі		
7	Довжина	24	мм
8	діаметр	16	мм
9	Об'єм отвору по центру	4825,486316	мм ³
10			
11	1.3. Знайдемо об'єми отворів під болти у кількості 4		
12	Довжина правої частини одного отвору під болт	10	мм
13	діаметр правої частини одного отвору під болт	22	мм
14	Об'єм правої частини одного отвору під болт	3801,327111	
15	Довжина лівої частини одного отвору під болт	14	мм
16	діаметр лівої частини одного отвору під болт	15	мм
17	Об'єм лівої частини одного отвору під болт	2474,004215	мм ³
18	Об'єм під 1 болт	6275,331326	мм ³
19	Об'єм під чотирі болти	25101,3253	мм ³
20			
21	1.4. Загальний об'єм правої частини деталі		
22	Об'єм правої частини деталі за мінусом отворів	394188,20	мм ³

Рисунок Л.4 – Розрахунок правої частини кришки

	A	B	
1	1. Знайдемо об'єм правої частини деталей без отворів		
2	Довжина правої частини	24	мм
3	діаметр	150	мм
4	Об'єм правої частини	$=(\text{ПИ}())*(\text{B3}^2)*\text{B2}/4$	мм ³
5			
6	1.2. Знайдемо об'єм отвору по центру у правій частині деталі		
7	Довжина	24	мм
8	діаметр	16	мм
9	Об'єм отвору по центру	$=(\text{ПИ}())*\text{B7}*\text{B8}^2/4$	мм ³
10			
11	1.3. Знайдемо об'єми отворів під болти у кількості 4		
12	Довжина правої частини одного отвору під болт	10	мм
13	діаметр правої частини одного отвору під болт	22	мм
14	Об'єм правої частини одного отвору під болт	$=(\text{ПИ}())*\text{B12}*\text{B13}^2/4$	
15	Довжина лівої частини одного отвору під болт	14	мм
16	діаметр лівої частини одного отвору під болт	15	мм
17	Об'єм лівої частини одного отвору під болт	$=(\text{ПИ}())*\text{B15}*\text{B16}^2/4$	мм ³
18	Об'єм під 1 болт	$=\text{B14}+\text{B17}$	мм ³
19	Об'єм під чотири болти	$=\text{B18}*4$	мм ³
20			
21	1.4. Загальний об'єм правої частини деталі		
22	Об'єм правої частини деталі за мінусом отворів	$=\text{B4}-\text{B9}-\text{B19}$	мм ³

Рисунок Л.5 – Формули з розрахунками правої частини кришки

Отже об'єм правої частини складає 394188,20 мм³
Далі розглянемо ліву частину кришки (рис Л.6).

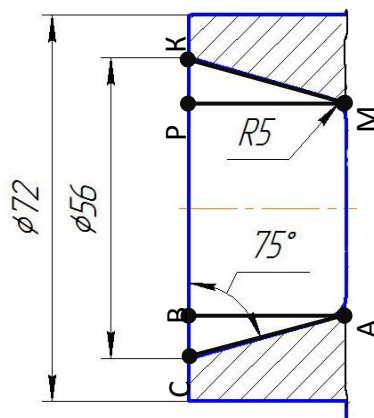


Рисунок Л.6

Знайдемо з трикутника ABC відрізок BC:

$$\operatorname{tg} \angle C = \frac{AB}{BC}$$

$$BC = \frac{AB}{\operatorname{tg} \angle C} = \frac{30}{3,7321} = 8,038 \text{ (мм)}$$

Знайдемо відрізок AM: $AM = KC - 2 \cdot BC = 56 - 2 \cdot 8,038 = 39,924 \text{ (мм)}$

Нижче наведені розрахунки знаходження об'єму лівої частини кришки за допомогою програми *Microsoft Excel* (рис. Л.7, Л.8).

	A	B	C
23			
24	2. Знайдемо об'єм лівої частини деталі		
25	Висота		30 мм
26	діаметр		72 мм
27	Об'єм лівої частини	122145,1224	мм ³
28			
29	2.1. Знайдемо об'єм вирізу у лівій частині деталі		
30	Діаметр лівої частини усіченого конусу (виріза)		56 мм
31	знайдемо діаметр правої частини усіченого конусу	39,92304845	мм
32	Об'єм правої частини (вирізу)	54707,22725	мм ³
33			
34	2.2. Знайдемо об'єм лівої частини деталі		
35	об'єм лівої частини кришки	67437,89513	мм ³
36			
37	3. Загальний об'єм деталі		
38	Загальний об'єм	461626,09	мм ³
39			

Рисунок Л.7 – Розрахунок лівої частини кришки

	A	B	C
23			
24	2. Знайдемо об'єм лівої частини деталі		
25	Висота	30	мм
26	діаметр	72	мм
27	Об'єм лівої частини	=ПИ()*B26^2)/4*B25	мм ³
28			
29	2.1. Знайдемо об'єм вирізу у лівій частині деталі		
30	Діаметр лівої частини усіченого конусу (виріза)	56	мм
31	знайдемо діаметр правої частини усіченого конусу	=B30-2*B25/TAN(75*ПИ()/180)	мм
32	Об'єм правої частини (вирізу)	=1/3*ПИ()*B25*((B30/2)^2+(B30/2)*(B31/2)+(B31/2)^2)	мм ³
33			
34	2.2. Знайдемо об'єм лівої частини деталі		
35	об'єм лівої частини кришки	=B27-B32	мм ³
36			
37	3. Загальний об'єм деталі		
38	Загальний об'єм	=B22+B35	мм ³
39			
40			

Рисунок Л.8 – Формули з розрахунками лівої частини кришки

$$m = \rho \cdot V$$

$$m = 7850 \cdot 0,00046162609 = 3,624 \text{ (кг)}$$

Таким чином знайдений загальний об'єм кришки складає $461626,09 \text{ мм}^3 = 461,62609 \text{ см}^3 = 0,00046162609 \text{ м}^3$.

Знайдемо масу кришки, якщо вона виготовлена зі сталі (густину сталі беремо з додатку К = 7850 кг/м^3).

Нижче також наведено параметри, отримані за моделлю, яку створено у графічному пакеті КОМПАС – 3D. Їх отримання можливе після створення моделі при виборі пункту меню Сервіс – МЦХ моделі

Кришка верхня
Задані параметри
Матеріал тіл

Сталь 10 ГОСТ 1050-88

Плотність матеріалу тіл $R_0 = 0.007820 \text{ г/мм}^3$
Розрахункові параметри (тіла и компоненти)
Маса $M = 3598.482698 \text{ г}$
Площа $S = 60476.106472 \text{ мм}^2$
Об'єм $V = 460164.027838 \text{ мм}^3$
Центр мас $X_c = 0.000000 \text{ мм}$
 $Y_c = 0.000000 \text{ мм}$
 $Z_c = -15.985668 \text{ мм}$

Навчальне видання

**ЖАРТОВСЬКИЙ Олександр Володимирович,
КАБАЦЬКИЙ Олексій Володимирович,
ЗАГРЕБЕЛЬНИЙ Сергій Леонідович**

ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА

**Навчальний посібник
до самостійної роботи
для студентів усіх форм навчання**

Редагування, комп'ютерне верстання

Я. О. Бершацька

118/2018. Формат 60 × 84/16. Ум. друк. арк. 12,32.
Обл.-вид. арк. 12,48. Тираж 100 пр. Зам. № 36.

Видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Академічна, 72.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 1633 від 24.12.2003