

Я. Г. Скорюкова, О. В. Слободянюк

ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА
Частина II

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Я. Г. Скорюкова, О. В. Слободянюк

ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА
Частина II

Курс лекцій

Вінниця
ВНТУ
2018

УДК[76:62+744.4](075)
С44

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 16 від 22.06.2017 р.)

Рецензенти:

В. А. Матвійчук, доктор технічних наук, професор

Т. Б. Мартинюк, доктор технічних наук, професор

А. С. Моргун, доктор технічних наук, професор

Скорюкова, Я. Г.

С44 Інженерна графіка. Частина II : курс лекцій / Я. Г. Скорюкова, О. В. Слободянюк. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 84 с.

В навчальному посібнику наведено теоретичні відомості щодо основних стандартів оформлення графічних конструкторських документів, побудови технічних креслеників деталей, їх з'єднань та відповідних аксонометричних проєкцій. Матеріал відповідає частині лекційного курсу дисципліни «Інженерна графіка» для немашинобудівних напрямків. Посібник може бути використаний студентами всіх форм навчання.

УДК[76:62+744.4](075)

ЗМІСТ

1	ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНИКІВ	5
1.1	Формати	5
1.2	Масштаби	5
1.3	Рамка та основний напис	6
1.4	Зображення ліній на креслениках	7
1.5	Шрифти креслярські	9
1.6	Питання до самоперевірки	11
2	НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ	12
2.1	Основні правила та вимоги щодо нанесення розмірів	12
2.2	Позначення конусності, уклону та фаски	18
2.3	Умовності та спрощення при нанесенні розмірів	19
2.4	Методи нанесення розмірів	21
2.5	Питання до самоперевірки	23
3	ВИДИ	23
3.1	Утворення та класифікація видів	23
3.2	Основні види	25
3.3	Додаткові види	26
3.4	Питання до самоперевірки	27
4	РОЗРІЗИ. ПЕРЕРІЗИ	27
4.1	Означення та класифікація розрізів	28
4.2	Прості розрізи	29
4.3	Складні та місцеві розрізи	31
4.4	Умовності та спрощення	33
4.5	Перерізи	35
4.6	Питання до самоперевірки	37
5	АКСОНОМЕТРИЧНІ ПРОЕКЦІЇ	37
5.1	Означення та класифікація	37
5.2	Прямокутна ізометрична проекція	38
5.3	Питання до самоперевірки	41
6	РІЗЬ	41
6.1	Означення та класифікація різей	41
6.2	Зображення і позначення різі на креслениках	42
6.3	Різь метрична	45
6.4	Питання до самоперевірки	46
7	РОЗНІМНІ ТА НЕРОЗНІМНІ З'ЄДНАННЯ ДЕТАЛЕЙ	47
7.1	З'єднання болтом	47
7.2	З'єднання шпилькою	50
7.3	З'єднання гвинтом	51
7.4	З'єднання паянням та склеюванням	53
7.5	Питання до самоперевірки	54
8	СКЛАДАЛЬНІ ТА РОБОЧІ КРЕСЛЕНИКИ	55

8.1 Робочий кресленик.....	55
8.2 Складальний кресленик.....	55
8.3 Специфікація	57
8.4 Питання до самоперевірки	59
9 СХЕМИ.....	62
9.1 Означення та класифікація схем.....	62
9.2 Схема електрична принципова	63
9.3 Перелік елементів.....	71
9.4 Схеми алгоритмів.....	73
9.5 Питання до самоперевірки	78
ЛІТЕРАТУРА.....	80

1 ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНИКІВ

1.1 Формати

Відповідно до міждержавного стандарту ГОСТ 2.301-68 форматом кресленника чи іншого документа називається розмір аркуша цього документа, обумовлений розмірами зовнішньої рамки, виконаної тонкими лініями.

За основний прийнято формат А0 із розмірами сторін 1189×841 мм, площа якого дорівнює 1 м². Інші формати утворюються шляхом послідовного поділу відповідного формату на дві рівні частини паралельно його меншій стороні (рис. 1.1, табл. 1.1).

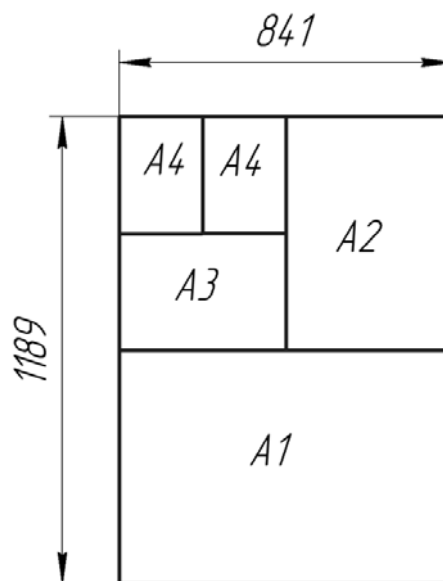


Рисунок 1.1 – Утворення форматів

Таблиця 1.1 – Позначення та розміри основних форматів креслеників

Позначення формату креслення	Старе позначення	Розміри сторін формату, мм
A0	44	1189×841
A1	24	594×841
A2	22	594×420
A3	12	297×420
A4	11	297×210

1.2 Масштаби

Відповідно до міжнародного стандарту ГОСТ 2.302-68 масштаб – це відношення лінійних розмірів зображення предмета на кресленнику до його дійсних розмірів. Існують масштаби зменшення, збільшення та натуральної величини. Перевагу віддають зображенню предмета в натуральну величину, тобто в масштабі 1:1. Масштаби зображень вибираються з ряду, наведеного в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Масштаби

Масштаб зменшення	Натуральна величина	Масштаб збільшення
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	1 : 1	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

Масштаб на кресленіку позначається в призначеній для цього графі основного напису 1:1; 1:2; 2:1 тощо, в інших випадках – (1:1); (1:2); (2:1) тощо. Якщо окреме зображення виконано в масштабі, що відрізняється від масштабу всього креслення, то масштаб позначається безпосередньо біля напису, що стосується цього зображення, наприклад, *A(5:1)*, *B-B(1:2)*.

1.3 Рамка та основний напис

Стандарт ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 регламентує оформлення технічних креслеників. На аркуші стандартного формату суцільною основною лінією виконується рамка всередині аркуша з відступом 20 мм з лівого боку і по 5 мм з інших боків. В нижньому правому куті виконується таблиця, яка має назву – основний напис.

Орієнтація всіх форматів, окрім А4, може бути як горизонтальна, так і вертикальна. Для формату А4 орієнтація завжди – вертикальна. Незалежно від орієнтації розташування основного напису і рамки залишається таким, як вказано вище (рис.1.2).

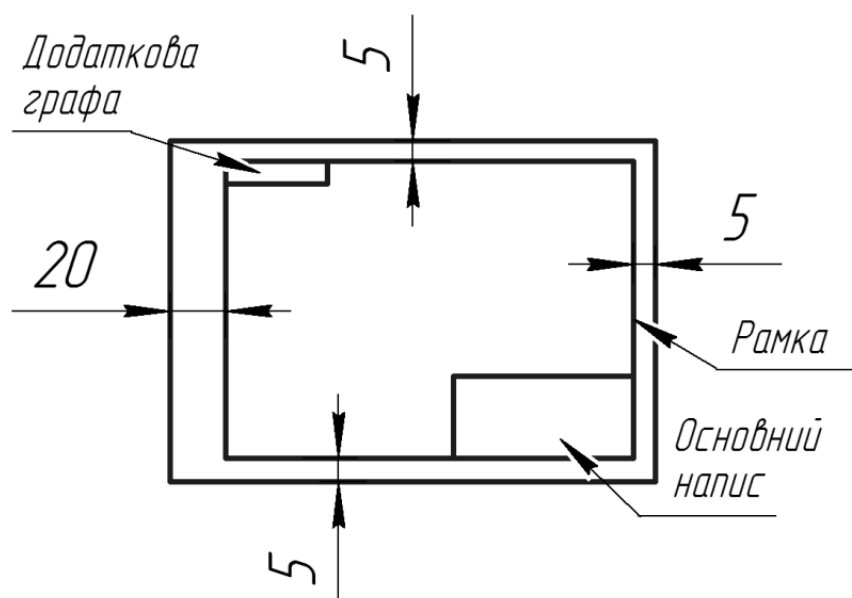


Рисунок 1.2 – Розташування рамки, основного напису та додаткової графи

Приклад форми та заповнення основного напису надано на рис. 1.3.



					<i>КОРПУС</i>	Літера	Маса	Масштаб
Ізм	Лист	№ докум	Підп	Дата				
Розробив	Петренко А.М.							
Перевірів	Сидоренко П. С.							
Т. контр.						Аркуш	Аркушів	
Н. контр.						<i>зр. 1С1-17</i>		
Затв.								

Рисунок 1.3 – Приклад заповнення основного напису






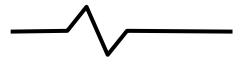
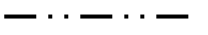
1.4 Зображення ліній на креслениках

Форма та товщина ліній на креслениках має певне смислове значення. Типи ліній, що найчастіше застосовують, вказано в табл.1.3 (ГОСТ 2.303-68, ДСТУ ISO 128-24:2005).

Таблиця 1.3 – Найменування, накреслення, призначення і товщина ліній

Найменування ліній	Накреслення ліній	Товщина ліній	Основне призначення лінії
1	2	3	4
Суцільна товста основна		S = 0,5...1,4 мм	Лінії видимого контуру; лінії переходу видимі; лінії контуру перерізу, що винесений і входить до складу розрізу.
Суцільна тонка		Від s/3 до s/2	Лінії контуру накладеного перерізу; лінії розмірні і виносні; лінії штрихування; лінії-виноски; полки ліній-виносок і підкреслення написів; лінії для зображення пограничних деталей; лінії обмеження виносних елементів на видах, розрізах і перерізах; лінії переходу уявні.

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4
Суцільна хвиляста		Від $s/3$ до $s/2$	Лінії обриву; лінії розмежування виду і розрізу.
Штрихова	 Довжина штрихів 2...8 мм; відстань між штрихами 1...2 мм	Від $s/3$ до $s/2$	Лінії невидимого контуру; лінії переходу невидимі.
Штрих-пунктирна тонка	 Довжина штрихів 5...30 мм; відстань між штрихами 3...5 мм		Лінії осьові і центрові; лінії перерізів, що є осями симетрії для накладених чи винесених перерізів.
Штрих-пунктирна потовщена	 Довжина штрихів 3...8 мм; відстань між штрихами 3...4 мм	Від $s/2$ до $2s/3$	Лінії, які позначають поверхні, що підлягають термічній обробці або покриттю; лінії для зображення елементів, розташованих перед січною площиною (накладена проекція).
Розімкнута	 Довжина кінцевих штрихів 8...20 мм	Від s до $1,5s$	Лінії перерізів.
Суцільна тонка зі зламами		Від $s/3$ до $s/2$	Довгі лінії обриву.
Штрих-пунктирна з двома точками тонка	 Довжина штриха 5...30 мм; відстань між штрихами 4...6 мм	Від $s/3$ до $s/2$	Лінії згину на розгортках; лінії для зображення частин виробів у крайніх чи проміжних положеннях; лінії для зображення розгортки, що суміщена з видом

1.5 Шрифти креслярські

На кресленнях усі написи виконують шрифтами за стандартами.

У стандарті подано основні розміри та конструкцію літер. Висоту h великих літер називають *розміром шрифту*. Встановлено такі розміри шрифтів: (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Використовувати шрифт (1,8) не рекомендується.

Щоб зручніше було вивчати форми літер і цифр, шрифти виконують на допоміжній сітці (рис. 1.4). Крок d сітки залежить від типу шрифту та його розміру.



Рисунок 1.4 – Приклади шрифту українського та латинського алфавіту

Встановлено такі типи шрифтів:

- тип А без нахилу, товщина d лінії шрифту дорівнює $1/14$ висоти h великих літер;
- тип А з нахилом літер та цифр приблизно 75° ($d = 1/14 h$), основні параметри наведено в табл. 1.4;
- тип Б без нахилу, товщина ліній $d = 1/10 h$;
- тип Б з нахилом, товщина ліній $d = 1/10 h$, основні параметри наведено в табл. 1.5.

Таблиця 1.4 – Основні параметри і розміри шрифту типу А

Параметр шрифту	Позначення	Відносний розмір	Розмір шрифту, мм							
			2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0	
Висота великих літер	h	$(14/14)h$ $14d$	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0	
Висота малих літер	c	$(10/14)h$ $10d$	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	
Відстань між літерами	a	$(2/14)h$ $2d$	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	
Мінімальний крок рядків (висота допоміжної сітки)	b	$(22/14)h$ $22d$	4,0	5,5	8,0	11,0	16,0	22,0	31,0	
Мінімальна відстань між словами	e	$(6/14)h$ $6d$	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	
Товщина ліній шрифту	d	$(1/14)h$ d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	

Для всього тексту товщина ліній літер має бути однаковою.

Форма великих і малих літер латинського та грецького алфавітів для відповідних шрифтів та форма арабських і римських цифр для шрифтів типів А та Б регламентується ГОСТ 2.304—81.

Таблиця 1.5 – Основні параметри і розміри шрифту типу Б

Параметр шрифту	Позначення	Відносний розмір		Розмір шрифту, мм						
				1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Висота великих літер	h	$(10/10)h$	$10d$	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Висота малих літер	c	$(7/10)h$	$7d$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10
Відстань між літерами	a	$(2/10)h$	$2d$	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8
Мінімальний крок рядків (висота допоміжної сітки)	b	$(17/10)h$	$17d$	3,1	4,3	6,0	8,5	12,0	17,0	24,0
Мінімальна відстань між словами	e	$(6/10)h$	$6d$	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4
Товщина ліній шрифту	d	$(1/10)h$	d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4

1.6 Питання для самоперевірки

1. Що називається форматом?
2. Які основні формати встановлені ГОСТ 2.301-68?
3. Вкажіть габаритні розміри основного надпису і де він розміщується на кресленнику?
4. Що називається масштабом і як він позначається на кресленнику?
5. Які масштаби збільшення встановлені ГОСТ 2.302-68? Які встановлені масштаби зменшення?
6. Назвіть типи ліній, встановлені в кресленнику?
7. В яких межах встановлена товщина суцільної основної лінії?
8. В яких співвідношеннях вибирають товщину ліній на кресленнику залежно від товщини суцільної основної лінії?
9. Які встановлені розміри креслярського шрифту і чим визначається розмір шрифту?
10. Яким має бути кут нахилу букв і цифр?

11. Яке співвідношення між висотою і шириною звичайних великих букв?
12. Яка має бути товщина букв і цифр залежно від розміру шрифту?
13. Які типи креслярських шрифтів встановлені ГОСТ 2.304-81?

2 НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ

2.1 Основні правила та вимоги щодо нанесення розмірів

Для з'ясування справжньої величини зображуваного предмета на рисунках наносять розміри (ГОСТ 2.307—68).

Розміри поділяють на лінійні (довжина, ширина, значення радіуса, діаметра, довжина хорди, дуги тощо) та кутові (розміри кутів).

Процес нанесення розмірів складається із двох операцій: проведення виносних та розмірних ліній і написання розмірного числа.

Розмірну лінію, що показує межі вимірювання, проводять паралельно вимірюваному елементу і закінчують стрілками (рис. 2.1).

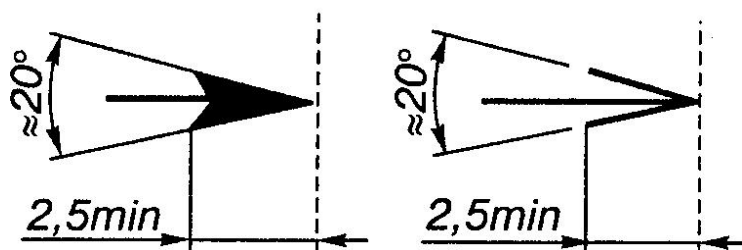


Рисунок 2.1

Її межами є виносні лінії, лінії контуру, осьові, центрові та інші лінії. Виносна лінія виступає за вістря стрілки на 1...5 мм. Розмірні лінії проводять переважно поза контуром зображення, якщо можна, то справа або знизу від зображення. Лінії видимого контуру, осьові, центрові, виносні не дозволяється використовувати як розмірні. Прийнято такі основні правила та випадки проведення розмірних ліній:

а) при нанесенні розміру прямолінійного відрізка розмірну лінію проводять паралельно цьому відрізку, а виносні лінії – перпендикулярно до розмірних (рис. 2.2, а);

б) при нанесенні розміру кута розмірну лінію проводять у вигляді дуги з центром у його вершині, а виносні лінії – радіально (рис. 2.2, б);

в) при нанесенні розміру дуги розмірні лінії проводять концентрично контуру дуги, а виносні лінії – паралельно бісектрисі кута; над розмірним числом ставлять знак дуги \frown (рис. 2.2, в). Виносні лінії можна проводити радіально. Якщо є кілька концентричних дуг, то потрібно показати, до якої дуги належить розмір (рис. 2.2, г);

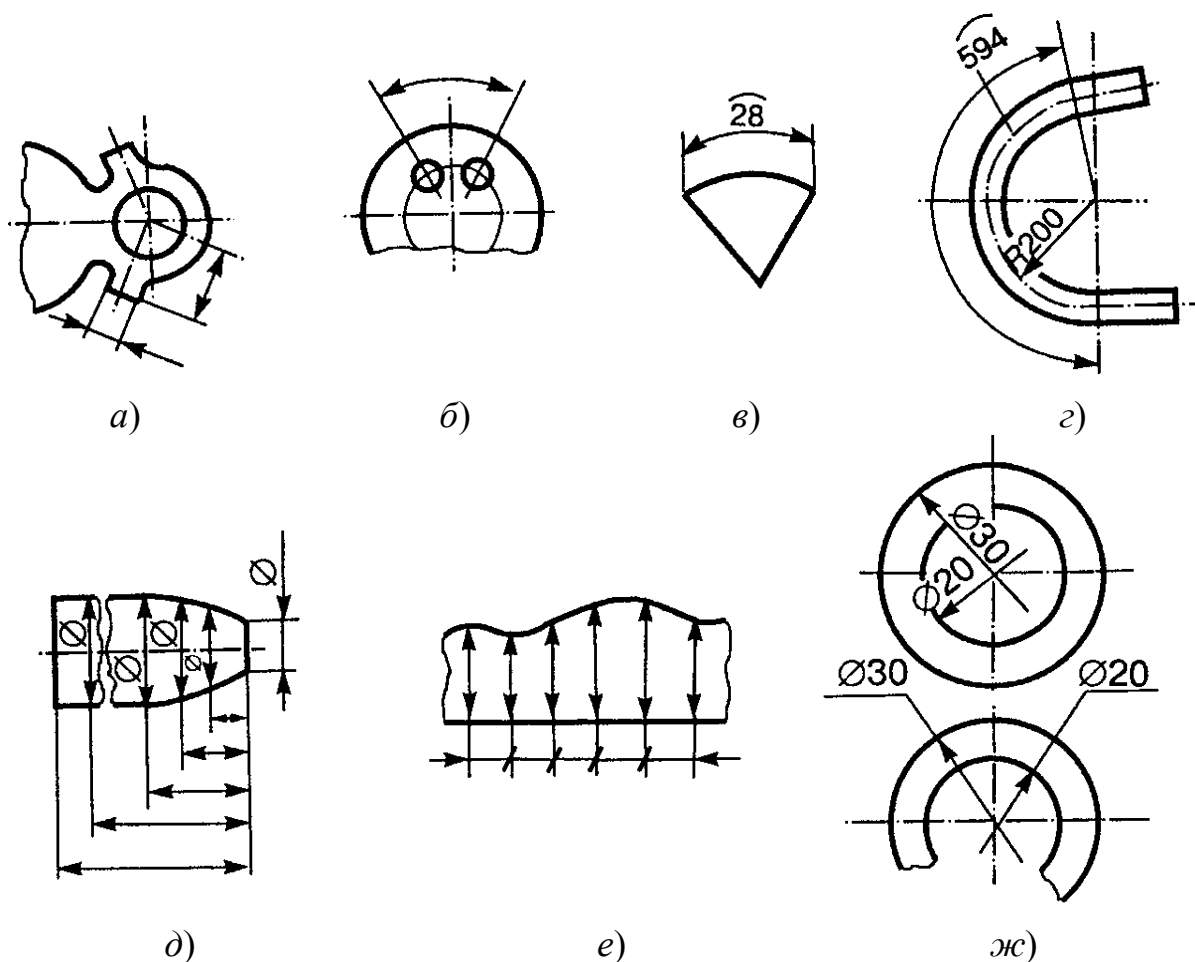


Рисунок 2.2

г) при нанесенні розміру радіуса або діаметра кола розмірну лінію проводять через центр кола (рис. 2.2, г, ж) або паралельно одному з його діаметрів.

Якщо потрібно провести кілька радіусів або діаметрів через один центр, то розмірні лінії двох довільних радіусів не розміщують на одній прямій (рис. 2.2, ж). Розмірну лінію для діаметра кола допускається проводити з обривом незалежно від того, повністю проведено коло чи ні (рис. 2.2, ж).

Можна проводити розмірні лінії безпосередньо до ліній видимого контуру, осевих, центрових та інших ліній.

На рис. 2.2, д, е показано як правильно наносити розміри криволінійного профілю.

Мінімальна відстань між паралельними розмірними лініями має бути 7 мм, а між розмірною лінією та лінією контуру — 10 мм. Її вибирають залежно від розмірів зображення та насиченості рисунка.

У випадках, показаних на рис. 2.3, а, б, виносні лінії проводять через точки перетину продовжених ліній округленого кута або через центри кіл заокруглення.

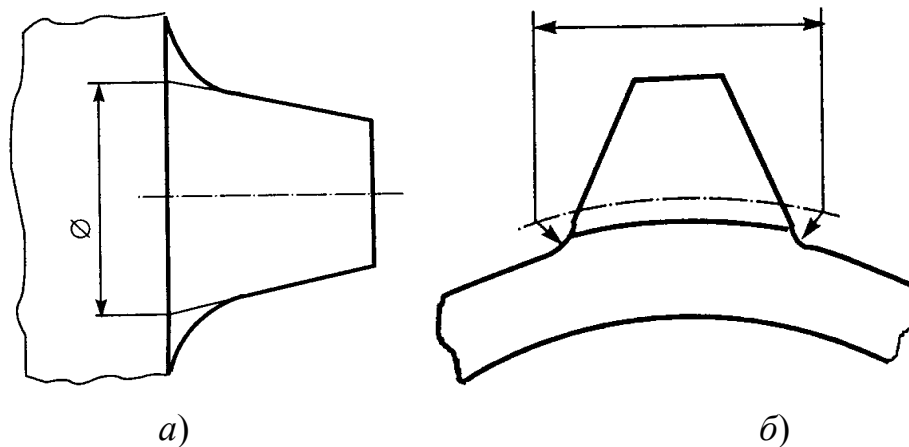


Рисунок 2.3

Якщо на розмірних лініях не вистачає місця для стрілок, то їх замінюють засічками під кутом 45° до розмірної лінії (рис. 2.4, а) або точками (рис. 2.4, б).

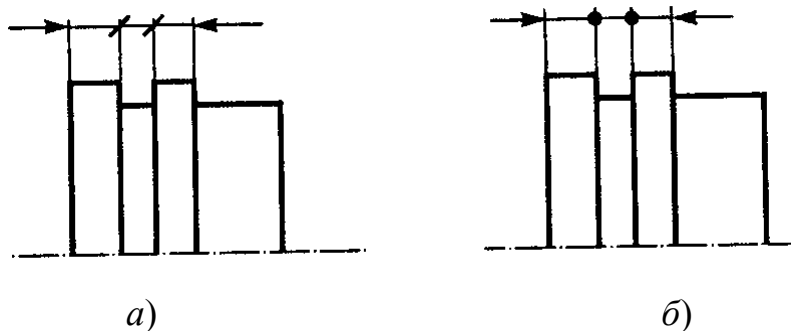


Рисунок 2.4

Якщо лінії видимого контуру розміщені близько одна до одної, то для нанесення стрілок лінії можна переривати (рис. 2.5).

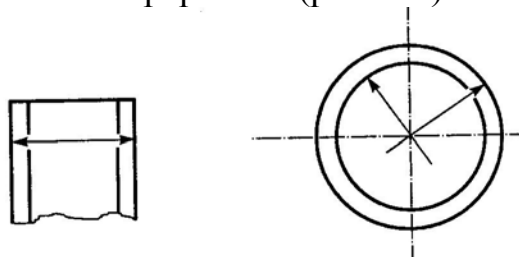


Рисунок 2.5

Якщо довжина розмірної лінії недостатня для нанесення стрілок, то їх дозволяється виконувати зовні вимірюваного відрізка (рис. 2.6).

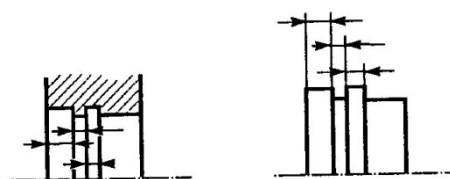


Рисунок 2.6

При зображенні предмета з розривом, розмірну лінію не розривають (рис. 2.7).

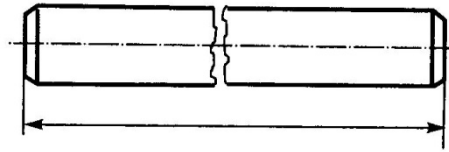


Рисунок 2.7

Розмірні числа характеризують величину вимірюваного елемента в міліметрах для лінійних розмірів та в градусах, мінутах, секундах для кутових розмірів. Розмірні числа потрібно розміщувати над розмірною лінією паралельно їй та якомога ближче до її середини (рис. 2.8).

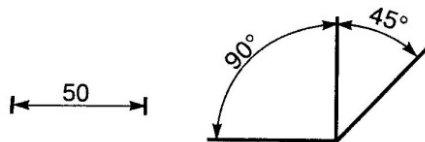


Рисунок 2.8

Наносячи кілька паралельних або концентричних розмірних ліній на невеликій відстані одна від одної, розмірні числа розміщують у шаховому порядку (рис. 2.9).

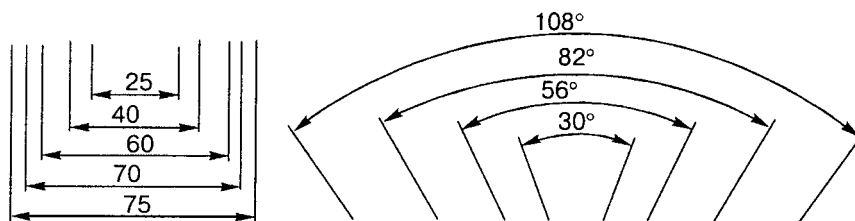


Рисунок 2.9

Розмірні числа лінійних та кутових розмірів при різних нахилах розмірних ліній розміщують так, як показано на рис. 2.10.

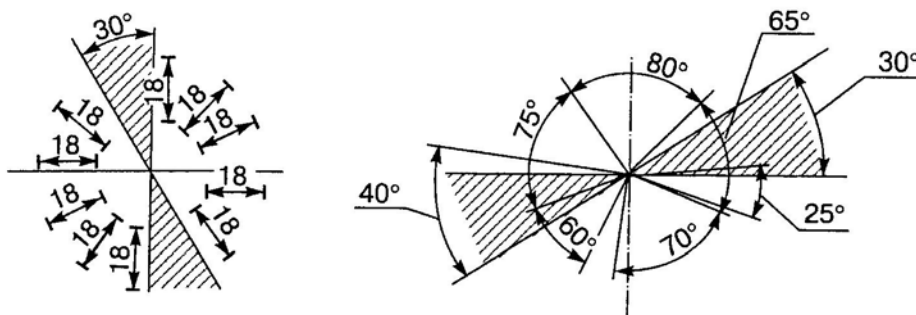


Рисунок 2.10

Для малих кутів розміри можна виносити на полицку незалежно від зони розміщення.

Розмірне число не може відокремлювати або перетинати будь-які лінії креслення за винятком виносних ліній. Не можна розривати лінію видимого контуру для нанесення розмірного числа. Не дозволяється також розміщувати розмірне число в місці перетину розмірних, осьових та центрових ліній. У разі потреби можна переривати лінії штрихування для нанесення розмірного числа (рис. 2.11).

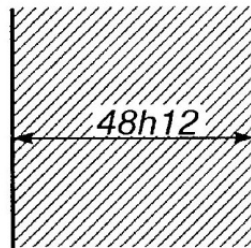


Рисунок 2.11

Діаметр кола позначають знаком \varnothing , що є колом, діаметр якого становить $5/7$ від висоти цифр розмірного числа, перекресленим прямою, нахиленою під кутом приблизно 75° до розмірної лінії. Різні варіанти нанесення розмірів кола показано на рис. 2.12.

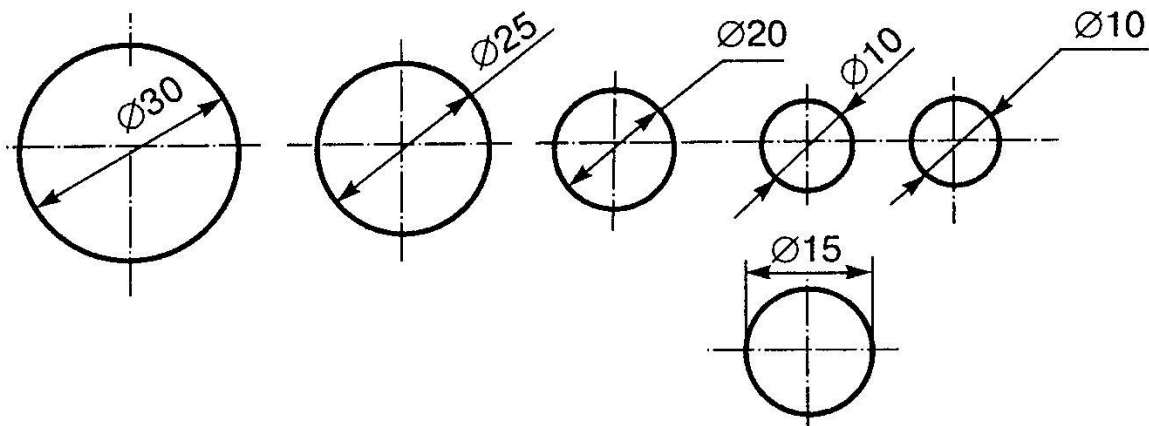


Рисунок 2.12

Перед розмірним числом радіуса обов'язково ставлять знак R . Правила нанесення радіуса показано на рис. 2.13, а. Якщо при цьому потрібно координувати центр кола, то його позначають перетином центрових та виносних ліній, до яких проводять розмірні лінії та ставлять розмірні числа. Якщо центр кола лежить на великій відстані, то його можна наблизити до дуги, а радіус позначити зі зламом під кутом 90° (рис. 2.13, б). Якщо центр кола не фіксується на рисунку, то розмірну лінію радіуса можна не проводити до центра (рис. 2.13, в).

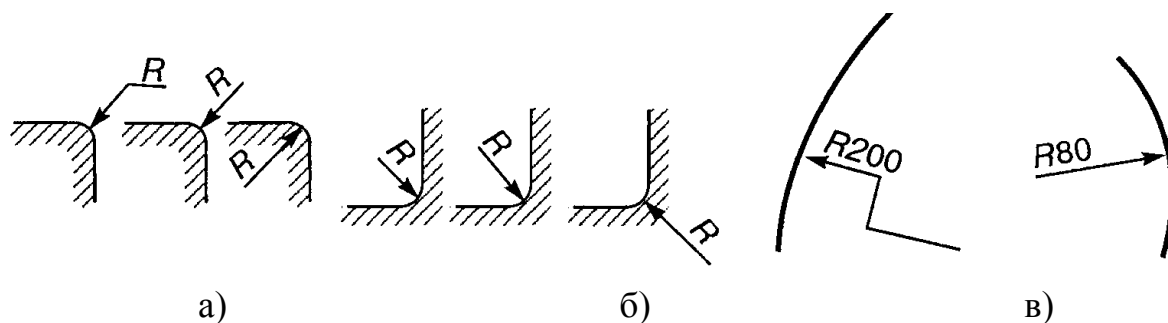


Рисунок 2.13

Розмірне число діаметра (радіуса) сфери також супроводжується знаком \varnothing (R) без напису слова «Сфера» (рис. 2.14). Слово «Сфера» чи знак \varnothing пишуть тоді, коли на зображенні важко відрізнити сферу від іншої поверхні.

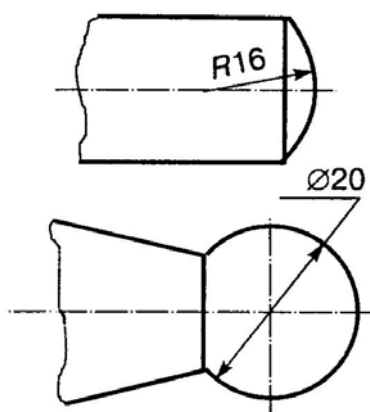


Рисунок 2.14

Розміри квадрата та квадратного отвору позначають знаком \square перед розміром сторони квадрата (рис. 2.15). Грані зображаються суцільними тонкими лініями, проведеними по діагоналі.

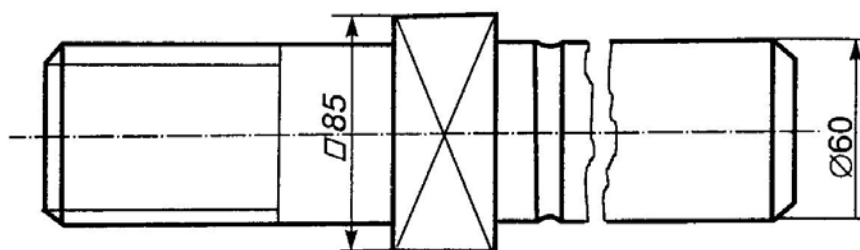


Рисунок 2.15

Якщо не вистачає місця для розмірних чисел над розмірною лінією, то їх розміщують на продовженні розмірної лінії або виносять на поличку, розміщену паралельно основному напису рисунка.

2.2 Позначення конусності, уклону та фаски

Для конічних поверхонь обертання характерним параметром є конусність. Це відношення різниці діаметрів основ конуса до його висоти. Конусність позначають знаком \triangleleft , вершина якого спрямована в бік вершини конуса (рис. 2.16). Значення конусності записують над віссю конуса або на полиці, паралельній осі конуса. Розмірне число біля знака \triangleleft подають як відношення (1 : 5) або у відсотках (20%).

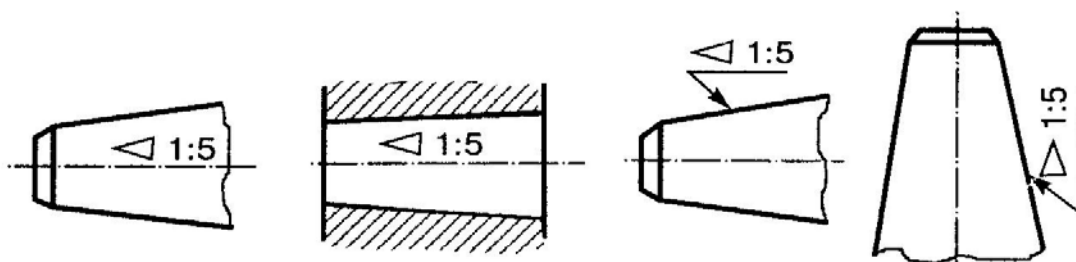


Рисунок 2.16

Положення лінії відносно горизонталі чи вертикалі характеризується укладом. Це відношення є тангенсом кута нахилу і позначається на рисунку знаком \sphericalangle , вершина знака напрямлена в бік вершини кута, а нижня риска паралельна основі кута. Після знака записують значення укладу як відношення (рис. 2.17, а) або у відсотках (рис. 2.17, б), або в проміле (рис. 2.17, в).

Важливим конструктивним елементом машинобудівних деталей є фаска. На циліндричних та конічних поверхнях – це зрізаний конус. Розміри фасок під кутом 45° показано на рис. 2.18, а. Розміри фасок, що мають інші кути нахилу твірної до осі конуса, позначають двома розмірами: лінійним (висота конуса) та кутовим (рис. 2.18, б).

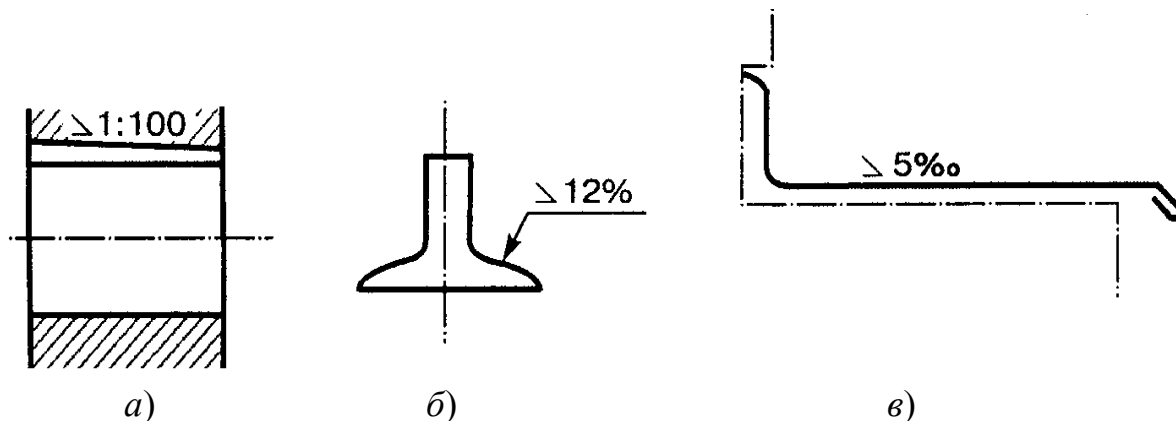


Рисунок 2.17

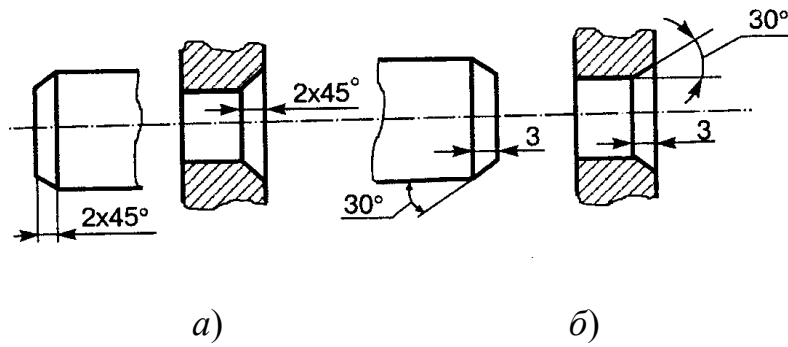


Рисунок 2.18

2.3 Умовності та спрощення при нанесенні розмірів

Якщо є кілька однакових фасок, то розмір фаски наносять один раз з написом типу: 2 фаски, 4 фаски тощо.

Якщо є кілька однакових елементів (отворів, пазів тощо), то наносять розмір одного елемента, зазначаючи кількість цих елементів та взаємне розміщення їх (лінійна відстань між центрами при прямолінійному розміщенні центрів або кутові розміри при розміщенні центрів на одному колі – рис. 2.19 і 2.20).

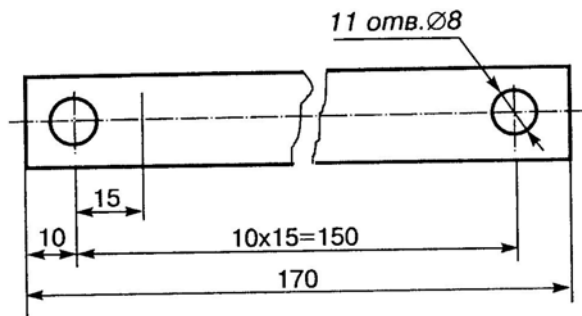


Рисунок 2.19

Якщо отвори розміщені на колі рівномірно, то кутові розміри між центрами не показують, а зазначають лише кількість отворів (рис. 2.20). При цьому допускається показувати лише один елемент і наносити всі його розміри, а інші елементи позначати їхніми центрами (рис. 2.21).

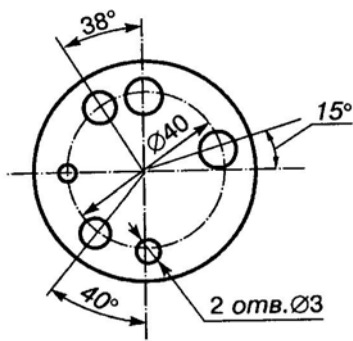


Рисунок 2.20

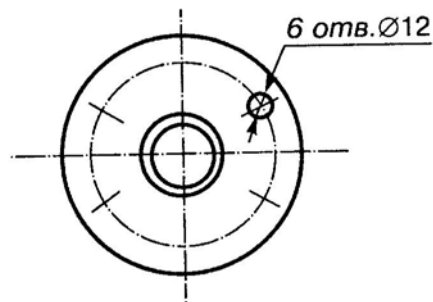


Рисунок 2.21

Ряд суміжних лінійних чи кутових розмірів можна наносити від однієї бази (рис. 2.22, а, б). Якщо отворів багато, то проводять одну розмірну лінію від бази, на якій наносять позначки, що відповідають відстані центра отвору від бази (рис. 2.23, а, б).

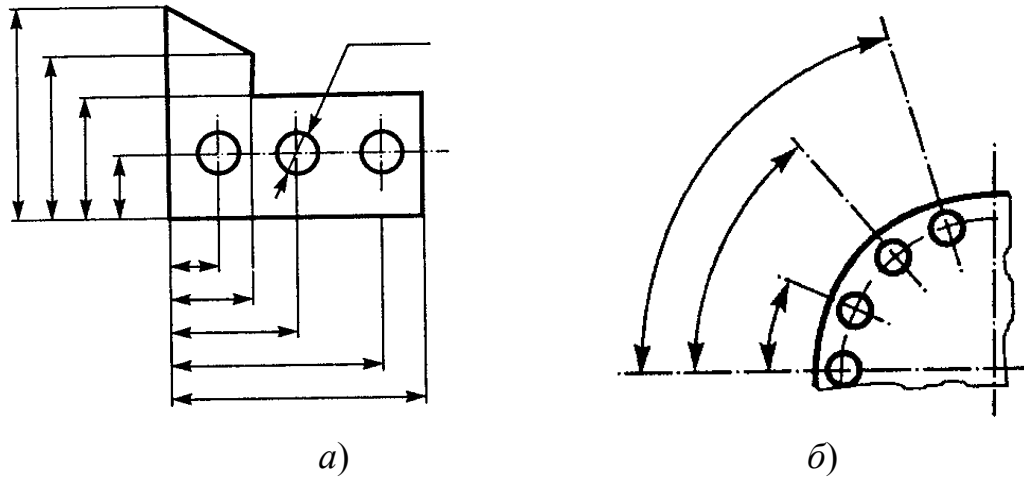


Рисунок 2.22

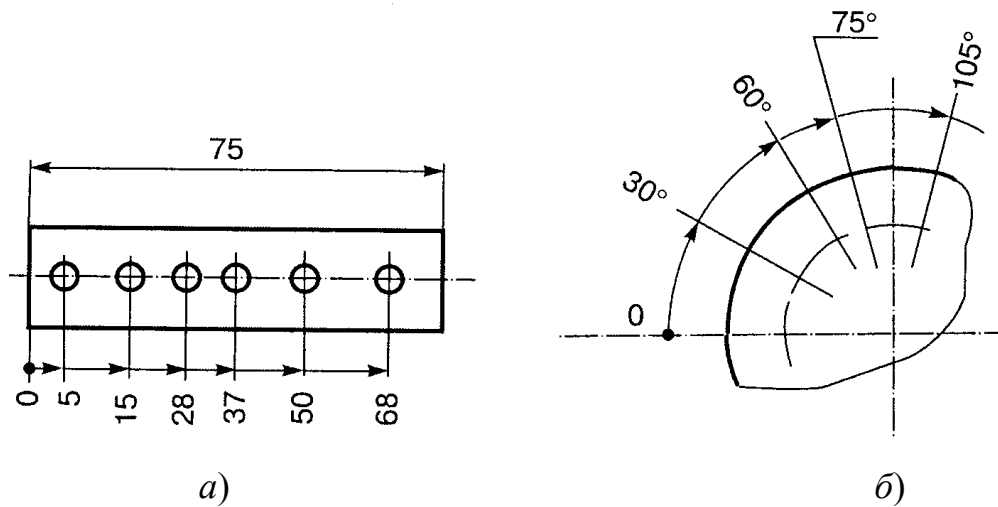


Рисунок 2.23

На рис. 2.24 наведено приклад нанесення розмірів на машинобудівній деталі. Нанесення розміру $\varnothing 62$ на невидимому контурі дає змогу уникнути побудови зайвого зображення.

Розмір кола потрібно ставити у вигляді діаметра, а не радіуса відповідно до його оброблення та вимірювання. Це стосується частин циліндра, що разом із сумісно оброблюваною деталлю утворюють повний циліндр (вкладиші підшипників ковзання, сухарі цангового патрона тощо).

Наносити розміри відносно невидимого контуру деталі, що зображується штриховою лінією, не рекомендується.

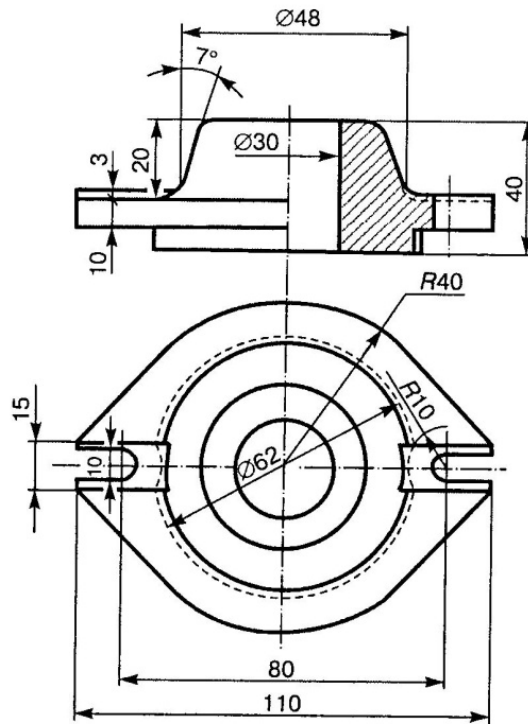


Рисунок 2.24

2.4 Методи нанесення розмірів

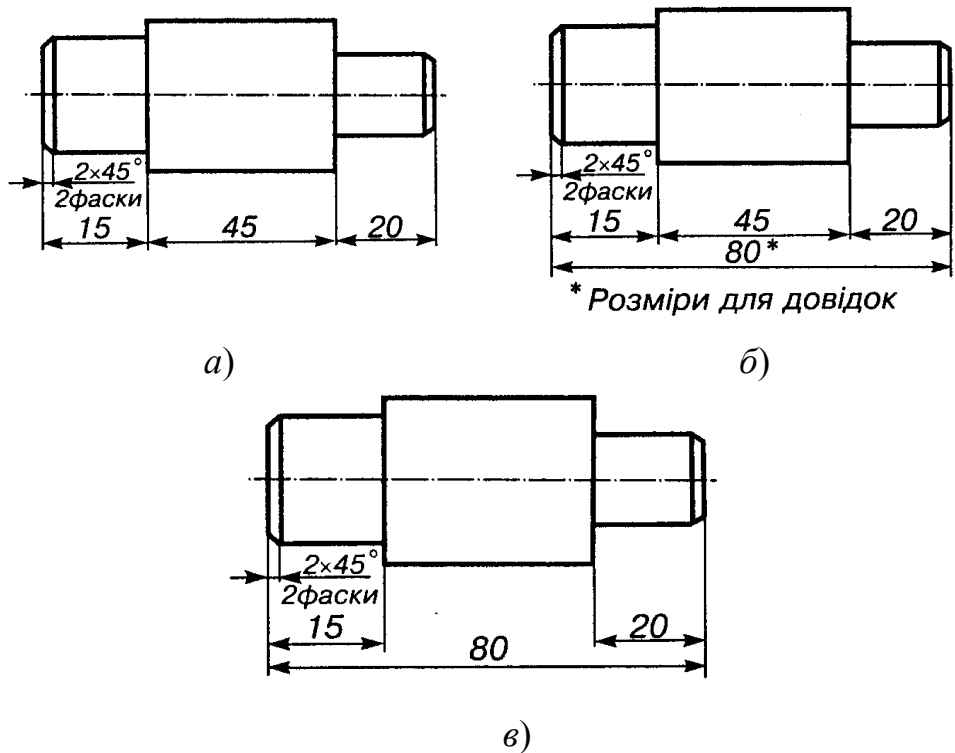
При нанесенні розмірів найперше проставляють розміри, що характеризують три найбільші виміри деталі (довжину, висоту, ширину), які називають *габаритними*. Необхідність нанесення цих розмірів спричинена розробкою технологічних процесів та оснащення й оптимізацією процесу розкроювання деталей з листового матеріалу тощо.

Розміри, які не виконуються за цим робочим креслеником деталі, а призначені лише для більшої зручності в користуванні креслеником, називають *довідковими*. На кресленику їх позначають знаком *. Якщо такі розміри є, то у технічних вимогах записують «* Розміри для довідок» (рис. 2.25, б).

До довідкових розмірів, зокрема, належать:

- а) один з розмірів замкненого розмірного ланцюга (рис. 2.25, а);
- б) розміри деталей або їхніх елементів із сортового, фасонного, листового прокату, якщо ці розміри повністю визначені записом у відповідній графі основного напису;
- в) один з розмірів, пов'язаних певною функціональною залежністю.

Якщо розміру для довідок немає, то наносити розміри ланцюгом не можна (див. рис. 2.25, б), оскільки це призведе до завищених вимог щодо точності виконання розмірів і вартості виготовлення деталі. Рекомендується наносити розміри так, як показано на рис. 2.25, в. Взагалі лінійні розміри потрібно наносити за ГОСТ 2.307–68 та ГОСТ 6636–69.



в)
Рисунок 2.25

Є три способи нанесення розмірів на креслениках: ланцюговий, координатний та комбінований.

Ланцюговий спосіб полягає в послідовному розміщенні розмірів – ланцюгом (рис. 2.26, а). При цьому ставлять габаритний розмір, а один із інших розмірів ланцюга опускають.

Координатний спосіб полягає в нанесенні розмірів від бази так, що кожен розмір є координатою елемента відносно бази (рис. 2.26, б). Цей спосіб переважає на практиці.

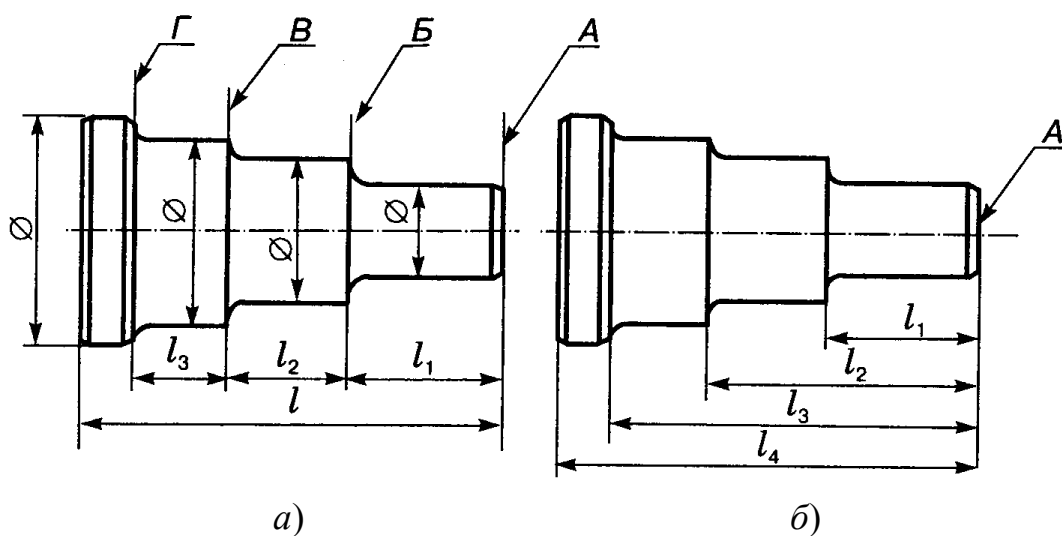


Рисунок 2.26

Комбінований спосіб об'єднує ланцюговий і координатний способи (рис. 2.27).

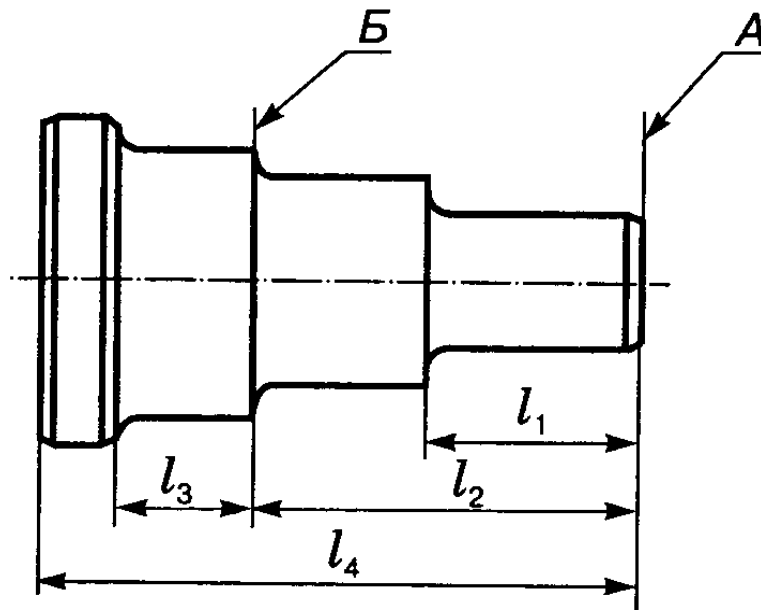


Рисунок 2.27

2.5 Питання для самоперевірки

1. В яких одиницях вказують розміри на креслениках?
2. На якій відстані від ліній контуру проводять розмірні лінії?
3. Яка відстань має бути між паралельними розмірними лініями?
4. На скільки продовжують виносні лінії за кінці стрілок розмірних ліній?
5. Яке співвідношення елементів розмірної стрілки?
6. Якою має бути висота цифр розмірних чисел на кресленику?
7. Як проставляють розміри радіусів, діаметрів?
8. Що таке конусність, як її позначають?
9. Що таке уклон, як його позначають?
10. В яких випадках розмірну лінію проводять з обривом?

3 ВИДИ

3.1 Утворення та класифікація видів

Методи побудови і читання креслеників ґрунтуються на теорії курсу нарисної геометрії. Зображення предметів виконують за методом прямокутного проєкціювання.

Зображення на рисунку залежно від їх змісту поділяються на види, розрізи, перерізи.

Кількість видів, розрізів і перерізів має бути найменшою, але достатньою для повної уяви про зображуваний предмет.

Згідно з ДСТУ 3321:2003 вид (предмета) – це ортогональна проекція повернутої до спостерігача видимої частини поверхні предмета.

За характером виконання та змістом види поділяють на основні, додаткові та місцеві.

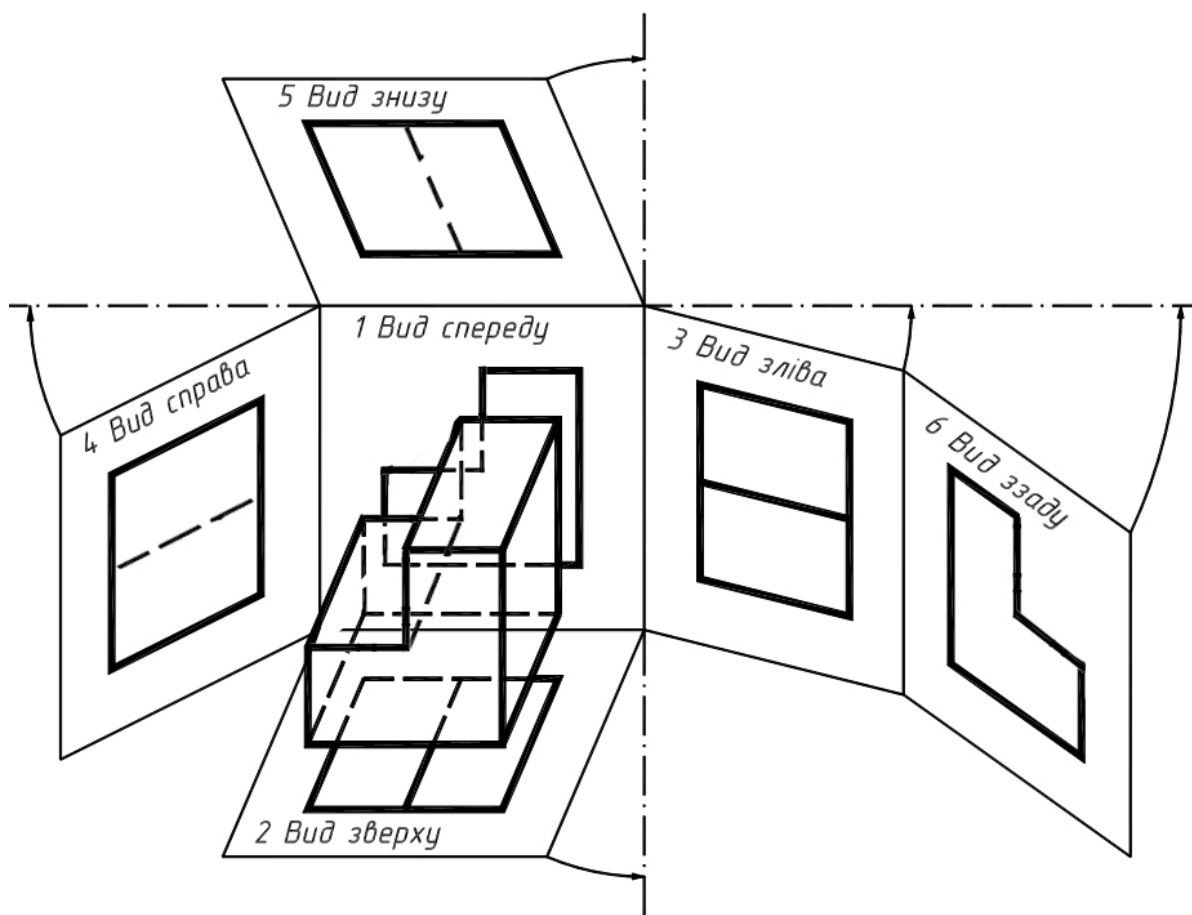


Рисунок 3.1

Якщо предмет розмістити в середині куба і спроекціювати його на грані куба, то зображення на кожній грані буде відповідати певному виду. Всі шість граней куба розгортають і суміщують у певному порядку з фронтальною площиною проєкцій (рис. 3.1). За допомогою методів нарисної геометрії при такому суміщенні граней куба можна побудувати всі проєкції предмета на гранях на одному полі кресленика у відповідному проєкційному зв'язку відносно зображення на фронтальній площині проєкцій. В результаті таких дій отримуємо комплексний кресленик предмета на відповідних площинах проєкцій (рис. 3.2).

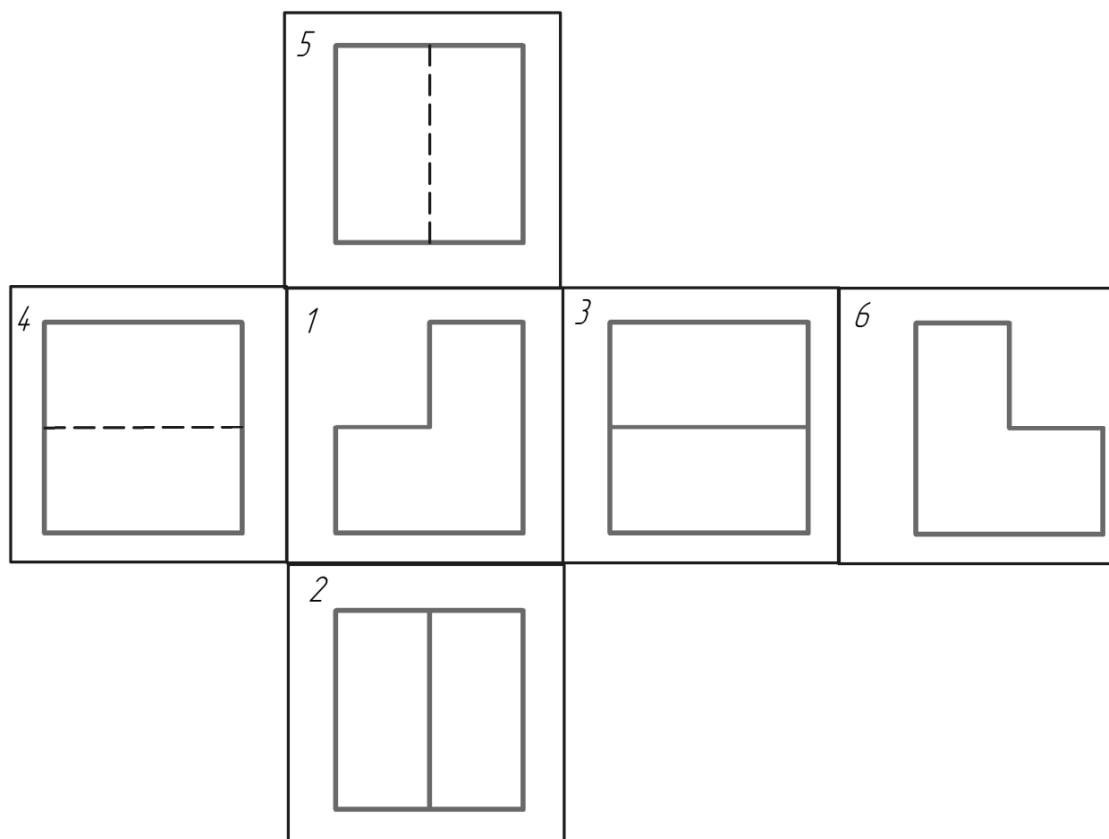


Рисунок 3.2

3.2 Основні види

Вищерозглянуті види, що утворені проєкціюванням предмета на шість граней куба називають *основними*. Кожен з них має свою назву в залежності від того, на яку із граней куба спроекційовано предмет, а саме (рис. 3.2):

- 1) вид спереду (головний вид) – зображення на фронтальній площині проєкцій;
- 2) вид зверху – зображення на горизонтальній площині проєкцій;
- 3) вид зліва – зображення на профільній площині проєкцій;
- 4) вид справа – зображення на профільній площині проєкцій;
- 5) вид знизу – зображення на горизонтальній площині проєкцій;
- 6) вид ззаду – зображення на фронтальній площині проєкцій.

Вид зверху розміщують під головним видом, вигляд зліва – з правого боку від головного виду, вид справа – з лівого боку від головного виду; вид знизу – розміщують над головним видом.

При такому розміщенні назви видів не підписують і не показують лінії зв'язку між зображеннями. В інших випадках, наприклад, якщо розмір поля кресленика не дозволяє розмістити види саме в такому положенні (тобто, види розташовані не в проєкційному зв'язку), то їх позначають великими літерами українського алфавіту, а напрями поглядів показують стрілками (рис. 3.3). Літери розміщують над відповідним видом та поруч із стрілкою.

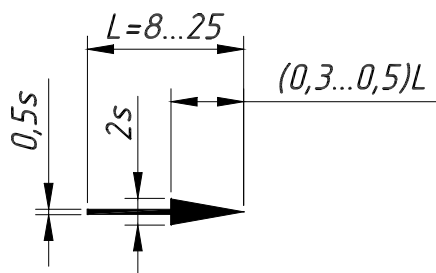


Рисунок 3.3

Відстані між видами обирають залежно від особливостей креслиника (наприклад, умов розташування їх на полі креслиника, нанесення розмірів, текстових пояснень, таблиць тощо).

Головний вид обирається таким чином, щоб давати найбільш повне уявлення про форму, розміри та призначення предмета.

Правильний вибір головного виду предмета обумовлюється необхідністю мінімізації кількості потрібних зображень. На вибір головного виду впливають також його конструктивні особливості та технологічні фактори виготовлення.

3.3 Додаткові види

Якщо форма предмета така, що основні види не дають повної інформації, то використовують додаткові види.

Додатковий вид – зображення, яке утворюється при проєкціюванні предмета або його частини на додаткову площину, що відрізняється за положенням від основних площин проєкцій. Додаткову площину розміщують паралельно до нахиленої частини предмета, яку необхідно спроекціювати. Додатковий вид дозволяється повертати, але із збереженням розташування, прийнятого для цього предмета на головному виді; при цьому до напису додається умовне позначення, викреслене у формі кола діаметром 10–12 мм із стрілкою, що означає «вид Б повернуто» (рис. 3.4).

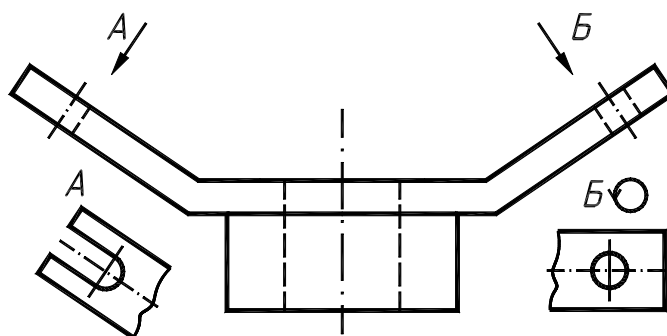


Рисунок 3.4

Додаткові види на кресленнику позначаються за допомогою літер і стрілок, які вказують напрям погляду (рис. 3.4, 3.5). Літери мають бути на номер шрифту більші від розмірних чисел.

Місцевий вид – зображення окремої, обмеженої частини поверхні предмета. Його застосовують, коли потрібно показати форму й розміри окремих елементів предмета, наприклад, отвір в деталі, фланець і т. п.

Місцевий вигляд може бути обмежений лінією обриву (рис. 3.5, вид А) чи не обмежений (рис. 3.5, вид Б).

Позначення місцевого виду не відрізняється від позначення додаткового виду. Застосування місцевого виду дає змогу зменшити обсяг графічної роботи, зекономити місце на полі кресленника.

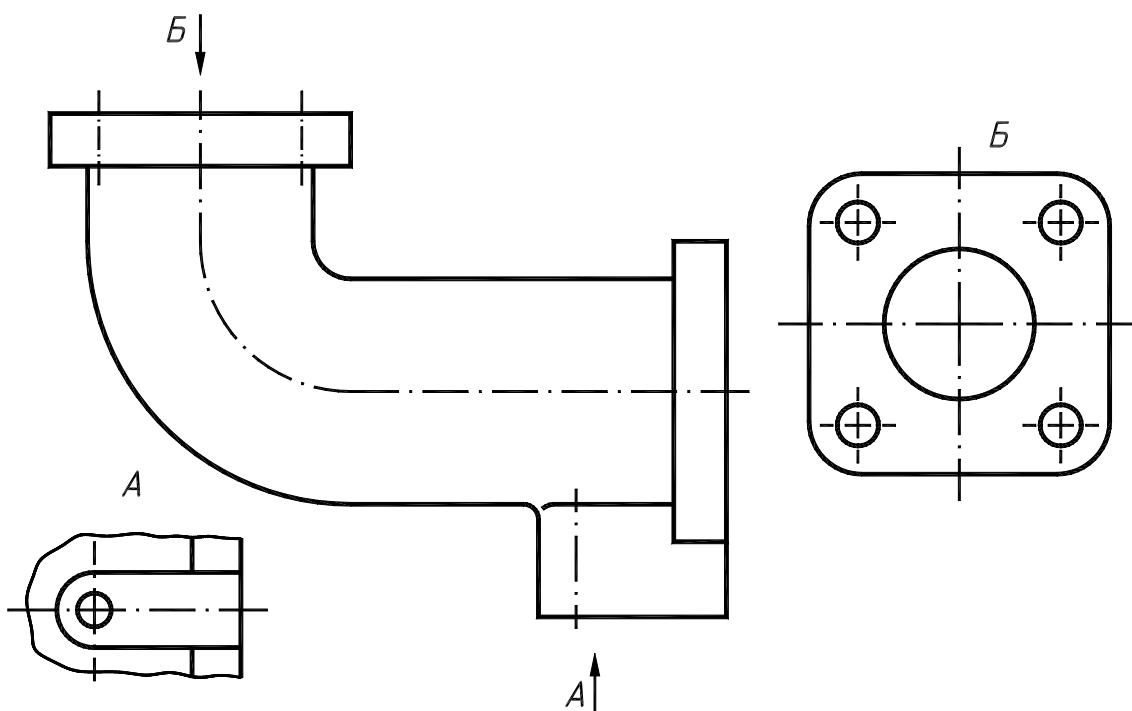


Рисунок 3.5

3.4 Питання для самоперевірки

1. Які зображення використовують на креслениках?
2. Дайте означення виду.
3. Як класифікують види?
4. Яка кількість видів має бути на кресленнику?
5. Як утворюються основні види?
6. Які особливості зображення та позначення основних видів?
7. Як утворюються додаткові види?
8. Які особливості зображення та позначення додаткових видів?
9. Дайте поняття місцевого виду.
10. Як зображається і позначається місцевий вид?

4 РОЗРІЗИ, ПЕРЕРІЗИ

4.1 Означення та класифікація розрізів

Велика кількість штрихових ліній на виді, що зображають невидимі контури, ускладнює читання і розуміння кресленика. Тому в таких випадках для з'ясування внутрішньої структури предмета використовують розрізи і перерізи.

Розрізом називається зображення предмета, якого цілком або частково уявно розрізано однією або кількома площинами.

Частину предмета, що знаходиться між спостерігачем і січною площиною, умовно видаляють. На розрізі показують те, що знаходиться у січній площині і що розташовано за нею (рис. 3.1).

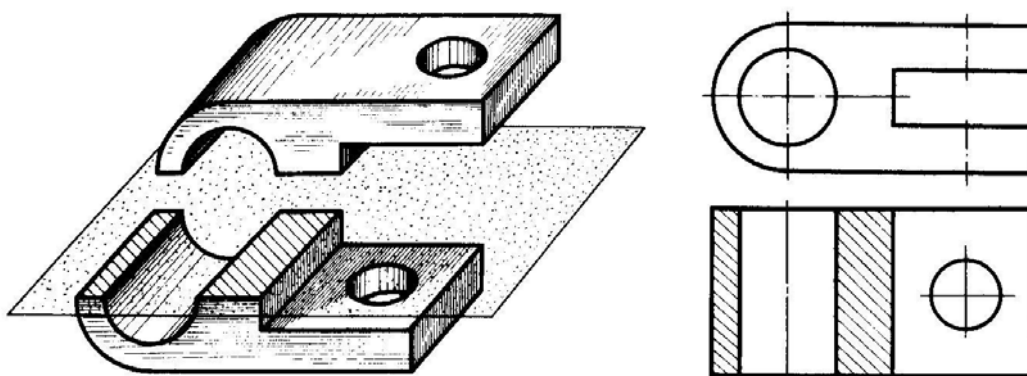


Рисунок 4.1

Розрізи поділяють на *прості, складні, місцеві*.

Простим називається розріз, який утворюється однією січною площиною. Прості розрізи поділяються на:

а) *горизонтальні* (якщо січна площина паралельна горизонтальній площині проєкцій);

б) *вертикальні*, які також поділяються на:

- *фронтальні* (якщо січна площина паралельна фронтальній площині проєкцій),

- *профільні* (якщо січна площина паралельна профільній площині проєкцій);

в) *похилі* (якщо січна площина утворює з горизонтальною площиною проєкційний кут, що відрізняється від прямого).

Складним називається розріз, який утворюється двома і більше січними площинами. Складні розрізи поділяються на:

а) *ступінчасті* (якщо січні площини паралельні);

б) *ламани* (якщо січні площини не паралельні, тобто перетинаються).

Місцеві розрізи допомагають з'ясувати внутрішню конструкцію предмета у виокремленому місці.

4.2 Прості розрізи

На рис. 4.2 показано приклад виконання, зображення та позначення простого горизонтального розрізу, на рис. 4.3 – зображення та позначення простих фронтального та профільного розрізів, а на рис. 4.4 – виконання, зображення та позначення простого похилого розрізу.

При виконанні розрізів положення січної площини позначається на рисунку лінією перерізу, для якої використовують розімкнену лінію (рис. 4.5).

Початковий і кінцевий штрихи не мають перетинати контур відповідного зображення. Із зовнішніх кінців розімкненої лінії на відстані 2...3 мм наносять стрілки, які показують напрямок погляду.

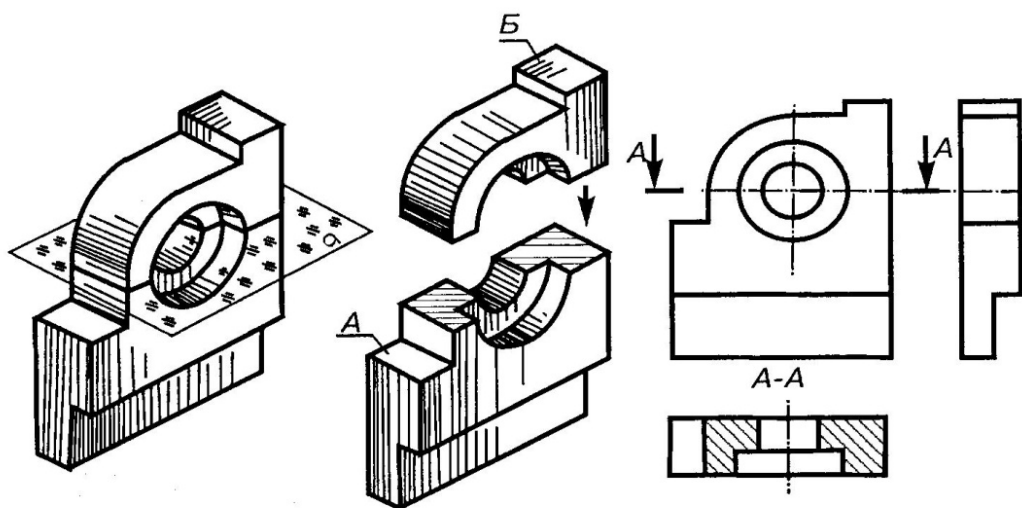


Рисунок 4.2

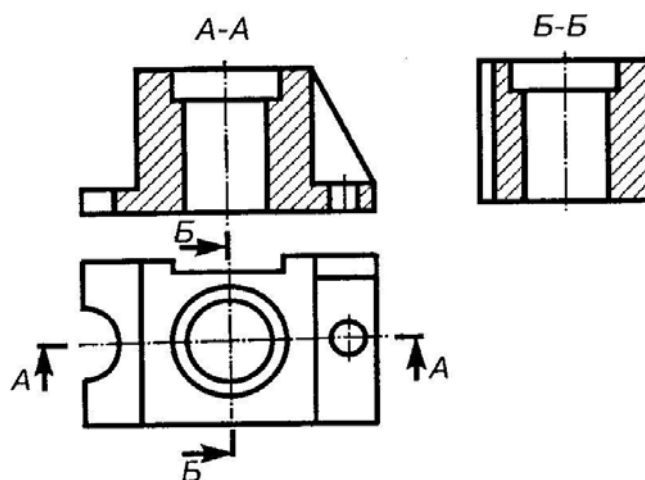


Рисунок 4.3

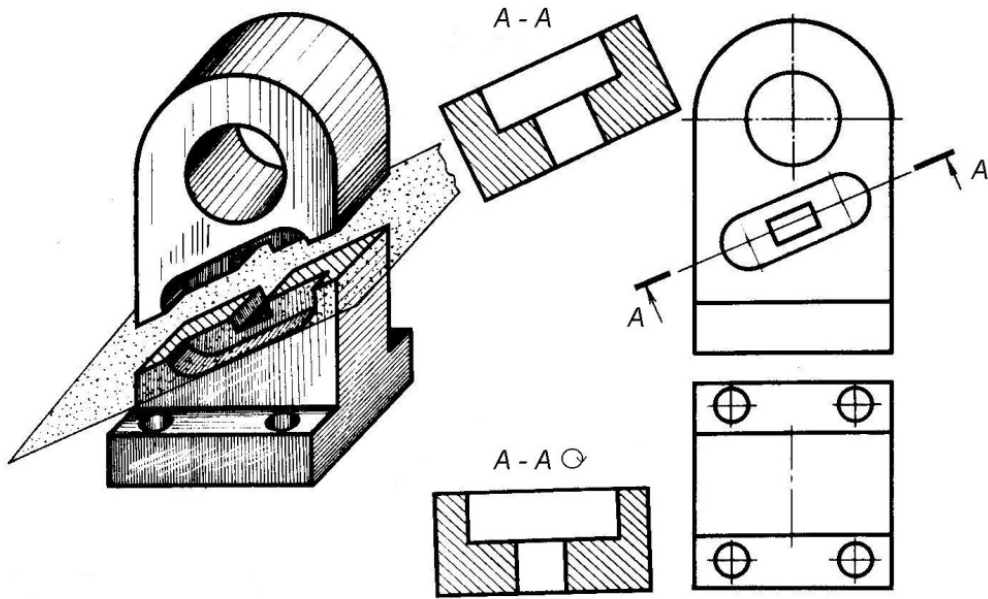


Рисунок 4.4

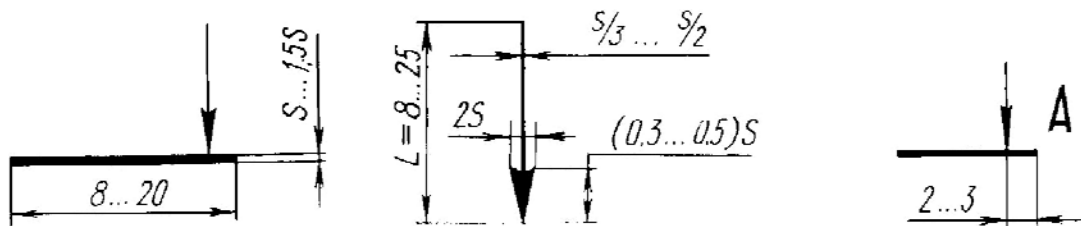


Рисунок 4.5

Розрізи позначають великими літерами українського алфавіту, які використовують в алфавітному порядку. Однакові літери наносять біля стрілок з зовнішнього боку і виконаний розріз позначають написом $A-A$ (рис. 4.2 – 4.4).

Якщо розріз повертали, то до напису $A-A$ додають знак \curvearrowright або $\curvearrowleft 90^\circ$ (90° – кут повороту зображення відносно виконаного). Значення кута вказують при необхідності.

Розріз не позначають, якщо січна площина збігається з віссю симетрії предмета, а відповідні зображення розміщені в проекційному зв'язку і не розділені якимись іншими зображеннями. На рис. 4.6 показано такий фронтальний розріз.

На симетричних зображеннях рекомендується поєднувати половину виду і половину розрізу. Розріз виконується на правій чи нижній половині зображення. Лінією поділу вигляду і розрізу є вісь симетрії (штрихпунктирна лінія), зображення (рис. 4.7, а).

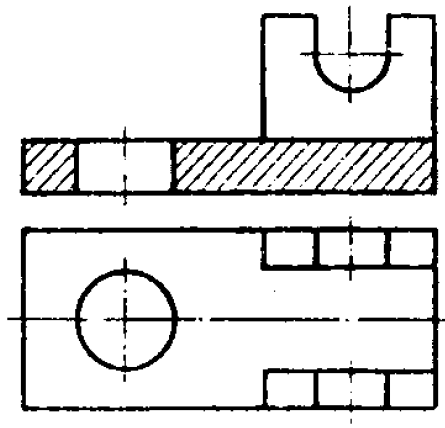


Рисунок 4.6

Якщо на осі симетрії є лінія видимого чи невидимого контуру, то видимість її зберігається, тобто проводять суцільну хвилясту лінію зліва (рис. 4.7, б) чи справа (рис. 4.7, в) від осі симетрії.

Допускається поєднувати чверть вигляду і чверті трьох розрізів - чверть вигляду, чверть одного розрізу і половину другого і т. п. за умови, що кожне з цих зображень симетричне.

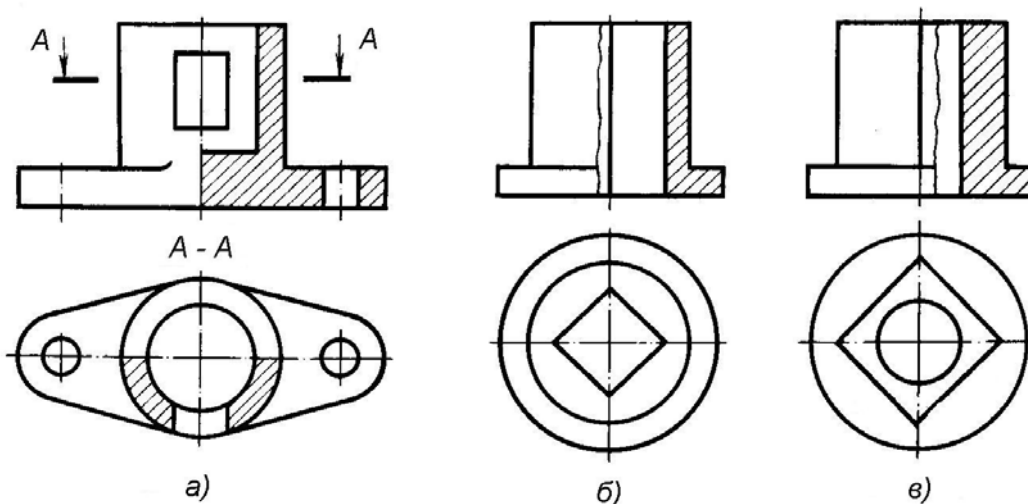


Рисунок 4.7

4.3 Складні та місцеві розрізи

При виконанні складних розрізів січні площини умовно повертають (для ламаних розрізів) чи переміщують (для ступінчастих розрізів) до суміщення в одну площину. При цьому елементи предмета, які розміщені за січними площинами, викреслюють так, як вони проєкціюються на відповідну площину. При цьому напрям повороту може не збігатися з напрямом погляду на розріз.

На рис. 4.8 показано утворення, зображення та позначення ступінчастого розрізу, а на рис. 4.9 – ламаного розрізу.

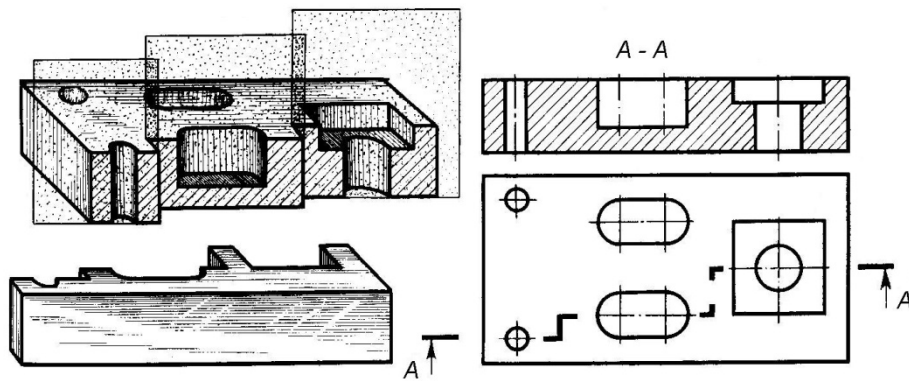


Рисунок 4.8

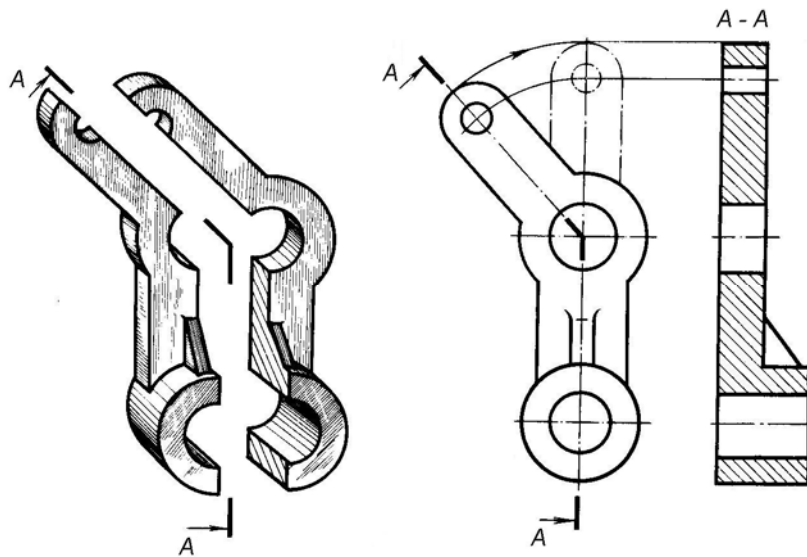


Рисунок 4.9

На складних розрізах місця слідів січних площин позначають розімкненою потовщеною лінією, а в місцях перетину площин наносять штрихи, що перетинаються (рис. 4.8, 4.9).

Місцеві розрізи не позначаються на рисунках, а виділяються на виді суцільною хвилястою лінією. Ця лінія не повинна збігатися з будь-якими іншими лініями зображення (рис. 4.10).

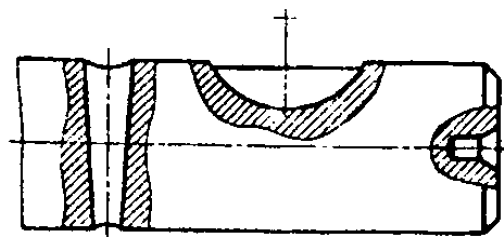


Рисунок 4.10

4.4 Умовності та спрощення

1. Якщо вид, розріз чи переріз є симетричною фігурою, то допускається креслення половини зображення (рис. 4.11) або трохи більше половини зображення з проведенням в останньому випадку лінії обриву.

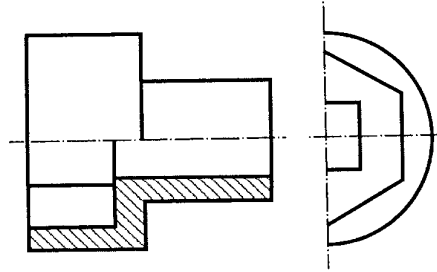


Рисунок 4.11

2. Якщо предмет має кілька однакових, рівномірно розміщених елементів, то на зображенні цього предмета повністю показують один – два таких елементи (наприклад, один – два отвори або зубці, рис. 4.12, а, б), а інші елементи показують спрощено чи умовно.

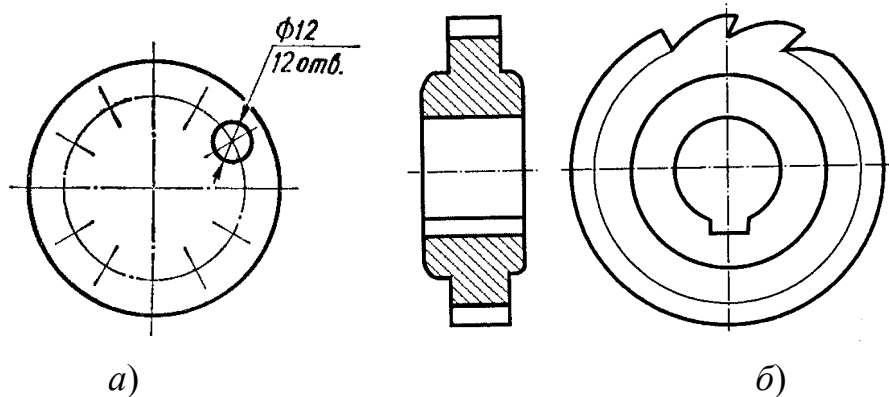


Рисунок 4.12

3. На видах і розрізах допускається показувати спрощено проекції ліній перетину поверхонь, якщо немає потреби точної їх побудови. Замість лекальних кривих проводять дуги кола і прямі лінії (рис. 4.13).

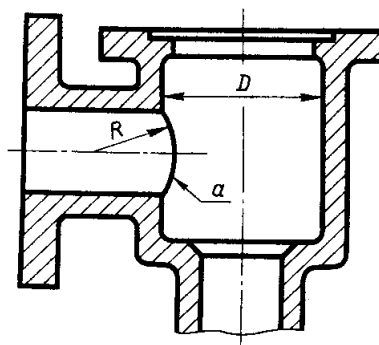


Рисунок 4.13

4. Плавний перехід від однієї поверхні до іншої показують умовно чи зовсім не показують (рис. 4.14).

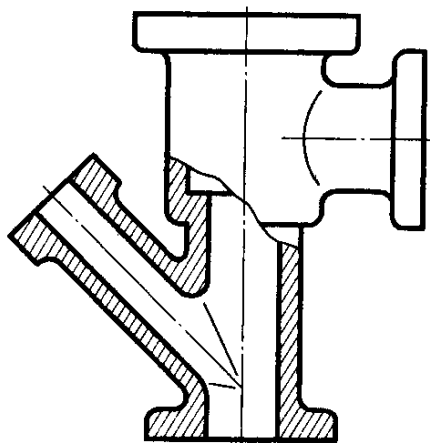


Рисунок 4.14

5. При виконанні розрізів допускається використання накладених проєкцій в тих випадках, коли на розрізі потрібно показати елемент деталі, що розміщений між спостерігачем і січною площиною. Така проєкція виконується на розрізі штрих-пунктирною потовщеною лінією (рис. 4.15).

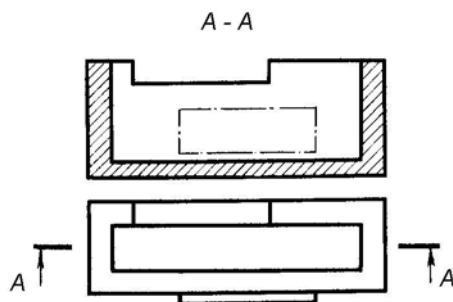


Рисунок 4.15

6. Для зменшення кількості зображень допускається показувати в розрізі отвори, розміщені на круглих фланцях, які не потрапляють в січну площину. Суміщення виконують по дузі центрального кола. На прямокутних фланцях таке суміщення отворів не рекомендується (рис. 4.16).

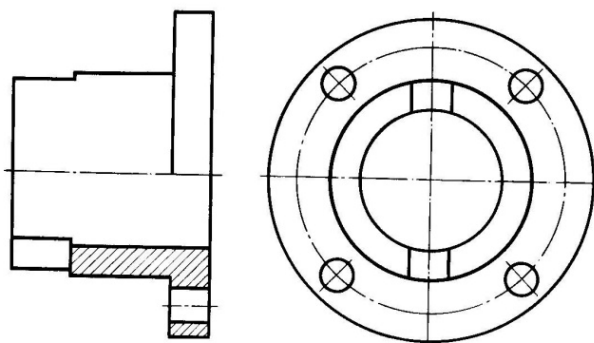


Рисунок 4.16

7. Якщо січна площина направлена вздовж осі чи довгої сторони таких елементів деталей як спиці маховиків, шківів, зубчастих коліс, тонкі стінки (типу ребер жорсткості), то такі елементи показують незаштрихованими. Якщо в подібних елементах є місцеве заглиблення, то виконують місцевий розріз (рис. 4.17).

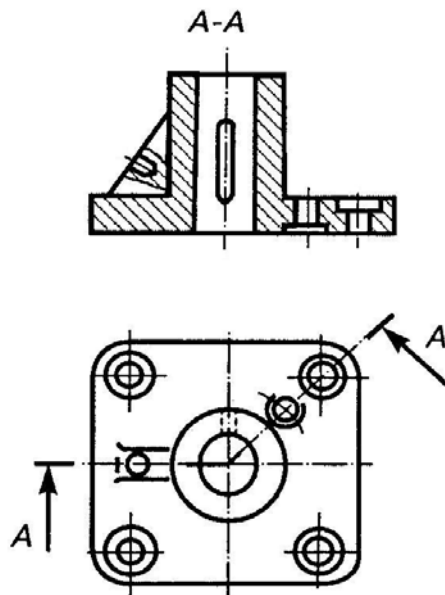


Рисунок 4.17

8. Непустотілі деталі циліндричної, сферичної чи прямокутної форми, наприклад, вали, осі, болти, гвинти, шпильки, заклепки, кулі і т. п. при повздовжньому розрізі показують нерозрізаними. Гайки і шайби на складальних рисунках показують нерозрізаними.

4.5 Перерізи

Окрім видів та розрізів на робочих кресленнях застосовують перерізи. За їх допомогою виявляють поперечну форму деталі в певному місці.

Перерізом називається зображення фігури, яке отримують в результаті розтину предмета уявно однією або кількома площинами. На перерізі показують лише те, що утворюється безпосередньо у січній площині.

Щоб виконати переріз якогось предмета, потрібно:

- а) у потрібному місці уявити та провести січну площину;
- б) фігуру перерізу повернути паралельно тій площині проєкцій, на яку будуватиметься переріз;
- в) на вільному місці поля рисунка накреслити переріз.

На рис. 4.18, а показано зображення деталі, що перерізається площиною, на рис. 4.18, б – фронтальна проєкція деталі з вказаним місцеположенням січної площини, на рис. 4.18, в – зображення перерізу, а на рис. 4.18, г – зображення розрізу.

Залежно від розташування на кресленнику перерізи бувають винесеними (рис. 4.19) та накладеними (рис. 4.20).

Контур винесеного перерізу обводять суцільною лінією, а накладеного – суцільною тонкою. При використанні перерізів перевага надається винесеним, оскільки накладені не досить наочні.

Переріз називається *винесеним*, якщо його виконують окремо від основного зображення.

Винесені перерізи обводять суцільною основною лінією і штрихують під кутом 45° відносно до основного надпису. Правила виконання та позначення лінії перерізу, тобто сліду січної площини, ті ж, що і для розрізів.

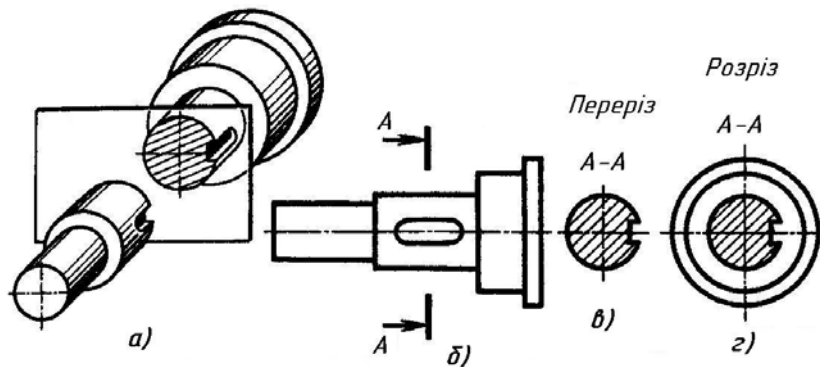


Рисунок 4.18

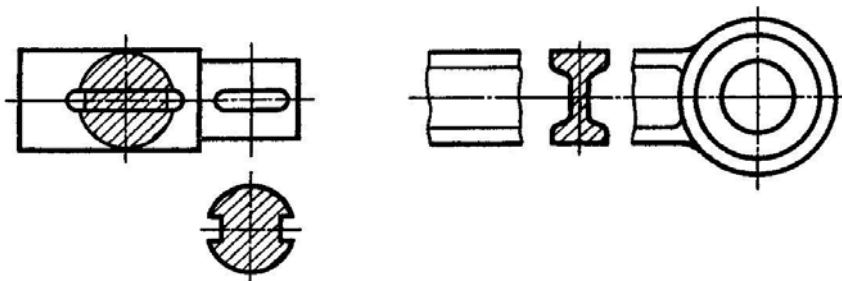


Рисунок 4.19

Рисунок 4.20

Винесені перерізи можна також показувати на розриві між частинами одного і того ж вигляду або на вільному полі креслення.

Переріз називається *накладеним*, якщо його розміщують безпосередньо на зображенні предмета. Накладені перерізи обводять суцільною тонкою лінією, причому контур зображення на місці розташування накладеного перерізу не переривають та штрихують під кутом 45° до основного надпису кресленника (рис. 4.21, 4.22). Літерні позначення на накладених перерізах не дають, а розімкнену лінію із стрілками показують лише тоді, коли форма цих перерізів несиметрична.

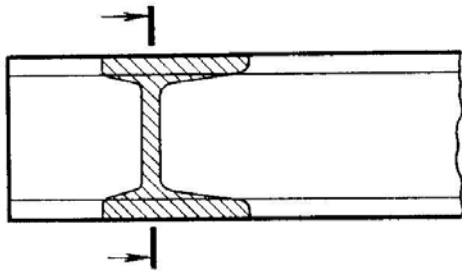


Рисунок 4.21

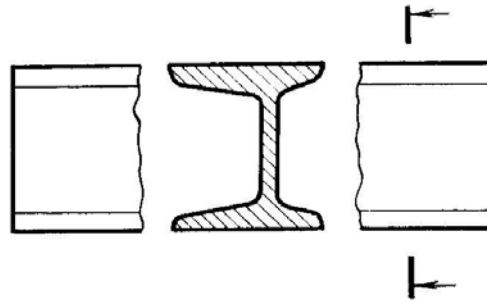


Рисунок 4.22

4.6 Питання для самоперевірки

1. Що таке розріз?
2. Назвіть класифікацію розрізів.
3. Як утворюється простий розріз?
4. Які особливості зображення простого розрізу?
5. Як утворюються складні розрізи?
6. Які особливості зображення та позначення ламаного та ступінчастого розрізів?
7. Як зображають місцевий розріз?
8. Які використовують спрощення при зображенні розрізів?
9. Яка різниця між розрізом і перерізом?
10. Як позначають перерізи на креслениках?

5 АКСОНОМЕТРИЧНІ ПРОЕКЦІЇ

5.1 Означення та класифікація

Прямокутні проекції об'єктів у різних галузях промисловості дають змогу розв'язувати різні позиційні та метричні задачі стосовно цих об'єктів, а також виконувати вимірювання. Проте недоліком способу прямокутних проекцій є відсутність одного з вимірів об'єкта на кожній з проекцій, а це призводить до зменшення наочності зображень.

Систему, при якій зображаються всі три виміри об'єкта, називають *аксонометричною* або просто *аксонометрією*. Отже, аксонометрії властиві наочність та оборотність. Ідея аксонометрії полягає в тому, що об'єкт жорстко «зв'язується» з просторовою декартовою системою координат, яка разом з об'єктом проєкціюється центрально або паралельно на площину аксонометричних проєкцій. При центральному проєкціюванні аксонометрію називають *центральною*, а при паралельному – *паралельною*. Нижче буде розглянуто паралельну аксонометрію.

На рис. 5.1 показано точку A в системі прямокутних декартових координат. Щоб «зв'язати» точку з системою координат, її проєкціюють на одну з координатних площин (найчастіше на горизонтальну). Таку проєкцію називають *вторинною*. При цьому відразу визначаються всі три декартові координати точки.

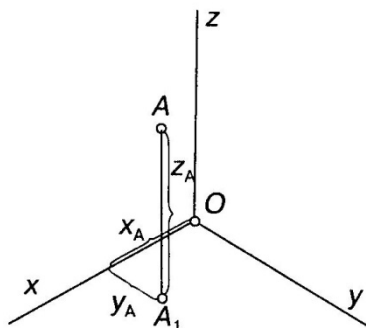


Рисунок 5.1

Напрямок аксонометричного проєкціювання вибирають так, щоб він не збігався з напрямком координатних осей або площин, бо інакше матимемо вироджену проєкцію осі чи площини. При цьому відрізки, паралельні координатним осям, будуть спотворюватися залежно від кута нахилу відрізка до аксонометричної площини проєкцій. Ступінь спотворення виражають так званими *коефіцієнтами* або *показниками спотворення*.

З багатьох систем аксонометричних проєкцій на практиці часто користуються трьома її видами, а саме: прямокутною ізометрією (співвідношення показників спотворення 1:1:1), прямокутною диметрією (1:1/2:1) та косокутною фронтальною диметрією (1:1/2:1). Використовують також косокутну ізометрію або «військову перспективу» (1:1:1).

5.2 Прямокутна ізометрична проєкція

Найбільш поширеним і простим видом аксонометрії є прямокутна аксонометрія, зокрема *прямокутна ізометрія*. В цій системі всі три показники спотворення дорівнюють один одному, а це можливо тільки тоді, коли всі три координатні осі однаково нахилені до площини аксонометричних проєкцій. При цьому трикутник слідів є рівнобічним. Вісь OZ , як правило, розміщують вертикально, а осі OX та OY утворюють з нею кути по 120° .

В ізометричній проєкції розміри по всіх трьох осях скорочуються однаково. Показник спотворення в прямокутній ізометрії визначають за формулою $3p^2 = 2$, де $p = \sqrt{2/3} \approx 0,82$. На практиці при побудові аксонометричних зображень користуються так званими *зведеними показниками спотворення*. Зокрема, в прямокутній ізометрії при побудові

зображень відкладають паралельно координатним осям натуральні величини. В результаті дістають аксонометричне зображення, збільшене в 1,22 рази ($1:0,82 = 1,22$).

Приклад зображення куба в прямокутній ізометрії показано на рис. 5.2.

Тут у грані куба вписано кола, які зображаються еліпсами. Для побудови цих еліпсів досить знати напрям і розміри їхніх великої і малої осей. Велика вісь еліпса перпендикулярна до третьої координатної осі, а мала вісь паралельна їй.

Відкладаючи паралельно координатним осям натуральні величини відрізків, отримуємо: великі осі еліпсів дорівнюють $1,22 D$, а малі – $0,7D$.

В таблиці 5.1 та рис. 5.3 показано положення осей еліпса AB і CD відносно осей OX , OY , OZ .

Таблиця 5.1

Площина проєкцій, якій паралельна площина кола	Велика вісь AB	Мала вісь CD
Π_1	$AB \perp OZ$	$CD \parallel OZ$
Π_2	$AB \perp OY$	$CD \parallel OY$
Π_3	$AB \perp OX$	$CD \parallel OX$

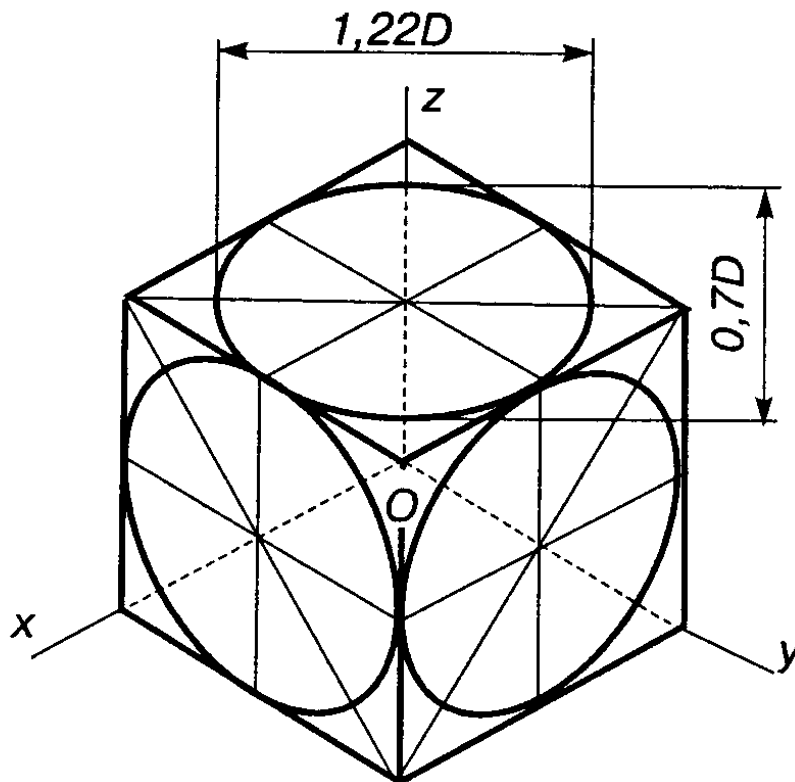
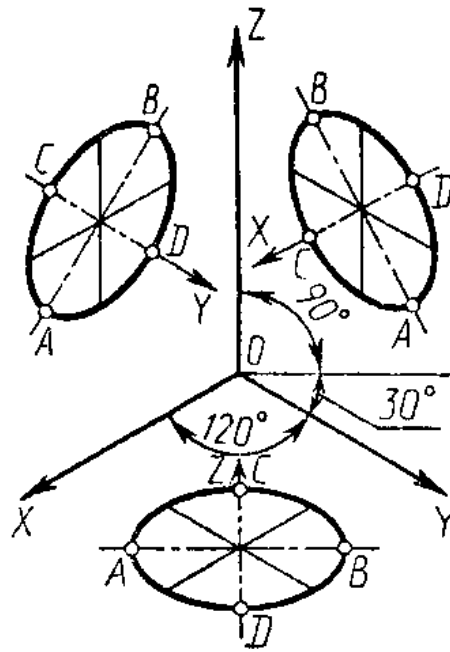


Рисунок 5.2



$$AB = 1,22d$$

$$CD = 0,71d$$

$$AB \perp CD$$

Рисунок 5.3

На рис. 5.4 показано деталь в прямокутній ізометричній проекції.

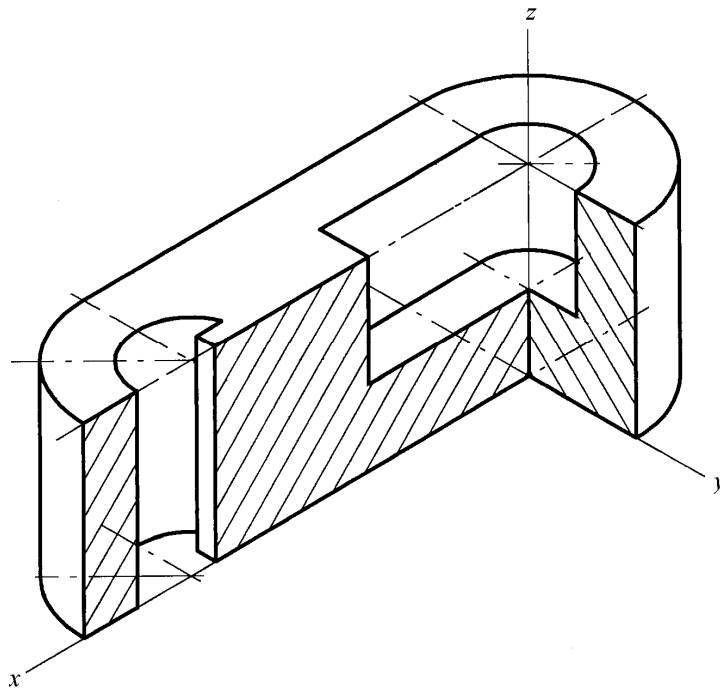


Рисунок 5.4

Поряд з перевагами прямокутна ізометрія має й недоліки, а саме, всі координатні площини нахилені однаково до площини аксонометричних проєкцій і всі сторони предмета чи деталі зменшуються однаково.

5.3 Питання для самоперевірки

1. Що таке аксонометрія?
2. Які бувають види аксонометричних проєкцій і чим вони відрізняються?
3. Як розташовані осі в ізометричній проєкції?
4. Як зображають кола в прямокутній ізометрії?
5. Як обирається напрям великої і малої осей еліпса при побудові кола?
6. Чому дорівнюють величини малої та великої осей еліпсів в прямокутній ізометрії?
7. Як виконується штриховка в розрізах в прямокутній ізометрії?
8. Які переваги і недоліки має прямокутна ізометрія порівняно з іншими аксонометричними проєкціями?

6 РІЗЬ

6.1 Означення та класифікація різей

У машинобудуванні, приладобудуванні та інших галузях виробництва досить розповсюджені різні з'єднання деталей машин, які здійснюються за допомогою різі різного профілю (трикутного, трапецеїдального, прямокутного, напівкруглого та ін.). Різь трикутного профілю звичайно нарізають на деталях, призначених для скріплення, а тому її називають кріпильною. Різь інших профілів, переважно трапецеїдального і прямокутного, належить до ходових різей (різь на валу для руху супорта токарного верстата, різь на гвинті машинних лещат, домкратів та ін.).

Гвинтова різь – це поверхня виступу, утворена при гвинтовому русі довільного плоского контуру на бічній поверхні циліндра чи конуса. Різі розрізняють:

1) *за формою поверхні*: *циліндрична* – різь, утворена на поверхні циліндра; *конічна* – різь, утворена на поверхні конуса;

2) *за характером поверхні*: *зовнішня* – різь, утворена на зовнішній поверхні циліндра чи конуса; *внутрішня* – різь, утворена на внутрішній поверхні циліндра чи конуса;

3) *за напрямом різі*: *права* – різь, утворена контуром, який обертається за рухом годинникової стрілки і переміщується вздовж осі у напрямі від спостерігача; *ліва* – різь, утворена контуром, який обертається проти руху

годинникової стрілки і переміщується вздовж осі у напрямі від спостерігача;

4) за числом заходів (виступів і канавок): *однозахідна* – різь, утворена однією гвинтовою ниткою; *багатозахідна* – різь, утворена двома, трьома і т. д. гвинтовими нитками.

Гвинтова нитка – це виступ гвинтової різі, утворений одним профілем.

Крок різі – відстань між відповідними точками двох сусідніх витків, вимірювана паралельно осі різі.

Хід різі – відстань між відповідними точками на поверхні гвинтової нитки за один оберт контуру, вимірювана паралельно осі різі.

Число заходів різі – кількість ниток, які утворюють різь. Кожний вид різі характеризується: зовнішнім, внутрішнім і середнім діаметрами, кутом і висотою профілю.

6.2 Зображення і позначення різі на креслениках

На креслениках прийнято зображати різь і позначати умовно, відповідно до ДСТУ 2497–94. Характер умовного зображення однаковий для всіх видів стандартизованих різей.

Відповідно до стандарту «Зображення різі», який встановлює правила зображення і нанесення позначення різі на креслениках усіх галузей промисловості і будівництва, різь зображають:

1) на стержні – суцільними основними лініями по зовнішньому діаметру різі і суцільними тонкими – по внутрішньому;

На зображеннях, які дістали проектуванням на площину, паралельну осі стержня, суцільну тонку лінію по внутрішньому діаметру різі проводять на всю довжину різі без збігу. На зображеннях, які дістали проектуванням на площину, перпендикулярну до осі стержня, по внутрішньому діаметру різі проводять дугу, що приблизно дорівнює $3/4$ кола і розімкнута у будь-якому місці (рис. 6.1).

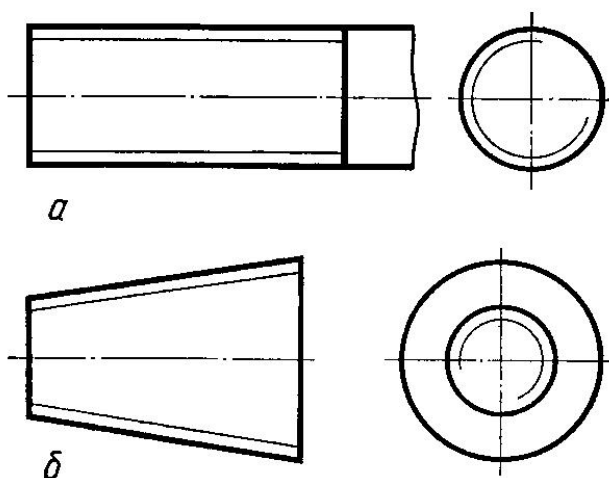


Рисунок 6.1 – Зображення зовнішньої різі

2) в отворі – суцільними основними лініями по внутрішньому діаметру різі і суцільними тонкими – по зовнішньому.

На розрізах, які дістали проектуванням на площину, паралельну осі отвору, суцільну тонку лінію по зовнішньому діаметру різі проводять на всю довжину різі без збігу. На зображеннях, які дістали проектуванням на площину, перпендикулярну до осі отвору, по зовнішньому діаметру різі проводять дугу, що приблизно дорівнює $3/4$ кола і розімкнута у будь-якому місці (рис. 6.2).

Межа повного профілю різі, не враховуючи збігу, на стержні і в отворі проводиться до лінії зовнішнього діаметра різі і зображається суцільною основною лінією, перпендикулярною до осі різі, і штриховою, коли різь зображається як невидима.

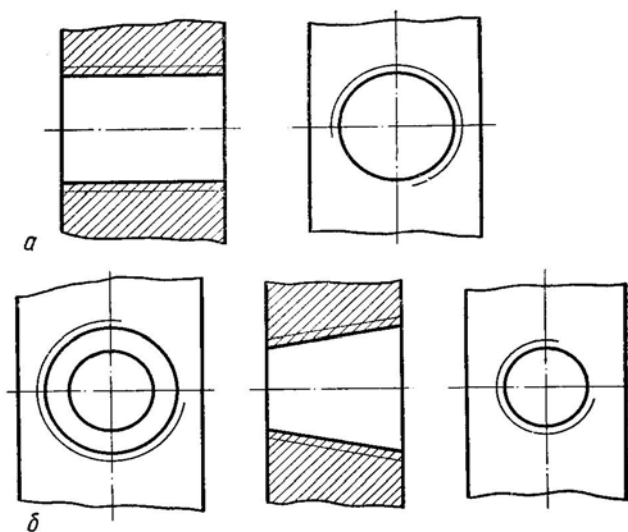


Рисунок 6.2 – Зображення внутрішньої різі

Штрихування в розрізах і перерізах потрібно доводити до лінії зовнішнього діаметра різі на стержні і до лінії внутрішнього діаметра в отворі, тобто в обох випадках до суцільної основної лінії (рис. 6.3).

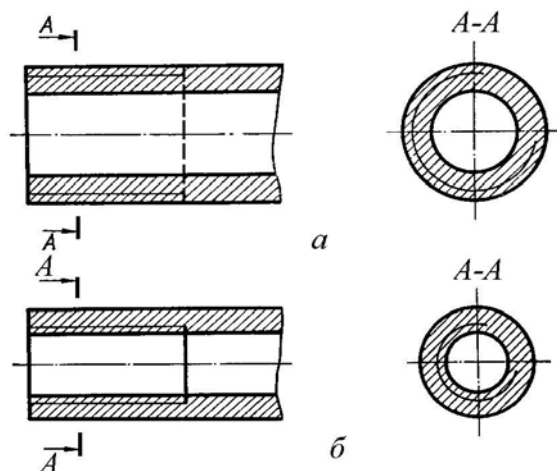


Рисунок 6.3 – Нанесення штрихування в розрізі для зовнішньої (а) та внутрішньої (б) різі

Крім розмірів і граничних відхилень різі, на креслениках зазначають додаткові дані про лівий напрям різі і т. п. (при цьому додають слово «різь»). Всі основні кріпильні й ходові різі стандартизовані. У стандартах наведено їх профіль та основні розміри (номінальні діаметри і кроки).

Розмір довжини різі потрібно показувати відповідно до рис. 6.4. Розмір довжини різі в отворі потрібно показувати відповідно до рис. 6.5.

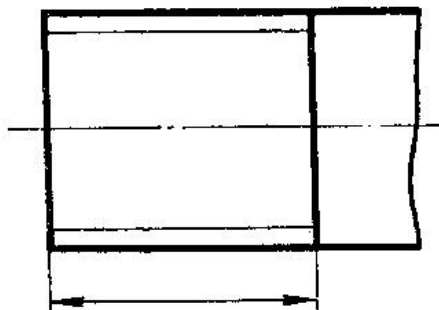


Рисунок 6.4 – Довжина внутрішньої різі

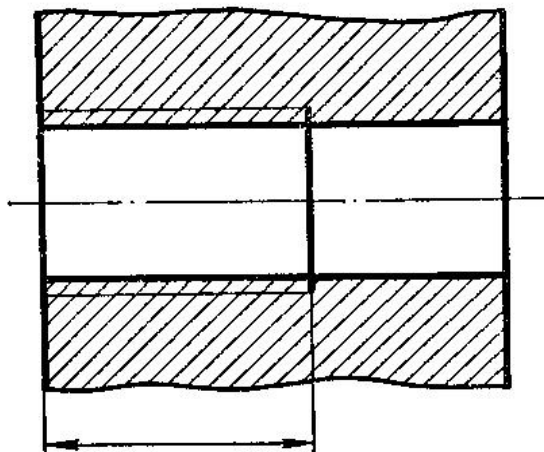


Рисунок 6.5 – Довжина різі в отворі

Глухий отвір з різзю називають *гніздом*. Кінцева частина висвердленого гнізда зазвичай має конічну форму (кут при вершині дорівнює 120°), як це показано на рис. 6.6 (а, б). На креслениках, за якими різь не виготовляють, кінець глухого отвору допускається зображати як показано на рис. 6.6 (б, в).

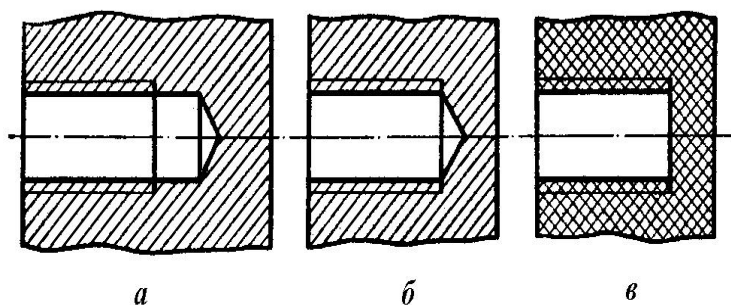


Рисунок 6.6 – Зображення глухого отвору з різзю

Фаски на стержні з різью і в отворі з різью, які не мають спеціального конструктивного призначення, у проекції на площині, перпендикулярній до осі стержня чи отвору, не зображаються (рис. 6.7). Суцільна тонка лінія зображення різі на стержні має перетинати лінію межі фаски (рис. 6.7, а).

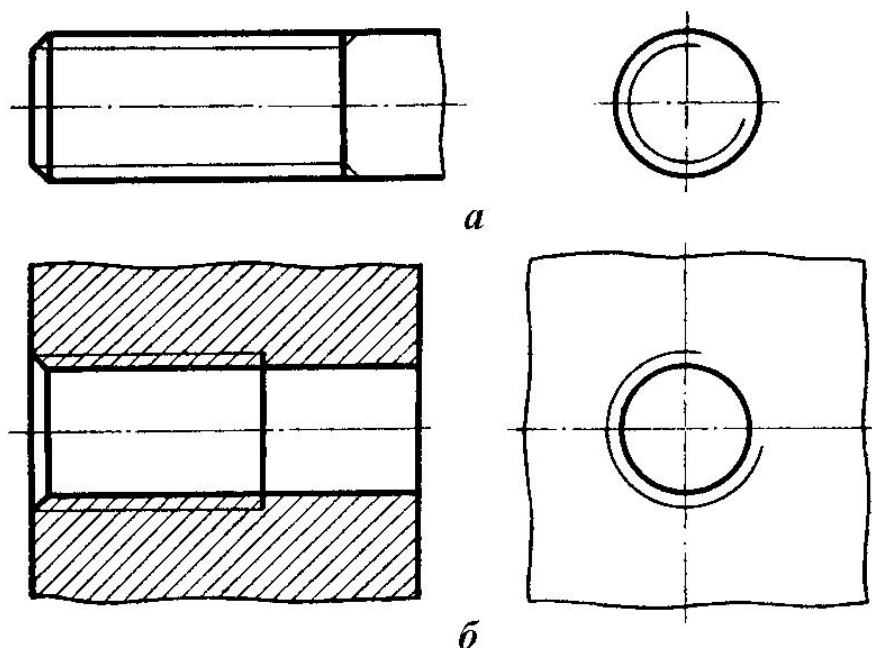


Рисунок 6.7 – Зображення фаски на стержні з різью (а) та в отворі з різью (б)

На розрізах різьбового з'єднання на площині, паралельній його осі, слід в отворі показувати лише ту частину різі, яка не закрита вкрученим у нього стержнем (рис. 6.8).

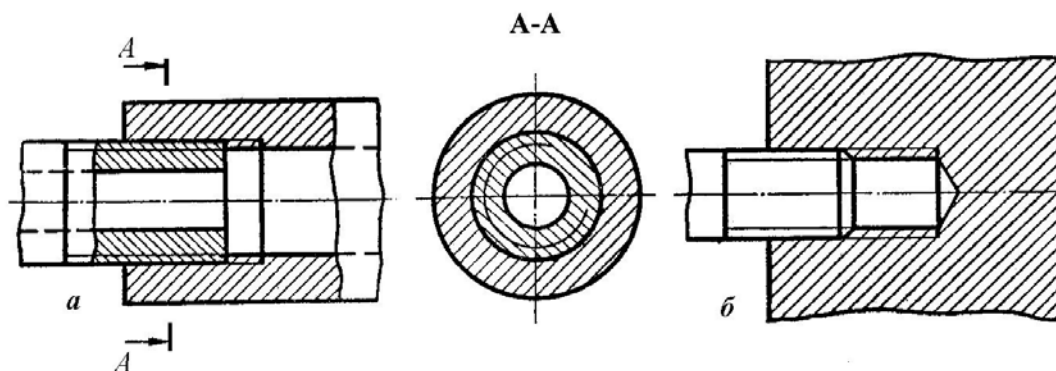


Рисунок 6.8 – Зображення розрізу різьбового з'єднання

6.3 Різь метрична

Профіль метричної різі визначається кутом, що дорівнює 60° . Форма западини різі може бути як плоско-зрізаною, так і заокругленою. Метрична різь стандартизована і поділяється на різь з великим кроком і різь з

дрібним кроком. Метрична різь з крупним кроком позначається буквою «М» і зовнішнім діаметром, наприклад: М24, М64 і т. д. Метрична різь з дрібним кроком позначається буквою «М», зовнішнім діаметром і кроком, наприклад: М24×2, М64×2 і т. д. На кресленіку розмір різі позначають за зовнішнім діаметром.

Технологічними елементами різі, крім фасок, є проточки. Вони стандартизовані відповідно до ГОСТ 10549-80. Щоб задати проточку на кресленіку, виконують виносний елемент з позначенням конкретних розмірів. Приклади оформлення кресленіків метричної різі, які містять проточки, наведено на рис. 6.9, 6.10.

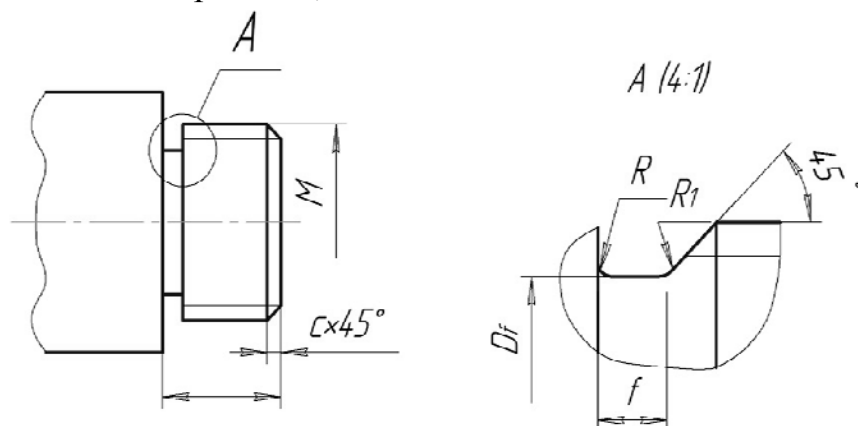


Рисунок 6.9 – Зображення зовнішньої метричної різі та виносний елемент

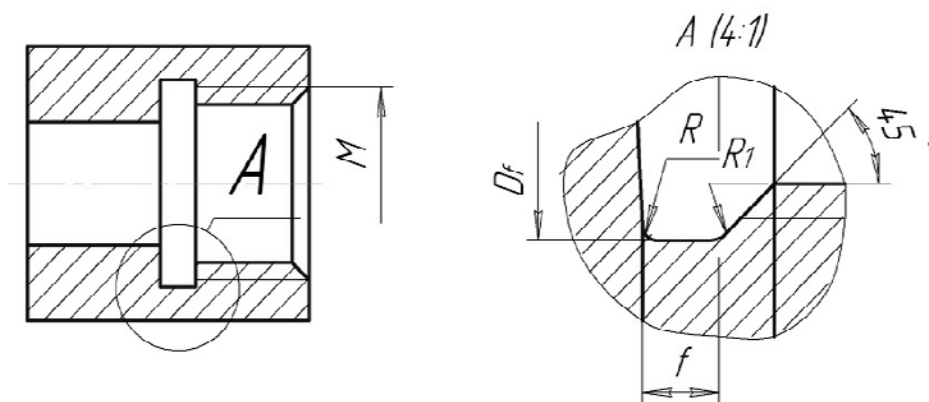


Рисунок 6.10 – Зображення внутрішньої метричної різі з проточкою

6.4. Питання до самоперевірки

1. Які різі розрізняють за характером поверхні?
2. Як на кресленіку умовно зображають зовнішню різь?
3. Як на кресленіку умовно зображають внутрішню різь?
4. Що називають кроком різі?
5. Від якого діаметра проводять виносні лінії для позначення різі?
6. Як називають глухий отвір з різзю?
7. В чому різниця позначень метричної різі з крупним і дрібним кроком?

7 РОЗНІМНІ ТА НЕРОЗНІМНІ З'ЄДНАННЯ ДЕТАЛЕЙ

7.1 З'єднання болтом

На виробництві, а також у навчальній практиці, під час виконання складальних креслень, болти, гайки і шайби інколи креслять за відносними розмірами. При цьому всі розміри деталей залежать від зовнішнього діаметра болта d .

Болтове з'єднання – це вузол (рис. 7.1, 7.2), який складається з болта, гайки, шайби і з'єднуваних деталей. У деталях, які потрібно з'єднати, просвердлюють отвір діаметром d_2 . Величина d_2 має дорівнювати: $d_2 = (1,05 - 1,1) d$. В отвір вставляють болт, на нього надягають шайбу і нагвинчують гайку. Діаметр болта та інші необхідні розміри визначають конструктивним розрахунком або використовують спеціальні таблиці (табл. 7.1).

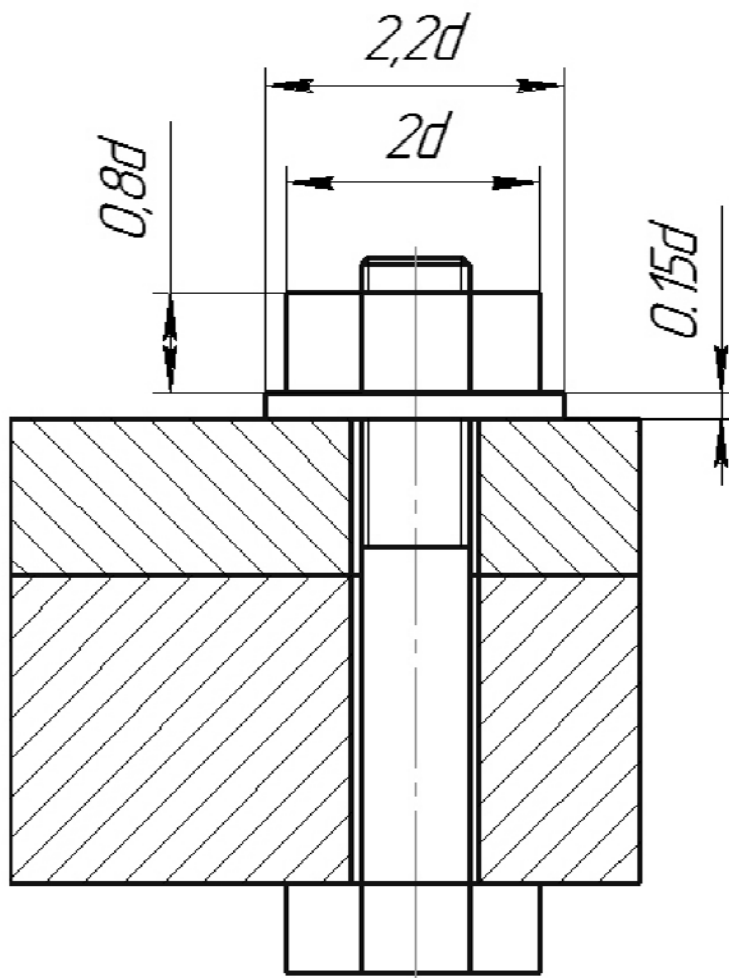


Рисунок 7.1 – Спрощене зображення болтового з'єднання

Довжину l болта розраховують за формулою:

$$l = H_1 + H_2 + S_{ш} + H + a + c,$$

де $H_1 + H_2$ – товщина скріплюваних деталей (для навчального завдання величини H_1 і H_2 можуть вибирати самі студенти);

$S_{ш}$ – товщина шайби;

H – висота гайки;

a – запас різі на виході із гайки;

c – висота фаски на стержні болта.

На складальних креслениках та креслениках загальних видів кріпильні деталі дозволяється зображати спрощено.

Не зображаються фаски, зазор між отвором і болтом, різь зображається по всій довжині болта.

На рис. 7.2 показано три вигляди спрощеного болтового з'єднання з необхідними розрізами.

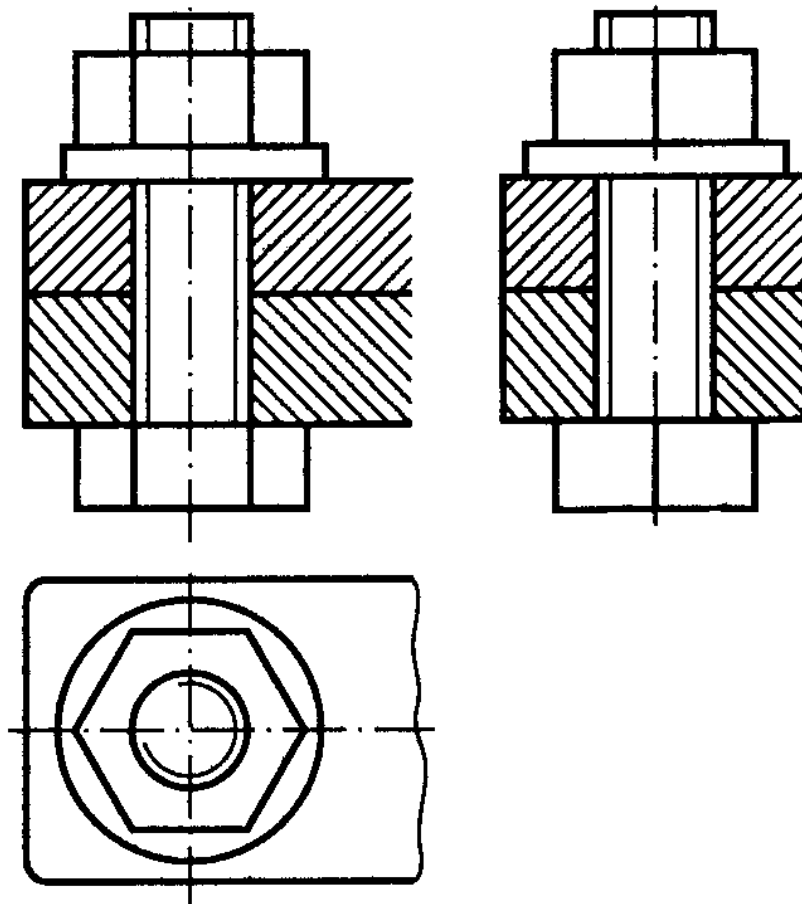
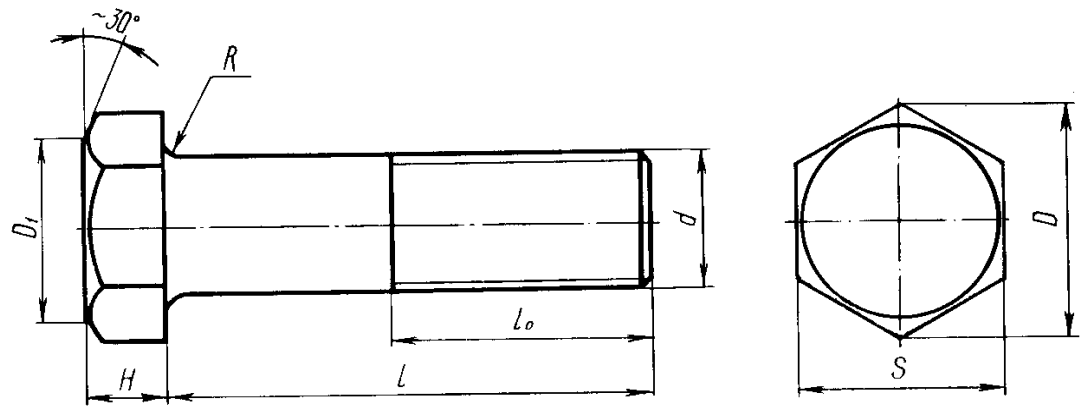


Рисунок 7.2 – Зображення спрощеного болтового з'єднання

Таблиця 7.1 – Болти з шестигранною головкою нормальної точності (ГОСТ 7798–70)



Виконання 1. $D_1=(0,90...0,95)S$

D	S	H	D не менш	R	l	l_0
6	10	4,0	10,9	0,25...0,6	22...90	18
8	13	5,5	14,2	0,40...1,1	28...100	22
10	17	7,0	18,7	0,6...1,6	32...200	26; 32
12	19	8,0	20,9	0,6...1,6	35...260	30; 36
(14)	22	9,0	24,3	0,6...1,6	40...300	34; 40
16	24	10,0	26,5	0,6...1,6	45...300	38; 44
(18)	27	12,0	29,9	0,6...1,6	50...300	42; 48
20	30	13,0	33,3	0,8...2,2	55...300	46; 52
(22)	32	14,0	35,0	0,8...2,2	60...300	50; 56
24	36	15,0	39,6	0,8...2,2	65...300	54; 60
(27)	41	17,0	45,2	1,0...2,7	70...300	60; 66
30	46	19,0	50,9	1,0...2,7	75...300	66; 72
36	55	23,0	60,8	1,0...3,2	90...300	78; 84
42	65	26,0	72,1	1,2...3,3	105...300	90; 96
48	75	30,0	83,4	1,6...4,3	115...300	102; 108

Примітка. Довжину l вибирають в зазначених межах з ряду: 8, 10, 12, 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32), 35, (38), 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, (105), 110, (115), 120, (125), 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 260, 280, 300.

7.2 З'єднання шпилькою

З'єднання шпилькою застосовують тоді, коли одна із з'єднуваних деталей має велику товщину. Таке з'єднання виконують за допомогою шпильки, шайби та гайки.

В одній із з'єднуваних деталей свердлять глухий отвір $d_2 \approx 0,85d$, де d – номінальний діаметр шпильки. В отворі нарізають різь (рис. 7.3, а).

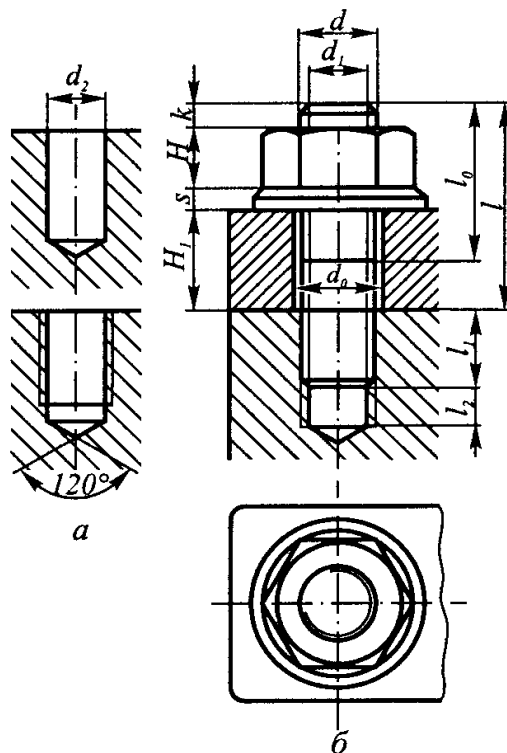


Рисунок 7.3 – Конструктивне зображення з'єднання шпилькою

Шпильку посадочним кінцем загвинчують у різьбовий отвір і на інший кінець вільно одягають другу скріплювану деталь, в якій просвердлено отвір під шпильку. Зверху деталі на шпильку надягають шайбу та нагвинчують гайку. На рис. 7.3, б наведено конструктивне зображення з'єднання шпилькою.

Для розрахунку конструктивного зображення використовують ті ж самі співвідношення, що і для болтового з'єднання (табл. 7.1).

Довжина шпильки l вираховується за виразом, в якому висотні розміри елементів, що входять до складу з'єднання шпилькою, визначають залежно від діаметра різі шпильки: $l = H_1 + S + H + k$. Розрахункову довжину шпильки округляють до найближчого більшого за відповідним стандартом числа або до числа, кратного 5. Різниця між довжиною посадочного кінця та глибиною посадочного отвору вибирається $l = 0,5d$.

Для запобігання самовідгвинчуванню гайок у з'єднанні шпилькою та болтом використовують прорізні й корончасті гайки та пружинні шайби. Прорізні та корончасті гайки шплінтують.

Спрощене зображення з'єднання шпилькою показано на рис. 7.4.

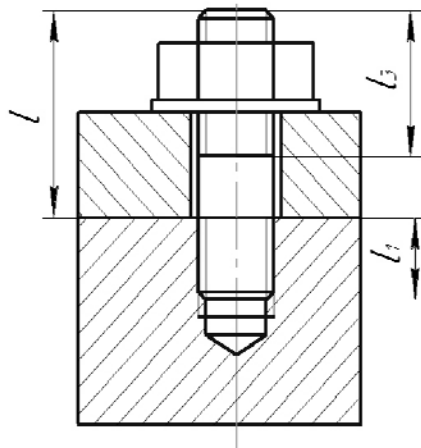


Рисунок 7.4 - Спрощене зображення з'єднання шпилькою

Довжину шпильки вибирають із стандартного ряду довжин: 10, 12, 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32), 35, (38), 40, (42), 45, (48), 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, (95), 100, (105), 110, 115, 120, 130, 140, 150.

Довжини частин шпильок для вгвинчування залежать від матеріалу деталі. Для деталей із сталі, бронзи $l_1 = d$; для деталей із сірого чавуну $l_1 = 1,25d$; для деталей із легких сплавів $l_1 = 2d$.

7.3 З'єднання гвинтом

Гвинтове з'єднання складається з гвинта і скріплюваних деталей. У деталі свердлять отвір (глухий або прохідний), нарізають в ньому різь.

У приєднуваній деталі свердлять отвір під гвинт. Якщо необхідно, наприклад, для потайних гвинтів роблять zenкування під головку гвинта.

В отвір приєднуваної деталі вставляють гвинт і загвинчують в різьбовий отвір першої деталі до з'єднання деталей. Довжина гвинта залежить від матеріалу, в який загвинчується гвинт, товщини деталей, які скріплюються, та умов навантаження гвинтового з'єднання.

Якщо d – номінальний діаметр гвинта, а P – крок різі, то діаметр гнізда під гвинт умовно має дорівнювати $d+P$, глибина гнізда – $2d+4P$, довжина нарізаної частини гнізда – $2d+2,7P$.

Довжину гвинта l вибирають в зазначених межах з ряду: (1,5), 2, (2,5), 3, (3,5), 4, 5, 6, (7), 8, 9, 10, 11, 12, (13), 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32), 35, (38), 40, (42), 45, (48), 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, 110, 120.

На рис. 7.5 наведено висоти та діаметри різних за формою головок гвинтів.

Площина рознімання з'єднуваних деталей розміщується нижче кінця різьби гвинта. Величина цієї різниці залежить від величини діаметра гвинта і потрібна для підтягування гвинта. На вигляді зверху прорізи (шліци) для викрутки умовно зображують повернутими на 45° .

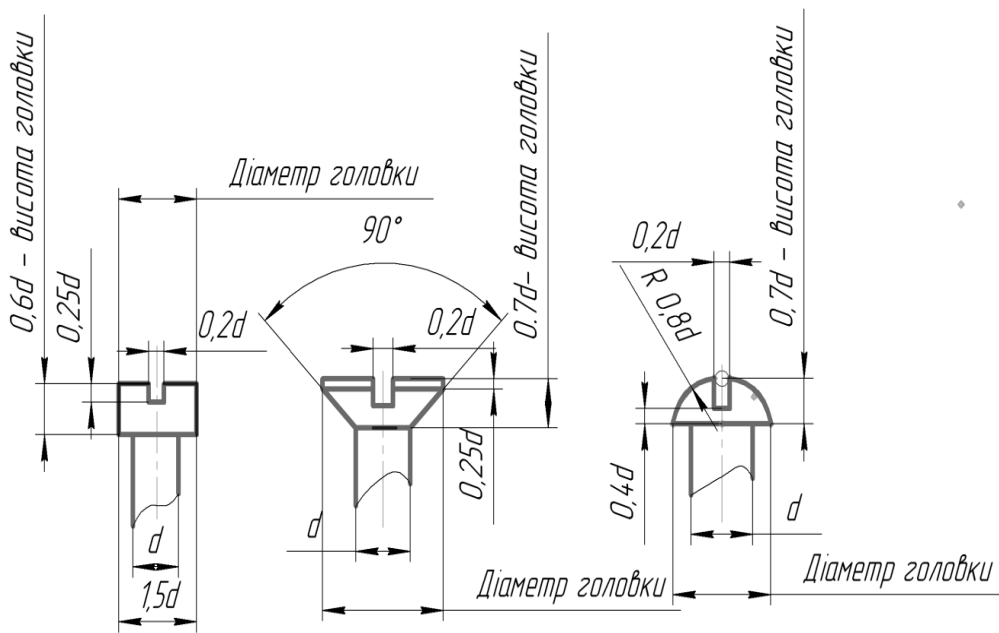


Рисунок 7.5 – Види головок гвинтів

На рис. 7.6 показані спрощені зображення гвинтових з'єднань різними за формою головок гвинтами: з циліндричною головкою (ГОСТ 1491-80), з напівкруглою головкою (ГОСТ 17473-80), з потайною головкою (ГОСТ 1491-80).

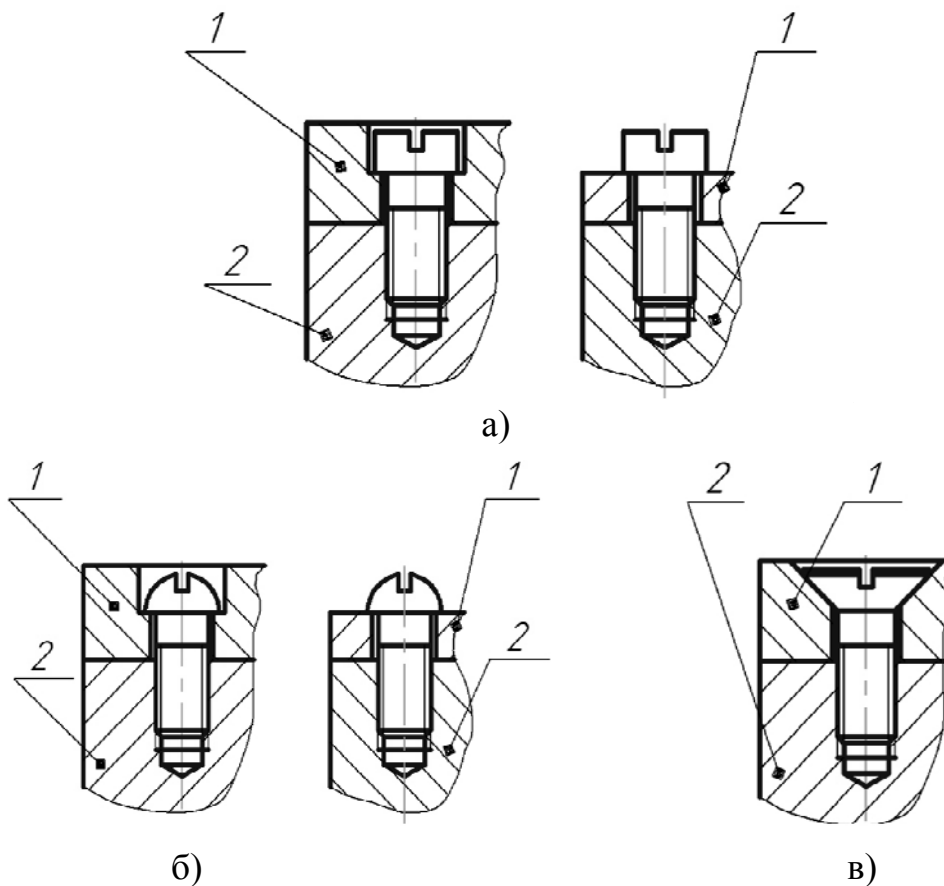


Рисунок 7.6 – Різьбові з'єднання: а) гвинтом з циліндричною головкою; б) гвинтом з напівкруглою головкою; в) гвинтом з потайною головкою

7.4 З'єднання паянням та склеюванням

Паяння, як і зварювання, – процес отримання нерознімного з'єднання деталей шляхом місцевого їх нагрівання з доданням припою (табл. 7.2). При цьому температура плавлення припою має бути нижчою температури розплавлення деталей, які спаюються. Паяні шви мають гарний зовнішній вигляд і міцне, щільне з'єднання.

Незалежно від способу паяння на креслениках шви паяних з'єднань зображують згідно з ГОСТ 2.313–80 потовщеною лінією. Товщина лінії, що зображає припій на видах і в перерізах, дорівнює приблизно $2s$, де s – товщина основних суцільних ліній (рис. 7.7).

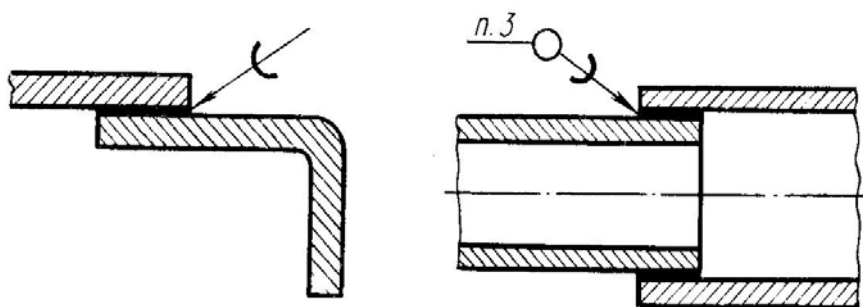


Рисунок 7.7 – Зображення шва паяння на кресленику

На лінії-виносці, що починається від шва двосторонньою стрілкою, розміщують умовний знак паяння, схожий на літеру С, який виконують суцільною основною лінією. Шов по замкненій лінії позначають тим самим знаком, що й зварні шви.

Якщо паяний шов виконано по периметру, то лінію-виноску закінчують колом з діаметром 3...4 мм. За необхідності на зображеннях паяного з'єднання зазначають розміри шва та шорсткість поверхні.

Під час паяння деталі з'єднуються завдяки розплавленню та охолодженню припою.

Припої бувають: олов'яні (ПО), олов'яно-свинцеві (ПОС), цинкові (ПЦ) та ін. Марку припою записують у технічних вимогах за типом: ПОС 40 ГОСТ 21931–76. Приклад позначення припою в чурках марки ПОС 40: *Припій ПОС 40 ГОСТ 21930-76*. Приклад позначення припою у вигляді дроту діаметром 2 мм, марки ПОС 61: *Припій ПОС 40 ГОСТ 21930-76*.

Склеювання застосовують у тих випадках, коли не потрібна велика міцність: з'єднуються деталі, що виготовлено з різних видів матеріалів: металу, скла, деревини, пластмас, шкіри, тканини і т. п. (табл. 7.2).

Шви клейових з'єднань на видах і в розрізах зображують потовщеною лінією, товщина якої дорівнює приблизно $2s$. Позначаються вони за ГОСТ 2.313–80 літерою К, яка наноситься на похилій ділянці лінії-виноски (рис. 7.8). Для шва, виконаного по периметру, лінію-виноску закінчують колом з діаметром 3 ... 4 мм. Позначення марки клею вказують згідно з відповідними стандартами чи технічними умовами.

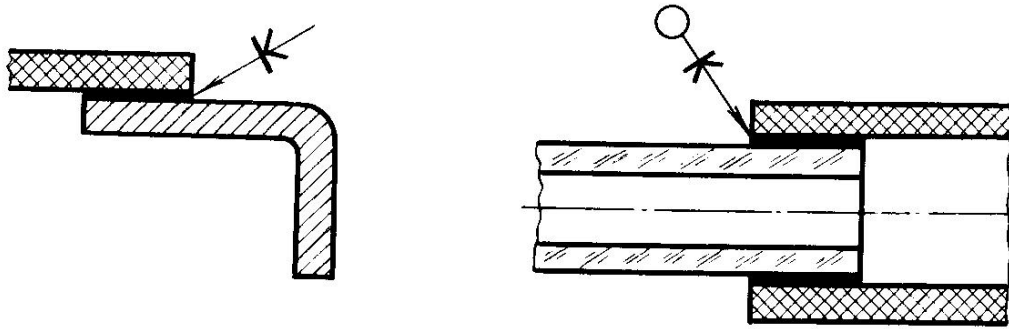


Рисунок 7.8 – Зображення шва клейового з'єднання

Таблиця 7.2 – Конструкційні і неконструкційні клеї

Показники	Марки клею		
	БФ-2 БФ-4	ПЕФ-2/10	№88*
ТУ	ГОСТ 12172-80	ВТУ П-38-56	ТУ 38-1051061-76
Матеріали, що склеюються	Метали, текстоліт, склотекстоліт, фібра, скло, ебоніт, шкіра, слюда, пресшпан, як між собою, так і їхнє поєднання	Метали з металами, гумою, пластмасами, органічним склом	Метали з металами, дюралюміній зі шкірою і гумою, сталлю з корком, гума з гумою і шкіра зі шкірою, дерево з гумою і брезентом

Примітки:

1. * Неконструкційний клей № 88 є стійким до удару, витримує перепад температур від +50 до -60 °С.
2. Конструкційні клеї застосовують для міцних з'єднань, неконструкційні – для утримання ненавантажених деталей.
3. Крім зазначених в таблиці є резиновий клей ГОСТ 2199 – 80 та ін.

7.5 Питання для самоперевірки

1. Які з'єднання відносяться до рознімних?
2. З яких деталей складається болтове з'єднання?
3. Як розрахувати довжину болта для з'єднання деталей?
4. Назвіть умовні співвідношення, за якими креслять болт на складальному кресленнику?
5. З яких деталей складається з'єднання шпилькою?
6. Який розмір шпильки визначає її довжину?
7. За якою формулою розраховують діаметр отвору у скріплюваній деталі?
8. З яких деталей складається з'єднання гвинтом?
9. Який розмір гвинта визначає його довжину?
10. Як визначається довжина кінця шпильки, який вгвинчується в деталь?
11. Які з'єднання відносяться до нерознімних?
12. Як позначають паяння і склеювання на і кресленнику?

8 СКЛАДАЛЬНІ ТА РОБОЧІ КРЕСЛЕНИКИ

8.1 Робочий кресленик

Кресленик деталі – робочий кресленик, що містить зображення деталі та інші дані, згідно з якими її виготовляють і контролюють (ДСТУ 3321:2003). Це основний конструкторський документ, в якому містяться зображення деталі та інформація, необхідна для її виготовлення й контролю.

Деталь – виріб, що його виготовляють із матеріалу одної марки, не виконуючи складальних операцій (ДСТУ 3321:2003).

Кресленик деталі має містити:

1. Мінімальну, але достатню кількість зображень (видів, розрізів, перерізів, виносних елементів), які повністю розкривали б форму деталі;
 2. Необхідні розміри з граничними відхиленнями;
 3. Позначення шорсткості всіх поверхонь;
 4. Відомості про матеріал, термічну обробку, покриття, які деталь повинна мати перед складанням;
 5. Окремі вимоги до конструкції або технології її виготовлення та ін.
- Докладно вимоги до кресленика деталі викладено в ГОСТ 2.109-73.

8.2 Складальний кресленик

Складальним називається кресленик, який містить зображення виробу та інші дані, потрібні для його складання (виготовлення) і контролю. Складальний кресленик дає уявлення про взаємний зв'язок і способи поєднання деталей між собою. Ці кресленики призначено для серійного або масового виробництва. В одиничному або малосерійному виробництві рекомендується користуватися креслениками загальних видів. За цими креслениками можна уявити не лише зв'язок і способи поєднання деталей, а й конструкцію кожної деталі окремо. Кресленики загальних видів використовують для підготування виробництва, розроблення технологічної документації, оснащення виробництва, для контролю і прийому виробів.

За ГОСТ 2.109-73 складальний кресленик має містити таке.

1. *Зображення складальної одиниці*, яке дає уявлення про розміщення та взаємний зв'язок окремих його частин. Дозволяється розташовувати на складальному кресленнику схему поєднання або схему розміщення складових частин виробу.

2. *Необхідні розміри з граничними відхиленнями* та інші параметри й вимоги, які виконують і контролюють у процесі складання виробу. А також: *габаритні розміри* (висота, довжина і ширина виробу або його найбільший діаметр); *монтажні розміри*, які потрібні для правильного поєднання між собою деталей, розміщених у виробі у безпосередньому

зв'язку (відстань між осями, розміри монтажних зазорів, розмір від осі отвору до привалкової площини тощо); *установлювальні розміри*, що визначають величину елементів, за якими виріб установлюють на місце його монтажу або приєднують до іншого виробу (відстань між осями отворів у фланцях, між осями під фундаментні болти, розміри центрових кіл і діаметри отворів під болти тощо; *експлуатаційні розміри або виробничі* (діаметри отворів для рідини і газу в насосах та вентилях, розміри «під ключ», число зубців, їх модуль, позначення різі для приєднання межових деталей тощо).

3. *Вказівки про характер спряження* деталей і методи його виконання, якщо точність цього спряження забезпечується в процесі складання виробу підбиранням, підганянням тощо, вказівки про спосіб з'єднання нерознімних частин виробу (зварних, паяних з'єднань тощо).

4. *Номери позицій складових виробу*. На складальному кресленнику всі складові частини виробу нумерують відповідно до номерів позицій, нанесених у специфікації виробу, тобто за правилами ГОСТ 2.108-68 спочатку заповнюють специфікацію (текстовий конструкторський документ), а потім переносять на кресленик відповідні номери позицій. Номери позицій потрібно проставляти на тому зображенні, на якому певна деталь проєкціюється як видима, віддаючи при цьому перевагу основним видам або розрізам, розміщеним на їх місці.

Проставляють номери позицій на поличках ліній-виносок, які заходять на зображення деталі і закінчуються потовщенням у вигляді точки. Розміщують номери паралельно основному напису кресленика поза контуром зображення, групуючи їх у рядок або в колонку, за змоги, на одній прямій (рис. 8.1). Цифри для номерів позицій мають бути на один-два розміри більшими за розмір шрифту, вибраного на тому самому кресленнику для розмірних чисел. Лінії-виноски і полички виконують тонкими суцільними лініями, причому лінії-виноски повинні не перетинатися і, за змоги, не бути паралельними лініям штриховки розрізів і перерізів. Дозволяється проводити спільну лінію-виноску з вертикальним розміщенням номерів позицій для групи кріпильних деталей (рис. 8.2).

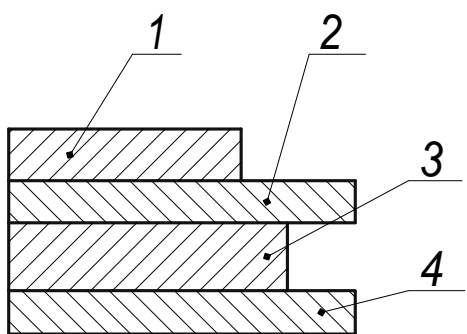


Рисунок 8.1 – Лінії-виноски

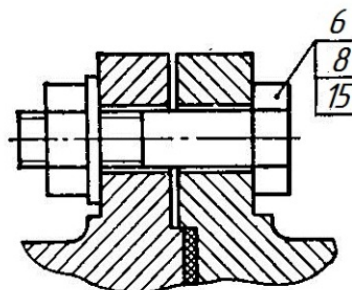


Рисунок 8.2 – Лінія-виноска для групи деталей

5. *Основні характеристики виробу.* На кожний виріб складають *специфікацію* (ГОСТ 2.108-68) – текстовий документ, який визначає склад виробу (складальної одиниці, комплексу або комплекту), потрібний для виготовлення конструкторських документів і запуску виробу у виробництво.

Деталюванням називається виконання креслеників деталей за креслеником загального виду або за складальним креслеником.

Деталювання – це одна із заключних операцій проектування машин, верстатів, апаратів і приладів. У процесі деталювання уточнюють і пов'язують з іншими деталями розміри і форму кожної деталі, що проектується.

Деталювання – це не простий відбір зображень якої-небудь деталі із видів, що є на кресленнику, де зображено декілька взаємодіючих деталей, а складний процес розробки кожної окремої деталі, створення такого робочого кресленика, котрий повністю відображав би форму, розміри та інші вимоги.

Деталювання кресленика загального виду виконується у такій послідовності:

1. Перш ніж приступити до виконання деталювання, потрібно прочитати кресленик вузла, з'ясувавши його конструкцію, принцип роботи і призначення.

2. Вивчення зображень деталей та складальних одиниць. Кожну деталь, кожен складову частину вузла знаходять за номером позиції, встановлюючи її назву і позначення за специфікацією або таблицею складових частин виробу.

3. Аналіз кожної деталі, визначаючи її форму, кількість і зміст зображень, її взаємодію з іншими деталями вузла, її конструктивні особливості тощо. Виходячи з цього, вибирають головне зображення деталі і визначають загальну кількість зображень (видів, розрізів, перерізів, виносних елементів і т. д.).

Враховуючи масштаб кресленика, який деталюється, складність зображуваної деталі й необхідну кількість її зображень, вибирають масштаб зображення для робочого кресленика і формат паперу. Виконавши компоновку зображень на форматі, приступають до виконання робочого кресленика.

4. Складання текстової частини кресленика. На креслениках деталей в основному написі (ГОСТ 2.104-80) вказують найменування деталі, її позначення, позначення матеріалу, з якого виготовлена деталь, та інші необхідні відомості.

8.3 Специфікація

Зміст складальної одиниці, комплексу та комплекту визначає специфікація, що є їхнім основним конструкторським документом. Її виконують за ГОСТ 2.108–80 на аркушах формату А4 з основним написом для текстових документів.

Загалом специфікація містить таку послідовність розділів: документація, комплекси, складальні одиниці, деталі, стандартні вироби, інші вироби, матеріали, комплекти. Розділи визначаються складом виробу.

Найменування кожного розділу зазначають у графі «Найменування» і підкреслюють суцільною тонкою лінією.

Під кожним заголовком залишають вільний рядок, а в кінці кожного розділу – не менше одного рядка для додаткових записів.

Документація – основний комплект конструкторських документів (складальний кресленик, схема структурна тощо).

Складальні одиниці – елементи, що входять до специфікованого виробу. На складальні одиниці виготовляють самостійні кресленики з відповідною специфікацією.

Деталі – нестандартні деталі, що безпосередньо входять до виробу.

Складальні одиниці та деталі записують у порядку зростання цифр їхніх позначень.

Стандартні вироби – вироби, регламентовані державними, галузевими стандартами та стандартами підприємства. У кожній категорії стандартів запис виконують згідно з групами виробів, що об'єднуються за функціональним призначенням (підшипники, кріпильні вироби тощо), у межах кожної групи – в алфавітному порядку найменування виробів (болти, гайки, гвинти, шайби тощо), у межах найменування – в порядку зростання позначення стандартів, а в межах кожного позначення – в порядку зростання основних параметрів або розмірів (діаметрів, довжин болтів тощо).

Матеріали – ті матеріали, що безпосередньо входять до специфікованого виробу.

Записують їх у такій послідовності: чорні метали, кольорові метали, проводи, шнури, пластмаси і т. д. Матеріали кожного виду записують в алфавітному порядку, а кожного найменування – в порядку зростання розмірів або інших параметрів.

Не записують такі матеріали, як лаки, фарби, мастила, клеї, припої тощо, кількість яких визначає не конструктор, а технолог. Вказівки про застосування таких матеріалів записують у технічних вимогах.

Графи специфікації заповнюють зверху вниз:

«*Формат*» – формат документа (аркуша, на якому виконаний кресленик), позначення його записано в графі «Позначення». Якщо документ складається з кількох аркушів, то в графі ставлять «зірочку», а в графі «Примітка» перераховують усі формати в порядку їх зростання (якщо вони різні). Для деталей, на які не випущені кресленики, в графі пишуть «БЧ». Графу не заповнюють для розділів «Стандартні вироби», «Інші вироби» і «Матеріали»;

«*Зона*» – позначення зони, в якій є номер позиції складової частини виробу (при поділі поля кресленика на зони);

«Поз.» – порядкові номери складових частин виробу в послідовності запису їх до специфікації. Для розділу «Документація» графи не заповнюють;

«Позначення» в розділі «Документація» – це позначення записуваних документів; у розділах «Складальні одиниці» і «Деталі» – це позначення основних конструкторських документів на них. У розділах «Стандартні вироби», «Інші вироби», «Матеріали» графу «Позначення» не заповнюють;

«Найменування» для документів основного комплекту КД – це тільки найменування їх («Складальний кресленик», «Схема розподілу структурна», «Технічні умови»);

для складальних одиниць і деталей – найменування їх відповідно до основних написів на їхніх креслениках; для деталей, на які не виконані кресленики – це найменування матеріалів і розмірів, необхідних для виготовлення; для стандартних виробів і матеріалів – найменування і позначення їх відповідно до стандартів;

«Кільк.» – кількість складових частин на один виріб. У розділі «Матеріали» – це загальна кількість матеріалу на один виріб із зазначенням одиниць фізичних величин. У розділі «Документація» цю графу не заповнюють.

Після кожного розділу специфікації потрібно залишати кілька вільних рядків та резервувати номер позицій.

Специфікацію можна суміщати з креслеником СБ за умови розміщення їх на аркуші формату А4, а для виробів допоміжного та одиничного виробництва – на аркушах довільного формату. Такому документу надають позначення основного конструкторського документа, а код СБ не записують.

8.4 Питання для самоперевірки

1. Який кресленик називають робочим?
2. Які вимоги встановлені для робочого кресленика деталі?
3. Який кресленик називають складальним?
4. Які розміри проставляють на складальному кресленику?
5. Які правила нанесення номерів позицій на кресленику?
6. Які кресленики називають креслениками загального виду?
7. Яка послідовність виконання деталювання кресленика загального виду?
8. Які правила оформлення специфікації?
9. Як заповнювати основний напис в специфікації?
10. На якому форматі виконують специфікацію?

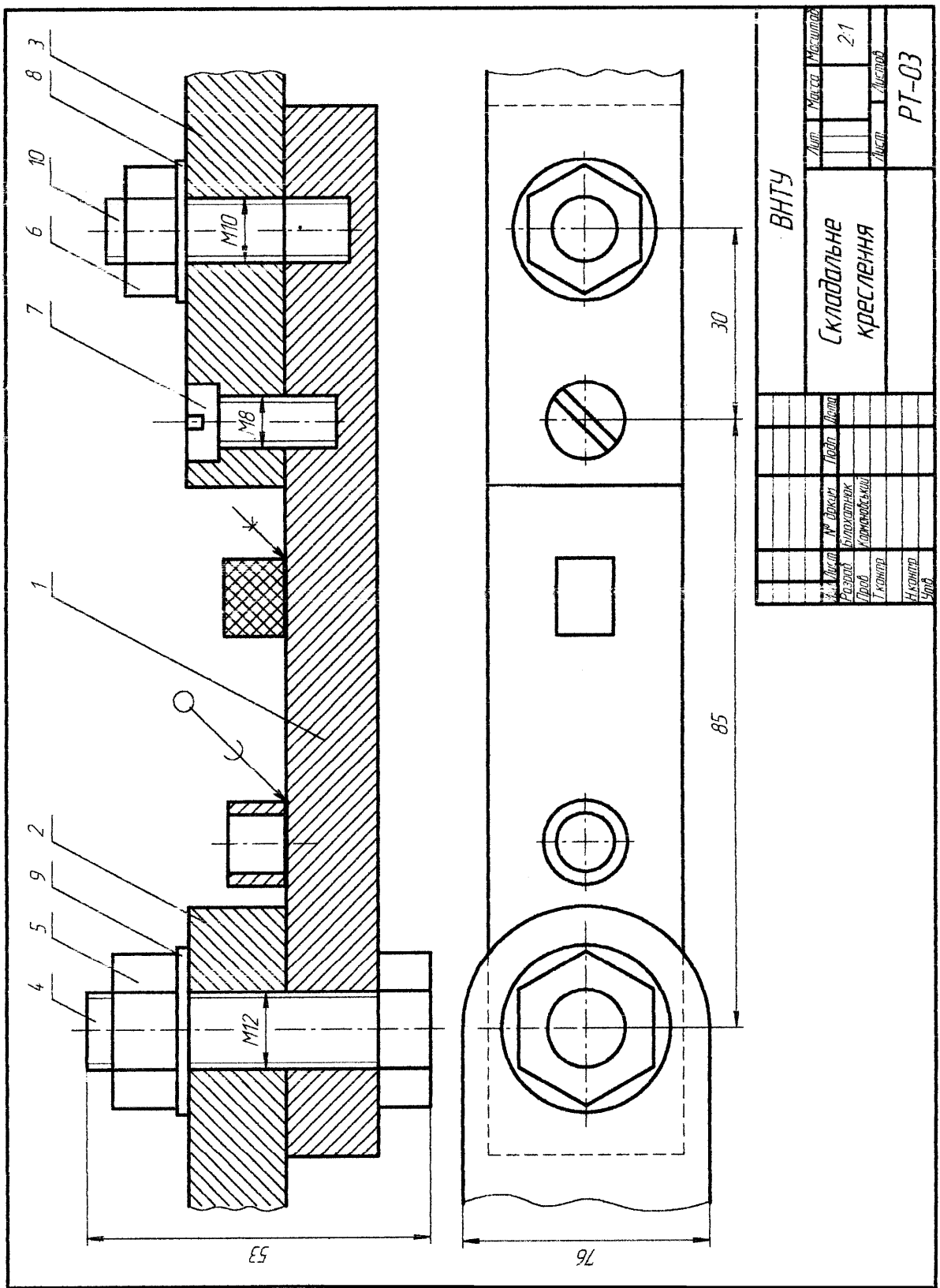


Рисунок 8.3 – Приклад складального кресленника «Вузол»

9 СХЕМИ

9.1 Означення та класифікація схем

Схема – конструкторський документ, на якому показано у вигляді умовних зображень або позначень складові частини виробу та зв'язки між ними. Класифікацію схем за видами і типами встановлює ГОСТ 2.701-84.

Елемент схеми – складова частина схеми, яка виконує певні функції у виробі та не може бути розділена на частини, що мають самостійне призначення (резистори, трансформатори, діоди, транзистори).

Пристрій – сукупність елементів, які є єдиною конструкцією (блок, плата, панель та інше).

Функціональна група – сукупність елементів, які виконують у виробі певну функцію та які не об'єднані в єдину конструкцію (панель синхронізації головного каналу). *Функціональна частина* – елемент, функціональна група, а також пристрій, який виконує певну функцію (підсилення, фільтр). *Функціональний ланцюг* – лінія, канал, тракт певного призначення (канал звуку, відеоканал).

Лінія взаємозв'язку – відрізок прямої, який вказує на наявність електричного зв'язку між елементами та пристроями.

Види схем визначаються залежно від видів елементів і зв'язків, що входять до складу виробу і позначаються літерами російського алфавіту.

Розрізняють десять видів схем:

- Е – електрична;
- Г – гідравлічна;
- П – пневматична;
- Х – газова;
- К – кінематична;
- В – вакуумна;
- Л – оптична;
- Р – енергетична;
- Є – розподілу;
- С – комбінована.

Схеми залежно від призначення поділяються на типи і позначаються арабськими цифрами. Встановлено вісім типів схем:

- 1 – структурна;
- 2 – функціональна;
- 3 – принципова;
- 4 – з'єднань;
- 5 – підключення;
- 6 – загальна;
- 7 – розміщення;
- 0 – поєднання.

Найменування та код схеми визначаються її видом і типом. Код схеми складається з літерної частини, що визначає вид схеми, і цифрової частини, що визначає тип схеми. Наприклад, схема електрична принципова – ЕЗ, схема гідравлічна з'єднань – Г4. Загальні правила виконання схем встановлюють ГОСТ 2.701-84 і ГОСТ 2.702-84.

1. Зображення на схемах подають у вигляді умовних позначень, квадратів і прямокутників, а також у вигляді зовнішніх контурів виробу.

2. Умовні графічні і літерні позначення мають відповідати стандартам ДСТУ, ГОСТ і ЄСКД.

3. Елементи і прилади на схемі наводять, в основному, у вимкненому або в початковому положенні.

4. Однотипні за призначенням і зображенням елементи групують, як у горизонтальному, так і у вертикальному напрямках.

5. Літерні та цифрові позначення, що виконані одним номером шрифту, наносять, за змоги, справа або зверху від умовного позначення.

6. Лінії зв'язку і контури позначень орієнтують за головними напрямками кресленика, вони повинні мати якнайменшу кількість перетинів і зломів. Відстань між паралельними лініями зв'язку має бути не меншою 3 мм. З'єднання ліній зв'язку у місцях їх перетину відмічають точкою.

7. Лінії на схемах виконуються згідно з вимогами ГОСТ 2.303-80. Товщини ліній вибираються у межах від 0,2 до 1 мм і дотримуються вибраної товщини. Графічні позначення елементів і ліній взаємозв'язку виконують лініями однакової товщини. На одній схемі рекомендується застосовувати не більше трьох типорозмірів ліній за товщиною.

8. На схемах дозволяється вміщувати додаткові технічні вимоги: номінальні значення параметрів (під позначенням); параметри в характерних точках; таблиці та часові діаграми на полі схеми.

9. Маркірування виводів елементів на виробі повторюють біля їх зображення на схемі.

10. Елементи, що є приладами із власною принциповою схемою, вирізняють на принциповій схемі потовщеною суцільною лінією.

11. Елементи, що визначають функціональні групи, дозволяється вирізняти штрих-пунктирною лінією, зазначаючи їх найменування.

9.2 Схема електрична принципова

9.2.1 Основні правила

Схема електрична принципова визначає повний склад елементів та зв'язків між ними і дає детальне уявлення про принцип роботи. Відповідно до класифікації, що її встановлює ГОСТ 2.701-84, схема електрична принципова має код ЕЗ. Правила виконання схем принципових встановлюють стандарти ГОСТ 2.702-75 та 2.708-81.

Для побудови схеми електричної принципової необхідно знати такі правила:

1. На схемі електричній принциповій умовними графічними позначеннями зображають усі електричні елементи і електричні зв'язки між ними, а також елементи роз'ємів, клем і з'єднувальних плат вхідних і вихідних електричних кіл.

2. Умовні графічні позначення креслять у стані, в якому вони зображені у відповідному стандарті, або повернутими на кут, кратний 90° . Кваліфікувальні символи (світловий потік і т. п.) при обертанні умовних графічних позначень не повинні змінювати своєї орієнтації (рис. 9.1).



Рисунок 9.1 – Зображення кваліфікувальних символів

3. Лінії електричних зв'язків, товщину яких звичайно приймають 0,2...0,6 мм, мають бути найкоротшими. Встановлюється відстань (просвіт) між сусідніми лініями умовного графічного позначення не менша за 1 мм, між окремими умовними графічними позначеннями – не менша за 2 мм (рис. 9.2).

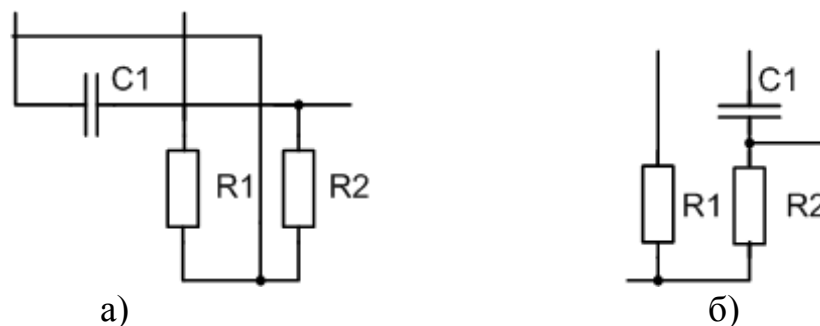


Рисунок 9.2 – Зображення ліній зв'язку:
а – нераціональне; б – раціональне

4. Розміри умовних позначень мають відповідати розмірам відображень, що наведені у відповідних стандартах.

5. Кожний наведений на схемі елемент повинен мати буквено-цифрове позначення, в якому літери позначають скорочене найменування, а цифри – порядковий номер елемента за ГОСТ 2.710-81.

Порядкові номери позначають у межах кожної групи елементів на схемі, починаючи з одиниці, у послідовності розташування елементів у схемі в напрямку зверху вниз і зліва направо (рис. 9.2).

6. Допускається креслити окремі елементи та всю схему рознесеним способом, при якому для наочності зображення окремих кіл умовно-

графічні зображення елементів розташовують у різних місцях схеми. При цьому буквено-цифрові позначення надають усім частинам приладу або елемента, які зображені рознесеним способом (рис. 9.3, 9.4).

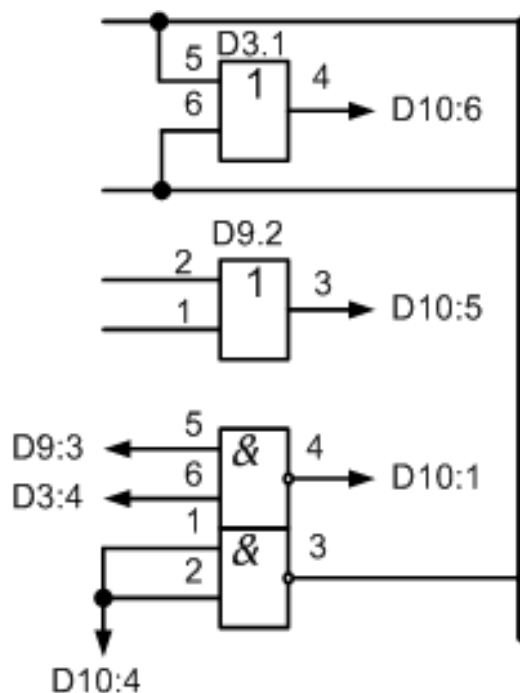


Рисунок 9.3 – Зображення обриву ліній зв'язку

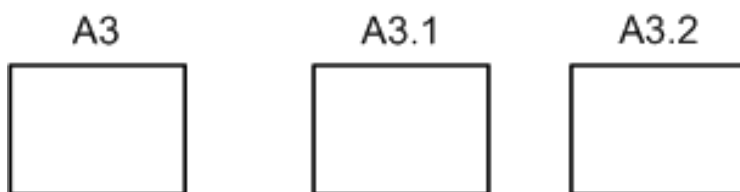


Рисунок 9.4 – Зображення пристрою рознесеним способом

7. Характеристики вхідних та вихідних ланцюгів, а також адреси їх зовнішніх підключень рекомендовано записувати в таблиці, що вміщуються замість умовних графічних позначень роз'ємів, плат і т. п. Такі ж таблиці вміщують на лініях, що відображають вхідні та вихідні ланцюги і не закінчуються на схемі роз'ємами, платами й т. п.

8. Дані про елементи зводяться в таблицю переліку елементів.

9. Заради зменшення кількості паралельних ліній, що прямують в одному напрямку і не розташовані на великій відстані, застосовують однолінійне зображення таких ліній за такими правилами (ГОСТ 2.751 – 83):

– замість усіх ліній зображують лише одну з вказанням кількості ліній числом чи позначкою (рис. 9.5);

– при порушенні порядку слідування ліній повинні бути нанесені відповідні позначки (рис. 9.6, 9.7).

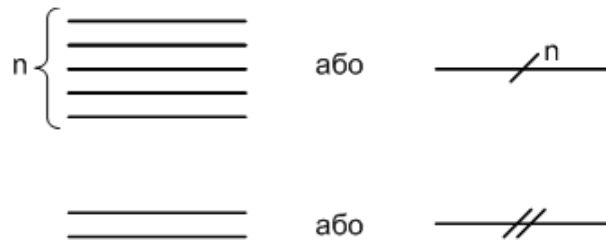


Рисунок 9.5 – Однолінійне подання ліній зв'язку

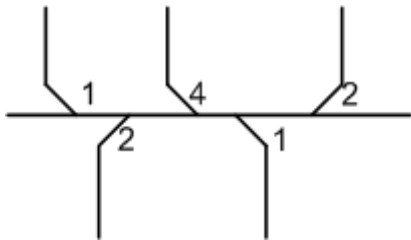


Рисунок 9.6 – Зображення відгалуження ліній групового зв'язку

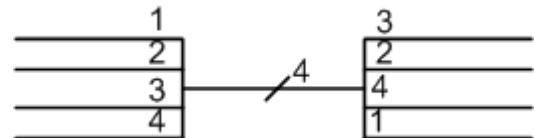


Рисунок 9.7 – Зображення злиття та розгалуження ліній зв'язку

10. Для спрощення графіки схеми, зменшення кількості ліній рекомендується застосувати умовне графічне злиття окремих ліній в групі ліній зв'язку за такими правилами. Кожна лінія в місці злиття має бути помічена порядковим номером (рис. 9.6, 9.7). Лінії, які зливаються в груповий зв'язок, як правило, не повинні мати розгалужень, тобто будь-який умовний номер має зустрічатися на лінії групового зв'язку тільки два рази. Лінії групового зв'язку допускається виконувати потовщеними. В цьому комплекті схем лінії, які зливаються, мають бути зображені одним з двох способів – під прямим кутом (рис. 9.7) або зломлені під кутом 45° до групової лінії (рис. 9.6). Точка злому має бути віддалена від лінії групового зв'язку не менше, ніж на 3 мм.

11. При зображенні схеми рознесеним способом часто застосовують обриви ліній електричного зв'язку. Допускається обривати лінії зв'язку віддалених один від одного елементів, якщо графічне зображення ліній ускладнює читання схем, якщо схема виконана на декількох листах і т. п. Обриви ліній закінчують стрілками з вказанням місць підключення. На рис. 9.3 зображено фрагмент схеми електричної принципової. Біля обривів ліній електричного зв'язку вказано адреси підключення, наприклад, D10:6 потрібно читати так: до пристрою D10, вивід 6. Потовщеною лінією показано лінію групового зв'язку.

12. Заради спрощення схеми за наявності у ній кількох однакових елементів (приладів, функціональних груп), з'єднаних паралельно (рис. 9.8, а), допускається замість зображення усіх гілок паралельного з'єднання лише зображати одну гілку, для чого потрібно вказати кількість

гілок за допомогою позначення відгалуження. Біля графічних позначень елементів, зображених у одній гілці, проставляють їх буквено-цифрове позначення, при цьому мають бути враховані всі елементи, прилади або функціональні групи, що входять до цього паралельного з'єднання (рис. 9.8, б). На рис. 9.8, в вказано рекомендовані розміри спрощеного зображення паралельного з'єднання.

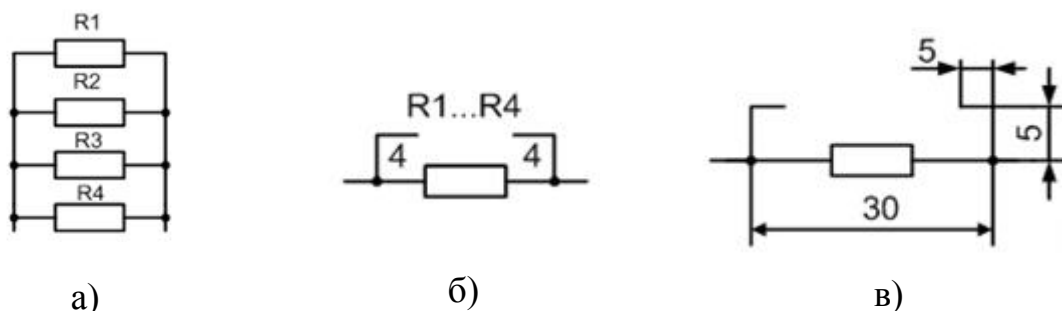


Рисунок 9.8 – Зображення однакових елементів, які з'єднані паралельно:

а – розгорнуте; б – спрощене; в – рекомендовані розміри

13. При наявності у виробі трьох або більше однакових елементів (приладів, функціональних груп), з'єднаних послідовно (рис. 9.9, а), допускається замість зображення усіх послідовно з'єднаних елементів (приладів, функціональних груп) зображати лише перший та останній елементи, зображаючи зв'язки між ними штриховими лініями. При наданні елементам позначень повинні бути враховані всі елементи, що не зображені на схемі (рис. 9.9, б). Над штриховою лінією при цьому вказують загальну кількість однакових елементів.

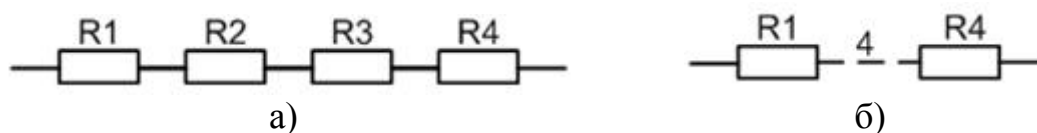


Рисунок 9.9 – Зображення однакових елементів, які з'єднані послідовно: а – розгорнуте; б – спрощене

9.2.2 Текстова інформація на схемах електричних принципівих

Текстова інформація залежно від змісту і призначення може бути розташована:

- поруч із графічними позначеннями (буквено-цифрові позначення, позначення сигналів, форми імпульсів, технічні параметри і т. п.);
- всередині графічних позначень (найменування приладів, функціональних груп, умовні позначення потужності резисторів і т. п.);
- поруч із лініями (позначення ліній зв'язку, адреси, символи);
- на вільному полі схеми (технічні вимоги, перелік елементів, таблиці з'єднань, позначення вхідних та вихідних ланцюгів і т. п.).

Одиниці виміру номіналів резисторів і конденсаторів позначають на схемі спрощено (табл. 9.1). Номінальну потужність розсіювання резисторів для діапазону від 0,05 до 5 Вт можна вказувати на схемі у вигляді позначень, як це наведено на рис. 9.10.

Таблиця 9.1 – Одиниці виміру резисторів та конденсаторів

Найменування елемента	Діапазон одиниць виміру	Найменування одиниць виміру	Позначення одиниць виміру на схемі
Резистор	0-999Ом $1 \cdot 10^3 - 999 \cdot 10^3$ Ом $1 \cdot 10^6 - 999 \cdot 10^6$ Ом Більше $1 \cdot 10^9$ Ом	Оми Кілооми Мегаоми Гігаоми	Без вказання Мала буква к Велика буква М Велика буква Г
Конденсатор	0 - $9999 \cdot 10^{-12}$ Ф $1 \cdot 10^{-6} - 9999 \cdot 10^{-6}$ Ф	Пікофаради Мікрофаради	Без вказання Малі букви

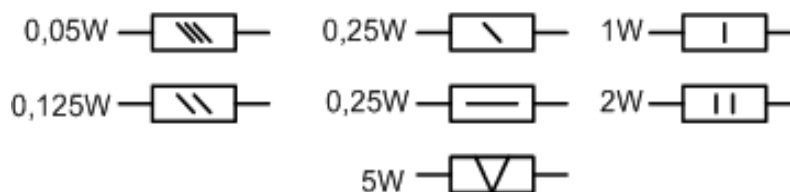


Рисунок 9.10 – Символи, які позначають номінальну потужність резисторів

9.2.3 Умовне графічне позначення елементів цифрової і аналогової обчислювальної техніки

Елементи схеми електричної принципової зображають згідно з ГОСТ 2.743-82 і ГОСТ 2.759-82.

Умовне графічне позначення двійкового логічного елемента має форму прямокутника, що може містити три поля: основне та два додаткових, ліворуч і праворуч від основного (рис. 9.11). Допускається додаткові поля поділяти на зони, які відокремлюють горизонтальною рисою (рис. 9.12). У першому рядку основного поля вміщують позначення функції, що її виконує елемент, у додаткових полях – інформацію про функціональні призначення виводів. Входи елементів зображають з лівої сторони умовного графічного позначення, виходи – з правої (рис. 9.12). Допускається обернути умовне графічне позначення на кут, кратний 90° , при цьому входи розташовують зверху, а виходи – знизу. Не допускається проводити лінії виводів на рівні сторін прямокутника і проставляти на лініях виводів стрілки, що вказують напрям потоків інформації.

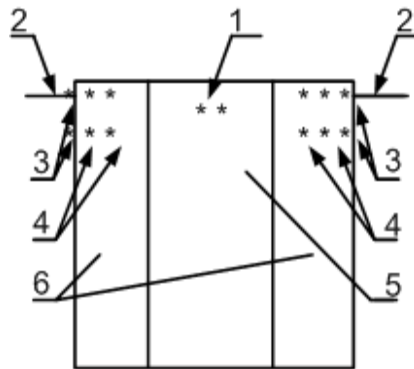


Рисунок – 9.11 Умовне графічне позначення двійкового логічного елемента: 1 – позначення функції елемента; 2 – лінія виводу; 3 – покажчики; 4 – мітки; 5 – основне поле; 6 – додаткові поля

Накреслення умовних графічних позначень наведено на рис. 9.12. Розміри умовного графічного позначення по висоті мають бути кратні постійному значенню $C/2$, де C не менше 5 мм. Відстані між лініями виводів, а також між кінцевими лініями виводів і горизонтальними сторонами прямокутника показано на рис. 9.12. Ширина додаткового поля має бути не менша 5 мм, а розмір умовного графічного позначення по ширині обумовлюється наявністю додаткових полів, кількістю знаків всередині основного поля і розміром використовуваного шрифту.

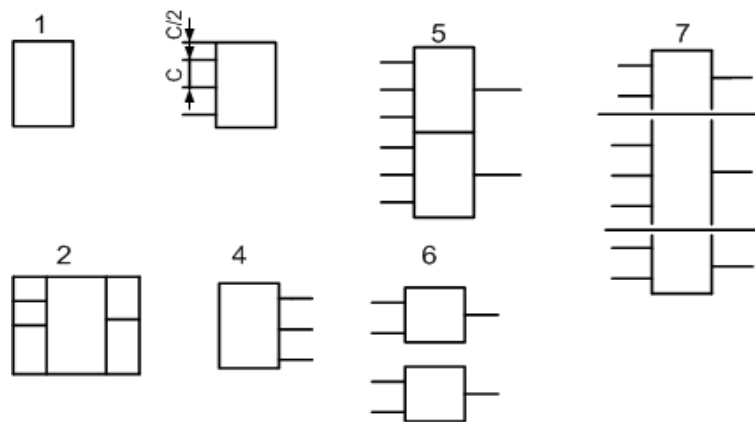


Рисунок 9.12 – Накреслення умовних графічних позначень:

1 – основне поле; 2 – основне поле з додатковими полями, які розділені на зони; 3 – входи елемента; 4 – виходи елемента; 5, 6 – не рознесене та рознесене зображення елемента; 7 – розділення елемента

В основне поле елементів і пристроїв вміщують інформацію: в 1-му рядку – позначення основної функції (символ), в 2-му рядку – повне або скорочене найменування (або тип), або код пристроїв (елемента), тобто ідентифікатор; в наступних рядках буквено-цифрове позначення або порядковий номер, позначення конструктивного розташування, адресне позначення умовного графічного позначення елемента на аркуші та іншу інформацію.

Буквено-цифрове позначення елементів допускається вміщувати над його умовним графічним позначенням або в його основному полі нижче позначення функції та ідентифікатора. Позначення функції або сукупності функцій, що їх виконує елемент, складається із великих букв латинського алфавіту, арабських цифр і спеціальних знаків, записаних без пропуску. Позначення основних функцій елементів цифрової техніки здійснюється за ГОСТ 2.743 – 82.

Позначення покажчиків виводів елементів, які підрозділяються на статичні та динамічні, прямі та інверсні, а також виводів елементів, які не несуть логічної інформації, вміщено на рис. 9.13.

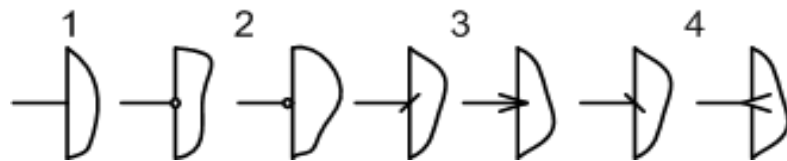


Рисунок 9.13 – Позначення покажчиків входів-виходів:

- 1, 2 – статичні входи: прямий (1), інверсний (2);
3, 4 – динамічні: прямий (3), інверсний (4).

При зображенні аналогових елементів на основному полі умовного графічного позначення у першому рядку вміщують позначення функції, наприклад, f m , де f – символ функції (підсилювач), m – коефіцієнт підсилення. Якщо коефіцієнт підсилювання достатньо високий, а величина його не має значення, тоді допускається ставити знак ∞ або букву M . У додаткових полях умовного графічного позначення підсилювачів, перетворювачів, комутаторів проставляють відповідні позначки або позначення вагових коефіцієнтів, коефіцієнтів підсилення, аргументів функцій.

Позначення функцій, що виконуються аналоговими елементами, встановлює ГОСТ 2.759 – 82. Аналоговий сигнал позначається символом \cap або \wedge , цифровий – $\#$, перетворення цифро-аналогове – $\#/\wedge$, перетворення аналогово-цифрове – $\wedge/\#$.

Виводи елементів поділяються на статичні та динамічні, такі, що несуть, та такі, що не несуть логічну інформацію. Статичні та динамічні виводи поділяються на прямі та інверсні. На прямому статичному виводі двійкова змінна має значення 1, якщо сигнал на цьому виводі в активному стані знаходиться в стані логічної 1 в прийнятому логічному погодженні. На інверсному динамічному виводі двійкова змінна має значення 1, коли сигнал на цьому виводі змінюється зі стану логічної 1 в стан логічного 0 в прийнятому логічному погодженні.

9.2.7 Позначення основних функцій елементів обчислювальної техніки

В табл. 9.5 наведено найменування та позначення основних функцій елементів обчислювальної техніки (обчислювач, процесор, пам'ять, арифметика, логіка, лічильник, шифратор тощо).

Таблиця 9.5 – Позначення функцій елементів обчислювальної техніки

Найменування	Позначення	Найменування	Позначення
Обчислювач	CP	Перетворювач	X/Y
Процесор	P	Зрівняння	= =
Пам'ять постійна	ROM	Мультиплексор	MVX
Пам'ять постійна, що програмується	PROM	Демультимплексор	DMX
Пам'ять постійна, що репрограмується	RPROM	Мультиплексор- селектор	MS
Пам'ять оперативна	RAM	Селектор	SL
Прийом	RC	Генератор	G
Введення-виведення	IO	Пороговий елемент	TH
Арифметика	A	Дискримінаатор	DIC
Логіка	L	Тригер	T
Регістр	RG	Затримка	— або DL
Лічильник	CT	Формувач	F
Шифратор	CD	Підсилювач	PP
Дешифратор	DC	Ключ	SW
Демодулятор	DM	Модулятор	MD

9.3 Перелік елементів

Дані про елементи мають бути записані у перелік елементів, який оформляють у вигляді таблиці за формою, що зображена на рис. 9.14, і вміщують на першому аркуші схеми або виконують у вигляді самостійного документа на форматі А4 з основним написом згідно з ГОСТ 2.104–80. У цьому випадку переліку елементів надають код П і в основному написі вказують код ПЕЗ і після найменування виробу – «Перелік елементів» (рис. 9.14). Якщо перелік елементів вміщують на першому аркуші схеми, то його розташовують над основним написом на відстані не менше ніж 12 мм, а продовження переліку вміщують ліворуч від основного напису, повторюючи заголовок таблиці.

Зв'язок переліку з графічними позначеннями здійснюється за допомогою позиційних позначень. Елементи до переліку записуються групами в алфавітному порядку буквених позиційних позначень. У межах кожної групи, що має однакові буквени позначення, елементи розташовують за зростанням порядкових номерів. При запису однакових за найменуванням елементів рекомендується поєднувати їх у групи, виконувати загальний заголовок і записувати в графі «Найменування» тільки тип і документ, на підставі якого цей елемент було використано, наприклад, «Резистори МЛТ ГОСТ...». Загальну кількість однакових елементів вказують у графі «Кільк.» в одному рядку з найменуванням елемента.

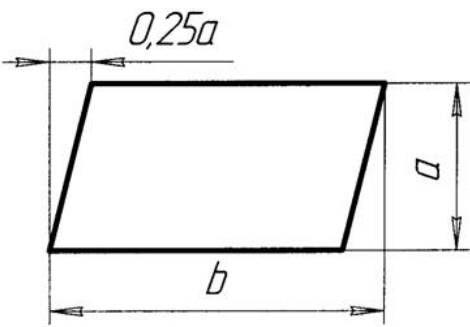
9.4 Схеми алгоритмів

9.4.1 Графічні зображення символів та їх функції

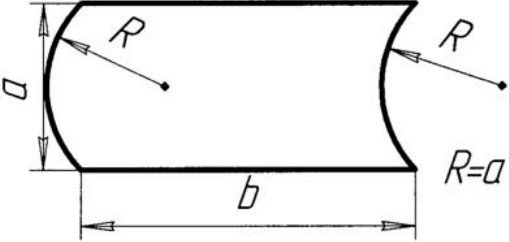
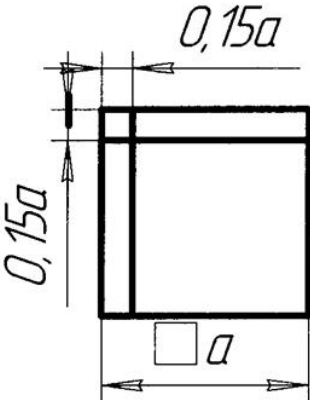
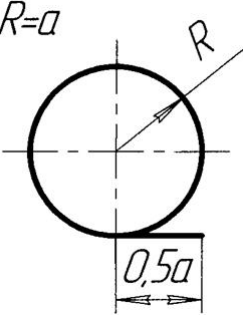
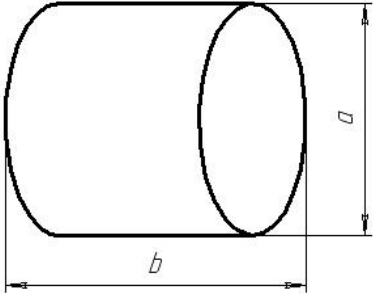
При виконанні схем алгоритмів і програм окремі функції відображаються у вигляді графічних позначень – символів.

Стандарт ГОСТ 19.701-90 поширюється на умовні графічні позначення (символи) в схемах алгоритмів і програм, які відображають основні операції процесу обробки даних і програмування для систем програмного забезпечення обчислювальних машин, комплексів і систем незалежно від їх призначення і галузі застосування. Стандарт не регламентує записи і позначення, що розміщуються усередині символа або поряд з ним і які призначені для уточнення виконаних їм функцій. Перелік, найменування, позначення і розміри основних символів і їх функції в алгоритмі і програмі обробки даних наведено в таблиці 9.6.

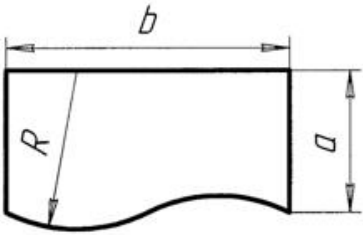
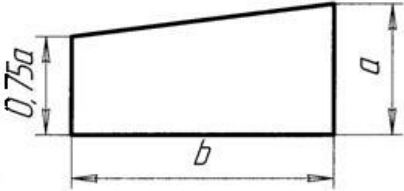
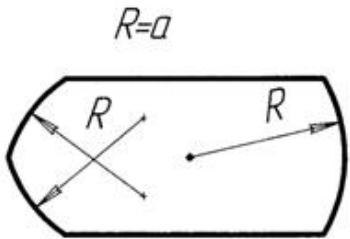
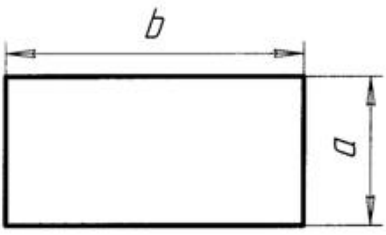
Таблиця 9.6 – Опис символів

Шифр, назва символа	Графічні зображення і розміри символа	Функції символа
1	2	3
Символи даних		
3.1.1.1. Дані		Символ відображає дані. Носій даних не визначений

Продовження таблиці 9.6

1	2	3
<p>3.1.1.2. Запам'ятовувані дані</p>		<p>Символ відображає дані, які зберігаються у вигляді, придатному для обробки, носій не визначений</p>
<p>Специфічні символи даних</p>		
<p>3.1.2.1 Оперативний запам'ятовувальний пристрій</p>		<p>Символ відображає дані, що зберігаються в оперативному запам'ятовувальному пристрої</p>
<p>3.1.2.2. Запам'ятовувальний пристрій з послідовним доступом</p>		<p>Символ відображає дані, що зберігаються в запам'ятовувальному пристрої з послідовним доступом (магнітна стрічка, касета з магнітною стрічкою, магнітофонна касета)</p>
<p>3.1.2.3. Запам'ятовувальний пристрій з прямим доступом</p>		<p>Символ відображає дані, що зберігаються в запам'ятовувальному пристрої з прямим доступом</p>

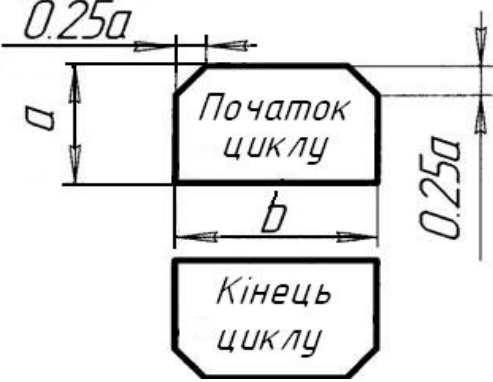

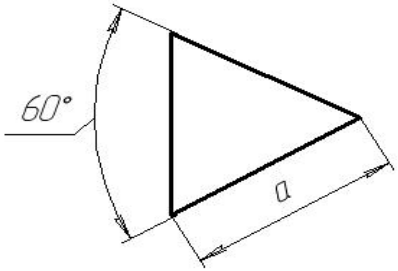
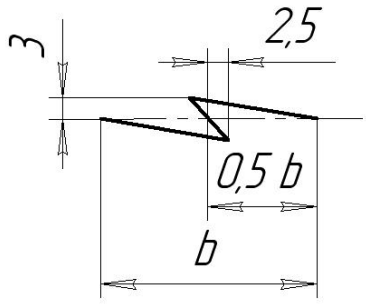
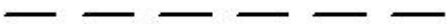
Продовження таблиці 9.6

1	2	3
<p>3.1.2.4. Документ</p>		<p>Символ відображає дані, що подані на носії у вигляді, зручному для читання</p>
<p>3.1.2.5. Ручне введення</p>		<p>Символ відображає дані, що вводяться вручну</p>
<p>3.1.2.8. Дисплей</p>		<p>Символ відображає дані, що подані у вигляді, зручному для людини (екран для візуального спостереження, індикатори введення інформації)</p>
<p>Символи процесу</p>		
<p>3.2.1.1. Процес</p>		<p>Символ відображає функцію обробки даних будь-якого виду (виконання певної операції або групи операцій, які приводять до зміни значення, форми або розміщення інформації)</p>

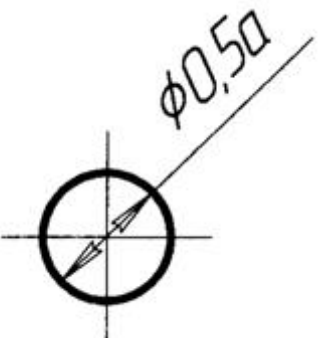
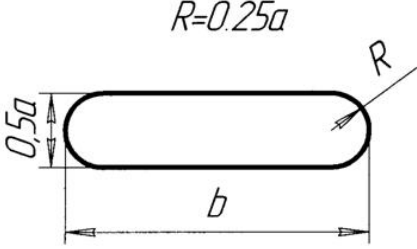
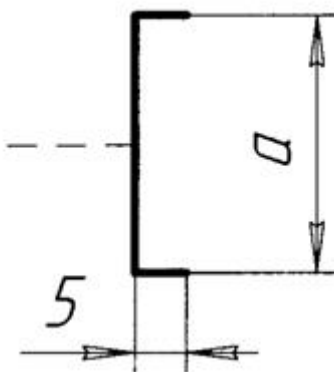
Продовження таблиці 9.6

1	2	3
Специфічні символи процесу		
<p>3.2.2.1. Наперед визначений процес</p>		<p>Символ відображає наперед визначений процес, що складається із однієї або декілька операцій чи кроків програми, які визначені в іншому місці (у підпрограмі, модулі)</p>
<p>3.2.2.2. Ручна операція</p>		<p>Автономний процес, що виконується вручну чи за допомогою неавтоматичних засобів</p>
<p>3.2.2.3. Модифікація (підготовка)</p>		<p>Виконання операцій, що змінюють команди або групи команд, які змінюють програму</p>
<p>3.2.2.4. Рішення</p>		<p>Вибір напрямку виконання алгоритму або програми залежно від деяких змінних умов</p>
<p>3.2.2.5. Паралельні дії</p>		<p>Символ відображає синхронізацію двох і більше паралельних операцій</p>

Продовження таблиці 9.6

1	2	3
<p>3.2.2.6. Границя циклу</p>		<p>Символ, що складається з двох частин, відображає початок і кінець циклу. Обидві частини мають один і той самий ідентифікатор</p>
<p>Основний символ ліній</p>		
<p>3.3.1.1. Лінія</p>		<p>Символ відображає потік даних або керування</p>
<p>3.3.2.1. Передача керування</p>		<p>Символ відображає передачу керування від одного процесу до іншого (тип передачі вказується всередині символу)</p>
<p>3.3.2.2. Канал зв'язку</p>		<p>Символ відображає передачу даних каналом зв'язку.</p>
<p>3.3.2.3. Пунктирна лінія</p>		<p>Символ відображає альтернативний зв'язок між двома чи більше символами</p>

Продовження таблиці 9.6

1	2	3
Спеціальні символи		
<p>3.4.1. З'єднувач</p>		<p>Символ відображає вхід в частину схеми і вихід з іншої частини та використовується для обриву лінії й продовження її в іншому місці</p>
<p>3.4.2. Термінатор</p>		<p>Символ відображає вихід в зовнішнє середовище і вхід із зовнішнього середовища (початок та кінець програми)</p>
<p>3.4.3. Коментар</p>		<p>Символ використовується для додання коментарів, або приміток. Текст розміщується біля обмежувальної фігури</p>

Розмір a вибирається із ряду 10, 15, 20 мм. Допускається збільшувати розмір a на число, кратне 5. Розмір b дорівнює $1,5 \cdot a$.

9.5 Питання до самоперевірки

1. Наведіть приклади видів і типів схем.
2. Назвіть схеми за їх кодами: E1, E2, E3.
3. Що являє собою буквено-цифрове позначення елементів на схемі електричній принциповій?
4. В якій послідовності надаються порядкові номери елементам однієї групи на схемі електричній принциповій?

5. Наведіть буквене позначення: транзистора, схеми інтегральної аналогової, з'єднання контактного (штир і гніздо), з'єднання розбірного.

6. Наведіть графічне позначення: транзистора типу р-п-р, діода, світлодіодного діода, діодної оптопари, тунельного діода, підстроювального конденсатора, конденсатора змінної ємності, змінного резистора.

7. Де розташовують буквено-цифрове позначення елемента на схемі електричній принциповій?

8. Наведіть приклад буквено-цифрового позначення логічного елемента, показаного рознесеним способом.

9. Наведіть приклад спрощеного позначення номінальної потужності розсіювання резисторів: 5 Вт; 1 Вт; 0,5 Вт; 0,25 Вт; 0,05 Вт.

10. Що таке перелік елементів?

11. У якій послідовності записуються буквені позиційні позначення у переліку елементів?

12. Перерахуйте графи переліку елементів.

13. Яким чином заповнюється основний напис для переліку елементів, оформлений на окремому аркуші?

14. Назвіть основні елементи графічного позначення цифрового елемента обчислювальної техніки та їх співвідношення.

15. Назвіть відстань між лініями виводів, а також між кінцевими лініями виводів і горизонтальними сторонами графічного позначення елемента обчислювальної техніки.

16. Наведіть позначення функції таких елементів цифрової техніки: постійна пам'ять, оперативна пам'ять, регістр, лічильник, дешифратор, мультиплексор, генератор, тригер, модулятор.

17. За яким стандартом зображають схеми алгоритмів та програм?

18. Якими символами зображають початок та кінець алгоритму?

19. Які символи позначають дані, ручне введення, дисплей, процес, рішення, границю циклу?

20. За якими розмірами зображають основні символи даних?

21. Скільки виходів має символ рішення?

22. Яка функція символу «З'єднувач»?

23. Які бувають специфічні символи даних?

24. Які бувають символи даних?

25. Які бувають специфічні символи процесу?

26. Які бувають спеціальні символи?

ЛІТЕРАТУРА

1. Александров К. А. Электротехнические чертежи и схемы / Александров К. А. – М. : Энергоатомиздат. – 1990 г.
2. Александров К. К., Кузьмина Е.Г. Электротехнические чертежи и схемы / К. К. Александров, Е. Г. Кузьмина. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.
3. Ботвинников А. Д. Научные основы формирования графических знаний, учений и навыков школьников / А. Д. Ботвинников, Б. Ф. Ломов. – М. : Педагогика, 1979. – 256 с.
4. Бубенников А. В. Начертательная геометрия / Бубенников А. В. – М. : Высшая школа, 1985. – 258 с.
5. Буда А. Г. Проектування форм технічних деталей та аксонометричні проєкції / Буда А. Г. Король О. В., Пащенко В. Н. – Вінниця : ВДТУ, 2001. – 92 с.
6. Буда А. Г. Проєкційне креслення. Вигляди, розрізи, перерізи : навчальний посібник / А. Г. Буда, О. В. Король. – Вінниця : ВДТУ, 2001. – 109 с.
7. Ванін В. В. Оформлення конструкторської документації : навч. посіб. / Ванін В. В., Блюк А. В., Гнітецька Г. О. – К. : Каравела, 2004. – 160 с.
8. Ванін В. В. Інженерна графіка / В. В. Ванін, В. В. Перевертун, Т. М. Надкернична [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://ng-kg.kpi.ua/files/Inz_graf_Vanin.pdf.
9. Верхола А. П. Графическая подготовка учащихся в школе / Верхола А. П. – К. : Рад. шк., 1985. – 128 с.
10. Верхола А. П. Читання креслень у школі : навчально-методичний посібник для вчителя / Верхола А. П. – К. : Рад. шк., 1987. – 118 с.
11. Вышнепольский И. С. Преподавание черчения в средних профессионально-технических училищах : метод. пособие / Вышнепольский И. С. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Высш. шк., 1986. – 256 с.
12. Гервер В. А. Творческие задачи по черчению : книга для учителя / Гервер В. А. – М. : Просвещение, 1991. – 128 с.
13. Гордон В. О. Курс начертательной геометрии / В. О. Гордон, М. А. Семенцов-Огиевский. – М. : Наука, 1988. – 385 с.
14. Джеджула О. М. Графічна діяльність студентів в умовах інформаційного суспільства : монографія / Джеджула О. М. – Вінниця : ВНАУ. – 2010. – 250 с.
15. Дистанційний курс «Інженерна графіка». Вінницький національний технічний університет [Електронний ресурс] - Режим доступу - <http://do.vntu.edu.ua/>
16. Единая система конструкторской документации – Режим доступу: <http://www.s-metall.com.ua/eskd.html>.

17. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей – М. : Госкомитет по стандартам, 1982. – 200 с.
18. Забронський В. В. Методика викладання креслення / Забронський В. В. – К. : Рад. шк., 1967. – 192 с.
19. Забронський В. В. Методика навчання креслення в школі / Забронський В. В. – [2-е вид. доп. і перероб.]. – К. : Рад. шк., 1976. – 167 с.
20. Михайленко В. Є. Інженерна графіка : підручник для студентів вищих закладів освіти / Михайленко В. Є., Ванін В. В., Ковальов С. М.; за ред. В. Є. Михайленка. – Львів : «Новий Світ-2000», 2002. – 336 с.
21. Інженерна та комп'ютерна графіка : [підручник] / В. Є. Михайленко, В. М. Найдиш, А. М. Підкоритов, І. А. Скидан; за ред. В. Є. Михайленка. – [2-ге вид., перероб.]. – К. : Вища шк., 2001. – 350 с.
22. Козловский Ю. Г. Техническое черчение с элементами программирования / Козловский Ю. Г. – Мн. : Высшэйшая школа, 1976. – 430 с.
23. Кормановський С. І. Конспект лекцій з інженерної графіки / Кормановський С. І. – Вінниця : ВНТУ, 2008. – 98 с.
24. Кормановський С. І. Інженерна та комп'ютерна графіка. Частина 1 : навчальний посібник / Кормановський С. І., Слободянюк О. В., Пащенко В. Н. – Вінниця : ВНТУ, 2006. – 114 с.
25. Креслення електричних схем та друкованих плат : навчальний посібник / [О. П. Вітюк, О. К. Колесницький, С. І. Кормановський та ін.]. – Вінниця : ВДТУ, 2001. – 108 с.
26. Лекции по начертательной геометрии / Режим доступа: <http://yar-var.chat.ru/ingraph.htm>.
27. Мельник О. П. Інженерна графіка. Дистанційний практикум. Ч. 1. Прямокутні зображення тривимірних об'єктів : навчальний посібник / О. П. Мельник, Я. Г. Скорюкова, О. В. Слободянюк. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 151 с.
28. Мельник О. П. Інженерна графіка. Дистанційний практикум. Ч. II. Виконання та оформлення технічних зображень : навчальний посібник / Мельник О. П., Скорюкова Я. Г., Слободянюк О. В. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 107 с.
29. Методика преподавания черчения / [Виноградов В. Н., Василенко Е. А., Альхименок А. А. и др.] ; под ред. Е. А. Василенко. – М. : Просвещение, 1990. – 176 с.
30. Методические указания к выполнению графических заданий по геометрическому черчению / Пащенко В. Н., Шевченко А. В., Хржановская В. Е. – Винница : ВПИ, 1988. – 43 с.
31. Методичні вказівки до виконання графічних робіт з нарисної геометрії / Вітюк О. П., Кормановський С. І., Пащенко В. Н. – Вінниця : ВДТУ, 1994. – 54с.
32. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів над розрахунково-графічними завданнями з інженерної та комп'ютерної

графіки / О. П. Мельник, Я. Г. Скорюкова, Б. Б. Корчевський. – Вінниця : ВНТУ. – 2015 р. – 35 с.

33. Михайленко В. Є. Інженерна та комп'ютерна графіка [Електронний ресурс] : підручник / В. Є. Михайленко, В. В. Ванін, С. М. Ковальов. – Київ : Каравела, 2010. – Режим доступу:

http://ngkg.kpi.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=100%3Aaninpublic8&catid=2%3Avanin&Itemid=5

34. Михайленко В. Є. Інженерна та комп'ютерна графіка : підручник для студентів вищих закладів освіти / Михайленко В. Є., Ванін В. В., Ковальов С. М. ; за ред. В. Є. Михайленка. – К. : Каравела, 2003. – 344 с.

35. Морозенко О. П. Інженерна графіка [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів заочної форми навчання, напрям «Металургія» / Морозенко О. П., Белінська Ю. Ю., Вишневський І. В. – Дніпропетровськ : НМетАУ, 2013. – 105 с. – Режим доступу: http://nmetau.edu.ua/file/inzhenerna_grafika.pdf

36. Нарисна геометрія : [підручник] / В. Є. Михайленко, М. Ф. Євстифєєв, С. М. Ковальов, О. В. Кашенко. – К. : Вища школа, 1993. – 256 с.

37. Науменко В. Я. Виконання технічних креслень в школі / В. Я. Науменко, В. К. Сидоренко. – К. : Рад. шк., 1985. – 112 с.

38. Новичихина Л. И. Техническое черчение : справ. пособие / Новичихина Л. И. – Мн. : Выш. школа, 1983. – 222 с.

39. Основы методики обучения черчению / под ред. А. Д. Ботвинникова. – М. : Просвещение, 1966. – 510 с.

40. Пащенко В. Н. Конспект лекцій з курсу «Інженерна графіка» / В. Н. Пащенко, А. В. Шевченко. – Вінниця : ВПІ, 1990. – 96 с.

41. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА : справочное пособие / [Э. Т. Романычева, А. К. Иванова, А. С. Куликов и др.]. – М. : Радио и связь. – 1984. – 256 с.

42. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА : справочное пособие / [Э. Т. Романычева, А. К. Иванова, А. С. Куликов и др.]. – М. : Радио и связь, 1989. – 448 с.

43. Скорюкова Я. Г. Інженерна графіка. Курс лекцій. Частина 1: навчальний посібник / Скорюкова Я. Г. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 103 с.

44. Потишко А. В. Справочник по инженерной графике / А. В. Потишко, Д. П. Крушевская ; под ред. А. В. Потишко. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – Киев : Будівельник, 1983. – 264 с.

45. Технічне креслення / [Годік Є. І., Лисянський В. М., Михайленко В. Є., Пономарьов А. М.]. – К. : Вища школа, 1971. – 248 с.

46. Усатенко С. Т. Графічне зображення електрорадіосхем / Усатенко С. Т. – К. : Техніка, 1996. – 45 с.

47. Фролов С. А. Начертательная геометрия / Фролов С. А. – М. : Машиностроение, 1978. – 292 с.

48. Хаскин А. М. Черчение : сборник задач / А. М. Хаскин, К. А. Цицюра. – К. : Вища школа, Главное изд-во, 1981. – 232 с.
49. Хаскин А. М. Креслення / Хаскин А. М. – К. : Вища школа, 1985. – 434 с.
50. Шевченко А. В. Проекційні основи побудови зображень. : навчальний посібник / Шевченко А. В. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. – 155 с.
51. Электронный задачник по начертательной геометрии / [А. В. Иванов, В. В. Родионов, К. Н. Лысенко, А. М. Бочков]. – Режим доступа: <http://www.penzgtu.ru/>.

Навчальне видання

Скорюкова Яніна Германівна
Слободянюк Олена Валеріївна

ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА **Частина II**

Курс лекцій

Рукопис оформлено Я. Скорюковою

Редактор Т. Старічек

Оригінал-макет виготовлено Т. Старічек

Підписано до друку 09.02.2018 р.
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 4,85.
Наклад 50 (1-й запуск 1–20) пр. Зам. № 2018-042.

Видавець та виготовлювач
інформаційний редакційно-видавничий центр.
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Хмельницьке шосе, 95,
м. Вінниця, 21021.
Тел. (0432) 65-18-06.
press.vntu.edu.ua;
E-mail: kivc.vntu@gmail.com.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.