

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

О.Л.ПОНОМАРЕНКО

ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

Одеса 2013

ЗМІСТ

1 Геометричні тіла в прямокутних проекціях та розгортки їх поверхонь	4
1.1 Проектування піраміди	4
1.2 Точка на поверхні піраміди	5
1.3 Розгорнення поверхні піраміди	6
1.4 Проектування призми	7
1.5 Точка на поверхні призми.....	8
1.6 Розгорнення поверхні призми	9
1.7 Проектування прямого кругового циліндра	10
1.8 Знаходження точок на поверхні циліндра.....	11
1.9 Розгортка поверхні прямого кругового циліндра.....	12
1.10 Проектування прямого кругового конуса	13
1.11 Точки на поверхні конуса	15
1.12 Розгортка поверхні прямого кругового конуса.....	16
2 Перетин геометричних тіл площиною, знаходження площин перетину.....	16
2.1 Перетин поверхні багатогранника – піраміди $SABCD$ – із фронтально проектуючою площиною δ	17
2.2 Перетин багатогранника – прямої трикутної призми фронтально проектуючою площиною δ	18
2.3 Перетин тіла обертання - кругового циліндра площиною	20
2.4 Перетин прямого кругового конуса площиною.....	22
2.5 Перетин поверхні кулі площиною	25
2.6 Знаходження точок перетину прямої лінії з геометричними тілами	27
3 Побудова лінії взаємного перетину геометричних тіл	28
3.1 Знаходження лінії взаємного перетину поверхонь багатогранників.....	28
3.2 Знаходження лінії взаємного перетину поверхонь обертання	30
3.3 Знаходження лінії взаємного перетину багатогранників та поверхонь обертання.....	31
4 Основи технічного креслення	32
4.1 Формати, основні написи, специфікація	33
4.2 Масштаби	35
4.3 Лінії.....	35
4.4 Шрифти креслярські і картографічні	37
4.5 Види, розрізи, перетини, виносні елементи	38
4.6 Нанесення розмірів на кресленнях	46

5	Геометричні основи побудови спряжень	51
5.1	Спряження двох прямих	51
5.2	Сполучення прямої з дугою кола	52
5.3	Сполучення двох дуг кола	53
6	АксонOMETричні проєкції	54
7	Зображення і позначення роз'ємних та нероз'ємних з'єднань.....	56
7.1	Різьблення на кресленнях	56
7.2	Креслення нероз'ємних з'єднань	58
8	Ескізи. Виконання, читання й деталювання складальних креслень	60
8.1	Послідовність виконання ескізів	61
8.2	Складальне креслення	62
8.3	Специфікація	63
8.4	Порядок читання складальних креслень	66
8.5	Деталювання.....	67
9	Схематичні креслення	68
9.1	Загальні вимоги.....	69
9.2	Правила виконання принципів електричних схем	70

1 ГЕОМЕТРИЧНІ ТІЛА В ПРЯМОКУТНИХ ПРОЕКЦІЯХ ТА РОЗГОРТКИ ЇХ ПОВЕРХОНЬ

Фігури, обмежені плоскими багатокутниками, називають багатогранниками. Багатокутники є гранями багатогранника, вершини багатокутників – вершинами багатогранників, а сторони – ребрами багатогранників.

1.1 Проектування піраміди

Піраміда – багатогранник, одна із граней якого багатокутник, який називається основою, а всі інші грані, що називаються бічними – трикутники, вони мають загальну вершину. Якщо основа піраміди правильний багатокутник, а перпендикуляр опущений з вершини на основу, проходить через центр багатокутника, піраміду називають правильною. У протилежному випадку піраміда називається неправильною.

Проектування піраміди.

На рис.1.1 наведено утворення піраміди. Для проектування піраміди треба мати задані два елементи – основу та вершину, а також її позицію до площин проекцій.

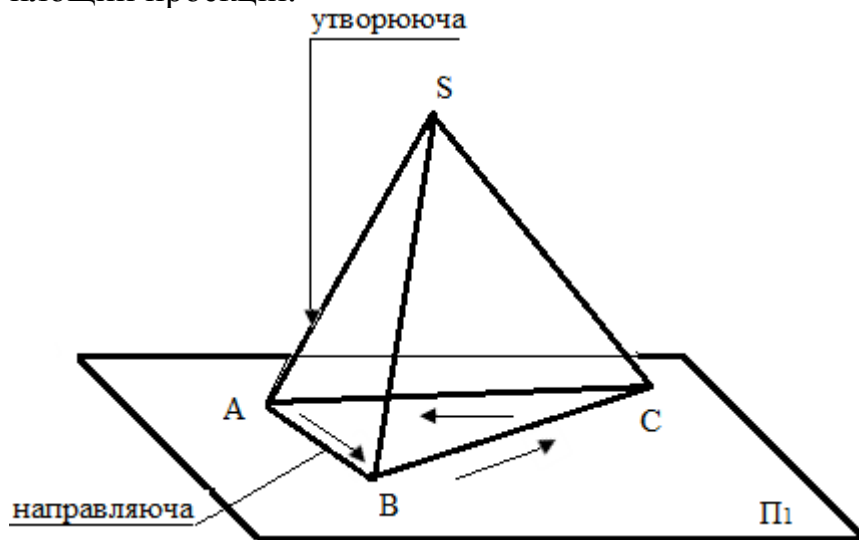


Рис.1.1 – Утворення піраміди

Для проектування піраміди необхідно дотримуватися наступного порядку: спочатку проектують основу піраміди, потім її вершину, потім з'єднують прямими лініями однойменні проекції вершини з однойменними проекціями вер-

шин основи і одержують проекцію ребер і бічних граней, а отже, самої піраміди.

Виконаємо комплексне креслення правильної чотирикутної піраміди.

Основа піраміди – квадрат – лежить у площині Π_1 (рис.1.2). Всі сторони квадрата розташовані під кутом 45° до осі x_{12} .

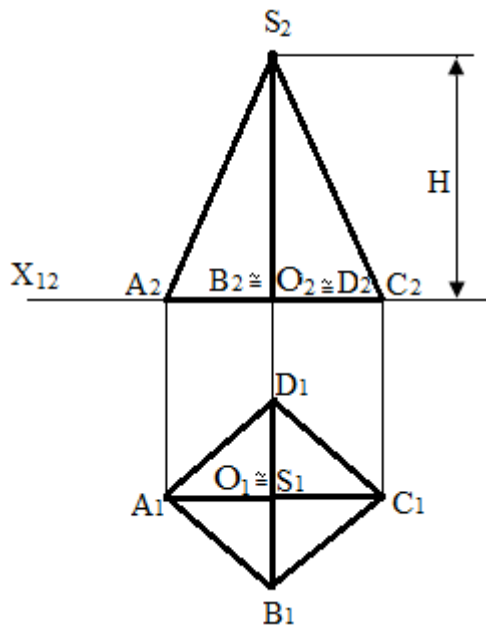


Рис.1.2 – Комплексне креслення
правильної чотирикутної піраміди

вершини піраміди;

– з'єднують проекції S_1 і S_2 вершини піраміди з однойменними проекціями $A_1B_1C_1D_1$ і $A_2B_2C_2D_2$, одержують проекції граней, а отже, і всієї заданої піраміди.

1.2 Точка на поверхні піраміди

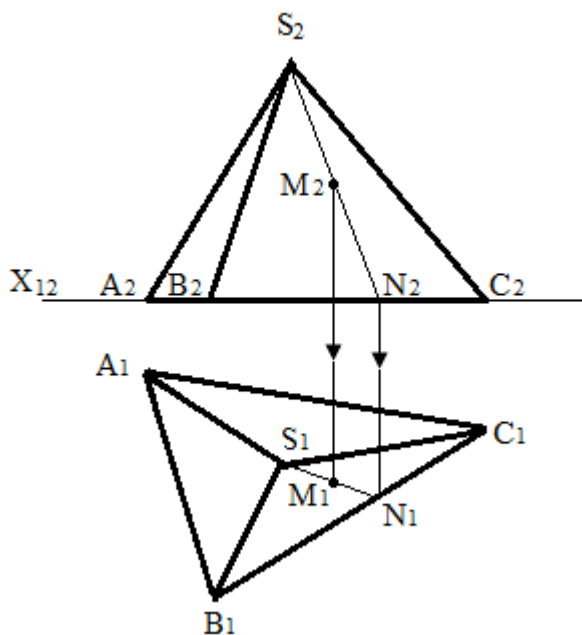


Рис.1.3 – Знаходження точки на
поверхні піраміди

Висота піраміди дорівнює H , проектуємо основу піраміди – квадрат – як фігуру, що належить площини Π_1 ;

– горизонтальна проекція дорівнює фігурі основи, фронтальна проекція відрізком прямої, що дорівнює діагоналі квадрата, сполучиться з віссю x_{12} ;

– із точки O_1 проводять перпендикуляр до проекції $A_2B_2C_2D_2$ основи і від точки O_2 на ньому відкладають висоту H піраміди, одержують проекції S_1 і S_2

Цю задачу варто вирішувати на основі приналежності точки даної площини.

На фронтальній проекції $S_2B_2C_2$ бічної грані піраміди дана фронтальна проекція M_2 точки M . Потрібно побудувати її горизонтальну проекцію (рис.1.3):

– із точки S_2 через точку M_2 проводять пряму (посередник). Вона перетне проекцію B_2C_2 сторони основи в точці N_2 . Відрізок S_2N_2 – фронтальна проекція посередника;

- користуючись вертикальною лінією зв'язку, визначають горизонтальну проекцію N_1 точки N ;
- з'єднують однойменні проекції S_1N_1 прямою лінією, одержують горизонтальну проекцію S_1N_1 посередника;
- із точки M_2 проводять вертикальну лінію зв'язку, що у перетині з горизонтальною проекцією S_1N_1 посередника визначить шукану горизонтальну проекцію M_1 , точки M .

1.3 Розгорнення поверхні піраміди

Розгорнення поверхні багатогранника є плоскою фігурою, що отримана в результаті сполучення всіх його граней із площиною в тім порядку, у якому вони розташовані в багатограннику. Побудова розгорнення багатогранника зводиться до побудови форм його граней у справжніх розмірах. Розгорнення бічної поверхні піраміди отримується у результаті прилеглих один до іншого трикутників із загальною вершиною.

Побудуємо повне розгорнення поверхні неправильної чотирикутної піраміди $SABCD$ (рис. 1.4 а).

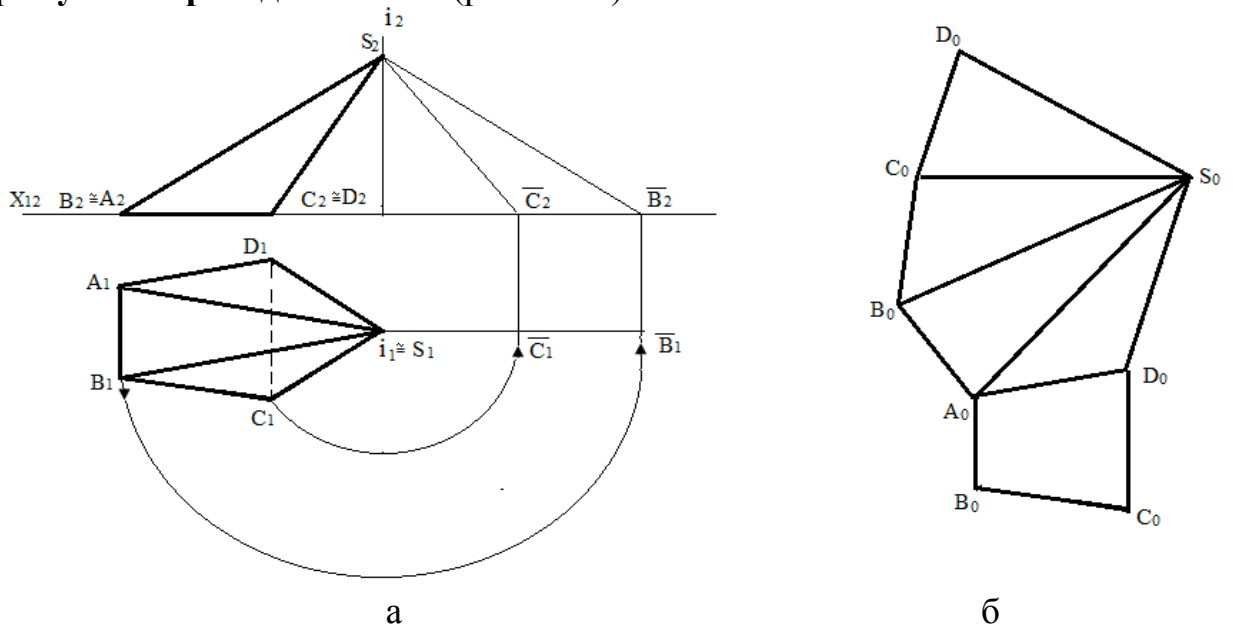


Рис. 1.4 - Розгортка неправильної чотирикутної піраміди

Спочатку потрібно знайти натуральну величину кожного бічного ребра, тому що на комплексному кресленні всі бічні ребра піраміди є лініями загального положення, тобто нахили до площин Π_1 і Π_2 і їхньої проекції не визначають їхню натуральну величину.

Використовують метод обертання:

- проводять через проекцію S_2 вершини піраміди – вісь обертання перпендикулярно до площини Π_1 ;

- обертають горизонтальні проєкції C_1 і B_1 бічних ребер SC і SB піраміди до паралельного положення до осі x_{12} . Отримані точки \bar{C}_1, \bar{B}_1 за допомогою перпендикулярів переносять на вісь x_{12} ;
- точки \bar{C}_2 і \bar{B}_2 з'єднують прямими лініями із точкою S_2 , одержують натуральні величини ребер SC і SB ;
- ребра основи представлені в натуральну величину на горизонтальній проєкції основи;
- при побудові бічної поверхні піраміди застосовують спосіб побудови трикутників по трьох заданих сторонах. Будують трикутники $S_0A_0B_0, S_0B_0C_0, S_0D_0A_0, S_0D_0C_0$ – розгорнення бічної поверхні піраміди;
- для одержання повного розгорнення піраміди добудовують основу піраміди до однієї із сторін бічних граней розгорнення, наприклад до A_0D_0 грані $S_0A_0D_0$. На рис.1.4б наведений приклад повного розгорнення поверхні неправильної чотирикутної піраміди, у основі якої трапеція $ABCD$.

1.4 Проектування призми

Призма – багатогранник, дві грані якого, що є основами, рівні багатокутники з відповідно паралельними сторонами, інші грані, які є бічними – паралелограми. Якщо бічні ребра призми перпендикулярні основі, то призма називається прямою, у протилежному випадку призма називається похилою. Якщо основою прямої призми є правильний багатокутник, то призма називається правильною. У правильній призми всі бічні грані – прямокутники рівні між собою.

Проектування призми. Для проектування призми треба мати задані два елементи – фігуру основи і напрямок ребра, а також положення призми до площин проєкцій.

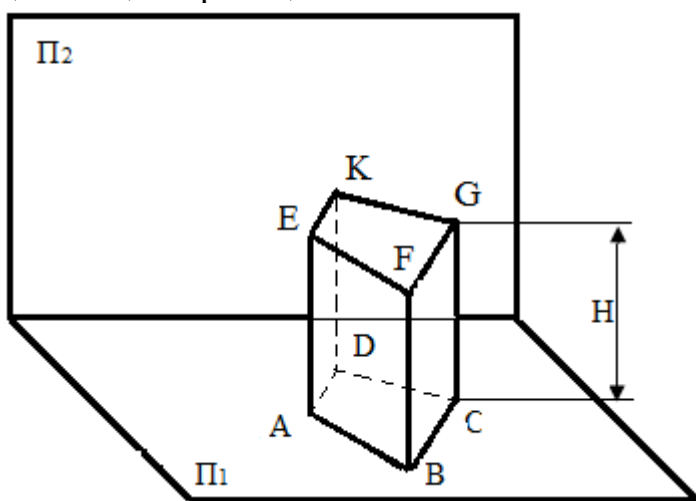


Рис.1.5 – Проектування призми

Дана для проектування пряма призма (рис.1.5), її основа – неправильний чотирикутник, довільно розташований на площині Π_1 . Висота дорівнює H :

- проєктуємо нижню основу, чотирикутник, як плоску фігуру, розташовану в площині Π_1 ;
- проєктуємо бічні ребра, як рівні паралельні відрізки, перпендикулярні площини Π_1 , (рис.1.6);

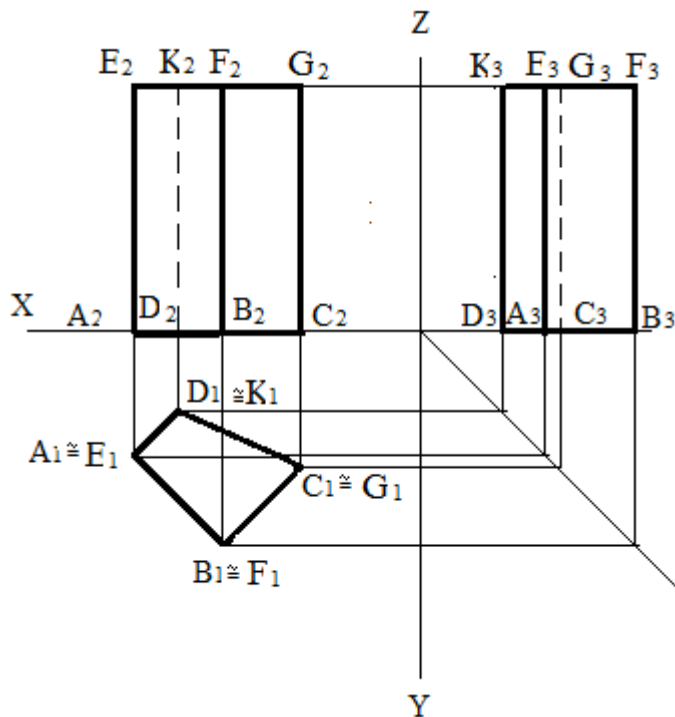


Рис.1.6 – Проекції призми

– проектуємо верхню основу, як фігуру, розташовану в горизонтальній площині рівня і тотожну нижній основі. Для одержання її фронтальної проекції з'єднують прямою лінією проекції $E_2 K_2 F_2, G_2$ кінцевих точок ребер. Горизонтальна проекція зливається з горизонтальною проекцією нижньої основи;

– визначають видимі і невидимі бічні ребра призми і обводять їх відповідними лініями;

– будують третю проекцію на площину Π_3 .

1.5 Точка на поверхні призми

Побудова проекцій довільної крапки, що належить поверхні призми, виконують на основі приналежності крапки до площини (рис.1.7).

На фронтальній проекції $A_2 B_2 E_2 F_2$ бічної грані призми дана фронтальна проекція Q_2 точки Q . Треба побудувати її горизонтальну проекцію:

– із точки A_2 через точку Q_2 проводять пряму (посередник). Він перетне проекцію $E_2 F_2$ – сторону верхньої підстави – у точці M_2 . Відрізок $A_2 M_2$ – фронтальна проекція посередника;

– використовуючи вертикальну лінію зв'язку, визначають горизонтальну проекцію M_1 точки M ;

– з'єднують однойменні проекції A_1 і M_1 прямою лінією, одержують горизонтальну проекцію $A_1 M_1$ посередника;

– із точки M_2 проводять вертикальну лінію зв'язку, що у перетині з горизонтальною проекцією $A_1 M_1$ посередника визначає шукану горизонтальну проекцію Q_1 точки Q .

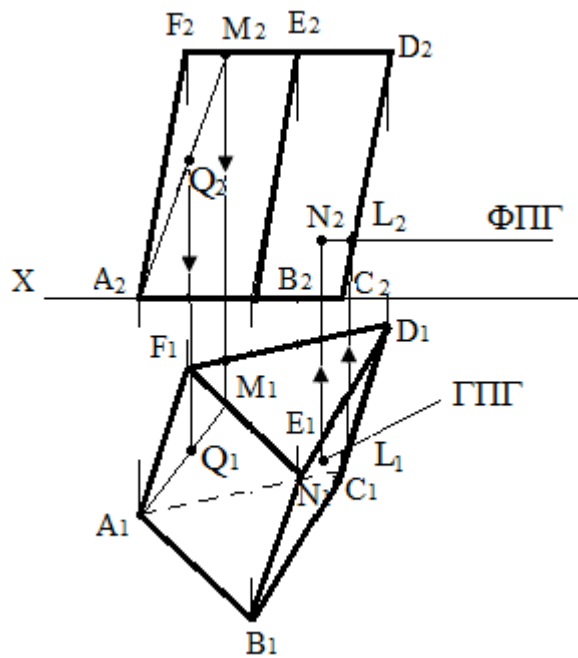


Рис.1.7 – Побудова проекції точки на поверхні призми

На горизонтальній проекції бічної грані $CBED$ тієї ж призми дана горизонтальна проекція N_1 точки N . Потрібно знайти її фронтальну проекцію. Як посередник беремо горизонталь, яка проведена через горизонтальну проекцію N_1 . Фронтальна проекція шуканої точки лежить на фронтальній проекції (ФПГ) горизонталі.

Порядок знаходження фронтальної проекції N_2 точки N зазначений стрілками.

1.6 Розгорнення поверхні призми

Для побудови розгорнення поверхні прямої призми досить точно знати розміри основи і бічного ребра. На комплексному кресленні дані проекції прямої чотирикутної призми (рис.1.8 а). У цьому випадку

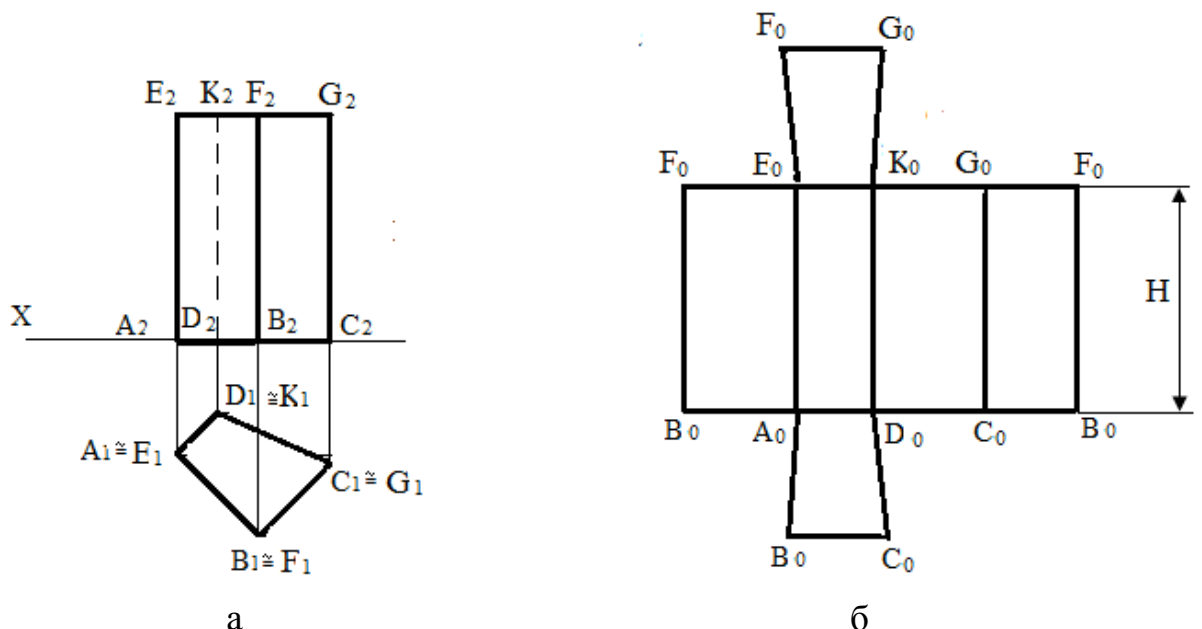


Рис.1.8 - Розгорнення поверхні призми

не потрібно визначати розміри основи і бічного ребра. Основа і бічні ребра призми виявлені в натуральну величину. Фронтальна проекція виявляє величину бічних ребер, а горизонтальна – основу.

Порядок побудови розгорнення поверхні призми (рис.1.8 б):

- проводять горизонтальну лінію i на ній відкладають сторони основи – відрізки $B_o A_o = A_1 B_1$ $A_o D_o = A_1 D_1$ $D_o C_o = C_1 D_1$ $C_o B_o = B_1 C_1$
- на перпендикулярах, проведених із точок A_o, B_o, C_o, D_o, A_o , відкладають висоту H призми;
- через точки E_o, F_o, G_o, K_o, E_o проводять пряму лінію. Прямокутник $B_o F_o G_o B_o$ є розгорненням бічної поверхні призми. Для одержання повного розгорнення пристроюють до відповідних сторін бічного розгорнення основи (верхнє і нижнє), одержують повне розгорнення поверхні призми по заданих її проекціях.

1.7 Проектування прямого кругового циліндра

Циліндрична поверхня утвориться рухом прямої лінії по замкнутій кривій, залишаючись паралельною заданому напрямку.

Циліндром називається тіло, обмежене частиною циліндричної поверхні і двома фігурами перетину, площинами, що перетинають всі утворюючі. Циліндрична частина поверхні називається бічною поверхнею циліндра. Плоскі фігури перетину називаються основами.

Перетин називається нормальним, якщо січна площина перпендикулярна утворюючої циліндричної поверхні. Якщо, нормальний перетин є кругом, циліндр називається круговим.

Якщо через ось обертання циліндра i провести площину, то вона перетне поверхню циліндра по прямокутнику (рис.1.9), який називається **меридіаном**. Одна сторона прямокутника дорівнює діаметру основи, а інша – висоті H (утворюючої) циліндра.

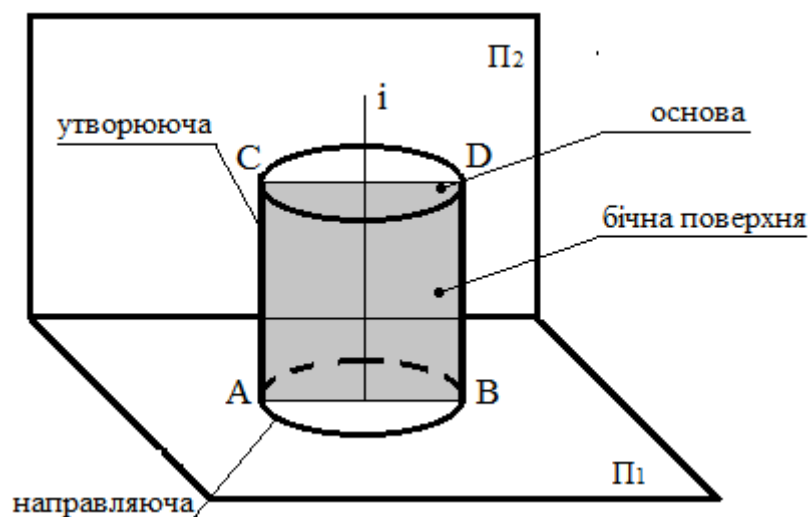


Рис.1.9 – Циліндр обертання

Для проектування прямого кругового циліндра потрібно мати його розміри (висоту H і діаметр D) і знати його положення щодо площин проєкцій.

У тих випадках, коли ось i обертання циліндра перпендикулярна до площини проєкції, його проєкцією на цю площину буде коло, діаметр якого дорівнює діаметру D кола основи, а на іншу площину проєкцій – прямокутник, дві сторони якого дорівнюють діаметру D основи циліндра, а дві інші – висоті H – утворюючої.

При побудові циліндра треба дотримуватися наступного порядку: спочатку проєктують дві основи циліндра, а потім дві контурні утворюючі.

Проєкування прямого кругового циліндра

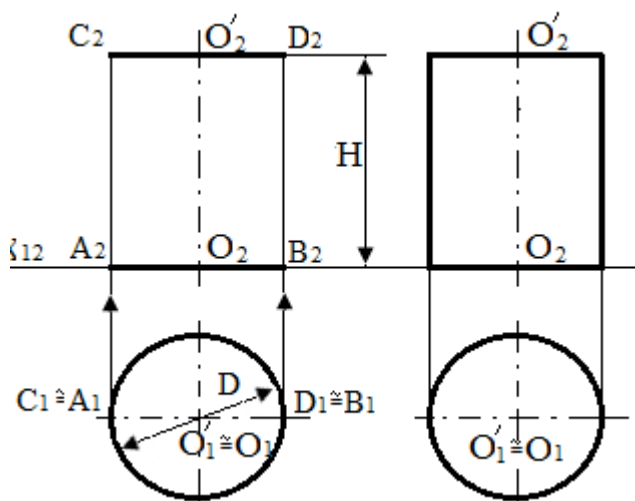


Рис.1.10 – Проєкції прямого кругового циліндра

Основа циліндра розташована в площині Π_1 , (рис.1.10):

- проєктують нижню основу – коло, як фігуру, розташовану в площині Π_1 . Горизонтальна проєкція – коло, фронтальна – відрізок прямої на осі x_{12} ;

- проєктують верхню основу – коло, як фігуру, паралельну нижній основі. Фронтальна проєкція – відрізок прямої, паралельний однойменній

проєкції нижній основі. Горизонтальна проєкція верхньої основи зливається з горизонтальною проєкцією нижньої основи;

- проєкування контурних утворюючих. З'єднують прямими лініями точки A_2 із C_2 і B_2 із D_2 , одержують фронтальні проєкції контурних утворюючих. Горизонтальні проєкції $A_1 \approx C_1$ і $B_1 \approx D_1$ – точки, розташовані на проєкціях основ. У результаті одержуємо проєкції прямого кругового циліндра.

1.8 Знаходження точок на поверхні циліндра

На рис.1.11 наведене проєкування точки A на циліндричній поверхні і точки B – на верхній основі циліндра.

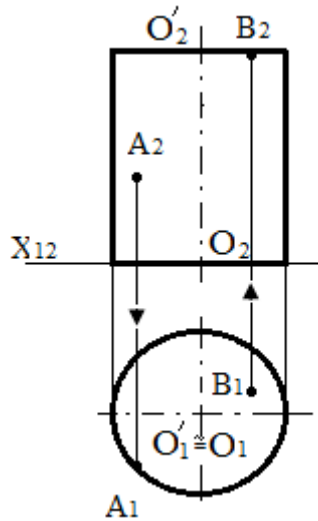


Рис.1.11 - Проекції точок на циліндрі.

1.9 Розгортка поверхні прямого кругового циліндра

Розгортка поверхні прямого кругового циліндра – плоска фігура, складена з розгорнутої в площину бічної циліндричної поверхні – прямокутника, одна сторона якого дорівнює висоті H циліндра, а інша – довжині πD кола основи, і із двох основ – кіл, діаметр яких дорівнює діаметру кола – основи циліндра (рис.1.12).

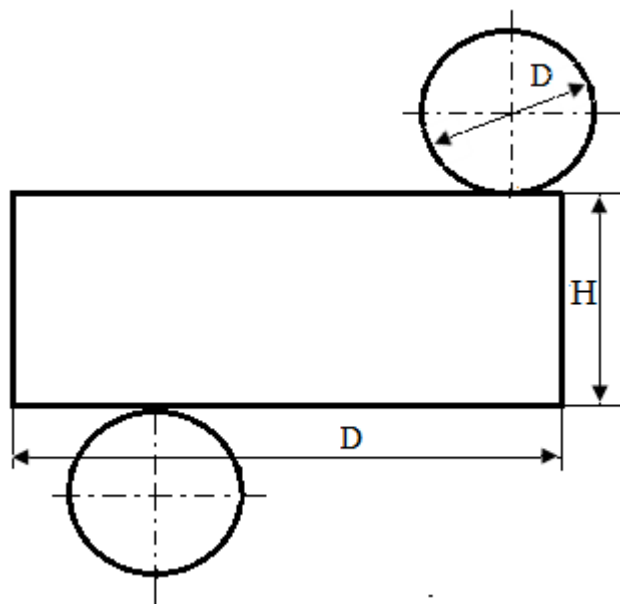


Рис.1.12 – Розгортка циліндра

1.10 Проектування прямого кругового конуса

Конічна поверхня утвориться рухом прямої лінії - утворюючої, яка проходить через нерухому точку – вершину, що рухається по замкнутій кривій - колу.

Конусом називається тіло, обмежене частиною конічної поверхні і фігурою перетину, площиною, що перетинає всі утворюючі.

Нерухома точка конічної поверхні є вершиною конуса.

Частина поверхні називається бічною поверхнею конуса. Плоска фігура перетину називаються основою.

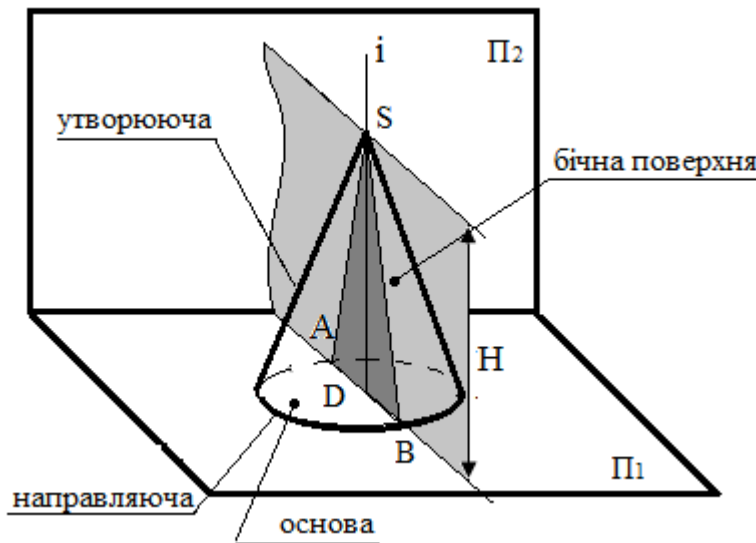


Рис.1.13 – Конус

Перетин називається нормальним, якщо січна площина перпендикулярна осі конуса. Якщо, нормальний перетин є колом, конус називається круговим.

Утворення прямого кругового конуса наведено на рис.1.13. Якщо через вісь обертання i провести площину, то вона перетне поверхню конуса по двох утворюючих і діаметру основи. Отриманий рівнобедрений трикутник називають **меридіальним** перетином. Для проектування конуса досить мати дані двох його параметрів – висоту H та діаметр D основи. У тих випадках, коли вісь обертання прямого кругового конуса перпендикулярна до площини проєкцій, його проєкція на цю площину – коло, діаметр якого дорівнює діаметру D кола основи, а на іншу площину проєкцій – рівнобедрений трикутник, основа якого дорівнює діаметру кола – основи, а сторони – довжині утворюючої.

При проектуванні прямого кругового конуса варто починати із проєкції основи, потім на прямій, проведеної із центра основи, визначають

фронтальну проекцію S_2 – вершину конуса S , яку з'єднують прямими лініями із фронтальною проекцією основи.

Проектування прямого кругового конуса.

Основа конуса розташована в площині Π_1 , діаметр D ; висота H (рис.1.14):

– проектують основу конуса – коло, як фігуру, що лежить у площині Π_1 . Горизонтальна проекція – коло, діаметр якого дорівнює діаметру основи, фронтальна проекція основи – відрізок, який дорівнює діаметру кола і лежить на осі x_2 ;

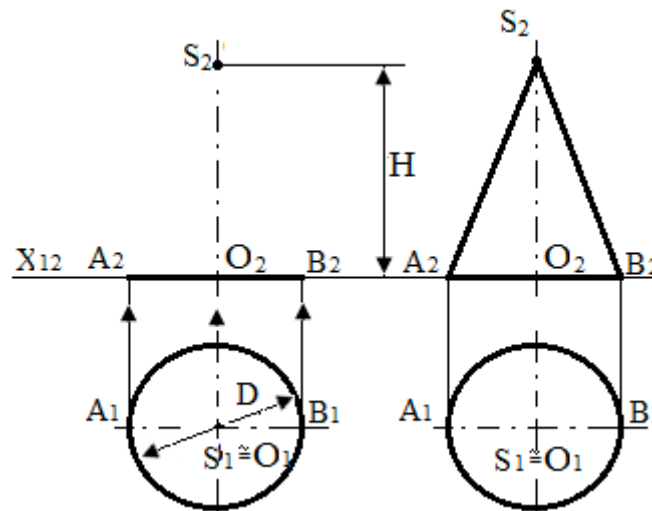


Рис.1.14 – Проектування конуса

– проектують вершину S конуса, як точку, що знаходиться в просторі. Із точки O_1 проводять пряму лінію перпендикулярно до фронтальної проекції основи і на ній від точки O_2 відкладають відрізок O_2S_2 , що дорівнює H – висоті конуса;

– точка S_2 – фронтальна проекція вершини S ;

– горизонтальна проекція – точка S_1 збігається із проекцією O_1 , центра основи;

– проектують контурні утворюючі. З'єднують прямими лініями точку S_2 із точками A_2 і B_2 , одержують фронтальну проекцію утворюючих, отже, і фронтальну проекцію конуса.

Горизонтальні проекції контурних утворюючих не зображуються.

1.11 Точки на поверхні конуса

Точка – на конічній поверхні (рис.1.15). Дано фронтальну проекцію A_2 точки A .

Як посередник беруть утворюючу конуса. Через фронтальну проекцію A_2 проводять пряму – фронтальну проекцію утворюючої S_2M_2 , потім знаходять її горизонтальну проекцію S_1M_1 .

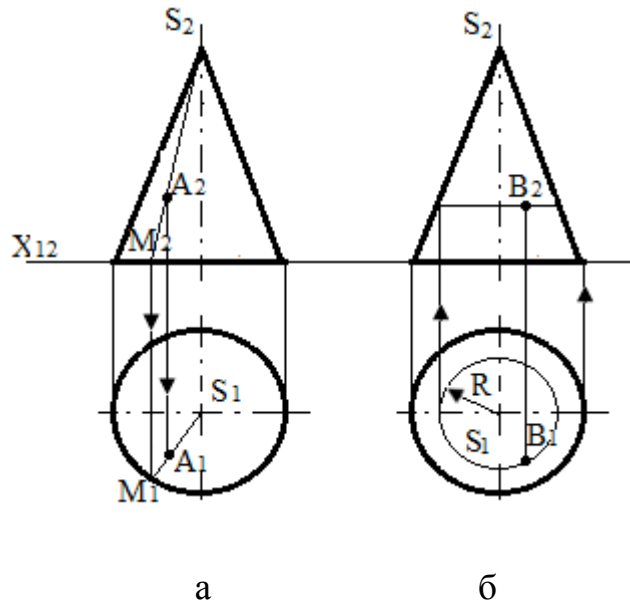


Рис.1.15 – Знаходження проекцій точок на поверхні конуса

Із фронтальної проекції A_2 проводять вертикальну лінію зв'язку до перетину з горизонтальною проекцією S_1M_1 утворюючою в точці A_1 , яка буде горизонтальною проекцією точки A (рис.1.15а). На рис.1.15б наведено знаходження відсутньої фронтальної проекції B_2 . Як посередник взята паралель конуса. Через горизонтальну проекцію B_1 точки B вводять коло, горизонтальну проекцію паралелі радіусом $R = S_1B_1$, потім знаходять її фронтальну проекцію. Із точки B_1 проводять вертикальну лінію зв'язку до фронтальної проекції паралелі, одержують відсутню фронтальну проекцію B_2 точки B .

1.12 Розгортка поверхні прямого кругового конуса

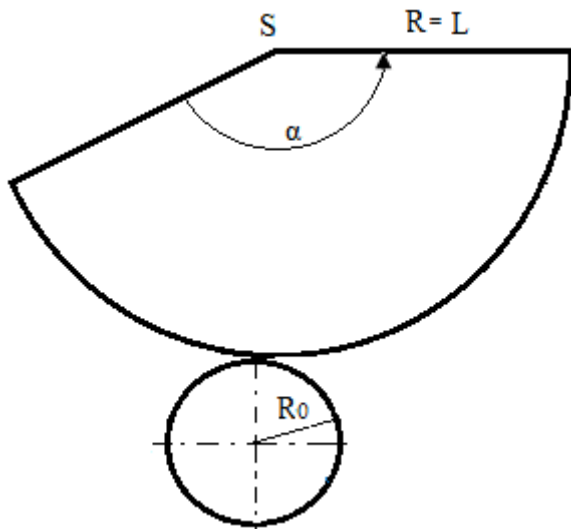


Рис.1.16 – Розгортка конуса

Розгортка – плоска фігура, складена із кругового сектора і кола, діаметр якого дорівнює діаметру основи конуса. Сторона сектора є утворюючою конуса, а довжина дуги сектора дорівнює довжині кола основи конуса.

Кут α сектора визначається за формулою $\alpha = 360R_0/L$, де R_0 радіус кола основи конуса; L – утворююча бічної поверхні конуса.

При побудові розгортки повної поверхні конуса дотримуються наступного порядку:

- будують розгортку бічної поверхні (сектора) конуса, розрізаючи його по утворюючій;
- добудовують основу (коло) до бічного розгорнення (дуги сектора).

2 ПЕРТИН ГЕОМЕТРИЧНИХ ТІЛ ПЛОЩИНОЮ, ЗНАХОДЖЕННЯ ПЛОЩИН ПЕРЕТИНУ

Перетином поверхні площиною називається плоска фігура, точки якої одночасно належать як пересічній поверхні, так і січній площині.

Площини, які утворюють перетин, називають **січними**, а фігури, отримані в результаті перетину багатогранної або кривої поверхні – **перетином** або **фігурою перетину**.

Площина, перетинаючи поверхню багатогранника, утворює фігуру перетину – **багатокутник**, число сторін якого відповідає числу граней пересічних площиною. Вершинами такого багатокутника є точки перетину ребер багатогранника із січною площиною, а сторонами – прямі лінії перетину граней із січною площиною. Площина, перетинаючи криві поверхні, у загальному випадку утворює **криволінійну фігуру** (коло, еліпс і т.п.).

– з'єднують отримані точки $1_0, 2_0, 3_0, 4_0$ відрізками прямих, одержують лінію (ламану) перетину, що розділяє бічне розгорнення на дві частини (рис.2.2).

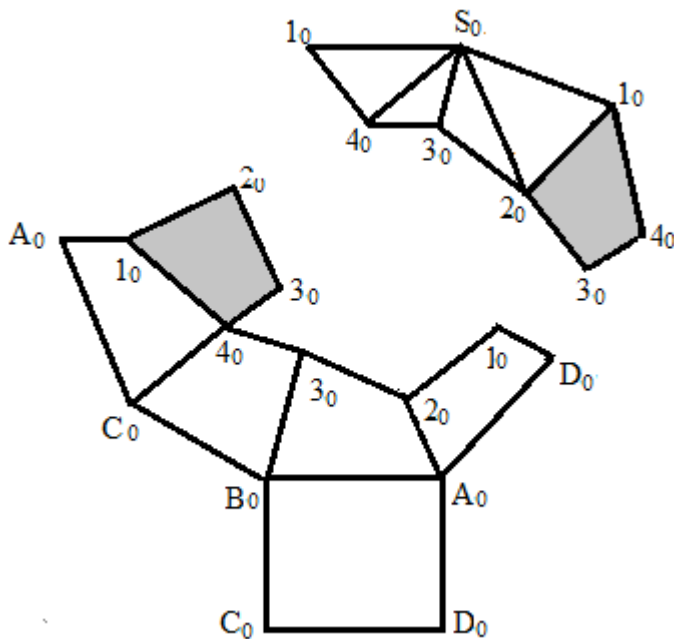


Рис.2.2 – Розгортки частин розсіченої піраміди

Побудова повних розгорнень поверхонь, що залишилася і відсіченої частини піраміди. Знаходять натуральний вид фігури перетину $(\bar{1}_1\bar{2}_1\bar{3}_1\bar{4}_1)$ способом плоскопаралельного переміщення. Роз'єднують на дві частини бічну поверхню піраміди $(\bar{1}_1\bar{2}_1\bar{3}_1\bar{4}_1)$ по лінії перетину $1_0 2_0 3_0 4_0$. До частини розгорнення, що залишилася, добудовують основу піраміди (квадрат), а до відповідного відрізку лінії перетину, наприклад до $1_0 4_0$, – натуральну величину фігури перетину . До відсіченої частини бічного розгорнення добудовують до відповідного відрізку лінії перетину, наприклад до $1_0 2_0$, тільки натуральну величину фігури перетину (рис. 2.2)

2.2 Перетин багатогранника – прямої трикутної призми фронтально проектуючою площиною δ (рис. 2.3).

Фронтальна проекція $1_2 2_2 3_2$ трикутника-перетину перетвориться у відрізок прямої, що збігається із фронтальною проекцією δ_2 площини δ . Тому що бічні ребра призми є горизонтально проектуєчими прямими, то горизонтальні проекції $1_1 2_1 3_1$, вершин трикутника-перетину збігаються з горизонтальними проекціями бічних ребер. Профільна проекція $1_3 2_3 3_3$

трикутника-перетину визначається за допомогою горизонтальних ліній зв'язку.

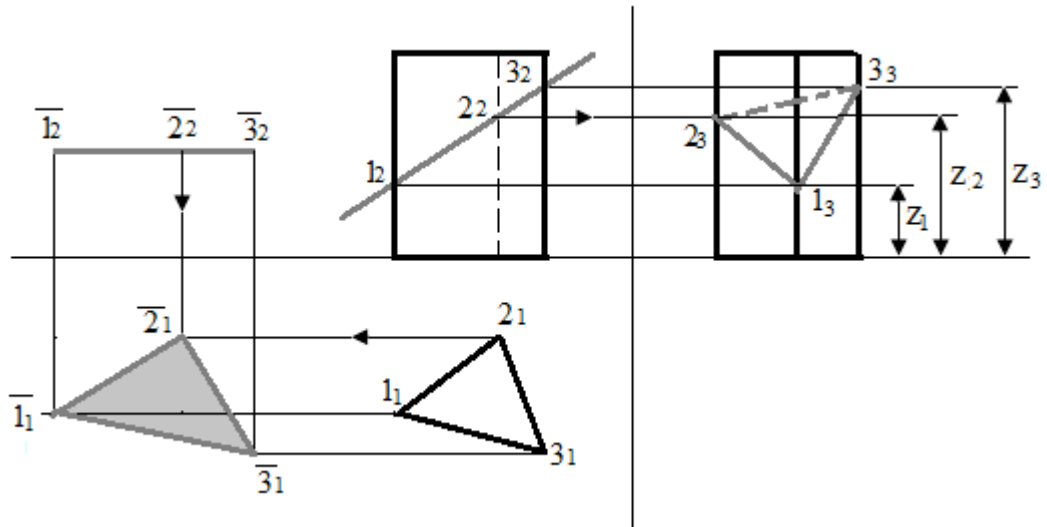


Рис.2.3 - Перетин призми із фронтально проектуючою площиною δ .

Натуральний вид фігури перетину – трикутника $1_1 2_1 3_1$, знаходять способом плоско паралельного переміщення.

Лінія перетину на розгорненні призматичної поверхні призми (рис.2.4).

У цьому випадку бічні ребра і сторони основи призми на комплексному кресленні визначені в натуральну величину. Будують повне розгорнення поверхні піраміди. Користуючись розмірами z_1, z_2, z_3 , на розгорнення бічної поверхні призми наносять точки $1_0, 2_0, 3_0, 1_0$ перетину ребер призми із січною площиною δ .

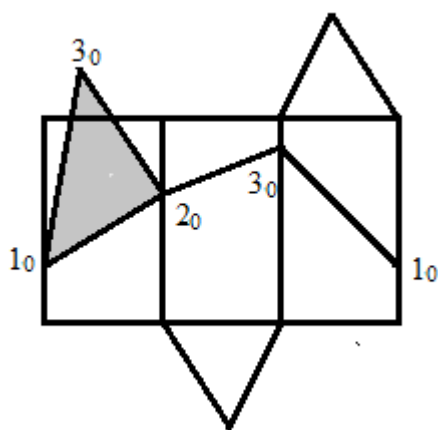


Рис.2.4 – Розгортка усіченої трикутної призми фронтально проектуючою площиною δ .

Отримані точки $1_0, 2_0, 3_0, 1_0$ послідовно з'єднують прямими лініями, одержують ламану лінію $1_0 2_0 3_0 1_0$, яка є лінією перетину.

До одного з відрізків лінії перетину, наприклад $1_0 2_0$, добудовують трикутник $1_0 2_0 3_0$ – натуральну величину фігури перетину. У результаті одержуємо розгорнення усіченої трикутної призми фронтально проектуючою площиною δ .

2.3 Перетин тіла обертання - кругового циліндра площиною

Перетин прямого кругового циліндра площиною. При перетині циліндричної поверхні площиною можна одержати різні лінії перетину:

- пари паралельних прямих, якщо січна площина паралельна осі обертання циліндра (рис.2.5 а);
- коло, якщо січна площина перпендикулярна до осі обертання циліндра (нормальний перетин) (рис.2.5 б);
- еліпс, якщо січна площина похила до осі обертання і перетинає всі утворюючі циліндра (рис.2.5 в).

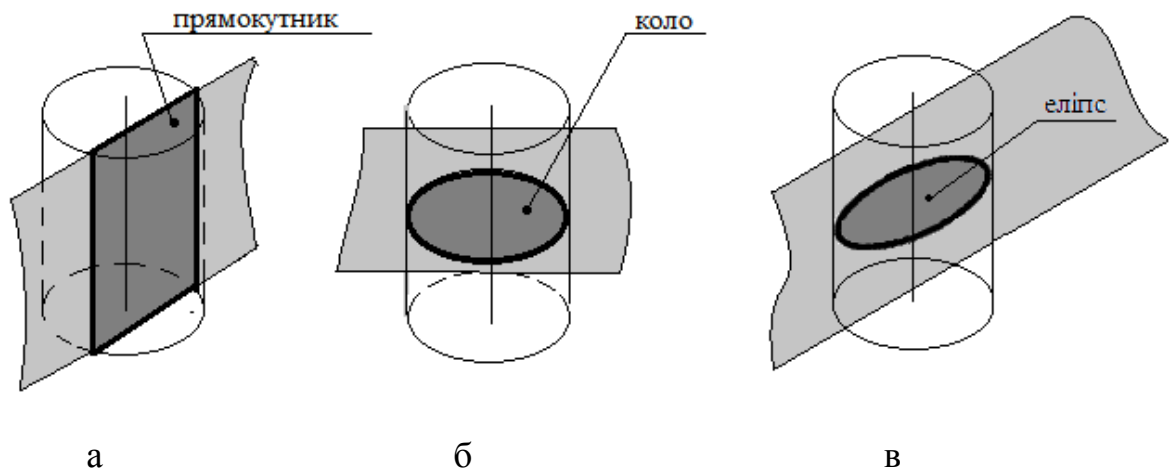
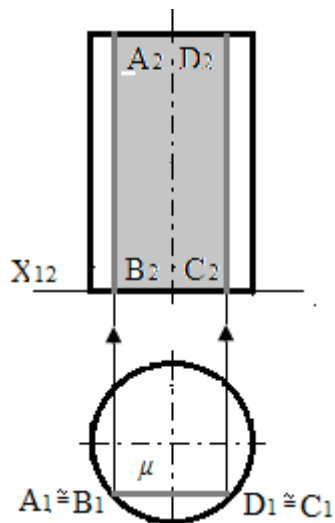


Рис.2.5 - Перетин прямого кругового циліндра площиною



Січна площина μ (рис.2.6) перетинає поверхню циліндра по двох паралельних прямих AB і CD (утворюючим) і по двох паралельних прямих AD і BC (хордам основ циліндрів). Фігура перетину – прямокутник $ABCD$. Фронтальна проекція $A_2B_2C_2D_2$ є натуральною величиною фігури перетину.

Рис.2.6 - Перетин прямого кругового циліндра фронтальною площиною рівня.

Побудова проєкцій лінії перетину циліндричної поверхні із фронтально проєктуючою площиною (рис.2.7). Ось циліндра

перпендикулярна до площини проєкцій Π_2 . Площина δ перетинає всі утворюючі циліндра.

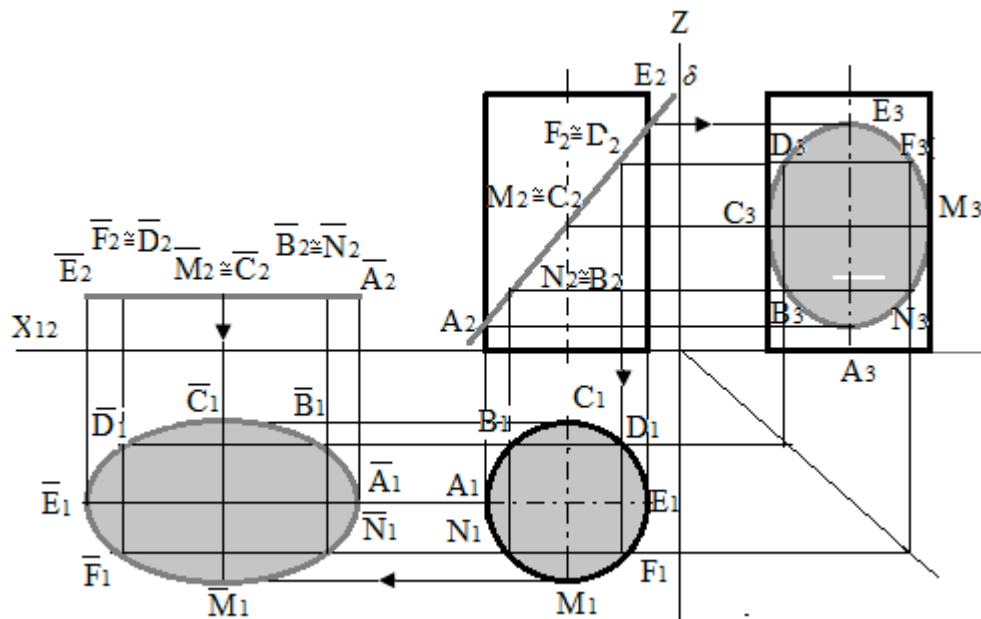


Рис.2.7 - Побудова проєкцій лінії перетину циліндричної поверхні із фронтально проєктуючою площиною

У дійсності перетин є еліпсом. Фронтальна проєкція лінії перетину (еліпс) перетвориться у відрізок прямої, що збігається із фронтальною проєкцією δ_2 площини δ у межах фронтальної проєкції циліндра. Тому що циліндрична поверхня є горизонтально проєктуючою, то горизонтальна проєкція перетину збігається з колом – горизонтальною проєкцією циліндричної поверхні. Для побудови профільної проєкції, а також для побудови розгорнення лінії перетину на бічній поверхні циліндра на проєкціях проводять рівномірно розташовані утворюючі. У цьому випадку проведено вісім утворюючих, горизонтальні проєкції яких є точками ($A_1 B_1 C_1 \dots N_1$) віддаленими друг від друга на однакові відстані. Профільну проєкцію одержують за допомогою горизонтальних ліній зв'язку, що ясно з комплексного креслення. У тому випадку, якщо площина δ нахилена до площини Π_1 , під кутом 45° , профільна проєкція еліпса буде колом. Більша ось еліпса дорівнює відрізку $A_2 B_2$ – фронтальній проєкції; мала вісь – відрізку $C_1 M_1$ – діаметру основи циліндра. Побудова проєкцій лінії перетину варто починати з опорних точок A, E, C, M , а потім переходити до проміжних – B, D, F, N , що знаходяться між ними. Натуральний вид і величину фігури перетину можна знаходити або способом плоскопаралельного переміщення або відомою побудовою з геометричного креслення по великій і малій осях.

Лінія перетину на розгорненні бічної поверхні циліндра (рис.2.8). Будують повне розгорнення поверхні циліндра. На розгорненні бічної поверхні наносять вісім утворюючих.

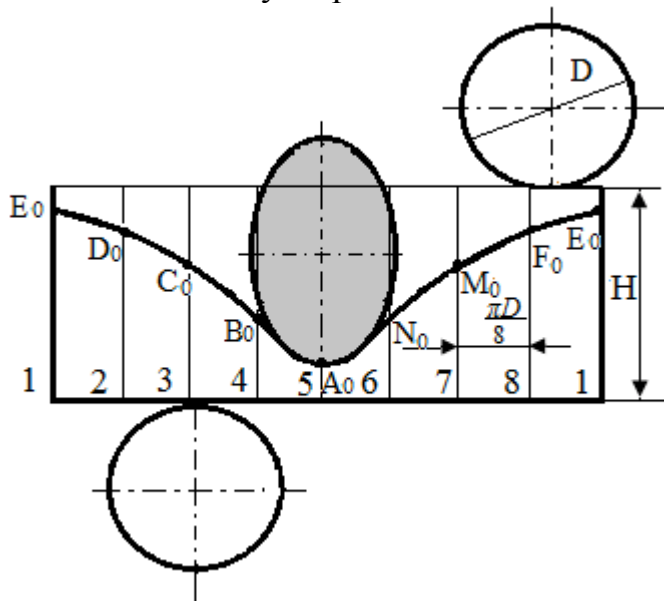


Рис.2.8 - Лінія перетину на розгорненні бічної поверхні циліндра

На цих утворюючих від точок 1,2,3,4, ... відкладають узяті із фронтальної проєкції відрізки, що дорівнюють Ax_{12} , Vx_{12} , Cx_{12} ..., одержують точки A_0 , B_0 , C_0 , ... – які послідовно з'єднують кривою лінією, що є розгорненням лінії перетину. Вона є синусоїдою. Для одержання повного розгорнення нижньої відсіченої частини циліндра до лінії перетину добудовують еліпс – дійсну величину фігури перетину.

2.4 Перетин прямого кругового конуса площиною

При перетині поверхні конуса обертання площиною можна одержати всі види кривих другого порядку (конічні перетини): **еліпс**, якщо січна площина не паралельна ні однієї з його утворюючих, тобто перетинає всі утворюючі; окремий випадок еліпса – **коло**; **параболу**, якщо січна площина паралельна тільки однієї утворюючої; **гіперболу**, якщо січна площина паралельна двом утворюючим, зокрема, коли січна площина паралельна осі обертання конуса .

Якщо січна площина проходить через вершину конуса, то в перетині виходить пара прямих. Якщо січна площина перпендикулярна до осі обертання конуса, то в перетині виходить **коло**.

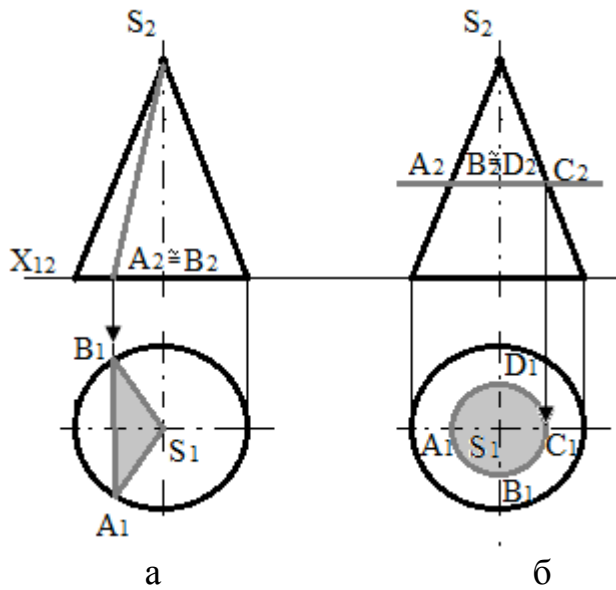


Рис.2.9 - Перетин прямого кругового конуса

На рис.2.9 дані комплексні креслення перетину прямого кругового конуса обертання: *a* – січна площина δ проходить через вершину; *б* – січна площина λ перпендикулярна до осі обертання.

Перетин конуса. Побудова проєкцій лінії перетину поверхні конуса обертання із фронтально проєктуючою площиною δ . У цьому випадку фронтально проєктуюча площина δ перетинає всі утворюючі конуса, отже, фігурою перетину буде **еліпс** (рис.2.10). Фронтальна проєкція A_2B_2 , еліпса зливається із проєкцією δ_2 площини δ , тобто відрізком прямої A_2B_2 , у межах фронтальної проєкції конуса. Більша вісь AB еліпса паралельна площині Π_2 (є фронтальною), тому не викривлюється при проєктуванні на площину Π_2 . Вона дорівнює фронтальній проєкції A_2B_2 . Горизонтальна проєкція буде еліпсом. Мала вісь CD еліпса є фронтально проєктуючою прямою (перпендикулярною до площини Π_2), вона проєктується на площину Π_2 у точку $D_2=O_2=C_2$, що розділяє відрізок A_2B_2 (більшу вісь) навпіл (точка O_2 – центр еліпса), і на площину Π_1 , проєктується без перекручування.

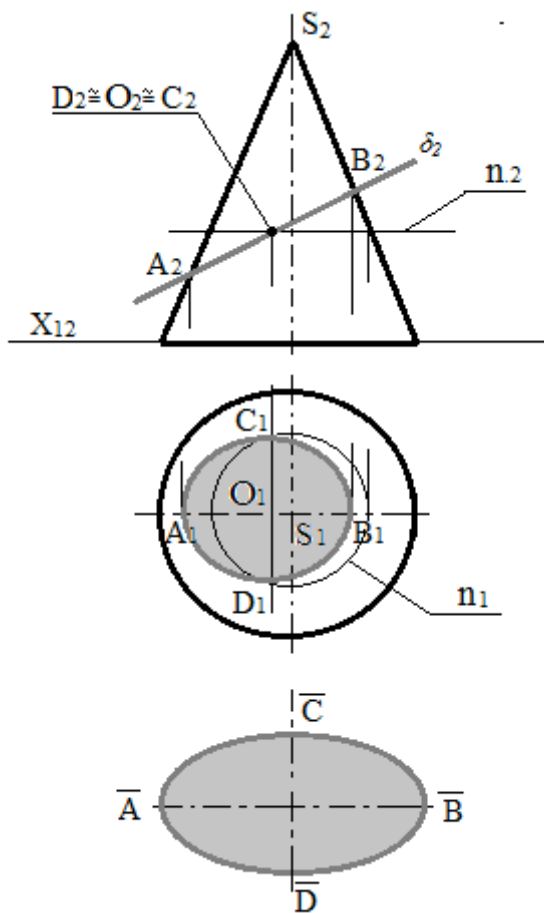


Рис.2.10 - Перетин поверхні конуса із фронтально проектуючою площиною

Щоб побудувати горизонтальну проекцію C_1D_1 малої осі, проводять пряму через точку O_2 , приймаючи її за фронтальну проекцію n_2 паралелі. Потім будують її горизонтальну проекцію n_1 (коло) і на ній знаходять горизонтальну проекцію C_1D_1 малої осі еліпса. Хорда C_1D_1 є малою віссю еліпса в її натуральну величину. Точки A_2 , B_2 , C_1 , D_1 – характерні точки. Горизонтальну проекцію еліпса-перетину будують по проекціях його осей A_1B_1 і C_1D_1 . Натуральний вид еліпса будують по відомих його осях (більша вісь дорівнює A_2B_2 мала – C_1D_1).

Побудова розгортки прямого кругового конуса, на бічній поверхні якого ліній перетину еліпс. Припустимо, що конічна поверхня розрізана по утворюючій, що проходить через точку A рис.2.11.

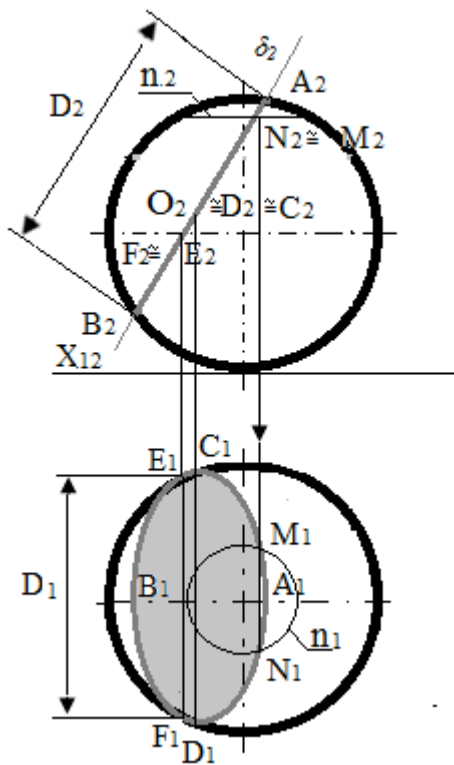
Будують повне розгорнення прямого кругового конуса. Розділяють горизонтальну проекцію основи конуса на рівні частини, наприклад на вісім (у даному прикладі через симетричність фігури розділена половина основи).

Проводять утворюючі на фронтальній проекції конуса і на його бічному розгорненні. Визначають натуральні відстані точок A , M , N , ..., B від основи конуса. Для цього кожен точку фронтальної проекції еліпса переміщують паралельно осі x_{12} на утворюючу $\bar{S}_2\bar{S}_2$ конуса, що є натуральною величиною, одержують частини утворюючих $\bar{S}_2\bar{A}_2, \bar{S}_2\bar{M}_2, \bar{S}_2\bar{N}_2$, які переносять на утворюючі бічного розгорнення, одержують точки A_0 , M_0 , E_0 , .. – лінії перетину; потім точки A_0 , M_0 , E_0 , ... з'єднують кривою лінією, одержують розгорнуту ліній перетину.

Площина перетинає поверхню кулі по колу. При перетині поверхні кулі площинами рівня, проекція лінії перетину на одній площині проєкцій є **відрізком прямої**, яка збігається із проєкцією площини, а на іншій – **колом** (рис.2.12).

Якщо поверхня кулі перетинає проєктуюча площина, то одна проєкція лінії перетину **буде відрізком прямої**, а інша - **еліпсом**.

Перетин поверхні кулі із фронтально проєктуючою площиною δ (рис.2.13).



Лінія перетину – коло, фронтальна проєкція якого збігається із проєкцією δ_2 площини δ , тобто відрізок A_2B_2 прямої AB у межах фронтальної проєкції кулі.

Побудова горизонтальної проєкції – еліпса починають із опорних точок. Сама вища точка фігури перетину – точка $A(A_1 A_2)$, сама нижча точка – $B(B_1 B_2)$. Горизонтальна проєкція A_1B_1 відрізка AB – мала вісь еліпса. Середина фронтальної проєкції A_2B_2 – точка O_2 є фронтальною проєкцією центра кола лінії перетину. Відрізок A_2B_2 – натуральна величина D_1 , діаметра кола перетину. Натуральний вид фігури

Рис.2.13 - Перетин поверхні кулі із фронтально проєктуючою площиною

перетину може бути побудований як коло з діаметром D_1 , без додаткових побудов.

Горизонтальна проєкція O_2 визначається за допомогою вертикальної лінії зв'язку. Горизонтальна проєкція C_1D_1 , великої осі еліпса дорівнює діаметру D_1 . На напрямку вертикальної лінії зв'язку від точки O_1 , відкладають відрізки $A_2O_2 = O_2B_2$, одержують проєкцію C_1D_1), – **великої осі** еліпса. Маючи осі еліпса, його можна побудувати.

Потім будують проєкції точок E і F видимості, які розділяють горизонтальну проєкцію еліпса на видиму й невидиму частини. Фронтальні проєкції E_2 і F_2 цих точок знаходяться у перетині проєкції δ_2 площини δ з проєкцією $\mathcal{E}k_2$ екватора, а горизонтальні проєкції E_1 і F_1 , на

горизонтальній проекції \mathcal{E}_1 , екватора. У точках E_1 і F_1 , еліпс повинен торкатися горизонтальної проекції екватора. Можна додатково побудувати проміжні точки, наприклад M і N , за допомогою паралелі n . Побудова на комплексному кресленні показана лініями із вказівкою напрямку стрілками.

2.6 Знаходження точок перетину прямої лінії з геометричними тілами

При перетині прямої з будь якою поверхнею поступають наступним чином:

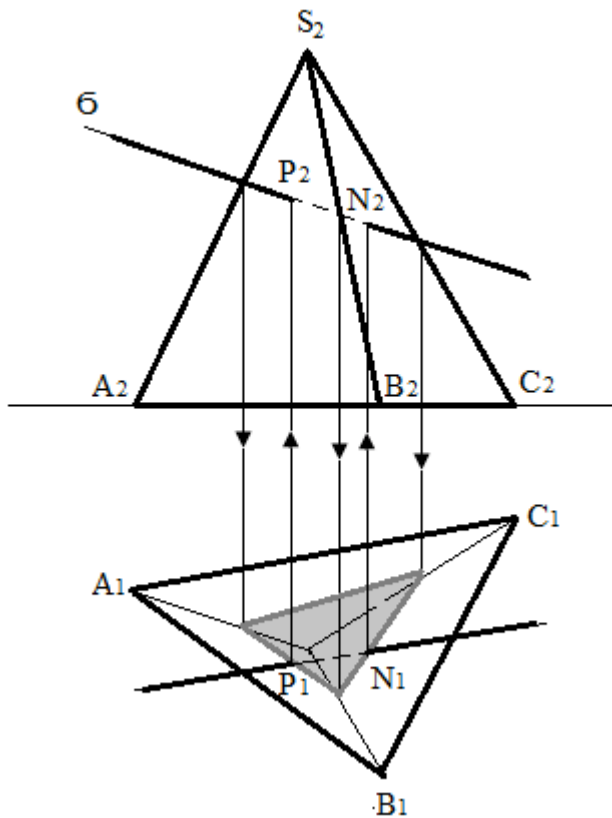


Рис.2.14 – Перетин прямої з пірамідою

- проводять через дану пряму допоміжну січну площину(рис.2.14);
- будують лінію перетину допоміжної площини з даною поверхнею;
- визначають точки перетину отриманої лінії перетину з даною прямою, зазвичай в якості допоміжної площини приймають проєціюючу площину. Тому що в цьому випадку побудова лінії перетину поверхні значно спрощується та отримують прості перетини.

3 ПОБУДОВА ЛІНІЇ ВЗАЄМНОГО ПЕРЕТИНУ ГЕОМЕТРИЧНИХ ТІЛ

Конструкція деталей є сполученням різних геометричних поверхонь – призматичних, пірамідальних, циліндричних, конічних та ін. При перетині таких поверхонь виходять плоскі або просторові криві або ламані лінії.

Для побудови таких ліній перетину поверхонь варто знаходити точки, одночасно приналежні пересічним поверхням. У загальному випадку для побудови цих точок застосовують спосіб поверхонь-посередників. Дані поверхні перетинають допоміжною поверхнею-посередником, одержують лінії перетину посередника з кожною поверхнею. Перетини цих ліній дають загальні точки, що належать лінії перетину.

Загальна лінія перетину має характерні (опорні) точки, з них і варто починати побудову лінії перетину. До цих точок відносяться: точки, розташовані на контурних утворюючих поверхонь, що визначають границі видимості; крайні точки лінії перетину; крайні праві й ліві, найвищі й найнижчі. Всі інші точки перетину є проміжними.

Основні способи побудови ліній перетину поверхонь. У більшості випадків як поверхні-посередники застосовують або площини, або сфери. У результаті одержують два основних способи: **спосіб допоміжних площин і спосіб допоміжних сфер.**

Спосіб допоміжних сфер має два випадки:

– перший випадок, коли сфери мають один загальний центр, він називається способом концентричних сфер;

– другий випадок, коли сфери мають різні центри, він називається способом ексцентричних сфер.

Розглянемо перший випадок, як найбільше часто застосовуваний.

Спосіб паралельних допоміжних площин застосовують тоді, коли допоміжні паралельні площини, перетинаючи поверхні, дають у перетині поверхонь такі лінії, як прямі й коло.

Спосіб концентричних допоміжних сфер застосовують тоді, коли осі поверхонь обертання перетинаються і паралельні однієї із площин проєкцій.

3.1 Знаходження лінії взаємного перетину поверхонь багатогранників

Перетин поверхонь багатогранників дає ламані лінії, які є відрізками лінії перетину граней одного багатогранника з іншим. Положення одного багатогранника стосовно іншого може бути досить різноманітним. Залежно від цього і різні лінії перетину. У тому випадку, якщо один багатогранник «проходить» скрізь інший, такий перетин називають

повним перетином, у результаті виходять дві замкнуті плоскі ламані лінії перетину (рис.3.1а).

У тому випадку, якщо один багатогранник як би «врізається» в інший, не перетинаючи всю її поверхню (рис.3.1б), такий перетин називають неповним перетином, у результаті одержують одну замкнуту просторову ламану лінію перетину.

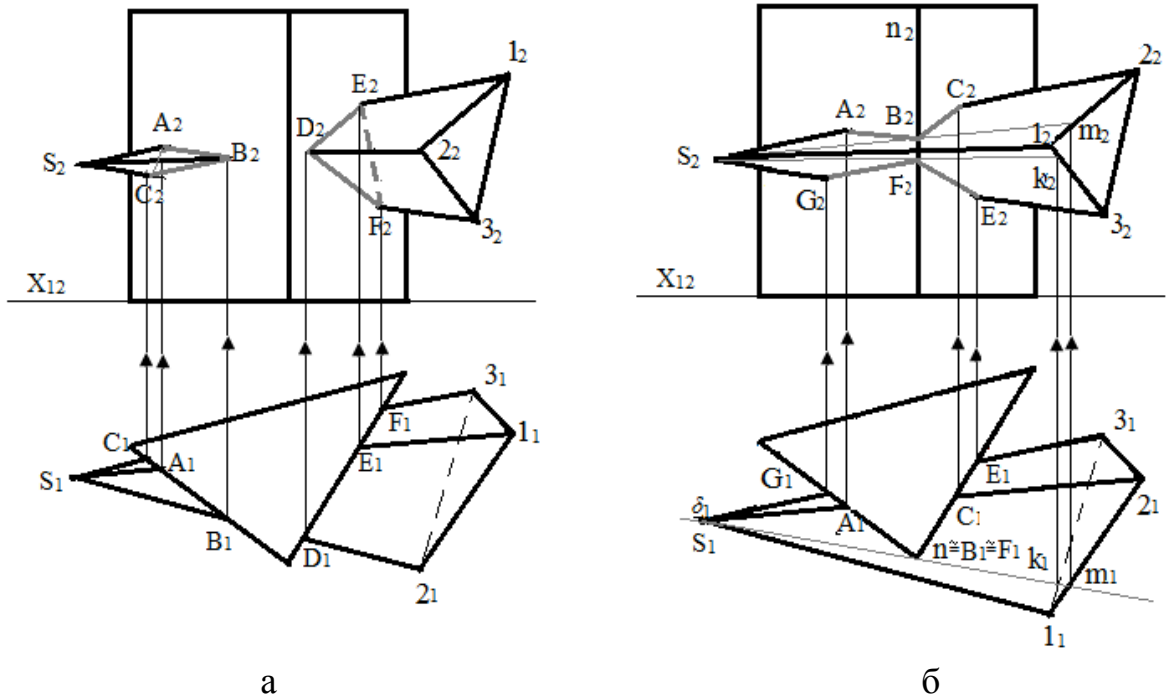


Рис.3.1 – Перетин призматичної та пірамідальної поверхонь

Побудова лінії взаємного повного перетину призматичної і пірамідальної поверхонь. У цьому випадку повний перетин поверхонь. Неправильна трикутна піраміда як би «входить» в одну грань призми по трикутнику DEF і «виходить» із призми по трикутнику ABC в іншу грань. У перетині виходять дві плоскі замкнуті ламані лінії (трикутники). Бічні грані призми є горизонтально проектуємими. Тому горизонтальні проекції $A_1 B_1 C_1$ і $D_1 E_1 F_1$ точок перетину ребер трикутної піраміди з бічними гранями призми вже визначені. Користуючись вертикальними лініями зв'язку, знаходять їхні фронтальні проекції A_2, B_2, C_2 і D_2, E_2, F_2 . Потім точки A_2, B_2, C_2 і D_2, E_2, F_2 з'єднують суцільними лініями, як видимі ділянки лінії перетину, а точки A_2, C_2 і E_2, F_2 штриховими – як невидимі. Одержують фронтальні проекції двох плоских ліній перетину.

Побудова лінії взаємного неповного перетину призматичної та пірамідальної поверхонь. У цьому випадку – неповний перетин поверхонь. Неправильна трикутна піраміда тільки двома бічними ребрами S_2 і S_3 перетинає бічні грані призми, а правильна трикутна піраміда тільки одним бічним ребром n перетинає дві бічні грані піраміди. У перетині – одна просторова замкнута ламана лінія. Бічні грані призми, як і в першому

прикладі, є проектуючими. Горизонтальні проекції $A_1 C_1$, і $G_1 E_1$ точок перетину бічних ребер S_2 і S_3 піраміди із гранями призми на площині Π_1 , уже визначені. Їхні фронтальні проекції A_2 , C_2 і $G_2 E_2$ одержують, використовуючи вертикальні лінії зв'язку. Для визначення проекцій точок перетину ребра призми n із гранями піраміди вводять площину-посередник – горизонтально проектуючу площину δ , що проходить через ребро n призми.

Площина δ перетинає бічні грані піраміди по двох прямих S_m і S_k . Фронтальні проекції $S_2 m_2$ і $S_2 k_2$ цих прямих перетинають фронтальну проекцію n_2 ребра призми в точках B_2 і F_2 , які є фронтальними проекціями перетину ребра n призми із гранями піраміди. Потім фронтальні проекції точок, розташовані на гранях призми і піраміди, з'єднують прямими лініями, наприклад точку A_2 із точкою B_2 , точку B_2 із точкою C_2 і т.д. Одержують фронтальну проекцію лінії перетину. Причому ділянки $A_2 B_2$, $B_2 C_2$ і $G_2 F_2$, $F_2 E_2$ проекції ламаної лінії перетину, як розташовані на видимих гранях призми й піраміди, зображують суцільними товстими лініями, як видимі, а ділянки $A_2 G_2$ і $C_2 E_2$, розташовані на невидимих гранях призми й піраміди – штриховими лініями, як невидимі.

Горизонтальні проекції B_1 і F_1 зливаються із проекцією n_1 , ребра призми.

3.2 Знаходження лінії взаємного перетину поверхонь обертання

Взаємно перетинаючись, дві поверхні обертання в загальному випадку утворюють просторові криві лінії (точки яких не розташовані в одній площині). При деяких умовах в окремих випадках лінії перетину можуть бути плоскими кривими (еліпси, коло), а іноді навіть прямими лініями.

Спосіб допоміжних січних площин. Допоміжні площини-посередники варто брати такі, які в перетині з поверхнями давали б прості й зручні в графічному відношенні лінії, тобто коло й прямі.

У більшості випадків для побудови лінії перетину як площини-посередників застосовують площини рівня, як горизонтальні так і фронтальні. При виконанні побудови ліній перетину завжди варто починати з визначення опорних точок і точок видимості.

Побудова ліній перетину поверхонь двох кругових циліндрів, осі обертання яких перетинаються під кутом 90° .

Будують профільну проекцію горизонтального циліндра. Визначають проекції опорних точок: $A(A_1 A_2, A_3)$ – вищої; $B(B_1 B_2, B_3)$ – нижчій; $D(D_1 D_2, D_3)$ – передньої й $C(C_1 C_2, C_3)$ – задньої (рис.3.2).

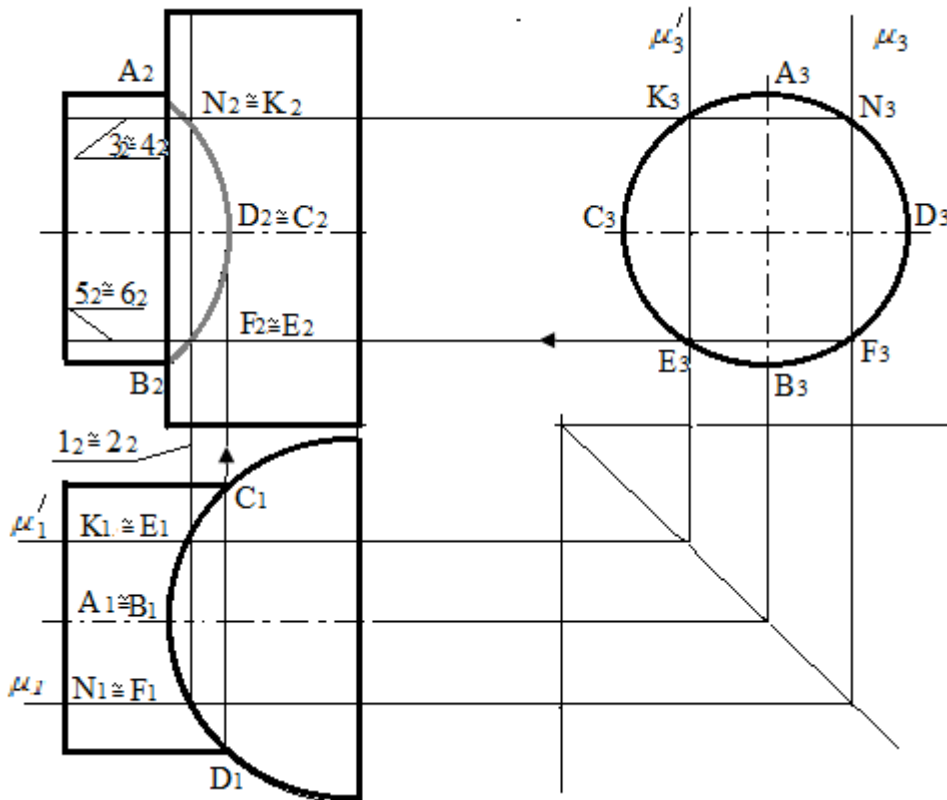


Рис.3.2 – Перетин двох кругових циліндрів

Вводять дві паралельні площини-посередники μ і μ_1 , фронтальних площин рівня. Вони перетнуть вертикальний циліндр по утворюючій $l_2 = 2_2$ і горизонтальний – по утворюючій $3_2 = 4_2, 5_2 = 6_2$. Перетин отриманих проєкцій утворюючих визначає фронтальні проєкції N_2F_2 видимих точок N, F і проєкції K_2, E_2 невидимих точок K, E . Потім точки A_2, N_2, D_2, E_2, D_2 з'єднують суцільною товстою кривою лінією, вона є фронтальною проєкцією видимої частини лінії перетину й сполучиться із проєкцією $A_2K_2C_2E_2$ симетричній частини лінії переходу, розташованої за загальною площиною симетрії (рис.3.2). Горизонтальна проєкція лінії перетину зливається з горизонтальною проєкцією вертикального циліндра, а профільна – із профільною проєкцією горизонтального циліндра.

3.3 Знаходження лінії взаємного перетину багатогранників та поверхонь обертання

Побудова ліній перетину поверхонь кругового циліндра з правильною прямою призмою (рис.3.3).

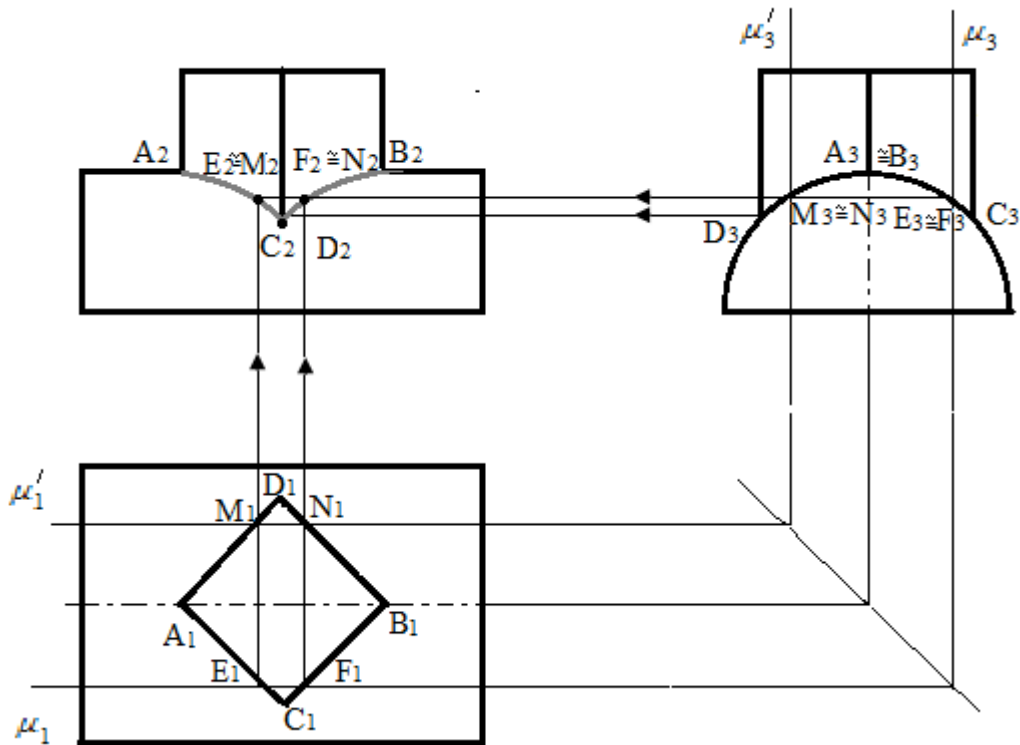


Рис.3.3 - Перетин кругового циліндра з правильною прямою призмою

Визначають проєкції опорних точок $A(A_1, A_2, A_3)$ – вищої лівої; $B(B_1, B_2, B_3)$ – вищої правої; $C(C_1, C_2, C_3)$ – передньої та $D(D_1, D_2, D_3)$ – задньої. Беруть дві паралельні площини-посередники μ та μ' фронтальних площин рівня. Вони перетинають циліндричну поверхню по утворюючим, а призму – по прямим, що паралельні бічним ребрам. Горизонтальні проєкції M_1, N_1, E_1, F_1 , проміжних точок лінії перетину збігаються з горизонтальними проєкціями бічних граней призми, а профільні проєкції M_3, N_3, E_3, F_3 – з проєкцією циліндричної поверхні.

Фронтальні проєкції $E_2 = M_2, F_2 = N_2$ проміжних точок E, F, M, N отримують в точках перетину горизонтальних та вертикальних ліній зв'язку, проведених із горизонтальних і профільних проєкцій проміжних точок. Одержані фронтальні проєкції A_2, E_2, F_2, B_2 точок лінії перетину з'єднують плавними кривими, отримують фронтальну проєкцію лінії перетину, яка закриває другу, симетричну до неї.

4 ОСНОВИ ТЕХНІЧНОГО КРЕСЛЕННЯ

При виконанні креслень використовується багато умовностей у зображеннях об'єктів та їх елементів, надається багато інформації у вигляді умовних позначень тощо. Для того щоб така інформація була зрозуміла, повинна бути єдина технічна мова і єдина термінологія, що

забезпечується державними стандартами. Усі креслення оформляють відповідно до вимог чинних стандартів.

4.1 Формати, основні написи, специфікація

Будь-яка графічна робота повинна виконуватися на папері певного розміру (формату). Формат аркуша креслень визначається розмірами його сторін. ДЕРЖСТАНДАРТ 2.301–68 установлює п'ять основних форматів, що мають наступні позначення та розміри, мм:

A0 — 841 X 1189

A1 — 594 X 841

A2 — 594 X 420

A3 — 297 X 420

A4 — 297 X 210

Дозволяється застосовувати формат A5 з розмірами сторін 148 × 210 мм. Допускається використовувати додаткові формати, утворені збільшенням коротких сторін основних форматів у ціле число раз. Позначається додатковий формат як і основний, але з додаванням його кратності, наприклад A2 × 3, A4 × 8 і т.д. Розміри похідних форматів, як правило, варто вибирати з таблиці 4.1

Основний напис незалежно від положення сторін формату завжди розташовують у правому нижньому куті формату.

Таблиця 4.1

Кратність	A0	A1	A2	A3	A4
2	1189X1682				
3	1189X2523	841 X 1787	594X1261	420X891	297 X 630
4		841 X 2378	594 X 1682	420X1189	297X814
5			594X2102	420 X 1486	297X1051
6				420 X 1787	297 X 1261
7				420X1471	297X1471
8					297 X 1682
9					297 X 1892

На аркуші формату A4 основний напис розташовують уздовж короткої сторони рамки креслення, рівній довжині основного напису (185 мм), на аркушах формату A5 – уздовж довгої сторони, на аркушах інших форматів – уздовж будь-якої сторони (рис.4.1).

Основні написи, додаткові графи до них і рамки виконують суцільними товстими основними й суцільними тонкими лініями.

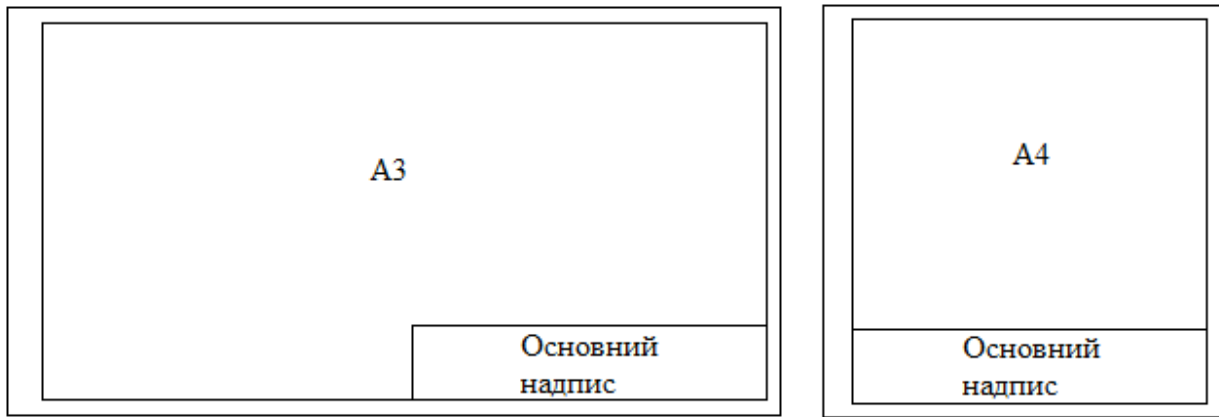


Рис.4.1 - Розташування основного напису

Основні написи, в залежності від призначення документа, можуть мати різну форму. На рис.4.2 наведений основний напис, який відповідно до ДЕСТ 2.104-68 призначається для всіх типів креслень, за винятком будівельних.

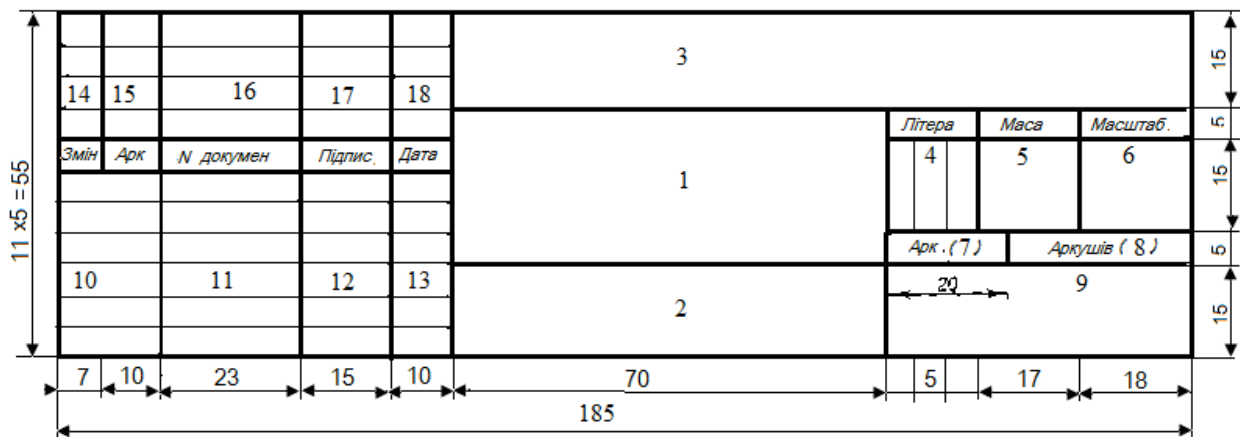


Рис.4.2 - Основний напис на кресленні

Заповнюючи графи у стандартному основному написі, потрібно керуватися наступними даними:

- графу 1 заповнюють малими літерами 7-го розміру;
- графу 2 – прописними буквами і цифрами 7-го розміру;
- графу 3 – малими літерами розміру 3,5;
- графи 4,5,6 – малими літерами розміру 3,5;
- графи 7, 8 – малими літерами розміру 3,5;
- графу 9 – малими літерами розміру 5 (буква «Г» і шифр групи і закладу – прописні);
- графи 10, 11, 12 – малими літерами розміру 3,5;
- графи 14, 15, 16, 17, 18 у навчальному закладі не заповнюють.

У графах основного напису вказується:

- 1- Назва виробу;
- 2- Позначення документа відповідно до ГОСТ 2.202-80;

- 3- Позначення матеріалу деталі (графу заповнюють тільки на креслениках деталей) ;
- 4- Літера, яку присвоєно документу відповідно до ГОСТ 2.103-68 (на учбових креслениках – «У»);
- 5- Маса виробу відповідно до ГОСТ 2.109-73
- 6- Масштаб відповідно до ГОСТ 2.302-68
- 7- Порядковий номер аркуша (на документах , що складаються з одного аркуша , графу не заповнюють);
- 8- Загальне число аркушів(графу заповнюють лише на першому аркуші);
- 9- Назва або розпізнавальний індекс підприємства , що випустило документ (графу не заповнюють, якщо розпізнавальний індекс є в позначенні документа);
- 10- Характер роботи, що виконується особами, які підписують документ;
- 11- Прізвища осіб, які підписали документ;
- 12- Підписи осіб, прізвища яких зазначені у графі 11
- 13- Дата підписання документа;
- 14...18- зміни, які вносяться відповідно до вимог ГОСТ 2.503-74.

4.2 Масштаби

Масштабом називають міру зменшення або збільшення зображення предмету по відношенню до натури.

Масштаби зображень на кресленнях повинні вибиратися з наступного ряду (ДЕРЖСТАНДАРТ 2.302-68):

масштаби зменшення – 1 : 2; 1 : 2,5; 1 : 4; 1:5; 1 : 10; 1: 15; 1 : 20; 1 : 25; 1 : 40; 1 : 50; 1 : 75; 1 : 100; 1 : 200; 1 : 400; 1 : 500; 1: 800; 1 : 1000; 1 : 2000; 1 : 5000; 1 : 10 000; 1 : 25 000; 1 : 50 000;

натуральна величина – 1 : 1 ;

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

У необхідних випадках допускається застосовувати масштаби збільшення $(100n) : 1$, де n – ціле число.

Масштаб, зазначений у призначеній для цього графі основного напису креслення , позначається по типу 1:1; 1:10; 2:1 і т.д., а в інших випадках – по типу М1: 5; М4:1 і т.д.




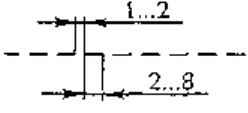
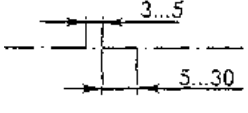
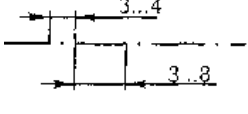
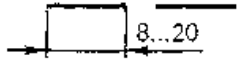
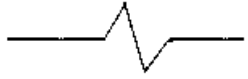
4.3 Лінії

Для зображень на кресленнях відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТ 2.303-68 застосовують наступні типи ліній (табл. 2).

Товщина суцільної товстої основної лінії залежить від формату, величини і

складності зображення та може бути в межах 0,5...1,4 мм. Можна рекомендувати наступну товщину ліній: для формату А4 – 0,7...0,8 мм; для формату А3 – 0,8...0,9 мм; для А2 – 0,9... 1,0 мм; для А1 – 0,9...1,1 мм.

Таблиця 4.2

№п/п	Назва	Зображення	Товщина	Призначення
1	Суцільна товста основна		$S=0,5...1,4\text{мм}$	Лінії видимих контурів, лінії контурів перерізів
2	Суцільна тонка		від $S/2$ до $S/3$	Лінії контурів накладених перерізів, розмірні та виносні лінії. Лінії штрихування, полиці ліній виноснок і підкреслювання надписів
3	Суцільна хвиляста		від $S/2$ до $S/3$	Лінії розмежування виду і розрізу. Лінії обриву
4	Штрихова		від $S/2$ до $S/3$	Лінії невидимого контуру
5	Штрих-пунктирна тонка		від $S/2$ до $S/3$	Осьові та центрові лінії
6	Штрих-пунктирна потовщина		від $S/2$ до $2S/3$	Позначення поверхонь, що підлягають термообробці або покриттю. Зображення елементів, розташованих перед січною площиною
7	Розімкнена		від S до $3S/2$	Лінії перерізів
8	Суцільна тонка зі зламом		від $S/2$ до $S/3$	Довгі лінії обриву

Для більшої виразності креслення лінії – суцільну тонку, штрих пунктирну тонку, штрих пунктирну із двома точками тонку, суцільну тонку зі зламами варто креслити в 3 рази, а штрихову і суцільну хвилясту – в 2 рази тонше суцільної товстої основної.

Найменша товщина ліній при виконанні креслення олівцем може бути 0,3 мм.

На одному кресленні товщина ліній того самого типу повинна бути однакою для всіх зображень.

Найменші відстані між лініями на кресленнях: при роботі олівцем – 1,0 мм для формату А1 і більше й 0,8 мм для форматів менше А1; при роботі тушшю – 0,8 мм для будь-яких форматів.

Довжину штрихів в штрихових та штрих пунктирних лініях варто вибирати залежно від величини зображення, але штрихи повинні бути приблизно однакової довжини. Доцільно довжину штрихів штрихової лінії брати 4...6 мм, штрих пунктирної – 20...25 мм. Кінцеві штрихи можуть бути коротше. Проміжки між штрихами повинні бути приблизно однаковими. Штрихпунктирні лінії повинні перетинатися і закінчуватися штрихами. Штрихи осьових і центрових ліній варто виводити за контур зображення на 2-3 мм (до 5 мм).

В колах і інших геометричних фігурах, якщо розміри їхніх зображень менше 12 мм, центрові і осьові лінії проводять суцільними тонкими.

4.4 Шрифти креслярські і картографічні

Написи на кресленнях і інших технічних документах всіх галузей промисловості і будівництва виконують креслярськими шрифтами, установленними ДЕРЖСТАНДАРТ 2.304–81.

Розмір шрифту h – величина, обумовлена висотою прописних букв у міліметрах і вимірювана перпендикулярно до основи рядка.

Товщина ліній шрифту d – величина, обумовлена d залежності від типу і висоти шрифту.

Ширина букви g – найбільша ширина букви, обумовлена відносно розміру шрифту h або відносно товщини лінії шрифту d (наприклад, $g = 6h / 10$ або $g = 6d$).

Висоту малих літер z , відстань між буквами a , мінімальний крок рядків b , мінімальну відстань між словами e визначають відносно розміру шрифту h або відносно товщини лінії шрифту d .

ДЕРЖСТАНДАРТ 2.304—81 установлює наступні типи, шрифтів: тип А без нахилу; тип А с нахилом вправо близько 75° ; тип Б без нахилу; тип Б с нахилом вправо близько 75° . Без нахилу допускається писати назву креслення, позначення в основному написі і на полях, заголовки.

Шрифти типу А мають товщину літер $h / 14$, а типу Б- $h / 14$

ДЕРЖСТАНДАРТ 2.304–81 установлює наступні розміри шрифтів: 1,8 (допускається тільки для шрифтів типу Б); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Параметри шрифтів і їхніх основних розмірів наведені в табл.4.3.

Написи на технічних кресленнях потрібно виконувати креслярським шрифтом у відповідності з наступними рекомендаціями:

- 1) на будівельних кресленнях – шрифтом типу А з нахилом і без нахилу;
- 2) на машинобудівних, сантехнічних, електротехнічних і інших кресленнях – шрифтом типу Б з нахилом;
- 3) на плакатах і інших наочних приладдя типу плакатів і стендів – з нахилом і без нахилу;
- 4) на художніх плакатах, вітринах, стендах і т.п. дозволяється застосовувати художні шрифти строгого накреслення.

Визначаючи розмір напису на будь-якому графічному документі, варто пам'ятати, що основний елемент документа – це зображення, а написи носять підлеглий характер і їхній розмір залежить від розміру зображення; чим крупніше зображення, тим крупніше повинний бути напис.

Таблиця 4.3

	Тип А	Тип Б
Розмір шрифту	h	h
Висота великих літер і цифр	h	h
Висота рядкових літер	$10 h / 14$	$7 h / 10$
Відстань між літерами	$2 h / 14$	$2 h / 10$
Мінімальний крок рядків	$22 h / 14$	$17 h / 14$
Мінімальна відстань між словами	$6 h / 14$	$6 h / 14$

4.5 Види, розрізи, перетини, виносні елементи

Зображують предмети на кресленнях по методу прямокутного проектування, розміщуючи їх між спостерігачем і відповідною площиною проекцій. За основні площини проекцій приймають шість граней куба, сполучених із площиною формату (розгорнення куба).

Головним зображенням (воно завжди є на кресленні) вважають зображення на фронтальній площині проекцій. При кресленні предмет розташовують так, щоб зображення давало найбільш повне уявлення про його форму і розміри.

Залежно від змісту зображення на кресленнях розділяють на види, розрізи, перетини.

Видом називають зображення зверненої до спостерігача видимої частини поверхні предмета. Для зменшення кількості зображень допускається на видах показувати необхідні невидимі частини поверхні предмета за допомогою штрихових ліній.

Кількість зображень повинна бути мінімальною, але забезпечувати повне уявлення про форму предмета з урахуванням застосування встановлених у відповідних стандартах умовних позначок, знаків і написів.

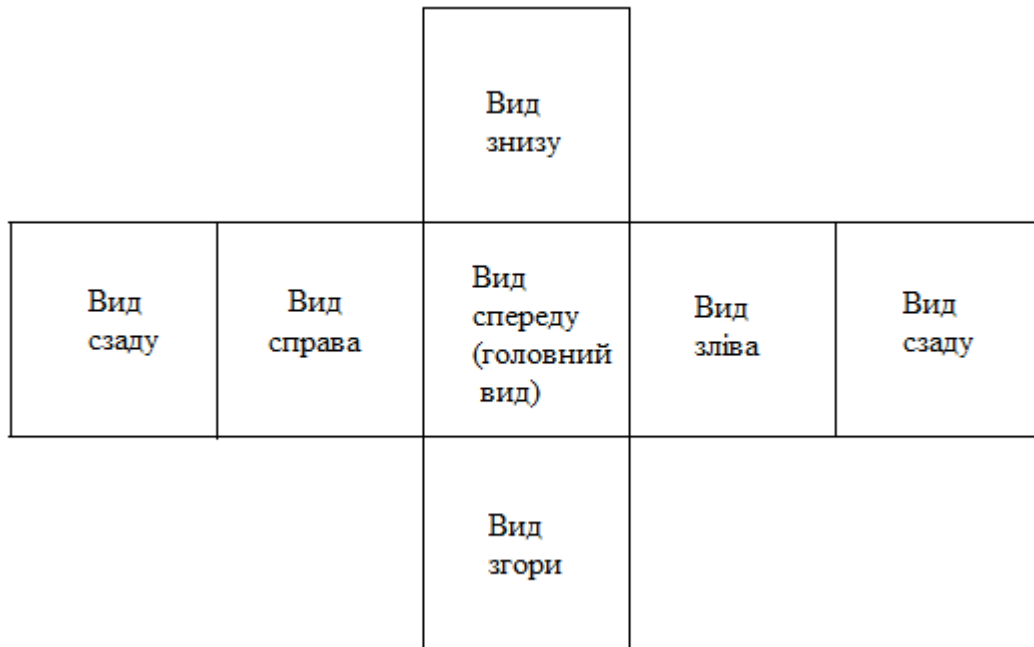


Рис.4.3 – Розташування видів

Розташування на кресленні і назви видів, повинні відповідати рис. 4.3. Надписувати види не треба.

Якщо який-небудь вид не знаходиться в безпосередньому проекційному зв'язку з головним зображенням, то над цим видом пишуть, наприклад, «Вид А» і підкреслюють напис тонкою суцільною лінією (рис. 4.4).

Напрямок погляду повинен бути зазначений стрілкою, позначеною прописною буквою українського алфавіту шрифтом, на розмір більшим розміру інших букв і цифр. Коли відсутнє зображення, на якому може бути показаний напрямок погляду, назву виду надписують.

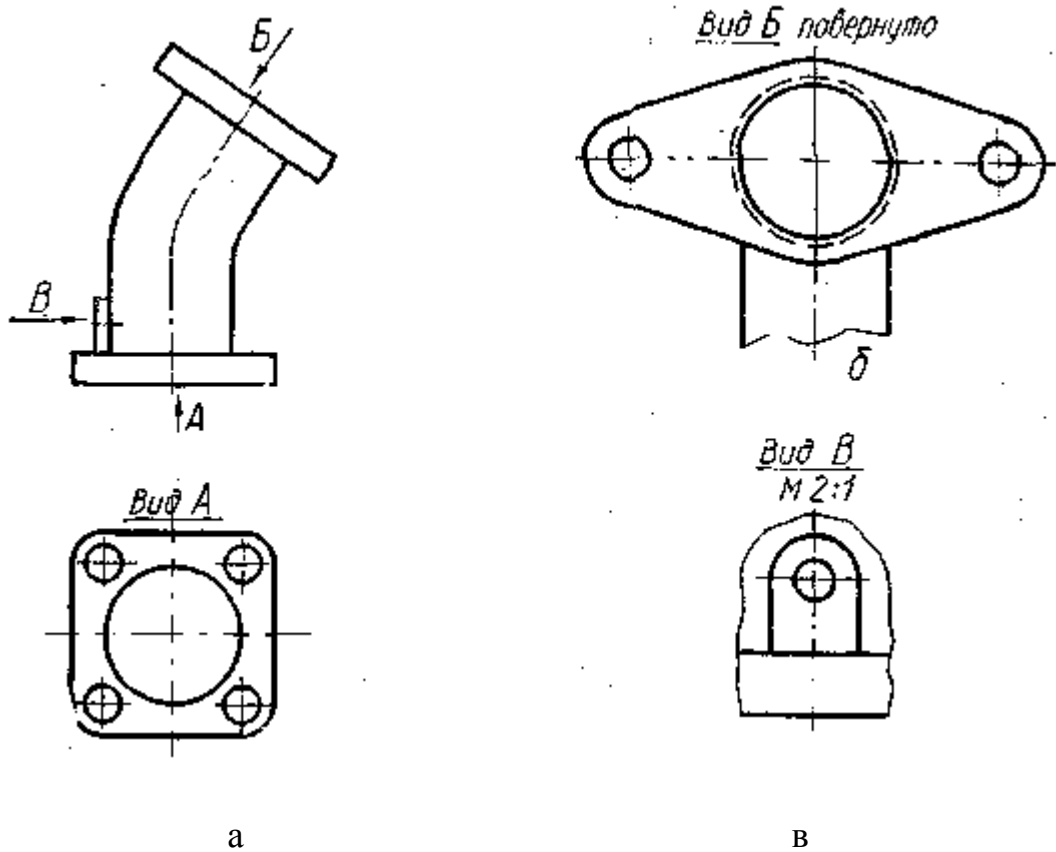


Рис.4.4- Додаткові та місцевий види

Якщо яку-небудь частину предмета неможливо показати на основному виді без перекручування форми і розмірів, то застосовують додатковий вид, одержуваний проектуванням на площину, непаралельну основним площинам проєкцій (рис. 4.4б). Додатковий вид відзначають написом типу «Вид Б» (рис.4.4б), а в пов'язане з ним зображення ставлять стрілку, що вказує напрямок погляду, з відповідним літерним позначенням (рис. 4.4 а – стрілка Б).

Коли додатковий вид розташований у безпосередньому проєкційному зв'язку з основним зображенням, стрілку і напис над видом не наносять (рис.4.5).

Додатковий вид допускається повертати, але зі збереженням положення, прийнятого для даного предмета на головному зображенні; при цьому до напису, що позначає вид, додають слово «повернене», написане малими літерами без підкреслення (рис. 4.4б).

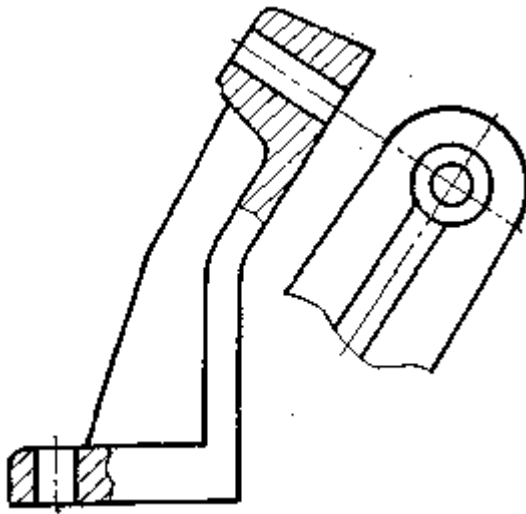


Рис.4.5-Додатковий вид розташований в проекційному зв'язку

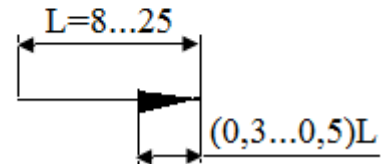


Рис.4.6 - Стрілка, що вказує напрям зору

Зображення окремого обмеженого місця поверхні предмета називають місцевим видом (рис.4.4 в). Його можна обмежити лінією обриву (рис.4.4 б) або зовсім не обмежити. Якщо місцевий вид розташований не на місці одного з основних видів, його позначають подібно додатковому виду.

Розміри елементів стрілок, що вказують напрямок погляду, повинні відповідати рис.4.6.

Розрізом називають умовне зображення предмета, уявлено розсіченого однією або декількома січними площинами. На розрізі показують те, що отримується у січній площині і що розташовано за нею. Уявне розсічення відноситься тільки до даного розрізу і не спричиняє зміни інших зображень цього ж предмета.

Залежно від положення січної площини щодо горизонтальної площини проєкцій розрізи розділяються на:

- 1) горизонтальні – січна площина паралельна до горизонтальної площини проєкцій (рис. 4.7 – розріз $A - A$);
- 2) вертикальні – січна площина перпендикулярна до горизонтальної площини проєкцій (рис. 4.7 – обидва розрізи, крім розрізу $A - A$; рис. 4.8 – розріз $B-B$);

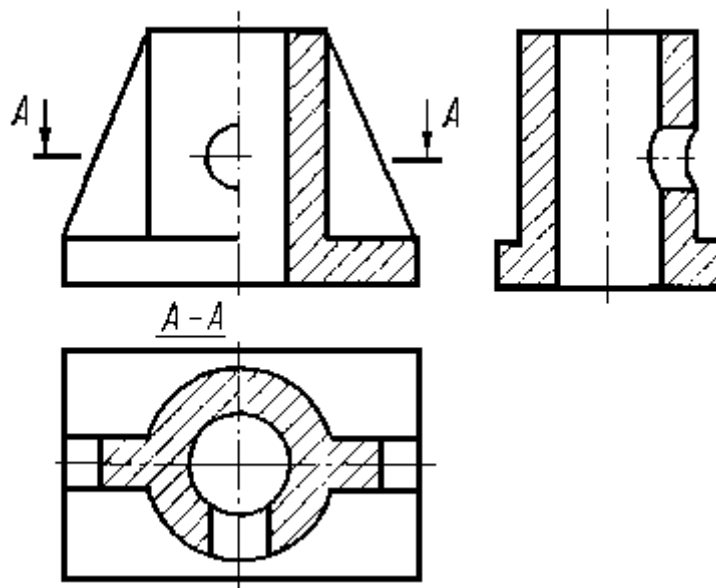


Рис. 4.7 – Розріз деталі

3) похилі – січна площина нахилена стосовно до горизонтальної площини проєкцій.

Вертикальний розріз називається фронтальним, якщо січна площина паралельна до фронтальної площини проєкцій, і профільним, якщо січна площина паралельна до профільної площини проєкцій (рис.4.7).

Залежно від числа січних площин розрізи розділяють на прості, якщо січна площина одна (рис.4.7), і складні, якщо січних площин дві (рис. 4.8) і більше. Складні розрізи бувають східчастими, якщо січні площини паралельні між собою (рис.4.8), і ламаними, якщо січні площини перетинаються (рис.4.5.7).

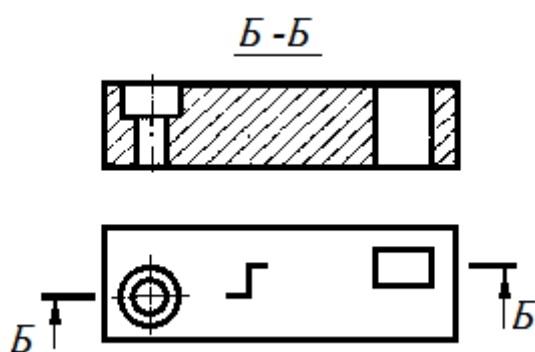


Рис. 4.8 - Складний східчастий розріз

Положення січної площини вказують на кресленні лінією перетину. Для цього застосовують розімкнуту лінію. При складному розрізі штрихи проводять також у місцях перетину січних площин. На початковому і кінцевому штрихах креслять стрілки, що вказують напрямок погляду; стрілки наносять на відстані 2-3мм від зовнішнього кінця штриха перпендикулярно до штрихів

(рис. 4.7 – 4.9). Штрихи розімкнутої лінії не повинні перетинати контур зображення.

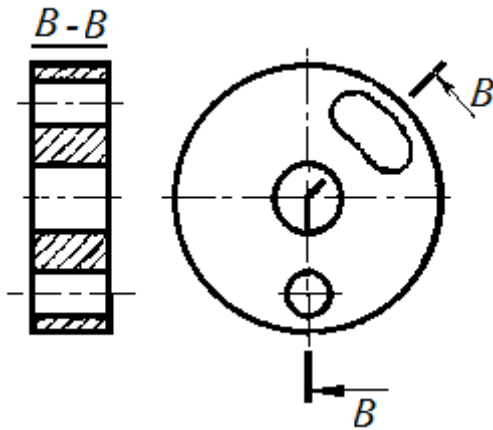


Рис. 4.9 - Складний ламаний розріз

У початку і кінці лінії перетину, а при необхідності і у місцях перетину січних площин ставлять ту саму прописну букву українського алфавіту шрифтом, на розмір, більший, ніж розмір написів на кресленні. Букви наносять біля стрілок з боку їхнього зовнішнього кута з лінією перетину. Розріз відзначають написом по типу «А-А», підкресленою тонкою лінією (рис. 4.7 — 4.9).

Якщо січна площина збігається із площиною симетрії предмета в цілому, а відповідні зображення розташовані в безпосередньому проекційному зв'язку і не розділені якими-небудь іншими зображеннями, для горизонтальних, фронтальних і профільних розрізів положення січної площини не відзначають (не наносять розімкнуту лінію) і розріз написом не супроводжують (наприклад, фронтальний і профільний розрізи на рис. 4.7).

При кресленні предметів симетричної форми, рекомендується застосовувати зображення, що називаються з'єднанням половини виду з половиною розрізу. При цьому потрібно дотримувати наступних правил:

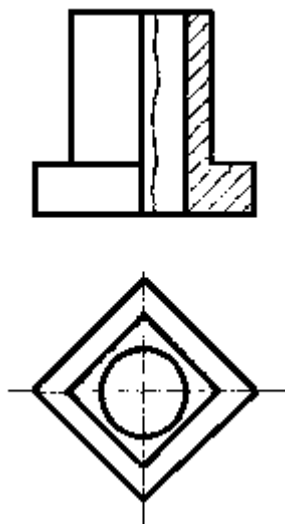


Рис.4.10 - Розріз

1) половину розрізу розміщують праворуч або знизу від осі симетрії (рис. 4.7 – фронтальний розріз);

2) границею між половиною виду і половиною розрізу повинна бути штрихпунктирна лінія;

3) розміри, що ставляться до внутрішніх контурів, наносять із боку розрізу.

Допускається застосовувати з'єднання частини виду і частини відповідного розрізу, розділяючи їх хвилястої лінією (рис. 4.10).

Перетином називають зображення фігури, що отримується при уявному розсіченні предмета однією або декількома площинами. На перетині показують тільки те, що отримують безпосередньо в січній площині.

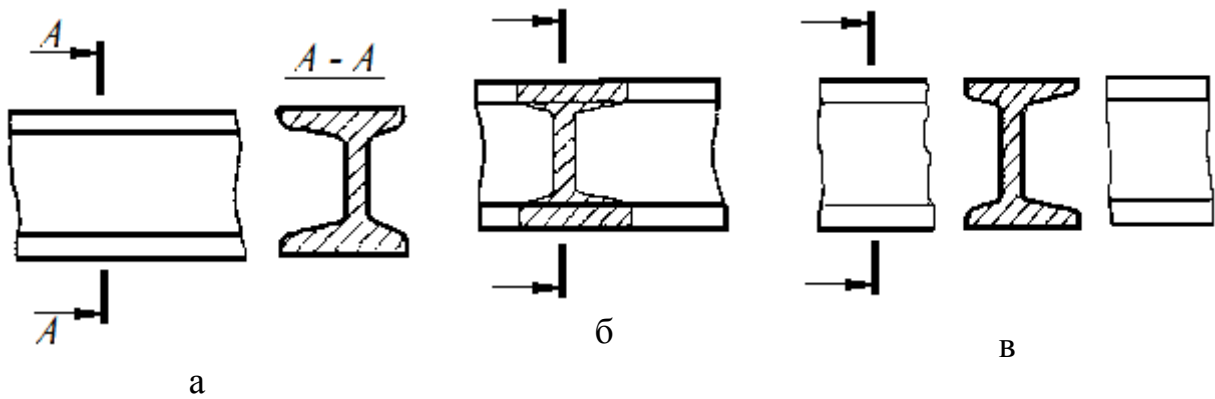


Рис.4.11- Перетини

Перетини, що не входять до складу розрізу, розділяють на винесені (рис. 4. 11 а,в;) і накладені (рис. 4.11 б).

Винесені перетини кращі; їх допускається розташовувати в розриві, між частинами того ж самого виду (рис.4.11 в). Контур винесеного перетину зображують суцільними товстими, основними лініями, а контур накладеного – суцільними тонкими.

Якщо винесений перетин розташований у розриві предмета і є симетричною фігурою, то лінію перетину не проводять. Для несиметричних перетинів, розташованих у розривах або накладених, лінію перетину проводять, стрілки наносять, але буквами перетин не позначають.

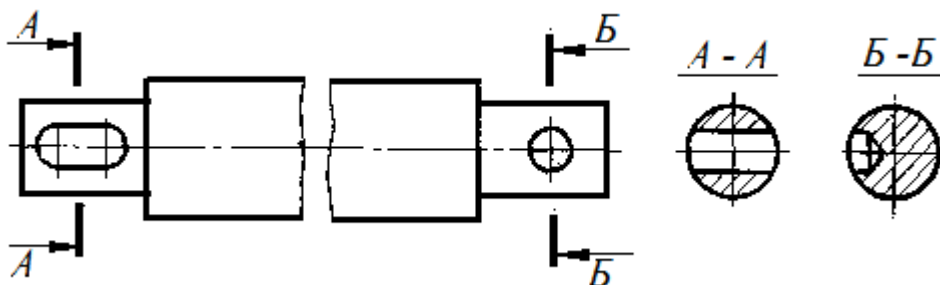


Рис.4.12 – Перетин

Якщо січна площина проходить через вісь поверхні обертання, що обмежує отвір або поглиблення, то контур отвору або поглиблення показують повністю (рис.4. 5.12 – перетин Б-Б). Якщо ж січна площина проходить через не круглий отвір і перетин складається з окремих розрізнених частин, то замість перетину варто застосовувати розріз (рис. 4. 5.12 – розріз А-А).

Штрихування в розрізах і перетинах. Похилі паралельні лінії штрихування потрібно проводити під кутом 45° до лінії контуру зображення (рис. 4.13 а) або до його осі (рис.4.13 б), або до ліній рамки креслення. Якщо при цьому лінії штрихування збігаються по напрямку з лініями контуру або осьових ліній, то замість кута 45° варто брати кут 30°

або 60° (рис. 4. 13 в). Наносять лінії штрихування з нахилом ліворуч або праворуч, але у ту саму сторону на всіх перетинах того самого предмета.

Відстань між паралельними лініями штрихування повинне бути однаковим для всіх виконуваних у тому самому масштабі перетинів даного предмета. Ця відстань повинна бути 1...10 мм залежно від площі штрихування і необхідності різноманітити штрихування суміжних перетинів. Найбільш часто застосовують відстані 2...4мм.

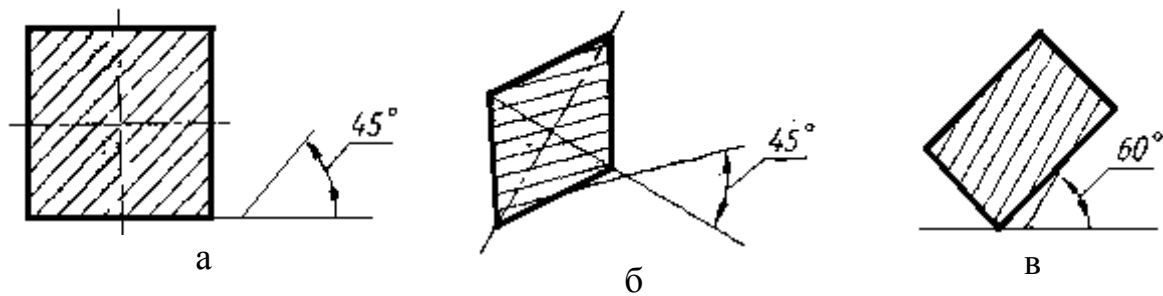


Рис.4.13 - Штрихування в розрізах і перетинах

Винесені елементи. Винесений елемент – додаткове окреме зображення (збільшене) тієї частини предмета, що вимагає пояснення відносно форми, розмірів і інших даних. Винесений елемент може містити подробиці, не зазначені на відповідному зображенні, і може відрізнятися від нього по змісту (наприклад, зображення може бути видом, а винесений елемент – розрізом).

Для фіксації винесеного елемента відповідне місце на виді, розрізі або перетині відзначають замкнутою суцільною тонкою лінією – колом, овалом і т.п. – з позначенням римською цифрою порядкового номера винесеного елемента на полці лінії-винесення. Над винесеним елементом указують його порядковий номер і масштаб по типу $II/M2:1$ (рис. 4.14).

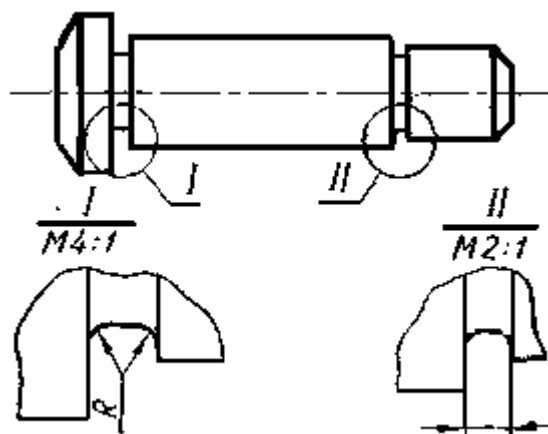


Рис.4.14 – Винесені елементи

Розташовують винесений елемент можливо ближче до відповідного місця на зображенні предмета.

4.6 Нанесення розмірів на кресленнях

Нанесення розмірів на кресленнях – один із самих складних і відповідальних процесів виконання креслення. Труднощі цього процесу полягають в тім, що навіть при гарному знанні великої кількості вимог стандартів розміри треба не просто розставити на зображенні, а нанести так, щоб ними було легко й зручно користуватися при виготовленні деталей. Шлях рішення цієї задачі один – достатня практика. Необхідно знати, що процес нанесення розмірів відповідальний ще й тому, що допущену помилку в числовому значенні розміру можна не помітити, тоді як помилка в зображенні предмета виявляється легко. Нижче наведені загальні вимоги до нанесення розмірів на кресленнях.

Основою для визначення розмірів зображуваного виробу і його елементів служать розмірні числа. Вони вказують номінальний розмір (незалежно від масштабу і точності виготовлення креслення).

Лінійні розміри на кресленнях наносять у міліметрах без позначення одиниці величини, кутові розміри показують у градусах, хвилинах і секундах з позначенням одиниці ($4^{\circ} 20' 30''$). Застосовувати прості дроби для розмірних чисел не допускається, за винятком розмірів у дюймах.

Загальна кількість розмірів на кресленні повинна бути мінімальною, але достатньою для виготовлення і контролю виробу. Не допускається повторювати розміри одного і того ж елемента на різних зображеннях. Виключення мають довідкові розміри.

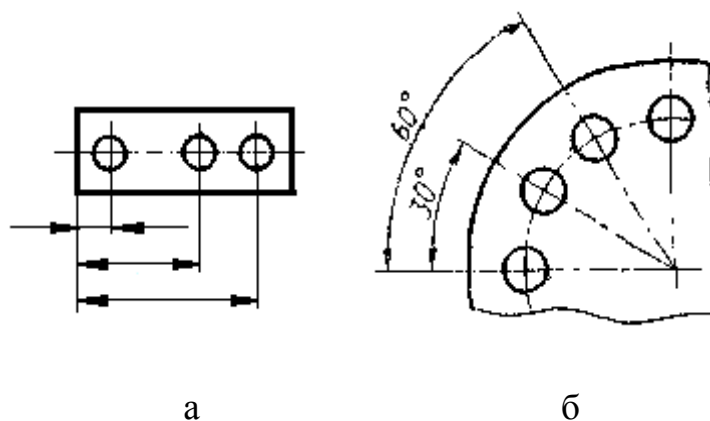


Рис.4.15 - Нанесення розмірів від загальної бази

При розташуванні елементів предметів (отворів, пазів, зубів і т.п.) на одній осі або на одному колі розміри, що визначають їхнє взаємне

розташування, наносять такими способами;

1) від загальної бази (поверхні, осі) рис. 4.15;

2) від декількох загальних баз – рис. 4.16. а;

3) задаючи розміри між суміжними елементами (ланцюжком) – рис. 4.16

б. Нанесення розмірів у вигляді замкнутого ланцюжка (від одного кінця деталі до іншого) не допускається, за винятком, коли один з розмірів зазначений як довідковий. На будівельних кресленнях розміри наносять у вигляді замкнутого ланцюга.

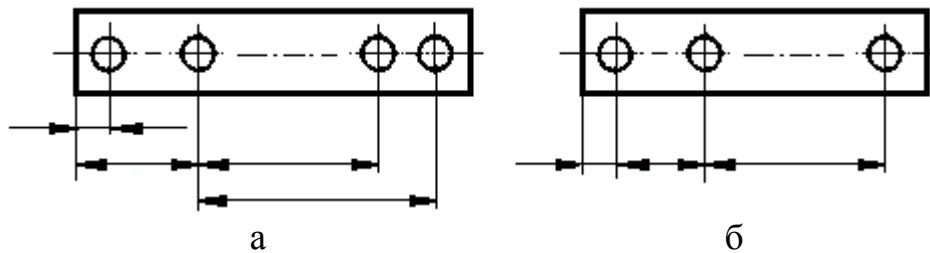


Рис. 4.16 - Нанесення розмірів від декількох загальних баз (а) та ланцюжком (б)

Указують розміри на кресленнях за допомогою розмірних чисел, розмірних і винесених ліній. На кінцях розмірна лінія має стрілки, розміри яких вибирають залежно від товщини ліній видимого контуру $(6...10)S$. На одному кресленні всі стрілки повинні бути приблизно однакових розмірів.

Якщо довжина розмірної лінії недостатня для розташування стрілок, то їх зображують із зовнішньої сторони винесених ліній. При нестачі місця для стрілок, допускається замінити їх зарубками (під кутом 45° до розмірної лінії) або точками. При нестачі місця для стрілки через близько розташованої контурної або винесеної лінії, ці лінії допускається розривати (рис. 4.176.3).

Винесені лінії повинні виходити за кінці стрілок на $1...5$ мм.

Наносити розмірну лінію потрібно поза контуром зображення. Проводять її паралельно лінії елемента, розмір якого показують. Розмірна лінія не повинна служити продовженням лінії контуру, осьовий, центровий. Не допускається використовувати як розмірні лінії контуру, осьові, центрові, винесені.

Видалення розмірної лінії від паралельної їй лінії контуру, осьової, винесеної і інших ліній, а також відстань між паралельними суміжними розмірними лініями повинні бути $7...10$ мм.

Якщо вид або розріз симетричного предмета зображують до осі симетрії або з обривом, то розмірні лінії, що ставляться до цих елементів, обривають далі осі або лінії обриву предмета.

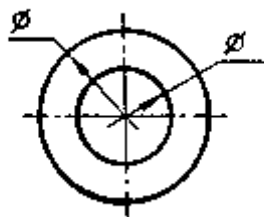


Рис.4.17 - Нанесення розмірів

З обривом розмірні лінії допускається проводити в наступних випадках:

1) указуючи розмір діаметра кола, незалежно від того, повністю або частково воно зображено, при цьому розмірну лінію проводять далі центра кола (рис.4.17);

2) наносячи розміри від бази, не зображеної на даному кресленні (рис. 4.18 а).

На зображеннях з розривом розмірну лінію не розривають (рис. 4.18 б).

Надписують розмірні числа над розмірною лінією можливо ближче до її середини з нахилом 75° до розмірної лінії і не торкаючись неї. У випадку нанесення декількох суміжних паралельних або концентричних розмірних ліній розмірні числа розташовують у шаховому порядку (рис. 4.18 в)

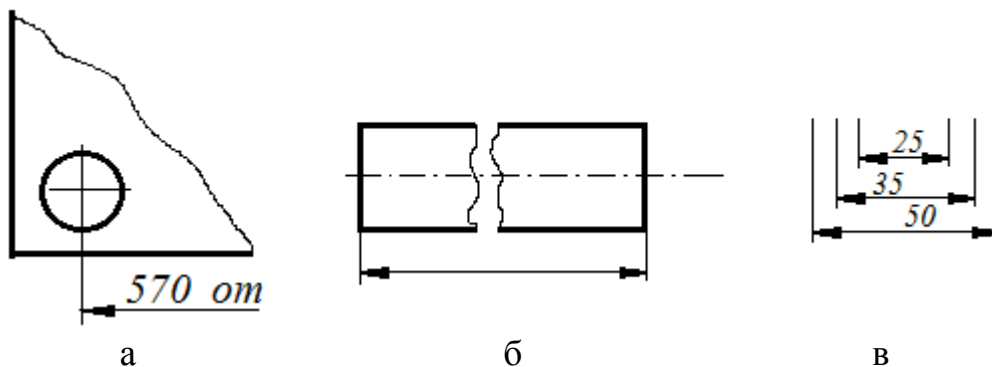
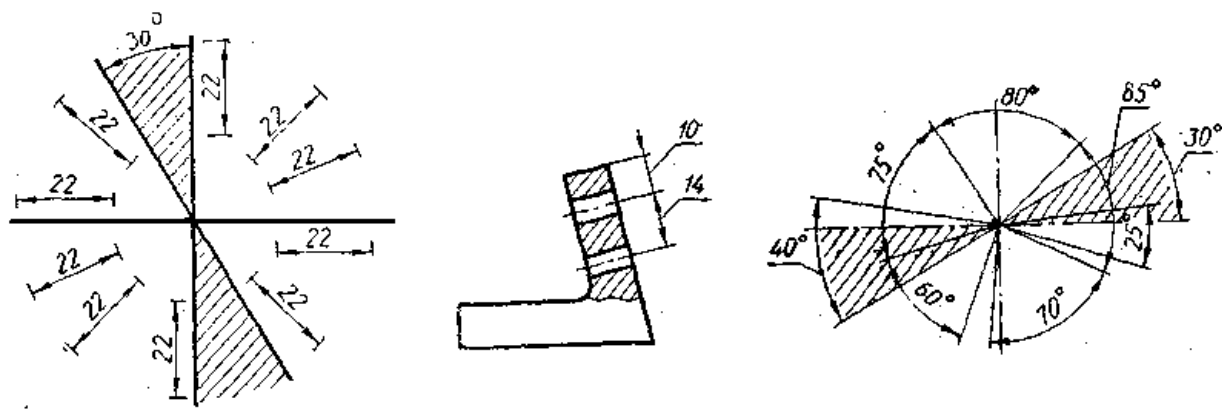


Рис.4.18 - Нанесення розмірів

Розмірні числа лінійних розмірів при різних нахилах розмірних ліній розташовують так, як показано на рис. 4.19 а. Якщо необхідно нанести розмір у заштрихованій зоні, його наносять на полку лінії-винесення (рис. 4.19б). Кутіві розміри наносять так, як показано на рис.4.19 в. У заштрихованій зоні наносити їх не рекомендується. У цьому випадку розмірні числа вказують на горизонтально проведених полках ліній-винесень. Для малих кутів при нестачі місця розмірні числа поміщають на полках ліній-винесень у будь-якій зоні.



а б в
Рис.4.19 - Розташування лінійних та кутових розмірів

Якщо для написання розмірного числа недостатньо місця над розмірною лінією, то розмір наносять так, як показано на рис. 4.20, якщо недостатньо місця для нанесення стрілок, їх наносять, як показано на рис. 4.21.

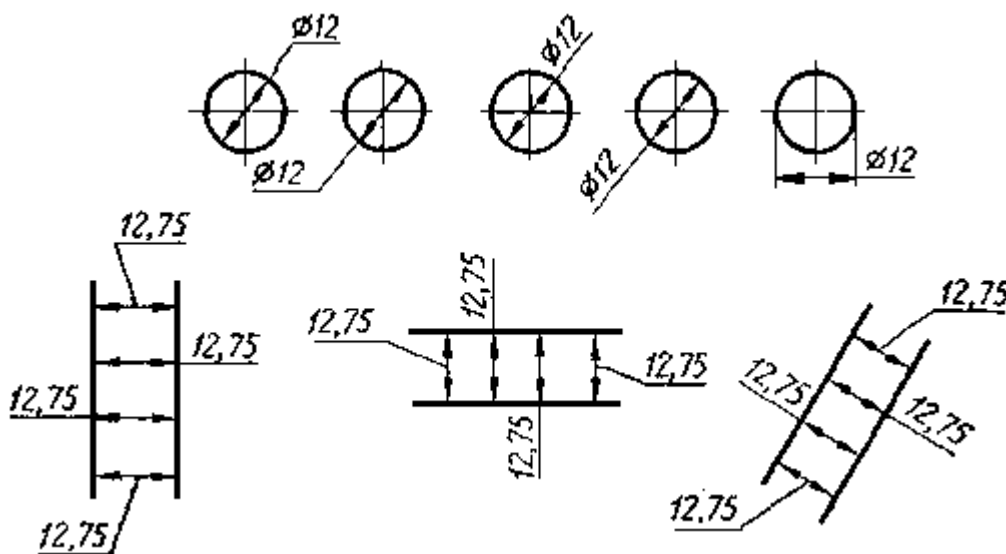


Рис.4.20 - Написання розмірних чисел

Розміри до того ж конструктивного елемента (пазу, виступу, отвору й т.п.), рекомендується групувати в одному місці, розташовуючи їх на тому зображенні, на якому геометрична форма даного елемента показана найбільш повно.

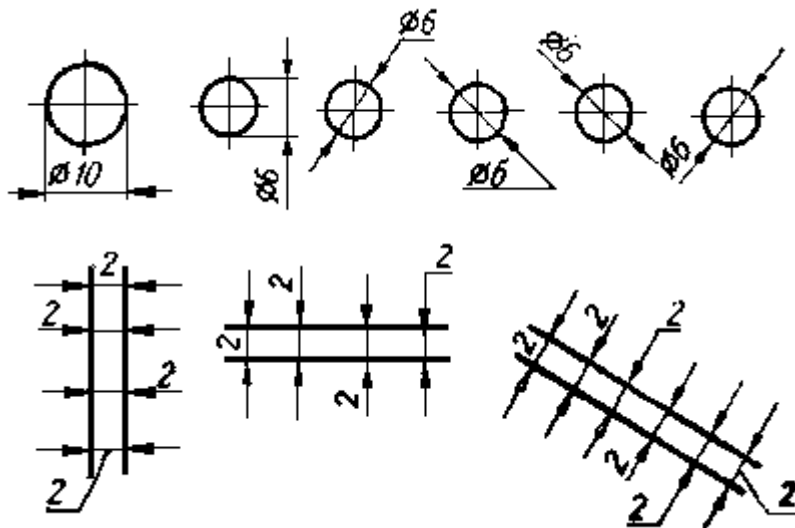


Рис.4.21 – Нанесення стрілок

При великому радіусі дуги, її центр допускається наближати до дуги, виконуючи при цьому злам розмірної лінії радіуса під кутом 90° (рис.4.22).

Якщо розміри, що визначають положення центра дуги кола, указувати не потрібно, то розмірну лінію радіуса допускається не доводити до центра й навіть зміщати щодо центра.

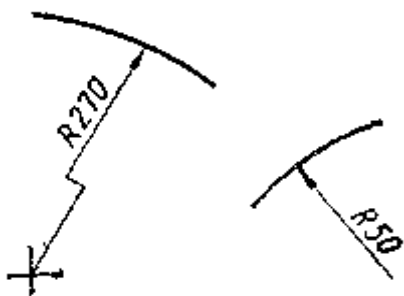


Рис.4.22 - Нанесення розмірів

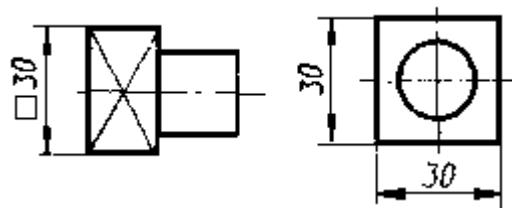


Рис.4.23 - Нанесення розмірів квадрата

Розміри квадрата наносять так, як показано на рис.4.23.

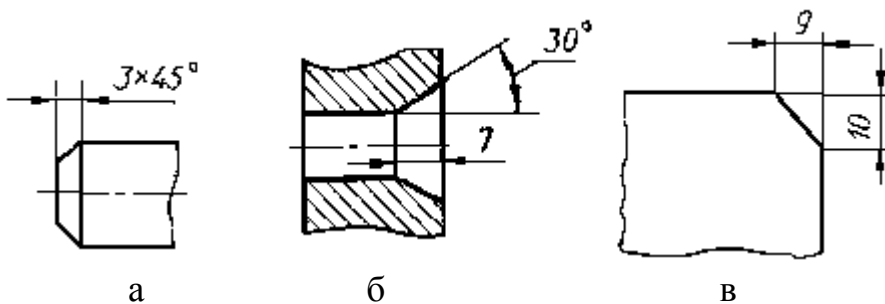


Рис. 2.24 - Нанесення розмірів фасок

Розміри фасок, виконаних під кутом 45° , наносять так, як показано на рис. 4.24 а. Розміри фасок, виконаних під іншими кутами, показують за загальними правилами – лінійним і кутовим розмірами (рис. 4.24 б) або двома лінійними розмірами (рис. 4.24 в).

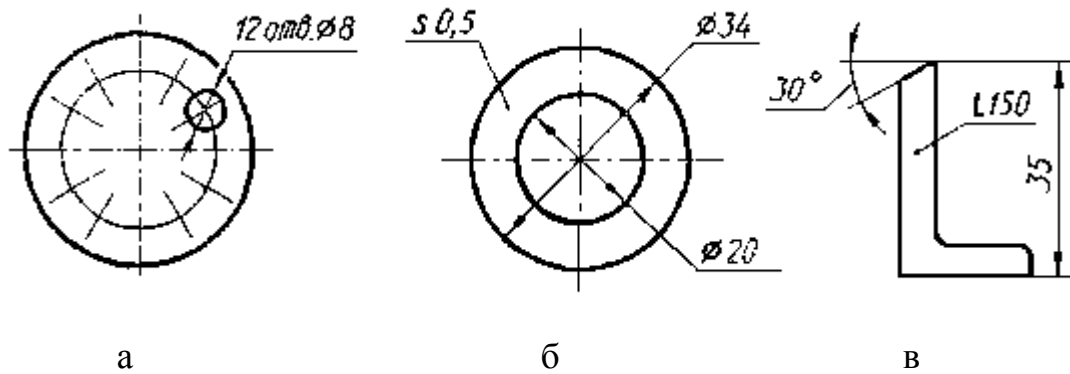


Рис.4.25

Наносячи розміри елементів, рівномірно розташованих по колу, замість кутових розмірів, що визначають взаємне розташування елементів, указують тільки їхню кількість (рис. 4.25а). При однакових діаметрах допускається зображувати один отвір, а інші фіксувати центровими лініями.

Зображуючи деталь в одній проекції, її товщину або довжину наносять згідно рис. 4.25 б,в.

5 ГЕОМЕТРИЧНІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ СПРЯЖЕНЬ

Контури більшості деталей як фігури різноманітного обрису будуються як лінії різноманітного виду (прямі, дуги, кола та лекальні криві). Плавні переходи однієї лінії в іншу називаються спряженням.

5.1 Спряження двох прямих

Прямі на площині відносно одна одної можуть бути паралельні або перетинатися, створюючи при цьому кути – гострий, тупий або прямий (рис. 5.1) Сполучення сторін кутів іноді називають округленням. У більшості випадків сполучення сторін кутів виконують дугою заданого радіуса. Рішення задачі на сполучення (спряження) сторін кута складається із двох геометричних побудов: визначення центра дуги спряження й визначення точок сполучення.

Сполучення сторін кутів (гострого або тупого) заданим радіусом (рис.5.1 а,б). На відстані заданого радіуса R проводять допоміжні прямі, паралельні сторонам заданого кута. Точка перетину цих прямих буде центром O дуги сполучення. Перпендикуляри, проведені із точки O на

сторони кута, визначають точки сполучення E і F , які є границями проведеної заданим радіусом R дуги сполучення.

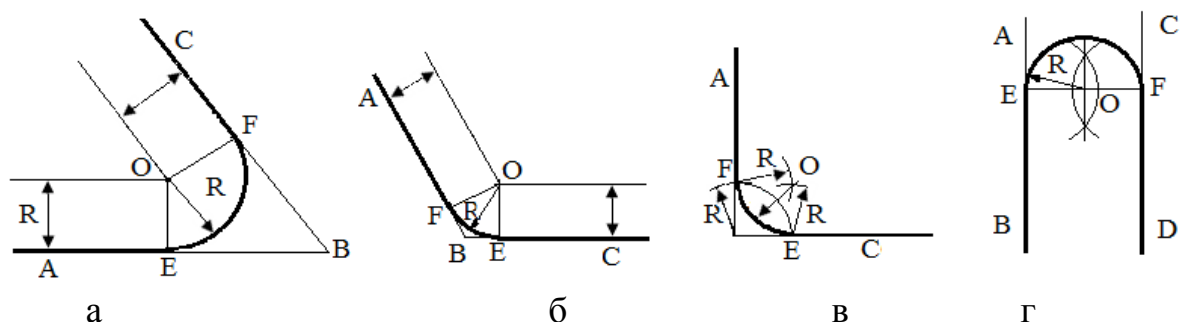


Рис.5.1 - Спряження двох прямих

Сполучення сторін прямого кута заданим радіусом (рис.5.1 в) Взявши за центр вершину кута, радіусом R проводять дугу, що перетне сторони кута в точках E і F (точки сполучення). Взявши за центри точки E і F , цим же радіусом R проводять дві дуги. Перетин дуг – точка O – центр дуги сполучення. Із центра O радіус R проводять дугу сполучення від точки E до точки F .

Сполучення двох паралельних прямих одною (рис.5.1 г) дугою при даній точці переходу, що лежить на прямій AB . Із точки E проводять перпендикуляр до лінії CD . Точки E і F будуть точками переходу. Відрізок O ділять навпіл. Точка O – перетин перпендикуляра з відрізком EF – буде центром дуги сполучення.

Із точки O проводять радіусом OE , рівним OF , дугу від точки переходу E до точки переходу F . Одержуємо дугу сполучення.

5.2 Сполучення прямої з дугою кола

Такі сполучення можуть бути здійснені за допомогою дуги переходу із зовнішнім торканням і дуги переходу із внутрішнім торканням.

Зовнішнє сполучення. Паралельно даній прямій EF проводять на відстані R допоміжну пряму і дугу концентрично даній дузі радіусом $R_2=R_1+R$; точка їхнього перетину з'явиться центром O дуги сполучення. Проводять лінію центрів OO_1 . Точка K – точка переходу на дузі R . Із точки O_1 , проводять перпендикуляр до прямої EF . Точка K_1 – точка переходу на прямій EF . Проводять дугу заданим радіусом R_1 від точки K_1 до точки K (рис. 5.2 а).

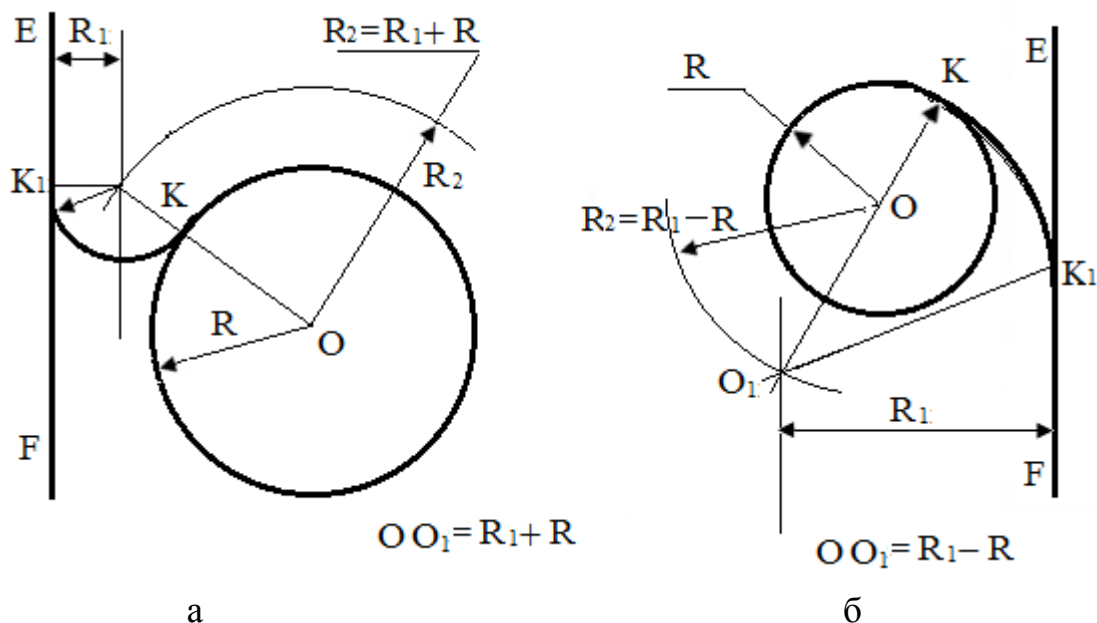


Рис. 5.2 - Сполучення прямої з дугою кола

Внутрішнє сполучення. Побудова аналогічно розібраному із внутрішнім сполученням; різниця лише в тім, що допоміжна дуга проводиться радіусом $R_2 = R_1 - R$.

5.3 Сполучення двох дуг кола

Сполучення двох дуг дугою заданого радіуса підрозділяється на три види: зовнішнє, внутрішнє й змішане.

При побудові дуги переходу зовнішнього сполучення відстані від центрів O_1 і O_2 даних дуг кіл до центра O_3 дуги сполучення дорівнюють сумі радіусів R_1 або R_2 дані дуги і R дуги переходу $R_1 + R$ і $R_2 + R$ (рис. 5.3 а).

При побудові дуги внутрішнього сполучення відстані від центрів O_1 і O_2 даних дуг кіл від центра O_3 дуги переходу рівні різниці радіуса R дуги переходу і R_1 або R_2 рівних дуг ($R - R_1$, і $R - R_2$) (рис. 5.3, б).

Побудова дуги переходу змішаного сполучення.

У першому варіанті відстань від центра O_1 першу дану дугу до центра O_3 дуги переходу дорівнює різниці радіусів R дуги переходу й R_1 даної дуги ($R - R_1$), а відстань від центра O_2 другої дуги до центра O_3 дуги переходу дорівнює сумі радіусів цих дуг ($R_2 + R$) (рис. 5.3, в).

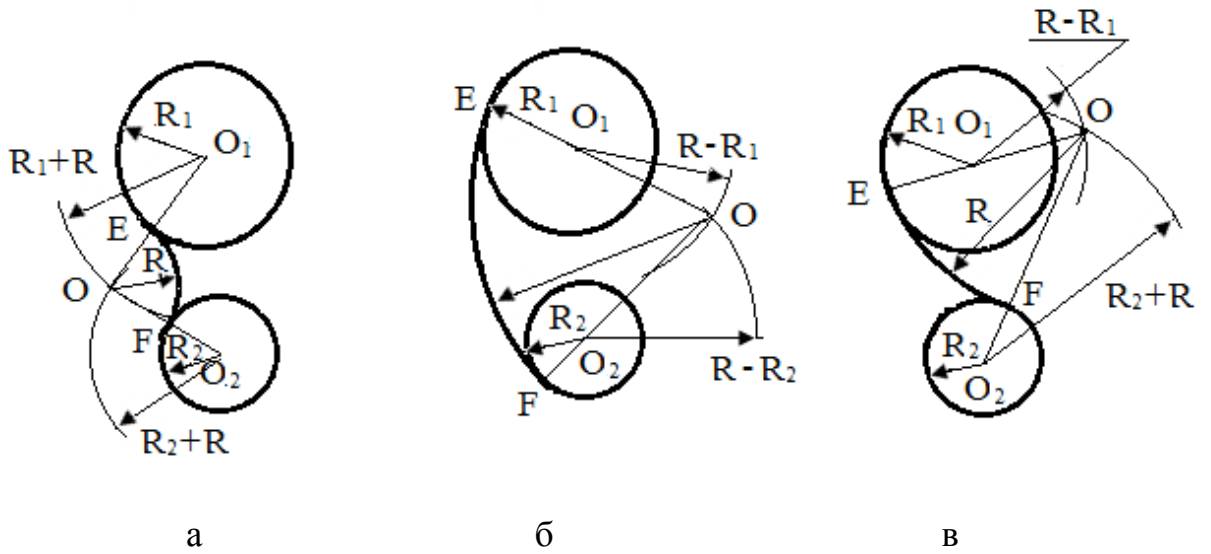


Рис. 5.3 - Сполучення двох дуг кола

6 АКСОНОМЕТРИЧНІ ПРОЕКЦІЇ

У графічних роботах з креслення і інших курсів для наочності зображують предмети в аксонометричних проекціях. При цьому часто застосовують виріз чверті, восьмої частини предмета або місцевий розріз.

В навчальній практиці використовують три види аксонометричних проекцій:

1)прямокутну ізометричну (рис.6.1), аксонометричні осі якої спрямовані під кутом 120° . Її особливість полягає в тому, що коефіцієнти перекручування K_x , K_y , K_z однакові і дорівнюють 1. Це робить прямокутну ізометричну проекцію найбільш зручною;

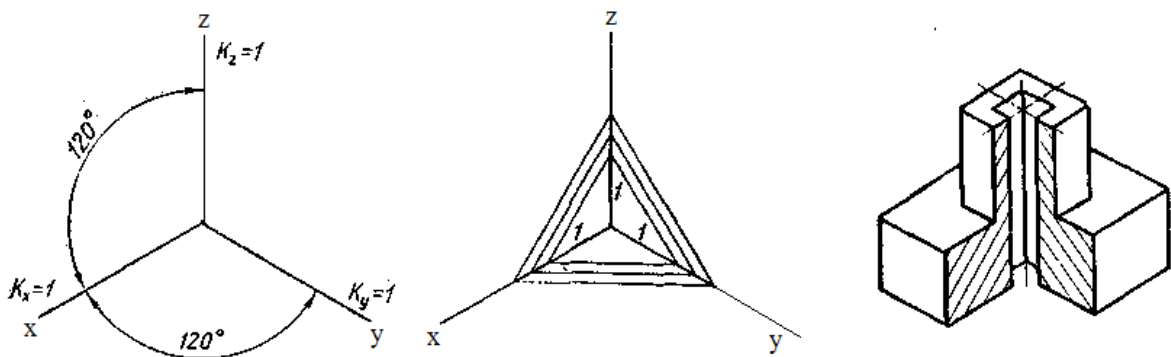


Рис. 6.1 - Прямокутна ізометрична проекція

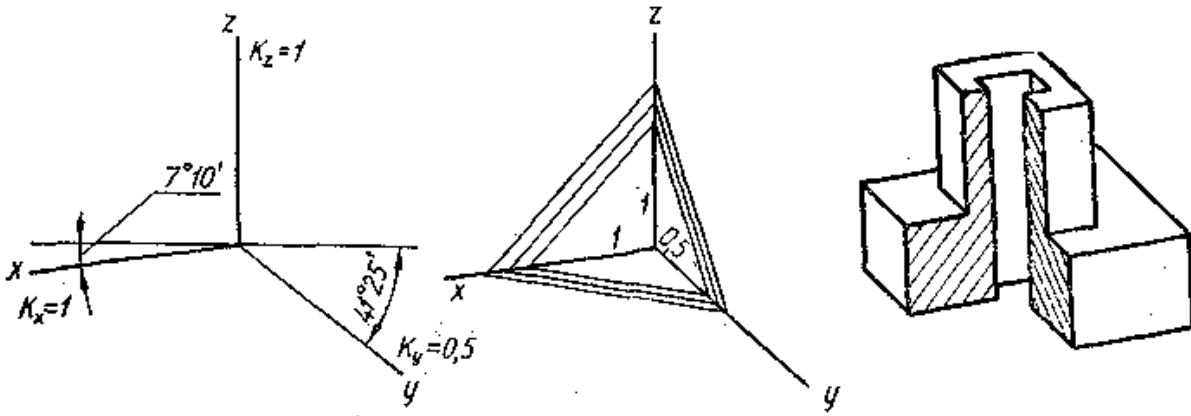


Рис.6.2 - Прямокутна диметрична проєкція

2) прямокутну диметричну (рис. 6.2.), у якої ось z вертикальна, ось x спрямована до горизонтальної лінії під кутом $7^\circ 10'$, а вісь y – під кутом $41^\circ 25'$.

Коефіцієнт перекручування по осі y в ній приймають $0,5$, і координату y зображуваних предметів зменшують у два рази в порівнянні з комплексним кресленням;

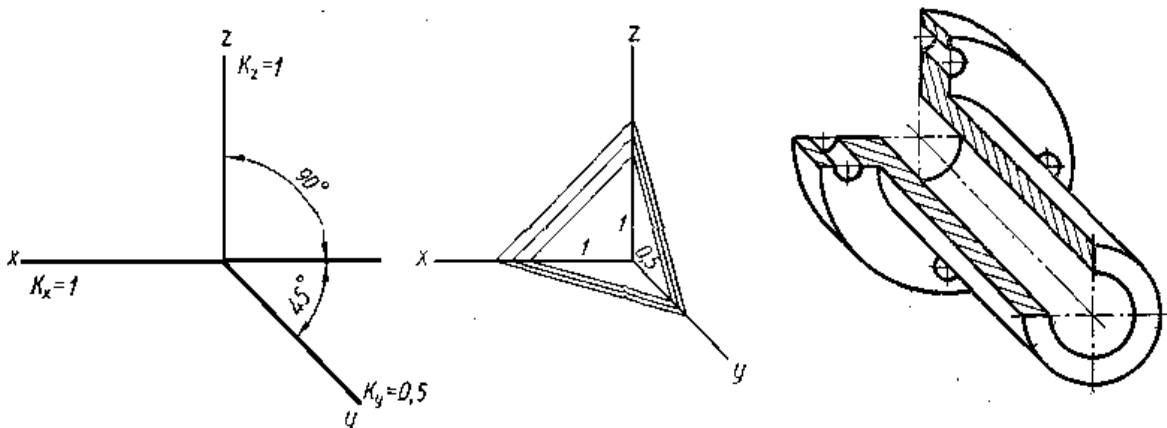


Рис.6.3 - Фронтальна диметрична проєкція

3) фронтальну диметричну (рис.6.3), у якої ось z вертикальна, ось x горизонтальна, а ось y спрямована під кутом 45° до горизонтальної лінії, що приводить до необхідності координату y зменшувати у два рази.

Напрямок ліній штрихування вибирають так, як показано на рисунках. Залежно від виду аксонометрії по аксонометричних осях відкладають відрізки відповідно коефіцієнтам перекручування K_x , K_y , K_z . Отримані точки попарно з'єднують і паралельно отриманим лініям проводять лінії штрихування.

Приклади штрихування вирізів предметів наведені.

7 ЗОБРАЖЕННЯ І ПОЗНАЧЕННЯ РОЗ'ЄМНИХ ТА НЕРОЗ'ЄМНИХ З'ЄДНАНЬ

Залежно від характеру виконання з'єднань їх поділяють на роз'ємні та нероз'ємні. До роз'ємних з'єднань належать такі, які можна розібрати, не руйнуючи деталей, що входять до їх складу. До таких з'єднань належать болтове, шпилькове, гвинтове, шпонкове, шліцьове, штифтове. Нероз'ємні з'єднання не можна розібрати, не зруйнувавши чи не пошкодивши деталей, що входять до їх складу. До таких з'єднань належать заклепані, зварні, запаяні, клейові та зшиті.

7.1 Різьблення на кресленнях

Для зображення різьблення на кресленнях треба знати наступні основні вимоги ДЕРЖСТАНДАРТ 2.311-68;

Зображення різьблення на кресленні не залежить від типу різьблення.

На стержнях різьблення зображують суцільними товстими основними лініями по зовнішньому діаметру і суцільними тонкими по внутрішньому. Суцільна тонка лінія при цьому повинна перетинати границю фаски (рис. 7.1а) і проводитися на всій довжині різьблення без стоку. На видах, отриманих проектуванням різьблення стрижня на площину, перпендикулярну до його осі, по внутрішньому діаметру різьблення тонкою суцільною лінією проводять дугу не набагато більше трьох чвертей кола, розімкнуту в будь-якому місці. На тому ж зображенні дозволяється не показувати фаску, якщо вона не має спеціального конструктивного призначення.

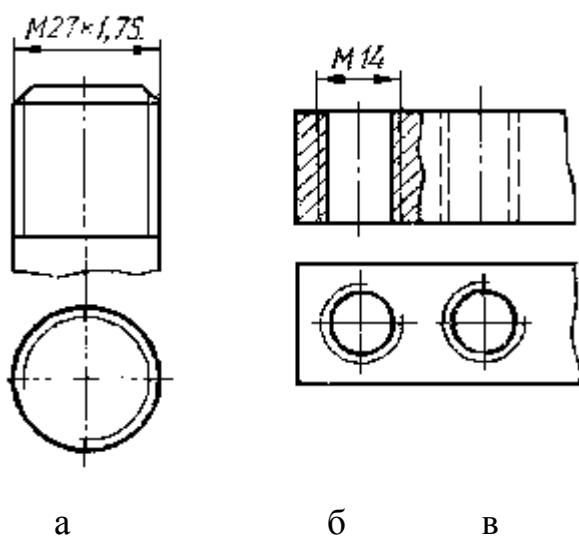


Рис.7.1- Позначення різьблення

В отворах різьблення зображують суцільними товстими основними лініями по внутрішньому діаметру різьблення і суцільними тонкими по зовнішньому.

На розрізах, паралельні осі отвору, суцільну тонку лінію по зовнішньому діаметрі різьблення проводять на всю довжину різьблення без стоку. На зображеннях, отриманих проектуванням на площину, перпендикулярну до осі

отвору, по зовнішньому діаметру різьблення проводять дугу не набагато більше трьох чвертей кола тонкою суцільною лінією (рис. 7.1б).

Суцільну тонку лінію при зображенні різьблення наносять на відстані не менше 0,8 мм від основної лінії і не більше кроку різьблення.

Різьблення, що показують як невидиму, зображують штриховими лініями однієї товщини по зовнішньому і внутрішньому діаметрах (рис.7.1в).

Лінію, що визначає границю різьблення, наносять на стрижні і в отворі наприкінці повного профілю різьблення (до початку стоку). Цю границю проводять до лінії зовнішнього діаметра суцільною товстою основною (рис. 7.1 а) або штриховою лінією, якщо різьблення зображене як невидиме (рис. 7.1в).

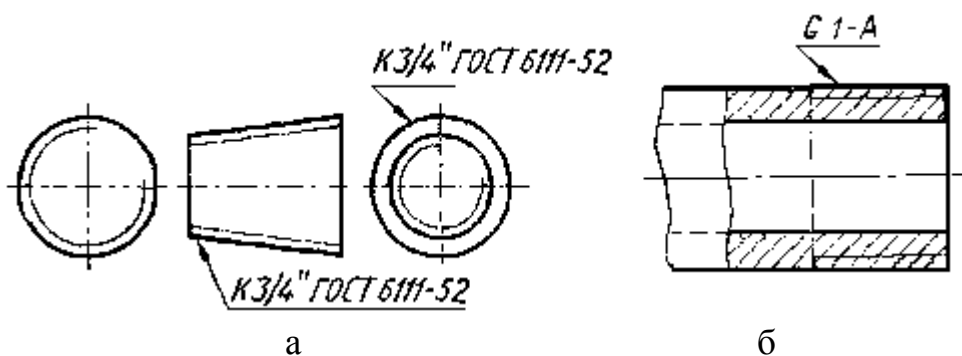


Рис.7.2 - Позначення різьблення

Штрихування в розрізах деталей з різьбленням завжди доводять до лінії видимого контуру.

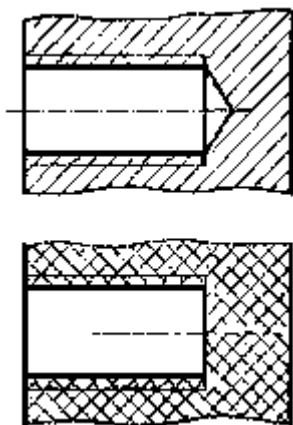


Рис.7.3-Позначення різьби в отворах

Довжину різьблення на стрижні й в отворі вказують, як правило, без стоку.

На кресленнях, по яких різьблення не виконують, кінець глухого різьбового отвору допускається зображувати, як показано на рис. 7.3, навіть при наявності

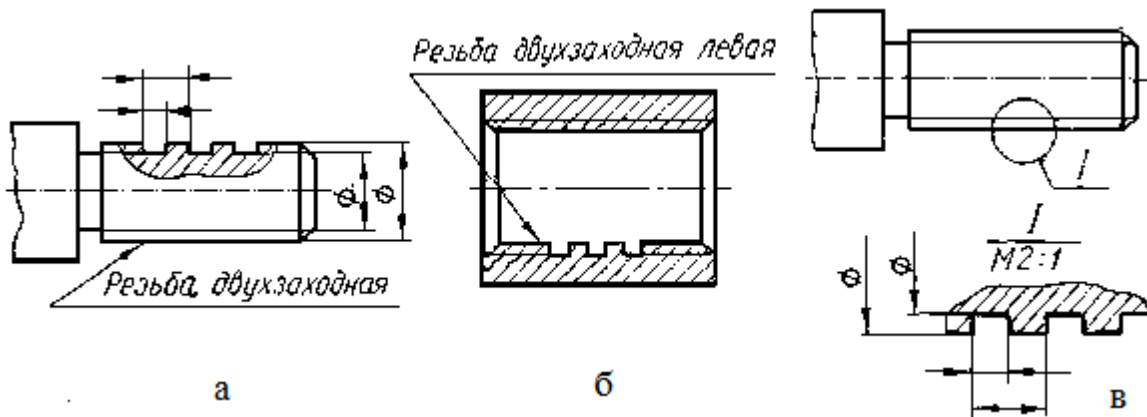


Рис.7.4 – Позначення різьблення з нестандартним профілем

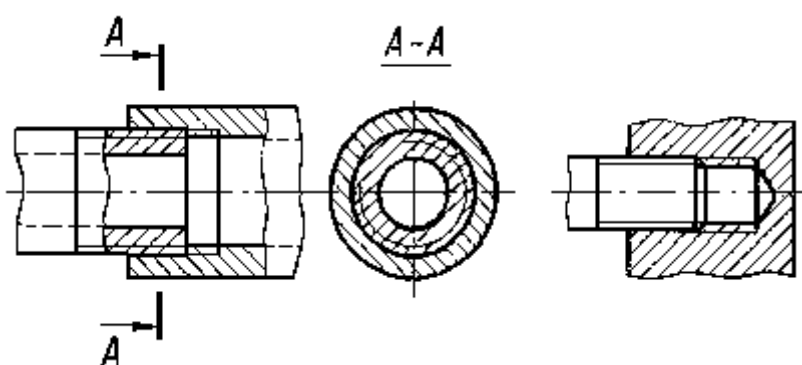


Рис.7.5 – Розріз вздовж осі нарізного сполучення

різниці між глибиною отвору під різьблення і довжиною різьблення. Різьблення з нестандартним профілем (наприклад, прямокутне) показують одним зі способів, зображених на рис.7.4 а-в, з усіма необхідними

розмірами і додатковими даними про число заходів, лівому напрямку різьблення і т.п., починаючи напис словом «Різьблення».

На розрізах уздовж осі нарізного сполучення в отворі показують тільки ту частину різьблення, що не закрита різьбленням стрижня (рис. 7.5).

По умовному зображенню різьблення визначити її тип і основні параметри неможливо. Тому стандарти на різьблення передбачають умовні позначки, у яких вказується тип різьблення, зовнішній діаметр і крок, її допуск, напрямок і число заходів. При цьому позначення різьблення, крім конічної і трубної циліндричної, проставляють над розмірною лінією, на її продовженні або на полці лінії-винесення (рис. 7.1). Позначення конічного і трубного циліндричного різьблення відносять до контуру різьблення (суцільної товстої основної лінії) і наносять тільки на полці лінії-винесення (рис. 7.2).

В умовну позначку метричного різьблення (ДЕРЖСТАНДАРТ 9150—81) входить буква М, значення зовнішнього діаметра (мм), значення кроку різьблення (для різьблення із дрібним кроком), напрямок гвинтової

лінії (для лівого різьблення). Наприклад; M12–6g – різьблення метричне із зовнішнім діаметром 12мм з великим кроком праве з полем допуску 6g

Трубне циліндричне різьблення позначають буквою *G*, указують номінальний діаметр різьблення в дюймах і клас точності *A* або *B*

Конічне дюймове різьблення позначають буквою *K* с додаванням діаметра різьблення у дюймах і номера стандарту, наприклад: *K 3/4"*

Трубне конічне різьблення позначають буквою *R* (зовнішнє) і *R_c* (внутрішнє) із вказівкою номінального діаметра різьблення в дюймах, наприклад: *R 3/4, R_c 3/4*.

Трапецієподібне різьблення позначають буквами *Tr*, указують зовнішній діаметр і поле допуску. Упорне різьблення позначають буквою *S*, указують номінальний діаметр, крок і поле допуску.

7.2 Креслення нероз'ємних з'єднань

Характерна особливість нероз'ємних з'єднань – неможливість роз'єднати їх без руйнування чи значного пошкодження з'єднуваних деталей.

До головних видів нероз'ємних з'єднань належать: зварні, клепані, паяні, клеєні, зшиті з'єднання. Розглянемо деякі з них.

Зварні з'єднання, утворюються плавленням металу в місці з'єднання, де утворюється зварний шов (рис. 7.6, а). Зварні шви мають свою класифікацію, яка враховує характер зварного з'єднання і особливості виконання швів. Шви можуть бути переривистими, непереривними та точечними (рис.7.6 в)

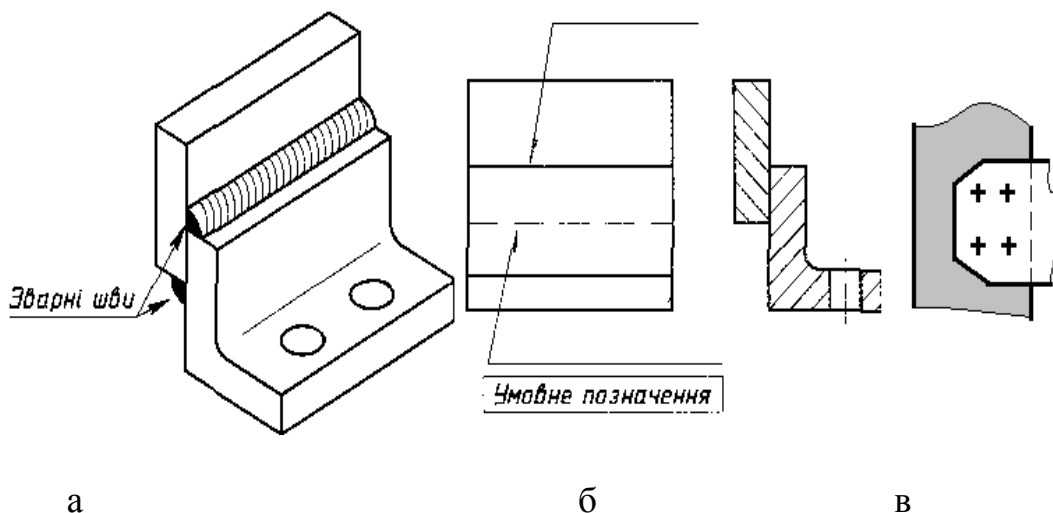


Рис.7.6- Зварні з'єднання

Залежно від розташування на виробі зварний шов на кресленні може бути видимим чи невидимим. Видимі зварні шви зображують суцільними товстими основними лініями, невидимі – штриховими, точечні – знаком

додавання (рис.7.6,б в). Умовне зображення шва супроводжують позначенням, до якого входять дані, необхідні зварювальнику для виконання зварювальних робіт. Умовне позначення розміщують над поличкою лінії-виноска (коли шов видимий) чи під нею (коли шов невидимий). Лінія-виноска починається біля зображення шва однобічною стрілкою.

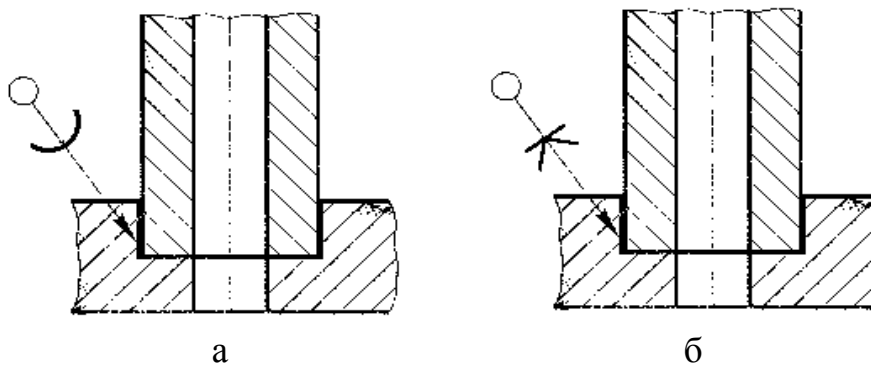


Рис. 7.7 - Паяне (а) і клейове (б) з'єднання

З'єднання паянням, під час якого деталі в нагрітому стані скріплюються одна з одною за допомогою додаткового легкоплавкого сплаву (припою);

клейові з'єднання, які утворюються за допомогою тонкого шару швидкотверднучого клею.

Основою паяного і клейового з'єднань є відповідні шви. Їх зображують однаково і на всіх зображеннях показують лінією, в два рази товщою за суцільну товсту основну (рис. 7.7). До лінії умовного зображення шва проводять лінію-виноску. Щоб розрізнити шви, застосовують умовні знаки, які наносять на похилій лінії-виносці (рис. 7.7). Для позначення паяного шва застосовують умовний знак у вигляді півкола С, його виконують товстою основною лінією. Для позначення місця склеювання застосовують умовний знак К, схожий на літеру К.

Якщо зварний, паяний чи клейовий шов виконують по замкнутій лінії (по периметру), то лінію-виноску закінчують колом діаметром 3-4 мм.

8 ЕСКІЗИ. ВИКОНАННЯ, ЧИТАННЯ Й ДЕТАЛЮВАННЯ СКЛАДАЛЬНИХ КРЕСЛЕНЬ

Креслення деталей залежно від призначення й способу виконання зображень підрозділяються на ескізи й властиво креслення деталей.

Ескізами називають креслення деталей, виконувані без креслярських інструментів (від руки) без певного масштабу, але по можливості з

дотриманням пропорційності між розмірами елементів деталі, установлюваної оком.

Ескізи призначені для разового використання у виробництві і широко застосовуються в проектній роботі для розробки нових конструкцій виробів, пристосувань, інструментів і т.п.

Креслення деталі є основним конструкторським документом і призначений для безпосереднього виготовлення по ньому деталей на виробництві й контролю. Креслення деталей на відміну від ескізів виконуються креслярськими інструментами, на креслярському папері одного зі стандартних форматів, у масштабі за ДСТ 2.302-68.

Таким чином, по составі й змісту зображень, обсягу технічної інформації ескізи й креслення деталей рівноцінні.

8.1 Послідовність виконання ескізів

Роботу з виконання ескізів деталей з натури можна розділити на наступні основні етапи.

Перший етап – ознайомлення із призначенням і формою деталі, для того щоб визначити:

- а) найменування й конструктивне призначення деталі;
- б) спосіб виготовлення деталі й види обробки її поверхонь;
- в) робоче положення деталі у виробі або в основній стадії обробки;
- г) з якого матеріалу виготовлена деталь;
- д) яка загальна форма деталі, призначення кожної поверхні, наявність площин симетрії;
- е) на які елементарні геометричні тіла й поверхні можна подумки розчленувати форму деталі і яке їхнє взаємне положення.

Другий етап – визначення кількості й змісту зображень.

Третій етап – виконання зображень деталі.

Ескізи деталей зручніше за все виконувати на розгорнутих аркушах паперу в клітку, раціонально використовуючи лінії цього паперу як контурних, осьових, виносних, розмірних ліній і ліній зв'язку; зображення виконують м'яким чорним олівцем «Конструктор» (марки 2М або 3М), можливо крупніше в межах узятого формату. Лінії допоміжних побудов (габаритні прямокутники) рекомендується креслити кольоровим олівцем (синім або зеленим).

Графічна робота проводиться в такій послідовності.

Наносять лінії рамки й основного напису.

Визначають оком співвідношення габаритних розмірів деталі (довжини, висоти, ширини) і тонкими лініями (суцільними або штрихпунктирними) креслять габаритні прямокутники для кожного наміченого зображення; ці прямокутники розміщують відносно один

одного компактно, але залишають між ними вільні проміжки, достатні для нанесення розмірів і необхідних написів.

У габаритних прямокутниках наносять осі симетрії, осьові й центрові лінії основних елементів деталі потім послідовно тонкими суцільними лініями наносять зовнішні й внутрішні обриси всіх елементів деталі.

Видаляють зайві лінії, обводять зображення чітко, наносять штрихування на фігури перетину й перетини, що входять у розріз. На цій стадії графічної роботи наносяться усе раніше опущені елементи: скруглення, фаски, канавки й т.п. Можливі також деякі уточнення й доповнення.

Четвертий етап – визначення баз, нанесення позначень шорсткості поверхонь.

П'ятий етап – обмерли деталі й нанесення розмірних чисел над розмірними лініями.

Шостий етап – виконання всіх необхідних написів на поле креслення (технічні вимоги) і в графах основного напису.

По закінченні всіх зазначених, етапів ескіз необхідно ретельно перевірити, звернувши особливу увагу на необхідність і достатність зображень розмірів. Виявлені неточності й помилки варто виправити.

8.2 Складальне креслення

Складальне креслення – документ, що містить зображення складальної одиниці в достатній кількості виглядів із застосуванням необхідних розрізів, перетинів, місцевих розрізів, виносних елементів і інших даних, необхідних для її складання (виготовлення) і контролю.

«Креслення загального виду» і призначено для визначення конструкції виробу, взаємодії його основних частин і принципу, що пояснює, роботу виробу.

Складальне креслення відповідно ДО ДЕРЖСТАНДАРТУ 2.102–68 віднесено до робочої документації і є обов'язковим. Привласнений складальній одиниці шифр СБ записують в основному написі наприкінці позначення виробу, а в графі після найменування виробу додають **Складальне креслення**.

Складальне креслення повинне містити:

а) зображення складальної одиниці, що показує розташування й взаємний зв'язок складових частин, по даному кресленню;

б) розміри, граничні відхилення й ряд інших параметрів і вимог, які повинні бути виконані й проконтрольовані в складальній одиниці;

в) вказівки про характер сполучення й методів його здійснення, якщо точність сполучення забезпечується не заданими відхиленнями розмірів, а пригоном, підбором і т.д.;

г) номери позицій частин, що входять у даний виріб;

д) основні характеристики виробу (маса, число обертів, потужність і т.д.);

е) габаритні, настановні, приєднувальні розміри й по потребі довідкові розміри.

На складальних кресленнях допускається не показувати: фаски, скруглення, проточки, поглиблення, виступи, накатки, насічки, зазори між стрижнем і отвором.

Складові частини складальної одиниці, зображеної на складальному кресленні, повинні мати номери на полках ліній-винесень, що йдуть від зображень, відповідно до номерів позицій, зазначеними в специфікації цієї складальної одиниці. Номери позицій варто вказувати на зображенні, де ця частина проєцюється як видима й, як правило, на основних виглядах або їхніх розрізах, що заміняють. Номери позицій указують на полках, паралельних основному напису, поза контуром зображень і групують, як правило в рядок або колонку. Шрифт номерів позицій повинен бути на один-два розмірів більше, ніж шрифт розмірних чисел на тім же кресленні. Лінії-винесення не повинні перетинатися між собою й бути паралельними лініями штрихування. Лінії-винесення по можливості не повинні перетинати розмірні лінії й зображення інших складових частин складальної одиниці.

Номера позицій вказуються на кресленні, як правило, один раз, за винятком випадків, коли на кресленні є однакові складові частини. Всі повторювані номери виконують на подвійній полиці.

8.3 Специфікація

Специфікація (ДЕРЖСТАНДАРТ 2.108-68) є текстовим конструкторським документом, що визначає склад складальної одиниці, комплексу й комплекту й необхідний для комплектування й виготовлення конструкторських документів, планування й запуску у виробництво виробів. Специфікація в загальному випадку складається з восьми розділів. Наявність розділів визначається складом специфікованого виробу.

Назва кожного розділу вказується як заголовок у графі «Найменування» і підкреслюється тонкою суцільною лінією.

Розділ *Документація*. У нього записуються:

а) документи – основний комплект конструкторських документів специфікованого виробу за винятком специфікації;

б) документи основного комплекту ув'язаних у специфікацію неспеціфікованих основних частин (деталей) крім креслень деталей.

Документи записуються в такій послідовності - складальне креслення загального виду, габаритне креслення, монтажне креслення, схеми й т.д.

Розділи *Комплекси, Складальні одиниці, Деталі*. У ці розділи записують комплекси, складальні одиниці й деталі, що безпосередньо входять у специфікований виріб.

Запис зазначених виробів усередині розділу роблять за абеткою сполучення початкових знаків (букв), індексів організацій розроблювачів і далі в порядку зростання цифр, що входять у позначення.

Розділ *Стандартні вироби*. У нього записують стандартні вироби, що входять у специфікований виріб.

Розділ *Інші вироби*. У розділ записують вироби, виготовлені не по основним конструкторським документам, а взяті по каталогам, преїскурантам і т.п.

Розділ *Матеріали*. У розділ вносять матеріали, що входять у специфіковані вироби й записують по видам у такій послідовності: метали чорні; матеріали магнітоелектричні й феромагнітні; метали кольорові, благородні й рідкі; кабелі, дроти й шнури, пластмаси й пресматеріали; паперові й текстильні й ін.

Розділ *Комплекти*. У розділ вносять відомість експлуатаційних елементів і комплекти, застосовувані по конструкторським документам і безпосередньо вхідні в специфікований виріб.

Специфікацію виконують на окремих аркушах формату 11 (210X297) на кожен складальну одиницю.

ДЕРЖСТАНДАРТ 2.108-68 передбачає форму 1 специфікації для першого або заголовного аркуша (рис. 8.1) й форму 1а для наступних аркушів.

Порядок заповнення граф специфікації.

Графа *Формати* вказує позначення формату конструкторського документа. Для розділів *Стандартні вироби, Інші вироби, Матеріали* графові не заповнюють. При записі в специфікацію деталей, на які не виконані креслення, у графі пишуть БК (без креслення) прописними буквами.

Графа *Зона* заповнюється в тому випадку, коли передбачається розбивка поля креслення на зони (ДЕРЖСТАНДАРТ 2.104-68).

Графа *Поз* (позиція). Уписують порядкові номери позицій, нанесених на кресленні складових частин, що входять у виріб.

Для розділів *Документація* й *Комплекси* графи не заповнюють.

Графа *Позначення*. У графі вказують привласнені позначення записуваних конструкторських документів. Графи не заповнюють для наступних розділів: *Стандартні вироби, Інші вироби* й *Матеріали*.

Графа *Найменування*. Для конструкторських документів, які входять в основний комплект документів виробу (специфікованого), записують тільки їх найменування, наприклад: *Складальне креслення, Монтажне креслення*. Для розділів *Складальні одиниці, Деталі* – найменування

виробів, записаних в основному написі на основних конструкторських документах.

У випадках, коли на деталі не складені креслення, указують найменування деталі й всі розміри для їхнього виготовлення.

Для розділу *Стандартні вироби* найменування виробів і умовних позначок записуються згідно Держстандартам.

Графа *Кіл* (кількість). У графі вказують кількість складових частин виробів на один специфікований виріб.

Для розділу *Матеріал* – загальна кількість матеріалу із вказівкою одиниці виміру (на один специфікований виріб).

Графа *Примітка* вказує необхідні додаткові відомості для планування й організації виробництва.

На початку специфікації перед найменуванням розділа *Документація* залишається вільний рядок.

8.4 Порядок читання складальних креслень

Прочитати складальне креслення – це значить з'ясувати будову зображеного виробу. При цьому визначають взаємодію способи з'єднання деталей у виробі, форму кожної з них. Читання складальних креслень виконують у певній послідовності.

1. Ознайомлення з основним написом. З нього дізнаються) назву виробу. Іноді вона дає уявлення не тільки про означення, а й певною мірою про його будову.

2. Ознайомлення з зображеннями. Визначають, які є на кресленні вигляди, розрізи і перерізи, яке призначення кожного з них. З'ясовують положення січних площин, за допомогою яких виконано розрізи й перерізи, а при наявності добових та місцевих виглядів – напрями проєціювання, за якими вони виконані. В результаті аналізу зображень складається загальне враження про виріб.

3. Вивчення складових частин виробу. За специфікацією визначають назви деталей. Далі знаходять зображення деталей за номерами їх позицій, причому спочатку це роблять на тому вигляді чи розрізі, на якому вказаний номер позиції, а потім на інших. Порівнюючи всі зображення кожної деталі, подані на кресленні, визначають її форму. Так роблять послідовно з усіма деталями за порядком їх номерів (позицій) у специфікації, починаючи з першої.

4. Вивчення конструкції виробу. З'ясовують, як з'єднані між собою деталі. Для роз'ємних з'єднань знаходять кріпильні деталі. Якщо є рухомі з'єднані , то визначають, які деталі переміщуються та по яких поверхнях здійснюється спряження їх з іншими деталями.

5. Ознайомлення з іншими відомостями, наведеними на кресленні (розмірами, написами, умовними позначеннями тощо).

Головним під час читання складального креслення є вивчення форми кожної окремої деталі.

8.5 Деталювання

Виконання креслень деталей по особливих складальних кресленнях називають **деталюванням**. Особливість таких креслень полягає в тому, що на них конструкція виробу відображається у всіх подробицях, включаючи однозначне виявлення форм тих деталей, на які потрібно виконувати окремі креслення, що призначаються для виготовлення й контролю деталей.

Деталювання – включає індивідуальну оцінку складності форм кожної деталі й прийняття найкращого для неї графічного рішення: вибір головного зображення, кількості й змісти зображень (види, розрізи, перетини).

Процес деталювання доцільно розділити на три етапи.

Перший етап. Читання складального креслення.

Другий етап. Докладне виявлення геометричних форм деталей, що підлягають кресленню, з метою правильного вибору головного зображення, кількості й змісти інших зображень на їхніх кресленнях.

Третій етап. Графічна робота з виконання й оформлення робочих креслень деталей.

Результатом читання складального креслення, як відзначалося, повинне бути з'ясування складу деталей вхідних у складальне креслення, їхнього взаємного розташування й способів з'єднання, взаємодії, конструктивного призначення кожної деталі окремо й виробу в цілому.

Виявлення конструктивних і геометричних форм деталей і визначення кількості й змісту їхніх зображень на робочих кресленнях є найбільш складною частиною процесу деталювання, що вимагає особливої уваги й зосередженості, гарного знання навчального матеріалу, викладеного в попередніх главах. Оскільки на складальних кресленнях, як правило, є не одне, а кілька зображень, форму кожної деталі можна виявити однозначно, прочитавши всі зображення, на яких ця деталь є. Читання починають із найбільш простих за формою деталей (стрижні, кільця, втулки й т.п.). Знайшовши за допомогою позиційного позначення деталей на одному (звичайно на головному) зображенні й знаючи конструктивне призначення деталі, намагаються уявити собі її геометричну форму. Якщо це одне зображення визначає форму й розміри деталі однозначно, то переходять по черзі до виявлення форм інших деталей, якщо ж одне зображення не виявляє форму або розміри хоча б одного елемента деталі, то відшуковують цю деталь на інших зображеннях складального креслення й заповнюють недостатність одного зображення. При цьому користуються знаннями основ проєкційного креслення

(проекційний зв'язок крапок, ліній і поверхонь) і умовностей, установлених Держстандарт ЕСКД. Наприклад, Держстандарт 2.306-68, по якому та сама деталь на всіх розрізах і перетинах заштриховується однаково – в одному напрямку, з однаковим кроком.

9 СХЕМАТИЧНІ КРЕСЛЕННЯ

Схема - конструкторський документ, на якому складові частини виробу й зв'язки між ними показуються умовними зображеннями або позначеннями.

Схеми призначаються для показу принципу роботи виробу (машини, приладу, і т.п.) і є невід'ємною частиною комплексу конструкторських документів, необхідних для проектування, виготовлення, монтажу, регулювання, експлуатації й вивчення виробів.

Для складання й читання схем необхідно знати умовні графічні позначення встановлені стандартами ЕСКД.

Залежно від особливостей складених елементів і зв'язків, що входять у виріб, ДЕРЖСТАНДАРТ 2.701-76 підрозділяє схеми на наступні види: електричні – Е; гідравлічні – Г; кінематичні – К; пневматичного – П; комбіновані – С.

Залежно від основного призначення схеми підрозділяються на наступні типи: структурна – 1; функціональна – 2; принципова – 5; з'єднань – 4; підключення – 5; загальна – 6; розташування – 7.

Буква, що визначає вид схеми, і цифра, що позначає тип схеми, є шифром схеми. Так, схема електрична принципова має шифр ЭЗ, схема кінематична структурна – К1 і т.д.

Структурні схеми визначають основні частини виробу, їхнє призначення й взаємозв'язки.

Функціональні схеми показують тільки функціональне призначення виробу, пояснюють процеси, що протікають у виробі.

Принципові схеми визначають состав елементів і зв'язків між ними, дають повне подання про принципи роботи виробу.

Схеми з'єднань виявляють способи з'єднання складових частин виробу (проводами, розніманнями, трубопроводами, фланцями й т.п.).

Схеми підключення показують зовнішні підключення виробу.

Загальні схеми визначають складові частини комплексу й з'єднання їх між собою на місці експлуатації.

Схеми розташування показують відносне розташування складових частин виробу.

Схеми комбіновані складаються в тих випадках, коли до складу виробу входять елементи зв'язку різних видів, наприклад електричні й пневматичні, електричні й гідравлічні й т.п.

Схеми виконуються в ортогональних або в аксонометричних проекціях; вибір того або іншого виду проекцій визначається необхідністю й можливістю одержати більш наочне й зручне для читання зображення на схемі. Зокрема, аксонометричні проекції найбільш часто використовують для кінематичних, гідравлічних і пневматичних схем.

9.1 Загальні вимоги

Схеми виконують без дотримання масштабу. Дійсне просторове розташування складових частин виробів (установок) або зовсім не враховують, або враховують приблизно.

Креслити схеми потрібно компактно, але без шкоди для ясності і зручності їхнього читання. На схемах повинне бути найменша кількість зламів і перетинань ліній зв'язку. Відстані між сусідніми паралельними лініями зв'язку повинні бути не менше 3 мм.

Умовні графічні позначення, стандартизовані або побудовані на основі стандартизованих позначень, на схемах не пояснюють. В інших випадках умовні графічні позначення варто пояснювати.

Елементи, що складають пристрій із самостійною принциповою схемою, виділяють на принциповій схемі суцільною лінією вдвічі товщею лінії зв'язку. Допускається креслити схеми в межах спрощеного контуру конструкції виробу. Контури при цьому виконують тонкими суцільними лініями.

Дозволяється поміщати на схемах різні технічні дані, характер яких визначається призначенням схеми. Такі відомості вказують або біля графічних позначень (по можливості праворуч або зверху), або на вільному полі схеми (по можливості над основним написом). Біля графічних позначень елементів і пристроїв указують, наприклад, номінальні значення їхніх параметрів, а на вільному полі схеми – діаграми, таблиці, текстові вказівки.

Схему на виріб (установку) допускається виконувати на декількох аркушах.

Написи на схемах формулювати коротко й чітко й виконувати стандартним шрифтом.

Процес читання схем незалежно від їхнього типу проходить у такій послідовності:

загальне ознайомлення зі схемою – по основному напису, по умовним зображенням і позначенням елементів установлюється тип схеми;

ознайомлення з усіма елементами схеми по умовним зображенням і позначенням;

визначенням найменувань і позначень всіх елементів і їхніх характеристик по специфікації й по умовним літерним позначенням на схемах;

повне з'ясування й чітке подання принципу роботи всього пристрою й призначення кожного елемента послідовним багаторазовим з'ясуванням зв'язків між ними.

9.2 Правила виконання принципів електричних схем

Схеми креслять для виробів, що знаходяться у відключеному стані. У технічно обґрунтованих випадках допускаються деякі елементи креслити в обраному робочому положенні із вказівкою на поле схеми режиму цього елемента.

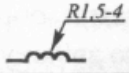
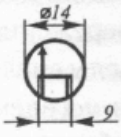
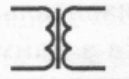
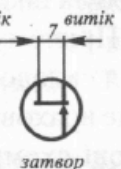

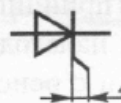
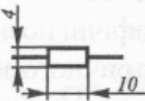
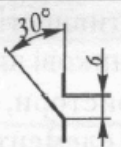
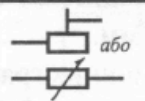
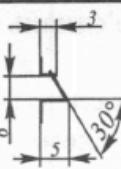
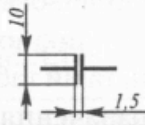
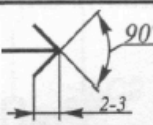
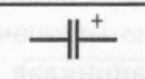
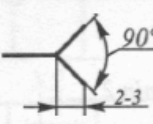
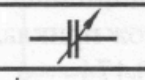
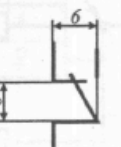

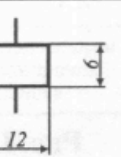
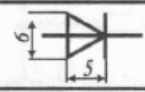
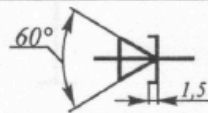

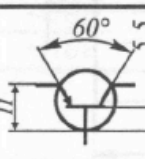

Зображують елементи на схемі у вигляді умовних графічних позначень. У насичених схемах допускаються всі графічні позначення пропорційно зменшувати, на ілюстративних схемах, навпаки – пропорційно збільшувати,

Товщину ліній всіх умовних графічних позначень елементів варто брати рівній товщині лінії електричного зв'язку (0,2...0,6 мм).

Умовні графічні позначення елементів креслять або в положенні, у якому вони зображені у відповідних стандартах, або поверненими на кут, кратний 90° до цього положення, якщо в стандартах немає спеціальних вказівок. У деяких випадках допускаються умовні графічні позначення повертати на кут, кратний 45° .

Кожний елемент, зображений на схемі, повинен мати буквено-цифрове позиційне позначення (табл. 4). Порядкові номери елементів варто починати з одиниці й нарощувати в межах групи елементів, яким на схемі привласнене однакове буквене позиційне позначення, наприклад: $R1, R2, R3$ і т.д.; $C1, C2, C3$ і т.д. Цифри порядкових номерів елементів і їх буквені позиційні позначення виконують шрифтом одного розміру.

Таблиця 9.1

Найменування	Умовне графічне позначення	Позначення згідно з ГОСТ 2.710-81	Найменування	Умовне графічне позначення	Позначення згідно з ГОСТ 2.710-81
Котушки індуктивності, дроселі, трансформатори ГОСТ 2.723-68					
Котушка індуктивності, дросель		L	Транзистор (польовий, з каналом р-типу)		VT
Трансформатор напруги з магнітопроводом		TV	Транзистор (польовий, з каналом n-типу)		VT
Трансформатор напруги без магнітопроводу		TV	Тиристор		VS
Резистори, конденсатори ГОСТ 2.728-74			Пристрої комутаційні і контактні з'єднання ГОСТ 2.755-87		
Резистор постійного опору		R	Вимикач однополюсний із замикаючим контактом		SA
Резистор змінного опору		R	Вимикач однополюсний із розмикаючим контактом		SA
Конденсатор постійної ємності		C	Контакт рознімного з'єднання (шпир)		XP
Конденсатор оксидний (електролітичний)		C	Контакт рознімного з'єднання (гніздо)		XS
Конденсатор змінної ємності		C	Перемикаючий контакт реле		K
Запобіжник плавкий		FU	Котушка реле		
Прилади напівпровідникові ГОСТ 2.730-73					
Діод		VD			
Тунельний діод		VD			
Стабілітрон		VD			
Транзистор (біполярний р-п-р типу)		VT			
Транзистор (біполярний n-р-п типу)		VT			

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. В.В. Ванін, В.В. Перевертун, Т.М. Надкирнична, Г.Г. Власюк Інженерна графіка: Підручник . Київ: “Вища школа ” 2009. - 399с.
2. В.Е.Михайленко, А.М.Пономарьов Інженерна графіка. Київ “Вища школа ” 2002. - 297с.
3. Н.С. Дружинин Н.Т. Чувииков Черчение. Москва: “Высшая школа” 1982. - 224с