

Вступ

Роль креслень у житті й сучасному виробництві неможливо переоцінити. Все або майже все, що створене людством: будівлі, в яких ми живемо, працюємо і проводимо дозвілля; засоби транспорту, на яких ми їздимо; одяг і взуття, які ми носимо; телевізор і радіо, з яких ми отримуємо інформацію, тощо – створювалося за кресленнями, розробленими раніше.

Креслення є основними конструкторськими документами. Окремо або у поєднанні з іншими графічними і текстовими документами вони визначають будову виробу і містять, як правило, всі дані, необхідні для розробки і виготовлення виробів, а також для їх контролю, приймання, експлуатації і ремонту.

Креслення є найважливішим засобом, що сприяє технічному прогресу. Тому знання основних правил креслення, вміння читати креслення і виконувати нескладні графічні роботи є неодмінними умовами високої загальної та технічної культури і необхідні кожній освіченій людині. І те, що студенти на уроках креслення протягом року, обов'язково стане у нагоді в майбутньому, а можливо, для когось стане підставою у цій професії, що вибрали.

Виконуються креслення за допомогою спеціальних креслярських інструментів за певними правилами. Для разового використання креслення можна використовувати від руки і «на око». Такі креслення називають ескізами, або ескізними.

Без застосування креслярських інструментів виконують і наочні зображення (аксонометричні), їх називають технічними рисунками. Залежно від змісту креслення поділяють на такі: креслення деталей, складальні креслення, креслення загального вигляду, монтажні креслення та ін. За кресленнями деталей виготовляють елементарні частини виробів – деталі; за складальними кресленнями збирають з них вироби; керуючись монтажними кресленнями, встановлюють (вмонтовують) вироби на робочих місцях.

У практиці застосовують також схеми – графічні документи, на яких складові частини виробів і зв'язки між ними показують за допомогою умовних зображень, або позначень.

Щоб креслення і схеми були зрозумілі всім, прийняті єдині правила їх виконання та оформлення. Ці правила встановлені державними стандартами «Єдина система конструкторської документації» (ЕСКД), Правила

обов'язкові для всіх підприємств, організацій та осіб. Порушення їх може призвести до браку продукції і аварій на виробництві.

Історичні відомості про розвиток графіки.

Перші відомості про креслення, що нагадують сучасні, відносяться до XV ст. Так, Леонардо да Вінчі(1452-1519 рр.) – великий італійський учений і художник – в технічних рисунках і ескізах розкривав свої ідеї у галузі техніки і будівництва.

Видатні пам'ятники культури, що дійшли до нас, свідчать про застосування креслень як будівельних документів. Так споруди, як старогрегетський храм Луксор (XV-XIII ст. до н. е.), старогрегетський храм Парфенон в Афінах (447-438 рр. до н. е.), амфітеатр Колізей у Римі (75-80 рр. н. е.) не могли бути побудовані без заздалегідь підготовлених проектів.

Значного розвитку будівельні креслення XVI ст. Відомий італійський архітектор Андреа Палладіо в 1570 р. опублікував розроблений ним трактат «Чотири книги про архітектуру».

На рис. 1 зображено креслення млина на річці Сель. Такого типу креслення-проекти були поширені у XVI-XVII ст.

Теоретичні основи методу прямокутного проєкціювання були розроблені в кінці XVIII ст. французьким ученим Гаспаром Монжем (метод Монжа), але практично прямокутними проєкціями користувалися задовго до цього.

У XVIII ст. з'являються перші машинобудівні креслення: універсального парового двигуна І. І. Ползунова (1753 р.); першого паровоза винахідників батька і сина Черепанових (1835-1839 рр.) (рис. 2); першого у світі літака, побудованого А. Ф. Можайським (1881 р.), тощо.

У XX-XXI ст. продовжують розвиватись усі види креслень і виникають нові-схематичні або, коротше, схеми: електричні, гідравлічні, пневматичні, кінематичні й комбіновані.

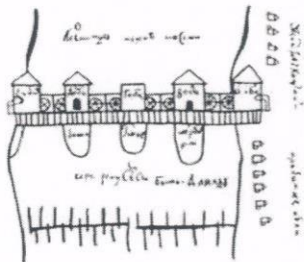


Рисунок 1 Креслення млина на річці Сель (XVII ст.)



Рисунок 2 Креслення першого паровоза Черепанових.

Велика трудомісткість і незначна швидкість ручного виконання креслень змушували шукати засоби механізації їх виконання. Удосконалюються різні креслярські прилади (кульмани), розробляються різноманітні трафарети для викреслювання кіл, еліпсів, написів і умовних знаків для схем: створюються прилади для нанесення штрихування, побудови аксонометричних проєкцій, пристрої для нанесення на креслення цифр, знаків і букв. Механізація креслярських робіт дещо підвищує продуктивність праці конструктора, але не забезпечує відчутного виграшу в часі.



Рисунок 3 Автоматизоване робоче місце конструктора (АРМ).

У наш час прискорити виконання проектно-конструкторських робіт дозволяє застосування сучасної техніки на основі ЕОМ і персональних комп'ютерів(рис. 3).

Оформлення креслень

1.1. Формати аркушів Масштаби креслень Лінії креслення

1.1. Формати аркушів

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

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

Позначення формату	Розміри сторін формату, мм
A0	841x1189
A1	594x841
A2	420x594
A3	297x420
A4	210x297

Формат із розмірами сторін 841x1189 мм, площа якого дорівнює 1 м^2 , та інші формати, отримані послідовним поділом його на дві рівні частини паралельно меншій стороні відповідного формату, беруть за основні.

Кожний наступний основний формат утворюють поділом попереднього формату навпіл, паралельно меншій стороні формату (рис. 1.1). Можливе застосування формату A5 із розмірами сторін 148x210 мм.

Формати аркушів визначаються розмірами зовнішньої рамки, яку роблять тонкою лінією (рис. 1.2).

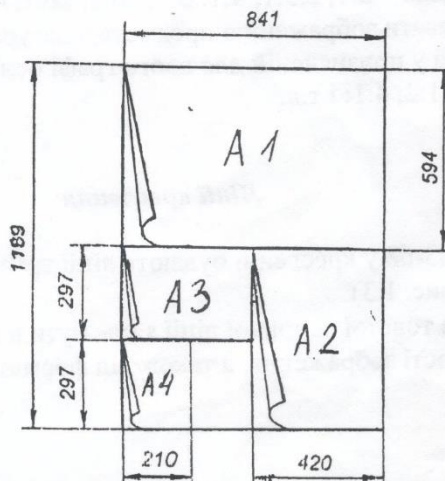


Рис.1.1

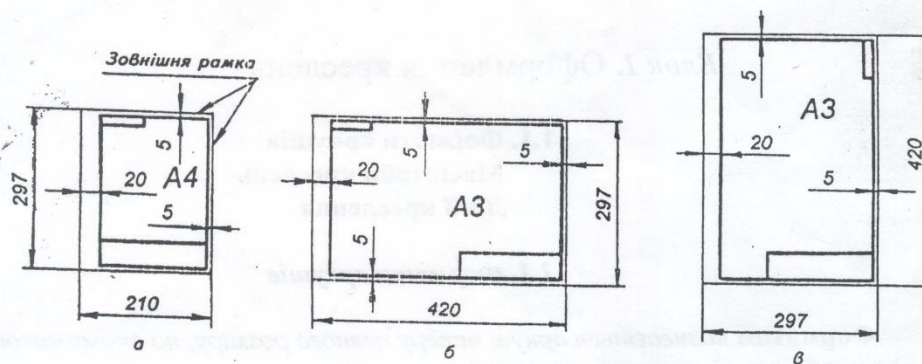


Рис. 1.2

Допускається застосовувати додаткові формати, які утворюють збільшення коротких сторін основних форматів на величину, кратну розмірам.

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

На кожному кресленні та конструкторському документі має бути основний напис. Його розміщують у правому нижньому кутку креслення. На форматі A4 основний напис розміщують лише на меншій стороні формату.

Масштаби креслень

Масштабом називається відношення лінійних розмірів зображення, поданого на кресленні, до відповідних розмірів предмета.

Масштаб зображень на кресленнях слід вибирати з такого ряду (ГОСТ 2.302-68):
масштаби зменшення – 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75;
1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000;

натуральна (справжня) величина – 1:1;

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

Перевагу слід надавати зображенню предмета в натуральну величину.

Масштаб, указаний у призначеній для цього графі основного напису креслення, позначається так: 1:1; 1:2; 4:1; і т.д.

Лінії креслення

Згідно з ГОСТ 2.303-68 у кресленні бувають лінії трьох типів: суцільні, штрихові та штрих-пунктирні (рис. 1.3)

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

Назва, викреслювання, товщина ліній щодо товщини основної лінії мають відповідати вказаним на рис. 1.3.

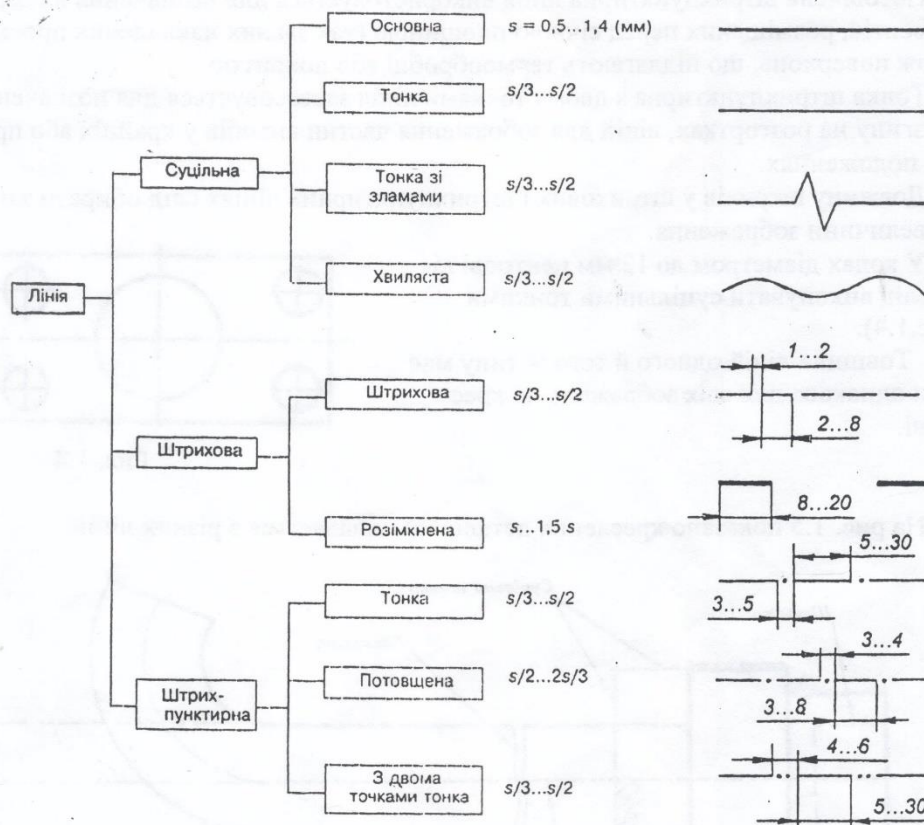


Рис. 1.3

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

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

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

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

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

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

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

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

Потовщена штрихпунктирна лінія використовується для позначення в розрізах елементів, розміщених перед січною площиною (так званих накладених проєкцій), а також поверхонь, що підлягають термообробці або покриттю.

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

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

У колах діаметром до 12 мм центрові лінії слід виконувати суцільними тонкими (рис. 1.4).

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

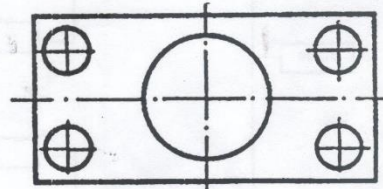


Рис. 1.4

На рис. 1.5 показано креслення деталі, яке складається з різних ліній.

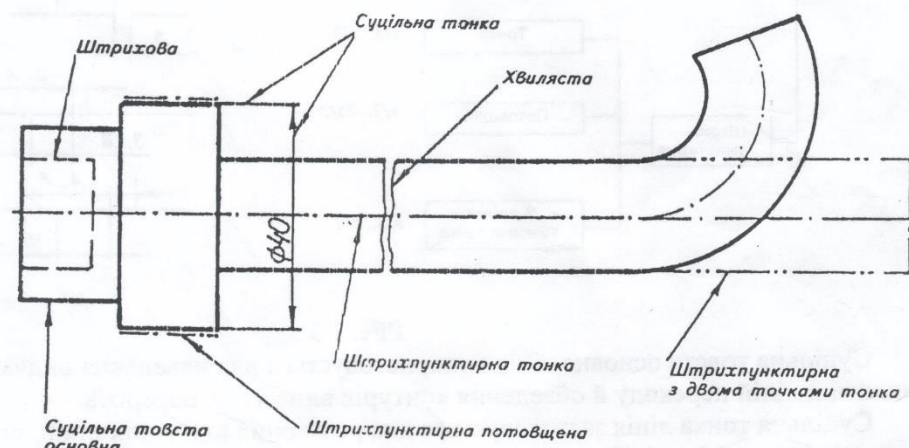


Рис. 1.5

Нанесення розмірів.

Основні вимоги

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

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

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

Розміри поділяються на лінійні і кутові. Лінійні просявляють у міліметрах, не зазначаючи одиниці вимірювання, а кутові – у градусах, хвилинах і секундах із позначенням одиниці вимірювання. Для розмірних чисел використовують лише десяткові дробні. Простий дріб дозволяється застосовувати для розмірів у дюймах, наприклад, для позначення трубної та конічної різьби.

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

Розміри, що характеризують три найбільші виміри предмета – довжину, висоту й ширину (товщину), називається габаритами.

Нанесення розмірів

Розміри на кресленнях указують розмірними числами і розмірними лініями. Якщо треба, проводять і виносні лінії. Розмірна лінія показує межі вимірювання елемента предмета. Розмірні та виносні лінії креслять тонкими суцільними лініями.

Наносячи розмір прямолинійного відрізка, розмірну лінію проводять паралельно з цим відрізком, а виносні лінії – перпендикулярно до розмірних (рис. 1.14).

Наносячи розміри кута, розмірну лінію проводять у вигляді дуги з центром у вершині кута, виносні лінії – радіально (рис. 1.15).

Наносячи розміри дуги кола, розмірну лінію проводять концентрично дузі, а виносні лінії – паралельно з бісектрисою кута, над розмірним числом ставлять знак ϕ (рис. 1.16).

Розмірну лінію з обох кінців обмежують стрілками, що впираються у відповідні лінії, крім випадків, наведених далі, й при нанесенні ліній радіуса, яка обмежується стрілкою збоку дуги (рис. 1.17).

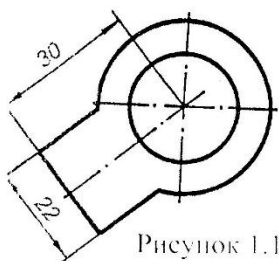


Рисунок 1.14

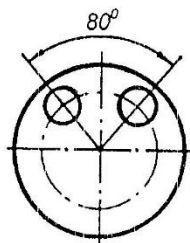


Рисунок 1.15



Рисунок 1.16

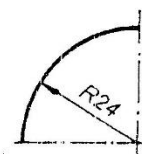


Рисунок 1.17

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

У випадках, показаних на рис 1.18 і 1.19, розмірну та виносну лінії проводять так, щоб вони разом з вимірюваним відрізком утворювали паралелограм.

Розмірні лінії переважно наносять поза контуром зображення.

Слід уникати перетину розмірних і виносних ліній.

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

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

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

- розміри контуру криволінійного профілю наносять як на рис. 1.20 а, б;
- якщо треба показати координати вершини скруглюваного кута або центр дуги скруглення, то виносні лінії проводять від точки перетину сторін скруглюваного кута чи центра дуги скруглення (див. рис. 1.19).

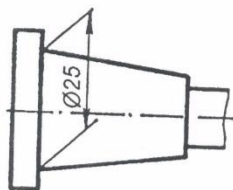


Рисунок 1.18

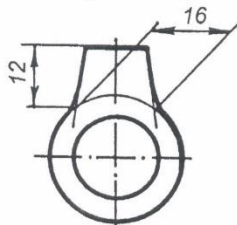
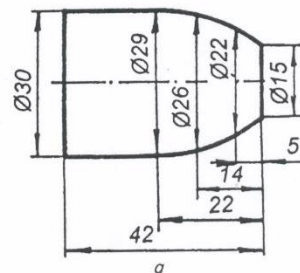
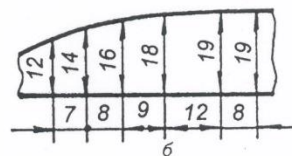


Рисунок 1.19



а



б

Рисунок 1.20

Наносячи розміри радіуса, перед розмірним числом ставлять велику літеру R. Вказуючи розмір діаметра (у всіх випадках), перед розмірним числом ставлять знак " $\varnothing$ ".

Якщо вигляд або розріз симетричного предмета чи окремо симетрично розташованих елементів накреслено лише до осі симетрії або з обривом, то розмірні лінії, які належать до цих елементів, також проводять з обривом трохи далі від осі або лінії обриву предмета (рис. 1.21). Розмірну лінію проводять з обривом и при нанесенні діаметра кола, незалежно від того, повністю чи частково його накреслено (рис. 1.22, а); розмірну лінію слід проводити трохи далі від центра кола.

При розриві зображення розмірну лінію проводять повністю (рис. 1.22,б).

Розміри елементів стрілок розмірних ліній вибирають залежно від товщини ліній видимого контуру і викреслюють їх однаковими на всьому кресленні. Форма стрілки і приблизне відношення її елементів показані на рис. 1.23.

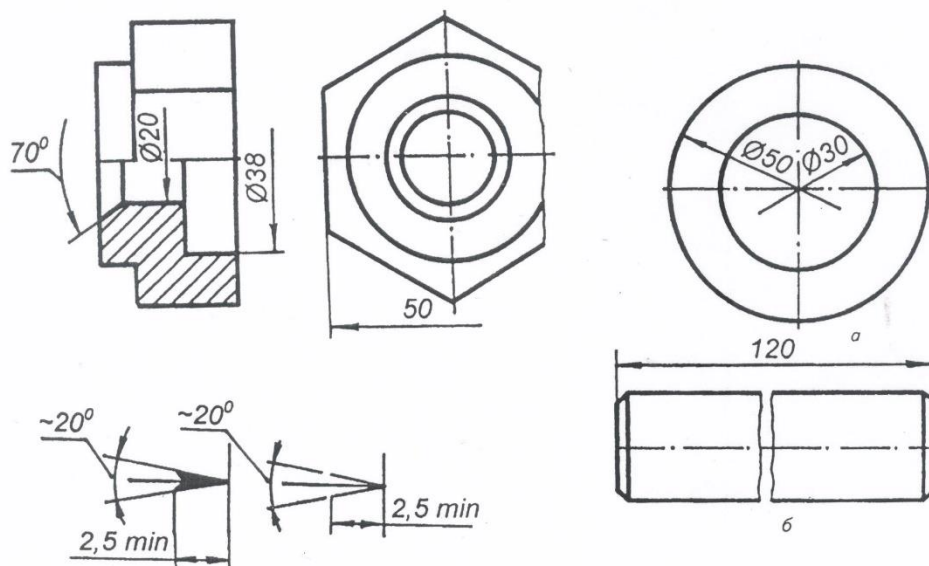


Рисунок 1.21, 1.23

Рисунок 1.22

Якщо довжина розмірної лінії недостатня для розміщення на ній стрілок, то розмірну лінію продовжують за виносні лінії (або відповідно за контурні, осеві, центрові) й стрілки наносять, як показано на рис. 1.24, а, б. При послідовному розміщенні розмірних чисел у вигляді ланцюжка, коли не вистачає місця для стрілок, останні дозволяється замінювати рисками, які наносяться під кутом 45° до розмірних ліній (рис. 1.24, в), або точками (рис. 1.24, г).

Якщо місця для стрілки недостатньо через близько розташовану контурну або виносну лінію, то останні допускається переривати (рис. 1.24, а, б, д).

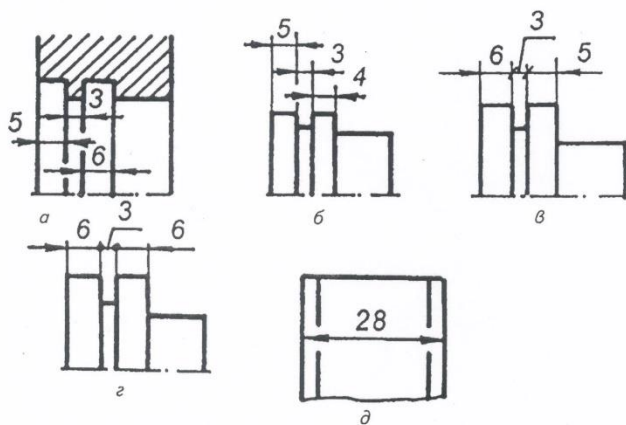


Рисунок 1.24

Розмірні числа проставляють над розмірними лініями якомога ближче до середини (рис. 1.25).

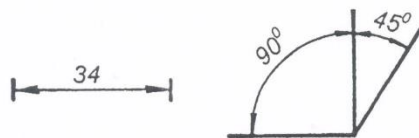


Рисунок 1.25

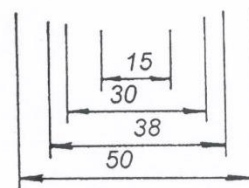


Рисунок 1.26

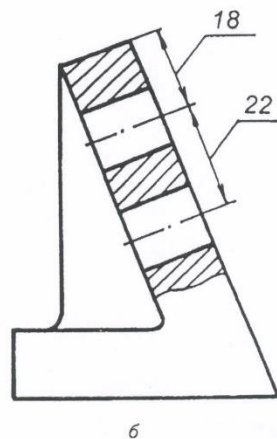
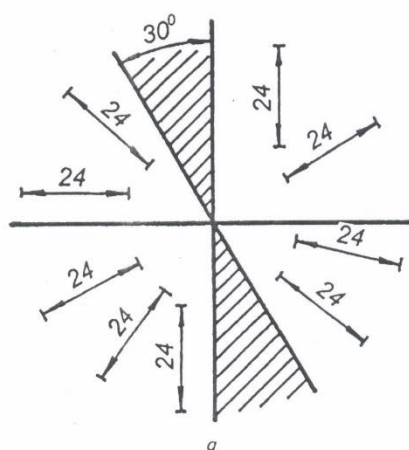


Рисунок 1.27

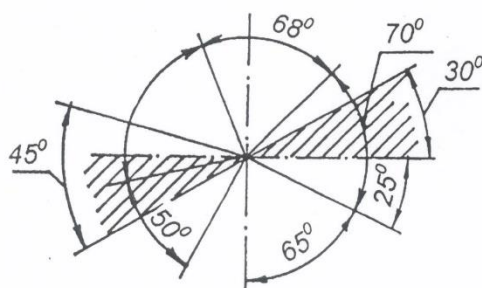


Рисунок 1.28

Якщо є кілька паралельних (рис. 1.26) або концентричних розмірних ліній на невеликій відстані одна від одної, розмірні числа проставляють у шаховому порядку.

Розмірні числа лінійних розмірів при різноманітних нахилах розмірних ліній розміщують, як показано на рис. 1.27, а. У заштрихованій ділянці розмірне число проставляють на полці лінії-виноски (рис. 1.27 б).

На рис. 1.28 показано, як проставляти кутові розміри. У ділянці, розташованій вище від горизонтальної центральної лінії, розмірні числа пишуть над розмірними лініями з боку їх опуклості, а в розташованій нижче від горизонтальної лінії – з боку вгнутості. Як і для лінійних розмірів, не рекомендується ставити розмірні числа у заштрихованій ділянці. Якщо це потрібно, розмірні числа виносять на горизонтально розміщені полочки.

Якщо для написання розмірного числа недостатньо місця над розмірною лінією, то розміри проставляють, як показано на рис. 1.29.

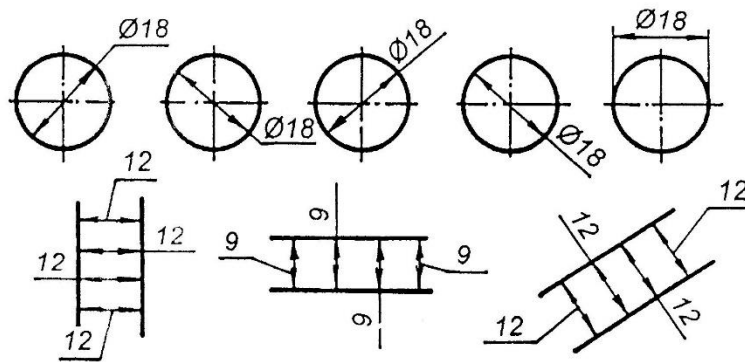


Рисунок 1.29

Якщо недостатньо місця для стрілок, то їх наносять, як зображено на рис. 1.30.

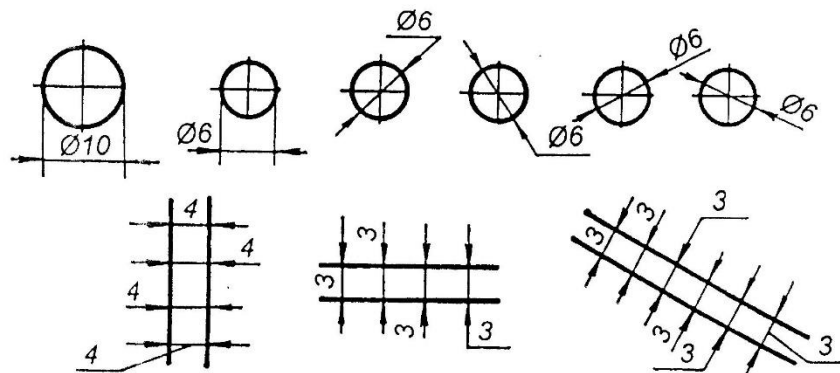


Рисунок 1.30

Розмірні числа не допускається розділяти або перетинати лініями креслення. Не дозволяється переривати лінію контуру для написання розмірного числа і проставляти розмірні числа в місцях перетину розмірних, осьових і центрових ліній. У місці нанесення розмірного числа осьові, центрові лінії й лінії штрихування переривають (рис. 1.31).

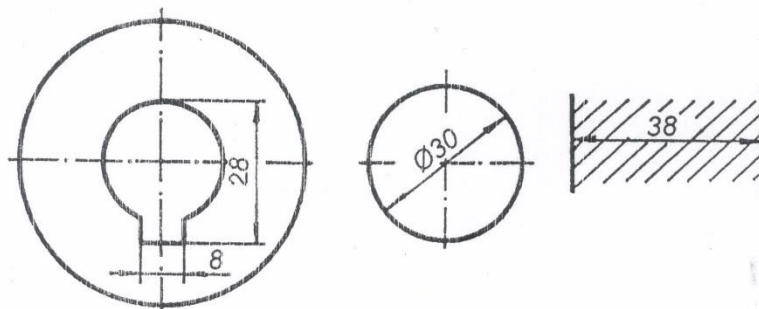


Рисунок 1.31

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

При великому радіусі центр допускається наближати до дуги. Розмірну лінію радіуса показують зі зломом під кутом 90° (рис. 1.32 а). Якщо нема потреби вказувати розміри центра дуги кола, то розмірну лінію радіуса допускається не доводити до центра й зміщувати відносно центра (рис. 1.32).

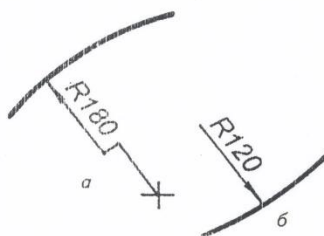


Рисунок 1.32

Розміри радіусів зовнішніх заокруглень наносять, як показано на рис. 1.33,а внутрішніх – на рис. 1.33,б.

Радіуси заокруглень, розмір яких у масштабі креслення 1 мм і менше, на кресленні не зображують і розміри їх наносять, як показано на рис. 1.33,в. Розміри однакових радіусів допускається вказувати на спільній поличці, як зображено на рис. 1.33,г.

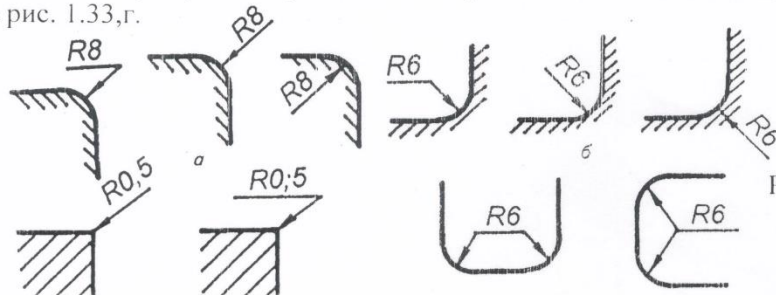


Рисунок 1.33

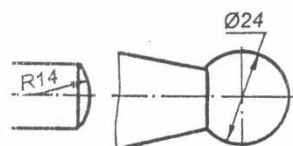


Рисунок 1.34

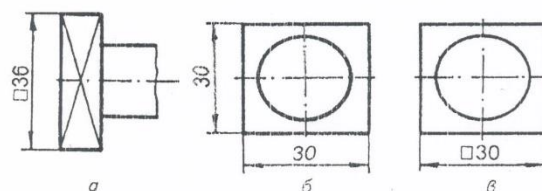


Рисунок 1.35

Перед розмірним числом діаметра (радіуса) сфери також ставлять знак “R” без напису “Сфера” (рис. 1.34). Якщо на кресленні важко відрізнити сферу від інших поверхонь, то перед розмірним числом діаметра (радіуса) допускається писати слово “Сфера” або знак “O”. Наприклад, “Сфера Ø20”, OR15. Діаметр знака сфери дорівнює розміру розмірних чисел на кресленні.

Розміри квадрата наносять, як показано на рис. 1.35, а-в. Висота знака має дорівнювати висоті розмірних чисел на кресленні.

Перед розмірним числом, яке характеризує конусність, наносять знак $\angle$, гострий кут якого має бути напрямлений у бік вершини конуса (рис. 1.36). Знак конуса і конусність у вигляді співвідношення слід наносити над осьюовою лінією або на поличці лінії-виноски.

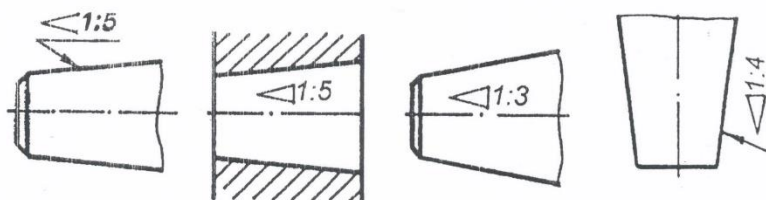


Рисунок 1.36

Перед розмірним числом похилу, поданим у вигляді відношення або в процентах, ставлять умовний знак $\angle$, вершина якого напрямлена в бік похилу. Напис розміщують безпосередньо біля зображення поверхні похилу або на поличці лінії-виноски (рис. 1.37).



Рисунок 1.37

Розміри фасок під кутом 45° проствляють, як показано на (рис. 1.38). Якщо розмір фаски в масштабі креслення 1 мм і менше, то допускається фаску не зображувати, а розміри наносити на поличці лінії – виноски, проведеної від грані (рис. 1.39).

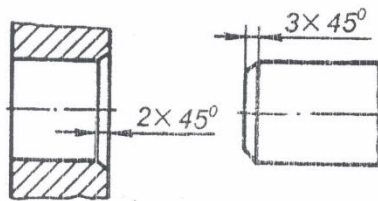


Рисунок 1.38

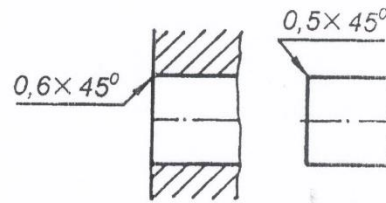


Рисунок 1.39

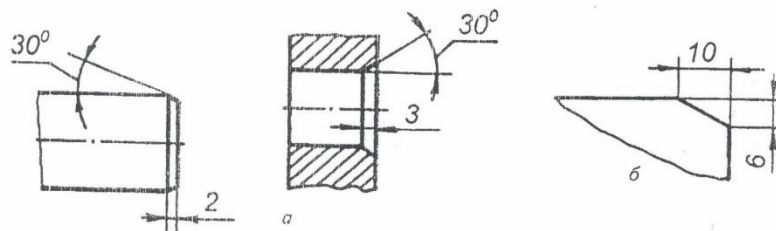
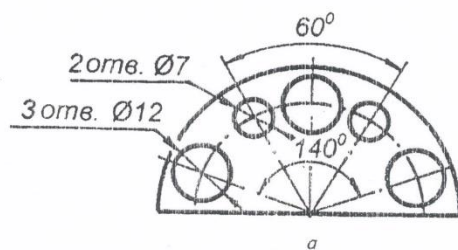
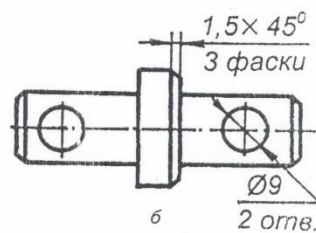


Рисунок 1.40

Розміри фасок під іншими кутами вказують лінійними і кутовими розмірами (рис. 1.40,а) або двома лінійними розмірами (рис. 1.40,б).



а



б

Рисунок 1.41

Розміри кількох однакових елементів виробу переважно наносять один раз із зазначенням на поличці лінії – виносці кількості цих елементів (рис. 1.41,а). Допускається вказувати кількість елементів як показано на (рис. 1.41,б).

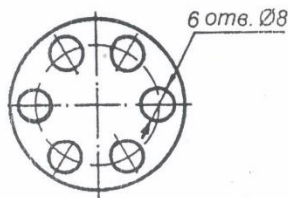


Рисунок 1.42

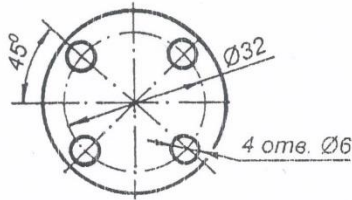


Рисунок 1.43

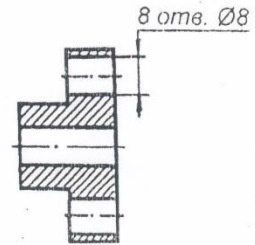


Рисунок 1.44

Наносячи розміри елементів, рівномірно розташованих по колу виробу (наприклад, отворів), замість кутових розмірів, що визначають взаємне розміщення елементів, указують лише їх кількість (рис. 1.42-1.44).

Розміри діаметрів циліндричного виробу складної конфігурації допускається наносити, як зображено на рис. 1.45.

Однакові елементи, розташовані в різних частинах виробу (наприклад, отвори), розглядаються як один елемент, якщо між ними немає проміжку (рис. 1.46,а); в інших випадках указують повну кількість елементів (рис. 1.46,б).

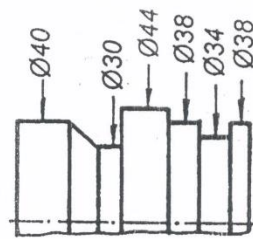


Рисунок 1.45

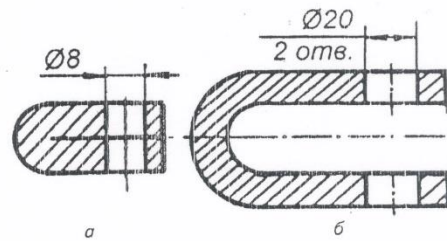


Рисунок 1.46

Якщо однакові елементи виробу (наприклад, отвори) розташовані на різних поверхнях і показані на різних зображеннях, то кількість цих елементів записують окремо для кожної поверхні (рис. 1.47).

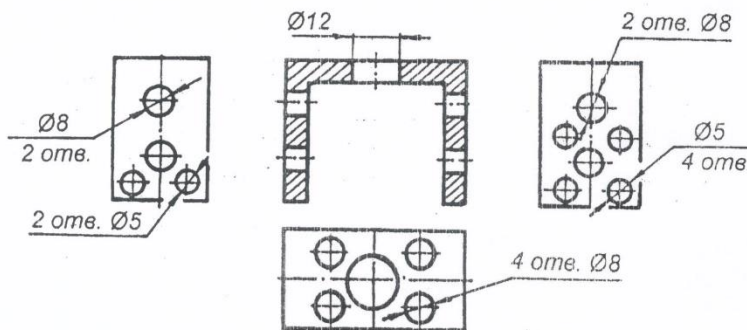


Рисунок 1.47

Зображаючи деталь однією проекцією, розмір її товщини або довжини слід наносити, як показано на рис. 1.48.

Розміри деталі або отвору прямокутного перерізу можна вказувати на поличці лінії-виноски розмірами сторін через знак множення. При цьому на першому місці вказують розмір тієї сторони прямокутника, від якої проводиться лінія-виноска (рис. 1.49).

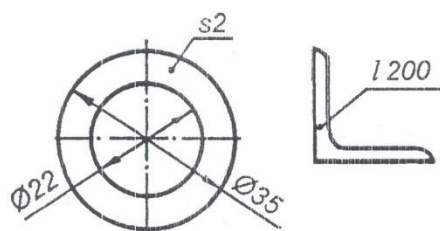


Рисунок 1.48

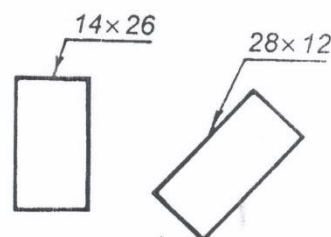


Рисунок 1.49

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

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

При **ланцюговому способі** розміри проставляють послідовно - ланцюжком (рис. 1.50), тобто кожний розмір від окремої бази (торця відповідного ступеня вала - рис. 1.50,а або осі кожного отвору - рис. 1.50,б). При цьому способі ланцюг не має бути замкненим. Оскільки на кресленні переважно наноситься загальний (рис. 1.51,а) або габаритний (рис. 1.51,б - довжина вала) розмір, то один із розмірів випускають, бо без цього неможливо дотримуватись потрібної точності розміру.

Ланцюговий спосіб застосовують, наносячи розміри на міжцентрові відстані, для східчастих деталей, коли треба дотримуватись точних розмірів кожного ступеня тощо.

При **координатному способі** розміри проставляють від певної бази (рис. 1.51). Кожний розмір у цьому разі є певною координатою, що визначає положення елемента відносно бази. Цей спосіб найпоширеніший у конструкторській практиці.

Комбінований спосіб проставлення розмірів (рис. 1.52) є поєднанням ланцюгового і координатного способів.

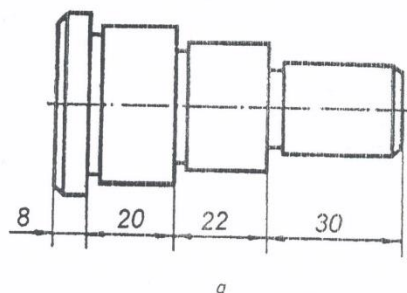


Рисунок 1.50

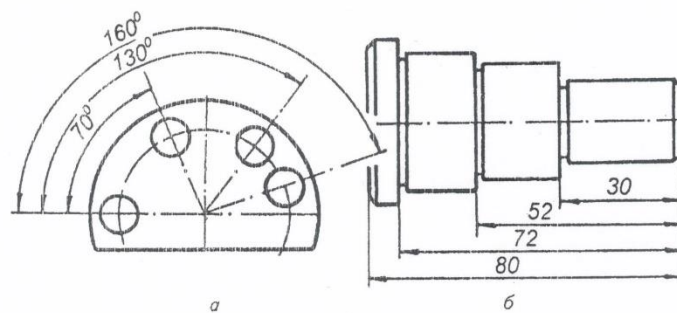


Рисунок 1.51

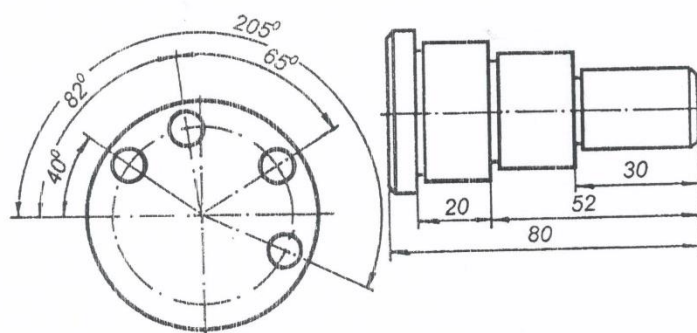


Рисунок 1.52

Параметри шрифтів

Параметри шрифту	Позначення	Відносні розміри			Розміри, мм					
Шрифти типу А ($d=h/14$)										
Розміри шрифту:										
висота великих літер	h	(14/14)h	14d	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
висота малих літер	c	(10/14)h	10d	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Відстань між літерами	a	(2/14)h	2d	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8
Мінімальний крок рядків (висота допоміжної сітки)	b	(22/14)h	22d	4,0	5,5	8,0	11,0	16,0	22,0	31,0
Мінімальна відстань між словами	e	(6/14)h	6d	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4
Товщина лінії шрифту	d	(1/14)h	d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4
Шрифт типу Б ($d=h/10$)										
Розмір шрифту:										
висота великих літер	h	(10/10)h	10d	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
висота малих літер	c	(7/10)h	7d	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Відстань між літерами	a	(2/10)h	2d	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0
Мінімальний крок рядків	b	(17/10)h	17d	4,3	6,0	8,5	12,0	17,0	24,0	34,0
Мінімальна відстань між словами	e	(6/10)h	6d	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0
Товщина лінії шрифту	d	(1/10)h	d	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0

На рис. 1.6 показано приклади шрифтів українського і латинського алфавітів, а також арабських цифр.

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

Великі літери поділяються на чотири групи.

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

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



Рис. 1.6

Літери третьої групи (Ч, Р, У, Ь, Б, В, Я, Л, Д) утворені горизонтальними, похилими і криволінійними елементами. Середні горизонтальні елементи розміщені точно посередині рядка. У літерах, що мають заокруглення (Р, Ь, Б, В, Я), горизонтальні елементи проводять лише до середини ширини літери, а потім від руки роблять заокруглення. Відростки літери Д виконують за рахунок проміжків

між літерами та рядками. Спочатку рекомендується креслити прямолінійні елементи літери, а потім криволінійні.

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

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

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

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

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

Особливе місце посідає літера г.

Літерні позначення

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

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

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

Позначають в одному документі різні величини однією й тією самою літерою, слід використовувати цифрові або літерні індекси чи їх комбінацію, причому перший цифровий індекс рекомендується присвоювати другій величині, позначеній цією літерою, другий індекс – третій величині і т.д. Наприклад, d, d₁, d₂, b_n, b_{n1}, b_{n2}.

Основний напис креслення

Основні написи для креслень і схем виконують за формою, показаною на рис.1.7,а,

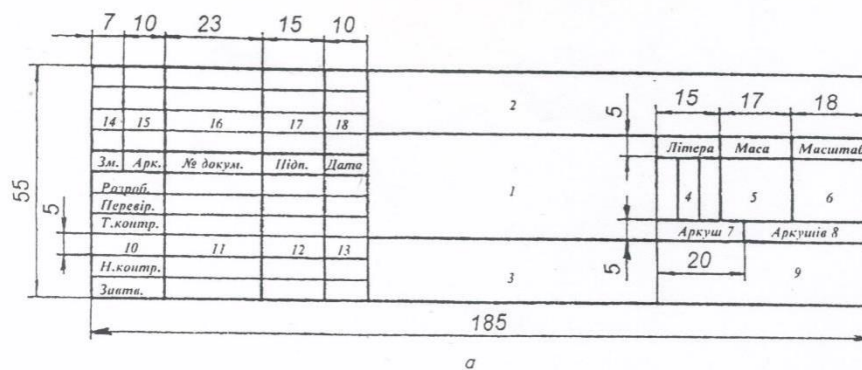


Рис. 1.7,а
для текстових документів (специфікації) – за формами, показаними на
рис.1.7,б

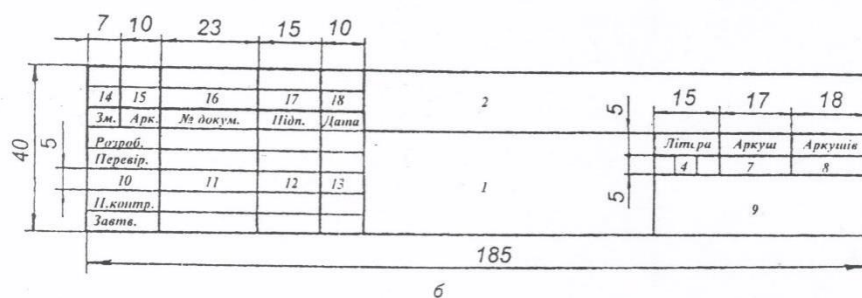


Рис. 1.7,б

(на першому аркуші специфікації) і рис.1.7,в – на наступних аркушах.

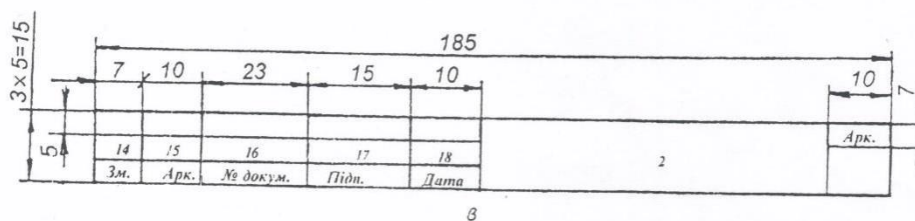


Рис. 1.7,в

Основний напис і рамку виконують основними і тонкими суцільними лініями.
На навчальних кресленнях допускається застосовувати нестандартний основний напис
(рис. 1.7,г).

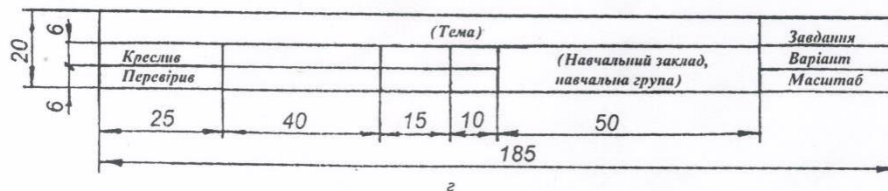


Рис. 1.7,г

Розглянемо правила заповнення основного напису (рис. 1.7,а-в):

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

У верхній частині аркуша виконують рамку розміром 70х14 мм (див. рис. 1.2). У ній пишуть позначення креслення, повернути на 180° для формату А4 і форматів, основний напис на яких розміщений уздовж довгої сторони аркуша (див. рис. 1.2,а,б), і на 90° при розміщенні основного напису уздовж короткої сторони аркуша (рис. 1.2,в). На навчальних кресленнях цю рамку можна не виконувати.

Графічне позначення матеріалів

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

Загальне графічне позначення матеріалів у перерізах незалежно від виду матеріалу має бути таке, як на рис. 1.8

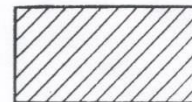


Рис. 1.8

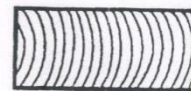
Графічне зображення поширених матеріалів показано на рис. 1.9.



Метали й тверді сплави



Неметалеві матеріали



Деревина



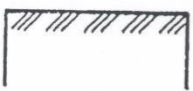
Кераміка та силікатні матеріали



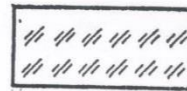
Камінь



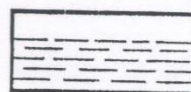
Бетон



Ґрунт природний



Скло та інші прозорі матеріали



Рідини

Рис. 1.9

МЕТОД ПРОЕКЦІЮВАННЯ. ПРОЕКЦІЮВАННЯ ТОЧКИ.

Метод проєкціювання

Будь-яку плоску чи просторову фігуру можна розглядати як сукупність точок, ліній та поверхонь. Така фігура називається *оригіналом*. Властивості оригіналу можна вивчити за певними правилами, тобто якщо є однозначна відповідність між геометричними властивостями оригіналу та його рисунка. Для побудови зображень оригіналу користуються методом проєкцій. На рис. 1 показано приклад побудови зображення точки-найпростішого елементу будь-якої геометричної форми. Це є не що інше, як просторова модель методу проєкцій, де точка A -оригінал, пряма t -проєкційна пряма (промінь), площина Π (π)- площина проєкцій, точка A_π - зображення точки A на площині Π , тобто проєкція точки A .

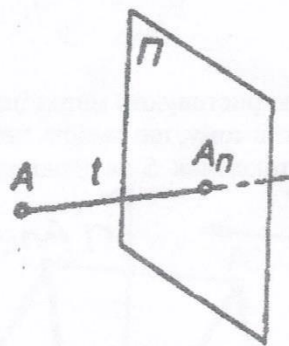


Рис. 1

Побудова точки A за методом проєкцій полягає в тому, що через точку A проводимо пряму t в заданому напрямку до перетину проєкційної прямої з площиною Π . Проєкція A_π точки A отримується на перетині проєкційної прямої з площиною проєкцій.

Залежно від способу проведення проєкційних променів розрізняють центральне і паралельне проєкціювання. Відповідно проєкції поділяються на центральні (*конічні, полярні*) та паралельні (*циліндричні*).

При центральному проєкціюванні задаються центром або полюсом проєкціювання S (рис. 2), з якого виходять проєкційні промені через точки A, B, C до перетину їх з площиною проєкцій Π . Сполучаючи точки A_π, B_π, C_π , отримують

центральну проекцію оригіналу. Центральні проекції застосовуються в архітектурно-будівельній справі, малюванні тощо.

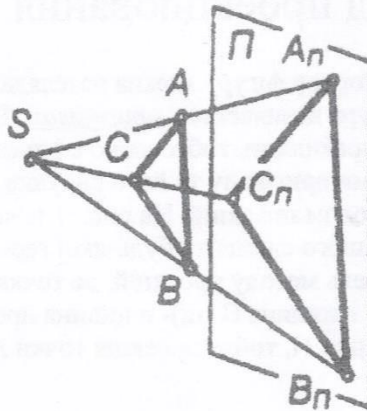


Рис. 2

У кресленні найчастіше використовують метод паралельного проєкціювання, який полягає в тому, що замість центра проєкціювання задаються напрямком проєкціювання S на площину проєкцій Π (рис 3)

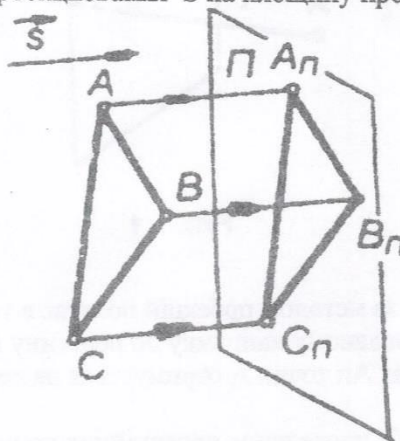


Рис. 3

Тоді проєкційні промені паралельні напрямку проєкціювання S . Сполучаючи точки A_Π, B_Π, C_Π , отримують паралельну проєкцію оригіналу. Можна вважати, що паралельне проєкціювання є частковим випадком центрального проєкціювання,

коли центр проєкціювання S розташований у нескінченності. Паралельні проєкції своєю чергою поділяються на прямокутні та косокутні.

Якщо проєкційні промені перпендикулярні до площини проєкцій, то такий спосіб проєкціювання називається прямокутним, а проєкції-прямокутними. Усі інші проєкції-косокутні.

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

Одна прямокутна проєкція точки не визначає її положення в просторі.

Сукупністю двох прямокутних проєкцій (горизонтальної A_1 і фронтальної A_2) на дві взаємно перпендикулярні площини проєкцій (горизонтальну площину проєкцій Π_1 і фронтальну площину проєкцій Π_2) можна визначити положення у просторі точки A (рис. 4)

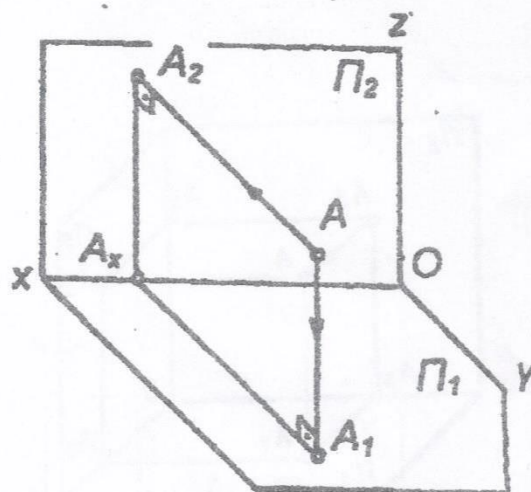


Рис. 4

ПРОЕКЦІЮВАННЯ ТОЧКИ НА ТРИ ПЛОЩИНИ ПРОЕКЦІЙ

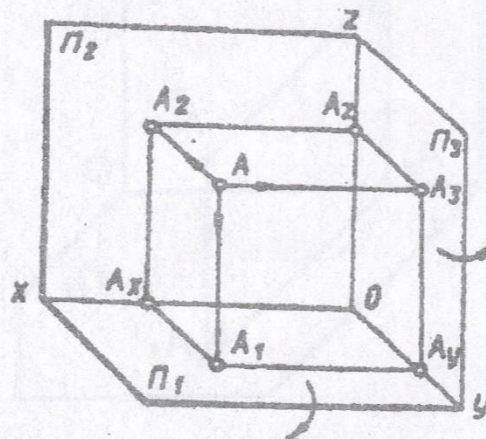
Для з'ясування форми та розмірів складальної фігури інколи двох проекцій недостатньо. Тому виконується проєкціювання на три взаємно перпендикулярні площини проєкцій, причому вважають, що проєкційні промені йдуть із нескінченості й напрямлені перпендикулярно до трьох площин проєкцій.

Три взаємно перпендикулярні площини проєкцій:

горизонтальна Π_1 ,

фронтальна Π_2 ,

та профільна Π_3 - утворюють прямий тригранний кут (рис.5,а), ребрами якого є осі проєкцій (OX - лінія перетину площин Π_1 і Π_2 , OY - лінія перетину площин Π_1 і Π_3 , OZ - лінія перетину площин Π_2 і Π_3). Для отримання прямокутних проєкцій точки A її проєкціюють на площини Π_1, Π_2, Π_3 й отримують проєкції точки A : горизонтальну – A_1 , фронтальну – A_2 , профільну – A_3 .



(рис.5 а)

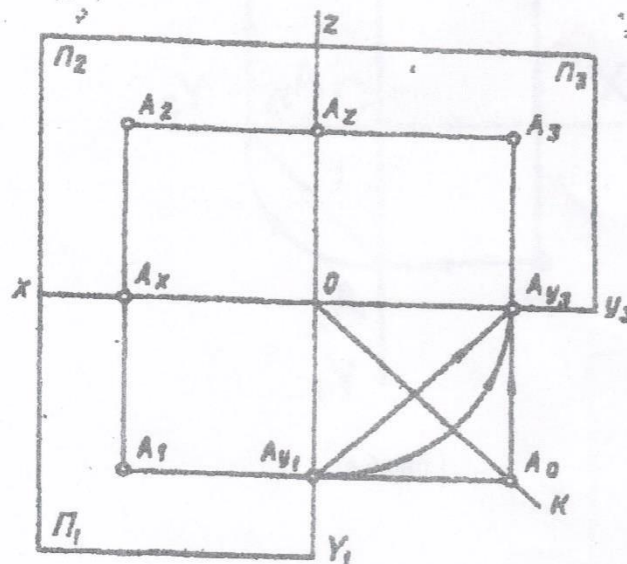
КОМПЛЕКСНЕ КРЕСЛЕННЯ

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

Залишаючи фронтальну площину проєкцій Π_2 нерухомо, обирають горизонтальну площину проєкцій Π_1 навколо осі OX униз на 90° , а профільну Π_3 – навколо осі OZ вправо на 90° до їх суміщення з фронтальною площиною проєкцій. При цьому вісь OY неначе розщеплюється, тобто одна її частина (OY_1) належить Π_1 а друга (OY_3) – Π_3 .

Утворене плоске креслення з осями проєкцій OX , OY_1 , OY_3 , OZ та побудованими проєкціями A_1 , A_2 , A_3 точки A називається комплексним кресленням точки A (рис 5,6).

Пряма, що сполучає дві проєкції точки на комплексному кресленні називається лінією проєкційного зв'язку. Причому горизонтальна A_1 і фронтальна A_2 проєкції точки розміщуються на вертикальній лінії зв'язку, фронтальна A_2 і профільна A_3 – на горизонтальній лінії зв'язку, горизонтальна A_1 і профільна A_3 – на лінії зв'язку, що перетинаються на бісектрисі кута Y_1 , OY_3 , яка називається постійною прямою креслення K (див. Рис.5,6).

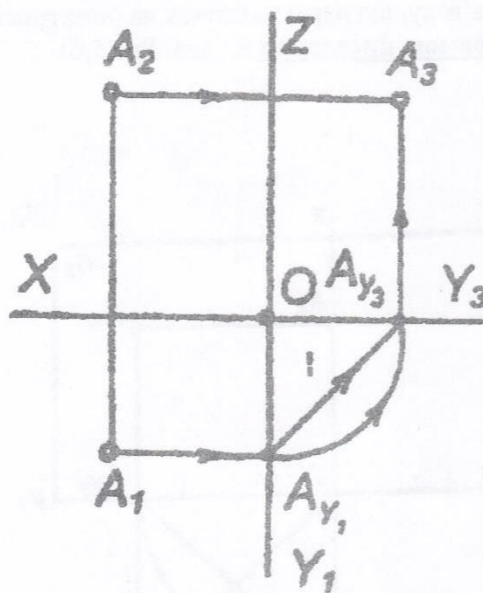


(рис.5 б)

ПОБУДОВА ТРЕТЬОЇ ПРОЕКЦІЇ ТОЧКИ ЗА ДВОМА ВІДОМИМИ ЇЇ ПРОЕКЦІЯМИ

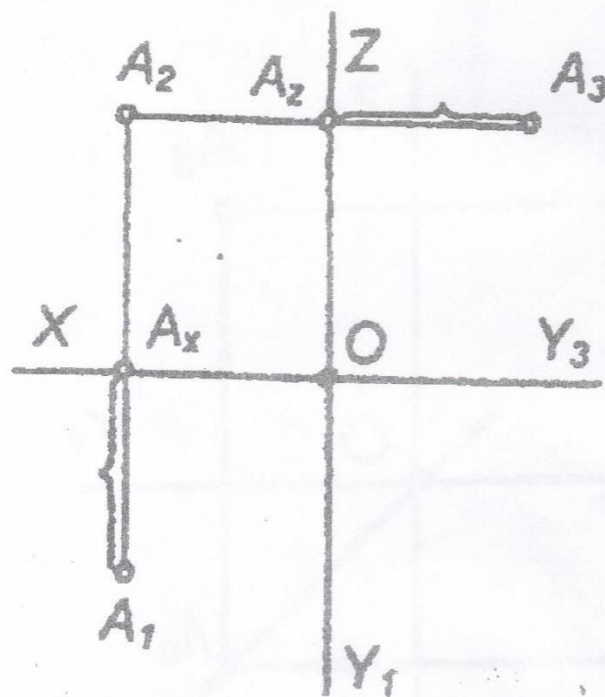
У кресленні часто виникає потреба будувати третю проекцію деталі за двома відомими. Для цього треба вміти будувати третю проекцію точки за двома відомими. Для такої побудови існує три способи:

Проекційний спосіб (рис. 6.а). З фронтальної проекції A_2 проводять горизонтальну лінію проекційного зв'язку. З горизонтальної проекції A_1 опускають перпендикуляр на вісь OY_1 , отримують точку A_{Y_1} і за допомогою циркуля знаходять на осі OY_3 положення точки A_{Y_3} . Точку A_{Y_3} можна знайти і за допомогою рівнобедреного прямокутного трикутника $A_{Y_1} O A_{Y_3}$. З цієї точки проводять вертикальну лінію зв'язку до перетину з горизонтальною лінією, проведеною з A_2 . A_3 -профільна проекція точки.



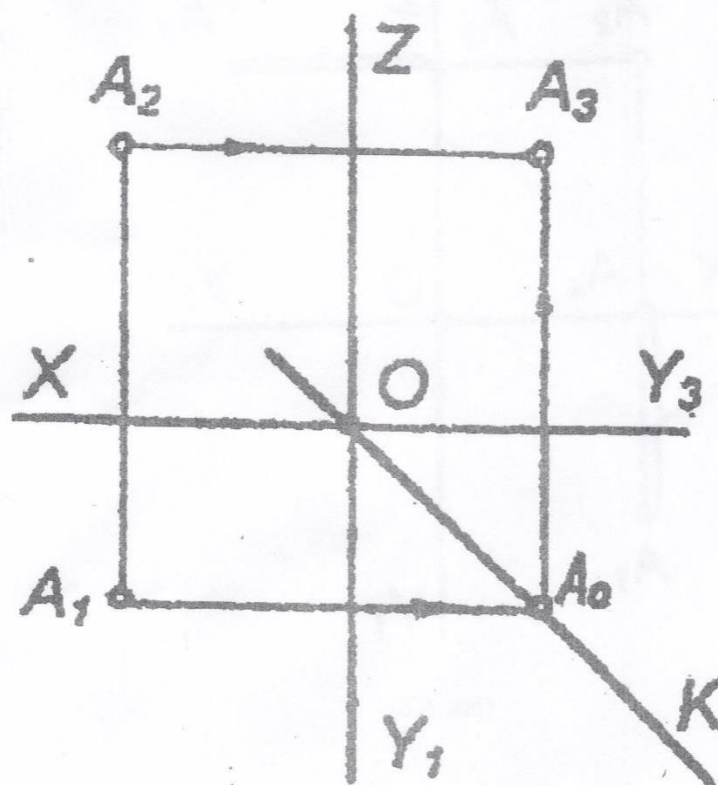
(рис. 6.а)

Координатний спосіб (рис.6.6). З фронтальної проекції A_2 проводять горизонтальну лінію зв'язку. Вимірюють відстань від A_1 до осі OX і відкладають цей відрізок на лінії зв'язку праворуч від точки A_2 . Отримують профільну проекцію A_3 .



(рис.6.6)

Спосіб з використанням постійної прямої креслення (рис.6.в). З фронтальної проєкції A_2 проводять горизонтальну лінію зв'язку. З горизонтальної проєкції A_1 проводять горизонтальну лінію зв'язку до перетину в точці A_0 з постійною проямною K , тобто з бісектрисою кута $Y_1 O Y_3$. Проводять з A_0 вертикальну пряму до перетину з горизонтальною лінією, проведеною з точки A_2 . Отримують профільну проєкцію A_3 .



(рис.6.в)

Проекціювання прямої лінії

Пряму лінію в нарисній геометрії розглядають як множину точок, її проекції в загальному випадку – як множину проекцій всіх її точок. В системі площин Π_1 і Π_2 пряму загального положення зображають двома проекціями. Розрізняють прямі лінії та їх відрізки. Пряма немає довжини – вона необмежена. Відрізок має певну довжину, він обмежений двома точками, його можна виміряти. Положення прямої в просторі можна задати двома її точками, точкою та напрямом прямої (кутом нахилу). Крім того пряма може займати різні положення відносно площин проекцій і, відповідно, називатися прямою рівня, проекціювальною прямою або прямою загального положення.

Прямі, перпендикулярні до однієї з площин проекцій (водночас паралельні до двох інших площин проекцій), називають проекціювальними (рис. 7). Пряму, перпендикулярну до Π_1 , називають горизонтально-проекціювальною. Пряму, перпендикулярну до Π_2 – фронтально-проекціювальною.

Пряму, яка перпендикулярна до Π_3 , називають профільно-проекціювальною.

Прямою рівня називають пряму, паралельну до однієї з площин проекцій. Пряма, що паралельна до Π_1 , називається горизонтальною (рис. 6, а). Пряма, яка паралельна до Π_2 , називається фронтальною (рис. 6, б). Пряма, яка паралельна до Π_3 – профільною (рис. 6, в).

Відрізки прямих окремого положення зображуються в натуральну величину на площині проекцій, якій вони паралельні.

Прямою загального положення називають пряму, довільно розташовану відносно площин проекцій (рис.8). Відрізки прямих загального положення зображуються спотвореними. Довжина їх проекцій менша, ніж довжина самих відрізків.

Точки перетину прямої з площинами проекцій називаються слідами прямої. Існують горизонтальний, фронтальний і профільний сліди. Якщо пряма паралельна одній з площин проекцій, то слід на цій площині даної прямої буде відсутній (слідом є невласна точка). Пряма загального положення буде мати всі три сліди на площинах проекцій. Перетин прямої лінії з бісекторною площиною називається слідом прямої на площині відповідності.

Слід нагадати також, що однойменні проекції паралельних прямих паралельні. Однойменні проекції прямих, що перетинаються – перетинаються. Властивість проекцій таких прямих полягає в тому, що проекції точки їх перетину знаходяться на одній лінії зв'язку.

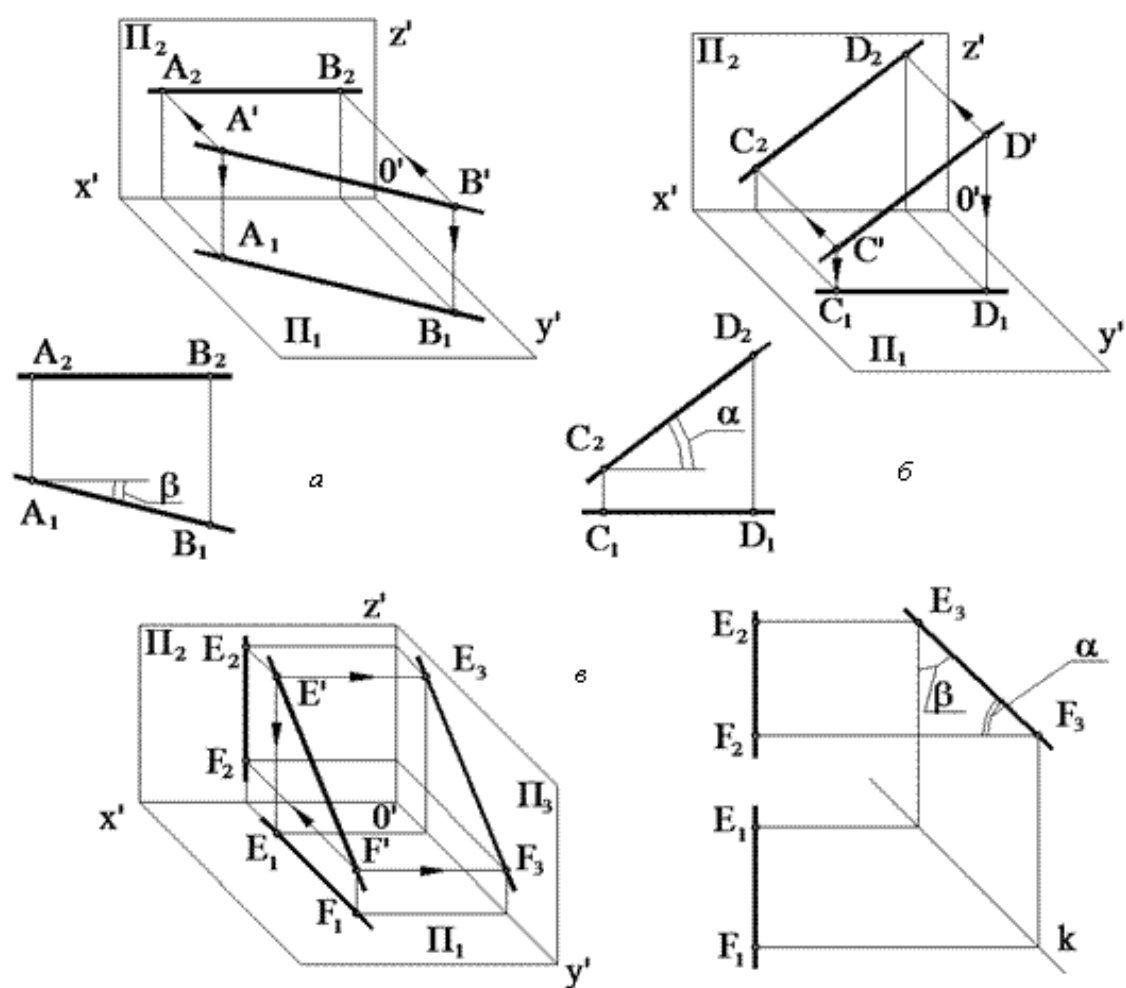


Рис. 6

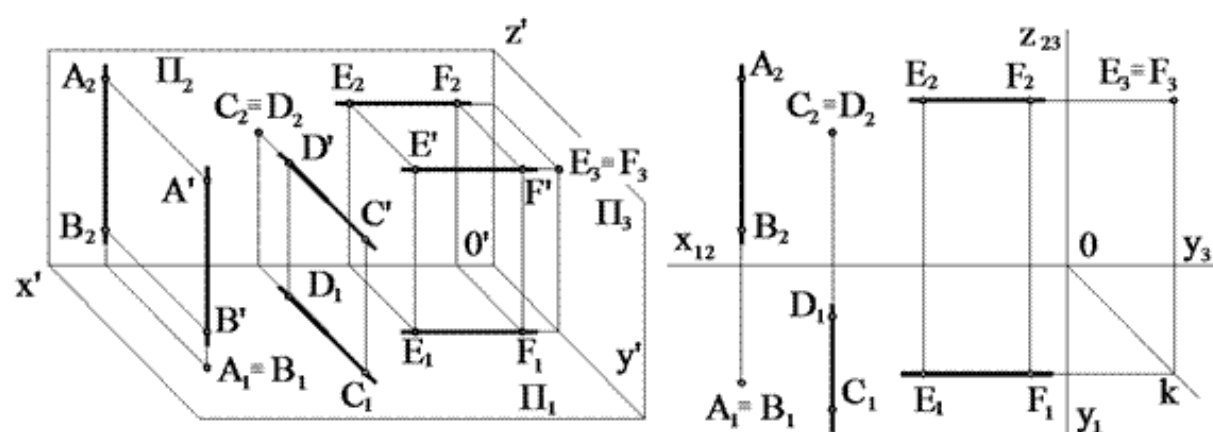


Рис. 7

АксонOMETричні проєкції

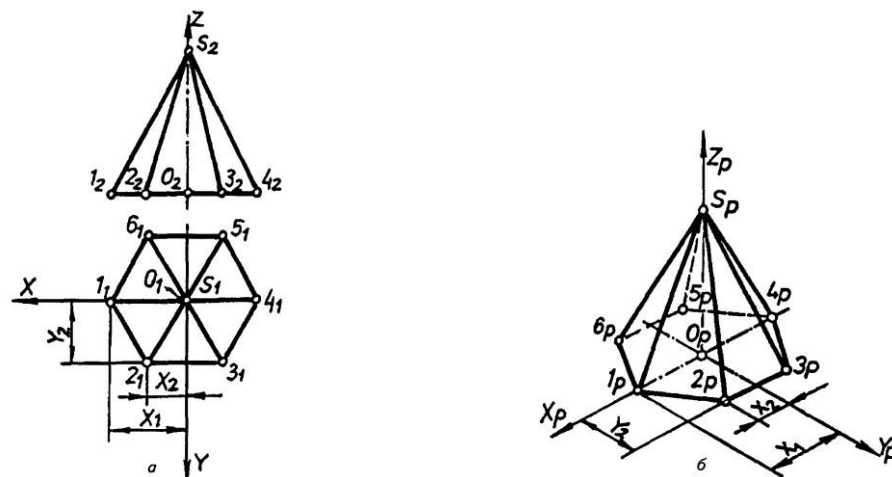
Комплексне креслення дає уявлення про форму і розміри предмета, але в деяких випадках не має достатньої наочності. Тоді додатково зображають предмет в аксонометричній проєкції.

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

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

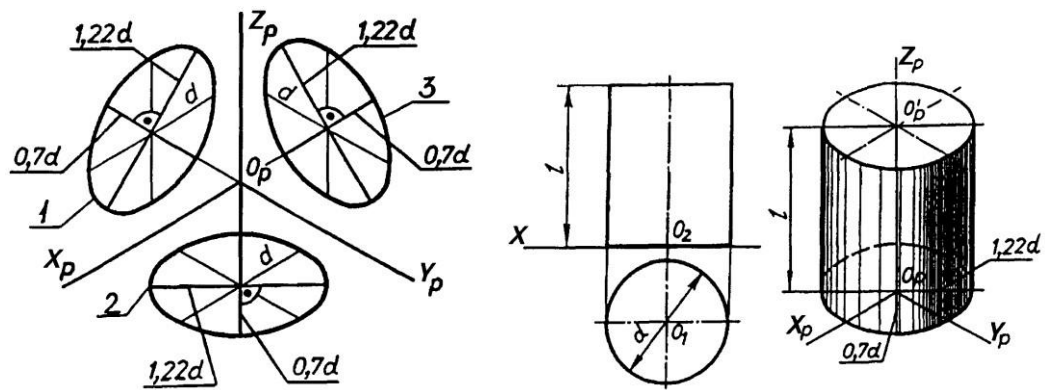
Прямокутна ізометрична проєкція

АксонOMETричні осі розташовані одна відносно іншої під однаковим кутом 120° . Коефіцієнт спотворення по осях однаковий і дорівнює 0,82. Для спрощення побудови рекомендується виконувати ізометричну проєкцію, взявши коефіцієнт спотворення по осях 1, тобто без спотворення. Таку ізометрію інколи називають практичною (зведеною). Розглянемо побудову ізометричної проєкції на прикладі піраміди:



Слід звернути увагу на те, що в ізометрії, як і на комплексному кресленні, протилежні сторони шестикутника мають бути паралельні між собою. Із рис. видно, що сторони шестикутника, які не паралельні координатним осям, мають різну величину спотворення.

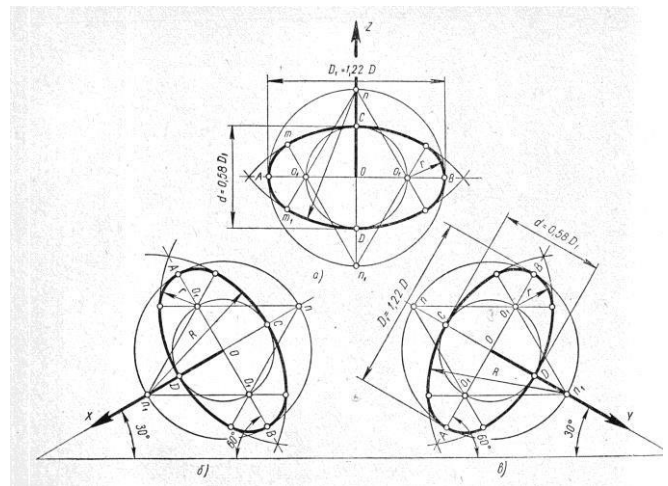
Кола, розміщені в площинах рівня, зображуються на аксонометричну площину проєкцій у вигляді однакових еліпсів, великі осі яких розташовані: еліпса 1 — під кутом 90° до осі Y_p ; еліпса 2 — під кутом 90° до осі Z_p , тобто горизонтально, еліпса 3 — під кутом 90° до осі X_p . Еліпс 1 розміщений у фронтальній, еліпс 2 — у горизонтальній і еліпс 3 — у профільній площині рівня. Для всіх трьох еліпсів під час побудови ізометричної проєкції без спотворення по осях великі осі дорівнюють 1,22, а малі — 0,7 діаметра кола.



Замість еліпсів можна використовувати овали.

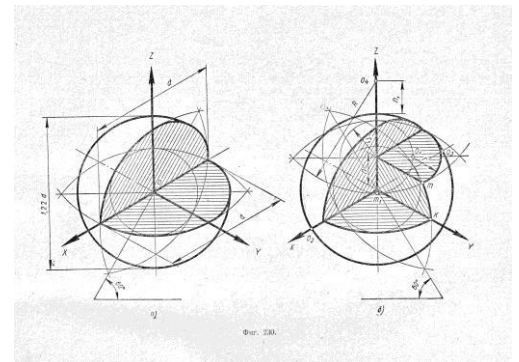
3 Спрощений метод побудови овалів в ізометрії 1. Проводять вертикальну та горизонтальну осі. Точка їх перетину O .

2. Із т. O проводять два допоміжних кола, радіусами, що дорівнюють половині довжини великої та малої напівосей.
3. Точки O_1 з'єднують прямими з точками n .
4. Із точок n , як з центрів, радіусами Dn проводять дуги кіл.
5. Із точок O_1 проводять дуги радіусом O_1m .



Ізометрична проекція кулі 1. Проводять осі координат. Із початку координат описують коло, діаметром $1,22d$ (d – діаметр кулі)

2. Будують фігури перетину площинами у вигляді двох еліпсів, або овалів.
3. Фігури перетину штрихують.



Прямокутна диметрична проекція

Для побудови осей диметрії можна використати такий спосіб:

На горизонтальній прямій, що проходить через точку Op , відкладають в обидва боки вісім однакових відрізків. З кінцевих точок цих відрізків по вертикалі відкладають ліворуч одну поділку, а праворуч — сім таких поділок. Сполучивши знайдені точки з точкою Op , отримують аксонометричні осі Ox і Oy . Коефіцієнт спотворення по осях Xp Zp дорівнює $0,94$, а по осі Yp — $0,47$. Для спрощення побудови рекомендується диметричну проекцію виконувати без

спотворення по осях X і Z , застосовуючи коефіцієнт спотворення, що дорівнює одиниці, а по осі Y — коефіцієнт спотворення 0,5.



Рис.1

Тіла обертання обмежені поверхнями, які утворюються в результаті обертання будь-якої лінії навколо нерухомої осі (рис. 2.). Лінія, яка під час руху утворює поверхню, називається твірною.

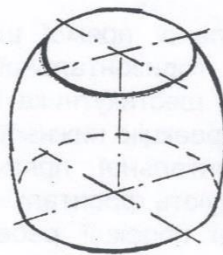


Рис.2

Найбільш поширені такі тіла обертання, як циліндр, конус, куля.
Деталі машин і приладів здебільшого мають форми, які являють собою різноманітні геометричні поверхні, перерізані площинами (рис. 3.). Задачі

побудови проєкцій таких перерізів часто трапляються у виконанні креслень деталей машин.

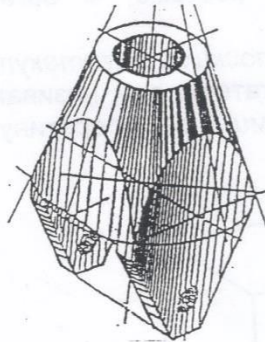


Рис.3

Проекція призми.

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

Призма є прямою, якщо бічні ребра перпендикулярні до основи і похилою, якщо не перпендикулярні. Бічні грані прямої призми – прямокутники, похилої – паралелограми.

Правильною є призма, в основі якої лежить правильний багатокутник. Якщо в основі призми лежить прямокутник або паралелограм, вона називається паралелепіпедом.

Побудова проєкцій правильної прямої шестикутної призми (рис. 1) починається з виконання її горизонтальної проєкції – правильного шестикутника. Із вершин цього шестикутника проводять вертикальні лінії зв'язку і будують фронтальну проєкцію нижньої основи призми. Ця проєкція зображується відрізком горизонтальної прямої. Від цієї прямої вгору відкладають висоту призми і будують фронтальну проєкцію верхньої основи. Потім викреслюють фронтальні проєкції ребер – відрізки вертикальних прямих, рівних висоті призми. Фронтальні проєкції передніх та задніх ребер співпадають. Горизонтальні проєкції бічних граней зображуються в у вигляді відрізків прямих. Передня бічна грань 1243 зображується на площині *V* без спотворення, а на площині *W* – у вигляді прямої лінії. Фронтальні та профільні проєкції інших граней зображуються з спотворенням.

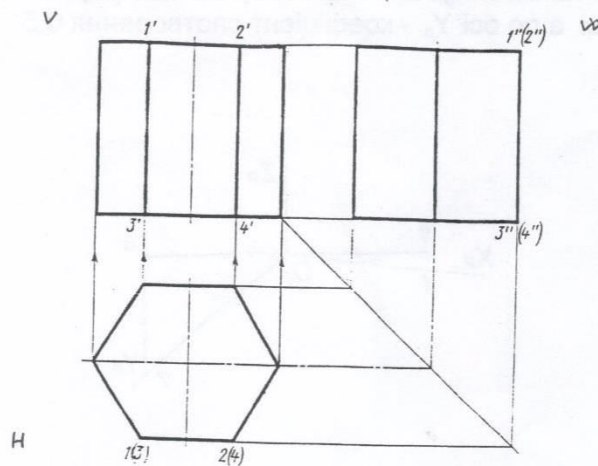


Рис.4

Прямокутна диметрична проекція

На рис.5 показано положення аксонометричних осей.

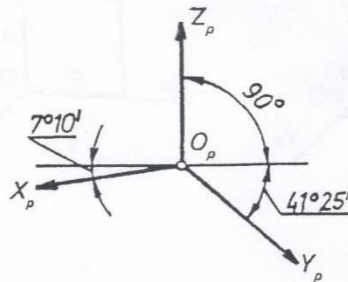


Рис.5

Для побудови осей диметрії можна використати такий спосіб (рис.6). На горизонтальній прямій, що проходить через точку O_p , відкладають в обидва боки від O_p вісім однакових відрізків. З кінцевих точок цих відрізків по вертикалі відкладають ліворуч одну поділку, а праворуч – сім таких поділок. Сполучивши знайдені точки з точкою O_p , отримують аксонометричні осі $O_p X_p$ і $O_p Y_p$.

Коефіцієнт спотворення по осях X_p і Z_p дорівнює 0,94, а по осі Y_p – 0,47. Для спрощення побудови рекомендується диметричну проекцію виконувати

без спотворення по осях X_p і Z_p , застосовуючи коефіцієнт спотворення, що дорівнює одиниці, а по осі Y_p - коефіцієнт спотворення 0,5.

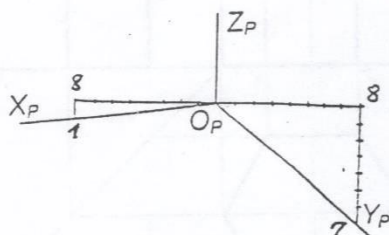


Рис.6

На рис.7 в диметрії побудовано квадрат зі стороною a , що лежить у горизонтальній (рис. 7а), фронтальній (рис. 7б) та профільній (рис.7 в) площинах проєкцій.

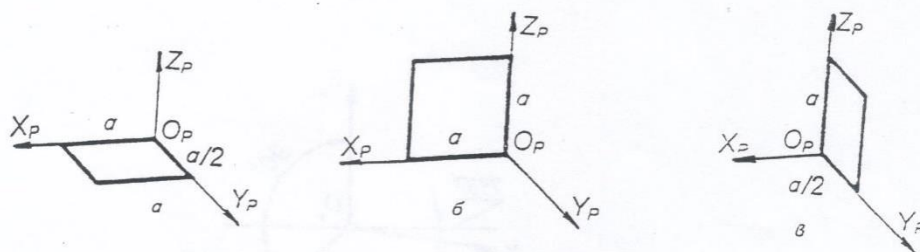


Рис.7

Послідовність побудови така ж, як і в ізометрії (рис.8), лише по осі $O_p Y_p$ відкладають половину справжнього розміру сторони квадрата, тобто $a/2$

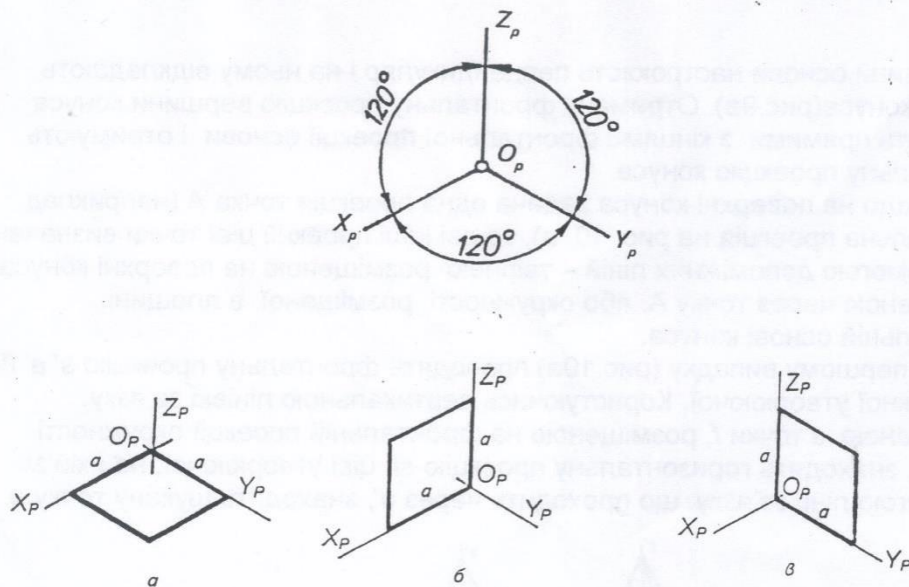


Рис.8
ПРОЕКЦІЯ КОНУСА

Конусом назветься тіло, обмежене конічною бічною поверхнею і площиною, що перерізає всі його твірні. Бічну поверхню конуса отримують при обертанні відрізка твірної навколо осі, яка перетинає твірну в кожному своєму положенні. Перпендикуляр, опущений з вершини на площину основи, називається *висотою конуса*.

Наочне зображення прямого кругового конуса зображено на рис.9а. Бічна поверхня конуса виходить при обертанні відрізка BS навколо осі конуса по направляючій —окружності основи. Послідовність побудови двох проекцій конуса зображена на рис.9б,в. Спочатку будують дві проекції основи. Горизонтальна проекція основи - окружність. Фронтальною проекцією буде відрізок горизонтальної прямої, рівний діаметру цієї окружності (рис. 9б). На фронтальній проекції із середини основи

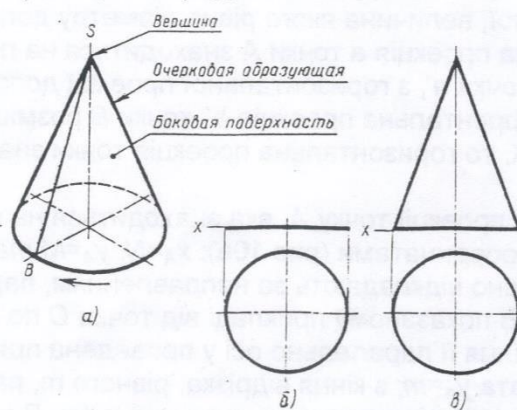


РИС. 9

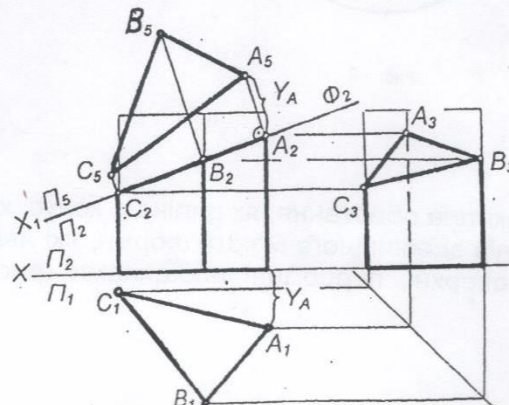
Переріз призми площиною

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

Призма є прямою, якщо бічні ребра перпендикулярні до основи і похилою, якщо не перпендикулярні. Бічні грані прямої призми – прямокутники, похилої – паралелограми.

Правильною є призма, в основі якої лежить правильний багатокутник. Якщо в основі призми лежить прямокутник або паралелограм, вона називається паралелепіпедом.

Фігурою перерізу прямої трикутної призми фронтально-проекційною площиною Φ (Φ_2 – фронтальний слід площини) є трикутник ABC (рис. 4.).



ДОПОМІЖНИХ ЛІНІЙ.

В ізометричній проекції точку A , яка знаходиться на поверхні конуса, будують за трьома координатами (рис 10в): $x_A=N$, $y_A=M$ та $z_A=H$. Ці координати послідовно відкладають за направленням, паралельним ізометричним осям. В показаному прикладі від точки O по осі x відкладена координата $x_A=n$; з кінця її паралельно осі y проведена пряма, на якій відкладена координата $y_A=m$; з кінця відрізка, рівного m , паралельно осі z проведена пряма, на якій відкладена координата $z_A=n$. В результаті побудов отримаємо шукану точку A .

Для побудови проєкцій фігури перерізу знаходять проєкції точок перетину площини Φ з ребрами призми і сполучають їх прямими лініями. Фронтальні проєкції цих точок отримують при перетині фронтальних проєкцій ребер призми з фронтальним слідом Φ_2 січної площини Φ (точки A_2, B_2, C_2). Горизонтальні проєкції точок перетину A_1, B_1, C_1 збігаються з горизонтальними проєкціями бічних ребер. Маючи дві проєкції цих точок, за допомогою ліній зв'язку знаходять профільні проєкції точок A_3, B_3, C_3 . Отримані точки сполучають прямими лініями і отримують профільну проєкцію фігури перерізу.

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

У цьому прикладі (рис.4.) застосовано заміну площин проєкцій. Горизонтальна площина проєкцій замінена на нову Π_5 , причому вісь X_1 (для проєкції побудов) збігається з фронтальним слідом площини Φ_2 .

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

На рис. 5. пряма чотирикутна призма перерізна горизонтально-проєкційною площиною Γ (Γ_1 – горизонтальний слід площини).

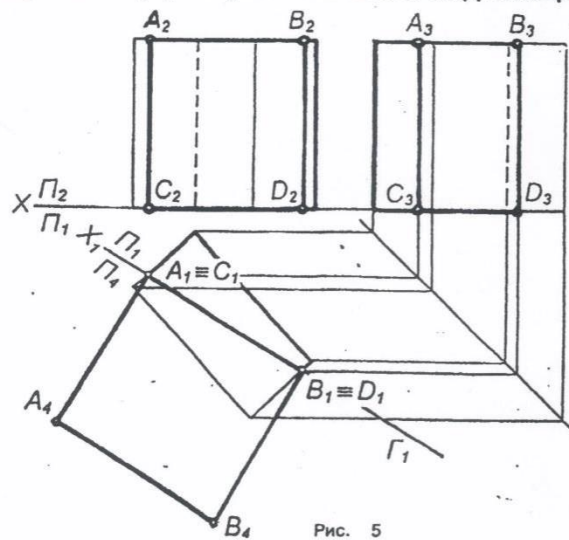


Рис. 5

Фігурою перерізу є плоский чотирикутник $ABDC$. Спочатку визначено горизонтальні проєкції A_1, B_1 і C_1, D_1 точок перетину відповідно сторін верхньої та нижньої основи призми з заданою площиною Γ . Фронтальні проєкції цих точок містяться на відповідних фронтальних проєкціях сторін основ призми.

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

Справжню величину фігури перерізу визначено способом заміни площин проєкцій. Фронтальна площина проєкцій замінена новою Π_4 , нову вісь X_1 проведено через слід Γ_1 . Далі побудова зрозуміла з креслення.

На рис. 6. правильна шестикутна призма перерізана фронтально-проєкційною площиною Φ (Φ_2 – фронтальний слід площини).

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

Справжній вигляд фігури перерізу $A_1B_1C_1D_1E_1$ визначено плоскопаралельним переміщенням.

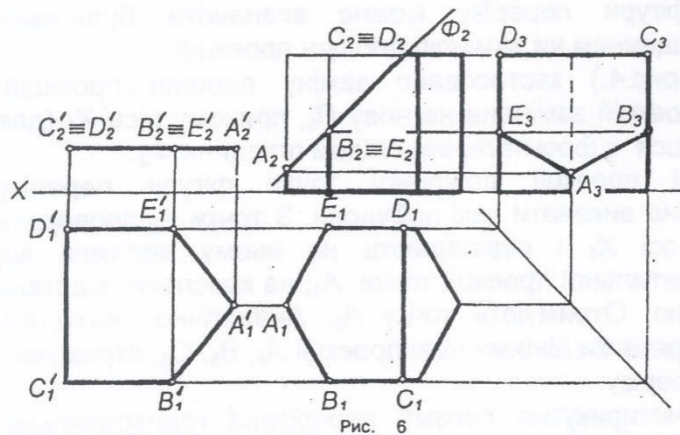


Рис. 6

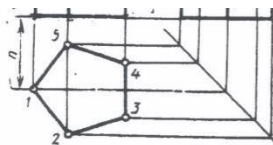
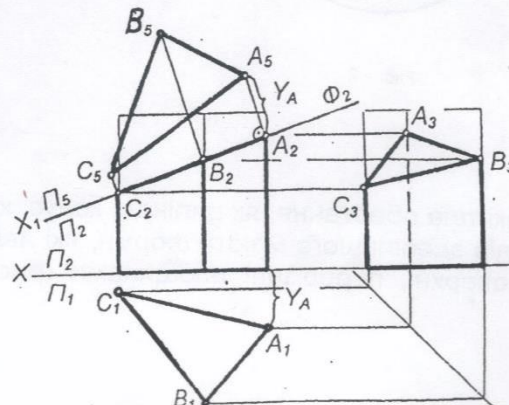
Переріз призми площиною

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

Призма є прямою, якщо бічні ребра перпендикулярні до основи і похилою, якщо не перпендикулярні. Бічні грані прямої призми – прямокутники, похилої – паралелограми.

Правильною є призма, в основі якої лежить правильний багатокутник. Якщо в основі призми лежить прямокутник або паралелограм, вона називається паралелепіпедом.

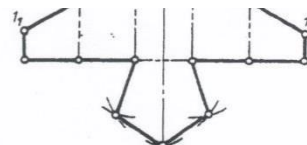
Фігурою перерізу прямої трикутної призми фронтально-проекційною площиною Φ (Φ_2 – фронтальний слід площини) є трикутник ABC (рис. 4.).



а)



б)



в)

РИС. 1

Для побудови проєкцій фігури перерізу знаходять проєкції точок перетину площини Φ з ребрами призми і сполучають їх прямими лініями. Фронтальні проєкції цих точок отримують при перетині фронтальних проєкцій ребер призми з фронтальним слідом Φ_2 січної площини Φ (точки A_2, B_2, C_2). Горизонтальні проєкції точок перетину A_1, B_1, C_1 збігаються з горизонтальними проєкціями бічних ребер. Маючи дві проєкції цих точок, за допомогою ліній зв'язку знаходять профільні проєкції точок A_3, B_3, C_3 . Отримані точки сполучають прямими лініями і отримують профільну проєкцію фігури перерізу.

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

У цьому прикладі (рис.4.) застосовано заміну площин проєкцій. Горизонтальна площина проєкцій замінена на нову Π_5 , причому вісь X_1 (для проєкції побудов) збігається з фронтальним слідом площини Φ_2 .

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

На рис. 5. пряма чотирикутна призма перерізнана горизонтально-проєкційною площиною Γ (Γ_1 – горизонтальний слід площини).

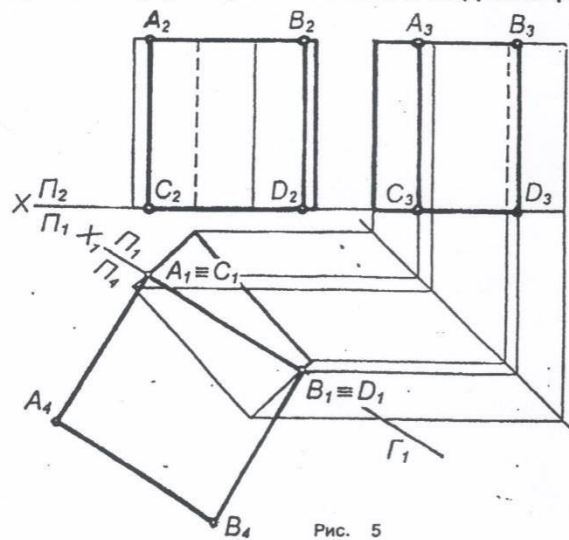


Рис. 5

Фігурою перерізу є плоский чотирикутник $ABDC$. Спочатку визначено горизонтальні проєкції A_1, B_1 і C_1, D_1 точок перетину відповідно сторін верхньої та нижньої основи призми з заданою площиною Γ . Фронтальні проєкції цих точок містяться на відповідних фронтальних проєкціях сторін основ призми.

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

Справжню величину фігури перерізу визначено способом заміни площин проєкцій. Фронтальна площина проєкцій замінена новою Π_4 , нову вісь X_1 проведено через слід Γ_1 . Далі побудова зрозуміла з креслення.

На рис. 6. правильна шестикутна призма перерізана фронтально-проєкційною площиною Φ (Φ_2 – фронтальний слід площини).

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

Справжній вигляд фігури перерізу $A_1B_1C_1D_1E_1$ визначено плоскопаралельним переміщенням.

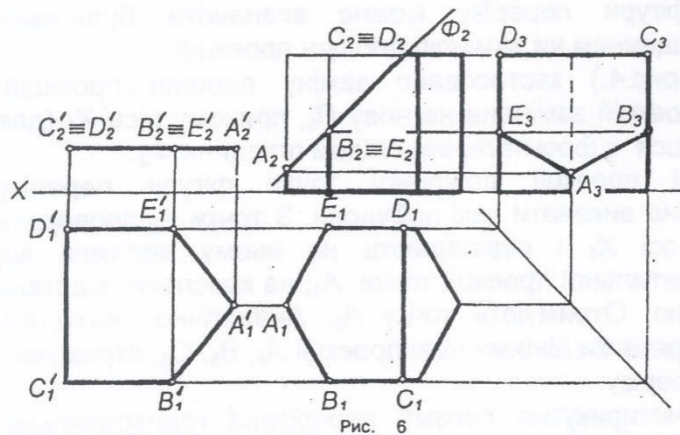


Рис. 6

Розгортка поверхні геометричного тіла (призми)

Розгорткою називається плоска фігура, яка утворилася при поєднанні геометричного тіла з однією площиною (без накладання граней чи інших елементів поверхні одну на одну) .

Розгортку бічної поверхні (рис. 1, б) з основою та фігурою перетину призми будують наступним чином. Проводять пряму, на якій відкладають п'ять відрізків, рівних довжинам сторін п'ятикутника, що лежить в основі призми. З отриманих точок проводять перпендикуляри, на яких відкладають дійсні довжини ребер усіченої призми,

Беручи їх з фронтальної або профільної проекції (рис.1а) отримують розгортку бічної поверхні призми.

До розгортки бічної поверхні добудовують фігуру нижньої основи – п'ятикутник та фігуру перетину. при цьому використовують метод триангуляції або метод координат, відомий з геометричного креслення. На рис.1, а показано побудову вершини 5 методом триангуляції. Лінії перегину по ГОСТу 2.303 – 68 показують на розгортці штрих пунктирною лінією з двома точками.

Для наочності виконаємо побудову усіченого тіла в аксонометричній проекції. На рис.1,в побудована ізометрична проекція усіченої призми. Порядок побудови ізометричної проекції наступний. Будують ізометричну проекцію основи призми, проводять у вертикальному напрямку лінії ребер, на яких від основи відкладають їх дійсні довжини, взяті з фронтальної або профільної проекції призми. Отримані точки 1' - 5' сполучають прямими лініями.

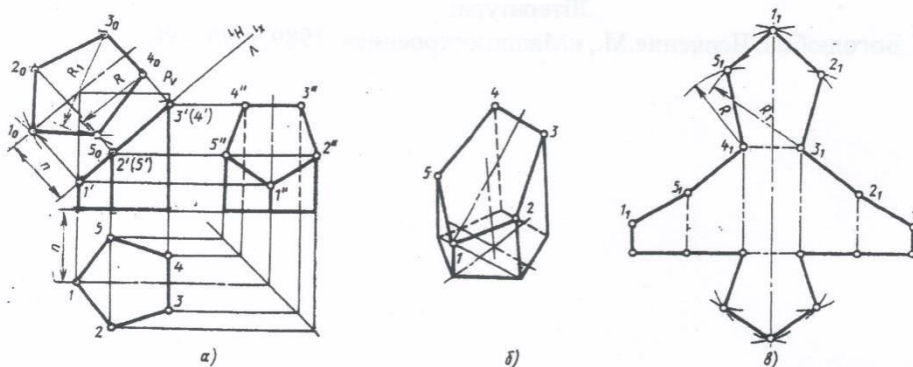


РИС. 1

Вигляди. Розрізи. Перерізи

1 Вигляди

Для побудови технічних креслень переважно користуються методом прямокутного проєкціювання. При цьому предмет вважається розміщеним між спостерігачем і відповідною площиною проєкцій (рис 1)

За основні площини проєкцій беруть шість граней куба. Грані суміщаються з площиною, як показано на рис. 2



Рис 1

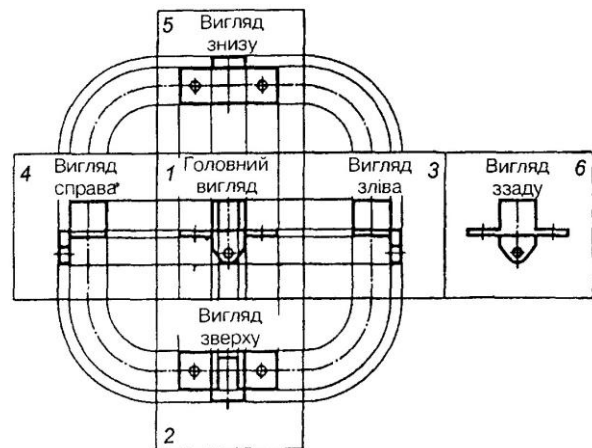


Рис 2

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

Зображення на фронтальній площині проєкцій береться на кресленні за головне. Предмет розташовують щодо фронтальної площини проєкцій так, щоб зображення на ній давало повне уявлення про форму і розміри предмета. Правильний вибір головного вигляду зумовлює і мінімальну кількість потрібних зображень. Суміщаючи з фронтальною площиною інші площини проєкцій, створюють плоский комплексний рисунок (рис. 2).

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

Кожний із шести основних виглядів має назву, залежно від того, на яку площину проєкцій його спроекційовано (рис.2) Основні вигляди розташовують на полі креслення за правилами проєкційного зв'язку, тобто вигляд зверху міститься під головним, вигляд зліва — праворуч від головного і т.д.

Якщо на основні
не кресленні
безпосередньо
проекційному у

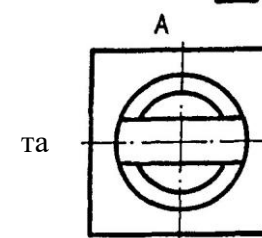
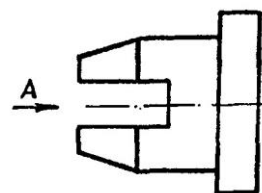


з головним проекційному
зображенням, то напрям зв'язку, то їх не
проекціювання має бути надписують (рис. 3)
показаний стрілкою біля відповідного зображення.



Рис 3

Якщо вигляди
розміщені в
редньому
зв'язку



та

Над стрілкою
отриманим
зображенням
м (виглядом) слід
поставити одну й ту
саму велику

літеру (рис. 4).

Рис 4

Якщо якусь частину предмета неможливо показати без спотворення форм і розмірів, застосовують додаткові вигляди, що утворюються на площинах, не паралельних основним

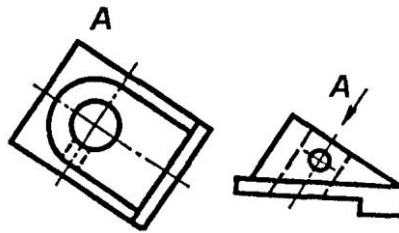


Рис 5

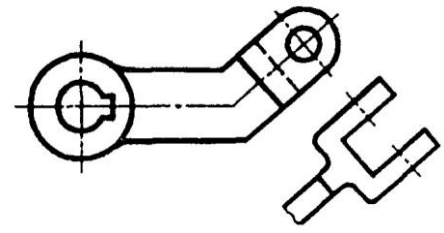
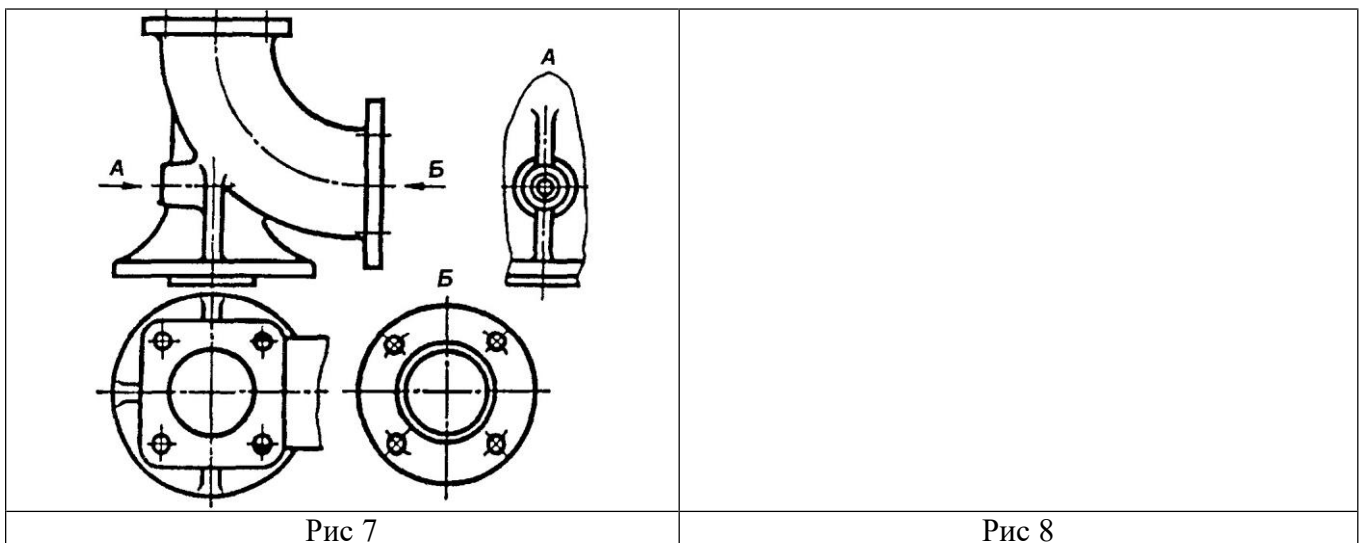
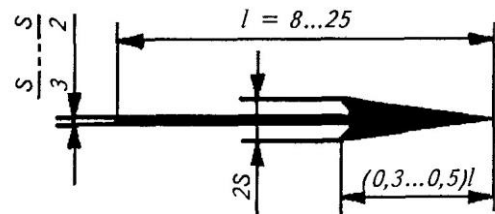


Рис 6

площинам проекцій (рис. 5, 6). Додатковий вигляд має бути позначений на кресленні великою літерою, а біля пов'язаного з додатковим виглядом зображення предмета слід поставити стрілку, яка вказує напрям погляду, з відповідним літерним позначенням (рис. 5). Якщо додатковий вигляд розташований у безпосередньому проекційному зв'язку з відповідним зображенням, стрілку і велику літеру не наносять (рис. 6).

Зображення окремого, обмеженого місця поверхні предмета називається *місцевим виглядом* (рис.7).

Місцевий вигляд може обмежуватись лінією обриву або не обмежуватись. Місцевий вигляд відмічають на кресленні так само, як додатковий. Співвідношення розмірів стрілок, що вказують напрям погляду, має відповідати показаним на рис. 8.



2 Розрізи

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

Розрізом називається таке зображення, на якому деталь умовно розрізана січною площиною, причому частина деталі, що розташована перед січною площиною, умовно усунута, а зображена та частина деталі, що міститься в січній площині та поза нею.

При цьому лінії невидимого контуру стануть видимими і зображатимуться не штриховими, а суцільними основними лініями. Місце розрізу матеріалу деталі покривають штрихуванням, що унаочнює зображення й полегшує читання креслень. Місця, де січна площина проходить по порожнинах, не покривають штрихуванням.

Залежно від кількості січних площин розрізи бувають *прості* — при одній січній площині

(наприклад, рис. 9-11) та *складні* — при кількох січних площинах (наприклад, розрізи А-А на рис. 17-19).

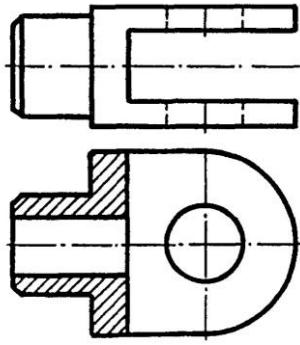


Рис 9

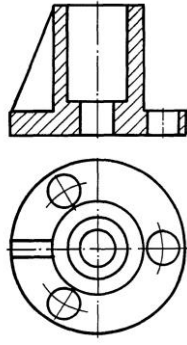


Рис 10

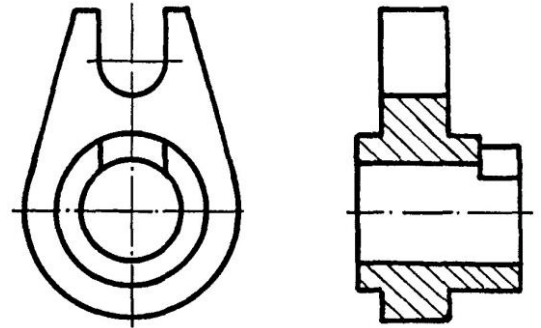


Рис 11

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

Горизонтальні (рис. 9), фронтальні (рис. 10) та профільні (рис. 11) розрізи найчастіше розташовують на місці відповідних основних виглядів. Це дає змогу зменшити кількість зображень.

Положення січної площини вказують на кресленні розімкненою лінією. На штрихах ставлять стрілки, які вказують напрям погляду (рис. 12); стрілки слід наносити на відстані 2-3 мм від кінця штриха. На початку і на кінці лінії перерізу ставлять одну й ту саму велику літеру українського алфавіту. Розріз має бути відмічений написом на зразок "А-А" (рис.12). Коли січна площина збігається з площиною симетрії предмета, а відповідні зображення розташовані на одному й тому ж аркуші в

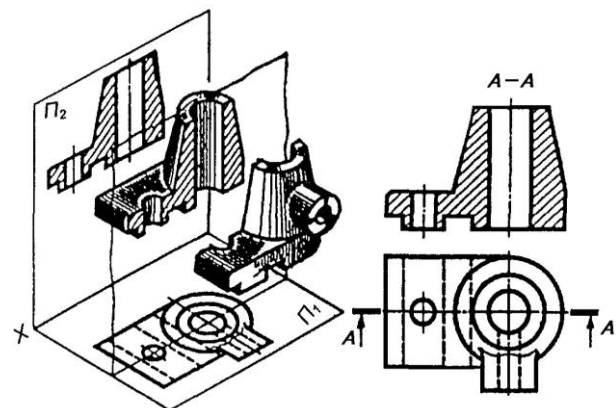


Рис 12

безпосередньому проєкційному зв'язку і не розділені жодними іншими зображеннями,

для горизонтальних, фронтальних і профільних розрізів не відмічають положення січної площини і розріз не супроводжують написом (наприклад, розрізи на рис. 9-11).

Розріз, який служить для виявлення будови предмета лише в окремому, обмеженому місці, називається місцевим. Його виділяють на вигляді суцільною хвилястою лінією (рис. 13), яка не має збігатись із будь-якими іншими лініями зображення.

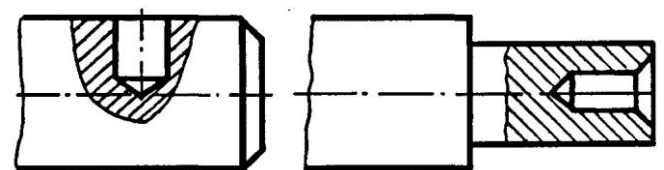


Рис 13

Частини вигляду і відповідного розрізу допускається поєднувати, розділяючи їх суцільною хвилястою лінією (рис. 14, 15). Якщо при цьому поєднуються половина вигляду і половина розрізу, кожний з яких є симетричною фігурою, то лінією розділу є вісь симетрії (рис. 16).

Складні розрізи бувають ступінчастими, якщо січні площини паралельні (рис. 17), і ламаними, якщо січні площини перетинаються (рис. 18, 19). При ламаних розрізах січні площини умовно повертають до суміщення в одну площину (рис. 18). При повертанні січної площини елементи предмета, розташовані за нею, викреслюють так, як вони проєкціюються на відповідну площину, з якою виконується суміщення (рис. 19).

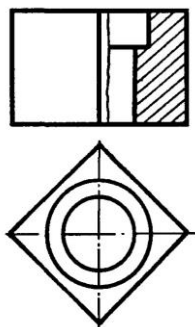


Рис 14

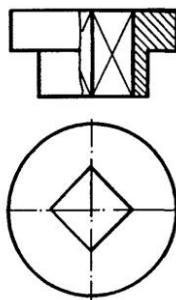


Рис 15

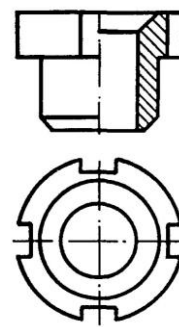


Рис 16

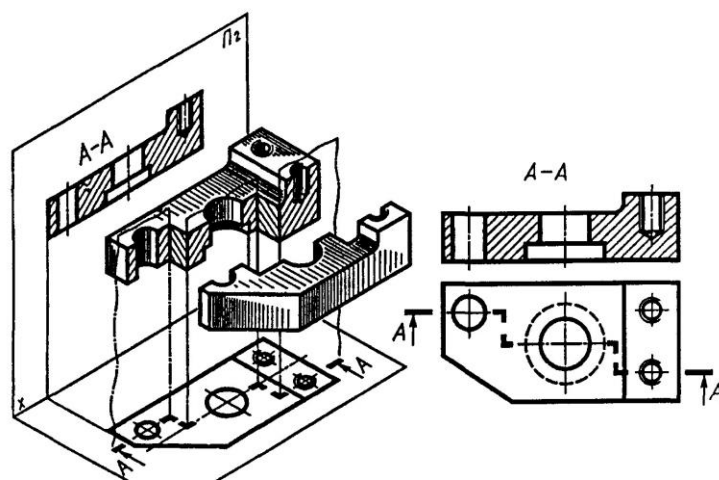


Рис 17

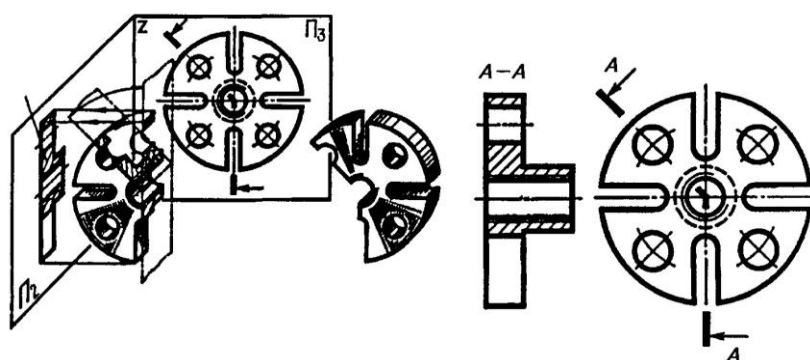


Рис 18

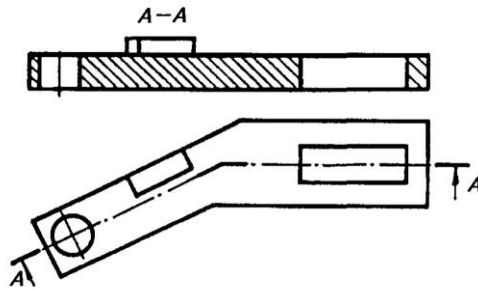


Рис 19

3 Перерізи

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

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

Площину перерізу проводять перпендикулярно до тієї чи іншої площини проєкцій і позначають розімкненою лінією, як і при розрізах. Щоб зобразити фігуру перерізу у справжню

величину, її повертають на 90° ; тоді площина фігури перерізу паралельна площині проєкцій

Перерізи бувають винесені й накладені.

Винесеним називають переріз, який зображають поза контуром зображення. Якщо фігура перерізу симетрична та її вісь збігається з лінією перерізу, стрілки й літерні позначення не проставляють (рис. 20). Якщо переріз розміщують на довільному місці рисунка, то місце перерізу визначають розімкненою лінією, позначеною літерами, а напрямок суміщення січної площини вказують стрілками. Зображення перерізу супроводжується написом на зразок А-А (рис.21). Винесені перерізи допускається розташовувати у розриві між частинами одного й того самого вигляду (рис.22).

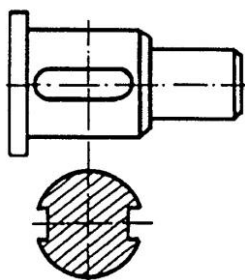


Рис 20

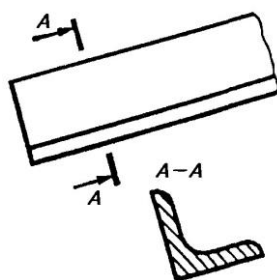


Рис 21

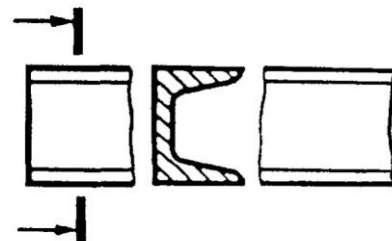


Рис 22

Накладеним називається переріз, розташований безпосередньо на зображенні (рис. 23). Контур накладеного перерізу проводять тонкою суцільною лінією. Літерні позначення на накладених перерізах не проставляють, а стрілки, що вказують напрям повертання, наносять лише при несиметричній формі перерізу. Якщо січна площина проходить через вісь поверхні обертання, що обмежує отвір або заглиблення, повністю (рис.24).

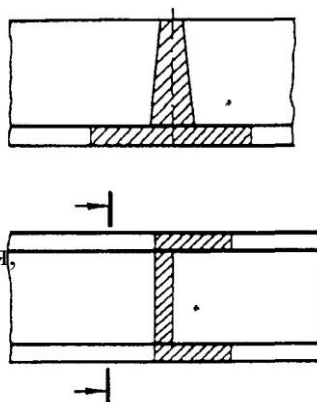


Рис 23

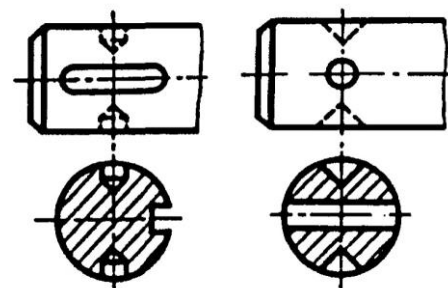


Рис 24

контур отвору чи заглиблення у перерізі показують

4 Умовності та спрощення

Якщо предмет має кілька однакових, рівномірно розташованих елементів, то на його зображенні показують один-два елементи (наприклад, один отвір, рис. 25).

Такі деталі, як болти, гвинти, шпильки, заклепки, вали при поздовжньому розрізі

показують не перерізними.

Такі елементи, як тонкі стінки на зразок ребер жорсткості, спиці шківів, показують не заштрихованими, якщо січна площина напрямлена вздовж осі або довшої сторони такого елемента (див. рис.10).

Якщо потрібно виділити на кресленні плоскі поверхні предмета, на них проводять діагоналі суцільними тонкими лініями (див. рис.15, 26).

Довгі предмети (або елементи), що мають постійний чи закономірно змінний переріз (вали, фасонний прокат і т.ін.), допускається зображати з розривом (рис. 27).

Плавний перехід від однієї поверхні до іншої зображають умовно суцільною тонкою лінією, яка не доходить до контуру зображення (рис. 28, а-в), або зовсім не показують (рис. 29).

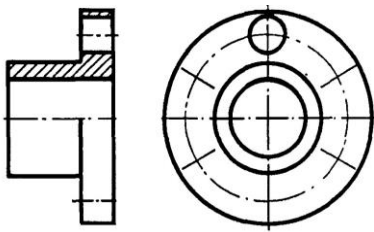


Рис 25

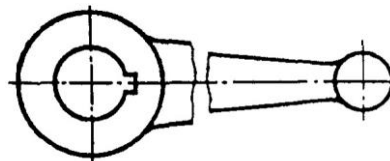


Рис 27

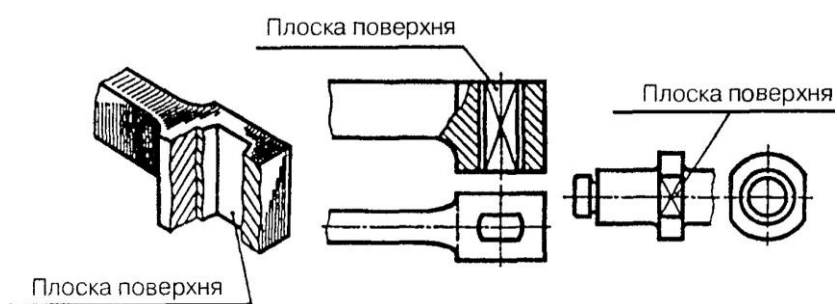


Рис 26

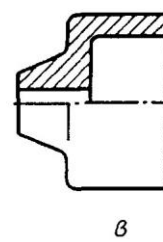
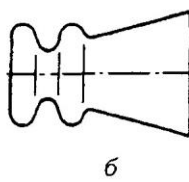
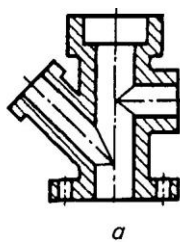


Рис 28

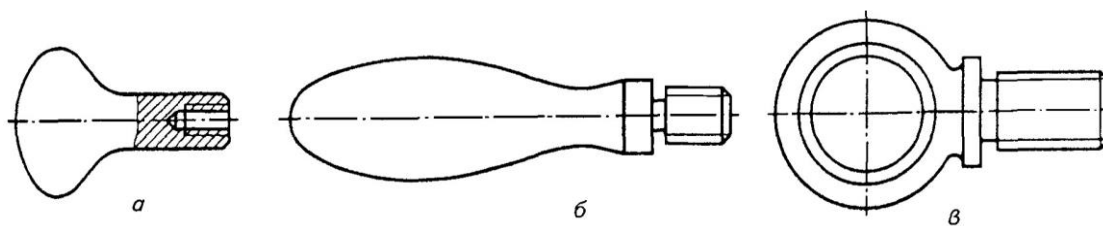


Рис 29

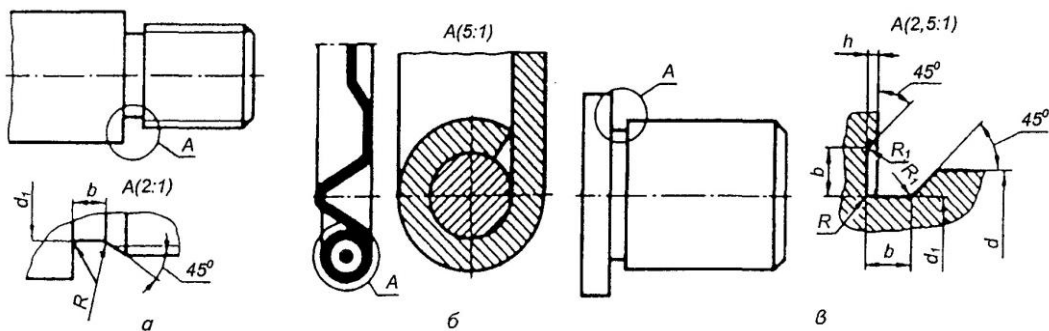
5 Виносні елементи

Додаткове, переважно збільшене зображення частини предмета для з'ясування

його форми, розмірів, шорсткості поверхні та інших даних, називається *виносним елементом*.

Виносний елемент може мати подробиці, не показані на відповідному зображенні (рис. 30, а, б), і може відрізнятися від нього змістом (наприклад, зображення є виглядом, а виносний елемент — розрізом, рис.30, в). Виносний елемент треба розміщувати якомога ближче до відпо-відного місця на зображенні.

Застосовуючи виносний елемент, відповідне місце на вигляді, розрізі чи перерізі предмета обводять замкнутою суцільною тонкою лінією — колом, овалом тощо. Від цієї лінії проводять тонку лінію — виноску з поличкою, на якій літерою позначають виносний елемент і масштаб зображення (див. рис.30).



Р

и
с
3
0
8

ЗОБРАЖЕННЯ ТА ПОЗНАЧЕННЯ РІЗЕЙ

Поняття про різь

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

Різі класифікуються за декількома ознаками:

Залежно від форми поверхні, на якій нарізана різь, вони поділяються на циліндричні (рис. 1) та конічні (рис. 2).

Залежно від розташування різи на поверхні стрижня або отвору вони поділяються на зовнішні (рис. 1-2) та внутрішні (рис. 3).

Залежно від форми профілю різи розрізняють різь трикутного (рис. 4,а), прямокутного (рис. 4,б), трапецеїдального (рис. 4,в), круглого та інших профілів.

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

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

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

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

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

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

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

Ліва різь утворена контуром, який обертається проти ходу стрілки годинника і переміщується вздовж осі в напрямку від спостерігача.

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

Основні параметри різи мають такі визначення.

Крок різи P — відстань між сусідніми однойменними бічними сторонами профілю в напрямку, паралельному осі різи (рис. 6).

Хід різи t — відстань між найближчими однойменними бічними сторонами профілю, які належать одній і тій же гвинтовій поверхні, в напрямку, паралельному осі різи (рис. 6). Хід різи — величина відносного осьового переміщення гвинта (гайки) за один оберт.

Зовнішній діаметр різи (d — для стрижня, D — для отвору) — діаметр уявного циліндра, описаного навколо вершин зовнішньої різи або западин внутрішньої різи (рис. 7).

Внутрішній діаметр різі (d_1 — для стрижня, D_1 — для отвору) — діаметр уявного циліндра, вписаного у западини зовнішньої різі або у вершини внутрішньої різі (рис. 7).

Середній діаметр різі (d_2 — для стрижня, D_2 — для отвору) — діаметр уявного співвісного з різзю циліндра, який перетинає витки різі так, що ширина виступу різі та ширина западини рівні (рис. 7).

Форма і типи різей

Метрична різь

Метрична різь є основним типом кріпильної різі. Профіль різі визначений ГОСТом 9150-81 і є рівностороннім трикутником з кутом профілю 60° (рис. 7). Профіль різі на стрижні відрізняється від профілю різі в отворі величиною затуплення його вершин і западин (рис. 8). Вершини виступів і западин зрізані по прямій або дузі кола, що полегшує виготовлення різі, зменшує концентрацію напружень і запобігає пошкодженню різі під час експлуатації.

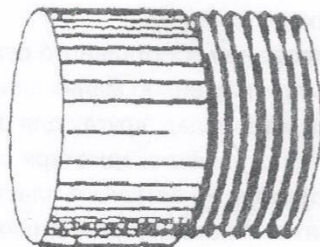


Рис. 1

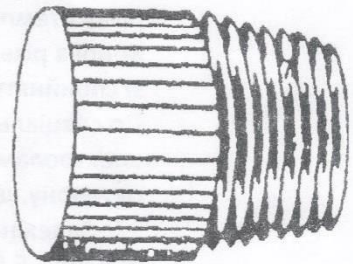


Рис. 2

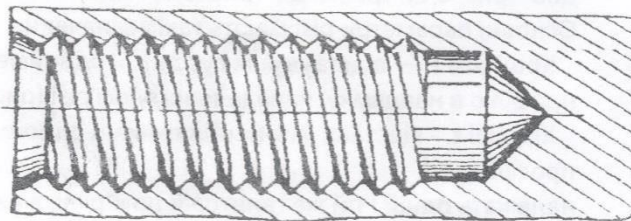


Рис. 3

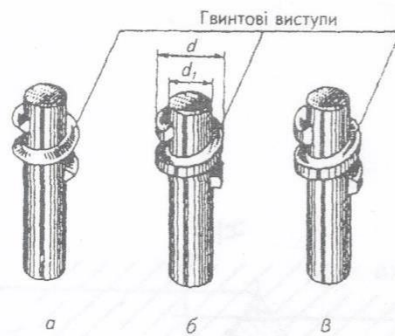


Рис. 4

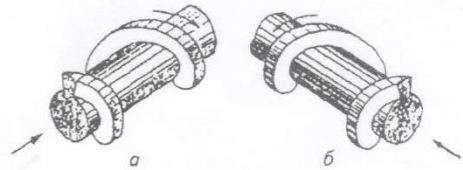


Рис. 5

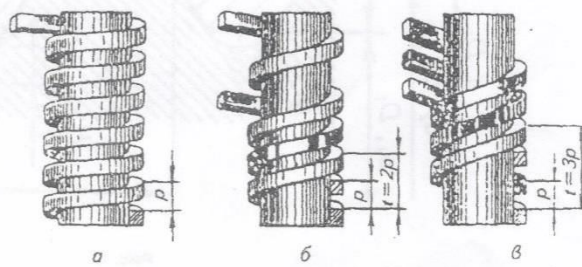


Рис. 6

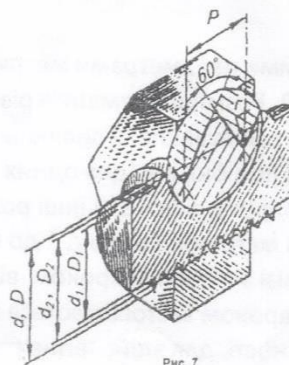


Рис. 7

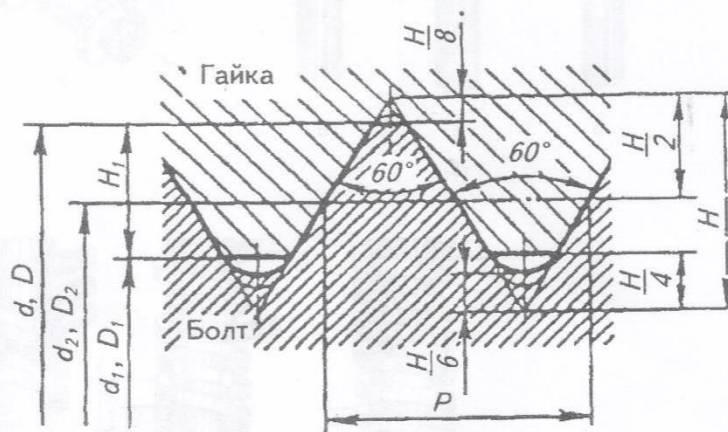


Рис. 8

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

Таблиця 1

Деякі діаметри та кроки метричних різей

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

Труба циліндрична різь

Профілем трубної циліндричної різі згідно з ГОСТ 6357-81 (рис. 9) рівнобедрений трикутник з кутом при вершині 55° і заокругленими вершинами та западинами. Профілі зовнішньої і внутрішньої різі збігаються, що забезпечує герметичність у з'єднаннях цієї різі (рис. 10). Застосовується переважно в трубопроводах.

Довідкові дані про трубу циліндричну різь подано в табл. 2

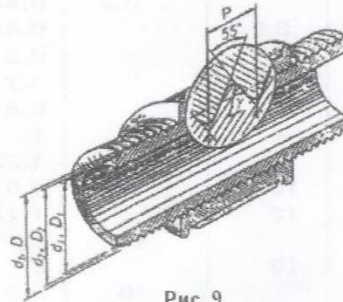


Рис. 9

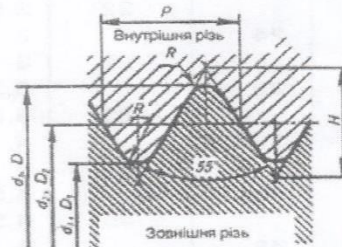


Рис. 10

Таблиця 2

Труба циліндрична різь

Позначення різі, дюйми	Діаметр різі, мм			Крок різі, мм	Число ниток на 1"
	зовнішній	внутрішній	середній		
$(1/8)$	9,729	8,567	9,148	0,907	28
$1/4$	13,158	11,446	12,302	1,337	19
$3/8$	16,663	14,951	15,807	1,337	19
$1/2$	20,956	18,632	19,794	1,814	14
$(5/8)$	22,912	20,588	21,750	1,814	14
$3/4$	26,442	24,118	25,281	1,814	14
$7/8$	30,202	27,878	29,040	1,814	14
1	33,250	30,292	31,771	2,309	11
$(1 1/8)$	37,898	34,941	36,420	2,309	11
$1 1/4$	41,912	38,954	40,433	2,309	11
$1 1/2$	44,325	41,367	42,846	2,309	11
$1 3/4$	47,805	44,847	46,326	2,309	11
2	53,748	50,791	52,270	2,309	11
$(2 1/4)$	59,616	56,659	58,137	2,309	11
$2 1/2$	65,712	62,755	64,234	2,309	11
$2 3/4$	75,187	72,230	73,708	2,309	11
3	81,537	78,580	80,058	2,309	11
$3 1/2$	87,887	84,930	86,409	2,309	11
4	100,334	97,376	98,855	2,309	11
5	113,034	110,077	111,556	2,309	11
6	138,435	135,478	136,957	2,309	11
6	163,836	160,879	162,357	2,309	11

Трубна конічна різь

Трубну конічну різь (ГОСТ 6311-81) застосовують у з'єднаннях труб при великих тисках і температурі, коли вимагається підвищена герметичність з'єднання, наприклад, для нарізних з'єднань паливних, мастильних, водяних та повітряних трубопроводів, машин і верстатів. Кут профілю — 55° , конусність — 1:16 (рис. 11).

Оскільки діаметр конічної різі безперервно змінюється, то її розмір відносять до перерізу в основній площині (приблизно посередині довжини зовнішньої різі). У цьому перерізі діаметр конічної різі дорівнює діаметру трубної циліндричної. Положення основної площини вказується на робочому кресленні (береться зі стандарту).

Збіг в основній площині розмірів трубної конічної різі з розмірами трубної циліндричної дає змогу з'єднати трубну циліндричну різь із зовнішньою трубною конічною різзю (рис. 12).

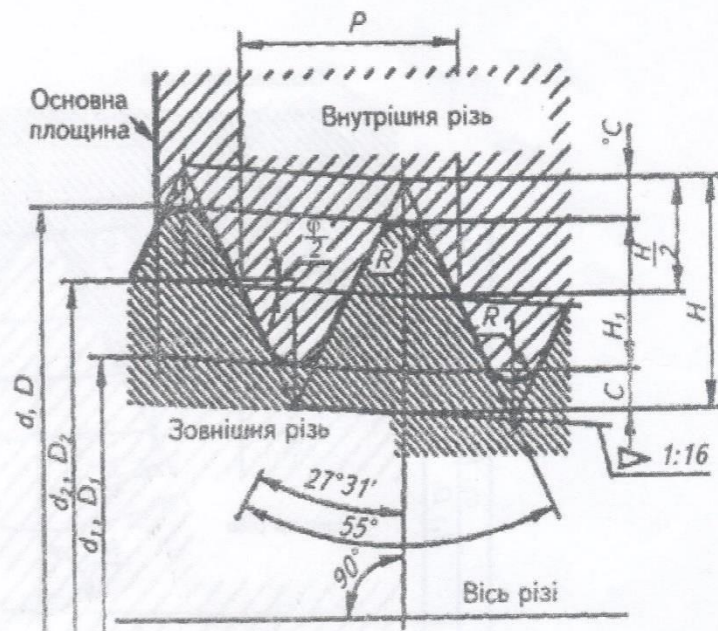


Рис. 11

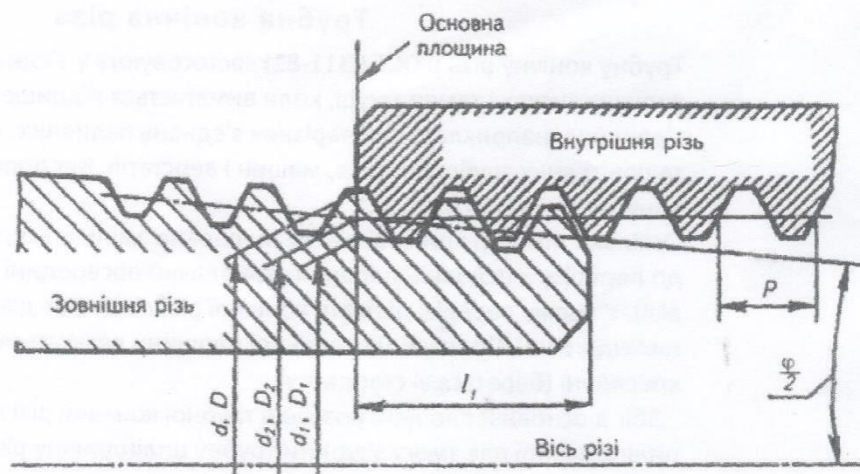


Рис. 12

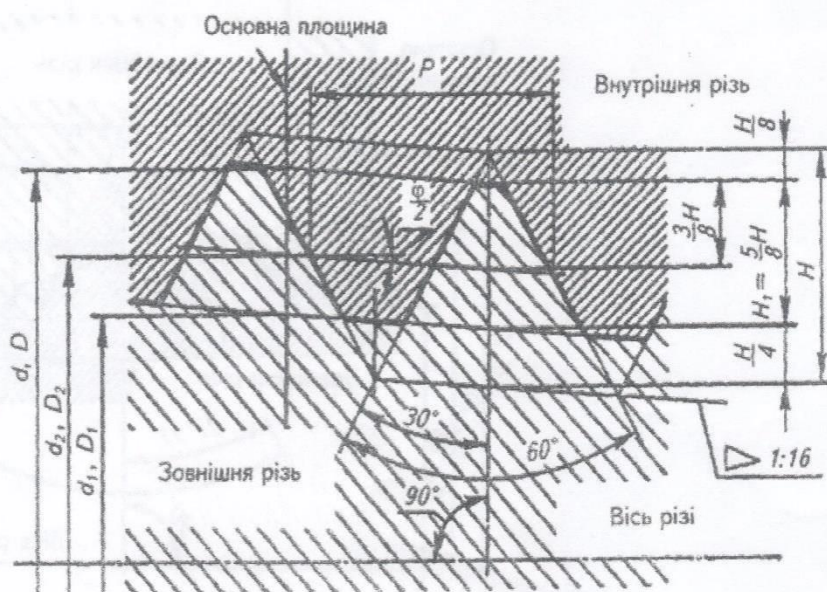


Рис. 13

Метрична конічна різь

Метрична конічна різь із кутом профілю 60° і конусністю 1:16 (рис. 13) згідно з ГОСТ 25229-82 має в основній площині однакові розміри з метричною різзю (ГОСТ 9150-81), тому так, як трубна конічна, може утворювати з'єднання зовнішньої конічної різі з внутрішньою циліндричною (рис. 14). З'єднання такого типу має забезпечувати угвинчування конічної різі на глибину не менше $0,8 l$ (l — довжина різі без збігу на рис. 15).

Дюймові різь

Сьогодні не існує стандарту, який би регламентував основні розміри дюймової різі. Застосування дюймової різі в нових розробках заборонено. Профіль дюймової різі подано на рис. 16.

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



Рис. 14

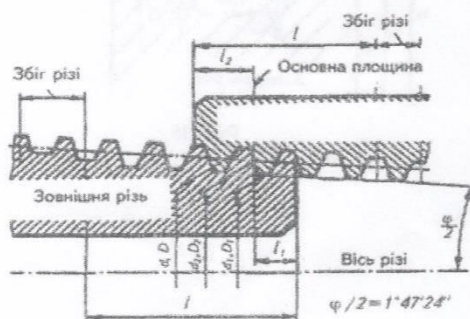


Рис. 15

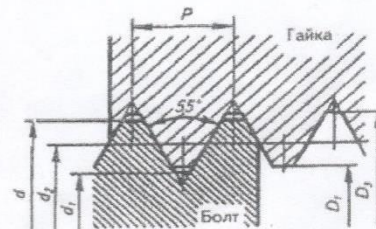


Рис. 16

Конічна дюймова різь

На відміну від трубної конічної різі конічна дюймова має кут профілю 60° . Параметри і розміри визначені ГОСТ 6111-52 (рис. 17). Використовується для діаметрів від $1/16$ " до 2 " при числі кроків на дюйм від 27 до 11,5. Застосовують у з'єднаннях паливних, мастильних, водяних і повітряних трубопроводів, машин і верстатів при невеликих тисках.

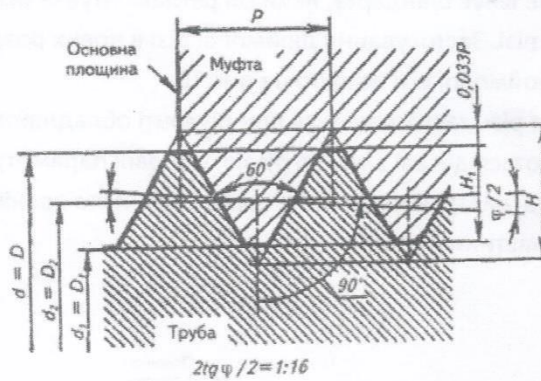


Рис. 17

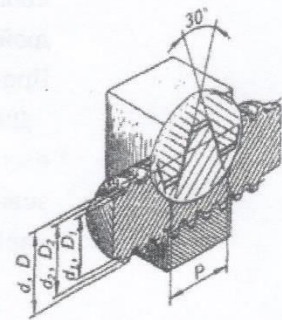


Рис. 18

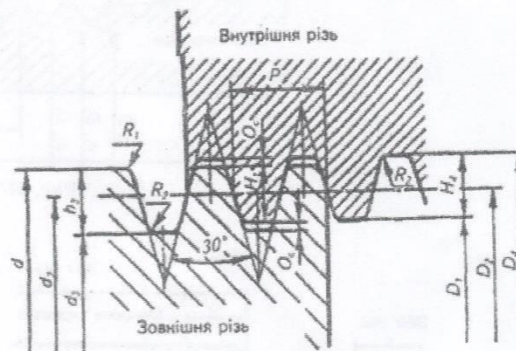


Рис. 19

Трапецеїдальна різь

Трапецеїдальна різь (рис. 18) застосовується для передавання рухів і зусиль. Вона стандартизована для діаметрів від 10 до 640 мм з кроками від 2 до 48 мм (табл. 3). Для кожного діаметра різі стандарт передбачає переважно три різні кроки.

Профіль різі (рис. 19) — згідно з ГОСТ 9484-81.

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

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

Упорна різь

Профіль різі (ГОСТ 10177-82) - нерівнобічна трапеція з кутом робочої сторони 3° і неробочої 30° (рис. 20). Упорна різь характеризується високою міцністю. Гвинтова пара з упорною різзю має високий коефіцієнт корисної дії. Різь застосовується у вантажних гвинтах для передавання великих зусиль, які діють в одному напрямку (в домкратах, пресах тощо).

Діаметри і кроки упорної різі подано в табл.4. Застосовується в з'єднаннях, де не має бути самовідгвинчування.

Прямокутна різь

Застосовується в з'єднаннях, де не має бути самовідгвинчування під дією прикладеного навантаження. Оскільки профіль цієї різі не стандартизований, то на кресленні наводять усі дані, потрібні для її виготовлення (рис. 21).

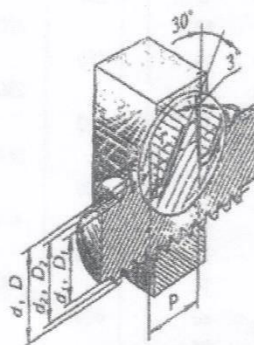


Рис. 20

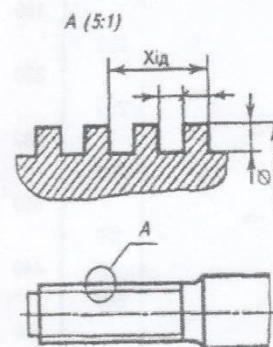


Рис. 21

Виконання ескізу деталі з натури

Ескізом називається креслення для одноразового використання, виконане від руки, тобто без креслярських інструментів і без застосування точного масштабу.

Ескіз рекомендується виконувати на міліметровому папері або на аркуші в клітинку, бо це полегшує дотримання проекційного зв'язку, паралельності ліній. Симетричності тощо.

Ескізи виконують за всіма вимогами, які ставляться до робочих креслень. Послідовність виконання ескізу деталі з натури можна поділити на дві стадії: підготовчу та основну.

1. Розглядаючи деталь, уявно розчленовують її на прості геометричні форми та з'ясовують, як ці форми поєднані в одне ціле. Ознайомлюються з конструкцією деталі, виявляють симетрію чи асиметрію деталі та її частин, наявні отвори, виступи, проточки, канавки, різь тощо.
2. З'ясовують призначення деталі, робоче положення в механізмі, матеріал, з якого її виготовлено, назву деталі тощо.
3. Вибирають положення деталі для побудови її головного зображення, а також потрібні зображення: вигляди, розрізи, перерізи, виносні елементи, які повністю розкривають зовнішню і внутрішню будову.
4. Визначають величину зображення, підготовляють папір, олівці, гумку. Розмір ескізу має допомогти виявити форму найдрібніших елементів деталей й полегшити нанесення розмірів.

Основна стадія виконання ескізу:

1. На вибраному форматі паперу наносять рамку, і в правому нижньому куті виділяють місце для основного напису.
2. Визначають на око габаритні розміри деталі й наносять габаритні прямокутники – місця розташування зображень деталі. При цьому важливо врахувати і площу, яка потрібна для нанесення розмірів, позначень, технічних умов.
3. Проводять осі симетрії деталі та основні осі отворів. За визначеними на око пропорціями на зображення наносять контури елементів деталі й будують зовнішній її обрис (рис. 1, а).
4. Намічають контури розрізів і перерізів. Проводять лінії внутрішнього контуру при зображенні розрізів (рис. 1, б). Виконують потрібні виносні елементи, додаткові та місцеві вигляди.
5. Усувають зайві лінії. Обводять видимий контур суцільною основною лінією, заштриховують розрізи та перерізи (рис. 1, в).
6. Наносять виносні та розмірні лінії (рис. 1, в). Розміри зовнішніх елементів розміщують переважно з боку вигляду. А внутрішніх – з боку розрізу.
7. Вимірюють деталь і проставляють розмірні числа за правилами ГОСТ 2.307-68 (рис. 1, г).
8. Визначають шорсткість поверхні, виходячи з умов її виготовлення або призначення, і показують на кресленні відповідними знаками (рис. 1, г).
9. Виконують потрібні написи, технічні умови. Заповнюють основний напис і остаточно оформлюють ескіз.

Приклади виконання та оформлення ескізів деяких деталей показані на рис. 2-5.

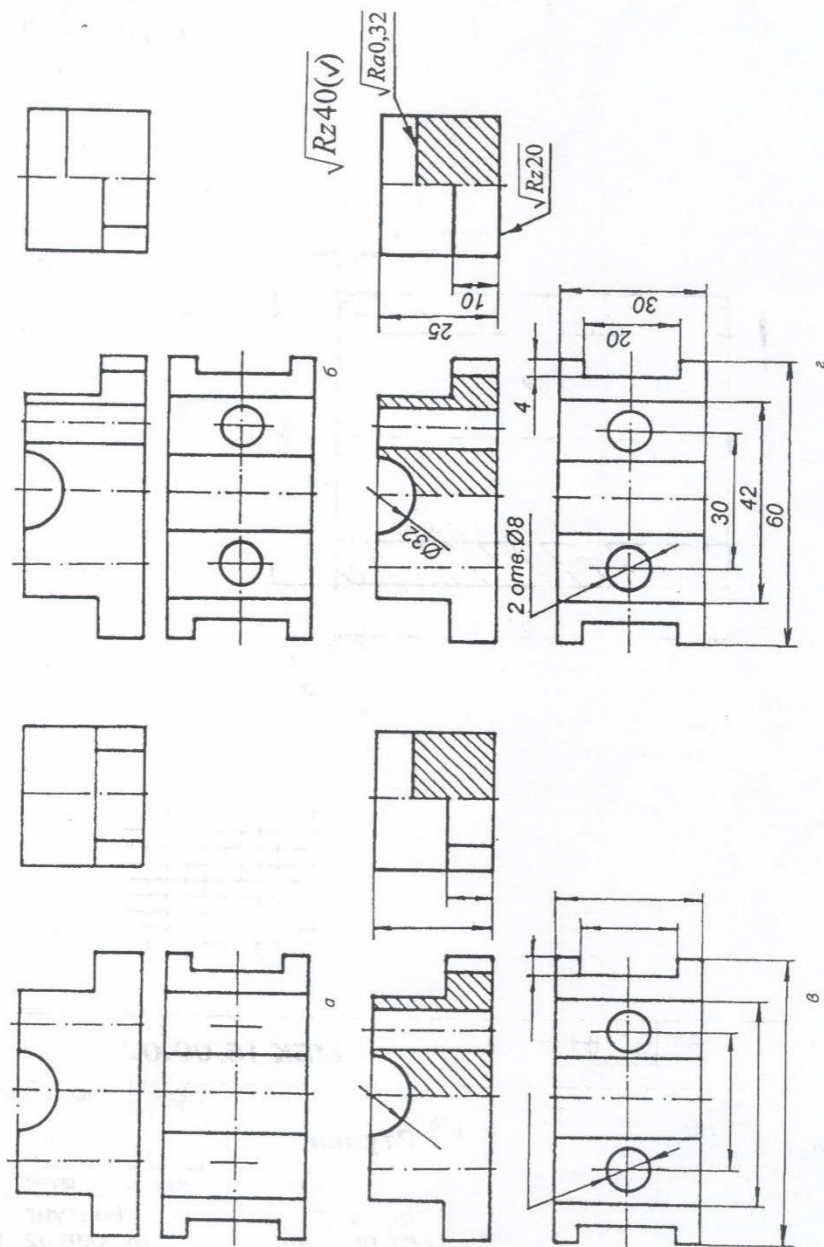
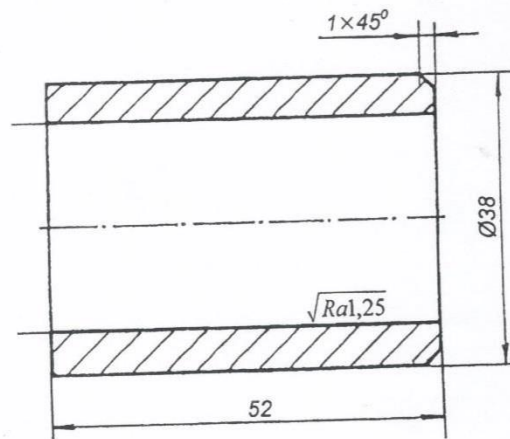


Рис. 1

$\sqrt{Ra3,2(\checkmark)}$



МБК 15.00.07

					МБК 15.00.07						
					Втулка			Літера	Маса	Масштаб	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата							
Креслив		Козак									
Перевірів		АНТОНОВИЧ						Аркуш	Аркушів 1		
Т. контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88			іФНТУНГ гр. КМВ 02-1			
Н. контр.											
Затвердив											

Рис. 2

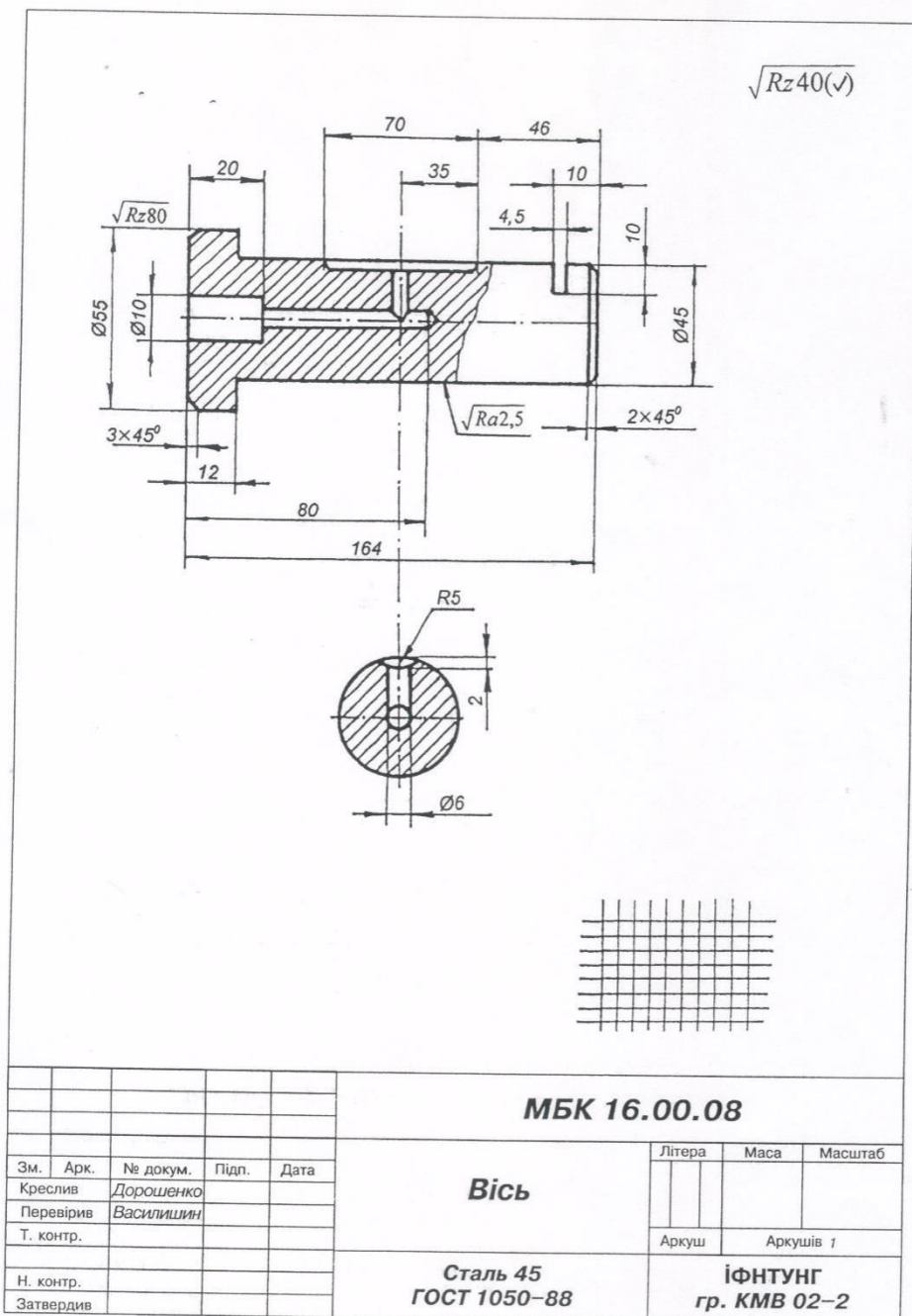
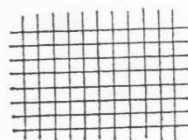
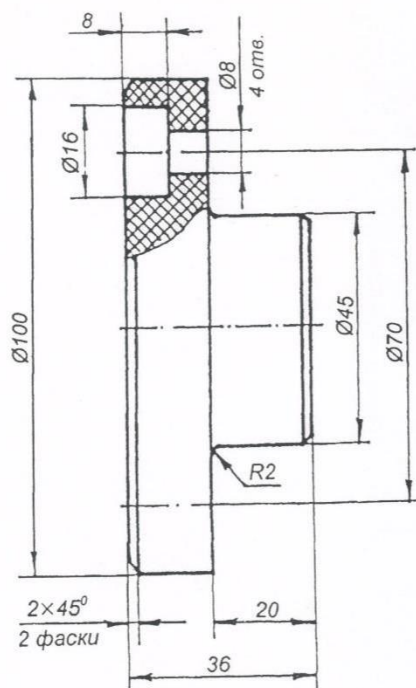
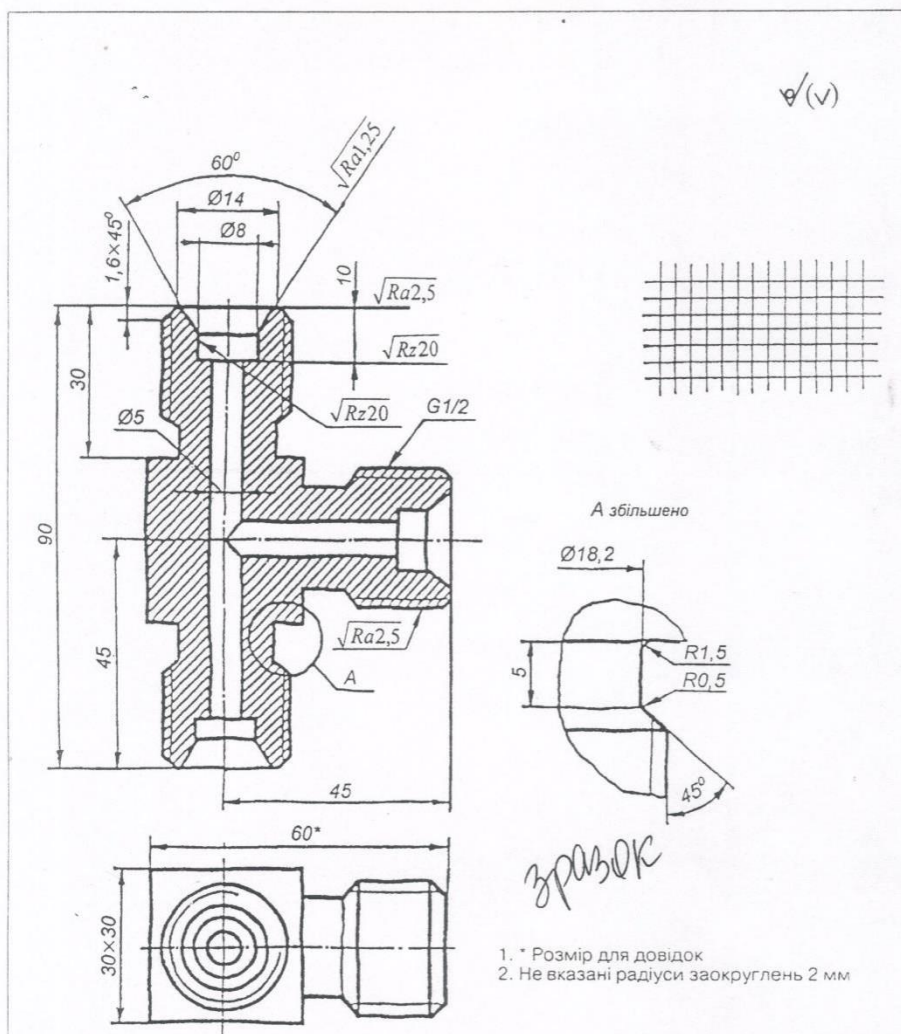


Рис. 3



						МБК 17.00.04		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Кришка	Літера	Маса	Масштаб
Креслив		Сагайдак						
Перевірів		Василишин						
Т. контр.						Аркуш	Аркушів 1	
Н. контр.					Вініпласт ВН ГОСТ 9639-71	іФНТУНГ гр. КМВ 02-1		
Затвердив								



						МБК 19.00.01						
						Корпус						
										Літера	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата								
Креслив		Гуцул										
Перевіряв		Василишин										
Т. контр.						Аркуш	Аркушів 1					
Н. контр.						Ст3 ГОСТ 380-71						
Затвердив												
						ІФНТУНГ						
						гр. КМВ 02-1						

Деталювання складальних креслень

Деталюванням називається виконання робочих креслень деталей виробу (складальної одиниці) за складальним кресленням. Характер і послідовність деталювання складального креслення показано на мал.1.

Процес деталювання складального креслення виконують за такими етапами:

1. Вивчають складальну одиницю, прочитавши її креслення.
2. Визначають деталі, креслення яких треба виконати. Деталювання починають із простих за формою деталей.
3. Знаходять і аналізують зображення призначеної для деталювання деталі, яка міститься на кресленні, визначають її головне зображення, кількість і склад потрібних зображень. Слід нагадати, що кількість зображень має бути мінімальна, але достатня для повного уявлення про форму і розміри деталі. Кількість і склад зображень деталі на робочому кресленні можуть і не відповідати зображенням на кресленні складальної одиниці.
4. Обирають масштаб зображень. При деталюванні не обов'язково дотримуватися одного і того ж масштабу для всіх деталей. Дрібні деталі, а також складної форми, зображають у більшому масштабі.
5. Обирають потрібний формат аркуша паперу для виконання креслення, наносять рамку й основний надпис.
6. Виконують зображення деталі. На кресленні деталі зображують і ті її елементи, які на складальному кресленні не показують, або показують спрощено, наприклад, фаски, галтелі. Розміри цих конструктивних елементів визначають не за складальним кресленням, а за відповідними стандартами на ці елементи.
7. Наносять на кресленні розміри, позначення шорсткості поверхонь та інші дані.
8. Перевіряють креслення й остаточно його оформляють.

Під час деталювання складальних креслень виникають деякі ускладнення при визначенні справжніх розмірів елементів деталей, потрібних для креслення та для нанесення на готові креслення деталей, а також при переведенні розмірів зображень із одного масштабу в інший.

Розглянемо деякі випадки.

1. Креслення, що деталюють, і креслення деталі мають масштаб $M1:1$. У цьому випадку справжні розміри всіх елементів деталі вимірюють за складальним кресленням і безпосередньо використовують на кресленні деталі.
2. Креслення, що деталюється, має масштаб, який відрізняється від $M1:1$, а креслення деталі виконується в масштабі, який відрізняється від масштабу креслення, що деталюють, і від $M1:1$. У цьому разі справжні розміри елементів деталі знаходять як результат ділення розмірів цих елементів, виміряних на складальному кресленні, на

його масштаб. Далі справжні розміри множать на масштаб робочого креслення деталі й отримують розміри для виконання зображень на ньому.

3. Найскладніший випадок – це коли креслення, що деталюють, є друкарською (або якоюсь іншою) копією, на якій масштаб зображень не відповідає зазначеному в основному написі. Тоді треба спочатку з'ясувати масштаб копії, далі визначити обчисленням справжні розміри елементів деталей, перемножити ці розміри на масштаб робочого креслення деталі й будувати зображення. Щоб уникнути великої кількості обчислень, у навчальному процесі слід використовувати графічний спосіб, застосовуючи пропорційний(кутовий) масштаб.

На аркуші міліметрового паперу проводять дві взаємно перпендикулярні прямі l і t (рис. 2, а), які перетинаються в точці O . на горизонтальній прямій від точки O праворуч циркулем-вимірювачем відкладають довжину відрізка $OA=10$ мм, виміряну на кресленні, а на вертикальній прямій $OB=20$ мм – справжній розмір цього ж відрізка, що визначений розмірним числом. Проводячи через точки A і B взаємно перпендикулярні прямі, на їх перетині отримуємо точку M . Пряма OM є лінією масштабу $M1:1$ і дає змогу визначити справжні розміри решти елементів цього креслення: вимірявши циркулем-вимірювачем розмір потрібного елемента на кресленні, що деталюють (рис. 2, б), відкладають його від точки O на прямій l (рис. 2, б); через точку C проводять вертикальну пряму до перетину з лінією масштабу. Відрізок цієї прямої від C до лінії масштабу визначає справжній розмір потрібного елемента (у цьому випадку 50 мм).

Проставляючи розміри на робочих кресленнях, слід враховувати, що багато елементів деталей мають стандартні розміри.

У табл.1 подано ряди нормальних розмірів.

Розміри під гайковий ключ вибирають із ряду нормальних розмірів: 3,2; 4; 5,5; 7; 8; 10; 12; 14; 17; 19; 24; 27; 30; 32; 36; 41; 46; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100.

Розміри фасок вибирають залежно від кута фаски: для кутів 45° ; 60° – 0,5; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5; 1,8; 2,0; 2,5; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0; 10,0; 15,0; для кутів 30° – 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0; 10,0; 15,0.

У табл.2 подано рекомендовану шорсткість деяких поверхонь, які найчастіше трапляються в деталях.

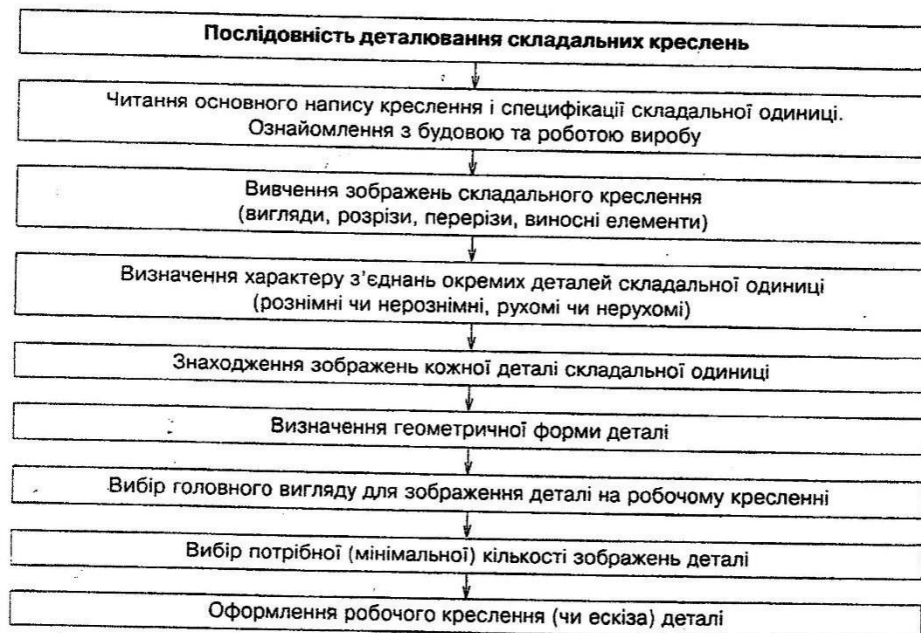


Рис. 4

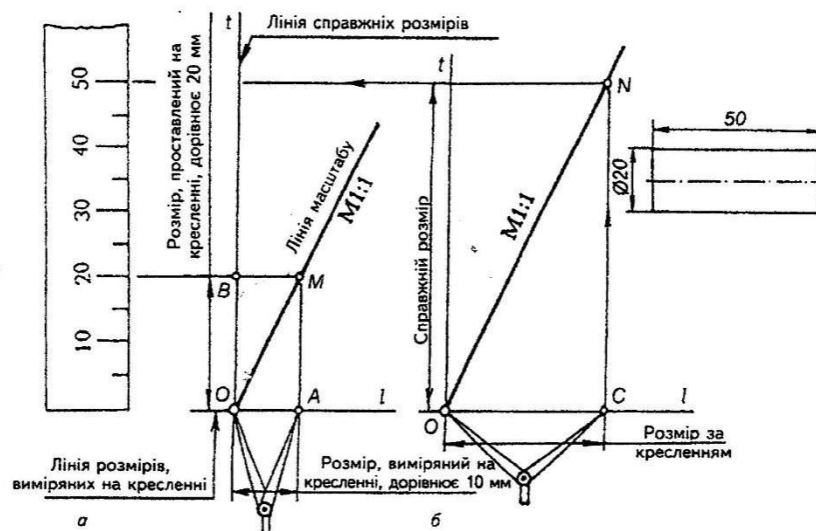


Рис. 2

Таблиця 1

Ряди нормальних розмірів							
Ряди нормальних лінійних розмірів							
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд		4-й ряд			
1,0	1,2	1,1	1,4	1,05	1,15	1,3	1,5
1,6	2,0	1,8	2,2	1,7	1,9	2,1	2,4
2,5	3,2	2,8	3,6	2,6	3,0	3,4	3,8
4,0	5,0	4,5	5,6	4,2	4,8	5,3	6,0
6,3	8,0	7,31	9,0	6,7	7,5	8,5	9,5
10	12	11	14	10,5	11,5	13	15
16	20	18	22	17	19	21	24
25	32	28	36	26	30	34	38
40	50	45	56	42	48	53	60
63	80	71	90	67	75	85	95
100	125	110	140	105	120	130	150
160	200	180	220	170	190	210	240
250	320	280	360	260	300	340	380
400	500	450	560	420	480	530	600
630	800	710	900	670	750	850	950
1000							

Перевагу слід віддавати числам першого ряду, потім – другого, третього і, нарешті, четвертого

Ряд нормальних діаметрів загального призначення											
0,5	3,0	11	21	35	52	78	105	155	210	310	410
0,8	3,6	12	22	36	55	80	110	160	220	320	420
1,0	4,0	13	23	38	58	82	115	165	230	330	430
1,2	4,5	14	24	40	60	85	120	170	240	340	440
1,5	5,0	15	25	42	62	88	125	175	250	350	450
1,5	6,0	16	26	44	65	90	130	180	260	360	460
2,0	7,0	17	28	45	68	92	135	185	270	370	470
2,2	8,0	18	30	46	70	95	140	190	280	380	480
2,5	9,0	19	32	48	72	98	145	195	290	390	490
2,8	10,0	20	34	50	75	100	150	200	300	400	500

Таблиця 2

Рекомендована шорсткість деяких поверхонь

Поверхні деталей	Рекомендована шорсткість
Опорні поверхні корпусів, кронштейнів, кришок, стійок тощо	$\sqrt{Rz80} - \sqrt{Rz10}$
Отвори під кріпильні деталі	$\sqrt{Rz80} - \sqrt{Rz20}$
Поверхні деталей з ходовою та упорною різзю	$\sqrt{Ra2,5} - \sqrt{Ra0,63}$
Посадочні поверхні отворів та валів для нерухомих з'єднань: штифтів, втулок, шпонок тощо	$\sqrt{Ra2,5} - \sqrt{Ra0,63}$
Посадочні поверхні отворів та валів для рухомих з'єднань: циліндрів, клапанів, поршнів, золотників	$\sqrt{Ra2,5} - \sqrt{Ra0,16}$
Привалкові поверхні корпусів, плит, планок, кришок	$\sqrt{Ra5} - \sqrt{Ra1,25}$
Рукоятки, маховики, штурвали	$\sqrt{Ra0,32} - \sqrt{Ra0,16}$
Пази, канавки, проточки	$\sqrt{Rz20} - \sqrt{Rz10}$

Схема кінематична принципова

Принципова кінематична схема — графічна схема на якій показано послідовність передачі руху від двигуна через передавальний механізм до робочих органів машини (наприклад, шпінделю верстата, ріжучому інструменту, ведучим колесам автомобіля та ін.) і їх взаємозв'язок.

На кінематичних схемах зображають тільки ті елементи (ланки) машини або механізму, які беруть участь в передачі руху (зубчасті колеса, ходові гвинти, вали, шківи, муфти та ін.) без дотримання розмірів і пропорцій.

Стандарти, що регламентують умовні позначення та виконання кінематичних схем:

- ГОСТ 2.770-68 (2000) ЕСКД. Обозначения условные графические на схемах. Элементы кинематики.
- ГОСТ 2.703-68. ЕСКД. Правила выполнения кинематических схем.
- ISO 3952 Kinematic diagrams - Graphical symbols.

Правила виконання кінематичних схем

Корпусні частини складальної одиниці (машини або механізму) не показують зовсім або наносять їх контур суцільними тонкими лініями. Просторові кінематичні механізми зображають зазвичай у вигляді розгорнутих схем в ортогональних проекціях. Вони отримуються шляхом розміщення всіх осей в одній площині. Такі схеми дозволяють з'ясувати послідовність передачі руху, але не показують дійсного розташування деталей механізму. Кінематичні схеми допускається виконувати в аксонометрії.

Всі деталі (ланки) на кінематичних схемах зображають умовно у вигляді графічних символів (ГОСТ 2.770-68 (2000)), що лише розкривають принцип їх роботи. Сполучення суміжних ланок, котре допускає їх відносний рух, називають кінематичною парою. Найпоширеніші кінематичні пари: обертова (шарнір), поступальна (повзун чи напрямна), гвинтова (гвинт і гайка), сферична (кульовий шарнір). Допускається застосовувати нестандартні умовні графічні позначення, але з відповідним поясненнями на схемі. На кінематичній схемі дозволяється зображати окремі елементи схем інших видів, що безпосередньо впливають на її роботу (наприклад, електричні або гідравлічні).

Окрім умовних графічних позначень, на кінематичних схемах дають вказівки у вигляді надписів, що пояснює зображений елемент. Наприклад, вказують тип і характеристики двигуна, діаметри шківів пасової передачі, модуль і число зубів зубчастих коліс та ін. Взаємне розташування ланок на кінематичній схемі повинно відповідати початковому, середньому або робочому положенню виконавчих органів механізму чи машини.

Допускається пояснювати написом положення виконавчих органів, що зображені на схемі. Якщо ланка при роботі виробу змінює своє положення, то на схемі допускається вказувати її крайні положення тонкими штрихпунктирними лініями. На кінематичній схемі ланкам присвоюють номери в порядку передачі руху, починаючи від двигуна. Вали нумерують римськими цифрами, решту елементів - арабськими. Порядковий номер елемента проставляють на полиці виносної лінії. Під полицею вказують основні характеристики і параметри кінематичної ланки. На кінематичних схемах вали, осі, стрижні, гонки, корби зображають суцільними основними лініями; зубчасті колеса, черв'яки, зірочки, шківви, кулачки суцільними тонкими лініями.

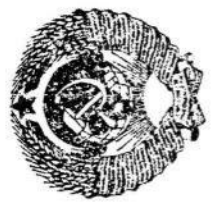
Читання кінематичних схем

Читати кінематичну схему починають від двигуна, як джерела руху всіх деталей механізму. Визначаючи послідовно за умовними позначеннями кожен елемент кінематичного ланцюга, встановлюють його призначення та характер передачі руху.

Кожен елемент , зображений на схемі умовно повинен мати своє позначення: порядковий номер чи буквено-цифрове позиційне позначення. Для кожного вида схем встановлені правила нанесення таких позначень.

ГОСТ 2. 770 – 68

п.1; п.7; п.8; п.9 (а,б,е); п.10 (а,б,в,г); п.11 (а,б,в,г); п.12 (а,б);
п.13 (а,б,г,д,и); п.14; п.25 (а,б); п.26 (а,б); п.27; п.28;
п.29 (а,б); п.31; п.32; п.33; п.34; п.35 (а,б); п.36 (а,б);
п.37 (б,в); п.38 (а,б); п.39; п.40 (а,б,в); п.41; п.43; п.50.



Единая система
конструкторской
документации

ГОСТ
2.770—68

ОБОЗНАЧЕНИЯ УСЛОВНЫЕ
ГРАФИЧЕСКИЕ В СХЕМАХ.
ЭЛЕМЕНТЫ КИНЕМАТИКИ

Взамен
ГОСТ 3462—61

Unified system for design docu-
mentation. Graphical designa-
tions in schemes. Cinematic ele-
ments

Комитет стандартов,
мер и измерительных
приборов
при

Совете Министров
СССР

ГОСТ 2.770—68 Элементы кинематики	3
ГОСТ 2.780—68 Элементы гидравлических и пневмати- ческих сетей	36
ГОСТ 2.781—68 Аппаратура распределительная и регу- лирующая гидравлическая и пневмати- ческая	45
ГОСТ 2.782—68 Насосы и двигатели гидравлические и пневматические	69

СОДЕРЖАНИЕ

Утвержден в декабре 1967 г.
Несоблюдение стандарта преследуется по закону
Срок введения 1/1 1974 г.

1. Настоящий стандарт устанавливает условные графические обозначения элементов машин и механизмов в схемах. Общие требова- ния — по ГОСТ 2.701—68, обозначения общего применения — по ГОСТ 2.721—68.
2. Условные графические обозначения элементов машин и ме- ханизмов в схемах, вычерчиваемых в ортогональных проекциях, должны соответствовать обозначениям, указанным в таблице.

Единая система конструкторской документации
ОБОЗНАЧЕНИЯ УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ В СХЕМАХ

ГОСТ 2.770—68, ГОСТ 2.780-68—ГОСТ 2.782-68

Редактор издательства И. И. Топильская
Технический редактор Н. М. Ильичева
Корректор В. С. Дмитриева

Сдано в наб. 12/IV 1968 г. Подп. к печ. 19/XI 1969 г. Формат 60×90¹⁶ Тумата
типографская № 1 5,0 п. л. Тир. 200 000 Цена 27 коп.

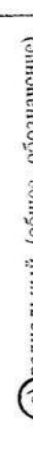
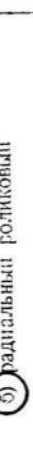
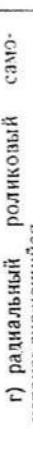
Издательство стандартов, Москва, К-1, ул. Шусева, 1.
Киевская книжная фабрика № 1 Комитета по печати при Совете Министров УССР,
ул. Довженко, 5.

Издание официальное

Перепечатка воспрещена

Наименование	Обозначение
1. Вал, валик, ось, стержень, шатун и т. п.	
2. Неподвижное закрепление оси, стержня, пальца и т. п.	
3. Неподвижная опора для стержня, движущегося возвратно-поступательно:	
а) скольжения	
б) качения	
4. Опора для стержня:	
а) неподвижная	
б) подвижная	
5. Соединение стержней:	
а) жесткое	
б) шарнирное	
в) шаровым шарниром	

Наименование	Обозначение
г) жесткое с шарнирным присоединением третьего стержня	
д) жесткое с шаровым шарнирным присоединением третьего стержня	
6. Соединение стержня с неподвижной опорой:	
а) шарнирное с движением в плоскости чертежа	
б) шаровым шарниром	
7. Подшипники скольжения и качения на валу (без уточнения типа):	
а) радиальный	
б) радиально-упорные: односторонний	
двусторонний	

Наименование	Обозначение
Подшипники качения:	
а) радиальный (общее обозначение)	
б) радиальный роликовый	
в) радиальный самоустанавливающийся	
г) радиальный роликовый самоустанавливающийся	
д) радиально-упорные (общее обозначение):	
односторонний	
двусторонний	
е) радиально-упорные роликовые:	
односторонний	
двусторонний	

Продолжение

Наименование	Обозначение
а) упорные:	
односторонние	
двусторонние	
б) упорные:	
односторонние	
двусторонние	
в) упорные:	
односторонние	
двусторонние	
г) упорные:	
односторонние	
двусторонние	

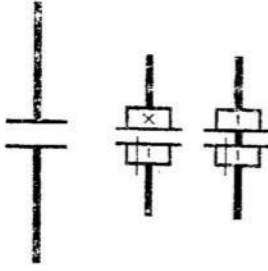
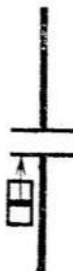
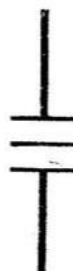
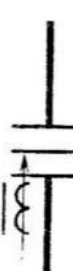
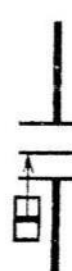
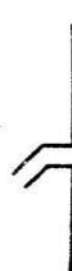
Продолжение

Продолжение

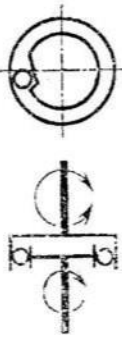
Наименование	Обозначение
ж) упорные шариковые: одинарные	
двойной	
з) упорный роликовый односторонний	
10. Соединение детали с валом:	
а) свободное при вращении	
б) подвижное без вращения	
в) при помощи вытяжной шпонки	
г) глухое	

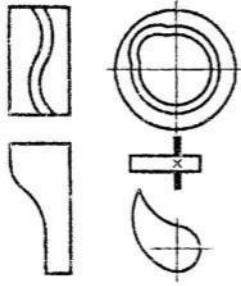
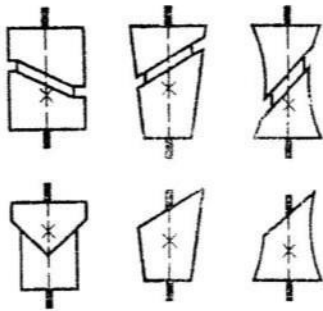
Наименование	Обозначение
11. Соединение двух валов:	
а) глухое	
б) глухое с предохранением от перелузки	
в) эластичное	
г) шарнирное	
д) телескопическое	
е) плавающей муфтой	
ж) зубчатой муфтой	
з) предохранительной муфтой	
12. Муфты сечения кулачковые:	
а) односторонняя	
б) двусторонняя	

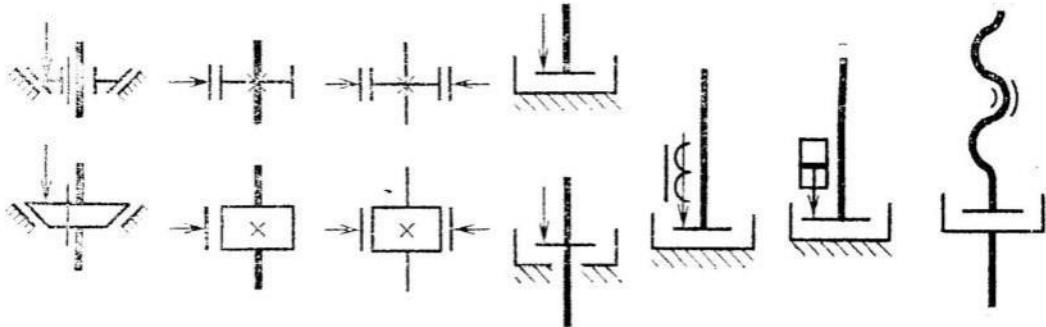
Продолжение

Наименование	Обозначение
13 Муфты сцепления гидравлические: а) общее обозначение (без уточнения типа) б) то же, при необходимости указания крепления из вазу	
в) одностороннее (общее обозначение)	
г) одностороннее электромагнитные (общее обозначение)	
д) одностороннее гидравлические или пневматические (общее обозначение)	
е) двустороннее (общее обозначение)	
ж) двустороннее электромагнитные (общее обозначение)	
з) двустороннее гидравлические или пневматические (общее обозначение)	
и) конусные одностороннее	

Продолжение

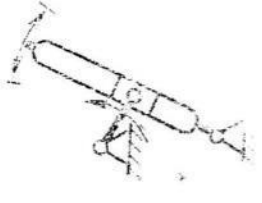
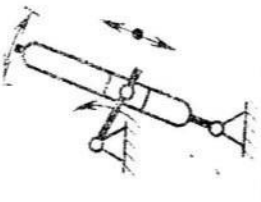
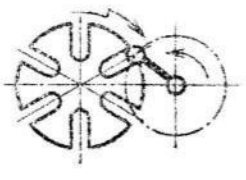
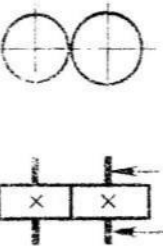
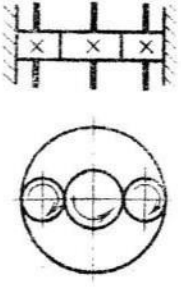
Наименование	Обозначение
к) конусные двусторонние	
л) дисковые односторонние	
м) дисковые двусторонние	
н) с колодами	
о) с резиновым кольцом	
14 Муфты сцепления шестеренные:	
а) общего односторонние	
б) общего двусторонние	
в) конусные	

Наименование	Обозначение
16. Кулачки плоские: а) продольного перемещения б) дисковые	
17. Кулачки барабанные: а) цилиндрические б) конические в) криволинейные	
18. Толкатели для кулачковых механизмов: пальцевые, тарельчатые, роликовые	
19. Ползун в неподвижных направляющих	

Наименование	Обозначение
15. Тормоза: а) конусные б) колодные в) ленточные г) дисковые д) дисковые электромагнитные е) дисковые гидравлические или пневматические ж) винтовые грузоупорные	

Приложение

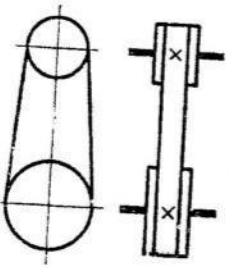
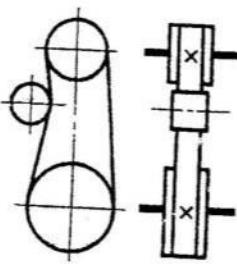
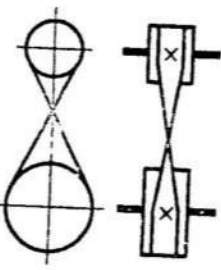
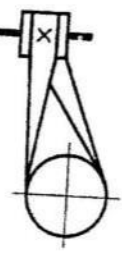
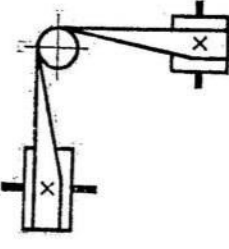
Иллюстрации

Наименование	Обозначение
в) с каскадной муфтой	
г) то же, с переменным радиусом	
24. Храповые зубчатые механизмы:	
а) с наружным зацеплением односторонне	
б) с наружным зацеплением двусторонне	
в) с внутренним зацеплением односторонне	
25. Машинные механизмы с радиальным расположением пазов у калыбров кресты:	
а) с наружным зацеплением	
б) с внутренним зацеплением	
26. Передачи фрикционные:	
а) с цилиндрическими роликами	
б) с коническими роликами	

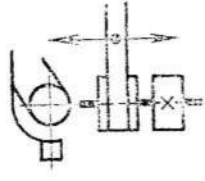
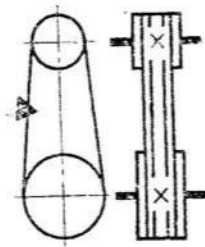
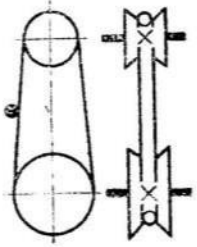
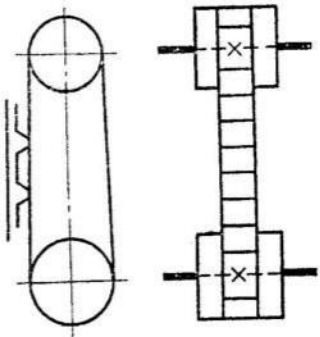
Наименование	Обозначение
в) со сферическими и коническими цилиндрическими роликами (разу пружин)	
ж) с цилиндрическими роликами, преобразующие вращательное движение в поступательное	
з) с гиперболическими роликами, преобразующими вращательное движение в винтовое	
28) Шпинь ступенчатый, закрепленный на валу	

Наименование	Обозначение
И) с коническими роликами (разу пружин)	
П) с шарикоподшипниками, работающими в паре и преобразующими вращательное движение в винтовое	
29) Шпинь ступенчатый, закрепленный на валу	

Продолжение

Наименование	Обозначение
29. Передача плоским ремнем: а) открытые	
б) открытые с натяжным роликом	
в) перекрестные	
г) полуперекрестные	
д) угловые	

Продолжение

Наименование	Обозначение
30. Отводка ремня	
31. Передача клиновидным ремнем	
32. Передача круглым ремнем и шнуром	
33. Передача зубчатым ремнем	

Наименование	Обозначение
в) внутреннее зацепление	
33) Передачи зубчатые с пересекающимися валами (конические): а) общее обозначение без уточнения типа зубьев	
36) с прямыми, спиральными и круглыми зубьями	
37) Передачи зубчатые со скрещивающимися валами: а) гипонидные	

Наименование	Обозначение
34) Передачи цепные (общее обозначение без уточнения типа цепи)	
35) Передачи зубчатые (цилиндрические): а) внешнее зацепление (общее обозначение без уточнения типа зубьев)	
36) то же, с прямыми, косыми и шевронными зубьями	

Продолжение

Продолжение

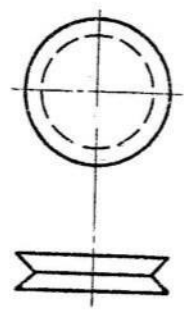
Наименование	Обозначение
38) Передатки зубчатые реечные: а) общее обозначение без уточнения типа зубьев б) с прямыми, косыми и шевронными зубьями в) с червячной рейкой и червяком г) с зубчатой рейкой и червяком	
39) Винт, передающий движение	
40) Гайка на винте, передающем движение: а) неразъемная б) неразъемная с шариками в) разъемная	
б) червячные с цилиндрическим червяком	
в) червячные глобоидные	
г) винтовые	

Продолжение

Наименование	Обозначение
41. Пружины: а) цилиндрические сжатия	
б) цилиндрические растяжения	
в) конические сжатия	
г) цилиндрические, работающие на кручение	
д) спиральные	
е) листовые: одинарная	
рессора	
ж) тарельчатые	

Продолжение

Наименование	Обозначение
42. Рычаг переключения	
43. Концы вала под съемную рукоятку	
44. Экспонент	
45. Рукоятка	
46. Маховик	
47. Передвижные упоры	
48. Вала трансмиссионные в подшипниках: а) на подвеске	
б) на кренштейне	
в) на козлах	

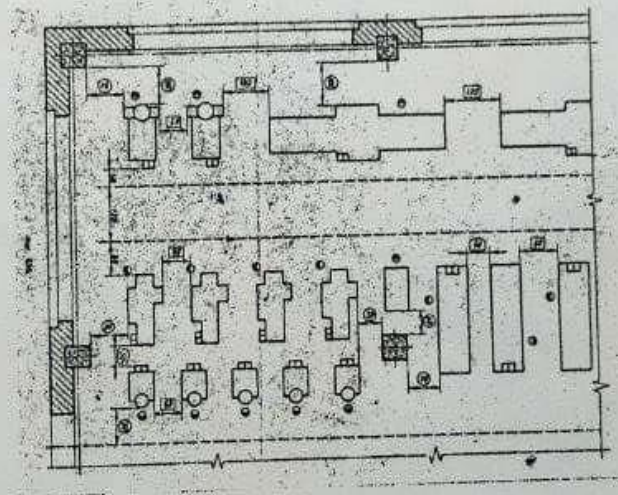
Продолжение	Наименование	Символика
49. Гибкий вал для передачи крутящего момента		
50. Блок канатной передачи		

Навчальні матеріали лекції

План механічного цеху з розташуванням технологічного устаткування. Розробка планування механічного цеху

Планування цеху - це план розташування виробничого обладнання, інженерних мереж, робочих місць, проїздів, проходів.

Технологічна планування цеху розробляється при проектуванні або реконструкції ділянок. Планування вирішує питання: технологічних процесів організації виробництва, техніки безпеки, вибору транспортних засобів, наукової організації праці та виробничої етики.



Планування механічного цеху

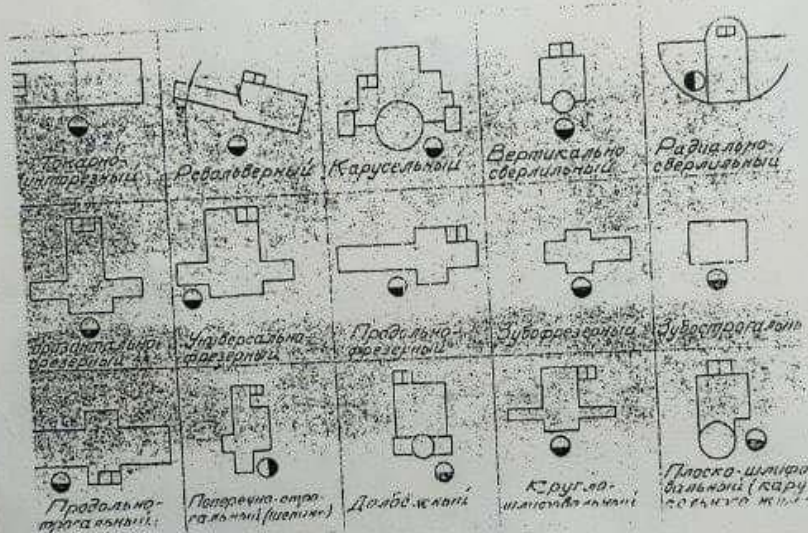
Виробничий цех - виробниче адміністративно господарське відокремлений підрозділ заводу, що включає в себе виробничі ділянки, допоміжні підрозділи, службові та побутові приміщення, а також приміщення громадських організацій.

Виробнича діляниця

Металорізальні верстати на проектованій ділянці розташовуються за типом устаткування. При розробці плану розташування верстатів слід координувати їх положення щодо колон, проїздів, проходів, допоміжних приміщень з використанням нормативів. Координатне положення кожного верстата створює значне зручність при монтажі нової ділянки, коли обладнання надходить в різні терміни, і кожен верстат встановлюється на своєму місці не залежно від прибуття інших сусідніх. Робочі місця

верстатників сплановані таким чином, щоб забезпечити безпеку працюючих, а також швидкої евакуації їх в екстремальних випадках і забезпечення ремонтних робіт.

Виробнича ділянка - частина обсягу цеху, в якому розташовані робочі місця, об'єднані транспортно накопичувальними пристроями, засоби технічного, інструментального та метрологічного обслуговування. Склад виробничих ділянок і допоміжних підрозділів визначаються конструкцією виробу, технологічним процесом, програмою випуску і організацією виробництва.



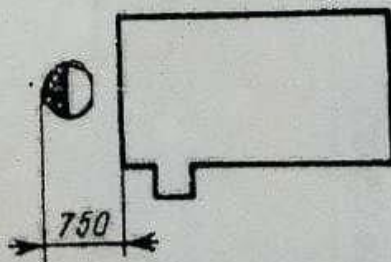
Верстати механічного цеху

Розробка планування робочого місця

При проектуванні виробничих процесів і розробці плану розташування обладнання та робочих місць на ділянці необхідно мати зважаючи основні положення наукової організації праці та технічної етики, виконання яких сприяє створенню найбільш сприятливих умов для працюючих і підвищенню продуктивності праці. Зовнішнього планування робочого місця є розміщення основного устаткування, оснащення, пристосувань, заготовок і готових деталей.

Під робочим місцем розуміється організаційна зона виробничої площі, призначеної для виконання певних робіт і оснащена необхідними матеріально-технічними засобами праці, обладнанням. При будь-якій формі організації роботи для найкращого використання обладнання та досягнення найбільшої продуктивності праці необхідно, крім всіх технічних можливостей верстата, інструменту і пристосування, передбачити раціональну організацію робочого місця, забезпечує безперервність роботи верстата. Для цього потрібно усунути втрати часу і затримки, викликані зайвими рухами і ходінням несвоєчасної подачі матеріалу, незручним розташуванням заготовок, інструменту на робочому місці. Раціональна організація робочого місця передбачає необхідну попередню підготовку роботи і робочого місця, своєчасне і чітке обслуговування його в процесі роботи і найбільш досконалу планування. У механічних цехах серійного виробництва на робочому місці токаря зберігається багато різного інструменту і пристосувань. Для зберігання використовують інструментальну тумбочку з планшетом і прийомним столиком, на верхній полиці якого встановлюють тару з заготовки, а на нижній зберігаються пристосування і необхідний інструмент. Мається дерев'яні грати під ноги робітника. У тумбочці є два відділення відповідно для місця зберігання інструменту робітника, що працює в першу і другу зміну.

Робоче місце - елементарна одиниця структури підприємства, на якій розміщують основне обладнання, накопичувач з напівфабрикатами, засоби охорони праці, засоби автоматичного розвантаження і завантаження, елементи системи обладнання.



Планування робочого місця

Будівельне креслення

БК. 26. ^{вар.} 000 "Гіпак ділянки механічного цеху

ф-т А1 → М1:25

ф-т А3+А4 → М1:50 (А4 експликація)

Наприклад:

Замерити довжину і поділити на ту, що дано

$$\frac{1200}{18} = 66 \text{ (полученное число это масштаб)}$$

т.к. такого масштаба нет, поэтому

66 - ето надо поделити на масштаб какой мабери

50 (или 25)

$$\frac{66}{50} = 1,32 \cdot (\text{размер станка}) = 0$$

$$\frac{66}{25} = 2,64$$

Станки на листе все размеры умножаем на 1,3 (50) или 2,6 (25)

Лекція № 1

з навчальної дисципліни Інженерна та комп'ютерна графіка

Тема Вступ. Види комп'ютерної графіки. Основні типи САПР. Середовище моделювання КОМПАС

Мета заняття Показати роль систем автоматизованого проектування, охарактеризувати основні види комп'ютерної графіки, сприяти формуванню світогляду студентів.

Навчальні матеріали лекції

ВСТУП

Конструкторська графіка використовується в роботі інженерів-конструкторів, архітекторів, винахідників нової техніки. Цей вид комп'ютерної графіки є обов'язковим елементом САПР (систем автоматизації проектування). Засобами конструкторської графіки можна отримувати як плоскі зображення (проекції, перетини), так і просторові тривимірні зображення.

1 Системи автоматизованого проектування, основні типи

Система автоматизованого проектування (САПР; англ. Computer-aided design) — комп'ютерна система обробки інформації, що призначена для автоматизованого проектування (CAD), розроблення (CAE) і виготовлення (CAM) кінцевого продукту, а також оформлення конструкторської і/або технологічної документації.

Робота з CAD полягає у створенні геометричної моделі виробу (двовимірної чи тривимірної, твердотільної), генерацію на основі цієї моделі конструкторської документації (креслень виробу, специфікацій тощо) і його наступний супровід.

CAE-системи - це різноманітні програмні продукти, що дозволяють за допомогою розрахункових методів (метод кінцевих елементів, метод кінцевих різниць, метод кінцевих об'ємів або система рівнянь) оцінити, як поведеться комп'ютерна модель виробу в реальних умовах експлуатації. Допомагають переконатися в працездатності виробу, без значних затрат часу і засобів (математична модель)

автоматизована система технологічного підготовки виробництва, АСПВ, САМ (англ. Computer-aided manufacturing) — підготовка технологічного процесу виробництва виробів, орієнтована на використання ЕОМ. Під терміном розуміються як сам процес комп'ютеризованої підготовки виробництва, так і програмно-обчислювальні комплекси, використовувані інженерами-технологами. Фактично ж технологічна підготовка зводиться до автоматизації програмування устаткування з ЧПК (2-координатні лазерні верстати) (3- і 5-координатні фрезерні верстати з ЧПК; токарні верстати, оброблювальні центри; автомати подовжнього точіння і токарно-фрезерної обробки; ювелірне і об'ємне гравіювання).

Дані з CAD-систем передаються в САМ (англ. Computer - aided manufacturing — система автоматизованої розробки програм обробки деталей для верстатів з ЧПУ або ГАВС (Гнучких автоматизованих виробничих систем)).

Основна мета створення САПР - підвищення ефективності праці інженерів, включаючи:

- скорочення трудомісткості проектування і планування;
- скорочення термінів проектування;
- скорочення собівартості проектування і виготовлення, зменшення витрат на експлуатацію;
- підвищення якості і техніко-економічного рівня результатів проектування;
- скорочення витрат на натурне моделювання та випробування.

Досягнення цих цілей забезпечується шляхом:

- автоматизації оформлення документації;
- інформаційної підтримки та автоматизації процесу прийняття рішень;
- використання технологій паралельного проектування;
- уніфікації проектних рішень і процесів проектування;
- повторного використання проектних рішень, даних і напрацювань;
- заміни натурних випробувань та макетування математичним моделюванням;
- застосування методів варіантного проектування і оптимізації.

За призначенням САПР поділяється:

MCAD (англ. mechanical computer-aided design) - автоматизоване проектування механічних пристроїв. Це машинобудівні САПР, застосовуються в автомобілебудуванні, суднобудуванні, авіакосмічній промисловості, виробництві товарів народного споживання, включають в себе розробку деталей і зборок (механізмів) з використанням параметричного проектування на основі конструктивних елементів, технологій поверхневого і об'ємного моделювання (SolidWorks, Autodesk Inventor, КОМПАС, Ansys, CATIA).

EDA (англ. electronic design automation) або ECAD (англ. electronic computer-aided design) - САПР електронних пристроїв, радіоелектронних засобів, інтегральних схем, друкованих плат і т. п., (Altium Designer, OrCAD);

AEC CAD (англ. architecture, engineering and construction computer-aided design) або CAAD (англ. computer-aided architectural design) - САПР в області архітектури і будівництва. Використовуються для проектування будівель, промислових об'єктів, доріг, мостів та ін. (Autodesk Architectural Desktop, AutoCAD Revit Architecture Suite, Piranesi, ArchiCAD).

2 Види комп'ютерної графіки

Векторна графіка (весь САПР, Corel Draw, текст, шрифти) - спосіб представлення об'єктів і зображень в комп'ютерній графіці, оснований на використанні елементарних геометричних об'єктів, таких як точки, лінії, сплайни і багатокутники. Об'єкти векторної графіки є графічними зображеннями математичних функцій. Термін використовується в протилежність до растровій графіці, яка представляє зображення як матрицю фіксованого розміру, що складається з точок (пікселів) зі своїми геометричними параметрами.

Спосіб зберігання зображення графічний примітив, як коло радіуса r . Для його

побудови необхідно і достатньо наступних вихідних даних:

1. Координати центру кола;
2. Значення радіуса r ;
3. Колір заповнення (якщо коло не прозоре);
4. Колір і товщина контуру (у разі наявності контуру).

Переваги векторного способу опису графіки над растровою

- Розмір, займаний описовою частиною, не залежить від реальної величини об'єкта, що дозволяє, використовуючи мінімальну кількість інформації, описати скільки завгодно великий об'єкт файлом мінімального розміру.
- У зв'язку з тим, що інформація про об'єкт зберігається в описовій формі, можна нескінченно збільшити графічний примітив, наприклад, дугу кола, і вона залишиться гладкою. З іншого боку, якщо крива представлена у вигляді ламаної лінії, збільшення покаже, що вона насправді не крива.
- Параметри об'єктів зберігаються і можуть бути легко змінені. Також це означає, що переміщення, масштабування, обертання, заповнення і т. д. не погіршує якості малюнка.
- При збільшенні або зменшенні об'єктів товщина ліній може бути задана постійною величиною, незалежно від реального контуру.

Растрова графіка (Paint, PhotoShop) застосовується у випадках, коли графічний об'єкт представлено у вигляді комбінації точок (пікселів), яким притаманні свій колір та яскравість і які певним чином розташовані у координатній сітці. Такий підхід є ефективним у разі, коли графічне зображення має багато напівтонів і інформація про колір важливіша за інформацію про форму (фотографії та поліграфічні зображення). При редагуванні растрових об'єктів, користувач змінює колір точок, а не форми ліній. Растрова графіка залежить від оптичної роздільності, оскільки її об'єкти описуються точками у координатній сітці певного розміру. Роздільність вказує кількість точок на одиницю довжини.

Фрактальна графіка

Фрактал - об'єкт, окремі елементи якого успадковують властивості батьківських структур. Оскільки більш детальний опис елементів меншого масштабу відбувається по простому алгоритму, описати такий об'єкт можна всього лише декількома математичними рівняннями. Фрактали дозволяють описувати цілі класи зображень, для детального опису яких потрібно відносно мало пам'яті. З іншого боку, фрактали слабо застосовні до зображень поза цих класів.

Тривимірна графіка

Тривимірна графіка (3D - від англ трьох вимірах) оперує з об'єктами в тривимірному просторі. Зазвичай результати являють собою плоску картинку, проекцію. Тривимірна комп'ютерна графіка широко використовується в кіно, комп'ютерних іграх. У тривимірній комп'ютерній графіці всі об'єкти зазвичай представляються як набір поверхонь або часток. Мінімальну поверхню називають полігоном. В якості полігону зазвичай вибирають трикутники. Всіма візуальними перетвореннями в 3D-графіці управляють матриці. У комп'ютерній графіці використовується три види матриць: матриця повороту, матриця зсуву, матриця масштабування. Будь-який полігон можна представити у вигляді набору з координат його вершин. Так, у трикутника буде 3 вершини. Координати кожної вершини представляють собою вектор (x, y, z). Помноживши вектор на відповідну матрицю, ми отримаємо новий вектор. Зробивши таке перетворення з усіма вершинами полігону, отримаємо новий полігон, а перетворивши всі полігони, отримаємо новий об'єкт, повернений / зрушений / масштабований відносно вихідного.

3 Середовище креслення та моделювання КОМПАС

3.1 Типи документів

Тип документа, створюваного в системі КОМПАС-3D, залежить від роду інформації, що зберігається в цьому документі.

Кожному типу документа відповідає розширення імені файлу і власна піктограма.

Тривимірні моделі

Деталь - модель виробу, що виготовляється з однорідного матеріалу, без застосування складальних операцій.

Файл деталі має розширення m3d.

Збірка - модель виробу, що складається з декількох деталей із заданим взаємним становищем.

Файл збірки має розширення a3d.

Графічні документи

Основний тип графічного документа в КОМПАС-3D - *креслення*. Креслення містить графічне зображення виробу, основний напис, рамку, іноді - додаткові елементи оформлення (знак незазначеної шорсткості, технічні вимоги і т.д.). Креслення КОМПАС-3D може містити один або кілька аркушів. Для кожного аркуша можна задати формат, кратність, орієнтацію та інші властивості. У файлі креслення КОМПАС-3D можуть міститися не тільки креслення (в розумінні ЕСКД), але і схеми, плакати та інші графічні документи. Файл креслення має розширення *cdw*.

Допоміжний тип графічного документа в КОМПАС-3D - *фрагмент*. Фрагмент відрізняється від креслення відсутністю рамки, основного напису й інших об'єктів оформлення конструкторського документа. Він використовується для зберігання зображень, які не потрібно оформляти як окремий аркуш (ескізні промальовування, розробки і т.д.). Крім того, у фрагментах також зберігаються створені типові рішення для подальшого використання в інших документах. Файл фрагмента має розширення *frw*.

Текстові документи

Специфікація - документ, що містить інформацію про склад зборки, представлену у вигляді таблиці. Специфікація оформляється рамкою і основним написом. Вона часто буває багатосторінковою.

Файл специфікації має розширення *srw*.

Документ, що містить переважно текстову інформацію - *текстовий документ*. Текстовий документ оформляється рамкою і основним написом. Він часто буває багатосторінковим. В текстовому документі можуть бути створені пояснювальні записки, повідомлення, технічні умови тощо. Файл текстового документа має розширення *kdw*.

3.2 Одиниці виміру довжини

У КОМПАС-3D використовується стандартна метрична система мір. За замовчуванням одиниця виміру довжини - міліметр.

При роботі в графічних документах можна вибрати іншу одиницю виміру - сантиметр, дециметр або метр. У вибраних одиницях будуть задаватися і відображатися параметри об'єктів (наприклад, довжина або радіус), значення розмірів, координати курсора і т.д. Щоб задати одиниці вимірювання довжини в поточному графічному документі, викличте команду Сервіс-Параметри ... - Поточний документ-Одиниці виміру. Щоб задати одиниці вимірювання довжини в нових графічних документах, викличте команду Сервіс - Параметри ... - Нові документи - Графічний документ - Одиниці виміру.

У КОМПАС-3D користувач завжди оперує реальними розмірами об'єктів (у масштабі 1:1), а розміщення зображення на кресленні потрібного формату виконується шляхом вибору відповідного масштабу вигляду

3.3 Одиниці виміру кутів

В якості одиниць виміру кутів можуть використовуватися:
градуси (XX, XXX °)

градуси, хвилини, секунди (XX ° XX'XX, XXX ")
радіани (XX.XXX рад).

Щоб вибрати одиниці виміру кутів, викличте команду Сервіс - Параметри ... - Система - Загальні - Представлення чисел. У групі Одиниці виміру кутів з'явився діалог активізуйте потрібну опцію.

Вибрані одиниці використовуються для відображення та введення значень кутів в полях Панелі властивостей під час створення і редагування об'єктів. При прстановці кутових розмірів у графічних документах кути вимірюються - в залежності від встановленої точності - в градусах, в градусах і хвилинах або в градусах, хвилинах і секундах.

3.4 Числа

Максимальна точність, з якою можуть відображатися числа (координати точок, розміри об'єктів, значення змінних і т.п.) - 6 знаків. Щоб встановити точність представлення чисел, викличте команду Сервіс - Параметри ... - Система-Загальні - Представлення чисел. У групі Числа з'явився діалог задайте потрібну кількість знаків після коми. При необхідності включіть відображення незначущих нулів.

Встановлена точність буде використовуватися для відображення різних величин в полях Панелі властивостей, в колонці Значення вікна змінних і в діалозі установки значення асоціативного розміру

3.5 Системи координат

При роботі в КОМПАС-3D використовуються стандартні праві декартові системи координат.

У кожній тривимірної моделі існує система координат і визначувані нею координатні площини. Система координат показується на екрані у вигляді трьох ортогональних відрізків. Площині показуються на екрані умовно - у вигляді прямокутників, що лежать в цих площинах.

У кожному графічному документі також існує система координат. Вона лежить в площині, паралельній екрану, і відображається у вигляді двох ортогональних стрілок.

Початок абсолютної системи координат креслення завжди знаходиться в лівій нижній точці його габаритної рамки. При роботі в графічному документі користувач може створювати додаткові (локальні) системи координат.

Абсолютну систему координат і координатні площини неможливо видалити з документа.

Висновки

1. Система автоматизованого проектування — комп'ютерна система обробки інформації, що призначена для автоматизованого проектування, розроблення і виготовлення кінцевого продукту, а також оформлення конструкторської і/або технологічної документації.
2. Комп'ютерна графіка може бути векторною або растровою.
3. Тип документа, створюваного в системі КОМПАС-3D, залежить від роду інформації, що зберігається в цьому документі.
4. Кожному типу документа відповідає розширення імені файлу і власна піктограма.

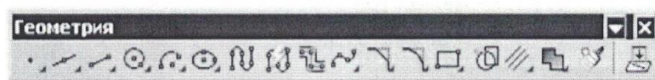
Питання та завдання до контролю знань студентів

Для узагальнення та перевірки засвоєного матеріалу на лекції:

1. Як ви розумієте поняття «Система автоматизованого проектування»?
2. Які види комп'ютерної графіки ви знаєте?
3. Від чого залежить тип документа, створюваного в системі КОМПАС?

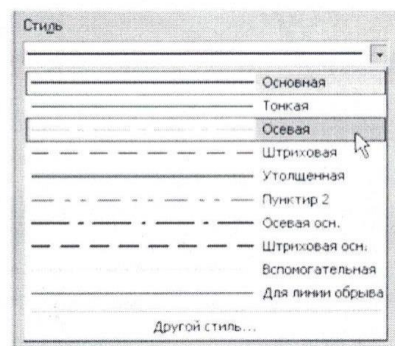
Лекція № 3 Огляди команд та інструментів побудови. Засоби використання альтернативних параметрів побудови

В системі КОМПАС-Графік можлива побудова геометричних об'єктів наступних типів: точки, прямі, відрізки, кола, еліпси, дуги кіл і еліпсів, прямокутники, правильні багатокутники, ламані, сплайни (NURBS, криві Безьє), конічні криві, мультилінії, штрихування і заливки, еквідистанти, контури. Команди створення цих об'єктів згруповані в меню *Инструменты – Геометрия*, а кнопки для виклику команд - на панелі Геометрія



Стилі геометричних об'єктів

Зовнішній вигляд геометричного об'єкту визначається його стилем. Разом з КОМПАС-Графік поставляються системні стилі точок, ліній і штриховок. Системні стилі ліній і штриховок відповідають стандартним. Одним з системних стилів точок і кривих є *Вспомогательный стиль*. Він призначений для об'єктів, що виконують допоміжні функції - точок і ліній, створюваних при розмітці, під час попередніх побудов т.п.

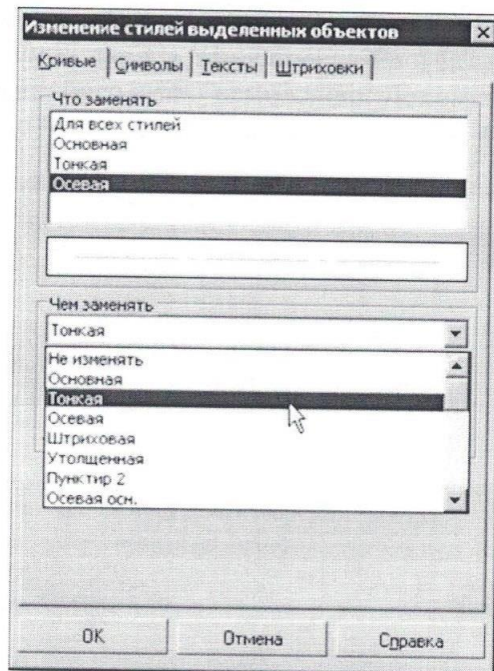


При створенні геометричного об'єкта поточний стиль відображається в однойменному полі на Панелі властивостей. Щоб змінити стиль, розгорніть список *Стиль* і виберіть в ньому потрібний рядок.

Щоб виділити в документі все криві, що мають один стиль, виконайте наступні дії.

1. *Выделить – По стилю кривой...*

2. Виберіть в діалозі потрібний стиль (стилі). Об'єкти, що мають зазначений стиль (стилі), будуть виділені.



Інструменти та засоби побудови примітивів

Точки



Довільна точка



Точки по кривій



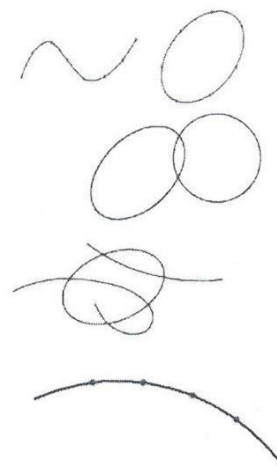
Точки перетину двох кривих



Всі точки перетинів кривої



Точка на заданій відстані



Допоміжні прямі

Прямі є аналогом тонких ліній, які конструктор використовує при кресленні на кульмані. Вони потрібні для попередніх побудов, за якими потім формується остаточний контур деталі, а іноді - для завдання проекційної зв'язку між видами. Прямі мають стиль Допоміжна, його зміна неможливо. Допоміжні прямі (а також інші криві зі стилем лінії Допоміжна) не виводяться на папір при друці документів



Довільна пряма



Простановка точок перетинів



Горизонтальна пряма



Вертикальна пряма



Паралельна пряма



Перпендикулярна пряма



Дотична через зовнішню точку



Дотична через точку кривої

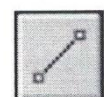


Пряма, дотична до двох кривих

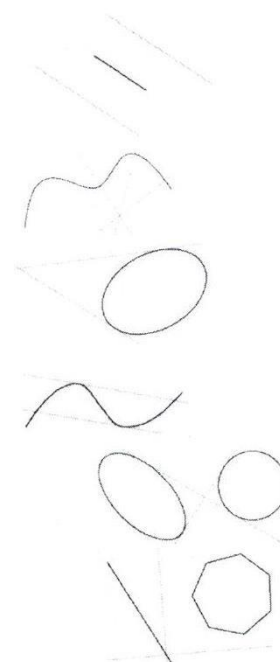
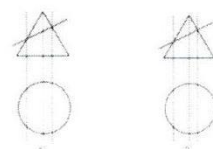
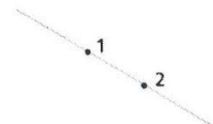


Бісектриса

Відрізки



Відрізок





Паралельний відрізок



Перпендикулярний відрізок



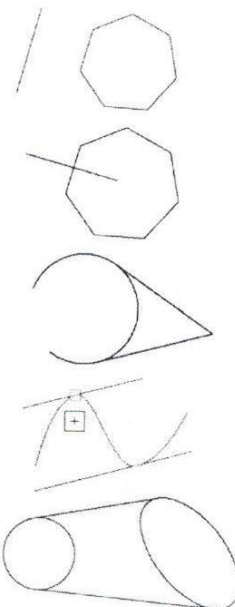
Дотичний відрізок з зовнішньої точки



Дотичний відрізок через точку кривої



Відрізок, дотичний до двох кривих



Коло



Коло



Коло по трьом точкам



Коло з центром на об'єкті



Коло, дотичне до кривої



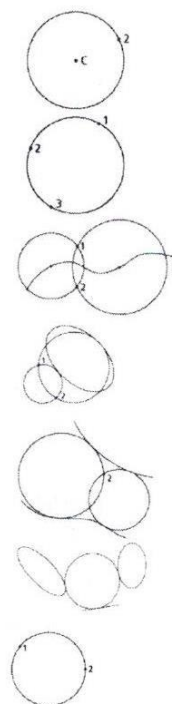
Коло, дотичне до двох кривих



Коло, дотичне до трьох кривих



Коло по двох точках



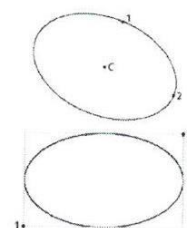
Еліпс



Еліпс

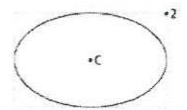


Еліпс по діагоналі габаритного прямокутника

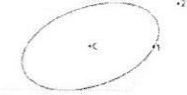




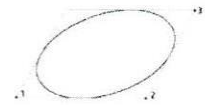
Еліпс по центру і вершині габаритного прямокутника



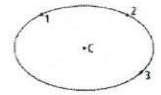
Еліпс по центру і вершині габаритного прямокутника



Еліпс по трьом вершинам описаного паралелограма



Еліпс по центру і трьом точкам



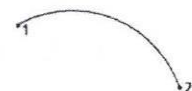
Еліпс, дотичний до двох кривих



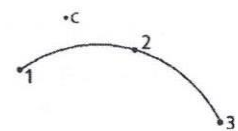
Дуга



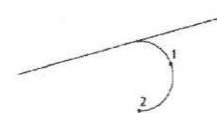
Довільна дуга



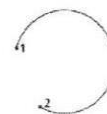
Дуга по трьом точкам



Дуга, дотична до кривої



Дуга по двох точках



Дуга по двох точках і розі розчину



Прямокутники і багатокутники

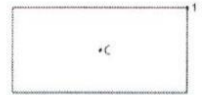
При побудові прямокутників і багатокутників з парною кількістю кутів можлива автоматична побудова осьових ліній. Прямокутники і багатокутники в КОМПАС-Графік є єдиними об'єктами, а не наборами відрізків. Вони виділяються і редагуються одним цілим. Щоб побудувати довільний прямокутник, викличте команду *Прямоугольник*



По двум противоположным вершинам.



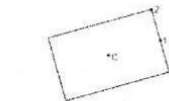
По центру и вершине.



Прямокутник по трьох точках. По трьом вершинах.



Прямокутник по трьох точках. По центру, середині боку і вершині.



Багатокутник

Висновки

1. В системі КОМПАС-Графік можлива побудова геометричних об'єктів наступних типів: точки, прямі, відрізки, кола, еліпси, дуги кіл і еліпсів, прямокутники, правильні багатокутники, ламані, сплайни (NURBS, криві Безьє), конічні криві, мультилінії, штрихування і заливки, еквідистанти, контури.
2. Зовнішній вигляд геометричного об'єкта визначається його стилем
3. Точки можливо використовувати не тільки в якості допоміжних елементів, але й в якості самостійних геометричних об'єктів.
4. Допоміжні прямі (а також інші криві зі стилем лінії Допоміжна) не виводяться на папір при друці документів.
5. Прямокутники і багатокутники в КОМПАС-Графік є єдиними об'єктами, а не наборами відрізків. Вони виділяються і редагуються одним цілим.

Лекція №4 Редагування об'єктів. Розмірні лінії

1. Загальні прийоми редагування

КОМПАС-3D надає користувачеві різноманітні можливості редагування об'єктів. Найбільш прості і часто використовувані прийоми редагування можна виконувати за допомогою миші. Для реалізації спеціальних можливостей редагування потрібен виклик відповідних команд.

Команди редагування геометричних об'єктів згруповані в меню Редактор, а кнопки для виклику команд - на панелі Редагування (рис. 1).

Рис. 1. Панель Редагування

Перед викликом команд зсуву, повороту, масштабування, перетворення симетрії і копіювання потрібно виділити об'єкти, що беруть участь в операції

2. Редагування об'єктів за допомогою миші

За допомогою миші ви можете зрушувати і копіювати геометричні об'єкти і види на кресленні, а також редагувати характерні точки геометричних об'єктів.

Крім того, подвійним клацанням миші по об'єкту запускається процес редагування параметрів цього об'єкта. На Панелі властивостей з'являється той же набір керуючих елементів, що і при створенні об'єкта. Ви можете відредагувати параметри об'єкту: змінити будь-які його властивості і характеристики.

Іноді буває потрібно відредагувати тільки текст, що входить до складу об'єкта - розмірного напису, текст фігурної дужки, текст позначення шорткості і т.п. У таких випадках зручно відразу викликати діалог введення написи, без запуску процесу редагування об'єкта. Для цього слід двічі клацнути мишею на самій написи (а не на графічних примітивах, що складають об'єкт).

На екрані з'явиться діалог введення тексту. Внесіть необхідні зміни та закрийте діалог кнопкою ОК.

3.Переміщення

Щоб перемістити об'єкти мишею, виконайте такі дії.

1. Виділіть об'єкти, які потрібно зрушити.
2. Встановіть курсор так, щоб він захоплював який - небудь з виділених об'єктів, та натисніть ліву кнопку миші.

3. Утримуючи кнопку миші натиснутою, «перетягуйте» об'єкти. На екрані відображається їх фантом, наступний за курсором.
4. Після того, як потрібне положення об'єктів досягнуто, відпустіть кнопку миші.

Об'єкти будуть видалені з колишніх місць і поміщені в нові.

4. Копіювання

Щоб скопіювати об'єкти мишею, виконайте такі дії.

1. Виділіть об'єкти, які потрібно скопіювати.
2. Натисніть клавішу <Ctrl>.
3. Не відпускаючи клавішу <Ctrl>, встановіть курсор так, щоб він захоплював який - небудь з виділених об'єктів, натисніть ліву кнопку миші і перемістіть мишу.
4. Відпустіть клавішу <Ctrl> і кнопку миші.

На екрані відображається фантом переміщуваних об'єктів, наступний за курсором.

5. Переміщайте мишу, поки не буде досягнуто потрібне положення об'єктів, потім клацніть лівою кнопкою.

Об'єкти будуть скопійовані у вказане місце, а оригінали залишаться в колишньому положенні.

Ви можете продовжувати копіювання, фіксуючи положення черговий копії.

6. Щоб завершити копіювання, натисніть клавішу <Esc>.

5. Редагування характерних точок

Конфігурацію об'єкта можна відредагувати, змінивши положення його характерних точок.

Для переходу в режим редагування характерних точок геометричного об'єкта або об'єкта оформлення слід клацнути по ньому мишею.

У цьому режимі характерні точки відображаються у вигляді маленьких чорних квадратів, а об'єкт виділяється.

Практично всі об'єкти мають по кілька характерних точок, однак тільки одну з них можна переміщати одночасно. Щоб вказати точку, положення якої буде відредаговано, її потрібно активізувати.

Способи зміни положення характерної точки описані нижче.

Для зручності роботи на екрані відображається фантом об'єкта. При редагуванні положення характерної точки наведені способи активізації

та переміщення характерної точки можна комбінувати. Наприклад, активізувати точку мишею, а перемістити та зафіксувати за допомогою клавіатури. Або активізувати точку за допомогою клавіатури, виконати локальну прив'язку і зафіксувати нове положення мишею. Щоб зняти виділення з об'єкта після редагування його характерних точок, клацніть мишею поза зображення цього об'єкта. Коли виділення з об'єкта знімається, зникають і його характерні точки.

6 Загальні відомості про розміри

KOMI1AC-3D дозволяє створити в графічному документі будь-якої з передбачених стандартом варіантів розмірів. Можлива

простановка декількох типів лінійних, кутових, радіальних розмірів, діаметрального розміру, розмірів висоти і дуги. Крім того, доступний спеціальний спосіб проставлення розмірів, при якому тип розміру автоматично визначається системою.

Команди простановки розмірів згруповані в меню Інструменти - Розміри, а кнопки для виклику команд - на панелі Розміри (рис. 2).

Рис. 2 Панель Розміри

Загальна послідовність дій при простановці більшості розмірів наступна:

1. Виклик команди простановки розміру потрібного типу або команди автоматичної простановки розмірів.
2. Вказівка об'єктів (об'єкта), до яких потрібно проставити розмір.
3. Налаштування накреслення розміру за допомогою вкладок Панелі властивостей
4. Редагування (при необхідності) розмірного напису і завдання її положення.

7. Особливості проставлення розмірів і позначень

При введенні і редагуванні тексту розмірного напису необхідно мати на увазі такі особливості:

- якщо межі включені до розмірного напису, а квалітет - ні, то номінальне значення в розмірного напису не відображається;
- якщо відображення граничних значень розміру включено, а квалітет не заданий, то зміна геометрії розміру (наприклад, при перестроюванні асоціативного розміру) не призводить до перерахунку граничних значень.

Точність відображення автоматично обчисленого значення можна задати в розділі Розміри - Точності діалогу налаштування поточного документа . Якщо значення розміру введено вручну, то настройка точності на нього не впливає.

Лекція № 5 Оформлення креслення деталі

План:

1. Команда для створення текстового напису в кресленні.
2. Команди постановки позначень.
3. Складові креслення та їх оформлення.
4. Поняття видів та особливості їх створення.
5. Вимірювання в КОМПАС-3D.

1. Команда *Вставка текста*

Команда **Текст**  створить текстовий напис в кресленні або фрагменті. Кожен напис може складатися з довільної кількості рядків. Після виклику команди КОМПАС переключається в режим роботи з текстом. При цьому змінюються кількість і назви команд головного меню, а також склад *Компактної панелі*.

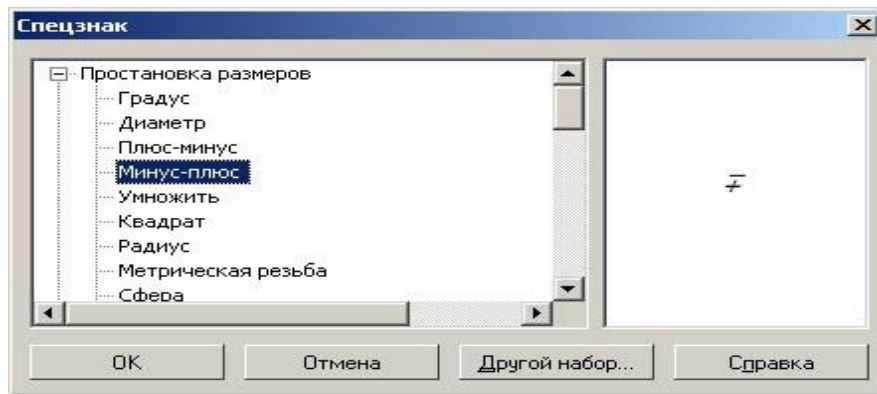
За допомогою групи перемикачів *Размещение*  виберіть розташування тексту щодо точки прив'язки (*зліва, справа, по центру*).

В поле *Угол* можна ввести кут нахилу рядків тексту до осі X поточної системи координат. Хоча текст в режимі набору буде розташовано горизонтально, остаточний кут він набуде тільки після створення об'єкту.

Вкажіть точку прив'язки тексту. Після цього програма увійде в режим набору або редагування тексту.



Вікно *Спецзнак* слугує для вибору спеціального знаку для вставки в текст. З лівої сторони вікна маємо каталог тематично згрупованих спецзнаків. Спецзнак, позначений курсором відображається у вікні перегляду. Набори спецзнаків зберігають в файлах *.sss.



В текст можна вставити *Дроби* різної висоти — повної, середньої або малої (100%, 67% або 45%), або *Индексы*. Ця процедура також подібна роботі з MS Word.

2. Команди постановки позначень

Команди постановки позначень доступні (окрім кнопок *Текст* і *Обозначение центра*), якщо в документі вже є які-небудь графічні об'єкти.

Команди найбільш вживані для машинобудівних креслень. Кнопки виклику команд постановки позначень знаходяться в меню *Инструменты* або на інструментальній панелі *Обозначения*. Основні з них наведемо нижче:

Команда Шероховатость

дозволяє створити позначення шорсткості поверхні.

Параметр шорсткості і його значення можна вибрати з контекстного меню поля *Текст* на вкладці *Знак* Панелі властивостей.

Команда База

Дозволяє створити позначення базової поверхні.

Вкажіть курсором об'єкт, що зображає базовий елемент (контур деталі, осьову лінію і т.п.). Вкажіть точку основи трикутника, що позначає базу і точку, що визначає розташування рамки з написом.

Команда Линия-выноска

Дозволяє створити довільну лінію-виноску. Вкажіть початкову точку першого відгалуження лінії-виноски. Вкажіть точку початку полиці. Потім вкажіть початкові точки решти відгалужень (кількість не обмежена). Літеру для постановки на полиці лінії-виноски можна вибрати з контекстного меню поля *Текст* на вкладці *Знак* Панелі властивостей.

Команда Допуск формы

створює позначення допуску форми і розташування поверхні. Вкажіть точку вставки рамки допуску. За умовчанням у вибрану точку поміщається лівий нижній кут рамки. При цьому в списку *Базовая точка* вибраний варіант *Слева внизу*. Щоб змінити розташування рамки відносно точки вставки, розкрийте вказаний список і виберіть потрібний рядок. Щоб включити вертикальне розташування рамки, активізуйте опцію *Вертикально*.

Команда Линия разреза

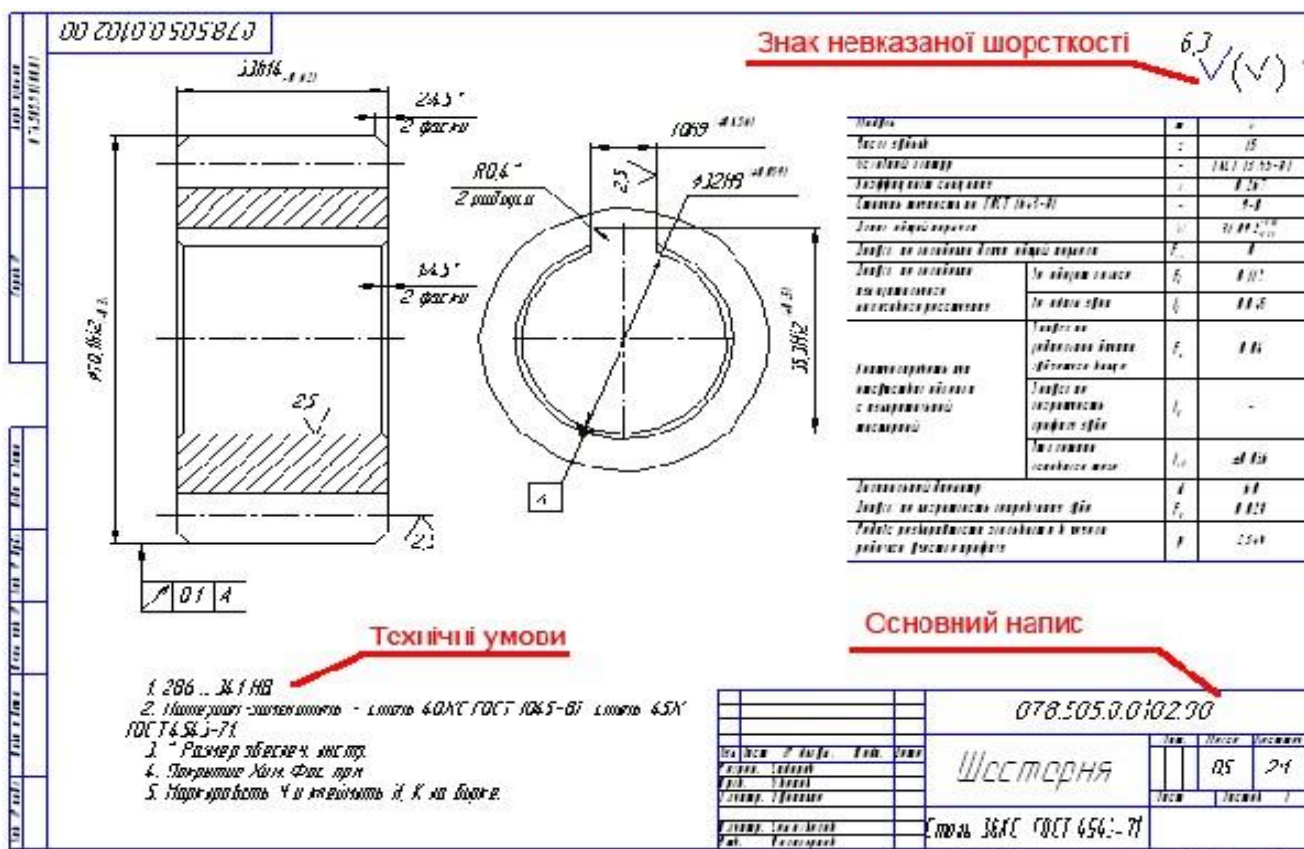
дозволяє створити лінію розрізу або перетину. Вкажіть початкову (розташовану ближче до зображення виробу) точку лінії розрізу. Укажіть точки перегину лінії. Для точної вказівки

Команда Стрелка взгляда 

Команда	Обозначение центра	
---------	--------------------	---

3. Оформлення креслення

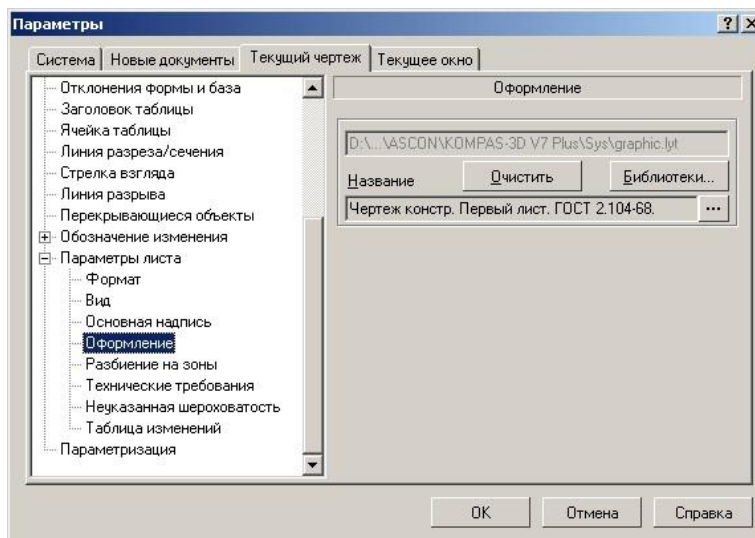
Оформлення креслення включає основний напис, а також зовнішню і внутрішню рамки. У оформлення текстового документа, крім основного напису і рамок, входить інформація про відступи тексту від внутрішньої рамки.



Коли ви створюєте нове креслення, до нього застосовується стиль оформлення, що діє за умовчанням для всіх створюваних креслень.

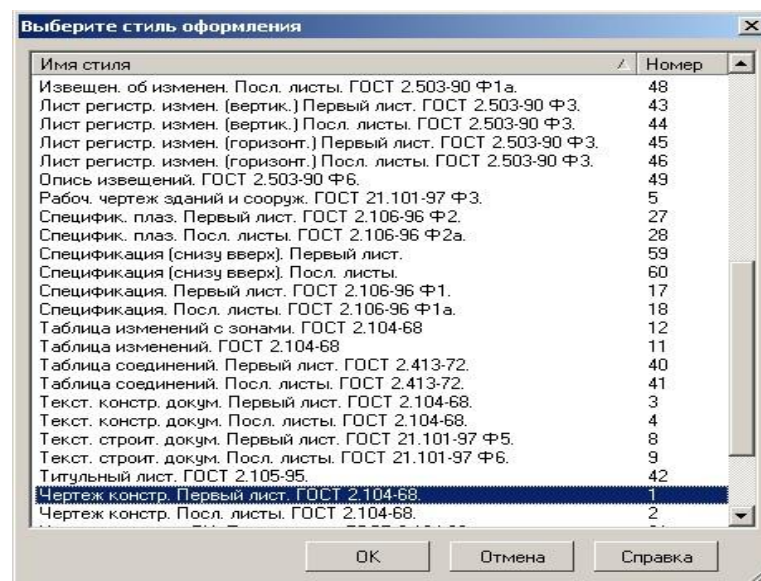
Ви можете вказати інший стиль оформлення для поточного креслення в діалозі вибору оформлення.

Діалог вибору оформлення



Цей діалог з'являється на екрані після виклику команд настройки оформления документов, як нових, так і поточних. Наприклад, *Сервис*

Параметры\Новые документы\Графический документ\Параметры листа\Оформление — дозволяє вибрати оформлення, яке використовуватиметься для графічного або текстового документа, або стиль, який матиме специфікація.

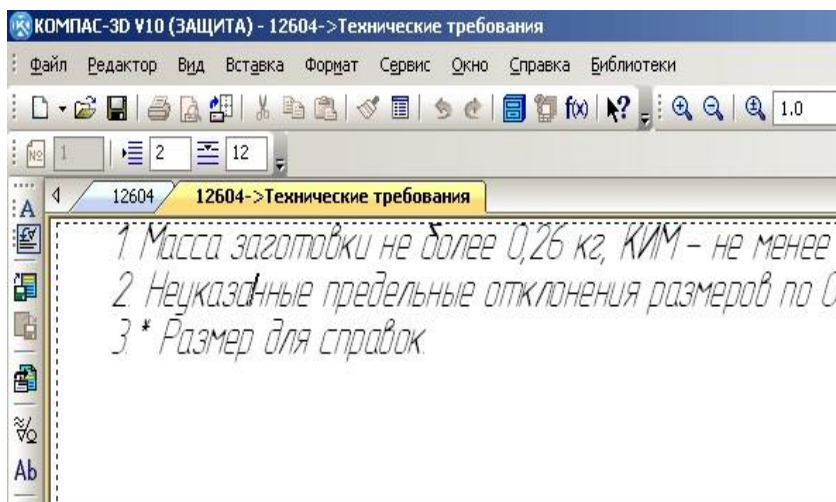


Елементи оформлення креслення

До елементів оформлення креслення відносяться **технічні вимоги** і **знак невказаної шорсткості**.

Щоб почати **введення технічних вимог**, викличте команду *Вставка\Технические требования\Введение...*. На екрані з'явиться вікно введення і редагування технічних вимог. При роботі з ним доступні всі можливості текстового редактора КОМПАС-3D.

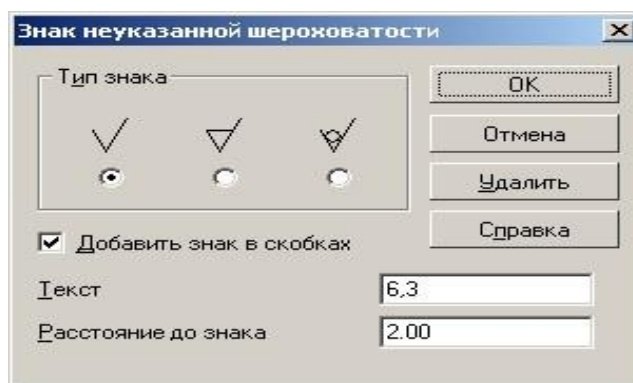
За умовчанням технічні вимоги мають вигляд нумерованого списку (нумерація проводиться автоматично, після натиснення кнопки <Enter>). Завершивши введення технічних вимог, збережіть їх (у креслення або файл) і закрийте вікно. Для зміни розташування тех. вимог служить команда *Вставка\Технические требования\Размещение*. Команда недоступна, якщо відсутній текст технічних вимог.



Завершити роботу в режимі розміщення технічних вимог можна, натиснувши клавішу <Esc>.

Позначення невказаної шорсткості

Щоб створити **позначення невказаної шорсткості**, викличте команду *Вставка\Неуказанная шероховатость\Ввод...*. На екрані з'явиться діалог настройки позначення невказаної шорсткості, в якому можна задати напис і параметри позначення. Для редагування розміщення знаку невказаної шорсткості скористайтеся командою *Вставка\Неуказанная шероховатость\Размещение*.



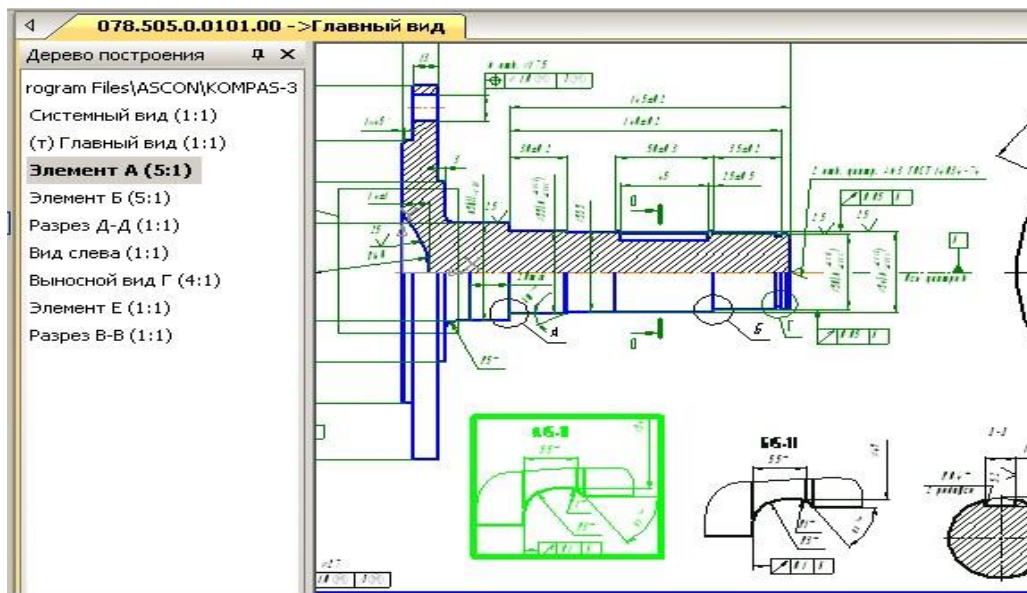
Щоб приступити до **заповнення основного напису**, викличте команду *Вставка\Основная надпись*, або просто двічі клацнути мишею по таблиці основного напису. Комірки основного напису стануть доступними для редагування. Завершивши заповнення таблиці основного напису, викличте з контекстного меню команду *Создать объект* або натисніть комбінацію клавіш <Ctrl> + <Enter>.

4. Види в КОМПАС-3D

Кожне креслення містить один або декілька видів.

Поняття виду в системі КОМПАС-3D відрізняється від прийнятого в звичайному кресленні і трактується дещо ширше. У машинобудівному кресленні під видом розуміється прямокутна проекція зверненої до спостерігача поверхні предмету на площину проекцій. У системі КОМПАС3D видом є *будь-яке ізольоване зображення на кресленні*. Види в КОМПАС-3D — зручний засіб структуризації креслення. Управління ними (створення, видалення, переміщення, зміна параметрів) знаходиться під повним контролем конструктора.

Будь-яке креслення КОМПАС-3D складається принаймні з одного виду. При створенні нового креслення система автоматично формує спеціальний системний вид з номером 0. Цей вид містить основний напис креслення (штамп). Якщо користувач не створював інших видів, то всі об'єкти, що вводяться, автоматично поміщатимуться в цей системний вид. Тому відразу ж після створення нового креслення можна приступати до побудови зображення, однак краще використовувати види.

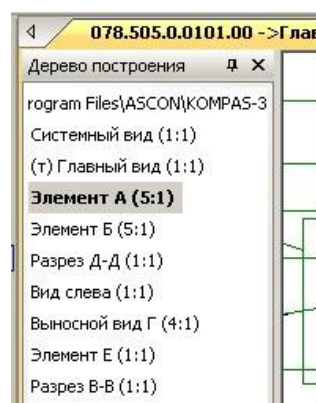


Зміна параметрів виду

Ви можете змінювати деякі параметри виділеного виду — назву, масштаб та інше. Параметри системного виду з номером 0 для редагування недоступні.

Переміщення видів і компоновання креслення

Ви можете редагувати види таким же чином, як і окремі їх об'єкти. Команди переміщення, копіювання, видалення, повороту, кнопки виклику яких знаходяться на панелі **Редагування**, стосуються і видів. Можливість переміщення видів дозволяє раціонально розташовувати їх на листі креслення. Універсальним способом зміни розташування об'єктів на кресленні є перетягання їх мишею. Цей спосіб може бути застосований у тому випадку, коли вимоги до точності розміщення об'єктів невисокі. **Дерево побудови креслення**



Окрім засобів управління видами на панелі Поточний стан, існує ще один спосіб доступу до структури креслення, зв'язаний з використанням дерева побудови креслення. Відкрийте меню **Вид** і включіть прапорець команди **Дерево построения**. У лівій частині вікна системи з'явиться дерево побудови креслення, на якому в графічному вигляді представлена послідовність видів, що утворюють креслення. Види відображаються у вигляді ієрархічного дерева, у порядку їх створення.

Робота з деревом побудови креслення підкоряється тим же правилам, що і для дерева побудови тривимірної моделі. Можна включати і вимикати його відображення, переводити в "плаваючий" режим, міняти розміри і розташування у вікні системи.

Використання видів в кресленні не є обов'язковим. Проте, в деяких випадках їх використання є необхідним:

- Якщо розміри деталі такі, що її зображення в масштабі 1:1 не уміщатиметься на аркуші заданого формату або навпаки, буде дуже дрібним, зобразіть її в новому виді у потрібному масштабі. - Якщо на одному аркуші креслення потрібно помістити декілька об'єктів, зображених в різному масштабі. - Не рекомендується розміщувати в різних видах зображення на кресленні, які знаходяться в безпосередньому проекційному зв'язку. - Якщо створюється складне креслення з великою кількістю видів, перетинів, розрізів, то ці об'єкти доцільно розмістити в різних видах. - Помилки, допущені при створенні виду, можна легко виправити зміною його параметрів.

Одержане креслення необхідно оформити в ручному режимі: побудувати осьові лінії, проставити розміри і технологічні позначення, ввести технічні вимоги і заповнити штамп.

Команди створення видів

Кнопки виклику команд побудови видів знаходяться на інструментальній панелі **Ассоциативные виды**, а команди — в меню *Вставка*.

Асоціативний вид - вид креслення, асоціативно пов'язаний з існуючою моделлю (деталлю або збіркою). При зміні форми, розмірів і топології моделі змінюється і зображення у всіх пов'язаних з нею видах.

Команда **Вид** (кнопка **Создать новый вид**) дозволяє створити в активному кресленні новий вид.

Елементи управління, розташовані на вкладці *Параметры* Панелі властивостей дозволяють набудувати параметри виду.

У полі **Номер** відображається номер виду, автоматично привласнений йому системою. Якщо необхідно, введіть в це поле інше значення.

У полі **Имя** відображається ім'я виду, автоматично привласнене йому системою. Якщо необхідно, введіть в це поле інший текст. Вміст поля *Имя* відображається в *Дереві креслення*.

Список **Цвет** дозволяє вибрати колір виду в активному стані.

У поле **Масштаб** можна ввести довільний масштаб створюваного зображення у вигляді відношення будь-яких чисел, але краще вибрати масштаб виду із стандартного ряду. Для цього розверніть список *Масштаб* і виділіть потрібний рядок.

Група перемикачів **Точка вида** дозволяє вибрати розташування базової точки : у центрі габаритного прямокутника або на початку координат. Задайте кут повороту виду і розташування його точки прив'язки.

Команда **Стандартные виды...** дозволяє вибрати існуючу (збережену на диску) тривимірну модель і створити в активному документі креслення цієї моделі, що складається з одного або декількох стандартних асоціативних видів.

Після вибору команди на екрані з'явиться діалог, в якому слід вибрати модель, потім у вікні креслення показується фантом зображення у вигляді габаритних прямокутників видів.

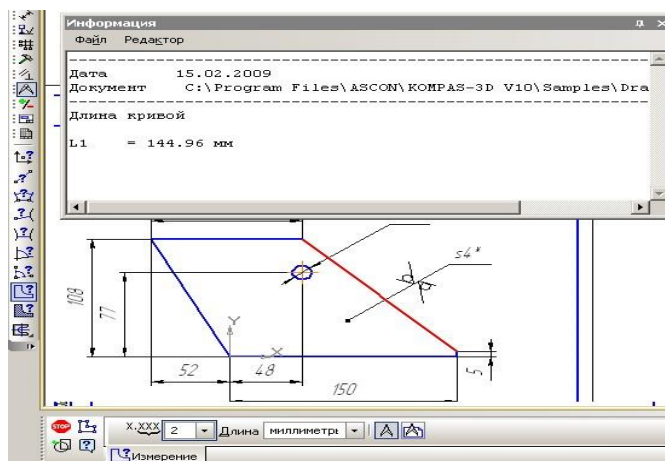
Кнопка *Схема видов* на вкладці *Параметры* Панелі властивостей дозволяє змінити набір стандартних видів вибраної моделі.

5. Вимірювання в КОМПАС-3D

При плоскому (двовимірному) кресленні або роботі з моделлю деталі може виникнути необхідність дізнатися відстань або кут між точками, вершинами, ребрами, осями, гранями і площинами.

У КОМПАС-3D можливо вимірювання різних геометричних характеристик, а також розрахунок **масо-інерційних характеристик (МЦХ)** деталі (об'єму, маси, координат центру тяжіння, осьових і відцентрових моментів інерції, напрямку головних осей інерції). Кнопки виклику команд вимірювань знаходяться на панелі *Измерения*.

Після виклику команди вимірювання на екрані з'явиться діалогове вікно, що дозволяє одержувати і записувати інформацію про проведені вимірювання. Послідовно указуйте об'єкти для вимірювань. Результати цих вимірювань відображатимуться у вікні.



Це вікно з'являється на екрані після виклику будь-якої з команд вимірювання.

У ньому відображаються поточна дата, повне ім'я активного документа, назва викликаної команди і результати вимірювань.

Інформаційне вікно має власне меню, що складається з двох пунктів: *Файл* і *Редактор*.

Команди меню *Редактор* дозволяють редагувати текст у вікні, але робити це доцільно тільки після завершення вимірювань.

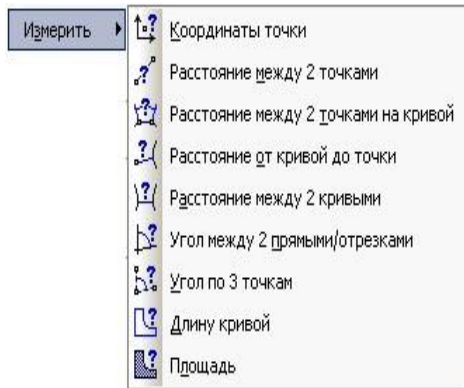
Команди меню *Файл* дозволяють зберегти вміст Інформаційного вікна в текстовому файлі (*.txt), роздрукувати його (без створення файлу) або завершити команду вимірювання.

Кнопка *Прикрепить* в заголовку Інформаційного вікна включає режим його автоматичного згортання.

Ви можете провести декілька вимірювань, не виходячи з команди.

Система запам'ятає і покаже в діалозі всі значення цих вимірювань.

Команди вимірювання



Команда Координаты точки

Дозволяє визначити розташування вказаної точки в поточній системі координат. Вкажіть курсором точку, розташування якої потрібно визначити, при необхідності скористайтеся прив'язками.

У Інформаційному вікні з'являться значення, що характеризують розташування вказаної точки: координати по осях X і Y, довжина і кут нахилу радіус-вектора.

Команда Расстояние между 2 точками

Дозволяє визначити відстань між двома точками в поточній системі координат. Вкажіть курсором точки, відстань між якими потрібно визначити.

У Інформаційному вікні з'явиться значення відстань між вказаними точками, відстань (проекції) між ними по осях X і Y, а також координати точок.

Команда Расстояние между 2 точками на кривой

Дозволяє визначити довжину ділянки кривої, обмеженої вказаними точками. Після виклику команди вкажіть курсором криву, уздовж якої вимірюватиметься відстань, а потім - дві точки на ній.

У Інформаційному вікні з'явиться значення довжини ділянки кривої, обмеженої вказаними точками і деякі довідкові параметри (проекції уздовж осей координат, координати точок).

Команда Расстояние от кривой до точки

Дозволяє визначити відстань між кривою і точкою.

Вкажіть курсором криву, а потім - точку, відстань до якої потрібно визначити.

Команда **Расстояние между 2 кривыми** дозволяє визначити відстань між двома вибраними кривими. Вкажіть курсором першу і другу криві, відстань між якими потрібно визначити, в Інформаційному вікні з'явиться значення відстані між кривими і деякі довідкові параметри. Криві не повинні перетинатися.

Команда Угол между 2 прямыми/отрезками

Дозволяє зміряти кут між двома прямолінійними об'єктами (прямими, відрізками, ланками ламаної і т.п.). Вкажіть курсором перший і другий об'єкт, кут між якими потрібно визначити.

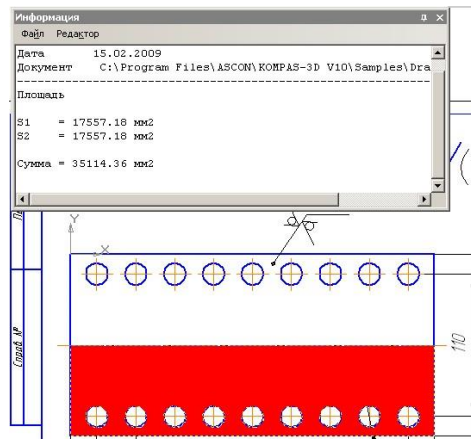
У Інформаційному вікні з'явиться значення кута між вказаними об'єктами (у градусах, хвилинах, секундах і десяткових градусах, або радіанах, з точністю за умовчанням до 6-го знаку).

Команда **Угол, заданный 3 точками** зміряє кут, вказавши три його твірних точки. Вкажіть курсором вершину кута і дві точки, які визначають його сторони. Для точного позиціонування курсора скористайтеся прив'язками або меню геометричного калькулятора в полях *Первая точка* і *Вторая точка* на Панелі властивостей. У Інформаційному вікні з'явиться значення кута, утвореного заданими точками.

Команда **Длина кривой** дозволяє зміряти повну довжину довільної кривої. Вкажіть курсором криву, довжину якої потрібно визначити. Вибрана крива буде виділена червоним кольором, а значення її довжини з'явиться в Інформаційному вікні. При вказівці іншого об'єкту, в Інформаційному вікні буде вказана його довжина і сума довжин об'єктів.

Команда **Площадь** зміряє площу довільної фігури. Для виконання команди вкажіть курсором точку усередині замкнутої області, обмеженої пересіченими геометричними об'єктами. Система автоматично визначить межі фігури, утвореної цими об'єктами (вона буде виділена червоним кольором), а значення її площі з'явиться в Інформаційному вікні.

Якщо потрібно обчислити площу фігури, обмеженої замкнутим контуром, натисніть кнопку *Указать замкнутую кривую*.



Якщо межі фігури, площу якої потрібно обчислити, не існують в кресленні, ви можете сформулювати тимчасову ламану лінію. Для цього натисніть кнопку *Ручное рисование границ*.

Питання для закріплення:

1. Яка команда дозволяє створити текстовий напис в кресленні?
2. В яких одиницях визначаються параметри тексту?
3. Якої висоти дроби можна вставити в текст?
4. Які ви знаєте команди постановки позначень?
5. З яких елементів складається будь-яке креслення?
6. Що таке вид в КОМПАС-3D?
7. Коли використання видів є необхідним?
8. Що таке асоціативний вид?
9. Як провести вимірювання в КОМПАС-3D?

Лекція №6 Графічне вікно системи в режимі "Креслення"

1. Основні елементи інтерфейсу

КОМПАС-ГРАФІК - програма для операційної системи Windows, яка при активізації оформляється у вигляді вікна та володіє стандартними елементами керування, що й інші вікна Windows.

Програмне вікно КОМПАС-ГРАФІК може бути представлене в одному з трьох станів:

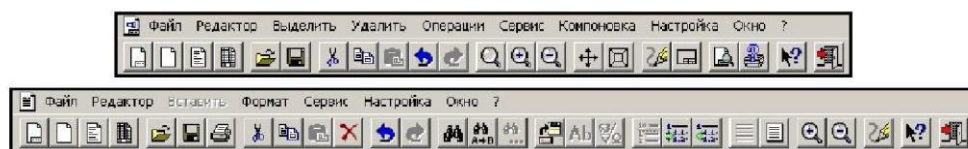
повноекранному, віконному та згорнутому до кнопки у Панелі задач. Переключення вікна в один з цих станів здійснюється за допомогою кнопок керування вікном у правій верхній частині вікна - Розгорнути, Відновити або Згорнути.

Вікно документа, звичайно, займає основну частину програмного вікна системи (рис. 4.1), де розміщується зображення відкритого нами креслення та з'являються всі нові документи. У вікні документа виконуються операції, пов'язані з побудовою, оформленням та редагуванням документів, а інші елементи програмного вікна займаються обслуговуванням даної області.

Заголовок програмного вікна розташований у верхній частині вікна, де відображається наступна інформація: назва і номер версії програми, тип відкритого документа (Лист чи Фрагмент), повний шлях (послідовність папок, що визначають його положення на твердому диску) і ім'я документа. У випадку відкриття листка креслення, додатково відображається інформація про ім'я поточного вигляду. Часто повний шлях і ім'я документа називають *повним ім'ям документа*.

Рядок меню розташований у верхній частині програмного вікна під Заголовком, де знаходяться основні сторінки меню системи. У кожній з сторінок зберігаються зв'язані з ними команди. Команди в меню об'єднані в групи за функціональними ознаками. Групи відділені одна від одної горизонтальними лініями.

Деякі команди, наприклад **Створити**, мають свої власні підменю, так звані "вкладені меню". У цьому випадку праворуч від команди нанесений символ трикутника. Переміщення курсора на назву такої команди приводить до розкриття підменю. Існують команди, після активізації яких система вступає в діалог із користувачем. Праворуч від назви таких команд, наприклад, **Зберегти як...**, відображені три крапки (...). Запуск таких команд приводить не до їх негайного виконання, а викликає на екран діалогове вікно, у якому потрібно ввести деякі параметри, необхідні для виконання команди. Слід зауважити, що багато команд Рядка меню дублюють кнопки на Панелі керування. Наприклад, команді **Відкрити** у меню Файл відповідає кнопка **Відкрити документ** на Панелі керування.



Праворуч від назви деяких команд нанесені позначення клавіш клавіатури (або їх комбінацій), наприклад, **F3** для команди **Відкрити**. Це так звані *гарячі клавіші*. Для запуску таких команд досить натиснути відповідну клавішу (чи комбінацію), не відкриваючи меню.

Нарешті, деякі команди в списку можуть відображатися блідим шрифтом. Це означає, що в даний момент відсутні умови для їхнього виконання. У такому випадку команда вважається забороненою і не може бути виконана. Система динамічно відслідковує ситуацію у вікні і робить недоступними команди, які в конкретній ситуації не актуальні або не коректні.

Панель керування розташована у верхній частині вікна системи відразу під Рядком меню. На цій панелі розташовані кнопки, що дозволяють звернутися до найбільше часто вживаних при роботі з КОМПАС-ГРАФІК команд: створення, відкриття і збереження файлів документів, виведення на плотер і принтер і т.п.

Склад Панелі керування різний для різних режимів роботи системи. Наприклад, при редагуванні креслення вона виглядає так, як показано на рис. 4.2 зверху, а при введенні чи редагуванні тексту - як показано знизу. Крім того, набір кнопок на Панелі керування можна змінити за допомогою засобів налаштування системи.

Багато команд у Панелі керування продубльовані командами Рядка меню. Запуск команд із Панелі керування здійснюється простим клацанням на відповідній кнопці. Призначення та використання кнопок на Панелі керування детально розглядатиметься нижче.

Рядок повідомлень розташовується знизу програмного вікна КОМПАСГРАФІК. У ньому відображаються різні повідомлення і запити системи. Це може бути :

- коротка інформація про той елемент екрана, до якого підведений курсор;
- повідомлення про те, введення яких даних очікує система в даний момент;
- коротка інформація з поточної дії, яку виконує система.

Рядок повідомлень - це наш головний помічник і порадник. Потрібно дуже уважно стежити за її станом. Це допоможе правильно реагувати на запити і повідомлення системи та уникнути помилок при виконанні побудов, особливо на початку роботи.

Рядок поточного стану знаходиться в нижній частині вікна КОМПАСГРАФІК відразу над Рядком повідомлень. У цьому рядку відображаються параметри поточного документа - вигляд (якщо документ є аркушем креслення), шар, в якому працює користувач, масштаб відображення у вікні і ряд інших параметрів: крок курсору при переміщенні клавішами, його поточні координати і т.п.

Стан системи і поточного документа представлено стандартними елементами керування: кнопками, полями і списками. Зміна параметрів поточного документа виконується активізацією відповідної кнопки, викликом списку фіксованих параметрів або введенням конкретного значення параметра у відповідне поле безпосередньо з клавіатури. Наприклад, перехід від одного вигляду до іншого можна виконати, активізувавши мишкою кнопку "**Вигляд**". Відкриється діалогове вікно, у якому перераховані всі наявні в даному кресленні вигляди. Напроти активного вигляду стоїть "галочка".

Лекція № 7 Параметризація геометричних об'єктів.

Задання зв'язків та обмежень. Ступені свободи

Відмінність параметричного зображення від звичайного полягає в тому, що в ньому зберігається інформація не тільки про розташування і характеристики геометричних об'єктів, але й про взаємозв'язки між об'єктами і накладених на них обмеженнях.

1 Загальні відомості про параметризації

Під взаємозв'язком об'єктів мається на увазі залежність між параметрами декількох об'єктів. При редагуванні одного з взаємозв'язаних параметрів змінюються інші.

Редагування параметрів одного об'єкту, не пов'язаних з параметрами інших об'єктів, не впливає ні на які параметри. При видаленні одного або декількох об'єктів взаємозв'язок зникає.

В якості прикладів зв'язків, накладених на об'єкти, можна навести паралельність і перпендикулярність відрізків, прямих, стрілок виду, сегментів лінії ступеневого розрізу, рівність довжин відрізків або радіусів кіл. Взаємозалежними параметрами паралельних відрізків є кути їх нахилу, тому паралельність відрізків тотожна рівності кутів їх нахилу. Якщо повернути один з пов'язаних таким чином відрізків, тобто змінити кут його нахилу, обернеться і інший відрізок.

Якщо зрушити або промасштабувати один з відрізків, тобто не змінювати його кут нахилу, другий відрізок не зміниться. Якщо видалити один з відрізків, то кут нахилу іншого стане незалежним.

Залежність між параметрами може бути і більш складною, ніж рівність одного параметра іншому. Наприклад, можливе завдання функції, що визначає відношення між параметрами декількох об'єктів.

Другий тип параметричної зв'язку - асоціативність об'єктів. Асоціативними можуть бути об'єкти, які при побудові прив'язуються до інших об'єктів - розміри, технологічні позначення, штрихування. Такі об'єкти «пам'ятають» про свою приналежність до базового графічного об'єкту або до декількох. При редагуванні базових об'єктів (наприклад, їх зрушенні або повороті) асоціативні об'єкти перебудовуються відповідним чином. У результаті зберігається взаємне розташування базового і асоційованого з ним об'єкту.

Під обмеженням мається на увазі залежність між параметрами окремого об'єкта або рівність параметра об'єкта константі. Допускається тільки таке редагування об'єкта, в результаті якого не будуть порушені встановлені залежності.

В якості прикладів обмежень, накладених на геометричні об'єкти, можна навести вертикальність і горизонтальність відрізків, прямих, ліній розрізу або перерізу.

При редагуванні параметризованих і асоціативних об'єктів перестроювання зображення відбувається таким чином, що дотримуються всі накладені на об'єкти обмеження і зберігаються зв'язки між об'єктами.

Параметричні зображення можуть використовуватися як самостійно (наприклад, креслення, що містить параметричні види деталі), так і для вставки в інші документи (креслення або фрагменти). Параметричне зображення, призначене для подальшої вставки, обов'язково повинно зберігатися у фрагменті (файлі з розширенням frw) і мати зовнішні змінні.

Існує два принципово різних способи отримання параметричного зображення.

1 Програмування, або інтерактивне формування зображення безпосередньо при кресленні. У ряді CAD-систем можна викреслювати зображення з одночасним завданням закону побудови, який, однак, потім не можна змінити в разі помилки (доведеться видалити всі побудова і почати його заново).

2 Накладення обмежень (зв'язків) на об'єкти накресленого раніше зображення вузла або деталі, причому в будь-якому порядку, не дотримуючись якої-небудь жорсткої послідовності. У цьому випадку можливо довільне зміна зображення, що не приводить до необхідності повторних побудов з самого початку

У КОМПАС-3D реалізований другий спосіб параметризації зображень. Така параметризація називається варіаційною.

Працюючи в кресленні, фрагменті або ескізі тривимірного елемента, можна накладати різні розмірні (лінійні, кутові, радіальні і діаметральні) і геометричні (паралельність, перпендикулярність, торкання, приналежність точки до кривої, фіксація точки і т.д.) обмеження та зв'язку на об'єкти зображення. При роботі в кресленні створення взаємозв'язків між об'єктами - наприклад, вирівнювання вершин відрізків - можливо, тільки ці об'єкти належать одному і тому ж виду креслення.

2 Параметричні можливості КОМПАС

КОМПАС-3D надає користувачеві можливості накладення наступних зв'язків і обмежень:

Вертикальність об'єктів

Горизонтальність об'єктів

Колінеарності відрізків

Паралельність об'єктів

Перпендикулярність об'єктів

Вирівнювання характерних точок об'єктів по вертикалі

Вирівнювання характерних точок об'єктів по горизонталі

Дзеркальна симетрія

Рівність радіусів дуг і кіл

Рівність довжин відрізків

Дотик кривих

Об'єднання характерних точок об'єктів

Належність точки кривої

Фіксація характерних точок об'єктів

Фіксація і редагування розмірів

Присвоєння розміру імені змінної

Команди накладення перерахованих зв'язків і обмежень згруповані в меню Інструменти - Параметризація, а кнопки для виклику команд - на панелі Параметризація. Задання аналітичних залежностей між змінними здійснюється у Вікні змінних. Існують також можливості для автоматичної параметризації наступних побудов: Скруглення

Фаска

Сполучення

Усічення

Усічення двома точками

Вирівнювання по кордоні

Подовження до найближчого об'єкта

Простановка точок на перетині

Простановка точок вздовж кривої

Симетрія

3 Принципи і прийоми накладання зв'язків і обмежень

Ряд обмежень і зв'язків може бути визначений без явного введення числових значень (наприклад, горизонтальність прямих або умова дотику двох кривих). Навпаки, такі обмеження, як значення розмірів повинні виражатися саме числовими значеннями. Деякі зв'язки і обмеження можна задати у формі вираження (наприклад, вказати функцію залежності параметра об'єкта від параметрів інших об'єктів).

Частина обмежень і взаємозв'язків (збігу точок, паралельність тощо) можуть формуватися автоматично при введенні, якщо користувач увімкнув цю функцію. Наприклад, збіг точок і положення точки на кривій параметризуються через виконану при вказівці точки прив'язку (глобальну або локальну), а умови паралельності, перпендикулярності та дотику - у відповідних процесах введення об'єктів.

У будь-який момент можна вимкнути автоматичне формування обмежень і взаємозв'язків.

Додаткові обмеження та взаємозв'язку можна призначити в об'єктах креслення в будь-який момент роботи над документом.

Асоціативність об'єктів (розмірів, штрихувань і ін) виникає тільки при їх введенні

Окремих команд для завдання асоціативності не існує.

Обмеження накладаються шляхом вибору їх типу та об'єкта.

Наприклад, ви вибрали горизонтальність і вказуєте відрізки, які повинні бути горизонтальні.

Зв'язки накладаються шляхом вибору їх типу та вказівки пари взаємопов'язаних об'єктів.

Наприклад, ви вибрали паралельність і вказуєте пари відрізків, які повинні бути паралельні.

При цьому запам'ятовуються лише ті зв'язки, які були встановлені явно (або шляхом звернення до відповідної команди параметризації, або шляхом креслення. Крім того, можна без жодних проблем переходити від одного подання геометрії до іншого, наприклад, накладаючи параметричні обмеження на створене раніше креслення або видаляючи обмеження, накладені на створене раніше параметричне зображення.

До застосування параметричних можливостей при роботі з креслярською документацією слід підходити зважено, оцінюючи ступінь реальної необхідності повної параметризації того чи іншого креслення.

Можна дати наступні загальні рекомендації, пов'язані з параметризацією креслень.

Мають сенс параметризовані креслення деталей, при модифікації яких змінюються лише розміри та не змінюється топологія. Таким чином, одного разу створене параметричне зображення деталі може бути швидко перебудовано простим зміною значень розмірів.

Якщо виконується нова розробка, оцініть, чи буде вона застосовуватися у майбутньому як прототип. Якщо ні, тоді параметризація креслення може не виконуватися, оскільки відпадає необхідність в подальшій швидкій модифікації. Якщо ж нова деталь буде часто використовуватися як стандартний прототип, параметризація її креслення або створення параметричного фрагмента має сенс.

Швидше за все, не буде виправданою повна параметризація складних складальних креслень, так як в цьому випадку великий обсяг роботи по введенню обмежень і керуючих розмірів.

Спробуйте оцінити на конкретних прикладах креслень, типових для вашої організації, які переваги дає застосування параметризації. Надалі враховуйте отримані результати при новому проектуванні або переробці наявної креслярської документації.

4 Особливості роботи з параметричними об'єктами

При роботі з параметричними кресленнями і фрагментами може виявитися корисним знання таких особливостей.

Чим більше обмежень накладено на об'єкти, що становлять зображення деталі, тим менша ймовірність сильних розбросів при перерахунку. У більшості випадків рекомендується повне визначення зображення, тобто позбавлення складових його об'єктів всіх ступенів свобод. В якості допоміжних обмежень застосовуйте фіксацію точок, призначення горизонтальності чи вертикальності відрізків, простановку додаткових розмірів.

Рекомендується не виконувати «різких рухів» при редагуванні параметричного зображення, кращий стиль при роботі з ним - поступовість.

Наприклад, не слід занадто сильно змінювати значення розміру (було 5 градусів, а стало 120). Такі значні зміни краще виконувати поступово, у кілька прийомів. Те ж саме можна сказати і про редагування перетягуванням точок - не слід зрушувати об'єкт або крапку відразу на дуже велику відстань, краще виконати таке переміщення в кілька етапів.

Пам'ятайте, що час обробки параметричного зображення істотно залежить від насиченості креслення або фрагмента параметризованими об'єктами.

5 Параметричний режим

Параметричним режимом називається такий режим створення і редагування геометричних об'єктів і об'єктів оформлення, в якому параметричні зв'язки і обмеження накладаються автоматично. При цьому тип накладання зв'язків і обмежень визначається в процесі побудови завдяки послідовності виконання команди побудови об'єкту або здійсненню прив'язки (в тому числі локальної).

Ось кілька прикладів роботи в параметричному режимі.

Викреслювання відрізка, паралельного іншому відрізку, за допомогою команди Паралельний відрізок викличе автоматичне виникнення відповідної зв'язку - паралельності відрізків.

Якщо при викреслюванні кола, його центр буде прив'язаний до кінця відрізка, то відповідний зв'язок - збіг точок - буде сформована автоматично.

Викреслювання вертикального відрізка призводить до накладення на нього відповідного обмеження - вертикальності.

Побудова горизонтальної лінії розрізу з вирівнюванням по центру кола призводить до накладення на лінію розрізу обмеження горизонтальності і формуванню зв'язку вирівнювання точок по горизонталі між першим штрихом лінії й центром кола.

Простановка позначення шорткості призводить до створення асоціативного знака шорткості.

Рекомендується включати параметричний режим при оформленні креслень, що містять асоціативні види. Це дозволить створювати асоціативні об'єкти оформлення (розміри, позначення центру, шорткості і т.п.), які будуть «впливати» за своїми базовими об'єктами при перестроюванні останніх в результаті редагування моделі.

6 Фіксовані та інформаційні розміри. Розміри зі змінними

Асоціативні розміри можуть бути двох типів: фіксовані та інформаційні.

Тип - це властивість розміру, яке визначає «напрямок зв'язку» між розміром і геометричним об'єктом.

Фіксований розмір - розмір, який управляє геометричним об'єктом. Значення фіксованого розміру може бути змінено користувачем шляхом введення числа або вирази (в останньому випадку розміром мусить бути поставлена у відповідність змінна). Після цього геометричний об'єкт, до якого проставлений розмір, перебудовується так, щоб задовольняти новому значенню розміру. Якщо розмір зафіксований, то він має обмеження фіксований розмір. Ознакою фіксації розміру є прямокутна рамка навколо його значення.

Об'єкт, до якого проставлений фіксований розмір, можна редагувати тільки так, щоб значення розміру залишалося постійним. Наприклад, якщо до відрізка проставлений розмір, що фіксує його довжину, то відрізок можна буде тільки переміщати і повертати, але не можна буде змінювати його довжину.

Інформаційний розмір - розмір, яким управляє геометричний об'єкт.

Введення значення або вираження для інформаційного розміру неможливий. Геометричний об'єкт, до якого проставлений інформаційний розмір, можна редагувати довільним чином. Після перешикування геометричного об'єкта відбувається перестроювання розміру і перерахунок його значення. При редагуванні геометричних об'єктів враховуються не тільки проставлені до них розміри, але і накладені на них параметричні зв'язки і обмеження.

Інформаційним можна зробити будь-який фіксований розмір.

Висновки

1. При редагуванні параметризованих і асоціативних об'єктів перестроювання зображення відбувається таким чином, що дотримуються всі накладені на об'єкти обмеження і зберігаються зв'язки між об'єктами.
2. Команди накладення перерахованих зв'язків і обмежень згруповані в меню

Інструменти - Параметризація, а кнопки для виклику команд - на панелі Параметризація

3. Час обробки параметричного зображення істотно залежить від насиченості креслення або фрагмента параметризованими об'єктами.
4. Параметричним режимом називається такий режим створення і редагування геометричних об'єктів і об'єктів оформлення, в якому параметричні зв'язки і обмеження накладаються автоматично.
5. Розміри бувають інформаційні та фіксовані

Питання та завдання до контролю знань студентів

Для узагальнення та перевірки засвоєного матеріалу на лекції:

1. Як відбувається перестроєння зображення редагуванні параметризованих і асоціативних об'єктів
2. Від чого залежить час обробки параметричного зображення?
3. Що таке параметричний режим?
4. Які бувають типи розмірів?

Лекція № 8 Особливості тривимірного моделювання.

Графічні режими: Ескіз та модель

КОМПАС-3D – програма для операційної системи Windows. Тому її вікно має ті самі елементи управління, що і інші Windows – програми

1. Основні елементи інтерфейсу

Розглянемо основні панелі головного вікна системи.

Стандартна панель

Стандартна панель розташована у верхній частині вікна системи під Головним меню. На цій панелі розташовані кнопки виклику стандартних команд операцій з файлами і об'єктами.



Панель Вид

На панелі Вид розташовані кнопки, які дозволяють управляти зображенням: змінювати масштаб, переміщати і обертати зображення, змінювати форму подання моделі.



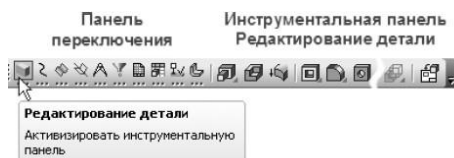
Панель Поточний стан

Панель Поточний стан знаходиться у верхній частині вікна відразу над вікном документа. Склад панелі різний для різних режимів роботи системи. Наприклад, в режимах роботи з кресленням, ескізом або фрагментом на ній розташовані засоби управління курсором, шарами, прив'язками і т.д.



Компактна панель

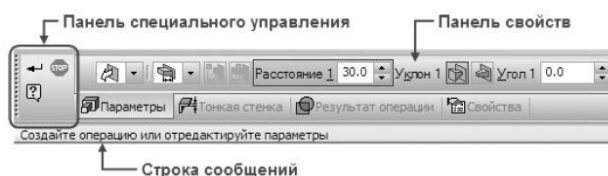
Компактна панель знаходиться в лівій частині вікна системи і складається з Панелі перемикавання та інструментальних панелей. Кожній кнопці на Панелі перемикавання відповідає однойменна інструментальна панель. Інструментальні панелі містять набір кнопок, згрупованих за функціональною ознакою. Склад панелі залежить від типу активного документа.



Панель властивостей, Панель спеціального управління і Рядок повідомлень

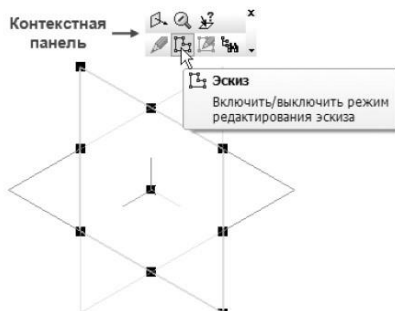
Панель властивостей служить для управління процесом виконання команди. На ній розташовані одна або кілька вкладок і Панель спеціального управління.

Рядок повідомлень розташовується в нижній частині програмного вікна. В ній з'являються різні повідомлення та запити системи. Це може бути: коротка інформація про те елементі екрану, до якого підведено курсор, повідомлення про те, введення яких даних очікує система в даний момент, коротка ін-йшмація за поточним дії, виконуваного системою.



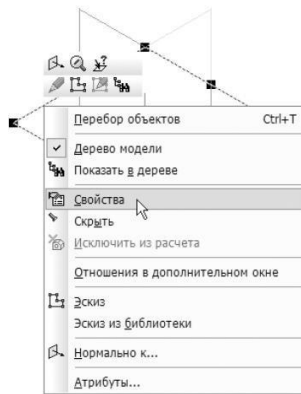
Контекстна панель

Контекстна панель відображається на екрані при виділенні об'єктів документа і містить кнопки виклику найчастіше використовуваних команд редагування. Набір команд на панелі залежить від типу виділеного об'єкта і типу документа.



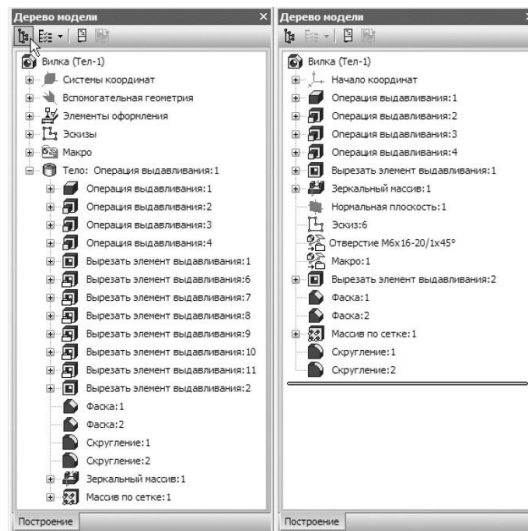
Контекстне меню

Контекстне меню - меню, склад команд в якому залежить від здійснюваного користувачем дії. У ньому знаходяться ті команди, виконання яких можливо в даний момент. Виклик контекстного меню здійснюється клацанням правої кнопки миші на полі документа, елементі моделі або інтерфейсу системи в будь-який момент роботи.



Дерево моделі

Дерево моделі - це графічне представлення набору об'єктів, що становлять модель. Кореневий об'єкт Древа - сама модель, тобто деталь або складання. Піктограми об'єктів автоматично виникають в Дереві моделі відразу після створення цих об'єктів в моделі. У вікні Древа відображається або послідовність побудови моделі (ліворуч), або її структура (праворуч). Способом представлення інформації можна керувати за допомогою кнопки Відображення структури моделі на Панелі управління Древа моделі



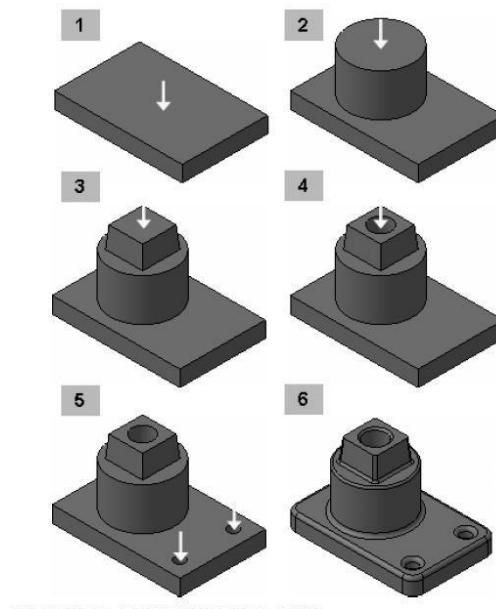
2. Загальні принципи моделювання

Побудова твердотільної моделі полягає в послідовному виконанні операцій об'єднання, віднімання і перетину над простими об'ємними елементами (призмами, циліндрами, пірамідами, конусами і т.д.).

Багаторазово виконуючи ці прості операції над різними об'ємними елементами, можна побудувати саму складну модель.

1. Створення призми.
2. Додавання циліндра.
3. Додавання усіченої піраміди.
4. Віднімання циліндра.
5. Віднімання двох циліндрів.

6. Додавання фасок і заокруглень.



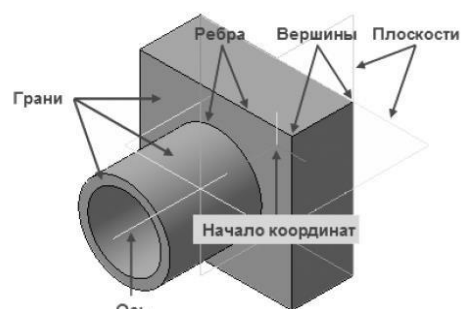
Основні терміни моделі

Об'ємні елементи, з яких складається тривимірна модель, утворюють в ній грані, ребра і вершини.

Грань - гладка (необов'язково плоска) частину поверхні деталі. Гладка поверхня деталі може складатися з декількох граней.

Ребро - пряма крива, що розділяє дві суміжні грані. Вершина - точка на кінці ребра.

Крім того, в моделі можуть бути присутніми додаткові елементи: символ початку координат, площини, осі і т.д.



3. Ескізи та операції

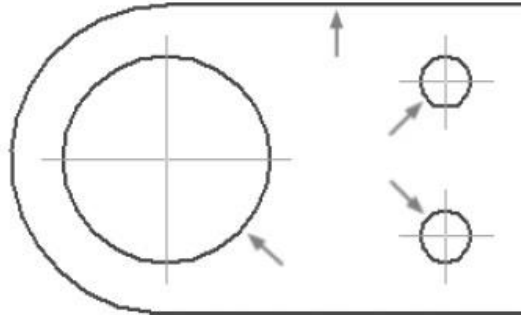
Для створення об'ємних елементів використовується переміщення плоских фігур в просторі. Плоска фігура, в результаті переміщення якої утворюється об'ємне тіло, називається ескізом, а саме переміщення - операцією.

Ескізи

Ескіз може розташовуватися на одній із стандартних площин проекцій, на плоскій грані створеного раніше елемента, або на допоміжній площині.

Ескізи створюються засобами модуля плоского креслення і складаються з одного або декількох контурів.

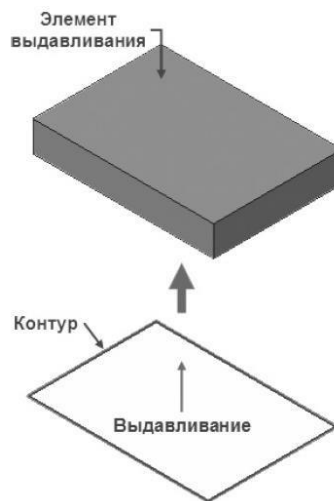
Контур - одне з основних понять при описі ескізу. При побудові ескізу під контуром розуміється графічний об'єкт (відрізок, дуга, сплайн, прямокутник і т.д.) або сукупність послідовно з'єднаних графічних об'єктів. Наприклад, у такому ескізі - 4 контури.



Операції

Система КОМПАС-3D дозволяє використовувати різноманітні операції для побудови об'ємних елементів, чотири з яких вважаються базовими.

Операція витискування - витискування ескіза перпендикулярно його площині.



Операція обертання - обертання ескіза навколо осі, що лежить у його площині.



Ескіз тіла обертання складається з контуру зі стилем лінії Основна і осі обертання у вигляді відрізка зі стилем лінії Осьова. Контур повинен розташовуватися з одного боку від осі обертання.

Кінематична операція - переміщення ескіза вздовж напрямної.



Операція по перетинах - побудова об'ємного елемента по декількох ескізах (перетинах).

Висновки

1. КОМПАС-3D – програма для операційної системи Windows. Тому її вікно має ті самі елементи управління, що і інші Windows – програми
2. Дерево моделі - це графічне представлення набору об'єктів, що становлять модель.
3. Ескіз може розташовуватися на одній із стандартних площин проєкцій, на плоскій грані створеного раніше елемента, або на допоміжній площині.

Питання та завдання до контролю знань студентів

Для узагальнення та перевірки засвоєного матеріалу на лекції:

1. Назвіть основні елементи інтерфейсу
2. Які ви знаєте загальні принципи моделювання?
3. Що таке Ескіз?
4. Що розуміють під операцією?

Лекція № 9 Проектування та моделювання деталей

1 Проектування деталей

В даному розділі розглянемо роботу з системою при створенні деталей різних типів із використанням базових операцій та їх додаткових опцій.

В режимі роботи з деталлю, у лівій верхній частині вікна системи, з'являється Інструментальна панель, яка містить п'ять сторінок. Кожна сторінка містить набір кнопок, згрупованих за функціональними ознаками. Перемикання між сторінками виконується за допомогою Панелі перемикавання. Вигляд Інструментальної панелі в режимі побудови деталі показаний на рисунку 1.

При відкритті тривимірної моделі, система автоматично переходить в меню сторінки *Побудова деталі*, де розміщені команди для тривимірного проектування: створення основи деталі, додавання (чи віднімання) до основи додаткових елементів (виступів, отворів, скруглень, фасок, ребер жорсткості і т. п.).

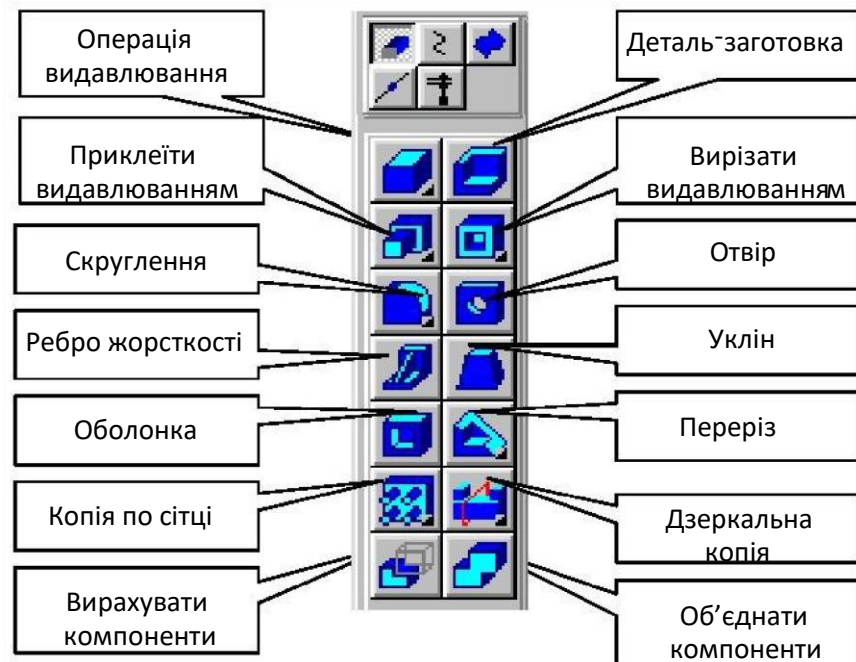


Рисунок 1

Після запуску системи в режимі створення деталі доступна для роботи тільки одна команда - *Деталь-заготовка*, яка дозволяє вставити вже існуючу модель у файл, як основу для подальшої роботи. Усі інші команди тимчасово недоступні, так як відсутні умови для їх виконання. І тільки після створення хоча б одного ескізу починається активізація відповідних команд. Частина команд допускають кілька варіантів виконання, які відображені на Панелі розширених команд. Базові операції системи згруповані в одній кнопці. За замовчування на сторінці *Побудова деталі* доступна операція *Видавлювання*, а інші три знаходяться на Панелі розширених команд. Вигляд сторінки *Побудова деталі* та приклад.

2. Моделювання деталей на основі елементів видавлювання

Ознайомлення з основними прийомами роботи операції *Видавлювання* та її різновидів - *Приклеїти видавлюванням* та *Вирізати видавлюванням*, розглянемо на прикладі побудови деталі, зображеної. Спочатку проаналізуємо, з яких геометричних об'єктів складається наша модель. Отже, зображену деталь можна розбити на наступні геометричні об'єкти: циліндр, шестигранна призма, вертикальний циліндричний та горизонтальний призматичний наскрізні отвори. В такій послідовності і будемо виконувати побудову деталі.

Створення основи моделі

В нашому випадку базовим тілом будемо вважати циліндр, основа якого розміщена в горизонтальній площині. Отже, перший ескіз будемо на горизонтальній площині, при цьому послідовність дій користувача наступна:



1) у Дереві побудови активізуємо мишкою горизонтальну площину проєкцій та розвернемо її перпендикулярно до користувача (в Рядку поточного стану активізуємо поле *Орієнтація об'єкту* і виберемо пункт "Нормально до ...");

2) на Панелі керування активізуємо кнопку для створення нового ескізу (система перейде в режим роботи двомірного графічного редактора);

3) викреслюємо коло основи і закриваємо ескіз (система повертається в режим тривимірного моделювання);

4) активізуємо операцію Видавлювання. На екрані з'явиться діалогове вікно *Параметри*, в якому задаємо параметри елемента видавлювання, вказуємо напрямок видавлювання;

5) завершуємо роботу з командою, натиснувши кнопку *Створити* (рис.2). В результаті отримуємо циліндр основи.

Слід зауважити, що всі значення параметрів при їх введенні відображаються на екрані у вигляді фантома елемента видавлювання, тому попередньо елемент бажано переорієнтувати, вибравши в полі *Орієнтація об'єкту* пункт "Ізометрія".

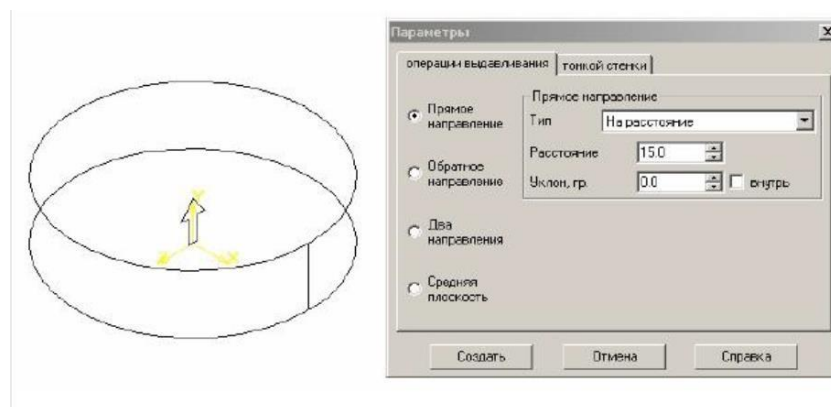


Рисунок 2

Додавання та віднімання об'єктів до основи

До створеної основи тримірної деталі можна додавати нові об'єми (операція "**Приклеїти видавлюванням**") та відняти зайву частину деталі (операція "**Вирізати видавлюванням**"). В даному випадку до основи приєднуємо шестигранну призму і виконуємо вертикальний циліндричний та горизонтальний призматичний отвір. Дії користувача при виконанні вказаних операцій подібні, тому детально проаналізуємо операцію "*Приклеїти видавлюванням*", а для інших вкажемо тільки відмінності від загальних правил дій.

Для додавання шестигранної призми до циліндричної основи виконаємо наступні дії:

1) створимо ескіз шестигранника, площиною якого буде верхня грань циліндра. Активізуємо команду "Новий ескіз". В режимі роботи двомірного графічного редактора командою "Введення многокутника" побудуємо правильний шестигранник і закриємо ескіз;

2) на Інструментальній панелі активізуємо команду "Приклеїти видавлюванням" (рис.3). В діалоговому вікні *Параметри* задаємо параметри елемента видавлювання, вказуємо напрямок видавлювання і завершуємо роботу з командою.

Наступним кроком у побудові деталі буде побудова потрібних отворів. Площиною ескізу для побудови циліндричного отвору візьмемо верхню основу призми, а для горизонтального призматичного отвору - профільну площину проекцій. Для побудови отворів на Інструментальній панелі скористаємось командою "Вирізати видавлюванням" (рис.4). Слід звернути увагу, що при введенні параметрів у діалогове вікно *Параметри* доступно більше опцій, ніж у базовій операції. Так, при створенні наскрізного вертикального циліндричного отвору не варто розраховувати його довжину, а доцільно виконати команду "Вирізати видавлюванням" з опцією операції "Через усю деталь". При створенні наскрізного призматичного горизонтального отвору також не варто розраховувати довжину отвору. Оскільки ескіз форми призматичного отвору розміщений у середині деталі на профільній площині, то "Вирізати видавлюванням" зайвий об'єм доведеться в обидва боки від площини ескізу. Для чого, в діалоговому вікні *Параметри*, спочатку активізуємо функцію "Два напрямки" і в обох додаткових вікнах, які відкриваються, вказуємо опцію операції "Через усю деталь" і вже після цього виконуємо команду "Вирізати видавлюванням".

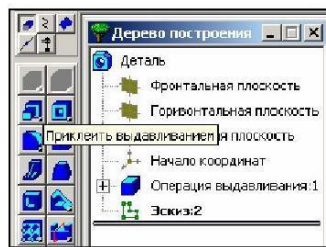


Рисунок 3

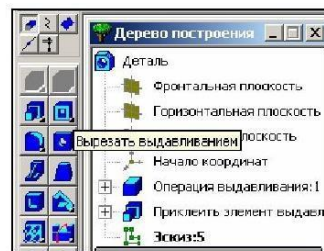


Рисунок 4

Зміни вигляду деталі в процесі проектування показані на рисунках 5 а, б, в, г.

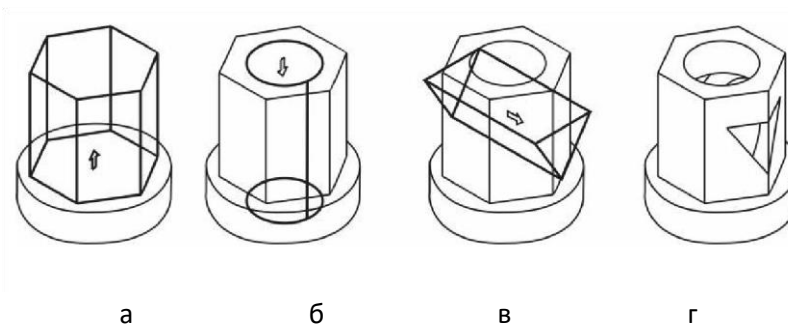


Рисунок 5

3. Моделювання деталей - тіл обертання

Деталі, які складаються з геометричних об'єктів, утворених методом обертання (тіл обертання – вали рис.6а, ролики рис.6б, втулки рис.6в, осі, кільця та багато інших деталей) можна побудувати на основі елементів обертання.

Побудова тіл обертання детально розглянута у Лабораторній роботі №10.



Рисунок 6

4. Моделювання деталей кінематичною операцією

Створення деталі кінематичною операцією дозволяє легко отримувати складні просторові елементи, до яких відносяться деталі трубопровідної арматури та інші подібні деталі (рис. 7 а, б). При виконанні кінематичної операції задається, як мінімум, два ескізи.

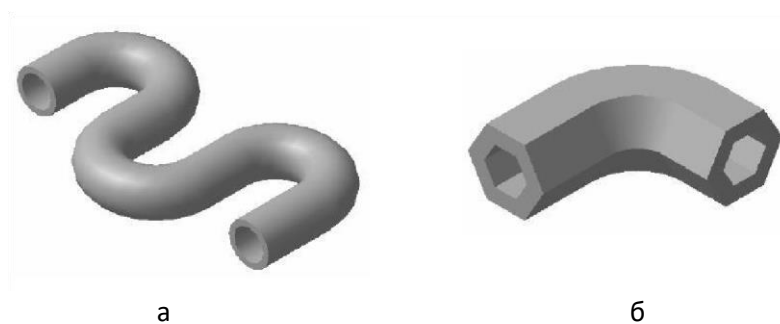


Рисунок 7

В одному з них будується переріз кінематичного елемента, в другому - траєкторія руху перерізу.

Кінематична операція знаходиться на Панелі розширених команд під кнопкою операції *Видавлювання*. В діалоговому вікні *Параметри* задаємо параметри операції. Для задання перерізу елемента включаємо опцію *Переріз* і вибираємо потрібний ескіз, вказавши його в Дереві побудови або клацнувши мишкою на будь-якому графічному об'єкті цього ескізу у вікні деталі. У відповідному вікні з'явиться запис **Ескіз 1**. Щоб задати траєкторію переміщення ескізу елемента, потрібно включити опцію *Траєкторія* і вибрати потрібний ескіз або ескізи. Якщо траєкторія складається з декількох послідовно з'єднаних контурів в різних ескізах, їх потрібно вказувати в порядку з'єднання. Всі значення параметрів при їх введенні та редагуванні відразу відображаються на екрані у вигляді фантома (рис. 8).

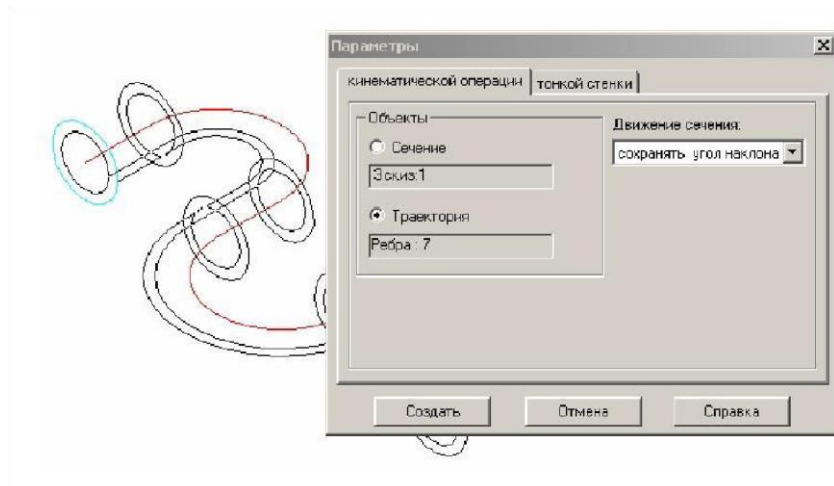


Рисунок 8

Після введення всіх необхідних параметрів отримуємо деталь утворену кінематичною операцією (рис. 7 а).

5. Моделирование деталей операцией по перерезам

Створення деталі операцією по перерізах дозволяє отримувати складні просторові елементи, які складно, або практично неможливо, отримати, використовуючи вище перелічені операції.

При виконанні операції по перерізах повинно бути як мінімум два ескізи, хоча реально ескізів буває дуже багато. Для прикладу створимо сім ескізів, що характеризуватимуть профіль майбутньої деталі в семи перерізах (рис. 9).

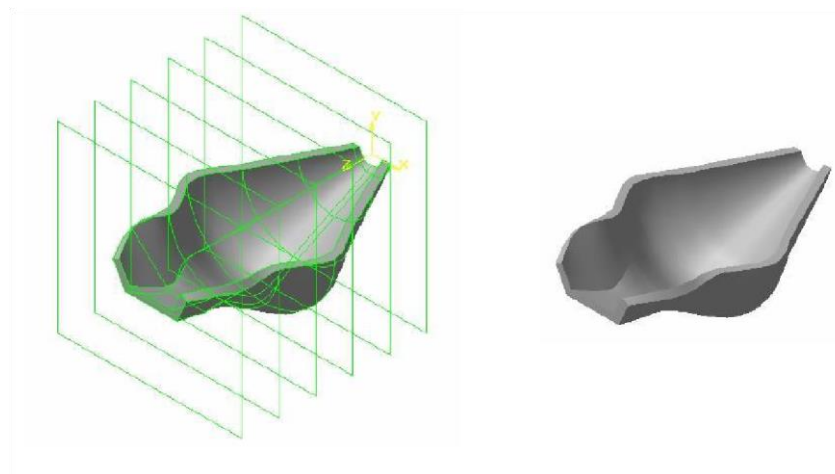


Рисунок 9

Перший у фронтальній площині, а всі інші - в площинах паралельних їй, але зміщених на певну віддаль. Для цього існує команда *Зміщена площина* на Панелі інструментів Допоміжних побудов (рис. 10). Після виклику команди *Операція по перерізах*, яка знаходиться на Панелі розширених команд, на екрані з'явиться діалогове вікно для введення параметрів елемента по перерізах. За замовчуванням команда знаходиться в режимі вказування перерізів - ввімкнута кнопка *Перерізи* в групі *Об'єкти*. Перерізи необхідно вказувати в тому порядку, в якому вони розміщені в елементі, вибираючи їх у Дереві побудови (рис. 11).

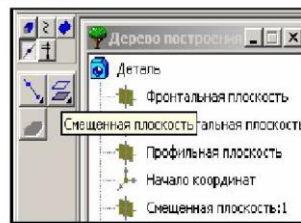


Рисунок 10

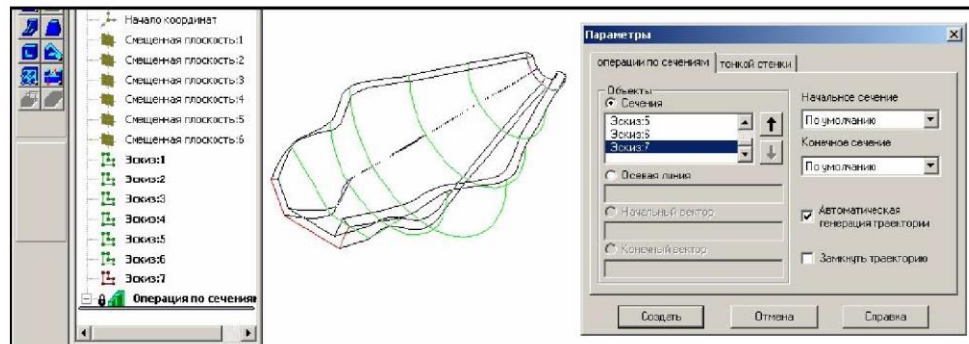


Рисунок 11

За замовчуванням у вікні діалогу ввімкнута кнопка *Автоматична генерація шляху*. Це означає, що система автоматично визначає, які точки потрібно з'єднувати при побудові елемента. Всі значення параметрів при їх введенні та редагуванні відразу відображаються на екрані у вигляді фантома.

Після введення всіх необхідних параметрів можна завершити роботу з командою, натиснувши кнопку *Створити об'єкт*. Отримаємо потрібну деталь.

