

## Лекція 2. Побудова креслення

### 2.1 Нарисна геометрія, як один з розділів звичайної геометрії

Характерною особливістю просторових об'єктів є їх форма. Форма просторових об'єктів становить практичний інтерес і тому вимагає вивчення. Наука, що вивчає форми і взаємовідносини між ними, є розділом математики і називається геометрією. Залежно від аналітичного апарату, який для цього застосовується, геометрія включає в себе ряд самостійних розділів. Так, розділ геометрії, який вивчає ці питання за допомогою алгебри, називають аналітичної геометрії, за допомогою апарату диференціального обчислення - диференціальної геометрії, за допомогою проекційного методу - нарисної геометрії, і т.п.

Таким чином, нарисна геометрія - це розділ геометрії, що вивчає форми і взаємовідносини між ними проекційним методом. Інакше кажучи, нарисна геометрія вивчає правила побудови зображень просторових об'єктів на площині. Одночасно вона, як жоден інший предмет, розвиває логіку мислення взагалі і просторове уявлення зокрема. Тому роль нарисної геометрії в створенні інженерної бази переоцінити неможливо.

*Нарисна геометрія - це один з розділів звичайної геометрії, який займається розробкою наукових основ побудови і дослідження геометричних моделей спроектованих інженерних об'єктів і процесів їх графічного зображення. Тобто вивчає закони зображення просторових об'єктів на площині, що складаються з сукупності точок, прямих і поверхонь і взаємин між ними на кресленні.*

Основоположником сучасної нарисної геометрії є французький математик і громадський діяч Гаспар Монж (1746 - 1818), який вперше систематизував і узагальнив практичні та теоретичні досягнення з питань побудови зображень просторових об'єктів на площині і в 1798 р. видав роботу під назвою "Нарисна геометрія". У розвиток нарисної геометрії, значний внесок внесли такі вчені як: Я.А. Севастьянов (1796 - 1849), Н.І. Макаров

(1824 - 1904), В.І. Курдюмов (1853 - 1904), Е.С. Федоров (1853 - 1919), Н.А. Ринін (1877 - 1942), Н.А. Глаголев (1888 - 1945), А.І. Добряков (1895 - 1947), С.М. Колотов (1880 - 1965), Н . Ф. Четверухин (1891 - 1974), І.І. Котов (1909 - 1976), В.О. Гордон (1892 - 1971), М.М. Рижов, В.Є. Михайленко, С.А. Фролов, А.В. Бубенніков , А.М. Тевлін і багато інших.

## 2.2. Види і особливості комп'ютерної графіки

Комп'ютерна графіка - область діяльності, в якій комп'ютери використовуються як інструмент для синтезу (створення) зображень, так і для обробки візуальної інформації, отриманої з реального світу.

Види комп'ютерної графіки розрізняються по технологіям створення і обробки цифрових зображень. Це растрова графіка, векторна графіка і фрактальна графіка.

*Фрактальна графіка* - форма алгоритмічного мистецтва, створена шляхом обчислення фрактальних об'єктів і представляє результати обчислень як нерухомі зображення, анімацію і автоматично створювані мультимедійні дані (рис.1). Фрактальне мистецтво зародилося в середині 1980-х років. Це жанр комп'ютерного мистецтва та цифрового мистецтва, які є частиною нового медіа-мистецтва.



Рисунок 1. Фрактальна графіка

Фрактальне мистецтво рідко створюється вручну. Зазвичай воно створюється побічно за допомогою програмного забезпечення, що генерує

фрактали через три етапи: установка параметрів відповідного програмного забезпечення фрактала; виконання можливо тривалих обчислень; і оцінки продукту. У деяких випадках для подальшої обробки створених зображень використовуються інші графічні програми.

Всі фрактальні зображення об'єднані наступними ключовими якостями. Самоподоба - фрактали мають бути точними, зразковими або статистично подібними. Алгоритмічність - фрактали будуються за допомогою простого рекурсивного алгоритму. Багатовимірність - деталі фракталів помітні при будь-якому масштабі спостережень. Нерівномірність - фрактальної структури занадто нерівномірна, тому її не можна описати в термінах класичної геометрії. Повторення - в фракталах одні і ті ж шаблони повторюються всюди, але всякий раз дещо по-різному. Ми постійно будемо бачити щось нове, але при цьому знову і знову будуть з'являтися знайомі обриси. Незавершеність - фрактали ніколи не дані в ясній завершеності. Візуальні образи фрактала завжди суть незавершеності.

Програми для генерації фрактальної графіки: пакет Art Dabbler , Ultra Fractal , Fractal Explorer та інші.

Розглянемо деякі особливості *векторної графіки* в порівнянні з *растровою*. Ці два види комп'ютерної графіки найбільш поширені в поліграфії та мультимедіа.

Графічні редактори, в яких використовується растрова графіка: *Paint* , *PhotoShop* .

Графічні редактори, в яких використовується векторна графіка: *Corel Draw* , *Adobe Illustrator* .

Растрову графіку застосовують при розробці електронних (мультимедійних) і поліграфічних видань. Зображення мозаїкою з великого числа окремих точок (пікселів), які не розрізняються людським оком. У растровому вигляді можна представити будь-яке зображення, проте при цьому потрібен великий обсяг пам'яті, необхідний для обробки і зберігання зображень - розмір файлів для зберігання зображень може досягати кілька

десятків мегабайт. Для растрової графіки неминучі спотворення при редагуванні і масштабуванні. Зокрема, збільшення геометричних розмірів зображень супроводжується збільшенням геометричних розмірів пікселів, і вони стають видимими, що призводить до появи «зубчиків» на зображенні. Для растрової графіки ускладнюються операції редагування, так як об'єкти для редагування доводиться виділяти вручну.

Програмні засоби для роботи з *векторною графікою* призначені, в першу чергу, для створення ілюстрацій і в меншій мірі для їх обробки. Зображення векторної графіки складаються з набору геометричних примітивів, або об'єктів - точок, прямих, кривих, окружностей, прямокутників і т. п. (рис. 2).

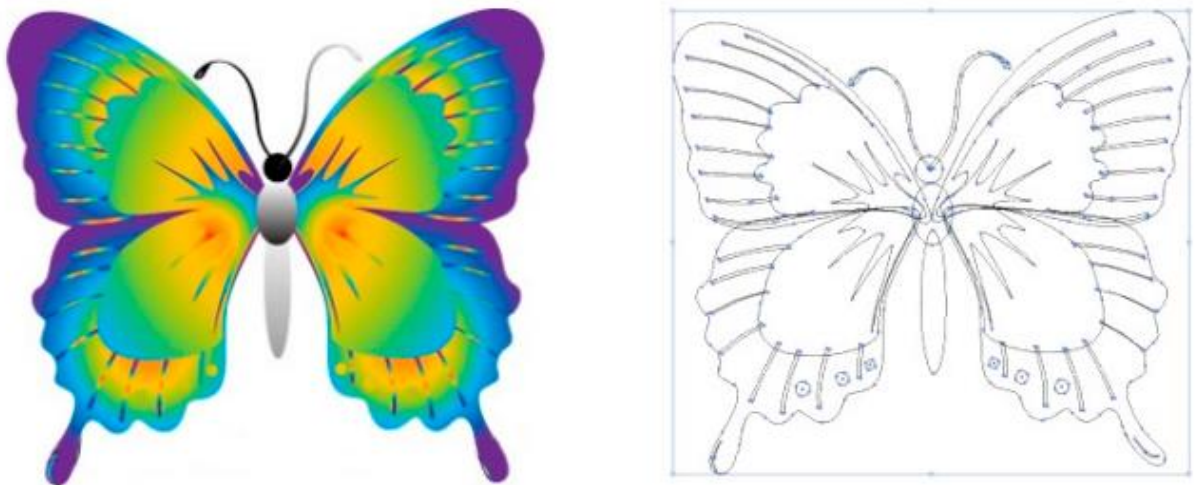


Рисунок 2. Векторне зображення і його складові

На рис.2а показано векторне зображення, а на рис. 2б - більше 50 кривих, які в цілому складають основу векторного зображення.

Форма кривих задається векторами - звідси і назва «векторна графіка».

Кожен з примітивів описується своїм набором координат, векторів і атрибутів (товщина ліній, колір і ін.). Завдання дизайну, яке засноване на використанні шрифтів і найпростіших геометричних об'єктів, форма яких описана математично, вирішуються засобами векторної графіки набагато простіше. Необхідні елементи (примітиви) легко виділяти і тому зображення

векторної графіки легко редагувати. Векторні об'єкти легко трансформуються без погіршення якості, і зображення можна редагувати без втрат - масштабувати, повертати, деформувати і т. п. Якщо для лінії задана деяка товщина, то вона буде залишатися незмінною, незважаючи на збільшення або зменшення зображення.

На рис. 3 показане одне і теж зображення, створене засобами растрової і векторної графіки в різних масштабах. Якість друку векторних зображень не пов'язане з розміром зображення. Вони можуть бути надруковані з максимальним точністю, яку мають різні пристрої друку.

### Растрова графіка



### Векторна графіка



Рисунок 3. Збільшення в растрової і векторної графіки

Для зберігання одного об'єкта потрібні всього 20-30 байтів пам'яті. Це означає, що складні композиції, які налічують тисячі об'єктів, займають лише десятки і сотні Кбайт.

Хоча векторний формат компактний, але він абсолютно не пристосований для зберігання якісних фотографічних зображень.

Векторна графіка і програмі для її створення дуже широко використовуються в області поліграфії і мультимедіа, для оформлювальних, креслярських і проектно-конструкторських робіт - систем автоматизованого проектування (САПР). Це креслення будь-якої складності, діаграми, схеми, логотип і шрифти, емблеми, фірмові знаки, зображення для упаковок, газетні та рекламні модулі, грошові знаки та цінні папери.

Окрема область векторної графіки - тривимірне моделювання - дозволяє створювати фотореалістичні статичні і динамічні моделі будь-яких машин і виробів, які ще перебувають на етапі проектування.

Векторна графіка лежить в основі flash - технології, використовується для створення web - додатків або мультимедійних презентацій - рекламних банерів, анімації, ігор тощо.

Принципи векторної графіки застосовуються в мові розмітки масштабованої векторної графіки SVG ( Scalable Vector Graphics ), яка входить в підмножина розширюваної мови розмітки XML і підтримує як статичну, так і анімовану інтерактивну графіку на web -сторінках.

У зв'язку з тим, що екран монітора виводить зображення у вигляді набору точок (растра), то перед виведенням векторного зображення на екран програма робить обчислення координат екранних точок, тому векторну графіку часто називають обчислюваною графікою. Такі ж обчислювання робляться і при виведенні зображень на принтері.

Перетворення векторного зображення в растрове називається растрування. Відкриття векторного формату в редакторі растрової графіки, наприклад в Adobe Photoshop автоматичне переводить зображення в

растрове, виняток становлять шрифти (які, по суті, є векторними об'єктами) за умови, що вони встановлені на комп'ютері.

Таким чином, перетворення векторного зображення в растрове проходить досить легко.

Зворотний перехід набагато важче. Неможливо отримати векторне зображення з растрового простим збереженням у векторному форматі. Векторні зображення можна або створювати від руки, або перетворити з растрових зображень програмами трасування, які, однак, не забезпечують належної якості. Крім того, метод трасування вимагає достатнього досвіду роботи, як в векторній графіці, так і в растровій.

Таким чином, для векторних зображень можна виділити наступні переваги:

- легке масштабування без втрати якості; величезна точність (до сотої частки мікрона);

- невеликий розмір файлу порівняно з растровим зображенням;

- висока якість друку;

- відсутність проблем з експортом векторного зображення в растрове;

- можливість редагування кожного елемента окремо.

Недоліки:

- створення складних художніх векторних зображень важке завдання і вимагає високих навичок і великих витрат часу;

- неможливість застосування великої бібліотеки ефектів, які можуть використовуватися в роботі з растровими зображеннями.

### **2.3. Загальні правила побудови і оформлення креслення**

Креслення деталі - це технічний документ, що містить всю необхідну для її виготовлення і контролю інформацію. Тому креслення деталей зберігаються в архівах конструкторської організації та підприємства, які спроектували й виготовили виріб, весь період його експлуатації. Інакше

кажучи, креслення деталей будь-якого виробу є документами постійного зберігання. Надходження виробу в експлуатацію супроводжується паспортом та інструкцією з експлуатації. Тому в разі виходу виробу з ладу через знос або руйнування будь-якої деталі виникає необхідність у зверненні до підприємству-виробнику для отримання нової деталі. Це, як правило, вимагає деякого часу. Тому у випадках, коли необхідно відновити працездатність виробу протягом короткого періоду часу і є відповідні умови, вдаються до самостійне виготовлення потрібної деталі. А оскільки креслення деталі у експлуатаційників немає, то його створюють самостійно. Таке креслення потрібне тільки для виготовлення цієї деталі, тому потреба в його тривалому зберіганні відсутня. У таких випадках державний стандарт дозволяє використовувати документ тимчасового зберігання, який називається ескізом. При цьому під ескізом розуміють креслення, яке виготовлено від руки, без дотримання масштабу, але з обов'язковим дотриманням пропорцій. Всі інші вимоги аналогічні вимогам, що пред'являються до креслення.

Креслення деталі містить значну кількість різноманітної інформації (про конструктивні форми, розміри, чистоти обробки поверхонь, матеріалі та ін.). Основною вимогою при цьому є уявлення на ньому достатнього для виготовлення і контролю виробу кількості інформації. У деяких випадках цю вимогу можливо виконати шляхом подання мінімальної, але достатньої кількості інформації кожного типу окремо. Однак в більшості випадків настільки прямолінійний підхід не може привести до баженого результату. Тому державними стандартами передбачається можливість вирішення цього завдання шляхом об'єднання деяких типів інформації в інший більш ємний тип інформації. Наприклад, відомо, що в загальному випадку для завдання циліндра досить двох видів, отриманих проєцируванням на паралельну і перпендикулярну його осі площини, і двох розмірів - висоти і діаметра окружності основи (рис.4).



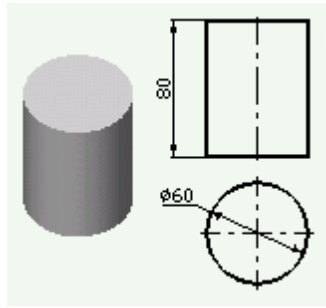


Рис.4

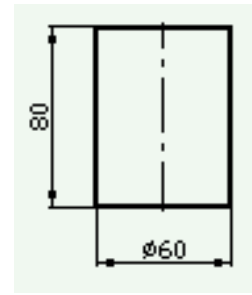


Рис.5

Однак в цьому випадку вид зверху містить надлишкову інформацію про форму даного об'єкту. Дійсно, окружність свідчить про циліндричної форми зображуваного об'єкта, але про це, хоча і побічно, свідчить умовний знак діаметра  $\phi$ , так як його присутність свідчить про наявність кола. Таким чином, у наявності дублювання інформації про форму розглянутого об'єкту. Усунути дублювання інформації можна шляхом переходу до однекартинного завдання циліндра (рис.5).

Очевидно, що цей підхід можна поширити на будь-яку поверхню обертання. Для цього достатньо задати утворюючу і діаметри відповідних окружностей (рис.6).

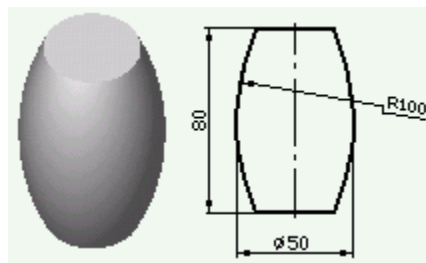


Рис.6

Крім умовного знака діаметра при завданні форм просторових об'єктів використовуються і інші умовні знаки, різного роду умовності і спрощення. Їх зміст, призначення і умови використання будуть розглядатися по ходу викладу матеріалу.

Вимога до нанесення на кресленні деталі мінімальної, але достатньої для її виготовлення і контролю інформації без будь-яких обмежень передбачає можливість вирішення цього завдання різними шляхами. Однак вибір оптимального варіанта в ряді випадків вимагає певного рівня

підготовки. Крім того, державними стандартами не передбачено жорстка регламентація порядку побудови креслення, що викликає додаткові труднощі у недостатньо досвідчених виконавців. Тому розглянемо на прикладі загальний порядок побудови креслення (або ескізу), базуючись на накопиченому багатьма поколіннями конструкторів досвіді.

Нехай необхідно побудувати креслення геометричної моделі, представленої на рис.7. Це правильний п'ятигранник з двома наскрізними вирізами. Висота п'ятигранника 100 мм, діаметр описаного навколо його основи окружності - 90 мм. Один з вирізів має загальну вісь з п'ятигранником (правильна чотиригранна призматична поверхня зі стороною квадрата 45 мм). Другий виріз є циліндрична поверхня з діаметром основи - 45 мм. Ось циліндричній порожнини перпендикулярна осі п'ятигранника і перетинає її на середині висоти.

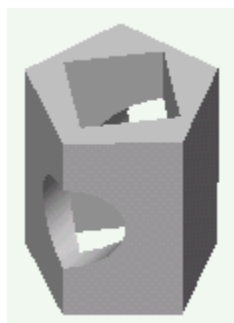


Рис.7

Основою креслення деталі є її зображення. Тому першим етапом будови креслення є вирішення питання про кількість і склад необхідних зображень.

Всі питання, пов'язані з використанням зображень на технічних кресленнях, регламентує ГОСТ 2.305-68 «Зображення - види, розрізи, перетини». Відповідно до цього стандарту зображення виробів повинні виконуватися шляхом ортогонального паралельного проектування. При цьому виріб має бути розташоване між спостерігачем і відповідної площиною проекцій.

Залежно від змісту зображення на кресленні підрозділяються на види, розрізи і перетину.

*Вид* - це зображення видимої спостерігачем частини поверхні деталі. Розрізняють основні, додаткові і місцеві види. Під основним розуміють вид, отриманий проєцюванням на одну з основних площин проєкцій. За основні площини проєкцій приймають шість граней куба, в який повільно поміщають деталь (рис. 8).

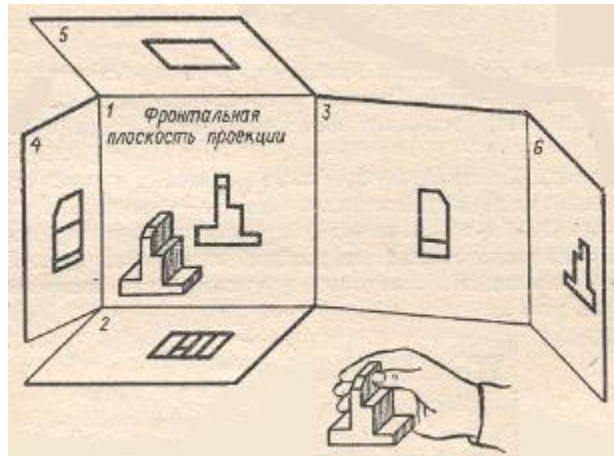


Рис. 8

При цьому деталь орієнтують таким чином, щоб як можна більша кількість її граней було паралельно площинах проєкцій і проєктувалося на них без спотворення. Таким чином, в загальному випадку можна отримати шість основних видів, назви яких визначаються напрямком проєктування: спереду, ззаду, зліва, справа, зверху, знизу.

У тих випадках, коли будь-який елемент виробу неможливо показати на одному з основних видів без спотворення його форми і розмірів, вдаються до побудови додаткових видів. Під додатковим розуміють вид, отриманий проєктуванням на додаткову площину проєкцій, тобто на площину, яка непаралельна жодній з основних площин проєкцій (рис.9). З цього випливає, що додаткових видів може бути безліч.

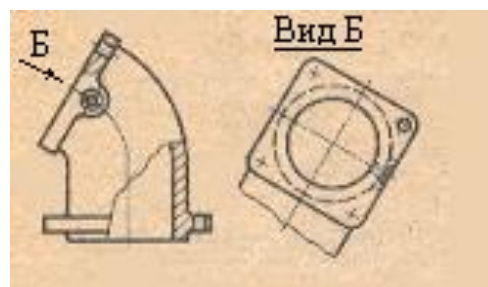


Рис.9

Місцевим видом називають зображення окремої ділянки поверхні об'єкта (рис.10). У загальному випадку місцевий вид обмежують лінією обриву. На кресленні місцевий вид позначають аналогічно позначенню додаткового виду.

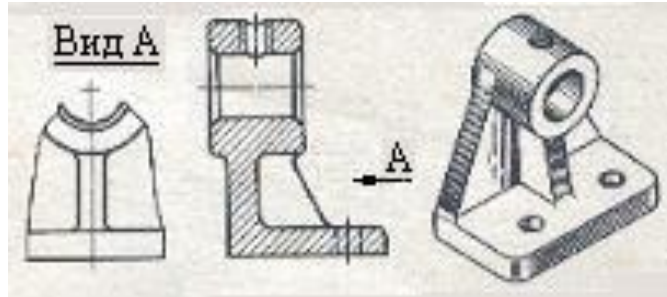


Рис.10

*Перетин* - це зображення, отримане в результаті уявного перетину об'єкта однієї або декількома площинами. При цьому на перетині показують тільки ту геометричну фігуру, яка знаходиться в січній площині. Якщо перетин отримано за допомогою однієї січної площини, його називають простим (рис.11), в протилежному випадку - складним.

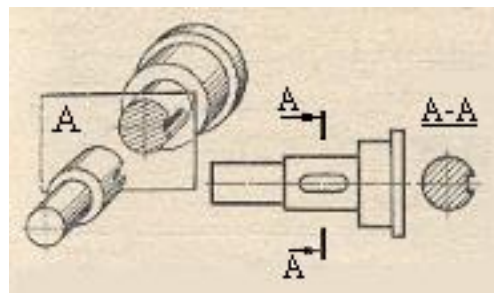


Рис.11

*Розріз* - це зображення, отримане в результаті уявного розсічення об'єкта однією або декількома площинами, при цьому уявне розсічення відноситься тільки до даного розрізу і не тягне за собою зміни інших зображень цього ж об'єкта. На розрізі показують те, що знаходиться в січній площині і за нею. Таким чином, розріз включає в себе розтин. Якщо розріз отриманий за допомогою однієї січної площини, його називають простим (рис.12), в іншому випадку - складним.

Існує і поняття місцевого розрізу. Це розріз обмеженої ділянки об'єкту (рис.13).

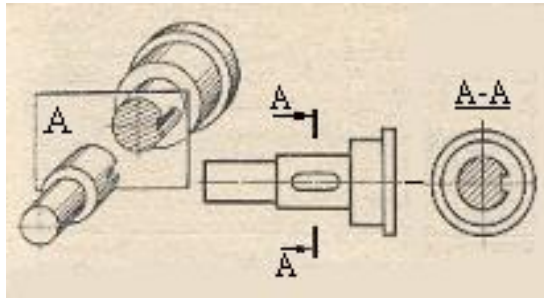


Рис. 12

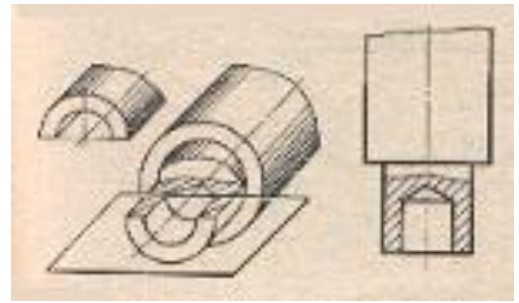


Рис. 13

У ряді випадків деталі містять дрібні конструктивні елементи (пази, канавки і ін.). Зображення яких в прийнятому масштабі креслення занадто малі для їх зображення. Такі конструктивні елементи на основних зображеннях показують спрощено, а для завдання їх конфігурації і розмірів використовують віддільні збільшені зображення, які називаються виносними елементами. Виносний елемент може відрізнитися від основного зображення по змісту (наприклад, основне зображення може бути видом, а виносний елемент - розрізом).

Встановимо необхідну кількість і склад зображень для побудови креслення даної моделі зображеної на рис.7.

Сумарна кількість всіх зображень на кресленні (видів, розрізів, перетинів і виносних елементів) має бути мінімальна, але достатня для створення повного уявлення про конструктивні формах об'єкта при застосуванні встановлених відповідно до стандарту умовних позначень, знаків і написів.

Оскільки будь-яка деталь має деяку форму, то слід почати з визначення кількості та складу основних видів.

Головним з основних видів вважається вид спереду. В якості головного вибирається такий вид, який дає найбільше уявлення про форму та розміри зображуваного об'єкта. Головний вид завжди наноситься на кресленні. Що ж стосується інших видів, то вони наносяться на кресленні тільки тоді, коли в цьому виникає потреба. Стосовно до нашої моделі в якості головного можна прийняти вид, представлений на рис.14. Однак по одному головному виду визначити конструктивну форму моделі не представляється можливим. Тому

необхідно використовувати ще який-небудь з основних видів. В даному випадку доцільно використовувати вид зверху чи знизу. З точки зору змісту на них інформації вони рівноцінні. У цих випадках перевагу віддають виду зверху.

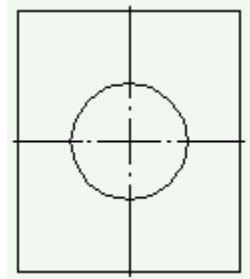


Рис.14

Основні види наносяться в проєкційному зв'язку з головним видом (рис.15). У зв'язку з цим вони не мають позначень. З урахуванням цього на кресленні моделі повинні бути представлені два основних види спереду і зверху (рис.16).

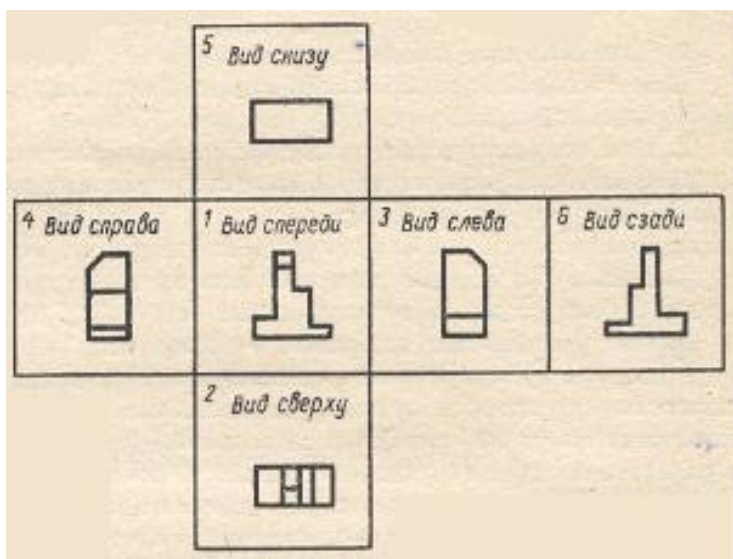


Рис.15

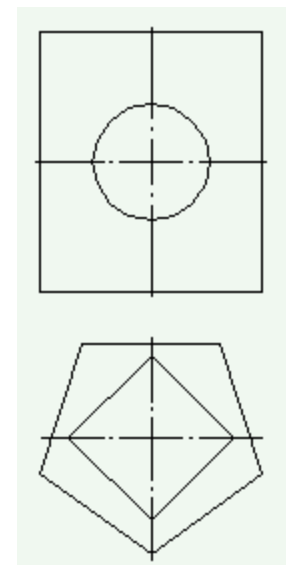


Рис.16

Ці два види повністю визначають конструктивні форми моделі і дають можливість нанести необхідні для її виготовлення розміри. Таким чином, вимогу державного стандарту можна вважати виконаною. Однак з метою більш докладного розгляду порядку будови і оформлення інших типів зображень доповнимо креслення ще видом зліва, а потім на кожному з видів виконаємо розрізи і на закінчення будуюмо винесене перетин, яке помістимо

під видом зліва. З урахуванням цих доповнень на кресленні моделі буде представлено чотири зображення (рис.17).

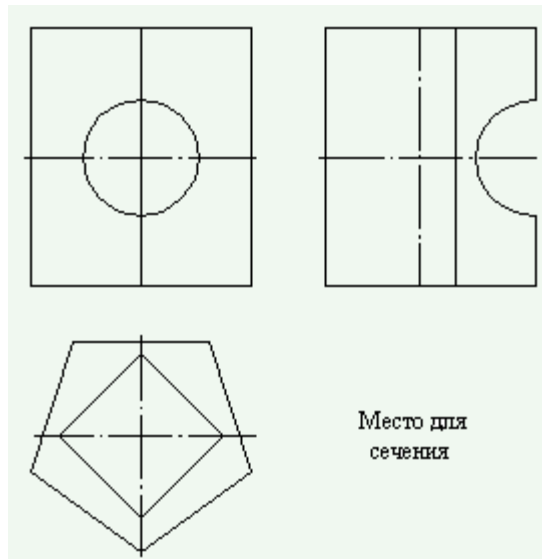


Рис. 17

Виберемо масштаб креслення. Під масштабом розуміють відношення лінійних розмірів виробу на кресленні до їх дійсних розмірів. Масштаб є фіксованою величиною, яка регламентується державним стандартом ГОСТ 2.302-68 «Масштаби». Державний стандарт рекомендує якомога ширше використовувати масштаб 1:1, а якщо він з яких-небудь міркувань виявляється неприйнятний, використовувати інші масштаби. Оскільки це питання жорстко не регламентовано державними стандартами, то він вирішується головним чином на підставі досвіду виконавця. При цьому основним критерієм для вибору масштабу є вимога до креслення, щоб вся представлена на ньому інформація (і в тому числі графічна) вільно і однозначно сприймалася. Тому зображення що подаються на кресленні повинні бути розраховані таким чином, щоб вони задовольняли цій вимозі. В даному випадку натуральний масштаб (1:1) цей вимоги задовольняє. Визначимо приблизні розміри поля креслення, необхідного для побудови прийнятих зображень:

Передня панель -  $100 \times 90$ ;

Вид згори -  $90 \times 90$ ;

Ліва частина -  $100 \times 90$ ;

Перетин (умовно) -  $90 \times 90$ .

Разом по висоті -  $100 + 90 = 190$ ;

Разом по ширині -  $90 + 90 = 180$ .

На кресленні повинні бути нанесені також розміри моделі і її елементів. Для цього між зображеннями необхідно вільний простір шириною 30 - 40 мм. Крім того, між зображеннями і лініями рамки креслення також має бути вільний простір приблизно такий же ширини. Отже, отримані розміри необхідно збільшити приблизно на 100 мм. Таким чином, розміри поля креслення повинні складати  $290 \times 280$  мм.

Креслення кожної деталі виконують на окремому форматі. Ця вимога пояснюється тим, що в загальному випадку деталі виготовляються на будь-яких підприємствах.

Під форматом розуміють прямокутний лист креслярського паперу (або будь-якого іншого твердого носія інформації), передбачених державним стандартом ГОСТ 2.301-68 «Формати».

Формати бувають основні і додаткові. Вихідним для основних беруть формат A0 з розмірами сторін  $841 \times 1189$  мм, площа якого дорівнює  $1 \text{ м}^2$ . Інші основні формати отримують шляхом послідовного поділу вихідного формату на дві рівні частини паралельно меншій стороні. Наприклад, шляхом ділення формату A0 на дві рівні частини получують два формату A1 з розмірами сторін  $594 \times 841$  мм і т.д. В якості основних передбачаються формати A0, A1, A2, A3 і A4. Крім того, допускається використання формату A5 з розмірами сторін  $148 \times 210$  мм.

Похідні формати утворюються шляхом збільшення коротких сторін основних форматів на величину, кратну їх розмірам. Позначення кратних форматів складається з позначень основних форматів і їх кратності. Наприклад, можна використовувати формат A4×3 з розмірами сторін  $297 \times 630$  мм.

На форматі наноситься рамка креслення з таким розрахунком, щоб зліва було поле шириною 20 мм (для підшивки), а з усіх інших боків - по 5





7 - порядковий номер аркуша (на документах, що складаються з одного аркуша, графу не заповнюють);

8 - загальне число аркушів документа (графу заповнюють тільки на першому аркуші);

9 - найменування або розпізнавальний індекс підприємства, котрий випустив документ (графу заповнюють, якщо розпізнавальний індекс міститься в позначенні документа);

10 -13 - характер роботи, що виконується особами, що підписують документ, їх прізвища та підписи, дата підписання;

14 - 18 - зміни відповідно до ГОСТ 2.503-74.

Внутрішня частина формату, обмежена лініями рамки і основного напису, називається робочим полем креслення.

Виберемо необхідний для побудови креслення формат.

Порівняємо отримані необхідні розміри поля креслення з розмірами поля креслення ходових форматів:

Розміри необхідного поля креслення -  $290 \times 280$ ;

Розміри поля креслення форматів:

A3 -  $287 \times 395$ ;

A4 -  $287 \times 232$ ;

A5 -  $83 \times 185$ .

З цього зіставлення випливає, що найбільш відповідає необхідним розмірами формат A3: по висоті він практично збігається з необхідною висотою поля креслення, а за шириною перевищує її приблизно на 115 мм. Відповідно до існуючих рекомендацій яка надається на робоче поле креслення, інформація повинна розміщуватися рівномірно і займати не менше  $\frac{3}{4}$  його площі. Однак ця рекомендація не носить законодавчого характеру і не у всіх випадках може бути виконана. Тому прийmemo формат A3.

**Контрольні питання.**

Перерахуйте переваги і недоліки векторної графіки.

Формати векторної графіки ви знаєте?

Які два способи представлення зображень Ви знаєте?