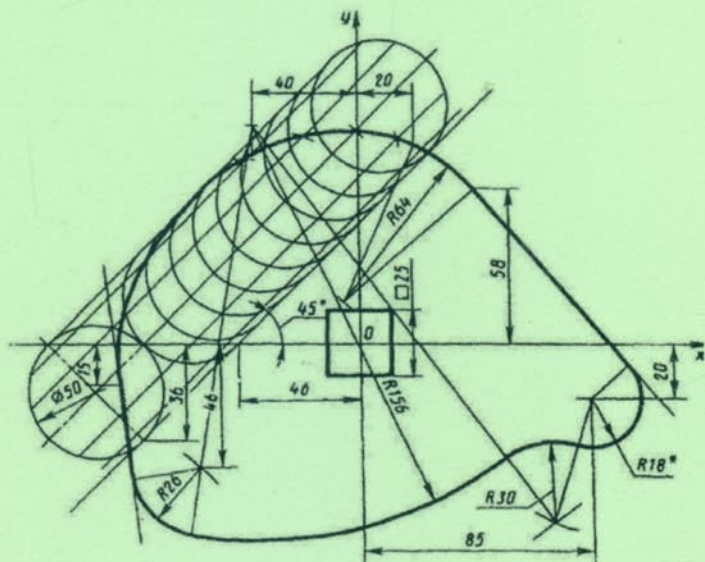


КРЕСЛЕННЯ

Частина 1. Теоретичні основи геометричного креслення



Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

А. Г. Буда, О. П. Мельник, М. С. Гречанюк

КРЕСЛЕННЯ

Частина 1. Теоретичні основи геометричного креслення

Навчальний посібник

Вінниця
ВНТУ
2016

УДК 744(075)
ББК 22.151.3я73
Б90

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 10 від 31 березня 2016 р.)

Рецензенти:

О. Н. Романюк, доктор технічних наук, професор

В. Ф. Анісімов, доктор технічних наук, професор

М. Г. Прадівляний, кандидат педагогічних наук, доцент

Буда, А. Г.

Б90 Креслення. Частина 1. Теоретичні основи геометричного креслення : навч. посіб. / Буда А. Г., Мельник О. П., Гречанюк М. С. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 85 с.

Посібник містить розділи геометричного креслення з використанням державних стандартів.

Кожен розділ містить розширені методичні вказівки, пояснення до виконання п'яти графічних завдань, зразки виконаних креслеників та індивідуальні варіанти завдань, що передбачені програмою курсу для іноземних слухачів з дисципліни «Креслення».

УДК 744(075)
ББК 22.151.3я73

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 КРЕСЛЯРСЬКИЙ ІНСТРУМЕНТ ТА МАТЕРІАЛИ. ЛІНІЇ. КУТИ.....	6
1.1 Креслярський інструмент.....	6
1.2 Креслярські матеріали	8
1.3 Різновиди ліній. Кути. Елементи кута. Вправи з побудови і вимірювання кутів	9
1.3.1 Прямі, криві та ламані лінії	9
1.3.2 Взаємне розташування прямих	10
1.3.3 Кути. Елементи кута.....	10
1.4 Трикутники, їх види, елементи та властивості.....	12
1.5 Чотирикутник. Елементи чотирикутника. Різновиди чотирикутників.....	14
1.6 Поняття кола і круга, їх елементи	15
1.6.1 Побудова кола за трьома точками, що не лежать на одній прямій	16
Запитання та вправи для самоконтролю знань	16
2 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНИКІВ. БАЗОВІ СТАНДАРТИ.....	17
2.1 ГОСТ 2.301–68 «Формати»	17
2.2 ГОСТ 2.104–2006 «Основні написи»	17
2.3 ГОСТ 2.302–68 «Масштаби».....	18
2.4 ГОСТ 2.303–68 «Лінії»	19
2.5 Методичні рекомендації до виконання графічної роботи № 1 «Лінії»	21
Запитання та вправи для самоконтролю знань	21
3 ШРИФТ КРЕСЛЯРСЬКИЙ. ГОСТ 2.304–81.....	23
3.1 Тип шрифту та його розміри. Великі та малі літери, цифри. Знаки та символи	23
3.2 Особливості конструкцій букв, цифр і знаків	23
3.3 Методичні рекомендації до виконання графічної роботи № 2 «Шрифти»	24
Запитання для самоконтролю знань	25
4 ГЕОМЕТРИЧНІ ПОБУДОВИ.....	26
4.1 Поділ відрізка та кута на однакові частини.....	26
4.2 Багатокутники. Поняття вписаного й описаного багатокутника	28
4.2.1 Описаний та вписаний правильний багатокутник.....	29
4.3 Поділ кола на однакові частини за допомогою циркуля.....	29
4.4 Приклади побудови правильних багатокутників.....	30
4.5 Методичні рекомендації до виконання графічної роботи № 3 «Поділ кола на однакові частини».....	31
Запитання та вправи для самоконтролю знань	31

5 СПРЯЖЕННЯ В КОНТУРАХ ДЕТАЛЕЙ.....	33
5.1 Різновиди спряжень	33
Запитання для самоконтролю знань	38
6 ЦИРКУЛЯРНІ ТА ЛЕКАЛЬНІ КРИВІ	39
6.1 Циркулярні криві.....	39
6.2 Приклади використання кривих у контурах деталей машин.....	40
6.3 Лекальні криві.....	41
6.4 Методичні рекомендації до виконання графічної роботи № 4 «Спряження»	44
Запитання та вправи для самоконтролю знань	44
7 ПРАВИЛА НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ. ГОСТ 2.307–2011	46
7.1 ГОСТ 2.307–2011 «Нанесення розмірів та граничних відхилень» ...	46
7.1.1 Розмірні та виносні лінії. Стрілки. Розмірні числа	46
7.1.2 Знаки. Буквені позначення. Радіуси та діаметри	47
7.1.3 Побудова уклону та конусності	47
7.1.4 Лінійні та кутові розміри	49
7.1.5 Нанесення розмірів кіл та дуг, однакових елементів	50
7.2 Проставлення розмірів. Різновиди баз при нанесенні розмірів	54
7.3 Методичні рекомендації до виконання графічної роботи № 5 «Нанесення розмірів»	56
7.3.1 Послідовність нанесення розмірів для вала.....	56
7.3.2 Послідовність нанесення розмірів для пластини	58
Запитання та вправи для самоконтролю знань	60
7.4 Контрольні тести до теми «Нанесення розмірів»	62
8 ОСНОВИ ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ В СЕРЕДОВИЩІ КОМПАС–3D....	65
8.1 Загальні відомості.....	65
8.2 Панелі інструментів	65
8.3 Створення нових документів	68
8.4 Інструментальні засоби геометричної побудови об'єктів системи КОМПАС–3D.....	70
8.5 Створення робочого кресленика.....	71
Запитання та вправи для самоконтролю знань	79
УКРАЇНСЬКО-РОСІЙСЬКО-АНГЛІЙСЬКИЙ СЛОВНИК ДЕЯКИХ ТЕРМІНІВ.....	80
ЛІТЕРАТУРА.....	84

ВСТУП

Навчальне видання складено відповідно до програми.

Як відомо, креслення є міжнародною мовою техніки. За допомогою креслення інженер (технік) передає свою уяву про технічний об'єкт, а робітник втілює це на практиці. Ефективне та якісне використання засобів сучасної техніки неможливе без чіткого розуміння креслень, схем та інших конструкторських документів.

Курс креслення є першим етапом конструкторської і технологічної підготовки інженера. За ним розглядаються курси загального проектування (деталей машин, деталей приладів), далі – ті або інші спеціальні курси залежно від напрямку діяльності. Без вивчення предметів, що стосуються технології виробництва (зазвичай їх викладають у вузах на старших курсах), допусків і технічних вимірювань, верстатів, обробного інструменту, і ряду інших, неможливо навчитися виконувати кресленики та інші конструкторські документи, які відповідають вимогам виробництва.

На кожному з етапів професійної підготовки вивчаються технічні дисципліни, які дозволяють поступово наближати зміст навчальних робіт до виробничих конструкторських документів (креслеників).

Креслення є практично єдиною дисципліною, яка формує інженерне мислення. Це визначає значення і зміст курсу креслення. Загальна його мета – навчити студентів виконувати конструкторську документацію, призначену для виготовлення як простих, так і складних виробів.

Насамперед іноземні студенти повинні володіти термінами, що вживаються при вивченні головних побудов, які належать до курсу геометричного креслення. Задача слухача – вивчити основи геометричного креслення, що сприяє розвитку логічного мислення, та набути певних практичних навичок.

Усі конструкторські документи оформляють відповідно до вимог діючих стандартів, що забезпечує єдину технічну мову і термінологію, взаємообмін конструкторською документацією між підприємствами без її переоформлення, використання цієї документації у системах автоматизованого проектування.

У посібнику використані базові Державні стандарти Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД) та розглянуті деякі питання автоматизованого проектування САД-системи.

У кінці кожного розділу містяться питання до самоперевірки, а також рекомендуються певні вправи для закріплення матеріалу.

1 КРЕСЛЯРСЬКИЙ ІНСТРУМЕНТ ТА МАТЕРІАЛИ. ЛІНІЙ. КУТИ

1.1 Креслярський інструмент

Якість виконання креслеників залежить від креслярського приладдя та від того, як користуватися ним.

Для виконання графічних робіт як креслярський інструмент застосовують:

а) креслярські дошки, виготовлені з м'яких порід деревини або із спеціальних пластмас розмірами 500×700, 700×1000, 1000×1300 мм та ін.;

б) готовальня – набір креслярських інструментів у спеціальному футлярі (рис. 1.1, а). Зазвичай до складу готовальні входять циркуль – вимірник (циркуль вимірювальний) (рис. 1.1, б), циркуль креслярський (рис. 1.1, в), кронциркуль («балеринка») (рис. 1.1, г) та інші інструменти. *Циркуль (dividers)* призначений для проведення дуг кіл малого, середнього та великого діаметрів (рис. 1.1, д, е);

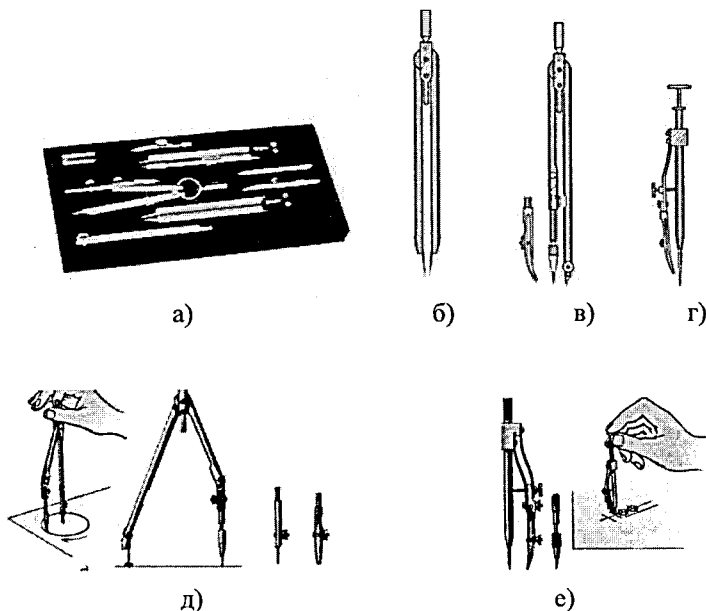


Рисунок 1.1 – Креслярські інструменти (*drawing instrument*)

в) лінійки і косинці. Разом з лінійкою або рейсшиною креслярські косинці (рис. 1.2) застосовують для проведення перпендикулярних і паралельних ліній (рис. 1.3), побудови деяких кутів;

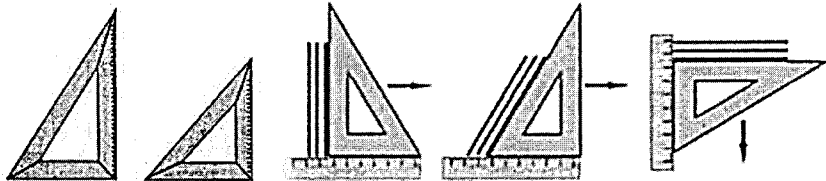


Рисунок 1.3 – Проведення перпендикулярних і паралельних ліній

Рисунок 1.2 –
Косинці креслярські:

- а) – з кутами
90°, 30°, 60°;
б) – з кутами 90°, 45°

г) транспортир – півкруг, поділений на 180°, нижню частину якого з'єднано з лінійкою, на якій центр позначено рискою. Транспортир призначений для побудови та вимірювання кутів (рис. 1.4);

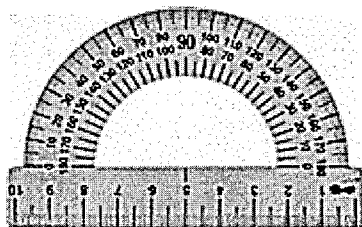


Рисунок 1.4 – Транспортир

д) лекало – фігурна лінійка з криволінійними обрисами, що слугує для наведення кривих (лекальних) ліній, побудованих по точках. Один з різновидів лекал показано на рис. 1.5;



Рисунок 1.5 – Один з різновидів лекал

е) рейшина – довга лінійка з короткою планкою, що прикріплюється під прямим кутом до одного кінця лінійки і яку застосовують для проведення паралельних ліній (рис. 1.6).

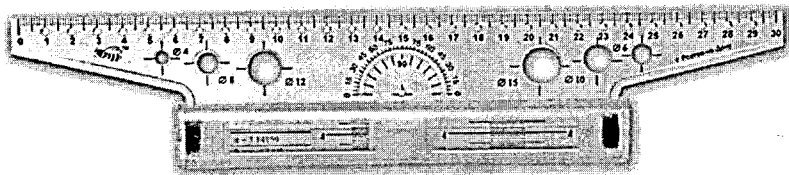


Рисунок 1.6 – Рейсшина

1.2 Креслярські матеріали

Креслярський папір – цупкий білий папір, який виготовляють з вибіленої деревної целюлози. На папері з гладкою поверхнею виконують кресленик тушшю, а на папері з шорсткою поверхнею – олівцем. Кращим креслярським папером є ватман.

Міліметровий папір – це папір з нанесеною на ньому сіткою міліметрових квадратів. Кожна десята лінія товстіша за інші дев'ять для виділення сантиметрових квадратів. Такий папір застосовують для виконання діаграм, графіків, ескізів.

Калька – це прозорий водонепроникний аркуш паперу або іншого матеріалу з гладкою поверхнею, її використовують для зняття копій тушшю з креслеників. Зняття копій олівцем виконують на прозорому креслярському папері з матовою поверхнею (олівцевій кальці).

Олівець (pencil). Охайність і точність виконання кресленика значною мірою залежать від правильно вибраного та заточеного олівця.

Залежно від ступеня твердості стержня олівця вони позначаються:

Тверді олівці позначаються *T, 2T, 3T, ...* (аналог позначення імпорتنних олівців – *H, 2H, 3H, ...*), вони використовуються для виконання креслеників у тонких лініях.

М'які олівці позначаються *M, 2M, 3M, ...* (аналог позначення імпорتنних олівців – *B, 2B, 3B, ...*), вони використовуються для обведення контуру креслеників.

Олівці середньої твердості позначаються *MT* (аналог позначення імпорتنних олівців – *HB, F*).

Олівець потрібно заточувати у вигляді конуса і постійно підтримувати його графічний стержень у гостро заточеному стані за допомогою дуже дрібної наждачної шкурки (рис. 1.7).

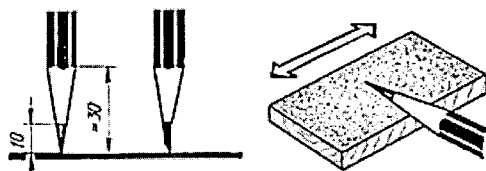


Рисунок 1.7 – Підготовка креслярського олівця до роботи

Туш – це чорна або кольорова рідина, яка на відміну від чорнила після висихання не розчиняється водою. Як правило, туш використовують для обведення та копіювання креслень.

Гумка (*rubber*). Для видалення допоміжних і помилково проведених ліній на кресленні, а також забруднень користуються гумками – м'якими для олівця й твердими для туші.

Кресленик, призначений для разового використання у виробництві, допускається виконувати олівцем у вигляді ескізних конструкторських документів.

1.3 Різновиди ліній. Кути. Елементи кута. Вправи з побудови і вимірювання кутів

1.3.1 Прямі, криві та ламані лінії

Лінії бувають прямі (рис. 1.8, а), ламані (рис. 1.8, б) та криві (рис. 1.8, в). Лінія (*line*), що складається з кількох відрізків, жодні два суміжні з яких не належать одній прямій, називається ламаною.

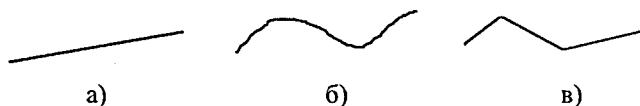


Рисунок 1.8 – Різновиди ліній

Частину прямої, що обмежена точкою *A* (рис. 1.9, а), називають променем, а частину прямої лінії між точками *A* та *B* (рис. 1.9, б) – відрізком.



Рисунок 1.9 – Промінь (*beam*) та відрізок (*stretch*)

Пряма (*straight line*) може бути горизонтальною (рис. 1.10, а), вертикальною (рис. 1.10, б) або похилою (рис. 1.10, в).

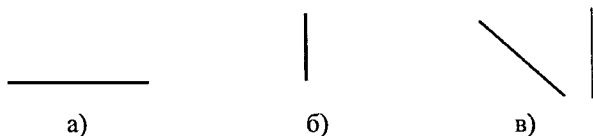


Рисунок 1.10 – Розташування прямої

Точка (*point*) та пряма – основні поняття геометрії на площині. Пряма лінія нескінченна; через будь-які дві точки площини можна провести пряму, причому тільки одну.

Лінії позначають малими літерами латинського алфавіту – $a, b, c, d...$
Точки позначають великими літерами латинського алфавіту – $A, B, C, D...$

1.3.2 Взаємне розташування прямих

На рис. 1.11, а) показані *паралельні прямі* (*parallel lines*). Відстань між паралельними прямими однакова у будь-якому місці. Паралельні прямі позначають $a \parallel b$.

На рис. 1.11, б) показані *пересічні прямі* (*concurrent lines*). Вони мають одну спільну точку K . Пересічні прямі позначають $a \cap b = K$.

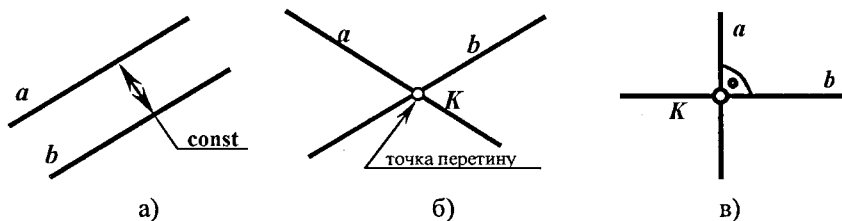


Рисунок 1.11 – Взаємне розташування прямих

При перетині двох ліній утворюється *кут* (*angle*). Кут може бути гострим, прямим, тупим, розгорнутим.

Якщо пересічні прямі утворюють прямий кут $a \perp b = K$ – це *перпендикулярні прямі* (*perpendicular lines*). Пряма a є перпендикулярною до прямої b . Пряма b є перпендикулярною до прямої a . Такі прямі позначаються $a \perp b$ або $b \perp a$ (рис. 1.11, в).

1.3.3 Кут. Елементи кута

Два промені, які виходять з однієї точки, утворюють кут. Кожен промінь a, b називається стороною кута, їх спільна точка A – вершиною кута (рис. 1.12).

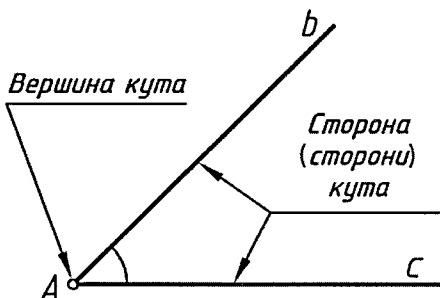


Рисунок 1.12 – Поняття кута

Кут може бути гострим, прямим, тупим, розгорнутим (рис. 1.13). Величина кута вимірюється в градусах або радіанах. Гострий кут менше 90° або менше $\pi/2$ радіан (рис. 1.13, а). Прямий кут дорівнює 90° або $\pi/2$ радіан (рис. 1.13, б). Тупий кут більше 90° або більше $\pi/2$ радіан (рис. 1.13, в). Розгорнутий кут дорівнює 180° або π радіан (рис. 1.13, г).

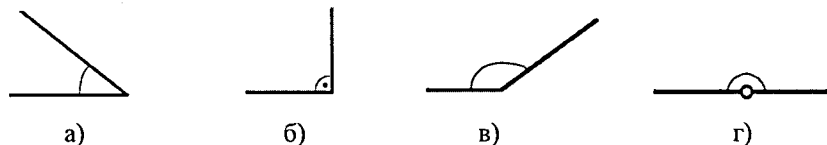


Рисунок 1.13 – Різновиди кутів

Дві пересічні прямі утворюють чотири кути (рис. 1.14). Два кути, сторони одного з яких є продовженнями сторін іншого, називаються *вертикальними* (кути 1 та 3, 2 та 4). Два кути, у яких одна сторона спільна, а дві інші складають пряму лінію, називаються *суміжними* (кути 1 та 2, 2 та 3, 3 та 4, 4 та 1).

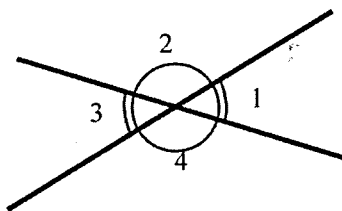


Рисунок 1.14 – Вертикальні та суміжні кути

За допомогою транспортира (рис. 1.15) можна побудувати будь-який кут.

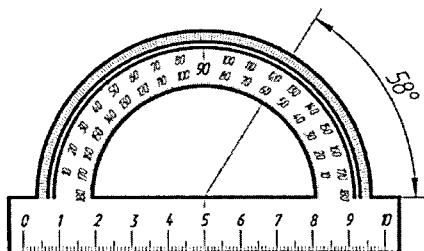


Рисунок 1.15 – Побудова кута за допомогою транспортира

Щоб побудувати кути в 15° , 30° , 45° , 60° , 75° , 105° , можна використати косинці (рис. 1.16).

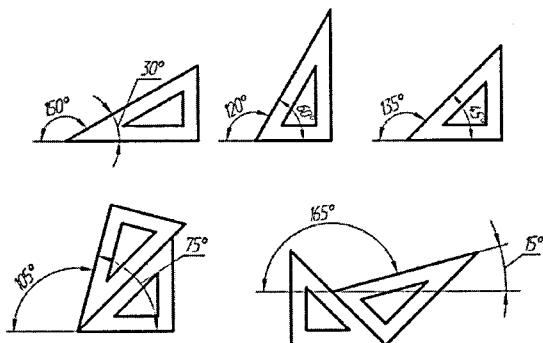


Рисунок 1.16 – Побудова кутів в 15° , 30° , 45° , 60° , 75° , 105°

Пряма, що проходить через вершину кута та ділить кут на дві рівні частини, називається *бісектрисою кута* (рис. 1.17).

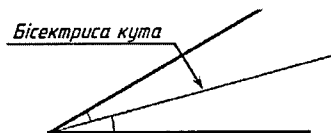


Рисунок 1.17 – Бісектриса кута (*bisector of angle*)

1.4 Трикутники, їх види, елементи та властивості

Трикутником називається фігура, що складається з трьох точок, які не лежать на одній прямій, і трьох відрізків, що попарно з'єднують ці точки (рис. 1.18). Сторони та кути трикутника – це його основні елементи.

Точки A , B , C називаються *вершинами трикутника*, відрізки AB , BC , CA – *сторонами трикутника*. Трикутник має три вершини і три сторони. Трикутник позначається за назвами його вершин. Трикутник ABC має вершини A , B , C і сторони AB , AC , BC .

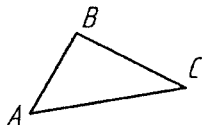


Рисунок 1.18 – Трикутник (*triangle*)

Трикутник, усі сторони якого різні (рис. 1.19, а), називається *різнобічним*.

Трикутник, усі сторони якого рівні (рис. 1.19, б), називається *рівнобічним (правильним)*.

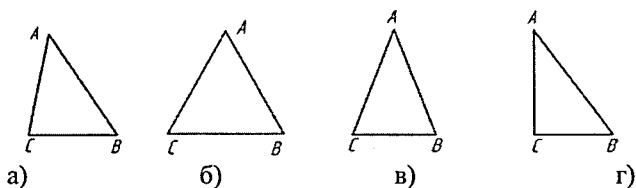


Рисунок 1.19 – Різновиди трикутників

Трикутник, дві сторони якого рівні (рис. 1.19, в), називається *рівнобедреним*. Рівні сторони AC , AB трикутника називаються *бічними сторонами*, а третя сторона CB – називається *основою* рівнобедреного трикутника, а протилежна їй вершина A – *вершиною* рівнобедреного трикутника.

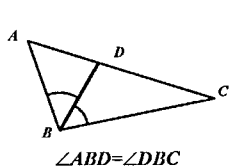
Трикутник, один із кутів якого прямий (рис. 1.19, г), називається *прямокутним* трикутником. Сторони прямокутного трикутника мають особливі назви: сторона AB , що лежить проти прямого кута, називається *гіпотенузою*, інші сторони AC , CB – *катетами*.

Крім того, у трикутнику можна побудувати три бісектриси, три висоти і три медіани.

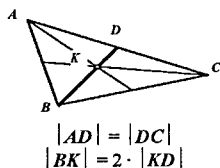
Бісектрисою трикутника називають відрізок бісектриси кута трикутника від його вершини до протилежної сторони – BD ; всі три бісектриси трикутника перетинаються в одній точці (рис. 1.20, а).

Медіаною трикутника називають відрізок, що з'єднує вершину трикутника із серединою протилежної сторони – BD ; усі три медіани трикутника перетинаються в одній точці K , у якій кожна медіана ділиться у відношенні 2:1, якщо рахувати від вершини (рис. 1.20, б).

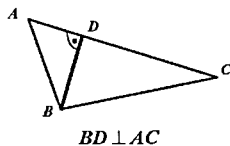
Висотою трикутника називають відрізок перпендикуляра, що опущений з вершини кута на протилежну сторону або її продовження – BD ; усі три висоти трикутника перетинаються в одній точці (рис. 1.20, в).



а) BD – бісектриса (*bisector*)



б) BD – медіана (*median*)



в) BD – висота (*height*)

Рисунок 1.20 – Побудова трьох бісектрис, медіан та висот

1.5 Чотирикутник. Елементи чотирикутника. Різновиди чотирикутників

Чотирикутником називається фігура (рис. 1.21), яка складається з чотирьох точок і чотирьох відрізків, що послідовно їх з'єднують. При цьому жодні три з даних точок не повинні лежати на одній прямій, а відрізки, які їх з'єднують, не повинні перетинатися. Дані точки A, B, C, D називаються *вершинами* чотирикутника, а відрізки AB, BC, CD, DA , що їх з'єднують, – *сторонами* чотирикутника.

Вершини чотирикутника називаються *сусідніми*, якщо вони є кінцями однієї з його сторін, інші вершини – *протилежними*. Відрізки, що з'єднують протилежні вершини чотирикутника, називаються *діагоналями*.

Сторони чотирикутника, що виходять з однієї вершини, називаються *сусідніми сторонами*. Сторони, які не мають спільного кінця, називаються *протилежними сторонами*. *Периметр* (*perimeter*) чотирикутника – сума довжин усіх його сторін.

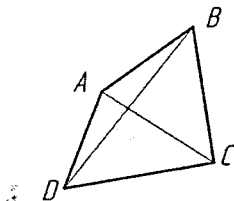


Рисунок 1.21 – Чотирикутник (*quadrangle*)

Паралелограм (*parallelogram*) – це чотирикутник, у якого протилежні сторони паралельні (рис. 1.22, а).

Прямокутник (*rectangle*) – це паралелограм, у якого всі кути прямі (рис. 1.22, б).

Ромб (*rhomb*) – це паралелограм, у якого всі сторони рівні (рис. 1.22, в).

Квадрат (*square*) – це прямокутник (правильний чотирикутник), у якого всі сторони рівні (рис. 1.22, г).

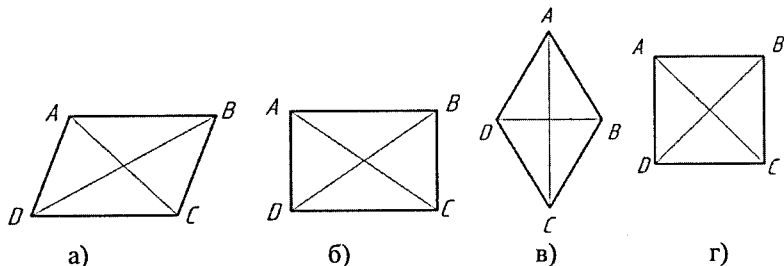


Рисунок 1.22 – Різновиди чотирикутників

Трапеція – чотирикутник, у якого паралельні тільки дві протилежні сторони AB та DC (рис. 1.23, а). *Основи* трапеції – дві паралельні сторони AB , DC ; *бічні сторони* – дві інші AD , BC . *Висотою* трапеції називається відрізок, перпендикулярний до прямих, що містять основи трапеції, і з кінцями на цих основах.

Рівнобічна трапеція – це трапеція, у якої бічні сторони (рис. 1.23, б) рівні. **Прямокутна трапеція** – це трапеція, одна бічна сторона AD якої перпендикулярна до її основ AB , DC (рис. 1.23, в). У прямокутній трапеції два кути прямі, один гострий і один тупий.

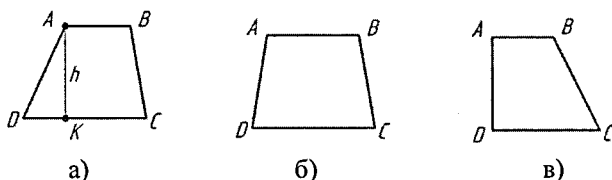


Рисунок 1.23 – Трапеція (trapeze)

1.6 Поняття кола і круга, їх елементи

Коло – це фігура (рис. 1.24, а), б), що складається з усіх точок площини, рівновіддалених від деякої точки O . Дана точка O має назву *центр кола*. Відрізок, що з'єднує центр кола з будь-якою точкою кола (KO), називають *радіусом* r . Відрізок MN , що з'єднує дві точки M та N кола, називають *хордою*. Хорду AB , що проходить через центр кола, називають *діаметром* d . Частиною кола є *дуга* (наприклад, c $[MN]$, рис. 1.24, в).

Коло (circle) разом з внутрішньою його частиною площини називають **кругом**. **Круг (cycle)** має *центр (center)*, *радіус (radius)*, *діаметр (diameter)* ті ж, що й у кола (рис. 1.24, г).

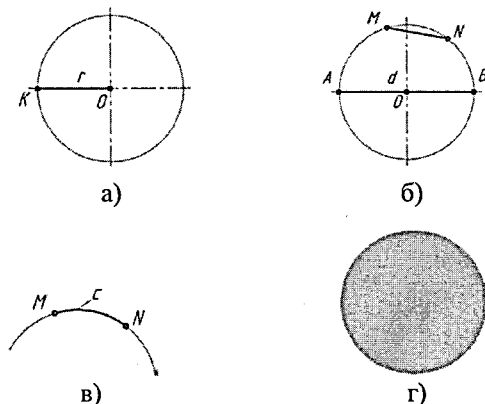


Рисунок 1.24 – Елементи кола

1.6.1 Побудова кола за трьома точками, що не лежать на одній прямій

Через три точки A , B і C (рис. 1.25, а), якщо вони не належать одній прямій (рис. 1.25, б), можна провести тільки одне коло. Центр цього кола лежить на перетині перпендикулярів (рис. 1.25, в), побудованих до відрізків AB та BC у їх серединах (рис. 1.25, г).

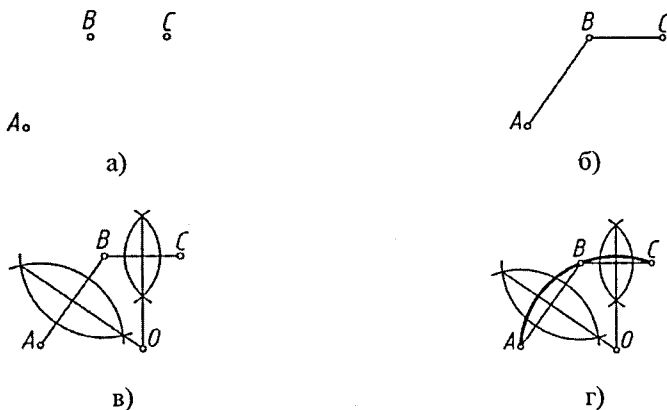
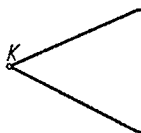


Рисунок 1.25 – Побудова кола через три задані точки

Запитання та вправи для самоконтролю знань

1. Якої конфігурації бувають лінії?
2. Які відміни існують при взаємному розташуванні паралельних та пересічних ліній?
3. Які бувають кути?
4. Які різновиди трикутників (чотирикутників) Вам відомі?
5. За допомогою чого можна побудувати показаний кут K ? Який це кут?



6. За допомогою транспортира побудуйте кути таких значень:
 12° , 97° , 90° , 102° , 8° , 45° , 120° , 180° , 270° .

2 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНИКІВ. БАЗОВІ СТАНДАРТИ

2.1 ГОСТ 2.301–68 «Формати»

Форматом є розмір аркуша паперу, на якому виконують *кресленик* (*drawing*) та інші конструкторські документи. *Формат* (*size*) визначається розмірами зовнішньої рамки, що виконується суцільною тонкою лінією. Головним форматом вибирають формат A0 з розмірами сторін 1189×841 мм, що має площу 1м². Послідовним діленням його на дві рівні частини паралельно до меншої сторони утворюються інші основні формати – A1, A2, A3 та A4.

Розрізняють основні та допоміжні формати. Розміри основних форматів наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні формати

Позначення	A0	A1	A2	A3	A4
Розміри сторін, мм	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297

Під час вивчення елементів кресленика студенти будуть використо-
вувати формати A3 та A4 (рис. 2.1, а), б).

Рамку кресленика (рис. 2.2) виконують суцільною основною лінією на відстані 5 мм від верхньої, нижньої та правої сторін зовнішньої рамки; з лівої сторони залишають поле шириною 20 мм, що слугує для підшивання та брошурування креслеників.

2.2 ГОСТ 2.104–2006 «Основні написи»

Кожний кресленик або конструкторський документ повинен мати основний напис, що розташовується в правому нижньому куті формату. Напис – це своєрідна характеристика кресленика, в якій приведені основні дані про зображений предмет: його назва, матеріал, масштаб тощо.

На рис. 2.2 зображений основний напис за формою 1 (ГОСТ 2.104–2006). Нижньою та правою межами напису є лінії рамки. На аркушах формату A4 основний напис розташовують вздовж короткої сторони аркуша; на аркушах форматів більших за формат A4 основний напис можна розташовувати вздовж довгої або короткої сторони аркуша.

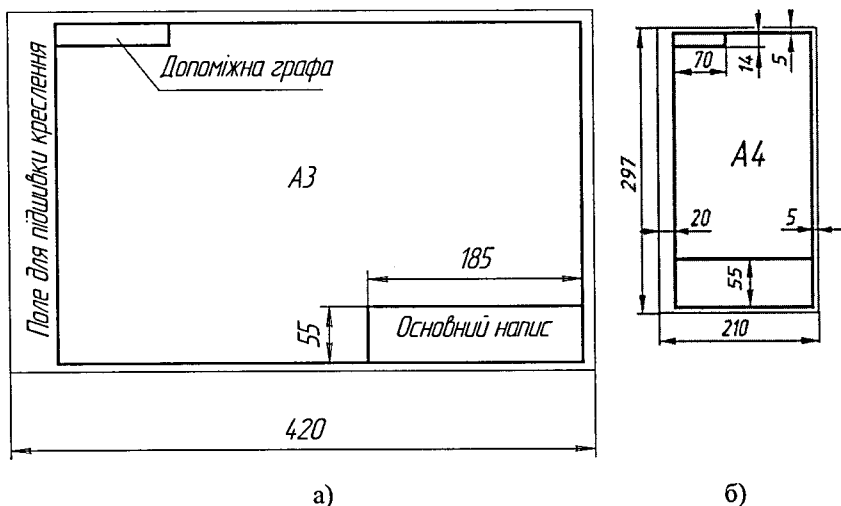


Рисунок 2.1 – Формати креслення

Надалі в графі (1) будемо вказувати назву креслення; у графі (2) – позначення креслення; у графі (3) – позначення матеріалу деталі; у графі (4) – масштаб зображення; у графі (5) – назву закладу та групу, а саме, ВНТУ, гр. _____.

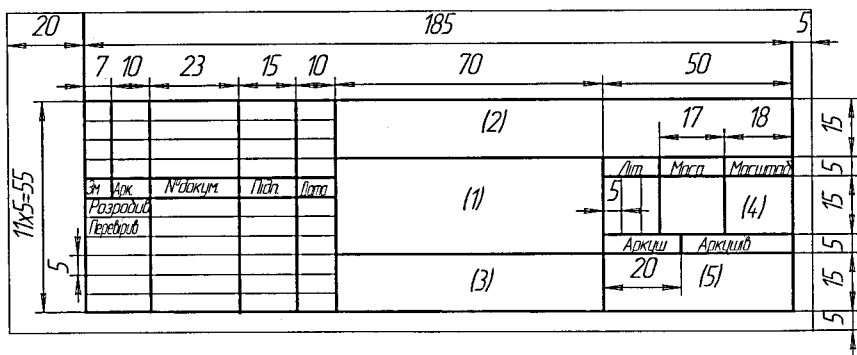


Рисунок 2.2 – Основний напис (title block)

2.3 ГОСТ 2.302–68 «Масштаби»

Масштабом називається відношення лінійних розмірів зображених на кресленні деталей до їхніх дійсних розмірів. За ГОСТ 2.302–68 на кресленнях застосовують масштаби, що наведені в табл. 2.2.

Незалежно від вибраного масштабу на зображеннях деталей вказують їхні дійсні розміри.

Таблиця 2.2 – Масштаби зображень

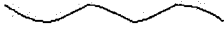
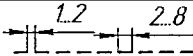
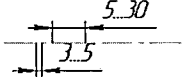
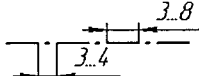
Масштаби зменшення	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Натуральна величина	1:1
Масштаби збільшення	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

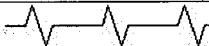
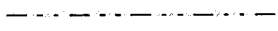
На креслениках *масштаб* (*scale*) вказується в графі основного напису «*Масштаб*». Масштаб зображення, що відрізняється від вказаного у основному написі, вказується над зображенням або поруч з позначенням зображення, наприклад: *A(2:1)*; *B-B(1:2)*.

2.4 ГОСТ 2.303–68 «Лінії»

Даний стандарт встановлює назви, накреслення й основні призначення ліній на креслениках усіх галузей промисловості й будівництва. Товщини основної лінії й основні призначення ліній повинні відповідати зазначеним у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Лінії креслеників

Типи ліній			
1	2	3	4
1	Суцільна основна	$s=0,5 \dots 1,4 \text{ мм}$	
2	Суцільна тонка	$s/3 \dots s/2$	
3	Суцільна хвиляста	$s/3 \dots s/2$	
4	Штрихова	$s/3 \dots s/2$	
5	Штрихпунктирна тонка	$s/3 \dots s/2$	
6	Штрихпунктирна потовщена	$s/2 \dots 2/3s$	

1	2	3	4
7	Розімкнена	$s \dots 1,5s$	
8	Суцільна тонка ламана	$s/3 \dots s/2$	
9	Штрихпунктирна з двома точками тонка	$s/3 \dots s/2$	

Приклади застосування ліній показані на рис. 2.3.

Товщина суцільної основної лінії s повинна бути в межах від 0,5 до 1,4 мм залежно від величини й складності зображення, а також від формату кресленика. Товщина ліній того самого типу повинна бути однакова для всіх зображень на відповідному кресленні, що виконуються в однаковому масштабі.

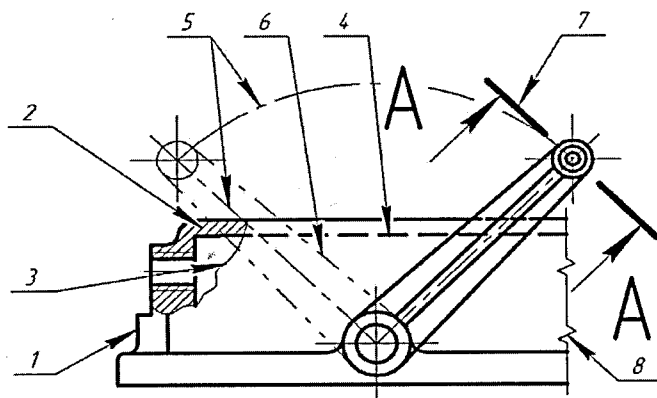


Рисунок 2.3 – Різновиди ліній

Суцільна основна лінія 1 використовується для викреслювання ліній переходу, видимого контуру та контуру перерізу, що входить до складу розрізу.

Суцільна тонка лінія 2 використовується для викреслювання розмірних, виносних ліній; ліній штриховки та виносок, полук ліній-виносок.

Суцільна хвиляста лінія 3 використовується для викреслювання обриву та ліній розмежування вигляду й розрізу.

Штрихова лінія 4 використовується для викреслювання ліній невидимого контуру.

Штрихпунктирна тонка лінія 5 використовується для викреслювання осевих та центрових ліній; перерізів, що є осями симетрії для накладених або винесених перерізів.

Штрихпунктирна лінія з двома точками тонка 6 використовується для викреслювання частин виробів у крайньому та проміжному положеннях та поверхонь.

Розімкнена лінія 7 використовується для викреслювання ліній розрізів та перерізів.

Суцільна тонка ламана лінія 8 використовується для викреслювання ліній обриву.

Довжину штрихів у штрихових і штрихпунктирних лініях потрібно вибирати залежно від величини зображення. Штрихи та проміжки між ними повинні бути приблизно однакової довжини.

Штрихпунктирні лінії повинні перетинатися й закінчуватися штрихами.

2.5 Методичні рекомендації до виконання графічної роботи № 1 «Лінії»

На форматі А3, з врахуванням ГОСТ 2.303–68 та ГОСТ 2.304–81, іноземному студенту рекомендується:

1) відносно одного центра довільно побудувати чотири кола з використанням різних ліній (основної, тонкої, штрихпунктирної, штрихової);

2) побудувати два фрагменти показаних ліній (основної, тонкої, штрихпунктирної, штрихової, хвилястої);

3) для одного із фрагментів виконати записи показаних ліній (малими буквами українського алфавіту).

Зразок виконаної роботи показаний на рис. 2.4. У лівій стороні аркуша формату А3 побудовано п'ять кіл рекомендованих ліній. Нижче під колами та на вільному місці формату А3 справа будують однакові фрагменти п'ятих ліній (основної, тонкої, штрихпунктирної, штрихової, хвилястої) та виконують записи їх назв.

Примітка. Назви, товщини та зображення рекомендованих ліній показані в табл. 2.3.

Запитання та вправи для самоконтролю знань

1. Які лінії креслеників встановлені ГОСТ 2.303–68?
2. У яких межах повинна бути товщина основної суцільної лінії?
3. Які співвідношення мають інші лінії?
4. Викресліть у зошиті показаний рис. 1.24, а). Укажіть, які типи ліній показані на рисунку.

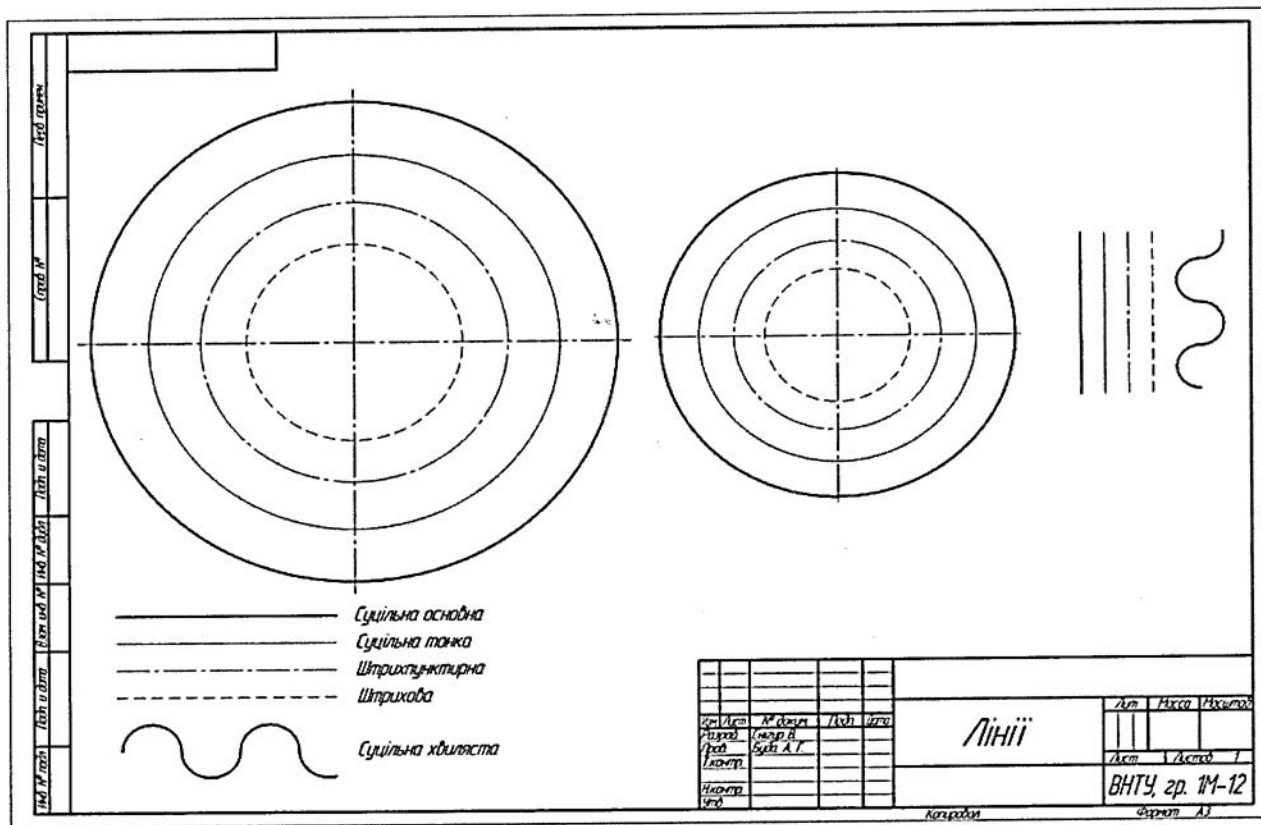


Рисунок 2.4 – Зразок (sample) виконання графічної роботи на тему «Лінії»

3 ШРИФТ КРЕСЛЯРСЬКИЙ. ГОСТ 2.304–81

3.1 Тип шрифту та його розміри. Великі та малі літери, цифри. Знаки та символи

Написи на креслениках виконують стандартним шрифтом відповідно до ГОСТ 2.304–81. Стандартом встановлено два типи шрифтів: тип *А* та тип *Б* (рис. 3.1, а), б), кожний з яких можна виконати без нахилу або з нахилом 75° до основи рядка. Основним параметром шрифту є його розмір h – висота великих букв у міліметрах, що виміряна за перпендикуляром до основи рядка. Стандартом встановлені такі розміри шрифту: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 20; 28; 40. Усі параметри шрифту типу *А* вимірюються кількістю часток, рівних $1/14$ частини розміру шрифту. Розміри найбільш використовуваних шрифтів наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Розміри шрифту

Великі букви і цифри					
Висота (розмір шрифту)	10/10 h	3,5	5,0	7,0	10
Ширина букв: <i>Б, В, Д, И, Е</i>	6/10 h	2,1	3,0	4,2	6,0
– <i>Ж, Ф, Ш, Щ</i>	8/10 h	2,8	4,0	5,6	8,0
– <i>А, М, Х, Ю</i>	7/10 h	2,5	3,5	4,9	7,0
– <i>Г, Е, З, С</i> и цифр: 2, 3, 5	5/10 h	1,8	2,5	3,5	5,0
– <i>І</i>	3/10 h	1,1	1,5	2,1	3,0
– <i>4</i>	6/10 h	2,1	3,0	4,2	6,0
Малі букви					
Висота букв: <i>а, з, е, ж, з</i>	7/10 h	2,5	3,5	5,0	7,0
– <i>б, в, д, р, у, ф</i>	10/10 h	3,5	5,0	7,0	10
Ширина букв: <i>а, б, в, г, д, е</i>	5/10 h	1,8	2,5	3,5	5,0
– <i>ж, т, ф, ш, щ</i>	7/10 h	2,5	3,5	4,9	7,0
– <i>м, ю</i>	6/10 h	2,1	3,0	4,2	6,0
– <i>з</i>	4,5/10 h	1,6	2,3	3,2	4,5
– <i>с</i>	4/10 h	1,4	2,0	2,8	4,0
Товщина ліній шрифту					
d	1/10 h	0,4	0,5	0,7	1,0
Відстань між буквами, цифрами і знаками					
a	2/10 h	0,7	1,0	1,4	2,0
Відстань між словами					
e	6/10 h	2,1	3,0	4,2	6,0
Відстань між основами рядків					
b	17/10 h	6,0	8,5	12	17

У навчальних цілях для студентів рекомендовано застосування шрифту *А*, висотою $h=10$ мм. Попередньо будують допоміжну сітку, що утворена тонкими лініями на відстані d , у яку вписують букви (рис. 3.1).

3.2 Особливості конструкцій букв, цифр і знаків

Великі букви. За їхнім написанням можна розділити на чотири групи. Букви першої групи – Г, Н, П, Т, Ц, Е, Ш, Щ, І утворені прямолінійними елементами, розташованими горизонтально або під кутом 75° до основи рядка. Букви другої групи – А, И, Ї, Х, К, Ж, М, Л, Д також утворені прямолінійними елементами, розташованими горизонтально, під кутом 75° до основи рядка похило або діагонально. Букви третьої групи Б, В, Р, У, Ч, Ї, Я, С, Є утворені прямолінійними й криволінійними елементами. Букви четвертої групи – О, 3, Ю, Ф в основному складаються з криволінійних елементів.

Малі букви. Із усього алфавіту тільки 15 малих букв за конструкцією відрізняються від відповідних прописних. В основі написання цих букв лежить конструкція елементів букви О.

Цифри. За характером написання арабські цифри поділяються на дві групи: цифри 1, 4, 7, що складаються тільки з прямолінійних елементів; цифри 2, 3, 5, 6, 8, 9, 0, що складаються з комбінації прямолінійних і криволінійних елементів.

3.3 Методичні рекомендації до виконання графічної роботи № 2 «Шрифти»

На форматі А4, з врахуванням ГОСТ 2.304–81, іноземному студенту рекомендується виконати записи букв (великих та малих) українського алфавіту та цифр (рис. 3.1) висотою $h=10$ мм за типом А.

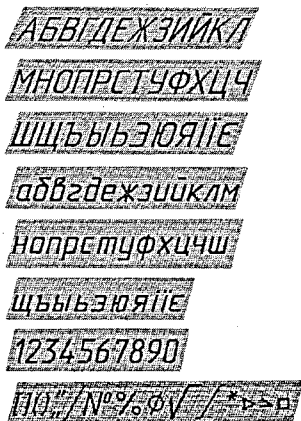


Рисунок 3.1 – Букви, цифри, знаки (letter, number, marks)

Зразок виконаної роботи показаний на рис. 3.2. У перших двох рядках записані великі букви українського алфавіту, у наступних двох – малі букви; в останньому рядку показано запис цифр.

Період введення		АБВГДЕЕЖЗИІЙКЛМНОП РСТУФХЦЧШЩЮЯЬ абвгдежзиййклмнопрс туфхцчшщюяь 1234567890																																													
Сторінка №																																															
Назва і дата																																															
Введення №																																															
Назва і дата		Шрифти																																													
Введення №																																															
Назва і дата																																															
Введення №																																															
Назва і дата																																															
Введення №																																															
Назва і дата		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Назва докум.</td> <td style="width: 15%;">Назва</td> <td style="width: 15%;">Дата</td> <td style="width: 15%;">Лист</td> <td style="width: 15%;">Масштаб</td> <td style="width: 15%;">Масштаб</td> </tr> <tr> <td>Розроб.</td> <td>Королевська Л. В.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td>Будя А. Г.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>І контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ІІ контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Читб.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>										Назва докум.	Назва	Дата	Лист	Масштаб	Масштаб	Розроб.	Королевська Л. В.					Проб.	Будя А. Г.					І контр.						ІІ контр.						Читб.					
Назва докум.	Назва	Дата	Лист	Масштаб	Масштаб																																										
Розроб.	Королевська Л. В.																																														
Проб.	Будя А. Г.																																														
І контр.																																															
ІІ контр.																																															
Читб.																																															
Назва і дата		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Лист</td> <td style="width: 15%;">Масштаб</td> <td style="width: 15%;">Масштаб</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>										Лист	Масштаб	Масштаб																																	
Лист	Масштаб	Масштаб																																													
Назва і дата		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Лист</td> <td style="width: 15%;">Листов</td> <td style="width: 15%;">1</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>										Лист	Листов	1																																	
Лист	Листов	1																																													
Назва і дата		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">ВНТУ, ст. гр. №7</td> </tr> <tr> <td></td> </tr> </table>										ВНТУ, ст. гр. №7																																			
ВНТУ, ст. гр. №7																																															
Назва і дата		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Копіював</td> <td style="width: 15%;">Формат</td> <td style="width: 15%;">А4</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>										Копіював	Формат	А4																																	
Копіював	Формат	А4																																													

Рисунок 3.2 – Зразок виконання графічної роботи № 2

Запитання для самоконтролю знань

1. Які розміри шрифту встановлені ГОСТ 2.304–81?
2. Чим визначається розмір шрифту?
3. Яким повинен бути кут нахилу креслярського шрифту?

4 ГЕОМЕТРИЧНІ ПОБУДОВИ

Під час побудови креслеників технічних деталей необхідно мати уяву щодо головних геометричних побудов. До головних геометричних побудов відносять: *поділ відрізків та кутів (division of stretches and angles)*, побудову перпендикулярних та паралельних ліній, правильних багатокутників і под.

4.1 Поділ відрізка та кута на однакові частини

Поділ відрізка на 2.

З кінців відрізка A та B , як із центрів, радіусом R , величина якого більша за половину відрізка, проводять дуги до взаємного перетину в точках C і D . З'єднавши ці дві точки, отримують відрізок AB поділений на дві однакові частини точкою E (рис. 4.1).

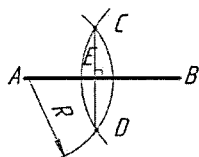
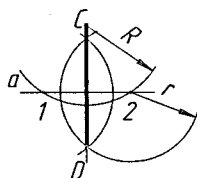


Рисунок 4.1 – Поділ відрізка AB на дві однакові частини

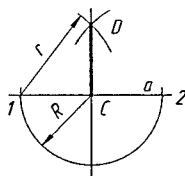
Спосіб поділу відрізка на дві однакові частини за допомогою циркуля є також способом проведення перпендикуляра (відрізок EC) через середину відрізка.

Різновиди проведення перпендикуляра:

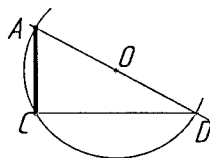
- перпендикуляр лежить поза прямою (рис. 4.2, а);
- перпендикуляр до прямої з точки, що лежить на прямій (рис. 4.2, б);
- перпендикуляр, що проведений з кінця прямої (рис. 4.2, в).



а)



б)



в)

Рисунок 4.2 – Різновиди проведення перпендикуляра

Поділ відрізка на n однакових частин.

З кінця відрізка AB проводять пряму під довільним кутом, на якій відкладають, наприклад, чотири довільних однакових відрізки (рис. 4.3).

Кінець четвертого відрізка, точку 4, з'єднують з точкою B . Провівши через точки 1, 2, 3 прямі, паралельні прямій $4B$, відрізок AB поділений на чотири однакові частини.

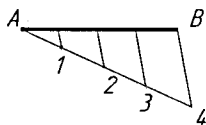


Рисунок 4.3 – Поділ кола на чотири однакові частини

Проведення прямої, паралельної заданій, на заданій відстані.

Для побудови прямої паралельної заданій прямій (рис. 4.4), наприклад AB , потрібно до прямої AB побудувати перпендикуляр CD (радіус R) і відносно точки D провести паралельну лінію EF .

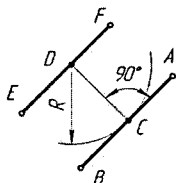


Рисунок 4.4 – Побудова прямої паралельної заданій прямій

Поділ кута на дві однакові частини.

З вершини кута φ довільним радіусом R проводять дугу і позначають точки перетину із сторонами кута. З точок перетину, як із центрів, проводять довільним радіусом дуги кіл до взаємного перетину всередині кута. Пряма, що з'єднує точки перетину цих дуг з вершиною кута, поділить кут φ навпіл (рис. 4.5, а).

Поділ кута на три однакові частини.

З вершини прямого кута (рис. 4.5, б) проводять дугу кола довільного радіуса R до перетину із сторонами кута, точки A та B . З точок перетину A та B , як із центрів, тим же самим радіусом R фіксують по дузі, яка проведена раніше, точки E та F . Прямі, що з'єднують ці точки з вершиною прямого кута, поділять його на три однакові частини.

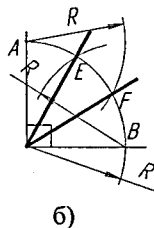
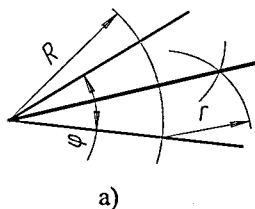


Рисунок 4.5 – Поділ кута на однакові частини

4.2 Багатокутники. Поняття вписаного й описаного багатокутника

Багатокутник (polygon) – це плоска фігура, обмежена замкненою ламаною. Кожен відрізок ламаної називається стороною багатокутника.

Залежно від кількості сторін багатокутники поділяються на трикутники, чотирикутники та ін. Багатокутник називається опуклим, якщо він розташований по одну сторону від прямої, проведеної через будь-яку його сторону. Багатокутник називається *правильним* (рис. 4.6, а), якщо всі його сторони та кути однакові між собою. У правильного багатокутника всі сторони й усі кути однакові.

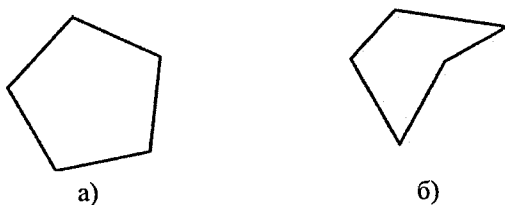


Рисунок 4.6 – Правильний та неправильний багатокутники

Багатокутник називається *вписаним* у коло, якщо всі його вершини належать колу (рис. 4.7, а). Багатокутник називається *описаним* біля кола, якщо всі його сторони торкаються кола (рис. 4.7, б).

Довільний трикутник можна вписати в коло. Чотирикутник можна вписати в коло тільки в тому випадку, коли сума його протилежних кутів дорівнює 180° . Звідси випливає, що паралелограм, ромб і нерівнобічну трапецію не можна вписати в коло. Можна вписати в коло прямокутник, рівнобічну трапецію, квадрат.



Рисунок 4.7 – Вписаний та описаний багатокутник
(*inscribed and circumscribed polygon*)

У будь-який трикутник можна вписати коло. Центр вписаного кола рівновіддалений від усіх трьох сторін трикутника і тому є точкою перетину бісектрис трикутника. У чотирикутник можна вписати коло у тому випадку, коли суми довжин його протилежних сторін однакові між собою. Звідси зрозуміло, що не можна вписати коло у паралелограм та прямокутник. Можна вписати коло у ромб, квадрат, трапецію (якщо сума довжин основ трапеції дорівнює сумі довжин її бічних сторін).

4.2.1 Описаний та вписаний правильний багатокутник

Якщо багатокутник правильний, то навколо нього можна описати коло (рис. 4.8, а) і в нього можна вписати коло (рис. 4.8, б). Зауважимо, що:

1) коло, описане навколо правильного багатокутника, і коло, вписане у нього, мають один і той самий центр O ;

2) коло, вписане у правильний багатокутник (*regular polygon*), дотикається до сторін багатокутника у їх серединках.

Описане коло (рис. 4.8, а) навколо правильного багатокутника має один і той самий центр, який називається *центром* багатокутника. Правильний багатокутник називається *описаним навколо кола* (рис. 4.8, б), якщо всі його середини сторін A, B, C, D дотикаються до кола.

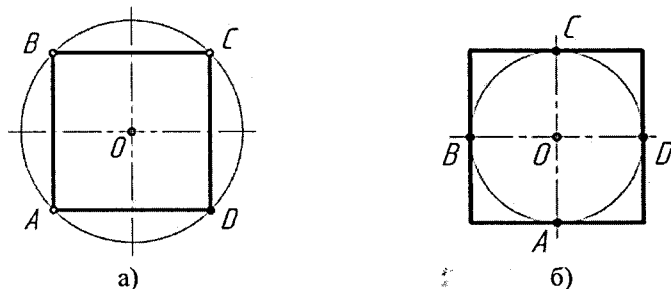


Рисунок 4.8 – Описане та вписане коло

4.3 Поділ кола на однакові частини за допомогою циркуля

Поділ кола на три однакові частини.

Із точки C (рис. 4.9) радіусом R позначають на ньому точки 1 і 2. Дуга 1–2 буде третьою довжини кола. Радіусом 1–2 із точки 1 на колі позначають третю точку 3. Трикутник 1–2–3 є рівностороннім (*правильним*) трикутником, що вписаний у коло. Приклад технічної деталі показаний на рис. 4.10.

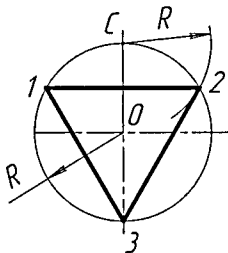


Рисунок 4.9 – Поділ кола на три однакові частини

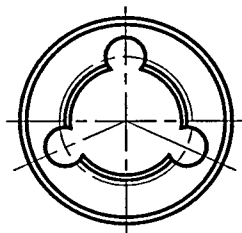


Рисунок 4.10 – Приклад технічної деталі

Поділ кола на п'ять однакових частин.

Із середини піврадіуса – точки C (рис. 4.11, а), як із центра, дугою радіуса CD позначають на діаметрі точку M . Відрізок DM – довжина вписаного правильного п'ятикутника.

Поділ кола на шість однакових частин.

Сторона правильного шестикутника, вписаного в коло, дорівнює радіусу кола R (рис. 4.11, б). На прикладах технічних деталей (гайка та пластина) коло ділиться на шість однакових частин (рис. 4.12, а), б).

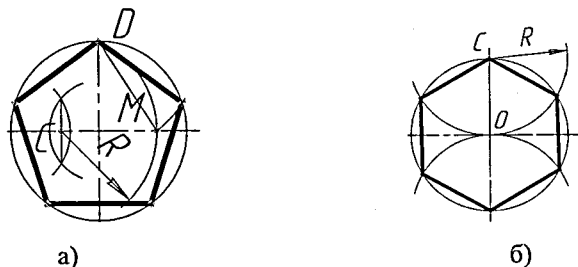


Рисунок 4.11 – Поділ кола на п'ять та шість частин

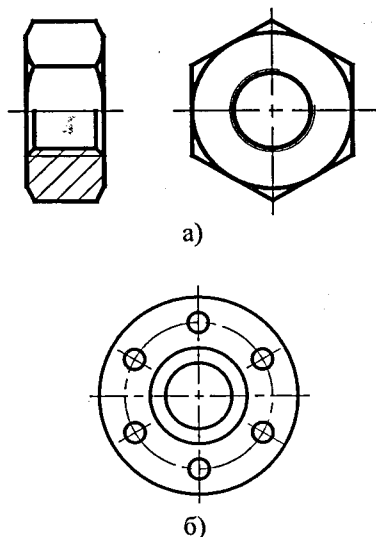


Рисунок 4.12 – Приклади технічної деталі

4.4 Приклади побудови правильних багатокутників

Нижче показані (рис. 4.13, а) – е) приклади побудови правильних вписаних багатокутників (трикутника, квадрата, п'ятикутника, шестикутника, восьмикутника, дванадцятикутника).

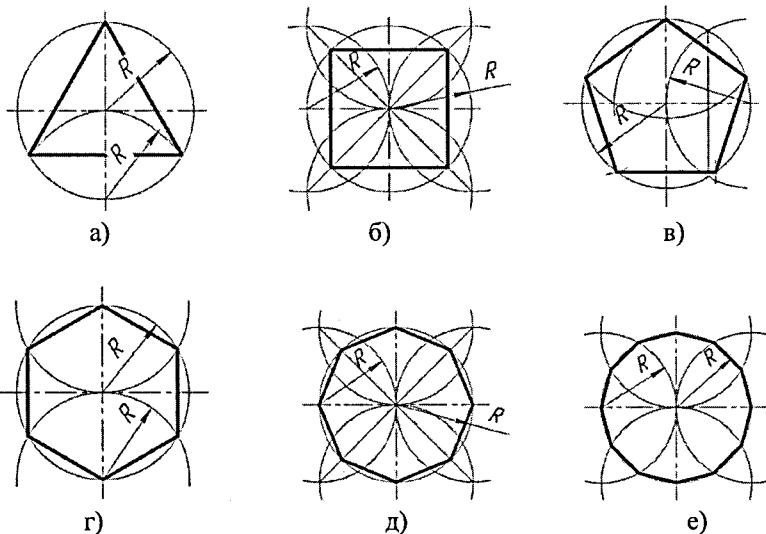


Рисунок 4.13 – Побудова правильних багатокутників

4.5 Методичні рекомендації до виконання графічної роботи № 3 «Поділ кола на однакові частини»

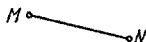
На форматі А3, з урахуванням теоретичних відомостей щодо головних геометричних побудов, іноземному студенту рекомендується:

- 1) відзначити положення центрів для побудови шести кіл;
- 2) довільно вибрати значення діаметра кола, яке потрібно побудувати шість разів;
- 3) врахувати рекомендації для поділу кола (відповідно, на три, чотири, п'ять, шість, вісім та дванадцять частин) та показати побудови.

Зразок виконаної роботи показаний на рис. 4.14. На форматі А3 виконують шість побудов: поділ кола на три, чотири, п'ять, шість, вісім та дванадцять частин. Виконують відповідні записи.

Запитання та вправи для самоконтролю знань

1. У які чотирикутники можна вписати коло?
2. Як будується бісектриса, медіана, висота трикутника?
3. Поділіть відрізок MN на вісім рівних частин.



4. Поділіть гострий та тупий кути на дві рівні частини.



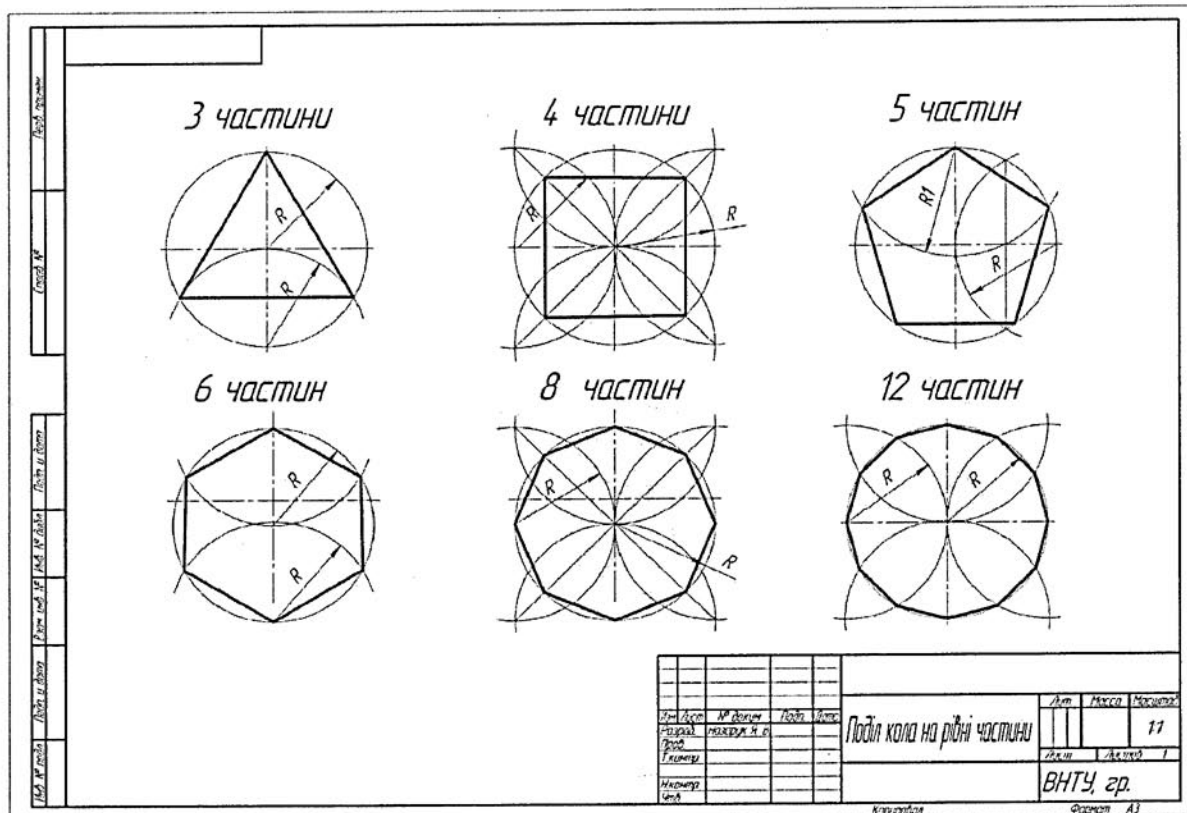


Рисунок 4.14 – Зразок графічної роботи № 3

5 СПРЯЖЕННЯ В КОНТУРАХ ДЕТАЛЕЙ

При виконанні креслеників різних предметів доводиться плавно з'єднувати між собою різні лінії (прямі з дугами кіл, дугу одного кола з дугами інших кіл тощо). При виконанні машинобудівних креслеників існує потреба у плавному з'єднанні прямих ліній з дугами кіл або дуги кола з дугами інших кіл, тобто виконувати спряження.

Спряження (conjugacy) – плавний перехід від однієї лінії до іншої, що виконується за допомогою проміжної лінії.

Основні типи спряження відомі з геометрії. Пряма, *дотична (tangent)* до кола, утворює прямий кут з радіусом, проведеним у точку дотику (рис. 5.1).

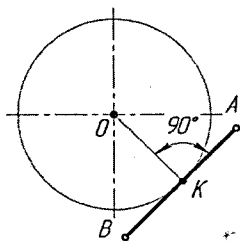


Рисунок 5.1 – Дотична до кола

До основних елементів спряження відносять радіус R дуги спряження, центр O спряження, точки спряження (точки переходу) A та B (рис. 5.2).

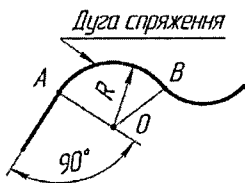


Рисунок 5.2 – Елементи спряження

5.1 Різновиди спряжень

1. *Спряження прямої з дугою кола.*

Центр дуги кола O і точка спряження K лежать на перпендикулярі до спряжуваної прямої (рис. 5.3).

2. *Спряження дуг двох кіл.*

Точка спряження K знаходиться на лінії O_1O_2 , що з'єднує центри спряжень дуг (рис. 5.4).

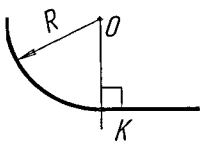


Рисунок 5.3 – Спряження прямої з дугою кола

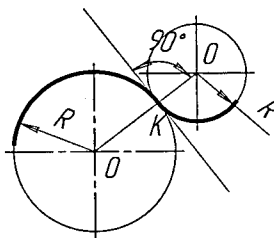


Рисунок 5.4 – Спряження дуг двох кіл

3. Спряження пересічних прямих ліній за допомогою дуги.

Для спряження двох взаємно перпендикулярних прямих a та b дугою заданого радіуса R потрібно з точки перетину прямих, як із центра, провести дугу кола радіусом R до перетину з цими прямими в точках A та B (рис. 5.5).

Із точок A, B радіусом R (рис. 5.5, а) визначають центр спряження O (рис. 5.5, б). Через центр спряження точки O проводять дугу радіусом R , точки A та B є точками плавного переходу (рис. 5.5, в).

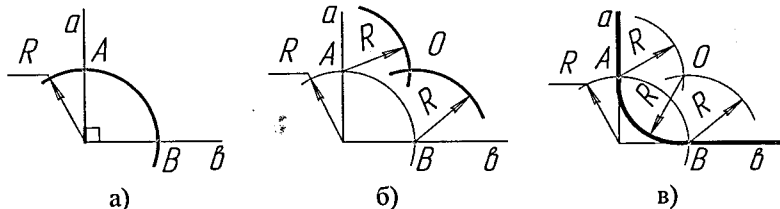


Рисунок 5.5 – Спряження двох взаємно перпендикулярних прямих

Спряження двох прямих під гострим та тупим кутами радіуса R показані на рис. 5.6.

Приклади побудов спряження зовнішніх контурів технічних деталей показані на рис. 5.7.

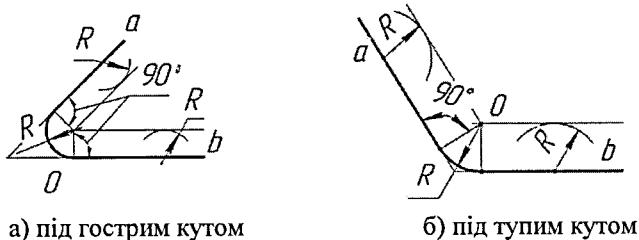


Рисунок 5.6 – Спряження двох прямих під гострим та тупим кутами

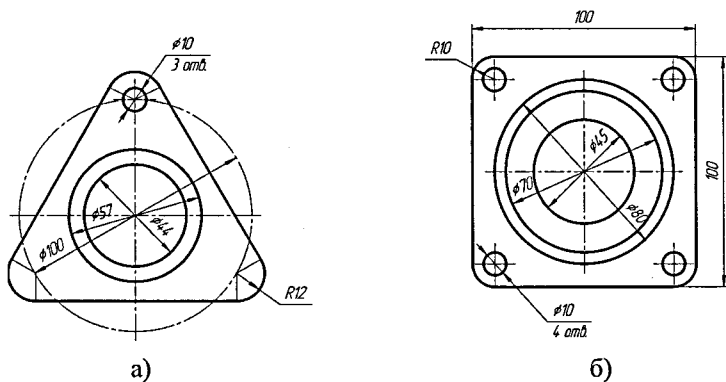


Рисунок 5.7 – Приклади побудов спряження зовнішніх контурів технічних деталей

4. Спряження паралельних прямих дугою.

На одній із паралельних прямих a беруть точку, наприклад A , із якої опускають перпендикуляр на пряму b . Ділять відрізок AB навпіл, визначають положення центра спряження O , радіусом $R = OA$ чи $R = OB$ будують дугу плавного переходу від точки A до точки B (рис. 5.8).

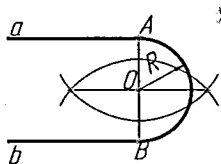


Рисунок 5.8 – Спряження паралельних прямих ліній

5. Спряження дуги кола і прямої дугою заданого радіуса.

Відносно прямої a (рис. 5.9) на відстані, що дорівнює R_1 , проводять паралельну їй пряму m , а із центра O радіусом $R+R_1$ – дугу концентричного кола. Отримана точка O_1 є центром дуги спряження.

Побудова спряжень для корпусів підшипників (рис. 5.10, а), б) дозволяє зрозуміти практичне використання спряжень. Радіус $R = 15$ мм відповідає спряженню паралельних ліній дугою, радіуси $R = 4$ мм та $R = 7$ мм – дуги кола і прямої дугою заданого радіуса R_1 .

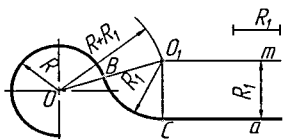


Рисунок 5.9 – Спряження дуги кола і прямої

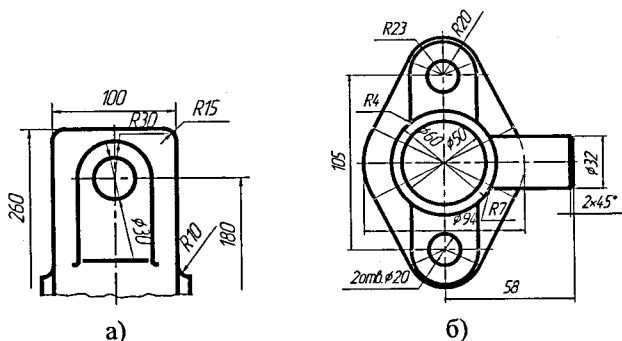


Рисунок 5.10 – Спряження на корпусах підшипника
(bearing body)

6. Спряження двох кіл за допомогою прямої.

Таке спряження зводиться до побудови дотичних до цих кіл (рис. 5.11).
Послідовність побудов така:

- з'єднують центри O та O_1 цих кіл (рис. 5.11, а);
- ділять відстань OO_1 навпіл, отримують точку O_2 та будують коло радіусом $R - R_1$ відносно центра O (рис. 5.11, б);
- на колі радіуса $R - R_1$ визначають точки E, D як результат перетину з радіусом $R = OO_2$ (рис. 5.11, в);
- точки C та B отримують на перетині ліній OE та OD з колом радіуса R ; ще дві точки C_1 та B_1 на колі радіуса R_1 будують паралельно прямим EC та DB (рис. 5.11, г). Пари точок C, C_1 та B, B_1 і є точками плавних спряжень між двома колами.

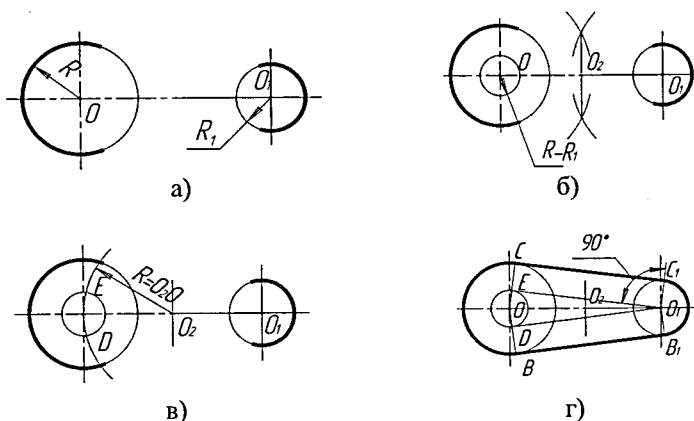
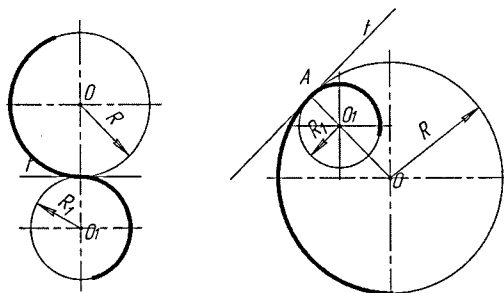


Рисунок 5.11 – Спряження двох кіл за допомогою прямої

Примітка. Побудови наступних спряжень виконуються у вигляді рисунків, на яких показані відповідні радіуси та центри спряжень.

7. Спряження дуг двох кіл (рис. 5.12, а), б)



а) зовнішнє

б) внутрішнє

Рисунок 5.12 – Спряження дуг двох кіл

8. Спряження дуг двох кіл R та R_1 (зовнішнього, внутрішнього, змішаного) дугою заданого радіуса R_2 (рис. 5.13–5.15).

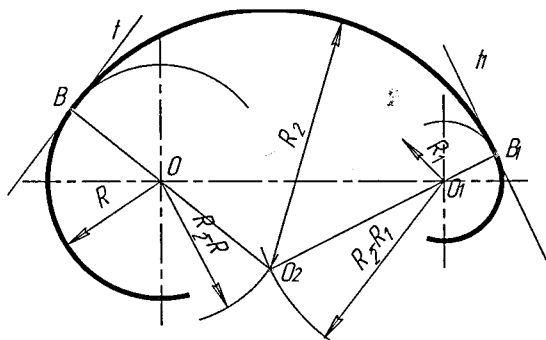


Рисунок 5.13 – Зовнішнє спряження (*external interface*)

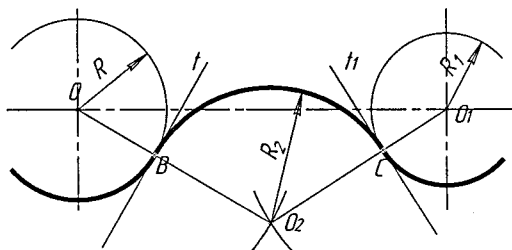


Рисунок 5.14 – Внутрішнє спряження (*internal interface*)

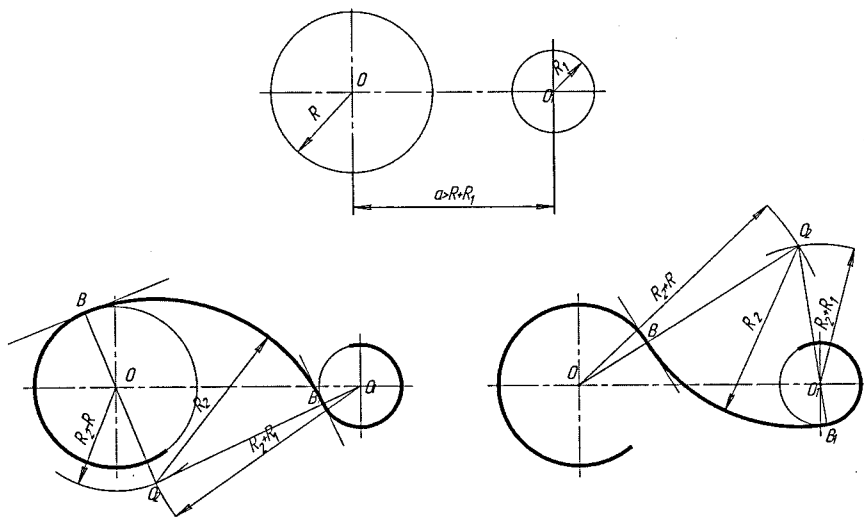


Рисунок 5.15 – Змішане спряження (*combined conjugacy*)

Запитання для самоконтролю знань

1. Що таке дотична до кола?
2. Що називається спряженням?
3. Які основні елементи спряження?
4. Скільки точок спряжень має лінія та дуга?
5. Скільки точок спряжень мають два кола?
6. Скільки точок спряжень мають дві паралельні лінії?

6 ЦИРКУЛЯРНІ ТА ЛЕКАЛЬНІ КРИВІ

6.1 Циркулярні криві

Циркулярними називають криві, що утворюються спряженням дуг кіл.

До коробових поверхонь відносять: овали з двома осями симетрії, овали з однією віссю симетрії, завитки (спіралі Архімеда). Побудова овалів ведеться за допомогою двох осей (великої та малої) або за допомогою однієї осі (великої).

Овал (oval) – фігура, що складається з двох опорних кіл, що внутрішньоспряжені дугами. Приклади побудов показані на рис. 6.1–6.4.

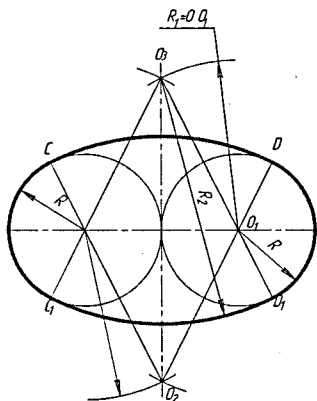


Рисунок 6.1 – Овал з опорними колами, що стикаються

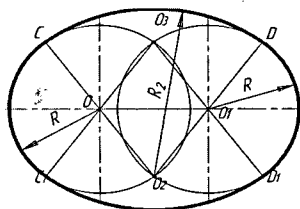


Рисунок 6.2 – Овал з опорними колами, що перетинаються

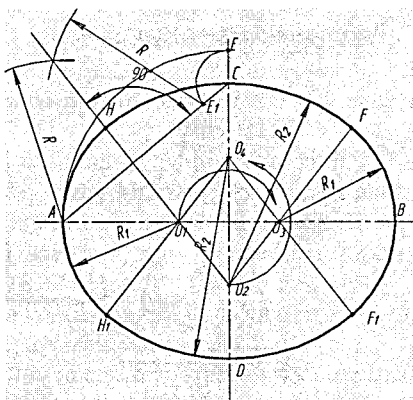


Рисунок 6.3 – Овал з двома заданими осями

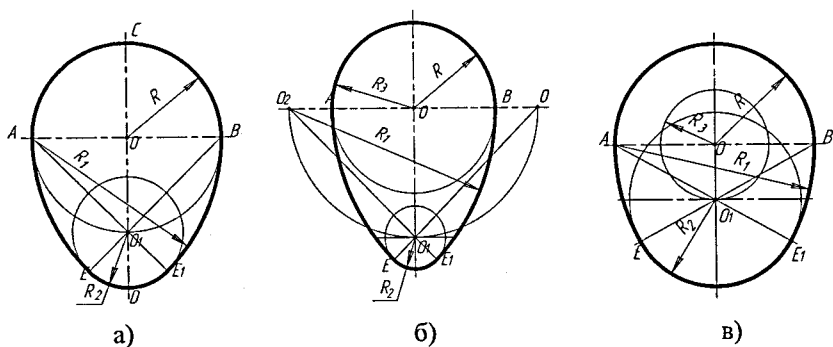


Рисунок 6.4 – Овал з опорними колами різних діаметрів

6.2 Приклади використання кривих у контурах деталей машин

Овали широко застосовуються в техніці на стадії проектування контурів машинобудівних деталей: фланців (рис. 6.5, а), кришок (рис. 6.5, б), сальників (рис. 6.5, в) та кулачкових механізмів (рис. 6.6, а) – в).

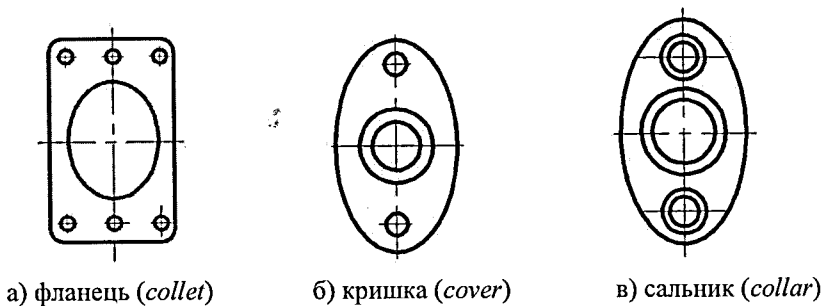


Рисунок 6.5 – Овали в техніці

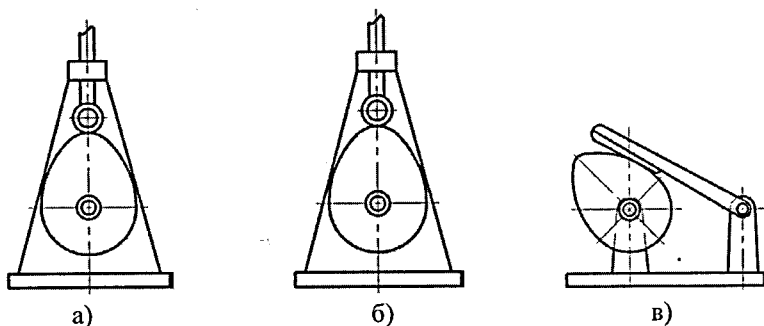


Рисунок 6.6 – Кулачкові механізми (cam box)

6.3 Лекальні криві

Лекальними кривими називають криві, що викреслюються за допомогою лекала за наперед знайденими точками.

Лекало (curve) – креслярський інструмент для побудови або перевірки кривих. Лекало постійної кривизни є шаблоном, що містить одну або більше різних кривих змінного радіусу (див. рис. 1.5).

Найпростіша побудова виконується ділянками: для кожної ділянки будуються три точки, до них підбирається відповідна крива, а потім під лекало проводиться крива лінія як під лінійку. Окрім цих трьох точок абсолютно потрібна наявність ще декількох сусідніх точок або напрямів.

До найбільш поширених лекальних кривих відносять еліпс, параболу, гіперболу.

Еліпс (ellipse) – замкнена плоска крива, всі точки якої мають таку властивість: сума відстаней від будь-якої точки еліпса до двох заданих точок F_1 та F_2 , що називають фокусами, є сталою і дорівнює довжині великої осі еліпса, тобто $R_1 + R_2 = AB$ (рис. 6.7).

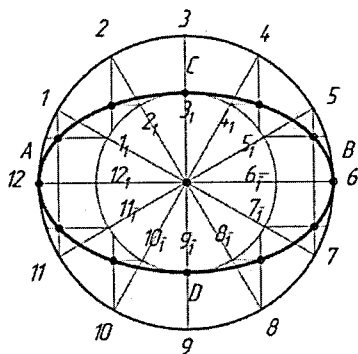


Рисунок 6.7 – Еліпс

Побудова еліпса по великій AB і малій CD осях виконується в такій послідовності.

1. Проводять дві перпендикулярні осеві лінії.
2. Від точки їх перетину відкладають вгору і вниз по вертикальній осі відрізки, що дорівнюють довжині малої півосі, а вліво і вправо по горизонтальній осі – відрізки, що дорівнюють довжині великої півосі й отримують точки A, B, C і D.
3. Проводять два концентричні кола діаметрами AB і CD.
4. Проводять ряд променів діаметрів.
5. З точок перетину променів з колами проводять лінії, паралельні осям еліпса, до взаємного перетину в точках, що належать еліпсу.
6. Отримані точки з'єднують плавною кривою.

Парабола (parabola) – незамкнена плоска крива, всі точки якої однаково віддалені від напрямної прямої (директриси) KL та від фокуса F (рис. 6.9).

Циклоїдальними кривими називають незамкнені криві, які описує точка кола, вздовж нерухомої точки або за колом.

До циклоїдальних кривих відносять циклоїду, евольвенту, синусоїду, спіраль Архімеда та под.

42

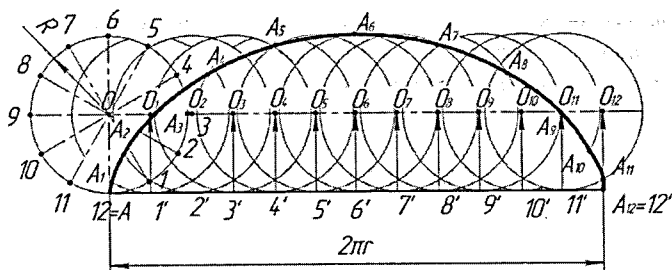


Рисунок 6.10 – Циклоїда

Евольвентою кола називається траєкторія точки прямої лінії, коли ця пряма перекочується без ковзання за колом (рис. 6.11).

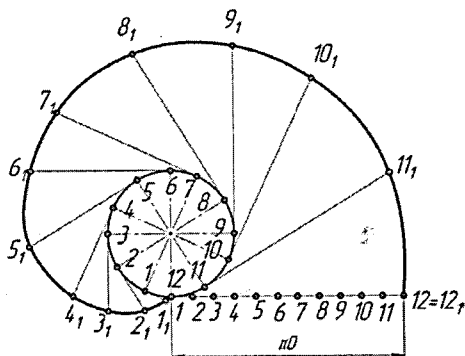


Рисунок 6.11 – Евольвента (evolvent)

Синусоїда – плоска крива (рис. 6.12), що виражає закон зміни синуса залежно від зміни величини центрального кута.

Величина r називається амплітудою синусоїди, L – довжиною хвилі або періодом синусоїди. Довжина хвилі синусоїди $L=2\pi d$.

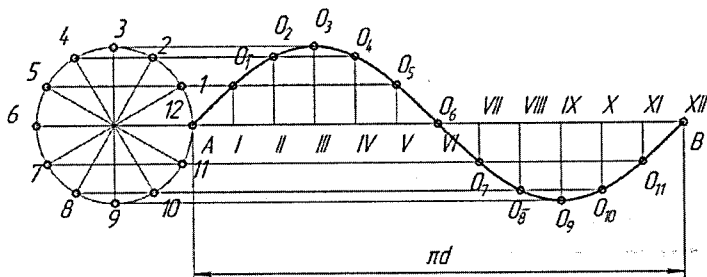


Рисунок 6.12 – Синусоїда (sine curve)

Спіраль Архімеда – плоска крива (рис. 6.13), що описується точкою, яка рівномірно рухається за радіусом-вектором, який, насамперед, рівномірно обертається навколо нерухомої точки S .

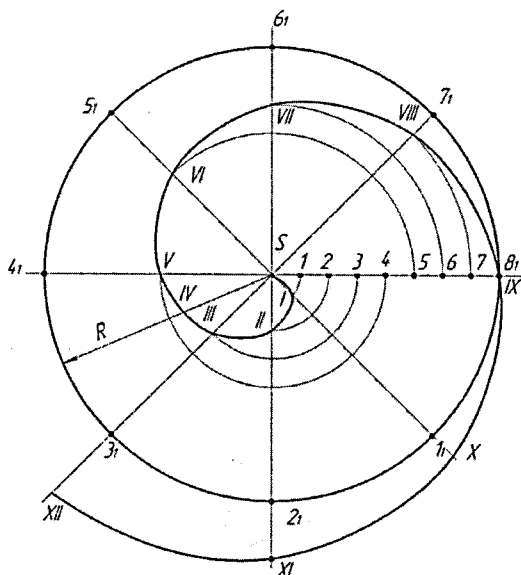


Рисунок 6.13 – Спіраль Архімеда (*Archimedean spiral*)

6.4 Методичні рекомендації до виконання графічної роботи № 4 «Спряження»

На форматі А3, з врахуванням теоретичних відомостей щодо головних геометричних побудов, іноземному студенту рекомендується побудувати: спряження кола та прямої; двох кіл; трьох кіл, двох прямих, відповідно під гострим та прямим кутами, та еліпс.

Зразок виконаної роботи показаний на рис. 6.14.

Запитання та вправи для самоконтролю знань

1. Що таке овал?
2. Де на практиці застосовують овали?
3. Які лекальні криві Вам відомі?
4. Які криві належать до циклоїдальних?
5. Побудуйте спряження двох прямих під тупим кутом.
6. Побудуйте спряження двох кіл, які мають однаковий діаметр.

7.1 ГОСТ 2.307–2011 «Нанесення розмірів та граничних відхилень»

Під *нанесенням* розмірів потрібно розуміти: в яких положеннях і в яких місцях креслеників потрібно наносити виносні та розмірні лінії; яким чином вписувати розмірні числа, знаки і букви.

7.1.1 Розмірні та виносні лінії. Стрілки. Розмірні числа

Кожен предмет має *габаритні розміри* (*total dimensions*): довжину, ширину, висоту. Ці розміри наносять в міліметрах. Букви «мм» не пишуть. Для того, щоб нанести розміри, креслять виносні і розмірні лінії. Лінії, що показують межі вимірювання, називаються виносними. В межах вимірювання показують розмірну лінію, що закінчується двома стрілочками. Виносні і розмірні лінії – це суцільні тонкі лінії. Розмірну лінію креслять поза контуром деталі, паралельно лінії, що вимірюють, а виносні лінії – перпендикулярно до розмірної (рис. 7.1).

Розмірні та виносні лінії виконують суцільними тонкими лініями завтовшки від $s/2$ до $s/3$.

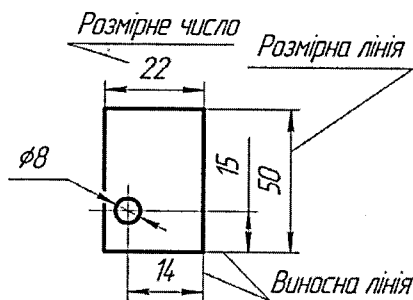


Рисунок 7.1 – Розмірні та виносні лінії

Розмірну лінію обмежують стрілками. Розмірна лінія доповнюється розмірним числом, причому висота шрифту на кресленні має бути однакою, рекомендована висота в навчальних цілях дорівнює 5 мм.

Розмірна лінія (*dimension line*) має закінчуватися стрілками. Величину стрілок потрібно вибирати залежно від товщини ліній видимого контуру і дотримуватись однакових їх розмірів, нанесених на рисунок. Форма стрілки і співвідношення її елементів показані на рис. 7.2. Стрілки повинні торкатися вістрям до відповідних ліній контуру, осьових, центрових чи виносних ліній. Усі стрілки на кресленні мають бути однаковими.

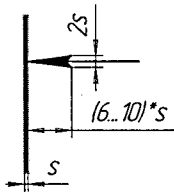


Рисунок 7.2 – Форма та величини стрілки

Розмірні та виносні лінії виконують суцільними тонкими лініями завтовшки від $s/2$ до $s/3$. Відстань від лінії контуру до розмірної лінії 7–10 мм. Виносні лінії продовжують за розмірну лінію на 1–5 мм. Над розмірною лінією пишуть *розмірне число (dimension)*. Розмірні числа записують над розмірною лінією, на відстані не менше 1 мм (рис. 7.3).

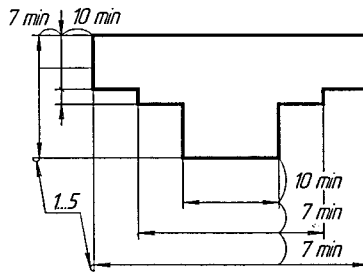


Рисунок 7.3 – Рекомендовані відстані між розмірними лініями

7.1.2 Знаки. Буквені позначення. Радіуси та діаметри

На креслениках при нанесенні розмірів діаметрів, уклону, конусності, квадрата, товщини перед розмірним числом наносять відповідні знаки (табл. 7.1).

Таблиця 7.1 – Знаки на креслениках

Діаметр	Уклон	Конусність	Квадрат	Товщина
$\varnothing$	$\sphericalangle$	$\triangle$	$\square$	s

7.1.3 Побудова уклону та конусності

Уклон (slope). Для визначення уклону прямої, нахиленої до горизонтальної прямої під кутом φ , беруть на цій прямій довільну точку A (рис. 7.4) та опускають із неї *перпендикуляр (perpendicular) AB*. Відношення $AB/BC=h/l$, виражене простим дробом і показує уклон прямої AC до прямої BC . Для *позначення (designation)* уклону використовуємо знак $\sphericalangle$, що показаний в табл. 7.1.

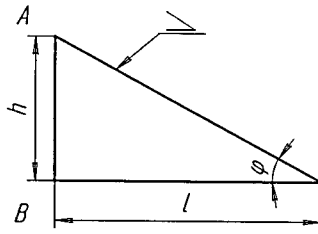


Рисунок 7.4 – Визначення уклону

Щоб побудувати заданий уклон, наприклад 1:6, на горизонтальний прямий відкладають шість рівних довільних відрізків ba (рис. 7.5). Потім з кінця точки B горизонтального відрізка встановлюють перпендикуляр BC довжиною a . З'єднавши точки C та A , матимемо лінію, побудовану з уклоном 1:6.

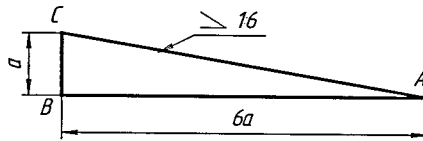


Рисунок 7.5 – Приклад побудови уклону 1:6

Конусність (obliquity). Для визначення конусності κ січеного конуса різницю діаметрів кіл основ ($D-d$) потрібно поділити на висоту H та виразити це співвідношення одиничним дробом або в процентах (рис. 7.6).

$$\kappa = (D-d)/H = 2 \tan \varphi.$$

Щоб побудувати задану конусність, наприклад 1:5 (рис. 7.7), на прямій відкладають п'ять рівних довільних відрізків a . Через кінець точки B

п'ятого відрізка прямої відкладають в обидва боки від точки B по $a/2$. З'єднавши кінці перпендикуляра з точкою A , дістанемо зображення (image) конуса з конусністю 1:5. Для позначення конусності використовуємо знак $\triangleright$, що показаний в таблиці 7.1.

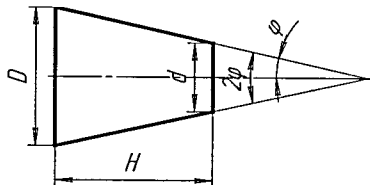


Рисунок 7.6 – Визначення конусності

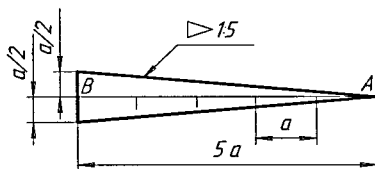


Рисунок 7.7 – Приклад побудови конусності 1:5

На рис. 7.8 показано зображення вала з конічною поверхнею.

Рекомендується із чотирьох значень D , d , H , k на кресленику показувати лише три значення. Якщо на рисунку зазначено величину конусності, то розмір діаметра кола однієї із основ не показують, тому що за потреби його можна визначити.

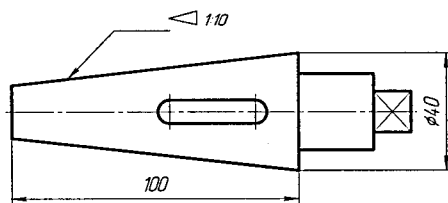


Рисунок 7.8 – Приклад позначення конусності

7.1.4 Лінійні та кутові розміри

Лінійні розміри (linear dimensions) зазначають у мм. Залежно від нахилу розмірних ліній розмірні числа потрібно розмішувати так, як це показано на рис. 7.9, а). Розміщення значень кутових розмірів при різних нахилах дуг показано на рис. 7.9, б). Коли розмірна лінія чи вимірюваний кут знаходяться у межах заштрихованої зони, то рекомендується розмірні числа виносити на полицку.

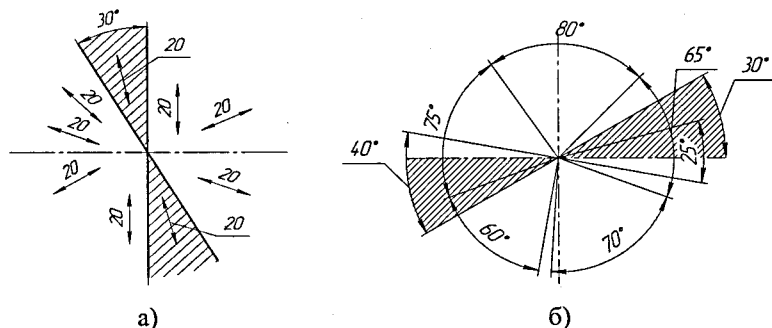


Рисунок 7.9 – Розташування лінійних та кутових розмірів

Розмірні числа потрібно проставляти над розмірною лінією паралельно їй, за можливості ближче до її середини. При нанесенні кількох (лінійних чи кутових) розмірних ліній на невеликій відстані одна від одної, розмірні числа над ними рекомендується розмішувати у шаховому порядку (рис. 7.10, а, б).

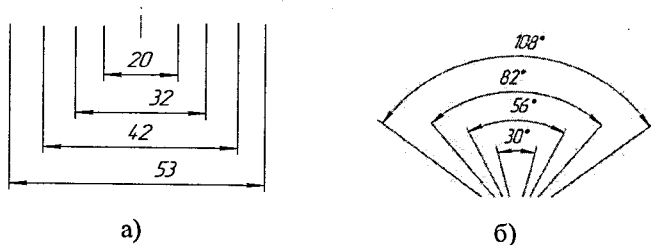


Рисунок 7.10 – Нанесення значень лінійних та кутових розмірів

Кутові розміри (angular dimension) потрібно показувати у градусах, хвилинах і секундах; при цьому градуси і хвилини необхідно записувати тільки цілими числами.

7.1.5 Нанесення розмірів кіл та дуг, однакових елементів

Для позначення діаметра кола застосовують знак $\varnothing$ – коло, що перетинається відрізком, який нахилений до розмірної лінії під кутом 75° . Діаметр кола умовного знака приблизно має дорівнювати 5/7 величини цифр. Знак $\varnothing$ проставляють перед розмірним числом діаметра в усіх без винятку випадках (рис. 7.11).

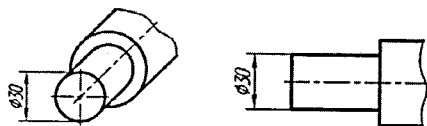


Рисунок 7.11 – Проставлення знаку діаметра

Використання знака діаметра $\varnothing$ дає змогу скоротити кількість виглядів для деталі, що являє собою поверхні обертання. Можливі варіанти розташування розмірів діаметрів наведені на рис. 7.12.

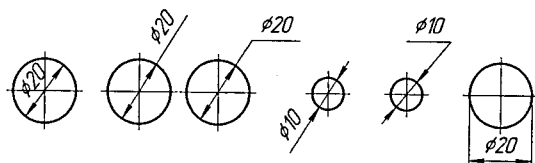


Рисунок 7.12 – Нанесення розмірів (10, 20) діаметрів кіл

У випадку повторення розмірів однакових елементів (отворів, пазів) рекомендується наносити розмір одного елемента, зазначивши кількість таких елементів (рис. 7.13, а).

Коли отвори розташовані по колу рівномірно, кутові розміри між центрами не показують, а зазначають кількість отворів (рис. 7.13, б). При цьому допускається зображати лише один отвір, з відповідним написом, а решту – фіксувати їх центрами.

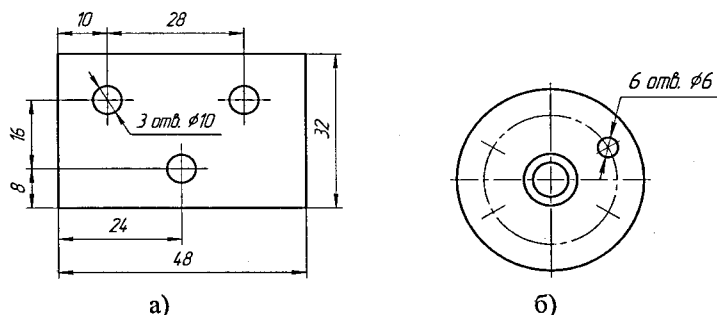


Рисунок 7.13 – Нанесення розмірів однакових отворів

Для позначення радіусів R округлень на деталях можливі варіанти нанесення розмірів, що показані на рис. 7.14. Коли потрібно нанести розмір, що визначає положення центра дуги кола.

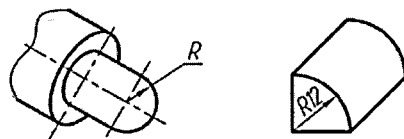


Рисунок 7.14 – Деякі варіанти позначення радіусів округлень на деталях

Якщо центр дуги кола знаходиться на великій відстані, його можна наблизити до дуги, а радіус показати із зломом під кутом 20° . Коли центр дуги кола не фіксується на рисунку, розмірну лінію радіуса можна не доводити до центра (рис. 7.15).

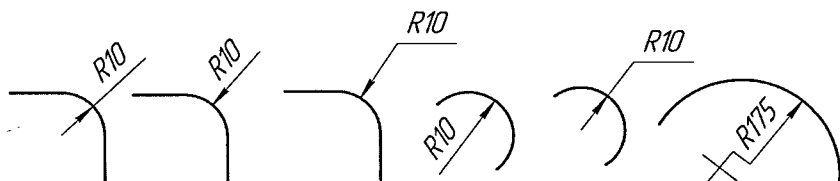


Рисунок 7.15 – Нанесення розмірів радіусів округлень

Розміри квадрата і квадратного отвору позначають значком $\square$ перед розміром сторони квадрата (рис. 7.16, а), б). При цьому на зображенні грані суцільними тонкими лініями наносять діагоналі.

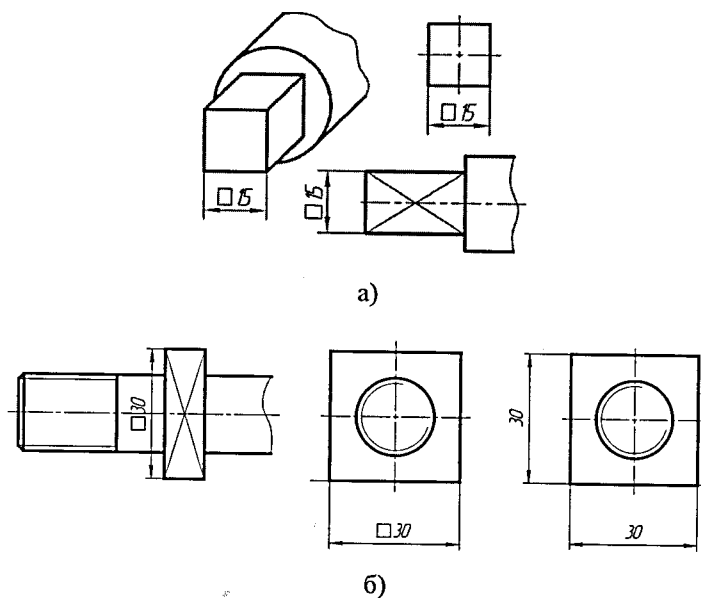


Рисунок 7.16 – Нанесення розмірів квадрата на валах

Елемент машинобудівних деталей, так звана фаска, на циліндричних чи конічних стержнях (рис. 7.17) є зрізаним конусом (*cone*).

Здебільшого використовують фаски під кутами 30° , 45° та 60° .

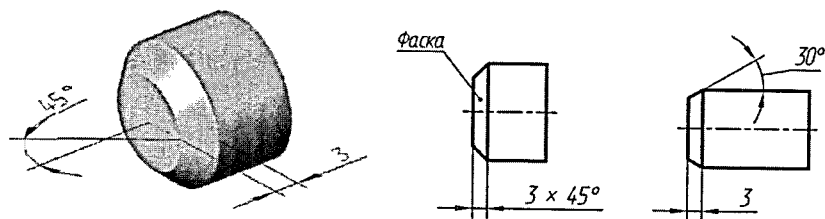
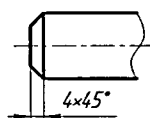


Рисунок 7.17 – Фаски на валу

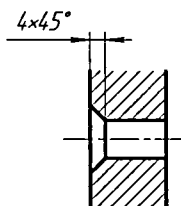
Найбільш розповсюджена *фаска* (*facet*) під кутом 45° . Розміри фасок під кутом 45° наносять так, як показано на рис. 7.18, а), б). Перше число визначає розмір катета у трикутнику, утвореному фаскою.

Зовнішня частина вала

Внутрішній отвір



а)



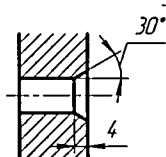
б)

Рисунок 7.18 – Нанесення розмірів фаски під кутом 45°

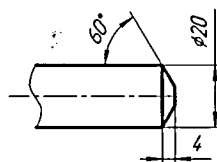
Розміри фасок під іншими кутами позначають за загальними правилами – кутовим та лінійним розмірами. Якщо фаски виконані під кутами 30° та 60° (рис. 7.19, а), б), то ставлять два розміри: величину кута (30° або 60°) та висоту конуса (внутрішнього чи зовнішнього). Лінійний розмір 4 на кресленні (рис. 7.19, а), б) є висотою конуса.

Внутрішній отвір

Зовнішня частина вала



а)



б)

Рисунок 7.19 – Нанесення розмірів фасок під кутами 30° та 60°

Коли на кресленнику деталі зображено декілька фасок однакового розміру, то розмір фасок наносять один раз і додають напис під полчиною: 2 фаски, 4 фаски тощо.

Залежно від розташування кінцевих поверхонь та кінцевих отворів необхідно враховувати можливі позначення конусності (рис. 7.20).

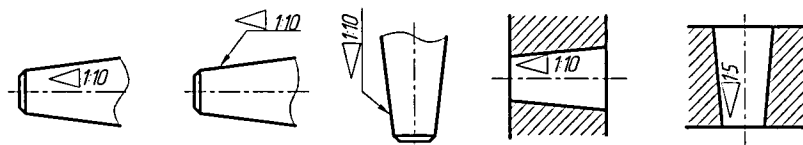


Рисунок 7.20 – Варіанти розташування позначень конусності

7.2 Проставлення розмірів. Різновиди баз при нанесенні розмірів

Під *проставленням* розмірів розуміють їх призначення на кресленні з врахуванням технології виготовлення деталі.

Процес *проставлення розмірів (dimensioning)* починається з вибору певних поверхонь, ліній або точок деталі, які називаються *базами*.

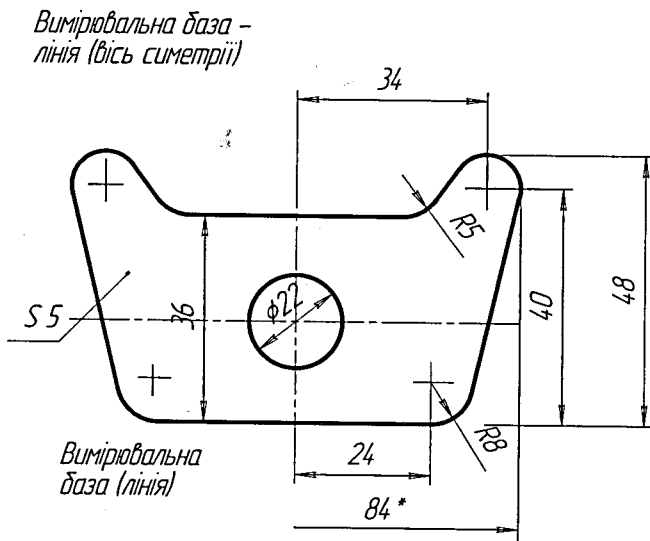
Конструктивний елемент деталі, від якого ведеться відлік розмірів деталі, називається *базою*. Це може бути поверхня або лінія (осьова, центрова).

Вимірювальною базою називають поверхню (суму поверхонь), відносно якої визначають розміри при вимірюванні готових деталей.

Вимірювальні бази – це бази, що використовуються для визначення відносного положення заготовки або виробу та засобів вимірювання. Вимірювальною базою може бути вісь обертання або вісь симетрії виробу.

На рис. 7.21 використані дві вимірювальні бази:

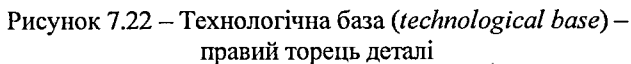
- 1) вертикальна лінія, що є віссю симетрії деталі;
- 2) горизонтальна лінія – нижня контурна лінія деталі.



** Розміри для довідок*

Рисунок 7.21 – Вимірювальні бази деталі

Технологічною базою називають сукупність поверхонь (рис. 7.22), ліній або точок щодо яких витримують розміри елементів деталі при її обробці (*правий торець деталі*).



Ланцюговий метод – розміри l_1, l_2, l_3 наносять один за одним на одній лінії, ланцюгом (рис. 7.23, а), б).

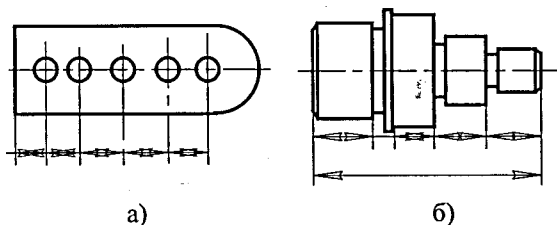
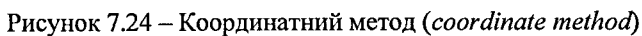


Рисунок 7.23 – Ланцюговий метод (*chain method*)

Координатний метод – розміри l_1, l_2, l_3, l_4 наносять від однієї і тієї ж базової поверхні A (рис. 7.24).



Комбінований метод — проставлення розмірів здійснюється ланцюговим і координатним методами одночасно (рис. 7.25). Цей метод найбільш оптимальний.

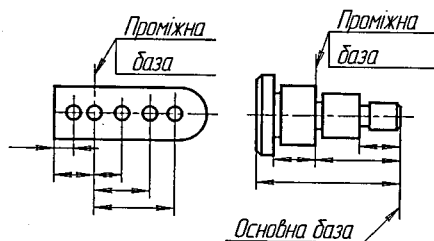


Рисунок 7.25 – Комбінований метод (*combined method*)

7.3 Методичні рекомендації до виконання графічної роботи № 5 «Нанесення розмірів»

На одному з аркушів формату А4 виконують нанесення розмірів для вала (рис. 7.37); на другому аркуші паперу формату А3 – нанесення розмірів для пластини (рис. 7.38).

7.3.1 Послідовність нанесення розмірів для вала

1 етап. Деталь має вісь симетрії та, в основному, складається з поверхонь обертання. Отже, деталі типу валів, осей, втулок повинні мати горизонтальне розташування осі симетрії деталі. Визначаємо, з яких поверхонь складається деталь (рис. 7.26).

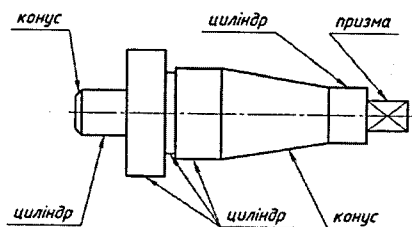


Рисунок 7.26 – Поверхні деталі

2 етап. Використовуємо технологічні бази. Як головну технологічну базу приймаємо правий торець *A* деталі (рис. 7.27). Відносно основної бази послідовно показуємо лінійні розміри: 16, 30, 73; 4 та 95. Спочатку для обробки діаметра 36 мм потрібно врахувати відстань 95 мм. При обробці (точінні) утворюється такий технологічний елемент як *проточка* (*cavity*), 4 мм довжини діаметром 32 мм. Розмір 16 враховує обробку квадрата 12 (фрезерування); розмір 30 – діаметр 22 мм.

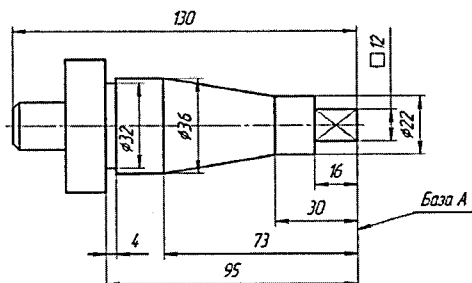


Рисунок 7.27 – Використання головної технологічної бази *A*

3 етап. Наносимо розмір конусності для конічної частини поверхні (рис.7.28). Висота конуса H визначається різницею $73-30=40$ (мм). Виходячи з вимог щодо нанесення конусності, покажемо із чотирьох значень D , d , k , H : лінійний розмір 33 мм, розмір меншого діаметра $d=22$ мм; конусність k становить 1:3. Надалі значення великого діаметра $D=36$ мм, що показано на рис. 7.27, на кресленні як $\varnothing 36$ не зазначаємо.

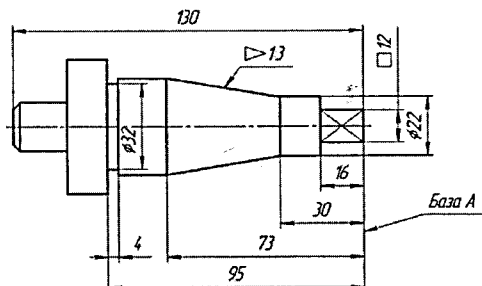


Рисунок 7.28 – Використання допоміжної технологічної бази *A*

4 етап. Крім основної бази використаємо допоміжну базу *B* (рис. 7.29), що дозволяє контролювати розмір фаски $2 \times 45^\circ$, лінійний розмір 20 мм та діаметр $\varnothing 18$ мм.

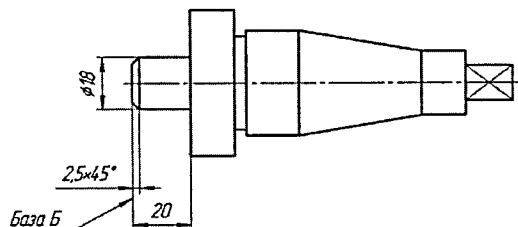


Рисунок 7.29 – Використання допоміжної технологічної бази *B*

5 етап. Показуємо габаритні розміри: Ø50 мм та загальну довжину 130 мм. Звертаємо увагу на те, що розмірний ланцюг за довжиною (для найбільшого розміру Ø50 мм) обривають. Отже, розміри для вала нанесені (рис. 7.30).

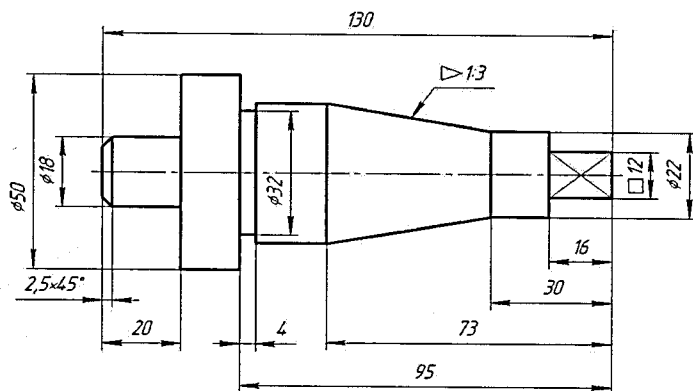
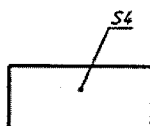


Рисунок 7.30 – Нанесення розмірів для вала

7.3.2 Послідовність нанесення розмірів для пластини

Пластина, на відміну від вала, має в одному вимірі плоску форму (рис. 7.31, а). Для плоских деталей здебільшого будують лише одну проекцію, зазначивши її товщину S (рис. 7.31, б).



а) наочне зображення

б) ортогональне зображення

Рисунок 7.31 – Позначення товщини S деталі

1 етап. Визначаємо геометричні форми деталі. Пластина має три отвори (два отвори однакового діаметра, третій – зі шпонковим пазом) та западину (рис. 7.32). Навколо з кожного отворів виконані спряження.

2 етап. Наносимо міжосьові відстані (рис. 7.33). Два отвори Ø20 мм розташовані на відстані 80 мм; відстань від двох отворів Ø20 мм до отвору зі шпонковим пазом становить 45 мм. Доповнюємо розмірами радіусів спряжень: $R=20$ мм (для двох отворів Ø20) та $R=25$ мм (для отвору Ø30).

3 етап. Наносимо два лінійних розміри (рис. 7.34): западини, відповідно, 5 мм та 40 мм; шпонкового паза, відповідно, 10 мм та 35 мм.

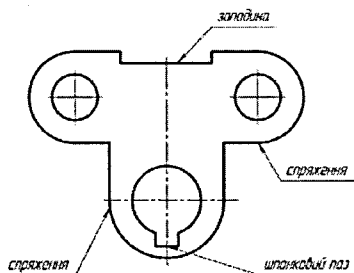


Рисунок 7.32 – Геометричні форми деталі

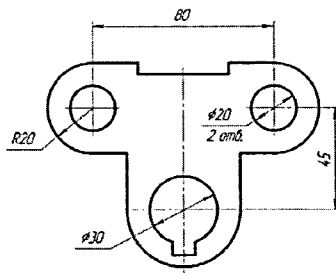


Рисунок 7.33 – Нанесення міжосьових відстаней 45 мм та 80 мм

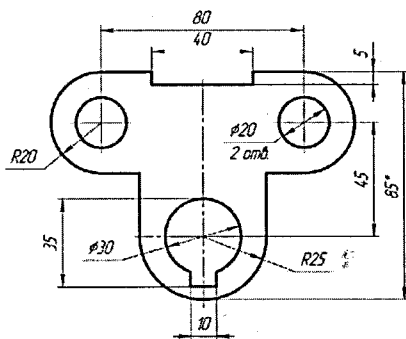


Рисунок 7.34 – Розміри западини та паза

4 етап. Ураховуємо плоскі форми деталі, доповнюючи виконане нанесення розмірів з позначенням товщини, тобто $S3$. Габаритний розмір 85 позначаємо як довідковий, тобто цей розмір контролюється, тому на кресленні має позначення 85*.

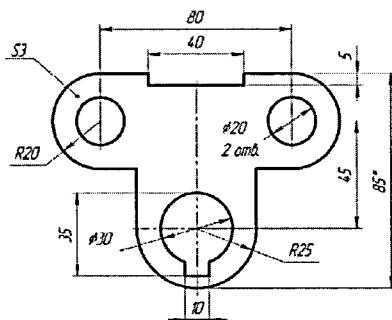


Рисунок 7.35 – Нанесення розмірів для пластини

Примітка. З врахуванням вимог стандарту, іноземному студенту при виконанні графічних завдань «Нанесення розмірів для вала» та «Нанесення розмірів для пластини» потрібно дотримуватись такої послідовності:

- виконати компоновання аркуша для розміщення на ньому зображень вала та пластини;
- визначити масштаб виконання зображення;
- встановити послідовність введення розмірів;
- визначити, які знаки будуть проставлятися при нанесенні розмірів для вала та пластини;
- заповнити основний напис.

Зразок нанесення розмірів для вала та пластини показаний відповідно на рис. 7.37 та 7.38.

Запитання та вправи для самоконтролю знань

1. Які знаки використовуються при нанесенні розмірів уклону, конусності, квадрата, діаметрів та радіусів?
2. Що називається уклоном?
3. Як знаходять конусність?
4. Як наносять розміри конусності та уклону?
5. Як наносять розміри фасок?
6. Дайте означення конструктивної та технологічної баз.
7. Для заданого зображення вала (рис. 7.36) визначте, з яких поверхонь складається вал.

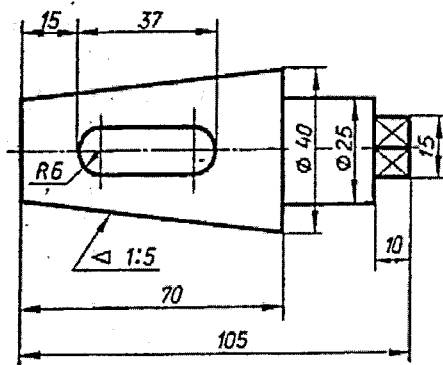


Рисунок 7.36

8. Чому дорівнює довжина циліндричної частини вала (див. рис. 7.36) діаметром 25 мм?
9. Як визначити значення меншого діаметра для конічної поверхні вала?

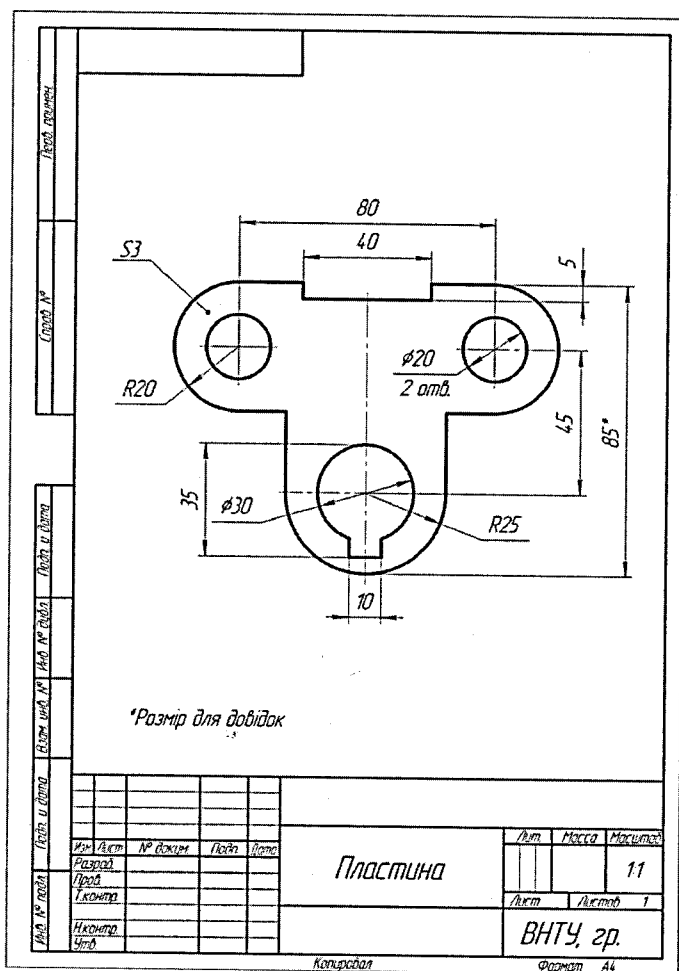
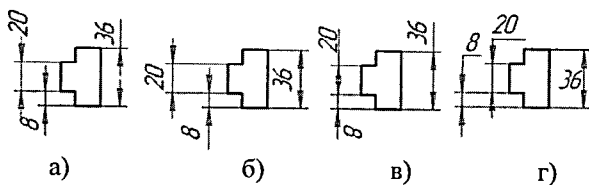


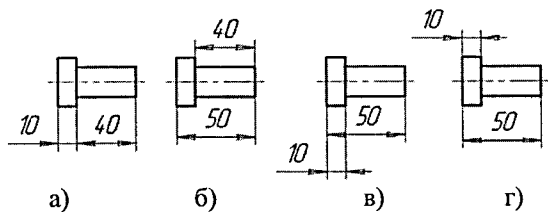
Рисунок 7.38 – Зразок нанесення розмірів для пластини

7.4 Контрольні тести до теми «Нанесення розмірів»

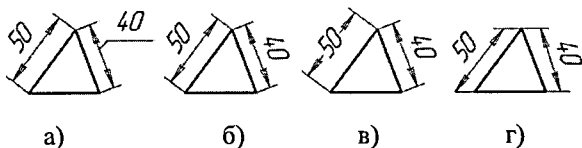
1. На якому із рисунків правильно нанесені вертикальні розміри?



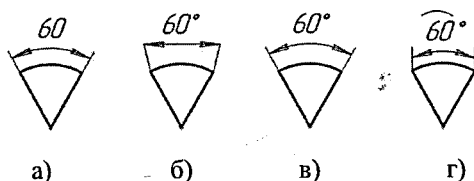
2. На якому із рисунків правильно нанесені горизонтальні розміри?



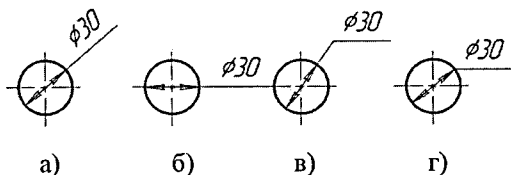
3. На якому із рисунків правильно нанесені похилі розміри?



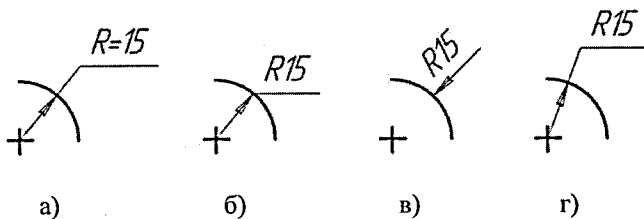
4. На якому із рисунків правильно нанесені кутові розміри?



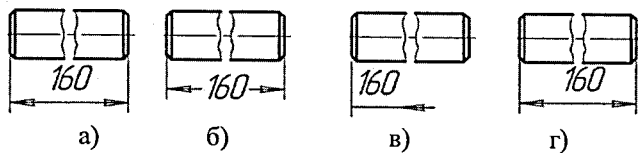
5. На якому із рисунків правильно нанесені розміри діаметра?



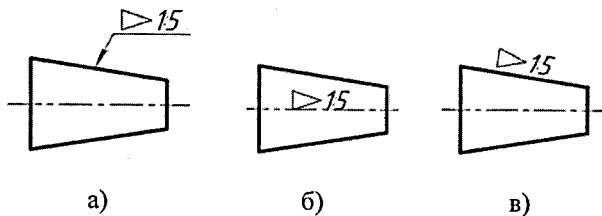
6. На якому із рисунків правильно нанесені розміри радіуса?



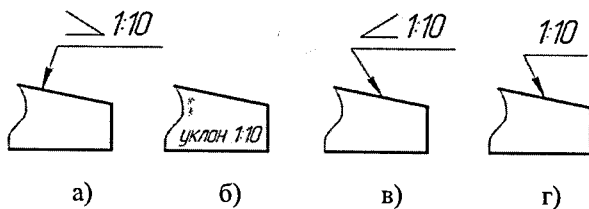
7. На якому із рисунків правильно нанесені розміри деталі з обривом?



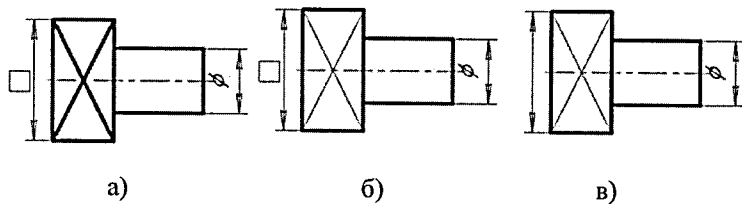
8. На якому із рисунків правильно позначена конусність?



9. На якому із рисунків правильно позначений уклон?



10. На якому із рисунків правильно позначений квадрат?



8 ОСНОВИ ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ В СЕРЕДОВИЩІ КОМПАС–3D

8.1 Загальні відомості

Система КОМПАС–3D – потужна інженерна система автоматизації проектування (*system of designing automatization*) різноманітних об'єктів: від простих деталей, вузлів до складних машинобудівних, архітектурних та будівельних об'єктів. Система КОМПАС–3D використовується для створення, редагування, зберігання, документування та відображення інформації у вигляді графічних зображень. Система КОМПАС–3D призначена для автоматизації проектно-конструкторських робіт в машино- та приладобудуванні, архітектурі й будівництві, при складанні схем та планів, у кожній галузі, де необхідно розробляти та випускати креслярську й текстово-графічну документацію. Система надає можливості:

- автоматизації процесу розробки виробу шляхом параметричного моделювання;

- керування взаємним розташуванням елементів конструкції з автоматичним оновленням моделі та кресленника в процесі внесення до них змін;

- роботи з тривимірними поверхнями, які дозволяють створювати складні моделі з довільними просторовими формами;

- генерації плоских проекцій, формування креслеників виробу;

- керування розмірами деталей і вузлів та низка інших можливостей;

- автоматизувати розрахунок геометричних характеристик об'єктів;

- автоматизувати процес оформлення різної документації;

- створювати в напівавтоматичному режимі специфікації.

Вбудований у систему креслярсько-графічний редактор КОМПАС–ГРАФІК призначений для автоматизації проектно-конструкторських робіт в машино- та приладобудуванні, архітектурі й будівництві, при складанні схем та планів, в кожній галузі, де необхідно розробляти й випускати креслярську та текстово-графічну документацію. Графічний редактор дозволяє розробляти та випускати різні документи – ескізи, кресленики, схеми, плакати та інше. Однією з головних переваг КОМПАС–ГРАФІКА традиційно є повна підтримка ЕСКД.

8.2 Панелі інструментів

Система КОМПАС–3D підтримує декілька режимів роботи, кожен з яких має свій спеціалізований інтерфейс – головне вікно. Відображення складових елементів системи та робочого вікна із зображенням фрагмента або кресленника здійснюється в головному вікні системи. Якщо натиснути в діалоговому вікні «Новий документ» на пункті «Чертеж», з'явиться головне вікно системи, налаштоване на роботу з креслеником (рис. 8.1). Якщо натиснути в діалоговому вікні «Новий документ» на пункті

«Фрагмент», то з'явиться практично те саме головне вікно, налаштоване на режим роботи з фрагментами, але без рамки з основним написом.

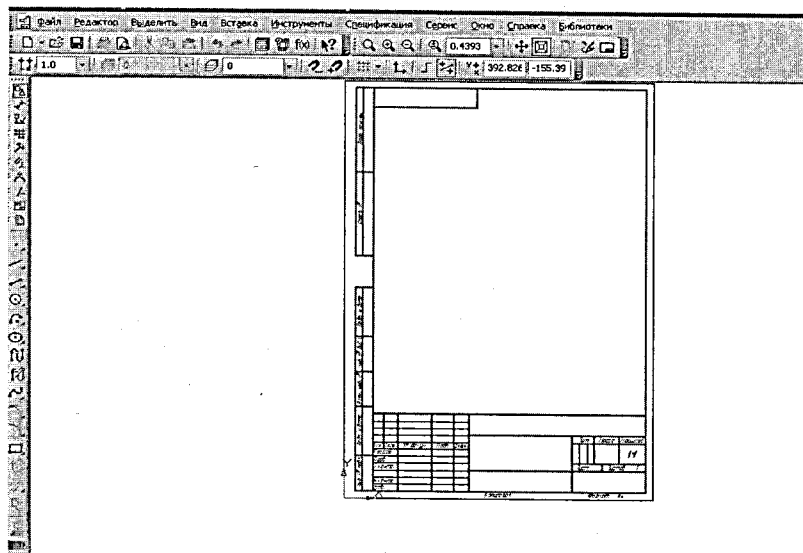


Рисунок 8.1 – Головне вікно системи КОМПАС-3D у режимі створення кресленика

Головне вікно (*main window*) системи – це поле, на якому розташовуються сторінки верхнього текстового меню, панелі кнопок та інші елементи керування, а також вікна документів (рис. 8.2).

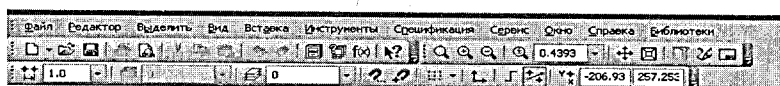


Рисунок 8.2 – Вигляд верхньої частини головного вікна документа

Для роботи в системі існують панелі інструментів з кнопками, які відповідають певним командам системи. При будь-якому режимі роботи системи бажано, щоб в головному вікні відображались три панелі інструментів: «Стандартная», «Вид» та «Текущее состояние».

Під заголовком головного вікна знаходиться рядок команд меню, у якому відображені назви сторінок верхнього меню системи. Команди меню – група команд різного призначення (команди налаштування системи, компонування кресленика та ін.), необхідних для роботи в системі.

Панелі кнопок – панелі, на яких розташовані кнопки з піктограмами, кожна кнопка відповідає певній команді системи. На екрані відображується декілька різних панелей кнопок.

Під рядком команд меню знаходиться *панель інструментів (toolbar)* «Стандартная» (панель керування) – група кнопок команд загального призначення (кнопки створення нових документів, відкриття існуючих документів, записування у файл, виведення на друк та інше (рис. 8.3).



Рисунок 8.3 – Панель інструментів «Стандартная»

Нижче панелі керування знаходиться панель інструментів «Вид» (рис. 8.4). Склад панелі інструментів «Вид» різний для різних режимів роботи в системі. При роботі з текстовим документом на панелі відображається зовсім інший набір кнопок, ніж при редагуванні кресленника.



Рисунок 8.4 – Панель інструментів «Вид» у режимі побудови кресленника та фрагмента

Панель інструментів «Текущее состояние» розміщена одразу після панелі інструментів «Вид» (рис. 8.5). Вигляд цієї панелі залежить від режиму, в якому працює система.



Рисунок 8.5 – Панель інструментів «Текущее состояние» у режимі побудови кресленника та фрагмента

Рядок поточного стану розбитий на поля. Поле «Текущий шаг» відображає значення кроку курсору при його переміщенні клавішами. Праворуч від поля «Текущий шаг» знаходиться поле «Текущий вид», що призначене для відображення номера вигляду, який у даний момент є поточним. Поруч з полем розташована кнопка «Состояние видов», за допомогою якої змінюють поточний вигляд. Праворуч від поля «Текущий вид» розташовується поле «Текущий слой». У ньому відображається номер шару, який в даний момент є поточним.

Далі знаходиться кнопка «Привязка», яка призначена для виклику діалогу налаштування глобальних прив'язок. Коли в процесі створення або редагування об'єктів використовується меню прив'язок або клавіатурні комбінації, то для того, щоб точно встановити курсор в необхідну точку, застосовується локальна прив'язка.

Праворуч від кнопки «Привязка» знаходяться поля координат X та Y . У них відображається значення координат курсору (у поточній системі координат).

Останнє поле рядка поточного стану – це поле «Текущий масштаб». У цьому полі відображається масштаб, який зображений у вікні документа.

У системі КОМПАС–3D, окрім панелі керування, існують ще «Компактная панель» (рис. 8.6) та «Панель специального управления».



Рисунок 8.6 – «Компактная панель»

Склад «Компактной панели» залежить від типу активного документа. Це можуть бути кнопки «Геометрия», «Размеры», «Обозначения», «Редактирование», «Параметризация», «Измерения», «Выделения», «Спецификация» та ін.

«Панель специального управления» – група кнопок, що дозволяють контролювати процес виконання команд (введення об'єкта, переривання поточної дії та ін.). З'являється на екрані тільки після виклику будь-якої команди «Компактной панели» (рис. 8.7).

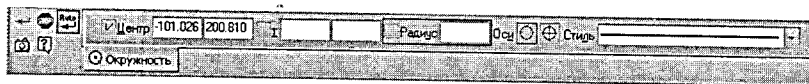


Рисунок 8.7 – «Панель специального управления»: побудова кола

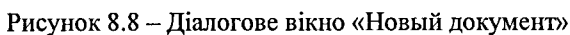
У нижній частині головного вікна системи знаходиться рядок повідомлень та рядок параметрів об'єктів. Рядок параметрів об'єктів призначений для відображення значень характерних параметрів елемента при його створенні та редагуванні.

8.3 Створення нових документів

До основних графічних документів у системі КОМПАС–3D належить аркуш кресленника. Кожний кресленник має відповідний формат, складається з виглядів, технічних вимог, основного напису, позначення шорсткості.

Іншим типом графічного документа в цій системі є *фрагмент (fragment)*. Основна відмінність від кресленника – відсутність об'єктів оформлення. Фрагмент не має рамки, основного напису, позначення шорсткості та технічних вимог. Фрагмент найчастіше використовується для збереження зображень, які не потрібно оформлювати як аркуш кресленника (типові елементи, ескізи, розробки тощо).

Для створення основного типу документа (рис. 8.8): меню «Файл» – «Создать» – «Новые документы» – «Чертеж» (фрагмент, текстовый документ та інше).



69

8.4 Інструментальні засоби геометричної побудови об'єктів системи КОМПАС–3D

У системі КОМПАС–3D основний набір команд створення та редагування об'єктів знаходиться на «Компактній панелі». Окрім засобів безпосереднього створення існують ще допоміжні засоби, що дозволяють спростити та підвищити точність побудови графічних об'єктів. До них належать команди побудови допоміжних прямих різного призначення: бісектриса; вертикальна допоміжна пряма; допоміжна пряма; допоміжна пряма дотична до двох кривих та інше.

До допоміжних засобів побудови зображень належать також прив'язки та геометричний калькулятор.

Прив'язки – механізм, що дозволяє точно визначити положення курсору, обравши умови позиціонування (наприклад, у вузлах сітки або в найближчий характерній точці, або на перетині об'єктів тощо). Існує два типи прив'язок: локальні та глобальні. Відмінність між ними полягає в тому, що локальні прив'язки діють одноразово, а тому для виконання підряд однотипних прив'язок необхідно задавати їх повторно. Це створює певні незручності, усунути які призначені глобальні прив'язки, що спрацьовують постійно протягом усього часу роботи з графічним документом.

Геометричний калькулятор – механізм отримання кількісної інформації про параметри та взаємне розташування об'єктів з метою використання їх при побудові інших об'єктів. За допомогою геометричного калькулятора можна побудувати коло з радіусом, що дорівнює довжині будь-якого об'єкта; відрізок з кутом нахилу, рівним куту між іншими відрізками.

Команди зміни масштабу відображення.

Зміна масштабу вікном (рамкою) – слугує для збільшення певної частини кресленника на весь екран.

Рядок «Меню» – меню «Сервис» – команда «Увеличить масштаб рамкой» або панель керування – кнопка «Увеличить масштаб рамкой».

Збільшення (зменшення) масштабу – слугує для збільшення (зменшення) масштабу в визначену кількість разів.

Рядок «Меню» – меню «Сервис» – команда «Увеличить (Уменьшить) масштаб» або панель керування – кнопка «Увеличить (Уменьшить) масштаб».

«Показать все» – слугує для перегляду всього зображення в цілому.

Рядок «Меню» – меню «Сервис» – команда «Показать все» або панель керування – кнопка «Показать все».

«Обновить изображение» – слугує для відновлення зображення після редагування. Ця команда перекреслює по-новому всі об'єкти.

Рядок «Меню» – меню «Сервис» – команда «Обновить изображение» або панель керування – кнопка «Обновить изображение».

Команди параметрів системи знаходяться в меню «Настройка». Можливості налаштування: налаштування системи, налаштування нових документів, параметри поточного аркуша, параметри поточного вікна.

Команди: «Типи атрибутів», «Стили линий», «Стили штриховок», «Стили текстов», «Стили основной надписи», «Стили спецификаций» та ін. дозволяють створювати нові або редагувати вже існуючі стилі об'єктів.

Налаштування параметрів аркуша. Рядок «Меню» – меню «Сервис» – «Параметры» – «Параметры текущего листа».

Налаштування формату. «Параметры листа» – «Формат». Далі вказати формат та розміщення.

Системи координат. При роботі в КОМПАС–3D використовуються декартові праві системи координат. Початок абсолютної системи координат завжди знаходиться в лівій нижній точці рамки формату. Для зручності роботи користувач може створювати в документі довільну кількість локальних систем координат та переключатися між ними.

8.5 Створення робочого кресленика

Для створення робочого кресленика будемо використовувати «Компактную панель». Види геометричних примітивів при нажатій кнопки «Геометрия»: точка, відрізок, допоміжна пряма, коло, дуга, еліпс, ламана, криві Безьє. Для зміни стилю:

рядок параметрів – перемістити курсор «Текущий стиль» – вибрати «Стиль линии» (або ін.).

Побудова відрізків. Основна команда – «Ввод отрезка».

Параметри введення:

– основні – координати двох точок;

– допоміжні – точка, довжина і кут.

Побудова кіл. Основна команда – «Ввод дуги».

Параметри введення: координати центра, радіус, початковий кут дуги, кінцевий кут дуги, напрямлення дуги.

Допоміжні побудови. Допоміжні побудови мають допоміжний стиль ліній. Допоміжні лінії видно тільки на екрані, вони не виводяться на друк. Після завершення роботи з допоміжними побудовами вони видаляються одною командою:

рядок «Меню» – меню «Удалить» – команда «Удалить вспомогательные линии».

Для побудови допоміжних прямих при нажатій кнопці «Геометрические построения» передбачена команда «Ввод вспомогательной прямой». Для побудови інших допоміжних об'єктів необхідно змінити стиль лінії на допоміжний.

Розглянемо послідовність дій при створенні робочого кресленика пластини в системі КОМПАС–3D.

1. Відкриваємо КОМПАС–3D. Створюємо новий кресленик або фрагмент як показано в підрозділі 8.3. При створенні нових документів використовують установлені параметри (формат аркуша, стиль оформлення, стилі текстових написів у різних об'єктах, параметри відображення та інше). Якщо Ви створюєте фрагмент кресленика, то формат та другі параметри будуть задаватися пізніше.

2. Для налаштування параметрів документа входимо в головне меню – пункт «Сервис». Натискаємо на пункт «Параметры».

3. Натискаємо знак «+», що стоїть перед назвою «Параметры листа» (рис. 8.10). З'являться параметри аркуша, які можна налаштувати. Якщо перед деякими з них буде стояти знак «+», це означає, що дану групу параметрів можна розкрити ще.

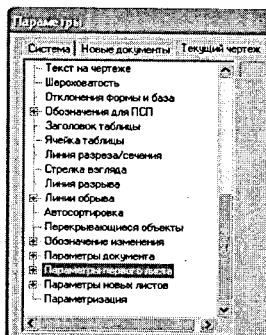


Рисунок 8.10 – Диалогове вікно (dialog window) «Параметры»

4. Встановлюємо параметри цього аркуша. «Параметры листа» – «Формат А4» (рис. 8.11). Аналогічно можете налаштувати інші необхідні параметри.

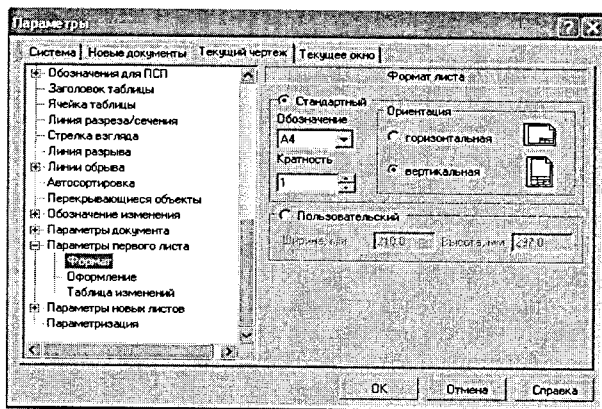


Рисунок 8.11 – Диалогове вікно «Параметры»

5. Проводимо осьовий відрізок (рис. 8.12). Панель «Геометрия» – «Отрезок». На панелі спеціального керування обираємо стиль лінії – (осьова). Вказуємо початкову та кінцеву точки відрізка. Після закінчення побудови не забудьте натиснути «Stop».

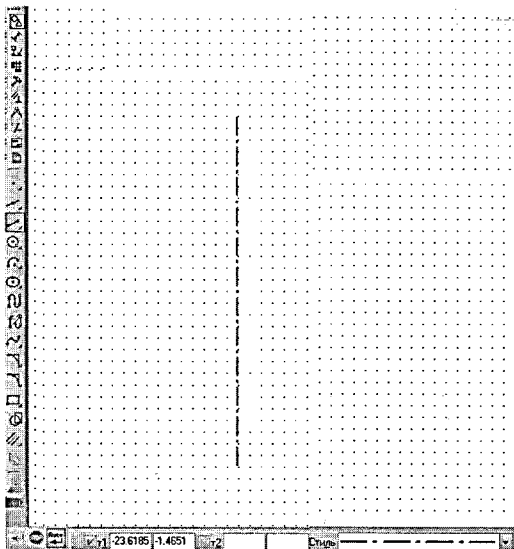


Рисунок 8.12 – Стан системи в процесі проведення осевого відрізка

6. Відкладаємо паралельні допоміжні прямі. Щоб відкрити цю панель, потрібно натиснути на: панель «Геометрия» – «Вспомогательная прямая» – затримуючи курсор на трикутничку, відкриваємо розширені команди побудови прямих – «Параллельная прямая» (рис. 8.13).

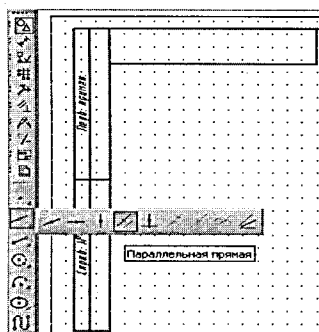


Рисунок 8.13 – Панель «Геометрия»
у режимі побудови паралельних допоміжних прямих

Не забувайте після виконання кожної команди натискати кнопку – «Создать объект».

7. У рядку «Параметры объекта» встановлюємо відстань до прямої 25 мм (рис. 8.14). Вибираємо режим «Две прямые» та проводимо паралельні прямі (рис. 8.15).



Рисунок 8.14 – Панель спеціального керування:
встановлення відстані до прямої

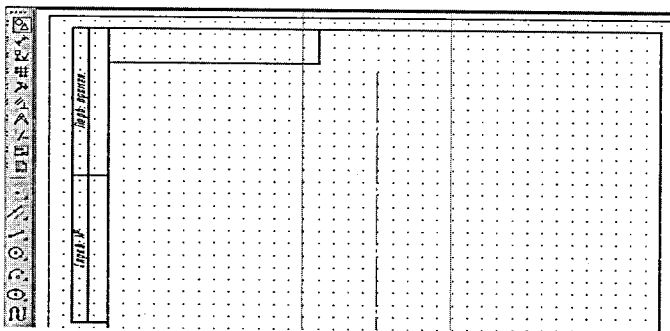


Рисунок 8.15 – Головне вікно в режимі побудови паралельних прямих

8. Відкладаємо горизонтальні прямі (рис. 8.16). Панель «Геометрия» – «Прямая» – затримуючи курсор на трикутничку, відкриваємо розширені команди побудови прямих – «Горизонтальная прямая».

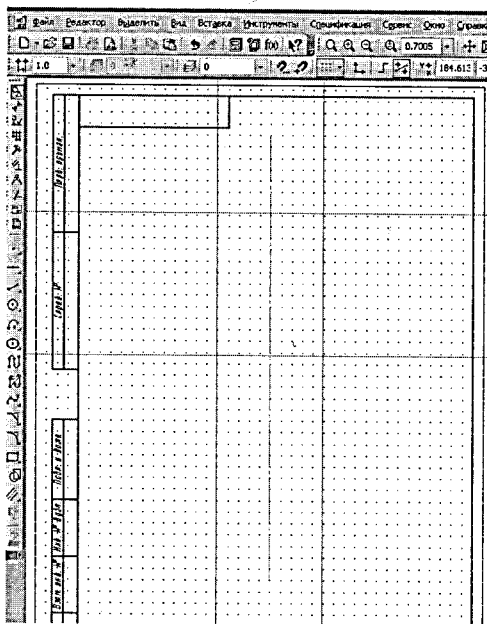


Рисунок 8.16 – Головне вікно системи в режимі
побудови горизонтальних прямих

9. Установлюємо прив'язку (рис. 8.17).

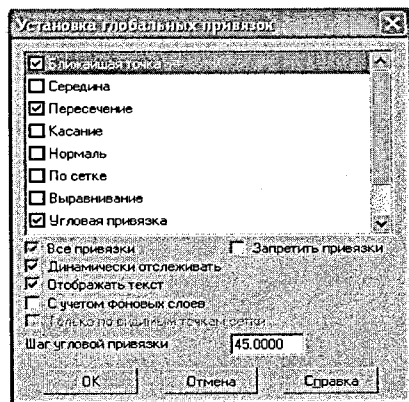


Рисунок 8.17 – Діалогове вікно «Установка привязок»

10. На допоміжних горизонтальних прямих відкладаємо відрізки (рис. 8.18). Панель «Геометрия» – «Отрезок».

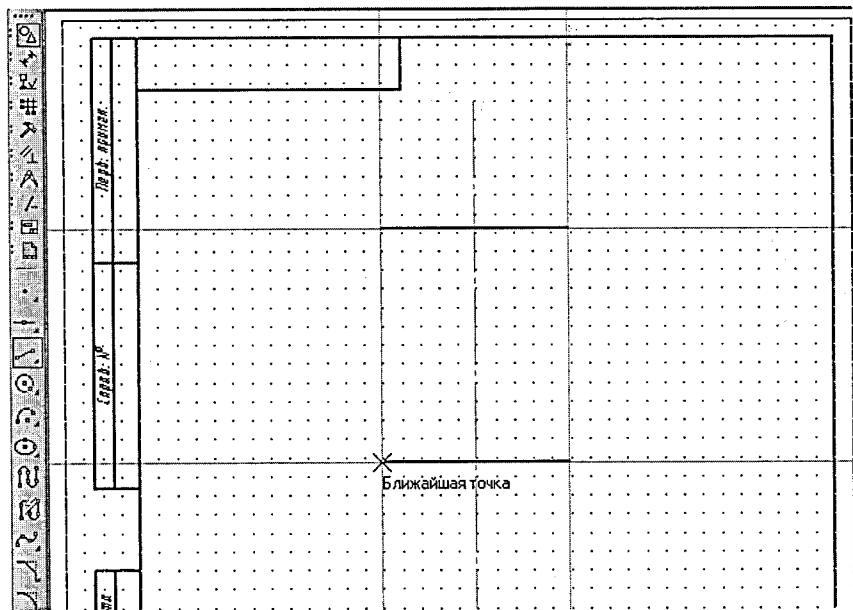


Рисунок 8.18 – Головне вікно системи в режимі побудови відрізків

11. Видаляємо допоміжні лінії (рис. 8.19).

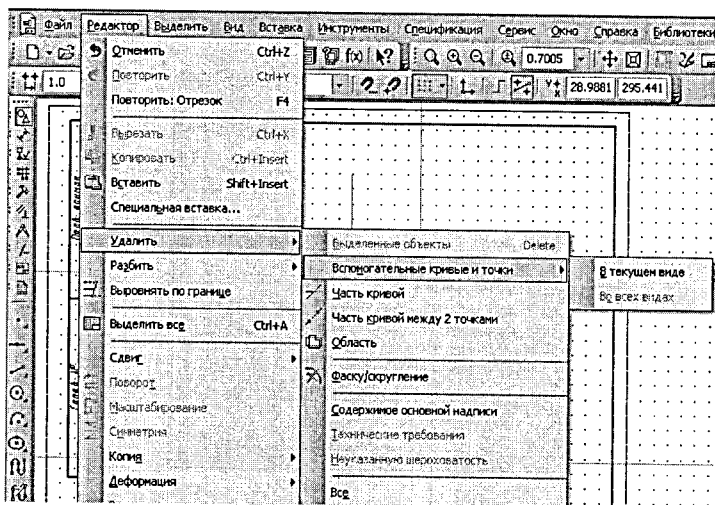


Рисунок 8.19 – Головне меню системи
в режимі видалення допоміжних прямих

12. Проводимо вертикальні осі для кіл (рис. 8.20). Для побудови можна використовувати допоміжні прями.

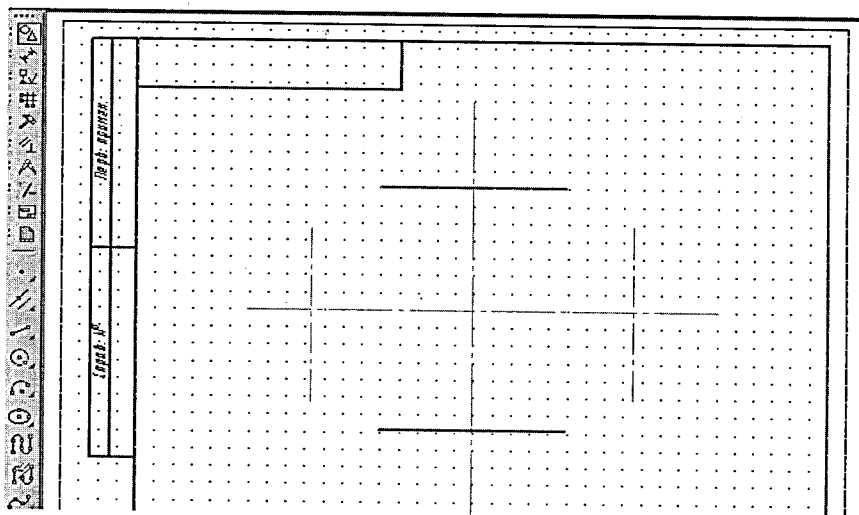


Рисунок 8.20 – Головне вікно системи в режимі побудови осей

13. Будуємо дуги та внутрішні кола за допомогою панелі «Геометрія» у режимі побудови «Дуги» та «Окружності» (рис. 8.21).

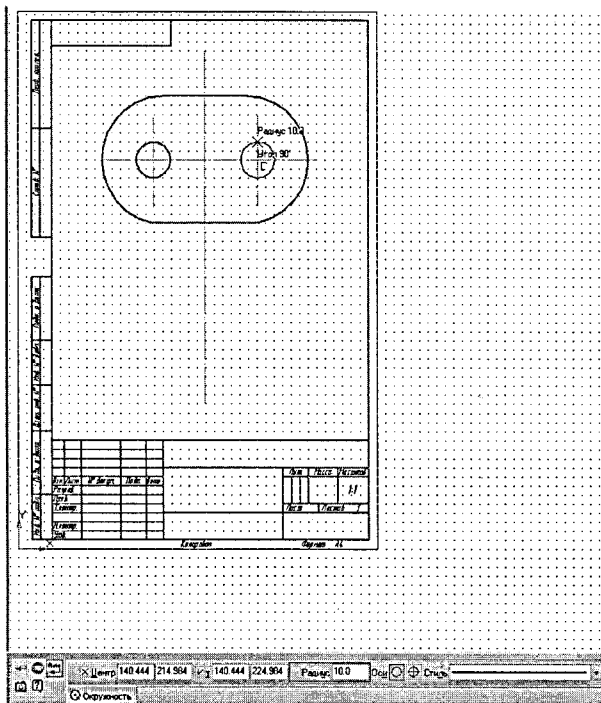


Рисунок 8.21 – Головне вікно системи в режимі побудови кола

14. За допомогою панелі «Геометрия» в режимі «Размеры» наносимо розміри пластини (рис. 8.22).

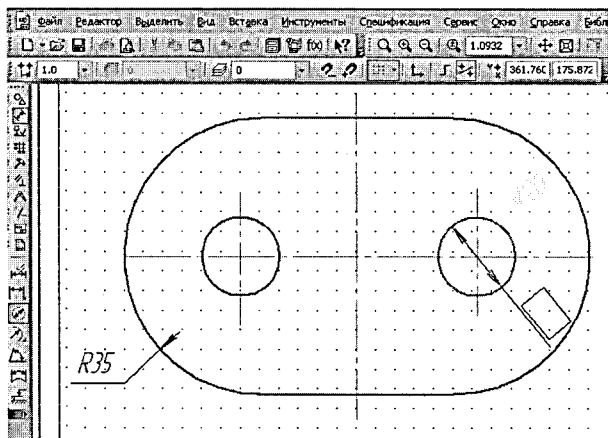


Рисунок 8.22 – Вікно кресленика в процесі проставлення розмірів

15. Заповнюємо основний напис (рис. 8.23). Для цього необхідно два рази натиснути на табличці, яку Ви маєте заповнити.

[illegible]

Рисунок 8.23 – Заповнення основного напису

Остаточний варіант кресленика показаний на рис. 8.24.

Technical drawing of a rectangular plate with rounded ends. The overall width is 120. The distance between the centers of two circular holes is 61. The radius of the rounded ends is R35. Each hole has a diameter of 20 (Ø20) and a depth of 2 (2 отв). The plate is labeled "Пластина" and "2р."

Рисунок 8.24 – Головне вікно системи при завершенні роботи над креслеником

16. Якщо Ви ще будете продовжувати роботу з креслеником, то зберігайте свій файл в форматі *.cdw. Для відправлення свого кресленника викладачу, зберігайте його як рисунок в форматі GIF або JPEG.

Розглянувши попередній матеріал, можна визначити таку послідовність дій при створенні кресленника: вибір формату аркуша кресленника; задання виглядів зображення (за потреби); геометрична побудова; нанесення розмірів та позначок; заповнення основного напису; зберігання та виведення на друку.

Запитання та вправи для самоконтролю знань

1. Назвіть три головні панелі інструментів, що відображаються в головному вікні системи КОМПАС–3D:

- а) «Геометрия»; б) «Стандартная»; в) «Панель сообщений»; г) «Вид»; д) «Текущее состояние».

2. Чим відрізняється набір кнопок панелі інструментів при роботі з текстовим документом та при редагуванні креслення?

3. Чи змінюється вигляд панелі інструментів «Текущее состояние» залежно від режиму, у якому працює система? Якщо так, то яким чином?

- 4. Виберіть пункти, які входять до складу «Компактной панели»:
а) «Размеры»; б) «Настройка»; в) «Измерения»; г) «Текущее состояние»; д) «Параметризация».

5. За процес виконання команд «Ввод объекта», «Прерывание текущего действия» відповідає:

- а) панель «Геометрия»; б) панель спеціального керування; в) панель інструментів «Текущее состояние»; г) панель інструментів «Вид»; в) панель інструментів «Стандартная».

6. Чим при створенні нового документа відрізняються «Фрагмент» і «Чертеж»?

7. При створенні креслення деталі в КОМПАС–3D необхідно вибрати тип Нового документа:

- а) «Чертеж»; б) «Фрагмент»; в) «Деталь»; г) «Сборка».

8. Викресліть відрізок з його позначенням, наприклад, АВ.

9. Викресліть ортогональне зображення показаної пластини (рис. 8.25), що має товщину 3 мм. Вкажіть габаритні розміри (довжину та ширину) цієї пластини.



Рисунок 8.25 – Наочне зображення пластини

УКРАЇНСЬКО-РОСІЙСЬКО-АНГЛІЙСЬКИЙ СЛОВНИК ДЕЯКИХ ТЕРМІНІВ

Українська	Російська	Англійська
Багатоку́тник	Многоуго́льник	Polygon
Бісектрі́са кута	Биссектрі́са угла	Bisector of angle
Бу́кви	Бу́квы	Letter
Ва́л	Ва́л	Shaft
Ві́готовлення	Изгото́вление	Making
Ві́гляд	Ві́д	View
Вимі́рювальна база	Измері́тельная база	Measuring base
Вино́сна лі́нія	Выно́сная ли́ния	Extension line
Виро́бні́цтво	Произво́дство	Production
Ві́ріб	Издéлие	Product
Висо́та	Высо́та	Height
Ві́дрі́зок	Отре́зок	Stretch
Ві́сь	О́сь	Axis
Впи́саний та опи́саний багатоку́тник	Впи́санный и опи́санный многоуго́льник	Inscribed and circumscribed
Габа́рітні розмі́ри	Габа́ритные разме́ры	Total dimensions
Гіпе́рбола	Гипе́рбола	Hyperbole
Гіпо́тену́за	Гипоте́ну́за	Hypotenuse
Голо́вне ві́кно	Главно́е окно́	Main window
Гу́мка	Рези́нка	Rubber
Дета́ль	Дета́ль	Detail
Діа́логовé ві́кно	Диало́говое окно́	Dialog window
Діа́метр	Диа́метр	Diameter
Довжи́на	Дли́на	Length
Доти́чна	Каса́тельная	Tangent
Дуга́ спря́ження	Дуга́ сопряже́ния	Conjugacy arc
Ево́львента	Эво́львента	Evolvent
Елеме́нт	Элеме́нт	Element
Ескі́з	Эски́з	Sketch
Елі́пс	Элли́пс	Ellipse

Запа́дина (впа́дина)	Впа́дина	Dents
Змі́шане спря́ження	Сме́шанное сопря́жение	Combined conjugacy
Зна́ки	Зна́ки	Marks
Зобра́ження	Изобра́жение	Image
Зовні́шне (вну́трішнє) спря́ження	Вне́шнее (вну́треннее) сопря́жение	External (internal) interface
Зразо́к	Образе́ц	Sample
Ка́тет	Ка́тет	Cathetus
Квадра́т	Квадра́т	Square
Ко́ло	Окру́жность	Circle
Комбіно́ваний ме́тод	Комбини́рованный ме́тод	Combined method
Ко́нус	Ко́нус	Cone
Ко́нусність	Ко́нусность	Obliquity
Координа́тний метод	Координа́тный метод	Coordinate method
Корпус підші́пника	Корпус подші́пника	Bearing body
Кре́слення, кре́сленик	Чертёж	Drawing
Кресля́рські інструме́нти	Чертёжные инструме́нты	Drawing instrument
Кри́шка	Кры́шка	Cover
Кру́г	Кру́г	Cycle
Кулачко́ві механі́зми	Кулачко́вые механі́змы	Cam box
Ку́т	Уго́л	Angle
Кутові розмі́ри	Угловые разме́ры	Angular dimension
Ланцюго́вий метод	Цепно́й метод	Chain method
Лека́ло	Лека́ло	Curve
Лінійні розмі́ри	Линейные разме́ры	Linear dimensions
Лі́нія	Лі́ния	Line
Масшта́б	Масшта́б	Scale
Медіа́на	Меди́ана	Median
Нанесе́ння розмі́рів	Нанесе́ние разме́ров	Dimensioning
Ова́л	Ова́л	Oval
Оліве́ць	Каранда́ш	Pencil
Осно́вна́ база	Осно́вная ба́за	Main base
Осно́вний на́пис	Осно́вная на́дпись	Title block

Панель інструментів	Панель инструментов	Toolbar
Парабола	Парабола	Parabola
Паралелограм	Параллелограмм	Parallelogram
Паралельні прямі	Параллельные прямые	Parallel lines
Пересічні прямі	Пересекающиеся прямые	Concurrent lines
Периметр	Периметр	Perimeter
Перпендикуляр	Перпендикуляр	Perpendicular
Перпендикулярні прямі	Перпендикулярные прямые	Perpendicular lines
Приклад	Пример	Example
Проставлення розмірів	Проставление размеров	Dimensioning
Пряма	Прямая	Straight line
Прямокутник	Прямоугольник	Rectangle
Поділ відрізків та кутів	Деление отрезков и углов	Division of stretches and angles
Позначення	Обозначение	Designation
Правильний багатокутник	Правильный многоугольник	Regular polygon
Проміжна база	Промежуточная база	Intermediate base
Промінь	Луч	Beam
Проточка	Проточка	Cavity
Радіус	Радиус	Radius
Рисунок	Рисунок	Figure
Розмірна лінія	Размерная линия	Dimension line
Розмірне число	Размерное число	Dimension
Ромб	Ромб	Rhomb
Сальник	Сальник	Collar
Синусоїда	Синусоида	Sine curve
Система автоматизації проектування	Система автоматизации проектирования	System of designing automatization
Специфікація	Спецификация	Specification
Спіраль Архімеда	Спираль Архимеда	Archimedean spiral
Спрощення	Упрощения	Simplifications
Спряження	Сопряжения	Conjugacy
Стандарти	Стандарты	Standards

Трапéція	Трапéция	Trapeze
Технічна деталь	Техніческая деталь	Technical point
Технологічна база	Технологическая база	Technological base
Трику́тник	Треуго́льник	Triangle
То́чка	То́чка	Point
Укло́н	Укло́н	Slope
Фа́ска	Фа́ска	Facet
Фла́нець	Фла́нец	Collet
Формáт	Формáт	Size
Фрагме́нт	Фрагме́нт	Fragment
Цéнтр	Цéнтр	Center
Цикло́їда	Цикло́ида	Cycloid
Ці́ркуль	Ці́ркуль	Dividers
Ці́ркулярні криві	Ці́ркулярные кр́вые	Circular curve
Ці́фри	Ці́фры	Number
Чоти́рику́тник	Четы́рехуго́льник	Quadrangle
Шири́на	Шири́на	Width
Шпо́нковий па́з	Шпо́ночный па́з	Keyway slot
Шрі́фт	Шрі́фт	Type

ЛІТЕРАТУРА

1. Боголюбов С. К. Черчение : уч. для сред. спец. учеб. заведений / Боголюбов С. К. – [2-е изд., испр.]. – М. : Машиностроение, 1987. – 336 с.
2. Буда А. Г. Інженерна графіка. Зварні з'єднання : навчальний посібник / А. Г. Буда, О. В. Король. – Вінниця : ВДТУ, 1998. – 84 с.
3. Буда А. Г. Проекційне креслення. Вигляди, розрізи, перерізи : навчальний посібник / А. Г. Буда, О. В. Король. – Вінниця : ВДТУ, 2001. – 109 с.
4. Буда А. Г. Проектування форм технічних деталей та аксонометричні проєкції : навчальний посібник / Буда А. Г., Король О. В., Пашенко В. Н. – Вінниця : ВДТУ, 2001. – 92 с.
5. Ванін В. В. Оформлення конструкторської документації : навчальний посібник / Ванін В. В., Блюк А. В., Гнітецька Г. О. – [3-є вид.]. – К. : Каравела, 2003. – 160 с.
6. Ванін В. В. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD / Ванін В. В., Перевертун В. В., Наджернична Т. О. – К. : Каравела, 2005. – 288 с.
7. Вышнепольский И. С. Техническое черчение : учеб. для проф. учеб. зав. / Вышнепольский И. С. – [5-е изд., перераб.]. – М. : Высш. шк., 2001. – 224 с.
8. Богданов В. М. Інженерна графіка : довідник / Богданов В. М., Верхола А. П., Коваленко Б. Д. ; за ред. А. П. Верхоли. – К. : Техніка, 2001. – 268 с.
9. Верхола А. П. Інженерна графіка : креслення, комп'ютерна графіка : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Верхола А. П., Коваленко Б. В., Богданов В. М. ; за ред. А. П. Верхоли. – К. : Каравела, 2005. – 304 с.
10. Левицкий В. С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей : учеб. для студентов вузов / Левицкий В. С. – [6-е изд., пер. и доп.]. – М. : Высш. шк., 2004. – 435 с.
11. Мерзон Э. Д. Машиностроительное черчение : учеб. пособие / Мерзон Э. Д., Мерзон И. Э., Медведковская Н. В. – М. : Высш. шк., 1987. – 335 с.
12. Михайленко В. Є. Інженерна графіка : навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти 1-2 рівнів акредитації / Михайленко В. Є., Ванін В. В., Ковальов С. М. – К. : Каравела, 2002. – 284 с.
13. Михайленко В. Є. Інженерна графіка : підручник / Михайленко В. Є., Ванін В. В., Ковальов С. М. – [3-є вид.]. – К. : Каравела, 2003. – 288 с.
14. Хаскин А. М. Черчение : учебник для техникумов / Хаскин А. М. – [6-е изд., перераб.]. – К. : Вища школа, 1988. – 446 с.

Навчальне видання

**Буда Антоніна Героніївна
Мельник Ольга Петрівна
Гречанюк Микола Сергійович**

КРЕСЛЕННЯ

Частина 1. Теоретичні основи геометричного креслення

Навчальний посібник

Редактор Є. Плетньова

Оригінал-макет підготовлено А. Будую

Підписано до друку 10.10.2016 р.
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 5,3.
Наклад 50 пр. Зам. № 2016-220.

Вінницький національний технічний університет,
навчально-методичний відділ ВНТУ.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, к. 2201.
Тел. (0432) 59-87-36.
Свідцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432) 59-87-38.
publish.vntu.edu.ua; email: kivc.vntu@gmail.com.
Свідцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.