

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

А. П. БОЙКО, О. Ю. КУКЛІНА

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання графічної роботи на тему
"ГЕОМЕТРИЧНЕ КРЕСЛЕННЯ"**

Рекомендовано Методичною радою НУК

Електронне видання комбінованого
використання на DVD-ROM



МИКОЛАЇВ • НУК • 2011

УДК 514(076)
Б 77

Укладачі: А. П. Бойко, канд. техн. наук, доцент;
О. Ю. Кукліна, канд. техн. наук, доцент

Рецензент д-р техн. наук, проф. В.Д. Борисенко

Кафедра інженерної графіки

Електронний аналог друкованого видання:

Бойко А. П.

Б 77 Методичні вказівки до виконання графічної роботи на тему
"Геометричне креслення" / А. П. Бойко, О. Ю. Кукліна. – Миколаїв :
Видавництво НУК, 2011. – 35 с.

Вміщено рекомендації щодо виконання різноманітних геометричних
побудов: спряжень ліній та кіл, уклонів та конусності відповідно до вимог
державних стандартів України, а також рекомендації щодо виконання гра-
фічної роботи "Геометричне креслення".

Призначено для студентів першого курсу денної та заочної форм
навчання усіх спеціальностей технічного напрямку.

УДК 514(076)

Навчальне видання

**БОЙКО Анжела Петрівна
КУКЛІНА Ольга Юрївна**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання графічної роботи на тему
"ГЕОМЕТРИЧНЕ КРЕСЛЕННЯ"**

Комп'ютерне верстання *В.Г. Мазанко*
Коректор *М.О. Паненко*

© Бойко А. П., Кукліна О. Ю., 2011
© Видавництво НУК, 2011

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 2,1. Обсяг даних 1788 кб.
Тираж 15. Вид. № 15. Зам. № 389.

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування,
54025, м. Миколаїв, просп. Героїв Сталінграда, 9
E-mail : publishing@nuos.edu.ua

Свідцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного
реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 2506 від 25.05.2006 р.

ВСТУП

У даних методичних вказівках розглядаються геометричні побудови, які використовуються в сучасній інженерній графіці найбільш часто. Під геометричними побудовами розуміють елементарні побудови на площині, що спираються на основні положення геометрії. До них відносяться: проведення взаємно перпендикулярних і паралельних прямих, ділення відрізків, кутів та кіл на рівні частини, побудова правильних багатокутників, побудова уклонів, конусності та виконання спряжень. Ці задачі можуть виконуватися вручну звичайними креслярськими інструментами (лінійкою, циркулем, косинцями), а також на комп'ютері за допомогою автоматизованих графічних систем.

Знання щодо геометричних побудов дозволяють правильно накреслити контур будь-якого виробу, прискорюють роботу над кресленням, так як дозволяють у кожному випадку обрати найбільш раціональні способи побудов. Крім цього, виконання геометричних побудов дає можливість оволодіти правильними прийомами роботи з креслярськими інструментами.

Мета цього видання – надати основні поняття і послідовність виконання геометричних побудов для подальшого успішного застосування їх на практиці.

Написи на кресленнях виконуються креслярським шрифтом відповідно до ГОСТ 2.304–81 "Шрифти креслярські". Креслярський шрифт суттєво відрізняється від типографського як за формою, так і методами написання. Тому з метою відповідності до вимог ГОСТу написи на рисунках в даному виданні виконуються шрифтом ISOCPUR.

1. ГЕОМЕТРИЧНІ ПОБУДОВИ

1.1. Поділ відрізка прямої на рівні частини

Поділ відрізка прямої на дві та чотири рівні частини

З кінців відрізка АВ циркулем проводять дві дуги кола рівного радіу-

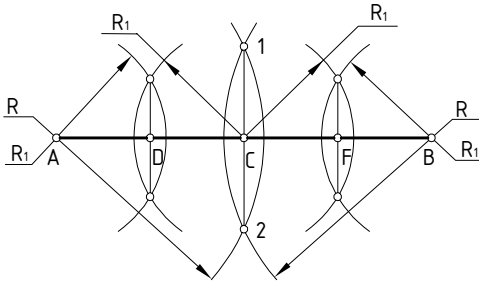


Рис. 1

са R , але більшим ніж половина відрізка (рис. 1). Точки перетину цих дуг позначено 1 і 2. Через отримані точки проведемо пряму, яка перетинає відрізок АВ у точці C , що є серединою відрізка. Якщо зробити цю побудову знову для відрізків AC і CB , отримують точки D та F . Точки C , D і F ділять відрізок АВ на чотири рівні частини.

Поділ відрізка прямої на задану кількість рівних частин

Для того, щоб поділити відрізок АВ на задану кількість рівних частин n , проводять допоміжну пряму під довільним гострим кутом до прямої АВ (рис. 2). З точки А на цій прямій відмірюють n рівних частин довільної довжини.

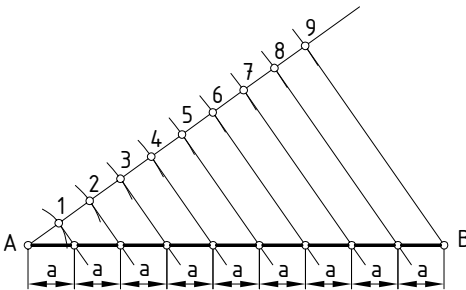


Рис. 2

Останню точку (на рисунку це дев'ята точка) з'єднують з кінцем відрізка точкою В та паралельно отриманому відрізку проводять прямі через усі точки 1–8. Ці прямі поділяють відрізок АВ на задану кількість рівних частин n (в даному прикладі на дев'ять).

1.2. Побудова і ділення кутів

Побудова кутів

Використання прямокутних трикутників при побудові деяких кутів суттєво спрощує процес креслення. Застосовуючи різні комбінації кутів креслярських трикутників з кутами 30° – 60° – 90° та 45° – 45° – 90° можна побудувати будь-який кут кратний 15° (рис. 3).

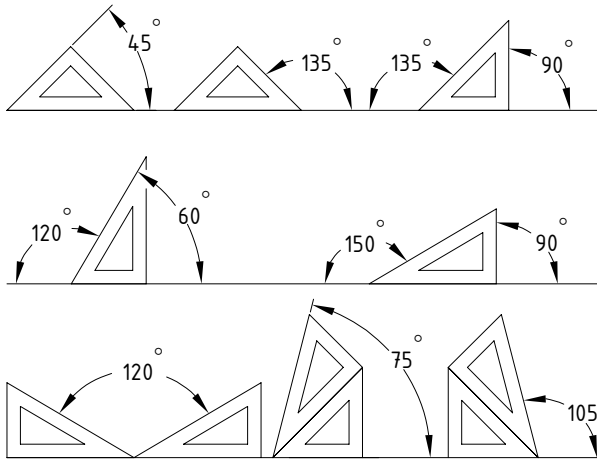


Рис. 3

1.2.1. Поділ кутів

Поділ кута навпіл

Для того, щоб поділити кут ABC навпіл, необхідно провести бісектрису із вершини кута. Для цього з вершини кута проводять дугу кола довільного радіуса R до перетину зі сторонами кута в точках D і F (рис. 4). З цих точок проводять ще дві дуги радіусом R_1 , величина якого більш ніж половина дуги D і F , до взаємного перетину в точці K . Пряма BK ділить кут навпіл.

Поділ прямого кута на три частини

Для того, щоб поділити прямий кут (наприклад кут ABC) на три рівні частини, з вершини кута B проводимо дугу довільного радіуса R до

перетину зі сторонами кута в точках D і F (рис. 5). З отриманих точок проводять дві дуги тим же радіусом R до взаємного перетину з дугою DF у точках K і M. Точки K і M з'єднують з вершиною B прямими, які поділять кут ABC на три рівні частини.

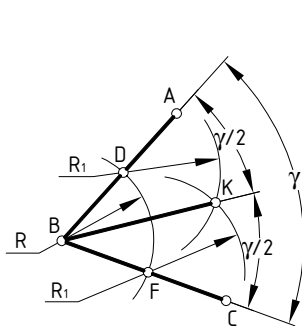


Рис. 4

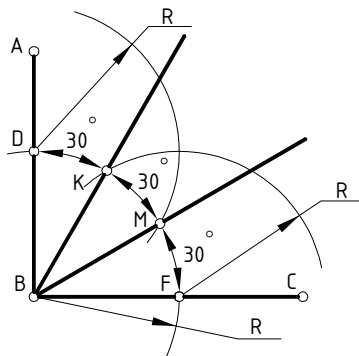


Рис. 5

1.3. Побудова дотичної прямої до кола

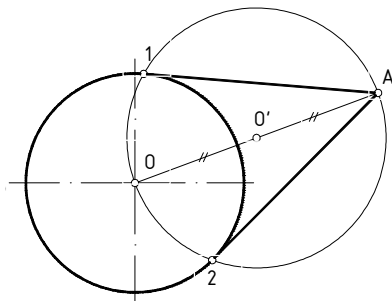


Рис. 6

Для того, щоб провести дотичну із точки A до заданого кола, необхідно з'єднати цю точку з центром кола O (рис. 6). На відрізку OA будують коло радіусом $OA/2$. Точки 1 і 2 перетину побудованого та заданого кіл визначають положення точок дотику. Дотичні проводяться через точку A та точки 1 і 2.

1.4. Поділ кола на рівні частини

При виконанні креслень багатьох предметів доводиться ділити коло на рівні частини. Уміння ділити коло на рівні частини може бути необхідним, наприклад, при побудові проєкцій правильних багатокутників.

Поділ кола на вісім рівних частин

Для того, щоб поділити коло на вісім рівних частин, спочатку проводять дві перпендикулярні осі, які перетинають коло в точках 1, 2, 3, 4 та 6

ділять його на чотири рівні частини (рис. 7). Після цього необхідно поділити кожен чверть кола навпіл, застосовуючи наведений раніше метод побудови бісектриси кута (рис. 4), і отримати точки 5, 6, 7, 8.

Поділ кола на три, шість і дванадцять рівних частин

Щоб поділити коло на три рівні частини, визначають точки 1 і 4 перетину осової лінії з колом (рис. 8,а). З точки 4 проводять дугу кола радіусом рівним радіусу кола R до перетину із заданим колом у точках 2 і 3. Точки 1,2,3 ділять коло на три рівні частини.

Для поділу кола на шість частин з точки 1 перетину осової лінії з колом проводять дугу радіусом рівним радіусу кола R до перетину із заданим колом у точках 5 і 6. Точки 1–6 ділять коло на шість рівних частин (рис. 8,б). Дуги радіусом R , які проведено з точок 7 і 8, перетинають коло в точках 9, 10, 11, 12 та поділяють коло на дванадцять рівних частин (рис. 8,в).

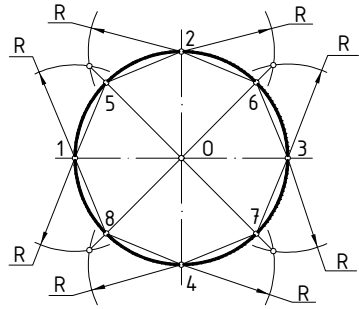


Рис. 7

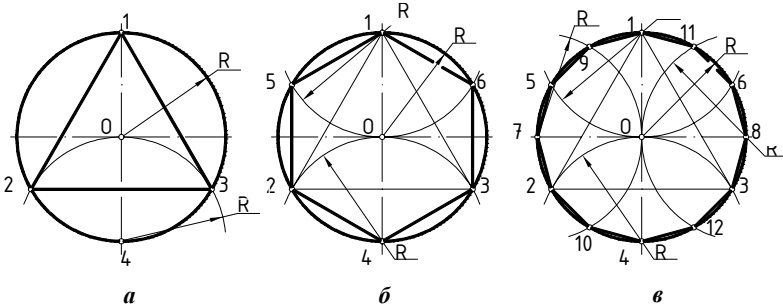


Рис. 8

Поділ кола на п'ять рівних частин

Позначимо точки, які поділяють коло на п'ять рівних частин цифрами 1, 2, 3, 4, 5. Точку 1 позначимо на вертикальній осовій лінії (рис. 9). Для знаходження точки 2 необхідно з точки А провести дугу радіусом R , який дорівнює радіусу кола. Ця дуга перетинає коло в точці В. З точки В опускають перпендикуляр на горизонтальну осову лінію. З основи пер-

Поділ кола на сім рівних частин

Поділ кола на задану кількість рівних частин

Таблица 1

n	3	4	5	6	7	8	9	10
k	1,732	1,414	1,176	1,000	0,868	0,765	0,684	0,618
n	11	12	13	14	15	20	25	30
k	0,564	0,518	0,479	0,445	0,416	0,313	0,251	0,209

1.5. Побудова еліптичної кривої

Еліпс – це замкнена плоска випукла крива, сума відстаней кожної точки якої до двох даних точок (фокусів), що лежать на його великій осі, є величина стала і дорівнює довжині великої осі. В техніці широко застосовується спосіб побудови еліпса за великою АВ та малою CD його осям (рис. 11). Для їх побудови проводять дві перпендикулярні осьові лінії. Від точки їх перетину відкладають вгору та вниз по вертикальній осі відрізки, що дорівнюють довжині малої півосі, а праворуч і ліворуч по горизонтальній осі – відрізки, що дорівнюють довжині великої півосі та отримують точки А, В, С, D. Далі проводять два концентричних кола діаметрами АВ і CD з центра О. Креслять довільний ряд променів з центра О. З точок перетину променів з колами проводять лінії, які паралельні осям еліпса до взаємного перетину в точках, що належать еліпсу 1–12. Отримані точки з'єднують плавною кривою за допомогою лекала.

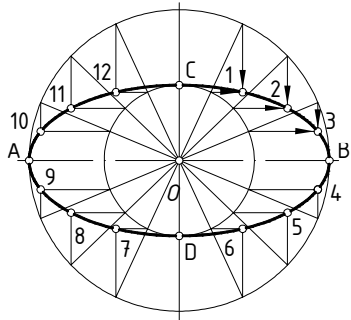


Рис. 11

1.6. Спряження

При кресленні деталей машин і приладів, контури яких складаються з прямих ліній і дуг кіл з плавними переходами від однієї лінії до іншої, часто застосовують спряження. Спряженням називають плавний перехід однієї лінії до іншої.

Щоб креслення було чітке і коректне, необхідно при спряженні дотримуватися наступних умов:

1. При спряженні прямої лінії і дуги центр кола, якому належить дуга, повинен знаходитися на перпендикулярі до прямої, який встановлено із точки спряження (рис. 12).

2. При спряженні двох дуг центри кіл, яким належать дуги, повинні лежати на прямій, яка проходить через точку спряження (рис. 16–18).

1.6.1. Скруглення кутів

Спряження двох прямих, що перетинаються дугою заданого радіуса R, називається скругленням кутів. Побудова зводиться до проведен-

ня дуги кола дотичної до обох даних прямих (рис. 12). Для цього необхідно провести прямі, які паралельні заданим сторонам кута на відстані R , та знайти точку O їх взаємного перетину. Із точки O опускають перпендикуляри на сторони кута та визначають точки спряження 1 та 2. Радіусом R проводять дугу спряження із центра O між точками 1 та 2.

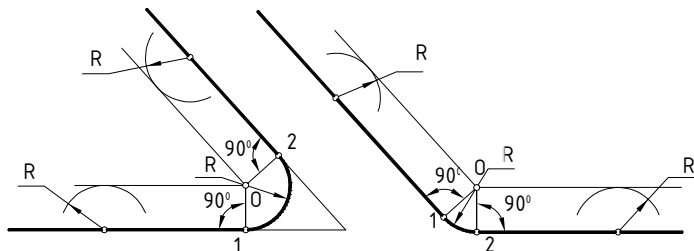


Рис. 12

1.6.2. Спряження кола та прямої за допомогою дуги заданого радіуса

Для побудови цього виду спряження необхідно провести пряму, паралельну заданій прямій на відстані R , а із центра кола O_1 із радіусом R_1 , дугу радіусом $R + R_1$ (рис. 13). Точка перетину допоміжної прямої та дуги визначає центр спряження O . Точка спряження 1 знаходиться на перетині кола з прямою, яка з'єднує центри O_1 і O . Точку спряження 2 отримують на перпендикулярі, який опущено із точки O на задану пряму.

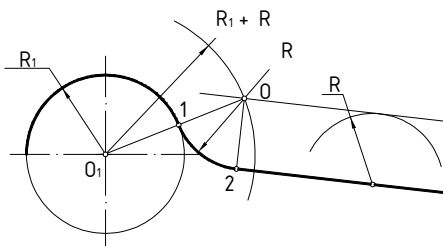


Рис. 13

1.6.3. Спряження двох дуг кіл прямою лінією

Зовнішній дотик

Із центра дуги меншого радіуса R_1 проводять дотичну (див. рис. 6) до допоміжного кола, який проведено радіусом $R - R_1$. Точку дотика K_0

використовують для побудови точки спряження K на колі радіуса R (рис. 14). Для отримання другої точки спряження K_1 на колі радіусом R_1 проводять допоміжну лінію O_1K_1 , яка паралельна OK . Дотична буде обмежена точками K та K_1 .

Внутрішній дотик

Задача побудови внутрішньої дотичної вирішується із використанням допоміжного кола радіусом $R + R_1$ (рис. 15). До цього кола будують дотичну O_1K_0 із центра дуги меншого радіуса R_1 . Точку дотику K_0 використовують для побудови точки спряження K на колі радіуса R . Для отримання другої точки спряження K_1 на колі радіусом R_1 проводять допоміжну лінію O_1K_1 , яка паралельна OK . Дотична буде обмежена точками K та K_1 .

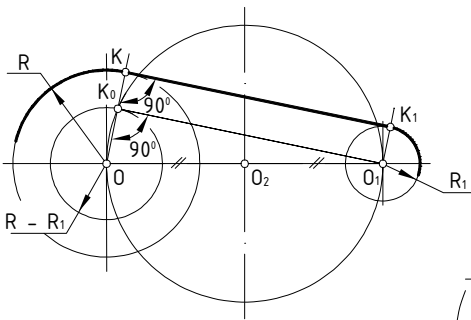


Рис. 14

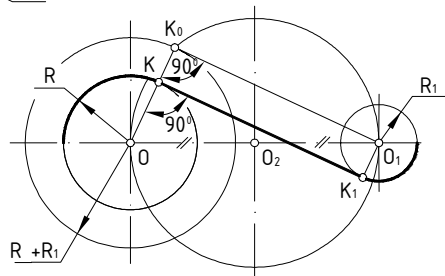


Рис. 15

1.6.4. Спряження двох кіл дугою заданого радіуса

При визначенні величини радіусів допоміжних дуг необхідно звертати увагу на тип спряження:

а) при зовнішньому спряженні брати суму радіусів заданих дуг і радіуса спряження, тобто $R + R_1$ та $R + R_2$ (рис. 16);

б) при внутрішньому спряженні необхідно використовувати різницю радіуса спряження R та радіусів заданих дуг кіл, тобто $R - R_1$ та $R - R_2$ (рис. 17).

Зовнішнє спряження

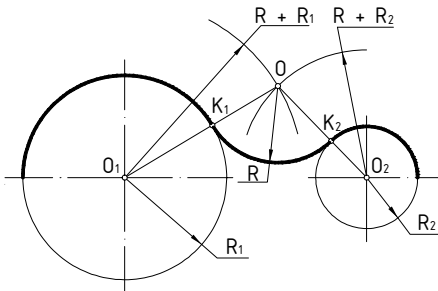


Рис. 16

При зовнішньому спряженні центри кіл O_1 та O_2 дуг, які спрягаються, лежать поза дугою радіуса R , що їх спрягає (рис. 16). Знаходимо центр спряження O , що знаходиться на перетині дуг кіл з радіусами $R+R_1$ та $R+R_2$, проведених із центрів O_1 та O_2 , відповідно. Для визначення точок спряження K_1 та K_2 необхідно з'єднати точку O з точками O_1 і O_2 . Між точками K_1 та K_2 провести дугу спряження радіусом R .

Внутрішнє спряження

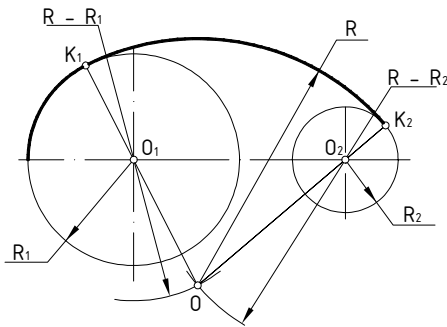


Рис. 17

При внутрішньому спряженні центри кіл O_1 та O_2 дуг, які спрягаються, лежать усередині дуги радіуса R , що їх спрягає (рис. 17). Знаходимо центр спряження O , що знаходиться на перетині дуг кіл з радіусами $R - R_1$ та $R - R_2$, проведених із центрів O_1 та O_2 , відповідно. Для визначення точок спряження K_1 та K_2 необхідно з'єднати точку O з точками O_1 і O_2 та продовжити до перетину з заданими колами. Між точками K_1 та K_2 провести дугу спряження радіусом R .

Змішане спряження

При змішаному спряженні центри заданих дуг лежать по різні сторони від дуги, що їх спрягає. Для знаходження центра O спряження будують дві дуги $R + R_1$ та $R - R_2$ із центрів O_1 та O_2 , відповідно (рис. 18). З'єднавши точку O з точками O_1 та O_2 до перетину з заданими колами, отримують точки спряження K_1 та K_2 . Між точками K_1 та K_2 проводять дугу спряження радіусом R .

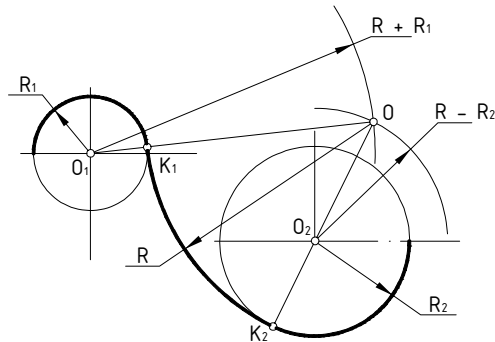


Рис. 18

1.7. Уклон

При кресленні профілів прокатної сталі: двотаврових, швелерних та інших – часто приходится будувати прямі лінії, кут нахилу яких задається за допомогою величини уклону. Як правило, такий спосіб задання використовується для прямих, що мають невеликий кут нахилу (менше 10°), оскільки при побудові таких кутів за допомогою транспортира значення похибки збільшується.

Уклоном називають величину, що характеризує нахил однієї прямої лінії відносно іншої прямої, розташованої горизонтально або вертикально. Уклон чисельно дорівнює тангенсу кута α між даними прямими (рис. 19).

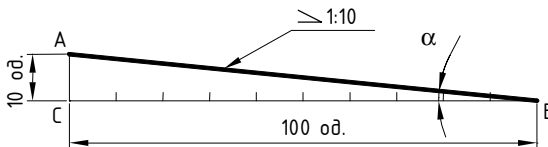


Рис. 19

Уклон на кресленні може задаватися або відношенням одиниці до цілого числа (наприклад, 1:10), або в відсотках (наприклад, 10 %). У прикладі на рис. 19 уклон вимірюється відношенням меншого катета АС прямокутного трикутника (одна одиниця довжини) до більшого катета СВ (десять одиниць довжини) При цьому $\tan \alpha = \frac{AC}{BC} = \frac{1}{10}$.

На виносній полиці (в даному випадку горизонтальній), яка упирається своєю стрілкою в похилу пряму, перед відношенням чисел ставиться умовний знак уклону $\searrow$. Одна сторона цього кута повинна бути паралельна виносній полиці, а вершина кута – направлена в сторону уклону (в сторону частини профілю, яка звужується).

Якщо уклон задається у відсотках, то число відсотків відносять до 100 і отримують відношення двох цілих чисел. Наприклад, якщо уклон задається 12 %, то 12 віднесемо до 100 і будемо мати 12:100. Якщо взяти за одиницю довжини 1 мм, то можна побудувати прямокутний трикутник з горизонтальним катетом 100 мм і вертикальним – 12 мм. Гіпотенуза визначає уклон, що дорівнює 12 % (рис. 20).

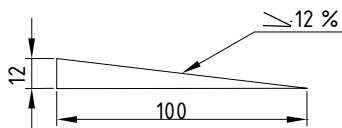


Рис. 20

При великих кутах нахилу (близько 15° і вище) уклони прямої лінії вимірюються в градусах. Наприклад, поличка штабобульбової сталі, яка широко використовується в суднобудуванні, має уклон 20° і 30° (рис. 21, 22). У даному випадку побудова кута виконується за допомогою косинця або транспортира. Кут 20° приблизно дорівнює уклону з відношенням сторін 7:20.

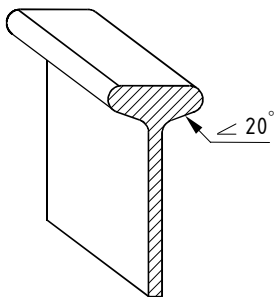


Рис. 21

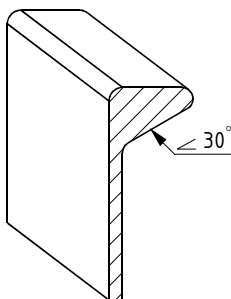


Рис. 22

1.8. Конусність

Для багатьох тіл обертання характерною величиною є конусність. Обробка конічних поверхонь, як правило, також ведеться за заданою конусністю.

Конусністю називається відношення діаметра кола основи конуса до його висоти.

Якщо конус зрізаний (а цей випадок має місце в більшості технічних деталей), то конусність визначається як відношення різниці діаметрів основ до його висоти (рис. 23):

$$K = \frac{D - d}{h} = 2 \operatorname{tg} \varphi. \quad (1)$$

Відношення, що визначає конусність, виражається одиничним дробом (наприклад, 1:5), у відсотках (20 %) або градусах (12°).

У машинобудуванні використовується наступний ряд нормальних конусностей:

1:3 1:7 1:10 1:15 1:30 1:100

1:5 1:8 1:12 1:20 1:50 1:200,

а також конусності: 30° , 45° , 60° , 90° , 120° .

Інші види конусності використовувати не рекомендується.

Перед розмірним числом, яке характеризує конусність, ставиться умовний знак конусності ∇ . Це рівнобедрений трикутник з вершиною, яка направлена в сторону вершини конуса.

Конусність проставляється або на горизонтальній виносній поличці (рис. 23,*а*) або всередині конуса вздовж його осі (рис. 23,*б*).

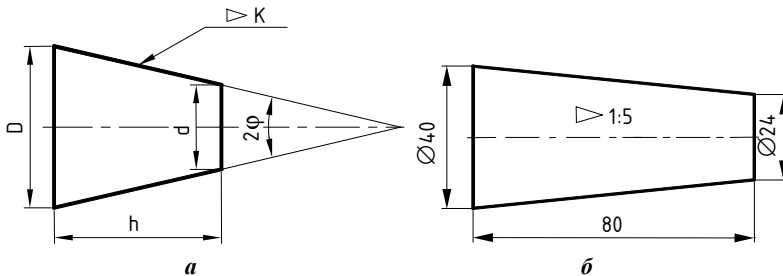


Рис. 23

2. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ "ГЕОМЕТРИЧНЕ КРЕСЛЕННЯ"

Завдання виконують на креслярському папері формату А3 (розмір 297×420 мм) за допомогою креслярських інструментів. Попередньо студент готує робоче поле креслення, тобто проводить лінії робочої рамки, відступивши від ліній формату: зліва на 20 мм і від інших сторін на 5 мм. Потім в правому нижньому кутку виконує основний напис та в верхньому лівому кутку додаткову графу. Розміри основного напису та додаткової графи наводяться в [1]. Заповнювати основний напис і додаткову графу, та робити інші надписи необхідно стандартним шрифтом (ГОСТ 2.304–81) розміром 3,5; 5; 7; 10, обводити креслення треба, приймаючи товщину основних суцільних ліній рівною 0,8...1,0 мм, а товщину інших ліній – відповідно до ГОСТ 2.303–68.

Завдання "Геометричне креслення" складається з чотирьох простих креслень. Зразок виконання представлений на рис. 31. Розташування креслень на форматі довільне (тільки не можна їх розвертати на кут 90°). При розміщенні побудов необхідно розташовувати деталі і надписи на аркуші рівномірно, використовуючи все поле креслення.

Спочатку побудову виконують в тонких лініях твердим олівцем. Починати побудову треба з проведення осей симетрії, якщо креслення їх має, потім виконати контур основної частини і різноманітні дрібні елементи (отвори, пази та інше). Після цього на деталях проставляють розміри відповідно до ГОСТ 2.307–68. Основні рекомендації стосовно постановки розмірів на кресленнях приводяться в розділі 3 даних методичних вказівок. Потім виконують штриховку тих частин креслень, що показано у розрізі. Штрихування виконують тонкими суцільними лініями з кутом нахилу 45° до горизонтальної поверхні, з рівномірним інтервалом між штрихами. Закінчують креслення наведенням видимих ліній контуру товстими основними лініями.

2.1. Методичні вказівки до виконання креслення валика

На прикладі виконання креслення тіла обертання (валика) дається декілька технічних понять. В усіх варіантах завдання валики мають конічну частину у вигляді зрізаного конуса. На кресленні дається або діаметр однієї з основ, висота конуса і розмір конусності, або діаметри основ та розмір конусності. Для визначення розміру, якого не достає, необхідно виконати розрахунок за допомогою формули (1).

Наприклад (рис. 24), якщо діаметр більшої основи $D = 40$ мм, висота $h = 70$ мм, конусність $1:7$, то величина меншої основи визначається наступним чином:

$$\frac{D-d}{h} = \frac{1}{7}; \quad \frac{40-d}{70} = \frac{1}{7}; \quad d = 30 \text{ мм.}$$

Поширеним елементом машинобудівних деталей є фаска.

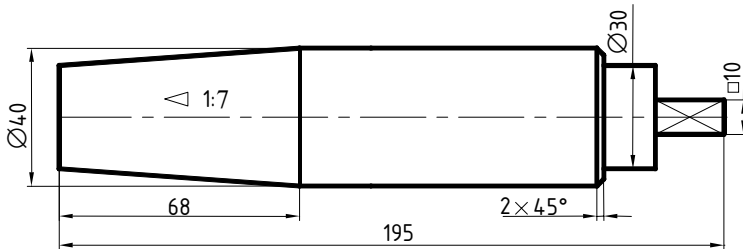


Рис. 24

Фаски (рис. 25) – це сточені на конус кінці валиків або циліндричних елементів для зручності роботи з ними та запобіганню травм. Розміри фасок під кутом 45° наносяться так, як показано на рис. 25,а. Перше число означає висоту зрізаного конуса, який утворює фаску. В даному випадку напис $2 \times 45^\circ$ означає, що висота сточеної частини дорівнює 2 мм, а кут нахилу твірної конуса до його осі дорівнює 45° . Якщо кут фаски відрізняється від 45° , то розміри наносять за загальними правилами – кутовим і лінійним розмірам (рис. 25,б).

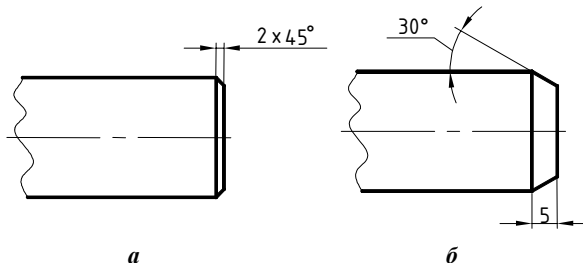


Рис. 25

Деталь, що розглядається, має хвостовик квадратного перерізу. Квадрат при відсутності проекції, яка визначає його конфігурацію, необ-

Рис. 26

2.2. Методичні вказівки до виконання креслення плоского контуру

Креслення плоского контуру (рис. 27) передбачає придбання практичних навичок у побудові спряжень. Вживання спряжень настільки різноманітне і багатопланове, що навести всі приклади їх використання про-

сто неможливо. Спряження в технічних деталях, виробках застосовують для збільшення міцності, зниження корозійності, зручного і безпечного використання, естетики зовнішньої форми.

Щоб побудувати креслення плоского контуру необхідно здійснити ряд графічних операцій – геометричних побудов. Геометричною побудовою називають спосіб рішення задачі, при якому відповідь отримають графічним шляхом без будь-яких обчислень. Побудови виконують

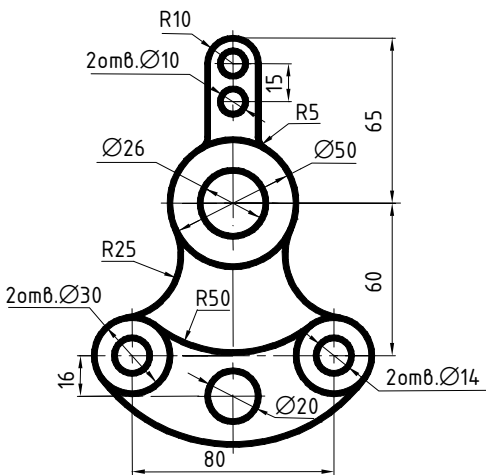


Рис. 27

креслярськими інструментами максимально акуратно, тому що від цього залежить точність рішення.

Приступаючи до виконання креслення або розмітки, потрібно спочатку визначити, які з геометричних побудов необхідно застосувати в даному випадку, тобто провести аналіз графічного складу зображення.

Під аналізом графічного складу зображення розуміється процес розділення виконання креслення на окремі графічні операції.

Починають побудову з проведення осей симетрії, потім виконують контур основної частини (лінії, кола і т.п.). Визначають вид спряження (спряження двох прямих ліній, спряження прямої та кола, спряження двох кіл) та обирають тип спряження (внутрішнє спряження, зовнішнє спряження чи змішане). При побудові спряжень треба обов'язково знайти центри і точки спряження у відповідності з приведеними вище рекомендаціями і тільки тоді проводити дуги спряження заданим радіусом.

2.3. Методичні вказівки до виконання креслення профілю балки

У завданні приводяться найбільш поширені в інженерній практиці контури сталених балок (див. додаток А): швелер, балка двотаврова, штабобульби симетричний та несиметричний.

Побудова профілю швелера (рис. 28). Проводять вертикальну лінію, довжина якої дорівнює висоті швелера h (відрізок АВ), з отриманих точок А і В під прямим кутом відкладають ширину швелера b . Потім від сторони АВ відкладають розмір s і проводять паралельно їй пряму. Таким чином отримують товщину вертикальної стінки профілю. Внутрішні контури горизонтальних полиць профілю швелера мають уклон. Цей уклон будують наступним чином. Спочатку визначають положення точок Е і F. Для знаходження положення точки Е (аналогічно і точки F) на прямій АС від точки С

відкладають відстань, яка дорівнює $\frac{b-s}{2}$,

де b – ширина горизонтальної полиці, s – товщина стінки профілю. Через отриману точку М проводять перпендикуляр МЕ довжиною t .

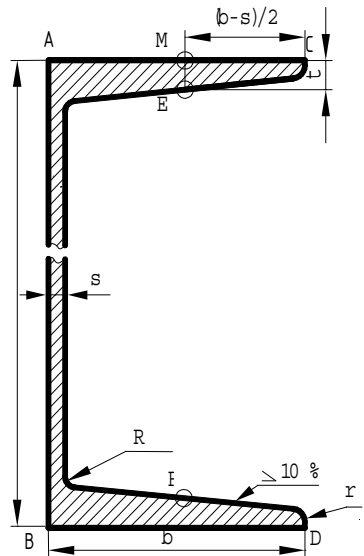


Рис. 28

Через точки Е і F будують прямі з укладом 10 % (рис. 29,а). З точок С і D проводять вертикальні прямі до перетину з побудованими лініями укладу.

Побудований обрис профілю округлюють радіусами R і r (рис. 29,б), застосовуючи спосіб спряження непаралельних прямих дугою кола даного радіуса (див. рис. 12). Потім наносять штриховку в перерізі та про- ставляють розміри відповідно до ГОСТ 2.307–68.

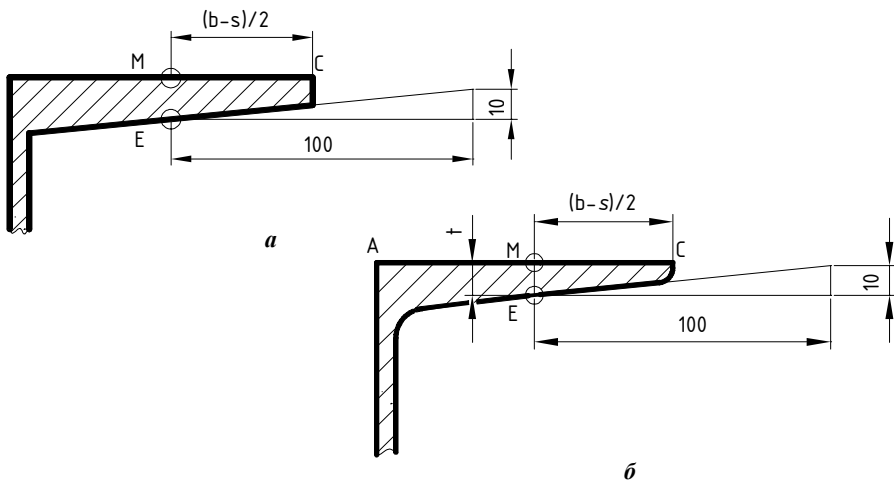


Рис. 29

Профіль двотаврової балки будують подібно до профілю швелера. Відмінність в тому, що при побудові уклонів внутрішнього обрису полиць двотаврової балки різницю $b - s$, яка потрібна для визначення точки E , поділяють на 4 (бо розмір $b - s$ є ширина не однієї, а двох полиць цієї балки). Крім того, двотаврова балка має уклон в 12 % (рис. 30).

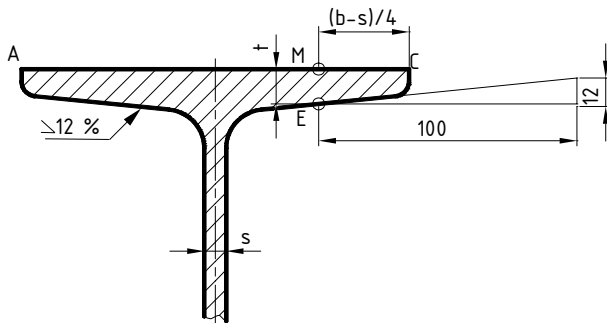


Рис. 30

При кресленні профілів сталених балок буквені позначення необхідно замінити на цифрові, які беруться з таблиць відповідно до варіанту.

При малих розмірах профілів необхідно виконувати креслення в масштабі 2:1, а при великих – рекомендується масштаб 1:1 (при цьому зображення виконують з розривом).



3. НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ НА КРЕСЛЕННІ

Величина виробу, що зображується визначається на кресленні розмірами, що наносять, як правило, розмірними числами разом з розмірними лініями. Загальна кількість розмірів на кресленні повинна бути мінімальною, але достатньою для виготовлення та контролю виробу. Лінійні розміри вказують у міліметрах без позначення одиниці виміру. Кутові розміри – в градусах, хвилинах, секундах з позначенням одиниць вимірювання, наприклад $12^{\circ}45'30''$. У курсі креслення на графічних роботах наносять, як правило, номінальні розміри виробу, тобто розміри без зазначення граничних відхилень, якими визначається точність виготовлення виробу. На кресленні може бути окремо розташований розмір – він називається ланкою. Кілька розмірів, написаних в одному напрямку по одній лінії утворюють розмірний ланцюг.

У машинобудуванні поширені три способи нанесення розмірів на кресленнях: ланцюговий, координатний і комбінований.

Ланцюговий метод – коли всі розміри наносяться по одній лінії (ланцюжком) один за іншим (рис. 32). Цей метод нанесення розмірів дає деяку сумарну похибку, тому в замкнутому ланцюзі один не проставлений розмір, обумовлений загальною довжиною деталі, приймається таким, що вимагає найменшу точність. Ланцюговий спосіб застосовують у тих випадках, коли найменш точними повинні бути сумарні розміри ланок ланцюжка.

Координатний метод – коли всі розміри наносяться відносно однієї базової поверхні незалежно один від одного (рис. 33). Цей метод відрізняється підвищеною точністю виготовлення, але здорожує вартість виготовлення деталі. Нанесення розмірів за координатним способом пов'язано з так званими базами. База – це поверхня деталі (чи її елемент), від якої ведеться відлік розміру інших елементів деталі. Розрізняють конструкторські і технологічні бази.

Конструкторськими базами є поверхні, лінії чи точки, відносно яких орієнтуються інші деталі виробу.

Технологічні бази – бази, від яких у процесі обробки зручніше і легше робити вимір розмірів. Базами можуть бути:

- площини, з яких починається обробка (торцеві, привалочні);
- прямі лінії (осі симетрії, взаємно перпендикулярні краї деталі).

Деталь може мати кілька вимірювальних баз, з яких одна вважається головною, а інші – допоміжними. За головну базу приймають ту, від якої ведеться підрахунок основних розмірів.

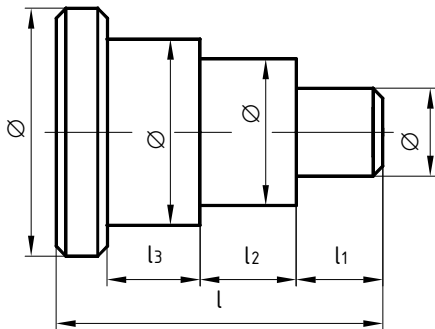


Рис. 32

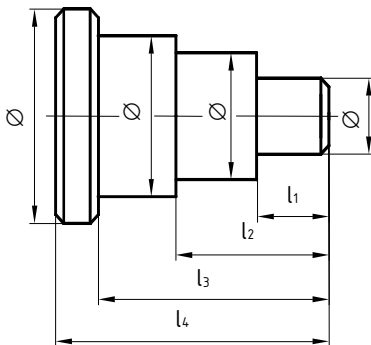


Рис. 33

Комбінований спосіб – коли нанесення розмірів виконується ланцюговим і координатним методами, він найбільш поширений (рис. 34).

Величину елементів стрілок розмірних ліній вибирають у залежності від товщини лінії видимого контуру і викреслюють їх приблизно однаковими на всьому кресленні. Форма стрілки і співвідношення її елементів показані на рис. 35.

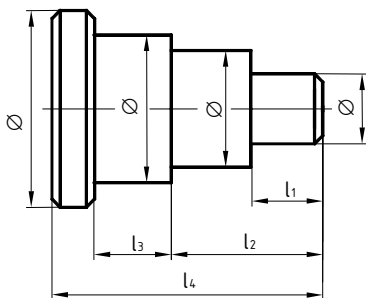


Рис. 34

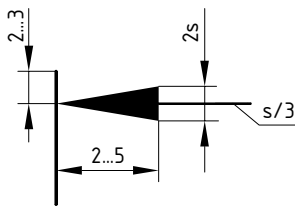


Рис. 35

3.1. Розміри прямолінійних відрізків

Перпендикулярно до відрізка через його кінці проводять виносні лінії (суцільні тонкі) див. рис. 36. Паралельно відрізку проводять розмірну

лінію (суцільна тонка), яка обмежується стрілками, що упираються у виносні лінії. Її проводять між виносними лініями, проведеними перпендикулярно розмірним. Допускається розмірні лінії проводити безпосередньо до ліній видимого контуру, осевих і центрової. В окремих випадках розмірна лінія може проводитися не перпендикулярно виносній. Розмірне число (висотою 3,5 – 5 мм) – наносять над розмірною лінією ближче до середини. Відстань від розмірної лінії до лінії контуру або відстань між паралельними розмірними лініями вибирають у межах 6 – 10 мм. Виносні лінії виходять за кінці стрілок на 1 – 5 мм. Варто уникати взаємного перетину розмірних і виносних ліній. Тому менші розміри ставлять ближче до контуру зображення, ніж великі розміри. Допускається тільки перетин виносних ліній між собою.

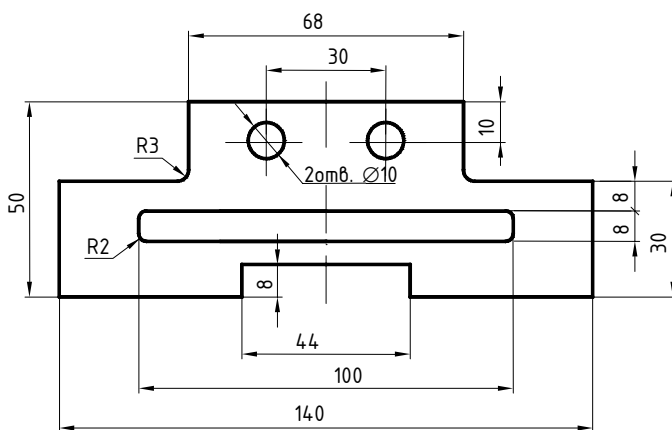


Рис. 36

3.2. Розміри радіусів дуг кіл

Розмірну лінію радіуса обмежують однією стрілкою з боку дуги (рис. 37).

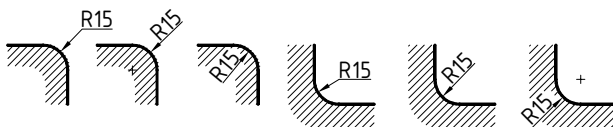


Рис. 37

Розмірна лінія радіуса проходить через центр дуги, коли його позначено (рис. 38,*а*). У тих випадках, коли на кресленні зображена дуга великого радіуса, для якої центр можна не позначати, розмірну лінію обривають, не доводячи до центра (рис. 38,*б*). Якщо ж у цьому випадку центр необхідно відзначити, допускається наближати його до дуги (рис. 38,*в*). Розмірна лінія в цьому випадку показується зі зломом і обидві ділянки розмірної лінії проводяться паралельно.

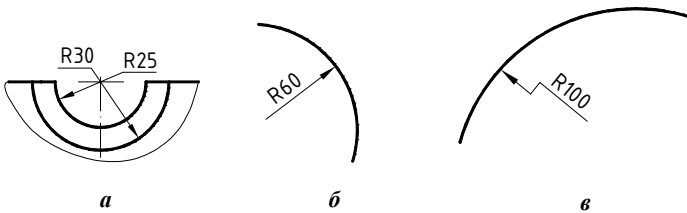


Рис. 38

3.3. Розмір діаметра кола

Перед розмірним числом діаметра наноситься знак $\varnothing$ (рис. 39,*а*). Причому між знаком і числом ніяких пропусків не передбачено. Для кіл малого діаметра розмірні лінії, стрілки і сам розмір наносять за одним з варіантів, приведених на рис. 39,*б*.

Для декількох однакових отворів (елементів) завжди вказують їхню кількість, розмір наносять один раз, наприклад, 2отв. $\varnothing 10$ (рис. 36).

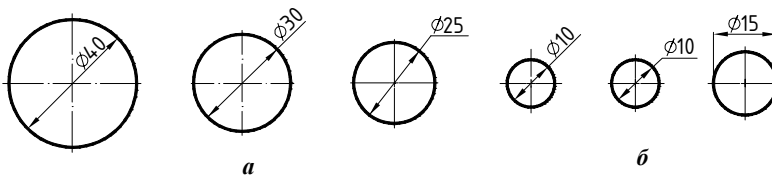


Рис. 39

3.4. Габаритні розміри

Габаритні розміри – це розміри, що визначають граничні зовнішні чи внутрішні обриси виробу.

3.5. Довідкові розміри

Довідкові розміри служать для більш зручного користування кресленням. Довідкові розміри відмічають на кресленні знаком *, наприклад 25* і в технічних вимогах, які поміщають над основним написом, роблять запис "*Розміри для довідок" (рис. 41).

3.6. Групування розмірів

Розміри, які відносяться до одного конструктивного елемента (отвір, виступ, паз і т.п.) рекомендується групувати в одному місці, де найбільш повно показана геометрична форма даного елемента (див. рис. 36).

3.1. Не допускається перетинати чи розділяти розмірні числа лініями креслення.

3.2. Не допускається використовувати лінії контура, осьові, центрові і виносні лінії в якості розмірних.

3.3. Найчастіше при обробці тіл обертання вісь розташована горизонтально. Тому тіла обертання рекомендується викреслювати з горизонтально розташованою віссю (див. рис. 24).

3.4. Від невидимого контура, зображеного на кресленні штриховими лініями, розміри не проставляються.

3.5. Розміри повинні бути проставлені так, щоб робітник не витрачав час на математичні розрахунки при виготовленні деталі.

3.6. Розміри на проточки, виточення, фаски і т.п. треба проставляти окремо, не включаючи їх у розмірні ланцюги.

3.7. Розміри фасок під кутом 45° наносять, як показано на рис. 40,*а*. Якщо на кресленні деталі зображено кілька фасок однакового розміру, то розмір фасок наноситься один раз з додаванням напису: 2 фаски, 4 фаски і т. п. (рис. 40,*а*).

3.8. Розміри фасок під іншими кутами показують за загальними правилами – лінійним і кутовим розміром чи двома лінійними розмірами (рис. 40,*б*).

3.9. Координувати отвори рекомендується на тих проекціях, де осі отворів зазначені не осьовими лініями, а точками (рис. 41). Координування отворів здійснюється від базових поверхонь до осьових ліній.

3.10. Якщо отвори знаходяться на осях симетрії і спрягаються з отворами інших деталей не точно, кутові розміри на положення отворів проставляти не слід. При точному розташуванні отворів кутові розміри повинні бути задані для кожного отвору (рис. 42).

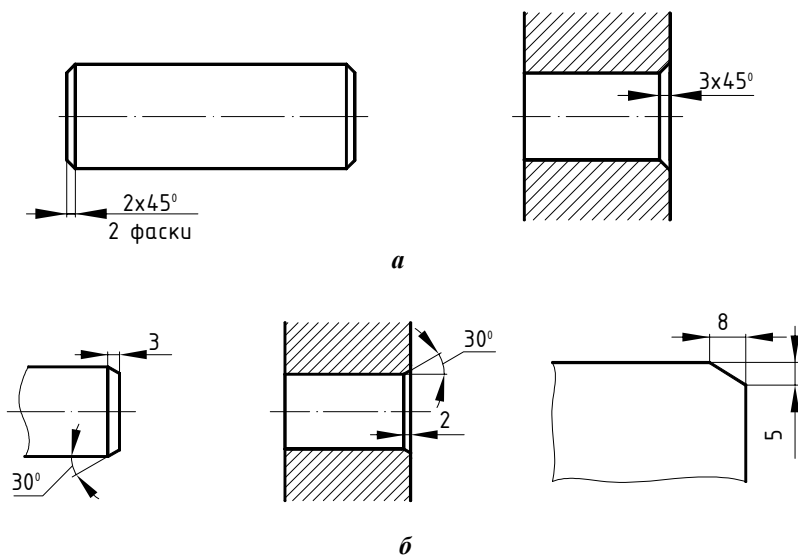
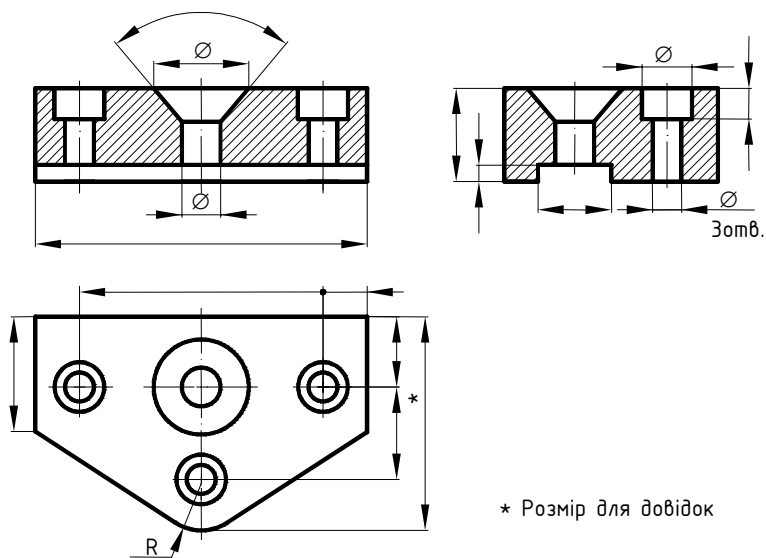


Рис. 40



* Розмір для довідок

Рис. 41

3.11. Якщо отвори розташовані по колу рівномірно, то кутові розміри між центрами не позначаються, а вказується тільки кількість отворів.

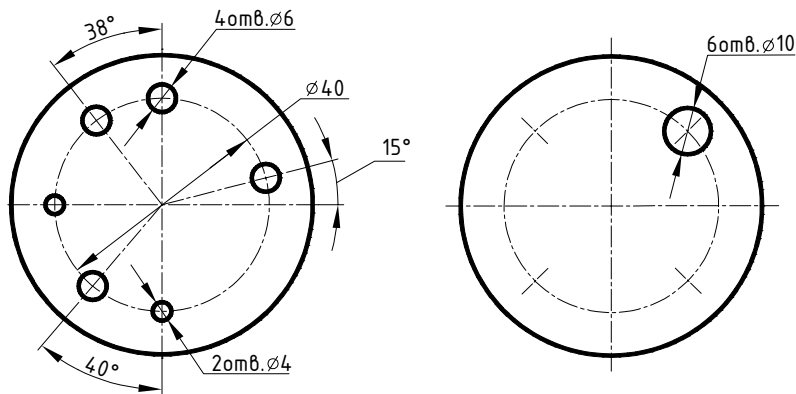


Рис. 42

*Нанесення виносних і розмірних ліній,
умовних знаків і надписів*

3.12. Величини елементів стрілок розмірних ліній вибирають у залежності від товщини ліній видимого контуру і викреслюють їх приблизно однаковими по всьому кресленні. Форма стрілки і співвідношення її елементів показані на рис. 35.

3.13. Якщо довжина розмірної лінії не достатня для розміщення на ній стрілок, то розмірну лінію продовжують і стрілки наносять ззовні, як показано на рис. 43, *а*.

3.14. При нестачі місця для стрілок на розмірних лініях розташованих ланцюжком, стрілки допускається замінити чіткими точками (рис. 43, *б*) чи зарубками, які наносяться під кутом 45° до розмірних ліній (рис. 43, *в*).

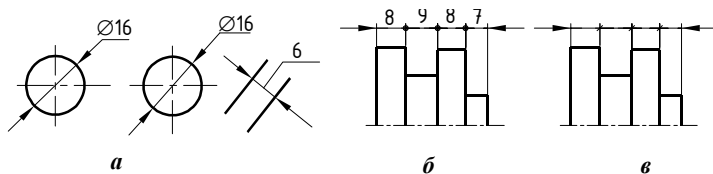


Рис. 43

3.15. При нестачі місця для стрілки із-за близького розташування контурної чи виносної лінії останні допускається переривати.

3.16. Контурні, штрихові, осьові, центрові і виносні лінії не повинні використовуватися як розмірні лінії.

3.17. Допускається діаметр кола чи розмір для симетричних елементів деталі позначати не повністю, а з обривом, як зазначено на рис. 44. При цьому варіанті розмірна лінія повинна переходити за осьову лінію кола, ось симетрії чи лінію обриву.

3.18. Якщо деталь зображена з розривом, то розмірні лінії треба проводити повністю. При цьому проставляється повна довжина деталі, що зображується (рис. 45).

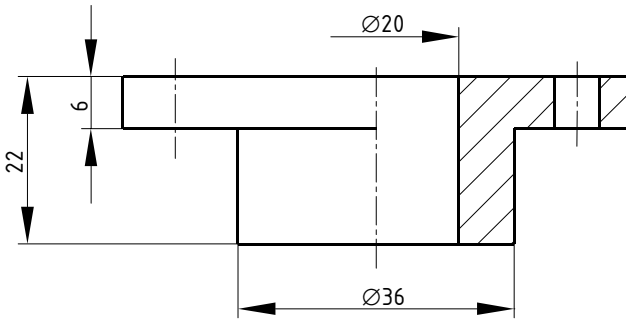


Рис. 44

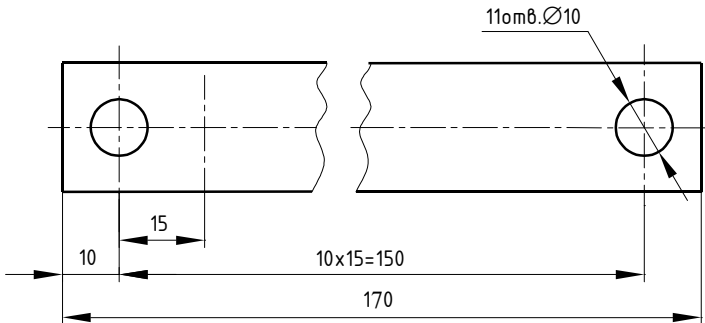


Рис. 45

Нанесення розмірних чисел

3.19. При паралельних або концентричних розмірних лініях, розташованих близько одна до одної, розмірні числа рекомендується наносити в шаховому порядку (рис. 46).

3.20. Розмірні числа лінійних розмірів при різних нахилах розмірних ліній розташовують так, як показано на рис. 47,*а*. Спосіб нанесення розмірного числа при різних положеннях розмірних ліній (стрілок) на кресленні визначається найбільшою зручністю читання. У випадку розташування розмірної лінії вертикально, розмірні числа наносять зліва від лінії. Якщо розмірні лінії похилі, то розмірні числа розташовують на верхній стороні ліній, як показано на рис. 47,*а*. Якщо розмірна лінія знаходиться в заштрихованій зоні (див. рис. 47,*а*), то розмірне число необхідно винести із цієї зони і нанести на полицці лінії-виноски.

3.21. Кутові розміри наносять так, як показано на рис. 47,*б*.

3.22. Якщо для написання числа недостатньо місця над розмірною лінією, то розміри наносять, як показано на рис. 48.

3.23. Розмірні числа не можна розділяти чи перетинати будь-якими лініями. При нанесенні розмірного числа допускається переривати ці лінії.

3.24. При простановці розмірного числа на заштрихованому полі штриховку в цьому місці треба переривати (рис. 49).

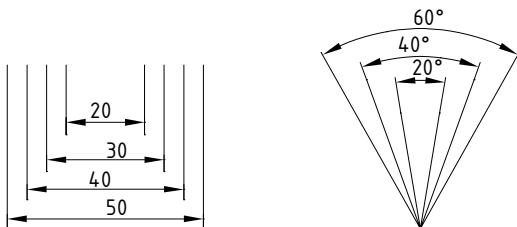


Рис. 46

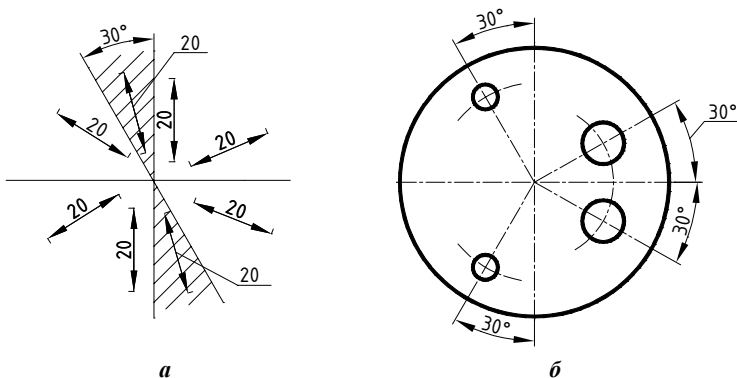


Рис. 47

3.25. Для швидкого читання креслення розмірні числа, що визначають зовнішній і внутрішній контур деталі, рекомендується групувати і проставляти по різні сторони проекції деталі (рис. 50).

3.26. Не допускається наносити розміри між зовнішньою і внутрішньою формами деталі (рис. 51).

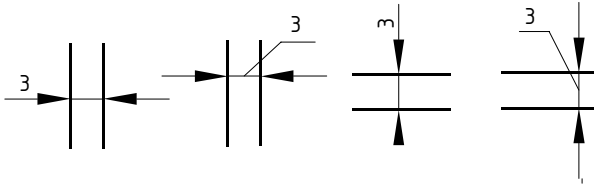


Рис. 48

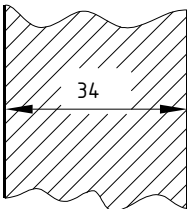


Рис. 49

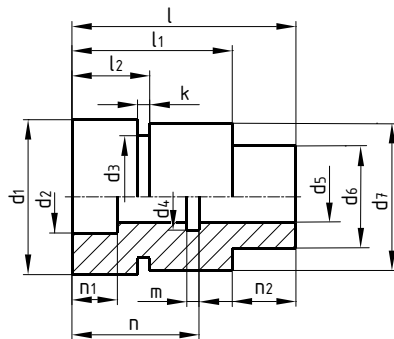
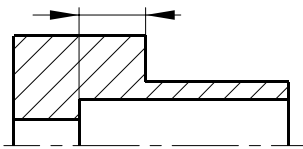
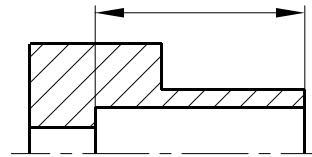


Рис. 50



Невірно



Вірно

Рис. 51

Спрощення при простановці розмірів

3.27. Якщо на кресленні немає необхідності вказувати центр радіуса дуги, то розмірну лінію дозволяється обривати.

3.28. Якщо потрібно координувати центр радіуса дуги, але через відсутність місця радіус дуги не вдається провести, то центр допускається

ся наближати до дуги, що позначається, зображуючи при цьому розмірну лінію з двома зломами під кутом 90° (рис. 52). При цьому допускається зсув розмірної лінії радіуса щодо центра.

3.29. Розмір на елементи деталі, що повторюються, дозволяється проставляти один раз із зазначенням кількості елементів (рис. 53).

3.30. Якщо на виробі є два однакових елементи, які розташовані симетрично (крім отворів), то розміри наносять один раз, без вказівки їхньої кількості (рис. 53). Як правило, всі розміри групують в одному місці.

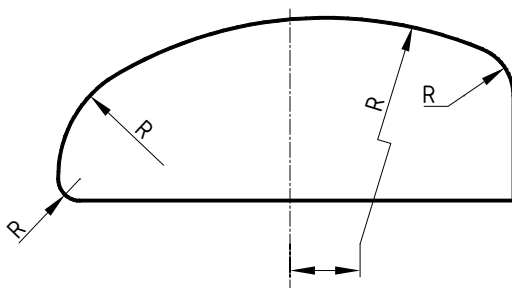


Рис. 52

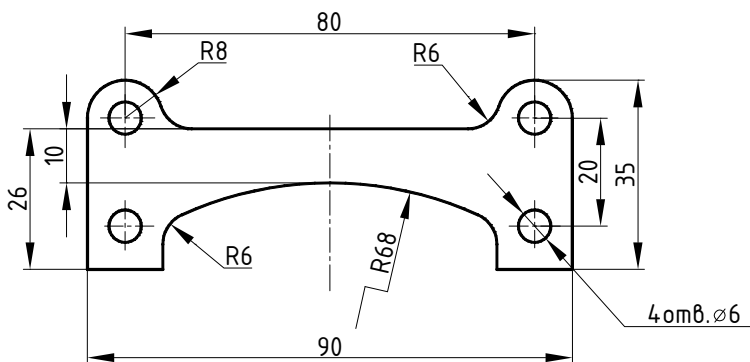


Рис. 53

3.31. Якщо однакові елементи деталі розташовані на рівних відстанях, то для спрощення креслення рекомендується замість розмірного ланцюга наносити позначення з записом на першому місці кількості елементів (наприклад, отворів), на другому – величину проміжку і на третьому – відстані між крайніми елементами (див. рис. 45).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. **Борисенко, В. Д.** Правила оформлення креслень [Текст] : методичні вказівки / В. Д. Борисенко, В. Ю. Кремсал, О. Ю. Кукліна. – Миколаїв : НУК, 2006. – 52 с.

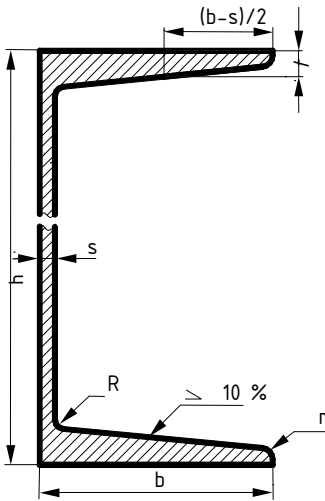
2. Єдина система конструкторської документації. Загальні правила виконання креслень [Текст] : довід. / за заг. ред. Л. В. Іванова. – Л. : НТЦ "Леонорм-стандарт", 2001. – 223 с.

3. **Михайленко, В. Є.** Інженерна графіка [Текст] : підруч. для студентів вищих закладів освіти / В. Є. Михайленко, В. В. Ванін, С. М. Ковальов. – Л. : Каравела, 2002. – 336 с.

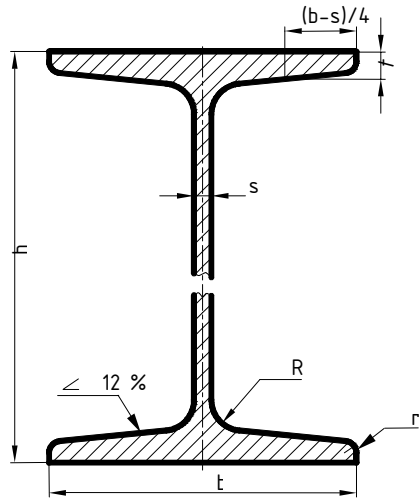
4. **Михайленко, В. Є.** Інженерна та комп'ютерна графіка [Текст] : підручник / В. Є. Михайленко, В. М. Найдиш, А. М. Підкоритов, І. А. Скидан. – 2-е вид., перероб. – К. : Вища школа, 2001. – 350 с.

ДОДАТОК

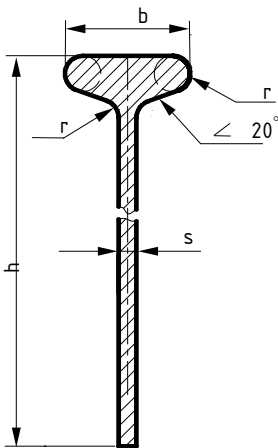
Швеллер



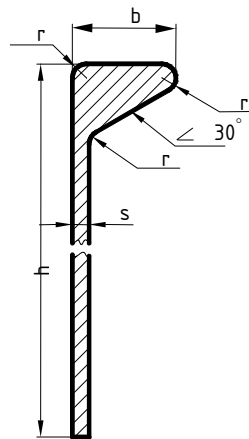
Балка двотавровая



Штабобульб симетричний



Штабобульб несиметричний



ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. ГЕОМЕТРИЧНІ ПОБУДОВИ	4
1.1. Поділ відрізка прямої на рівні частини	4
1.2. Побудова і ділення кутів	5
1.3. Побудова дотичної прямої до кола	6
1.4. Поділ кола на рівні частини	6
1.5. Побудова еліптичної кривої	9
1.6. Спряження	9
1.7. Уклон	13
1.8. Конусність	14
2. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ "ГЕОМЕТРИЧНЕ КРЕСЛЕННЯ"	16
2.1. Методичні вказівки до виконання креслення валика	16
2.2. Методичні вказівки до виконання креслення плоского контуру	18
2.3. Методичні вказівки до виконання креслення профілю балки	19
3. НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ НА КРЕСЛЕННІ	22
3.1. Розміри прямолінійних відрізків	23
3.2. Розміри радіусів дуг кіл	24
3.3. Розмір діаметра кола	25
3.4. Габаритні розміри	25
3.5. Довідкові розміри	26
3.6. Групування розмірів	26
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	33
ДОДАТОК	34