

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та природокористування

Кафедра теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства

**02-05-135М**

**Методичні вказівки  
до виконання лабораторних робіт**

*з навчальної дисципліни «Нарисна геометрія і інженерна графіка»*  
на тему «Геометричне креслення»  
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня  
за освітньо-професійною програмою «Гідроенергетика»  
спеціальності 145 «Гідроенергетика» денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-методичною  
радою з якості ННІВГП  
Протокол № 9 від 20.04.2021 року

Рівне – 2021

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Нарисна геометрія і інженерна графіка» на тему «Геометричне креслення» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Гідроенергетика» спеціальності 145 «Гідроенергетика» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Сасюк З. К. – Рівне : НУВГП, 2021. – 20 с.

Укладач: Сасюк З. К., доцент, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства.

Відповідальний за випуск: Козяр М. М., професор, доктор педагогічних наук, професор кафедри теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства.

Керівник групи забезпечення спеціальності

145 «Гідроенергетика»

С. В. Сунічук

© Сасюк З. К., 2021

© НУВГП, 2021

## Зміст

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| Використана література.                      | 3  |
| Вступ.                                       | 4  |
| Лабораторна робота «Геометричне креслення»:  |    |
| Тема: Побудова спряжень.                     | 4  |
| Тема: Побудова ухилу та конусності поверхні. | 16 |

### **Використана література**

1. Козяр М. М. Технічне креслення : підручник. Рівне : НУВГП, 2011. 418 с.
2. Миронова Р. С., Миронов Б. Г. Сборник задач по черчению : учеб. пособие для машиностр. спец. техникумов. М. : Высш. шк., 1984. 264 с., ил.
3. Антонович Є. А., Василишин Я. В., Шпільчак В. А. Креслення : навч. посібник / За ред. проф. Антоновича Є. А. Львів : Світ, 2006. 512 с., іл.
4. Короев Ю. И. Черчение для строителей : учеб. для проф. учеб. заведений. 7-е изд., стереотип. М. : Высш. шк., Изд. центр «Академия», 2001. 256 с. : ил.

## ВСТУП

Навчальна дисципліна «Нарисна геометрія і інженерна графіка» формує базові теоретичні знання та практичні навички: розв'язування фахових завдань за допомогою сучасних інноваційних технологій; розв'язування за допомогою креслеників геометричних задач; виконання графічних побудов на креслениках та оформлення робочих креслеників з урахуванням діючих нормативів (ISO та СКД); користування нормативними та довідковими матеріалами під час виконання та читання технічних креслеників; розвитку просторового абстрактного мислення.

Мета навчальної дисципліни – формування у здобувачів вищої освіти компетенцій, необхідних для реалізації технічних ідей за допомогою креслення (креслеників) та розуміння за кресленням будови та принципу дії технічного механізму або конструкції, на яких ґрунтується проектування гідротехнічних та водогосподарських споруд.

Цілі дисципліни – навчити здобувачів основам виконання та читання технічних креслень відповідно до стандартів, розвинути їх технічне мислення, пізнавальну активність та просторову уяву, навчити зображенню земляних споруд на топографічній поверхні.

Під час вивчення дисципліни передбачається, крім традиційних, інноваційні методи та технології навчання, які полягають у моделюванні викладачем змісту, форм і методів навчального процесу відповідно до поставленої мети з використанням новизни, а саме диференційоване, проблемне та контекстне навчання, а також ігрові технології, кредитно-модульні технології, особистісно-орієнтоване навчання тощо.

**Лекції.** На лекціях студенти знайомлюються з теоретичними основами дисципліни, методами геометричних побудов, способами вирішення геометричних задач на площині за допомогою креслярських інструментів, а також складають конспект лекцій.

**Самостійна робота.** Після лекцій проробляється теоретичний матеріал (в тому числі геометричний поділ кола, елементи спряження, лекальні криві) за допомогою конспекту і навчальних посібників і підручників.

**Лабораторні заняття.** На цих заняттях студенти показують викладачу виконані домашні завдання (графічні роботи, відповіді на питання) з даної теми, уточнюють і виправляють їх. З цієї теми проводиться контроль і студенти під керівництвом викладача виконують аудиторні завдання за індивідуальним варіантом згідно порядкового номеру в журналі викладача із застосуванням креслярських інструментів на аркушах стандартних креслярських форматів.

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Нарисна геометрія і інженерна графіка» за темою «Геометричне креслення» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Гідроенергетика» спеціальності 145 «Гідроенергетика» денної та заочної форм навчання дозволяють забезпечити загальні та фахові компетенції, а також отримати програмні результати навчання, які відповідають навчальній дисципліні.

## Лабораторна робота «Геометричне креслення»

### Тема: Побудова спряжень.

**Завдання 1:** Ознайомитися із теоретичною частиною побудови спряжень. Побудувати кресленик плоскої деталі з елементами спряження на аркуші формату А4 або А3. Варіанти завдань взяти із таблиці 1. Нанести розміри у відповідності до ГОСТ 2.307-68. Накреслення букв, цифр і знаків повинно відповідати ГОСТ 2.304-81. Накреслення ліній повинно відповідати ГОСТ 2.303-68.

Зразок виконання завдання приведений на рис. 12.

### Теоретична частина.

*Спряженням* називається плавний перехід від однієї прямої лінії до іншої або від однієї дуги кола до іншої дуги за допомогою елемента спряження. Спряження може виконуватися в площині чи в просторі, елементом спряження може бути пряма, дуга кола або будь-яка інша крива другого і вищого порядків.

Точка, в якій одна лінія плавно переходить в другу, називається *точкою спряження*. Дуги, за допомогою яких здійснюється плавний перехід однієї лінії в іншу, називається *дугами спряження*. *Дотичною* називається пряма, яка має із замкнутою кривою тільки одну спільну точку. Це граничне положення січної, точки перетину якої з кривою зливаються в одну точку – *точку дотику*.

Спряження часто зустрічаються в технічних обрисах. Тому побудова спряжень представляє великий інтерес.

Для побудови спряження необхідно знати радіус дуги, центр дуги, а також точки, які визначають межі дуги спряження.

*Побудова спряження складається із кількох етапів:*

*I – побудова центра спряження.*

*II – побудова точок спряження.*

*III – проведення дуги спряження.*

### Спряження прямих ліній, що перетинаються, дугою кола.

**Завдання 1.** Задані дві прямі, що перетинаються під прямим кутом. Побудувати спряження цих прямих дугою заданого радіуса  $R_c=50\text{мм}$  (рис. 1, а).

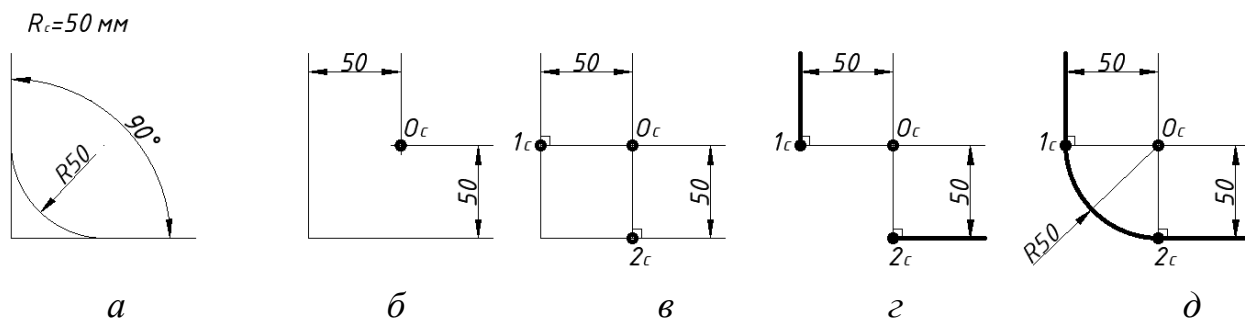


Рис. 1.

1. Знаходять точку  $O_c$  - центр спряження, який повинен бути на відстані  $R_c$  від сторін кута в точці перетину прямих, що проведені паралельно до сторін кута на відстані  $R_c=50\text{мм}$  від них (рис. 1, б).

2. Знаходять точки спряження. Для цього проводять перпендикуляри з точки  $O_c$  до заданих прямих (рис. 1, в).

3. Частину відрізків прямих, що знаходяться між точками  $1_c$  та  $2_c$ , витираємо (рис. 1, з).

3. З точки  $O_c$ , як з центра, проводять дугу заданого радіуса  $R$  між точками спряження (рис. 1, д).

**Завдання 2.** Задані дві прямі, що перетинаються під гострим кутом та дві прямі, що перетинаються під тупим кутом. Побудувати спряження цих прямих дугою заданого радіуса  $R_c=30\text{мм}$  (рис. 2, а).

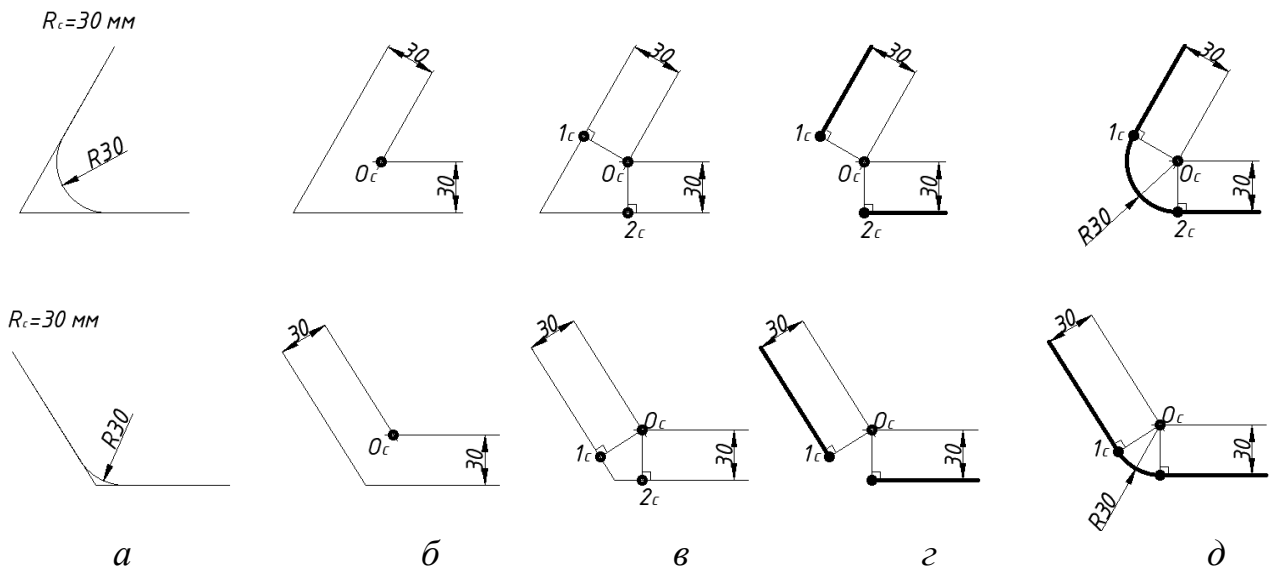


Рис. 2.

1. Знаходять точку  $O_c$  - центр спряження, який знаходиться на відстані  $R_c$  від сторін кута в точці перетину прямих, що проведені паралельно до сторін кута на відстані  $R_c=30\text{мм}$  від них (рис. 2, б).

2. Знаходять точки спряження. Для цього проводять перпендикуляри з точки  $O_c$  до заданих прямих (рис. 2, в).

3. Частину відрізків прямих, що знаходяться між точками  $1_c$  та  $2_c$ , витираємо (рис. 2, з).

3. З точки  $O_c$ , як з центра, проводять дугу заданого радіуса  $R$  між точками спряження (рис. 2, д).

**Спряження двох кіл дугою заданого радіуса.**

Розрізняють такі випадки дотику: зовнішній, внутрішній та змішаний. В усіх випадках центри спряжень повинні бути розміщені на відстані, що дорівнює радіусу дуги спряження від заданих дуг. За загальним правилом на прямих, що з'єднують центри спряжених дуг, знаходять точки спряження.

**Завдання 1.** Задані два кола радіусами  $R_1=50\text{мм}$  і  $R_2=30\text{ мм}$ . Побудувати зовнішнє спряження дугою  $R_c=40\text{мм}$  (рис. 3, а).

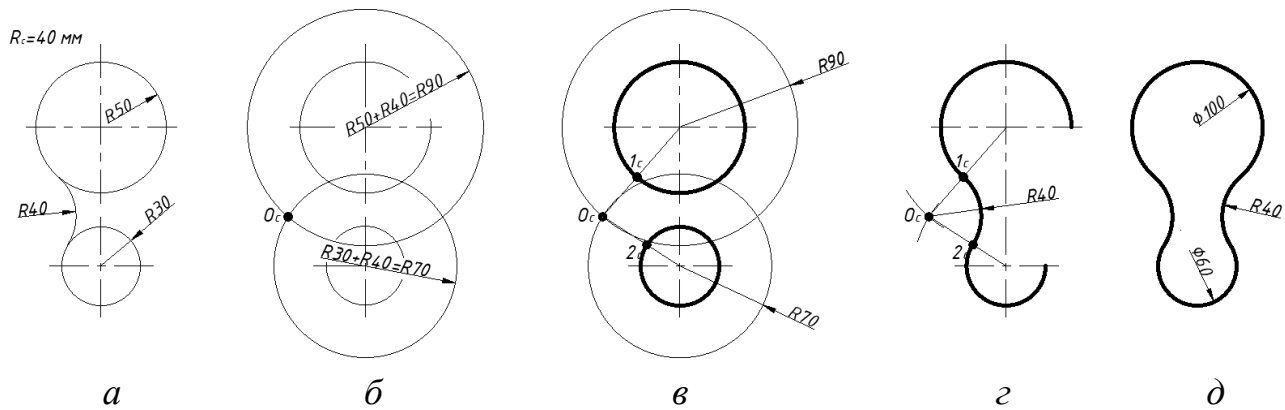


Рис. 3.

1. З центрів заданих кіл розхилом циркуля, що дорівнює сумі радіусів заданої дуги спряження, проводять допоміжні дуги (рис. 3, б). Радіус дуги, проведеної з центра першого кола, дорівнює  $R_{30}+R_{40}=R_{70}$ , а радіус дуги, проведений з центра другого кола – дорівнює  $R_{50}+R_{40}=R_{90}$ . На перетині допоміжних дуг розміщений центр спряження – точка  $O_c$ .

2. З'єднавши прямими лініями точку  $O_c$  з центрами кіл, знайдуть точки спряження  $1_c$  і  $2_c$  (рис. 3, в).

3. З точки  $O_c$  розхилом циркуля, що дорівнює  $R_c=40\text{мм}$ , між точками  $1_c$  і  $2_c$  описують дугу (рис. 3, г). На кресленнику зовнішнє спряження виглядає як на рис. 3, д.

**Завдання 2.** Задані два кола радіусами  $R_1=50\text{мм}$  і  $R_2=30\text{ мм}$ . Побудувати внутрішнє спряження дугою  $R_c=120\text{мм}$  (рис. 4, а).

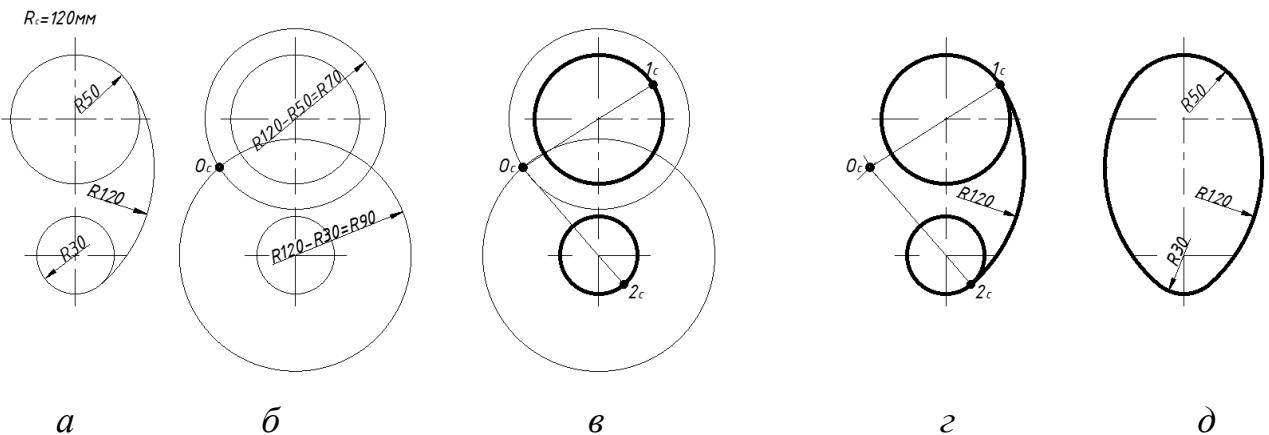


Рис. 4.

1. З центрів заданих кіл розхилом циркуля проводять допоміжні дуги (рис. 4, б). Радіус дуги, проведеної з центра першого кола, дорівнює  $R_{120}-R_{30}=R_{90}$ , а радіус дуги, проведений з центра другого кола – дорівнює  $R_{120}-R_{50}=R_{70}$ . На перетині допоміжних дуг розміщений центр спряження – точка  $O_c$ .

2. З'єднавши прямими лініями точку  $O_c$  з центрами кіл, знайдуть точки спряження  $1_c$  і  $2_c$  (рис. 4, в).

3. З точки  $O_c$  розхилом циркуля, що дорівнює  $R_c=120\text{мм}$ , між точками  $1_c$  і  $2_c$  описують дугу (рис. 4, г). На кресленнику внутрішнє спряження виглядає як на рис. 4, д.

**Завдання 3.** Задані два кола радіусами  $R_1=50\text{мм}$  і  $R_2=30\text{мм}$ . Побудувати змішане спряження дугою  $R_c=80\text{мм}$  (рис. 5, а).

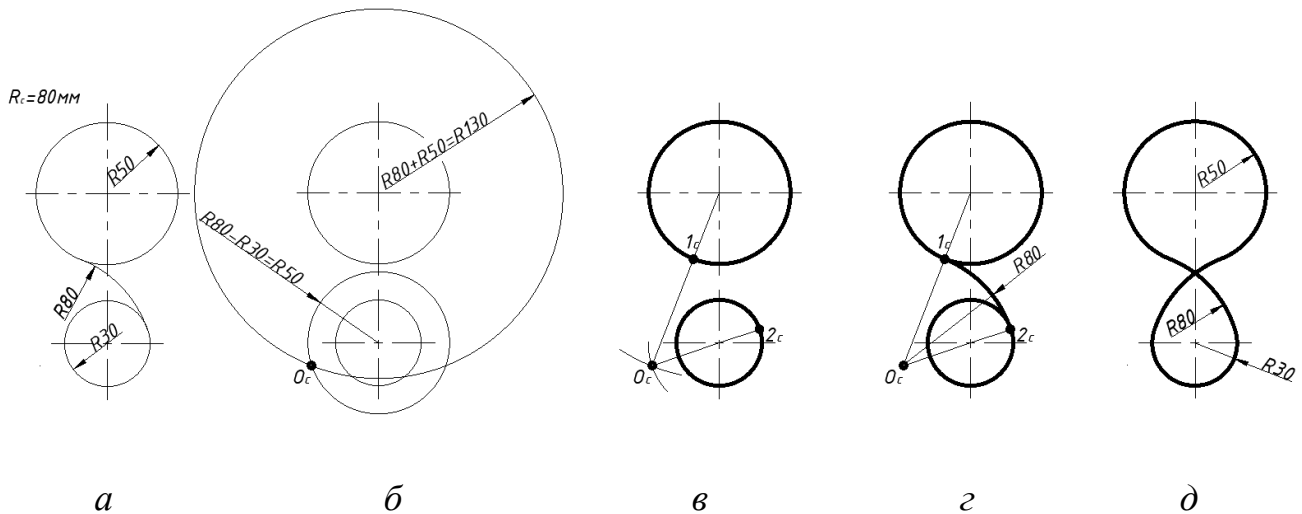


Рис. 5.

1. З центрів заданих кіл розхилом циркуля проводять допоміжні дуги (рис. 5, б). Радіус дуги, проведеної з центра першого кола, дорівнює  $R_{80}-R_{30}=R_{50}$ , а радіус дуги, проведений з центра другого кола – дорівнює  $R_{80}+R_{50}=R_{130}$ . На перетині допоміжних дуг розміщений центр спряження – точка  $O_c$ .

2. З'єднавши прямими лініями точку  $O_c$  з центрами кіл, знайдуть точки спряження  $1_c$  і  $2_c$  (рис. 5, в). Точку  $1_c$  знаходять як для зовнішнього спряження, точку  $2_c$  знаходять як для внутрішнього спряження.

3. З точки  $O_c$  розхилом циркуля, що дорівнює  $R_c=80\text{мм}$ , між точками  $1_c$  і  $2_c$  описують дугу (рис. 5, г). На кресленнику змішане спряження виглядає як на рис. 5, д.

### **Спряження двох неконцентричних кіл.**

**Завдання.** Задані два неконцентричних кола радіусами  $R_1=50\text{мм}$  і  $R_2=30\text{мм}$ . Побудувати спряження дугою  $R_c=10\text{мм}$  (рис. 6, а).



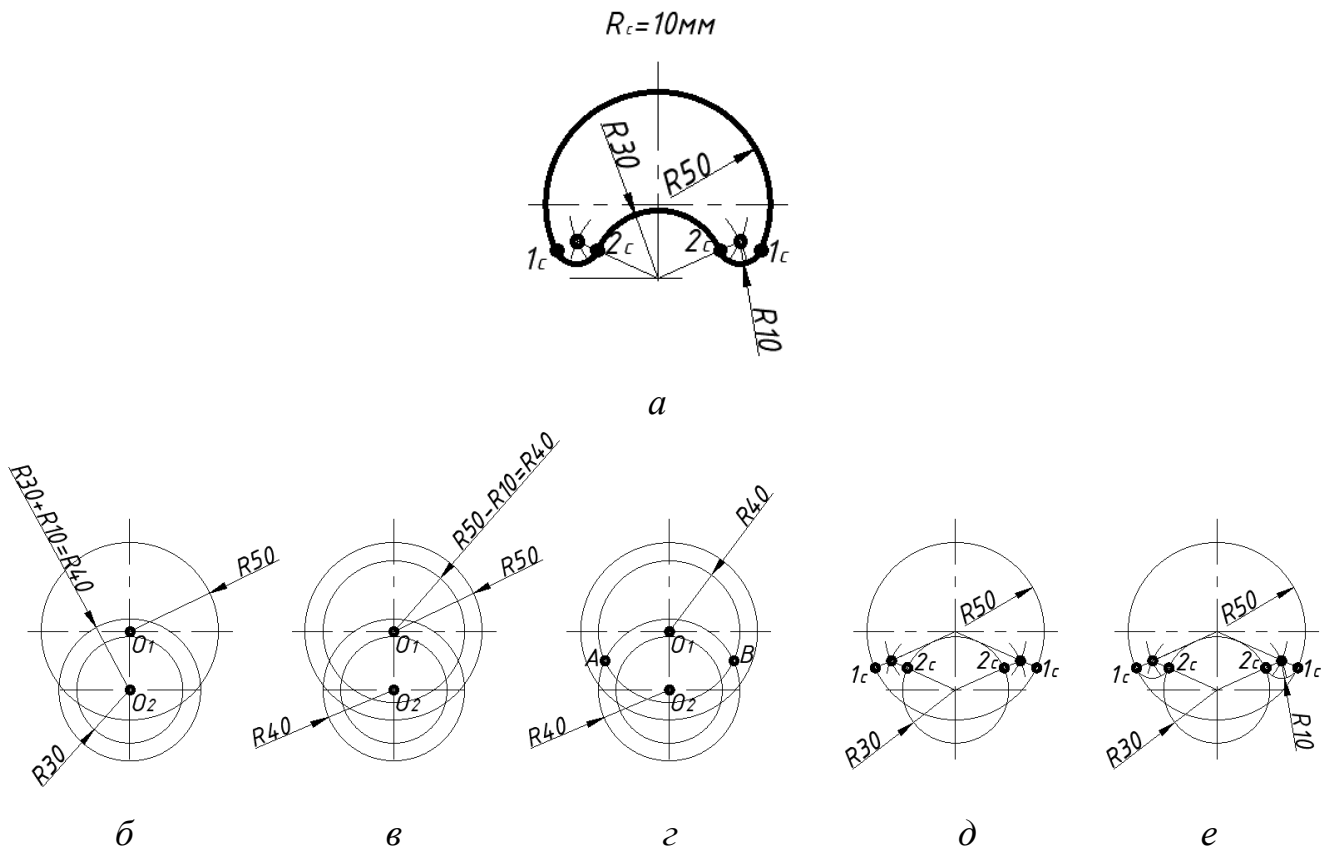


Рис. 6.

1. З центрів заданих кіл розхилом циркуля проводять допоміжні дуги. Радіус дуги, проведеної з центра першого кола, дорівнює  $R30+R10=R40$  (рис. 6, б), а радіус дуги, проведений з центра другого кола – дорівнює  $R50-R10=R40$  (рис. 6, в). На перетині допоміжних дуг розміщені центри спряження – точки  $A$  і  $B$  (рис. 6, г).

2. З'єднавши прямими лініями точки  $A$  і  $B$  з центрами кіл, знайдуть точки спряження  $1_c$  і  $2_c$  (рис. 6, д). Точку  $1_c$  знаходять як для внутрішнього спряження, точку  $2_c$  знаходять як для зовнішнього спряження.

3. З точок  $A$  і  $B$  розхилом циркуля, що дорівнює  $R_c=10\text{мм}$ , між точками  $1_c$  і  $2_c$  описують дугу (рис. 6, е).

### **Спряження кола і прямої лінії дугою заданого радіуса.**

При спряженні кола і прямої лінії можливі такі випадки дотику: зовнішній та внутрішній. В обох випадках центри спряжень повинні бути розміщені на відстані, що дорівнює радіусу дуги спряження від заданих елементів.

**Завдання 1.** Задані коло радіусом  $R=50\text{мм}$  і горизонтальна пряма. Побудувати зовнішнє спряження дугою  $R_c=35\text{мм}$  (рис. 7, а).

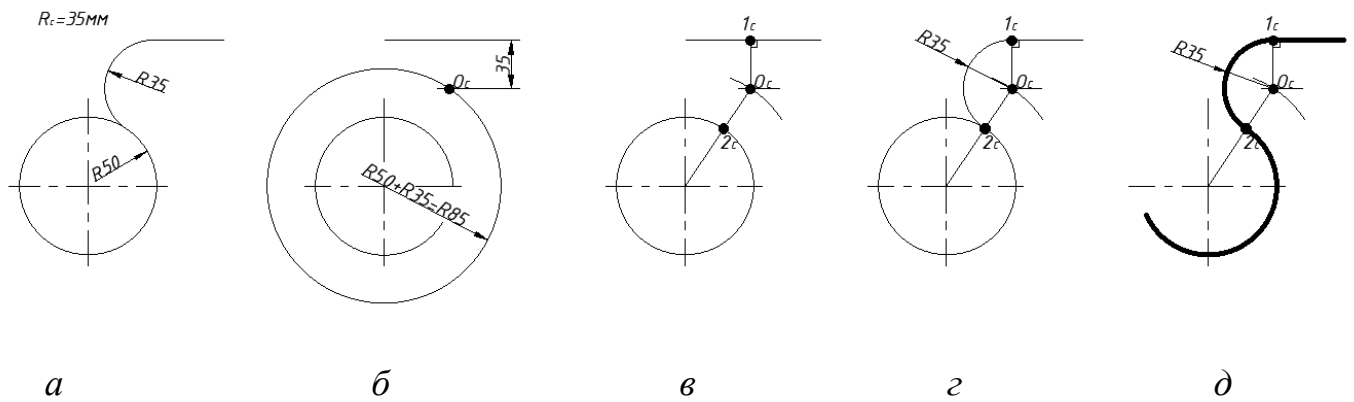


Рис. 7.

1. На відстані  $R_c=35\text{мм}$  провести пряму, паралельну заданій прямій, а із центра кола радіусом  $R_{35}+R_{50}=R_{85}$  – дугу кола (рис. 7, б). Точка  $O_c$  – центр дуги спряження.

2. Точки спряження: до прямої будують перпендикуляр і отримують на прямій точку  $1_c$ . З'єднують центр спряження  $O_c$  з центром кола і отримують на колі точку  $2_c$  (рис. 7, в).

3. Радіусом  $R_c=35\text{мм}$  проводять дугу між точками  $1_c$  та  $2_c$  (рис. 7, г). На кресленнику зовнішнє спряження прямої та кола виглядатиме як на рис. 7, д.

**Завдання 2.** Задані коло радіусом  $R=50\text{мм}$  і горизонтальна пряма. Побудувати *внутрішнє* спряження кола та прямої дугою  $R_c=80\text{мм}$  (рис. 8, а).

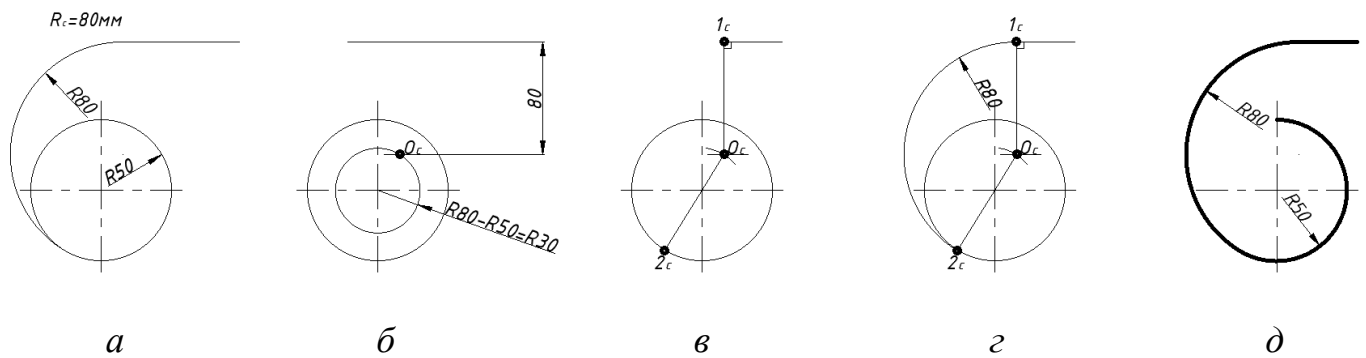


Рис. 8.

1. На відстані  $R_c=80\text{мм}$  провести пряму, паралельну заданій прямій, а із центра кола радіусом  $R_{80}-R_{50}=R_{30}$  – дугу кола (рис. 8, б). На перетині допоміжного кола та паралельної прямої знаходять точку  $O_c$  – центр дуги спряження.

2. Точки спряження: до прямої будують перпендикуляр і отримують на прямій точку  $1_c$ . З'єднують центр спряження  $O_c$  з центром кола і отримують на колі точку  $2_c$  (рис. 8, в).

3. Радіусом  $R_c=80\text{мм}$  проводять дугу між точками  $1_c$  та  $2_c$  (рис. 8, г). На кресленнику внутрішнє спряження прямої та кола виглядатиме як на рис. 8, д.

## Побудова прямих ліній дотичних до двох кіл.

Пряма дотична до кола, якщо вона перпендикулярна до радіуса, проведеного до точки дотику. Розрізняють зовнішній та внутрішній дотик прямої до двох кіл.

**Завдання 1.** Задані два кола радіусами  $R_1=50\text{мм}$  і  $R_2=30\text{ мм}$ . Побудувати зовнішню дотичну до обох кіл. (рис. 9, в).

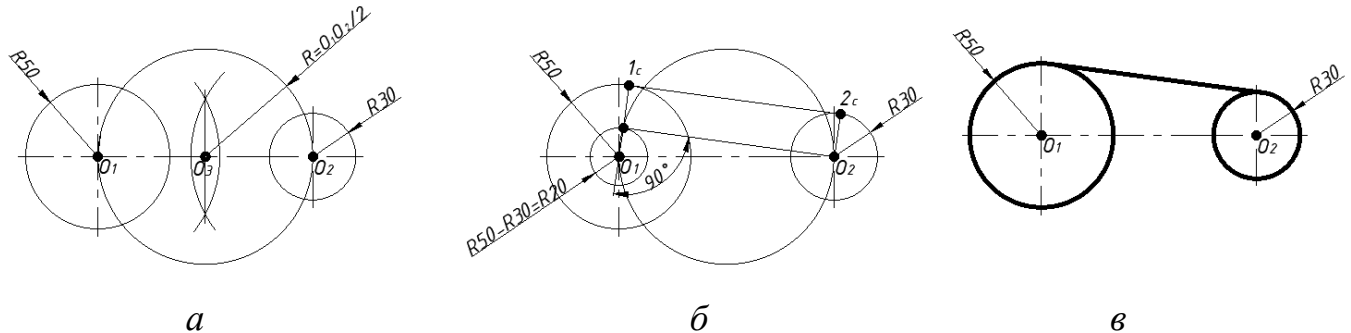


Рис. 9.

1. Ділять відрізок  $O_1O_2$  навпіл графічним способом. Відмічають т.  $O_3$ .
2. Із центра  $O_3$  будують коло радіусом  $R= O_1O_2:2$  (рис. 9, а).
3. Із центра  $O_1$  будують допоміжне коло радіусом, який дорівнює різниці радіусів заданих кіл:  $R50-R30= R20$  (рис. 9, б). Відмічають точку перетину допоміжних кіл.
4. Шукану точку з'єднують з центром  $O_1$ . Та відмічають на колі точку спряження  $1_c$ . Через точку  $1_c$  проводять до відрізка  $1_cO_1$  перпендикулярну пряму і відмічають на другому колі точку дотику  $2_c$ . Пряма  $1_c2_c$  буде дотичною до заданих кіл (рис. 9, в).

**Завдання 1.** Задані два кола радіусами  $R_1=50\text{мм}$  і  $R_2=30\text{ мм}$ . Побудувати внутрішню дотичну до обох кіл. (рис. 10, а).

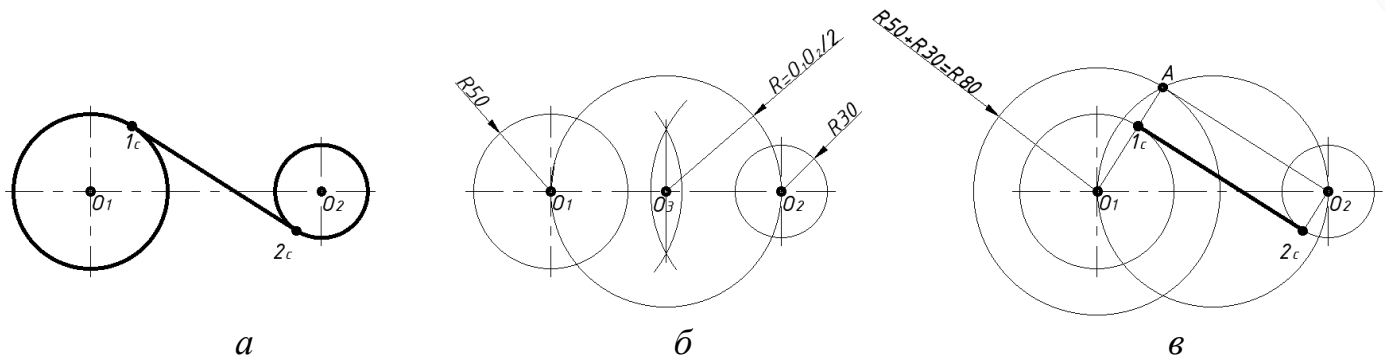


Рис. 10.

1. Ділять відрізок  $O_1O_2$  навпіл графічним способом. Відмічають т.  $O_3$ .
2. Із центра  $O_3$  будують коло радіусом  $R= O_1O_2:2$  (рис. 10, б).
3. Із центра  $O_1$  будують допоміжне коло радіусом, який дорівнює сумі радіусів заданих кіл:  $R50+R30= R80$  (рис. 10, в). Відмічають точку  $A$  перетину допоміжних кіл.
4. Шукану точку з'єднують з центром  $O_1$ . Та відмічають на колі точку спряження  $1_c$ . Через точку  $1_c$  проводять до відрізка  $O_1A$  перпендикулярну пряму і відмічають на другому колі точку дотику  $2_c$ . Пряма  $1_c2_c$  буде дотичною до заданих кіл (рис. 10, в).

### Побудова двох дотичних кіл.

Два кола будуть дотичними, якщо точка дотику  $K$  перебуває на прямій, яка з'єднує центри  $O_1$  і  $O_2$ . Дотик кола може бути внутрішнім (рис. 11, а) і зовнішнім (рис. 11, б)

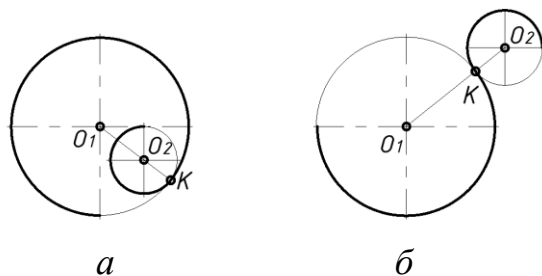


Рис. 11.

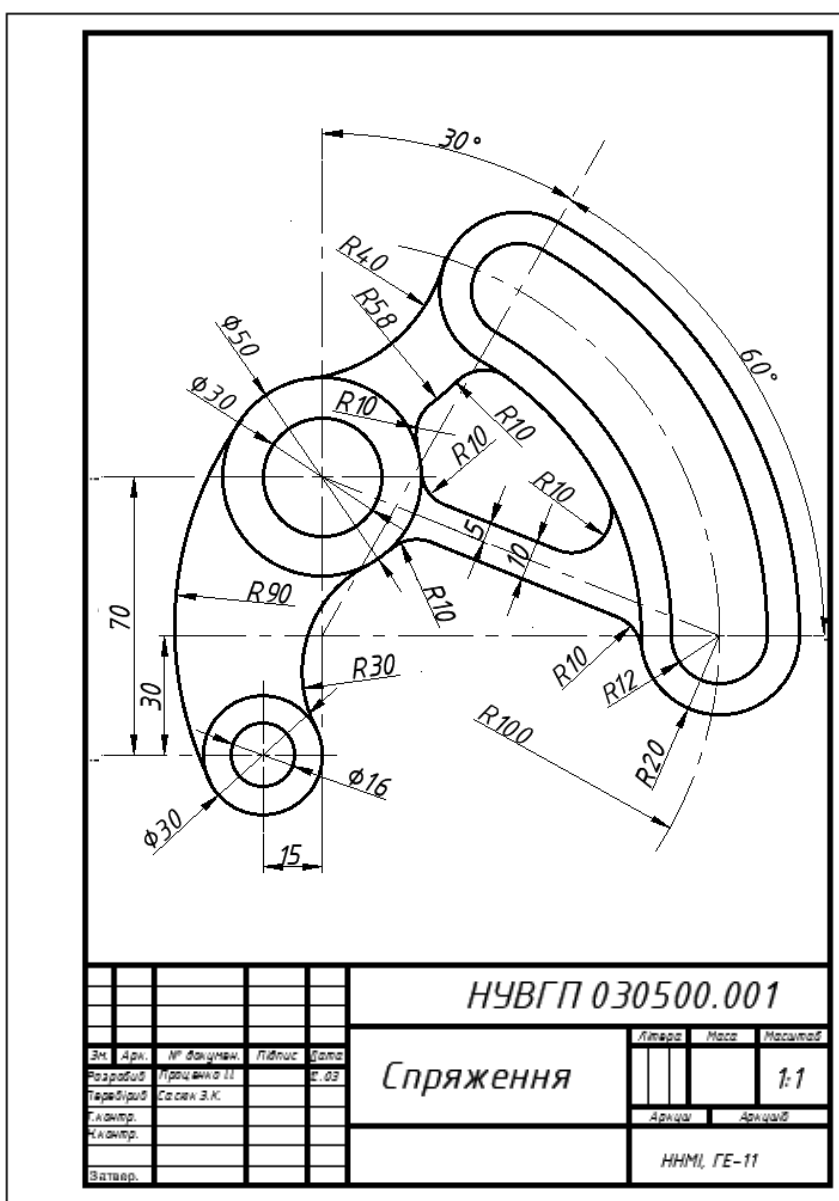
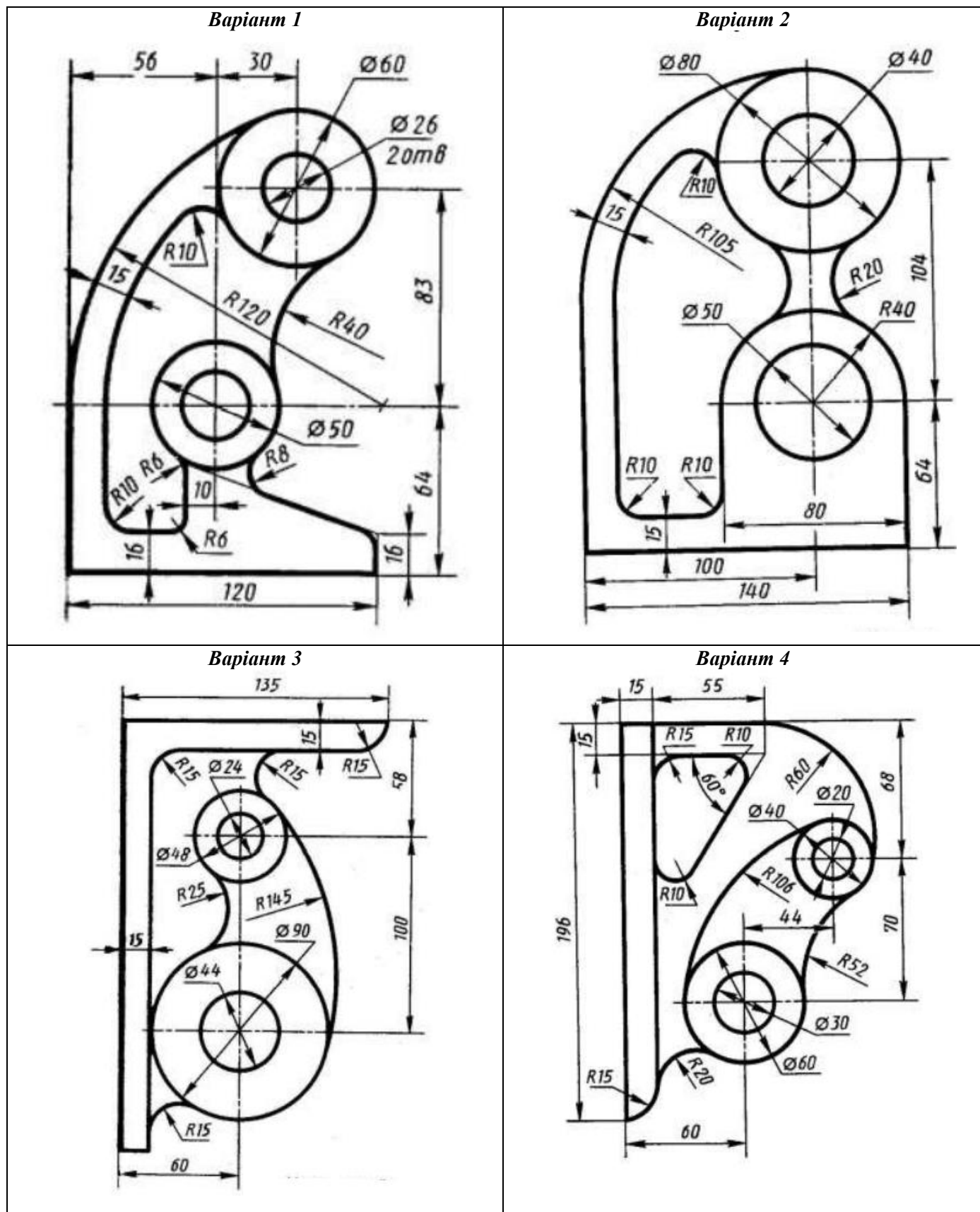


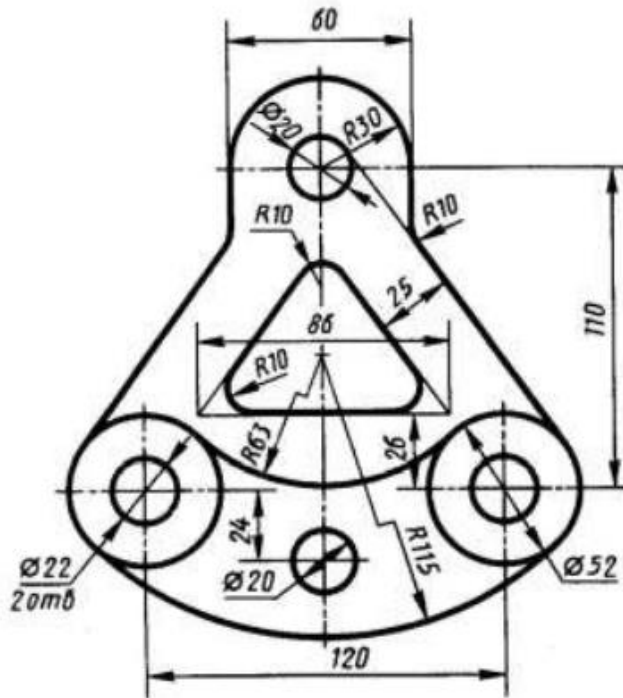
Рис. 12. Зразок оформлення завдання «Спряження»

## Варіанти завдань для виконання завдання «Спряження»

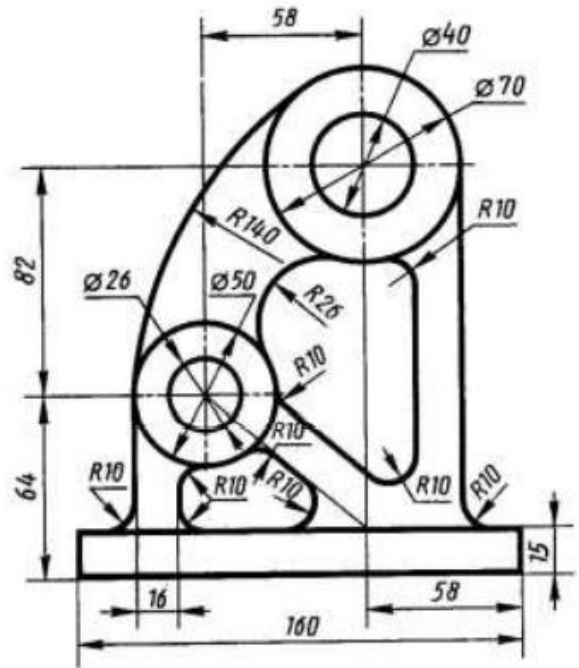




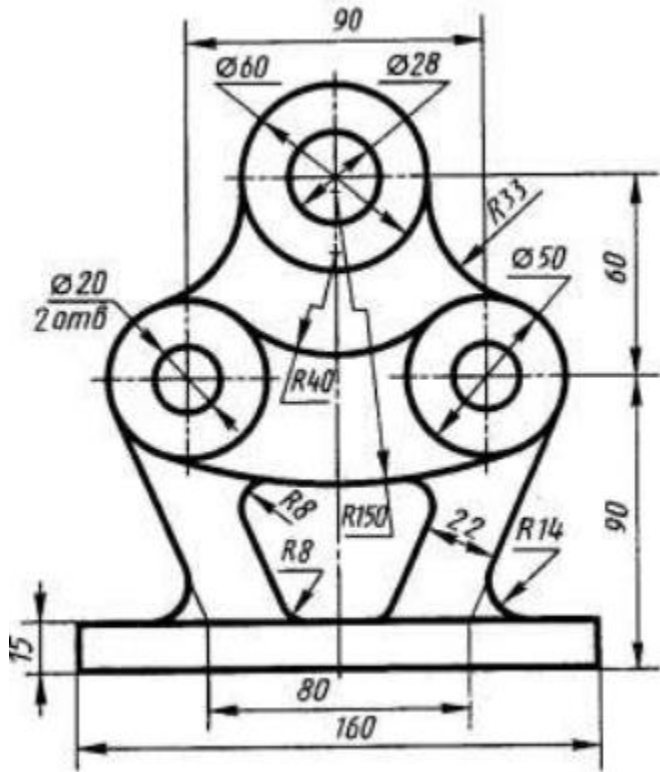
Варіант 9



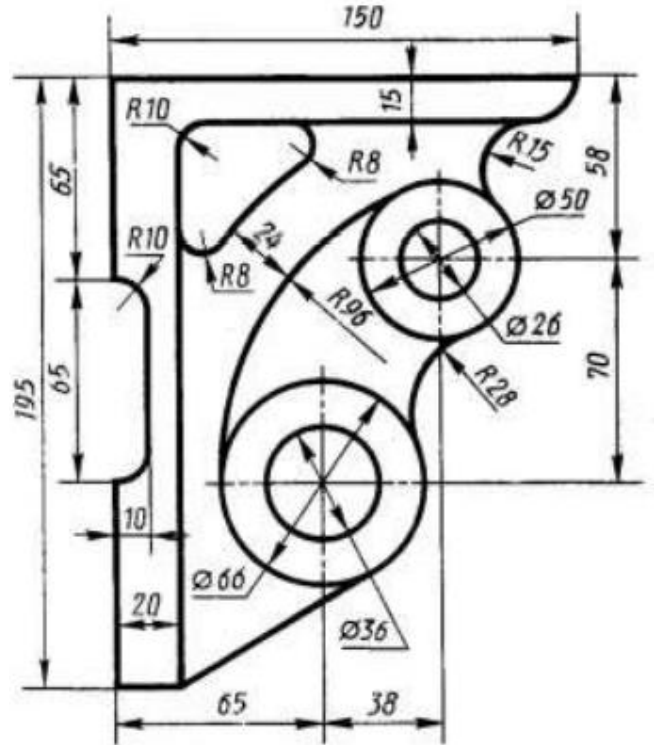
Варіант 10



Варіант 11



Варіант 12



## Тема: Побудова ухилу та конусності поверхні.

**Завдання 1:** Ознайомитися із теоретичною частиною побудови ухилу та конусності поверхонь. Побудувати кресленик швелера (двотаврової балки) з елементами ухилу на аркуші формату А4 або А3. Варіанти завдань взяти із таблиці 4. Нанести розміри у відповідності до ГОСТ 2.307-68. Накреслення букв, цифр і знаків повинно відповідати ГОСТ 2.304-81, ДСТУ ГОСТ 2.307:2013 та/або ДСТУ ISO 129-1:2007. Накреслення ліній повинно відповідати ГОСТ 2.303-68. Нанесення штриховки повинно відповідати ГОСТ 2.306-68.

Зразок виконання завдання приведений на рис. 19.

### Теоретична частина.

Багато деталей мають похилі поверхні. Їх нахил відносно інших поверхонь на кресленнях задають за допомогою величини ухилу. Ухили мають поверхні профілів прокату: рейки, швелери, таврові балки (рис. 13).

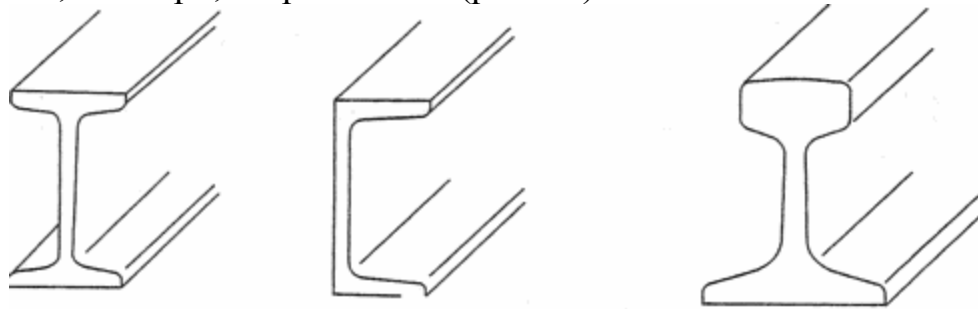


Рис. 13. Двотаврова балка, швелер, рейка

**Ухил (похил)** – відхилення прямої лінії від горизонтального або вертикального напрямків. В прямокутному трикутнику ABC, нахил гіпотенузи AB до катета AC можна виразити або кутом  $\alpha$  в градусах, або ухилом  $i$ , величина якого визначається відношенням катета BC до катета AC ( $i = \operatorname{tg} \alpha$ ,  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{BC}{AC}$ ).

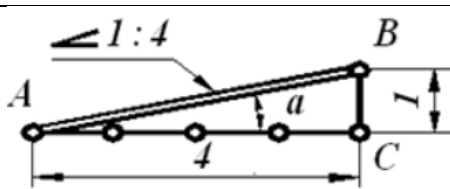


Рис. 14. Позначення ухилу відношенням катетів

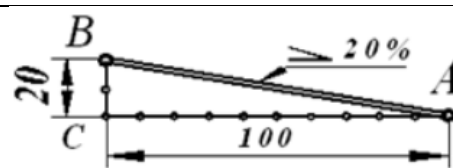


Рис. 15. Позначення ухилу у відсотках

Ухил задається відношенням або у відсотках, наприклад: **1:4** (рис. 14), або **20%** (рис. 15). Позначається за допомогою значка  $\sphericalangle$ , напрямком загострення якого вказує напрям ухилу. Вказують величину ухилу на поличці лінії-виноски, проведеної від лінії з похилом. Починають лінію-виноску стрілкою. Поличку лінії-виноски та вказані на



ній знак і розмірне число розміщують паралельно до напрямку, відносно якого задано ухил на кресленку (рис. 16).

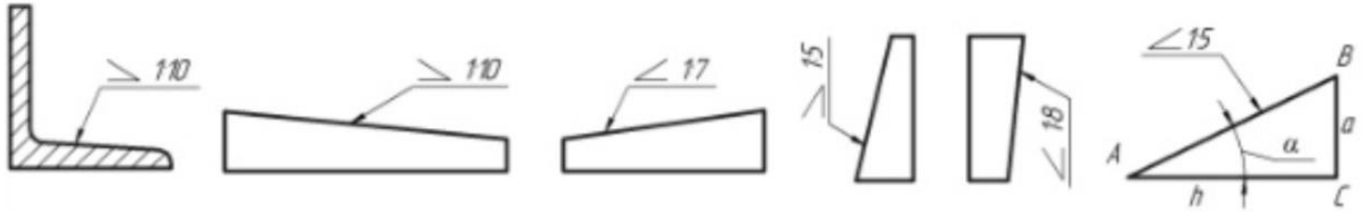


Рис. 16. Позначення ухилу

Отже, якщо потрібно провести лінію з ухилом, наприклад, 1:4 відносно заданої горизонтальної прямої (рис. 14), то до заданої прямої проводять перпендикуляр і на ньому відкладають один відрізок довільної величини, а на заданій прямій - чотири таких відрізки. З'єднавши між собою кінцеві точки обох відрізків, одержують заданий ухил.

Рекомендовані стандартом значення ухилів наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Нормальні ухили згідно ГОСТ 8593-81

| Ухили ( $a:h$ ) | $\alpha$        | Примітка                           |
|-----------------|-----------------|------------------------------------|
| 1:5             | $11^{\circ}30'$ | При малих значеннях $h$ (до 25 мм) |
| 1:10            | $5^{\circ}42'$  | При проміжних значеннях $h$        |
| 1:20            | $2^{\circ}51'$  | При проміжних значеннях $h$        |
| 1:50            | $1^{\circ}8'$   | При великих значеннях $h$          |

**Конусність** – це відношення діаметра кола  $D$  основи конуса до його висоти  $H$  для повних кругових конусів або відношення різниці діаметрів  $D$  і  $d$  двох поперечних перерізів конуса до відстані  $h$  між ними для зрізаних конусів.

$$K = \frac{D}{H};$$

$$K = \frac{D - d}{h} = 2tg\alpha$$

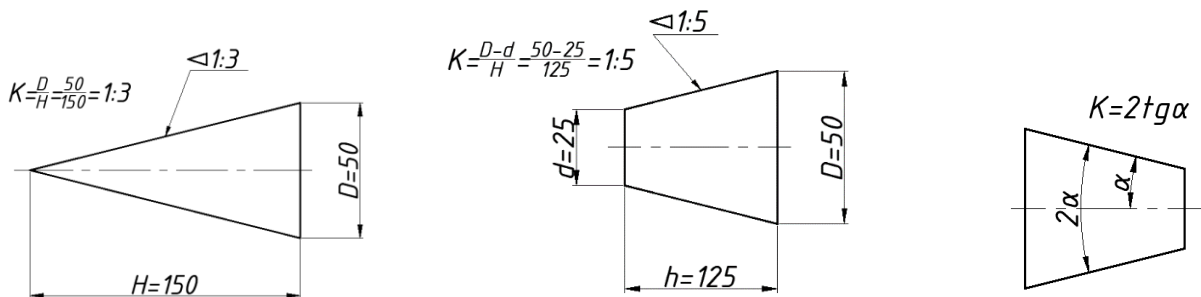


Рис. 17. Визначення конусності

Конусність зазвичай записується як відношення двох чисел, наприклад: 1:3; 1:5; 1:7 або у відсотках чи проміле. Перед розмірним числом, що характеризує конусність, наносять знак  $\nabla$ , вершина якого повинна бути направлена в сторону вершини конуса (рис.18).

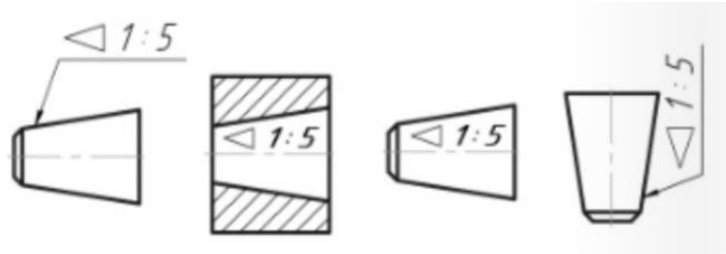


Рис. 18. Позначення конусності

У техніці використовують рекомендовані значення конусності, які наведені у таблиці 3.

Таблиця 3

Нормальні конусності згідно з ГОСТ 8593-81

| Конусність К | Кут конуса<br>$2\alpha$ | Кут ухилу<br>$\alpha$ | Вихідне<br>значення<br>(К або $2\alpha$ ) |
|--------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|
| 1:200        | 0°7'11"                 | 0°3'36"               | 1:200                                     |
| 1:100        | 0°34'23"                | 0°17'11"              | 1:100                                     |
| 1:50         | 1°8'46"                 | 0°34'23"              | 1:50                                      |
| 1:30         | 1°54'35"                | 0°57'17"              | 1:30                                      |
| 1:20         | 2°51'51"                | 1°25'56"              | 1:20                                      |
| 1:15         | 3°49'6"                 | 1°54'33"              | 1:15                                      |
| 1:12         | 4°46'19"                | 2°23'9"               | 1:12                                      |
| 1:10         | 5°43'29"                | 2°51'45"              | 1:10                                      |
| 1:8          | 7°9'10"                 | 3°34'35"              | 1:8                                       |
| 1:7          | 8°10'16"                | 4°5'8"                | 1:7                                       |
| 1:5          | 11°25'16"               | 5°42'38"              | 1:5                                       |
| 1:3          | 18°55'29"               | 9°27'44"              | 1:3                                       |
| 1:1,866      | 30°                     | 15°                   | 30°                                       |
| 1:1,207      | 45°                     | 22°30'                | 45°                                       |
| 1:0,866      | 60°                     | 30°                   | 60°                                       |
| 1:0,652      | 75°                     | 37°30'                | 75°                                       |
| 1:0,500      | 90°                     | 45°                   | 90°                                       |
| 1:0,289      | 120°                    | 60°                   | 120°                                      |

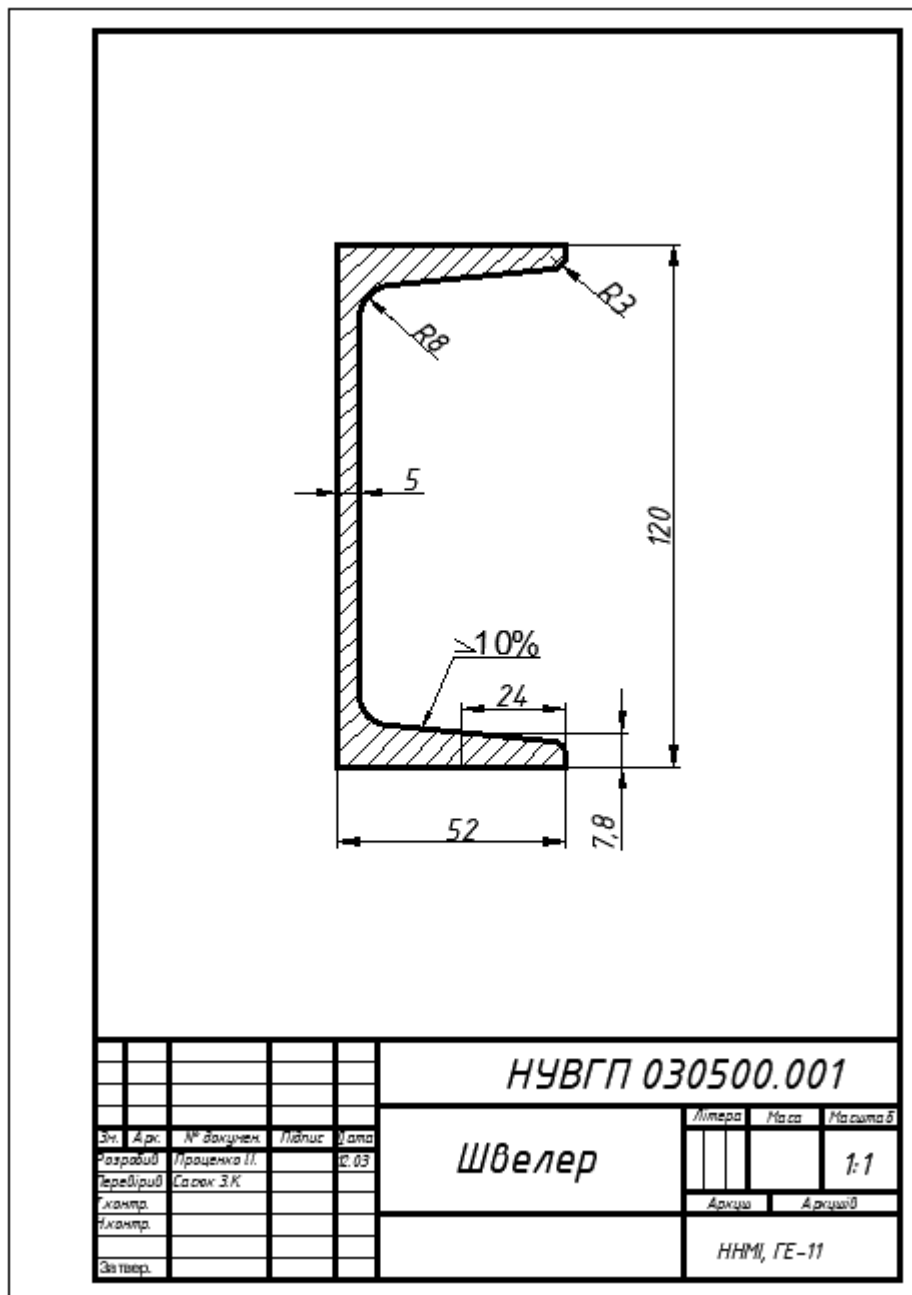


Рис. 19. Приклад виконання завдання «Побудова ухилу. Швеллер»

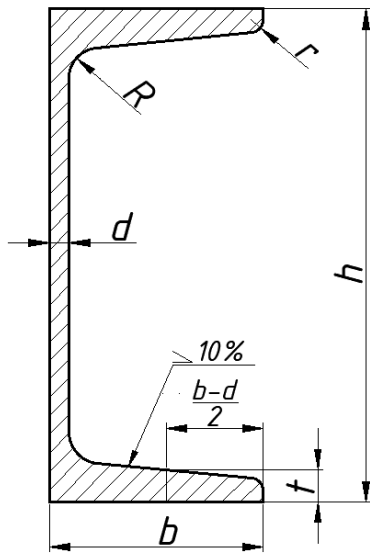


Рис. 20. Швеллер  
(виконують непарні варіанти)

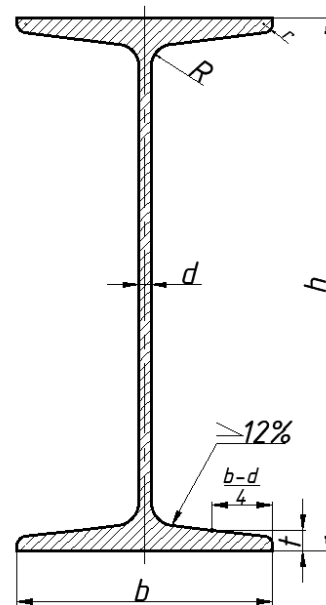


Рис. 21. Двотаврова балка  
(виконують парні варіанти)

Таблиця 4

Параметри профілів прокату для виконання завдання «Побудова ухилу»

| № варіанта                             | Номер профілю | $h$ | $b$ | $d$ | $t$  | $R$  | $R$ |
|----------------------------------------|---------------|-----|-----|-----|------|------|-----|
| <i>Швеллер (ГОСТ 8240-72)</i>          |               |     |     |     |      |      |     |
| 1                                      | 10            | 100 | 46  | 4,5 | 7,6  | 7,0  | 3,0 |
| 3                                      | 12            | 120 | 52  | 4,8 | 7,8  | 7,5  | 3,0 |
| 5                                      | 14            | 140 | 58  | 4,9 | 8,1  | 8,0  | 3,0 |
| 7                                      | 16            | 160 | 64  | 5,0 | 8,4  | 8,5  | 3,5 |
| 9                                      | 18            | 180 | 70  | 5,1 | 8,7  | 9,0  | 3,5 |
| 11                                     | 20            | 200 | 76  | 5,2 | 9,0  | 9,5  | 4,0 |
| 13                                     | 22            | 220 | 82  | 5,4 | 9,5  | 10,0 | 4,0 |
| 15                                     | 24            | 240 | 90  | 5,6 | 10,0 | 10,5 | 4,0 |
| <i>Двотаврова балка (ГОСТ 8239-72)</i> |               |     |     |     |      |      |     |
| 2                                      | 10            | 100 | 55  | 4,5 | 7,2  | 7,0  | 2,5 |
| 4                                      | 12            | 120 | 64  | 4,8 | 7,3  | 7,5  | 3,5 |
| 6                                      | 16            | 160 | 81  | 5,0 | 7,8  | 8,5  | 3,5 |
| 8                                      | 20            | 200 | 100 | 5,2 | 8,4  | 9,5  | 4,0 |
| 10                                     | 24            | 240 | 115 | 5,6 | 9,5  | 10,5 | 4,0 |
| 12                                     | 27            | 270 | 125 | 6,0 | 9,8  | 11,0 | 4,5 |
| 14                                     | 30            | 300 | 135 | 6,5 | 10,2 | 12,0 | 5,0 |
| 16                                     | 33            | 330 | 140 | 7,0 | 11,2 | 13,0 | 5,0 |