

Затверджено
Голова Вченої ради
факультету комп'ютерно-інтегрованих
технологій, мехатроніки та
робототехніки протокол від
«__»_____ 2019 р. №__

ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

для лабораторних і практичних робіт студентів
з навчальної дисципліни

«ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА»

для студентів освітнього рівня «БАКАЛАВР»

денної та заочної форм навчання

спеціальності: 13 «Механічна інженерія»

освітньо-професійна програма «Галузеве машинобудування»

факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки та робототехніки

кафедра галузевого машинобудування

Розглянуто і рекомендовано
на засіданні кафедри галузевого
машинобудування
протокол від «__»_____ 2019 р.
№ _____

Розробник: д.пед.н., професор, професор кафедри галузевого машинобудування
Райковська Г.О.

Житомир
2019 – 2020 н.р.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ	4
1.1. Додаткові елементи оформлення	5
1.2. Проставлення шорсткості поверхонь	7
1.3. Відхилення форми і розташування поверхонь	7
1.4. Текстові пояснення	9
2. ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ. МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ДЕТАЛЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОФЕСІОНАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ	9
Лабораторна робота № 1–2	10
Лабораторна робота № 3	25
Лабораторна робота № 4	28
ЛІТЕРАТУРА	32
ДОДАТКИ	34

ВСТУП

З кожним роком, по мірі впровадження високих технологій, вітчизняна промисловість насичується високопродуктивною і складною технікою, яка працює в комплексі з комп'ютерами. Для її ефективного використання за призначенням інженеру будь-якої спеціальності конче необхідні вміння читати та оформляти інженерні кресленики. Вирішується ця проблема в ході вивчення курсу «Інженерна та комп'ютерна графіка».

Запропоновані методичні рекомендації дають можливість повністю реалізувати основні задачі дисципліни. Це:

- опанування правил оформлення інженерних креслеників;
- зображення тривимірних геометричних тіл методами нарисної геометрії та інженерної графіки;
- розвиток стійких навиків читання інженерних креслеників;
- виконання інженерних креслеників відповідно до вимог стандартів ЄСКД;
- напрацювання стійких навиків креслення на комп'ютері.

Вивчення дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» передбачає два аспекти: теоретичний, що включає висвітлення питань, пов'язаних з теорією САПР, а також практичний (користувацький), що має за мету набуття студентами практичних вмінь щодо використання існуючих САПР, які використовуються в різних задачах при побудові автоматизованих систем керування технологічними процесами.

Мета дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» – забезпечити фундаментальну підготовку здобувачів вищої освіти освітньо-професійного рівня 133 – «Галузеве машинобудування» усіх форм навчання з питань загальних методів проектування виробів і процесів машинобудівної галузі та створення технічної документації за допомогою сучасних програм автоматизованого проектування.

Завданням вивчення дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» є формування у майбутніх фахівців теоретичної бази знань практичного використання сучасних САПР SolidWorks в задачах розробки креслеників, структурних, функціональних і принципівих схем різного роду деталей і конструкцій технічних пристроїв, які використовуються при побудові технологічних систем в різних галузях машинобудування..

Курс «Інженерна та комп'ютерна графіка» опирається на знання, одержані студентами з нарисної геометрії, технічного креслення, вищої математики, теорії механізмів і машин, метрології і стандартизації, деталей машин і обчислювальної техніки.

З метою поглиблення практичної підготовки здобувачів вищої освіти з основних розділів дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» і набуття навиків проектування виробів машинобудівної галузі та створення технічної документації за допомогою сучасних програм автоматизованого проектування кожний студент виконує домашні індивідуальні завдання у вигляді розрахунково-графічної роботи (лабораторних робіт).

Метою індивідуального завдання є більш глибоке засвоєння студентами основи методології та методів автоматизованого проектування, створення технічної документації за допомогою сучасних програм автоматизованого проектування SolidWorks, представлення основних форм результатів наукових досліджень. Розрахунково-графічна робота (РГР) охоплює основні положення дисципліни і вимагає від здобувача вищої освіти знання програми дисципліни.

Кожна РГР (лабораторна робота) оформлюється згідно із вимогами ЄСКД на папері, зшивається, здається викладачу на попередню перевірку, після чого захищається здобувачем вищої освіти. Під часу захисту вищої освіти спочатку у продовж 5-ти хвилин викладає основний зміст РГР, роблячи акцент на конструкції індивідуального механізму та використаних методах роботи в системах автоматизованого проектування. По завершенню виступу студент відповідає на запитання викладача.

1. КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Оформлення креслень зі створених моделей в SolidWorks відбувається в режимі ЧЕРТЕЖ (DRAWING).

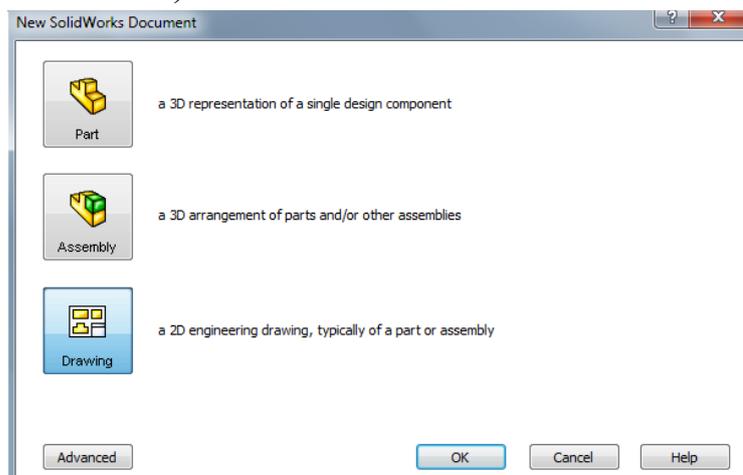


Рис. 1. Вибір режиму Drawing (Чертеж)

У даному режимі користувачу доступні наступні основні панелі інструментів для оформлення креслень:

1. Панель «АННОТАЦІЙ» (ANNOTATION)

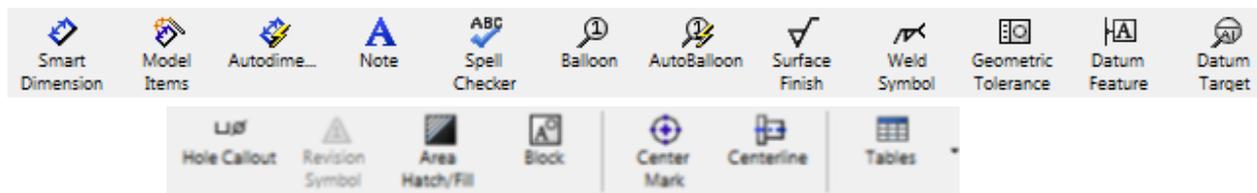


Рис. 2. Панель «Анотації»

2. Панель «ЭСКИЗ» (SCETCH)

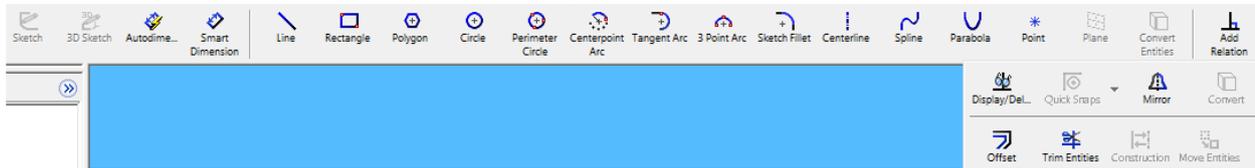


Рис.3. Панель «Ескіз»

3. Панель «ЧЕРТЕЖ» (DRAWING)

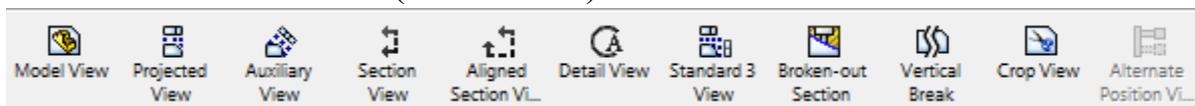


Рис. 4. Панель «Кресленик»

4. Панель «ФОРМАТ ЛИНИИ» (LINE FORMAT)



Рис. 5. «Формат лінії»

5. Панель «ВЫРАВНИВАНИЕ» (ALIGN)



Рис. 6. Панель «Вирівнювання»

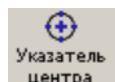
6. Панель «СЛОИ» (LAYERS)



Рис. 7. Панель «Слої»

1.1. ДОДАТКОВІ ЕЛЕМЕНТИ ОФОРМЛЕННЯ

На креслениках крім видів і розмірів можуть бути присутні й інші примітки, такі, наприклад, як вимоги до якості поверхонь деталі їх форми, розташуванням елементів деталі і т.д. Розглянемо основні елементи оформлення креслеників. Наступні кроки:



1. Виберіть команду **Указатель центра** **Показчик центра** на панелі інструментів **Примітки** і клацніть на будь-яке коло, на якому не нанесені лінії центрів. Продовжуйте вибирати кола, і в їх центральних точках програма буде наносити маркери індексів центру.

2. Потім проставимо допуск діаметра кола. Для цього клацніть мишею по розміру, щоб він став активним.

3. З'явиться менеджер властивостей в діалоговому вікні **Розмір** і встановлюємо параметри. Наприклад, для кола діаметром 35 мм ми виставляємо верхнє відхилення розміру, яке дорівнює +0,05 мм, а нижнє відхилення -0,03 мм.

4. Натиснути кнопку **ОК** . Розмір буде проставлено з допуском.

ПРИМІТКА

У SolidWorks для розмірів можуть бути задані наступні типи допусків: **Базовий, Двонапралений, Обмеження, Симетричний, Мін., Макс., Посадка, Посадка з допуском, тільки допуск.**

Якщо задається допуск на розмір в одному з документів SolidWorks, наприклад, в кресленнику, то цей допуск появиться також і в асоціативно зв'язаному з даним кресленником документом моделі й в документі збірки, куди входить модель.

Зверніть **УВАГУ**, що висота шрифту допуску збігається з висотою шрифту розміру, в той час як ЄСКД вимагає, щоб висота шрифту допуску була на ступінь менше, ніж висота шрифту розміру. Для виправлення цієї ситуації знову клацніть лівою кнопкою миші і в тому ж вікні **Розмір** знайдіть область **Шрифт тексту**. У цій області параметр **Шрифт розмірів** відповідає за висоту власне розмірів, а параметр **Шрифт** – за висоту допусків. Зніміть прапорець **Використовувати шрифт розміру** і в вікні **Висота шрифту** задайте висоту шрифту допусків (наприклад, 3 мм, якщо висота шрифту дорівнює 5 мм). Далі натисніть кнопку **ОК**  і в результаті отримаєте розмір із допуском.

ПОСАДКА

Щоб проставити посадку на кресленнику необхідно обрати на вигляді розмір і в розділі **Допуск/Точність** вікна **Розмір** Менеджера властивостей виконати наступні дії:

- з випадаючого списку **Тип допуску** обрати посадку;
- у полі **Посадка отвору** обрати позначення поля допуску, наприклад, «Н8»;
- натиснути кнопку **Лінійний** $n7/g6$ для вирівнювання позначення поля допуску відносно розміру тексту.

Як вже зазначалось розмір тексту змінюється у відповідності з обраним значенням.

Посадка може бути проставлена разом з допуском. Для цього слід обрати на **Креслярському вигляді** розмір і в вікні **Розмір** Менеджера, що з'являється

натиснути кнопку **Додаткові властивості** і в діалоговому вікні **Властивості розміру**, що відкрилось натиснути кнопку **Допуск**.

В діалоговому вікні **Допуск розміру** виконати наступні дії:

- у полі **Тип допуску** обрати **Посадка з допуском**;
- у полі **Посадка вала** обрати позначення поля допуску, наприклад, «f9».

ПРИМІТКА

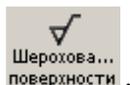
За необхідності у полі **Точність допуску** обирається три десятинних розрядів для настроювання точності відображення допуску. Текст повинен виглядати наступним чином:

$$\varnothing 80 f9 \left(\begin{array}{c} +0,030 \\ -0,104 \end{array} \right).$$

1.2. ПРОСТАВЛЕННЯ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХОНЬ

Для проставляння шорсткості виконайте наступні дії:

1. На панелі інструментів Примітка натисніть кнопку **Шорсткість поверхні**



2. Появиться **Менеджер** властивостей і в діалоговому вікні **Шорсткість поверхні** вкажіть параметри шорсткості. Якщо ви тепер перенесете курсор в область кресленика, то поруч з курсором з'явиться зображення значка шорсткості з встановленим параметром.

3. Тепер вкажіть курсором на кресленику елемент, якому призначається вимога шорсткості, і натисніть ліву кнопку миші. Таким чином можна назначити вимоги до всіх необхідних елементів.

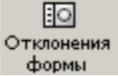
4. Після закінчення операції в діалоговому вікні натисніть кнопку **ОК**

5. Якщо положення значка шорсткості вас не влаштовує, перемістіть його за допомогою миші.

1.3. ВІДХИЛЕННЯ ФОРМИ І РОЗТАШУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ

Для проставляння позначення відхилення форми або розташування поверхонь виконайте наступне:

1. Натисніть на панелі інструментів **Примітки** кнопку **Відхилення форми** і

в діалоговому вікні **Відхилення форми** , а також у вікні **Властивості** задайте необхідні параметри (рис. 9).

2. В полі **Позначення** у списку, що випадає виберіть значок необхідної вимоги. Вимога одразу відображається в нижньому полі в якості зразка. У полі **Допуск** вкажіть значення допуску. Причому в залежності від вимог можна встановити два основних допуски і три додаткових. Можна також задавати

кілька різних допусків. Зміна віконець для різних допусків здійснюється в полі **Кадри**.

3. Після того як всі вимоги будуть сформульовані, перевірте їх і потім мишею вкажіть елементи кресленника, до яких призначаються вимоги відхилення форми або розташування поверхонь, і натисніть ліву кнопку миші.

4. Проставивши вимоги у всіх необхідних місцях, натисніть кнопку **ОК**  в діалоговому вікні.

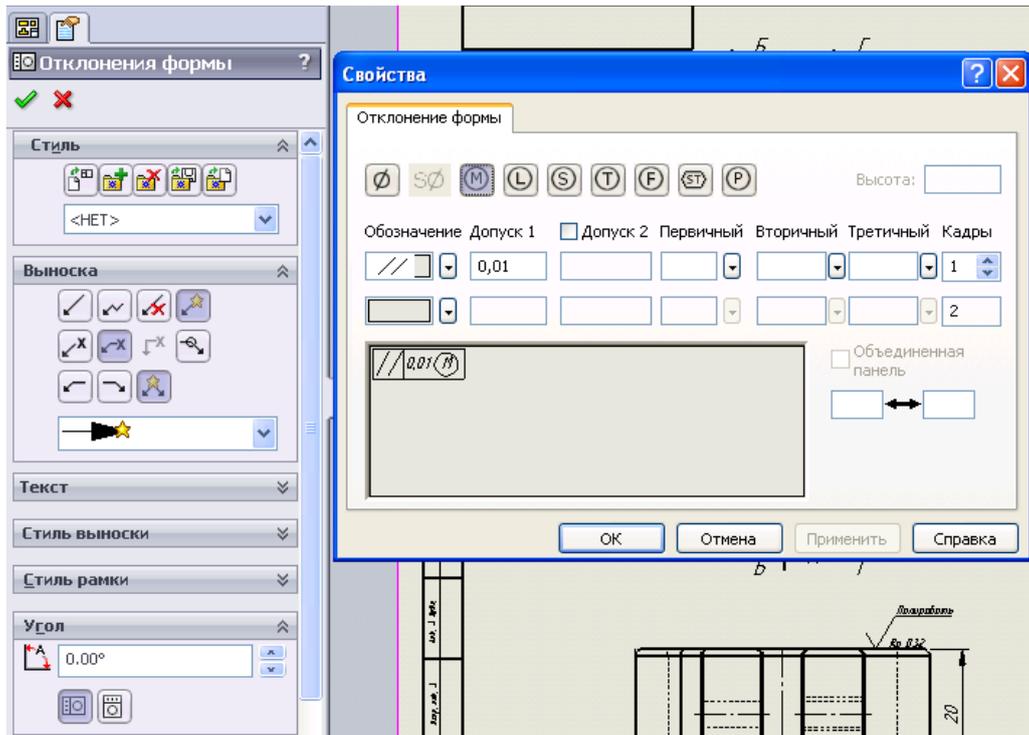


Рис. 8. Панель «Відхилення форми»

ПРИМІТКА

Залежно від застосування вимог можливе призначення додаткових вимог за допомогою значків         . Якщо в даний момент можливе застосування значка, він стає більш контрастним. Значки, які в даний момент недоступні, мають блідий відтінок. Наприклад, якщо на розмір призначається діаметральний допуск, то натисніть кнопку  для установки значка діаметра. У разі залежного допуску натисніть кнопку  і т.д. Зазначимо, що не всі значки використовуються в ЄСКД. Кількість рядків вимог може бути будь-якою.

Проставивши всі параметри натисніть кнопку **ОК**. Після появи позначення на кресленнику його можна транспортувати мишею в потрібне місце.

1.4. ТЕКСТОВІ ПОЯСНЕННЯ

Жоден кресленик не обходиться без текстових елементів (наприклад, технічні вимоги, технічні умови і т.д.). Для того щоб створити такий елемент, клацніть мишею по кнопці  на панелі інструментів **Примітки**, а потім у тому ж місці кресленика, де ви хочете помістити текст.

У діалоговому вікні введіть текст нотатки, наприклад, такий, як показано на малюнку:

1. *Гострі кромки притупити.*
2. *Поверхню А полірувати.*

Перехід на наступний рядок здійснюється натисканням клавіші <Enter>.

Після закінчення введення натисніть кнопку **ОК** або просто клацніть мишею поза полем замітки. Після завершення команди Замітка і появи тексту на кресленику за бажанням можна перемістити мишею в потрібне місце.

ПРИМІТКА

Якщо будь-яких позначень, передбачених ЄСКД, не опиниться в арсеналі команд **Примітки** , їх можна намалювати за допомогою команд ескізу

Ескіз .

2. ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ДЕТАЛЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОФЕСІОНАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ

За результатами вивчення даної теми студент повинен знати умовності та спрощення, які допускаються на машинобудівних креслениках, правила позначення шорсткості поверхонь, нанесення розмірів на креслениках; вміти виконувати моделі деталей і на їх основі – кресленики деталей, наносити позначення шорсткості поверхонь, інші технічні вимоги; оволодіти навичками виконання моделей та робочих креслеників машинобудівних деталей.

У процесі роботи студенти повинні навчитися вирішувати наступні інженерні завдання:

1) аналізувати геометричну форму та розміри деталей, виконувати кресленики деталей типу вал, втулка, накривка, корпус відповідно до нормативних документів та технології їх виготовлення;

2) обґрунтувати вибір матеріалу, виду заготовки й способів її обробки; призначати (за аналогами) і позначати на креслениках деталей шорсткість поверхонь;

3) вибирати розміри стандартних конструктивних елементів (шпонкових пазів, шестигранників під ключ, нарізь) та розміри стандартних технологічних елементів (центрових отворів, фасок, канавок, проточок);

4) оформляти технічні вимоги до деталей.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1–2

РОБОЧІ КРЕСЛЕНИКИ ДЕТАЛЕЙ

Мета роботи

- оформлення креслеників у SOLIDWORKS по ЄСКД;
- побудова основних видів, розрізів, редагування кресленика;
- нанесення розмірів, допусків, відхилень та шорсткості поверхонь на креслениках,;
- створення шаблону з рамкою по ЄСКД;
- набуття навичок оформлення креслеників у режим Drawing (Чертеж) програми Solidworks

Дана лабораторна робота складається з двох розрахунково-графічних робіт: 1-001 – кресленик вала; 1-002 – кресленик ливарної деталі.

ЗАВДАННЯ 1 – 001:

Дано:

- ✓ параметри валів 1 і 2 та їх елементів (табл.1, 2, рис.9)

Виконати:

- кресленик вала для парних варіантів № 1, а для непарних № 2 з вказаними конструктивними елементами;
- проставити розміри з допусками поверхонь;
- позначити шорсткість поверхонь;
- вказати окремі технічні вимоги.

АЛГОРИТМ РОБОТИ

Вал 1

✓ Для побудови конічної частини вала діаметр меншої основи конуса визначити за формулою:

$$\triangleright = \frac{D - d}{l_2} .$$

✓ На обох торцях вала є фаски. Розміри фасок прийняти, як на зразку. На торцях вала також виконати центрові отвори і позначити їх за стандартом ГОСТ 4034-74. Форму отворів і розміри вибрати в додатку В, в залежності від діаметра вала.

✓ З метою ущільнення інформації на кресленнику у відповідності з ДСТУ ГОСТ 2.305-68 на правому торці **вала1** показано місцевий розтин і на виносці зроблені необхідні зауваження (кількість центрових отворів, форма і діаметр, стандарт), а розміри центрального отвору показано на винесеному збільшеному зображенні *Б*.

✓ На лівій циліндричній частині вала виконано канавку під пружинне кільце. Визначити її розміри за стандартом ГОСТ 13940-80 (Додаток Д) в залежності від діаметра вала. На кресленнику канавку зображено спрощено, тому її розміри винесено на збільшене зображення *А*.

✓ В середній циліндричній частині вала виконати паз під шпонку. Розміри шпонкового паза вибрати в залежності від діаметра вала (Додаток Е). Довжину паза і його поздовжню прив'язку виконати на винесеному перерізі *А-А*.

Таблиця 1

**Багатоваріантне завдання
на розрахунково-графічну роботу 1 – 001**
(основні розміри, мм)

Варіант	<i>D</i>	<i>d</i>	<i>d₁</i>	<i>d₂</i>	<i>L</i>	<i>l₁</i>	<i>l₂</i>	<i>l₃</i>	<i>l₄</i>	<i>l₅</i>	Масштаб
22	25	10	16	10	125	10	60	30	20	40	1 : 1
2, 16	30	15	20	15	130	14	55	30	35	30	
12	38	20	26	15	135	18	60	42	25	30	
4	42	25	32	22	140	22	62	45	20	30	
20	50	30	38	30	145	28	70	45	20	30	
6	55	35	43	30	155	36	70	60	20	20	
24	62	40	50	35	210	45	90	66	40	35	1 : 2
8	70	45	58	40	220	50	100	60	40	40	
18	75	50	62	40	250	52	115	75	40	50	
10, 14	80	55	67	50	270	56	130	75	45	60	

Вал 2

✓ Лівий кінець вала шліцьовий – шліци прямобічні.

✓ При зображенні вала твірні циліндра западин і циліндра виступів необхідно показати суцільною товстою лінією, а зубці умовно поєднати з площиною кресленника і показати нерозрізаними.

✓ Твірні циліндра западин повинні перетинатись лінією межі фаски.

✓ На зображенні торця зубчастої частини вала (переріз *В-В*) показати профіль тільки одного зубця і двох западин; коло, що відокремлює виступи, зобразити суцільною товстою лінією.

✓ Розміри шліцьової частини вала (окрім довжини) вибрати в додатку Ж вказати на винесеному перерізі *В-В*.

ЗАВДАННЯ 1 – 002:

Дано:

- ✓ Плоске зображення корпусної ливарної деталі (табл. 3)

Виконати:

- кресленик корпусної деталі за варіантом (варіант обрати за номером списку в журналі) зі вказаними конструктивними елементами і вимогами щодо ливарних деталей;
- проставити розміри з допусками поверхонь, граничні відхилення поверхонь;
- позначити шорсткість поверхонь;
- вказати окремі технічні вимоги для ливарних деталей.

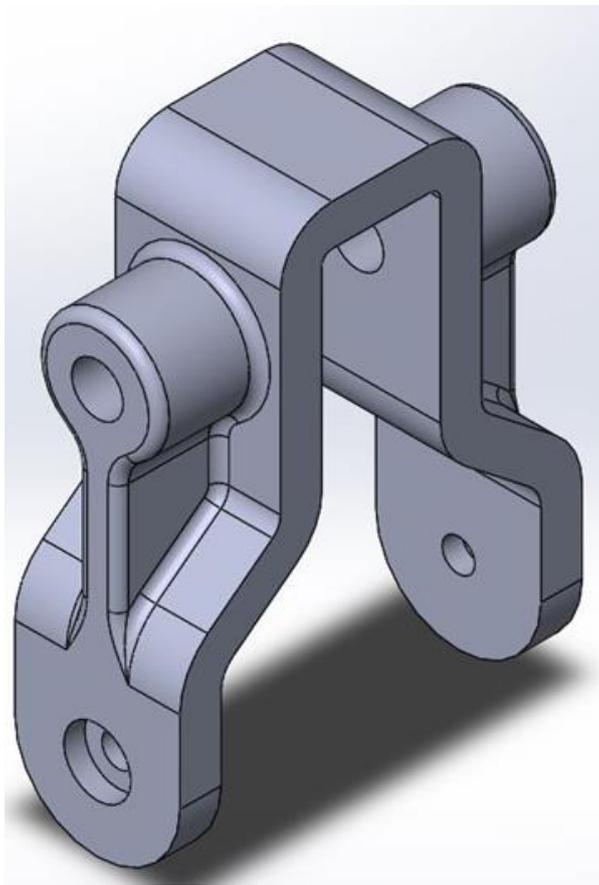
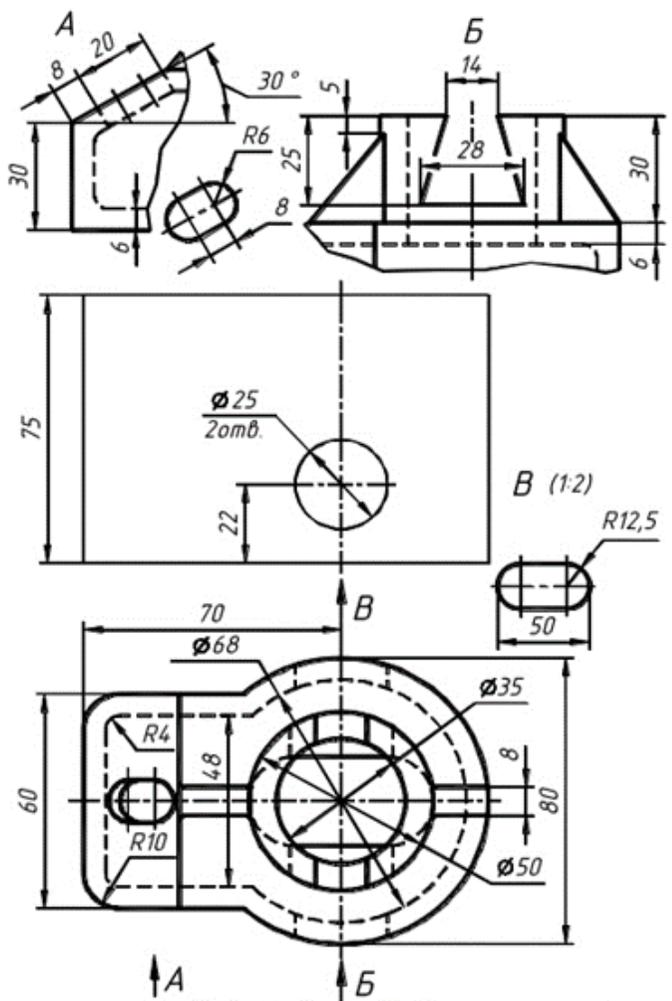


Рис. 10. Приклад моделі ливарної деталі

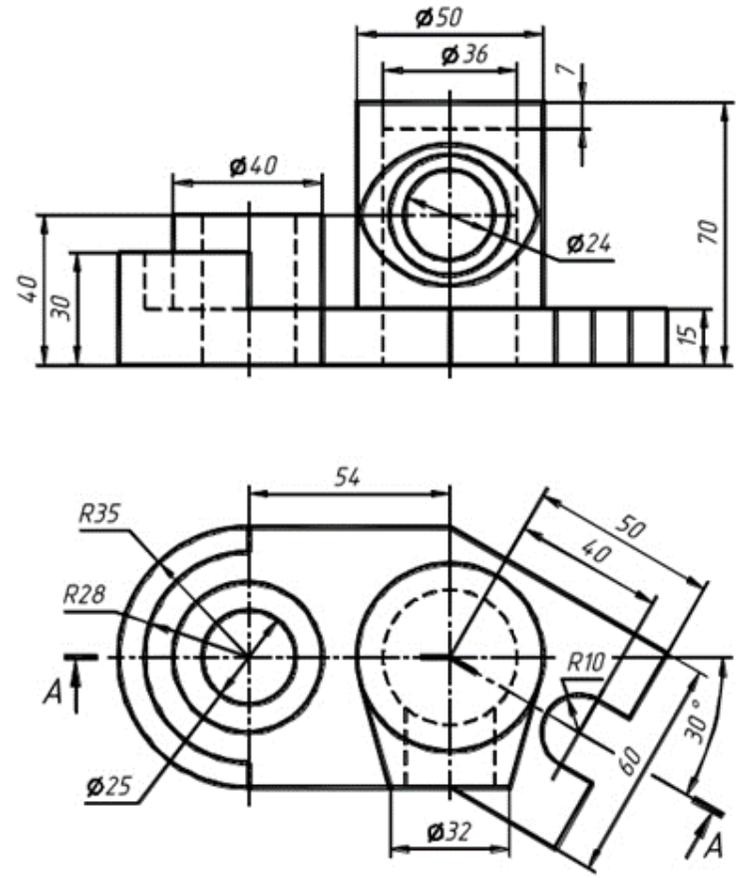
Індивідуальні завдання на розрахунково-графічну роботу 1-002

Варіант	Кресленик	Варіант	Кресленик
1		2	<p data-bbox="1227 1212 1512 1252">* Розмір для довідок</p>

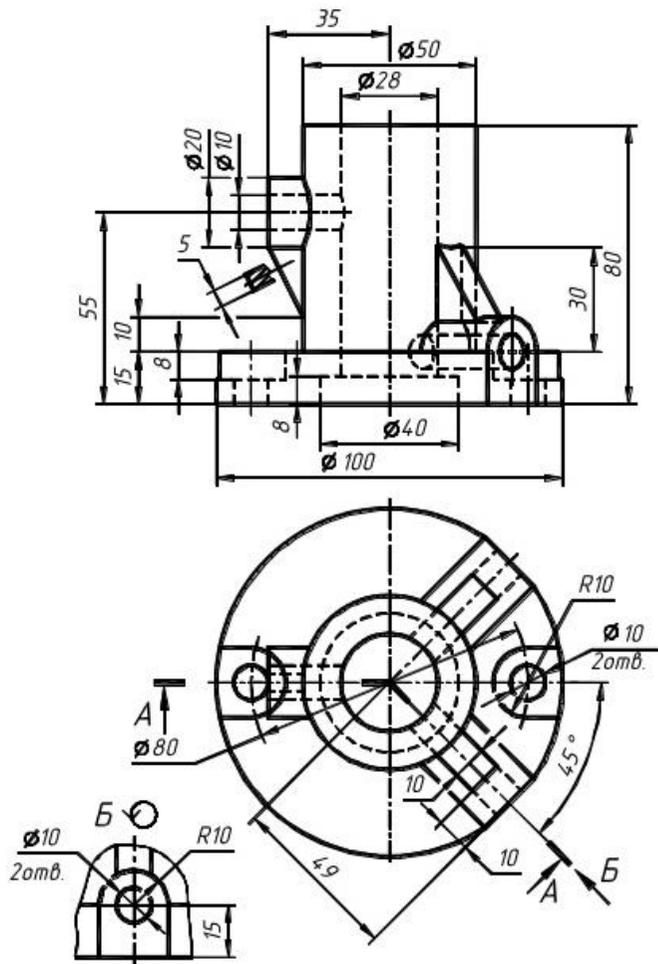
3



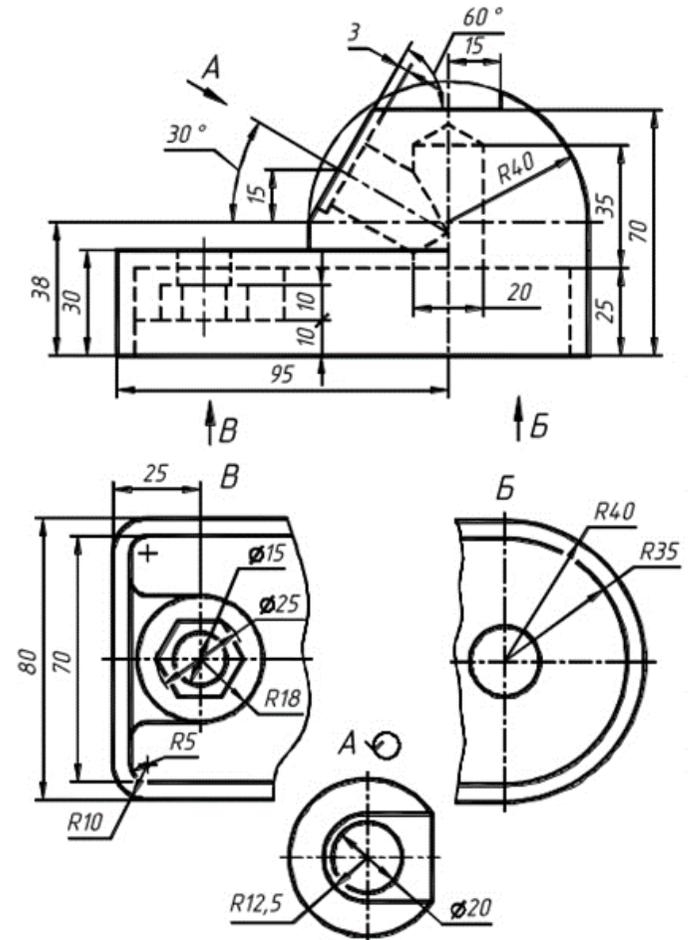
4



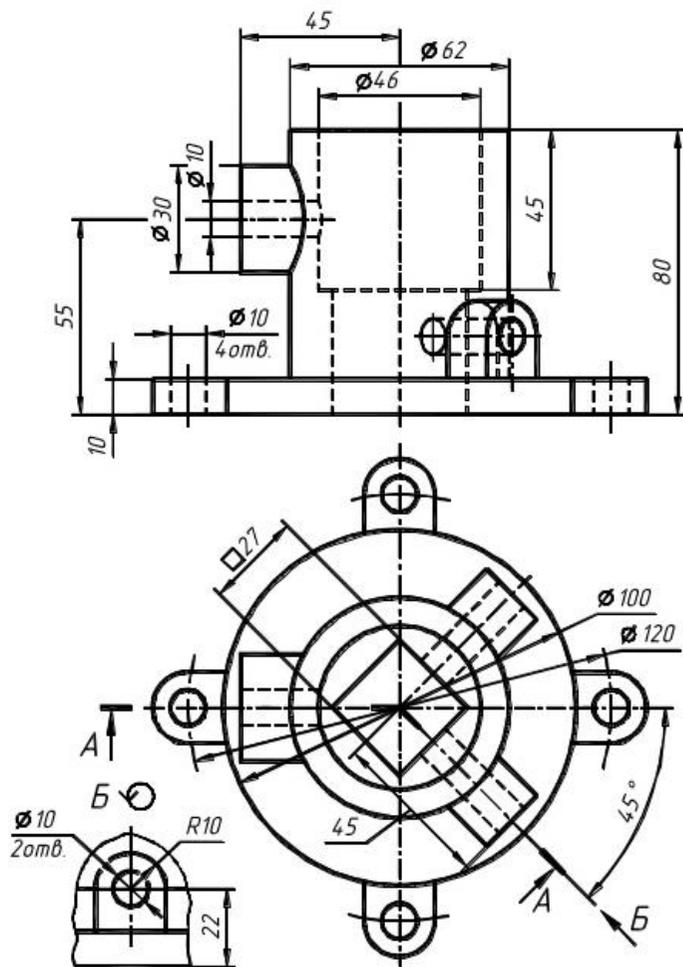
7



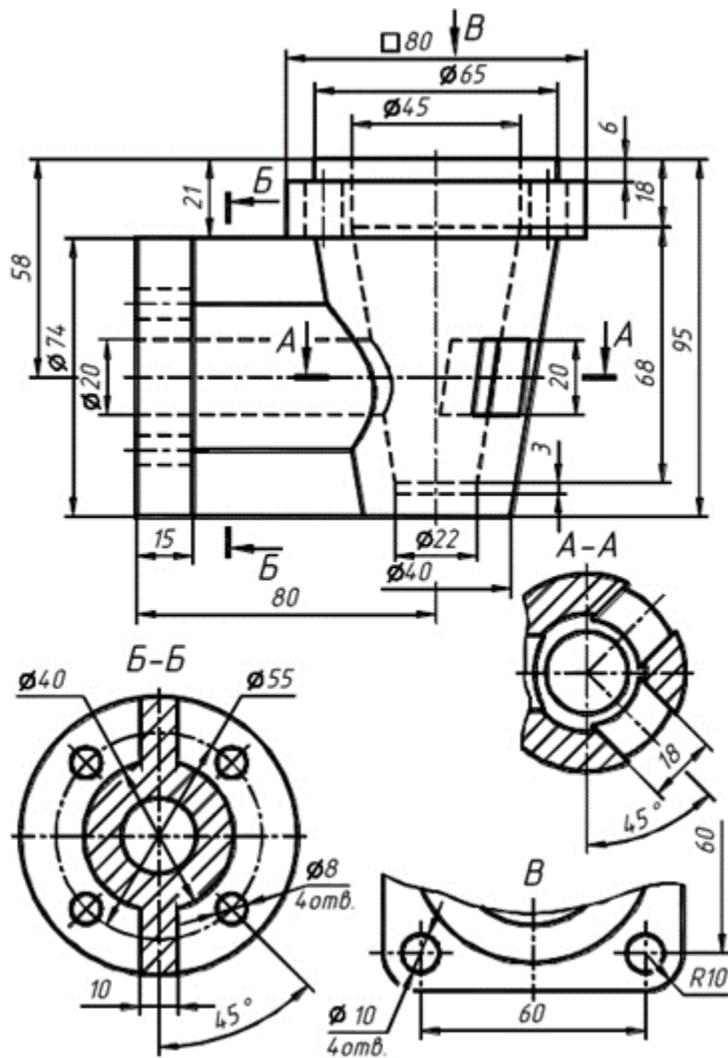
8



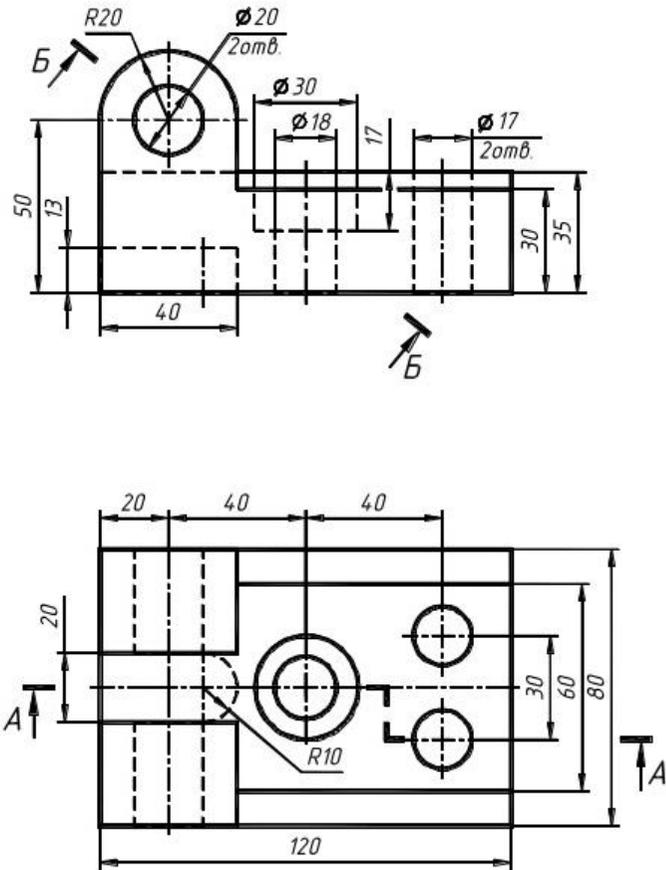
9



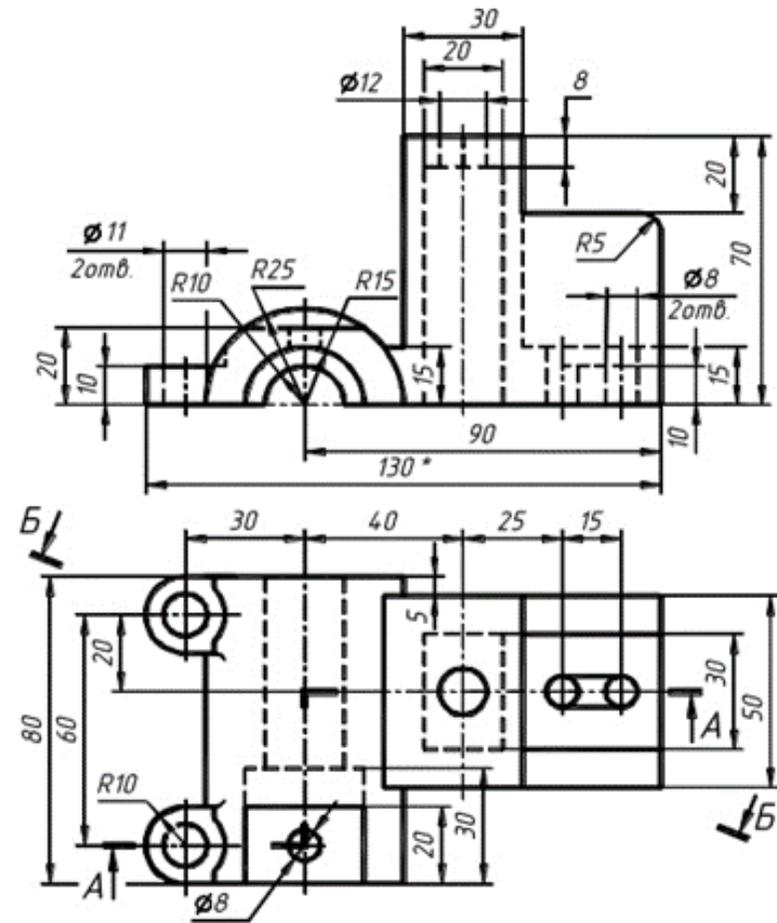
10



11

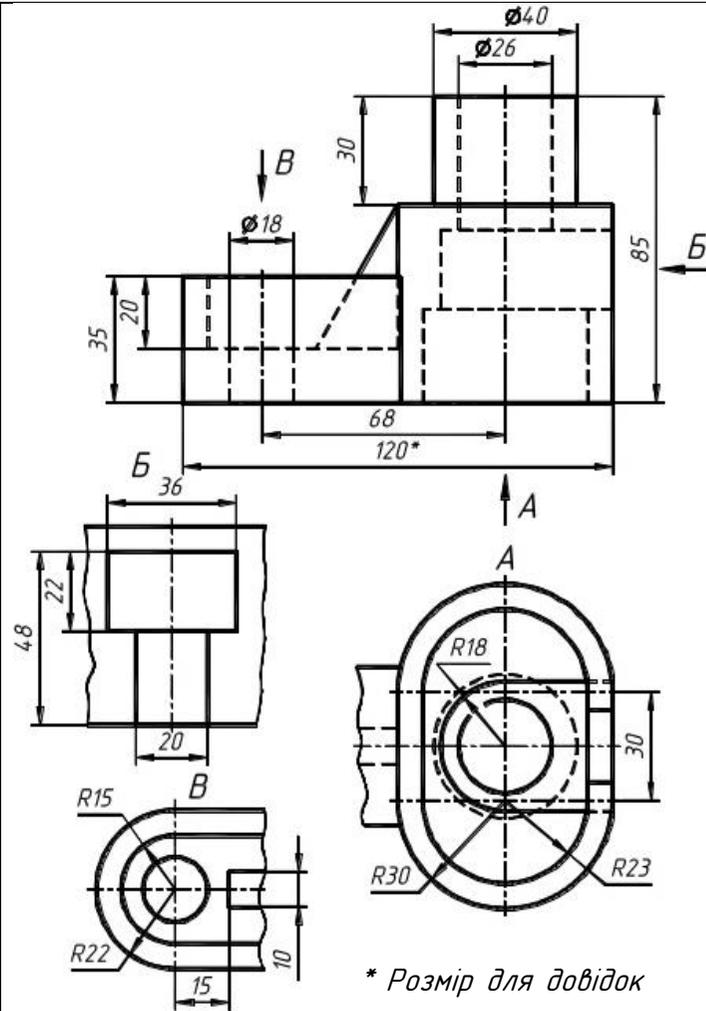


12

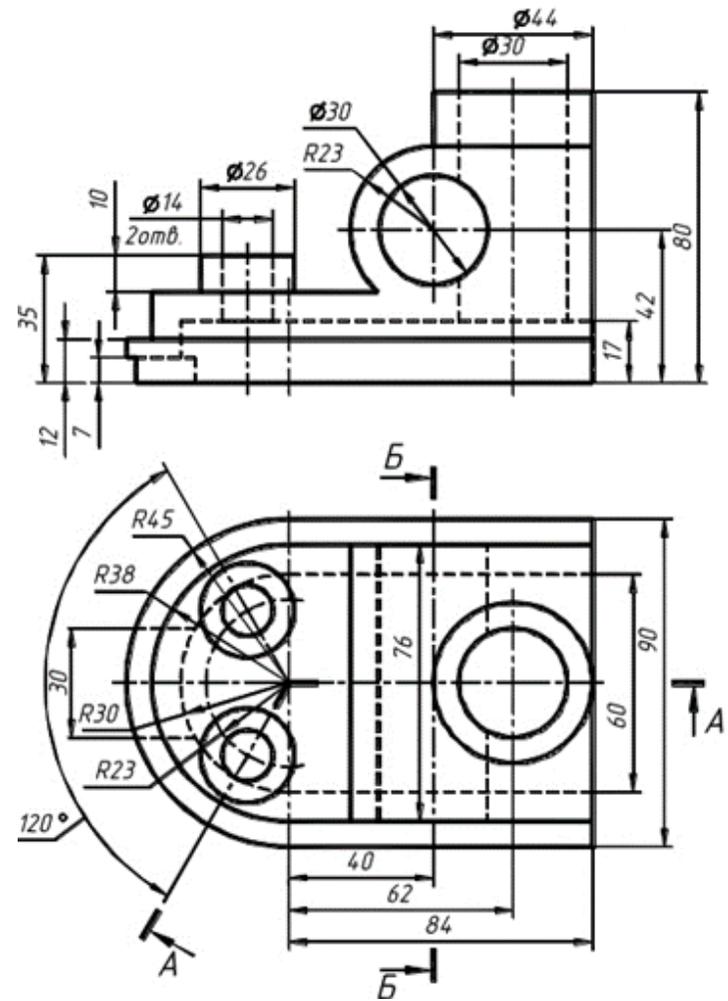


* Розмір для довідок

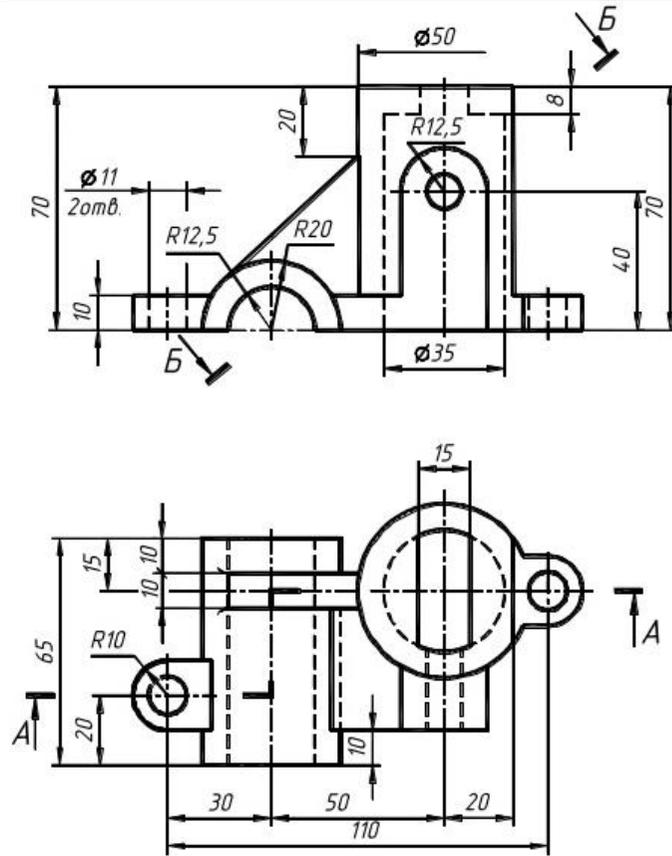
13



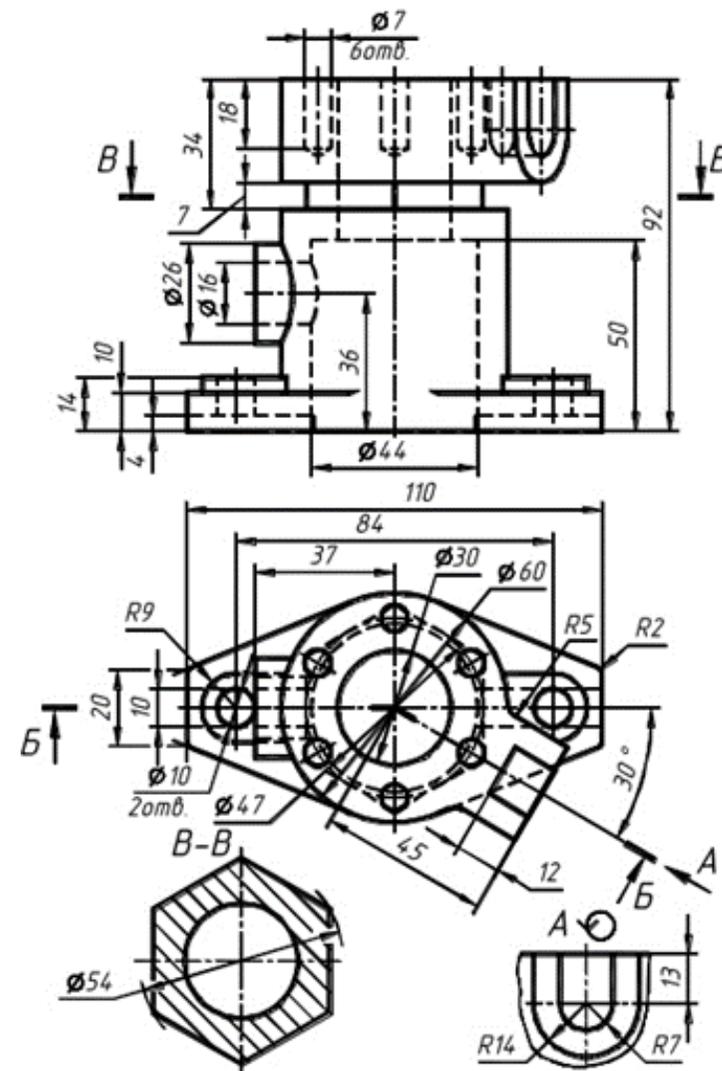
14



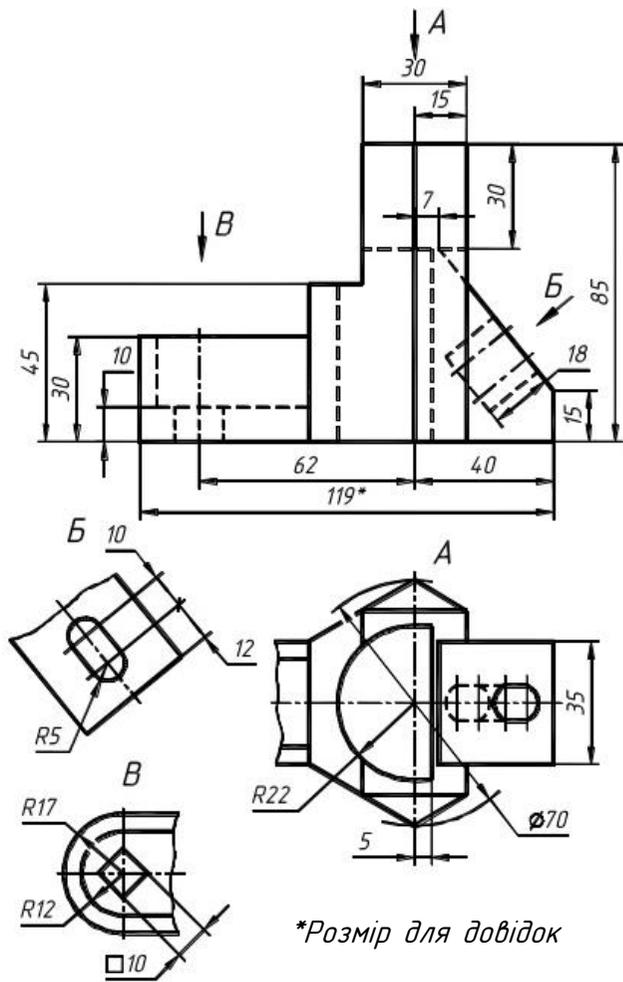
15



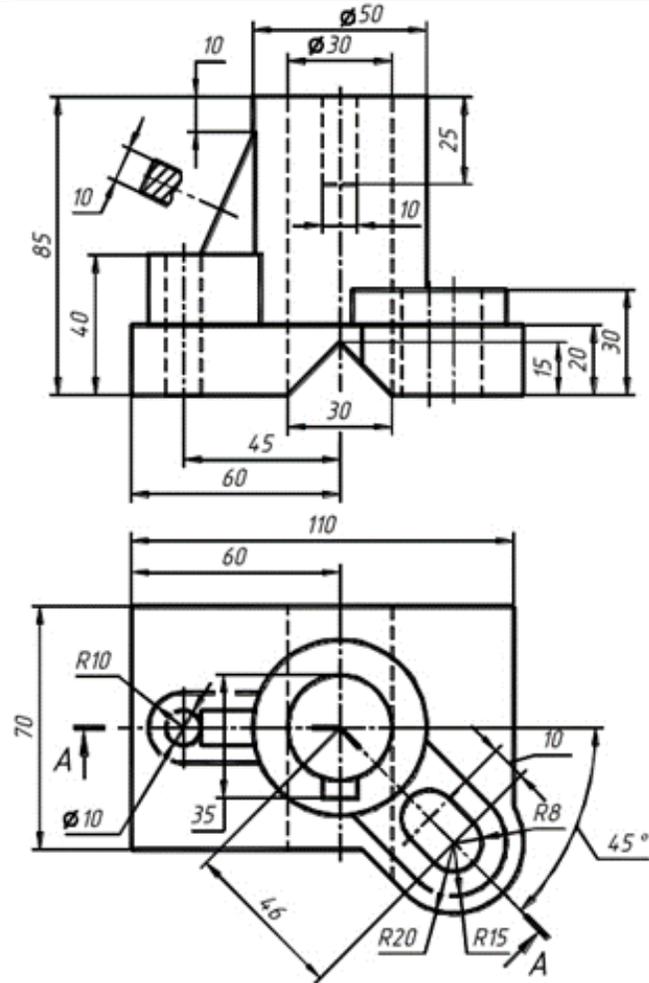
16



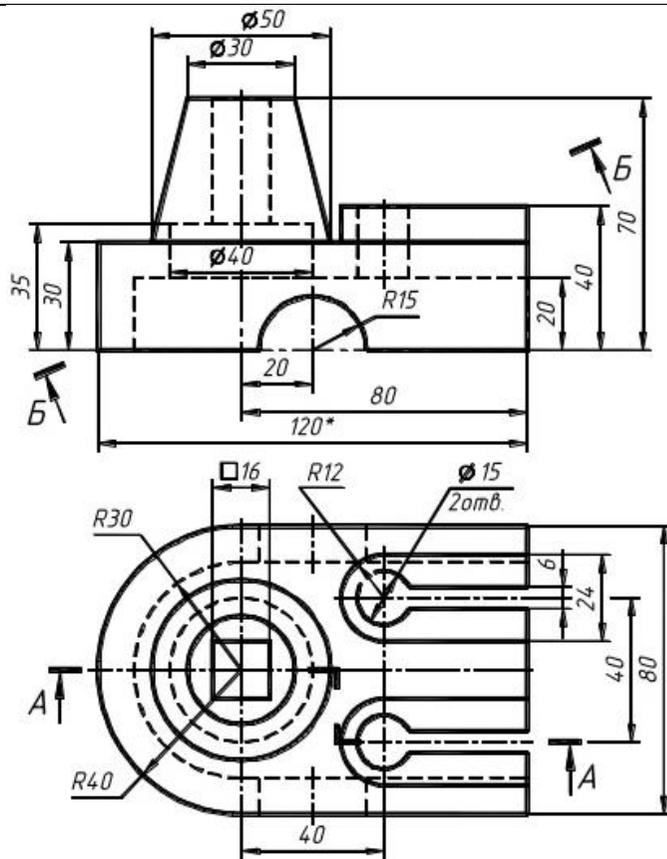
17



18

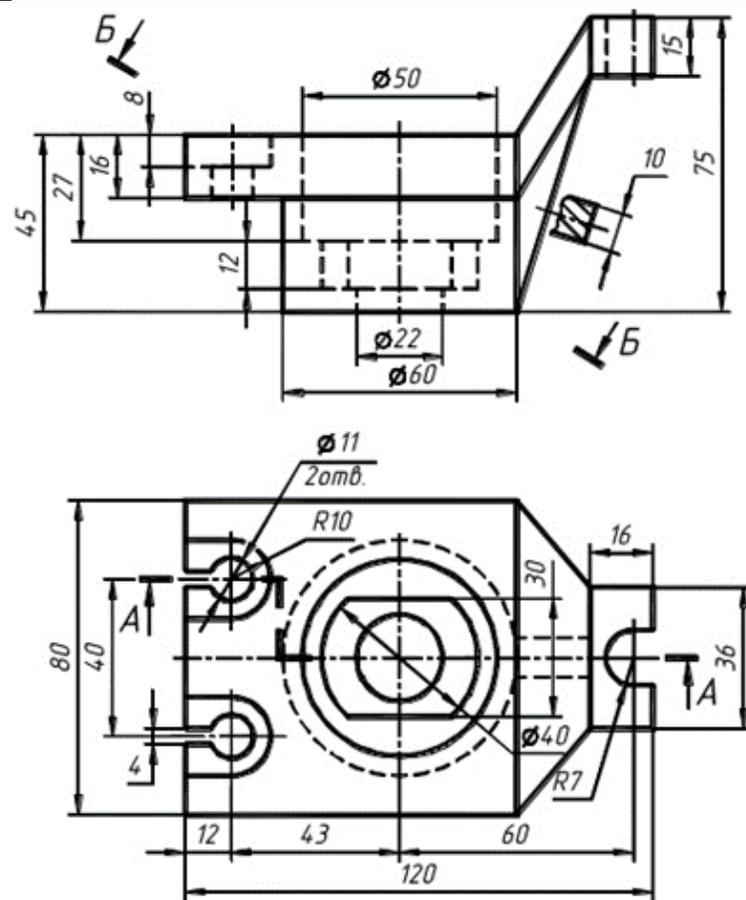


19

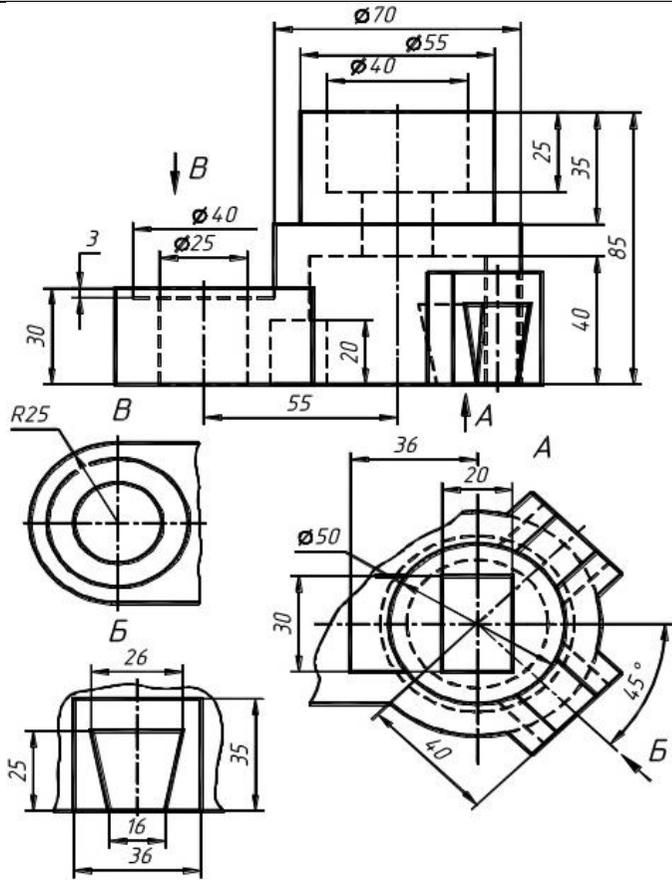


* Розмір для довідок

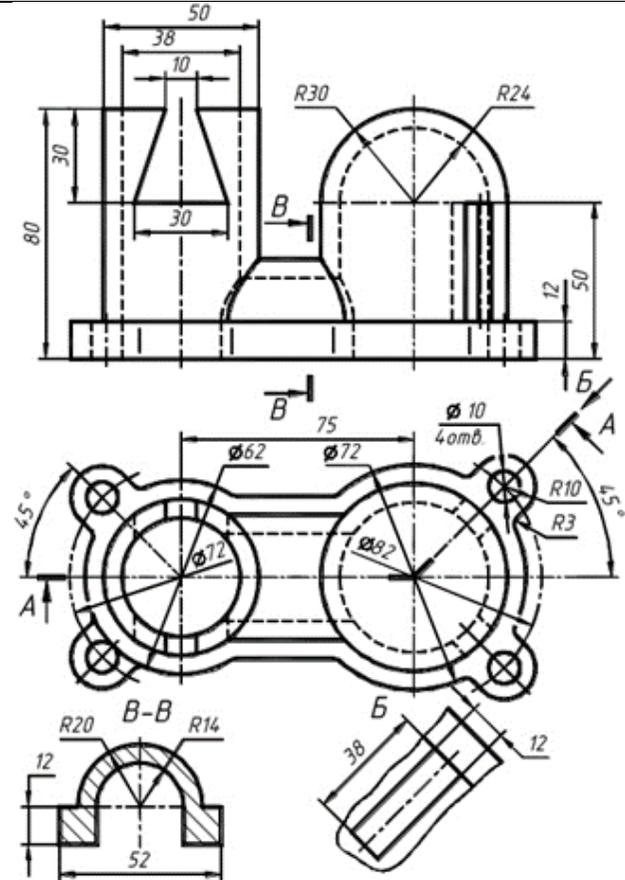
20



21



22



ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

ПЕРЕДАЧІ. ЗУБЧАСТЕ КОЛЕСО

Мета роботи

- оформлення креслеників у SOLIDWORKS по ЄСКД;
- побудова кресленика зубчастого колеса;
- нанесення розмірів, допусків, відхилень та шорсткості поверхонь на кресленику зубчастого колеса;
- створення таблиці параметрів для колеса по ЄСКД;
- набути навичок оформлення креслеників у режим Drawing (Чертеж) програми Solidworks

ЗАВДАННЯ

Дано:

- ✓ Параметри циліндричного прямозубого зубчастого колеса (табл. 4)

Виконати:

- кресленик прямозубого зубчастого колеса.

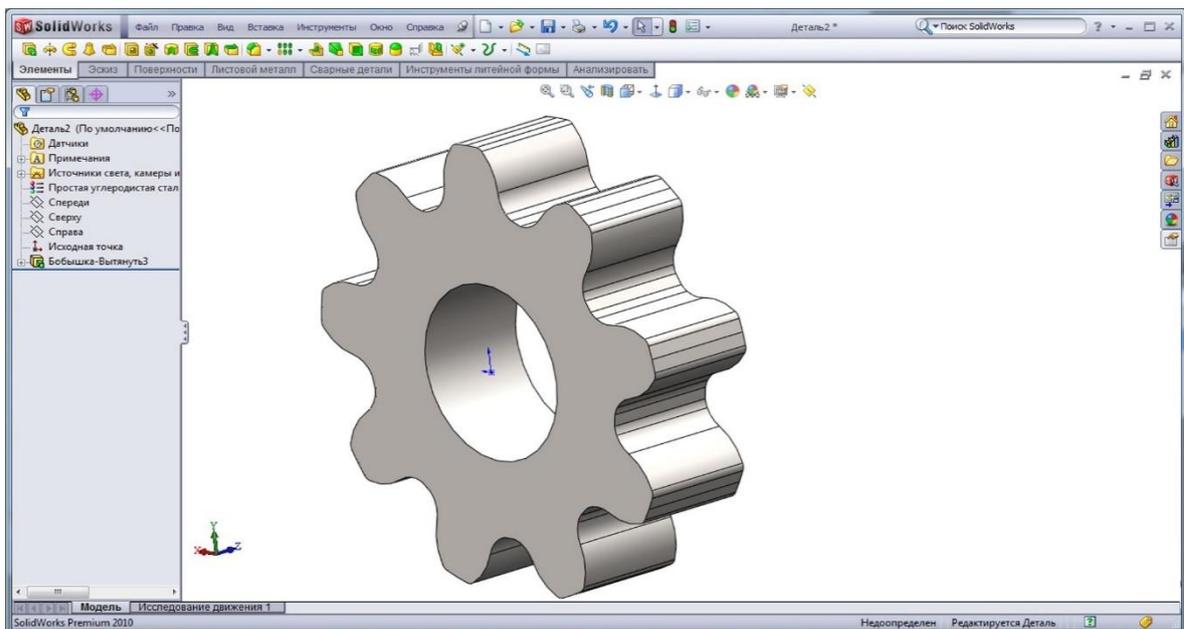


Рис. 10. Модель зубчастого колеса

АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ

1. Виконати кресленик зубчастого колеса у двох видах – головному (вид спереду) і виді зліва.:

- осьову лінію головного виду розташувати паралельно нижньої рамки аркуша формату;

- на головному виді виконати повний фронтальний розтин, зубці показати не розрізаними, лінії вершин і западин зубців показати товстою основною лінією, лінії ділильного кола – штрих пунктирною тонкою лінією;
- на виді зліва для спрощення показати тільки отвір з шпонковим пазом (чи шліцями) і розмірами для оброблення цього отвору, паза і шліц.

2. На зображенні зубчастого колеса нанести необхідні розміри для виготовлення і контролю: діаметр кола вершин; ширину зубчастого вінця і розмір фасок торцевих кромках циліндра вершин, які мають відношення до елементів зачеплення:

- розміри нанести з граничними відхилами;
- вказати граничні відхили форми і розташування поверхонь;
- нанести позначення шорсткості поверхонь.

3. Заповнити таблицю параметрів з усіма необхідними даними для виготовлення і контролю.

4. Вказати окремі технічні вимоги.

5. Кресленик зубчастого колеса оформи за стандартами СКД.

Таблиця 4

Циліндричні прямозубі зубчасті колеса (основні параметри)

Варіант	Число зубців Z	Діаметр кола вершин зубців d_a , мм	Діаметр вала d_v , мм	Кріплення на валу	Варіант	Число зубців Z	Діаметр кола вершин зубців d_a , мм	Діаметр вала d_v , мм	Кріплення на валу
1	17	80	20	Шпонкове	14	35	222	71	Шліцьове
2	21	90	24	“	15	36	190	60	“
3	25	100	26	“	16	28	90	22	“
4	27	110	30	“	17	29	155	48	“
5	17	58	18	“	18	33	210	67	“
6	23	72	20	“	19	30	144	45	“
7	21	105	28	“	20	20	99	26	“
8	32	160	50	“	21	24	208	67	“
9	24	120	40	Шліцьове	22	17	44	12	Шпонкове
10	26	92	24	“	23	19	94	25	“
11	27	155	48	“	24	21	184	56	“
12	34	170	56	“	25	27	87	22	“
13	17	112	36	Шпонкове					

ПРИМІТКА

Модуль зубчастого колеса m визначити за формулою:

$$m = \frac{d_a}{z + 2},$$

де d_a – діаметр кола вершин зубців, мм;
 z – кількість зубців.

Обраховане значення модуля заокруглити до найближчого значення, яке передбачає ГОСТ 9563-60:

1-й ряд, мм: 0,05; 0,06; 0,08; 0,1; 0,12; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 4,5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 60; 80; 100.

2-й ряд: 0,055; 0,07; 0,09; 0,11; 0,14; 0,18; 0,22; 0,28; 0,35; 0,45; 0,55; 0,7; 0,9; 1,125; 1,375; 1,75; 2,25; 2,75; 3,5; 4,5; 5,5; 7; 9; 11; 14; 18; 22; 28; 36; 45; 55; 70; 90.

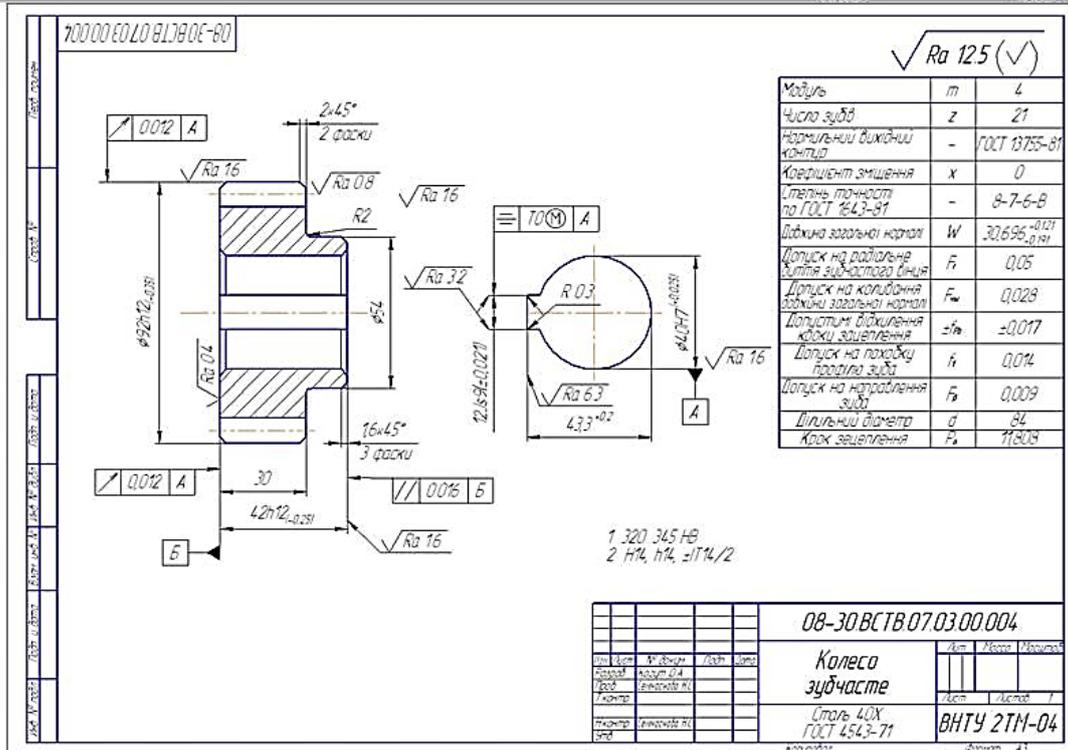
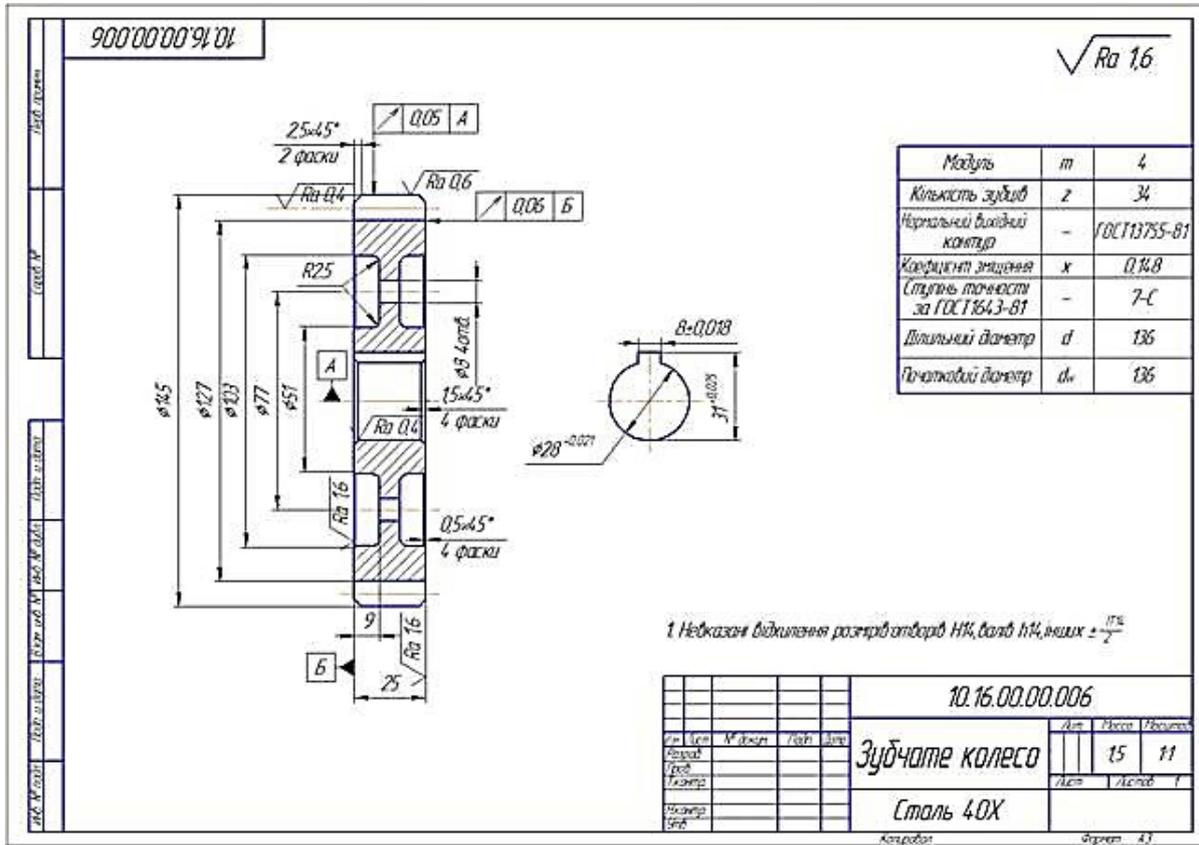


Рис. 11. Приклади робочого креслення зубчастого колеса

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Мета роботи

- оформлення креслеників передач у SolidWorks по ЄСКД;
- побудова збірки у SolidWorks;
- створення шаблону з рамкою по ЄСКД;
- набути навичок оформлення креслеників передач у режимі Drawing (Чертеж) програми Solidworks

ЗАВДАННЯ

Передача циліндрична (конічна)

Дано:

- ✓ Вихідні дані циліндричної прямозубої передачі (конічної) таблиця 5.

Виконати:

- кресленик прямозубої циліндричної або конічної передачі (за варіантом);
- скласти специфікацію за ГОСТ 108-68, форма 1.

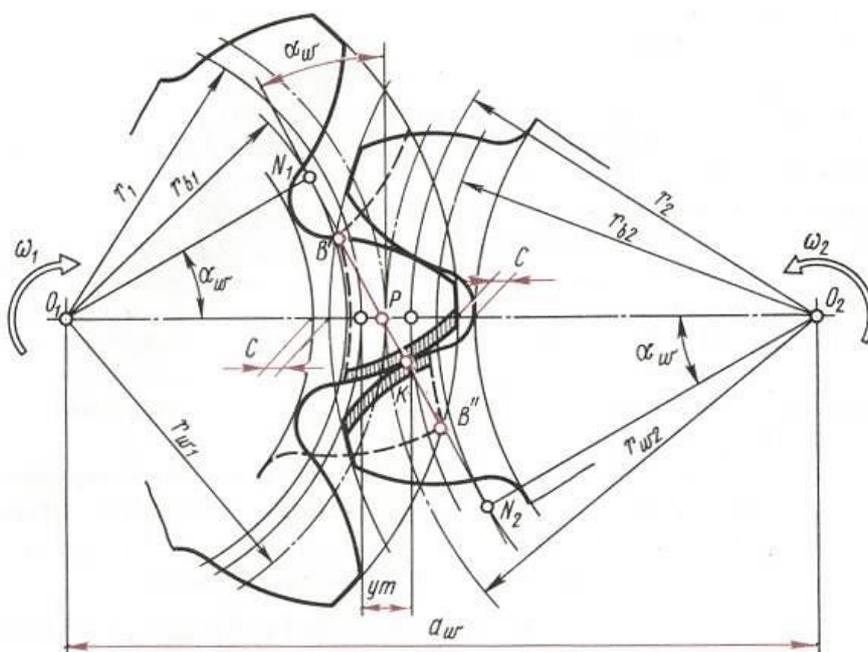


Рис. 12. Основні параметри зубчастих передач

АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ

1. Виконати кресленик загального виду передачі; нанести розміри; указати технічні вимоги; скласти технічну характеристику.
2. Завдання виконати на форматі А3 (297x420 мм), специфікацію виконати на форматі А4 (210x297 мм).

3. Вихідними даними для виконання кресленника передачі є: модуль зачеплення; число зубців шестерні і колеса; діаметри цапфи валів колеса і шестерні, їх тип з'єднання.

4. Зубчасті передачі виконують у двох видах: головному і виді зліва. На головному виді виконати простий фронтальний розтин. Необхідно пам'ятати, що:

- на розтинах і перерізах зубчастих передач, якщо розтинальна площина проходить через вісь зубчастих коліс, зубці умовно суміщають з площиною кресленника і зображають не розітнутими, незалежно від кута нахилу зубців, зокрема, у зоні зачеплення зубець одного з коліс (перевагу має ведуче) зображають перед зубцем відомої шестерні;
- при зображенні зачеплення конічних шестерень з перетином їх осей під кутом, більшим чи меншим 90° , колесо вісь якого похила до площини проєкцій і паралельна до осі парної шестерні, зображають колом більшої основи початкового конуса, суміщеного з площиною кресленника.

5. На кресленнику шпонкове з'єднання зображають двома видами: головним і видом зліва. На валу виконують місцевий розтин, шпонку показують нерозітнутою. Необхідно пам'ятати, що:

- визначальним розміром шпонкового з'єднання слугує діаметр вала, за ним встановлюють усі розміри шпонок і пазів;
- сегментні шпонки мають перевагу перед призматичним вони більш технологічні;
- визначальним розміром для шліцьового з'єднання слугує зовнішній діаметр вала. За яким у відповідності з ГОСТ 1139-80 визначають внутрішній діаметр, кількість шліць і їх ширину; шліцьове з'єднання як і шпонкове зображають двома видами, при цьому, виконують розтин вала і колеса площиною перпендикулярною до їх осі. На цьому розтині умовно зображають тільки один зубець вала і два зубця колеса. Радіальний зазор між зубцями і западинами вала і отвору, не показують.

6. На кресленнику передачі проставляють розміри:

- розміри елементів циліндричної (конічної) передачі.
- розміри шпонки та шпонкового паза в залежності від заданого діаметра цапфи вала шестерні і типу шпонкового з'єднання, чи розміри шліць в залежності від діаметра вала колеса й серії шліцьового з'єднання.

7. Скласти специфікацію до кресленника загального виду.

Багатоваріантне завдання на розрахунково-графічну роботу

Варіант	Діаметр цапфи вала, мм		Модуль m , мм	Число зубців		Вид передачі	Шпонкове з'єднання	Шліцьове з'єднання	
	шестерні, D_1	колеса, D_2		Тип шпонки	Серія		Центр елем.		
1	32	45	5	14	30	Циліндр.	Призматична	Тяжка	d
2	36	45	5,5	18	30	Конічна	сегментна	Тяжка	B
3	28	42	6	17	28	Циліндр.	Призматична	Середня	D
4	36	45	4,5	20	35	Конічна	сегментна	Тяжка	B
5	30	35	3,5	20	38	Циліндр.	Призматична	Тяжка	d
6	32	40	4	25	40	Конічна	сегментна	Тяжка	D
7	32	40	3,5	20	40	Циліндр.	Призматична	Тяжка	B
8	36	42	5	20	31	Конічна	сегментна	Середня	d
9	30	38	4	18	36	Циліндр.	Призматична	Середня	D
10	38	48	5,5	16	32	Конічна	сегментна	Середня	D
11	36	42	4	20	32	Циліндр.	Призматична	Середня	B
12	40	56	7	15	20	Конічна	сегментна	Тяжка	B
13	32	38	3,5	18	38	Циліндр.	Призматична	Середня	D
14	40	56	6,5	16	27	Конічна	сегментна	Тяжка	d
15	30	35	3,5	20	40	Циліндр.	Призматична	Тяжка	D
16	38	48	6	16	28	Конічна	сегментна	Середня	D
17	32	40	4	18	38	Циліндр.	Призматична	Тяжка	d
18	36	45	5	20	32	Конічна	сегментна	Тяжка	d
19	34	42	4,5	14	34	Циліндр.	Призматична	Середня	B
20	40	54	7	14	24	Конічна	сегментна	Середня	B
21	30	40	4,5	16	34	Циліндр.	Призматична	Тяжка	D
22	38	52	6	16	27	Конічна	сегментна	Тяжка	D
23	32	42	4	18	32	Циліндр.	Призматична	Середня	d
24	38	42	5	20	35	Конічна	сегментна	Середня	d
25	36	42	4,5	18	32	Циліндр.	Призматична	Середня	D

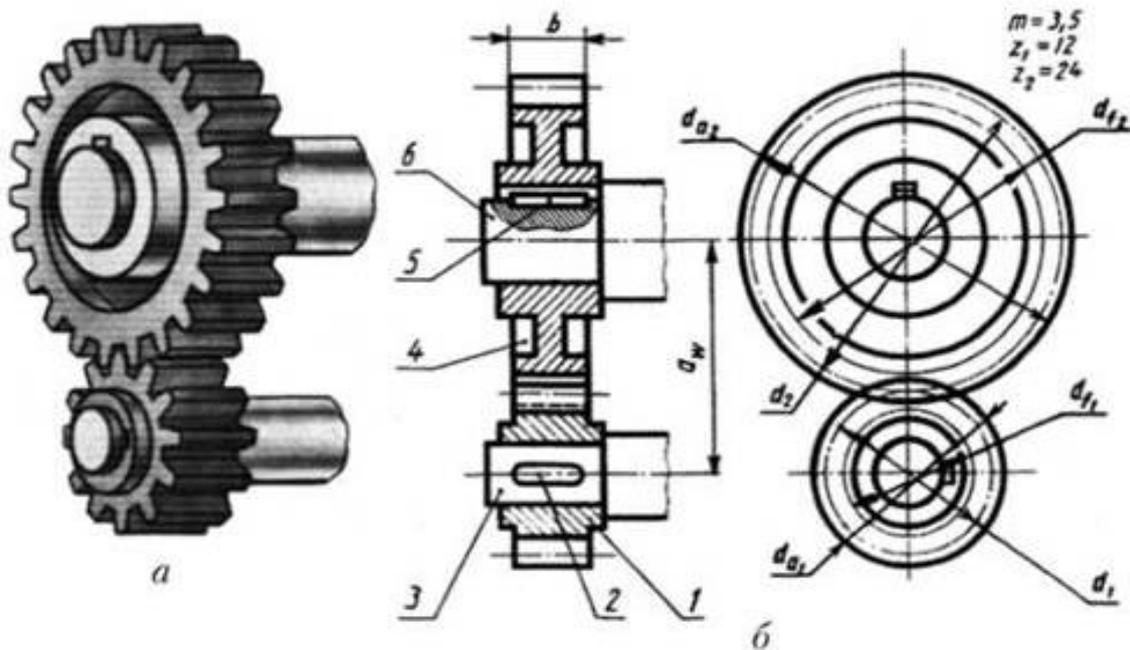


Рис. 13. Передача прямозуба циліндрична

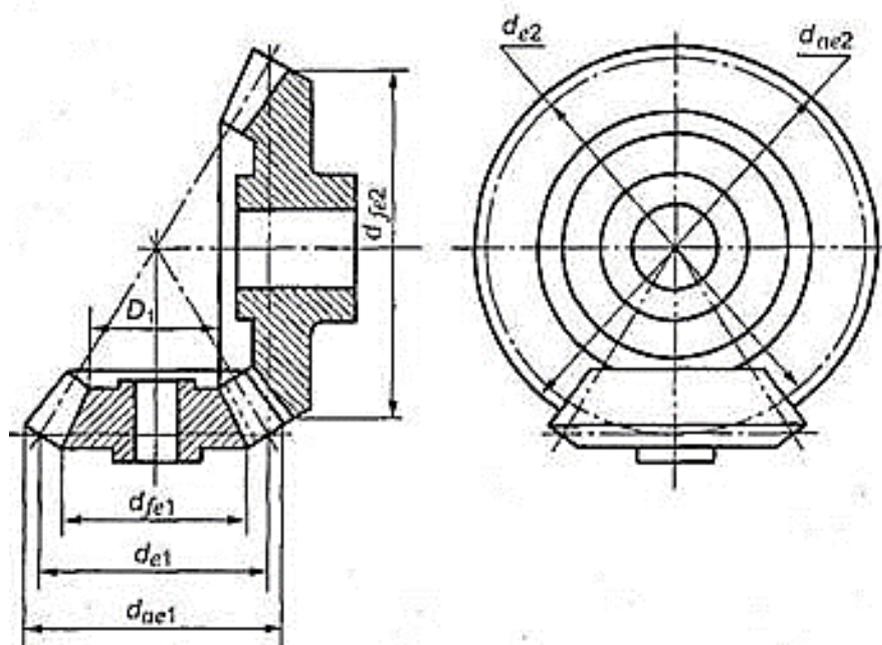


Рис. 14. Передача конічна

ЛІТЕРАТУРА

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя / В. И. Анурьев : в 3-х т. – [6-е изд., перераб. и доп.] – М. : Машиностроение, 1982. – Т.1.– 736 с.; Т. 2. – 584 с.; Т.3. – 576 с.
2. Боголюбов С. К. Курс технического черчения / С. К. Боголюбов, А. В. Воинов. – М.: Машиностроение, 1974. – 304 с.
3. Вышнепольский И. С. Машиностроительное черчение с элементами программированного обучения / И. С. Вышнепольский, В. И. Вышнепольский. – М.: Машиностроение, 1986. – 224 с.
4. Годик Е. К. Техническое черчение / Е. К. Годик. – К.: Вища школа, 1983. – 650 с.
5. Інженерна графіка: підручник [для студентів вищ. навч. закладів освіти] / В. Є. Михайленко, В. В. Ванін, С. М. Ковальов; за ред. В. Є. Михайленка. – Львів: Піча Ю. В.; К.: «Каравела»; Львів: «Новий Світ–2000», 2002. – 284 с.
6. Інженерна та комп'ютерна графіка: підручник / В. Є. Михайленко, В. М. Найдиш, А. М. Підкоритов, І. А. Скидан; за ред. В. Є. Михайленка. – [2-ге вид., перероб]. – К.: Вища шк., 2001. – 350 с.
7. Райковська Г. О. Нарисна геометрія та інженерна графіка: навч. посібник / Г. О. Райковська. – Житомир: ЖДТУ, 2008. – 292 с.
8. Райковська Г.О. Різьби, різьбові з'єднання та кріпильні деталі / Г. О. Райковська: навчально-методичний посібник із самостійної роботи [для студентів інженерно-технічних спеціальностей].– Житомир: ЖДТУ, 2007.– 58 с.
16. Райковська Г.О. Інженерна графіка. Практикум : навч. посібник / Г. О. Райковська, Головня В. Д., Глембоцька Л. Є. – ч. 1. – Житомир : ЖДТУ, 2015. – 250 с.
17. Райковська Г.О. Інженерна графіка. Практикум : навч. посібник / Г. О. Райковська, Головня В. Д., Глембоцька Л. Є. – ч. 2. – Житомир : ЖДТУ, 2017. – 116 с.
18. Розов С. В. Курс черчения с картами программированного контроля: учебн. пособие [для учащихся средних специальных учеб. заведений] / С. В. Розов.– М.: Машиностроение, 1990. – 432 с.
19. Хаскин А. М. Черчение / А. М. Хаскин. – К.: Вышш. шк., 1985. – 436 с.

Комп'ютерна графіка

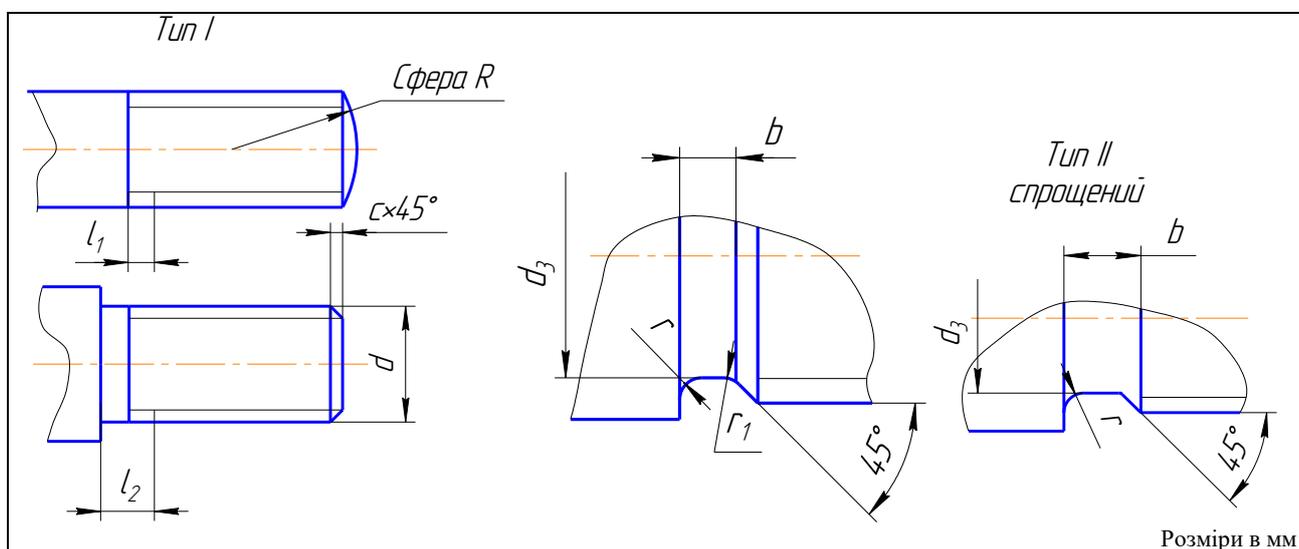
20. Анатолий Прерис. SolidWorks 2005/2006.– М. : Питер, 2006 – 528 с.
21. Быканова А. Ю., Старков А. В. Основы SolidWorks. Построение моделей деталей / Быканова А. Ю., Старков А. В.; учебно-методическое пособие. – Владивосток : ДВГТУ, 2009. – 120 с.

22. Градиль В. П. Справочник по Единой системе конструкторской документации / В. П. Градиль, А. К. Моргун, Р. А. Егошин; под ред. А. Ф. Раба. – Х. : Прапор, 1988. – 255 с.
23. Дударева Н., Загайко С. Самоучитель SolidWorks 2010 / Н. Дударева, С. Загайко. – Петербург: БХВ-Петербург, 2011. – 416 с.
24. Каплун С. А. SolidWorks. Оформление чертежей по ЕСКД / Каплун С. А., Худякова Т. Ф., Щекин И. В.; учебное пособие. – Издательство SolidWorks Russia, 2009. – 190 с.
25. Прохоренко В. П. SolidWorks 2005. Практическое руководство / Прохоренко В. П. – М. : Бином-Пресс, 2005. – 512 с.
26. Пивняк Г. Г., Франчук В.П. Концепция подготовки инженеров в виртуальных технологиях SolidWorks / Пивняк Г. Г., Франчук В. П.; учебно-методическое пособие. – Днепропетровск : Национальный горный университет, 2008. – 36 с
27. Прерис А. М. SolidWorks 2005/2006 / Прерис А. М.; учебный курс. – Санкт-Петербург : Питер, 2006. – 528 с.
28. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике. (+ CD-ROM) / Алямовский А. А., Одинцов Е. В. и др. – БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Розміри збігів, недорізів, проточок і фасок для зовнішньої метричної нарізі



Розміри в мм

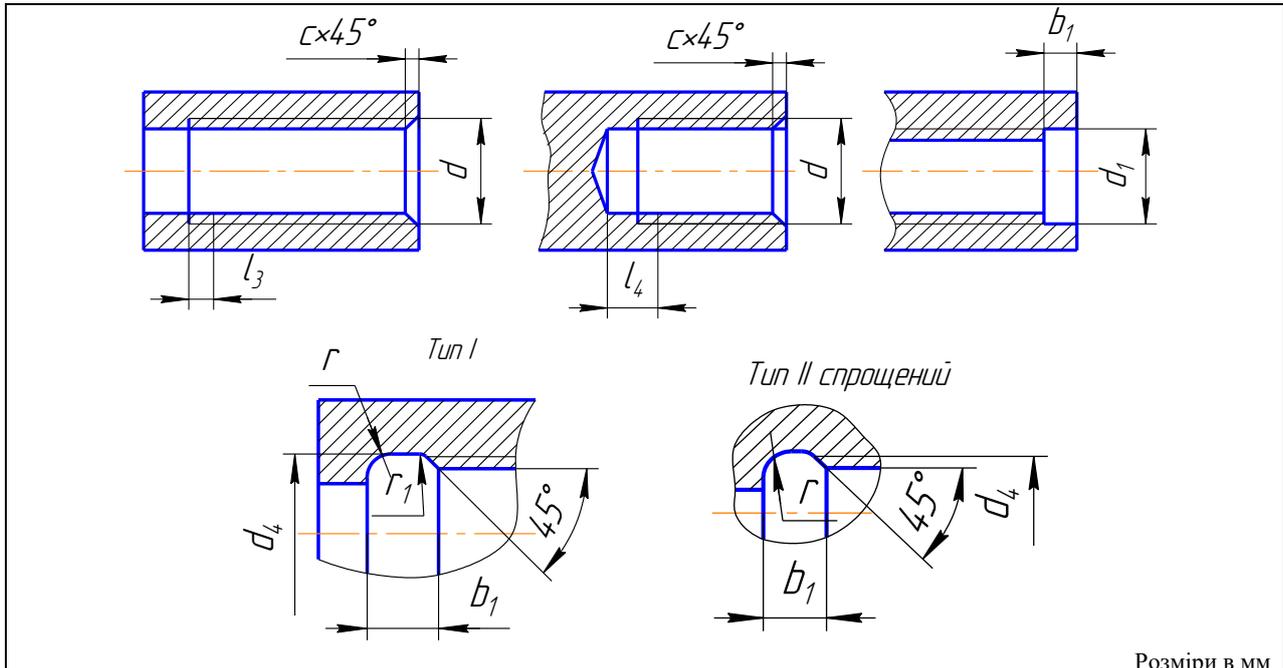
Крок нарізі	Збіг			Недоріз		Проточка							Фаска с			
	l_{1max}			l_{2max}		типу I						типу II	d_3	для спряження з внутрішньою нарізю з проточкою типу II	для всіх інших випадків	
	для кута забірної частини інструменту			нормальний	зменшений	нормальна			вузька			b				r
	20°	30°	45°			b	r	r_1	b	r	r_1					
0,35	0,6	0,4	0,3	0,8	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	$d-0,6$	-	0,3
0,4	0,7	0,5	0,3	1,0	0,8	1,0	0,3	0,2	-	-	-	-	-	$d-0,6$	-	0,3
0,45	0,8	0,5	0,3	1,0	0,8	1,0	0,3	0,2	-	-	-	-	-	$d-0,7$	-	0,3
0,5	1,0	0,6	0,4	1,6	1,0	1,6	0,5	0,3	1,0	0,3	0,2	-	-	$d-0,8$	-	0,5
0,6	1,2	0,7	0,4	1,6	1,0	1,6	0,5	0,3	1,0	0,3	0,2	-	-	$d-0,9$	-	0,5
0,7	1,3	0,8	0,5	2,0	1,6	2,0	0,5	0,3	1,6	0,5	0,3	-	-	$d-1,0$	-	0,5
0,75	1,5	0,8	0,5	2,0	1,6	2,0	0,5	0,3	1,6	0,5	0,3	-	-	$d-1,2$	-	1,0
0,8	1,5	0,9	0,6	3,0	1,6	3,0	1,0	0,5	1,6	0,5	0,3	-	-	$d-1,2$	-	1,0
1	1,8	1,2	0,7	3,0	2,0	3,0	1,0	0,5	2,0	0,5	0,3	3,6	2,0	$d-1,5$	2,0	1,0
1,25	2,2	1,5	0,9	4,0	2,5	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	4,4	2,5	$d-1,8$	2,5	1,6
1,5	2,8	1,8	1,0	4,0	2,5	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	4,6	2,5	$d-2,2$	3,0	1,6
1,75	3,2	2,0	1,2	4,0	2,5	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	5,4	3,0	$d-2,5$	3,5	1,6
2	3,5	2,2	1,4	5,0	3,0	5,0	1,6	0,5	3,0	1,0	0,5	5,6	3,0	$d-3,0$	3,5	2,0
2,5	4,5	3,0	1,6	6,0	4,0	6,0	1,6	1,0	4,0	1,0	0,5	7,3	4,0	$d-3,5$	5,0	2,5
3	5,2	3,5	2,0	6,0	4,0	6,0	1,6	1,0	4,0	1,0	0,5	7,6	4,0	$d-4,5$	6,5	2,5
3,5	6,3	4,0	2,2	8,0	5,0	8,0	2,0	1,5	5,0	1,5	0,5	10,2	5,5	$d-5,0$	7,5	2,5
4	7,1	4,5	2,5	8,0	5,0	8,0	2,0	1,0	5,0	1,5	0,5	10,3	5,5	$d-6,0$	8,0	3,0
4,5	8,0	5,0	3,0	10,0	6,0	10,0	3,0	1,0	6,0	1,5	1,0	12,9	7,0	$d-6,5$	9,5	3,0
5	9,0	5,5	3,2	10,0	6,0	10,0	3,0	1,0	6,0	1,5	1,0	13,1	7,0	$d-7,0$	10,5	4,0
5,5	10,0	6,0	3,5	12,0	8,0	12,0	3,0	1,0	8,0	2,0	1,0	15,0	8,0	$d-8,0$	10,5	4,0
6	11,0	6,0	4,0	12,0	8,0	12,0	3,0	1,0	8,0	2,0	1,0	16,0	8,5	$d-9,0$	10,5	4,0

Примітки: 1. Для нарізання зовнішньої нарізі на прохід рекомендується застосовувати нарізний інструмент з кутом забірної частини 20°; для нарізання нарізі до упору з нормальним недорізом і шириною проточок типу I і II – з кутом забірної частини 45°.

2. Розмір недорізу дорівнює сумі розмірів збігу і недоводу.

3. Радіус сфери R дорівнює номінальному діаметру нарізі.

Розміри збігів, недорізів, проточок і фасок для внутрішньої метричної нарізі

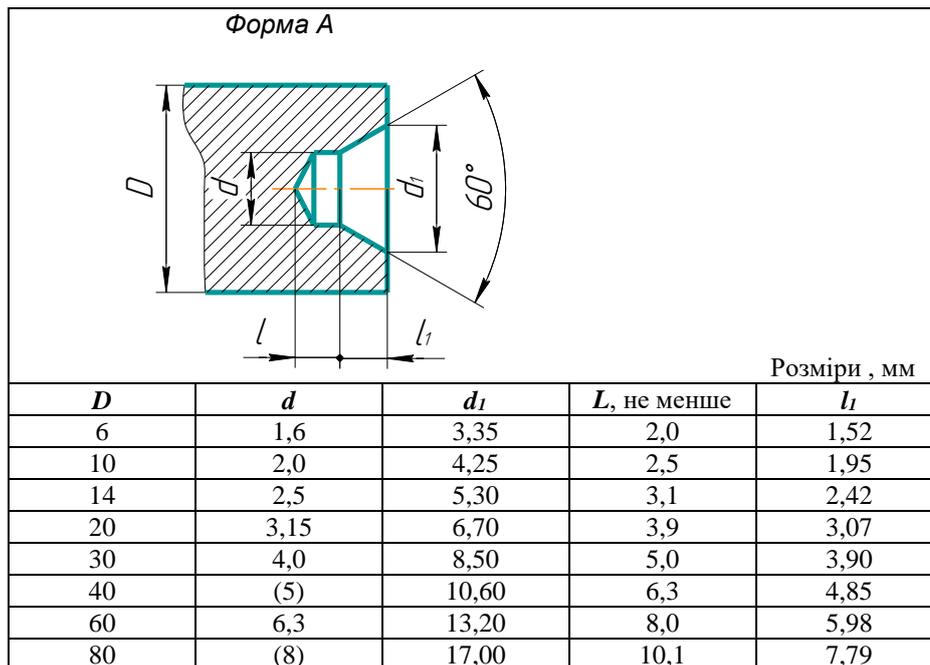


Розміри в мм

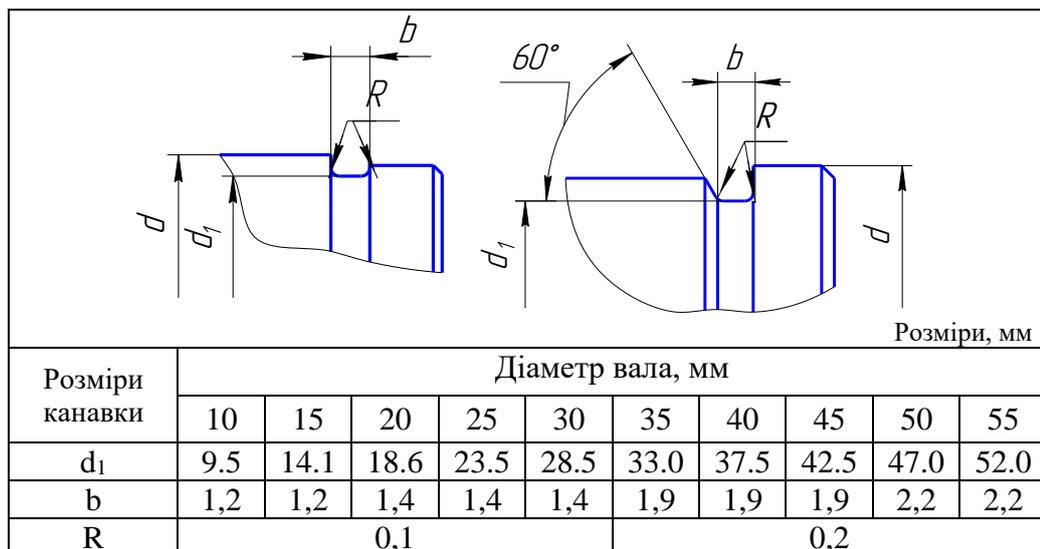
Крок нарізі	Збіг		Недоріз		Проточка								Фаска с			
	l_{1max}		l_{2max}		типу I						типу II		d_4	для спряження з внутрішньою нарізною проточкою типу II	для всіх інших випадків	
	нормальний	зменшений	нормальний	зменшений	нормальна			вузька			b_1	r				
					b_1	r	r_1	b_1	r	r_1						
0,35	0,8	0,5	2	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
0,4	0,9	0,6	2	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
0,45	1,1	0,7	2	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
0,5	1,2	0,8	3,5	3	2,0*	0,5	0,3	1,0*	0,3	0,2	-	-	$d+0,3$	-	-	0,5
0,6	1,5	1,0	3,5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
0,7	1,8	1,2	3,5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
0,75	1,9	1,3	4	3,2	3,0*	1,0	0,5	1,6*	0,5	0,3	-	-	$d+0,4$	-	-	1,0
0,8	2,1	1,4	4	3,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0
1	2,7	1,8	5	3,8	4,0	1,0	0,5	2,0	0,5	0,3	3,6	2,0	$d+0,5$	2,0	-	1,0
1,25	3,3	2,2	5	3,8	5,0	1,6	0,5	3,0	1,0	0,5	4,5	2,5	$d+0,5$	2,5	-	1,6
1,5	4,0	2,7	6,0	4,5	6,0	1,6	1,0	3,0	1,0	0,5	5,4	3,0	$d+0,7$	2,5	-	1,6
1,75	4,7	3,2	7,0	5,2	7,0	1,6	1,0	4,0	1,0	0,5	6,2	3,5	$d+0,7$	3,0	-	1,6
2	5,5	3,7	8,0	6,0	8,0	2,0	1,0	4,0	1,0	0,5	6,5	3,5	$d+1,0$	3,0	-	2,0
2,5	7,0	4,7	10,0	7,5	10	3,0	1,0	5,0	1,6	0,5	8,9	5,0	$d+1,0$	4,0	-	2,5
3	-	5,7	-	9,0	10	3,0	1,0	6,0	1,6	1,0	11,4	6,5	$d+1,2$	4,0	-	2,5
3,5	-	6,6	-	10,5	10	3,0	1,0	7,0	1,6	1,0	13,1	7,5	$d+1,2$	5,5	-	2,5
4	-	7,0	-	12,5	12	3,0	1,0	8,0	2	1,0	14,3	8,0	$d+1,5$	5,5	-	3,0
4,5	-	8,5	-	14,0	14	3,0	1,0	10	3,0	1,0	16,6	9,5	$d+1,5$	7,0	-	3,0
5	-	9,5	-	16,0	16	3,0	1,0	10	3,0	1,0	18,4	10,5	$d+1,8$	7,0	-	4,0
5,5	-	-	-	-	16	3,0	1,0	12	3,0	1,0	18,7	10,5	$d+1,8$	8,0	-	4,0
6	-	-	-	-	16	3,0	1,0	12	3,0	1,0	18,9	10,5	$d+2,0$	8,5	-	4,0

* Ширина проточок дана для діаметрів 6 мм і більше.

Отвори центрові (ГОСТ 14034-74)



Канавки під концентричне кільце (ГОСТ 13940-80)



Розміри призматичних шпонок (ГОСТ 23360-78), мм

Розміри, мм

Діаметр вала d	Розміри шпонки $B \times h$	Глибина паза		Довжина шпонки	Радіус заокруглення пазів	
		у валу t	у втулці t_1		r_{min}	r_{max}
Понад 17 – 22	6 x 6	3,5	2,8	14–70	0,16	0,25
22–30	8 x 7	4,0		18–90		
30–38	10 x 8			22–110		
38–44	12 x 8	5,0	3,3	28–140	0,25	0,4
44–50	14 x 9	5,5	3,8	36–160		
50–58	16 x 10	6,0	4,3	45–180		
58–65	18 x 11	7,0	4,4	50–200		
65–75	20 x 12	7,5	4,9	56–220	0,4	0,6
75–85						
75–85	22 x 14	9,0	5,4	63–250		

Примітка. Довжину l шпонки вибирають з ряду 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63; 70; 80; 90; 100; 110; 125; 140; 160; 180; 200; 220; 250.

Шліци прямобічні (ГОСТ 1139-80)

Форма перерізу вала		Форма перерізу втулки		Розміри, мм	
Варіант	Номинальний розмір Z* x d x D x b	d ₁ (не менше)	f	r (не більше)	Масштаб
1, 20	6x18x22x5	16,7	0,3	0,2	2:1
3, 18	6x23x28x6	21,3	0,3	0,2	
5, 16, 23	6x32x38x6	29,4	0,4	0,3	1:1
7, 14, 25	8x36x42x7	33,5	0,4	0,3	
9, 12	8x42x48x8	39,5	0,4	0,3	
10, 11	8x46x54x9	42,7	0,4	0,3	
8, 13, 22	8x52x60x10	48,7	0,5	0,5	
6, 15, 24	8x56x65x10	52,2	0,5	0,5	1:2
4, 17	8x62x72x12	57,8	0,5	0,5	
2, 19, 21	10x72x82x12	67,4	0,5	0,5	

Канавки при круглому шліфуванні (ГОСТ 8820-69)

Форма перерізу вала		Форма перерізу втулки		Розміри, мм		
	d ₁ при зовнішньому шліфуванні	d ₂ при внутрішньому шліфуванні	h	R	R ₁	d
1	d - 0.3	d + 0.3	0,2	0,3	0,2	≤ 10
1,6				0,5	0,3	
2	d - 0.5	d + 0.5	0,3	1,0	0,5	>10-15
3				1,6		>50-100
5	d - 1	d + 1	0,5	2	1	>100
8				3		
10						

