

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова Вченої ради
факультету комп'ютерно-
інтегрованих технологій,
мехатроніки та робототехніки

« ____ » _____ 2020 р.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

для проведення лабораторних робіт
та самостійної роботи студентів
з навчальної дисципліни

«ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА»

для студентів освітнього рівня «бакалавр»
денної та заочної форми навчання
галузь знань: 13 «Механічна інженерія»
27 «Транспорт»

кафедра галузевого машинобудування

Розглянуто і рекомендовано
на засіданні кафедри галузевого
машинобудування
протокол від «__» _____ 2020 р.
№ _____
Завідувач кафедри
Галузевого машинобудування
_____ Я.А. Степчин

Розробник: д.пед.н., проф., професор кафедри галузевого машинобудування

Г.О. Райковська

Житомир
2020 р.

Методичні рекомендації призначені для лабораторних робіт і самостійної роботи здобувачів вищої технічної освіти освітнього рівня «Бакалавр», галузі знань 13 «Механічна інженерія», 27 «Транспорт» з дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка», які передбачають використання САПР SolidWorks; геометричного моделювання технічних об'єктів . – Житомир : ЖДТУ, 2020. – 131 с.

Розробник: д.пед.н., проф. Райковська Г.О.

Рецензенти: к.пед.н. доцент кафедри ПМіКІТ ДУ «Житомирська політехніка»
Головня В.Д.
к.т.н. доцент кафедри АіТТ ДУ «Житомирська політехніка»
Д.Б. Бегерський

Методичні рекомендації призначені для організації і проведення лабораторних робіт, самостійного вивчення і набуття практичних навичок, пов'язаних із розробкою конструкторської документації в САПР SolidWorks відповідно до стандартів ЄСКД, для здобувачів освітнього рівня «бакалавр», галузі знань 13 «Механічна інженерія» і 27 «Транспорт» з дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка», факультету комп'ютерно інтегрованих технологій мехатроніки та робототехніки Державного університету «Житомирська політехніка». Вони містять короткий теоретичний опис із тем, методичні поради щодо виконання лабораторних робіт, індивідуальні завдання.

Розглянуто і рекомендовано на засіданні кафедри галузевого машинобудування
Протокол № __ від «__» _____ 2020 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	7
ЧАСТИНА 1. ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА. КОРОТКИЙ ТЕОРЕТИЧНИЙ ОГЛЯД	8
1.1. ТЕХНІЧНЕ КРЕСЛЕННЯ	8
1.1.1. ПРОЕКЦІЙНЕ КРЕСЛЕННЯ	8
1.1.2. ЗОБРАЖЕННЯ – ВИДИ, РОЗТИНИ	11
1.1.3. ПОКРОКОВИЙ АНАЛІЗ ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕНИКА МОДЕЛІ З ПРОСТИМИ РОЗТИНАМИ	15
1.1.4. СКЛАДНІ РОЗТИНИ	21
1.1.5. ГРАФІЧНЕ ПОЗНАЧЕННЯ МАТЕРІАЛІВ У РОЗТИНАХ	24
1.1.6. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ	26
1.1.7. ЗАПОВНЕННЯ ОСНОВНОГО НАПISУ КРЕСЛЕНИКА	26
1.2. МАШИНОБУДІВНЕ КРЕСЛЕННЯ. КОРОТКИЙ ТЕОРЕТИЧНИЙ ОГЛЯД	27
1.2.1. ЛІНІЇ ЗРІЗУ	27
1.2.2. РОБОЧИ КРЕСЛЕНИКИ ТЕХНІЧНИХ ДЕТАЛЕЙ	28
1.2.3. КРЕСЛЕНИК ЗУБЧАСТОГО КОЛЕСА	30
ЧАСТИНА 2. КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА	32
2.1. КОРОТКИЙ ТЕОРЕТИЧНИЙ ОГЛЯД	32
2.1. ДОДАТКОВІ ЕЛЕМЕНТИ ОФОРМЛЕННЯ	33
ЧАСТИНА 3. ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ	37
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1. КРЕСЛЕНИК СКЛАДНОЇ ГЕОМЕТРИЧНОЇ ПОВЕРХНІ	37
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2. КРЕСЛЕНИК СКЛАДНОЇ ГЕОМЕТРИЧНОЇ ПОВЕРХНІ З ПРОСТИМИ РОЗТИНАМИ	42
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3. КОМПЛЕКСНИЙ КРЕСЛЕНИК МОДЕЛІ З ПРОСТИМИ РОЗТИНАМИ	48
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4. ПОБУДОВА СКЛАДНИХ РОЗТИНІВ	65
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5. ПОБУДОВА ЛІНІЇ ЗРІЗУ	84
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6. КРЕСЛЕНИК ВАЛА З КОНСТРУКТИВНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ	87
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7. КРЕСЛЕНИК ЛИВАРНОЇ ДЕТАЛІ	90
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8. ЗУБЧАСТЕ КОЛЕСО	103
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9. З'ЄДНАННЯ НАРІЗНІ	107
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	111
ДОДАТКИ:	113
А. ЗРАЗОК ТИТУЛЬНОГО АРКУША	113
Б. ОТВОРИ ЦЕНТРОВІ (ГОСТ 14034-74)	114
В. КАНАВКИ ПІД КОНЦЕНТРИЧНЕ КІЛЬЦЕ (ГОСТ 13940-80)	114
Д. РОЗМІРИ ПРИЗМАТИЧНИХ ШПОНОК (ГОСТ 23360-78)	115
Е. ШЛІЦІ ПРЯМОБІЧНІ (ГОСТ 1139-80)	116
Ж. КАНАВКИ ПРИ КРУГЛОМУ ШЛІФУВАННІ (ГОСТ 8820-69)	116
З. БОЛТИ З ШЕСТИГРАННОЮ ГОЛОВКОЮ КЛАСУ ТОЧНОСТІ В (ГОСТ 7798-70)	117
К. ДОВЖИНА БОЛТІВ З ШЕСТИГРАННОЮ ГОЛОВКОЮ В ДІАПАЗОНІ ДІАМЕТРІВ ВІД 6 ДО 48 ММ	118
Л. ГАЙКИ ШЕСТИГРАННІ КЛАСУ ТОЧНОСТІ В: НОРМАЛЬНІ ЗА ГОСТ 5915-70* І НИЗЬКІ ЗА ГОСТ 5916-70*	120
М. КРІПІЛЬНІ ГВИНТИ З ЦИЛІНДРИЧНОЮ ГОЛОВКОЮ КЛАСІВ ТОЧНОСТІ А І В ЗА ГОСТ 1491-80	121
Н. ПЕРЕЛІК СТАНДАРТІВ НА ШПИЛЬКИ ТА ОБЛАСТІ ЗАСТОСУВАННЯ	122
П. РОЗМІРИ ШПИЛЬОК (ГОСТ 22032-76*... ГОСТ 22041-76*)	128
Р. ДОВЖИНА ШПИЛЬОК ДЛЯ НАРІЗНИХ ОТВОРІВ (ГОСТ 22032-76*)	124
С. ШАЙБИ ЗВИЧАЙНІ: НОРМАЛЬНІ ЗА ГОСТ 11371-78* І ЗБІЛЬШЕНІ ЗА ГОСТ 6958-78*,	125
Т. ШАЙБИ ПРУЖИННІ (ГОСТ 6402-70)	126

У. ДІАМЕТРИ НАСКРІЗНИХ ОТВОРІВ ПІД БОЛТИ, ГВИНТИ, ШПИЛЬКИ І ЗАКЛЕПКИ (СВЕРДЛІННЯ НА ПРОХІД) І СВЕРДЛІННЯ ПІД МЕТРИЧНЕ РІЗЬБЛЕННЯ З ВЕЛИКИМ КРОКОМ	127
Ф. РОЗМІРИ ЗБІГІВ, НЕДОРІЗІВ, ПРОТОЧОК І ФАСОК ДЛЯ ЗОВНІШНЬОЇ МЕТРИЧНОЇ НАРІЗИ	127
Х. РОЗМІРИ ЗБІГІВ, НЕДОРІЗІВ, ПРОТОЧОК І ФАСОК ДЛЯ ВНУТРІШНЬОЇ МЕТРИЧНОЇ НАРІЗИ	129
Ц. УМОВНІ ПОЗНАЧКИ, ЩО ХАРАКТЕРИЗУЮТЬ МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БОЛТІВ, ГВИНТІВ, ШПИЛЬОК	130
Ш. ДЕЯКІ УМОВНІ ЦИФРОВІ ПОЗНАЧЕННЯ, ЩО ХАРАКТЕРИЗУЮТЬ ПОКРИТТЯ БОЛТІВ, ГВИНТІВ І ШПИЛЬОК	130

ВСТУП

Інженерна та комп'ютерна графіка відноситься до базових загально інженерних дисциплін, опанування яких є необхідною умовою успішного вивчення спеціальних інженерних дисциплін. Методи проектування довели свою спроможність і широко використовуються в САПР, в основі яких лежить тривимірна модель виробу. Сучасні САПР дають можливість розробки 3D моделей деталей і складальних одиниць, і мають всі необхідні засоби для здобуття конструкторських документів на основі цих моделей.

Мета вивчення дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» пов'язана із здобуттям студентами знань, умінь і навиків, для володіння наступними компетентностями:

Загальнонауковими – здатність виявляти суть проблем, що виникають в професійній діяльності і готовність вирішувати їх, застосувавши оптимальний набір засобів;

Інструментальними – здібність до проектної і конструкторської комунікації на основі САПР, готовність вирішувати поставлені завдання відповідно до існуючих систем САПР;

Соціально-особистими – здібність до ухвалення самостійних відповідальних рішень, професійної діяльності, здібність до самоорганізації в професійному і культурному вдосконаленні, здібність до саморегулювання, самореалізації.

Курс лабораторних занять спирається на навчальний посібник «Нарисна геометрія та інженерна графіка» (Уклад. Г.О. Райковська), конспект лекцій, а також на інші джерела, і має на меті:

– розвиток двовимірного і тривимірного представлення об'єктів проектування і допоміжних засобів на основі САПР;

– здобуття і розвиток навиків проектування двовимірних і тривимірних моделей геометричних об'єктів з використанням САПР і виконання операцій з об'єктами для вирішення позиційних і метричних завдань;

– формування навиків розрахунку характеристик об'єктів засобами САПР;

– формування навиків проектування деталей, вузлів складальних одиниць в САПР, їх дослідження і редагування;

– освоєння апарату здобуття різних зображень на основі плоских і об'ємних об'єктів, оформлення проектних і робочих конструкторських документів з вживанням їх в САПР та відповідно до стандартів ЄСКД;

– здобуття навиків обміну даними між різними САПР.

Методичні вказівки складені з урахуванням навчального плану щодо професійної підготовки фахівців спеціальності: 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування», 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні технології (за видами)», і навчальних посібників кафедри галузевого машинобудування ДУ «Житомирська політехніка»: Нарисна геометрія. Практикум /Уклад. Г.О. Райковська; Інженерна графіка. Практикум – 1 та 2 частини / Уклад. Г.О. Райковська, В.Д. Головня, Л.Є. Глембоцька.

Вивчення курсу здійснюється згідно з робочими програмами дисципліни. Для полегшення засвоєння матеріалу з кожної теми в скороченому вигляді надається теоретичний матеріал, необхідний для розв'язання практичних задач.

Передбачається, що здобувачі вищої технічної освіти самостійно виконують індивідуальні графічні завдання (лабораторні роботи) у SolidWorks.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Мета курсу «Інженерна та комп'ютерна графіка» – вивчення правил та надбання практичних навичок побудови й читання креслеників, необхідних для оволодіння загально інженерними і спеціальними дисциплінами, а також для подальшої інженерної діяльності.

Відповідно до діючого навчального плану з інженерної та комп'ютерної графіки передбачаються – лабораторні заняття, самостійна робота, яка включає в себе виконання графічних завдань у САПР, модульний контроль, іспити/залік. До модульного контролю допускаються студенти, які виконали й захистили лабораторні роботи

Розгляд кожного питання варто починати з вивчення теоретичного матеріалу. При виконанні графічної роботи, насамперед, необхідно добре зрозуміти умову завдання: які геометричні образи задані, яке їхнє положення стосовно площин проєкцій, а потім усе це уявити собі в просторі.

Після з'ясування цих питань необхідно скласти алгоритм рішення завдання й почати його реалізовувати у SolidWorks.

Кожне завдання являє собою набір креслеників, виконаних за індивідуальним завданням і оформлених відповідно до викладених вимог ЄСКД. Завдання повинні відповідати варіанту, що визначається для денної форми навчання відповідно списку в журналі, а для заочної форми навчання за двома останніми цифрами номера залікової книжки.

Для задоволення сучасних потреб у створенні тривимірної моделі проєктованого виробу, нагальним є вивчення графічного пакету SolidWorks американської компанії Dassault Systemes.

Система SolidWorks охоплює усі етапи конструювання – від побудови ескізу до випуску конструкторської документації. Даний програмний засіб SolidWorks дозволяє більш ефективно і якісно виконувати розрахунково-графічні роботи.

Процес моделювання починається з побудови ескізу – вибору конструктивної площини, в якій будується двомірний ескіз, у подальшому його можна перетворити у тверде тіло. В цій системі реалізований принцип конструювання за яким спочатку створюються тривимірні деталі та зборки, а потім з них генеруються двовимірні креслення. Виконання комп'ютерних графічних лабораторних робіт дозволяє розвинути і закріпити у здобувачів вищої технічної освіти навички роботи з найсучаснішими системами автоматизованого проєктування (САПР) зокрема, пакету SolidWorks.

В процесі виконання комп'ютерних практикумів здобувачі вищої технічної освіти мають оволодіти такими знаннями та вміннями в графічному пакеті

SolidWorks: створення тривимірних деталей, вузлів машин та механізмів; створення збірок машин та механізмів; створення креслеників.

ЧАСТИНА 1

ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА

КОРОТКИЙ ТЕОРЕТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1. ТЕХНІЧНЕ КРЕСЛЕННЯ

1.1.1. ПРОЕКЦІЙНЕ КРЕСЛЕННЯ

Проекційне креслення дає змогу практично відобразити на кресленику різного виду деталі, які своєю чергою складаються з вивчених раніше просторових тіл. Крім того, на графічному матеріалі проекційного креслення застосовують відомості, одержані в курсі нарисної геометрії. Для правильного відтворення і розуміння всіх зображень їх потрібно виконувати згідно з відповідними стандартами ЄСКД. На відміну від нарисної геометрії в проекційному кресленні, як правило, не проводять осі проекцій і на кресленику відсутні літери, якими позначають проекції всіх точок, що визначають форму тіла, яке вивчають. Тому проблема кількості проекцій, які визначають це тіло, набуває в інженерній графіці дещо іншого вирішення, ніж в нарисній геометрії. При виконанні креслеників технічних деталей в окремих випадках буває достатньо однієї проекції, чого в нарисній геометрії не існує. Це досягається спеціальними умовними позначеннями. Виконуючи робочий кресленик якої-небудь деталі, необхідно мати на меті, зручність використання цього кресленика під час виготовлення деталі, тому іноді необхідно збільшувати кількість проекцій. Будь-який кресленик виконують за допомогою методу прямокутного (ортогонального) проєкціювання, яке полягає в тому, що предмети розміщують між спостерігачем і відповідною площиною проекцій. Проектувальні промені проходять перпендикулярно до площини проекцій. За основні площини проекцій приймають шість граней куба (рис.1). Предмет розміщують у середині куба і проєктують на його грані. Всі шість граней куба (площини проекцій) суміщують у певному порядку з фронтальною площиною проекцій (рис. 2). Користуючись способами нарисної геометрії у разі такого суміщення граней куба, будуємо всі зображення предмета на полі кресленика у відповідному проекційному зв'язку щодо зображення на фронтальній площині проекцій. Отже, отримуємо комплексний кресленик моделі (рис. 3 – 5).

Стандартом дозволяється, для зручного розташування зображень на полі аркуша паперу, вид розташовувати в непроекційному зв'язку, але при цьому вид позначається як показано на рис. 6.

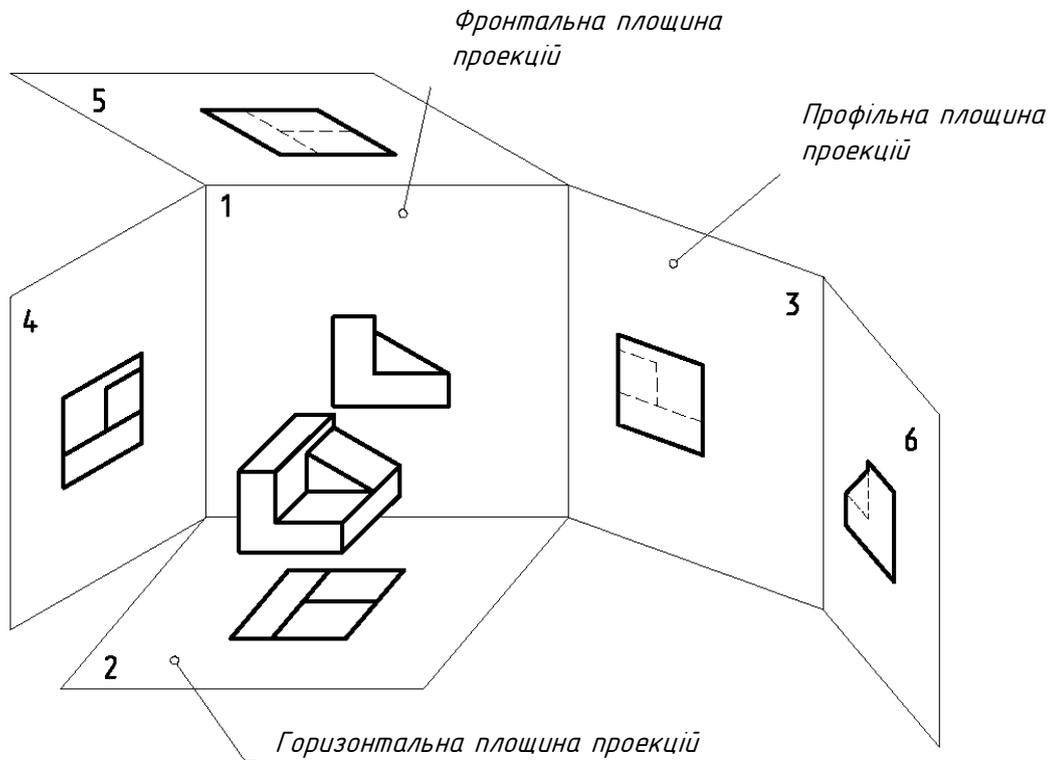


Рис. 1. Проекціювання моделі на шість основних площин проєкцій

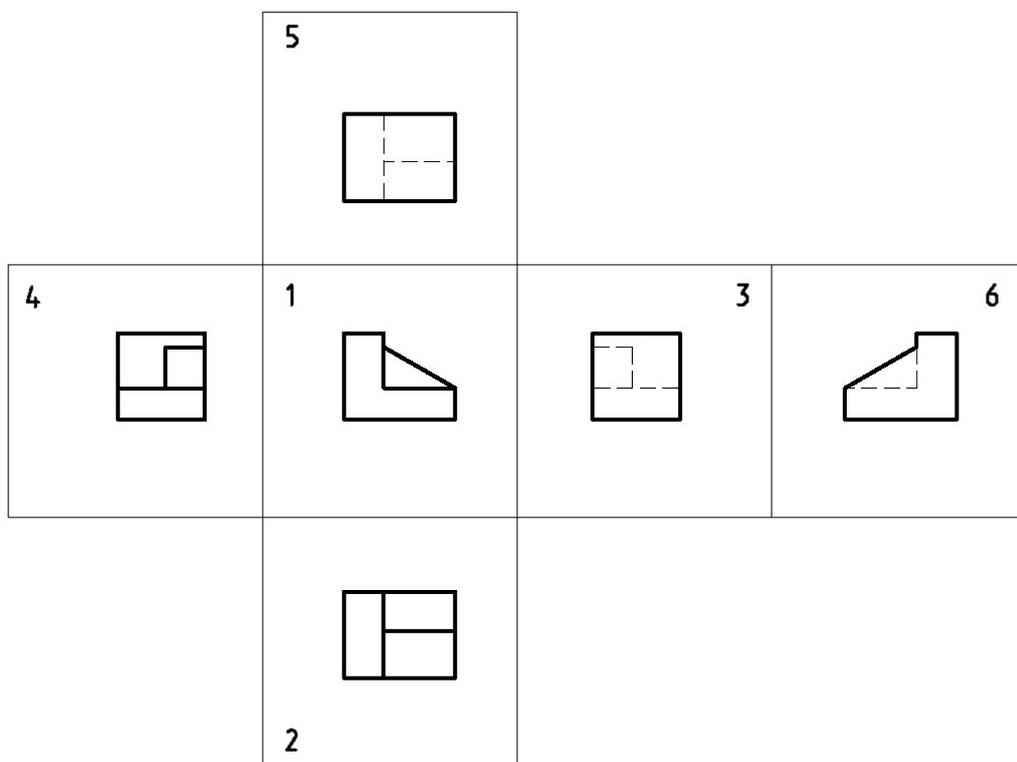


Рис. 2. Плоске зображення основних площин проєкцій разом зі зображенням моделі

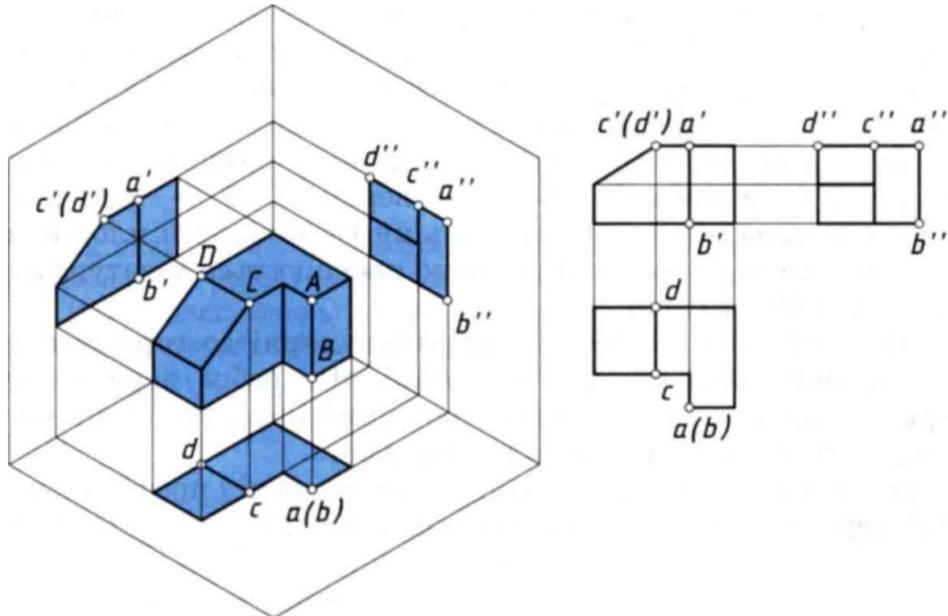


Рис. 3. Утворення комплексного креслення моделі

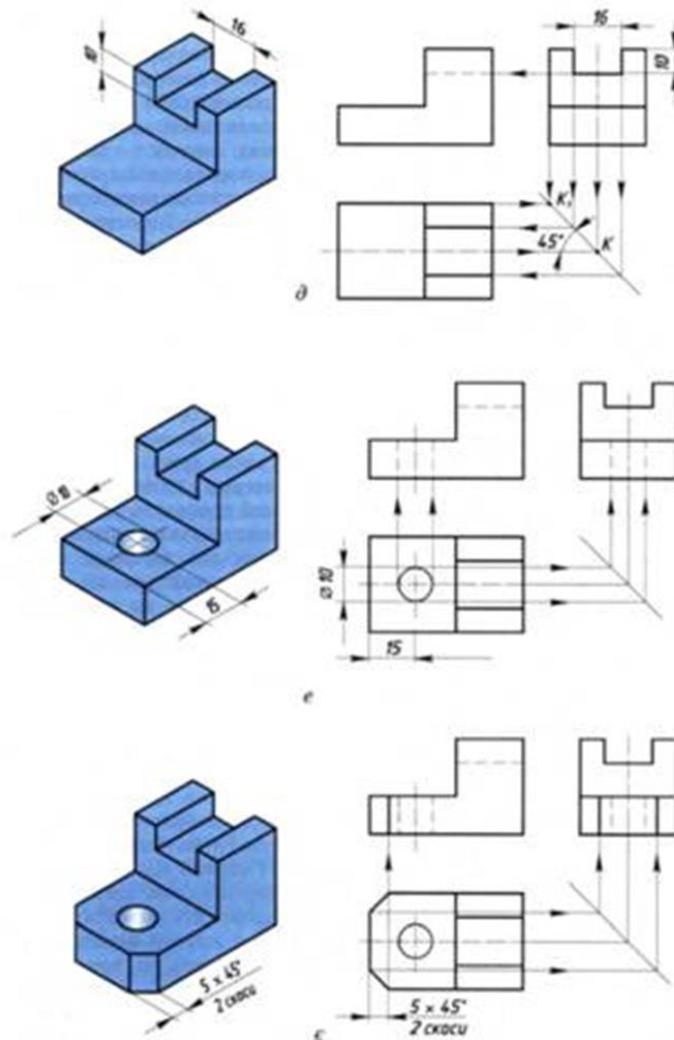


Рис. 4. Приклад і послідовність виконання комплексного креслення моделі

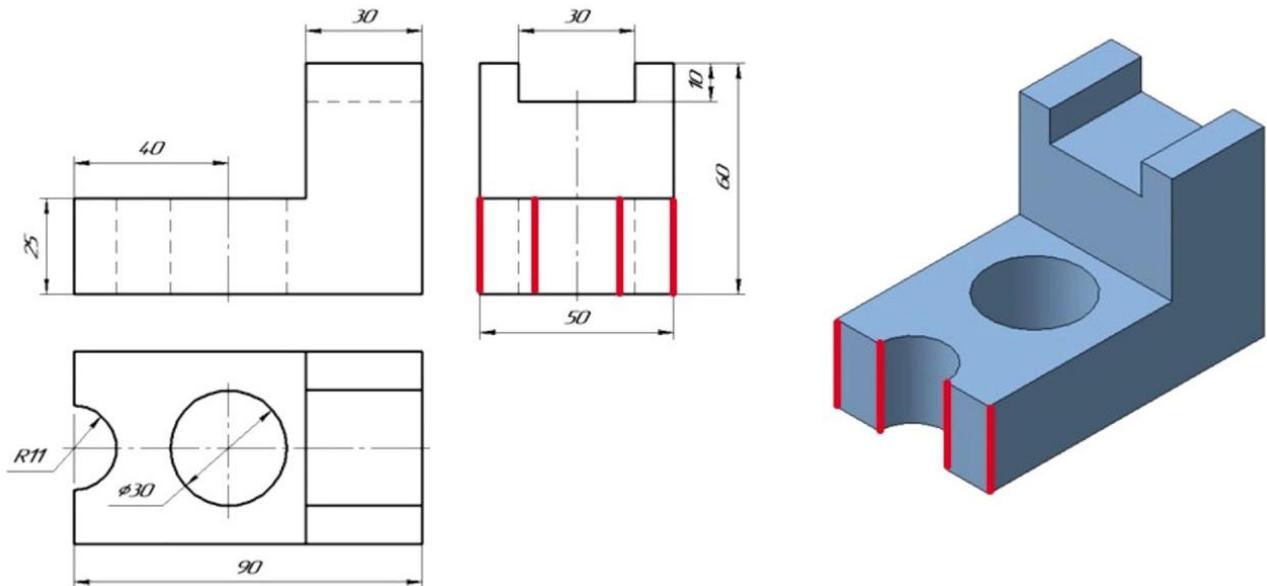


Рис. 5. Комплексний кресленик моделі та її аксонометрія

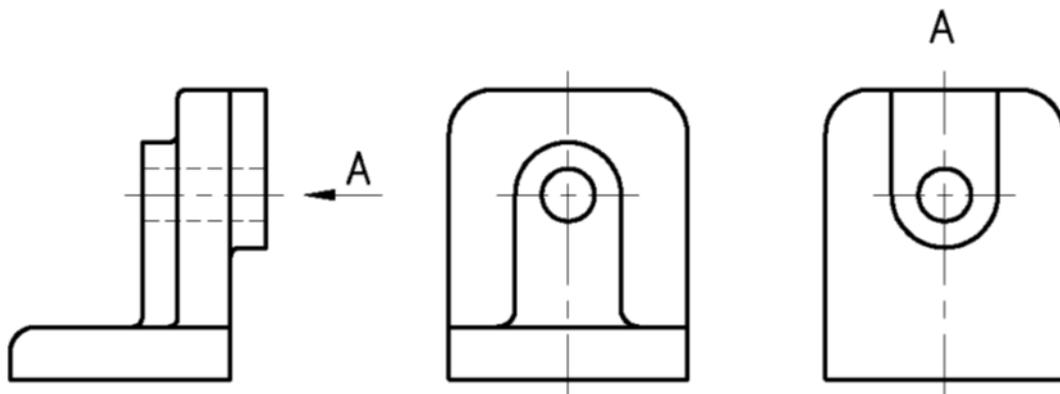


Рис. 6. Утворення і позначення виду в непроекційному зв'язку

1.1.2. ЗОБРАЖЕННЯ – ВИДИ, РОЗТИНИ

Зображення проекційного креслення залежно від його змісту поділяють на *види, розтини, перерізи* (ГОСТ 2.305-2008). Кількість зображень на кресленку повинна бути мінімальною, але разом з тим достатньою для повного розуміння форми та розмірів цього предмета.

Видом називається зображення повернених до спостерігача видимих частин поверхні предмета.

За характером виконання та змістом види поділяють на *основні*, *додаткові* та *місцеві*. **Основними називають види**, утворені проєкціюванням предмета на шість граней куба. Кожний з них має назву залежно від того, на яку із граней куба спроектовано предмет. У зв'язку з цим встановлені такі назви видів (рис. 2):

- *вид спереду* (головний вид) – зображення на фронтальній площині проєкцій;
- *вид зверху* – зображення на горизонтальній площині проєкцій;
- *вид ліворуч* – зображення на профільній площині проєкцій;
- *вид праворуч* – зображення на профільній площині проєкцій;
- *вид знизу* – зображення на горизонтальній площині проєкцій;
- *вид ззаду* – зображення на фронтальній площині проєкцій.

Вид зверху розміщують під головним видом, вид ліворуч – з правого боку головного виду, вид праворуч – з лівого боку головного виду – вид знизу – розміщують над головним видом. За такого розміщення назви видів не підписують і не показують лінії зв'язку між зображеннями. У разі, коли які-небудь види розташовані не в проєкційному зв'язку, їх позначають великими літерами українського алфавіту, а напрями видів показують стрілками (рис. 6) з тими самими літерами. Віддалі між видами вибирають, враховуючи умови розташування їх на полі кресленика, нанесення розмірів, текстових пояснень, таблиць тощо.

Якщо деталь має елемент, який займає похиле положення відносно основних площин проєкцій, то його проєкції на ці площини проєкцій відрізняються по формі і розмірам від самого елемента. Щоб отримати проєкцію елемента, яка б співпадала за формою і розмірами зі самим елементом, то нову площину проєкцій розташовують паралельно площині елемента і перпендикулярно до однієї з основних площин проєкцій. Таке зображення називається **допоміжним видом** (рис. 7).

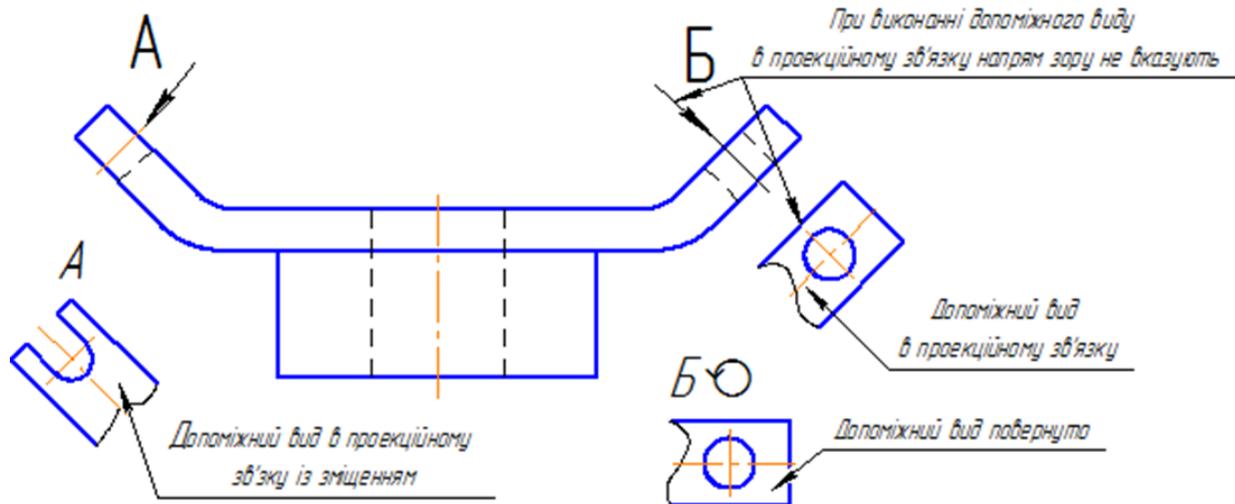


Рис. 7. Допоміжні види

Місцеві види дістають при проєкціюванні на одну з основних площин проєкцій і виконуються вони з метою спрощення кресленника. Місцевий вид може обмежуватись лінією обриву, або не обмежуватись (рис. 8).

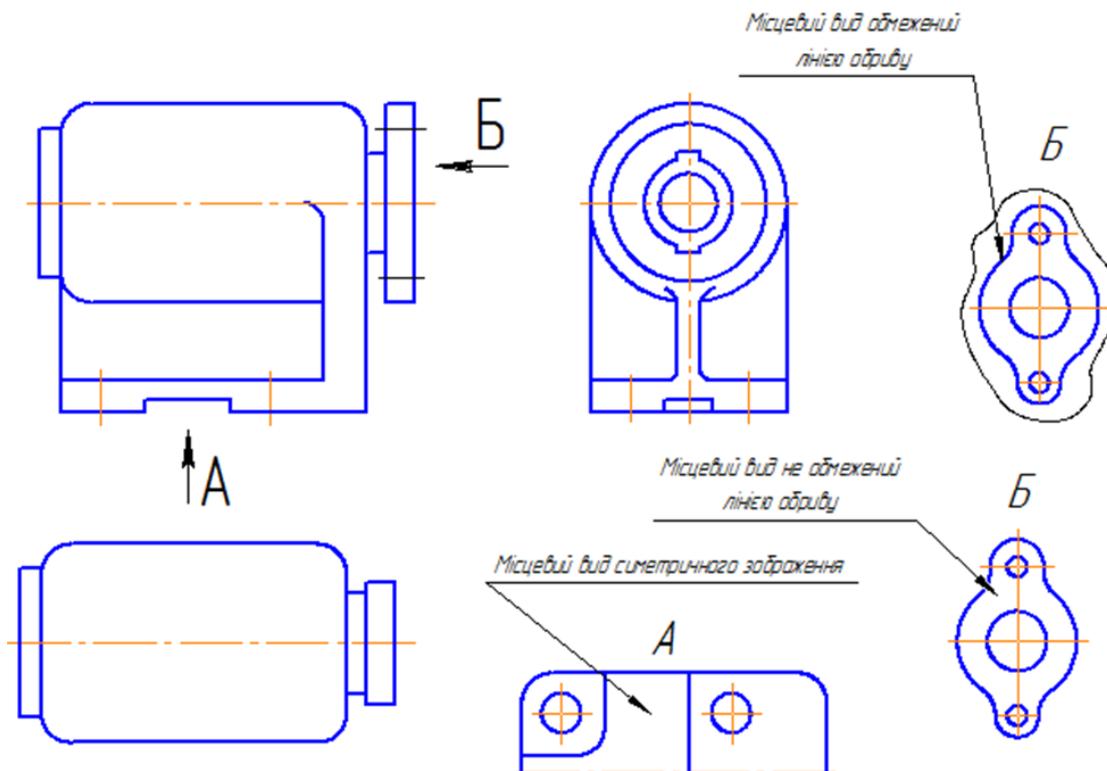


Рис. 8. Місцеві види

Розтинном називається зображення предмета, уявно розітнутого площиною, перпендикулярною до однієї з площин проєкцій, яке будується на площині паралельній площині розтину.

Розтин уявляє собою суміщення зображення перерізу об'єкта зі зображенням частин об'єкта, розташованих за розтинальною площиною. Умовний розтин об'єкта відноситься тільки до даного розтину і не змінює інші зображення даного об'єкта.

Розтин утворений однією розтинальною площиною називається **простим** (рис. 9, 10).

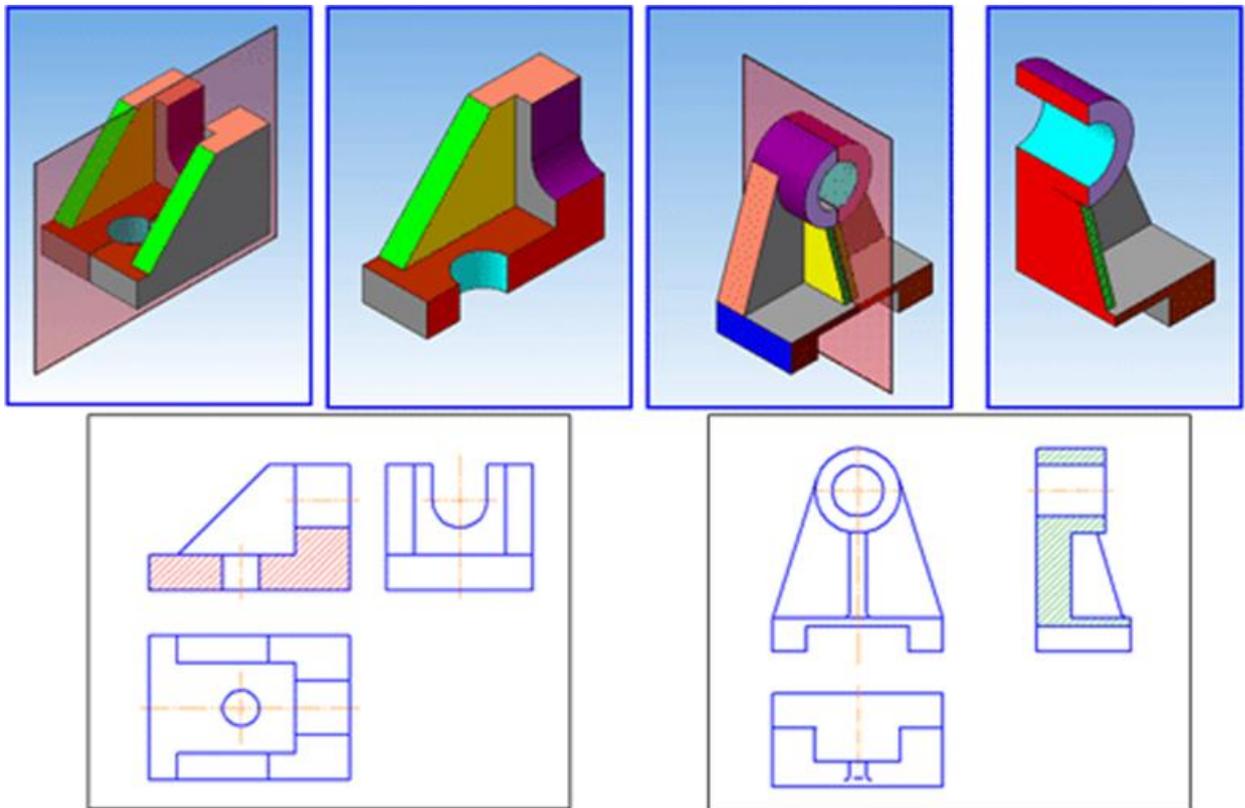


Рис. 9. Утворення простих вертикальних розтинів

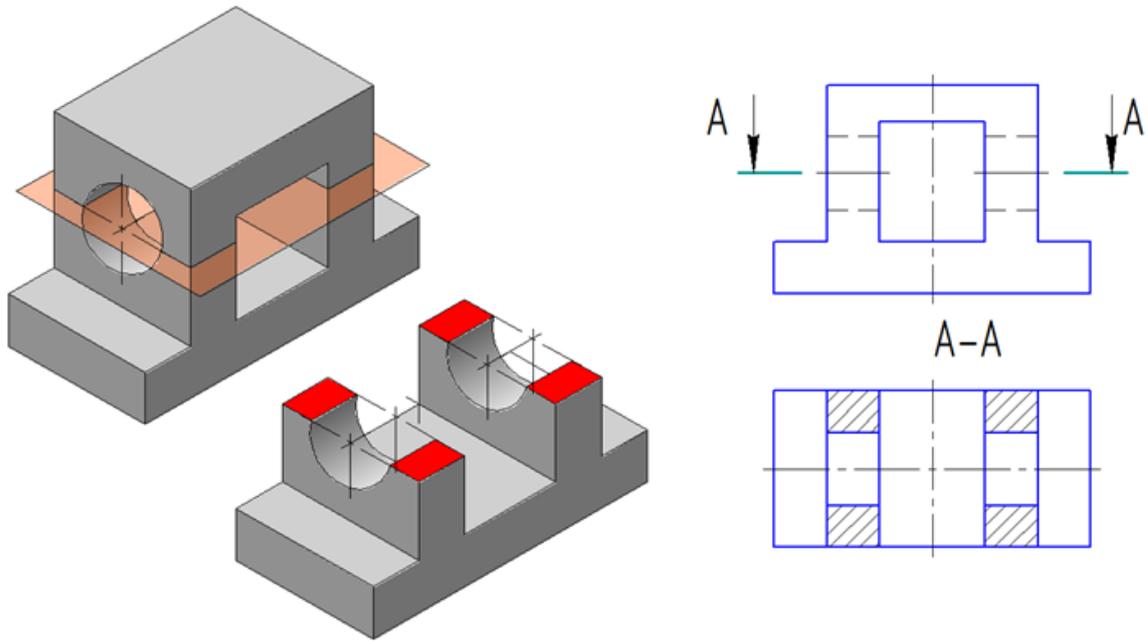


Рис. 10. Простий горизонтальний розтин

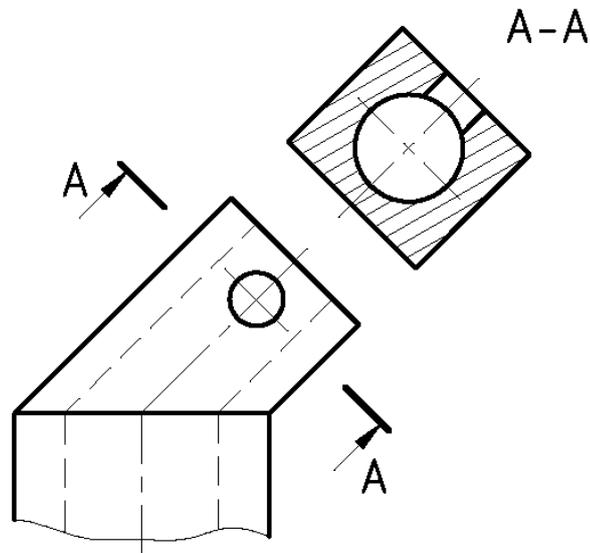


Рис. 11. Простий похилий розтин

Головним для побудови зображення є вид спереду (головний вид), тобто зображення, утворене на фронтальній площині проєкції. Головний вид повинен давати найповніше уявлення про форму, розміри та службове призначення предмета (рис. 5). Правильний вибір головного виду предмета зумовлює мінімальну кількість потрібних зображень. На вибір головного виду предмета впливають також його конструктивні особливості та технологічні фактори виготовлення.

1.2.3. ПОКРОКОВИЙ АНАЛІЗ ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕНИКА МОДЕЛІ З ПРОСТИМИ РОЗТИНАМИ

Алгоритм побудови кресленика моделі за двома заданими видами наступний: задано вид спереду і зверху моделі – необхідно побудувати її три головні види з простими розтинами; проставити розміри.

1. За двома видами моделі (рис. 11, а) уявимо її наочне зображення (рис. 11, б).

Подумки модель розбиваємо на прості складові її геометричні тіла і визначаємо, які поверхні їх обмежують. Зовні модель утворюють: чотиригранна призма 1; вертикальний циліндр 2 і дві тригранні призми 3 (ребра жорсткості), що прилеглі до призми 1 і циліндру 2.

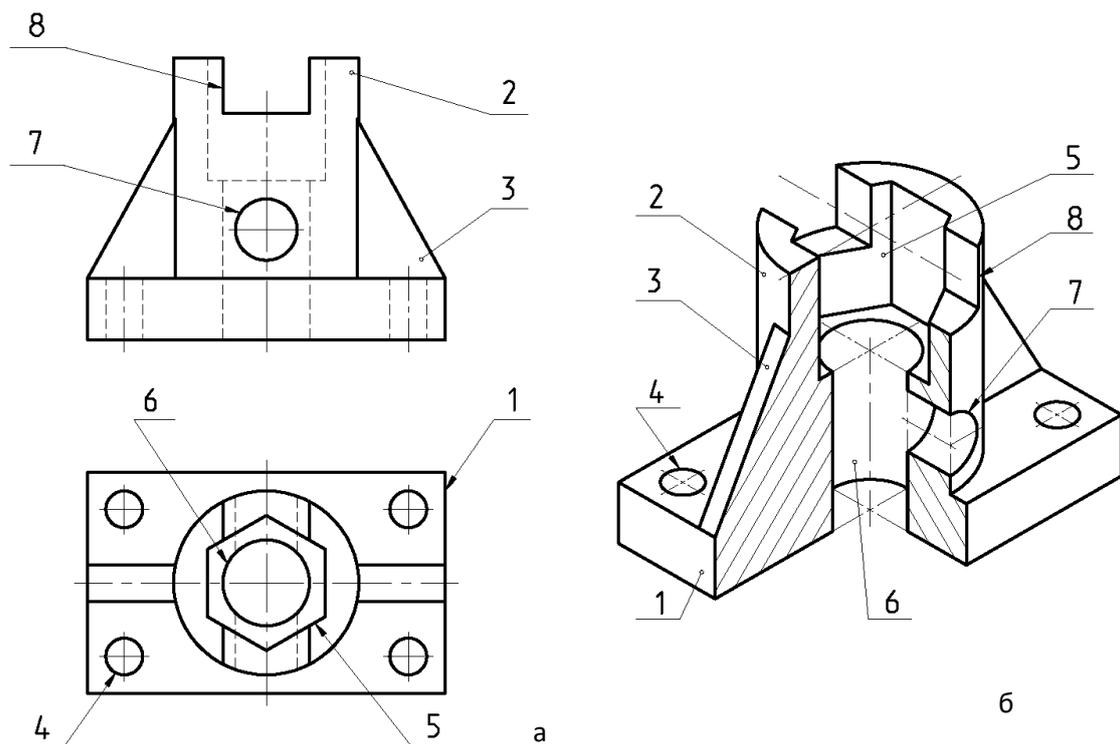


Рис. 11. Аналіз будови моделі

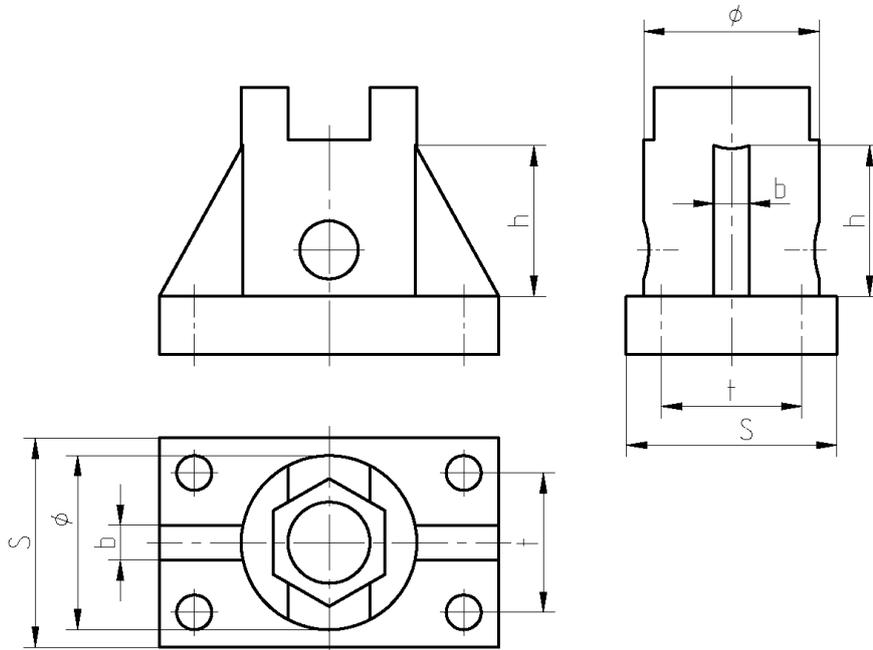
У призмі 1 по куткам виконано чотири наскрізні циліндричні отвори 4.

В циліндрі 2 є три отвори: вертикальний шестигранний призматичний 5; вертикальний циліндричний 6, виконано поперечні прорізи (пази) у формі чотирикутної призми 8.

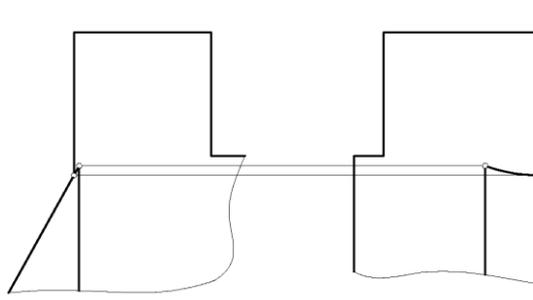
2. За двома видами будуюмо третій вид геометричних тіл, що обмежують зовні поверхню моделі (рис. 12, а).

3. Ребро жорсткості 3 перетинається із зовнішнім циліндром 2 по кривій лінії (частини еліпса), побудову показано на рис. 12, б.

4. Далі на виді зліва будуюмо проєкції геометричних тіл, що обмежують внутрішню поверхню моделі (отворів і пазів) (рис. 12, в). Горизонтальний циліндричний отвір 7 у перетині з і зовнішнім циліндром 2 і внутрішнім циліндром 6 утворюють просторові криві лінії l і l_1 . Для побудови на виді зліва проєкції лінії l відмічаємо на виді спереду опорні точки 1, 2, 3 і дві проміжні – 4 і 5 (рис. 12, г). Далі знаходимо горизонтальні проєкції цих точок, враховуючи їх належність двом циліндрам.



а



б

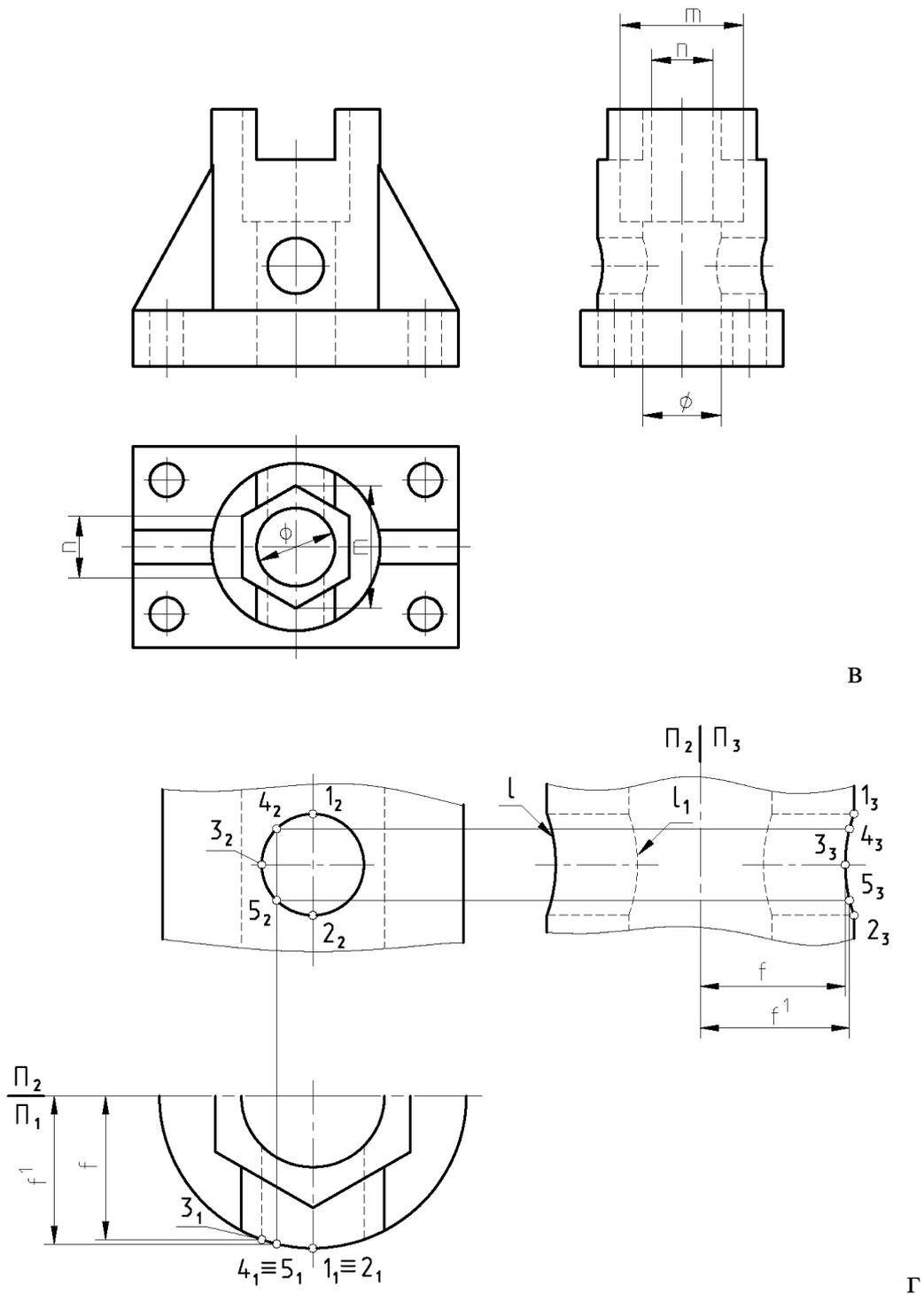


Рис. 12. Покрокове виконання кресленика моделі

За двома проекціями (фронтальною і горизонтальною) знаходимо профільні проекції цих точок і з'єднуємо їх плавною кривою лінією.

Проекції лінії l_1 будемо аналогічно.

5. Горизонтальний паз 8 перетинається із зовнішнім циліндром 2 по прямій m і з внутрішнім шестигранним призматичним отвором 5 – по прямій n . Побудови цих ліній на виді зліва показано на рис. 13.

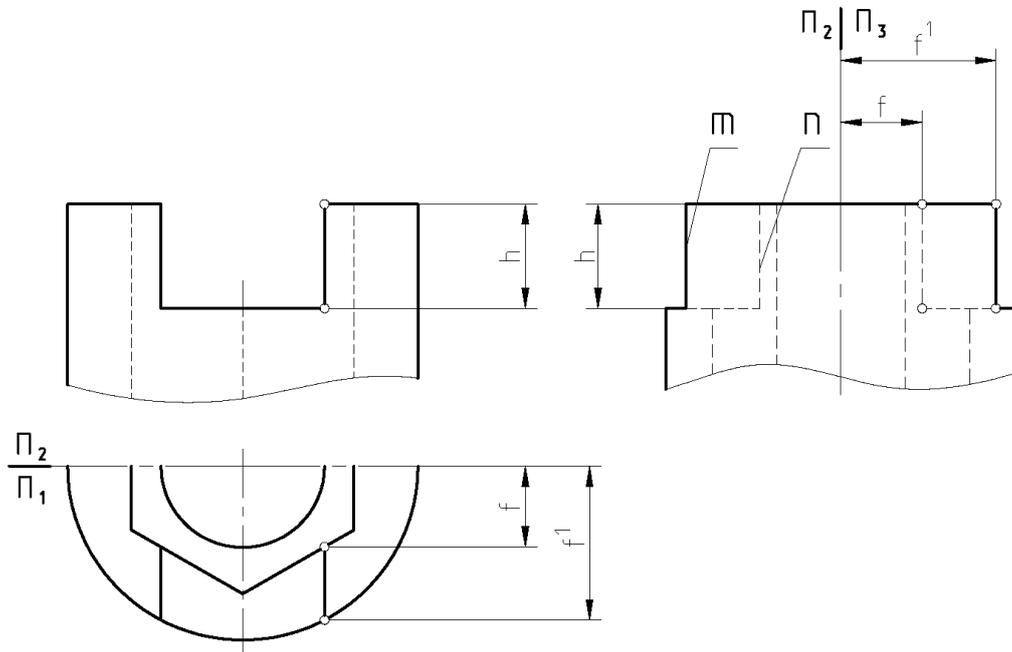


Рис. 13. Побудова ліній переходу на моделі

6. Повністю виконавши усі побудови отримаємо три види моделі (рис. 14).

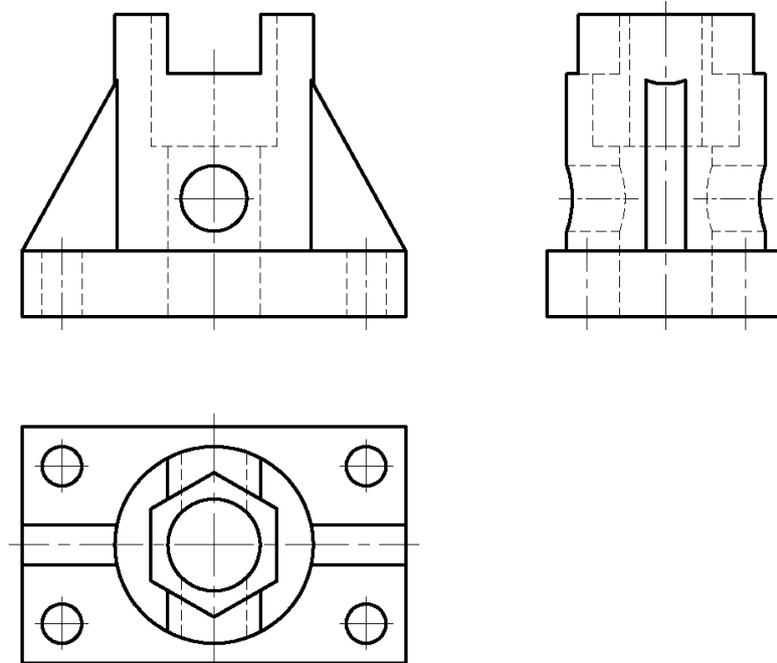


Рис. 14. Три головні види моделі

7. Далі будемо фронтальний і профільний розтини у відповідності з стандартом ГОСТ 2.305-2008 (рис. 15). Так як, зображення виду спереду і виду

зліва, фронтального і профільного розтинів є симетричними фігурами, поєднуємо половину виду з половиною розтину.

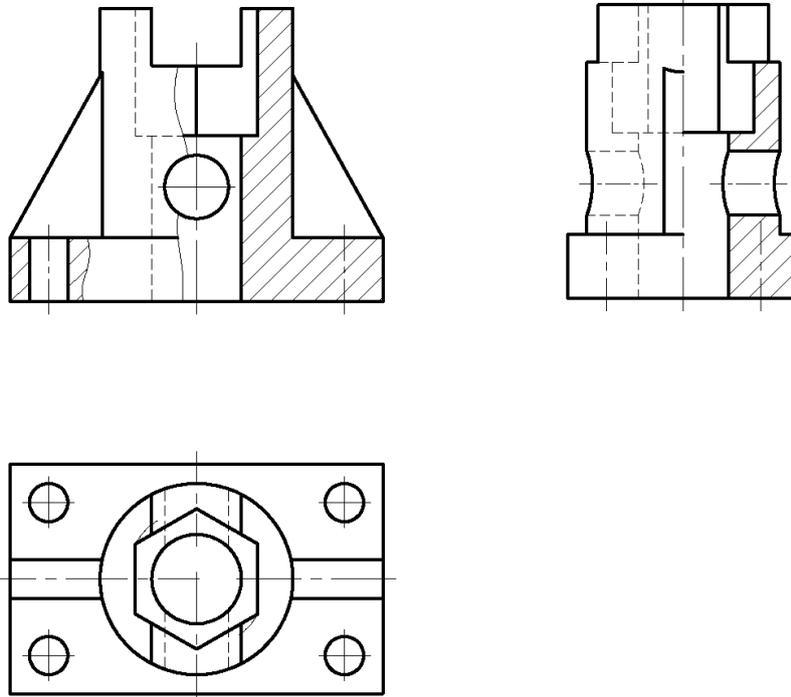


Рис. 15. Три головні види моделі з простими розтинами

На головному зображенні вид відокремлюємо від розтину суцільною хвилястою лінією, так як проекція ребра шестигранної призми співпадає з осью ліній зображення.

На фронтальному розтині контур ребра жорсткості обмежуємо суцільною товстою лінією і ребро не штрихується, так як розтинальна площина направлена поздовж цього елемента.

Вертикальні отвори в основі деталі показуємо місцевим розтином на виді спереду.

Фронтальний і профільний розтини не позначаємо, так як розтинальна площина співпадає з площинами симетрії моделі.

8. На всіх зображеннях проставляємо розміри у відповідності з стандартом ГОСТ 2.307-2011 при цьому розміри, що визначають зовнішню форму моделі, вказуємо зі сторони видів, а розміри, які відносяться до внутрішніх поверхонь – зі сторони розтинів (рис. 16).

9. На всіх видах убираємо невидимі лінії (рис. 16), остаточно оформлюємо кресленик.

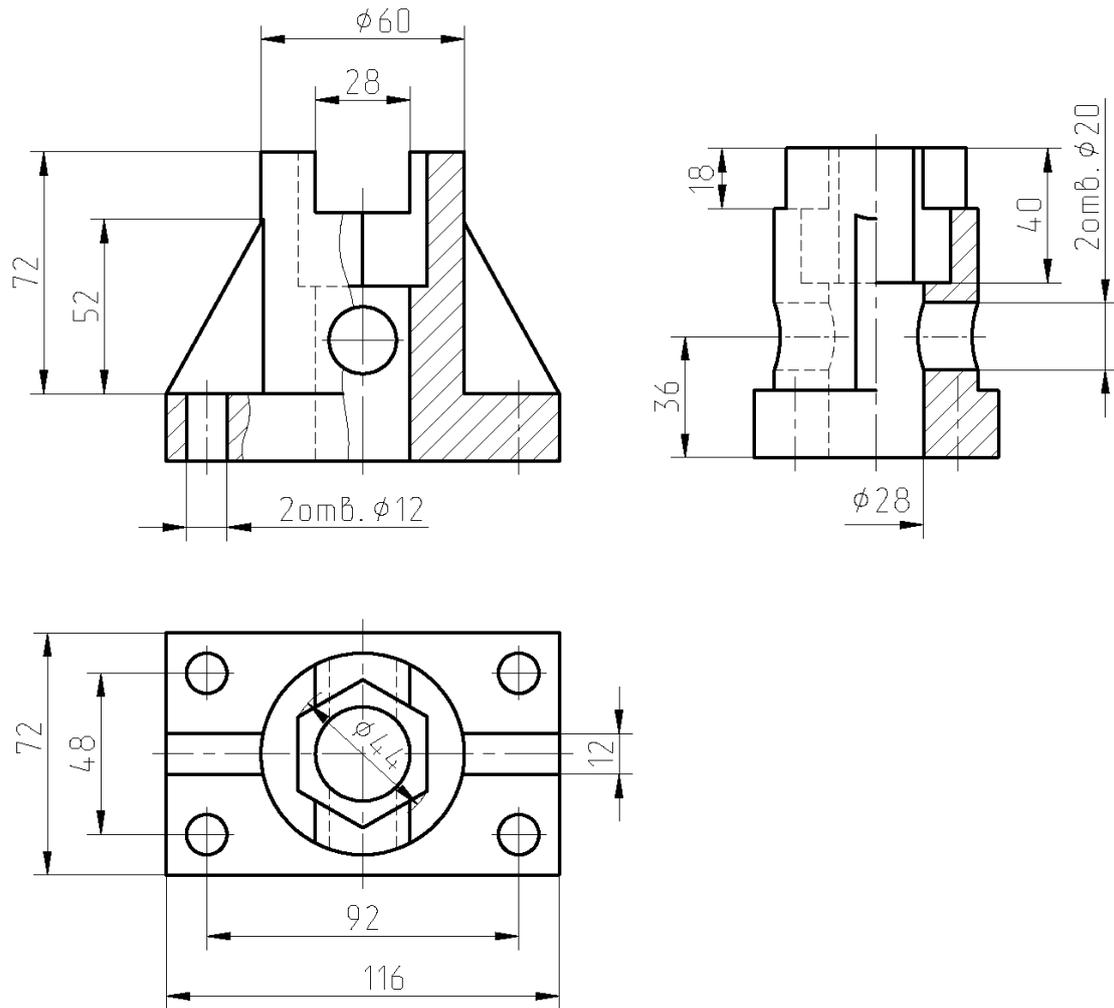


Рис. 16. Комплексний кресленик моделі з простими розтинами та
проставленими розмірами

1.1.4. СКЛАДНІ РОЗТИНИ

Складний розтин – розтин, виконаний декількома розтинальними площинами, який за положенням розтинальних площин поділяється на (рис. 17, 18):

- **східчастий розтин** – складний розтин, виконаний декількома паралельними розтинальними площинами (рис. 17);
- **ламаний розтин** – складний розтин, виконаний за допомогою розтинальних площин, що перетинаються (рис. 18).

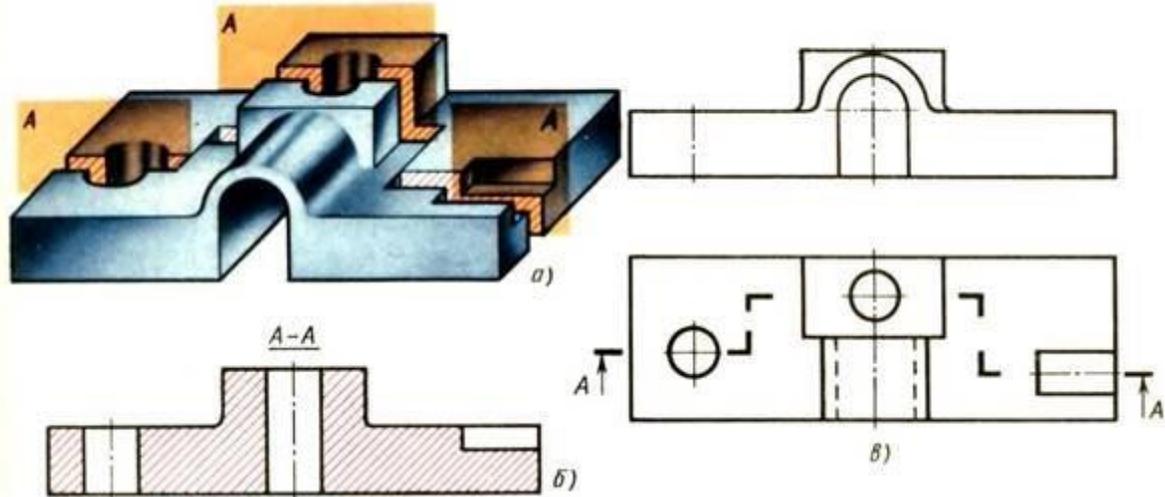


Рис. 17. Складний східчастий розтин

При ламаних розтинах розтинальні площині умовно повертають до суміщення в одну площину (рис. 18).

Якщо суміщені розтинальні площини паралельними до однієї з основних площин проєкцій, то ламаний розтин допускається розташовувати на місці відповідного виду.

При повороті розтинальної площини елементи предмета, що розташовані за нею, викреслюють так, як вони проєкціюються на відповідну площину, до якої здійснюється суміщення.

Поряд з розглянутими східчастими і ламаними розтинами застосовують місцеві розтини (рис. 19).

Місцевий розтин – розтин, який слугує для виявлення форми предмета лише в окремому, обмеженому місці.

Місцевий розтин відокремлюють від виду суцільною хвилястою лінією (рис. 19). Ця лінія не повинна збігатися з будь-якими іншими лініями зображення.

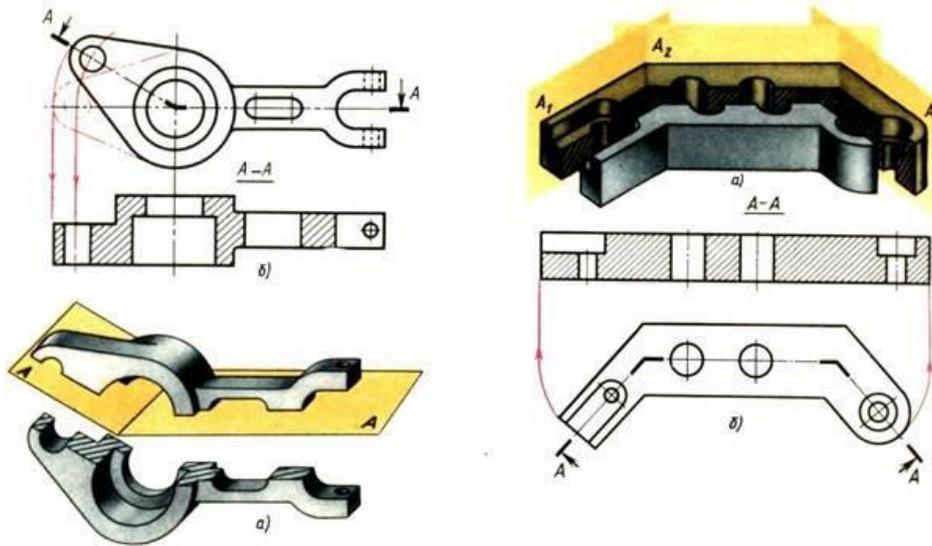


Рис. 18. Складні ламані розтини

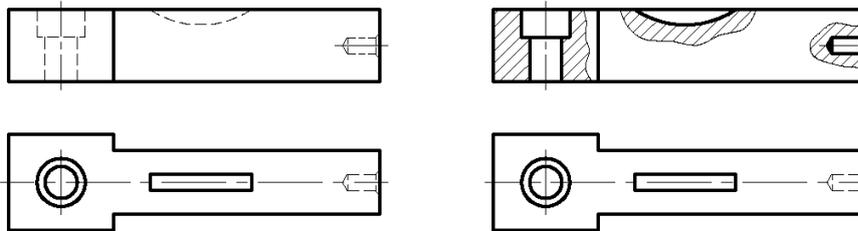


Рис. 19. Місцеві розтини

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ РОЗТИНІВ НА КРЕСЛЕНИКАХ

1. Допускається на одному зображенні викреслювати частину виду, поєднуючи з відповідним розтином, розділяючи їх суцільною хвилястою лінією (рис. 20).

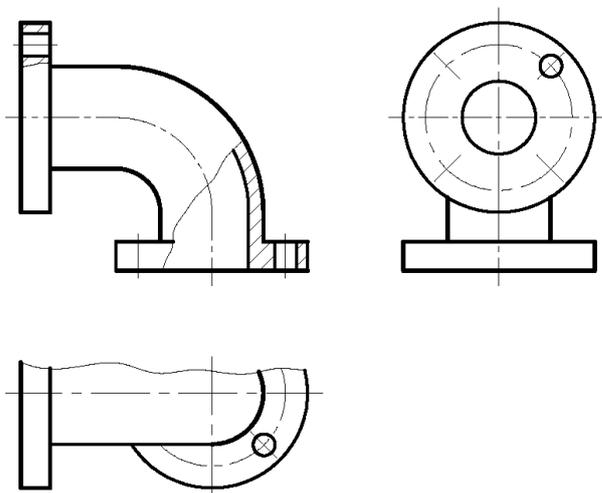


Рис. 20. Спрощення зображень

2. Допускається поєднувати половину виду з половиною розтину, якщо кожне з цих зображень є симетричною фігурою. У цьому випадку лінією їх поділу буде вісь симетрії (рис. 21).

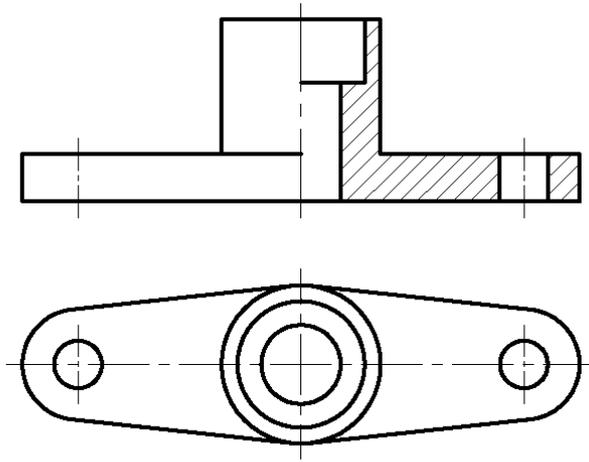


Рис. 21. Поєднання половини виду з половиною розтину

3. Якщо в з'єднанні половини виду з половиною розтину поділяючою є їх вісь симетрії, яка співпадає з проекцією ребра предмета, то границею між видом і розтином є хвиляста лінія, яку проводять, так щоб зберегти зображення ребра (рис. 22, а, б)

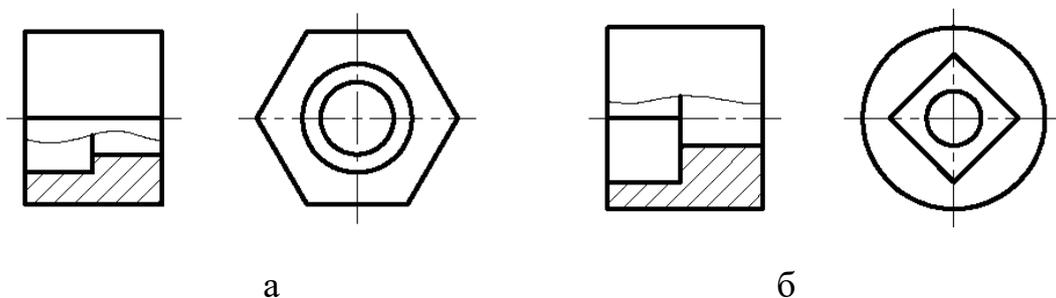


Рис. 22, а, б

4. Такі елементи деталей, як тонкі стінки, ребра жорсткості показують в розтинах не заштрихованими у тому випадку, коли розтинальна площина направлена поздовж осі або довгої сторони цих елементів (рис. 23).
5. Отвори, що розташовані по колу на круглому фланці та не попадають до розтинальної площини (див. рис. 20), на розтинах допускається показувати, так як би вони були розташованими в розтинальній площині.

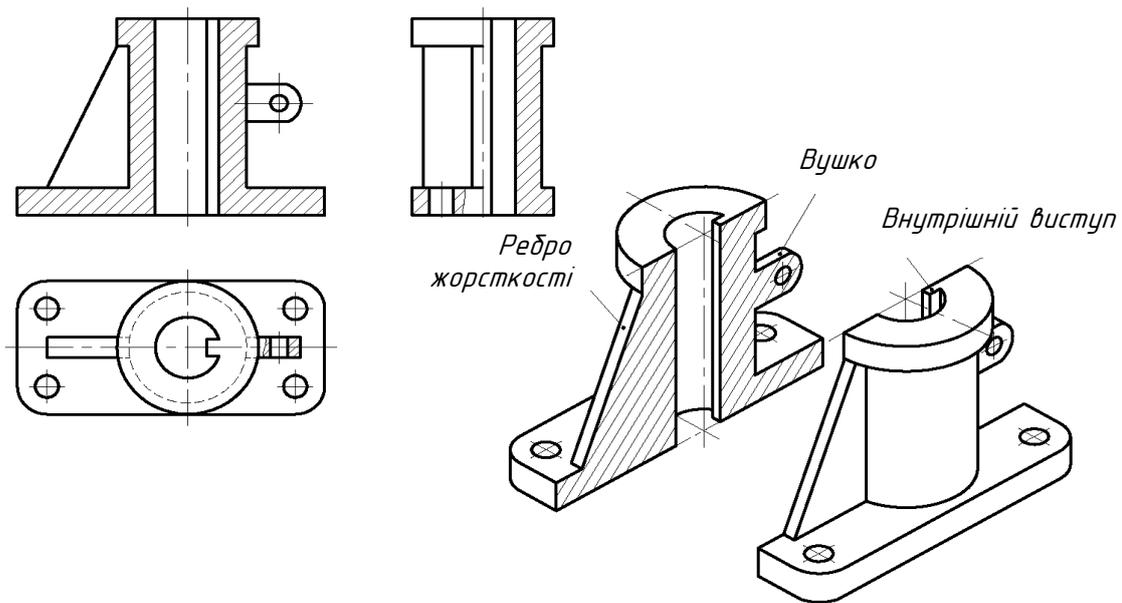


Рис. 23. Побудова розтинів через тонкі стінки, ребра жорсткості

1.1.5. ГРАФІЧНЕ ПОЗНАЧЕННЯ МАТЕРІАЛІВ У РОЗТИНАХ

Позначання матеріалів на креслениках здійснюють відповідно до ГОСТ 2.306- 68.

Загальна графічна позначка в розтинах залежно від виду матеріалу має вид похилих паралельних суцільних тонких ліній.

Похилі паралельні лінії штриховки проводять під кутом 45° до лінії контуру зображення, або до його осі чи рамки формату. Якщо напрямок ліній штриховки збігається з напрямом осі, контурних ліній або ліній рамки, то кут 45° замінюють кутами 30° або 60° .

Штриховка всіх елементів розтину однієї деталі повинна бути однаковою за напрямком і відстанню між лініями. Відстань між паралельними лініями штриховки вибирається залежно від площі штриховки і має бути в межах $1 \dots 10$ мм.

Штриховка розтинів суміжних деталей здійснюють в різні боки з різним інтервалом між лініями, або в один бік, але з різними інтервалами (рис. 24).

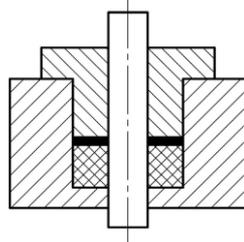
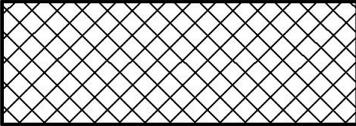
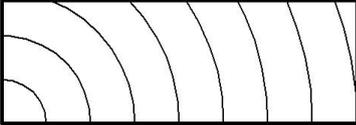
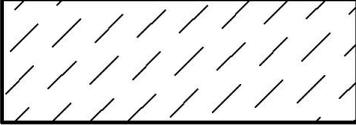
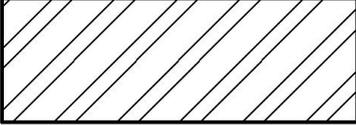
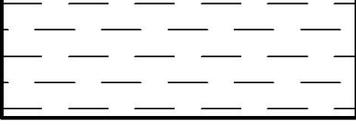


Рис. 24. Нанесення штриховки в розтинах

Вузькі площі розрізів (менше 2 мм) затушовують або не штрихують зовсім. Графічні позначки деяких матеріалів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Умовне позначення матеріалу у розтинах

	<i>Метали, тверді сплави і композитні матеріали, до складу яких входить метал</i>
	<i>Неметалеві матеріали (гума, пластмаси тощо), крім наведених нижче</i>
	<i>Деревина (поперек волокон)</i>
	<i>Каміння природне</i>
	<i>Кераміка, силікатні матеріали для мурування, цегляні вироби</i>
	<i>Залізобетон</i>
	<i>Скло та інші прозорі матеріали</i>
	<i>Рідина</i>
	<i>Ґрунт природній</i>

1.1.6. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ

Розглянемо ряд положень **нанесення розмірів** на креслениках, що стосуються, головним чином, машинобудівельного креслення (ГОСТ 2.307- 2011):

1. Усі розміри повинні бути рівномірно нанесені на всіх зображеннях, причому кожний розмір позначається на кресленику тільки один раз.
2. Загальна кількість розмірів на кресленику повинна бути мінімальною, але достатньою для виготовлення та контролю виробу.
3. Розміри симетричних форм наносять відносно осі симетрії.
4. Розмірні лінії слід наносити переважно поза контуром зображення.
5. При поєднанні вигляду і розтину розміри зовнішньої форми зазначають з боку виду, розміри внутрішньої форми – з боку розтину.
6. Розміри, що відносяться до одного і того ж конструктивного елемента (паза, отвору і т.ін.), рекомендується групувати в одному місці, вказуючи їх на тому зображенні, на якому геометрична форма даного елемента показана найбільш повно.
7. Розміри декількох однакових елементів предмета наносять один раз із зазначенням їх кількості.

1.1.7. ЗАПОВНЕННЯ ОСНОВНОГО НАПISУ КРЕСЛЕНИКА

Основний напис виконують за ГОСТ 2.104-2006 (рис. 25):

- а) позначення документа виконати шрифтом № 7 з інтервалом після крапки
КІТМР. 442 000. 001. 002. 027

де КІТМР – факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій мехатроніки та робототехніки;

442 000 – розрахунково-графічні роботи;

001 – № теми (перша тема);

002 – № завдання (друге завдання);

027 – варіант (27 варіант).

- б) назву задачі (деталі) виконати шрифтом № 7;

в) позначення матеріалу деталі (графу заповнюють тільки на креслениках деталей) – шрифтом № 5;

- г) прізвища студента та викладача – шрифтом № 3,5;

д) масштаб, абрєвіатуру навчального закладу або кафедри, на якій викреслюється навчальна робота, літеру даного документа «Н», групу студента – шрифтом № 5 або 3,5.

Взаб.	Побл. и дата					7	KITMP 442 000. 000. 000		
		Изм. Лист	№ докум.	Побл.	Дата	7	Лит.	Масша	Масштаб
Инв. № побл.	Побл. и дата	Разраб.	Науменко			5	Н	5	1:1
		Проб.	Райковська				Лист	Листов	1
		Т.контр.				5	Житомирська політехніка		
		Н.контр.	35	Ст. 3 ДСТУ 2651:2003			5	гр. МБ-8	
		Утв.	Райковська			Копировал			
						Формат А4			

Рис. 25. Зразок заповнення основного напису
(номер шрифту вказано в кружечках)

1.2. МАШИНОБУДІВНЕ КРЕСЛЕННЯ

КОРОТКИЙ ТЕОРЕТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.2.1. ЛІНІЇ ЗРІЗУ

Багато деталей приладів і машин мають в своїй основі форму тіла обертання зі складною формою поверхні такі деталі відносяться до першої групи і зазвичай вони виготовляються на металорізальних верстатах: спочатку на токарних, а потім на фрезерних або стругальних. Таку деталь, можна розглядати як таку, що складається з частин елементарних тіл обертання – циліндра, конуса, сфери та тора або кругового кільця. Деталі з тіл обертання часто конструюють шляхом зрізу частини тіла площиною, паралельної осі. При цьому в перетині поверхні тіла з площиною зрізу утворюються складні лінії, побудову яких розглянуто у курсі нарисної геометрії. Ці лінії, які є окремим випадком лінії перетину поверхні обертання з площиною (площина паралельна осі), називаються **лініями зрізу**.

Деталі другої групи (їх заготовки), як правило, отримують литвом, поковкою або штампуванням з подальшою механічною обробкою окремих елементів деталі. При цьому, такі деталі зазвичай мають плавні переходи між поверхнями. Лінією «переходу» називають – можливу лінію перетину

поверхонь, якої насправді не існує на поверхні деталі із-за плавного переходу однієї поверхні в іншу через третю поверхню. Такі плавні переходи однієї поверхні в іншу, їх згладжування потрібні на лініях деталей для зменшення концентрації теплової напруги. Лінію «переходу» будують на кресленику деталі як лінію перерізу поверхонь (без урахування згладжувальної поверхні) для більшої наочності й зручності нанесення розмірів.

Лінії «зрізу» і лінії «переходу» з точки зору нарисної геометрії – це лінії перетину поверхонь.

Методика побудови лінії «зрізу» і лінії «переходу» принципово не відрізняється, оскільки обидві ці завдання аналогічні за своїм змістом – це завдання на перетин поверхонь. Звичайно, побудова лінії «переходу» виконується складніше, ніж побудова лінії «зрізу» із-за самого характеру ліній: лінія «зрізу» – плоска крива, а лінія «переходу» – просторова крива. Особливі прийоми, що спрощують графічне вирішення завдань на перетин поверхонь, детально викладені в курсі нарисної геометрії.

При цьому слід знати, що будь-яку деталь можна розчленувати на окремі прості геометричні тіла, такі як циліндр, конус, сфера, кругове кільце (тор) та ін. А також пам'ятати, що площина, яка проходить паралельно осі, перетинає циліндр по твірній, прямий круговий конус – по гіперболі, сфера завжди перетинається площиною по окружності, тор перетинається по кривій, так званій в загальному випадку криві Персея*.

1.2.2. РОБОЧІ КРЕСЛЕНИКИ ТЕХНІЧНИХ ДЕТАЛЕЙ

Більшість деталей має схожу інформацію, що зазначається на кресленику різними способами. В основному написі графічно відображається: тип і назва деталі, масштаб, зміни, що вносяться до кресленика, аркуш, кількість аркушів кресленика деталі, номер деталі за специфікацією, організаційна інформація (виконавець, керівник, контроль, організація).

Форма деталі відображається зображеннями (видами, перерізами, розтинами та їх позначенням) і розмірами форми.

* Криві Персея – такі криві, які утворюються при перетині тора, який самоперетинається з площинами, паралельними його осі.

Частина форми деталі не відображається зображеннями і розмірами за умовчанням. Кресленик повинен утримувати необхідну і достатню кількість зображень, які визначають форму деталі. На кресленіку деталь повинна бути зображена у тому вигляді, в якому вона поступає на збірку.

Зображення, які вибрано для кресленика деталі, повинні:

- відображати форму деталі;
- відображати форму усіх елементів деталі та їх відносне розташування; забезпечувати нанесення розмірів форми і розташування усіх елементів деталі;

- допускати можливості представлення форм, розміри форми і розміри розташування відсіків оболонки деталі, що не відображаються за умовчанням.

Особливості виконання креслеників деталей:

- кожне зображення повинно відображати найбільшу кількість інформації та бути по-можливості більш простим, з точки зору, виконання кресленика;
- якщо деталь має похилі елементи, то до числа її зображень будуть входити допоміжні види або похилі розтини;
- якщо деталь складається тільки з елементів, наповнених матеріалом, то в більшості випадках її зображеннями слугують види;
- якщо деталь має в своїй конструкції порожнисті елементи, то до числа її зображень увійдуть розтини і перерізи;
- перерізи і розтини необхідно виконувати із збереженням орієнтації їх розтинальних площин, якщо вони задані на головному виді. Якщо ж вони задані на інших зображеннях, то допускається або зберігати орієнтацію їх розтинальної площини, або повертати перерізи і розтини до орієнтації, яка співпадає з орієнтацією деталі на головному виді;
- кількість зображень може бути зменшено завдяки об'єднання місцевого розтину з неповним видом, а для симетричних деталей – при поєднанні половини виду з половиною розтину;
- зображення оригінальних деталей складаються зі зображень оригінальних і стандартних елементів;
- стандартні деталі мають стандартні зображення, що складаються зі зображень стандартних елементів;
- масштаби зображень вибирають виходячи із зручності виконання і читання кресленика, а також для визначення розмірів його формату. Рекомендується в межах можливого використовувати масштаб 1:1.

1.2.3. КРЕСЛЕНИК ЗУБЧАСТОГО КОЛЕСА

Зубчасті передачі застосовують для передачі обертового руху з одного вала на іншій, перетворення обертового руху на поступальний й зміни частоти обертання валів. Терміни, визначення й позначення елементів зубчастих передач установлені ГОСТ 16530-70 та ГОСТ 16531-70.

Обертання зубчастого колеса передається від вала за допомогою шпонкового або шліцьового з'єднання. У пари зубчастих коліс, що перебувають у зачепленні, є дві сполучені окружності. Їх називають ділильними окружностями. На кресленні ділильні окружності проводять штрих-пунктирною лінією, а діаметр їх позначають буквою d (рис. 26).

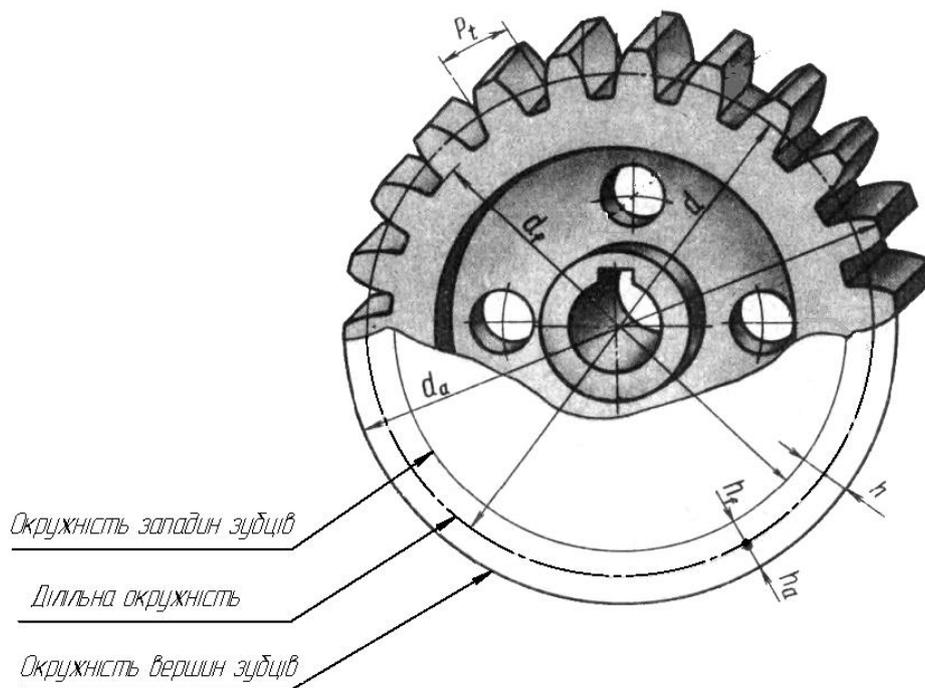


Рис. 26. Основні елементи зубчастого колеса

Відстань між однойменними профільними поверхнями сусідніх зубців, обмірювана в міліметрах по дузі ділильної окружності, називають кроком зачеплення. Крок позначають буквою P_t . Крок дорівнює довжині ділильної окружності, діленої на кількість зубців. Кількість зубців на кресленнику позначається буквою Z . Довжина ділильної окружності дорівнює величині кроку, помноженої на кількість зубців, $\pi d = P_t Z$. Звідси визначаємо діаметр ділильної окружності $d = (P_t/\pi)Z$. Величину P_t/π позначають літерою m і називають модулем зубчастого колеса $m = d/Z$.

Слід зазначити такі основні елементи зубчастого колеса (рис. 26):

Окружність виступів (вершин) – поверхня, що обмежує зубці з боку, протилежного тілу зубчастого колеса.

Ділильна окружність – поверхня зубчастого колеса, що є базовою для визначення елементів зубців і їх розмірів.

Окружність западин – поверхня, що відокремлює зубці від тіла зубчастого колеса.

Ділильна окружність ділить висоту зуба на дві частини: голівку (*ha*) і ніжку (*hf*). Основними параметрами зубчастого зачеплення є кількість зубців *Z* і модуль *m*.

Зубчасті колеса викреслюють на креслениках умовно. Кресленик супроводжують таблицею. Умовні зображення зубчастих коліс встановлені ГОСТ 2.403-68. На навчальних креслениках припустиме застосування спрощеної таблиці (приклад завдання).

Параметри, внесені до таблиці, на кресленику не повторюють.

На кресленні зубчасте колесо зображують в одній проекції, а саме: на основному зображенні поміщають фронтальний розтин (зубці у поздовжньому розтині показують не розсіченими). Якщо посадку зубчастого колеса на вал роблять за допомогою шпонки, допустимо зображувати на вигляді збоку тільки контур посадкового отвору.

ЧАСТИНА 2 КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА

2.1. КОРОТКИЙ ТЕОРЕТИЧНИЙ ОГЛЯД

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

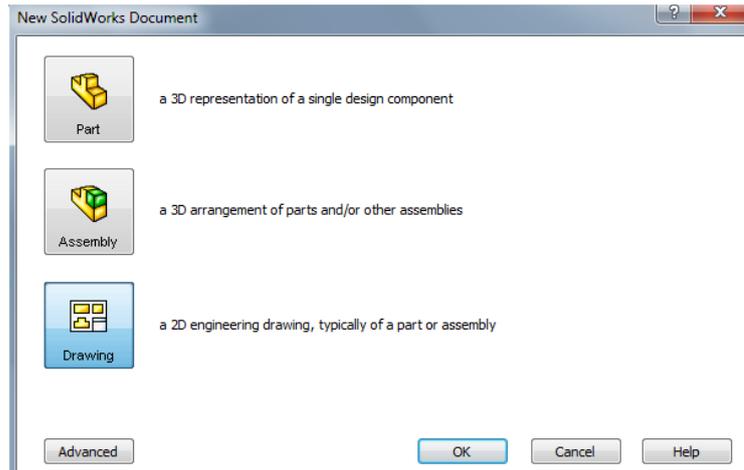


Рис. 27. Вибір режиму Drawing (Чертеж)

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

1. Панель «АННОТАЦІЙ» (ANNOTATION)

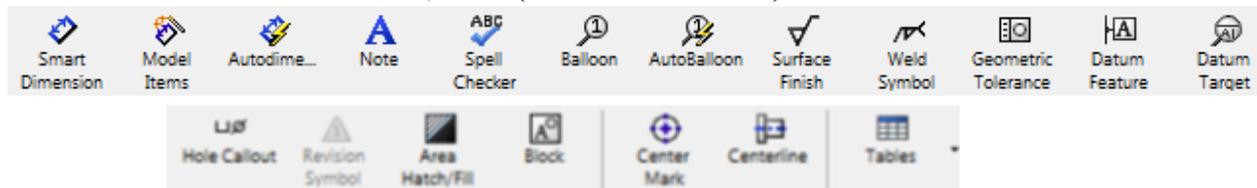


Рис. 28. Панель «Анотації»

2. Панель «ЭСКИЗ» (SCETCH)



Рис. 29. Панель «Ескіз»

3. Панель «ЧЕРТЕЖ» (DRAWING)



Рис. 30. Панель «Кресленик»

4. Панель «ФОРМАТ ЛИНИИ» (LINE FORMAT)



Рис. 31. «Формат лінії»

5. Панель «ВЫРАВНИВАНИЕ» (ALIGN)



Рис. 32. Панель «Вирівнювання»

6. Панель «СЛОИ» (LAYERS)



Рис. 33. Панель «Слої»

2.1. 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, розташування елементів деталі і т.ін. Розглянемо покроково основні елементи оформлення креслеників:



1. Виберіть команду **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, на кресленику, то цей допуск появиться також і в асоціативно

зв'язаному з даним креслеником 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 кресленику необхідно обрати на виді 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, «H8»;
- 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 виді** розмір і у 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

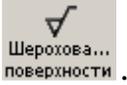
За необхідності у полі **Точність допуску** обирається три десятинних розрядів для настроювання точності відображення допуску. Текст повинен виглядати наступним чином:

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

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 кресленника, то поруч з курсором з'явиться зображення значка шорсткості з встановленим параметром.

3. Тепер вкажіть курсором на кресленнику 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.

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. 34).

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. При цьому 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.

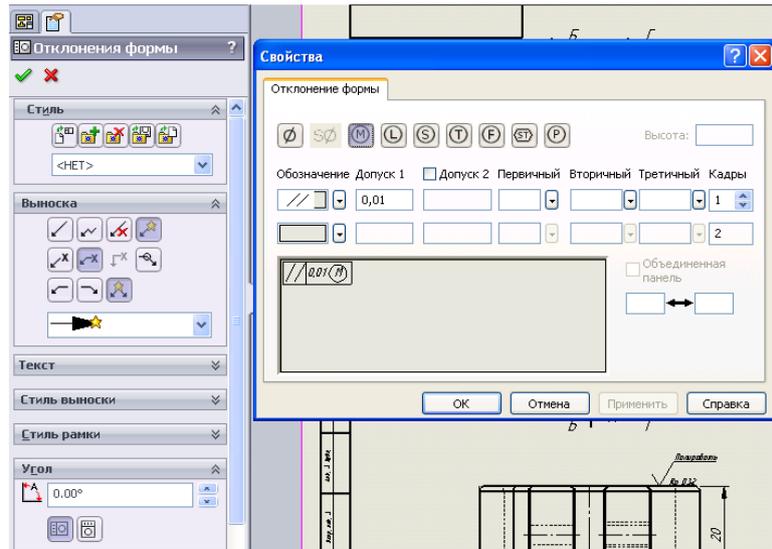


Рис. 34. Панель «Відхилення форми»

ПРИМІТКА

Залежно від застосування вимог можливе призначення додаткових вимог за допомогою значків \varnothing $S\varnothing$ M L S T F ST P . 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 \varnothing для установки значка діаметра. У разі залежного допуску натисніть кнопку M 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.

ТЕКСТОВІ ПОЯСНЕННЯ

Жоден кресленник 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 кресленника, 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 **Примітки** 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  .

3. ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

КРЕСЛЕНИК СКЛАДНОЇ ГЕОМЕТРИЧНОЇ ПОВЕРХНІ

Індивідуальне завдання на лабораторну роботу № 1

1. Завдання обрати за варіантом (табл. 2); приклад завдання рис. 36.
2. Побудувати три проекції геометричного тіла з вирізом за розмірами: діаметр основи геометричного тіла – 80 мм; діаметр верхньої основи – 50 мм; висота поверхні – 100 мм; вирізи виконати як вказано у завданні.
3. Нанести розміри, оформити кресленик.

Методичні поради

Одинарне проникання

Задача полягає в побудові трьох проекцій геометричного тіла, яке обмежене гранню чи криволінійною поверхнею. Геометричне тіло, яке задане двома проекціями, перетинається наскрізним призматичним фронтально-проекціуючим отвором. Розглянемо розв'язання наведеної задачі на прикладі (рис. 35).

Задачу розв'язують методом повних перерізів за таким алгоритмом:

1. Аналізують форму поверхні, що обмежує геометричне тіло.

На рис. 35 – це конічна поверхня. Отвір має форму чотирикутної фронтально-проекціуювальної призми.

обрис твірних конуса на Π_2 з площиною Δ . Фронтальна проекція другої осі цього еліпса 5_2-6_2 знаходиться посередині відрізка Π_2-III_2 . Ще одна пара характерних точок 7 і 8 лінії перерізу знаходиться на перетині січної площини Δ та двох твірних, які є обрисом конуса на Π_3 . Для побудови еліпса також визначені проміжні точки 9, 10, 11, 12.

Площина Θ , яка проведена через праву грань отвору, перетинає конічну поверхню по гіперболі. Щоб побудувати вершину V гіперболи, продовжують праву обрис на Π_2 твірну конуса до перетину з площиною Θ . Визначені також допоміжні точки 11, 12, 3, 4, 13 і 14, через які проходить гіпербола.

Площина Ω , яка проведена через ліву грань призматичного отвору, паралельна лівій твірній конуса. Вона перетинає конус по параболі. Оскільки побудова вершини параболі виходить далеко за межі рисунку, визначені допоміжні точки 1, 2, 9, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, через які проведено дуги параболі.

Побудовані лінії повних перерізів проведені тонкими суцільними лініями.

3. На повних перерізах конічної поверхні виділяють частини, які належать граням призматичної поверхні: це дуги кола $\widehat{13}$ і $\widehat{24}$, що належать нижній грані, дуги еліпса $\widehat{911}$ і $\widehat{1012}$, що належать верхній грані, дуги гіперболи $\widehat{311}$ і $\widehat{412}$, що належать правій грані, та дуги параболі $\widehat{19}$ і $\widehat{210}$, що належать лівій грані отвору. Визначають їх видимість на кожній площині проекцій. Видимі елементи позначають суцільною товстою основною лінією, невидимі – штриховою.

4. На обрисах твірних поверхні видаляють частини, що вирізані призматичним отвором. Це відрізки обрис твірних конічної поверхні на Π_3 , які обмежені точками 7 і 8 та нижньою гранню отвору.

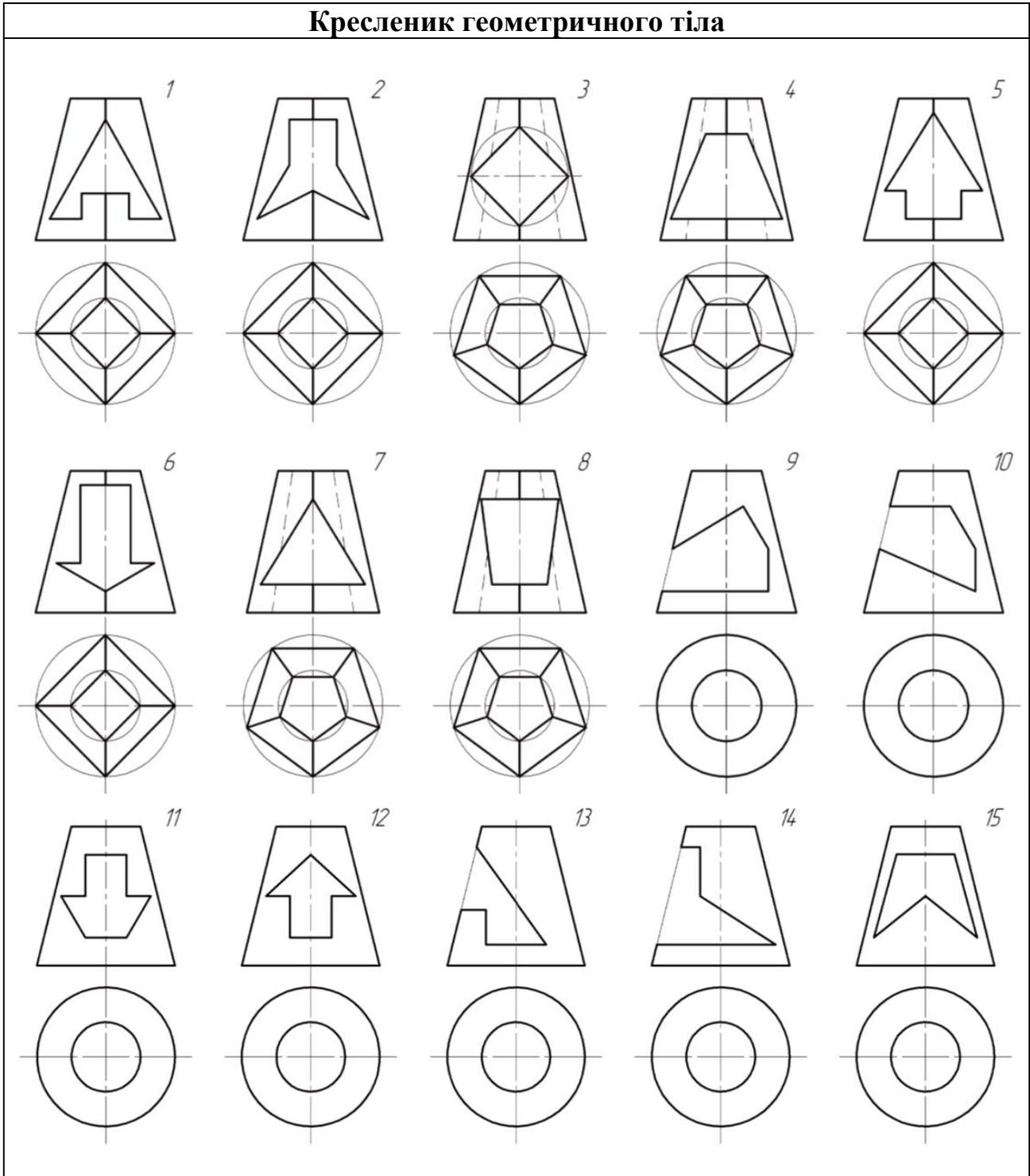
5. Визначають ребра призматичної поверхні отвору.

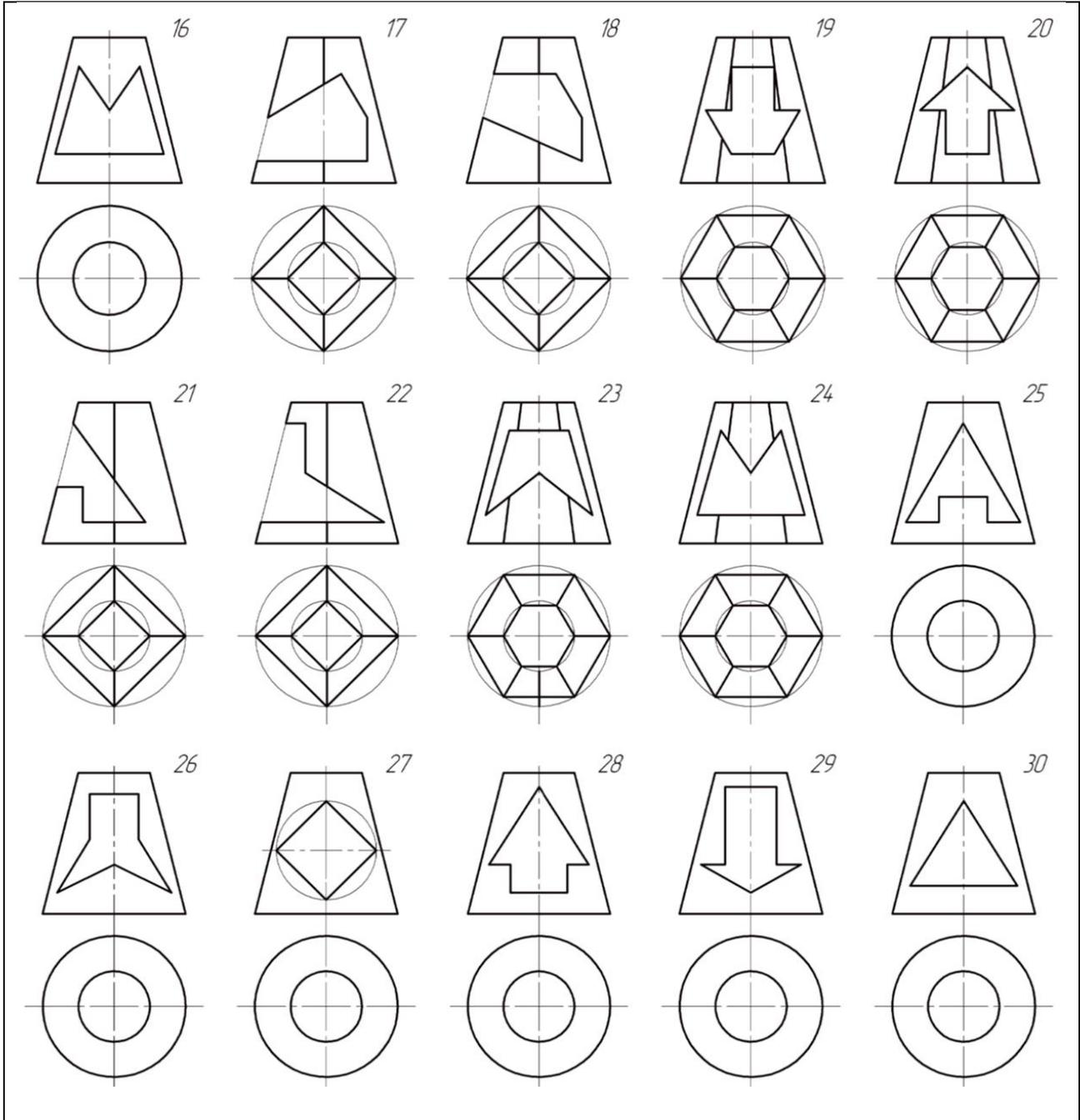
Це відрізки 1-2, 3-4, 9-10 та 11-12. На Π_1 та Π_3 вони невидимі, тому зображені штриховою лінією.

Таблиця 2

Індивідуальне завдання на лабораторну роботу № 1

Кресленик геометричного тіла





Методичні поради

Зображення геометричних тіл складної форми

Зображення на креслениках виконують відповідно ГОСТ 2.305-2008. Для виявлення форми предмета на креслениках застосовують шість основних видів, що утворюються проєкціюванням на грані куба: вид спереду (головний вид), вид зверху, вид зліва, вид справа, вид знизу, вид ззаду.

Вид – це зображення видимої спостерігачеві частини поверхні предмета. Для даної поверхні використано три основні види: вид спереду, вид зверху і вид зліва (рис. 37).

Для виявлення внутрішньої форми предмета на креслениках застосовують розтини та перерізи.

При побудові розтинів частину предмета, що розміщена між спостерігачем і розтинальною площиною, умовно відкидають. У розтині показують те, що розміщене в розтинальній площині і за нею. Фігура, що розташована у розтинальній площині, називається *перерізом* і виділяється штриховкою.

Положення розтинальної площини вказують розімкнутою лінією – слідом проєкцією розтинальної площини, перпендикулярно до якої креслять стрілки, що вказують напрям зору.

Обидві стрілки позначають однією і тією ж великою літерою. Розтин надписують на кресленику, наприклад, А-А, Б-Б тощо (рис. 37).

Якщо розтинальна площина збігається з площиною симетрії предмета і розтин розміщений в проєкційному зв'язку на відповідному основному виді, то положення розтинальної площини не позначають і написом розтин не супроводжують.

Дозволяється на одному зображенні поєднувати половину розтину з половиною виду, якщо обидва зображення симетричні відносно однієї і тієї ж осі, яка їх розділяє.

Якщо суцільна товста основна лінія зображення (наприклад, ребро) розташована на осі симетрії, між видом і розтином проводять хвилясту лінію обриву.

Зображення на кресленику виконують в проєкційному зв'язку, але лінії зв'язку не проводять, осі проєкцій не показують. На кресленику наносять необхідні розміри.

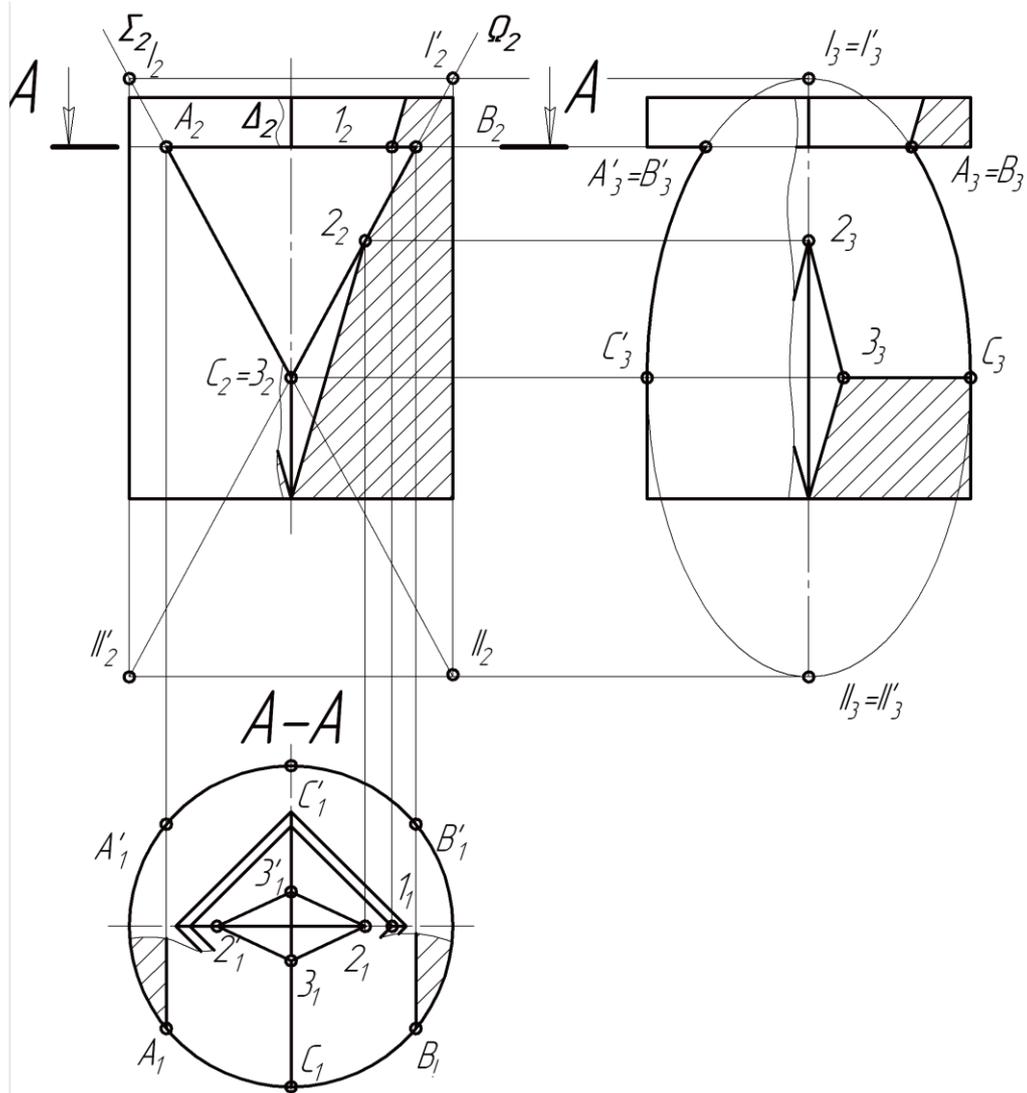


Рис. 37. Кресленик складної геометричної поверхні

Алгоритм побудови

Перетин поверхонь площинами. Подвійне проникання

Розглянемо алгоритм розв'язання задачі на прикладі, що наведений на рис. 56.

1. Аналізують графічну умову задачі та встановлюють форму поверхонь, що обмежують геометричне тіло.

Зовнішня поверхня тіла – циліндрична, а внутрішня – поверхня правильної чотиригранної піраміди. Призматичний отвір має в нормальному перерізі форму рівнобічного трикутника.

2. Будують вид зліва без врахування ліній перетину.

3. Розв'язують зовнішню задачу: будують лінії перетину зовнішньої поверхні геометричного тіла з призматичним отвором.

Для цього застосовують метод повних перерізів та залишають частини лінії перетину, що належать граням отвору.

На виді зліва видаляють частини контурних твірних циліндра, які вирізані призматичним отвором.

4. Планують виконання розтинів для розкриття форми внутрішньої поверхні.

Так, на всіх трьох видах доцільно поєднати половину виду з половиною розтину за допомогою тонкої хвилястої лінії, оскільки у даному випадку на всіх зображеннях геометричного тіла ребра піраміди розташовані на осях симетрії. Площина горизонтального розтину має бути проведена по найширшій частині отвору або по найширшій частині зовнішньої поверхні. У даному випадку розтин виконаний по верхній грані отвору. Два інших розтини утворені розтинальними площинами, які збігаються з площинами симетрії зображень.

5. Розв'язують внутрішню задачу: визначають лінію перетину правильної чотиригранної піраміди з призматичним отвором.

Оскільки гранні поверхні перетинаються по ламаній лінії, достатньо визначити вершини ламаної та з'єднати їх відрізками прямих. Тому повний переріз побудований лише для площини Δ , а для решти – тільки вершини 2, 2', 3 і 3'.

На видах зверху та зліва видаляють частини ребер піраміди, які вирізані призматичним отвором.

6. Визначають ребра призматичного отвору.

У даному випадку це ребра – $A-A'$, $B-B'$, $C-3$ і $C'-3'$. Суцільною товстою лінією наводять видимі відрізки цих ребер.

7. Остаточо оформлюють розтини.

Виконуючи горизонтальний розтин, позначають положення розтинальної площини $A-A$. Позначення фронтального та горизонтального розтинів не виконують. На всіх зображеннях наносять розміри та штриховку.

Таблиця 3

Індивідуальні завдання на лабораторну роботу № 3

Кресленик складної геометричної поверхні			
<p>1</p>	<p>5</p>	<p>9</p>	<p>13</p>
<p>2</p>	<p>6</p>	<p>10</p>	<p>14</p>
<p>3</p>	<p>7</p>	<p>11</p>	<p>15</p>
<p>4</p>	<p>8</p>	<p>12</p>	<p>16</p>

<p>17</p>	<p>21</p>	<p>25</p>	<p>29</p>
<p>18</p>	<p>22</p>	<p>26</p>	<p>30</p>
<p>19</p>	<p>23</p>	<p>27</p>	
<p>20</p>	<p>24</p>	<p>28</p>	

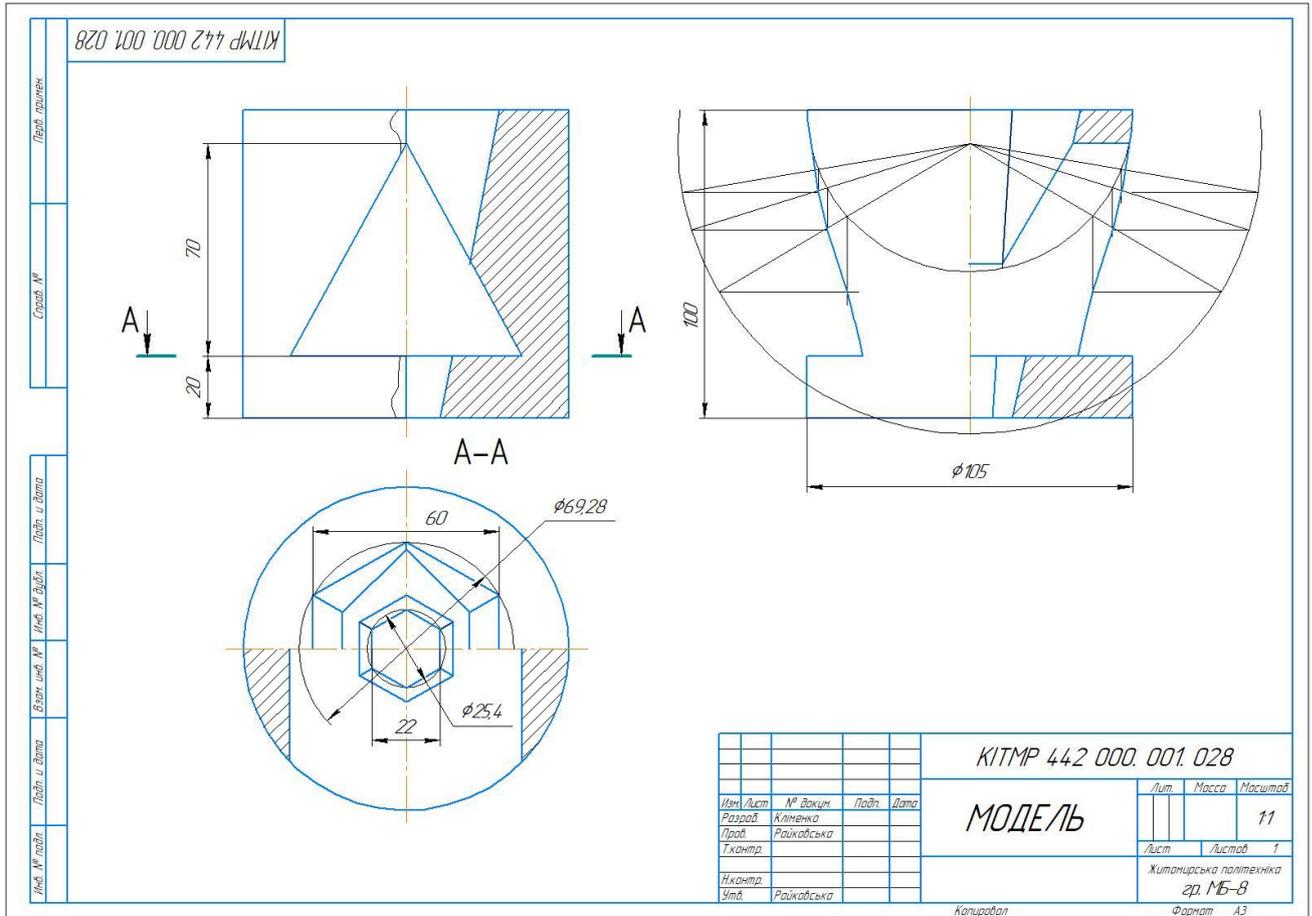


Рис. 38. Приклад виконання завдання № 2

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

КОМПЛЕКСНИЙ КРЕСЛЕНИК МОДЕЛІ З ПРОСТИМИ РОЗТИНАМИ

Індивідуальне завдання на лабораторну роботу № 3

Дано: два види кресленника моделі (таблиця 4), приклад завдання рис. 39.

Виконати:

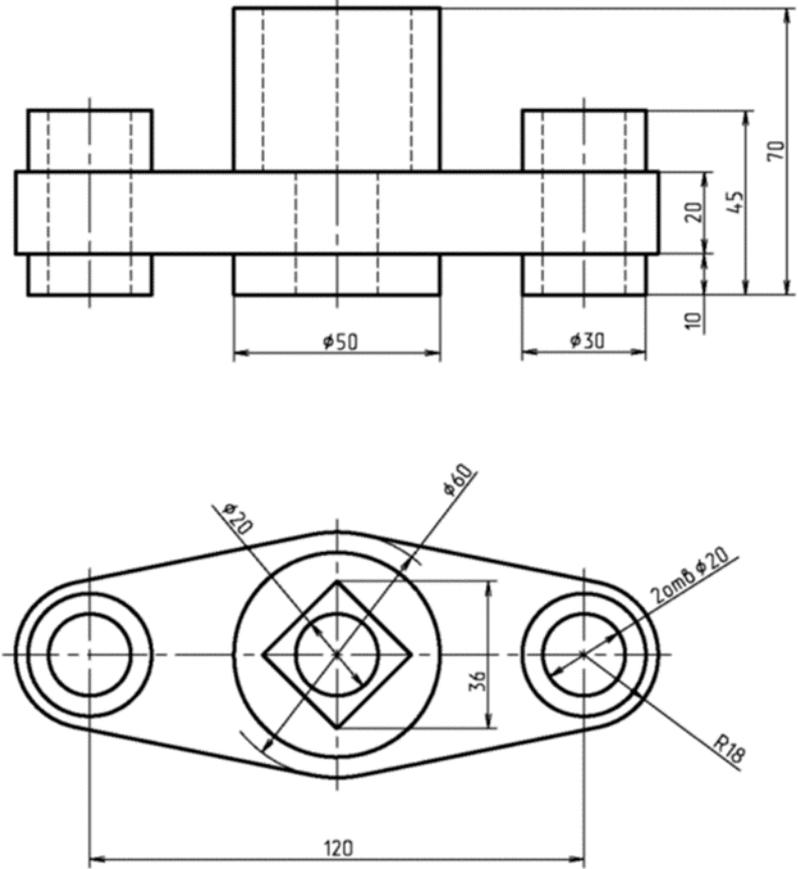
1. Накреслити три зображення деталі з розтинами за даними таблиці 4.
2. Виконати зображення деталі в прямокутній ізометрії для парних варіантів або в прямокутній диметрії для непарних варіантів з вирізом передньої лівої частини координатними площинами.
3. Проставити розміри, оформити кресленик.

Методичні поради

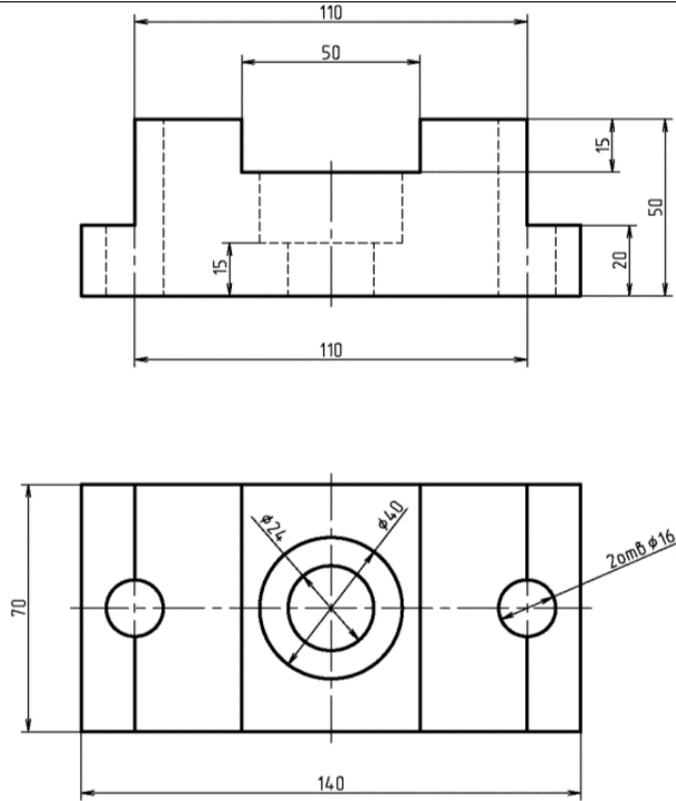
1. Вивчити частину ГОСТ 2.305-68, що регламентує застосування розтинів.
2. Якщо площина розтину збігається із площиною симетрії деталі, розтин позначати не потрібно.
3. При відображенні деталі на головному зображенні об'єднати частину виду із частиною розтину, якщо деталь симетрична щодо вертикальної осі. Якщо деталь є несиметричною щодо вертикальної осі, то головний вид замінити повним розтином.
4. При виконанні розтинів звернути увагу на умовності при виконанні штрихування. Так тонкі ребра, вушка, внутрішні виступи деталей у розтинах не штрихуються. Приклад деталі з такими елементами показаний на рисунку 39.

Таблиця 4

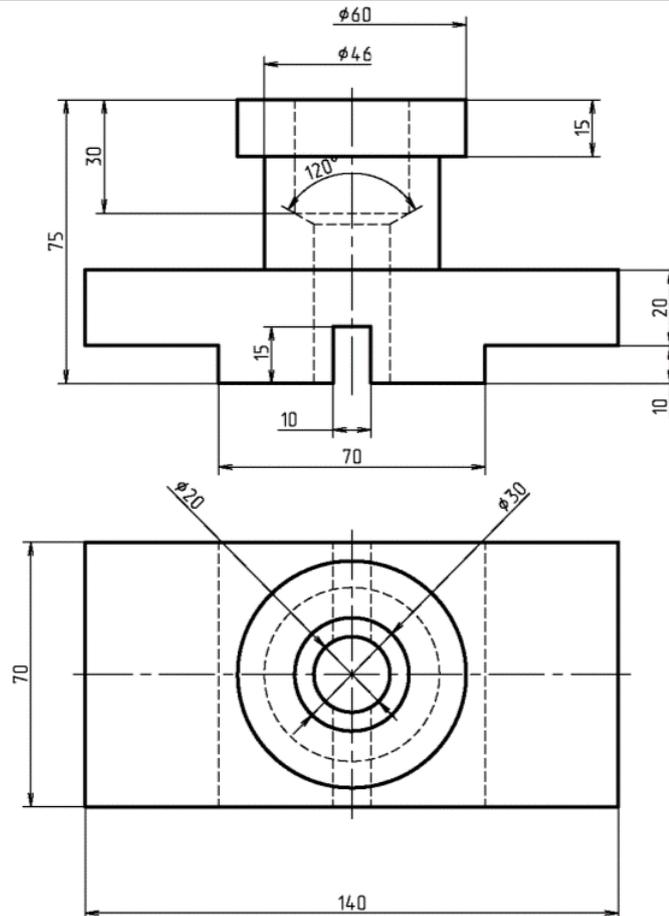
Індивідуальні завдання на лабораторну роботу № 3

Варіант	Зображення
1	

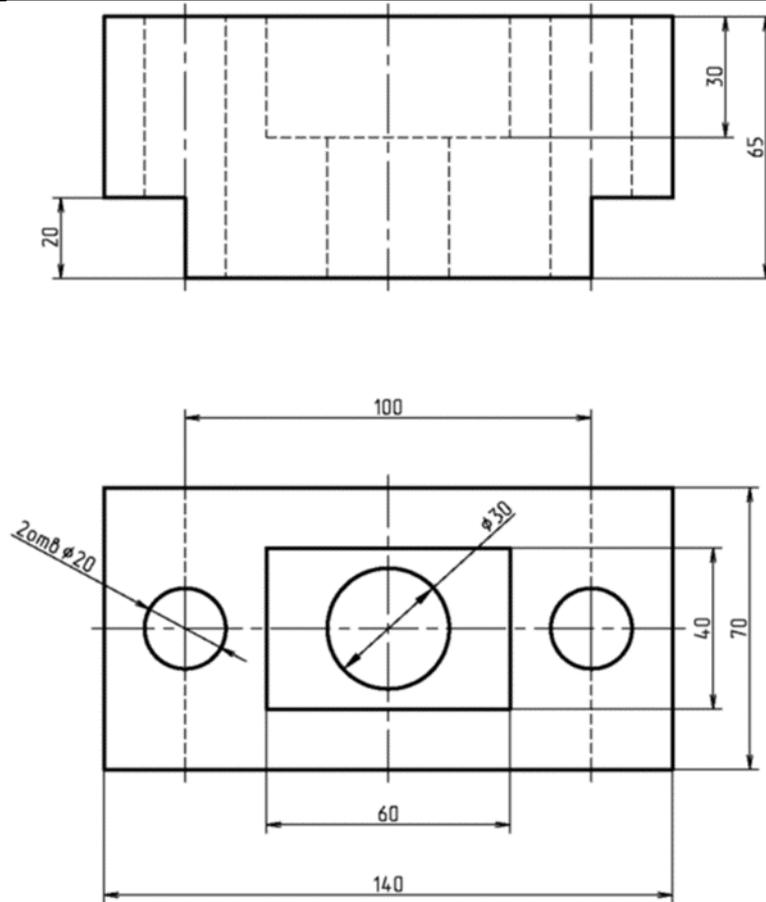
2



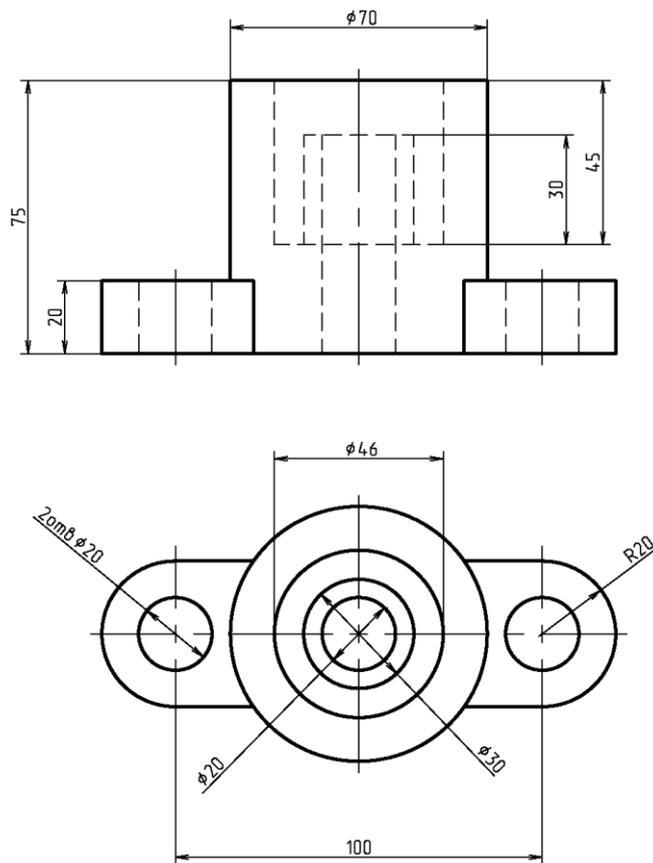
3



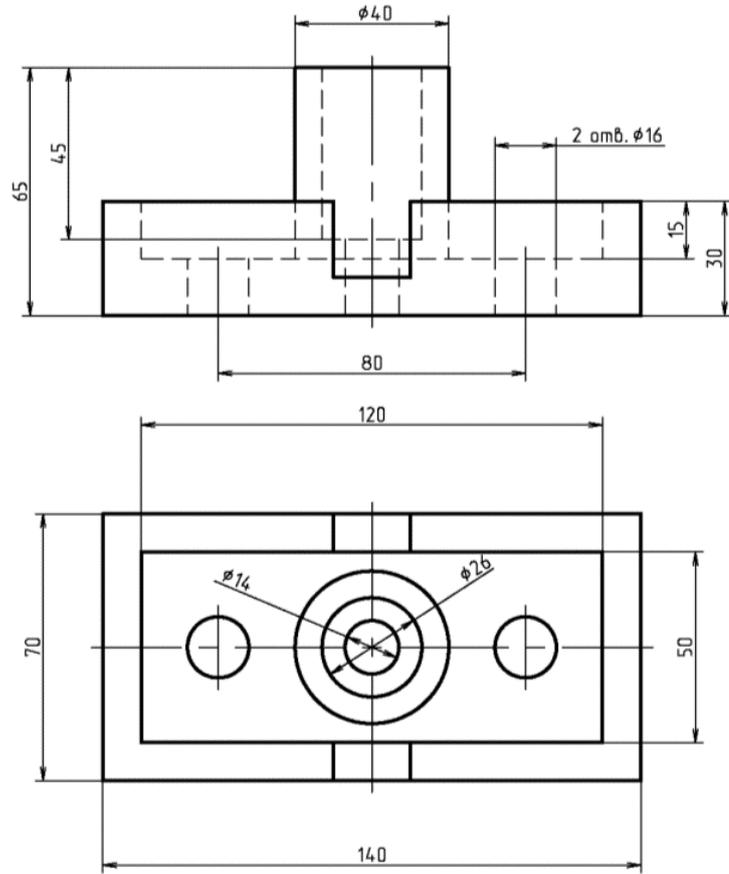
4



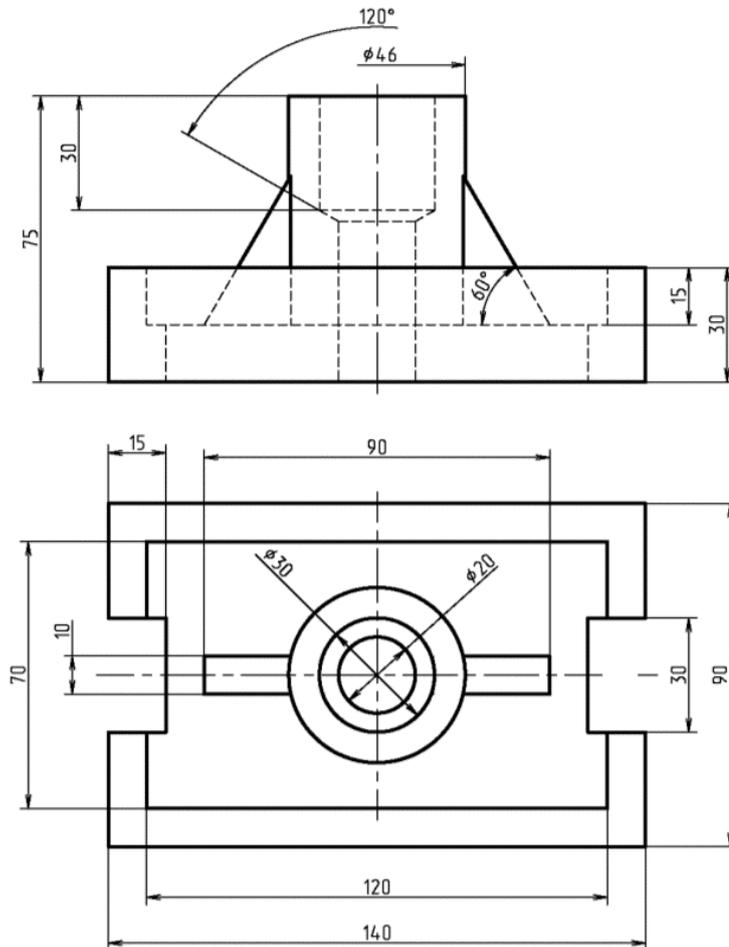
5



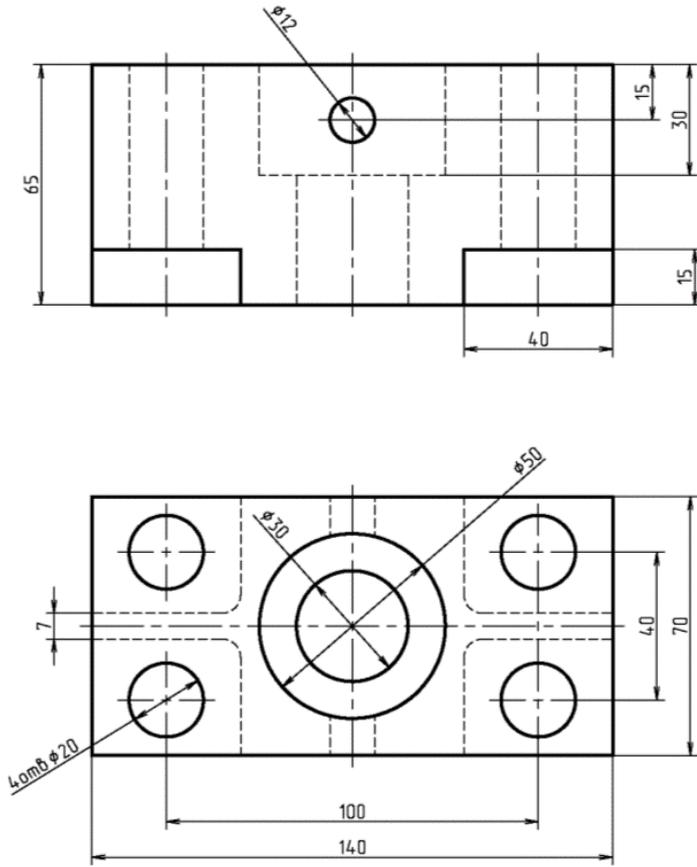
6



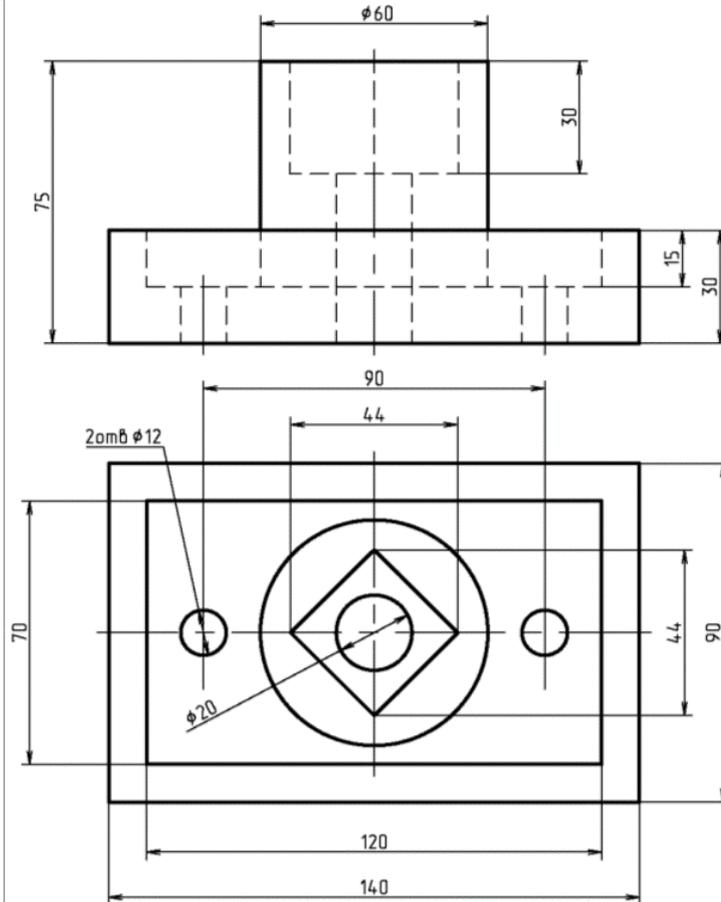
7



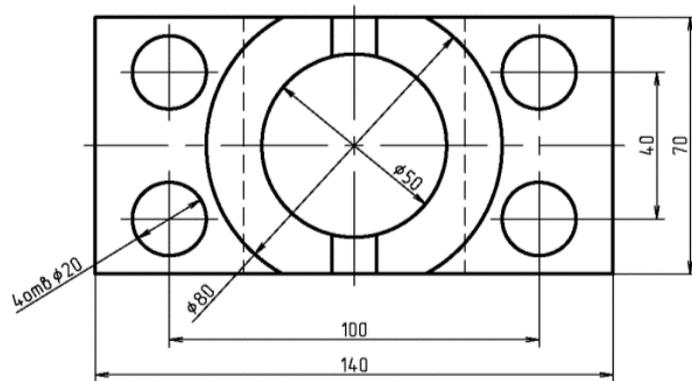
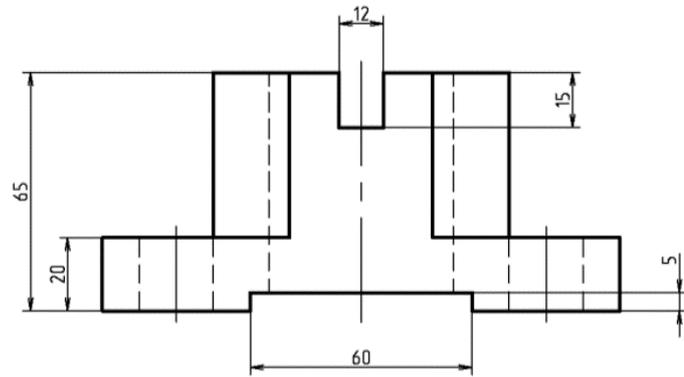
8



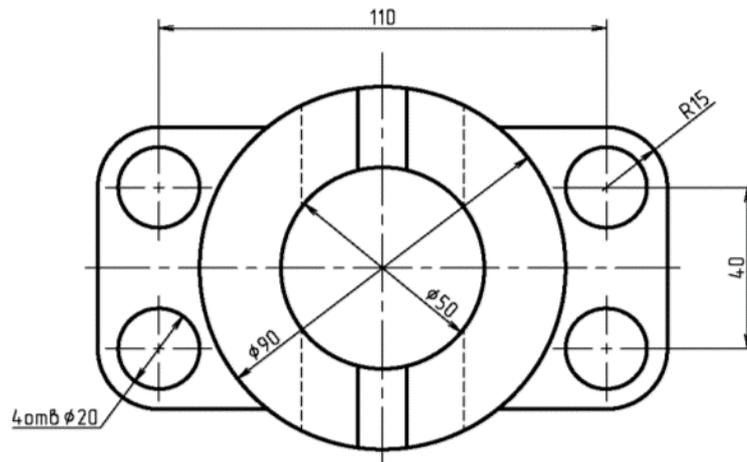
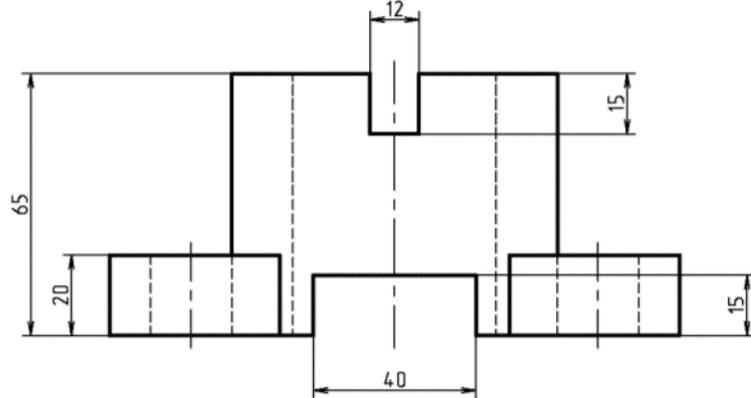
9



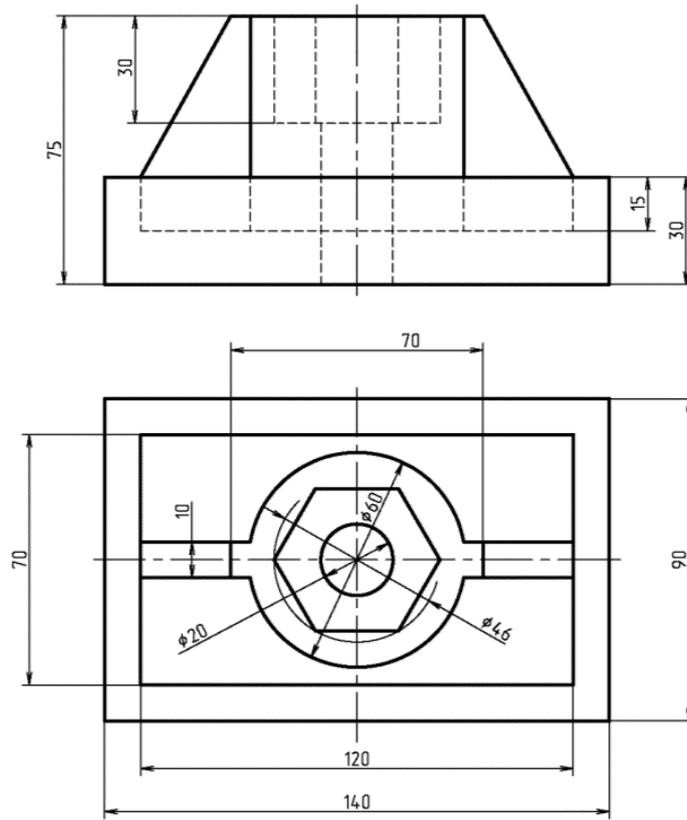
10



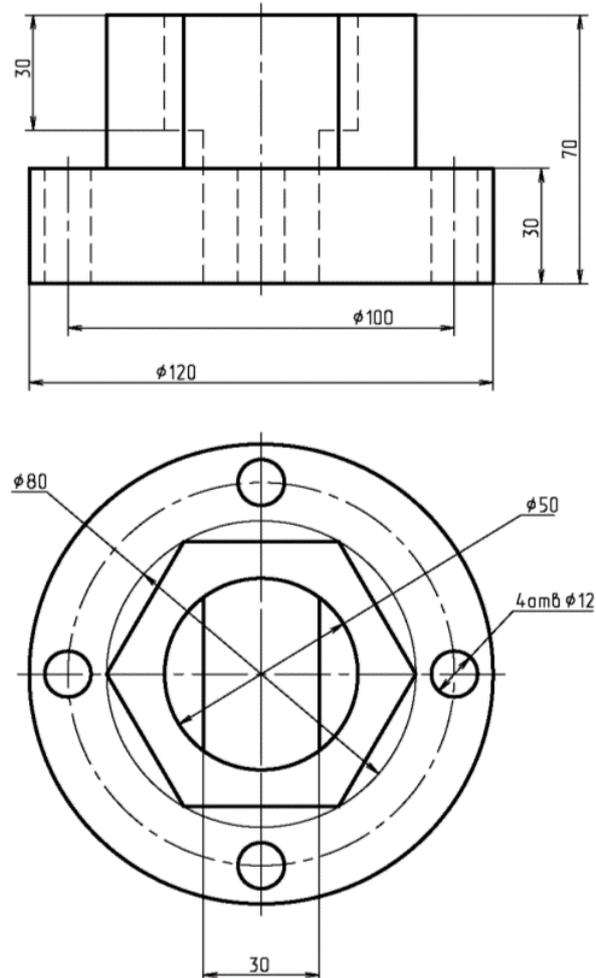
11



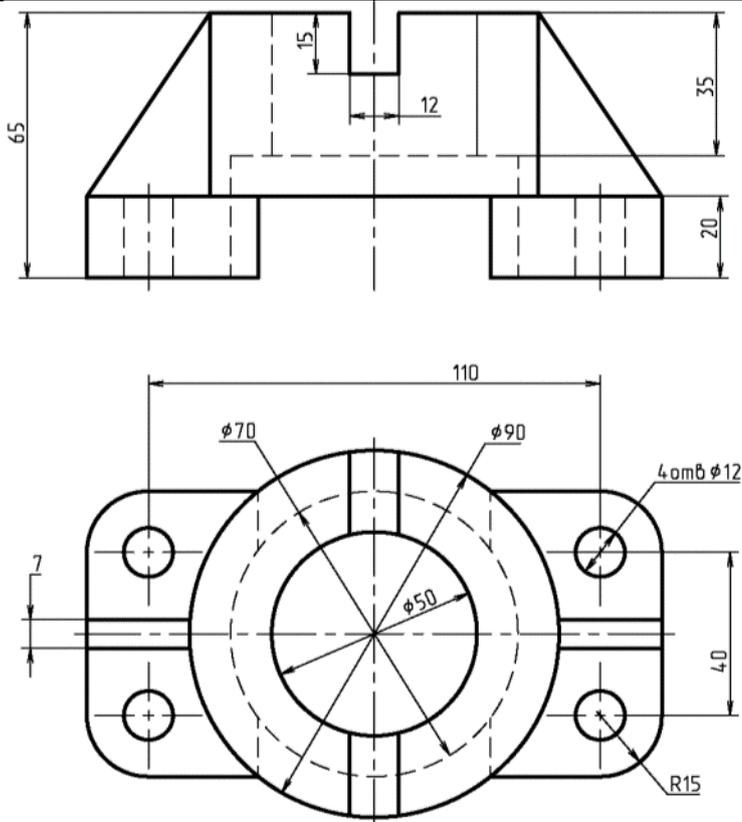
12



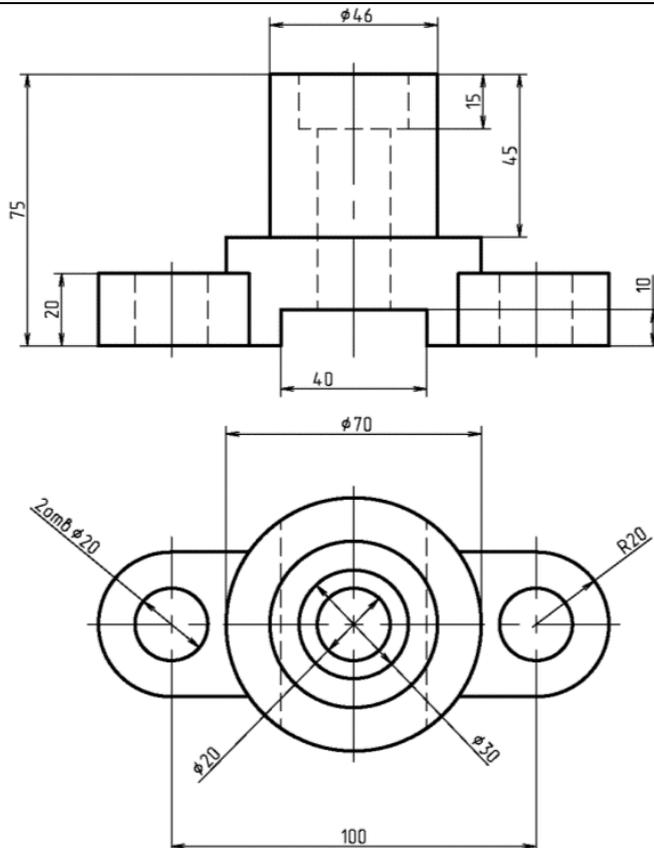
13



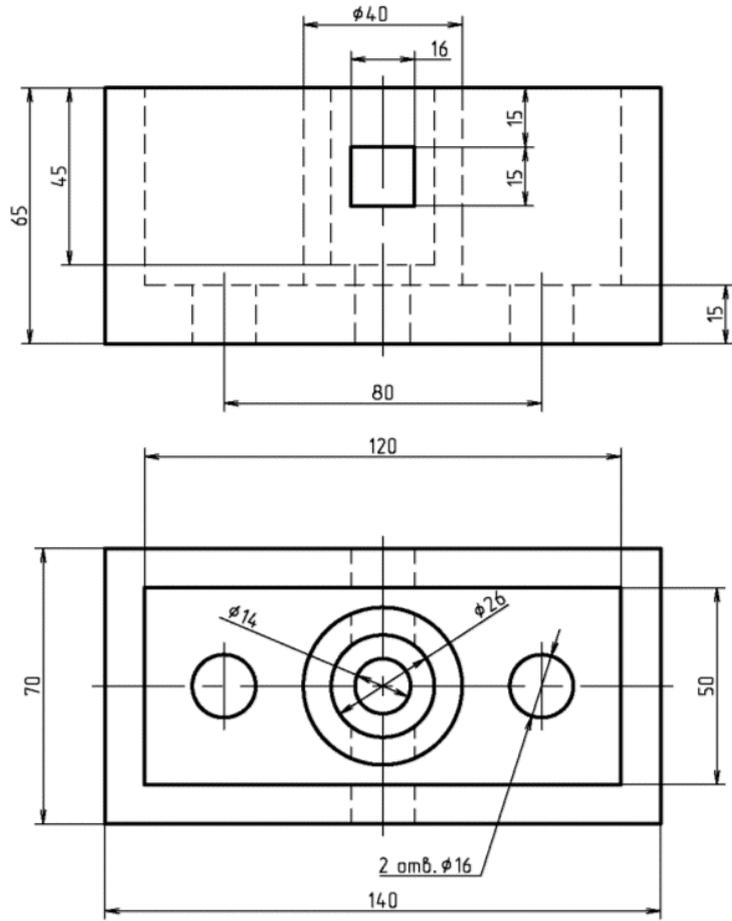
14



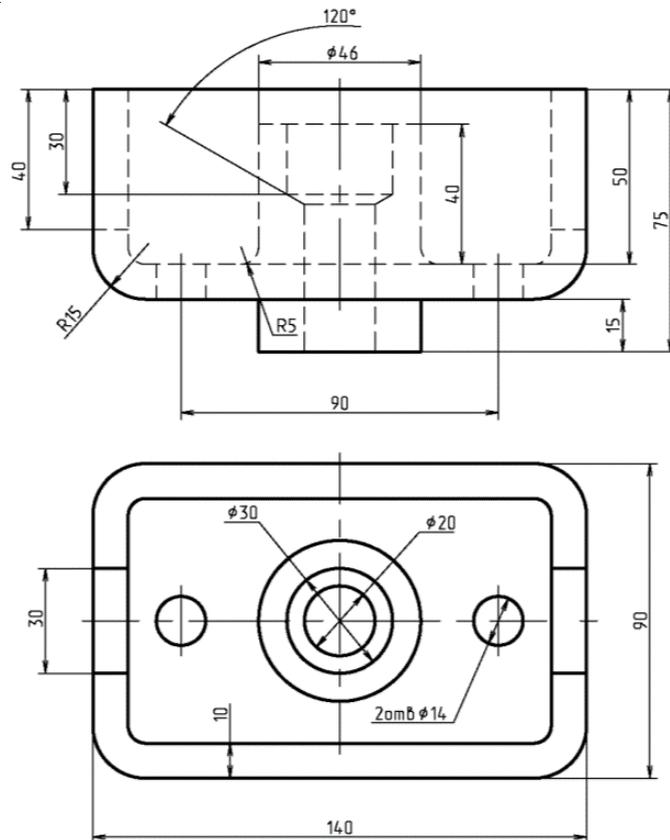
15



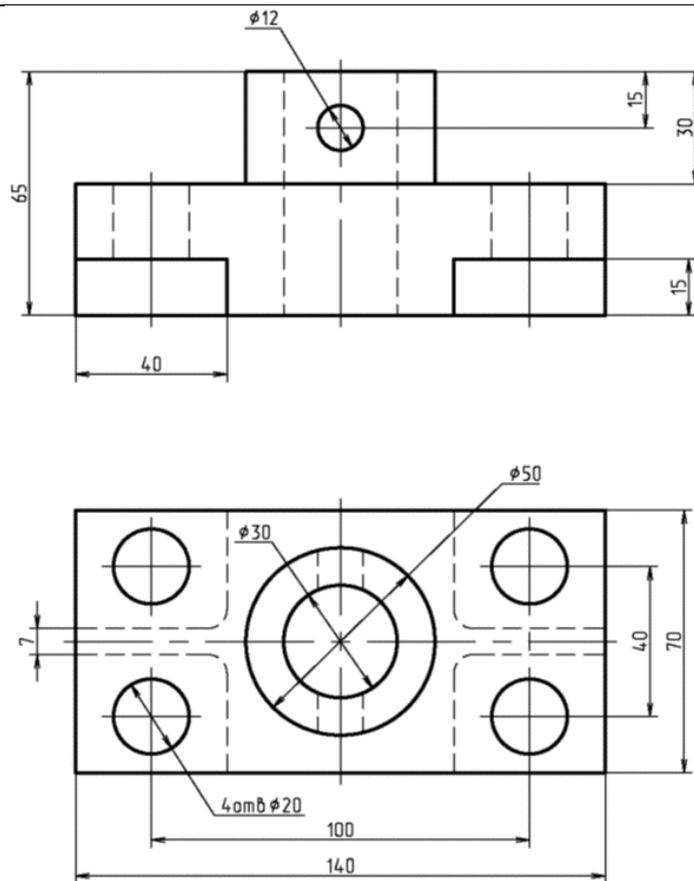
16



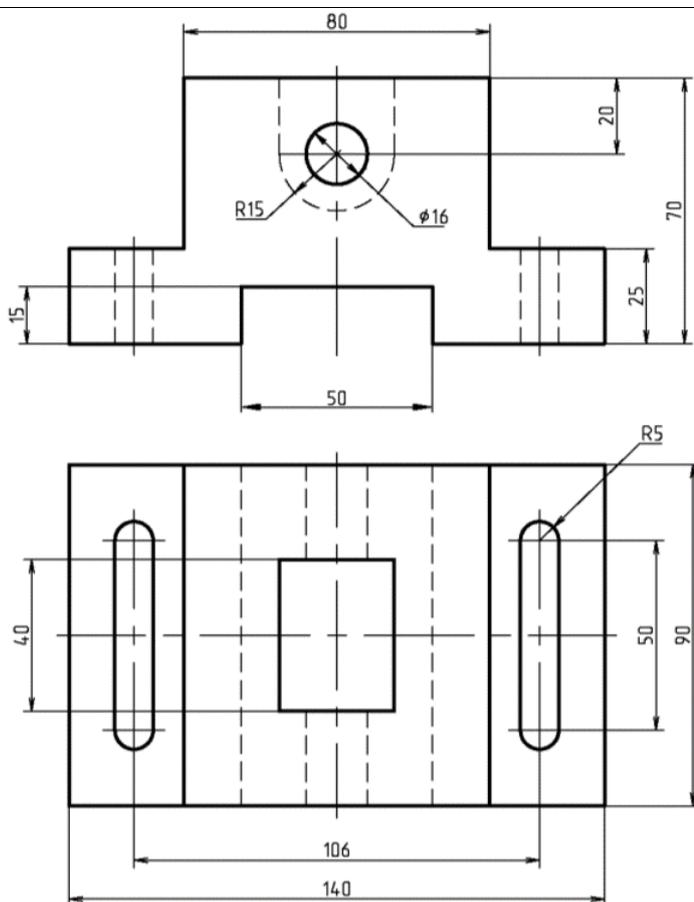
17



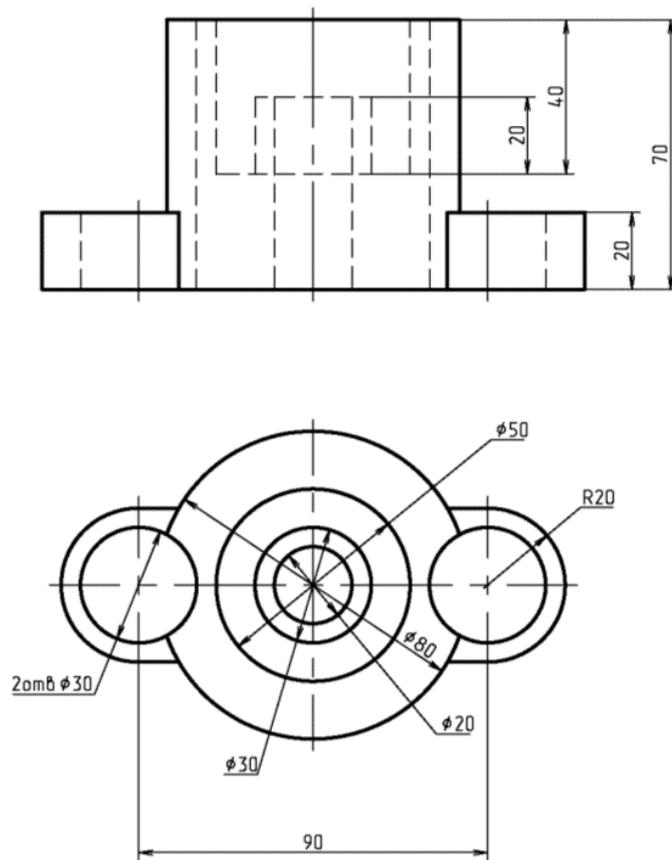
18



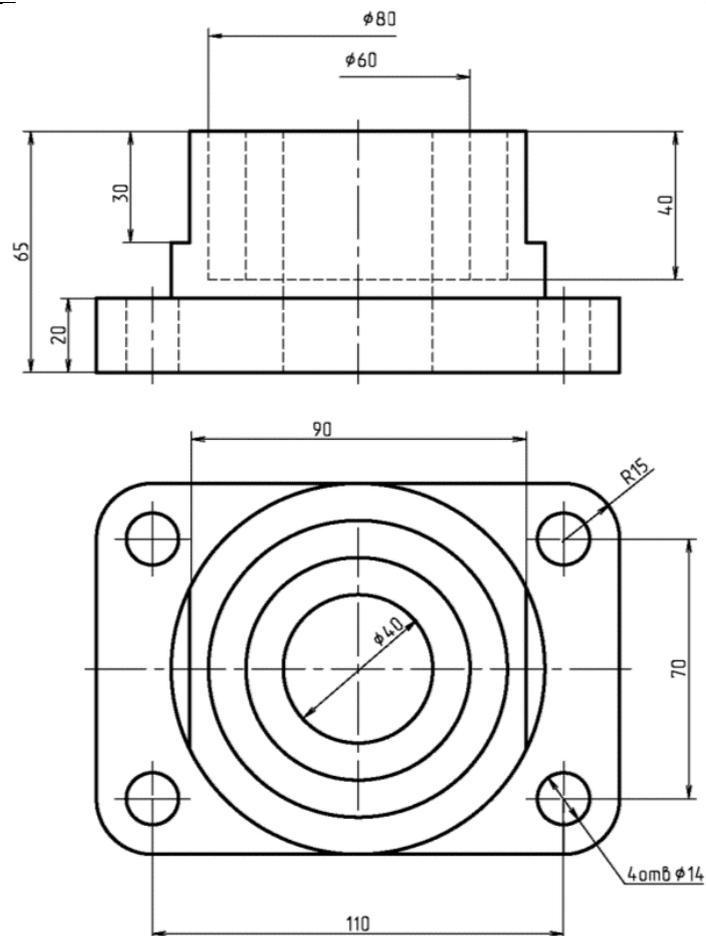
19



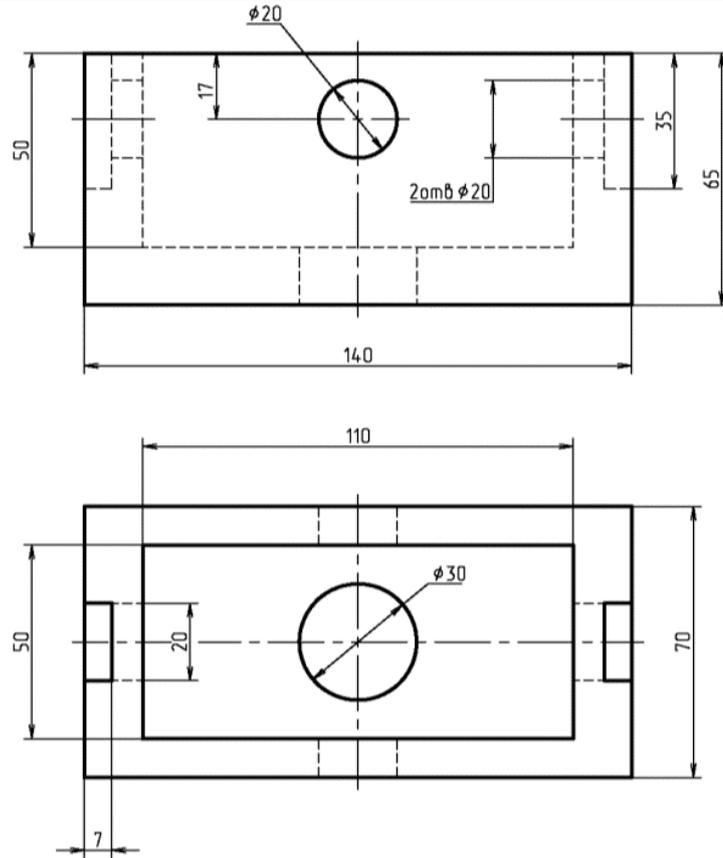
20



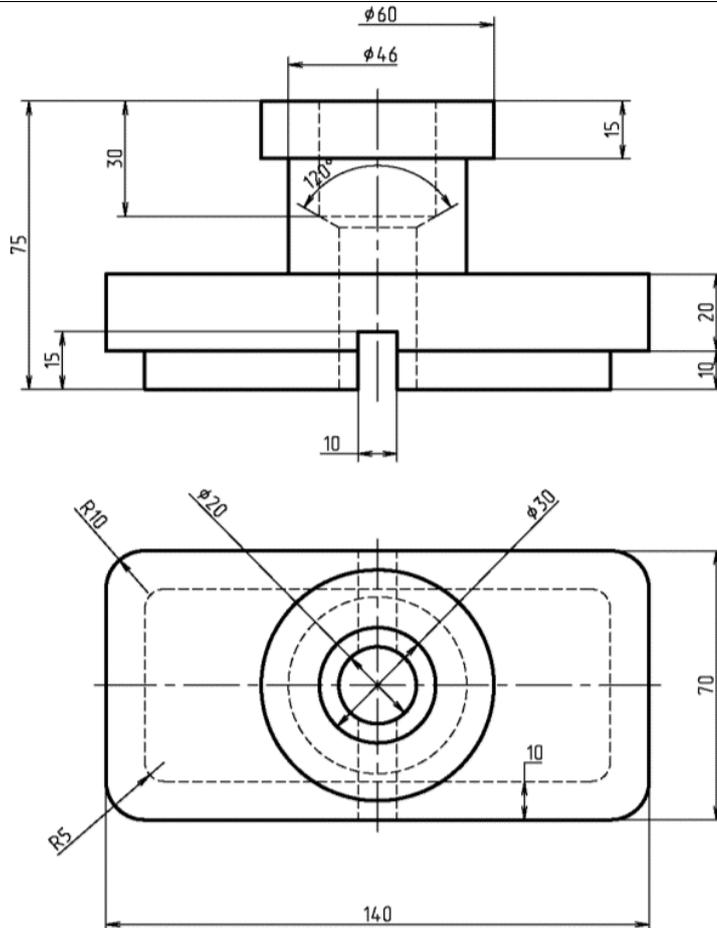
21



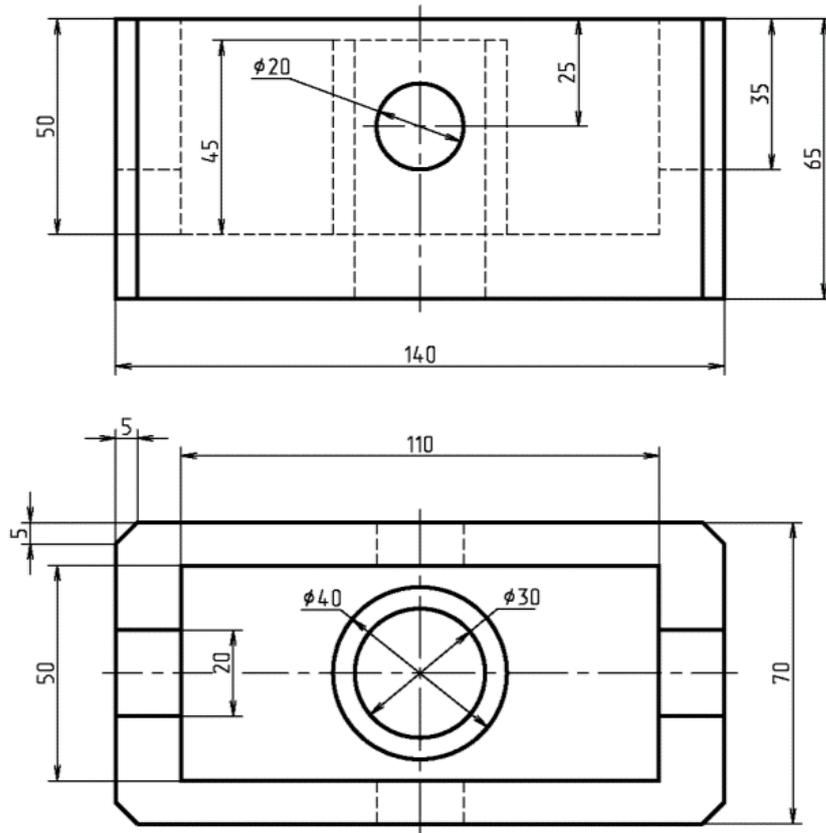
22



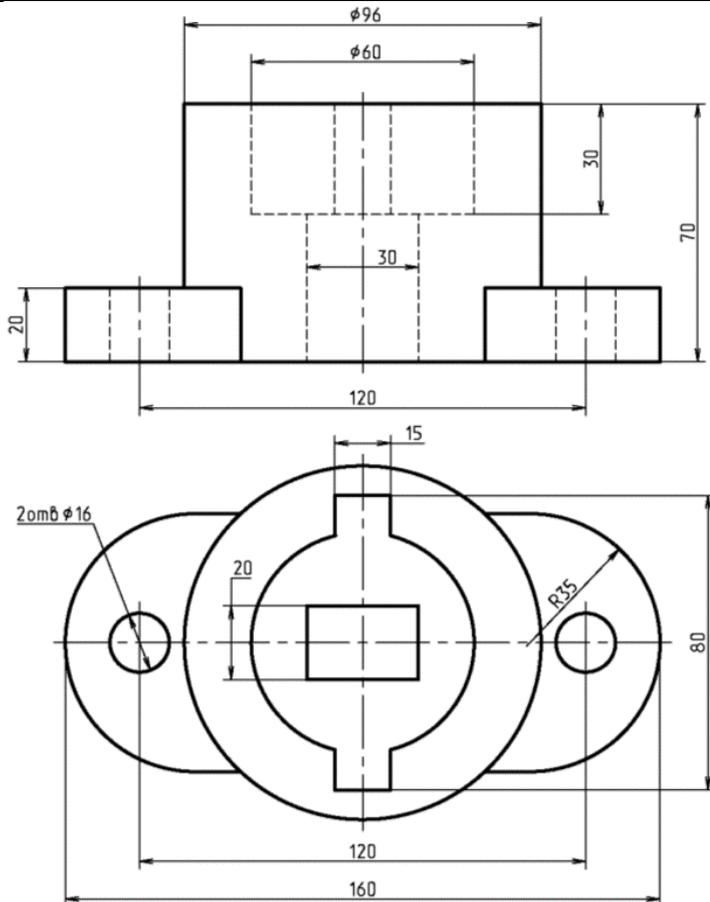
23



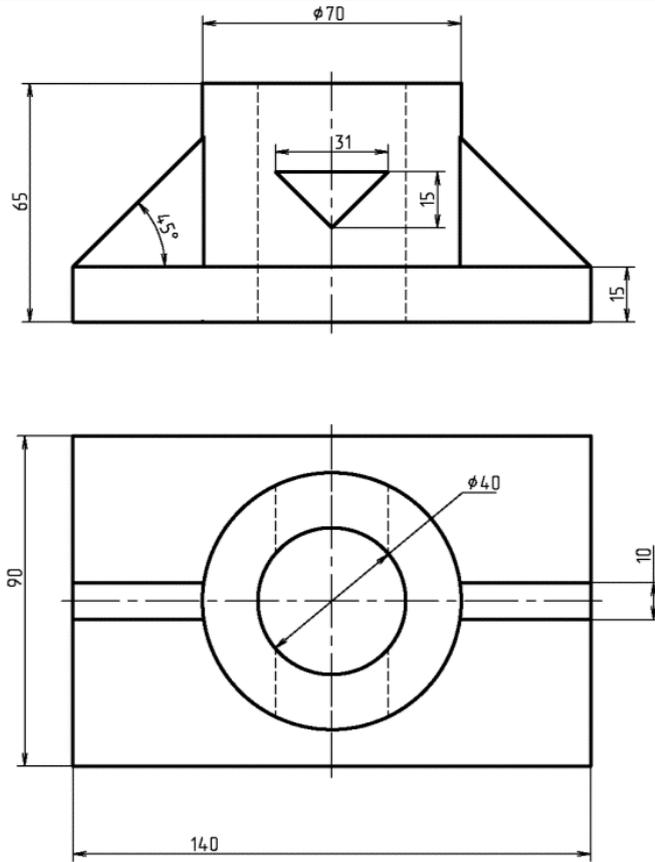
24



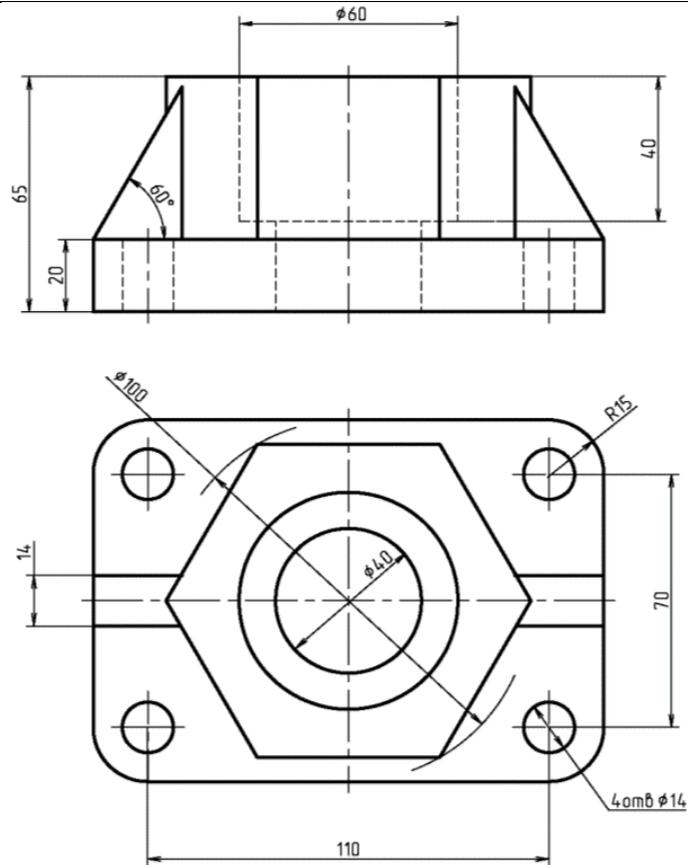
25



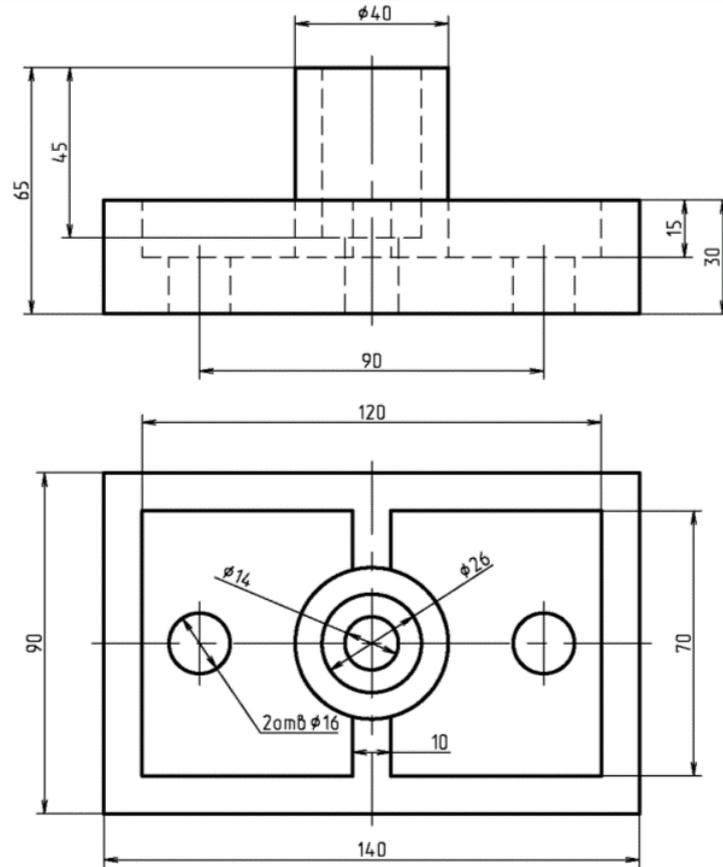
26



27



30



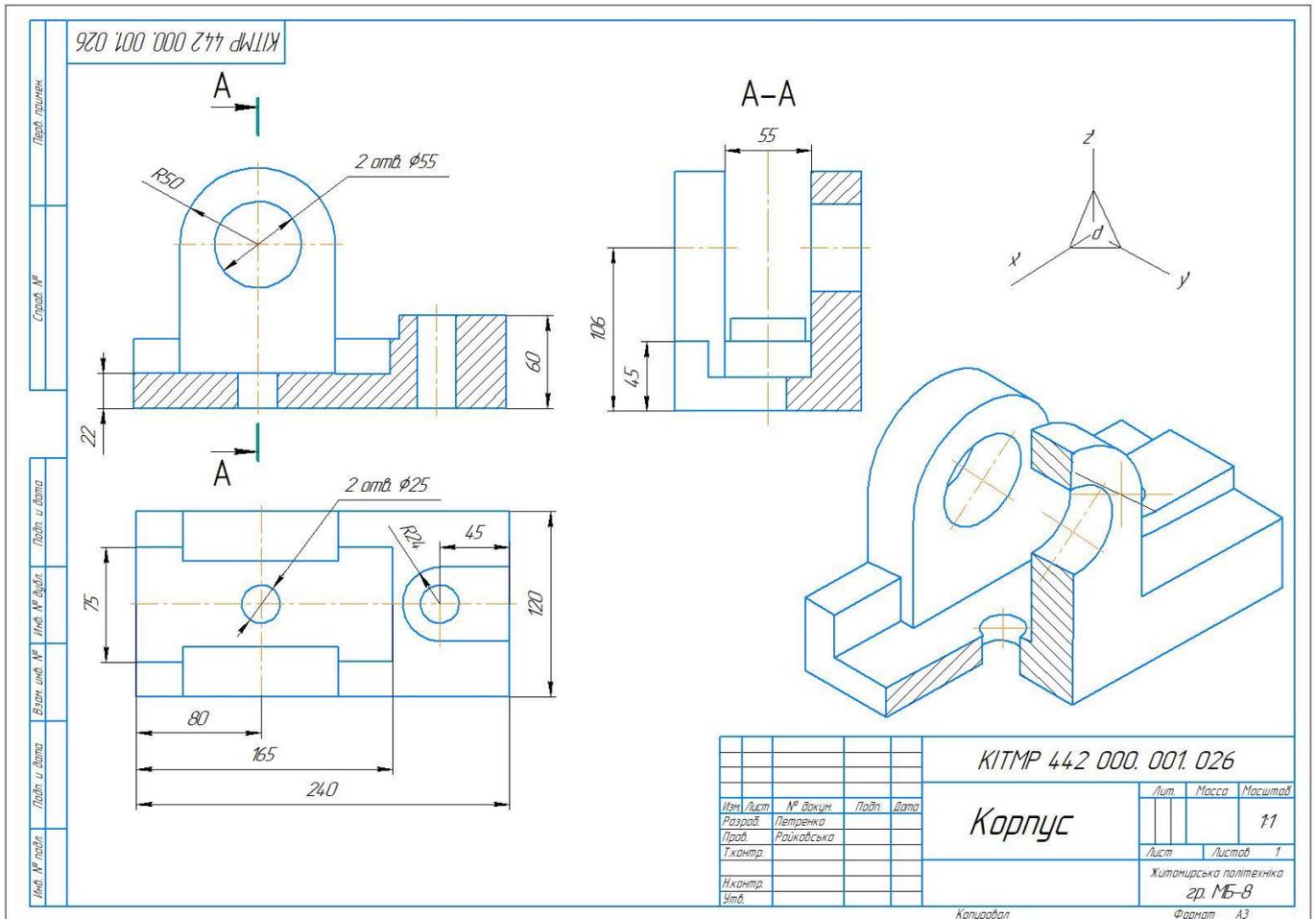


Рис. 39. Приклад виконання завдання № 3

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4

ПОБУДОВА СКЛАДНИХ РОЗТИНІВ

Індивідуальне завдання на лабораторну роботу № 4

Дано: два види деталі з вказаним направленням розтинальної площини для утворення розтину: 001 – східчастий розтин. (табл. 6); 002 – ламаний розтин (табл. 7);

Виконати:

1. Замість одного з видів побудувати вказаний розтин: 001 – східчастий і 002 – ламаний; приклад завдання рис. 41.
2. Проставити розміри, оформити кресленик.

Методичні поради

- Завдання вибрати за таблицею 5 та своїм варіантом. Робота складається з двох завдань: 001 – східчастий розтин (табл. 6); 002 – ламаний розтин (табл. 7).
- При побудові розтинів необхідно пам'ятати:
 - всі складні розтини обов'язково позначаються (розімкнутою лінією розтинальна площина, стрілками напрям зору і зовні стрілок проставляється літерне позначення, а де виконано розтин надписують, наприклад, *A–A*, рис. 40);
 - розтин окремо від основного зображення не виконується;
 - у розтині зображаємо те, що лежить у розтинальній площині і те, що ми бачимо за нею;
 - при побудові ламаного розтину розтинальна площина умовно повертається біля лінії взаємного перетину до суміщення з площиною (рис. 40, б), паралельною до будь-якої з основних площин проєкцій, тому ламаний розтин може бути фронтальним, горизонтальним або профільним;
 - усі розтини виконуються за направленням зору.

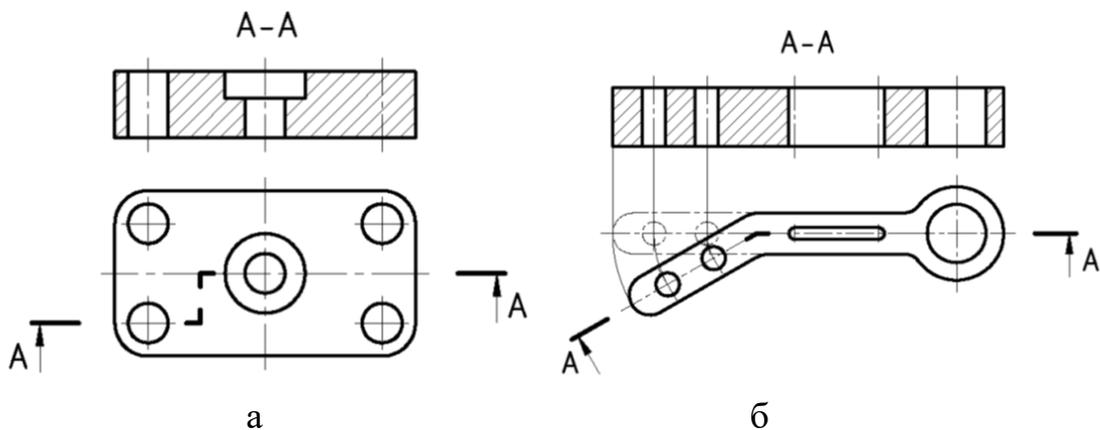


Рис. 40. Виконання і позначення складних розтинів

- На зображеннях проставляються розміри за ГОСТ 2.307-2011;
- Кресленик оформлюється по ГОСТ 2. 104-68.

Таблиця 5

Вибір рисунка на лабораторну роботу № 4

Варіант	Завдання (рисунок)		Варіант	Завдання (рисунок)	
	001	002		001	002
1	14	15	16	11	1
2	2	13	17	15	12
3	11	3	18	3	14
4	4	12	19	8	4
5	15	9	20	12	9
6	6	3	21	5	11

7	8	7	22	10	7
8	5	14	23	14	4
9	9	10	24	8	10
10	6	1	25	1	7
11	12	5	26	9	15
12	7	6	27	5	13
13	3	8	28	16	4
14	13	2	29	3	6
15	1	11	30	15	8

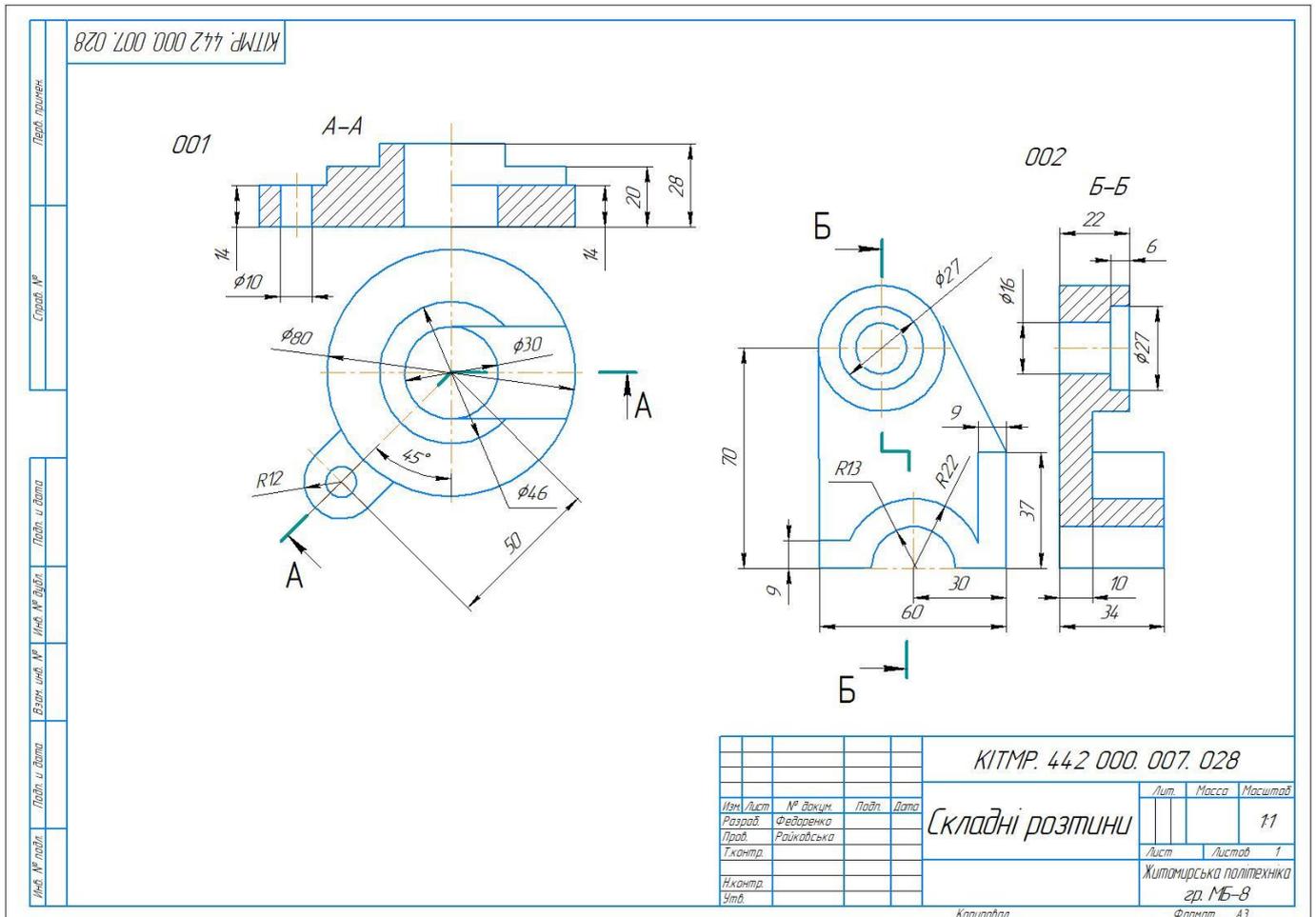
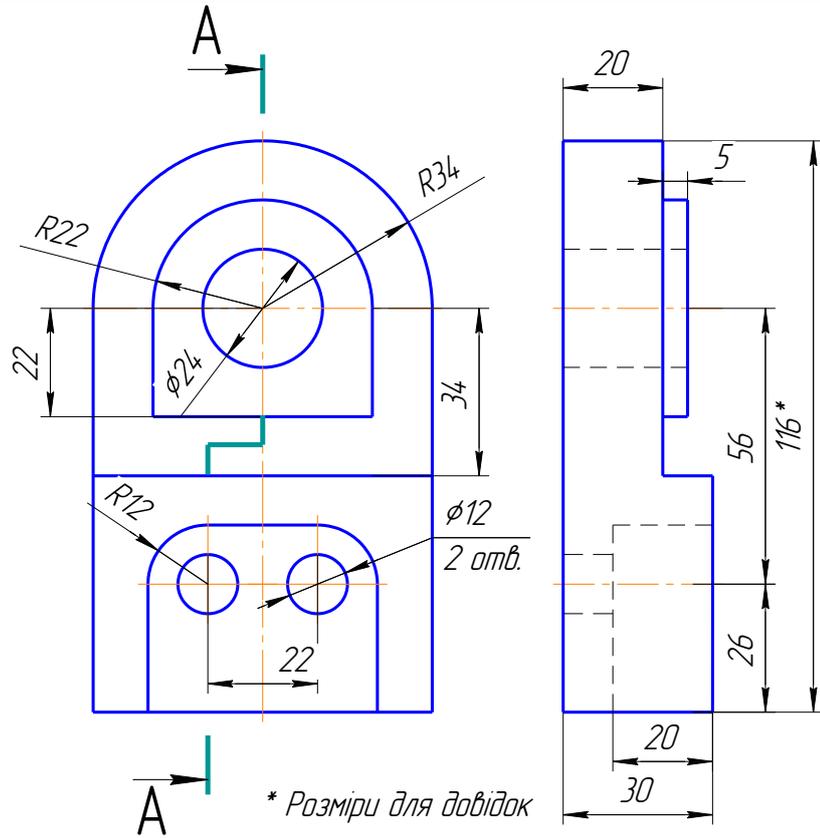


Рис. 41. Приклад виконання завдання № 4

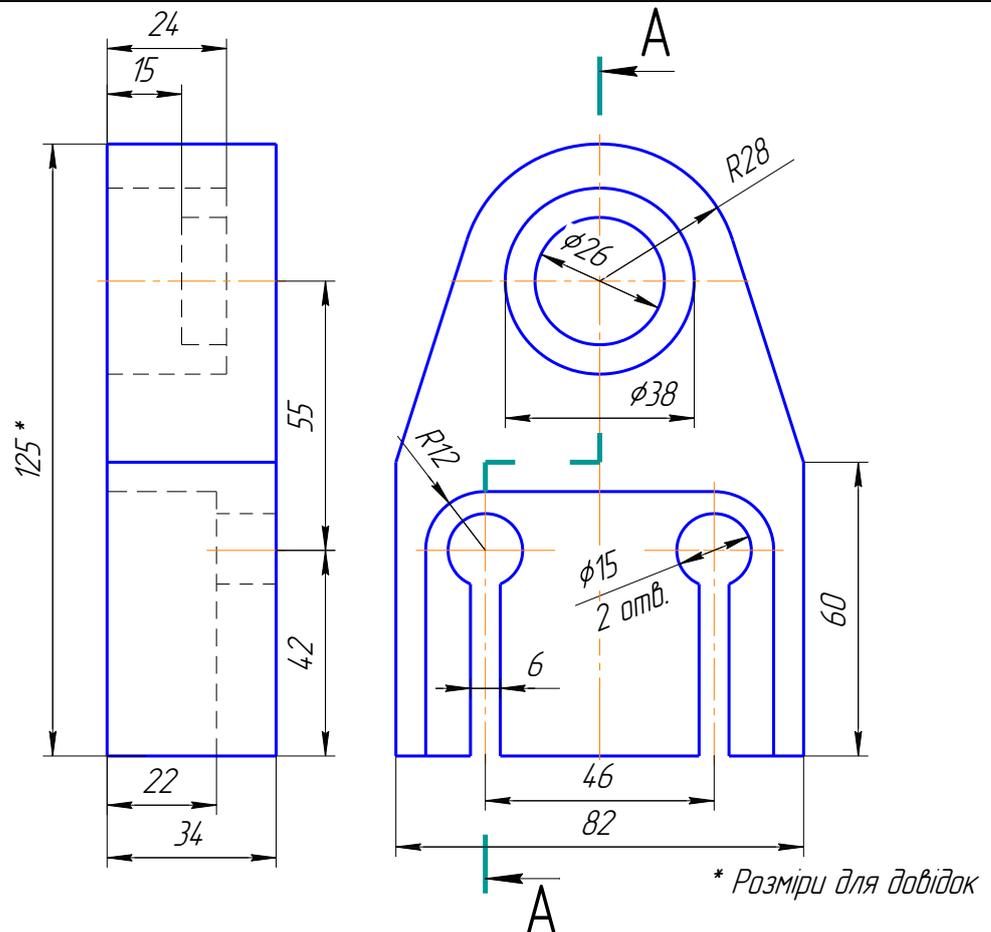
Завдання 002 – «Східчастий розтин»

№ рис.	Зображення
1	
2	

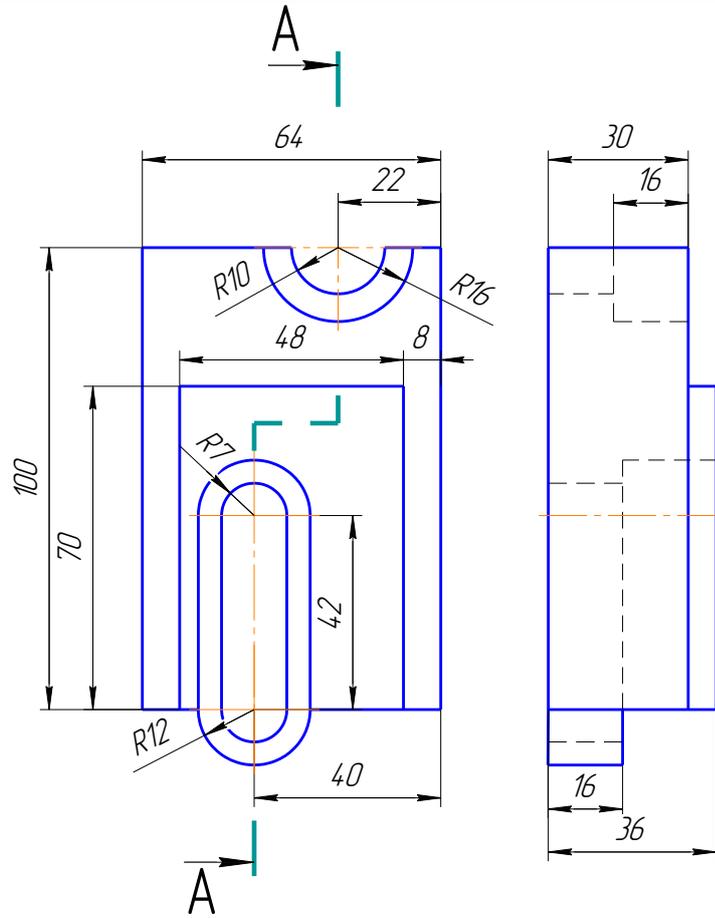
3



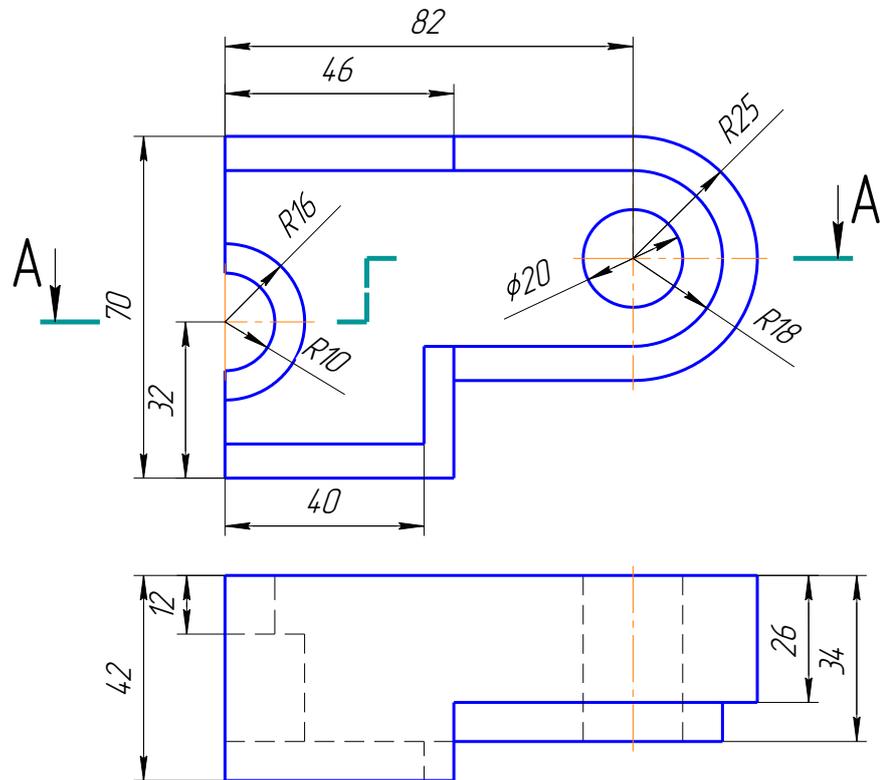
4



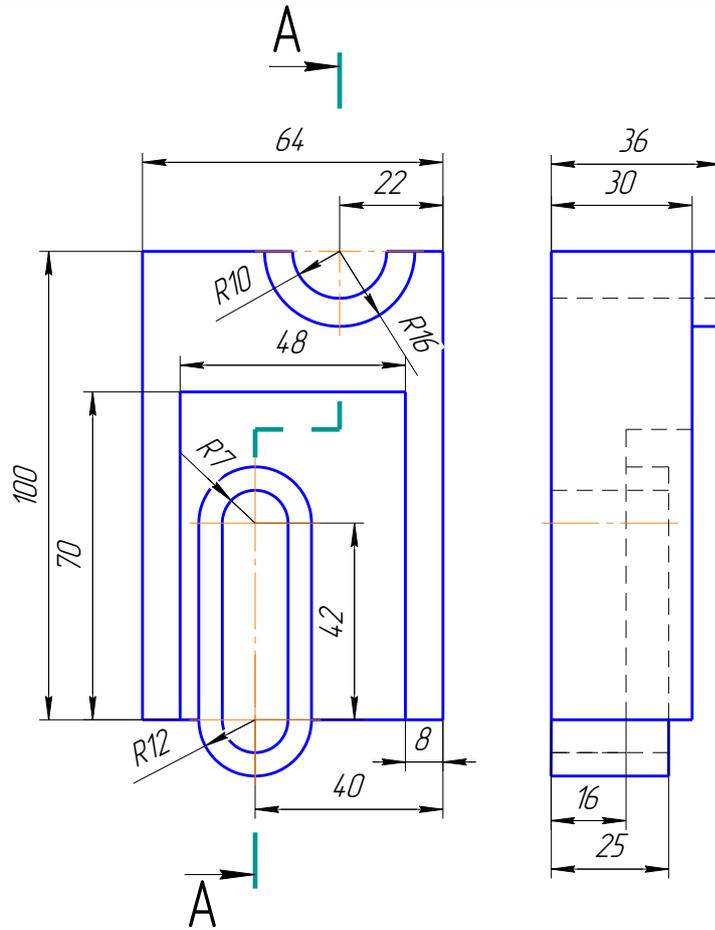
5



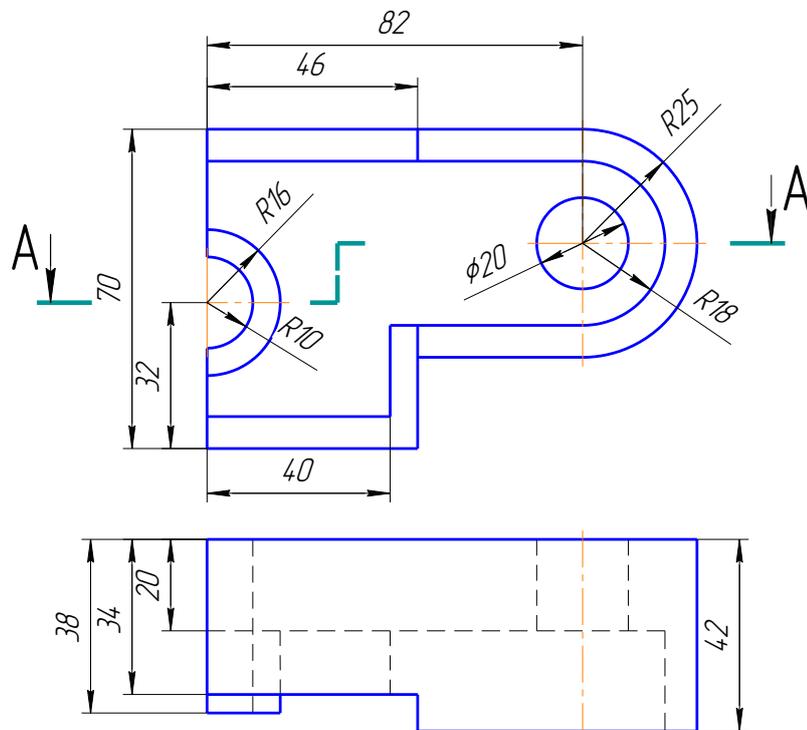
6



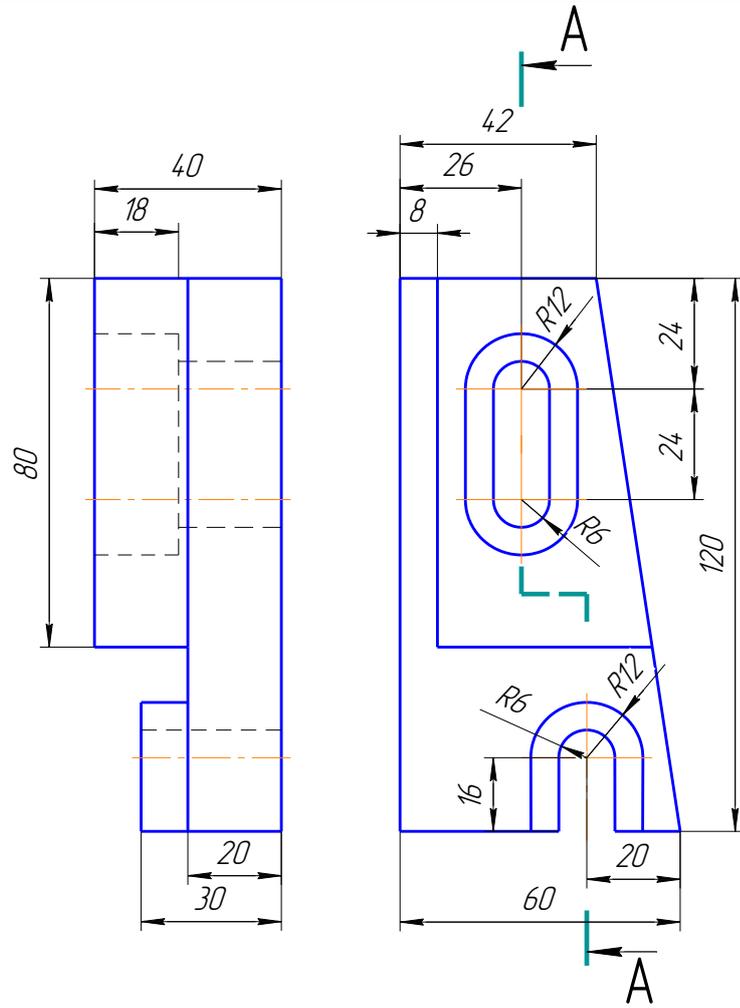
7



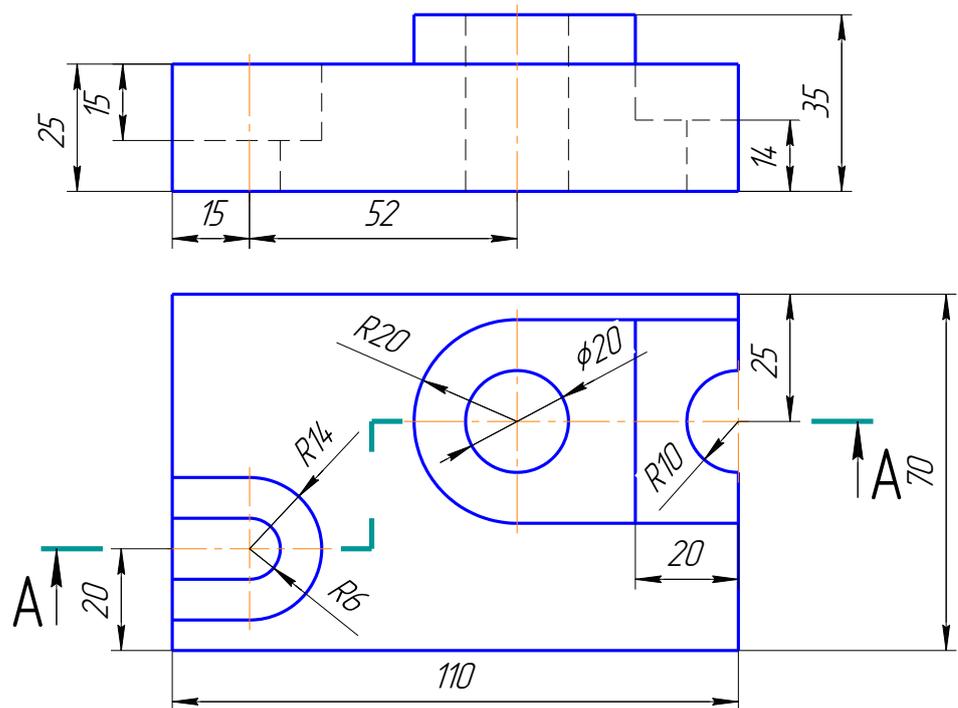
8



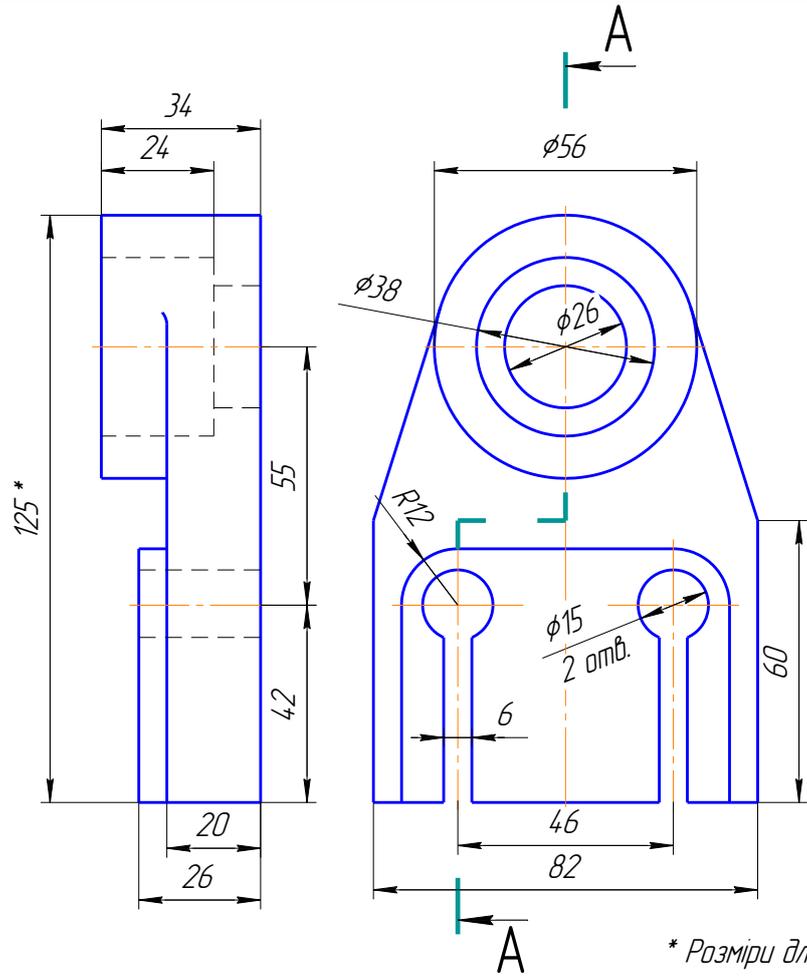
9



10

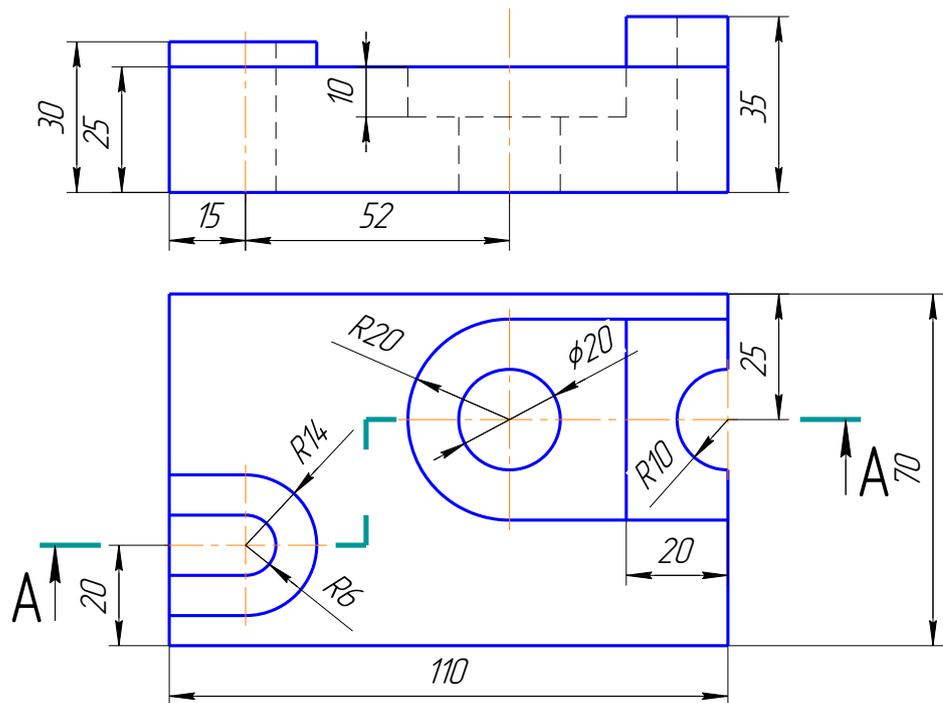


11

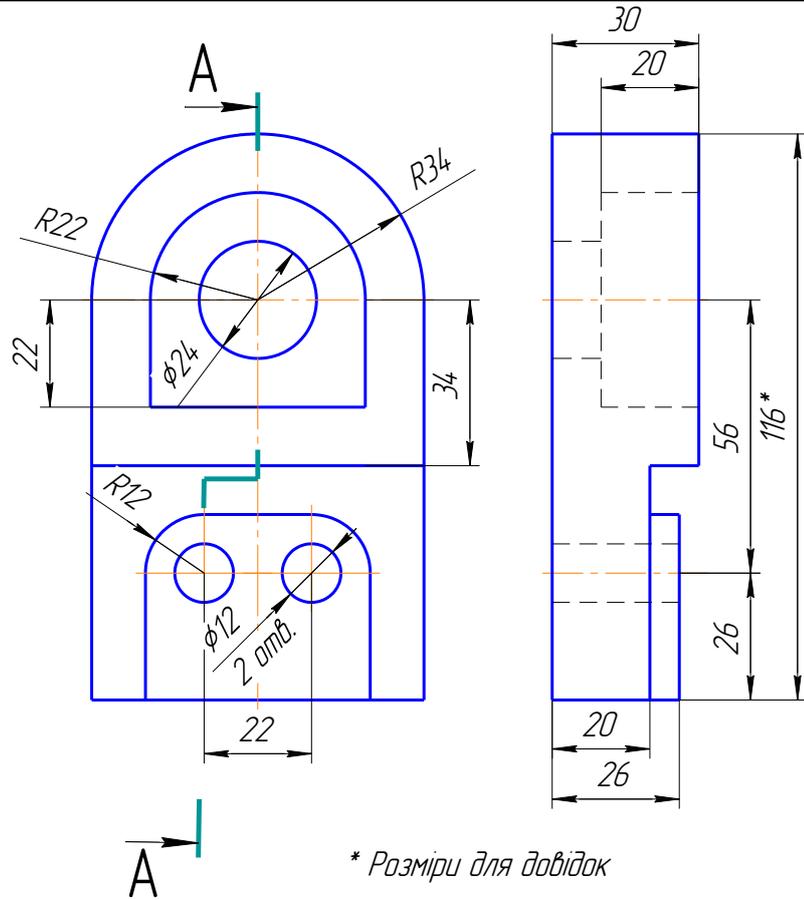


* Розміри для довідок

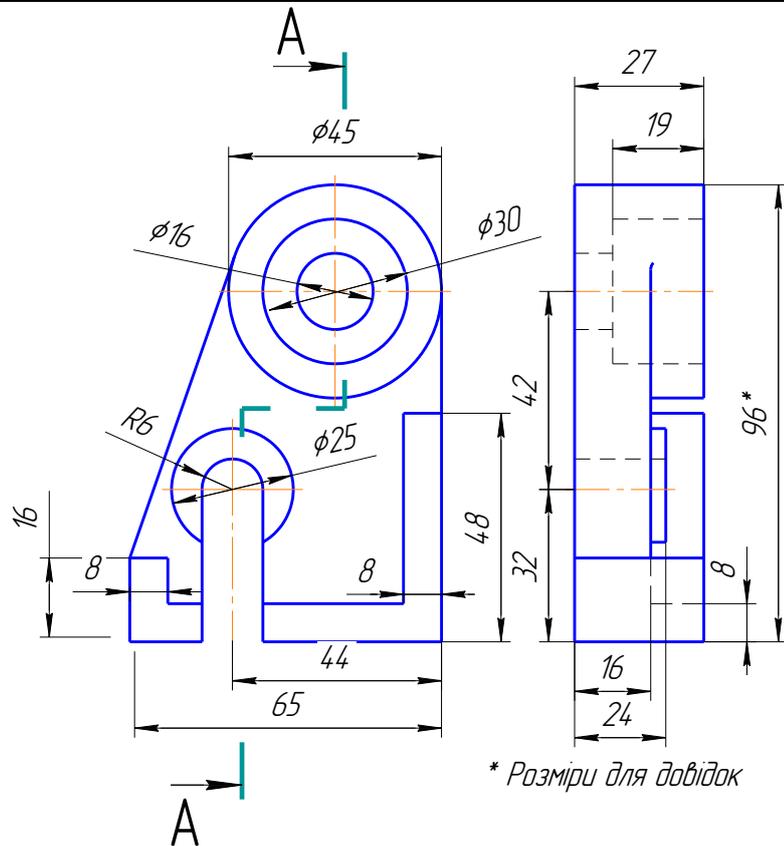
12



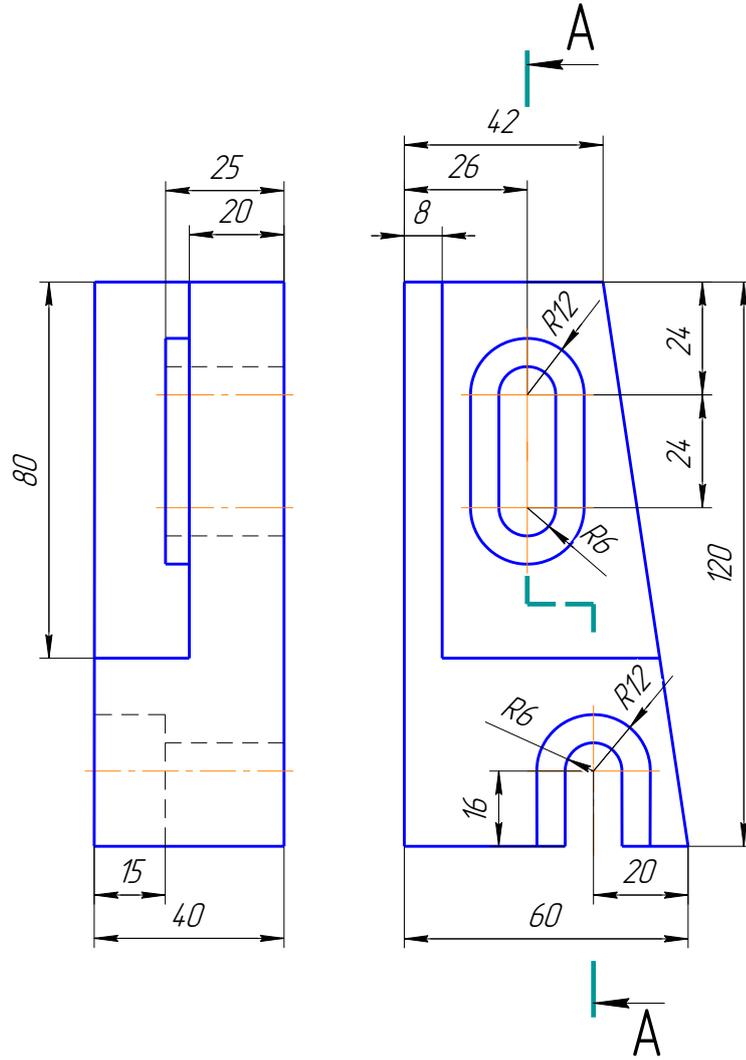
13



14



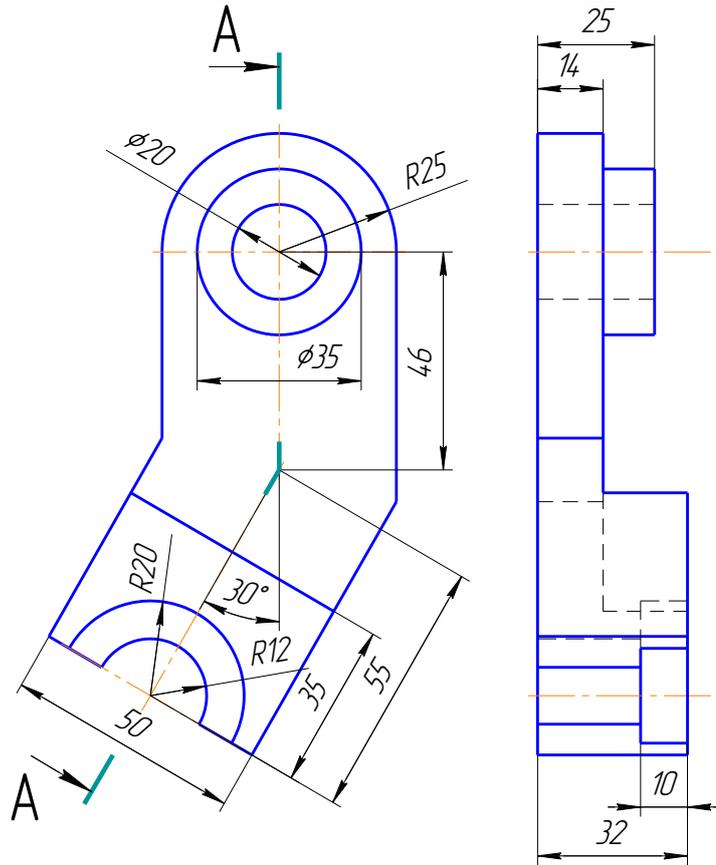
15



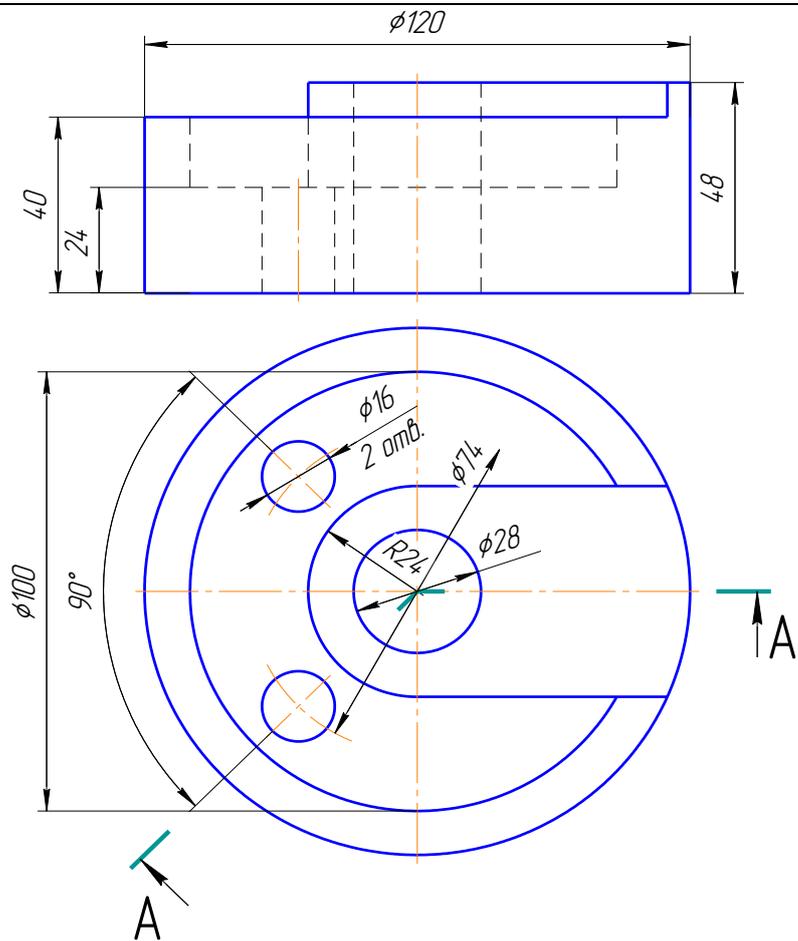
Завдання 002 – «Ламаний розгин»

№ рис.	Зображення
1	
2	

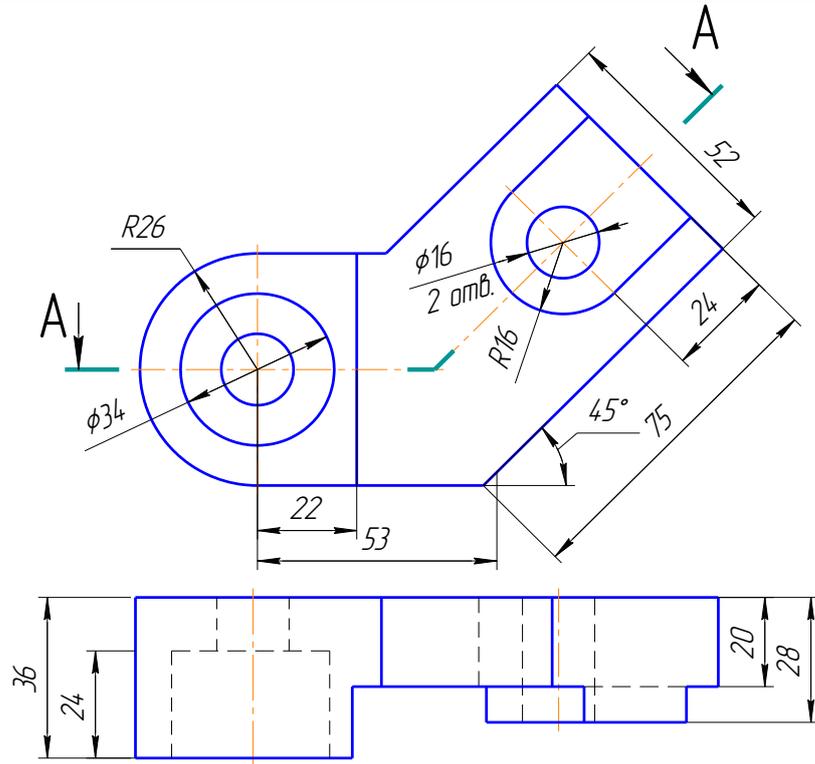
3



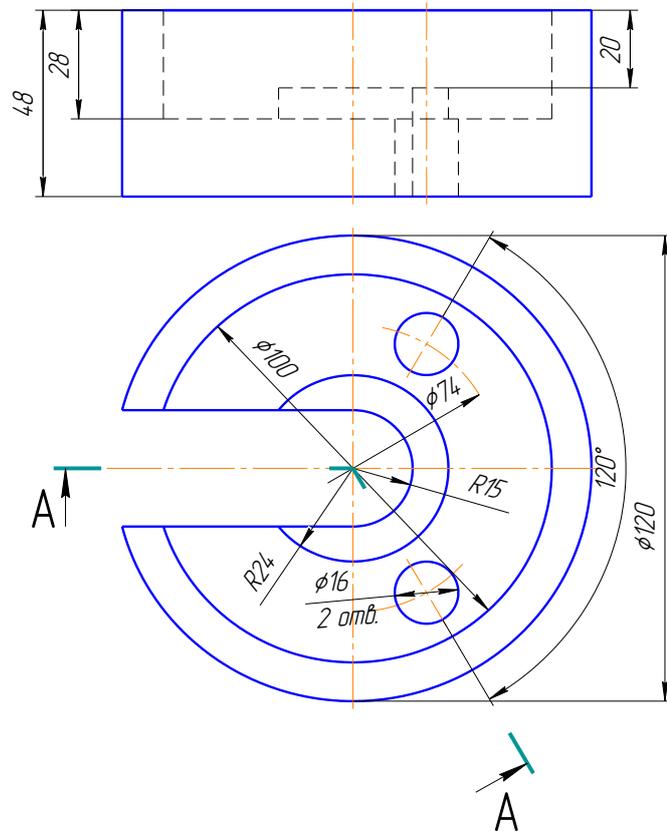
4



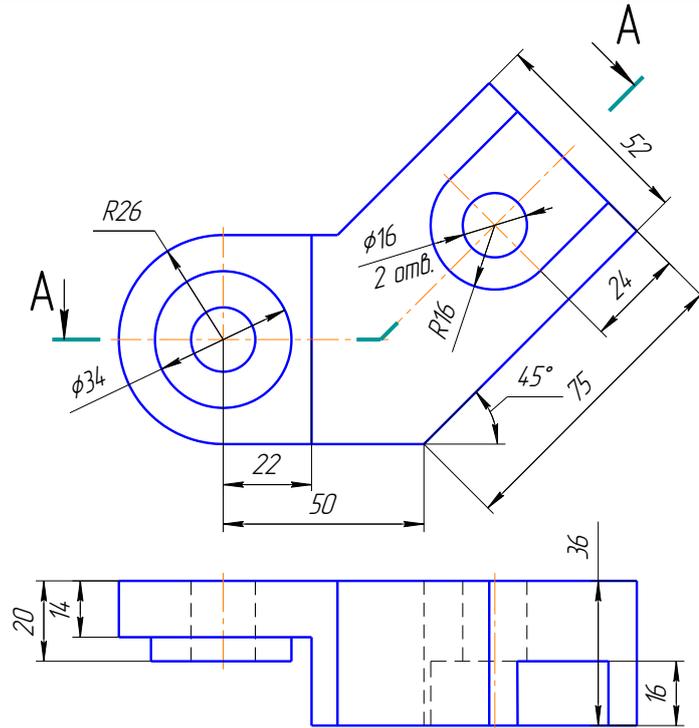
5



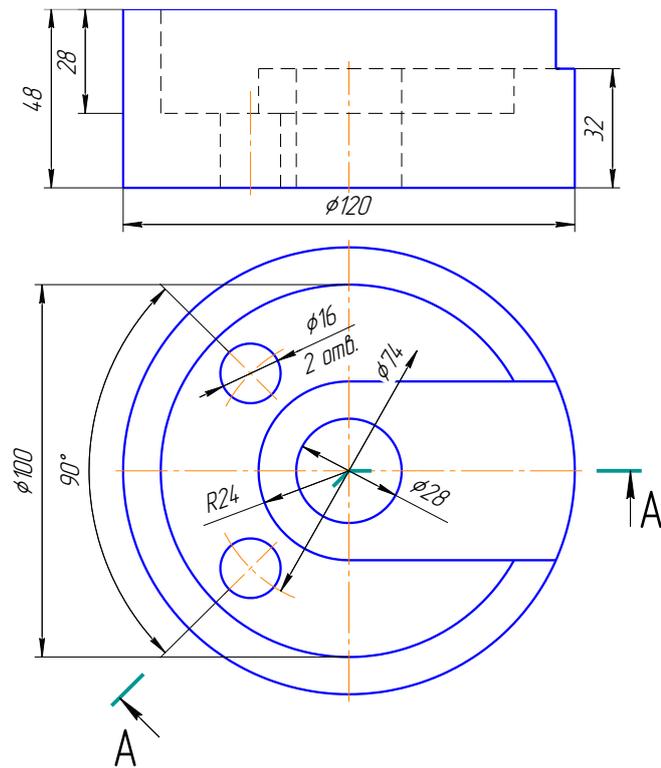
6



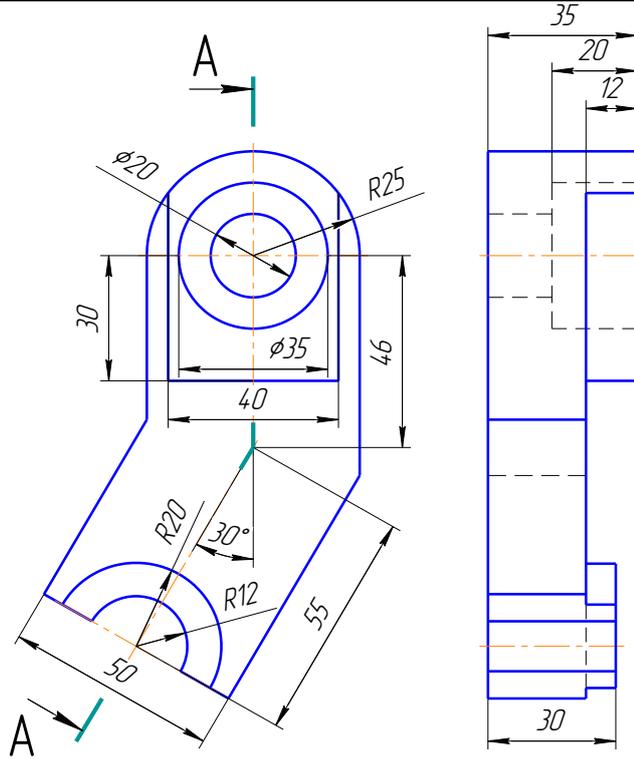
7



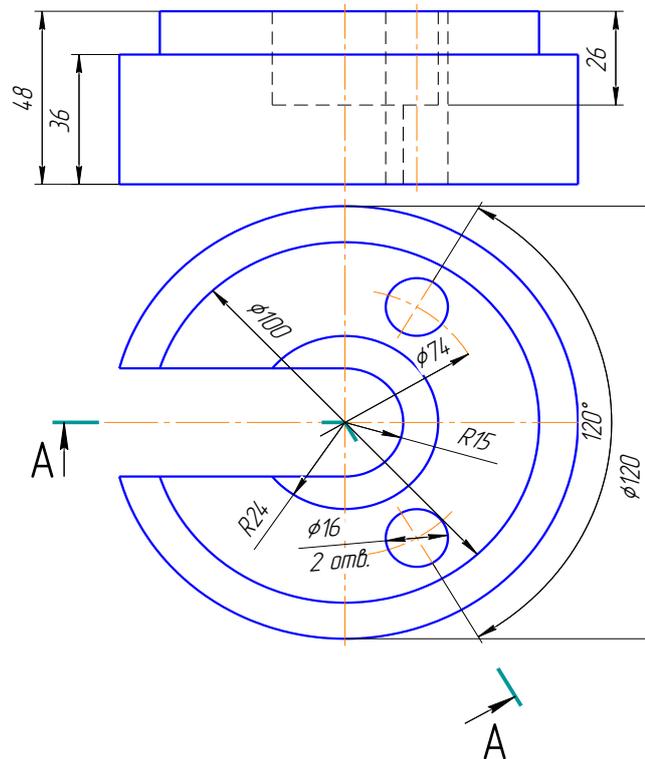
8



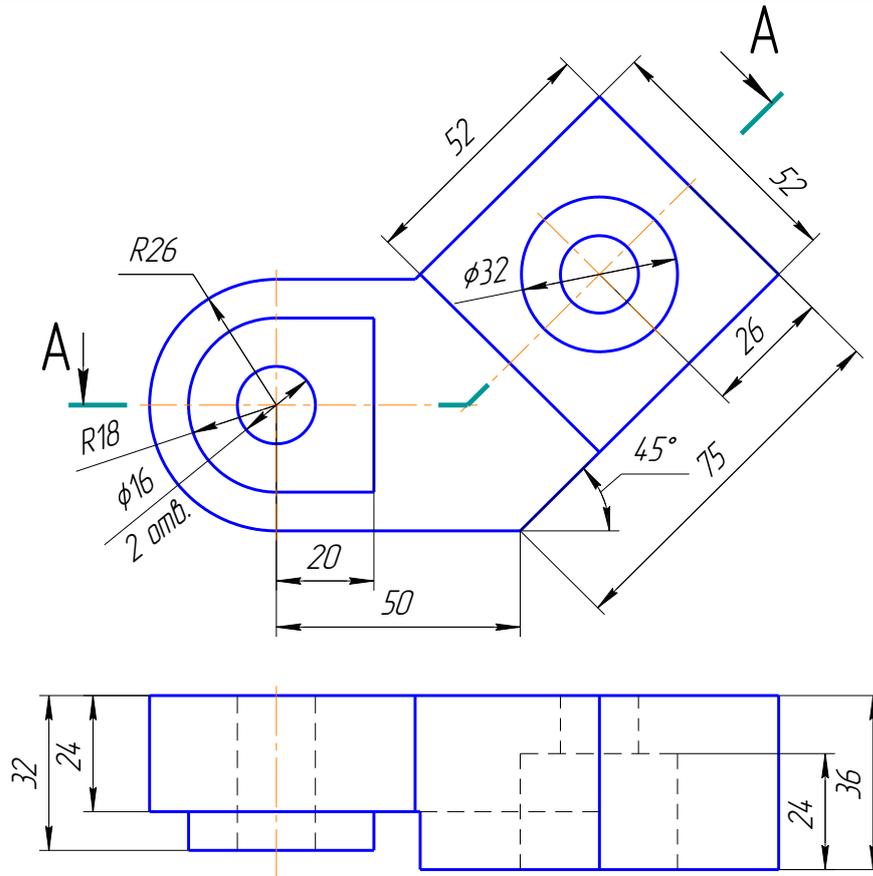
9



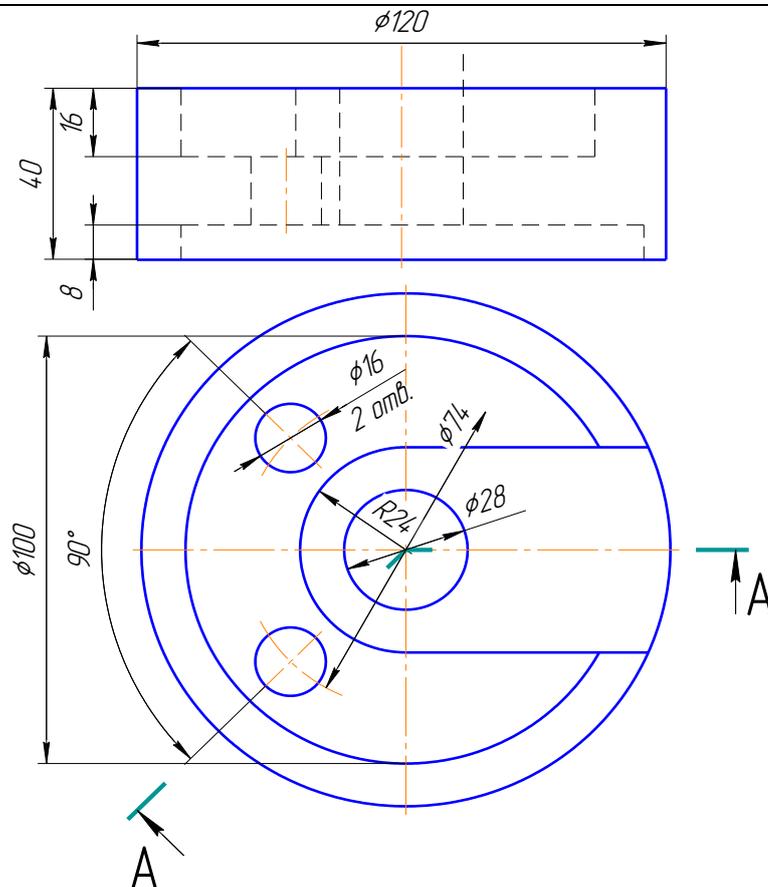
10



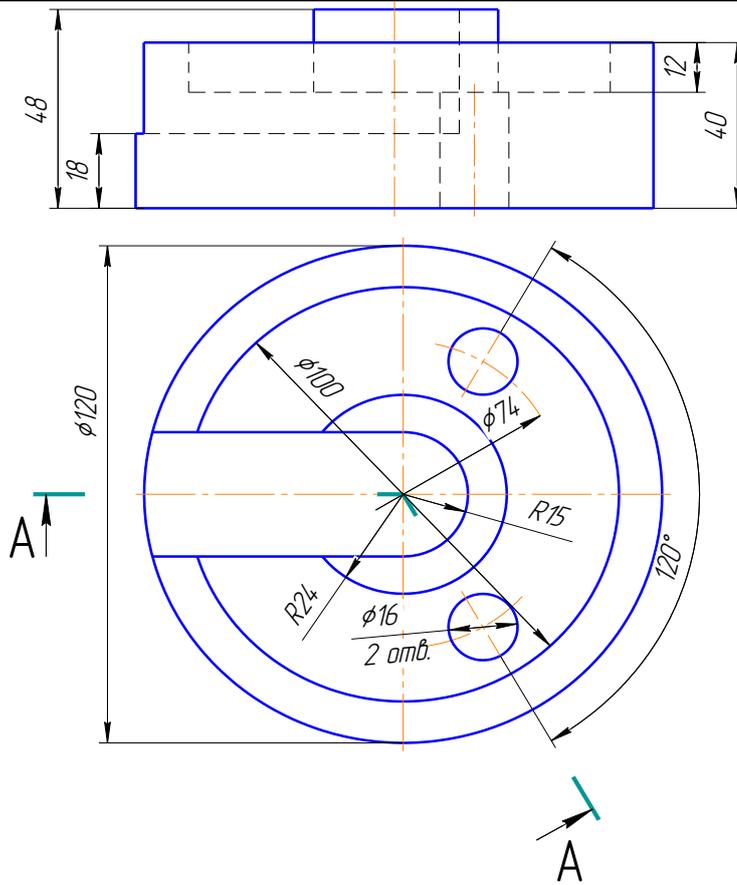
11



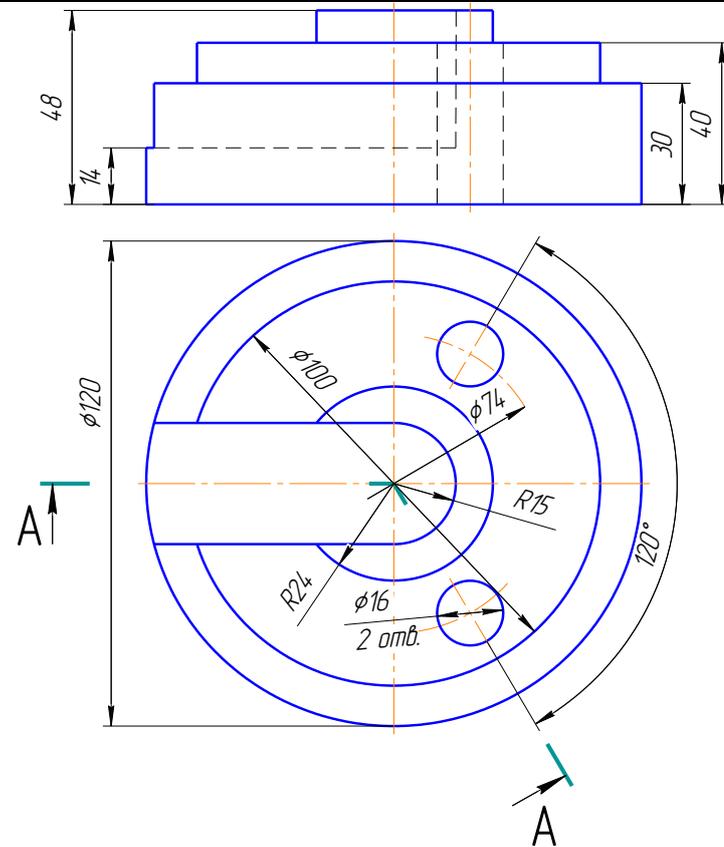
12



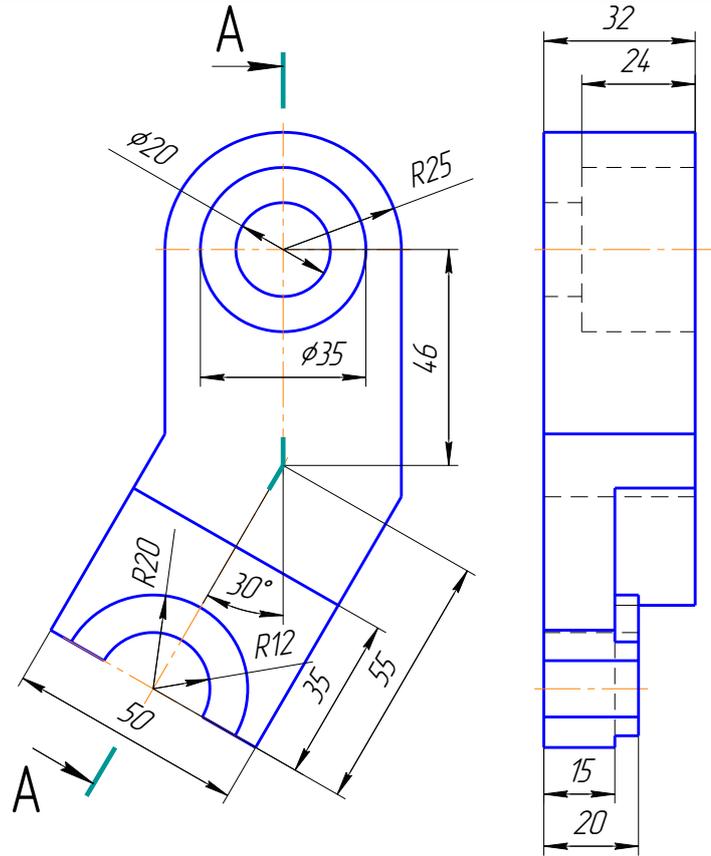
13



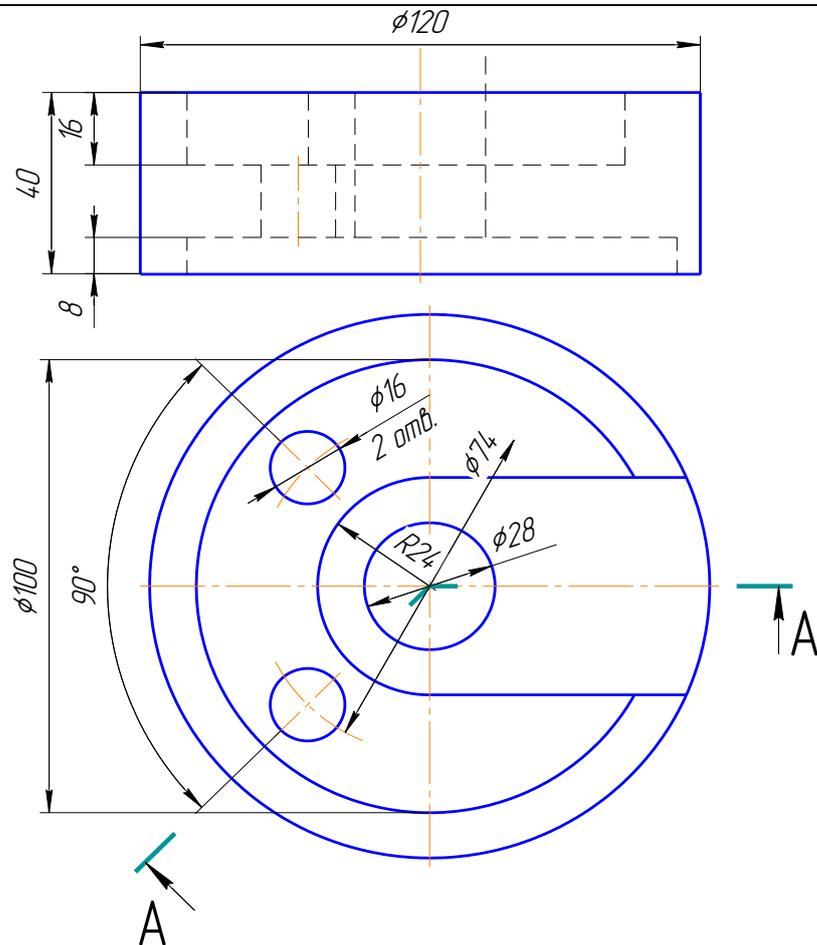
14



15



16



ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5

ПОБУДОВА ЛІНІЇ ЗРІЗУ

Індивідуальне завдання на лабораторну роботу № 5

Дано: два види деталі (табл. 8), виготовленої зі сталі.

Виконати:

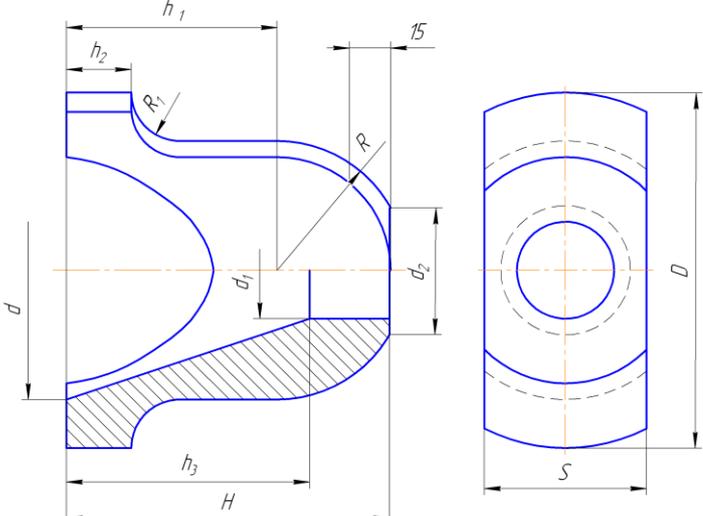
1. За двома заданими видами моделі побудувати третій, використовуючи прості розтини; приклад завдання рис. 42.
2. Побудувати лінію зрізу, утворену розтинальними площинами.

Методичні поради

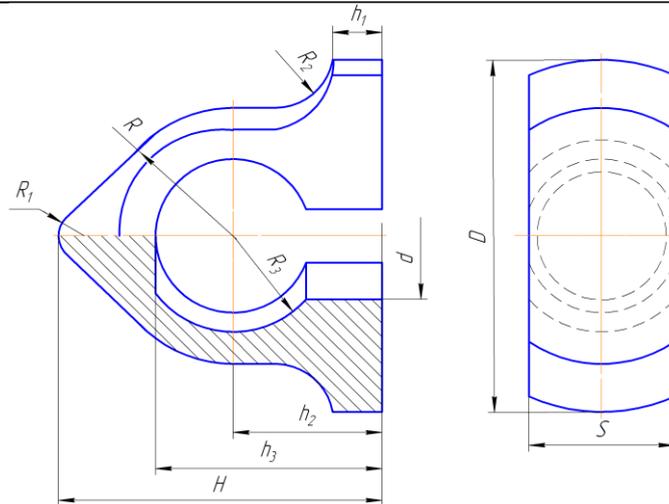
1. Лініями зрізу в практиці називають лінії, які утворюються при плоскому зрізі заготовки деталі, видаленням шару матеріалу, яке здійснюється на фрезерному або стругальному верстаті. Деталь, що оброблюється складається з поверхонь обертання.
2. Залежно від форми деталі для побудови лінії зрізу використовують допоміжні розтинальні площини, або не використовують.
3. Лінію зрізу побудувати, використовуючи методи побудови лінії взаємного перетину поверхонь обертання (методи, що розглядалися в курсі нарисної геометрії). За допоміжні розтинальні площини вибрати – фронтальні площини рівня.
4. На виді спереду і зверху побудувати прості розтини, при цьому поєднати половину виду з половиною розтину.
5. Оформити кресленик, проставити розміри (замість літер нанести цифрові значення).

Таблиця 8

Індивідуальне завдання на лабораторну роботу №5

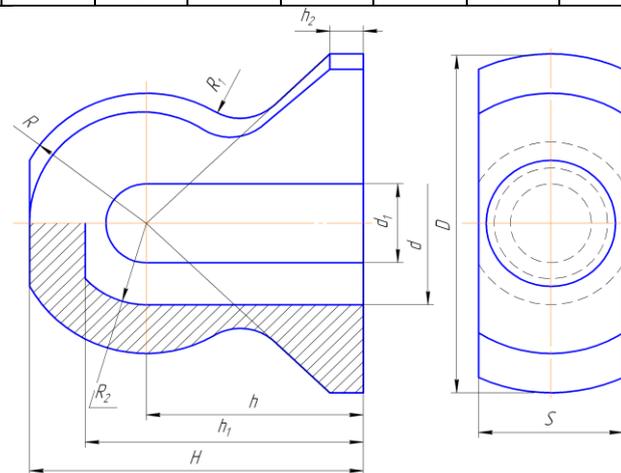


Номер варіанта	Розміри, в мм										
	H	D	S	h_1	h_2	h_3	R	R_1	d	d_1	d_2
1; 13	100	110	50	65	20	75	40	15	70	30	40
6; 19	115	120	55	78	22	85	45	20	85	32	42
10; 24	120	125	56	80	25	90	46	22	86	35	45



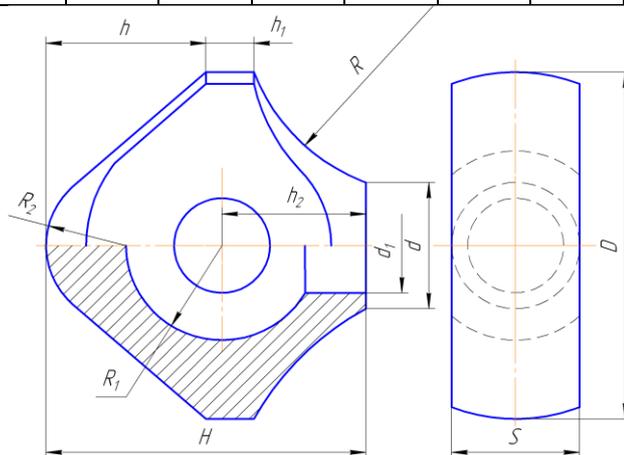
Розміри, в мм

Номер варіанта	H	D	S	h_1	h_2	h_3	R	R_1	R_2	R_3	d
2; 14;	100	110	45	15	46	70	40	8	18	30	50
7; 20;	110	130	52	20	60	90	45	10	22	35	60



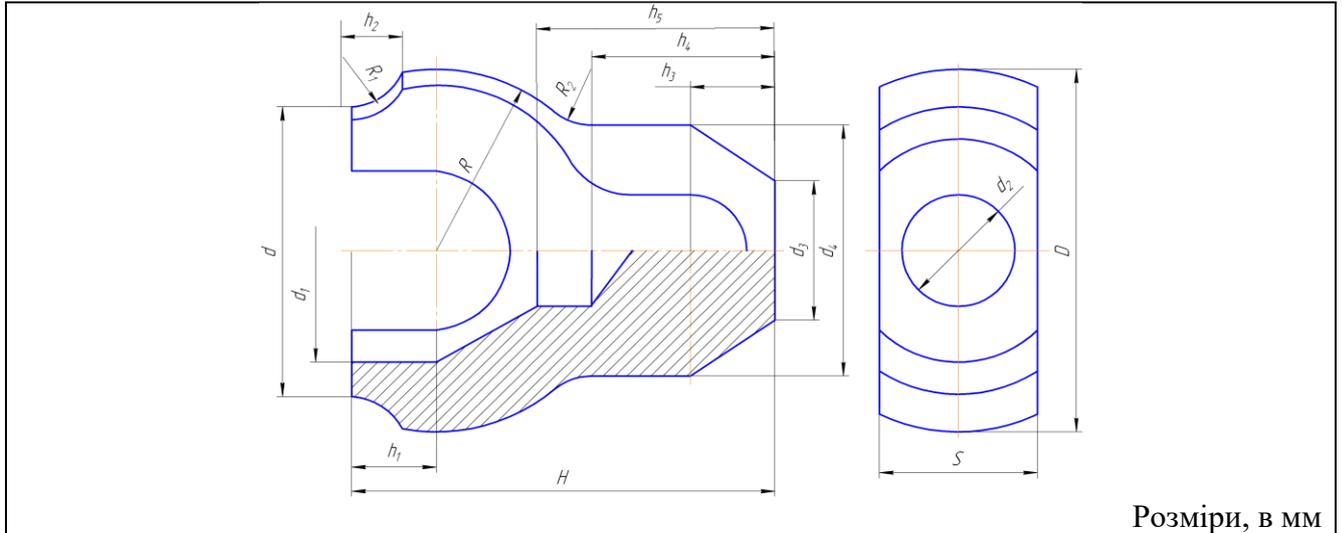
Розміри, в мм

Номер варіанта	H	D	S	h	h_1	h_2	R	R_1	R_2	d	d_1
3; 15; 25	120	125	52	78	100	12	48	18	30	60	30
8; 21	105	120	60	68	92	10	45	15	28	65	28



Розміри, в мм

Номер варіанта	H	D	S	h	h_1	h_2	R	R_1	R_2	d	d_1
4; 16	100	110	40	50	15	45	50	30	25	40	30
9; 22	105	120	50	55	18	48	45	32	20	45	25
11; 18	115	125	52	60	20	50	48	35	22	46	28



Розміри, в мм

Номер варіанта	H	D	S	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	R	R ₁	R ₂	d	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄
5; 17	150	130	56	30	18	30	65	80	65	25	20	110	80	40	50	90
12; 23	165	150	60	40	26	30	48	70	75	30	30	120	75	35	60	86

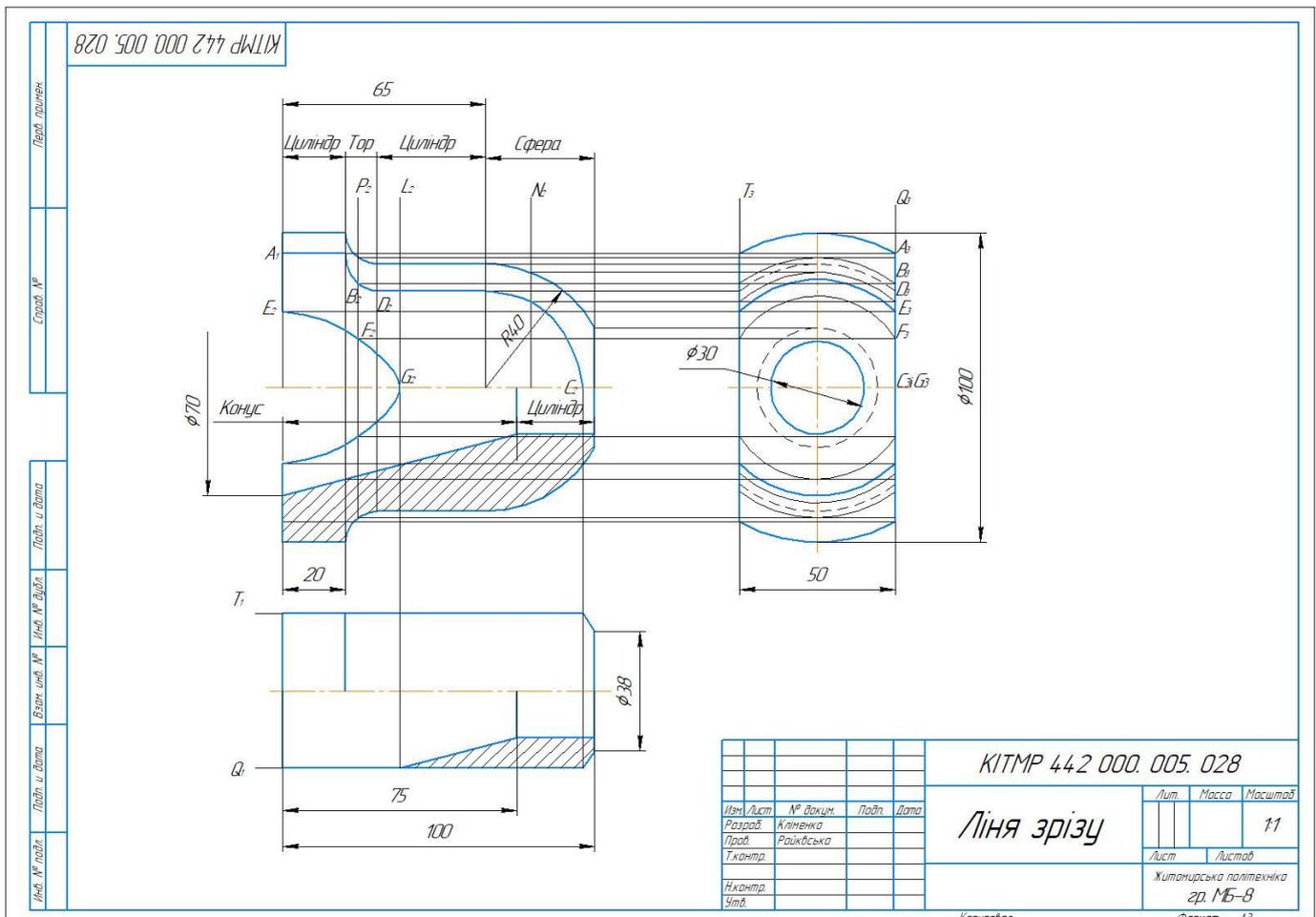


Рис. 42. Приклад завдання № 5

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 6

ПОБУДОВА КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЕТАЛЕЙ
ВАЛ

Індивідуальне завдання на лабораторну роботу № 6

Дано:

– параметри валів 1 і 2 та їх елементів (табл. 9,10, рис. 43)

Виконати:

1. Кресленик вала № 1 для парних варіантів, а для непарних – № 2 з вказаними конструктивними елементами; приклад завдання рис. 44.
2. Проставити розміри з допусками поверхонь;
3. Позначити шорсткість поверхонь;
4. Вказати окремі технічні вимоги.

АЛГОРИТМ РОБОТИ

Вал 1

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

$$\Delta = \frac{D - d}{l_2}$$

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.

3. З метою ущільнення інформації на кресленику у відповідності з ГОСТ 2.305-2008 на правому торці **вала 1** показано місцевий розтин і на виносці зроблені необхідні зауваження (кількість центрових отворів, форма і діаметр, стандарт – додаток Б), а розміри центрального отвору показано на винесеному збільшеному зображенні Б.

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

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

Таблиця 9

**Багатоваріантне завдання
на розрахунково-графічну роботу № 6**
(основні розміри, мм)

Варіант	D	d	d_1	d_2	L	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	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 (Додаток Е).
- При зображенні вала твірні циліндра западин і циліндра виступів необхідно показати суцільною товстою лінією, а зубці умовно поєднати з площиною кресленика і показати нерозрізаними.
- Твірні циліндра западин повинні перетинатись лінією межі фаски.
- На зображенні торця зубчастої частини вала (переріз $B-B$) 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 Е вказати на винесеному перерізі $B-B$.

Таблиця 10

Багатоваріантне завдання на розрахунково-графічну роботу 1 – 002
(основні розміри, мм)

Варіант	D	d_1	d_2	d_3	d_4	S	L	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	Масштаб
1, 15	22	24	44	30	20	14	140	40	45	70	40	25	1 : 1
3	28	32	50	36	22	14	145	45	50	75	45	25	
5	38	42	80	46	30	17	290	60	65	145	85	50	1 : 2
7, 25	42	46	84	50	36	19	290	80	85	160	90	50	
9	48	52	90	56	40	24	300	90	100	165	95	60	
11	52	56	96	60	44	27	300	100	110	160	100	60	
13	58	64	100	68	48	32	300	110	120	160	100	60	
23	62	68	120	72	50	36	580	120	140	270	180	100	1 : 4
17	68	74	136	78	55	41	600	130	150	304	196	100	
19, 21	78	84	144	88	60	46	620	150	170	280	240	120	

6. В шліцьовій частині вала знаходиться отвір. При виконанні креслення його розміри прийняти за зразком.
7. На правій частині вала виконані лиски. Розмір під ключ вибрати за розмірами стандартних кріпильних виробів і вказати на винесених зображеннях А і Б.

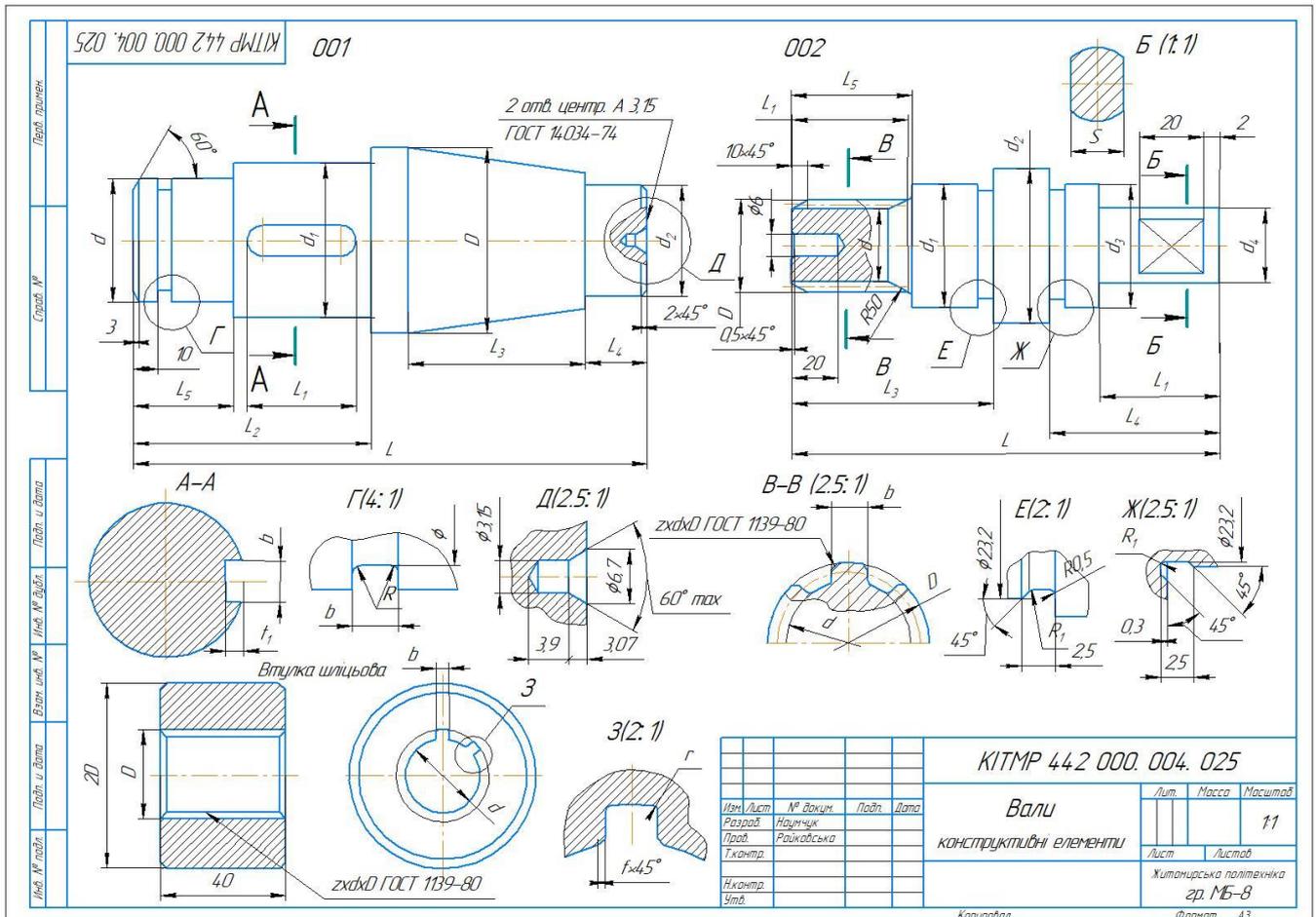


Рис. 43. Умова завдання № 6 – «Вал»

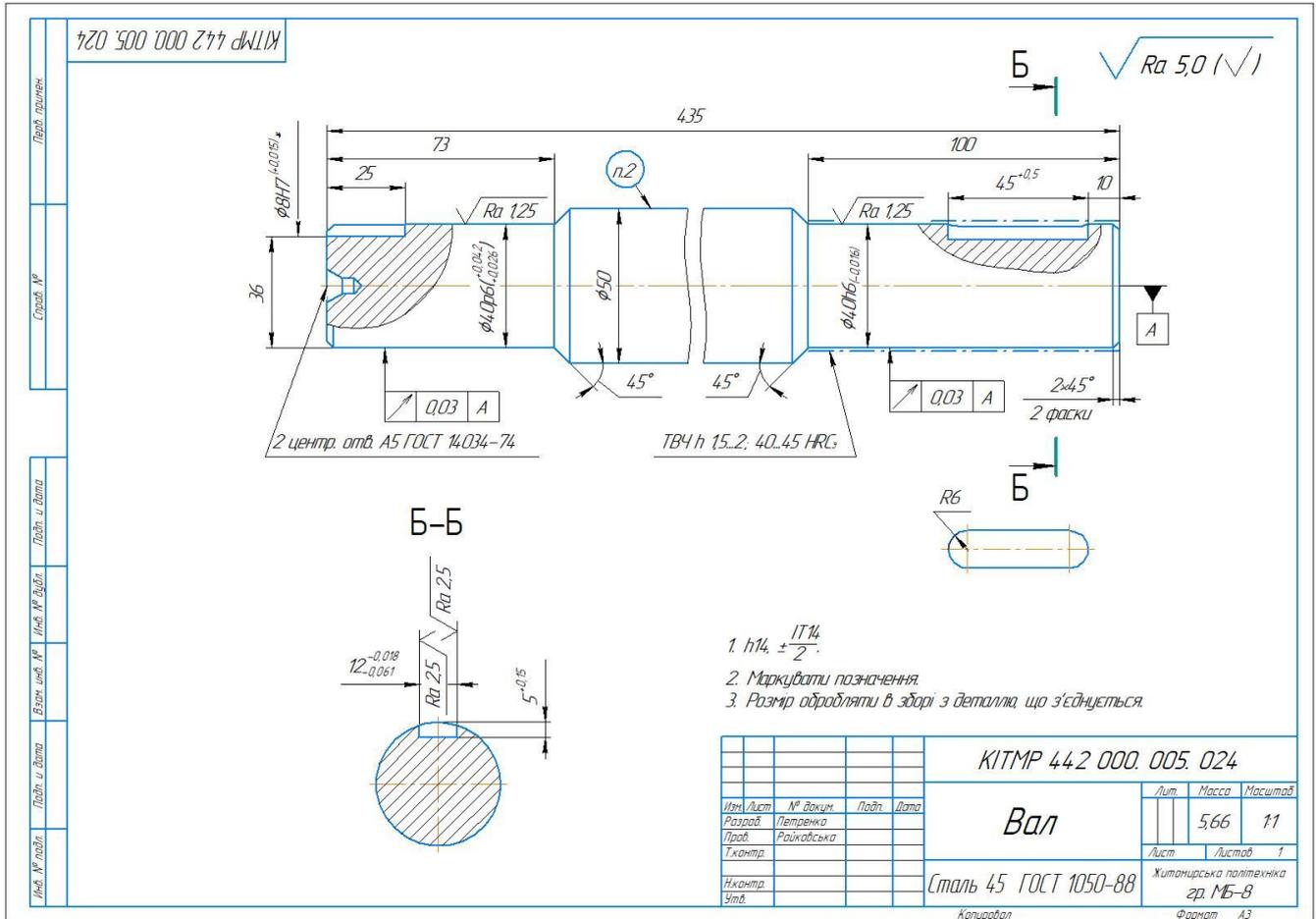


Рис. 44. Приклад завдання № 6

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 7

Кресленик корпусної ливарної деталі

Індивідуальне завдання на лабораторну роботу № 6

Дано:

Плоске зображення корпусної ливарної деталі (табл. 11)

Виконати:

- кресленик корпусної деталі за варіантом (варіант обрати за номером в списку журналі) зі вказаними конструктивними елементами і вимогами щодо ливарних деталей; приклад завдання рис. 46;
- проставити розміри з допусками поверхонь, граничні відхилення поверхонь;

- 3) позначити шорсткість поверхонь;
- 4) вказати окремі технічні вимоги для ливарних деталей.

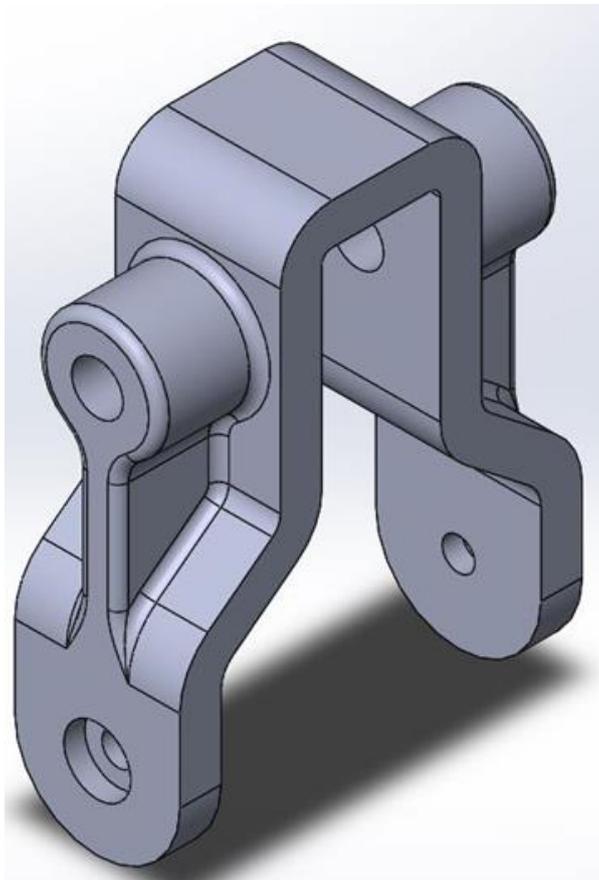
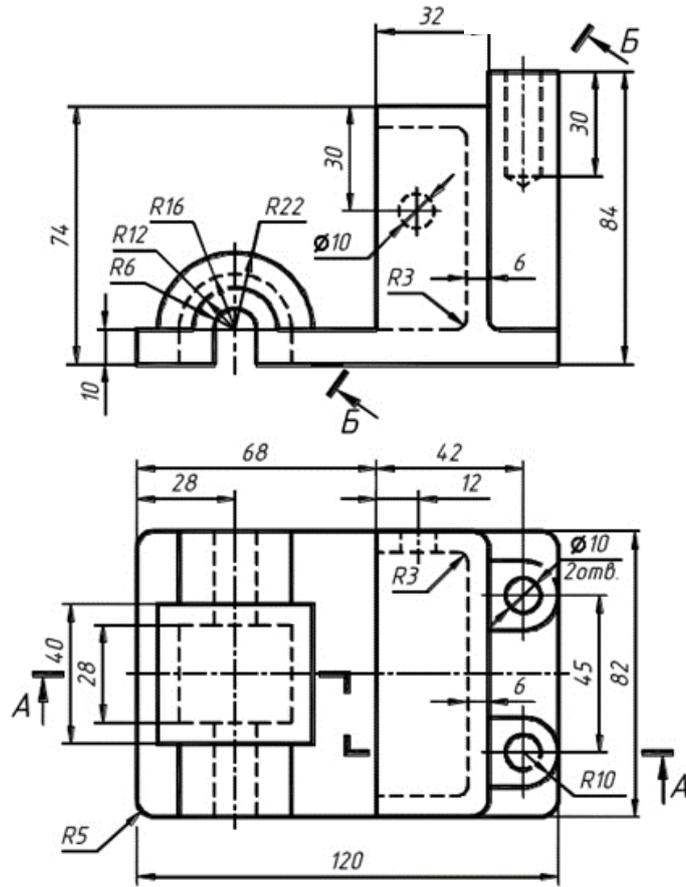


Рис. 45. Модель ливарної деталі

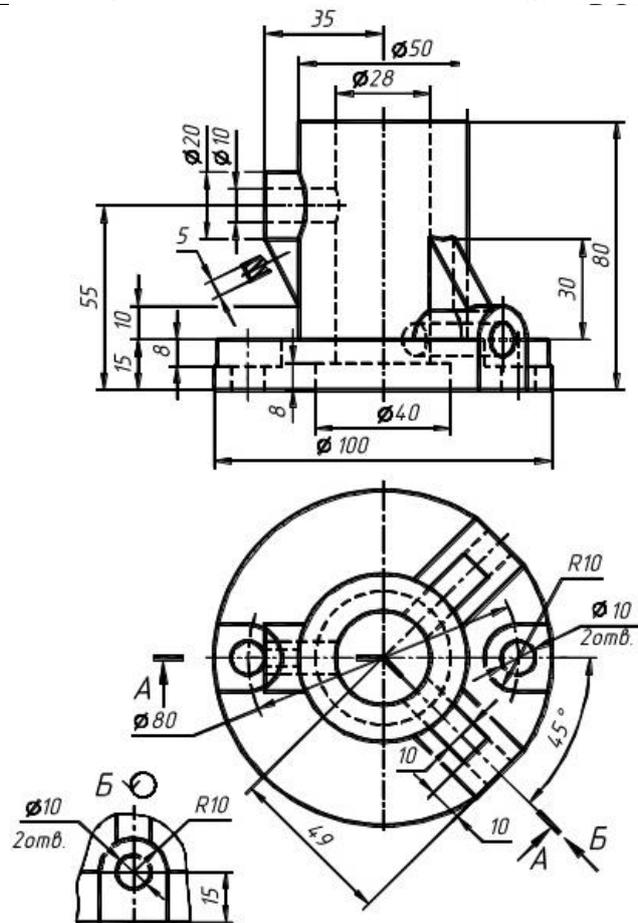
Індивідуальні завдання на розрахунково-графічну роботу № 7

Варіант	Кресленик
1	
3	

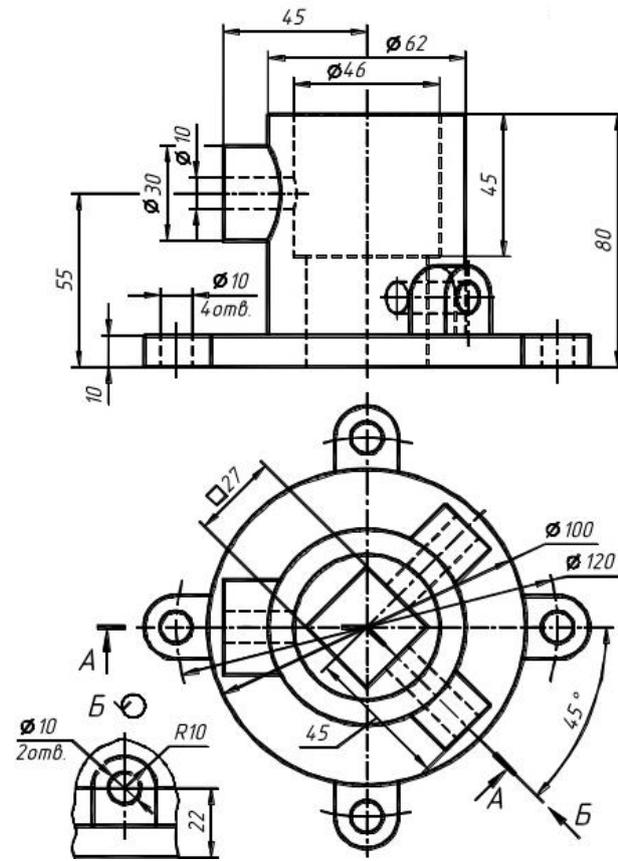
5



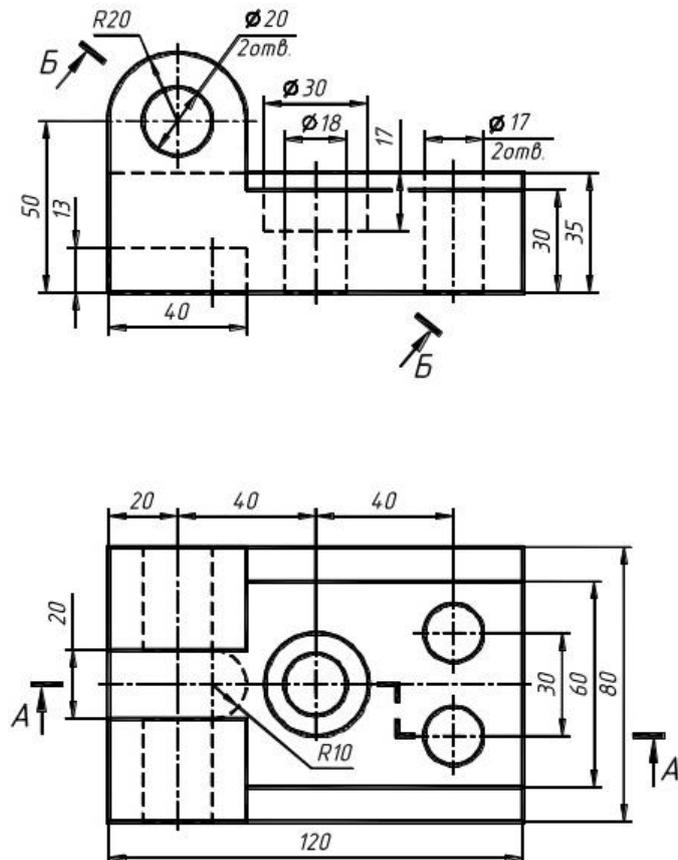
7



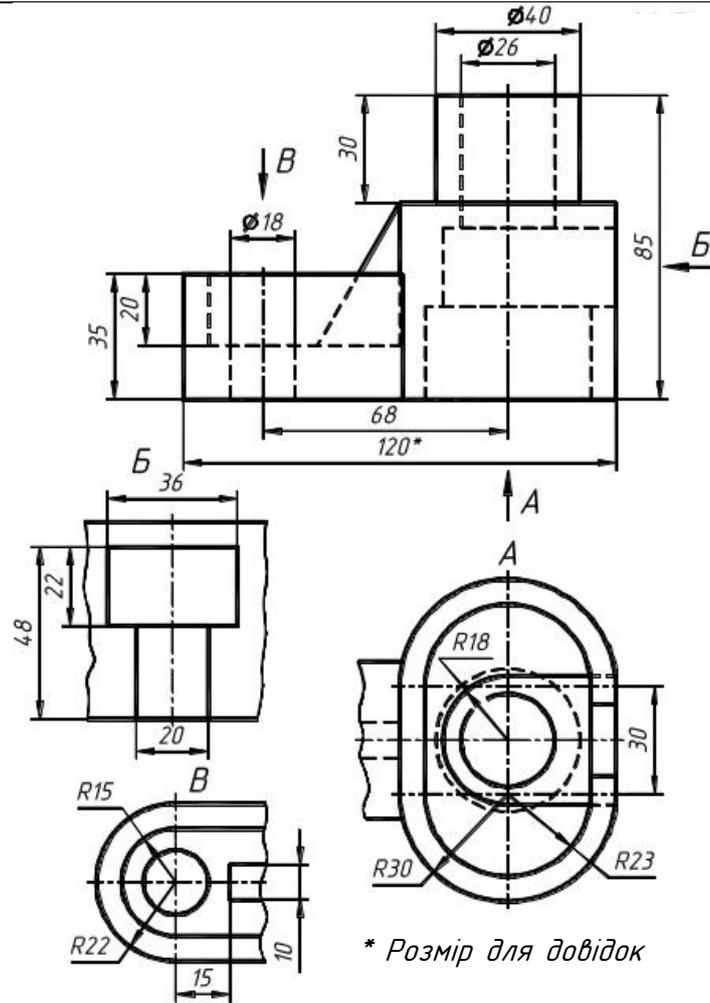
9



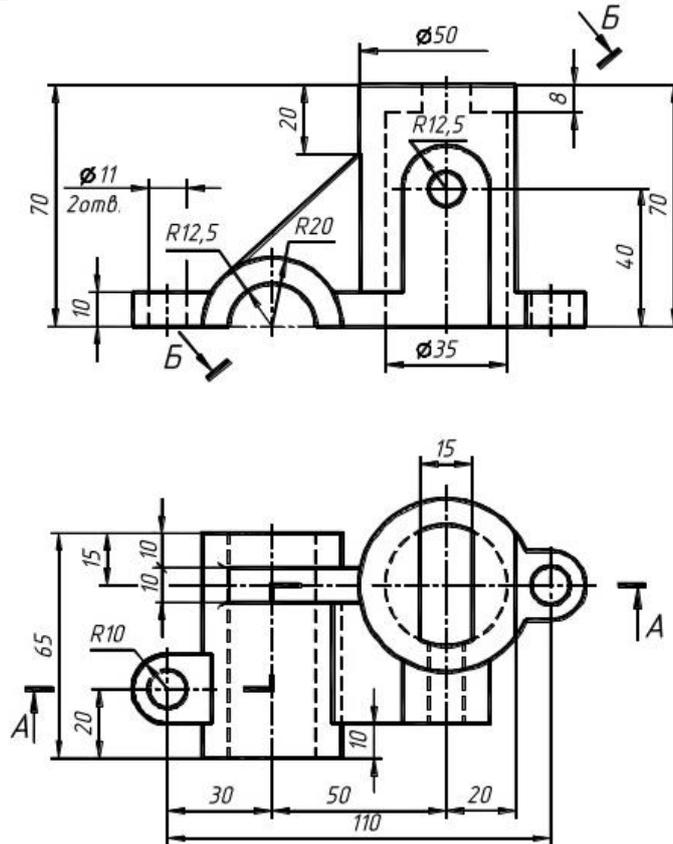
11



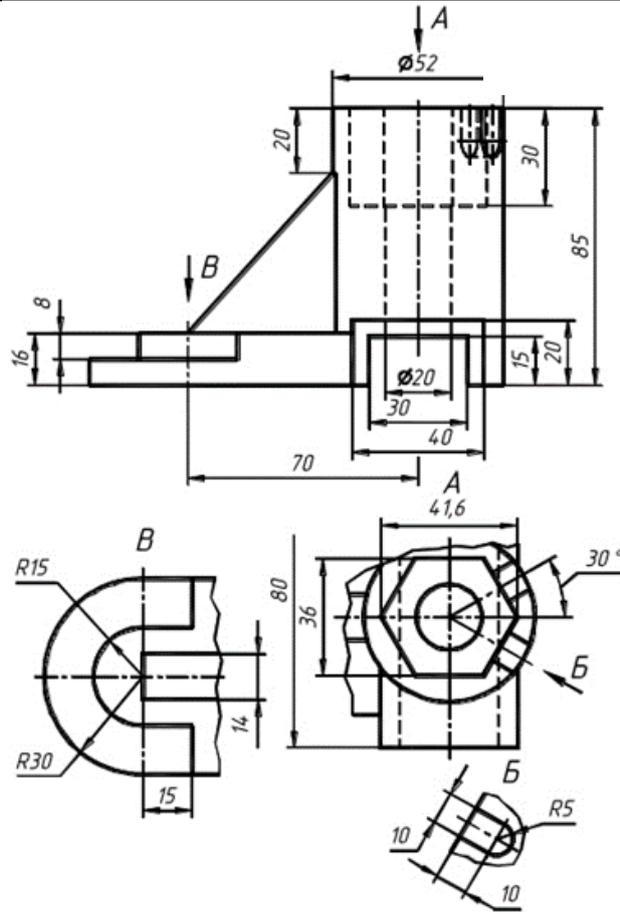
13



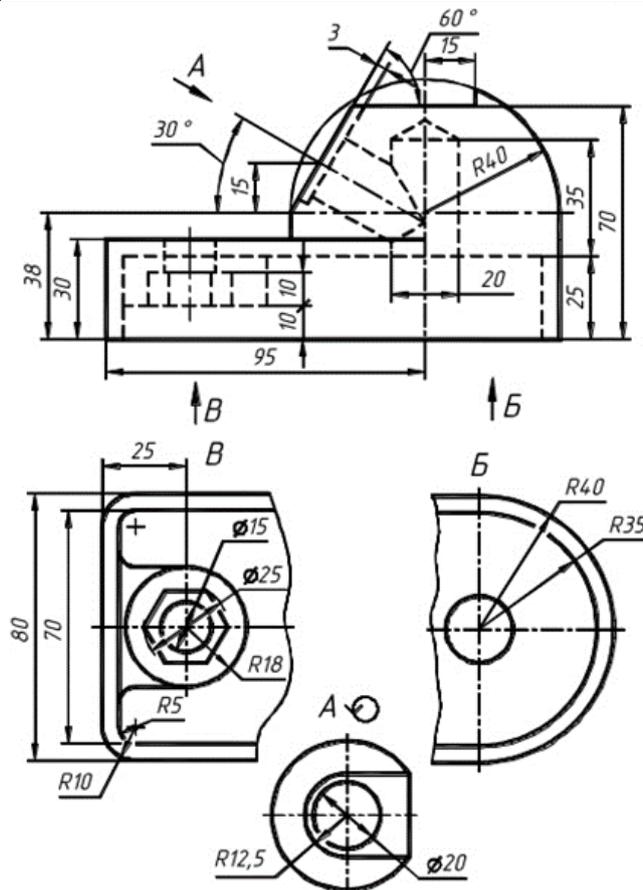
15



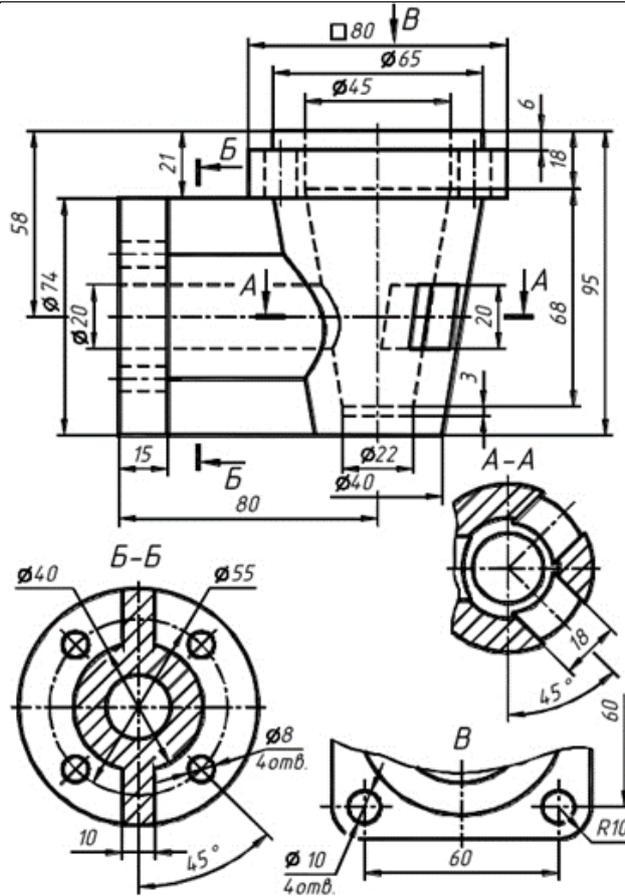
6



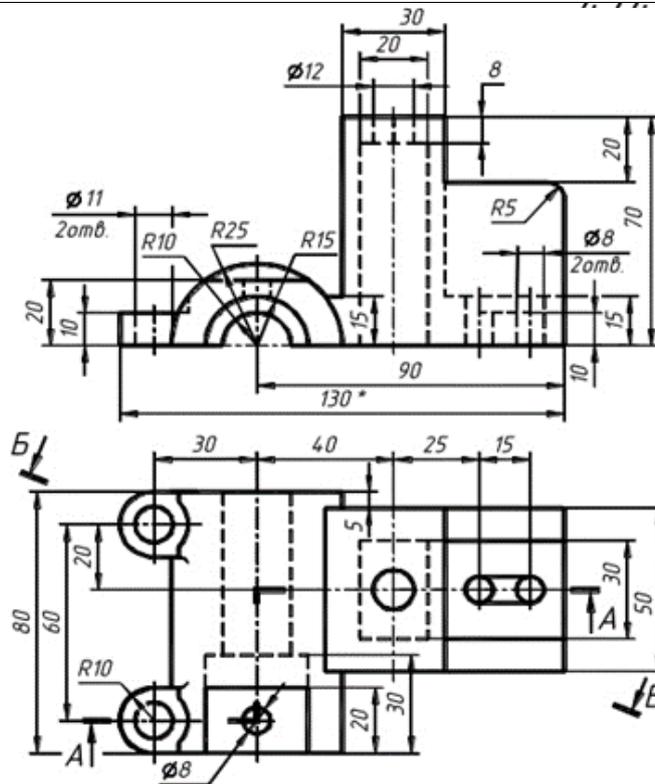
8



10

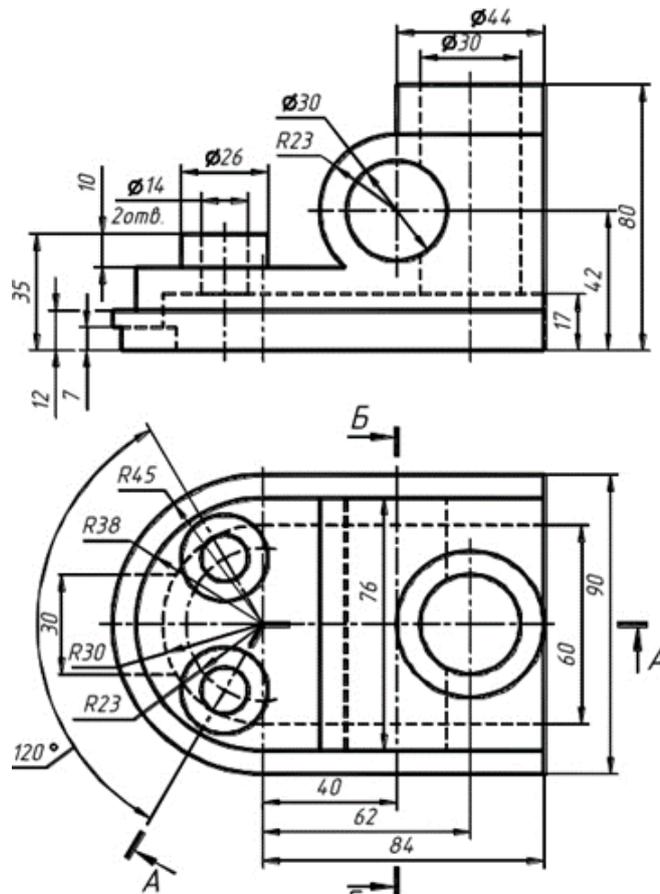


12

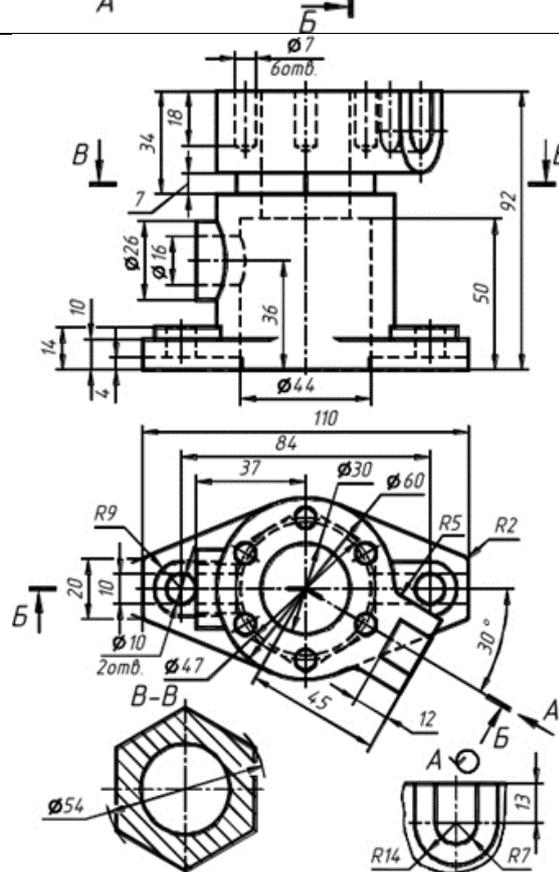


* Розмір для довідок

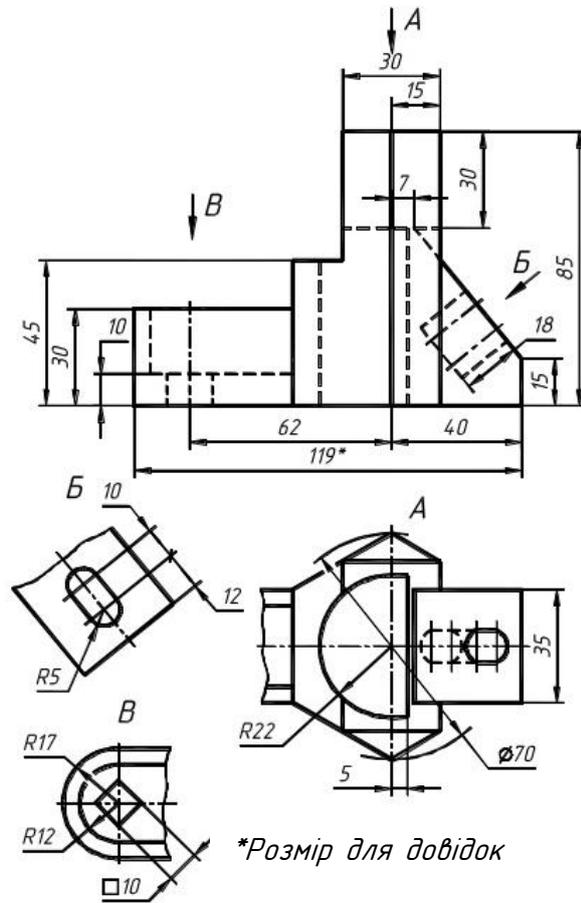
14



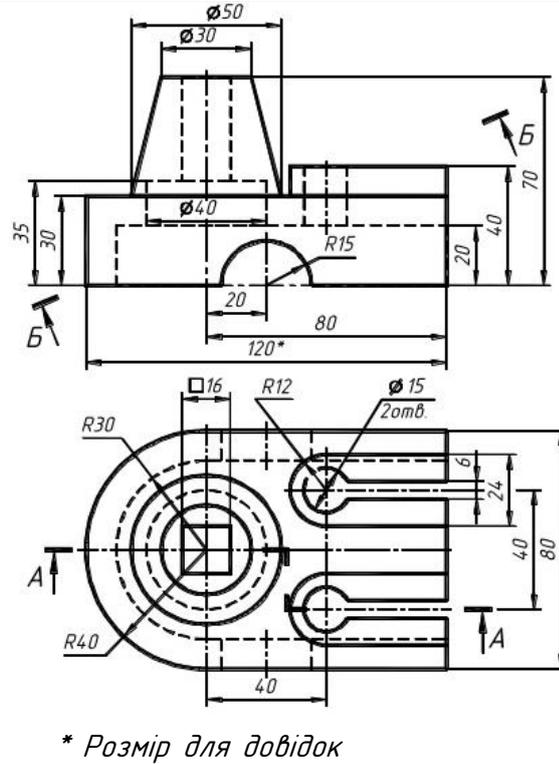
16

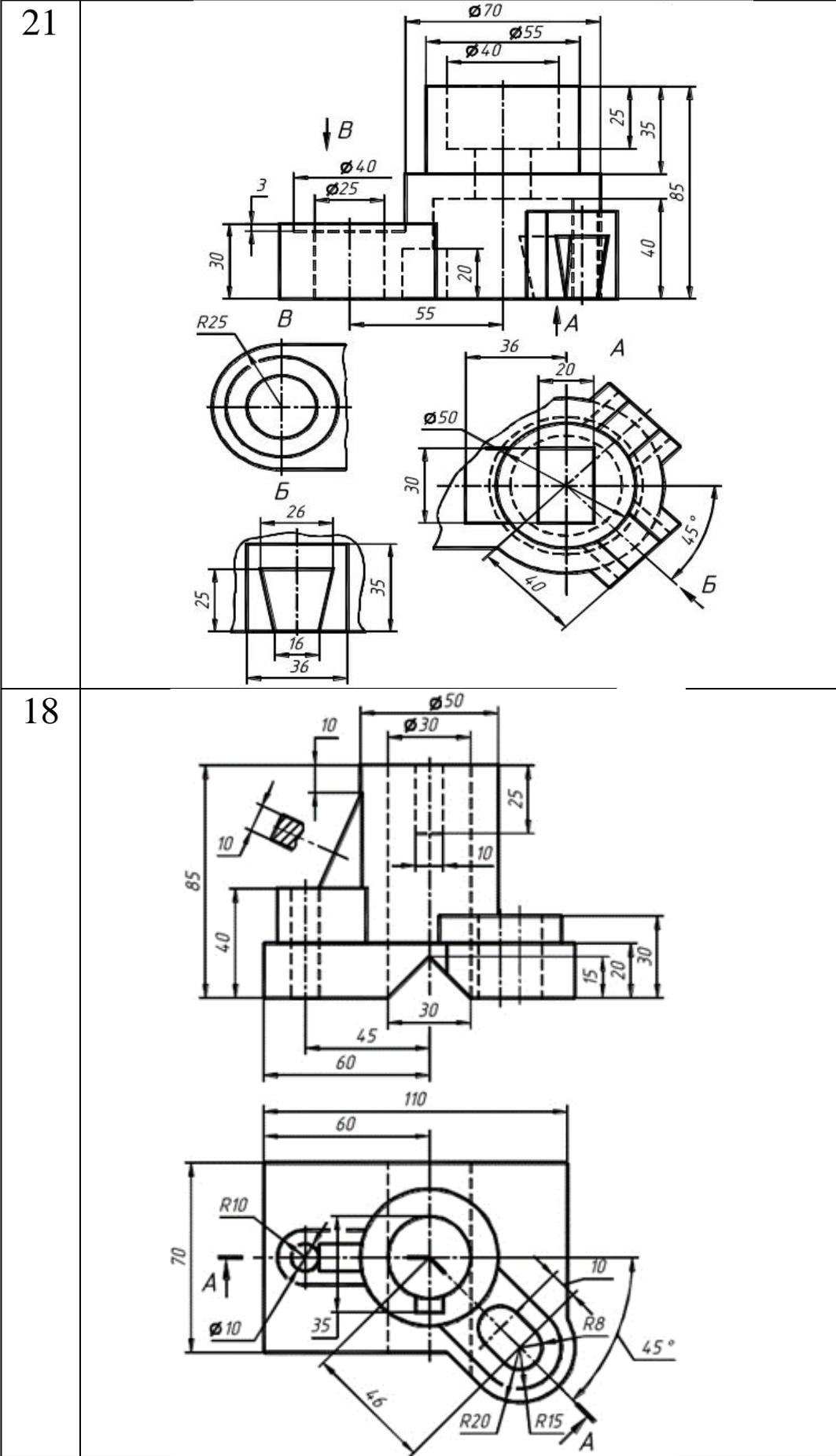


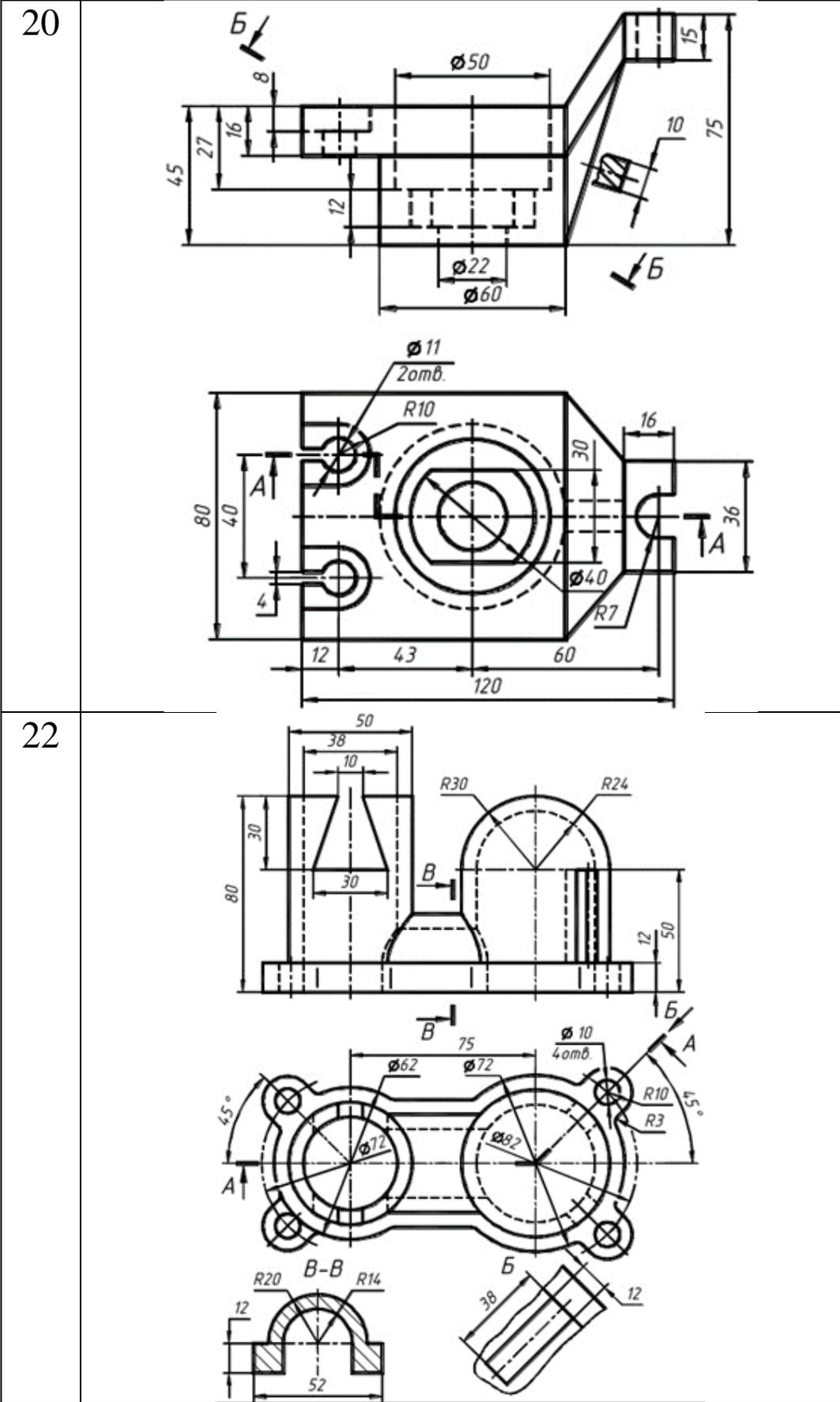
17



19







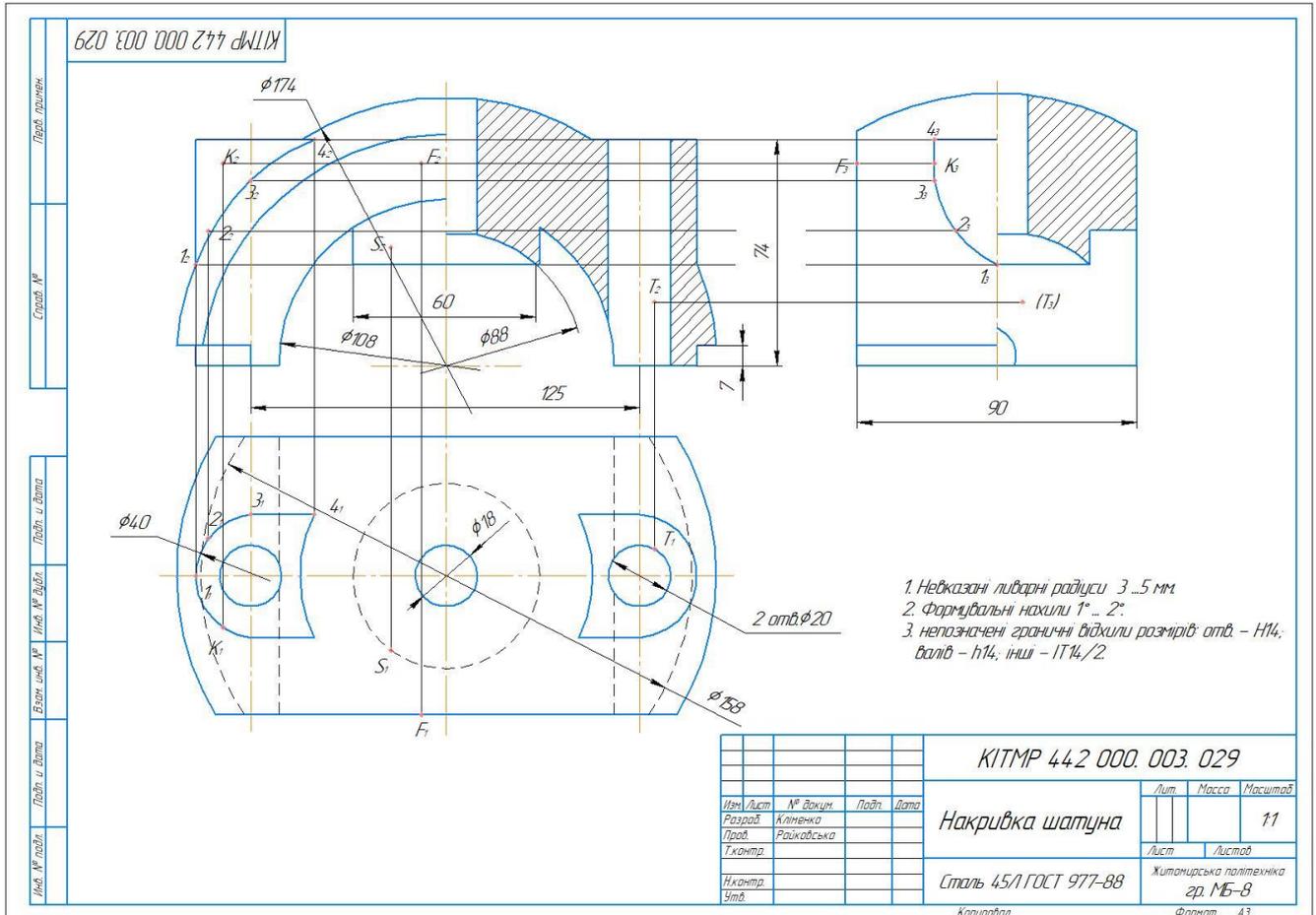


Рис. 46. Приклад завдання № 7

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8 ЗУБЧАСТЕ КОЛЕСО

Індивідуальне завдання на лабораторну роботу № 7

Дано:

параметри циліндричного прямозубого зубчастого колеса (рис. 47, табл. 14)

Виконати:

кресленик прямозубого зубчастого колеса (приклад виконання показаний на рис. 48).

Методичні поради

1. Виконати кресленик зубчастого колеса, що складається із двох видів – головного й виду зліва. Осьову лінію головного виду розташувати паралельно нижній рамці аркуша. На головному виді виконати повний розтин, зубці показати не розрізаними, лінії вершин і западин зубців зобразити суцільною товстою основною лінією, лінію ділильної окружності – штрих-пунктирною тонкою лінією.

На виді зліва допускається показувати частину зображення, але таку, щоб зберегти повне зображення отвору для вала.

2. 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 ділительного 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.

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

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

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

5. Вказати окремі технічні вимоги.

6. Кресленик зубчастого колеса оформити за стандартами СКД.

ПРИМІТКА

Модуль зубчастого колеса визначити за формулою

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

де d_a – діаметр окружності вершин зубців, мм.

Обчислене значення модуля округлити до найближчого значення, передбаченого ГОСТ 9563-60 (табл. 12).

Таблиця 12

Модулі (вибірка з ГОСТ 9563-60), мм

Ряд	1-й	1	1,25	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20
	2-й	1,125	1,375	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	7	9	11	14	18	22

Для правильного зображення на кресленіку зубчастого колеса необхідно розрахувати його параметри за формулами табл. 13.

Таблиця 13

Розрахункові формули основних параметрів зубчастого колеса

Елемент	Позначення	Формула
Діаметр ділительного кола	d	$d = mz$
Діаметр кола вершин	d_a	$d_a = m(z + 2)$
Діаметр кола западин	d_f	$d_f = m(z - 2,5)$
Повна висота зубця	h	$h=2,25m$
Висота головки зубця	h_a	$h_a=m$
Висота ніжки зубця	h_f	$h_f=1,25m$
Товщина зубця	S	$S = 0,5\pi m$
Ширина зубчастого вінця	b	$b=8m$
Внутрішній діаметр обода	d_o	$d_o= d_a-8,5m$
Діаметр маточини	d_m	$d_m=1,6 d_b$
Довжина маточини	L_m	$L_m=1,1b$
Товщина диска	k	$k=0,3b$
Діаметр центрального кола	d_3	$d_3=0,5(d_o+ d_m)$
Діаметр отворів	d_4	$D_4=0,25(d_o- d_m)$
Радіуси галтелей і фаски	R c	$R=2...3$ мм $c=2...3$ мм
Величина зрізу зубців на торцевих кромках	n	$n=0,5m$
Розміри прямокутної шпонки		За стандартом

Таблиця 14

Циліндричні прямозубі зубчасті колеса

Варіант	Число зубців Z	Діаметр кола вершин зубців d_a , мм	Діаметр вала d_b , мм	Кріплення на валу	Варіант	Число зубців Z	Діаметр кола вершин зубців d_a , мм	Діаметр вала d_b , 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					

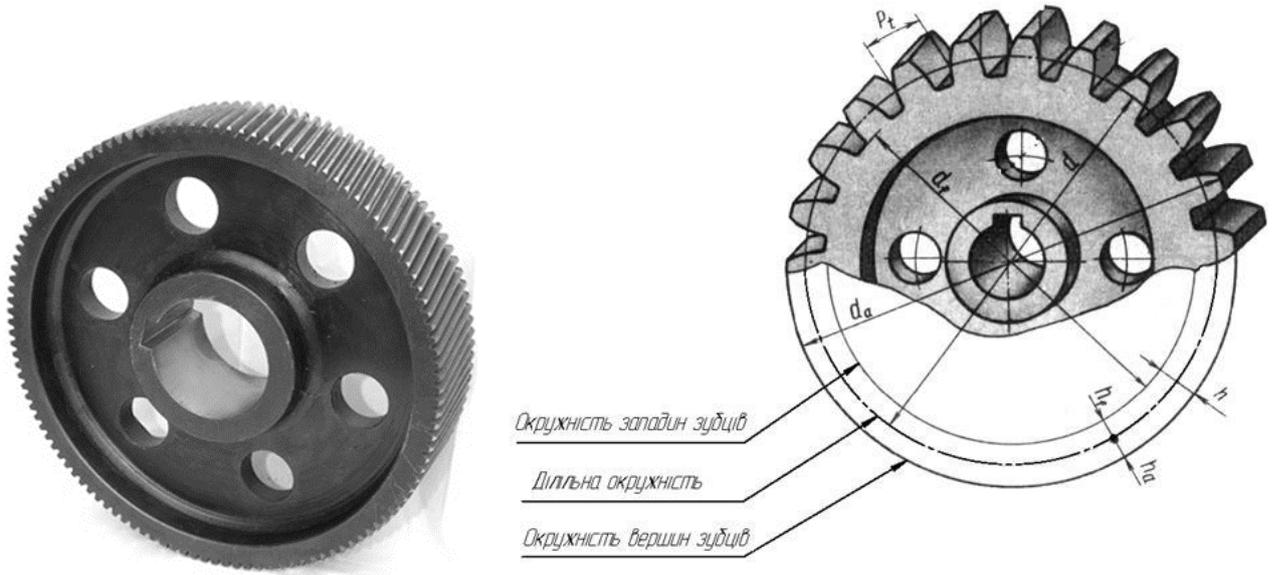
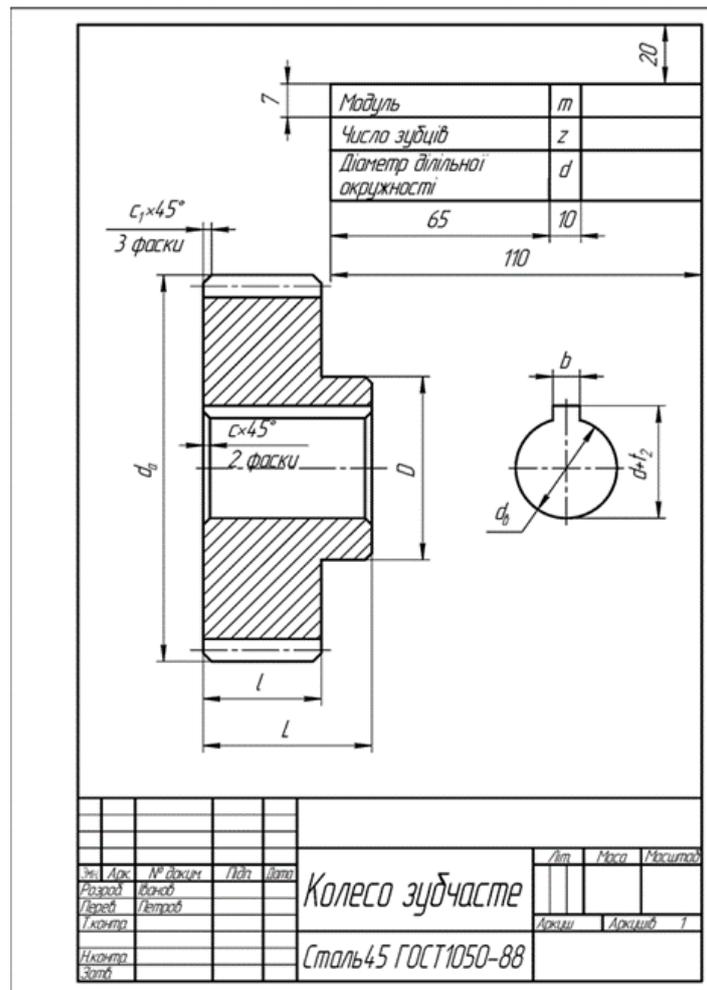


Рис. 47. Колесо зубчасте – модель і основні параметри



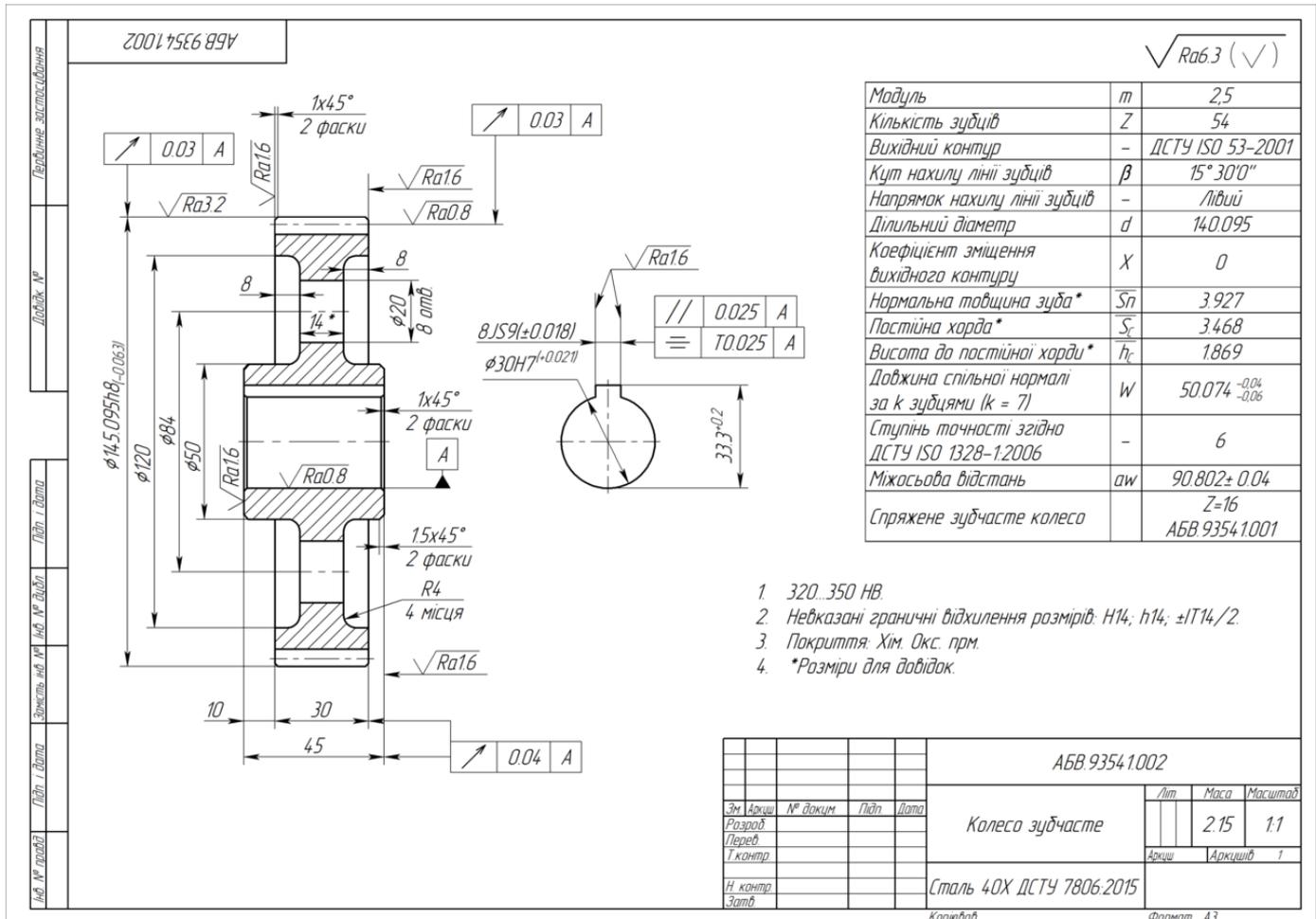


Рис. 48. Приклади завдання № 8

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9

З'ЄДНАННЯ НАРІЗНИ

Індивідуальне завдання на лабораторну роботу № 9

Дано: вихідні дані за варіантами, обрати за таблицею 15, відповідно до зразка і вказівкою викладача.

Виконати:

- Виконати нарізні з'єднання за допомогою стандартних кріпильних деталей: болтами; гвинтами; шпильками з гайками і шайбами (приклад завдання рис. 50).
- Графічну роботу оформити за зразком, дотримуючись встановлених стандартів правил ЄСКД.

Методичні поради

1. Вихідні дані за варіантами обрати за таблицею 15.
2. Розміри стандартних кріпильних нарізних деталей, що входять у з'єднання, визначити за довідниковими даними, наведеними у додатку З – У.
3. Розміри, що вказані на кресленнику у дужках, не наносити на складальному кресленнику. Нанести довжини кріпильних деталей. Розрахувати і нанести розміри глухого отвору з нарізю.
4. Скласти специфікацію за стандартом.

Таблиця 15

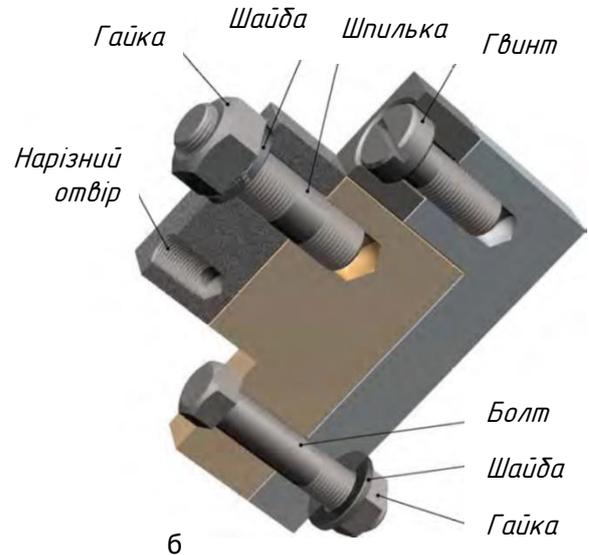
Вихідні дані до лабораторної роботи № 9

№ вар.	Нарізь в отворі d, мм	Гвинт d, мм	Шпилька ДСТУ ГОСТ	Болт d, мм	Матеріал деталей				
					d, мм	1	2	3	4
1	10	12	1491-80	24	20	Лег.сп. (Al)	СЧ	СЧ	КЧ
2	12	16	17473-80	16	24	Лег.сп.(Mg)	КЧ	КЧ	Ер
3	12	16	17474-80	20	24	Лег.сп. (Al)	Лег.сп. (Al)	Лег.сп. (Al)	КЧ
4	16	12	17475-80	24	20	СЧ	Ст	Ст	Ст
5	10	10	1491-80	16	4	КЧ	Ер	Ер	Ст
6	12	12	17474-80	20	16	Лег.сп. (Al)	Ла	Ла	СЧ
7	14	16	17473-80	20	24	Ла	СЧ	СЧ	Ст
8	16	12	17474-80	24	20	Ер	КЧ	КЧ	Ст
9	10	12	17475-80	16	24	СЧ	Лег.сп. (Al)	Лег.сп. (Al)	КЧ
10	14	10	1491-80	24	16	Лег.сп. (Al)	Ст	Ст	Ер
11	10	12	17473-80	20	24	Ст	Лег.сп.(Mg)	Лег.сп.(Mg)	Лег.сп. (Al)
12	12	16	17474-80	16	20	СЧ	Лег.сп. (Al)	Лег.сп. (Al)	Ст
13	12	16	17475-80	20	24	Ла	СЧ	СЧ	КЧ
14	16	12	1491-80	24	20	Ст	КЧ	КЧ	Ер
15	14	12	17475-80	16	24	Лег.сп.(Mg)	Ст	Ст	Ла
16	10	16	17473-80	24	16	СЧ	Ер	Ер	Ст
17	12	16	17474-80	20	24	КЧ	Лег.сп.(Mg)	Лег.сп.(Mg)	СЧ
18	12	12	1491-80	16	24	Лег.сп. (Al)	СЧ	СЧ	Ст
19	16	10	17475-80	20	24	КЧ	Ст	Ст	Ла

20	14	12	17473-80	24	16	Ер	КЧ	КЧ	Ст
21	10	12	17474-80	16	20	СЧ	Лег.сп.(Al)	Лег.сп.(Al)	Ер
22	12	16	1491-80	24	20	СЧ	Ер	Ер	Лег.с п. (Al)
23	16	12	17473-80	16	24	Лег.сп. (Al)	СЧ	СЧ	Ст
24	16	10	1491-80	20	16	КЧ	Ст	Ст	Ер
25	14	12	17473-80	16	24	Лег.сп. (Al)	Ст	Ст	Ер
26	10	16	17475-80	24	20	Ер	КЧ	КЧ	Лег.с п. (Al)
27	12	16	17474-80	20	24	Ст	Лег.сп. (Al)	Лег.сп. (Al)	СЧ
28	12	12	17473-80	16	20	Лег.сп. (Al)	Ер	Ер	КЧ
29	16	10	17475-80	20	24	Лег.сп. (Al)	Ла	Ла	Ла
30	14	12	1491-80	24	16	СЧ	Ст	Ст	Ер



а



б

Рис. 49. Нарізне з'єднання деталей гвинтом з циліндричною голівкою, шпилькою з пружиною шайбою і болтом із звичайною шайбою:

а – зовнішній вид з'єднання;

б – умовний розтин з'єднання по осям нарізних деталей

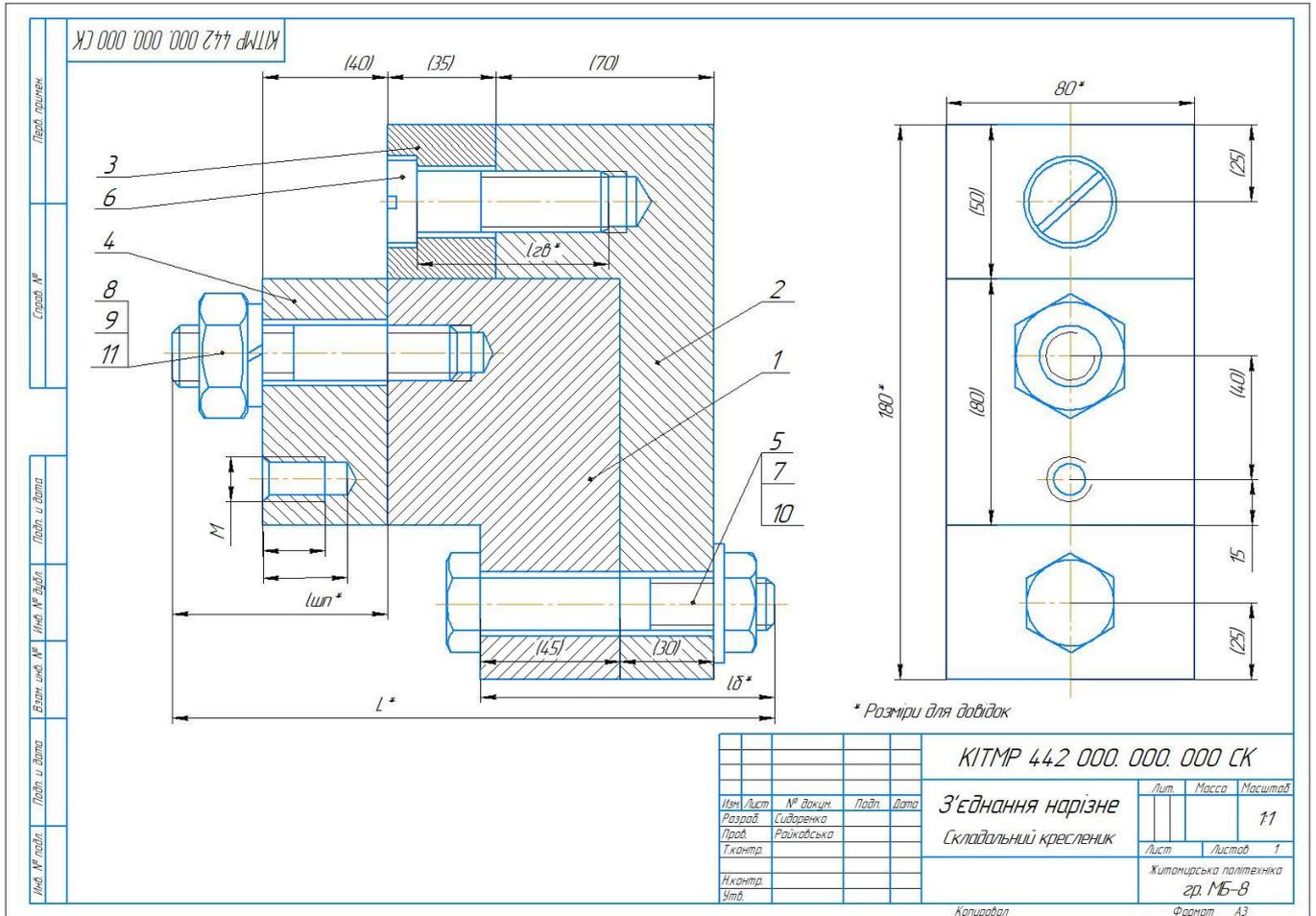


Рис. 50. Приклад завдання № 9 – з'єднання нарізні

РЕКОМЕНДОВАНА 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. Практичне використання автоматизованого проектування SolidWorks у геометричному моделюванні технічних об'єктів : метод. вказівки / Г.О. Райковська, Л.Є. Глембоцька. – Житомир: ЖДТУ, 2016.– 71 с.
9. Райковська Г.О. Інженерна графіка. Практикум : навч. посібник / Г. О. Райковська, Головня В. Д., Глембоцька Л. Є. – ч. 1. – Житомир : ЖДТУ, 2015. – 250 с.
10. Райковська Г.О. Інженерна графіка. Практикум : навч. посібник / Г. О. Райковська, Головня В. Д., Глембоцька Л. Є. – ч. 2. – Житомир : ЖДТУ, 2017. – 116 с.
11. Розов С. В. Курс черчения с картами программированного контроля: учебн. пособие [для учащихся средних специальных учебных заведений] / С. В. Розов.– М.: Машиностроение, 1990. – 432 с.
12. Хаскин А. М. Черчение / А. М. Хаскин. – К.: Высш. 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. Егшин; 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

Зразок титульного аркуша

The diagram shows a rectangular title page template with a blue border. Dimensions are indicated by arrows: 20 units from the left edge to the inner border, 5 units from the top edge to the inner border, 5 units from the right edge to the inner border, and 5 units from the bottom edge to the inner border.

Міністерство освіти і науки України
Державний університет "Житомирська політехніка"
Кафедра галузевого машинобудування

Розрахунково-графічні роботи
Інженерна та комп'ютерна графіка
KITMP 442 001. 002-XX

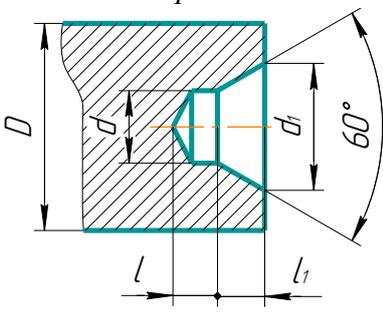
Керівник
д. пед. наук, професор *Г.О. Райковська*

Виконавець
студент 1 курсу, гр. МБ-8 *О.П. Петренко*

Житомир - 2020

Отвори центрові (ГОСТ 14034-74)

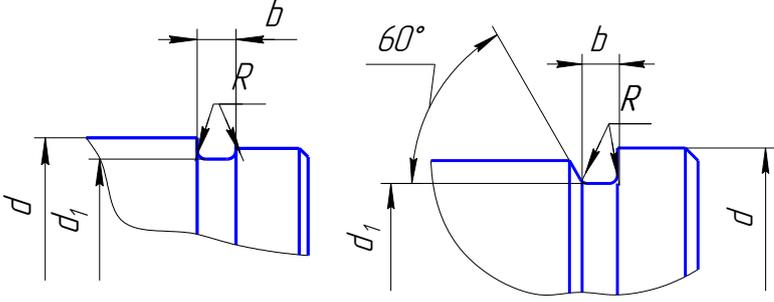
Форма А



Розміри , мм

D	d	d_1	L , не менше	l_1
6	1,6	3,35	2,0	1,52
10	2,0	4,25	2,5	1,95
14	2,5	5,30	3,1	2,42
20	3,15	6,70	3,9	3,07
30	4,0	8,50	5,0	3,90
40	(5)	10,60	6,3	4,85
60	6,3	13,20	8,0	5,98
80	(8)	17,00	10,1	7,79

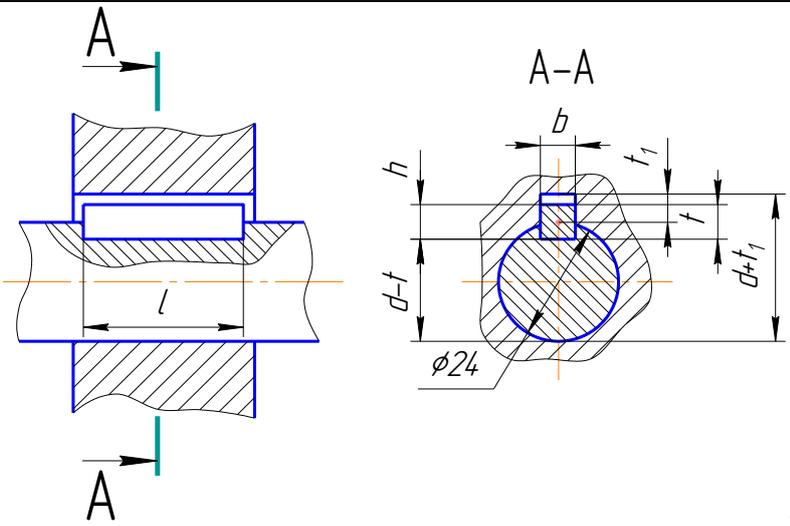
Канавки під концентричне кільце
(ГОСТ 13940-80)



Розміри, мм

Розміри канавки	Діаметр вала, мм									
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
d_1	9.5	14.1	18.6	23.5	28.5	33.0	37.5	42.5	47.0	52.0
b	1,2	1,2	1,4	1,4	1,4	1,9	1,9	1,9	2,2	2,2
R	0,1					0,2				

Розміри призматичних шпонок (ГОСТ 23360-78), мм



Розміри, мм

Діаметр вала d	Розміри шпонки $B \times h$	Глибина паза		Довжина шпонки	Радіус заокруглення	
		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	3,3	18–90		
30–38	10 x 8	5,0		22–110		
38–44	12 x 8			28–140		
44–50	14 x 9	5,5	3,8	36–160	0,25	0,4
50–58	16 x 10	6,0	4,3	45–180		
58–65	18 x 11	7,0	4,4	50–200		
65–75 75–85	20 x 12	7,5	4,9	56–220	0,4	0,6
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.

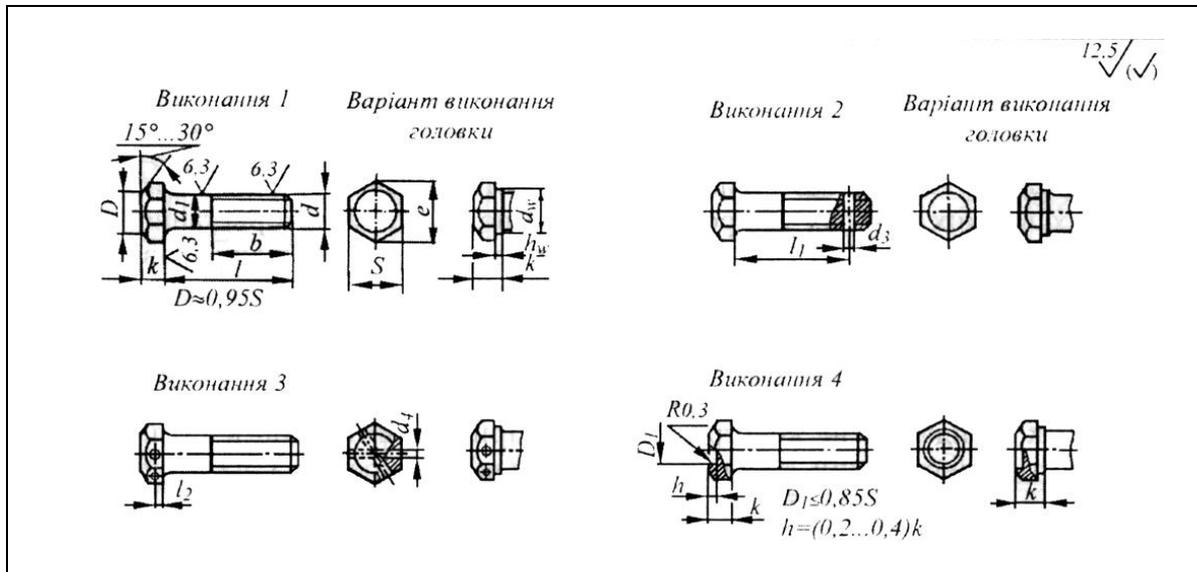
Шліци прямобічні (ГОСТ 1139-80)

Форма перерізу вала		Форма перерізу втулки		Розміри, мм					
				Варіант	Номінальний розмір $Z^* \times d \times D \times b$	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 канавки		Форма перерізу канавки		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
8	3						
10							

Болти з шестигранною головкою класу точності В
за ГОСТ 7798-70, мм



Номиналь ний діаметр	Крок нарізі		d_1	S	K	h_w		d_w , не менше	e , не менше	D_3	d_4	d_2
	нормал ьний	малий				не менше	не більше					
6	1	-	6,0	10	4			8,7	10,9	1,6	2,0	2,0
8	1,25	1,0	8,0	13	5,3			11,5	14,2	2,0	2,5	2,8
10	1,5	1,25	10	17	6,7	0,15	0,6	15,5	18,7	2,5	3,2	3,5
12	1,75	1,25	12	19	7,5			17,2	20,9	3,2	3,2	4
(14)	2	1,5	14	22	8,8			20,1	24,0	3,2	3,2	4,5
16	2	1,5	16	24	10			22,0	26,7	4,0	4,0	5
(18)	2,5	1,5	18	27	12			24,8	29,6	4,0	4,0	6,0
20	2,5	1,5	20	30	12,5			27,7	33,0	4,0	4,0	6,5
(22)	2,5	1,5	22	32	14	0,20	0,8	29,5	35,0	5,0	4,0	7,0
24	3	2	24	36	15			33,2	39,6	5,0	4,0	7,5
(27)	3	2	27	41	17			38,0	45,2	5,0	4,0	8,5
30	3,5	2	30	46	18,7			42,7	50,9	6,3	4,0	9,5
36	4	3	36	55	22,5			51,1	60,8	6,3	5,0	11,5
42	4,5	3	42	65	26	0,25		59,9	71,3	8,0	5,0	13,0
48	5	3	48	75	30			69,4	82,6	8,0	5,0	15,0

Примітки: 1. Розміри l , l_1 і b вказані в додатку 9.

2. Зазначені в дужках діаметри болтів застосовувати не рекомендується.

3. Граничні відхилення d_1 – за h14.

Приклади умовних позначень:

1. Болт виконання 1, діаметром різьби $d=20$ мм, довжиною $l=90$ мм, з нормальним кроком різьби, з полем допуску 6g, класу міцності 5.8, без покриття:

Болт M20-6g x 90.58 ГОСТ 7798-70*

2. Те саме виконання 3, з малим кроком різьби, з полем допуску 6g, класу міцності 10.9, зі сталі 40X, з покриттям 01 товщиною 9 мкм:

Болт 3M20x1,5-6g x 90.109.40X.019 ГОСТ 7798-70*.

**Довжина болтів з шестигранною головкою в діапазоні діаметрів
від 6 до 48 мм, мм**

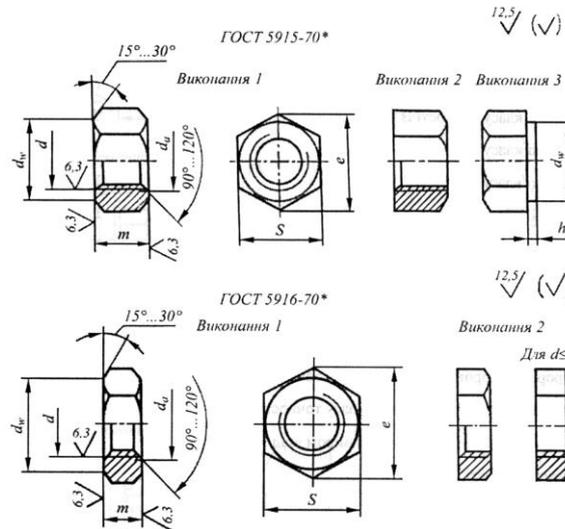
Номінальна довжина болта l	Номінальний діаметр нарізі, d													
	6		8		10		12		(14)		16		18	
	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	B
8	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	X	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	X	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
14	10	X	-	X	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-
16	12	X	12	X	-	X	-	X	-	X	-	-	-	-
(18)	14	X	14	X	14	X	-	X	-	X	-	X	-	-
20	16	X	16	X	16	X	15	X	-	X	-	X	-	X
(22)	18	18	18	X	18	X	17	X	17	X	-	X	-	X
25	21	18	21	X	21	X	20	X	20	X	19	X	-	X
(28)	24	18	24	22	24	X	23	X	23	X	22	X	22	X
30	26	18	26	22	26	X	25	X	25	X	24	X	24	X
(32)	28	18	28	22	28	26	27	X	27	X	26	X	26	X
35	31	18	31	22	31	26	30	30	30	X	29	X	29	X
(38)	34	18	34	22	34	26	33	30	33	X	32	X	32	X
40	36	18	36	22	36	26	35	30	35	34	34	X	34	X
45	41	18	41	22	41	26	40	30	40	34	39	38	39	X
50	46	18	46	22	46	26	45	30	45	34	44	38	44	42
55	51	18	51	22	51	26	50	30	50	34	49	38	49	42
60	56	18	56	22	56	26	55	30	55	34	54	38	54	42
65	61	18	61	22	61	26	60	30	60	34	59	38	59	42
70	66	18	66	22	66	26	65	30	65	34	64	38	64	42
75	71	18	71	22	71	26	70	30	70	34	69	38	69	42
80	76	18	76	22	76	26	75	30	75	34	74	38	74	42
(85)	81	18	81	22	81	26	80	30	80	34	79	38	79	42
90	86	18	86	22	86	26	85	30	85	34	84	38	84	42
(95)	-	-	91	22	91	26	90	30	90	34	89	38	89	42
100	-	-	96	22	96	26	95	30	95	34	94	38	94	42
(105)	-	-	-	-	101	26	100	30	100	34	99	38	99	42
110	-	-	-	-	106	26	105	30	105	34	104	38	104	42
(115)	-	-	-	-	111	26	110	30	110	34	109	38	109	42
120	-	-	-	-	116	2	115	30	115	34	114	38	114	42

Продовження додатку К

Номинальна довжина болта l	Номинальний діаметр нарізі, d															
	20		(22)		24		(27)		30		36		42		48	
	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	L_1	b	l_1	B
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(18)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(22)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(28)	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	24	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(32)	26	X	25	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	29	X	28	X	28	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
(38)	32	X	31	X	31	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
40	34	X	33	X	33	X	32	X	-	X	-	-	-	-	-	-
45	39	X	38	X	38	X	37	X	36	X	-	-	-	-	-	-
50	44	X	43	X	43	X	42	X	41	X	40	X	-	-	-	-
55	49	46	48	X	48	X	47	X	46	X	45	X	-	X	-	-
60	54	46	53	X	53	X	52	X	51	X	50	X	48	X	-	-
65	59	46	58	50	58	54	57	X	56	X	55	X	53	X	-	X
70	64	46	63	50	63	54	62	60	61	X	60	X	58	X	58	X
75	69	46	68	50	68	54	67	60	66	66	65	V	63	X	63	X
80	74	46	73	50	73	54	72	60	71	66	70	X	68	X	68	X
(85)	79	46	78	50	78	54	77	60	76	66	75	X	73	X	73	X
90	84	46	83	50	83	54	82	60	81	66	80	78	78	X	78	X
(95)	89	46	88	50	88	54	87	60	86	66	85	78	83	X	83	X
100	94	46	93	50	93	54	92	60	91	66	90	78	88	X	88	X
(105)	99	46	98	50	98	54	97	60	96	66	95	78	93	90	93	X
110	104	46	103	50	103	54	102	60	101	66	100	78	98	90	98	X
(115)	109	46	108	50	108	54	107	60	106	66	105	78	103	90	103	102
120	114	46	113	50	113	54	112	60	111	66	110	78	108	90	108	102

Примітки: 1. Зазначені в дужках довжини болтів застосовувати не рекомендується.
 2. Болти, для яких величини l_1 і b розташовані над ломаною лінією, допускається виготовляти з довжиною нарізі до головки.
 3. Значком X позначені болти з нарізію на всій довжині стержня.
 4. Позначення: b – довжина нарізі; l_1 – відстань від опорної поверхні головки до осі отвору в стержні.

Гайки шестигранні класу точності В: нормальні за ГОСТ 5915-70*
і низькі за ГОСТ 5916-70*, мм



Номиналь ний діаметр нарізі, d	Крок нарізі		S	E	d _a		d _w , не менше	h _w		M	
	нормаль ний	малий			не менше	не більше		не більше	не менше	ГОСТ 5915-70*	ГОСТ 5916-70*
1,6	0,35	-	3,2	3,3	1,6	1,84	2,9	0,2	0,10	1,3	1,0
2	0,4	-	4,0	4,2	2,0	2,30	3,6	0,2	0,10	1,6	1,2
2,5	0,45	-	5,0	5,3	2,5	2,90	4,5	0,3	0,10	2,0	1,6
3	0,5	-	5,5	5,9	3,0	3,45	5,0	0,4	0,15	2,4	1,8
(3,5)	0,6	-	6,0	6,4	3,5	4,00	5,4	0,4	0,15	2,8	2,0
4	0,7	-	7,0	7,5	4,0	4,60	6,3	0,4	0,15	3,2	2,2
5	0,8	-	8,0	8,6	5,0	5,75	7,2	0,5	0,15	4,0	2,7
6	1	-	10	10,9	6,0	6,75	9,0	0,5	0,15	5,0	3,2
8	1,25	1	13	14,2	8,0	8,75	11,7	0,6	0,15	6,5	4,0
10	1,5	1,25	17	18,7	10	10,8	15,5	0,6	0,15	8,0	5,0
12	1,75	1,25	19	20,9	12	13,0	17,2	0,6	0,15	10	6,0
(14)	2	1,5	22	23,9	14	15,1	20,1	0,6	0,15	11	7,0
16	2	1,5	24	26,2	16	17,3	22,0	0,8	0,20	13	8,0
(18)	2,5	1,5	27	29,6	18	19,4	24,8	0,8	0,20	15	9,0
20	2,5	1,5	30	33,0	20	21,0	27,7	0,8	0,20	16	10
(22)	2,5	1,5	32	35,0	22	23,8	29,5	0,8	0,20	18	11
24	3	2	3G	39,6	24	25,9	33,2	0,8	0,20	19	12
(27)	3	2	41	45,2	27	29,2	38,0	0,8	0,20	22	13,5
30	3,5	2	40	50,9	30	32,4	42,7	0,8	0,20	24	15
36	4	3	55	60,8	36	38,9	51,1	0,8	0,20	29	18
42	4,5	3	65	71,3	42	45,4	59,9	0,8	0,20	34	21
48	5	3	75	82,6	48	51,8	69,4	0,8	0,20	38	24

Примітка. Зазначені в дужках розміри гайок застосовувати не рекомендується.

Приклади умовних позначень:

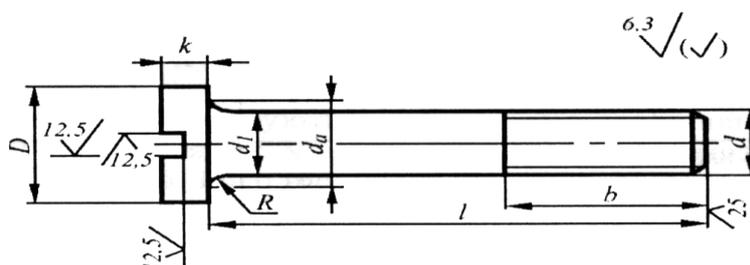
1. Гайка виконання 1 за ГОСТ 5915-70*, з діаметром нарізі $d = 10$ мм, з нормальним кроком нарізі, з полем допуску 6H, класу міцності 5, без покриття:

Гайка M10-6H.5 ГОСТ 5915-70*.

2. Гайка виконання 2 за ГОСТ 5916-70*, з діаметром нарізі $d = 16$ мм, з малим кроком нарізі, з полем допуску 6H, класу міцності 05, зі сталі марки 40X, з покриттям 01 товщиною 6 мкм:

Гайка 2M16x1,5-6H.05.40X.016 ГОСТ 5916-70*.

Кріпильні гвинти з циліндричною головкою класів
точності А і В за ГОСТ 1491-80, мм



Номинальний діаметр нарізі, d	Крок нарізі, P		Довжина нарізі, b		D	k	R, не менше	Da, не більше	L
	нормальний	малий	подовжена	нормальна					
1	0,25	-	-	8	2,0	0,7	0,1	1,4	2-10
1,2	0,25	-	-	9	2,3	0,8	0,1	1,6	2-12
1,4	0,3	-	-	9	2,6	0,9	0,1	1,8	2-12
1,6	0,35	-	-	9	3,0	1,0	0,1	2,0	2-16
2	0,4	-	16	10	3,8	1,3	0,1	2,6	2,5-20
2,5	0,45	-	18	11	4,5	1,6	0,1	3,1	3-25
3	0,5	-	19	12	5,5	2,0	0,1	3,6	3-30
3,5	0,6	-	20	13	6,0	2,4	0,1	4,1	4-35
4	0,7	-	22	14	7,0	2,6	0,2	4,7	4-40
5	0,8	-	25	16	8,5	3,3	0,2	5,7	6-50
6	1	-	28	18	10	3,9	0,25	6,8	7-60
8	1,25	1,0	34	22	13	5	0,4	9,2	12-80
10	1,5	1,25	40	26	16	6	0,4	11,2	18-100
12	1,75	1,25	46	30	18	7	0,6	14,2	18-100
14	2	1,5	52	34	21	8	0,6	16,2	22-100
16	2	1,5	58	38	24	9	0,6	18,2	28-100
18	2,5	1,5	64	42	27	10	0,6	20,2	35-100
20	2,5	1,5	70	46	30	11	0,8	22,4	40-120

Примітки: 1. Довжина l для кріпильних гвинтів вибирається з ряду, мм: 2; (2,5); 3; 3,5; 4; 5; 6; (7); 8; 9; 10; 11; 12; (13); 14; 16; (18); 20; (22); 25; (28); 30; (32); 35; (38); 40; (42) ...

2. Граничні відхилення d_1 : класу точності А – за h13; класу точності В – за h14.

Приклади умовних позначень:

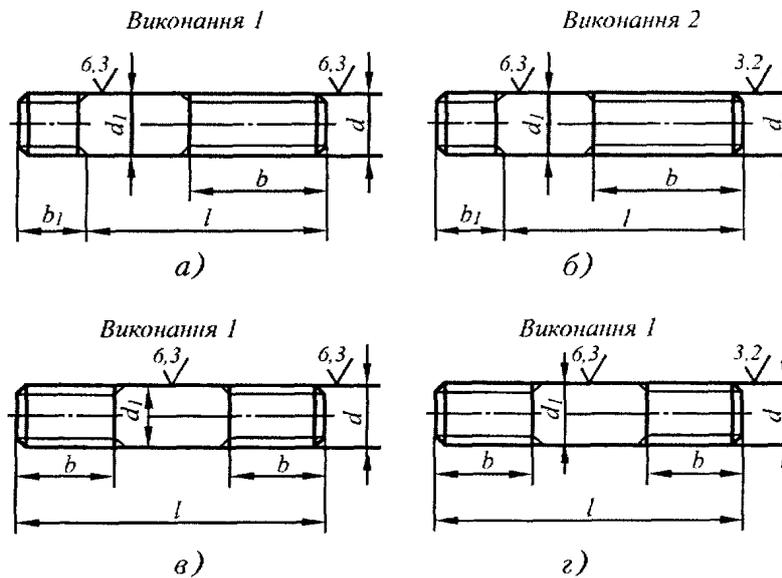
1. Гвинт класу точності А з діаметром $d=8$ мм, з нормальним кроком нарізі, з полем допуску 6g, довжиною $l=50$ мм, класу міцності 4.8, без покриття:

Гвинт А.М8-6gx50.48 ГОСТ 1491-80*.

2. Гвинт класу точності В з діаметром нарізі $d=8$ мм, з малим кроком нарізі, з полем допуску нарізі 8g, довжиною $l=50$ мм, з подовженою нарізі, класу міцності 4.8, з покриттям 01 товщиною 6 мкм:

Гвинт В.М8x1-8gx50-34.48.016 ГОСТ 1491-80*.

Перелік стандартів на шпильки та області застосування



Довжина загвинчуваного нарізного кінця	ГОСТ		Області застосування
	Шпилька класу точності В	Шпилька класу точності А	
$b_1 = d$	22032-76*	22033-76*	Для нарізних отворів в сталевих, бронзових і латунних деталях з $\delta_5 > 8\%$ і деталях з титанових сплавів
$b_1 = 1,25d$	22034-76*	22035-76*	Для нарізних отворів в деталях з сірого і ковкого чавунів.
$b_1 = 1,6d$	22036-76*	22037-76*	Допускається застосувати в сталевих і бронзових деталях у випадках, якщо $\delta_5 < 8\%$
$b_1 = 2d$	22038-76*	22039-76*	Для нарізних отворів в деталях з легких сплавів.
$b_1 = 2,5d$	22040-76*	22041-76*	Допускається застосовувати в сталевих деталях
–	22042-76*	22043-76*	Для гладких отворів в деталях, виготовлених з довільних матеріалів

Примітка. Тут δ_5 – відносне видовження матеріалу деталей.

Розміри шпильок за ГОСТ 22032-76*...
ГОСТ 22041-76*, мм (за рис. 2.6, а, б)

d	Крок різьби, P		d_1	Довжина загвинчуваного кінця, b_1				
	нормальний	малий		$1d$	$1,25d$	$1,6d$	$2d$	$2,5d$
2	0,4		2	3	3	3,2	4	5
2,5	0,45	-	2,5	3	4	4	5	6
3	0,5	-	3	3	4	5	6	7,5
4	0,7	-	4	4	5	6,5	8	10
5	0,8	-	5	5	6,5	8	10	12
6	1	-	6	6	7,5	10	12	16
8	1,25	1	8	8	10	14	16	20
10	1,5	1,25	10	10	12	16	20	25
12	1,75	1,25	12	12	15	20	24	30
(14)	2	1,5	14	14	18	22	28	35
16	2	1,5	16	16	20	25	32	40
(18)	2,5	1,5	18	18	22	28	36	45
20	2,5	1,5	20	20	25	32	40	50
(22)	2,5	1,5	22	22	28	35	44	55
24	3	2	24	24	30	38	48	60
(27)	3	3	27	27	35	42	54	68
30	3,5	3	30	30	48	48	60	75
36	4	3	36	36	45	56	72	88
42	4,5	3	42	42	52	68	84	105
48	5	3	48	48	60	76	95	120

Примітки: 1. Довжину шпильок l вибирають з наступного ряду: 10; 12; 14; 16; (18); 20; (22); 25; (28); 30; (32); 35; (38); 40; (42); 45; (48); 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; (95); 100; (105); 110; (115); 120; 130; 140; 150; 160; 170; 180; 190; 200; 220; 240; 260; 280; 300 мм.

2. Зазначені в дужках розміри застосовувати не рекомендується.

3. Технічні вимоги до шпильок – за ГОСТ 1759.0-87.

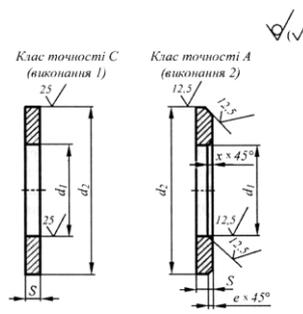
4. Граничні відхилення діаметра стержня d_1 : шпильок класу точності В за $h14$; класу точності А – за $h12$.

Довжина шпильок для нарізних отворів за ГОСТ 22032-76*

Номинальна довжина шпильки l	Довжина гайкового різьбового кінця b для номінальних діаметрів d																			
	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	22	24	(27)	30	36	42	48
10	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	10	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	10	11	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	10	11	12	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(18)	10	11	12	14	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	10	11	12	14	16	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(22)	10	11	12	14	16	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	10	11	12	14	16	18	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(28)	10	11	12	14	16	18	22	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	10	11	12	14	16	18	22	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(32)	10	11	12	14	16	18	22	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	10	11	12	14	16	18	22	26	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
(38)	10	11	12	14	16	18	22	26	30	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
40	10	11	12	14	16	18	22	26	30	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
(42)	10	11	12	14	16	18	22	26	30	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
45	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-
(48)	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	X	X	X	X	-	-	-	-	-
50	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	X	X	X	X	-	-	-	-	-
55	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	X	X	X	X	-	-	-	-
60	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	X	X	X	X	-	-	-
65	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	X	X	X	-	-	-
70	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	X	X	X	-	-
75	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	X	X	-	-
80	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	X	X	X	-
(85)	-	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	X	X	X
90	-	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	X	X	X
(95)	-	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	X	X
100	-	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	X	X
(105)	-	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	X	X
110	-	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	X
(115)	-	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	X
120	-	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	X
130	-	17	18	20	22	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	X
140	-	17	18	20	22	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108
150	-	17	18	20	22	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108
160	-	17	18	20	22	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108
170	-	-	-	-	-	-	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108
180	-	-	-	-	-	-	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108
190	-	-	-	-	-	-	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108
200	-	-	-	-	-	-	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108
220	-	-	-	-	-	-	-	-	49	53	57	61	65	69	73	79	85	97	109	121
240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65	69	73	79	85	97	109	121
260	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79	85	97	109	121	
280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	97	109	121	
300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	97	109	121	

Примітка: 1. Номінальна довжина шпильок l не включає довжину загвинчуваного різьбового кінця b_1 .
 2. Шпильки з зазначеними в дужках розмірами застосовувати не рекомендується.
 3. Значком X позначені шпильки з довжиною гайкового різьбового кінця $b = l - 0,5d - 2P$.

Шайби звичайні: нормальні за ГОСТ 11371-78* і збільшені
за ГОСТ 6958-78*, мм



Номінальний діаметр різьби кріпильної деталі	d ₁	Шайби нормальні					
		d ₂	S	e	x, не менше	d ₂	S
1	1,1	3,5	0,3	0,08-0,15	0,15	4	0,5
1,2	1,3	4	0,3	0,08-0,15	0,15	4	0,5
1,4	1,5	4	0,3	0,08-0,15	0,15	-	0,8
1,6	1,7	4	0,3	0,08-0,15	0,15	5	0,8
2	2,2	5	0,3	0,08-0,15	0,15	6	0,8
2,5	2,7	6,5	0,5	0,13-0,25	0,25	8	0,8
3	3,2	7	0,5	0,13-0,25	0,25	10	0,8
4	4,3	9	0,8	0,20-0,40	0,40	12	1,0
5	5,3	10	1,0	0,25-0,50	0,50	16	1,6
6	6,4	12,5	1,6	0,40-0,80	0,80	18	1,6
8	8,4	17	1,6	0,40-0,80	0,80	24	2,0
10	10,5	21	2,0	0,50-1,00	1,00	30	2,5
12	13	24	2,5	0,60-1,25	1,25	36	3
14	15	28	2,5	0,60-1,25	1,25	42	3
16	17	30	3	0,75-1,50	1,50	48	4
18	19	34	3	0,75-1,50	1,50	55	4
20	21	37	3	0,75-1,50	1,50	60	5
22	23	39	3	0,75-1,50	1,50	65	5
24	25	44	4	1,00-2,00	2,00	70	6
27	28	50	4	1,00-2,00	2,00	80	6
30	31	56	4	1,00-2,00	2,00	90	6
36	37	66	5	1,25-2,50	2,00	100	8
42	43	78	7	1,75-3,50	2,10	120	8
48	50	92	8	2,00-4,00	2,40	140	8

Примітка. Шайби збільшені (ГОСТ 6958-78*) виготовляються тільки за виконанням 1.
Приклади умовних позначень:
1. Шайба нормальна виконання 1 для кріпильної деталі з діаметром 12 мм, з товщиною, передбаченою у стандарті, зі сталі марки Ст3, з покриттям 01 товщиною 6 мкм:
Шайба 12.01.Ст3.016 ГОСТ 11371-78*.
2. Те саме виконання 2:
Шайба 2.12.01.Ст3.016 ГОСТ 11371-78*.
3. Те саме для збільшеної шайби:
Шайба 12.01.Ст3.016 ГОСТ 6958-78*.

Шайби пружинні за ГОСТ 6402-70, мм

Номінальний діаметр нарізі кріпильної деталі	d	Типи шайб					k , не більше
		Легкі шайби (Л)		Нормальні шайби (Н) $b=s$	Важкі шайби (Т) $b=s$	Особливо важкі шайби (ОТ) $b=s$	
		b	s				
2	2,1	0,8	0,5	0,5	0,6	-	
2,5	2,6	0,8	0,6	0,6	0,8		
3	3,1	1,0	0,8	0,8	1,0		
3,5	3,6	1,0	0,8	1,0	-	0,15	
4	4,1	1,2	0,8	1,0	1,4		
5	5,1	1,2	1,0	1,2	1,6		
6	6,1	1,6	1,2	1,4	2,0	0,2	
7	7,2	2,0	1,6	2,0	-		
8	8,2	2,0	1,6	2,0	2,5	0,3	
10	10,2	2,5	2,0	2,5	3,0		
12	12,2	3,5	2,5	3,0	3,5	0,4	
14	14,2	4,0	3,0	3,2	4,0		
16	16,3	4,5	3,2	3,5	4,5		
18	18,3	5,0	3,5	4,0	5,0		
20	20,5	5,5	4,0	4,5	5,5		
22	22,5	6,0	4,5	5,0	6,0		
24	24,5	6,5	4,8	5,5	7,0		
27	27,5	7,0	5,5	6,0	8,0	0,5	
30	30,5	8,0	6,0	6,5	9,0	0,8	
33	33,5	10,0	6,0	7,0	-		
36	36,5	10,0	6,0	8,0	10,0		
39	39,5	10,0	6,0	8,5	-		
42	42,5	12,0	7,0	9,0	12,0		
45	45,5	12,0	7,0	9,5	-		
48	48,5	12,0	7,0	10,0	-		

Приклади умовних позначень:

- Пружинна шайба нормальна виконання 1 для болта гвинта шпильки діаметром 12 мм, зі сталі марки 65Г, з покриттям 02 товщиною 9 мкм:
Шайба 12. 65Г. 029 ГОСТ 6402-70
- Те саме, важка, зі сталі марки 3Х13, без покриття:
Шайба 12Т. 3Х13 ГОСТ 6402-70

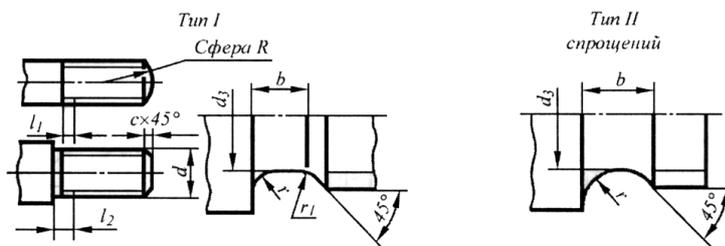
Додаток У

Діаметри наскрізних отворів під болти, гвинти, шпильки і заклепки (свердління на прохід) і свердління під метричне різьблення з великим кроком

Діаметри деталей, що кріплять мм	Діаметри отворів, мм					
	під заклепки	під болти, винти, шпильки				під нарізь (в деталях із сталі й латуні)
		точне збирання		грубе збирання		
		1-а	2-а	1-а	2-а	
3	3,3	3,2	3,5	-	-	-
4	4,5	4,2	4,5	5	-	-
5	5,5	5,2	5,5	6	-	-
6	6,5	6,3	6,5	7	-	5
8	8,5	8,3	8,5	9	10,5	6,7
10	10,5	10,5	11	11	12,5	8,4
12	-	12,5	13	13	14,5	10,1
14	-	14,5	15	15	17	11,8
16	-	16,5	17	17	19	13,8
18	-	18,5	19	20	21	15,3
20	-	20,5	21	22	24	17,3
22	-	22,5	23	24	26	19,3
24	-	24,5	25	26	28	20,7
27	-	28	29	29	32	23,7
30	-	31	32	32	35	26,1

Додаток Ф

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



Крок нарізі	Збіг			Недоріз		Проточка									Фаска с		
	l_{1max}			l_{2max}		типу I						типу II			для спряження з внутрішньою різьбою з проточкою типу II	для всіх інших випадків	
	для кута забірної частини інструменту			нормальний	зменшений	нормальна			Вузька			b	r	D_3			
	20°	30°	45°			b	r	r_1	b	r	r_1						
0,35	0,6	0,4	0,3	0,8	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
0,4	0,7	0,5	0,3	1,0	0,8	1,0	0,3	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
0,45	0,8	0,5	0,3	1,0	0,8	1,0	0,3	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	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	-	-	-	-	-	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	-	-	-	-	-	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	-	-	-	-	-	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	-	-	-	-	-	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	-	-	-	-	-	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	-	-	-	1,0

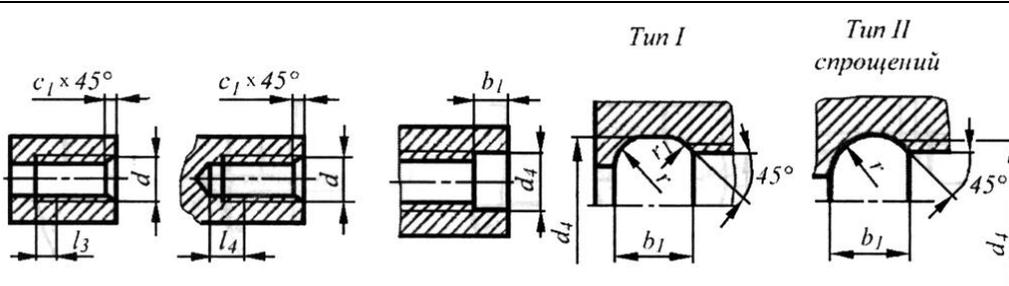
1,25	2,2	1,5	0,9	4,0	2,5	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	4,4	2,5	d-1,8	2,5	1,6
1,5	2,8	1,8	1,0	4,0	2,5	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	4,6	2,5	d-2,2	3,0	1,6
1,75	3,2	2,0	1,2	4,0	2,5	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	5,4	3,0	d-2,5	3,5	1,6
2	3,5	2,2	1,4	5,0	3,0	5,0	1,6	0,5	3,0	1,0	0,5	5,6	3,0	d-3,0	3,5	2,0
2,5	4,5	3,0	1,6	6,0	4,0	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 різенарізний інструмент з кутом забірної частини 20°; для нарізання різі до упору з зменшеного недорізу і вузької проточки – з кутом забірної частини 45°.

2. Розмір недорізу дорівнює сумі розмірів збігу і недоведення.

3. Радіус сфери R дорівнює номінальному діаметру нарізі.

Розміри збігів, недорізів, проточок і фасок для внутрішньої метричної нарізи, мм



Крок різьби	Збіг		Недоріз		Проточка									Фаска с	
	l_{1max}		l_{2max}		типу I						типу II			для спряження з внутрішньою різьбою з проточкою типу II	для всіх інших випадків
	нормальний	зменшений	нормальний	зменшений	нормальна			Вузька			D_3				
					b	r	r_1	b	r	r_1		b	r		
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.

Додаток Ц

Умовні позначки, що характеризують механічні властивості
болтів, гвинтів, шпильок

Клас чи група міцності	Марка матеріалу	Клас чи група міцності	Марка матеріалу
3,6	Ст 3кп, Ст 3сп, 10, 10кп	14,9	40ХНМА
4,6	20	31	АМ год5
5,6	30, 35	32	ЛС59-1, Л63
5,8	10, 10кп, 20, 20кп Ст 3сп, Ст 3кп	33	ЛС59-1, Л63 - антімагнітні
6,6	35, 45, 40М	34	Бр. АМц 9-2
10,9	40 М2, 40Х 30ХГСА, 16ХСН	36	Д1Т, Д1ВІД

Примітка. Клас міцності для виробів зі сталі позначають двома числами, що зв'язують залежність між параметрами механічних властивостей, а групу для виробів з кольорових сплавів позначають одним числом (умовним).

Додаток Ш

Деякі умовні цифрові позначення, що характеризують
покриття болтів, гвинтів і шпильок

Позначення	Вид покриття	Позначення	Вид покриття
00	Без покриття	05	Оксидне
01	Цинкове з хроматуванням	06	Фосфатне з промаслюванням
02	Кадмієве з хроматуванням	07	Олов'яне
03	Багатошарове: мідь – нікель – нікель	08	Мідне
04	Багатошарове: мідь – хром	09	Цинкове
		10	Оксидне анодизаційне з хромуванням
		11	Пасивне
		12	Срібне

Примітки: 1. Вид покриття для конкретного матеріалу вибирають за ГОСТ 9.306-77 (металевих).

2. Умовні цифри, що позначають клас міцності (чи групу) і покриття, входять у позначення відповідного стандартного виробу, наприклад болт за ГОСТ 7798-70 виконання 2, діаметром різьблення $d=12$, із дрібним кроком різьблення, поле допуску – 6 g, довжиною $L=60$ мм, класу міцності 10.9 зі сталі 40Х з покриттям 01 і товщиною шару 0,19 позначають так: Болт 2М12 х 1, 25–6g х 60. 109. 40Х. 01 019 ГОСТ 7798–70, розділову точку в позначенні не ставлять.

3. У позначеннях не вказують: виконання 1, великий крок різьби, марку сталі для класу міцності 5.8 і покриття 00 (без покриття). Тоді при інших зазначених вище даних болт позначають так: Болт М12–6g х 60. 58 ГОСТ 7798–70.

Навчально-методичне видання

Райковська Галина Олексіївна

Редакційно-видавничий відділ
Житомирського державного технологічного університету

**Підписано до друку _____ р. Формат 60x84/ 1/16. Папір офсетний.
Гарнітура Таймс: New Roman. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 4,18.
Електронне видання**

Житомирський державний технологічний університет
10005, м. Житомир, вул. Чуднівська 103