

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та природокористування

Кафедра теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства

**02-05-174М**

### **Методичні вказівки**

**до лабораторних занять та виконання самостійної роботи з навчальних дисциплін «Інженерна та комп'ютерна графіка», «Машинобудівна графіка» з теми «З'єднання деталей кріпильними елементами» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, які навчаються за освітньо-професійними програмами «Автомобільний транспорт» галузі знань J «Транспорт та послуги» спеціальності J8 «Автомобільний транспорт» спеціалізації «Автомобільний транспорт», «Агроінженерія» галузі знань Н «Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна» спеціальності Н7 «Агроінженерія», «Створення та експлуатація машин і обладнання» спеціальності G11 «Машинобудування» спеціалізації G11.03 «Технологічні машини та обладнання», «Теплоенергетика» галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» спеціальності G4 «Енерговиробництво» спеціалізації G4.02 «Теплоенергетика» денної та заочної форм навчання**

Рекомендовано  
науково-методичною радою  
з якості ННМІ  
Протокол № 8 від 17 березня 2026 р.

Рекомендовано  
науково-методичною радою  
з якості ННІЕАВГ  
Протокол № 9 від 21 квітня 2026 р.

Методичні вказівки до лабораторних занять та виконання самостійної роботи з навчальних дисциплін «Інженерна та комп'ютерна графіка» та «Машинобудівна графіка» з теми «З'єднання деталей кріпильними елементами» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, які навчаються за освітньо-професійними програмами «Автомобільний транспорт» галузі знань J «Транспорт та послуги» спеціальності J8 «Автомобільний транспорт» спеціалізації «Автомобільний транспорт», «Агроінженерія» галузі знань H «Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна» спеціальності H7 «Агроінженерія», «Створення та експлуатація машин і обладнання» спеціальності G11 «Машинобудування» спеціалізації G11.03 «Технологічні машини та обладнання», «Теплоенергетика» галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» спеціальності G4 «Енерговиробництво» спеціалізації G4.02 «Теплоенергетика» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Козяр М. М., Похильчук І. О. – Рівне : НУВГП, 2026. – 40 с.

Укладачі: Козяр М. М., доктор педагогічних наук, професор;  
Похильчук І. О., кандидат технічних наук.

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

Керівник групи забезпечення спеціальності «Автомобільний транспорт» Марчук Р. М.

Керівник групи забезпечення спеціальності «Агроінженерія» Бундза О. З.

Керівник групи забезпечення спеціальності «Машинобудування» Тхорук Є. І.

Керівник групи забезпечення спеціальності «Теплоенергетика» Костюк М. П.

© М. М. Козяр, І. О. Похильчук, 2026  
© Національний університет водного господарства та природокористування, 2026

## Графічна робота «З'єднання деталей кріпильними елементами»

**Цільове призначення:** закріплення знань зі збірок деталей кріпильними елементами на виробництві, виконання складаних та робочих креслеників деталей машин та механізмів у відповідності зі стандартами СКД ДСТУ ISO; здобути початкові навички з побудови тривимірного зображення технічних об'єктів та виконання кресленика складаної одиниці зі специфікацією.

**Зміст :** згідно з індивідуальним варіантом (табл. 1) побудувати тривимірне зображення складаної одиниці з кріпильними елементами (болтами, гайками, гвинтами, шайбами та шпилькою) та виконати складений кресленик зі специфікацією. Завдання виконується на форматах А3 і А4. Зразок виконання графічної роботи наведені на рис. 9 – 10.

**Засоби виконання:** персональний комп'ютер; графічна система AutoCAD; прототип формату А3РТ.DWG та А4РТ.DWG.

**Література:** 1, 2.

### Методичні рекомендації щодо виконання графічної роботи

В табл. 1 наведені деталі, які повинні бути з'єднані кріпильними елементами (болтом, гвинтом, шпилькою).

Розглянемо послідовність виконання графічної роботи на прикладі рис. 1.

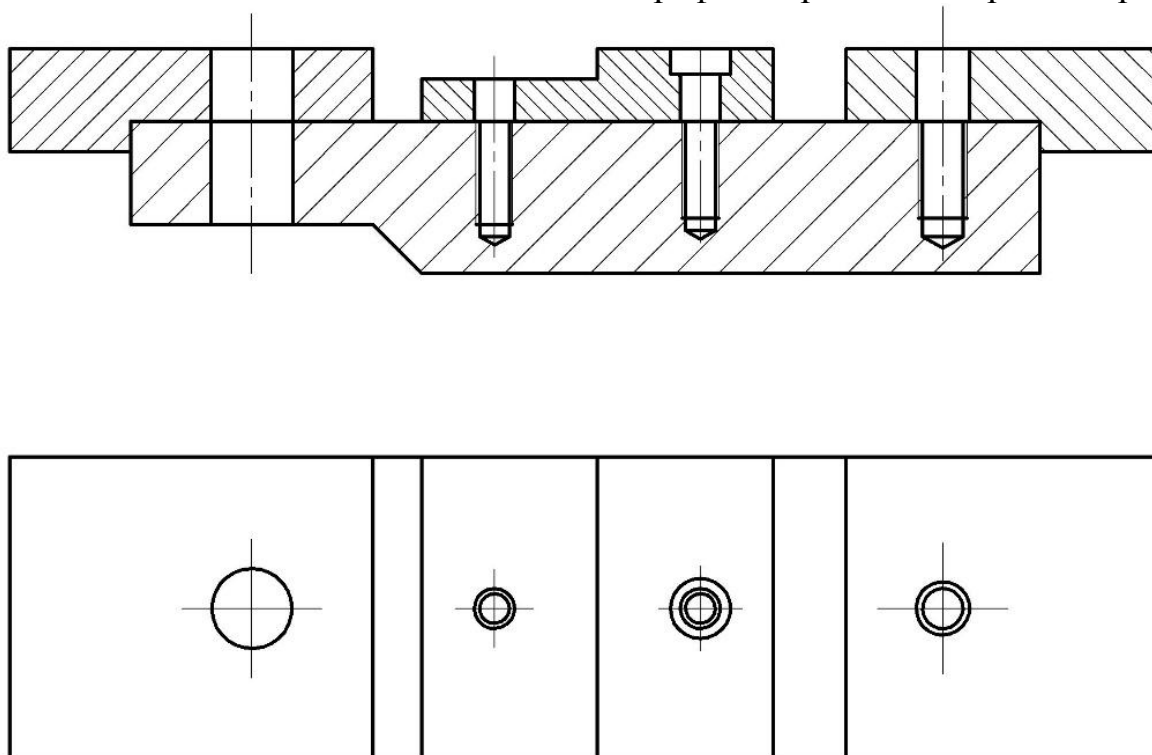


Рис. 1

На рис. 2 наведено приклад фронтального розрізу з'єднання деталей кріпильними елементами, виконаного конструктивно.

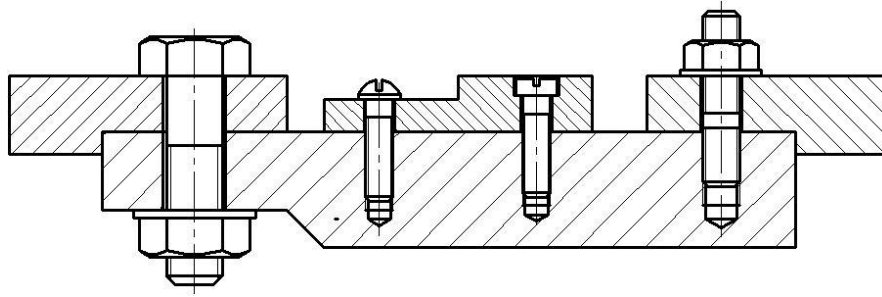


Рис. 2

В лабораторній роботі необхідно виконати аналогічне завдання за даними табл. 1.

Розміри діаметра нарізі кріпильних елементів прийняти з ряду:

- а) болт – 12, 14, 16, 18, 20;
- б) шпилька – 12; 14; 16;
- в) гвинт – 6, 8, 10, 12.

*Болтове з'єднання.*

Розміри кріпильних деталей болтового з'єднання (болта, гайки, шайби) на спрощеному зображенні визначають за умовно прийнятими співвідношеннями залежно від номінального діаметра нарізі (рис. 3).

Необхідну довжину ( $l$ ) болта для з'єднання скріплюваних деталей визначають за формулою:  $l = H_1 + H_2 + 1,3d$

де:  $H_1, H_2$  – товщина скріплюваних деталей;  
 $d$  – номінальний діаметр нарізі болта.

$1,3d$  – сума висоти гайки, товщини шайби й запасу довжини стержня болта.

Отримане розрахункове значення треба зіставити з рядом довжин болтів, передбачених відповідними стандартами, і вибрати найближче стандартне значення. Довжину болта  $l$  вибирають із наступного ряду (мм): 20; 22; 25; 28; 30; 32; 38; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 105; 110; 115; 120.

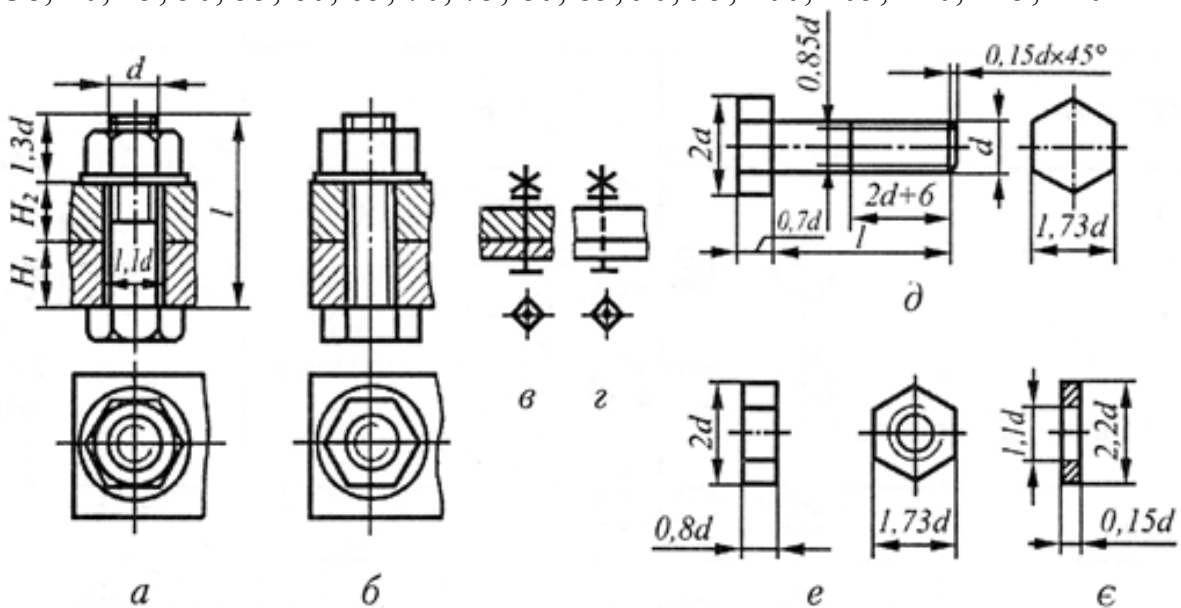


Рис. 3

### Гвинтове з'єднання.

Довжину гвинта визначають за такою залежністю:

$$l = (2d + 6) + H_1 - (2 \dots 3) p$$

де:  $d$  – номінальний діаметр нарізі гвинта;

$p$  – крок нарізі;

$H_1$  – товщина деталі, яку прикріплюють.

Довжину гвинта можна визначити за іншою залежністю:

$$l = H_1 + l_1$$

При зовнішньому діаметрі нарізі кріпильної деталі  $d$  глибину загвинчування слід прийняти:

- для сталі, латуні та бронзи  $l_1 = d$ ;
- для сірого і ковкого чавуна  $l_1 = 1,25d$ ;
- для легких сплавів і неметалів (алюміній, пластмаса)  $l_1 = 2d$  і  $l_1 = 2,5d$ .

Розміри гвинта прийняти керуючись співвідношеннями, вказаними на рис. 4.

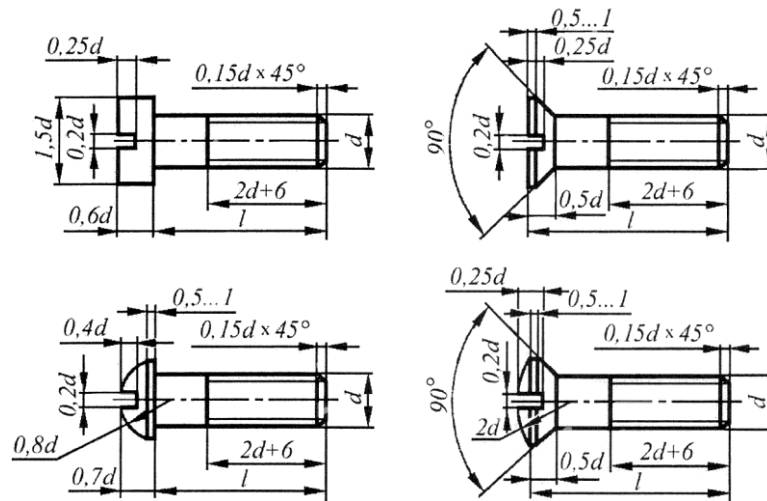


Рис. 4

Довжина гвинта визначається за умови виходу за площину гайки:

$K = (3 \dots 4) p$  (запас нарізі); де  $p$  – крок нарізі.

Розрахункову довжину гвинта  $l$  порівнюють зі стандартною й вибирають її найближче більше значення із такого ряду (мм): 2; 2,5; 3; 3,5; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 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; 110.

### Шпилькове з'єднання.

Довжину шпильки визначають за формулою:  $l = H_1 + 1,15d$

де:  $H_1$  – товщина приєднаної деталі;

$d$  – номінальний діаметр нарізі шпильки.

1,15d – сума висоти гайки й запасу довжини стержня шпильки.

Конструктивні елементи шпилькового з'єднання наведено на рис. 5.

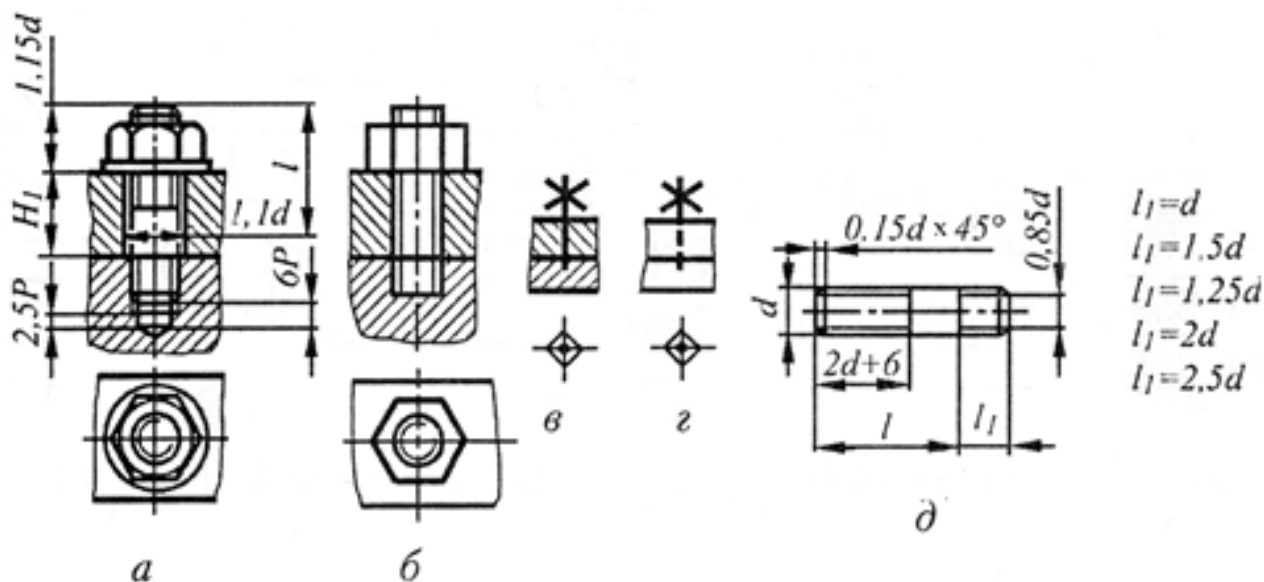


Рис. 5

Довжину кінця шпильки із нарізею, що вгвинчують у отвір однієї із з'єднувальних деталей, вибирають  $1d$ ;  $1,25d$ ;  $1,6d$ ;  $2d$ ;  $2,5d$  залежно від матеріалу деталі, в яку вгвинчують шпильку. Для твердих і міцних матеріалів вибирають  $1d$  і  $1,25d$ , для м'яких –  $1,6d$ ;  $2d$  і  $2,5d$ .

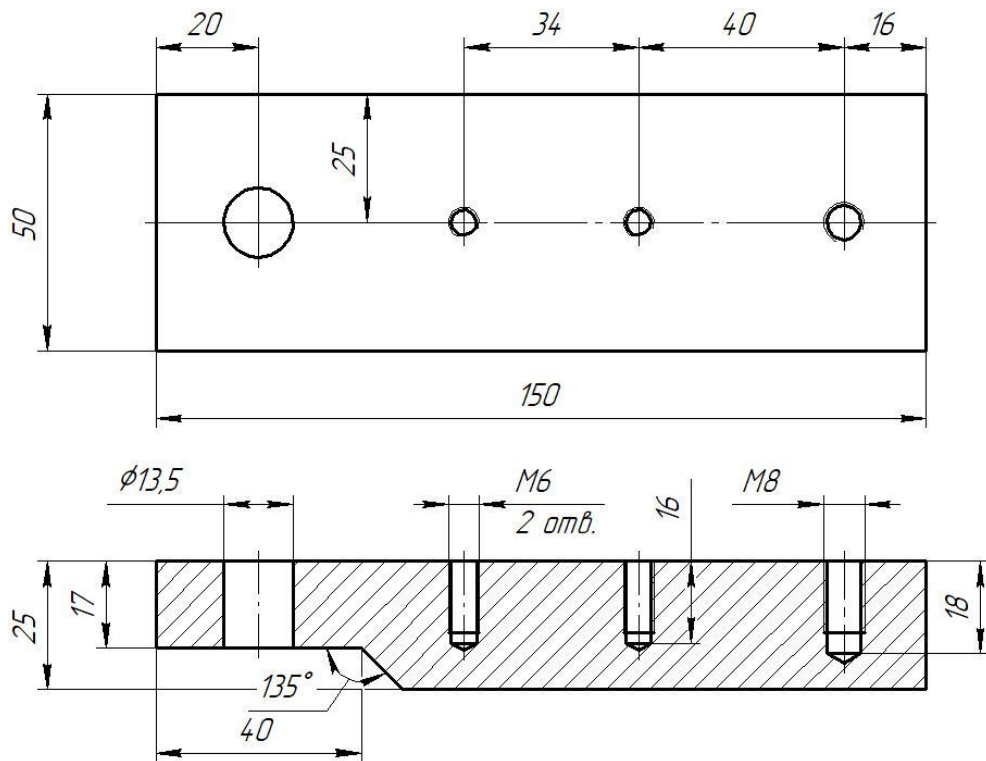
Довжину шпильок  $l$  вибирають із наступного ряду (мм): 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 30; 32; 35; 38; 40; 42; 45; 48; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 105; 110; 115; 120; 130; 140; 150; 160; 170; 180; 190; 200; 220; 240; 260; 280; 300.

### *Тривимірне моделювання складових частин деталей складаної одиниці*

В цьому прикладі не буде показано процес моделювання нарізі на 3D-моделях в AutoCAD, оскільки у навчальних і проєктних цілях це є недоцільним. По-перше, повна геометрична модель нарізі суттєво ускладнює 3D-об'єкт. Наріз складається з великої кількості дрібних елементів (витків), що різко збільшує кількість граней та ребер. У результаті зростає розмір файлу, сповільнюється робота AutoCAD, ускладнюється редагування та підвищується ризик помилок під час виконання булевих операцій. По-друге, моделювання нарізі не відповідає стандартам інженерної графіки та креслення. Згідно з вимогами ISO і ДСТУ, наріз на кресленнях позначається умовно, а не відтворюється геометрично. По-третє, повна 3D-наріз не несе додаткової інженерної інформації. Для визначення міцності, посадки, взаємозамінності чи технології виготовлення вирішальним є саме позначення нарізі, а не її візуальна форма. Геометричне моделювання не покращує точність креслення, але значно ускладнює модель.

За ескізами деталей складових частин створимо їх тривимірні моделі.

## Корпус



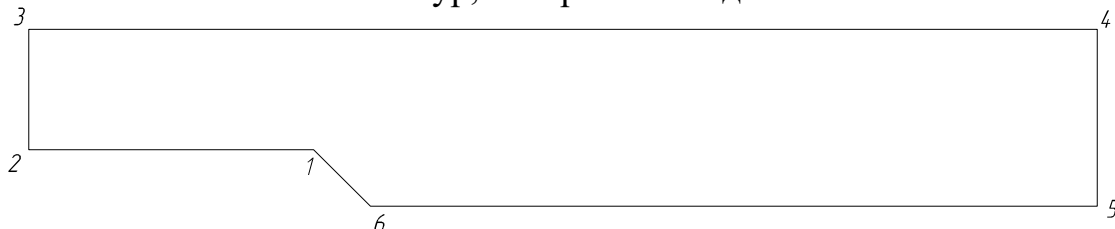
Будуємо контур корпусу за допомогою команди Polyline (Полілінія), починаючи побудову з точки 1 та завершуючи її в цій самій точці для замикання контуру.

У рядку стану активуємо Ortho Mode (Режим Орто). Під час виконання побудов використовуємо Polar Coordinate System (Полярну систему координат), яка дає змогу задавати положення точок через відстань від початкової точки та кут напрямку.

Відстані між послідовними точками контуру становлять:

- 1–2 = 40 мм;
- 2–3 = 17 мм;
- 3–4 = 150 мм;
- 4–5 = 25 мм;
- 5–6 = 102 мм.

Із точки 6 замикаємо контур, повертаючись до початкової точки 1.



За допомогою команди Polyline (Полілінія) будуємо контури майбутніх отворів.

Перший контур (початкова точка 1) розміщений на відстані 20 мм від лівого торця корпусу. Відстані між послідовними точками контуру становлять:

- 1–2 = 17 мм;

$$2-3 = 6,75 \text{ мм};$$

$$3-4 = 17 \text{ мм}.$$

Із точки 4 замикаємо контур, повертаючись до початкової точки 1.

Другий контур (початкова точка 5) розміщений на відстані 90 мм від правого торця корпусу. Відстані між послідовними точками контуру становлять:

$$5-6 = 16 \text{ мм};$$

$$6-7 = 3 \text{ мм};$$

$$7-8 = 16 \text{ мм}.$$

Із точки 8 замикаємо контур, повертаючись до початкової точки 5.

Третій контур (початкова точка 9) розміщений на відстані 56 мм від правого торця корпусу. Відстані між послідовними точками контуру становлять:

$$9-10 = 16 \text{ мм};$$

$$10-11 = 3 \text{ мм};$$

$$11-12 = 16 \text{ мм}.$$

Із точки 12 замикаємо контур, повертаючись до початкової точки 9.

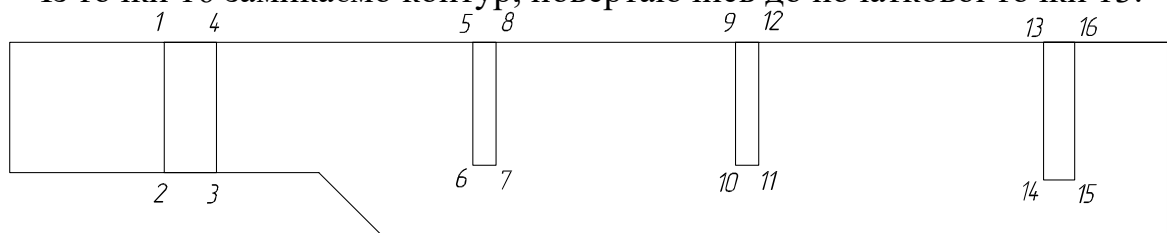
Четвертий контур (початкова точка 13) розміщений на відстані 16 мм від правого торця корпусу. Відстані між послідовними точками контуру становлять:

$$13-14 = 18 \text{ мм};$$

$$14-15 = 4 \text{ мм};$$

$$15-16 = 18 \text{ мм}.$$

Із точки 16 замикаємо контур, повертаючись до початкової точки 13.

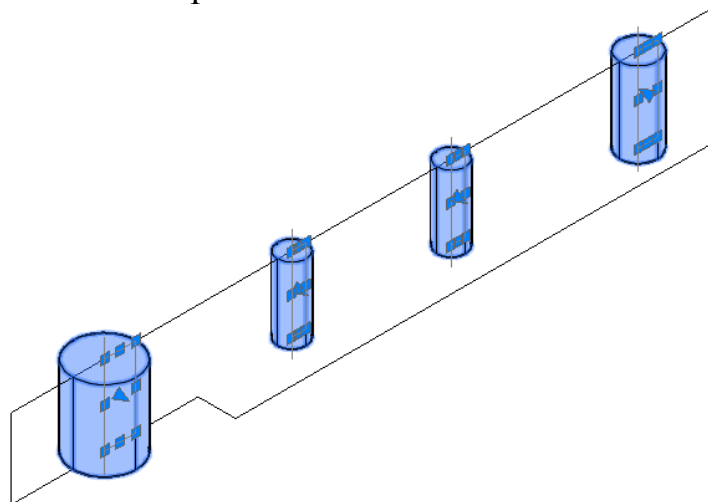


За допомогою команди Revolve (Обертання) створюємо 3D-тіла майбутніх отворів, виконуючи обертання відповідних 2D-об'єктів навколо заданих осей.

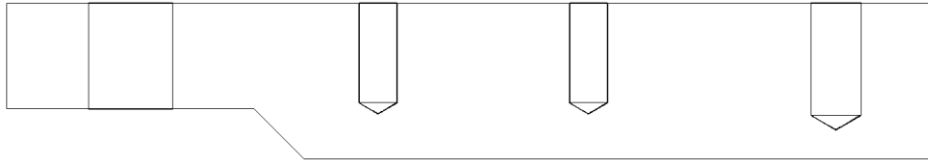
Обертання здійснюємо навколо таких осей:

1-2; 5-6; 9-10; 13-14.

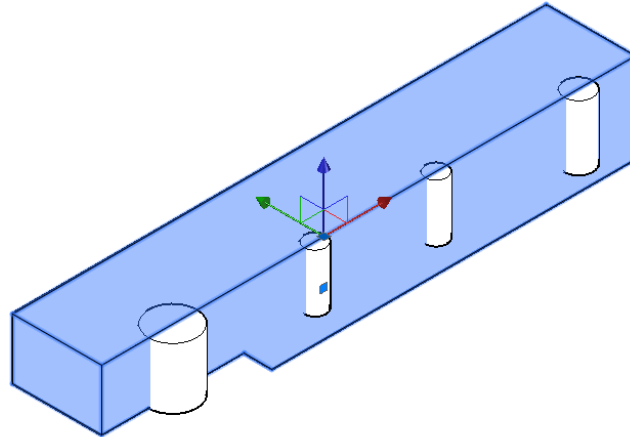
Кут обертання залишаємо  $360^\circ$  (за замовчуванням), що забезпечує формування повного тіла обертання.



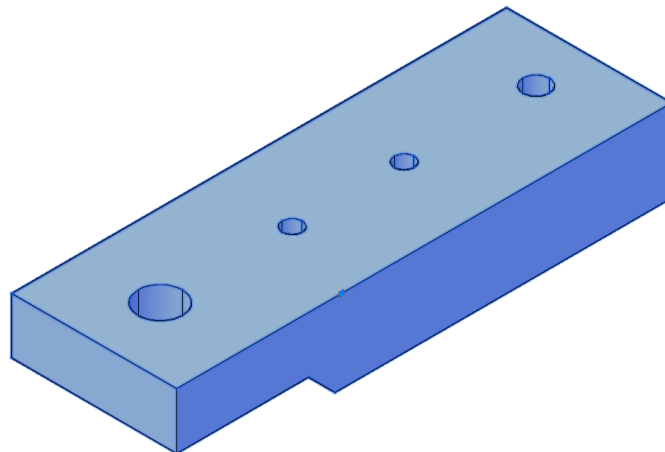
Для формування конусного сліду від свердла у трьох глухих отворах використовуємо команду Extrude Face (Видавити грані). Команду застосовуємо до нижньої основи циліндра, задавши такі параметри: висота видалення – 5 мм, кут – 60°.



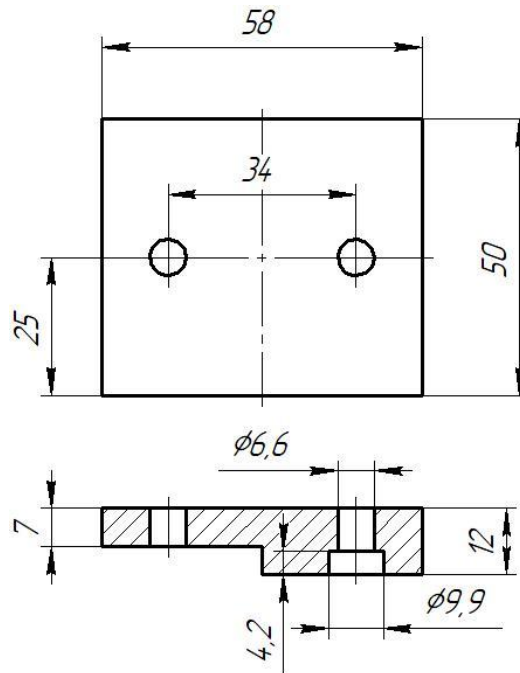
Плоский контур видавлюємо за допомогою команди Extrude (Видавити) на половину ширини корпусу, що становить 25 мм.



Другу частину корпусу формуємо за допомогою команди Extrude Face (Видавити грані), задавши висоту видавлювання 25 мм. За допомогою команди Subtract (Вирахувати) формуємо отвори в корпусі, виконуючи віднімання тіл обертання від тіла корпусу.



## Пластина

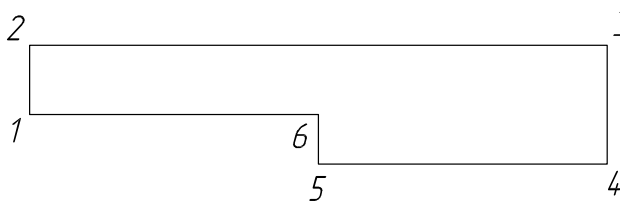


Будуємо контур пластини за допомогою команди Polyline (Полілінія), починаючи побудову з точки 1 та завершуючи її в цій самій точці для замикання контуру.

Відстані між послідовними точками контуру становлять:

- 1–2 = 7 мм;
- 2–3 = 58 мм;
- 3–4 = 12 мм;
- 4–5 = 29 мм;
- 5–6 = 5 мм.

Із точки 6 замикаємо контур, повертаючись до початкової точки 1.



За допомогою команди Polyline (Полілінія) будуємо контури майбутніх отворів.

Перший контур (початкова точка 1) розміщений на відстані 12 мм від лівого торця пластини. Відстані між послідовними точками контуру становлять:

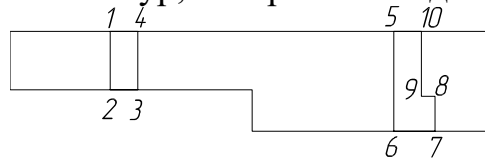
- 1–2 = 7 мм;
- 2–3 = 3,3 мм;
- 3–4 = 7 мм.

Із точки 4 замикаємо контур, повертаючись до початкової точки 1.

Другий контур (початкова точка 5) розміщений на відстані 12 мм від правого торця пластини. Відстані між послідовними точками контуру становлять:

5–6 = 12 мм;  
6–7 = 4,95 мм;  
7–8 = 4,2 мм;  
8–9 = 1,65 мм;  
9–10 = 7,2 мм.

Із точки 10 замикаємо контур, повертаючись до початкової точки 5.

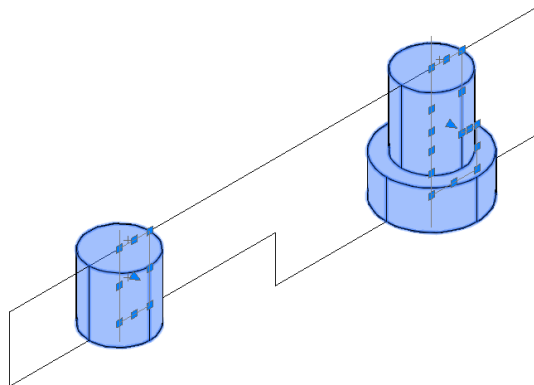


За допомогою команди Revolve (Обертання) створюємо 3D-тіла майбутніх отворів, виконуючи обертання відповідних 2D-об'єктів навколо заданих осей.

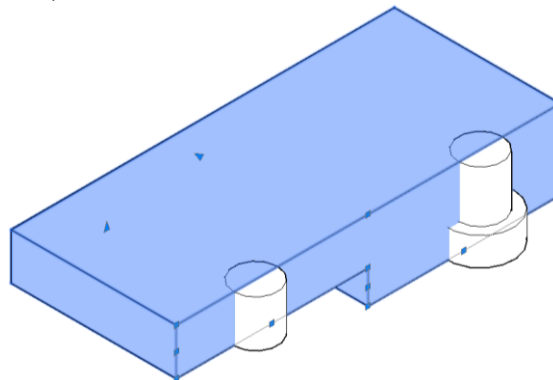
Обертання здійснюємо навколо таких осей:

1–2; 5–6.

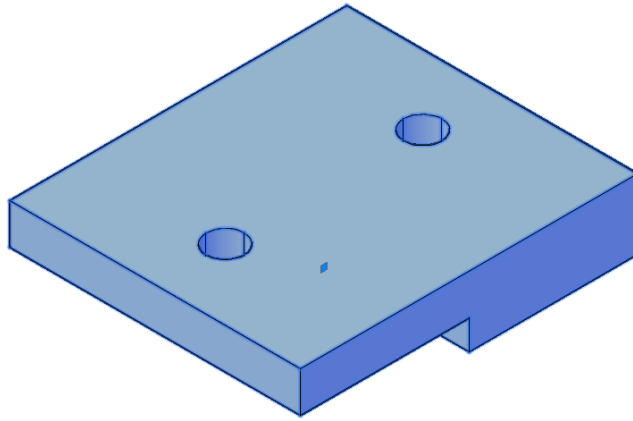
Кут обертання залишаємо 360° (за замовчуванням), що забезпечує формування повного тіла обертання.



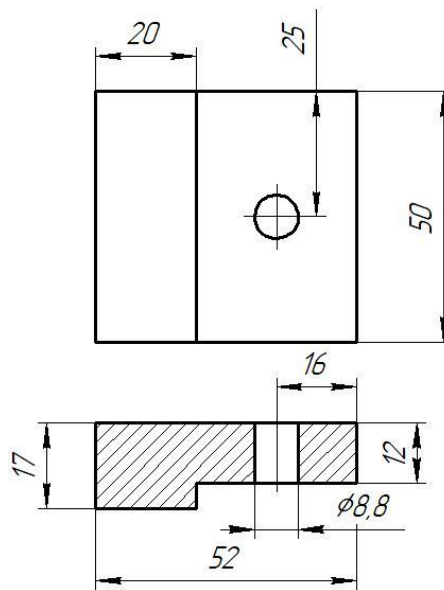
Плоский контур видавлюємо за допомогою команди Extrude (Видаввити) на половину ширини пластини, що становить 25 мм.



Другу частину пластини формуємо за допомогою команди Extrude Face (Видаввити грані), задавши висоту видавлювання 25 мм. За допомогою команди Subtract (Вирахувати) формуємо отвори в пластині, виконуючи віднімання тіл обертання від тіла пластини.



### Накладка №1

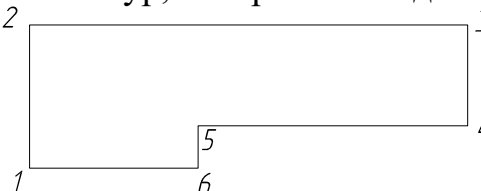


Будуємо контур накладки за допомогою команди Polyline (Полілінія), починаючи побудову з точки 1 та завершуючи її в цій самій точці для замикання контуру.

Відстані між послідовними точками контуру становлять:

- 1–2 = 17 мм;
- 2–3 = 52 мм;
- 3–4 = 12 мм;
- 4–5 = 32 мм;
- 5–6 = 5 мм.

Із точки 6 замикаємо контур, повертаючись до початкової точки 1.



За допомогою команди Polyline (Полілінія) будуємо контур майбутнього отвору.

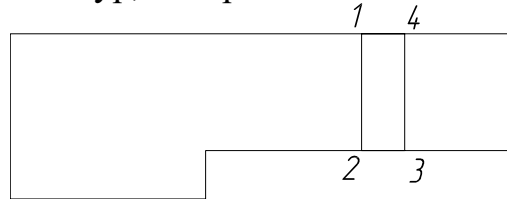
Контур (початкова точка 1) розміщений на відстані 16 мм від правого торця накладки. Відстані між послідовними точками контуру становлять:

1–2 = 12 мм;

2–3 = 4,4 мм;

3–4 = 12 мм.

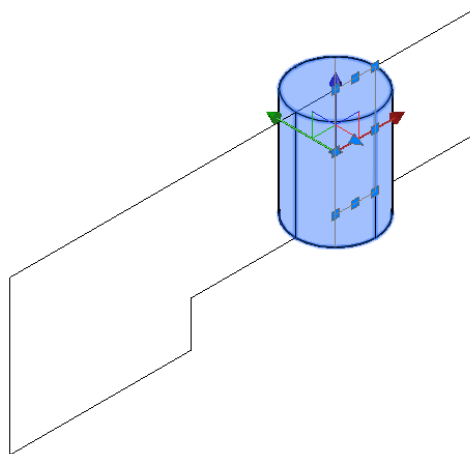
Із точки 4 замикаємо контур, повертаючись до початкової точки 1.



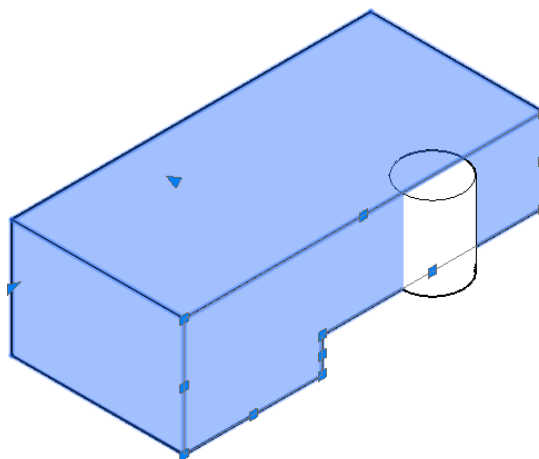
За допомогою команди Revolve (Обертання) створюємо 3D-тіло майбутнього отвору, виконуючи обертання відповідного 2D-об'єкту навколо заданої осі.

Обертання здійснюємо навколо осі 1–2.

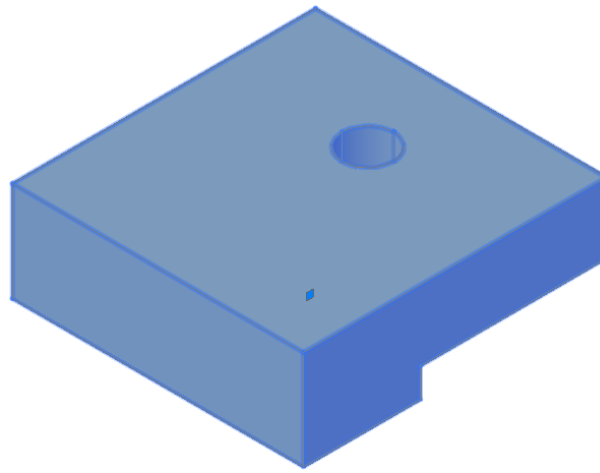
Кут обертання залишаємо 360° (за замовчуванням), що забезпечує формування повного тіла обертання.



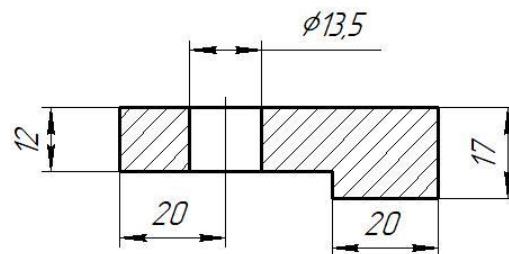
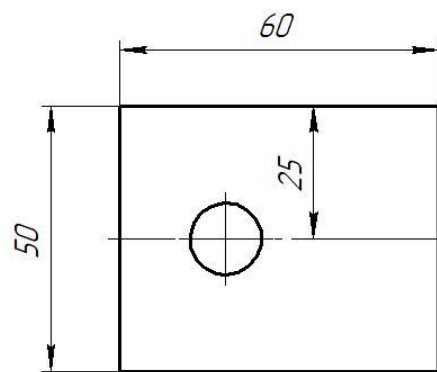
Плоский контур видавлюємо за допомогою команди Extrude (Видаввити) на половину ширини накладки, що становить 25 мм.



Другу частину накладки формуємо за допомогою команди Extrude Face (Видаввити грані), задавши висоту видавлювання 25 мм. За допомогою команди Subtract (Вирахувати) формуємо отвори в накладці, виконуючи віднімання тіл обертання від тіла накладки.



**Накладка №2**



Будуємо контур накладки за допомогою команди Polyline (Полілінія), починаючи побудову з точки 1 та завершуючи її в цій самій точці для замикання контуру.

Відстані між послідовними точками контуру становлять:

1–2 = 12 мм;

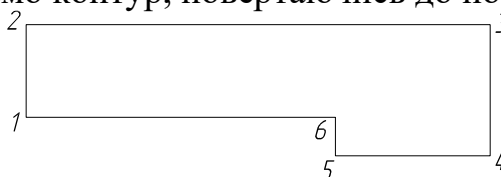
2–3 = 60 мм;

3–4 = 17 мм;

4–5 = 20 мм;

5–6 = 5 мм.

Із точки 6 замикаємо контур, повертаючись до початкової точки 1.



За допомогою команди Polyline (Полілінія) будемо контур майбутнього отвору.

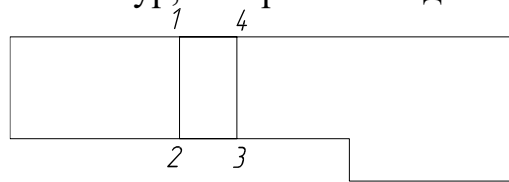
Контур (початкова точка 1) розміщений на відстані 20 мм від лівого торця накладки. Відстані між послідовними точками контуру становлять:

1–2 = 12 мм;

2–3 = 6,75 мм;

3–4 = 12 мм.

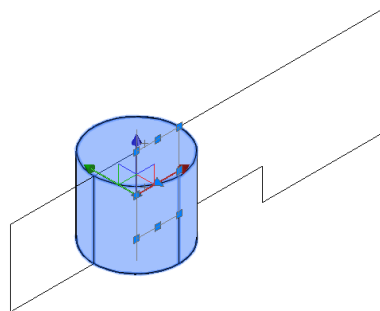
Із точки 4 замикаємо контур, повертаючись до початкової точки 1.



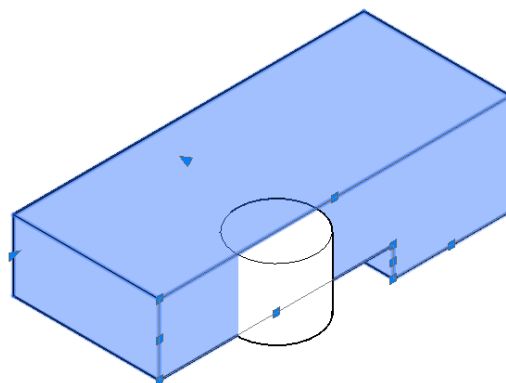
За допомогою команди Revolve (Обертання) створюємо 3D-тіло майбутнього отвору, виконуючи обертання відповідного 2D-об'єкту навколо заданої осі.

Обертання здійснюємо навколо осі 1–2.

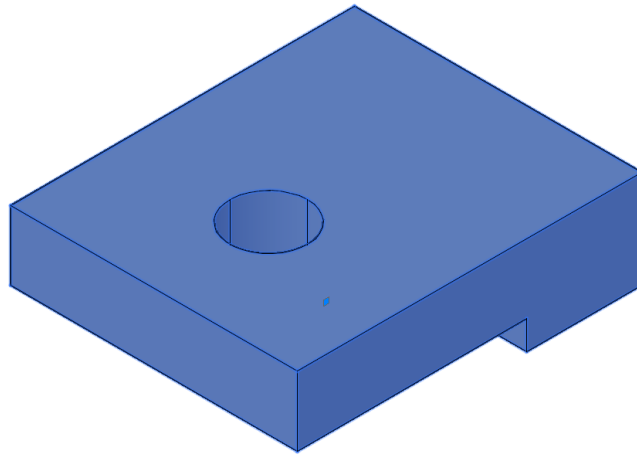
Кут обертання залишаємо 360° (за замовчуванням), що забезпечує формування повного тіла обертання.



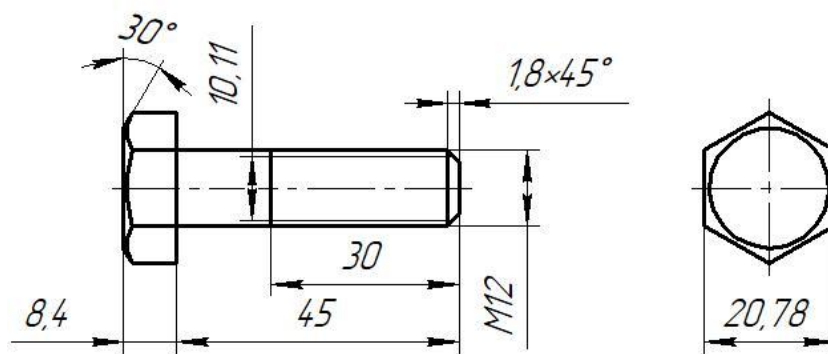
Плоский контур видавлюємо за допомогою команди Extrude (Видаввити) на половину ширини накладки, що становить 25 мм.



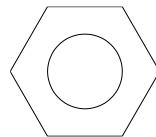
Другу частину накладки формуємо за допомогою команди Extrude Face (Видаввити грані), задавши висоту видавлювання 25 мм. За допомогою команди Subtract (Вирахувати) формуємо отвори в накладці, виконуючи віднімання тіл обертання від тіла накладки.



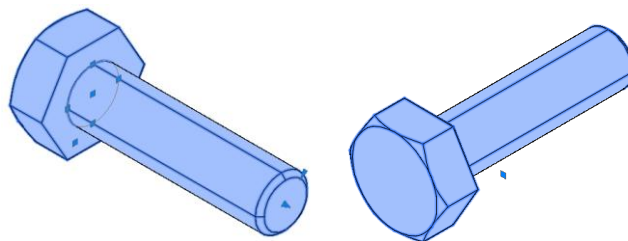
**Болт М12х45 ДСТУ 7798:2008**



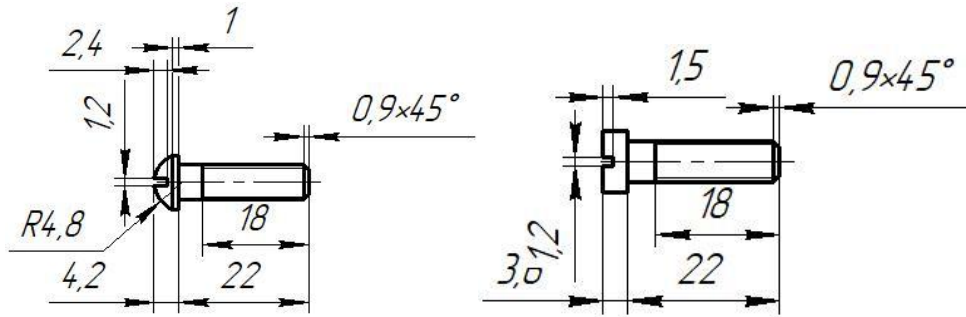
За допомогою команд Polygon (Багатокутник) та Circle (Коло) створюємо плоскі контури головки та стержня болта.



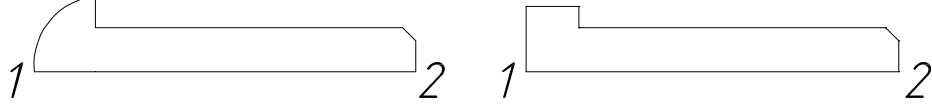
Побудовані плоскі контури видавлюємо командою Extrude (Видавити), формуючи відповідні 3D-тіла. Далі за допомогою команди Union (Об'єднання) об'єднуємо створені об'єкти в одне суцільне 3D-тіло болта. На завершальному етапі, використовуючи команду Chamfer (Фаска), виконуємо зняття фаски на торці стержня болта, а на головці болта це робимо командою ChamferEdge (Фаска ребра).



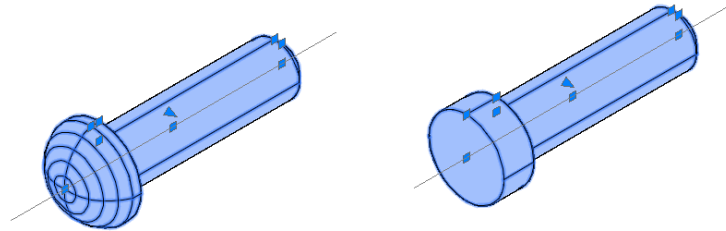
**Гвинти: М6х22 ДСТУ 1498:2008 та М6х22 ДСТУ 1491:2008**



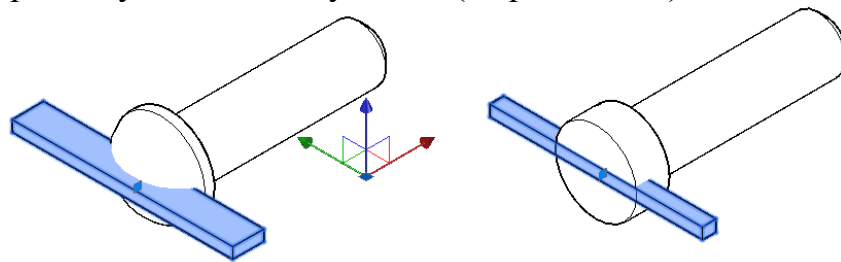
За допомогою команд Polyline (Полілінія), Arc (Дуга) та Chamfer (Фаска) будуюмо половини плоских контурів гвинтів (до осі симетрії): з напівкруглою головкою та циліндричною головкою. За потреби зайві елементи видаляємо командою Trim (Обрізати).



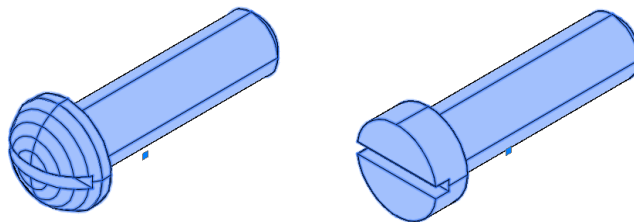
Далі, використовуючи команду Revolve (Обертання), створюємо 3D-тіла гвинтів, виконуючи обертання відповідних 2D-об'єктів навколо заданої осі. Обертання здійснюємо навколо осі 1–2, а кут обертання залишаємо 360° (за замовчуванням), що забезпечує формування повного тіла обертання.



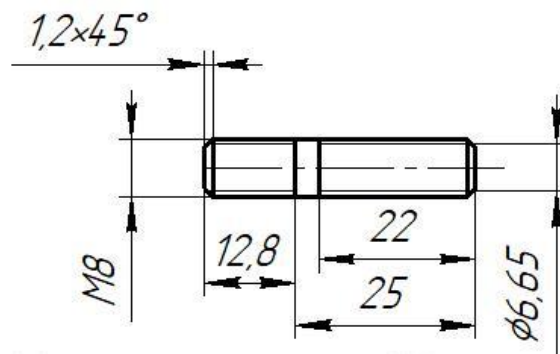
Після цього за допомогою команди Polyline (Полілінія) будуюмо плоскі контури вирізів під викрутку у головці гвинтів. Створені плоскі контури видавлюємо командою Extrude (Видавити) та розміщуємо у потрібному положенні, використовуючи команду Move (Перемістити).



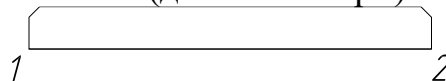
На завершальному етапі за допомогою команди Subtract (Вирахувати) формуємо вирізи в головці гвинтів під викрутку, виконуючи віднімання створених тіл від основного тіла гвинта.



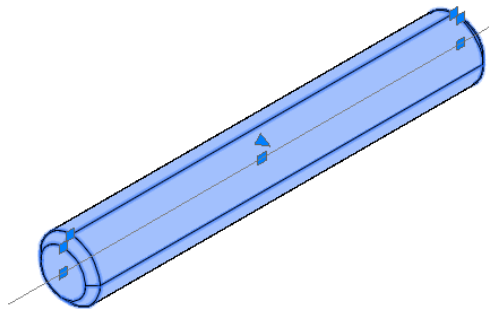
### Шпилька M8x38 ДСТУ 2204:2008



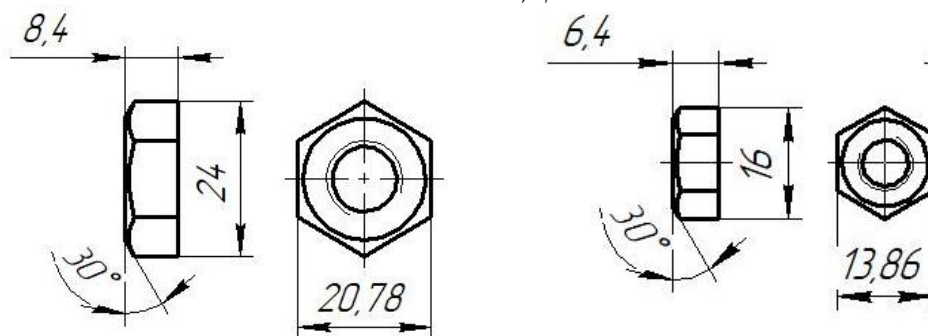
За допомогою команд Polyline (Полілінія) та Chamfer (Фаска) будемо половину плоского контуру шпильки (до осі симетрії).



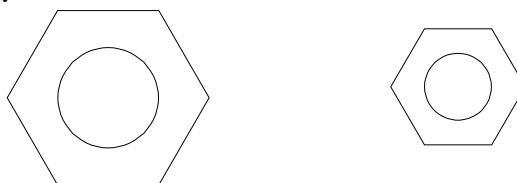
Використовуючи команду Revolve (Обертання), створюємо 3D-тіло шпильки, виконуючи обертання відповідного 2D-об'єкту навколо заданої осі. Обертання здійснюємо навколо осі 1–2, а кут обертання залишаємо 360° (за замовчуванням), що забезпечує формування повного тіла обертання.



### Гайка M12 та M8 ДСТУ 5915:2008

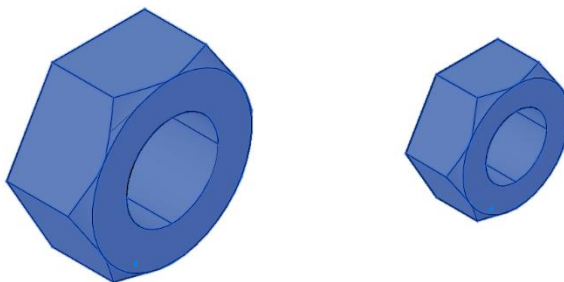


За допомогою команд Polygon (Багатокутник) та Circle (Коло) створюємо плоскі контури двох гайок.

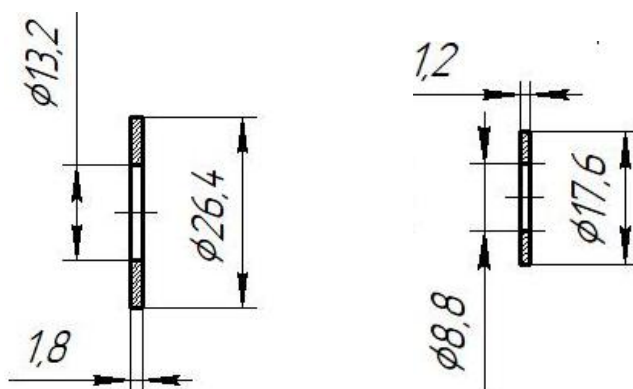


Побудовані плоскі контури видавлюємо за допомогою команди Extrude (Видавити), формуючи відповідні 3D-тіла. Далі, використовуючи команду

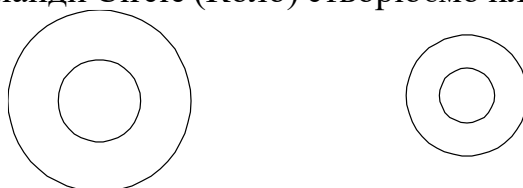
Subtract (Вирахувати), виконуємо віднімання циліндра від шестикутної призми з метою формування отвору в гайці. На завершальному етапі за допомогою команди ChamferEdge (Фаска ребра) виконуємо зняття фаски на гайці.



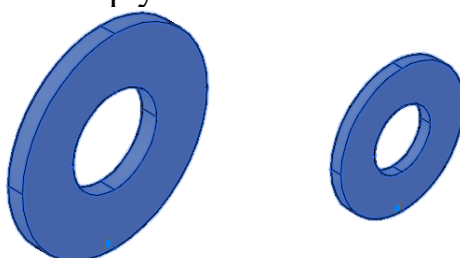
**Шайба 12 та 8 ДСТУ 11371-78**



За допомогою команди Circle (Коло) створюємо плоскі контури двох шайб.



Побудовані плоскі контури видавлюємо командою Extrude (Видавити), формуючи відповідні 3D-тіла. Далі, використовуючи команду Subtract (Вирахувати), виконуємо віднімання меншого циліндра від більшого, у результаті чого формується отвір у шайбі.



**Моделювання складаної одиниці**

Моделювання складаної одиниці в AutoCAD 2026 на основі готових 3D-моделей окремих 12 деталей будемо виконувати поетапно в даній лабораторній роботі.

Складання виробу починаємо з базової (опорної) деталі, яка фіксується у просторі та слугує основою для розміщення інших компонентів. Ця деталь – корпус. Решту деталей послідовно додаємо до складальної моделі, використовуючи команди Move (Перемістити) та Rotate (Повернути) для точного позиціонування відносно базової деталі. Також використовуємо команду Align (Вирівняти), яка одночасно переміщує та повертає 3D-об'єкт на основі заданих відповідних точок. Під час складання це дозволяє суміщати осі, центри отворів, вершини або характерні точки деталей, що особливо зручно під час встановлення болтів, гайок, шайб та інших кріпильних елементів.

Для забезпечення правильного взаємного розташування деталей застосовуємо прив'язки до об'єктів (Object Snap), зокрема до центрів, осей, ребер і вершин. Це дає змогу точно суміщати отвори, осі обертання та контактні поверхні без використання складних параметричних зв'язків.

Під час моделювання складаної одиниці важливо не об'єднувати деталі в одне тіло без потреби. Кожна деталь має залишатися окремим 3D-об'єктом, що полегшує внесення змін та аналіз конструкції. Для наочності та зручності редагування доцільно організувати складану модель за шарами, розміщуючи окремі деталі або групи деталей на відповідних шарах. Це спрощує керування видимістю елементів.

На завершальному етапі виконуємо перевірку складаної моделі: відсутність взаємних перетинів деталей, правильність посадок, співвісність отворів і відповідність загальним габаритам виробу (рис. 6).

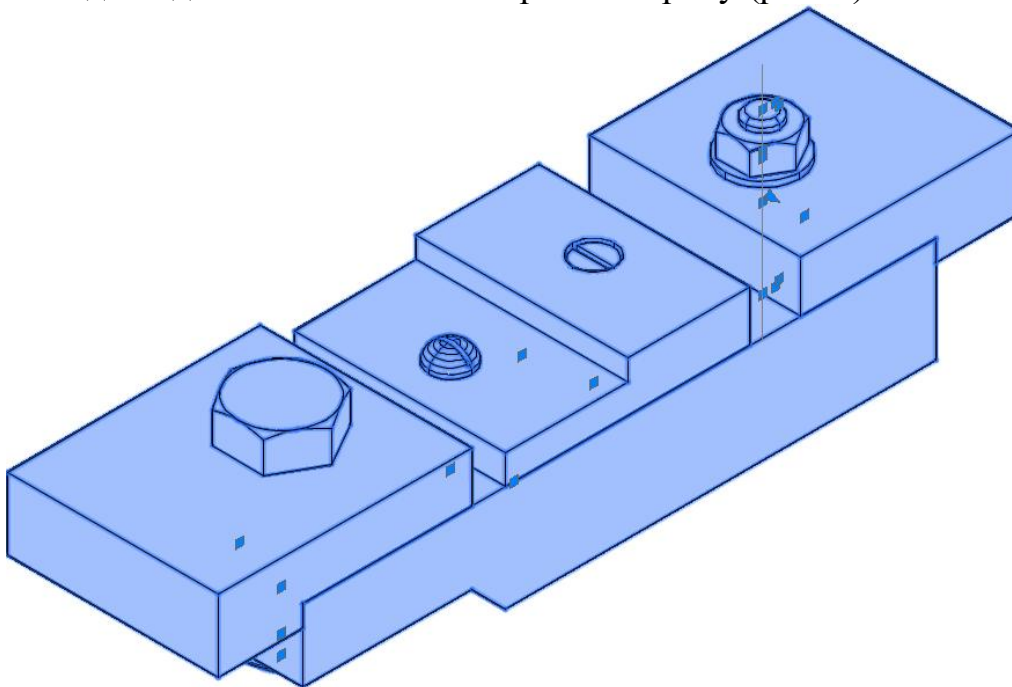


Рис. 6

Для унаочнення складаної одиниці використовуємо розібраний вигляд, який дозволяє наочно продемонструвати будову виробу та взаємне розташування його складових частин.

Процес створення розібраного вигляду полягає у поетапному рознесенні деталей у просторі без зміни їх орієнтації. Кожен елемент складальної одиниці

переміщуємо відносно базової деталі за допомогою команд Move (Перемістити) або 3D Move вздовж осей координат (осей симетрії виробу). Важливо зберігати логіку складання, тобто розміщувати деталі в тій послідовності, у якій вони монтуються в реальному виробі. Під час формування розібраного вигляду деталі не об'єднуються між собою і не змінюють своїх геометричних параметрів. Модель залишається точною копією складаної одиниці, але з просторовим розділенням компонентів, що дозволяє чітко побачити форму кожної деталі та місце її встановлення (рис. 7).

Також для унаочнення складаної одиниці виконаємо розріз. Виконання вирізу (розрізу) частини складальної одиниці є ефективним засобом покращення візуалізації моделі та пояснення її внутрішньої будови. Такий підхід дозволяє показати елементи, які неможливо побачити на зовнішньому вигляді виробу, без повного розбирання складальної одиниці.

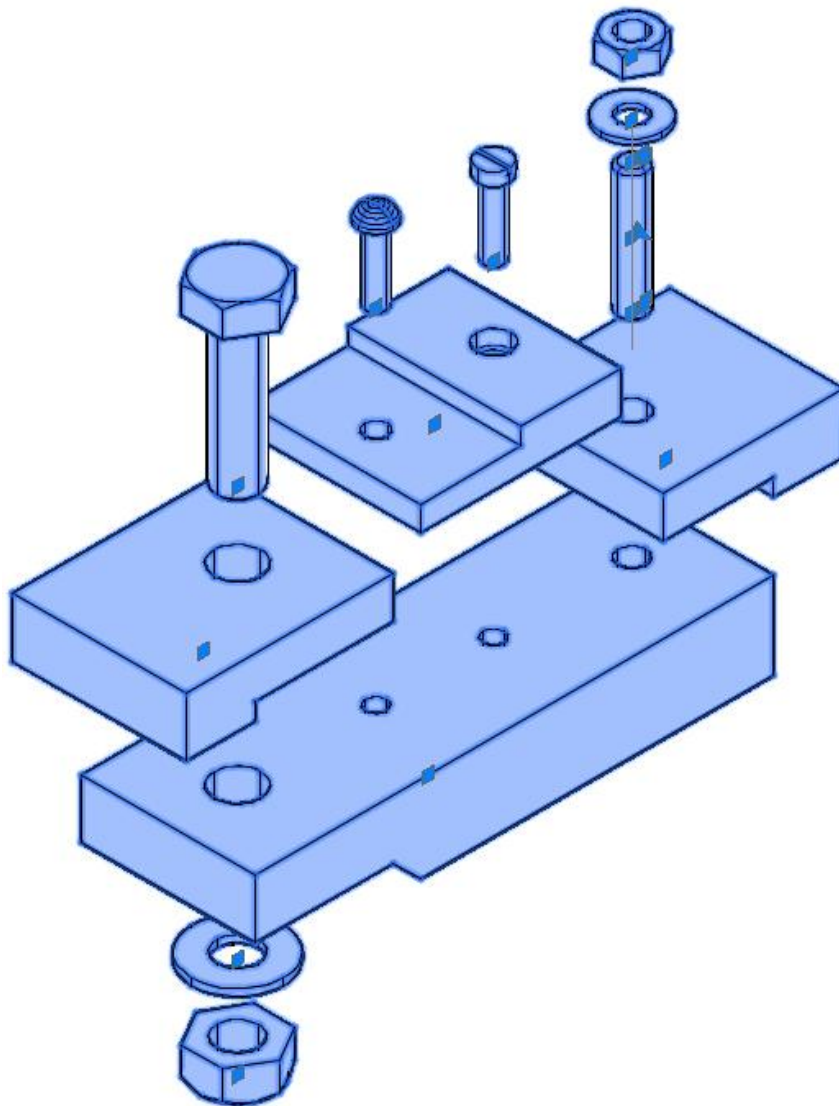


Рис. 7

Основною метою застосування вирізів є наочна демонстрація внутрішньої конструкції: отворів, посадочних місць, каналів, взаємного розташування деталей усередині виробу. У процесі створення вирізу частина моделі умовно видаляється, зберігаючи при цьому загальну форму та пропорції складальної

одиниці. Такий прийом дозволяє поєднати в одному зображенні зовнішній вигляд виробу та його внутрішні елементи, що значно підвищує інформативність 3D-моделі.

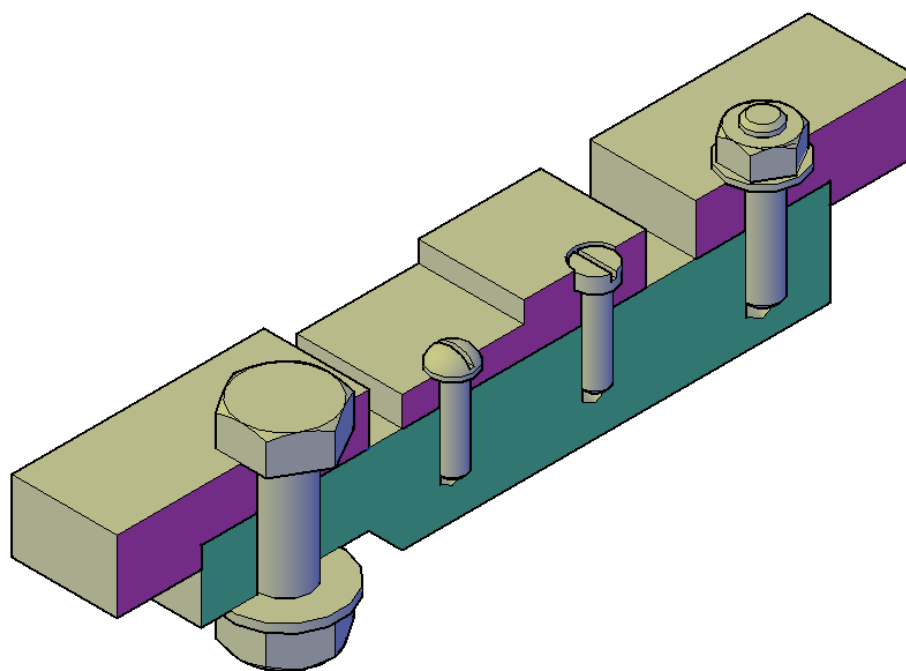


Рис. 8

Важливо, що нарізкові деталі (болти, гвинти, шпильки, гайки) у складальних розрізах не розрізаються. Це відповідає вимогам стандартів інженерної графіки, згідно з якими кріпильні елементи на розрізах показують без штрихування і без виконання розрізу, навіть якщо площина розрізу проходить через них. Можливості вирізу частин складаної одиниці також полягають у покращенні читабельності моделі. Усунення візуальних перешкод дозволяє зосередити увагу на функціонально важливих зонах виробу, зменшити перевантаження зображення та зробити модель зрозумілою навіть для початківців.

Використовуємо команду Slice (Розріз) для умовного розсікання 3D-тіл з метою кращої візуалізації внутрішньої будови деталі або складальної одиниці. Вона дозволяє розділити об'єкт на частини або відокремити фрагмент моделі без зміни геометрії інших елементів. Площину розрізу задаємо одним із можливих способів: за трьома точками, за двома точками та віссю, або вибравши одну з координатних площини (рис. 8).

### **Виконання складаного кресленника зі специфікацією**

#### **Вихідні умови для роботи:**

- 3D-модель зображення складаної одиниці з кріпильними елементами (болтами, гайками, гвинтами, шайбами та шпилькою) побудована в Model Space (Простір моделі);
- всі деталі виконані у вигляді 3D Solid (3D тверде тіло);

- шаблон аркуша А3 з рамкою та основним написом (штампом);
- шаблон аркуша А4 з рамкою та основним написом (штампом) для додавання таблиці специфікації;
- складений кресленик оформлюється в просторі Layout (Аркуш).

### **1. Підготовка аркуша.**

Перейдіть на вкладку Layout (Аркуш). Встановіть формат аркуша А3 (420×297 мм). Вставте рамку та основний напис (штамп). Заповніть основний напис: назва та шифр роботи, масштаб, ПІБ здобувача вищої освіти, група, дата.

### **2. Побудова фронтального розрізу.**

У командному рядку введіть ViewSection (Розріз) → Enter. Виберіть джерело виду: Model Space (3D-модель). Вкажіть тип розрізу: Full (повний). Проведіть лінію січної площини: визначте початкову та кінцеву точки; встановіть напрям погляду. Розмістіть фронтальний розріз на аркуші. Натисніть Enter для завершення. Перевірте, щоб різьбові деталі не були заштрихованими. За потреби видаліть зайве штрихування командою Delete (Видалення).

### **3. Створення проєкційного виду зверху.**

Використайте команду ViewProj (Проекційний вид). Наведіть курсор на фронтальний розріз, який є базовим для інших зображень. Перемістіть курсор вниз і клацніть для створення виду зверху. Натисніть Enter для завершення.

### **4. Створення ізометричного зображення.**

На аркуші розмістіть ізометричний вид 3D-моделі, використавши: ViewBase → ISO (Базовий вид → Ізометрія) або команду ViewCube (Куб виду) / Visual Styles → 3D Wireframe (3D Каркас) / Hidden (Приховані лінії).

### **5. Нанесення розмірів.**

Активуйте команди розмірів:

- DIM (Розмір);
- DIMALIGNED (Лінійний).

Нанесіть основні габаритні, установчі та приєднувальні розміри. Не перевантажуйте кресленик зайвими розмірами. Перевірте читабельність та відповідність масштабу.

### **6. Нанесення виносок з нумерацією деталей.**

За допомогою команди Multileader (Виноска) створіть позиційні виноски. Присвойте кожній деталі позиційний номер. Нумерацію виконуйте послідовно, без пропусків. Виноски розташовуйте акуратно, не перетинаючи контури та розміри.

### **7. Створення таблиці специфікації.**

Використовуючи шаблон аркуша А4 з рамкою та основним написом (штампом), створіть таблицю специфікації за допомогою команди Table

(Таблиця). Таблиця повинна містити такі графи: формат, зона, позиція, позначення, найменування, кількість, примітка (рис. 9 - 10).

15		Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка		
6		6	8	70		63		10	22	
8 min		Форма 1								
Додаткові графи за ГОСТ 2.104-68		Змін	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата				
		Розроб.								
		Перев.								
		Н.контр.								
		Затв.								
				Літера	Аркуш	Аркуші				

Рис. 9

15			Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка																					
6	6	8	70			63			10	22																				
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="margin: 0;">8 min</p> </div> <div style="text-align: center;"> <h2 style="margin: 0;">Форма 2</h2> </div> </div>																														
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-weight: bold;">Додаткові графи за ГОСТ 2.104-68</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; height: 20px;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td style="font-size: 8px;">Змін</td> <td style="font-size: 8px;">Арк.</td> <td style="font-size: 8px;">№ докумен.</td> <td style="font-size: 8px;">Підпис</td> <td style="font-size: 8px;">Дата</td> <td colspan="5"></td> <td style="font-size: 8px;">Арк.</td> </tr> </table> </div>																				Змін	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата						Арк.
Змін	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата						Арк.																				

Рис. 10

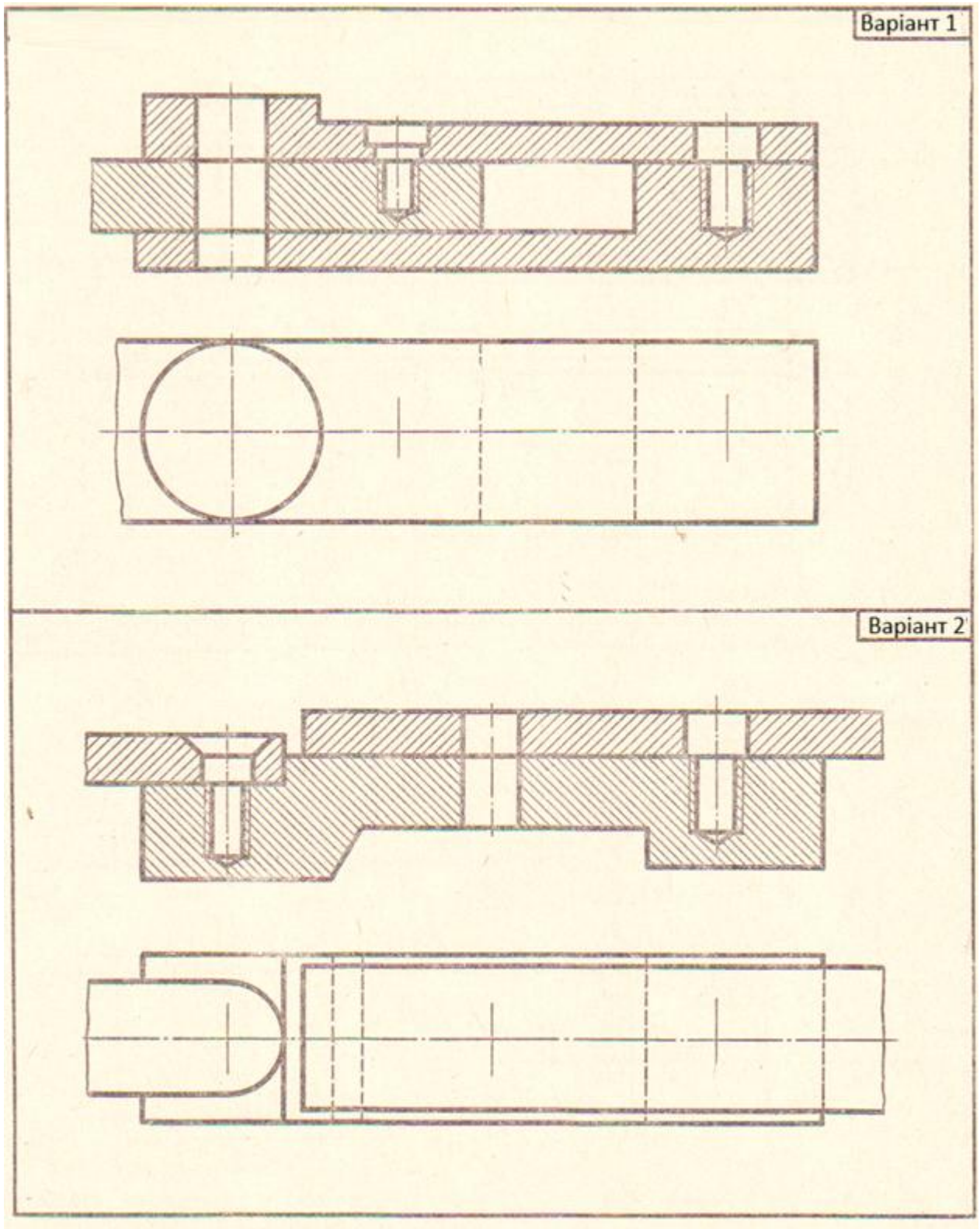
Заповніть специфікацію відповідно до позиційних номерів на кресленику.

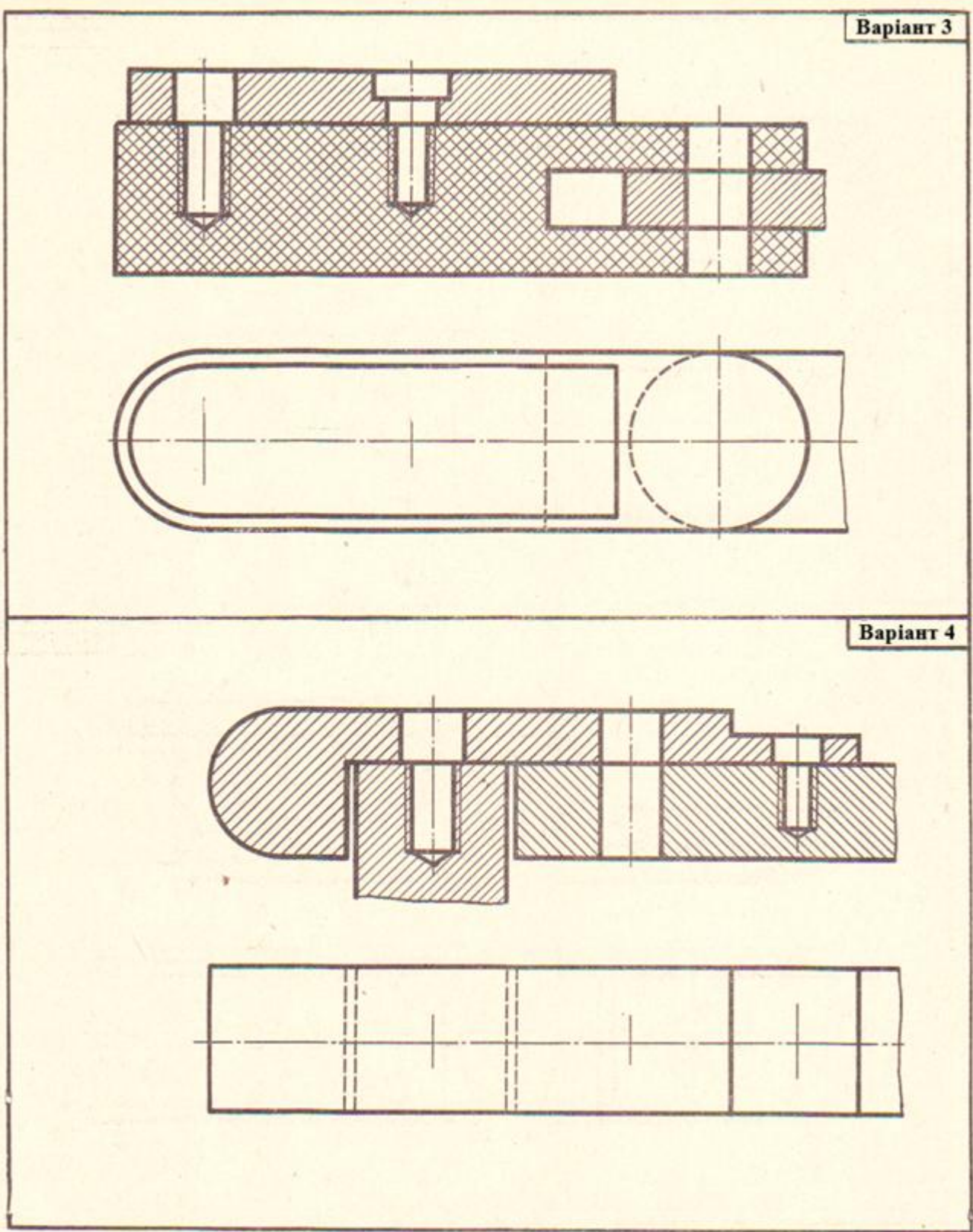


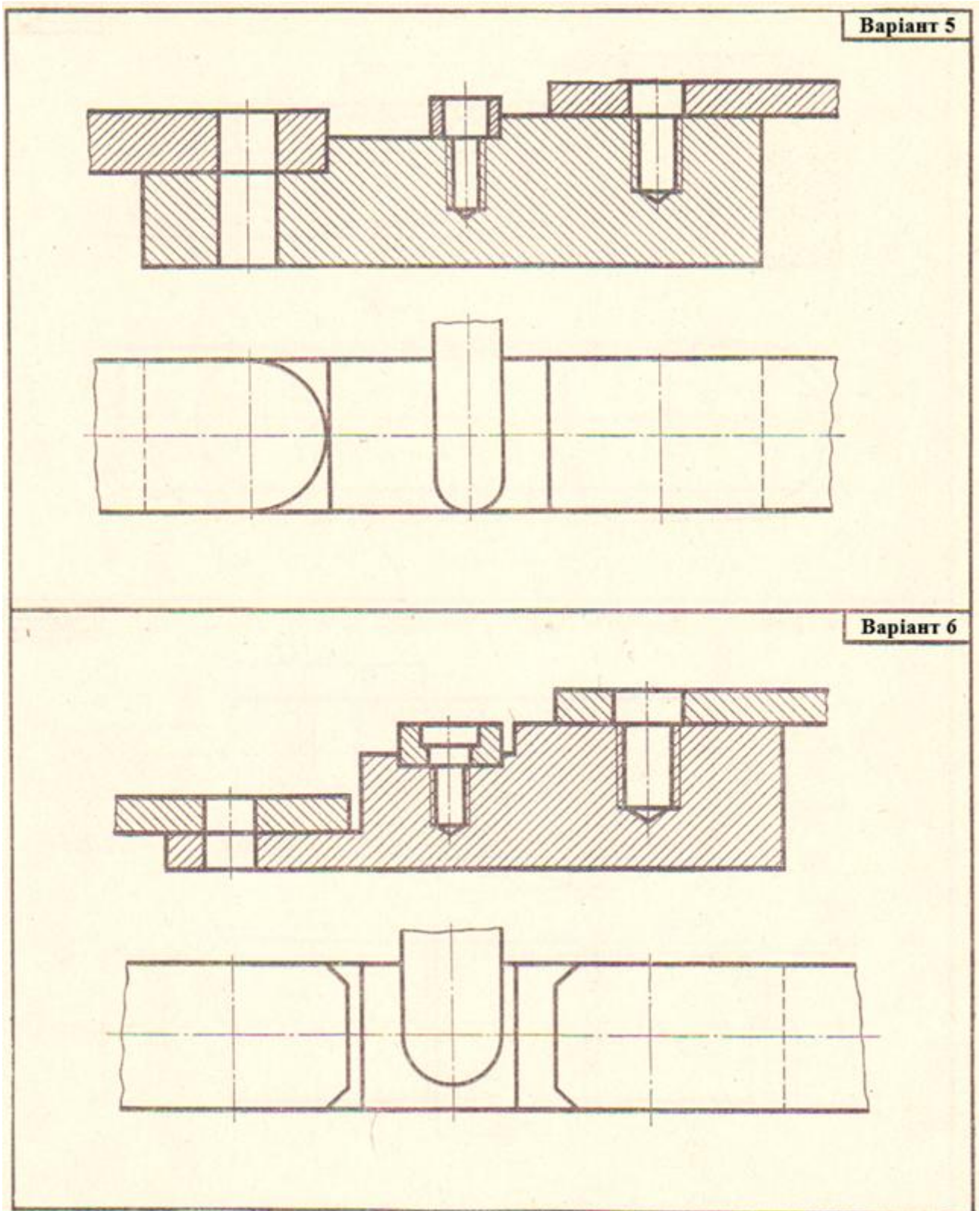
Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.	
				<u>Документація</u>			
A1			ННМІ.МБ1101.000 СК	Складальне креслення			
				<u>Деталі</u>			
A1	1		ННМІ.МБ1101.001	Накладка	1		
A1	2		ННМІ.МБ1101.002	Пластина	1		
A1	3		ННМІ.МБ1101.003	Накладка	1		
A1	4		ННМІ.МБ1101.004	Корпус	1		
				<u>Стандартні одиниці</u>			
A1	5			Болт М12х45 ДСТУ 7798-2008	1		
A1	6			Гайка М12 ДСТУ 5915-2008	1		
A1	7			Шайба 12 ГОСТ 11371-78	1		
A1	8			Гвинт М6х22 ДСТУ 1498-2008	1		
A1	9			Гвинт М6х22 ДСТУ 1491-2008	1		
A1	10			Шпилька М8х38 ДСТУ 22042-2008	1		
				ННМІ.МБ1101.000 СП			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літера	Аркуш	Листів
Розробив					н	1	2
Перевір.					<b>З'єднання нарізю</b> НУВГП, МБ-11		
Керівник							
Затверд.							



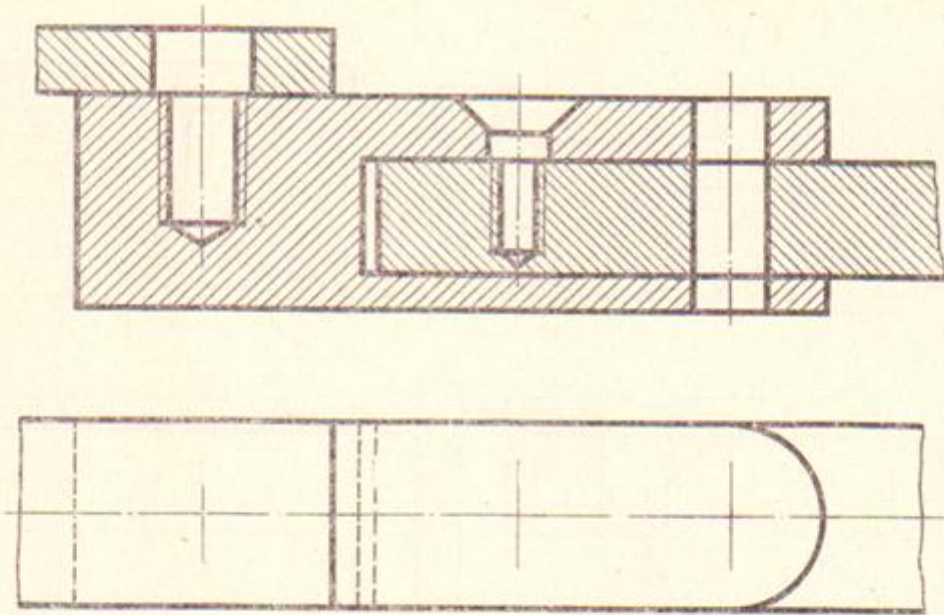
Вихідні дані до завдання «Складана одиниця з'єднана кріпильними елементами»



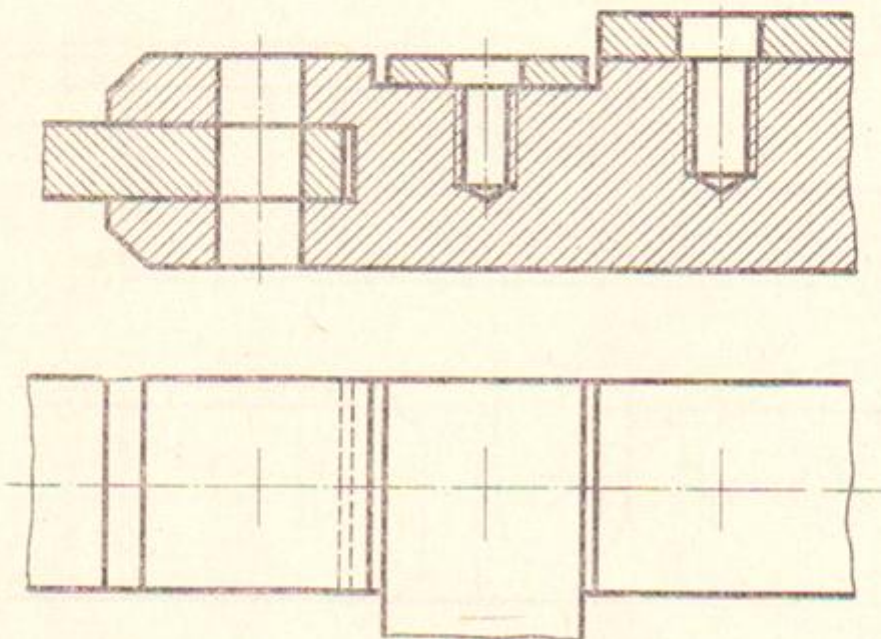


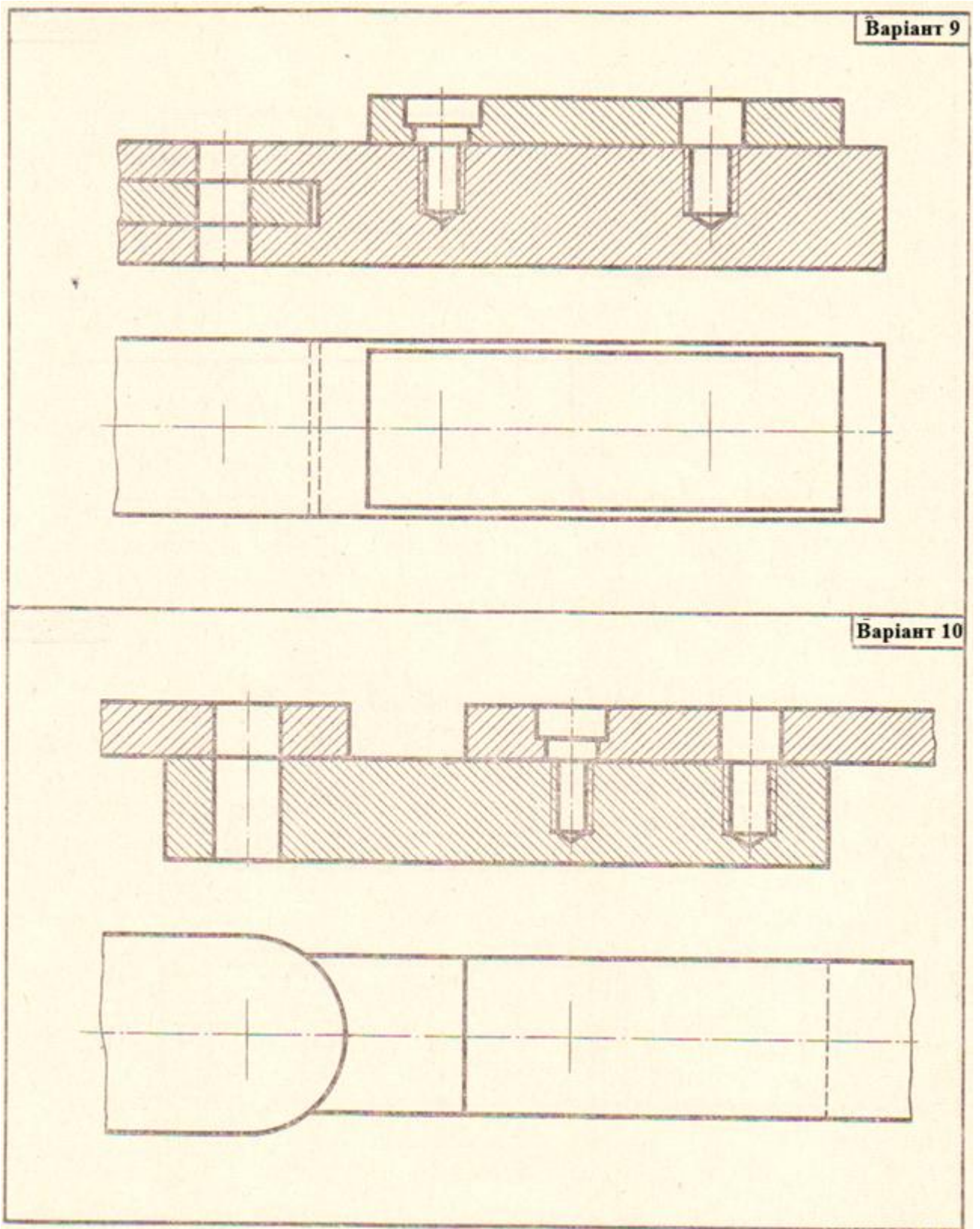


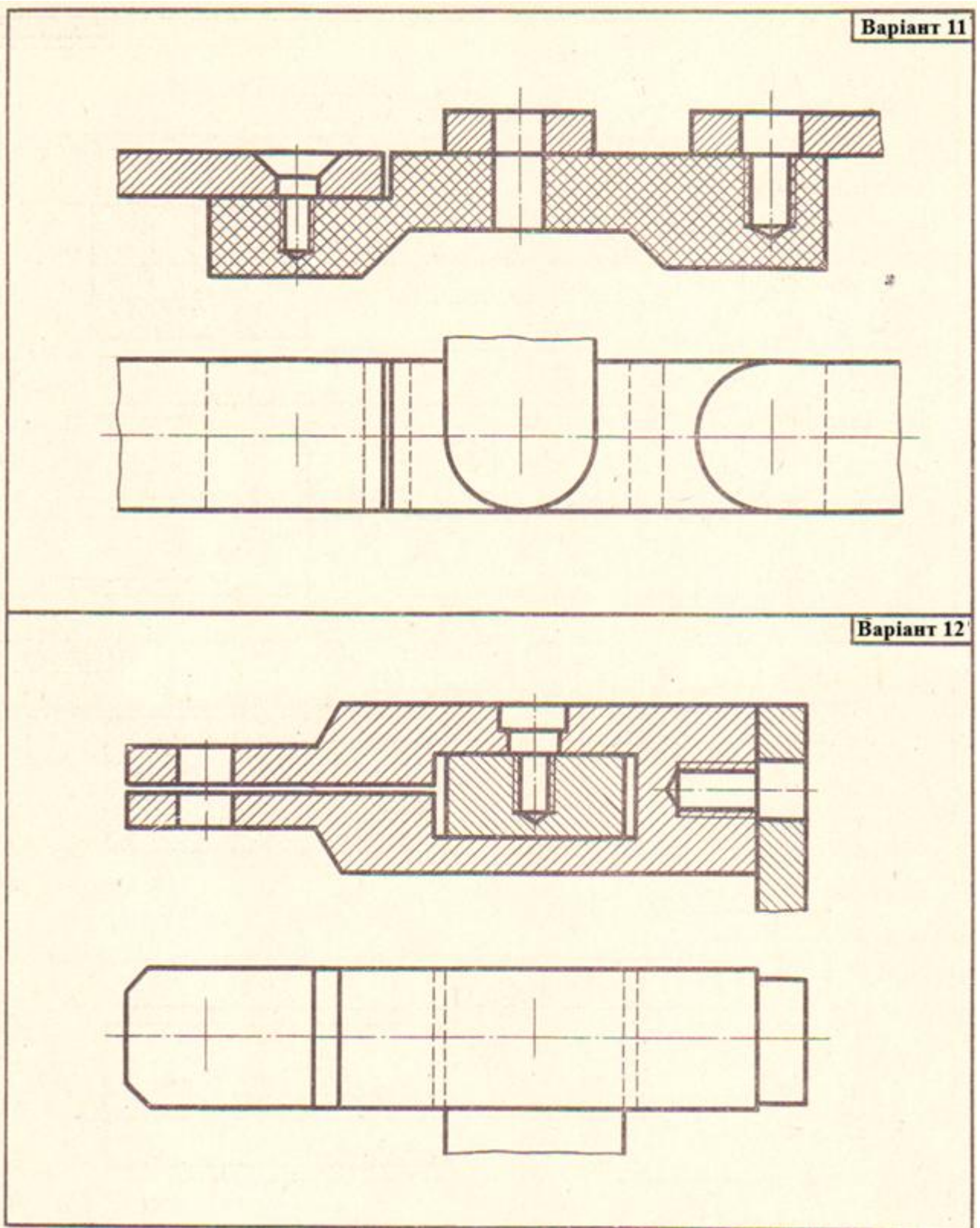
Варіант 7



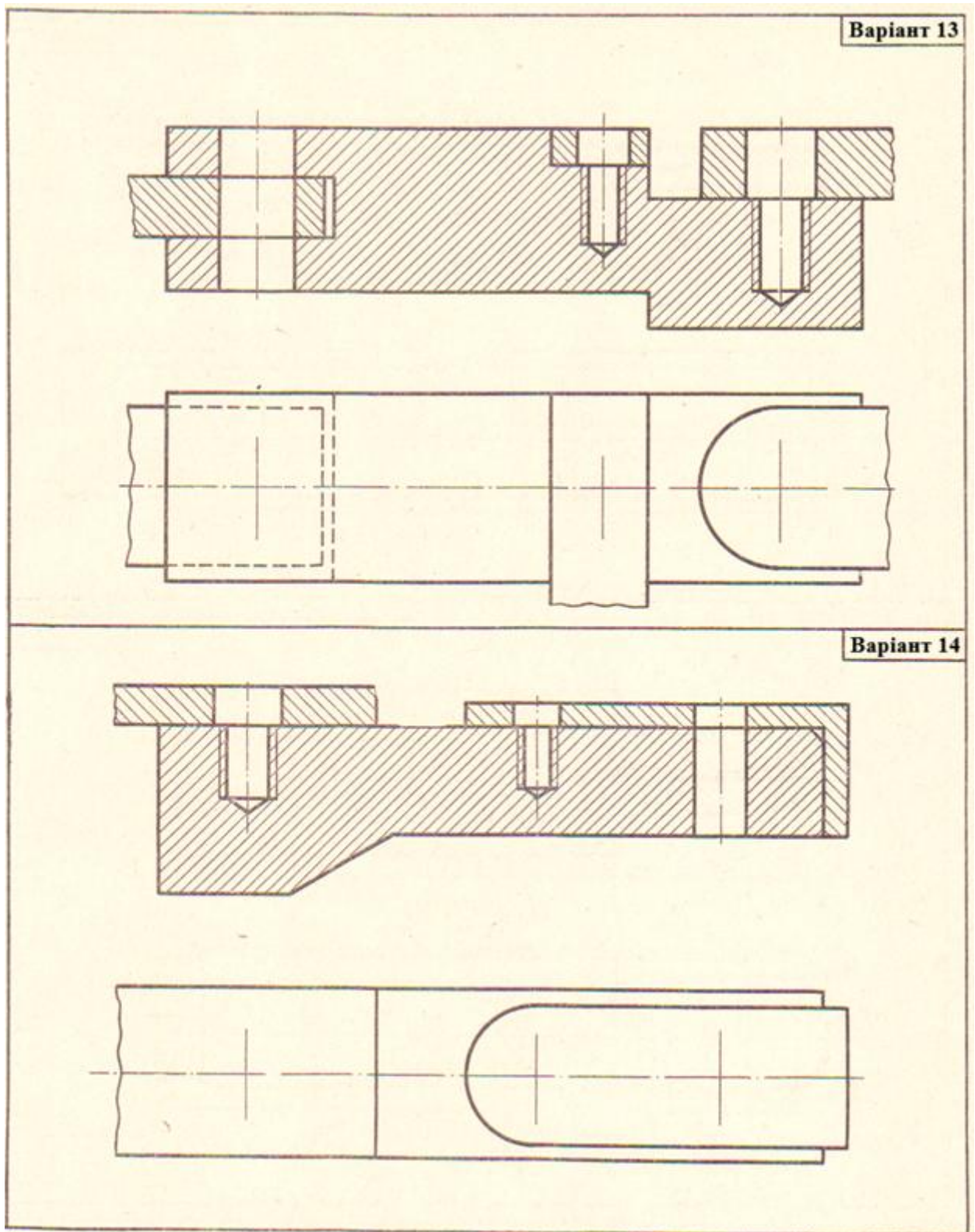
Варіант 8



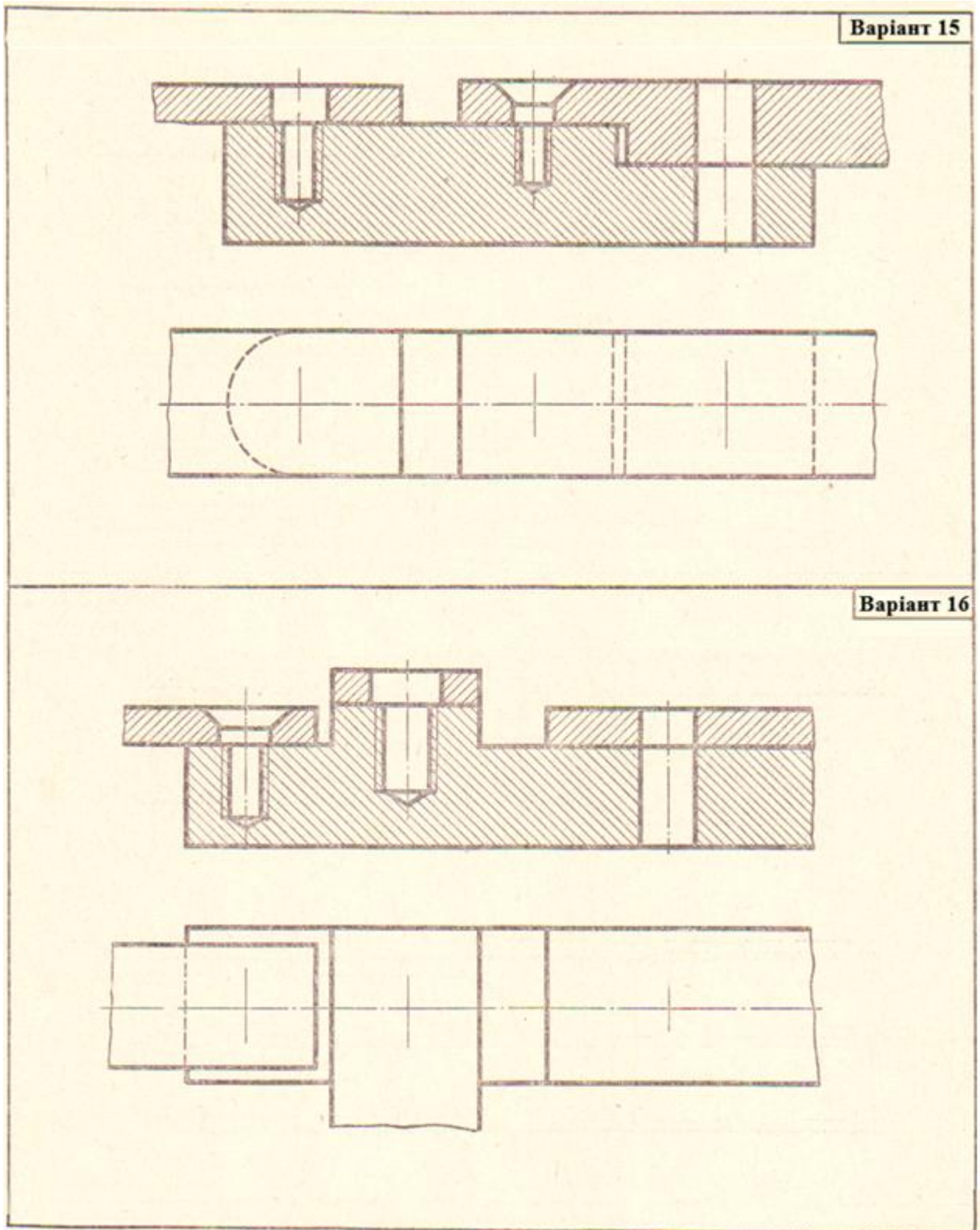


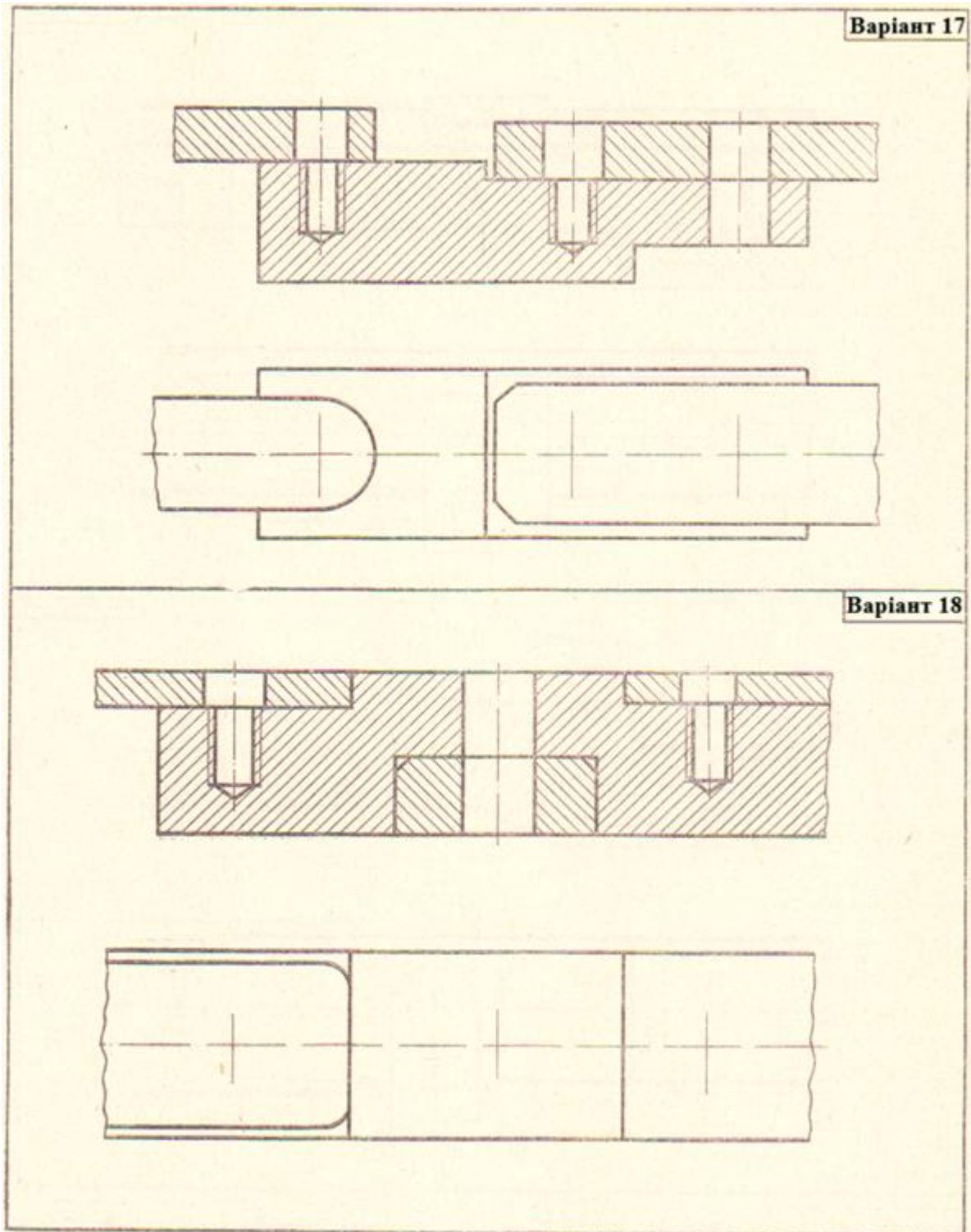


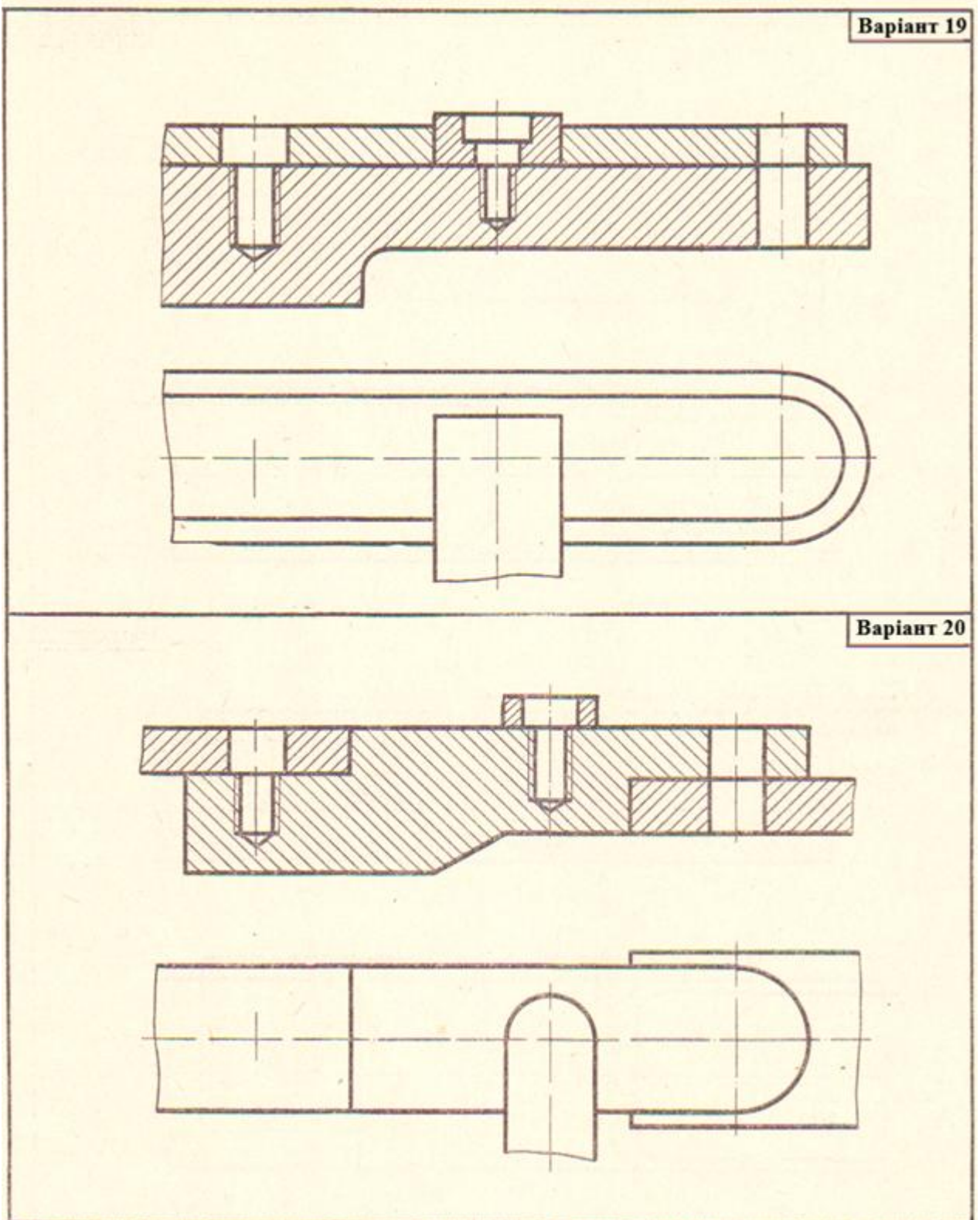
Продовження табл. 1

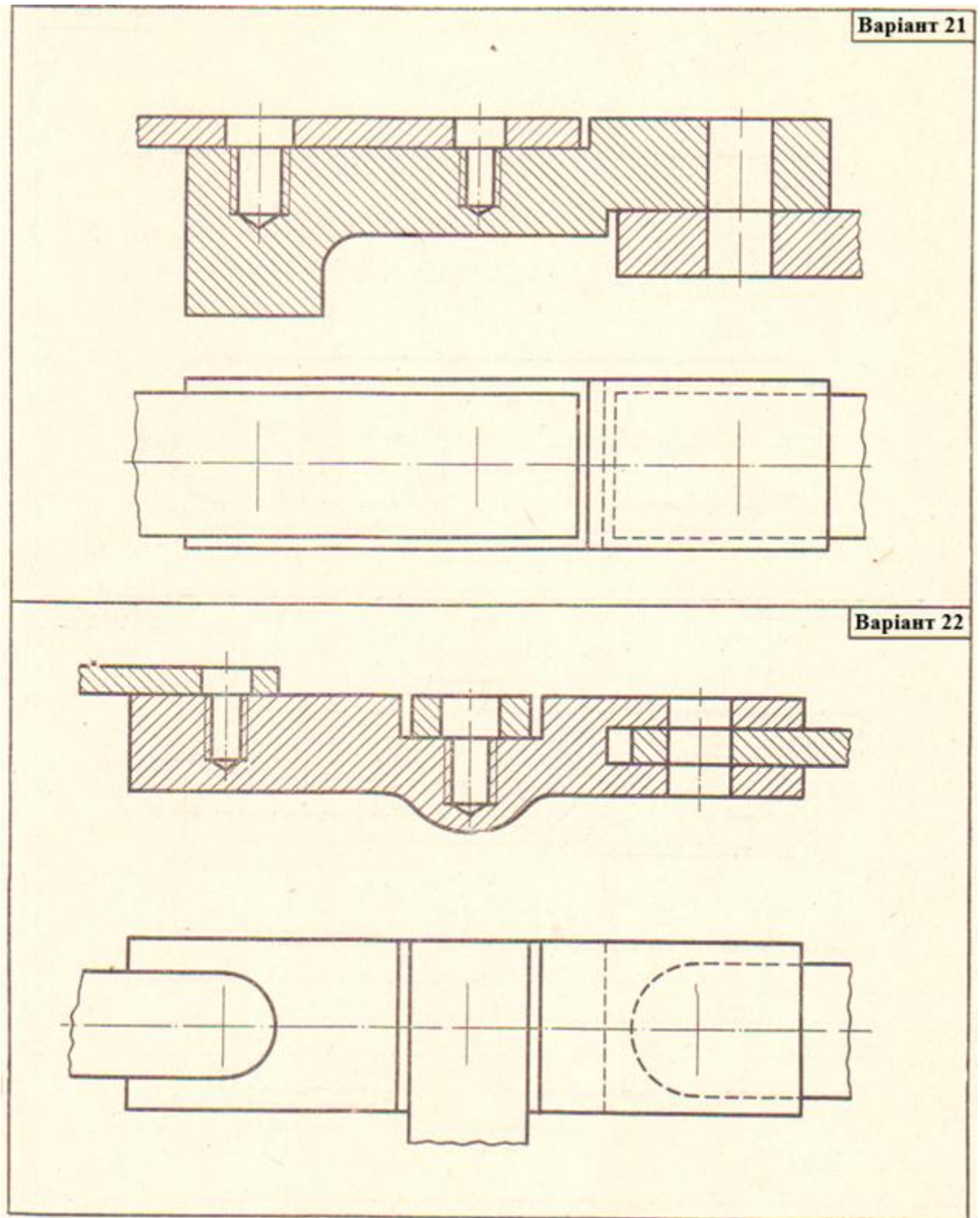


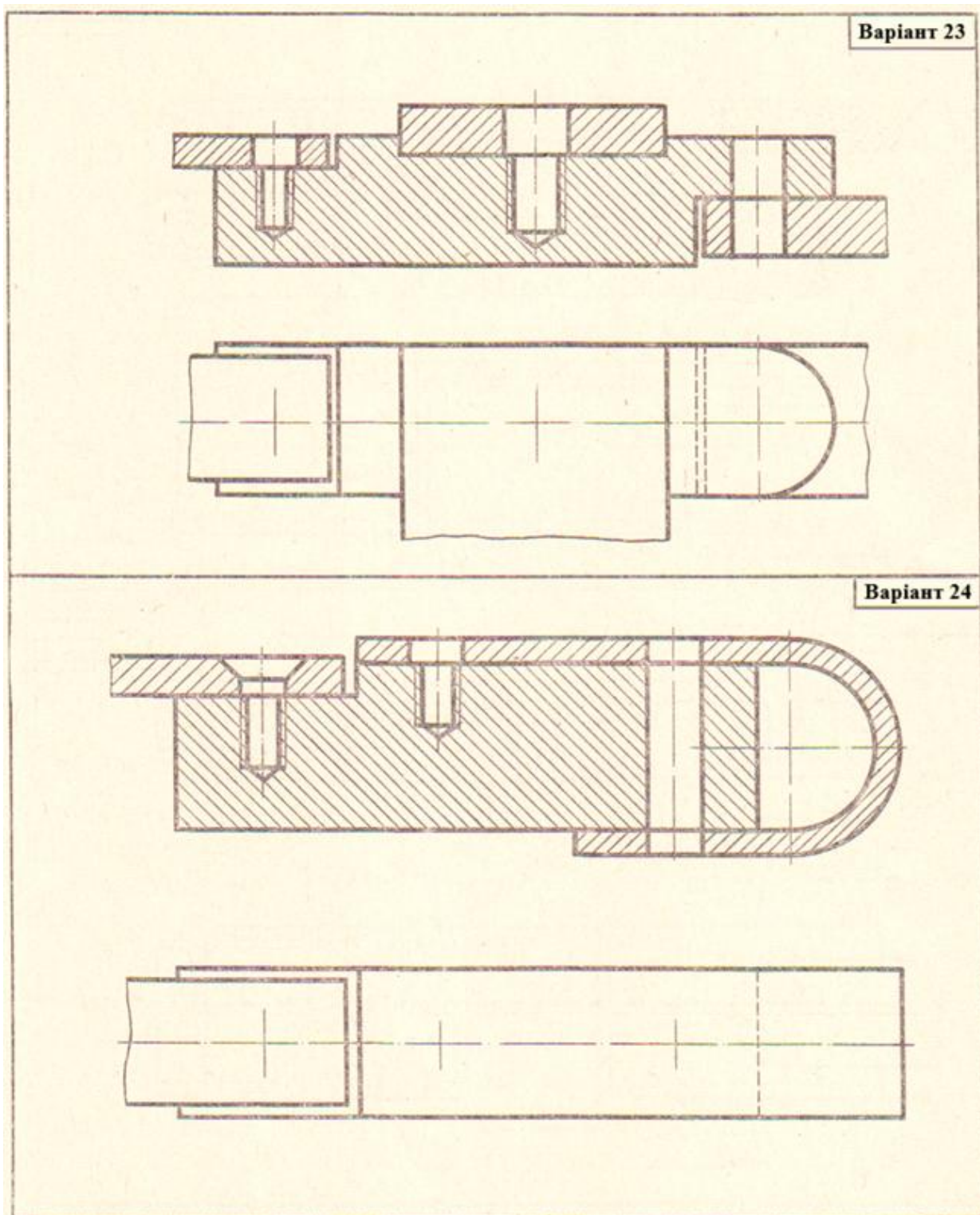
Продовження табл. 1











### Література

1. Козяр М. М., Фещук Ю. В. Комп'ютерна графіка. AutoCAD : навчальний посібник. Видання 2-е, перероблене. Одеса : ОЛДІ+, 2025. 318 с.
2. Козяр М. М., Стрілець О.Р., Сафоник А.П. Інженерна графіка : машинобудівне креслення : підручник Херсон : Олді+, 2022. 476 с.