

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичної роботи №7
з дисципліни “Моделювання зварних конструкцій”
для студентів напрямку підготовки 6.050504 «Зварювання»
для всіх форм навчання

2016

Методичні вказівки до практичної роботи №7 з дисципліни “Моделювання зварних конструкцій” для студентів напряму підготовки 6.050504 «Зварювання» для всіх форм навчання /Укл.: О.Є. Капустян, О.В. Овчинников. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. - 18 с.

Укладачі: О.В. Овчинников, д-р техн. наук, проф.

О.Є. Капустян, старш. викладач.

Рецензент: О.Г. Биковський, д-р техн. наук, проф.

Коректор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол № 7 від 26.04.2016

Затверджено
на засіданні НМК ІФФ
Протокол № 9 від 12.05.2016

ЗМІСТ

1 ПОБУДОВА ТРИВИМІРНОЇ МОДЕЛІ КОРПУСУ	4
1.1 Завдання	4
1.2 Підготовчий етап.....	5
1.3 Редагування геометрії базової частини.....	10
1.4 Побудова додаткових елементів корпусу.....	11
1.5 Редагування геометрії додаткових елементів корпусу.....	17
ЛІТЕРАТУРА.....	18

1 ПОБУДОВА ТРИВИМІРНОЇ МОДЕЛІ КОРПУСУ

При конструюванні та побудові креслень деталей складної форми краще замість двовимірних проекцій створювати реальні тривимірні моделі. На основі тривимірної моделі можна отримати будь-які види та розрізи, уникаючи при цьому помилок. У даній роботі побудуємо тривимірну модель та створимо на її основі проекційне креслення. Звертаємо вашу увагу на те, що запропонована у кожному послідовність дій є одним з багатьох варіантів розв'язання задачі.

1.1 Завдання

Побудувати тривимірну модель корпусу за двома його проекціями (рис. 1.1).

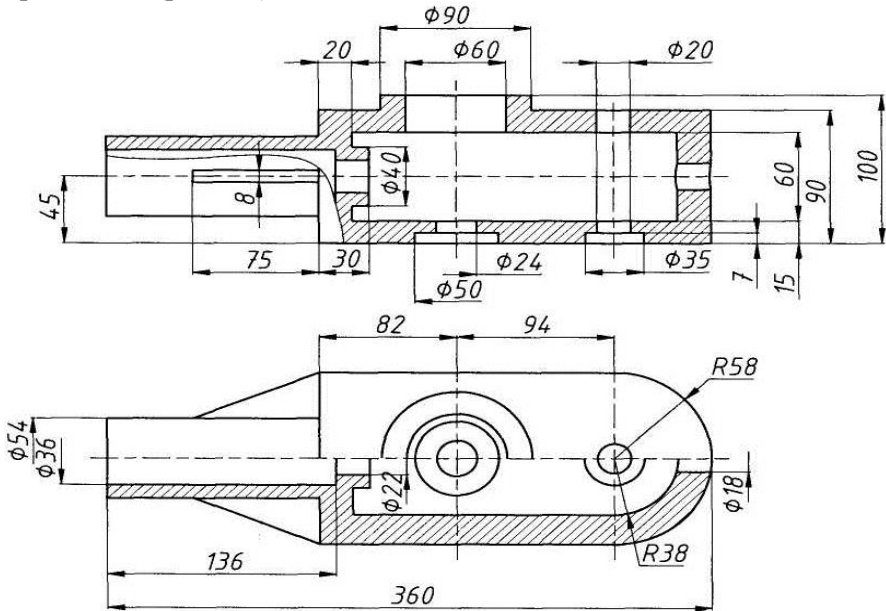


Рисунок 1.1

1.2 Підготовчий етап

Запустимо AutoCAD та розпочнемо роботу над кресленням, застосувавши шаблон, який містить необхідні початкові установки: межі креслення, одиниць вимірювання, шари, а також текстовий та розмірні стилі (див. практична робота №3). Для зручності роботи рекомендується вивести панелі інструментів: **View, UCS, Solids, Solids Editing** (щоб вивести на екран потрібні панелі, можна скористатися контекстним меню, яке викликається натисканням правої кнопки миші на будь-якому інструменті).

Виконувати побудову будемо в декілька етапів.

- Підготовчий етап.

Досліджуємо деталь, уявно розчленовуючи її на прості складові геометричні форми (форми, які можна побудувати за допомогою однієї команди), та в залежності від них обираємо спосіб побудови.

- Етап побудови примітивів базової частини корпусу.

Будуємо осьові лінії та контур базової частини корпусу (вид зверху): осьові лінії — на шарі OSI, а контур — на шарі KONTUR (див. практична робота №3). Слід пам'ятати, що для отримання з двовимірного контуру твердотільного об'єкта методом видавлювання контур має бути замкненою суцільною полілінією або областю (об'єктом типу Region) у площині, паралельній площині XY поточної системи координат. Оскільки за умовчанням при завантаженні графічного пакету AutoCAD встановлюється світова система координат (ССК), у якій площиною креслення (площиною XY) є горизонтальна площина, можемо будувати контур базової частини корпусу, не вдаючись до створення систем координат користувача. По завершенні побудов за допомогою команди REGION створимо з відрізків та дуг, що утворюють контур, область (рис. 1.2 а).

*Панель **Draw**:*

*Меню: **Draw ► Region***



Командний рядок: region

Command: _region

Select objects: 1 found — вказуємо об'єкти, які повинні утворити область.

Select objects: 1 found, 2 total

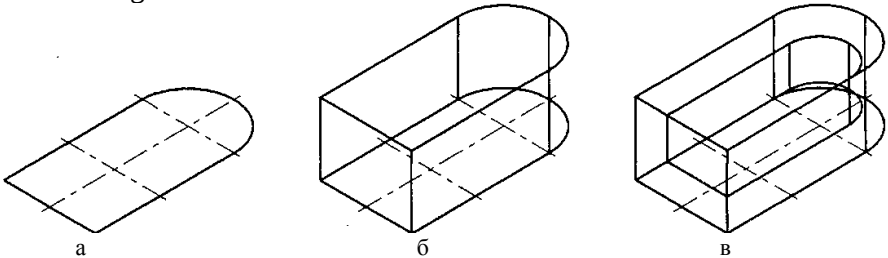
Select objects: 1 found, 3 total

Select objects: 1 found, 4 total

Select objects: **Enter**

1 loop extracted.

1 Region created.



а - вихідний профіль; б - тверде тіло; в - пустотілий об'єкт з оболонкою заданої товщини

Рисунок 1.2

Слід мати на увазі, що область не одержимо, якщо кінець однієї лінії не буде початком наступної.

За допомогою команди **EXTRUDE** створюємо твердотільний об'єкт шляхом видавлювання (екструзії) двовимірного об'єкта (області) на задану висоту (див. рис. 1.2, б). Для більшої наочності змінимо точку зору таким чином, щоб отримати аксонометричний вид.

Панель Solids:



Меню: Draw ► Solids ► Extrude

Командний рядок: extrude

Command: **_extrude**

Current wire frame density: ISOLINES=4

Select objects: 1 found — вказуємо об'єкт видавлювання.

Select objects: **Enter**

Specify height of extrusion or [Path]: 90 — вказуємо висоту.

Specify angle of taper for extrusion <0>: **Enter**

Для створення пустотілого об'єкта з оболонкою заданої товщини застосуємо опцію **Shell** режиму **body** команди **SOLIDEDIT** (див. рис. 1.2 в).

Панель Solids Editing

Меню: **Modify ► Solids Editing ► Shell**



Command: `_solidedit`

Solids editing automatic checking: `SOLIDCHECK=1`

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>:

`_body`

Enter a body editing option

[Imprint/seParate solids/Shell/cLean/Check/Undo/eXit] <eXit>:

`_shell`

Select a 3D solid: — вказуємо тверде тіло.

Remove faces or [Undo/Add/ALL] : **Enter**

Enter the shell offset distance: 20 (товщина оболонки).

Solid validation started

Solid validation completed

Enter a body editing option

[Imprint/ seParatesolids/ Shell/ cLean/ Check/ Undo/ eXit] <eXit> :

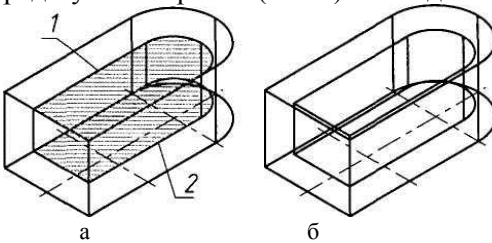
Enter (вихід з режиму body).

Solids editing automatic checking: `SOLIDCHECK=1`

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit> :

Enter (вихід з режиму команди SOLIDEDIT).

Оскільки товщина стінок деталі не скрізь однакова, необхідно виконати додаткове редагування, а саме змістити внутрішні горизонтальні грані (1 та 2) за допомогою опції Extrude режиму редагування граней (Faces) команди SOLIDEDIT.



а - Грані, які треба змістити; б - Результат

Рисунок 1.3

Панель **Solids Editing**:

Меню: **Modify ► Solids Editing ► Extrude faces**



Command: `_solidedit`

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>:

_face

Enter a face editing option

[Ext rude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/ eXit]

<eXit>: _extrude

Select faces or [Undo/Remove]: 2 faces found — вказуємо грань, яку треба видавити (якщо кілька граней візуально перекриваються, слід вказувати ребро, яке належить потрібній грані; при цьому виділяються дві суміжні грані).

Select faces or [Undo/Remove/ALL]: 2 faces found, 1 removed — видаляємо Непотрібну грань з набору (натискаємо клавішу **Shift** та одночасно вказуємо грань (ребро грані), яку треба видалити з набору).

Select faces or [Undo/Remove/ALL]: 2 faces found — вказуємо другу грань.

Select faces or [Undo/Remove/ALL]: 2 faces found, 1 removed — видаляємо непотрібну грань з набору.

Select faces or [Undo/Remove/ALL]: **Enter**

Specify height of extrusion or [Path]: -5 — задаємо від'ємне значення, оскільки нам потрібно зменшити товщину граней тіла.

Specify angle of taper for extrusion <0>:

Solid validation started

Solid validation completed

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/ eXit]

<eXit>: **Enter**

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>:

Enter

Побудову вертикальних отворів та фланця будемо виконувати за допомогою команди EXTRUDE. Для цього необхідно спочатку накреслити вихідні контури — кола (команда CIRCLE), оскільки отвори та фланець мають циліндричну форму. Для полегшення задачі будемо використовувати прив'язку до перетину осьових ліній та координатні фільтри (рис. 1.4).

Щоб побудувати отвори у нижній частині деталі, креслимо коло діаметром 24, використовуючи прив'язку до точки 1, та кола діаметрами 20 і 36, використовуючи прив'язку до точки 2. Для

побудови решти отворів та фланця креслимо вихідні контури із застосуванням координатних фільтрів. Нижче наводиться діалог із системою у процесі побудови вихідного контуру фланця діаметром 90 (рис. 1.4).

Command: `_circle Specify center point for circle or [3P/2P/ Ttr (tan tan radius)]:` . xy (задаємо координатний фільтр)

of — вказуємо т. 1 за допомогою прив'язки до перетину двох ліній.

(need Z) : — вказуємо т. 3 за допомогою прив'язки до кінцевої точки відрізка.

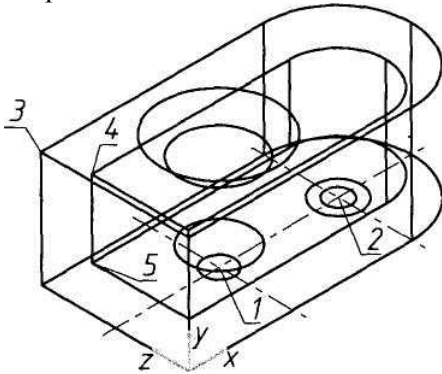


Рисунок 1.4

Specify radius of circle or [Diameter] <18.0000>: 45

Для того, щоб побудувати вихідні контури отворів діаметрами 60 та 50, треба вказати точку 1 для XY, та точку 4 (діаметр 60) або точку 5 (діаметр 50) для Z.

До створених контурів застосовуємо команду EXTRUDE. Нагадаємо, що при виконанні операції видавлювання потрібно брати до уваги його напрям (рис. 1.5). Якщо напрям видавлювання збігається з напрямом осі Z, то значення висоти видавлювання має бути додатним, а якщо ні — від'ємним.

Розглянемо особливості застосування операції видавлювання для кожного з контурів.

Фланець діаметром 90 має висоту 10, а напрям видавлювання збігається з напрямком осі Z (додатне значення).

Отвір діаметром 20 перетинає всю деталь, тому висота видавлювання може бути 90 та більше, а напрям видавлювання збігається з напрямом осі Z (додатне значення).

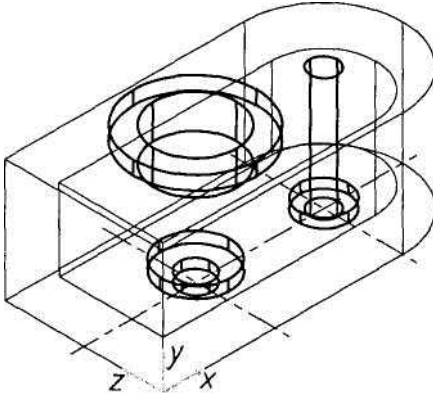


Рисунок 1.5

Отвори діаметром 24 та 36 мають висоту 7, напрям збігається з віссю Z (додатне значення).

Отвір діаметром 50 має висоту 8, а його напрям є протилежним до напрямку осі Z (від'ємне значення).

Отвір діаметром 60 перетинає верхню частину деталі та фланець, тому висота видавлювання повинна бути 25 або більше, напрям збігається з віссю Z (додатне значення).

1.3 Редагування геометрії базової частини

Щоб завершити побудову цієї частини деталі об'єднаємо фланець з корпусом за допомогою команди UNION.

Панель Solids Editing:



Меню: Modify ► Solids Editing ► Union _____

Командний рядок: union

Select objects: 1 found — **вказуємо корпус.**

Select objects: 1 found, 2 total — **вказуємо фланець.**

Select objects: **Enter**

Для створення отворів застосовуємо команду віднімання SUBTRACT. Результат застосування команд UNION та SUBTRACT можна побачити на рис. 1.6.

Панель Solids Editing:

Меню: Modify ► Solids Editing ► Subtract

Командний рядок: subtract

Command: _subtract

Select solids and regions to subtract from ...

Select objects: 1 found — вказуємо деталь

Select objects: **Enter**

Select solids and regions to subtract ...

Select objects: 1 found — вказуємо об'єкти, які потрібно відняти.

Select objects: 1 found, 2 total

Select objects: 1 found, 3 total

Select objects: 1 found, 4 total

Select objects: 1 found, 5 total

Select objects: 1 found, 6 total

Select objects: **Enter**

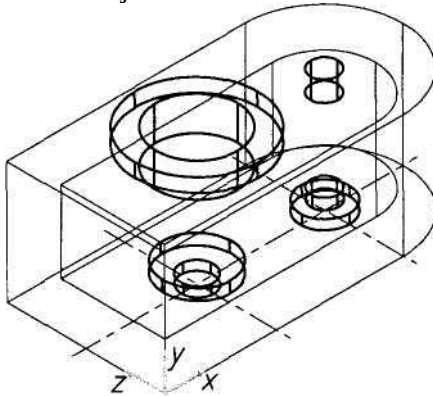


Рисунок 1.6

1.4 Побудова додаткових елементів корпусу

Додаткові елементи складаються з горизонтального патрубку, ребер жорсткості та горизонтальних отворів. Для їх побудови необхідно змінити систему координат, оскільки основа геометричних елементів, що створюються видавлюванням, повинна завжди бути паралельною площині XY поточної системи координат. З усіх можливих способів створення нової системи координат користувача у

даному випадку найзручнішим для нас є спосіб суміщення площини XY з гранню тривимірного об'єкта (опція Face режиму New команди UCS).

Панель UCS:



Command: `_ucs` - **Face UCS**

Current ucs name: *NO NAME*

Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: `_fa`

Select face of solid object: — визначаємо грань (рис. 1.7 а) тривимірного об'єкта, з якою суміщається нова система координат.

Enter an option [Next/Xflip/Yflip] <асерт>: **Enter**

Для полегшення виконання побудов перенесемо початок СКК у центр грані, щоб центр основи циліндра збігався з початком СКК. Центральну точку грані можна вказати за допомогою об'єктного відстеження, проте у даному випадку проведемо на грані осьові лінії, оскільки вони знадобляться нам при побудові ребер жорсткості.

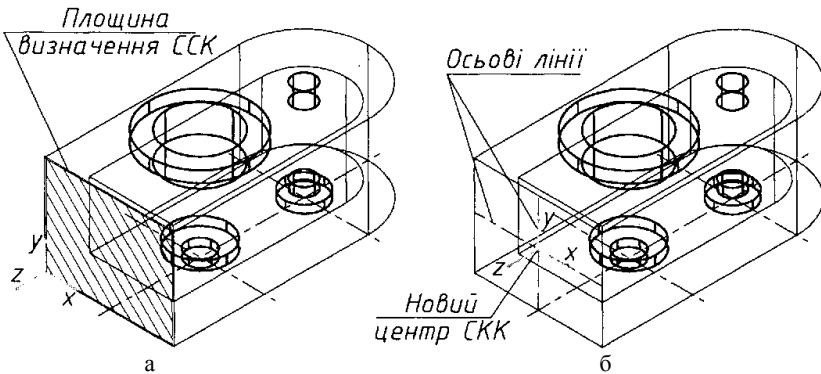


Рисунок 1.7

Панель UCS:



Command: `_ucs` - **Origin UCS**

Current ucs name: *NO NAME*

Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: `_o`

Specify new origin point <0,0,0>: — за допомогою прив'язки вказуємо точку перетину осевих ліній (рис. 1.7 б).

Креслимо у визначеній площині XY вихідні контури циліндричних патрубк та виступу — кола діаметрами 54 та 40 (команда CIRCLE) (рис. 1.8). У новоствореній системі координат їх центри знаходяться у точці (0,0).

Далі до побудованих кіл потрібно застосувати команду EXTRUDE, але, перш ніж зробити це, змінимо значення системної змінної DELOBJ з 1 (при цьому значенні вихідний контур після операції видавлювання зникає) на 0 (вихідний контур залишається), оскільки коло основи циліндра нам знадобиться при побудові ребер жорсткості.

Command: delobj

Enter new value for DELOBJ <1>: 0

За допомогою команди EXTRUDE видавлюємо патрубк і виступ. Висота видавлювання патрубк 126, і напрям видавлювання збігається з напрямом осі Z (висота має додатне значення). Висота виступу дорівнює 30, а напрям видавлювання протилежний до напрямку осі Z (висота має від'ємне значення).

Вихідні контури

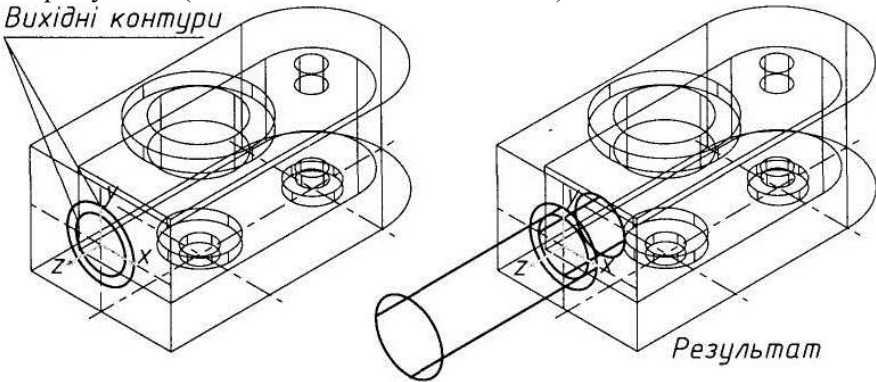


Рисунок 1.8

Command: _extrude

Current wire frame density: ISOLINES=4

Select objects: 1 found — вказуємо коло діаметром 54 (або діаметром 40).

Select objects:

Specify height патрубк (виступу).

Specify angle of taper for extrusion <0>: **Enter**

Для побудови ребер жорсткості збільшимо зображення за допомогою команди ZOOM з опцією Window. Побудову ребра будемо виконувати, використовуючи команду WEDGE (клин). Основа клину має бути паралельною площині XY поточної системи координат, отже, СКК змінювати не потрібно. За допомогою команди OFFSET розмічаємо вихідний контур клину. Відстань змінення — 4 мм відносно осі.

Будуємо клин.

Панель **Solids**:

Меню: **Draw ► Solids ► Wedge**



Командний рядок: wedge

Command: _wedge

Specify first corner of wedge or [Center] <0,0,0>: — вказуємо т. 1 (перетин кола та прямої, побудованої за допомогою команди OFFSET).

Specify corner or [Cube/Length]: — вказуємо т. 2 (перетин прямої, побудованої за допомогою команди OFFSET, з ребром корпусу).

Specify height: 75 — вказуємо висоту клину.

Для побудови другого клину застосовуємо команду MIRROR3D.

Меню: **Modify ► 3D Operation ► Mirror 3D**

Командний рядок: mirror3d

Command: _mirror3d

Select objects: 1 found — вказуємо клин (3).

Select objects: **Enter**

Specify first point of mirror plane (3 points) or [Object/Last/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] <3points>: yz-площина віддзеркалювання у поточній СКК.

Specify point on YZ plane <0,0,0>: — вказуємо точку, що належить площині (т. 4).

Delete source objects? [Yes/No] <N>: **Enter** (об'єкт віддзеркалювання залишається).

Будуємо горизонтальні отвори. Вони циліндричної форми та знаходяться на одній осьовій лінії, тому застосовуємо команду REVOLVE (обертання).

Спочатку креслимо вихідний контур. Оскільки площина

креслення має бути площиною XY, змінюємо СКК.

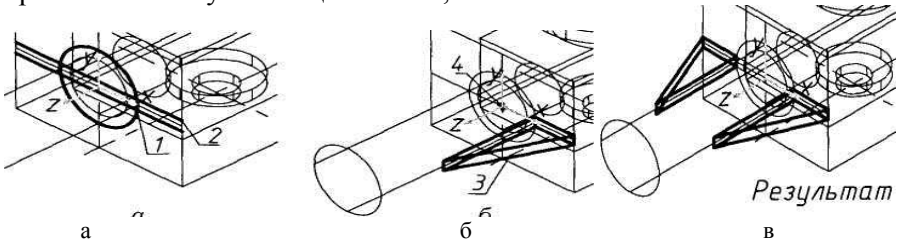


Рисунок 1.9

Панель UCS:

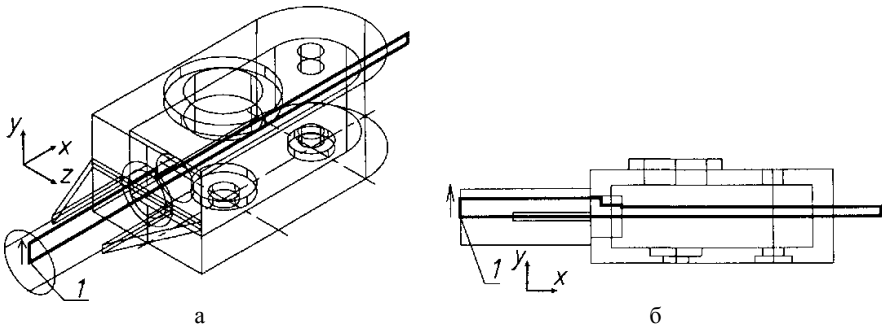
Command: **_ucs**  - **Y Axis Rotate UCS**

Current ucs name: *N0 NAME*

Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/ World] <World>: **_y**

Specify rotation angle about Y axis <90>: **Enter** — AutoCAD обертає поточну СКК навколо осі Y на 90°.

Креслимо вихідний контур за допомогою команди PLINE (рис. 1.10). Оскільки контур складається лише з вертикальних та горизонтальних ліній, для спрощення виконання побудов увімкнемо режим ORTHO. Для наочності на рисунку корпус показано у двох виглядах — аксонометричному та фронтальному, а піктограма СКК показана скраю.



а - аксонометрична проекція; б – фронтальна проекція

Рисунок 1.10

Панель **Draw**:



Меню: Draw ► Polyline

Командний рядок: pline Command: `_pline`

Specify start point: — т. 1 (прив'язка до центра кола).

Current line-width is 0.0000

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width] : 18 — режим ORTHO дозволяє задавати відрізок його напрямом (показаним стрілкою) та довжиною.

Продовжуємо побудову решти відрізків, вказуючи їх напрям і довжину:

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]:
136

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: 7

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: 20

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/ Width]: 2

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/ Width] :
250 — вказуємо більшу величину відрізка, щоб він перетинав увесь корпус.

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/ Width]: 9

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/ Width]: c
(замикаємо контур).

Обертаємо вихідний контур за допомогою команди REVOLVE (рис. 1.11), попередньо змінивши значення системної змінної DELOBJ з 0 на 1, щоб вихідний контур після виконання операції обертання був видалений.

Command: `_delobj`

Enter new value for DELOBJ <0>: 1

Revolve

Панель Solids:



Меню: Draw ► Solids ► Revolve

Командний рядок: revolve

Command: `_revolve`

Current wire frame density: ISOLINES=4

Select objects: 1 found — вказуємо вихідний контур.

Select objects: **Enter**

Specify start point for axis of revolution or define axis by

[Object/X (axis)/Y (axis)]: x — вибираємо вісь обертання.

Specify angle of revolution <360>: **Enter** — приймаємо запропоноване значення кута обертання — 360° .

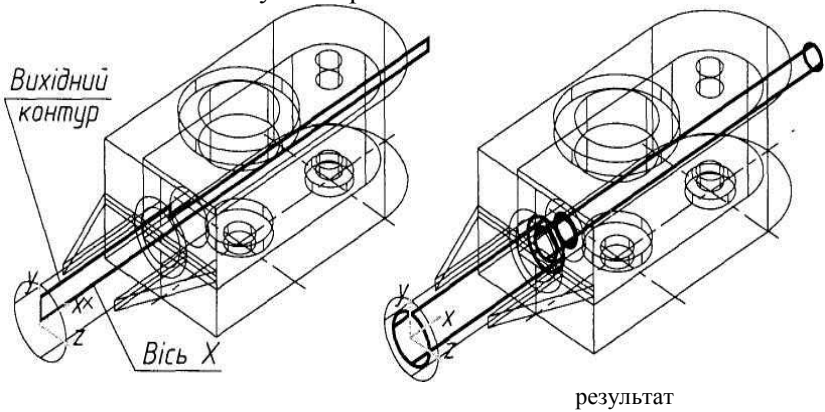


Рисунок 1.11

1.5 Редагування геометрії додаткових елементів корпусу

Щоб завершити побудову корпусу, об'єднаємо його базову частину з додатковими елементами (горизонтальним патрубком, виступом та ребрами жорсткості) за допомогою команди UNION (рис. 1.12). При цьому вказуються всі геометричні елементи, які треба об'єднати.

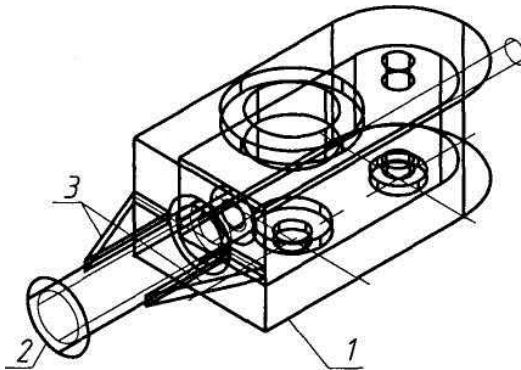
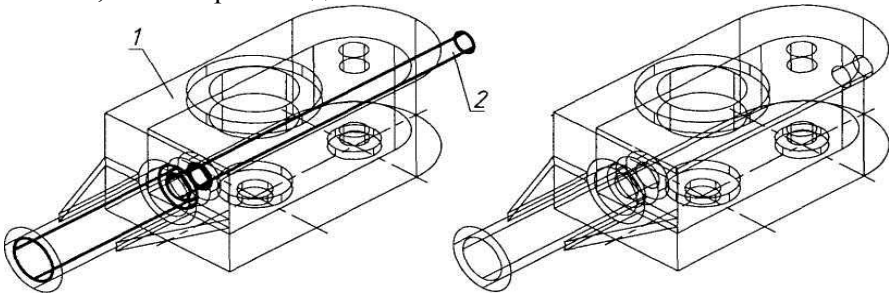


Рисунок 1.12 - Об'єкти, які треба об'єднати

Для створення отворів застосовуємо команду віднімання SUBTRACT (рис. 1.13). Спочатку вказуємо корпус 1, а потім вказуємо об'єкт 2, якій потрібно відняти.



результат

Рисунок 1.13

На рис. 1.14 для більшої наочності корпус показано у затіненому вигляді та з різних точок зору.

Для збереження креслення використовуємо команду SAVEAS, вказавши ім'я та місце розміщення файлу. Завершуємо роботу AutoCAD командою EXIT.

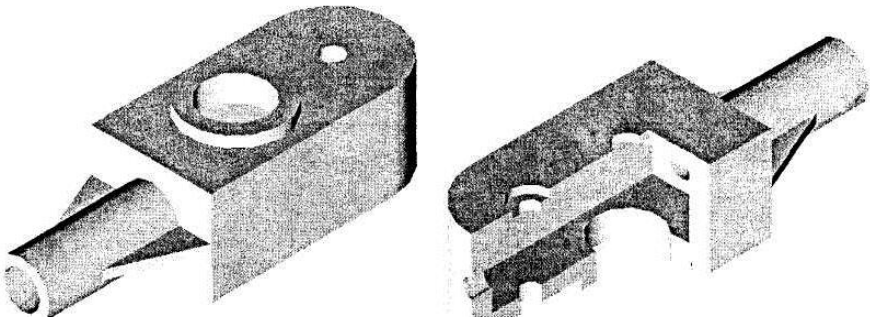


Рисунок 1.14

ЛІТЕРАТУРА

1. Ванін П.В. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD: Навч. Посібник / П.В. Ванін, В.В. Перевертун, Т.О. Надкернична. – К.: Каравела, 2006. – 336 с.