

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інститут інформатики та радіоелектроніки,
Факультет радіоелектроніки та телекомунікацій
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра інформаційних технологій електронних засобів
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

бакалавра

(ступінь вищої освіти)

за темою Проектування складальних одиниць несучих конструкцій РЕЗ
з використанням САПР INVENTOR

Виконав: студент(ка) 4 курсу, групи РТ-118сп

Спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Радіоелектронні апарати та засоби

Соколік І.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Поспесва І.Є.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Зеленьова І.Я.

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Інститут інформатики та радіоелектроніки,
Факультет радіоелектроніки та елекомунікацій
Кафедра інформаційних технологій електронних асоби
Ступінь вищої освіти бакалавр
Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
 (код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) Радіоелектронні апарати та засоби
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

 **В.о. зав. Каф. ІТЕЗ Огренич Є.В.,**
канд.техн. наук

« 26 » квітня 2021 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

Соколіка Іакова Павловича

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема проєкту (роботи) Проектування складальних одиниць несучих
конструкцій РЕЗ з використанням САПР Inventor

Рівень проєкту (роботи) Поспеева Ірина Євгеніївна, ст. викладач, кафедри
інформаційних технологій електронних засобів

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом закладу вищої освіти від «26» квітня 2021 року №161

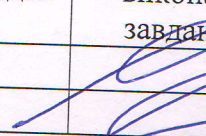
Строк подання студентом проєкту (роботи) 7 червня 2021 року

Вихідні дані до проєкту (роботи): методичні матеріали роботи у САПР
Autodesk Inventor, конструкція корпусу радіоелектронного пристрою,
нормативне виконання УХЛ 1.1 ДСТУ 15150-69

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
 зробити) 1 Постанова задачі. 2 Обґрунтування вибору оптимальної САПР.
Ознайомлення з можливостями САПР Inventor при проектуванні складальних
одиниць несучих конструкцій. 4 Створення деталі

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
креслень; 1 таблиць; презентація роботи.

Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Прийняв виконане завдання
розділи 1-3	Поспеева І.Є., ст. викладач	05.04	
моноконтроль	Поспеева І.Є., ст. викладач	28.05	

Дата видачі завдання «26» квітня 2021 року.

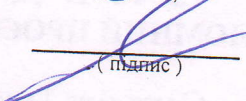
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)
1	Ознайомлення з темою завдання	1 тиждень
2	Огляд джерел та підбір матеріалів дослідження	2 тиждень
3	Ознайомлення з особливостями роботи у САПР Inventor	3 тиждень
4	Виконання практичного завдання у САПР Inventor	4 тиждень
5	Оформлення результатів дослідження	5 тиждень
6	Написання пояснювальної записки	6 тиждень
7	Створення презентації	7 тиждень
8	Нормоконтроль та рецензування	8 тиждень
9	Захист	9 тиждень

Студент

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)


(підпис)

Соколік І.П.
(прізвище та ініціали)

Поспеева І.Є.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 109 с., 67 рис., 1 табл., 9 джерел, 1 додаток.

Об'єктом дослідження є діяльність інженера-конструктора, що займається проектуванням радіоелектронної апаратури з використанням САПР.

Мета роботи - отримання навичок в роботі з САПР Inventor для проектування деталей несучих конструкцій РЕА та практичне застосування отриманих результатів при створенні методичних матеріалів і навчального посібника на кафедрі ІТЕЗ.

Практична цінність розробки полягає в тому, що використання САПР дозволяє прискорити проектні роботи і випуск документації, зводять до мінімуму число повторюваних завдань і заощаджують час. Так як число САПР тільки росте, важливим завданням інженера-конструктора є вибір найбільш оптимальної і зручної системи, для роботи.

INVENTOR, САПР, T-FLEX CAD 3D, NX Unigraphics, PCAD 2000, DWG TRUE CONNECT, VAULT

ЗМІСТ

Завдання на дипломний проект.....	2
Реферат	4
Перелік умовних позначень, одиниць, скорочень та термінів.....	8
Вступ	9
1 Постановка задачі	11
2 Обґрунтування вибору оптимальної САПР	13
2.1 Ознайомлення з різними САПР - 3D.....	13
2.2 Вивчення можливостей САПР - 3D	15
2.2.1 T-FLEX CAD 3D.....	16
2.2.2 NX (Unigraphics).....	17
2.2.3 PCAD 2000.....	18
2.2.4 AutoCAD	19
2.3 Вибір оптимальної системи	22
2.3.1 DWG TrueConnect.....	22
2.3.2 Функціональне проектування	23
2.3.3 Сумісність з AutoCAD.....	23
2.3.4 Автоматичне оновлення креслень та видів	24
2.3.5 Вбудовані засоби управління даними	24
2.3.6 Специфікації	24
2.3.7 Випуск робочої документації	25
2.3.8 Високоякісна візуалізація.....	25
2.3.9 Моделювання.....	25
2.3.10 Проектування кабельних систем та трубопроводів	25

3 Ознайомлення з можливостями САПР Inventor при проектуванні деталей несучих конструкцій	26
3.1 Побудова ескізів	26
3.1.1 Середина побудови ескізів.....	27
3.1.2 Система координат ескізу	28
3.1.3 Створення ескізів	29
3.1.4 Накладення залежностей в ескізах	33
3.1.5 Нанесення розмірів ескізу	40
3.1.6 Створення масивів в ескізах	44
3.1.7 Видалення ескізів	46
3.1.8 3D- ескізи	48
3.2 Ескізні конструктивні елементи	49
3.2.1 Параметричне моделювання деталей	49
3.2.2 Додавання ескізних конструктивних елементів.....	54
3.3 Типові конструктивні елементи	64
3.3.1 Отвори.....	64
3.3.2 Сполучення	66
3.3.3 Фаски.....	68
3.3.4 Оболонки.....	69
3.3.5 Різьба	70
3.4 Аналіз деталей	72
3.5 Формування креслень	73
3.5.1 Редагування розмірів моделі на кресленнях	76
3.5.2 Стили форматування креслень	76
3.5.3 Типові характеристики і шари	78
3.5.4 Створення креслення	79

3.5.5 Нанесення розмірів на кресленні.....	83
4 Створення деталі	86
Висновки	94
Перелік джерел посилань	95
Додаток А. Презентація до дипломного проекту.....	96

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ**

РЕА – радіоелектронна апаратура;

РЕЗ – радіоелектронні засоби;

САПР – система автоматизованого проектування;

CAD – Computer-Aided Design;

CAE – Computer-aided engineering

ВСТУП

У сучасному світі на даний момент відбувається глобальна комп'ютеризація. Обчислювальна техніка широко застосовується в багатьох областях людської діяльності - при виконанні найскладніших робіт, які вимагають одночасної обробки великої кількості інформації за короткий час.

Останнім часом в інженерній діяльності все ширше застосовуються складні комп'ютерні системи, які дозволяють виконувати практично всі види проектних робіт - це системи автоматизованого проектування (САПР). Ці системи постійно розвиваються, ускладнюються, вдосконалюються. Якщо перші САПР дозволяли виконувати тільки деякі окремі дії і операції, пов'язані, наприклад, з проведенням розрахунків, моделюванням окремих елементів конструкцій, виконанням креслень, то сучасні САПР - це цілі комплекси, які об'єднують не тільки весь процес розробки в цілому, але і технологічну підготовку виробництва, документообіг, питання менеджменту в єдине ціле.

Сучасний ринок радіоелектронної апаратури пред'являє все більш жорсткі вимоги до термінів і вартості проектних робіт. Проведення конструкторських робіт, націлених на створення якісної, конкурентоспроможної продукції, пов'язане з підготовкою точних математичних моделей, а також з виконанням величезного обсягу математичних розрахунків, необхідних для інженерного аналізу конструкцій. Основний шлях підвищення конкурентоспроможності пов'язаний з різким скороченням термінів створення моделей і прискоренням розрахунків математичних параметрів на всіх етапах розробки продукції. Таким чином, застосування високопродуктивних систем автоматизованого проектування, технологічної підготовки виробництва та інженерного аналізу (CAE / CAD / CAM-систем) стає ключовим елементом бізнесу підприємства, що працює на сучасному ринку.

Спочатку САПР були призначені для автоматизації креслення. Але вже більше 20 років тому на сцену вийшли тривимірні системи твердотілого

моделювання, основу яких становить не креслення, а об'ємна комп'ютерна модель. Ці системи справили в світі САПР справжню революцію, в корені змінивши підхід до проектування. Створення нової продукції значно прискорилося, витрати і число помилок скоротилися, процес розробки став більш творчим.

Зараз, коли ринкова економіка розвивається, а конкуренція стає більш жорсткою, підприємствам доводиться активніше впроваджувати нові інформаційні технології, переходити на сучасні методи проектування, зокрема на 3D-САПР.

Мета дипломного проекту - дослідження можливостей і особливостей використання САПР Inventor при проектуванні деталей несучих конструкцій РЕЗ.

Результати дослідження пропонується використати при створенні методичних матеріалів та навчальний посібників для дисциплін "Комп'ютерна графіка", "Основи геометричного та графічного моделювання" та аналогічних для студентів спеціальностей 172 "Телекомунікації та радіотехніка", 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" або інших технічних спеціальностей, де вивчаються основи моделювання з застосуванням САПР.

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Система автоматизації проектних робіт (САПР) або CAD (англ. Computer-Aided Design) - організаційно-технічна система, призначена для виконання проектної діяльності із застосуванням обчислювальної техніки, що дозволяє створювати конструкторську і / або технологічну документацію.

Зазвичай охоплює створення геометричних моделей вироби (твердотільних, тривимірних, складових), а також генерацію креслень вироби та їх супровід. Слід зазначити, що термін «САПР» по відношенню до промислових систем має більш широке тлумачення, ніж «CAD» - він включає в себе як CAD, так і елементи CAM (Computer-aided manufacturing), а іноді і елементи CAE (Computer- aided engineering).

Застосування САПР дуже широко, так за призначенням систем виділяють:

- машинобудівні - розробка найширшого спектра виробів: від створення аерокосмічних систем до проектування кавоварок і кухонних комбайнів.

- вироби мікроелектроніки - проектування принципів і монтажних схем, друкованих плат, автоматичне розміщення елементів виробів, автотрасування.

- електротехнічні - розробка принципів схем і схем підключення електротехнічного обладнання, його просторова компоновка, ведення баз даних готових виробів.

- архітектурні - тривимірне проектування архітектурно-будівельних конструкцій, розрахунок спеціальних конструкцій типу дахів, типові статичні розрахунки будівельних конструкцій, ведення баз даних стандартних елементів, планування територій під будівництво, в свою чергу тривимірне моделювання широко використовується і при проектуванні РЕЗ.

- обладнання промислових установок і споруд - створення принципів схем установок, просторова Система трубопроводів і кабельних трас, проектування систем опалення, водопостачання, каналізації,

електропостачання, вентиляції і кондиціонування, ведення баз даних обладнання, трубопровідної арматури, готових електротехнічних виробів.

- геоінформаційні - оцифровка даних польовий зйомки, аналіз геодезичних мереж, побудова цифрової моделі рельєфу, створення в векторній формі карт і планів, ведення земельного та міського кадастрів, ведення електронного картографічного архіву.

За спеціалізацією програмних засобів:

- вузькоспеціалізовані утиліти - призначені для виконання 1-ї локальної функції системи, наприклад, швидкого перегляду файлів моделей і креслень або для перетворення файлів з формату 1-й системи в формат інший;

- спеціалізовані системи - дозволяють автоматизувати комплекс завдань, пов'язаних з 1-й досить вузькою областю проектування або підготовки виробництва; в якості прикладу можна навести системи гнучкі листових деталей, проектування оснащення для холодного штампування, підготовки керуючих програм для верстатів з ЧПУ, контрольно-вимірювальних систем і т.д.

- універсальні системи - дозволяють створювати вироби самого широкого профілю; більшість машинобудівних САПР можна віднести саме до універсальних систем.

- комплексні системи - призначені для вирішення проблем проектування і підготовки виробництва спеціальних високоскладних виробів.

Тому в процесі роботи були розглянуті основні САПР, що застосовуються в 3D-моделюванні, вивчені можливості САПР Inventor, використовуваної на базі КП НВК «Іскра», викладені інструкції з проектування деталей несучих конструкцій у даній САПР.

2 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОЇ САПР

2.1 Ознайомлення з різними САПР - 3D

Класифікація сучасних САПР за призначенням приведена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Класифікація САПР

Клас САПР	Можливості	Призначення	Системи
«Найлегшої ваги»	Виконує прості двовимірних зображень без складного геометричного моделювання	Створення ескізів, презентаційної графіки, деталювання.	IsiCAD, CADKey, Visual CADD, PCAD
«Легкої ваги»	Виконання практично всіх робіт з двовимірними кресленнями, обмежені можливості тривимірного моделювання.	Створення креслень окремих деталей.	AutoCad LT, Imagineer Technical, КОМПАС – ГРАФІК, Data CAD, IntelliCAD
«Середньої ваги»	Всі можливості САПР «легкої ваги», робота зі складками, широкий набір функцій тривимірного моделювання.	Тривимірне моделювання і створення всіх видів креслень.	Autodesk Mechanical Desktop, Solid Edge, T-Flex CAD, Solid Work, КОМПАС-3D, Cad Key, ZWCAD, CAD
«Важкої ваги»	Найбільш трудомісткі завдання тривимірного моделювання, моделювання поведінки складних систем в масштабі реального часу, що оптимізують розрахунків з візуалізацією результатів.	Побудова великих збірок, розрахунок механічних, електромагнітних, температурних полів і теплообміну, підготовка керівної інформації для верстатів з ЧПУ.	CATIA, Pro/Ingeneer, Unigraphics, Euclid, Inventor

Тривимірне моделювання набуло широкого поширення в наукомістких галузях (автомобільної, авіаційної, космічної, радіоприладобудівній, суднобудівної та ін.), Так як забезпечує серйозний економічний ефект.

Використання сучасних 3D-систем підвищує ефективність проектування в рази. Тільки з їх допомогою підприємство може створити цифровий прототип виробу і тим самим скоротити кількість помилок, знизити число фізичних дослідних зразків і витрати на виробництво, прискорити випуск виробів на ринок, сконцентруватися на вирішенні завдань бізнесу.

3D-системи дозволяють візуалізувати об'єкт розробки, що в свою чергу значно скорочує кількість можливих помилок в проекті, виконати перевірку майбутнього виробу, зробити необхідні розрахунки і тестування виробу в змодельованих системою ситуаціях.

Можна привести необхідний аналіз виробів: на функціональність, міцність, довговічність, стійкість до вібрації, керованість, безпеку, ремонтно-придатність, технологічність і т.д. По 3D-моделям автоматично обчислюються масово-інерційні характеристики, обсяг і інші важливі фізичні параметри проєктованих деталей і зборок. Це дозволяє оптимізувати конструкцію з урахуванням різних фізичних властивостей. Така можливість забезпечує тривимірним методам проектування величезну перевагу перед двовимірними.

Але незважаючи на всі достоїнства підприємства продовжують триматися за 2D- проектування. На це є цілий ряд причин. Перш за все це, то що креслення ніхто не відміняв. Підприємства змушені їх випускати в зв'язку з тим, що стандарти на документацію ще не змінені. Легальним документом визнається креслення. До того ж не всі суміжні з основним виробництвом підприємства готові приймати інформацію у вигляді 3D-моделей, а партнери по розробці і постачальники комплектуючих також далеко не завжди здатні працювати з 3D. Тому навіть ті користувачі, які працюють в тривимірних САПР, продовжують випускати креслення, перевага, що вони виходять з 3D-моделі автоматично.

Крім того, перед багатьма підприємствами стоїть важливе завдання

зберегти ті напрацювання і знання, інформація про яких зберігається на паперових носіях. Одне з рішень це перенесення креслень з "паперу" в 2D-пакет і створення електронного сховища для подальшого використання. Для цих цілей і використовую 2D- САПР.

Існує також цілий ряд завдань, для вирішення яких цілком достатньо 2D-системи, це, наприклад, розробка електричних схем, концептуальне проектування, створення схем розташування вузлів машини і т. Д. 2D має сенс використовувати в схемотехніці для опису загальної топології і логічної функціональності систем , крім того, креслення широко застосовуються в будівельному проектуванні, при розробці інженерних комунікацій, розводці друкованих плат.

Однак такі завдання становлять лише малий відсоток від загального обсягу робіт з проектування виробу. Підприємства, що використовують тільки 2D, просто не уявляють, наскільки сильно можна підвищити ефективність роботи, якщо почати грамотно поєднувати інструменти 2D і 3D. Однак це вимагає тісної інтеграції та взаємодії таких інструментів. Розуміючи це, багато постачальників САПР пропонують інтегровані пакети, що включають двовимірні і тривимірні системи.

Тривимірна технологія дозволяє підвищити продуктивність і ефективність конструкторської підготовки виробництва, а значить, і роботи всього підприємства в цілому. Одним з головних результатів впровадження 3D-систем є прискорення випуску нових виробів в продаж. Зараз, коли ринкова економіка розвивається, а конкуренція стає більш жорсткою, підприємствам доводиться активніше впроваджувати нові інформаційні технології, переходити на сучасні методи проектування, зокрема на 3D-САПР.

2.2 Вивчення можливостей САПР - 3D

Для вибору оптимальної системи розглянемо характеристики і особливості деяких з них.

2.2.1 T-FLEX CAD 3D

Система параметричного тривимірного твердотілого моделювання. Функціональні можливості системи ставлять її в один ряд з кращими системами тривимірного моделювання, а наявність повного набору засобів двомірного проектування і оформлення креслярської документації робить T-FLEX CAD 3D ідеальним рішенням для автоматизації конструкторсько-технологічної підготовки виробництва.

Основні особливості роботи T-Flex:

- повна відповідність ЕСКД і міжнародним стандартам (ISO,DIN,ANSI);
- повний набір функцій створення і редагування креслень будь-якої складності;
- прямі, кола, еліпси, NURBS-криві, сплайни, криві описуються функцією, еквідистанти;
- підтримка різних типів лінії. Є можливість створювати свої типи ліній;
- будь-які типи розмірів: лінійні, кутові, розміри на окружності;
- автоматична зміна елементів відбувається шляхом зміни креслення;
- асоціативні штрихування, заливки;
- допуски форми та розташування поверхонь;
- стандартні математичні, тригонометричні функції і умови "ЯКЩО- ТО";
- функції UNDO і REDO, збереження UNDO в файлі креслення;
- повнофункціональний текстовий редактор;
- рівні видимості;
- довільні масштаби;
- роботи по сітці;
- ведення каталогів креслень;
- створення і робота з бібліотеками стандартних елементів, створення бази елементів;
- завдання параметрів об'єктів через змінні і формули;
- створення складальних креслень і підготовка даних для систем ЧПУ;
- автоматичне отримання звітів, таблиць.

2.2.2 NX (Unigraphics)

Unigraphics - це потужна універсальна система тривимірного твердотілого моделювання, область застосування якої - від інженерного дизайну, проектування, інженерного аналізу, випуску конструкторської документації до розробки керуючих програм для верстатів з ЧПУ і конструювання різної технологічної оснастки. Unigraphics призначений для вирішення найрізноманітніших інженерних задач, а для проектування технологічних процесів виготовлення деталей на універсальному обладнанні та випуску відповідної текстової документації відповідно до вимог ЄСКД і ЄСТД потрібні додаткові рішення. (Наприклад NechnologiCS).

Основними особливостями програмного комплексу Unigraphics є:

- можливість використання гібридного моделювання: об'єднання можливостей параметричного моделювання, за допомогою ескізів-профілів;
- можливість роботи з багатокомпонентними збірками;
- асоціативний база даних, побудована на принципі майстер-моделі;
- широкий набір засобів моделювання;
- найбільша сумісність з іншими системами САПР;
- високий ступінь автоматизації процесів;
- контекстний пошук, управління змінами, виявлення перетинів, потужні засоби візуалізації, управління даними;
- збереження цілісності даних протягом процесу проектування.

NX - рішення, що містить широкий діапазон додатків для проектування в машинобудуванні. NX дозволяє проектувати складні вироби, включаючи проектування трубопроводів, електропроводки, деталей з листового металу і пластмас, що сприяє підвищенню продуктивності праці, скорочення часу і вартості розробки.

До складу конструкторських програм NX входять інструменти для:

- моделювання манекенів;
- проектування деталей;

- роботи зі складками;
- використання системного підходу при проектуванні складних виробів;
- створення призначених для користувача конструктивних елементів;
- проектування трубопроводів;
- креслення;
- проектування листових тіл;
- проектування друкованих плат.

Працюючи в NX, конструктори можуть опрацьовувати більше число різних варіантів конструкцій, більш ретельно їх аналізувати і в кінцевому підсумку випускати на ринок конкурентоспроможні вироби.

2.2.3 PCAD 2000

Система призначена для проектування багатошарових друкованих плат, аналогових і цифрових пристроїв в середовищі Windows. В системі виконується повний цикл проектування друкованих плат:

- графічне введення пристрою;
- упаковка схеми на друковану плату;
- розміщення компонентів;
- трасування провідників (ручна, інтерактивна, автоматична);
- контроль помилок в схемі або на друкованій платі (верифікація);
- випуск документації.

Застосування супутніх програм дозволяє виконувати:

- моделювання схеми (DR. Spice 2000 A / D);
- аналіз паразитних ефектів, властивих реальним друкованим платам;
- підготовка друкованих плат до виробництва (CAM 350);
- документування результатів проектування (Document Toolbox);
- ведення документообігу (Personal PDM);
- колективна робота над проектом.

Переваги САПР PCAD 2000:

- виконання стандартних команд і організація меню в стилі Windows спрощує роботу з системою;
- можливість виведення результатів проектування на периферійних пристроях, які мають драйвера під Windows;
- застосування векторних шрифтів True Type дозволяє наносити написи, використовуючи шрифти кирилиці;
- можливість задавання різних типів перехідних отворів при переході провідників від шару до шару;
- можливість автоматичного трасування одного і того ж ланцюга сегментів різної ширини;
- вдосконалені алгоритми автотрасування провідників, які включають автоматичне трасування багатошарових друкованих плат, що мають металізовані внутрішні шари;
- забезпечення координації бібліотек символів і корпусів компонентів;
- підтримка текстових форматів опису баз даних - DxF, PDIF, ALT - дозволяє обмінюватися інформацією з іншими САПР.

2.2.4 AutoCAD

AutoCAD є світовим лідером серед рішень для 2D- і 3D-проекування. Потужні інструменти 3D моделювання в AutoCAD, за допомогою яких можна створювати практично будь-які форми, дозволяють досліджувати різні проектні ідеї. AutoCAD містить інноваційні розробки, що збільшують ефективність проектування і випуску документації, а також підвищує безпеку і точність обміну даними. Для AutoCAD доступні тисячі надбудов, що дозволяє задовольнити потреби самого широкого кола клієнтів, надає міць і гнучкість, необхідні для підвищення якості проектування і випуску документації.

Переваги системи:

- висока швидкість випуску документації. Ефективні засоби підготовки документації дозволяють виконувати всі етапи роботи над проектом - від

розробки концепції до завершальної стадії. Засоби автоматизації, управління даними і редагування зводять до мінімуму число повторюваних завдань і заощаджують час. Розмір і складність проекту не мають значення: AutoCAD допоможе впоратися з будь-якими труднощами, що зустрічаються при проектуванні і підготовці документації;

- підшивки. Диспетчер підшивок AutoCAD організовує листи креслень, спрощує публікацію, автоматично створює види, передає дані з підшивок в основні написи і штемпелі і виконує завдання таким чином, щоб вся потрібна інформація була в одному, зручному для вас місці;

- масштабування анотацій. Можливість прискорити управління об'єктами, розміщеними на різних шарах. Функція масштабування створює єдиний анотативний об'єкт, який автоматично приймає масштаб видового екрана або простору моделі;

- редагування тексту. Під час введення тексту можна відрегулювати його масштаб і розташування. Налаштувати положення тексту можна засобами, добре знайомими вам по роботі з текстовими редакторами;

- створення параметричних креслень (ПК). ПК дозволяють значно скоротити час, необхідний на внесення змін в проекти. Існує можливість завдання залежностей між об'єктами - наприклад, паралельні лінії автоматично залишаються паралельними, а концентричні кола завжди мають загальний центр. Параметричні креслення економлять час;

- динамічні блоки. Використання готових елементів істотно заощаджує час. Динамічні блоки позбавляють користувачів від необхідності заново креслити повторювані стандартні компоненти і працювати з громіздкими бібліотеками блоків. Вони дозволяють створювати унікальну геометрію блоків і спрощують завдання параметрів нових варіантів форми і розміру;

- зручний інтерфейс користувача. Зручність роботи з декількома файлами одночасно. Функція швидкого перегляду дозволяє бачити не тільки імена файлів, але і їх зразки. Вона спрощує пошук і відкриття файлів креслень і листів. У новому браузері-меню можна переглядати структуру папок і файлів,

бачити зразки файлів, а також відомості про їх розмірах і авторство;

- зручність передачі інформації. AutoCAD забезпечує безпеку, точність і ефективність обміну важливими проектними даними. Цей процес є ефективним, надійним і безпечним завдяки формату DWG™, який широко використовується у всьому світі. Свої ідеї можна уявити в найбільш вигідному світлі за допомогою засобів візуалізації, графіки презентаційної якості, а також потужних можливостей 2D і 3D друку;

- інтеграція з форматом PDF. AutoCAD постійно оновлюється, і процес обміну проектними даними стає все більш зручним. З'являються нові можливості для багаторазового використання наявних напрацювань. Можна публікувати PDF-файли безпосередньо з креслень AutoCAD, використовувати їх в якості підкладки і виконувати прив'язку до об'єктів в них;

- технологія DWG. Формат DWG забезпечує надійне зберігання проектних даних і обмін ними. Завдяки широкому поширенню цього формату, який став загальновизнаним практично у всіх галузях, ви можете зберігати проектні дані і обмінюватися ними без ризику будь-якої несумісності;

- втілення ідей. AutoCAD - це інструмент, інтуїтивно зрозумілий, гнучкий, що дозволяє створювати й аналізувати інноваційні проекти як в 2D, так і в 3D. Створення довільних форм;

- 3D – навігація. Обхід і обліт моделі виконуються за допомогою миші. Видовий куб дозволяє обертати і орієнтувати об'єкти та поверхні, а штурвал - панорамувати, центрувати і регулювати масштаб зображення;

- запис операцій. Нова функція запису операцій підвищує швидкість роботи і продуктивність, автоматизуючи часто виконувані завдання. Вона дозволяє навіть новачкам користуватися знаннями найдосвідченіших фахівців з САПР. Користувачі можуть записувати послідовності дій, додавати текстові повідомлення і запити введення, а потім швидко вибирати і відтворювати записані файли.

2.3 Вибір оптимальної системи

Від правильного вибору САПР залежить ефективність і якість проектування.

Критерії вибору:

- функціональні можливості САПР;
- вимоги до апаратного та програмного забезпечення;
- застосування в регіоні. Ціна САПР, її супроводу і модифікації;
- зручність роботи САПР і її сумісність з іншими САПР;
- наявність широкої бібліотечної підтримки стандартних рішень;
- відповідність САПР класу вирішуваних завдань, широта охоплення завдань проектування.

Десять основних причин для переходу з AutoCAD на Autodesk Inventor:

- DWG TrueConnect;
- функціональне проектування;
- сумісність з AutoCAD;
- автоматичне оновлення креслень і видів;
- засоби управління даними;
- специфікації;
- випуск робочої документації;
- високоякісна візуалізація;
- моделювання;
- проектування кабельних систем і трубопроводів.

2.3.1 DWG TrueConnect

Перевагою технології цифрових прототипів є швидкий доступ до даних в форматі DWG. Inventor обробляє їх безпосередньо, без використання додаткових модулів перетворення. Така можливість дозволяє використовувати накопичені дані в форматі DWG.

Наявні DWG-напрацювання можна використовувати для створення точних 3D моделей деталей і випуску нової документації в форматі DWG, підтримуючи повну асоціативність 3D проектних даних. Щоб знизити витрати часу і коштів на розвиток існуючих проектів, ви можете доповнювати старі 2D креслення проекціями 3D моделей Inventor. Можливість обмінюватися даними цифрових прототипів з партнерами і постачальниками, які використовують тільки AutoCAD. Крім того, види 3D деталей і виробів можуть легко комбінуватися з даними з AutoCAD - наприклад, з компоувальними схемами.

2.3.2 Функціональне проектування

У продуктах серії Autodesk Inventor 3D моделі виробів створюються на основі функціональних вимог. Inventor отримує від користувача такі вихідні відомості, як величини навантажень, швидкостей і потужностей, а потім на основі введеної інформації формує деталі і вузли. Це дозволяє швидко отримувати цифрові прототипи, перевіряти коректність їх функціонування і виявляти потенційні помилки ще до того, як виріб передано у виробництво. Результат - вироби більш високої якості, що створюються за менший час.

2.3.3 Сумісність з AutoCAD

Перехід з AutoCAD на технологію цифрових прототипів відбувається швидко і майже не вимагає перепідготовки фахівців. Робота ведеться в звичній проектній середовищі: знайомі значки, ярлики, запити біля курсору, і найголовніше - можливість скасування помилково викликаної команди. За допомогою профілів користувач може налаштувати Inventor на звичний для себе робочий інтерфейс.

2.3.4 Автоматичне оновлення креслень і видів

Можливість змінювати модель в довільній послідовності. У Autodesk Inventor види креслення підтримують зв'язок з компонентами моделі, тому всі зміни деталей і виробів автоматично відображаються і на креслярських аркушах. Ви можете автоматично створювати такі види креслення: спереду / ззаду, зверху / знизу, збоку, ізометричні види, виносні елементи, розрізи і додаткові види. Формування видів проводиться по об'ємним моделям деталей і виробів. Інформація для нанесення розмірів і позначень витягується безпосередньо з моделі.

2.3.5 Вбудовані засоби управління даними

В Inventor інтегрований Autodesk Vault - система централізованого управління даними, що забезпечує безпечне зберігання та облік проектної інформації. Розширені можливості продуктів сімейства Vault, такі як конт-роль змін, управління специфікаціями і конструкторськими змінами та ін.

2.3.6 Специфікації

Можливість автоматично створювати специфікації деталей і відомості матеріалів і оформляти їх у відповідності зі стандартами підприємства. Inventor підтримує ведення декількох специфікацій в одному кресленні, згортання вузлів і автоматичне розпізнавання стандартних деталей.

Оскільки оновлення автоматично поширюються на весь проект, відпадає необхідність ручного перерахунку кількості деталей, їх повторного маркування та класифікації. Дані з специфікацій можна експортувати або вставляти як посилання в системи планування виробничих ресурсів (MRP), системи управління ресурсами підприємства і в системи управління даними.

2.3.7. Випуск робочої документації

У комплект робочої документації входять складальні креслення і схеми складання виробів. У режимі роботи зі схемами ви можете створювати анімовані інструкції, що допомагає в реалістичному вигляді представляти деталі і вузли замовнику. Таким способом можна ілюструвати навчальні матеріали, інструкції по збірці виробів, а також бізнес-презентації.

2.3.8. Високоякісна візуалізація

Створюйте тоновані зображення фотографічної якості, анімаційні ролики і презентації для подання проектів у вигідному для вас світлі. В проектну середу Inventor вбудований модуль Autodesk Inventor Studio, в якому представлені сучасні засоби візуалізації, підготовки ілюстрацій і створення анімаційних роликів.

2.3.9 Моделювання

Функції моделювання в Autodesk Inventor Professional дозволяють підвищити якість виробів і запобігти експлуатаційні відмови. Динамічне моделювання розширює можливості технології цифрових прототипів, враховуючи навантаження і прискорення, яким піддаються деталі виробу. Функція аналізу методом кінцевих елементів в Autodesk Inventor Professional призначена для розрахунку напружень і прогинів. Вона дозволяє знизити витрати на матеріали без погіршення робочих характеристик виробів.

2.3.10 Проектування кабельних систем і трубопроводів

Autodesk Inventor Professional дає можливість швидко додавати в 3D проект кабельні та трубопровідні системи, ділянки труб, джгути проводів та кабелів. Такі проекти автоматично підкоряються призначеним для користувача правилам, що сприяє зниженню кількості помилок і економії часу. Аналогічно іншим файлам Autodesk Inventor, складальні креслення кабельних і трубопровідних систем оновлюються автоматично при внесенні змін до модель.

З ОЗНАЙОМЛЕННЯ З МОЖЛИВОСТЯМИ САПР Inventor ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ДЕТАЛЕЙ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ

3.1 Побудова ескізів

Побудова ескізу в Autodesk Inventor є першим кроком у створенні деталі. Ескіз - це профіль елемента або будь-який геометричний об'єкт (траєкторія зсуву, вісь обертання і т.п.), необхідний для створення елемента.

Створення та редагування геометрії ескізу проводиться в спеціальному середовищі з використанням інструментів побудови ескізу, розташованих на інструментальній палітрі. Це - інструменти для управління ескізною сіткою, а також для малювання відрізків, сплайнів, кіл, еліпсів, дуг, прямокутників, багатокутників і точок. Також існують функції для сполучення кутів, подовження і укорочення кривих, зміщення і проектування геометрії інших елементів.

Для створення нового ескізу потрібно відкрити новий файл деталі і викликати функцію «Ескіз», після чого приступати до креслення об'єктів у графічній області. При створенні ескізу деякі залежності автоматично накладаються на об'єкти. Наприклад, якщо накреслити лінію, близьку до горизонтальної, буде застосована залежність горизонтальності. Автоматично додані залежності в ескізі не можна змінювати або видаляти. Можна також додавати залежності вручну для будь-якого елемента ескізу. Для відключення інструменту натисніть правою кнопкою миші і виберіть пункт «Завершити» або натисніть клавішу ESC.

Створення тривимірної моделі проводиться шляхом видавлювання ескізу контуру або його обертання навколо заданої осі (рис 3.1). Створювана в Autodesk Inventor модель базується на ескізах і підтримує постійний зв'язок з ними. При зміні ескізу відповідним чином змінюється і сама модель.

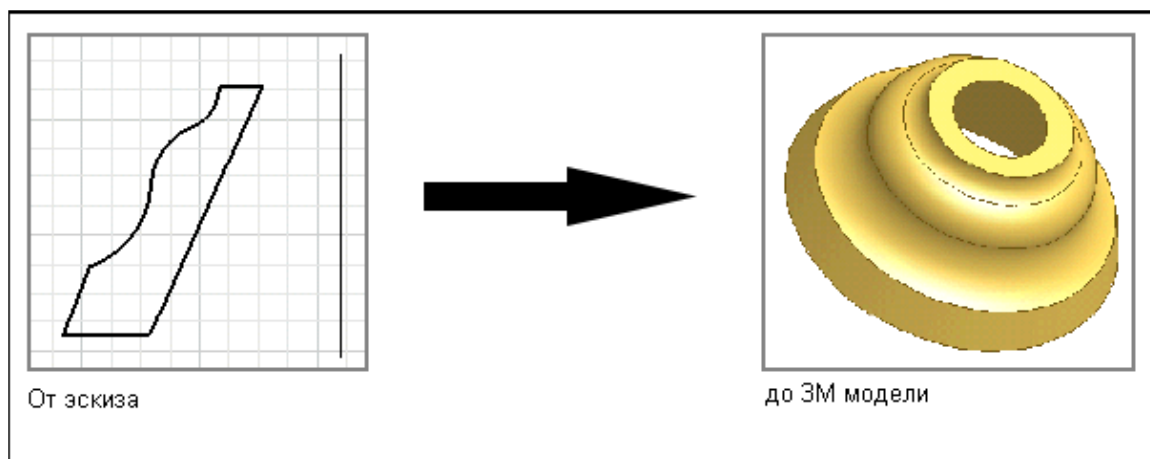


Рисунок 3.1 – Перехід від ескізу до моделі

3.1.1 Серед збудованих ескізів

Створюючи або змінюючи ескіз, користувач працює в середовищі ескізів. Серед збудованих ескізів складається з самого ескізу і інструментів для управління ескізною сіткою, а також функцій малювання відрізків, сплайнів, кіл, еліпсів, дуг, прямокутників, багатокутників або точок.

При відкритті нового файлу деталі Серед збудованих ескізів відразу стає активною. Кнопка «2D ескіз» при цьому натиснута, і доступна інструментальна палітра для роботи з ескізом і площину для його побудови. Початкові установки можуть бути змінені шляхом вибору файлу шаблону, або на вкладці «Ескіз» в діалоговому вікні «Налаштування». Для зміни налаштувань виберіть «Сервіс» ➤ «Налаштування» ➤ вкладка «Ескіз».

В ході створення ескізу його значок відображається в браузері. Після створення конструктивного елемента в браузері з'являється значок цього елемента, з вкладеним в нього вихідним ескізом. При виборі значка ескізу в браузері в графічній області підсвічується сам ескіз.

Після того як з ескізу створена модель, можна повернутися в середу побудови ескізів та внести необхідні зміни, або почати новий ескіз для нового конструктивного елемента. При відкритті існуючого файлу деталі спочатку необхідно вибрати ескіз в браузері. При цьому стають активними інструменти в середовищі побудови ескізів. Можна створити геометрію для елементів

деталей. Модель оновиться з урахуванням змін в ескізі.

3.1.2 Система координат ескізу

На початку створення нового ескізу система координат ескізу відображається як осі X і Y сітки ескізу. Можна включити відображення а на початку координат знаходиться 3D індикатор (якщо він включений). (Виберіть «Сервіс» ➤ «Налаштування» ➤ вкладка «Ескіз». У вікні «Відображення» встановіть прапорець «Індикатор системи координат».) За замовчуванням сітка лежить на площині ескізу.

Користувач може змінювати положення і орієнтацію системи координат ескізу для того, щоб:

- наносити повернені розміри;
- полегшити точні побудови геометрії ескізу.

Для зміни положення початку координат ескізу необхідно виконати наступні дії:

- відкрити файл деталі. У браузері натиснути на значку «плюс» біля конструктивного елемента, щоб розгорнути його структуру;

- натисніть правою кнопкою на ескізі в браузері і виберіть з контекстного меню пункт «Змінити систему координат». У графічній області з'являється зображення осей координат виділеного ескізу;

- на позначенні системи координат натисніть червону стрілку для переорієнтації осі X, зелену стрілку - для переорієнтації осі Y або синє позначення центру мас - для зміни місця розташування початку координат;

- для зміни положення початку координат ескізу скористайтесь одним з наступних методів:

- 1) вершина елемента - для переміщення системи координат;
- 2) ребро елемента - для повороту системи координат.

Для дзеркального розвороту осі натисніть праву кнопку миші і виберіть з контекстного меню пункт «Звернути осі»;

- натисніть праву кнопку миші, потім виберіть з меню пункт «Завершити» для остаточного встановлення нової системи координат.

Початок координат ескізу в системі координат змінено.

У середовищі побудови ескізів можна ввести відстані для осей X і Y щодо останньої обраної точки. Інструменти для точного введення знаходяться на панелі інструментів «Точне введення». Вона доступна тільки в тому випадку, якщо активний інструмент побудови ескізу, що вимагає точного розміщення точки. Точне введення може використовуватися, наприклад, для побудови відрізка, ескізної точки або дуги по трьом точкам.

В ході побудови ескізу точні значення вводяться для геометричних об'єктів. в полях «X» і «Y». Для визначення точки можна ввести обидва значення або ввести тільки значення X або Y, щоб обмежити розміщення точки на вертикальній або горизонтальній прямій відповідно.

Щоб виконати введення точних значень, слід виконати наступні дії.

Викличте команду «Ескіз» для активації середовища побудови ескізів;

На стандартній панелі інструментів виберіть «Вид» ➤ «Панелі інструментів» ➤ «Точне введення Autodesk Inventor». На екрані з'являється панель для точного введення координат;

Вкажіть початкову точку або введіть значення в діалоговому вікні «Точні координати» в поле «X»;

Натисніть TAB для переходу в поле «Y» і введіть в нього значення;

Натисніть ENTER для прийняття введених значень. Елемент ескізу будується згідно введеним значенням;

Натисніть правою кнопкою миші і виберіть пункт «Завершити» для виходу з команди побудови ескізів.

3.1.3 Створення ескізів

При відкритті нового файлу деталі, середовище ескізів відразу стає

активною. Поточні установки сітки дають візуальне уявлення про розміри ескізу. Для завдання параметрів сітки використовуються команди «Налаштування» і «Процес моделювання».

Відображення або приховування ескізної сітки:

- виберіть «Сервіс» ➤ «Налаштування»;
- на вкладці «Ескіз» задайте відображення ліній сітки. Також можна вибрати параметр «Прив'язка до вузлів сітки».

Зміна інтервалу сітки:

- виберіть «Сервіс» ➤ «Процес моделювання»;
- виберіть вкладку «Ескіз» і внесіть необхідні зміни.

Для створення ескізу слід виконати наступні дії.

На стандартній панелі інструментів виберіть «Файл» ➤ «Створити».

Перейдіть на вкладку «Метричні» і двічі натисніть файл Звичайний (мм/.ipt). У браузері з'являється нова деталь, а середовище побудови ескізу стає активною;

На палітрі «2D ескіз» виберіть команду «Відрізок». Натисніть лівою кнопкою миші поряд з лівим краєм графічного вікна для завдання першої точки відрізка, пересуньте курсор вправо, а потім натисніть ще раз для завдання другої точки. У процесі створення ескізу положення поточної точки, довжина і кут відрізка динамічно відображаються праворуч уздовж нижньої межі графічного вікна.

Положення поточної точки відрізка дається щодо початку координат ескізу. Кут відрізка обчислюється щодо осі X ескізу. Символи, що показують можливі залежності, відображаються поруч з поточною крапкою відрізка.

Завершення ескізу:

Крок 1. Перетягніть курсор вгору, потім натисніть ліву кнопку миші для побудови перпендикулярного відрізка (рис.3.2).

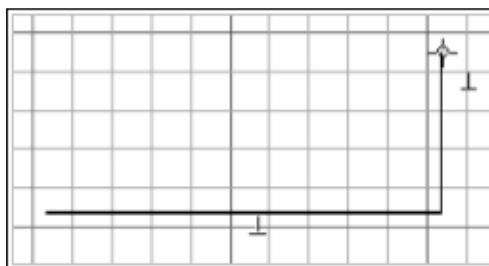


Рисунок 3.2 – Крок 1

Крок 2. Наведіть курсор вліво і побудуйте горизонтальний відрізок. З'являється позначення залежності паралельності (рис.3.3).

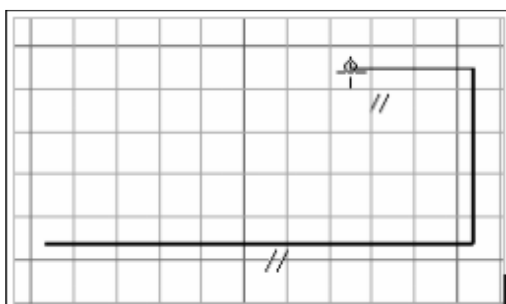


Рисунок 3.3 – Крок 2

Крок 3. Наведіть курсор вниз і побудуйте вертикальний відрізок (рис.3.4).

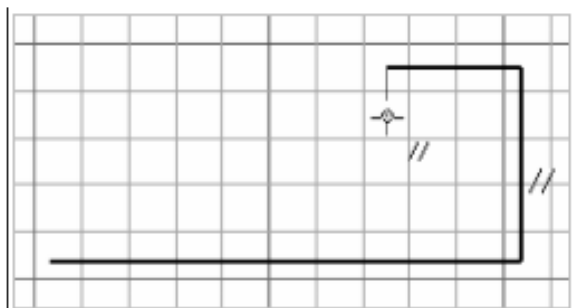


Рисунок 3.4 – Крок 3

Крок 4. Наведіть курсор вліво і побудуйте горизонтальний відрізок (рис.3.5).

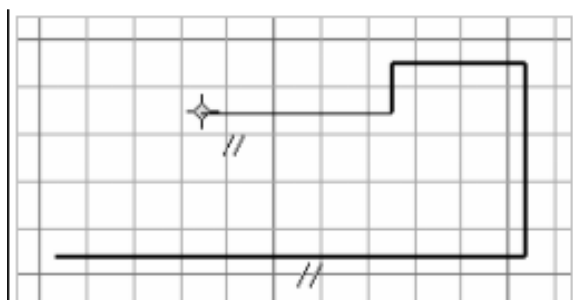


Рисунок 3.5 – Крок 4

Крок 5. Наведіть курсор вгору, поки не з'явиться позначення залежності паралельності і не виникне пунктирна лінія. Вкажіть точку (рис.3.6).

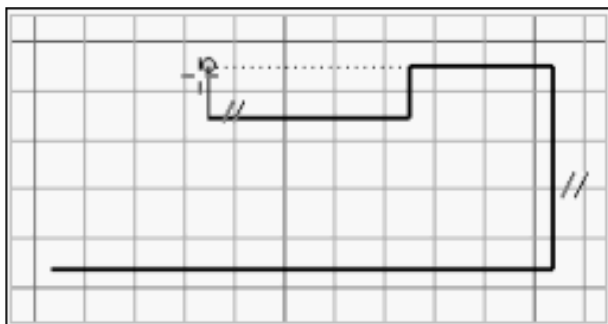


Рисунок 3.6 – Крок 5

Крок 6. Наведіть курсор вліво, поки не з'явиться позначення залежності паралельності, потім вкажіть точку лівою кнопкою миші (рис.3.7).

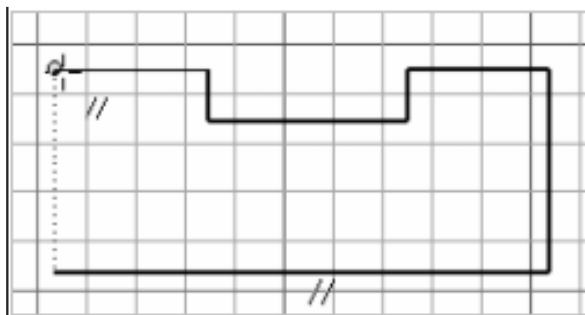


Рисунок 3.7 – Крок 6

Крок 7. Наведіть курсор вниз, поки він не торкнеться першої точки, в якій було розпочато вправу. Коли з'явиться позначення залежно суміщення, натисніть для завершення ескізу (рис.3.8).

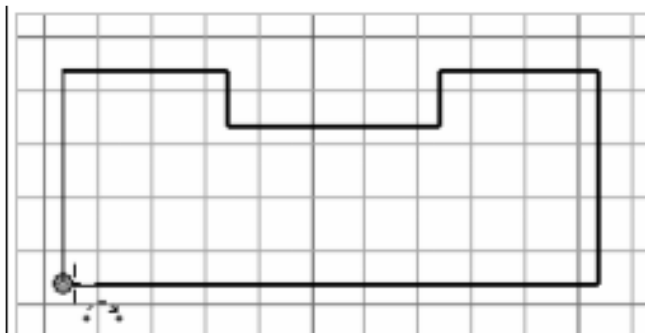


Рисунок 3.8 – Крок 7

Крок 8. Помістіть курсор в стороні від побудованих ліній, натисніть правою кнопкою і виберіть пункт «Завершити» (рис.3.9).

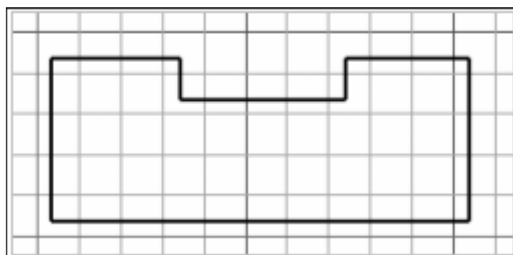


Рисунок 3.9 – Крок 8

Крок 9. Натисніть правою кнопкою миші і виберіть «Прийняти ескіз». Ескіз завершено. Файл зберігати не потрібно.

На рис. 3.10 зображений закінчений ескіз і отриманий з нього ескізний конструктивний елемент.

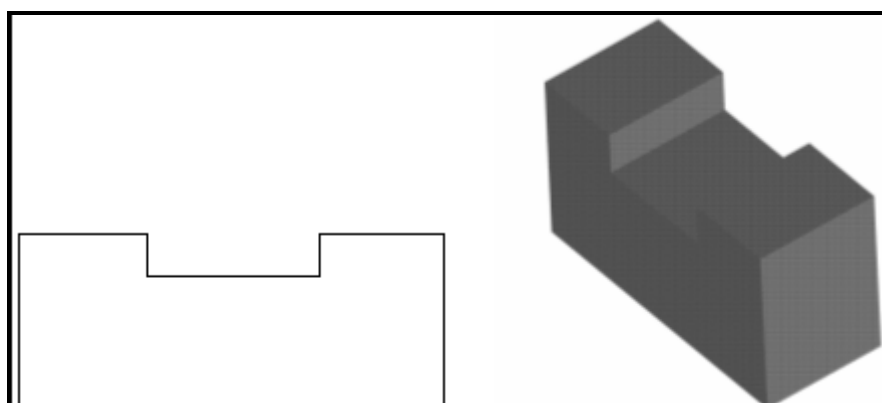


Рисунок 3.10- Ескіз і конструктивний елемент

3.1.4 Накладення залежностей в ескізах

Залежності визначають форму ескізу і обмежують можливості її зміни. Наприклад, якщо на відрізок накладена залежність горизонтальності, то, перетягуючи кінцеву точку цього відрізка, можна лише змінити його довжину або перемістити весь відрізок вище або нижче. Похилим або вертикальним такий відрізок зробити не можна. Можна виконати накладення геометричних залежностей між двома об'єктами одного ескізу або між ескізом і геометричним

об'єктом, спроектованого з елемента іншого ескізу.

При створенні ескізу деякі залежності накладаються автоматично. Наприклад, якщо в процесі малювання відрізка на екрані з'являється позначення залежності горизонтальності або вертикальності, при вказівці точки ця залежність додається до об'єкта. Для отримання більш точного ескізу може знадобитися накладення додаткових залежностей, які фіксують форму і розташування елементів геометрії.

Використовувати ескізи без залежностей не заборонено; однак, не маючи достатньої визначеності, ескіз може непередбачувано поводити себе при оновленнях.

Термін залежності часто використовується в Autodesk Inventor для позначення як геометричних залежностей, так і розмірів. Необхідно мати на увазі, що розміри і геометричні залежності діють спільно і дозволяють створити ескіз, що відображає цілі проектування.

Описувати конструкційні особливості розроблюваної моделі рекомендується шляхом накладення на елементи ескізу геометричних залежностей. Для з'ясування того, чи всі залежності накладено на ескіз, і додавання відсутніх залежностей можна скористатися функцією автоматичного нанесення розмірів. Залежно також можна створювати, перетягуючи геометричні об'єкти до тих пір, поки близько курсору не з'явиться необхідної залежності (рис. 3.11).

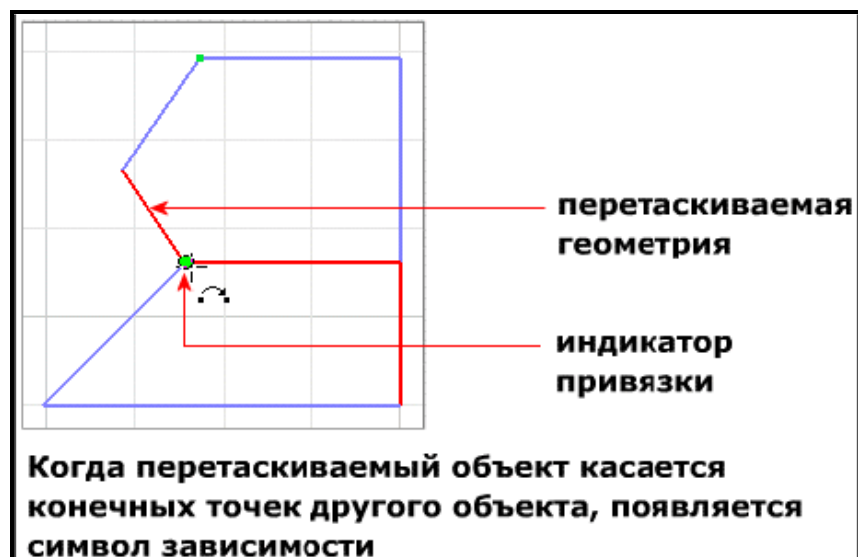


Рисунок 3.11 – Накладення залежностей в ескізах

Для перегляду або видалення обмежень використовуйте інструмент «Показати залежності» на панелі інструментів 2D ескізу. Можна також натиснути правою кнопкою миші в графічному вікні і вибрати в меню параметри для відображення або приховування відразу всіх залежностей. Для видалення залежності необхідно вибрати позначення залежності, натиснути правою кнопкою миші і вибрати пункт «Видалити». Одні геометричні залежності можуть накладатися тільки на відрізки, інші тільки на дуги, кола і аналогічні радіальні елементи.

Розглянемо приклади накладення залежностей на ескіз.

Приклад 1. Ескіз, складається з трьох замкнутих контурів. Буває так, що наявність геометричних залежностей значно скорочує число необхідних в ескізі розмірів. Поки геометрія ескізів не до кінця задовольняє критеріям конструкції і вимагає накладення додаткових геометричних залежностей.

Для додавання залежностей в ескіз:

Крок 1. Відкрийте ескіз (рис. 3.12).

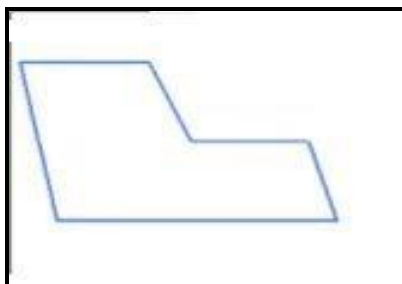


Рисунок 3.12- Ескіз деталі

Крок 2. Натисніть правою кнопкою миші в графічному вікні і виберіть пункт «Показати всі залежності». З'являться поточні залежності в ескізі.

Крок 3. Перемістіть курсор на символи залежностей. На екрані підсвічується геометрія ескізу, що бере участь у накладених залежностях. В даному прикладі похилі відрізки в ескізі повинні бути вертикальними, тому тепер необхідно накласти залежність вертикальності.

Крок 4. Натисніть правою кнопкою миші в графічному вікні і виберіть пункт «Приховати все залежності».

Крок 5. Натисніть на стрілці біля команди поточної залежності на палітрі «2D ескіз». З розгорнувшогося контекстного меню виберіть команду «Залежність вертикальності». Біля курсора відображається тип залежності. У цьому випадку Ви зможете бачити символ вертикальної залежності.

Виберіть три похилих відрізка (не слід вказувати їх у середніх точках).

На рис. 3.13 нижче показано, як повинен тепер виглядати ескіз.

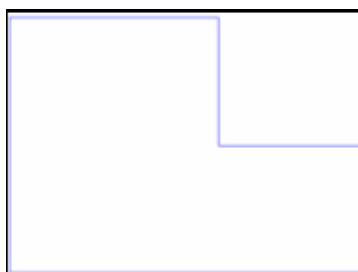


Рисунок 3.13 – Ескіз після накладення залежностей

Крок 6. Натисніть правою кнопкою у графічному вікні і виберіть «Завершити».

Крок 7. Натисніть правою кнопкою миші в графічному вікні і виберіть пункт «Показати всі залежності».

Крок 8. Всі залежності стають видимими, як показано на рис. 3.14 нижче.

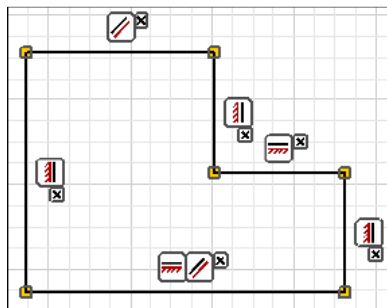


Рисунок 3.14 – Ескіз з видимими залежностями

Крок 9. Натисніть правою кнопкою миші в графічному вікні і виберіть пункт «Приховати все залежності».

Крок 10. Натисніть кнопку «Повернення» на стандартній панелі інструментів для виходу з ескізу.

Приклад 2. Залежності можуть бути накладені на ескіз і після його створення.

Крок 1. Відкрийте ескіз (рис. 3.15).

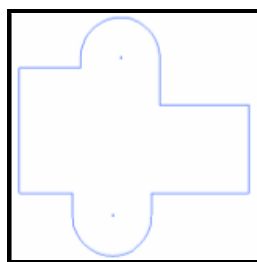


Рисунок 3.15 – Ескіз деталі

Крок 2. Натисніть стрілку списку поруч з інструментом залежності на інструментальній палітрі або на панелі інструментів «2D ескіз», щоб відкрити меню. Виберіть інструмент «Залежність колінеарності». Виберіть (справа наліво) горизонтальні відрізки у верхній частині ескізу. На рис. 3.16 нижче показано, як повинен тепер виглядати ескіз. Зверніть увагу на Колінеарні відрізки, позначені червоними стрілками.

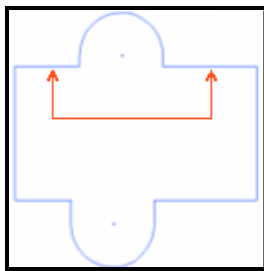


Рисунок 3.16 – Накладення залежності на ескіз

Крок 3. Натисніть ESC для скасування вибору інструменту «Залежність колінеарності». Перетягніть верхній правий відрізок вниз. Видно, що і інші елементи ескізу при цьому змінюються. Це називається переміщенням з підтриманням залежностей.

Крок 4. Натисніть на стрілці у контекстному меню залежностей і виберіть команду «Рівність». Виберіть горизонтальний відрізок в лівій нижній частині ескізу, а потім - горизонтальний відрізок в лівій верхній частині. Зробіть два горизонтальних відрізка праворуч також рівними по довжині відрізка в лівій нижній частині. На рис.3.17 показано, як повинен тепер виглядати ескіз.

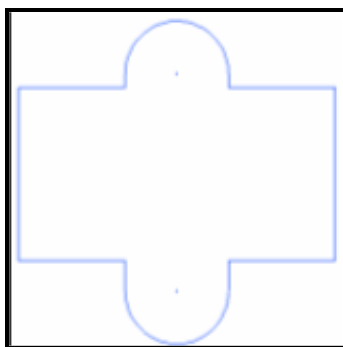


Рисунок 3.17 – Ескіз після накладення залежності

Крок 5. Натисніть ESC для скасування вибору інструменту «Залежність». Перетягніть правий вертикальний відрізок. Ескіз при цьому змінюється. При перетягуванні вертикальних ліній ескіз залишається симетричним, оскільки застосована залежність рівності.

Крок 6. На графічному тлі натисніть правою кнопкою миші і виберіть з меню пункт «Завершити». Потім знову натисніть правою кнопкою миші і виберіть «Прийняти ескіз».

Приклад 3. Залежності можна видаляти з ескізів. Для цього слід відобразити залежності, а потім в контекстному меню вибрати параметр «Видалити».

Крок 1. Активуйте ескіз (рис. 3.18).

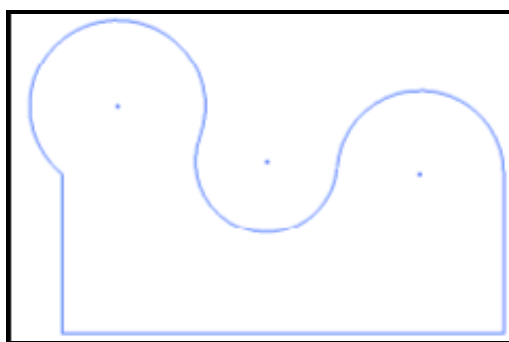


Рисунок 3.18 – Ескіз

Крок 2. Виберіть інструмент «Показати залежності» на інструментальній палітрі або панелі інструментів «2D ескіз». Зупиніть курсор на вертикальному відрізку з лівого боку ескізу. Відображаються поточні залежності.

Крок 3. Перемістіть курсор на позначення залежності рівності і натисніть на нього, щоб вибрати. Натисніть правою кнопкою миші і виберіть з меню пункт «Видалити» для видалення залежності.

Крок 4. Натисніть стрілку списку поруч з інструментом залежності на інструментальній палітрі або на панелі інструментів «2D ескіз». Викличте команду «Горизонтальність».

Крок 5. Вкажіть центральну точку дуги в лівій частині ескізу, а потім - центральну точку дуги в центрі ескізу. Повторіть те саме з третьою точкою. На рис. 3.19 показано, як повинен тепер виглядати ескіз.

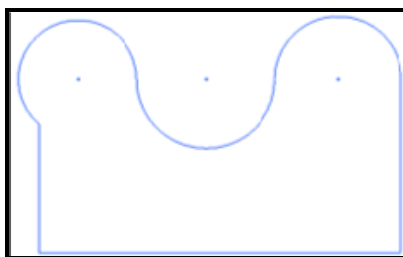


Рисунок 3.19 – Ескіз після видалення залежності

Крок 6. Застосуйте залежність дотичності до дуги і відрізка в лівій частині ескізу.

Крок 7. Застосуйте залежності рівності до радіусів трьох дуг. На рис. 3.20 показано, як повинен тепер виглядати ескіз.

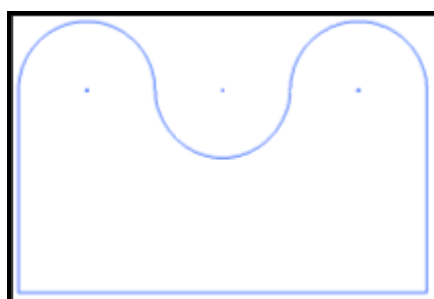


Рисунок 3.20 – Змінений ескіз

Крок 8. На графічному тлі натисніть правою кнопкою миші і виберіть з меню пункт «Прийняти ескіз».

3.1.5 Нанесення розмірів ескізу

Для задання розміру і положення геометрії ескізу, крім геометричних залежностей, потрібна наявність інформації про розміри. Геометричні залежності, такі як горизонтальність, вертикальність або паралельність можуть бути застосовані під час створення ескізу. Після розміщення геометрії ескізу наносяться його розміри.

Взагалі кажучи, всі розміри в Autodesk Inventor є параметричними. Користувач може управляти розміром геометрії шляхом зміни величини розмірів. Можна також визначити розмір як похідний. Розмір показує величину елемента, однак це значення не можна використовувати для зміни фізичних розмірів елемента.

При завданні параметричних розмірів для геометрії ескізу фактично відбувається накладення залежностей, які керують розміри і положення елементів ескізу. При внесенні змін до значення розмірів ескіз автоматично оновлюється.

На рис. 3.21 наведені приклади ескізів з нанесеними розмірами.

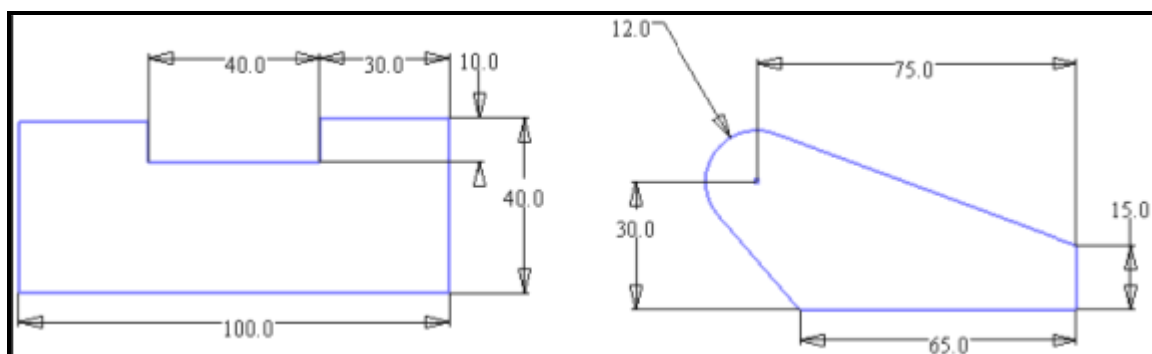


Рисунок 3.21 – Ескіз з нанесеними розмірами

Для нанесення розмірів використовується інструмент «Загальний розмір» на інструментальній палітрі або на панелі інструментів «2D ескіз». Щоб нанести розмір, потрібно вибрати елемент геометрії ескізу і потім поставити значення розміру.

Тип наносимого розміру визначається вибором геометрії і місцем розміщення розміру. Наприклад, при виборі контуру одного кола створюється радіальний розмір. При виборі контурів двох кіл наноситься лінійний розмір між їх центрами.

Параметричні розміри визначають розмір ескізу. Після нанесення розміру на відрізок або криву змінювати його шляхом перетягування вже не можна. У Autodesk Inventor можна наносити дубльовані розміри елементів.

Створення параметричного розміру:

- створіть новий або відкрийте наявний ескіз;
- у середовищі побудови ескізу викличте команду «Розміри» з інструментальної палітри або панелі інструментів «2D ескіз»;

- виберіть елемент геометрії ескізу і потім задайте місце розташування розміру;
- двічі натисніть на розмірі. Відкривається діалогове вікно «Редагування розміру»;
- введіть значення розміру. Можна вводити числові значення розміру, або формули, що зв'язують розміри з іншими розмірами. Перед розмірами, розрахованими за формулами, ставиться префікс f x:, як це показано на наступному рис. 3.22.

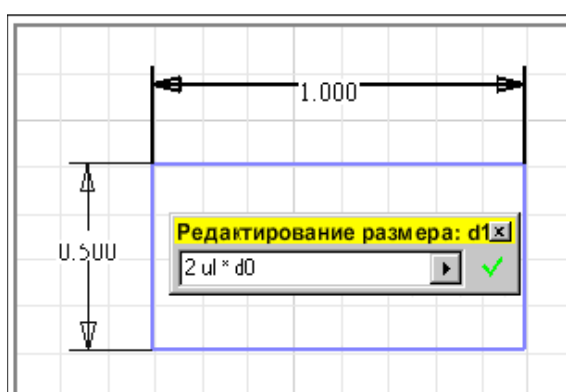


Рисунок 3.22 – Нанесення розміру

Для прискорення процесу нанесення розмірів можна також використовувати команду «Авто-нанесення розмірів» на інструментальній палітрі або панелі «2D ескіз». При виборі таких елементів геометрії ескізу, як відрізки, дуги, кола і вершини, на них автоматично наносяться розміри і накладаються залежності. Якщо не вибрати жоден елемент геометрії ескізу, розміри автоматично додаються для тих елементів, які не мали розміри до цього. Застосування команди «Авто-нанесення розмірів» дозволяє легко і швидко нанести розміри відразу на всі елементи ескізу за одну операцію.

Користувач може:

- використовувати команду «Автонанесеніє розмірів» для завдання розмірів і залежностей в готовому ескізі (рис. 3.23);

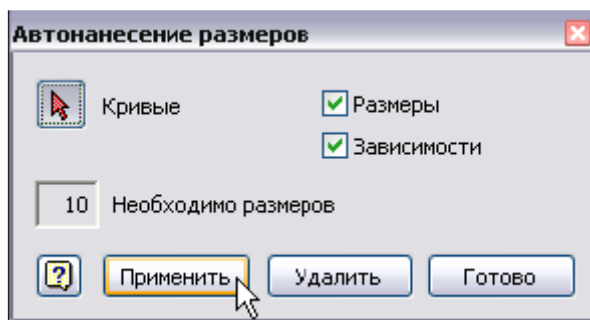


Рисунок 3.23 – Вікно «Авто-нанесення розмірів»

- вибирати окремі криві або весь ескіз для завдання залежностей;
- створювати тільки розміри, тільки залежності, чи і те й інше;
- використовувати засоби нанесення розмірів для задання основних розмірів ескізу, потім нанести інші розміри за допомогою команди «Авто-нанесення розмірів»;

- команда «Авто-нанесення розмірів» використовується в складних ескізах, коли немає повної впевненості в тому, який саме розмір повинен бути нанесений для повного визначення ескізу;

- видаляти автоматично створені розміри і залежності.

Задавати значення розмірів можна, спираючись на інші розміри. При цьому використовуються розмірні параметри. Формула, яка визначає значення розміру, може містити один або кілька параметрів.

Відображати розміри ескізу можна в одному з наступних трьох форматів:

- попередньо обчислені значення;
- імена параметрів;
- імена параметрів і обчислені значення.

Розміри ескізу можна змінювати в діалоговому вікні «Редагування розміру». Для відкриття діалогового вікна «Редагування розміру» натисніть розмір в процесі його нанесення, або двічі натисніть розмір, якщо команда «Загальний розмір» не активна.

Існує два способи виклику діалогового вікна «Редагування розміру» в процесі нанесення розміру:

- виберіть «Сервіс» ➤ «Налаштування» ➤, перейдіть на вкладку «Ескіз» і виберіть параметр «Редагувати розміри при нанесенні»;

- під час роботи команди «Розмір» натиснути правою кнопкою миші в графічному вікні і вибрати пункт «Редагувати розміри» з контекстного меню.

У деяких випадках запропонований за умовчанням тип розміру не відповідає необхідному. Щоб змінити тип розміру, можна змінити його положення або натиснути правою кнопкою миші і вибрати потрібний тип розміру в контекстному меню. Існує можливість контролю за типом розміру при виборі межі або вершини. Наприклад, при нанесенні розміру, який зв'язує ребро і вершину, розмір автоматично вирівнюється по ребру.

Лінійні діаметри - при створенні тіл обертання існує можливість вказівки осьової лінії в якості осі обертання. Якщо осьова лінія використовується при нанесенні розмірів ескізу, за замовчуванням від неї будуються лінійні діаметри.

Контрольні розміри - в Autodesk Inventor існує можливість нанесення довідкових розмірів, а також перетворення інших розмірів в довідкові. Довідкові розміри служать тільки для відображення величини елементів ескізу. Редагувати значення контрольних розмірів не можна. Вони використовуються виключно в довідкових цілях. Значення контрольних розмірів відображаються в круглих дужках.

Контрольні розміри можна автоматично наносити на елементи ескізу, для яких задані залежності. При спробі завдати розмір на елемент ескізу, до якого застосовані залежності, з'являється діалогове вікно, в якому існує можливість вибору - зробити розмір контрольним або відмовитися від його нанесення.

3.1.6 Створення масивів в ескізах

Для розмноження обраної геометрії масивом використовуються команди «Прямокутний масив» і «Круговий масив» панелі «Ескіз». Геометрія масиву пов'язується. Ці залежності управляються як єдина група. Якщо видалити залежності масиву, то будуть видалені всі залежності для геометрії масиву.

Створення кругового масиву ескізу:

- за допомогою команд побудови ескізу створити елементи геометрії, які будуть включені в масив;

- натисніть кнопку «Круговий масив» з панелі інструментів «Ескіз», потім виберіть елементи геометрії ескізу для створення масиву;

- к діалоговому вікні «Круговий масив» натисніть кнопку «Вісь» і виберіть точку, вершину або робочу вісь для створення масиву;

- в поле «Кількість» задати число елементів масиву;

- в поле «Кут» задати кут кругового масиву;

- можна також натиснути кнопку «Додатково» і вибрати один або кілька параметрів:

- 1) опція «Подавить» використовується для вибору окремих елементів масиву, які будуть видалені. Відповідні їм елементи геометрії придушуються;

- 2) виберіть «Асоціативний» для вказівки того, що оновлення масиву виконується, коли змінюється деталь;

- 3) опція «Габарити» використовується для визначення того, що елементи масиву будуть рівномірно розподілені усередині заданого інтервалу.

Якщо опція відключена, то інтервал задає відстань між сусідніми елементами;

- натиснути «ОК» для побудови масиву.

Створення прямокутного масиву ескізу:

- за допомогою команд побудови ескізу створити елементи геометрії, які будуть включені в масив;

- натисніть інструмент «Прямокутний масив» з панелі «Ескіз», потім виберіть елементи геометрії ескізу для створення масиву;

- натиснути кнопку «Напрямок 1» і вказати геометрію, яка визначає перший напрямок масиву;

- в поле «Інтервал» задати відстань між елементами;

- натиснути кнопку «Напрямок 2» і вказати геометрію, що визначає другий напрямок масиву, потім поставити кількість елементів і інтервал;

- можна також натиснути кнопку «Додатково» і вибрати один або кілька

параметрів:

1) опція «Подавить» використовується для вибору окремих елементів масиву, які будуть видалені. Відповідні їм елементи геометрії придушуються;

2) виберіть «Асоціативний» для вказівки того, що оновлення масиву виконується, коли змінюється деталь;

3) опція «Габарити» використовується для визначення того, що елементи масиву будуть рівномірно розподілені усередині заданого інтервалу. Якщо опція відключена, то інтервал задає відстань між сусідніми елементами.

- натиснути «ОК» для побудови масиву.

Поради щодо редагування масивів в ескізах.

- у масиві елементів ескізу можна змінювати відстань між елементами, їх кількість і напрямки, метод розрахунку масиву, а також подавляти геометрію. Для внесення змін потрібно натиснути правою кнопкою миші на кнопку ескізу і вибрати «Редагувати ескіз» з контекстного меню. Потім натиснути правою кнопкою миші на елементі масиву в графічному вікні і вибрати «Редагувати масив». При необхідності в діалоговому вікні масиву змініть його значення;

- існує можливість зміни розмірів в масиві. Двічі натисніть розмір в ескізі, введіть нове значення у вікні «Редагування розміру» і встановіть галочку. Розміри можна вводити як рівності, параметри або конкретні значення;

- асоціативні відносини між елементами масиву можуть бути видалені, але після цього геометрія стане незалежною, і опції редагування масиву в цілому будуть недоступні. Натисніть правою кнопкою миші по елементу масиву, а потім у діалоговому вікні масиву натисніть кнопку «Додатково». Зніміть прапорець «Асоціативний» і натисніть «ОК»;

- для видалення елементів масиву до них потрібно застосувати опцію «Подавить». Натиснути правою кнопкою миші на значку ескізу і вибрати «Редагувати ескіз» з контекстного меню. Натисніть правою кнопкою миші геометрію масиву, яку потрібно «Подавить», і виберіть пункт «Подавити елементи». Подавлені елементи масиву не включаються в контури і не з'являються на зображенні ескізу;

- елементи масивів, в тому числі розміри і геометричні об'єкти, що використовуються для завдання осі і напрямків масиву, не можуть бути видалені, поки масив є асоціативним. При необхідності збереження взаємозв'язку між елементами масиву, при цьому видаливши будь-які з елементів, використовується опція «Подавить».

3.1.7 Видалення ескізів

Ескіз, що входить в конструктивний елемент, не може бути видалений. Можна видаляти або редагувати геометрію ескізу, проте після поновлення конструктивний елемент може виявитися зруйнованим. У зв'язку з цим може знадобитися додаткове редагування ескізу або конструктивного елемента для усунення виникнутих помилок.

Натиснути «ОК» для побудови масиву:

- вибрати в браузері видаляємий ескіз;
- натисніть Delete або натисніть правою кнопкою миші і виберіть пункт «Видалити» в контекстному меню.

Для видалення окремих кривих ескізу увійти в режим редагування ескізу, вибрати криву і натиснути клавішу Delete.

Є можливість скасовувати розмірні залежності ескізу. Це дозволяє програмі при необхідності змінювати розміри його елементів. Так, для адаптивних елементів розміри остаточно встановлюються при додаванні залежностей від фіксованої геометрії.

Існує можливість зміни розмірів в масиві:

- натиснути правою кнопкою миші на значку ескізу і вибрати «Редагувати ескіз» з контекстного меню;
- перейти в режим вибору (кнопка «Вибір» на панелі інструментів);
- в графічній області натиснути правою кнопкою миші на позначенні розміру і натиснути клавішу Delete.

Якщо редагований ескіз вже використаний в конструктивному елементі, то після видалення розмірів слід виконати команду «Оновити». Можна видаляти масив елементів ескізу або подавляти вибрані елементи масиву.

Натиснути правою кнопкою миші на геометрії масиву, яку потрібно подавити, потім вибрати пункт «Подавити елементи»:

- натиснути правою кнопкою миші на значку ескізу в браузері і вибрати «Редагувати ескіз» з контекстного меню;

- вибрати елементи геометрії масиву, які потрібно видалити;

- натиснути правою кнопкою миші і вибрати опцію з контекстного меню.

Опції вибору задаються обраної геометрією:

- геометрія, яка не входить в масив. Виберіть пункт «Видалити» для видалення обраної геометрії;

- геометрія, що входить в масив: Виберіть пункт «Видалити масив» для видалення всього масиву або пункт «Подавити елементи» для подавлення обраної геометрії масиву;

- геометрія, що входить і що не входить в масив: Виберіть пункт «Видалити» для видалення геометрії, яка не входить в масив, а потім виберіть пункт «Видалити масив» для видалення всього масиву або виберіть пункт «Подавити елементи» для подавлення обраних елементів масиву.

3.1.8 3D-ескізи

Побудова ескізів в 2D просторі багато в чому схоже на малюванням на папері. Ескізи можуть бути і тривимірними, точки з довільними координатами X, Y і Z з'єднуються, утворюючи тривимірну форму. На основі 3D ескізів формуються, наприклад, довільні траєкторії для розведення кабельних мереж і трубопроводів.

Точки 3D ескізів допускається розташовувати в будь-якій площині. Як і в двовимірних ескізах, на геометрію можуть накладатися залежності і наноситися

розміри; крім того, положення кожної точки може точно задаватися щодо попередньої.

Найпростіший спосіб навчитися працювати з 3D ескізами - це створення паралелепіпеда і 3D ліній в площинах X, Y і Z:

- на інструментальній панелі «2D ескіз» виберіть інструмент «Прямокутник». Створіть прямокутник, а потім введіть з клавіатури букву E, щоб запустити команду «Витискання»;

- у діалоговому вікні «Витискування» введіть будь-яке значення відстані та натисніть «ОК»;

- натисніть правою кнопкою миші в графічному вікні і виберіть пункт «Ізометрія». На стандартній панелі інструментів натисніть «Відображення» і виберіть «Каркасне відображення». Тепер на екрані відображається 3D простір, в якому можна розглядати ескіз;

- на стандартній панелі натисніть стрілку біля кнопки «Ескіз» і виберіть «3D ескіз». У браузері з'являється значок 3D ескізу, а в інструментальну палітру завантажується набір команд роботи з 3D ескізом;

- на панелі "3D ескіз» виберіть команду «Відрізок». Зверніть увагу на трійку осей, стрілки якої відповідають напрямкам X, Y і Z. Натисніть в будь-якому місці, щоб почати відрізок. На трійці осей натисніть на площині або осі для встановлення площини побудов, а потім вкажіть наступну точку ескізу. Зверніть увагу, як у міру перемикавання площин побудов активізується та чи інша сітка. Ескізні відрізки можуть автоматично з'єднуватися сполученнями. Цей режим контролюється спеціальним параметром на вкладці «Ескіз» в діалоговому вікні «Налаштування»;

- продовжуйте зазначення точок, перемикаючи по ходу справи площині побудов, щоб побудова ескізів здійснювалася в усіх напрямках. Закінчивши побудову, натисніть правою кнопкою і виберіть «Завершити»;

- на стандартній панелі натисніть кнопку «Повернути» і пообертайте паралелепіпед в різних напрямках. Видно, що кінцеві точки 3D відрізків розташовані в просторі довільно.

3.2 Ескізні конструктивні елементи

3.2.1 Параметричне моделювання деталей

Модель деталі складається з набору елементів. В параметричному моделюванні величина і форма моделі безпосередньо залежить від набору параметрів: зміна будь-якого параметра відразу ж впливає на модель.

Для створення моделей 3D деталей в Autodesk Inventor використовуються наступні операції: видавлювання геометрії ескізу, зрушення або проектування геометрії ескізу уздовж траєкторії, а також обертання геометрії ескізу навколо осі.

Побудовані таким чином моделі часто називають тілами, оскільки вони володіють об'ємом, в той час як каркасні моделі задають тільки ребра деталі. Твердотільні моделі в Autodesk Inventor створюються на основі елементів.

Поверхні можна створювати більшістю з цих способів. За допомогою поверхонь визначаються форми і пропорції тіла деталі. Наприклад, викривлена поверхня може застосовуватися як обмежувач площини для вирізів на корпусі.

Можна редагувати характеристики елемента або шляхом повернення до основного ескізу, або шляхом зміни значень, безпосередньо заданих при створенні елемента. Наприклад, змінити протяжність видавленого конструктивного елемента можна, задавши інше значення глибини видавлювання. Крім того, зв'язність дозволяє висловлювати одні розміри елемента через інші, підтримуючи їх задане відношення.

За допомогою Autodesk Inventor, можна створювати конструктивні елементи декількох типів, включаючи ескізні, типові і робочі елементи, а також масиви і бібліотеки. Для деяких елементів потрібна наявність контурів і/або траєкторій. Одні елементи відповідають видимим елементам геометрії; інші ж, наприклад робочі елементи, допомагають точно розмістити елементи геометрії деталі. Елементи можна змінювати в будь-який час.

Між елементами існують батьківські і дочірні зв'язки, тобто один елемент управляє іншим. Елемент може мати кілька рівнів підлеглих елементів. Підлеглий елемент, створений після головного, не може існувати без головного елемента. Наприклад, на відливанні можна створити бобишку, яка, в залежності

від призначення деталі, може мати просвердлений отвір, або не мати такого. Бобишка (батьківський елемент) може існувати без отвору (дочірнього елемента), однак отвір не може існувати без бобишки (рис. 3. 24).



Рисунок 3.24 – Приклад підлеглих елементів

Середовище моделювання деталей стає активною всякий раз при створенні або редагуванні деталі. У середовищі моделювання деталей можна створювати або змінювати конструктивні елементи, створювати масиви і поєднувати елементи для створення деталей. Редагування ескізів або елементів, їх відображення або приховування, створення приміток проекту, призначення елементів властивості адаптивності і зміна властивостей елементів виконується за допомогою браузера.

Спочатку ескіз деталі являє собою просту форму. Редагувати конструктивні елементи можна і після їх створення, тому на початковому етапі можна обмежитися лише приблизними начерками, що описують їх загальну форму. На наступних стадіях виконується уточнення моделі шляхом додавання геометричних і розмірних залежностей. Оцінка альтернативних варіантів проекту виконується шляхом зміни взаємозв'язків і залежностей, а також шляхом додавання і видалення елементів.

Файл деталі представлений в браузері значком. Нижче значка розташований список конструктивних елементів деталі. Поверхні і робочі елементи розташовуються або поглинаються за замовчуванням. Щоб змінити елемент, натисніть його правою кнопкою миші в браузері або в графічному

вікні. В контекстному меню виберіть «Редагувати елемент», щоб перевірити параметри створення елемента, або «Редагувати ескіз», щоб перевірити ескіз який лежить у основі. Для управління вкладенням або поглинанням поверхні і робочих елементів задайте відповідний параметр, вибравши «Сервіс» ➤ «Налаштування», вкладка «Деталь». Для перевизначення поглинання для кожного окремо взятого елемента натисніть цей елемент в браузері правою кнопкою миші і виберіть пункт «Поглинання введених значень».

Перед створенням деталі необхідно проаналізувати її, щоб визначити, які елементи слід створювати і в якому порядку.

Перед початком моделювання необхідно відповісти на наступні питання.

«Якою буде деталь: автономної, компонентом складання або першої в сімействі деталей?» Деталь може створюватися в файлі деталі або в файлі збірки. Слід намітити схему залежностей і вирішити, як задавати розміри: фіксованими значеннями або через формули;

«Який вид деталі найбільш вдало описує її форму?» Як правило, в якості базового вибирають елемент, який найбільш повно зображується на цьому виді. Базовий конструктивний елемент створюється у файлі деталі першим.

«Які конструктивні елементи зажадають використання робочих площин і робочих точок для розміщення геометрії моделі?»

«Які з конструктивних елементів деталі є найбільш важливими?» Такі елементи необхідно створювати на початку процесу моделювання, щоб розміри інших елементів базувалися на значеннях їх розмірів.

«Які конструктивні елементи деталі будуть ескізними, а які - типовими?»

«Які елементи, на підставі всього викладеного, повинні бути створені першими?»

Базовий елемент створюється в деталі першим. Зазвичай базовий елемент заснований на ескізному контурі, і являє собою найбільш загальну форму деталі. В якості базового елемента можна використовувати імпортоване базове тверде тіло (з форматом файлу .sat або .step). В якості базових допускається використовувати також робочі елементи.

Користувачі, як правило, створюють додаткові елементи для опису

деталі. Кількість додаткових елементів залежить від того, який елемент був створений в якості базового. Отже, грамотне планування процесу може істотно скоротити час і кількість дій, необхідних для створення деталі. Після того як спланована стратегія, необхідно вибрати спосіб створення конструктивного елемента.

Для створення моделі параметричного тіла і пов'язаних креслень:

Крок 1. Створіть деталь в файлі деталі (.ipt) або файлі збірки (.iam). Якщо створюється невелика збірка або процес конструювання тільки розпочато, можна створювати деталь в файлі деталі.

Крок 2. Створіть ескіз основної форми базового елемента за допомогою інструментів на панелі інструментів «Ескіз» або на інструментальній палітрі (рис.3.25).

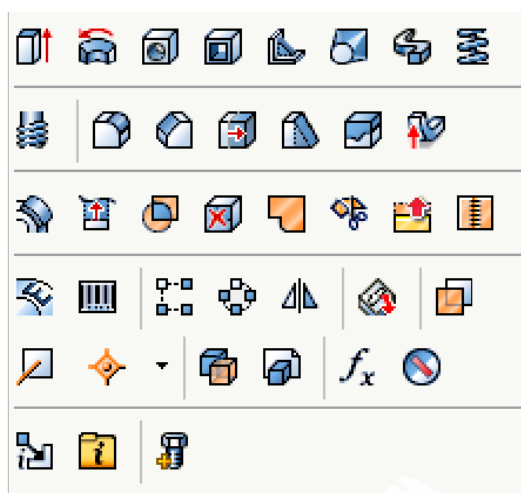


Рисунок 3.25 - Панель інструментів «Ескіз»

Форма об'єктів ескізу визначається за допомогою геометричних залежностей (рис. 3.26).

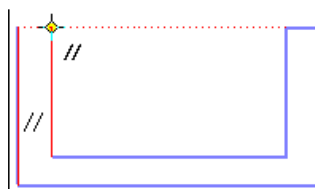


Рисунок 3.26 – Форма об'єкта

Крок 3. Після аналізу геометрії ескізу зробіть необхідні геометричні залежності, використовуючи інструментальну панель або панель інструментів «Ескіз» (рис.3.27).

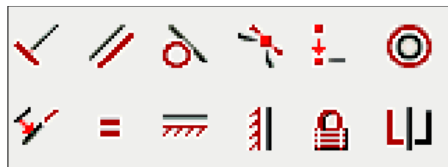


Рисунок 3.27 – Інструментальна панель геометричних залежностей

У подальшому для зміни форми ескізу можна додавати і видаляти залежності. Нанесення розмірів дозволяє задавати протяжність об'єктів ескізу і відстані між ними.

Крок 4. Розміри наносяться за допомогою команди «Розміри», спричиненої з інструментальної палітри або з панелі інструментів. Довжини відрізків і радіуси дуг ескізу можна згодом буде змінити.

Крок 5. Для створення першого елемента деталі, отриманий параметричний ескіз видавлюється, обертається або зсувається. Елемент може бути також побудований по перетинах або у вигляді пружини (рис. 3.28).

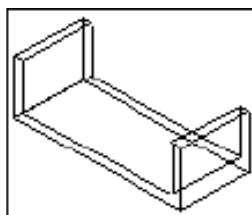


Рисунок 3.28 – Створення базового елемента

Крок 6. Для завершення створення деталі шляхом об'єднання, вирізання або перетину додаються інші конструктивні елементи (рис. 3.29).

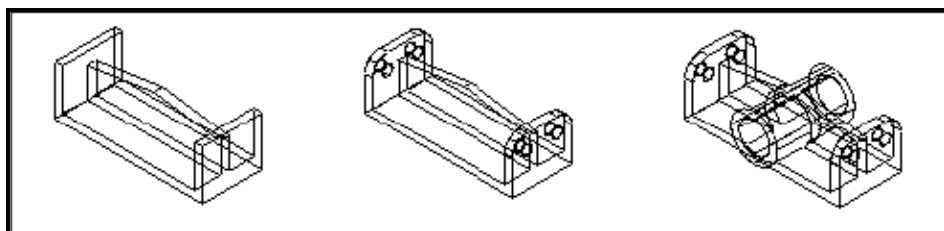


Рисунок 3.29 – Завершення створення деталі

Крок 7. Перейдіть до середи роботи з кресленнями Autodesk Inventor і створіть необхідні 2D види деталі з поясненнями. У будь-який час в процесі моделювання деталі можна створити файл креслення (.idw) і почати створення креслення деталі. Внесені в деталь зміни автоматично переносяться на її види на кресленні (рис. 3.30).

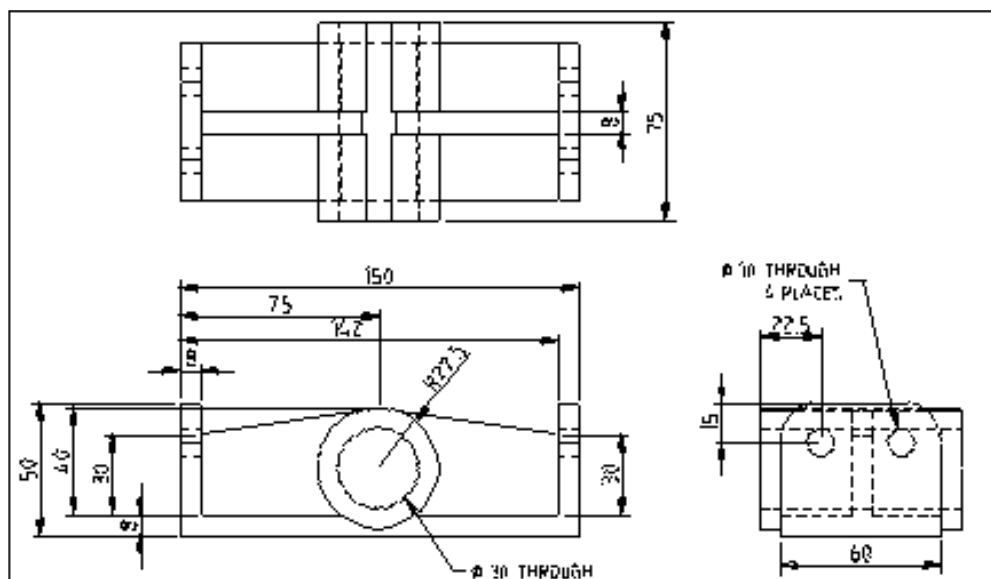


Рисунок 3.30 – Креслення створеної деталі

3.2.2 Додавання ескізних конструктивних елементів

Ескізні конструктивні елементи формуються за геометричними ескізами. Як правило, базовий елемент деталі є ескізним. Можна вибрати грань існуючої деталі і створити ескіз на ній. При роботі з ескізом відображається прямокутна сітка. Якщо потрібно побудувати елемент на криволінійній поверхні або під кутом до поверхні, необхідно попередньо створити робочу площину.

Кожна з наведених нижче операцій створює об'ємне тіло з ескізного контуру. Елементи видавлювання поверхні можна також створити за допомогою інструментів «Витискування», «Обертання», «Зрушення», «По перетинах».

Елементи видавлювання

Проектування ескізного контуру по прямій. Видавлювання можна використовувати як для створення тіл, так і для створення поверхонь. Команда «Витискування» створює конструктивний елемент, надаючи обсяг замкненим або розімкненим контуру або області.

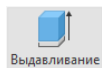
У середовищі роботи зі складками інструмент «Витискування» знаходиться на інструментальній панелі "Збірка».

У середовищі створення зварних конструкцій команда «Витискування» доступна на інструментальній панелі "Сварка» в процесі оброблення або механічної обробки конструктивного елемента.

У середовищі створення деталі команда «Витискування» знаходиться на панелі інструментів «Конструктивні елементи».

Створення моделі параметричного тіла і пов'язаних креслень:

Крок 1. Спочатку необхідно створити або вибрати контур, що представляє поперечний переріз майбутнього елемента. Для створення конструктивних елементів збірки слід використовувати тільки замкнуті контури.



Крок 2. Для відображення діалогового вікна «Витискування» виберіть інструмент «Витискування». Команда «Витискування» створює конструктивний елемент, надаючи обсяг замкненому або розімкненому контуру або області. При наявності декількох контурів на вкладці «Форма» натисніть кнопку «Контур» і виберіть контури для видавлювання. При виборі можна користуватися засобом «Вибрати інше».

Крок 3. В поле «Результат» натиснути кнопку «Тіло» або «Поверхність». При побудові базового конструктивного елемента на основі розімкнутого контуру доступна тільки кнопка «Поверхність». При виконанні видавлювання в збірках доступна тільки кнопка «Тіло».

Крок 4. Натиснути кнопку «Об'єднання», «Віднімання» або «Перетин». При виконанні видавлювання в збірках доступна тільки кнопка «Віднімання».

Крок 5. У групі «Обмеження» розкрийте список і виберіть метод обмеження для видавлювання. Деякі методи недоступні при створенні базового конструктивного елемента.

Відстань: введіть значення глибини видавлювання.

До наступного: натисніть одну з кнопок для вибору напрямку видавлювання. Метод «До наступного» недоступний при видавлюванні в збірках.

Для: Натисніть точку ескізу, робочу точку, вершину моделі, робочу площину або кінцеву обмежує площину.

Від і до: виберіть початкову і кінцеву обмежує площину. За замовчуванням видавлений елемент буде обмежений площиною, що знаходиться на максимальній відстані.

Обмеження в методах «До вибраного» і «Від і до»: параметр «Найпростіше рішення» дозволяє використовувати для обмеження найближчу площину.

Все: натисніть одну з кнопок для вибору напрямку, або для видавлювання рівномірно у всіх напрямках

Крок 6. Якщо видавлювання проводиться з звуженням або розширенням, введіть значення в поле «Кут конуса». У графічній області напрямок звуження/розширення відображається стрілкою. Натисніть «ОК». Проводиться видавлювання ескізу (рис.3.31).

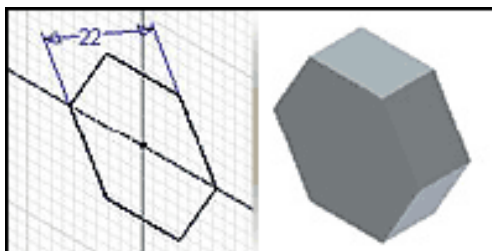


Рисунок 3.31 – Видавлювання ескізу

Елементи обертання

Інструмент «Обертання» на інструментальній панелі «Конструктивні

елементи» служить для створення елементів шляхом обертання одного або декількох ескізних профілів навколо осі. Обертається контур і вісь повинні бути компланарними. Якщо елемент обертання створюється першим в деталі, то він стає базовим.

Створити елемент обертання:

Крок 1. Спочатку необхідно створити ескіз, який представляє поперечний переріз майбутнього елемента. Ескіз повинен являти собою замкнутий контур (крім тих випадків, коли будується поверхня).

Крок 2.  Для відображення діалогового вікна «Обертання» виберіть інструмент «Обертання». Команда «Витискування» створює конструктивний елемент, надаючи обсяг замкненим або розімкненим контуру або області. Якщо контурів кілька, то натиснути кнопку «Ескіз» на вкладці «Форма» і вибрати потрібний контур. Як контурами можуть бути тільки непоглотені ескізи на активній площині побудов.

Крок 3. Натиснути кнопку «Вісь» і вказати вісь на активній площині побудов.

Крок 4. Натиснути кнопку «Об'єднання», «Віднімання», «Перетин» або «Поверхність». Результат використання методів «Поверхність», «Віднімання» і «Перетин» не може бути базовим елементом.

Крок 5. У групі «Обмеження» вибрати зі списку опцію «Повне коло» або «Кут».

Крок 6. Натиснути одну з кнопок зміни напрямку обертання. Обраний напрямок схематично зображується на моделі в графічній області (рис.3.32).

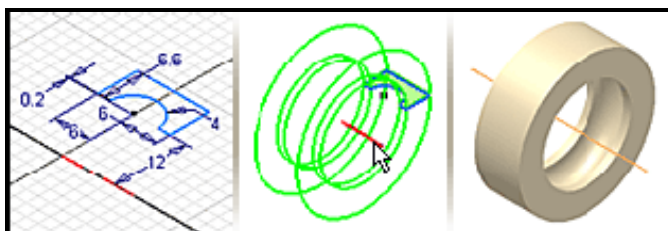


Рисунок 3.32 – Створити елемент обертання

Елементи зсуву

Використовуйте інструмент «Зрушення» на інструментальній панелі "Конструктивні елементи» для створення елемента за допомогою переміщення або зсуву одного або декількох ескізних профілів уздовж обраної траєкторії. Траєкторія може бути розімкнутою або замкнутою, але вона повинна перетинати площину контуру. Ескіз повинен являти собою замкнутий контур (крім тих випадків, коли створюється поверхню).

Існує три способи побудови поверхонь зсуву. Поверхня зсуву можна створити наступними способами:

- зрушення контуру по траєкторії;
- зрушення контуру по траєкторії і направляє. За допомогою направляючої контролюється масштаб і скручування контуру при зсуві;
- зрушення контуру по траєкторії і направляє. За допомогою направляючої контролюється масштаб і скручування контуру при зсуві.

Створити елемент зсуву по траєкторії:

Крок 1. Спочатку необхідно створити ескіз контуру і ескіз траєкторії в пересічних площинах.

Крок 2.  Виберіть інструмент «Зрушення». Якщо в ескізі є єдиний контур, то він виділяється автоматично. Якщо контурів кілька, то натиснути кнопку «Ескіз» і вибрати потрібний контур.

Крок 3. Виберіть «Траєкторія», а потім виберіть 3D ескіз або плоску траєкторію.

Крок 4. У списку «Тип» виберіть «Траєкторія».

Крок 5. Виберіть напрямок траєкторії:

- можна задати утримання контуру при зсуві в постійному положенні щодо траєкторії;
- можна вибрати положення контуру елемента зсуву паралельно вихідного контуру.

Крок 6. При необхідності введіть кут конуса. У графічному вікні напрямок звуження / розширення відображається за допомогою символу.

Крок 7. Виберіть тип взаємодії з іншими конструктивними елементами - «Об'єднання», «Віднімання», «Перетин». Деякі методи недоступні при створенні базового конструктивного елемента.

Крок 8. Виберіть «Тіло» або «Поверхність».

Крок 9. Натисніть «ОК». Елемент зсуву створений (рис. 3.33).

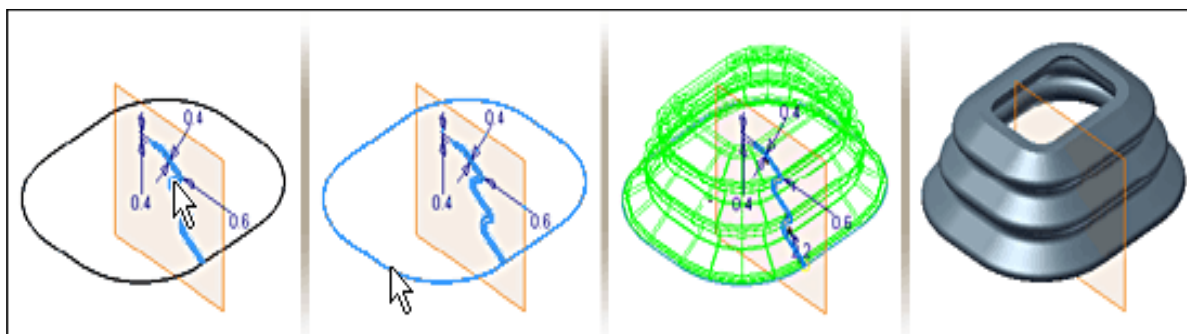


Рисунок 3.33 – Створення елемента зсуву

Елементи по перетинах

Використовуйте інструмент «По перетинах» інструментальної палітри «Конструктивні елементи» для побудови елемента з поверхнею, перехідною між декількома профілями (званими перетинами), які розташовані на різних робочих площинах або гранях деталі. Можна створити елемент по перетинах, а також елемент по перетинах з використанням напрямних (траєкторії) або осрової лінії. Можна також вибрати точку для одного або обох кінцевих перетинів елемента по перетинах.

Для використання наявної межі в якості початкового або кінцевого контуру слід створити ескіз на цій межі для того, щоб ребра грані були доступні для вибору в процесі побудови елемента по перетинах. Якщо зсув проводиться з звуженням або розширенням, введіть значення в поле «Кут конуса» на вкладці «Подробиці».

Створення елемента по перетинах або елемента по перетинах з використанням напрямних:

Крок 1. Спочатку необхідно створити ескізні контури, що представляють собою поперечні перетину елемента, в декількох площинах.

Крок 2.  Для відображення діалогового вікна «Побудова по перетинах» виберіть інструмент «По перетинах».

Крок 3. На вкладці «Криві» задати результат виконання команди - тіло або поверхня.

Крок 4. Послідовно вказати контури для елемента по перетинах, натискаючи на елемент «Додати» в списку «Перетини». Якщо вибираються кілька контурів в одній площині, вони повинні перетинатися. Якщо ескіз містить кілька петель, спочатку вибираємо ескіз, а потім усі його петлі і криві.

Крок 5. Крім того, можна натиснути кнопку «Напрямні», щоб вказати напрямні траєкторії, і додати 2D або 3D криві для управління формою. Напрямні (траєкторії) повинні перетинати перерізи (профілі). Після вибору направляючої опція стає недоступною.

Крок 6. Якщо необхідно, встановіть прапорець «Замкнутий контур» для об'єднання початкового і кінцевого контурів елемента по перетинах.

Крок 7. Вибрати тип взаємодії з іншими конструктивними елементами - «Об'єднання», «Віднімання» або «Перетин».

Крок 8. Список на вкладці «Умови» містить початковий і кінцевий контури. Для кожного з них необхідно вказати граничні умови:

Вільне положення - побудова без граничних умов. Це відповідає настройці за замовчуванням.

По дотичній - рекомендується вибирати для контурів, розташованих в окремих ескізах. Ці ескізи повинні бути По дотичній побудовані по контурам граней. Створити елемент по перетинах щодо суміжних граней.

Умова напрямку - вкажіть кут, що вимірюється щодо перетину або площині направляючої. Задайте значення кута і ваги для даної умови.

Умова згладжування (G2) - створення безперервної кривизни між суміжними гранями.

Крок 9. Прапорець «Автоматичне відображення» на вкладці «Перехід» встановлюється за умовчанням. При необхідності його можна зняти, змінивши потім. Пропоноване зіставлення точок контурів:

- натиснути на елемент списку, який потрібно змінити;
- відповідні даному елементу списку точки відображаються на екрані.

Вказати нове положення точки в графічній області, при цьому елемент списку отримує нове безрозмірне значення. Нуль відповідає початку лінії; одиниця відповідає кінцю лінії. Десяткові значення з цього інтервалу відповідають проміжним положенням точок.

Крок 10. Натиснути «ОК» для створення елемента по перетинах (рис. 3.34).



Рисунок 3.34 – Створити елемент по перетинах

Пружини

Інструмент «Пружина» на інструментальній панелі "Конструктивні елементи" використовується для створення елементів спірально-гвинтової форми. Команда дозволяє побудувати, наприклад, кручену пружину або різьбу. Пружина, створена першою серед всіх елементів, стає базовим елементом.

Створення пружини:

Крок 1. Спочатку будується ескіз, який представляє поперечний переріз майбутньої пружини. Потім за допомогою команд «Відрізок» або «Робоча вісь» створюється вісь симетрії пружини.

Крок 2.  Виберіть інструмент «Пружина». З'являється діалогове вікно «Пружина». Якщо в ескізі є єдиний контур, то він виділяється автоматично.

Крок 3. Якщо контурів кілька, то натиснути кнопку «Ескіз» і вибрати потрібний контур.

Крок 4. Натиснути кнопку «Вісь». Напрямок осі може бути будь-яким, але перетин осі і контуру не допускається.

Крок 5. Перейти на вкладку «Розміри», розкрити список «Спосіб завдання» і вибрати один з наступних способів:

- крок і число витків;
- число витків і довжина;
- крок і довжина;
- спіраль.

Ввести значення в полях «Крок», «Довжина», «Число витків» і «Кут конуса», в залежності від обраного способу. При способі завдання «Спіраль» поле «Кут конуса» недоступно.

Крок 6. Перейти на вкладку «Граничні умови» і встановити параметри побудови початку і кінця пружини:

Плоска - створення пружини, плоскою на одному або обох кінцях. Ввести значення в полях «Перехідна частина» і «Плоска частина» (до 360 градусів). Таким способом будується пружина, яка може вертикально стояти на плоскій поверхні.

Натуральна - кінці пружини не мають перехідної частини .

Ребра і стрижні жорсткості

Інструмент «Ребро жорсткості» використовується для побудови ребер жорсткості (замкнутих форм) і стрижнів жорсткості (відкритих форм). Попередньо слід за допомогою команд «Зумувати» і «Повернути» зробити грань, на якій повинно формуватися ребро жорсткості.

Завдання площині ескізу і створення геометрії ребра жорсткості:

Крок 1. Створити робочу площину для використання в якості площині побудов.

Крок 2. Натиснути кнопку «2D Ескіз» на панелі інструментів «Стандартні», потім вказати робочу площину або плоску грань, визначальну площину побудов.

Крок 3. Для встановлення виду ескізу в плані використовувати команду «Вид на об'єкт».

Крок 4. Командами палітри «2D Ескіз» створити розімкнутий контур, що визначає форму ребра жорсткості.

Створення ребра жорсткості:

Крок 1.  Виберіть інструмент «Ребро жорсткості» на інструментальній панелі "Конструктивні елементи" і вказати профіль, якщо він не був обраний автоматично.

Крок 2. Натиснути кнопку «Напрямок» для завдання напрямку побудови ребра жорсткості. Підвести курсор миші до розімкненим контуру. У графічній області з'являється стрілка, яка вказує напрямок продовження ребра жорсткості: або паралельно ескізної геометрії, або перпендикулярно.

Крок 3. Встановити або скинути прапорець «Подовжити контур». Якщо контур не перетинає деталь, то ця опція за замовчуванням включена. Це означає, що кінці профілю автоматично подовжуються до перетину з деталлю. Якщо необхідно, скинути прапорець для побудови ребра або стержня жорсткості заданої довжини, яка визначається профілем.

Крок 4. У полі «Товщина» введіть значення товщини ребра жорсткості. Натиснути одну з кнопок «Змінити напрямок» для завдання напрямку вимірювання товщини.

Крок 5. Натиснути одну з наступних кнопок групи «Обмеження» для завдання протяжності ребра жорсткості:

До наступного  - обмеження побудови наступної гранню деталі.

Задати явно  - введіть значення у поле для завдання глибини.

Крок 6. Додатково у вікні «Кут конуса» введіть значення кута конуса або нахилу. Для застосування значення кута конуса необхідно, щоб контур розташовувався перпендикулярно площині ескізу.

Крок 7. Натиснути «ОК» для створення ребра жорсткості (рис. 3.35).



Рисунок 3.35 – Створення ребра жорсткості

3.3 Типові конструктивні елементи

Розміщуються елементи в програмі Autodesk® Inventor™ - це елементи конструкцій машин і механізмів, що не вимагають наявності ескізу. Зазвичай при їх створенні потрібно задати тільки розташування і кілька розмірів. До стандартних розміщених елементів відносяться оболонки, сполучення, фаски, похилі грані, отвори і різьблення.

Далі наведені деякі з інструментів для роботи з типовими конструктивними елементами, розташовані на палітрі інструментів «Конструктивні елементи».

3.3.1 Отвори

Autodesk Inventor дозволяє створювати різні типи отворів:

- свердлення;
- цековка;
- зенківка;
- місце під ущільнення.

Можна задати глибину отвору, використовуючи один з трьох варіантів обмеження: «Відстань», «Наскрізь» і «До вибраного».

Параметр «Дно отвору» визначає, яким буде дно отвори – плоским або конічним.

Отвори можна також класифікувати наступним чином: простий отвір, прохідний отвір, отвір для гвинта або конусовий отвір для гвинта. Однак неможливо створити конусовий отвір для гвинта типу «Цековка».

При створенні нарізного отвору або конусного нарізного отвору дані про

різьбі зберігаються разом з даними про отвір, а різьблення відображаються, коли стає активним будь-який з ізометричних видів.

Створення отвори в деталі:

Крок 1. Відкрийте файл Upper_Plate.ipt у активному проекті «tutorial_files».

Крок 2. Викличте команду «Отвір» з палітри «Конструктивні елементи».

Крок 3. У діалоговому вікні «Отвори», в списку «Розміщення» виберіть пункт «Лінійний».

Крок 4. Натисніть кнопку «Грань», а потім в графічному вікні виберіть грань для розміщення отвору.

Крок 5. Для визначення параметрів «Ребро 1» і «Ребро 2» натисніть на відповідні ребра межі. Програма повідомляє про значеннях відстаней між ребрами і отвором. Подвійне клацання на розмірі дозволяє вносити зміни в положення отвору.

Крок 6. Виберіть перший тип отвору, «Звичайне» і введіть діаметр.

Крок 7. Зі списку «Обмеження» виберіть «Наскрізь».

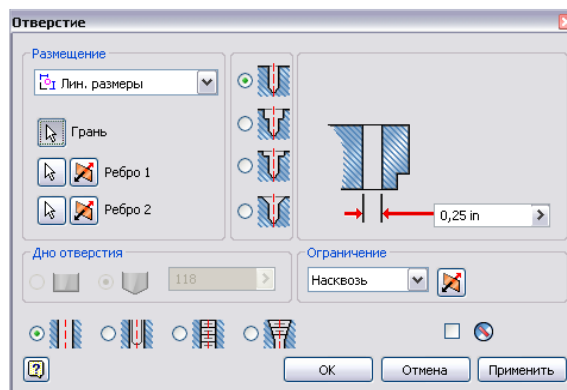


Рисунок 3. 36 – Створення отворів

Крок 8. Натисніть «ОК».

У обраної грані з'являється отвір із заданими параметрами. Закрийте файл без збереження змін в ньому, або збережіть файл під іншим ім'ям, щоб не пошкодити вихідні дані.

Можна задати глибину отвору, використовуючи один з трьох варіантів обмеження: «Відстань», «Наскрізь» і «До вибраного».

3.3.2 Сполучення

Для побудови сполучень або заокруглень на одному або декількох ребрах деталі, між двома гранями або наборами граней або між трьома суміжними гранями або наборами граней слід використовувати інструмент «Сполучення».

Внутрішні сполучення використовуються для згладжування внутрішніх ребер з додаванням матеріалу до деталі. Зовнішні сполучення згладжують зовнішні ребра; матеріал про зображення. Сполучення ребер можуть мати постійний або змінний радіус. За одну операцію можна побудувати сполучення ребер різних розмірів. При побудові сполучень ребер для суміжних граней можна застосувати наступні стани безперервності: дотична (G1) або згладжування (G2). Спочатку в діалоговому вікні задаються значення, потім на обраних ребрах створюються сполучення (рис. 3.37).

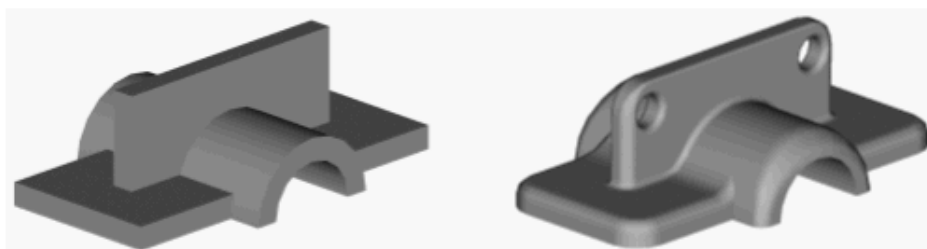


Рисунок 3.37 – Створення сполучень

Для сполучення декількох ребер можна використовувати режими «Все увігнуті» або «Все опуклі», як показано на малюнку 3.38.

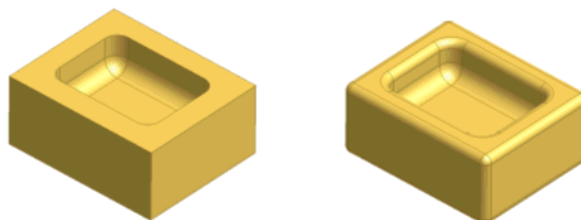


Рисунок 3.38- Режими сполучення «Все увігнуті» і «Все опуклі»

Можливі варіанти форми кута - «Сполучення» або «Обкатка кулькою» показані на рис. 3.39.

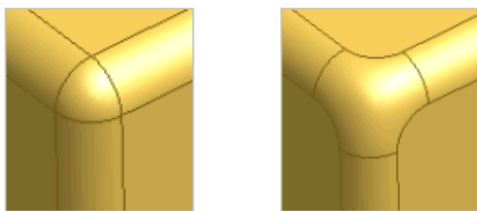


Рисунок 3.39- Варіанти форми кута

При створенні сполучень між ребрами зі змінним радіусом існує можливість вибору між лінійним і нелінійним переходом між радіусами. Вибір переходу залежить від конструктивних особливостей деталі, а також від того, який метод сполучення використаний на сусідніх елементах. Можна задати початкову і кінцеву точки обраного ребра і потім визначити відносні відстані від початкової точки і їх радіуси. Це полегшує створення сполучень і заокруглень між ребрами зі змінним радіусом.

Існує можливість моделювання сполучення більш ніж трьох ребер (рис. 3.40) Якщо необхідно, для кожного з сходяться ребер можуть задаватися різні радіуси.

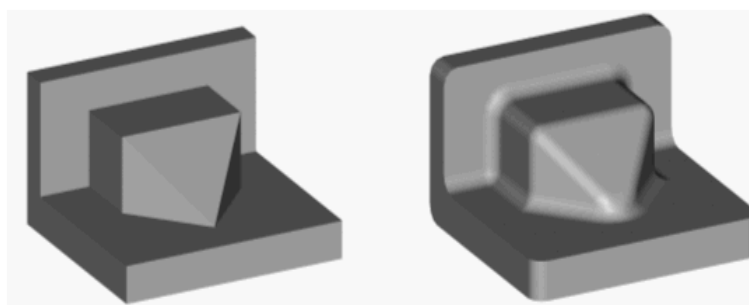


Рисунок 3.40 – Сполучення ребер

Клацання правою кнопкою миші на елементі в браузері і вибір команди «Показати розміри» дозволяє дізнатися радіус існуючого сполучення. Радіус з'єднання відображається прямо на деталі.

Для отримання додаткової інформації про побудову сполучення граней і повного кругового пару, виберіть «сполучення» в індексі довідки.

3.3.3 Фаски

Фаски аналогічні сполучень і відрізняються лише тим, що ребра що округлюються, а скошуються плоскими поверхнями. При створенні фаски на внутрішньому ребрі до моделі додається матеріал. При створенні фаски на зовнішньому ребрі матеріал видаляється з моделі.

Параметри фаски можна задати трьома способами (рис. 3.41):

- довжина;
- довжина і кут;
- дві довжини.

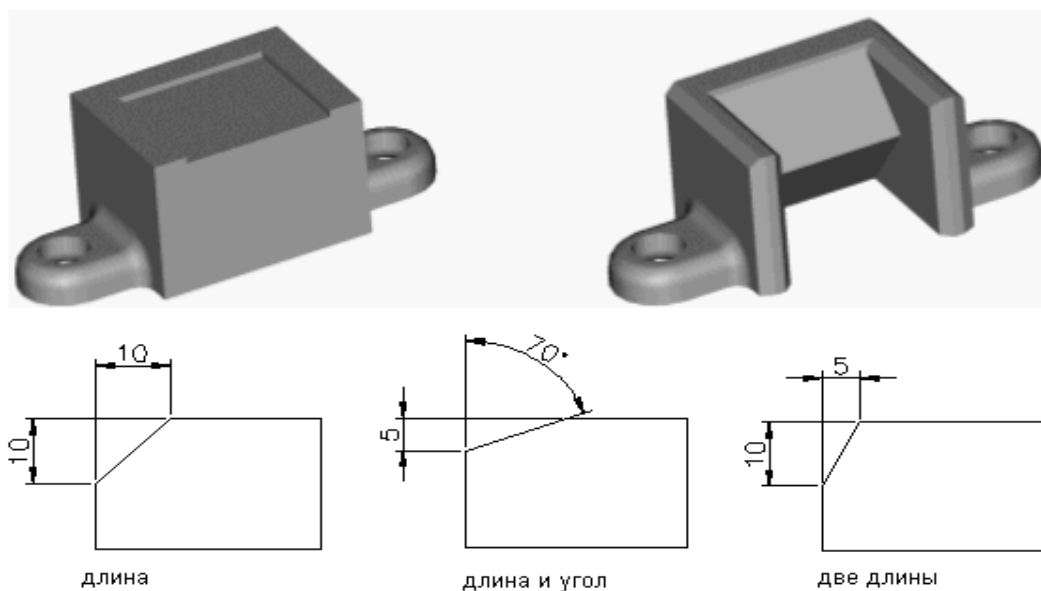


Рисунок 3.41 – Створення фаски

Фаска, побудована із завданням відстані, створює нову грань, лінії перетину якої з гранями, що сходяться в обраному ребрі, рівновіддалені від цього ребра. Фаска, побудована із завданням відстані і кута, встановлюється на вказаній відстані від ребра і під кутом до обраної грані. При завданні двох відстаней створюється грань, що відстоїть на різних відстанях від ребра.

3.3.4 Оболонка

Інструмент «Оболонка» використовується для створення в деталі порожнини із заданою товщиною стінки. Ця команда видаляє матеріал з деталі, зміщуючи існуючі межі і створюючи нові грані всередині, зовні або на обох сторонах деталі. За допомогою команди «Оболонка» можна створювати такі деталі, як кожух або корпус. У деталі може бути кілька оболонок.

Перш ніж створювати оболонку, потрібно визначити, які грані будуть видалені або зміщені, і задати товщину стінки кожної грані деталі.

Для побудови порожнистої тонкостінної оболонки шляхом видалення внутрішньої частини наявної деталі використовується команда «Оболонка» з палітри «Конструктивні елементи». За замовчуванням в Autodesk Inventor створюються оболонки з точно заданими розмірами. Якщо неможливо побудувати оболонку з точно заданими розмірами і включеною функцією апроксимації, буде зроблена спроба застосувати апроксимацію.

Для побудови оболонки необхідно створити конструктивний елемент, окрему деталь або деталь в збірці. Приклад створення оболонки (рис.3.42):

У деталі може бути кілька оболонок.

Крок 1. Створити звичайний паралелепіпед або куб.

Крок 2.  Після видавлювання ескізного профілю виберіть інструмент «Оболонка».

Крок 3. Вибрати одну або кілька граней, які будуть виключені, в графічному вікні.

Крок 4. У діалоговому вікні «Оболонка» натисніть одну з трьох кнопок, які задають напрямок відліку товщини стінок (зміщення) щодо граней оболонки («Всередині», «Зовні» або «В обидві сторони»).

Крок 5. Введіть значення товщини стінок.

Крок 6. Натисніть «ОК».

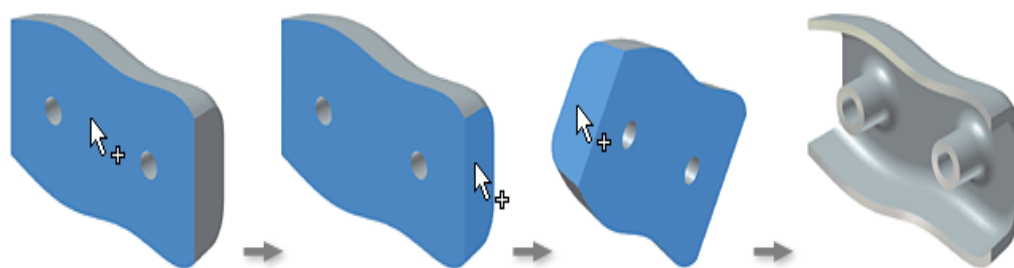


Рисунок 3.42 – Створення оболонки

3.3.5 Різьба

Інструмент «Різьблення» на інструментальній панелі "Конструктивні елементи" дозволяє створювати різні види різьблень. Для цього необхідно ввести параметри на вкладці «Положення», приклад показаний на рис.3.42.

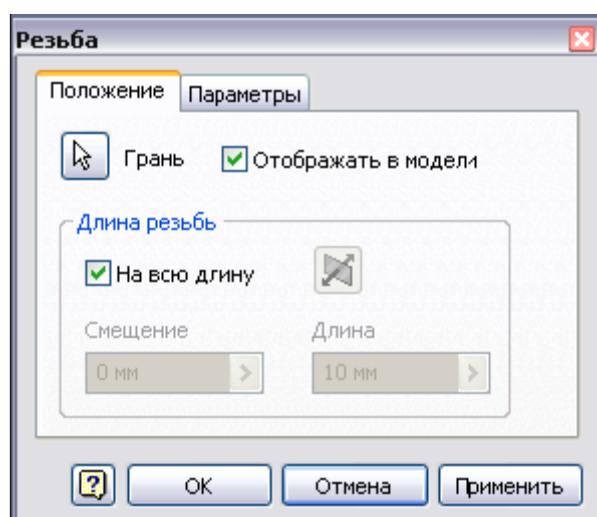


Рисунок 3.42 – Інструмент «Різьба»

Далі вибираємо розділити поверхню, як показано на рис. 3.43 нижче.

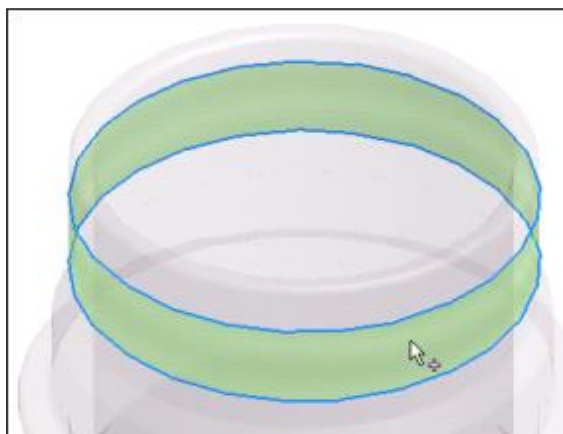


Рисунок 3.43 – Розділяємо поверхню деталі до якої застосовуватиметься інструмент «Різьба»

На моделі з'являється попереднє зображення різьби. Перейдіть на вкладку «Параметри» і при необхідності скорегуйте значення. Натисніть «ОК». На рис.3.44 зображена вийшла різьблення і вікно вкладки «Параметри».

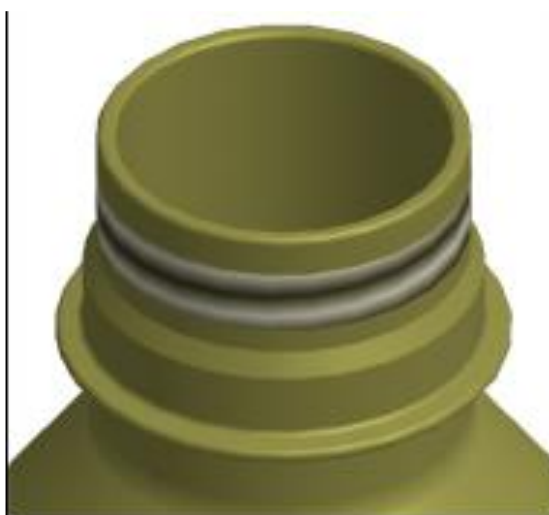
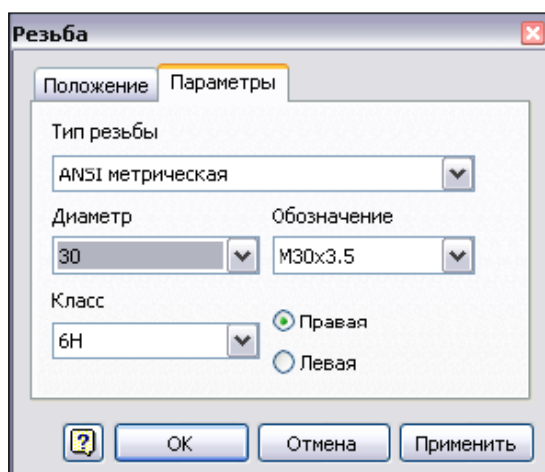


Рисунок 3.44 – Сформована різьба

3.4 Аналіз деталей

Дані аналізу твердотілих об'єктів і поверхонь використовуються для перевірки геометричної якості деталей перед випуском. Для окремої моделі можна зберегти кілька варіантів аналізу одного або різних типів. Аналіз одного і того ж набору поверхонь можна проводити різними способами.

Після застосування аналіз поміщається в папку «Аналіз», створену в браузері. Кожен зберігається аналіз поміщається в папку в браузері в порядку створення. У браузері відображаються ім'я та огляд активного аналізу разом з ім'ям папки аналізу. Наприклад, Аналіз: Зебра1 (Увімкнути).

Папку «Аналіз» в браузері можна використовувати для зміни відображення активного аналізу і створення нових аналізів. Відкрийте папку «Аналіз» для перегляду і управління іншими збереженими аналізами. Можна змінити активний аналіз, а також відредагувати, скопіювати або видалити будь-який збережений аналіз в списку.

Можна виконати наступні типи аналізу:

- зебра - аналіз цілісності виконується для визначення цілісності поверхні шляхом проектування паралельних ліній на деталь. Даний аналіз дозволяє побачити, як світло відбивається від поверхні і визначити області поверхні, які потребують поліпшення якості;

- ескіз - оцінка нахилу між деталлю і формою (із заданим напрямком виїмки) для визначення можливості виробництва збірки литтям. Розфарбування моделі після аналізу показує зміна кута нахилу граней;

- кривизна - візуальний аналіз кривизни і гладкості граней, поверхонь, ескізних кривих і країв деталі;

- кривизна Гауса - визначаються області, що відрізняються високою або низьким ступенем кривизни поверхні, шляхом відображення градієнтів на поверхнях деталей. Відображення градієнта - це візуальне уявлення кривизни поверхні, яке створюється на основі обчислень, які виконуються в ході аналізу кривизни Гауса.

Поперечний переріз - аналіз забезпечує основний графічний вигляд однієї деталі секції або знайти детальну інформацію та відповідне графічне представлення декількох внутрішніх секцій твердотільних деталей. Визначається також, чи відповідає деталь мінімальної і максимальної товщині перегородки.

Огляд робочого процесу: створення і використання аналізів:

Крок 1. Відкрити файл деталі або двічі натиснути на деталі в збірці.

Крок 2. Виберіть «Сервіс» ➤ «Аналіз» або натисніть стрілку інструменту «Видимість даних аналізу» і виберіть тип аналізу, який буде створений.

Крок 3. У діалоговому вікні налаштувань аналізу налаштуйте необхідні параметри аналізу.

Крок 4. Застосуйте аналіз.

Крок 5. У міру необхідності змініть видимість активного аналізу.

Крок 6. Використовуйте браузер моделі для редагування, копіювання, видалення і перейменування збереженого аналізу.

Крок 7. Можна також створити додаткові аналізи для обраних моделей і при необхідності перемикатися між ними.

3.5 Формування креслень

Після того, як модель створена, можна створити креслення, щоб задокументувати проект. На одному або декількох аркушах креслення розміщуються види моделі. Потім, щоб задокументувати модель, на креслення наносяться розміри і інші анотації.

На будь-якому вигляді можна змінити вирівнювання, мітку, стиль ліній, масштаб і відображаються розміри. Змінюючи параметричні розміри моделі у файлі креслення, можна також відредагувати деталь, якщо при установці програми Autodesk Inventor заданий відповідний параметр. Встановіть

параметр, який дозволяє зміна моделі при зміні розмірів на кресленні. Аналогічно файл креслення автоматично оновлюється при збереженні змін в моделі.

Autodesk Inventor поставляється зі стандартними шаблонами креслень. Файли шаблонів мають таке ж розширення, що і файли креслень (.idw, .dwg). У Autodesk Inventor файли шаблонів зберігаються в папці Autodesk \ Inventor (номер версії) \ Templates. Можна створювати власні шаблони з необхідними характеристиками і зберігати їх в папці Templates.

На рис. 3.45 зображений приклад креслення.

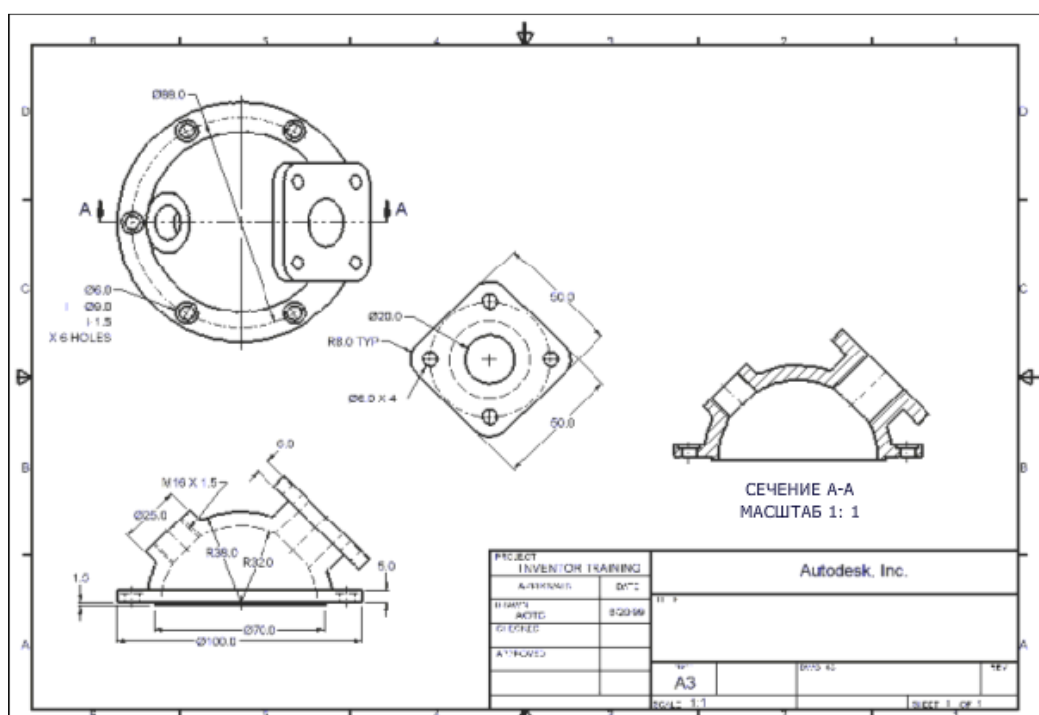


Рисунок 3.45 – Приклад креслення

Для створення креслення використовується шаблон.

Створення креслення:

Крок 1. Натиснути кнопку «Створити» на стандартній панелі інструментів. Вибрати шаблон креслення на вкладках «За замовчуванням», «Британські» або «Метричні». Стандарти оформлення, використовувати стандартну визначаються відповідно до настройками при установці Autodesk Inventor. У кресленні відразу з'являється лист з рамкою і основним написом. На

вкладках «Британські» і «Метричні» можна вибрати шаблон іншого стандарту з відповідними одиницями.

Крок 2. Викликати команду «Головний вид» з палітри «Види креслення».

Крок 3. У діалоговому вікні «Вид креслення» натисніть кнопку «Огляд» поруч з полем «Файл» для пошуку деталі або збірки. Якщо модель вже відкрита, вона використовується в якості джерела видів за замовчуванням.

Крок 4. Залишити запропоновані за замовчуванням масштаб, мітку та інші настройки. У місці розташування курсору з'являється зразок виду. Натиснути кнопкою миші на аркуші креслення для розміщення виду і закриття діалогового вікна. Якщо необхідно, натиснути на пунктирною кордоні виду і перетягнути його в іншу позицію.

У Autodesk Inventor підтримуються зв'язки між компонентами і кресленнями, тому креслення можна створити в будь-який момент в процесі створення компонента. За замовчуванням креслення автоматично оновлюється при редагуванні компонентів і завжди відображає поточний стан моделі. Однак рекомендується створювати креслення безпосередньо перед завершенням проектування компонента. Відредагуйте виносні елементи на кресленні (додайте або змініть розміри або види, змініть положення приміток і позначень номерів позицій), щоб відобразити дані редакцій.

Іноді буває ефективніше починати конструювання з двовимірного креслення (тобто створити малюнок на аркуші або ескізний вид), а не з тривимірної моделі. За допомогою Autodesk Inventor можна створити 2D параметричні види креслення, які можна також використовувати як ескізи для 3D моделювання.

За допомогою відповідної команди файли в форматі DWG (.dwg), створені в програмному забезпеченні AutoCAD, можна відкривати для перегляду, друку і вимірювання їх вмісту безпосередньо в програмі Autodesk Inventor. Об'єкти AutoCAD залишаються, зберігають свої характеристики в програмі Autodesk Inventor та відображаються в програмному забезпеченні AutoCAD. Крім того, для всіх даних AutoCAD можна виконувати операції

копіювання і вставки. Можна відкрити файл AutoCAD DWG в програмі Autodesk Inventor, потім скопіювати і вставити об'єкти AutoCAD в будь-який ескіз Autodesk Inventor.

3.5.1 Редагування розмірів моделі на кресленнях

Існує можливість редагувати деталі і складання, змінюючи розміри моделі на кресленні. Двостороння асоціативність між моделями та кресленнями дозволяє бути впевненим в тому, що в робочу документацію включена інформація про самих останніх версіях компонентів збірки.

Перегляд і редагування розмірів моделі на кресленні проводиться за допомогою команди «Вилучити розміри» інструментальної палітри «Пояснювальні елементи». Autodesk Inventor оновить всі екземпляри деталі для відображення змін. При зміні деталі в середовищі креслення слід перевірити всі збірки, в яких використовується деталь, щоб переконатися у відсутності небажаних перетинів.

3.5.2 Стили форматкування креслень

Для форматкування об'єктів в документах Autodesk Inventor використовуються стилі. Стили збірки і деталі визначають колір, освітлення і матеріали. Стили креслення визначають зовнішній вигляд розмірів, таблиць отворів, спрощених розмірів отворів, тексту, списків деталей, таблиць, номерів позицій і інших пояснювальних атрибутів.

Стандарт оформлення задається при установці програми Autodesk Inventor. Для кожного стандарту оформлення визначено набір стилів, використовуваних за замовчуванням, яких достатньо для початку роботи. При необхідності стилі можна додавати і редагувати.

Всі стилі, пов'язані зі стандартом оформлення, зберігаються в бібліотеці стилів. Можна налаштувати бібліотеку стилів і пов'язати її з файлом проекту (.ipj). Після цього для форматкування всіх файлів, доданих в проект,

використовуються однакові стилі. Якщо при роботі над проектами використовуються бібліотеки стилів, необхідно забезпечити загальний доступ до стилів для розробників. Документи форматуються однаково, тому при оновленні не виникає проблем. При оновленні головного визначення стилю в бібліотеці оновлюється формат всіх документів, що використовують бібліотеку стилів.

Зазвичай, якщо стиль створений або відредагований в документі, він поширюється тільки на поточний документ. При необхідності включення стилю в бібліотеку стилів виберіть «Формат» ➤ «Зберігати стилі в бібліотеці». При цьому вихідний стиль замінюється новою версією. Слід дотримуватися обережності, оскільки це може вплинути на інші документи, що використовують бібліотеку стилів, в яких для форматування використовується даний стиль.

У кожному стандарті оформлення є повний набір стилів. Перед створенням видів моделі рекомендується переглянути доступні стилі, щоб ознайомитися з можливими варіантами форматування. При необхідності можна змінити значення і зберегти стилі в бібліотеці.

Всі настройки форматування стилів управляються Редактором стилів і стандартів. Стилi можна переглядати, створивши або відкривши документ.

Перевірка наявних стилів для стандарту оформлення:

Крок 1. Відкрийте файл .idw і виберіть «Формат» ➤ «Редактор стилів і стандартів» (рис.3.46).

Крок 2. У правому верхньому куті вікна редактора стилів і стандартів відкрийте список фільтрів стилів і виберіть «Всі стилі».

Крок 3. На лівій панелі діалогового вікна редактора стилів і стандартів перевірте список об'єктів, доданих в стиль.

Крок 4. Розгорніть елемент «Стандарт». Відобразяться всі стандартні стилі. Натисніть на назві стилю, щоб відобразити вікно стандарту.

Крок 5. У вікні стандарту перевірте параметри і значення, пов'язані зі стандартним стилем.

Крок 6. На лівій панелі розгорніть елемент «Розмір» і виберіть розмірний стиль. Параметри розмірного стилю знаходяться на семи вкладках. Перейдіть, наприклад, на вкладку «Відображення» для перегляду вистави розмірів в графічному вікні і на аркуші креслення.

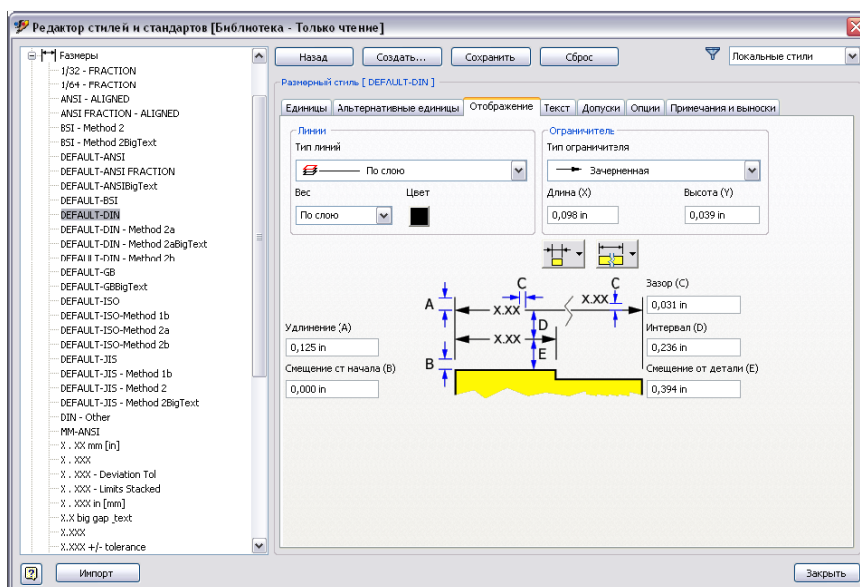


Рисунок 3.46 - Редактор стилів і стандартів

3.5.3 Типові характеристики і шари

При використанні стилю об'єктів за замовчуванням для всіх об'єктів, створених на кресленні, призначається один стиль. У ньому вказується тип об'єктів, вихідний стиль і пов'язаний шар. На стиль об'єктів за замовчуванням посилається стандартний стиль.

Для настройки стилю об'єктів за замовчуванням, а також шару, на якому знаходяться ці об'єкти, слід використовувати список типів об'єктів за замовчуванням.

Наприклад, для позначень номерів позицій можна змінити шар за замовчуванням - замість шару "Позначення" вказати «Розмір». Всі позначення номерів позицій, створені раніше на шарі за замовчуванням, будуть перенесені

на шар «Розмір». Нові позначення номерів позицій також будуть розміщуватися на шарі «Розмір».

Шари можна використовувати як засіб згрупування, як в AutoCAD. Для впорядкування вмісту стовпця в таблиці слід натиснути на його заголовок. Наприклад, всі об'єкти шару "Позначення" об'єднуються в групу, щоб можна було оцінити, для яких об'єктів потрібна зміна. Приклад вікна редактора наведено на рис.3.47.

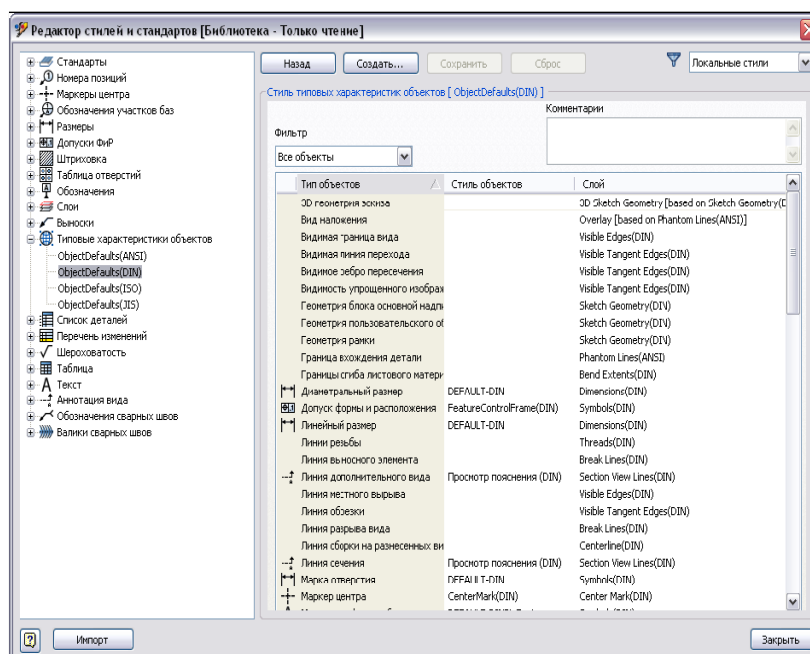


Рисунок 3.47 – Редактор стилів і стандартів

3.5.4 Створення креслення

Розглянемо приклад створення головного виду і кількох ортогональних проєкцій.

Створення базового виду:

Крок 1. Відкрийте файл baseview-2.idw в активному проєкті «tutorial_files». Файл креслення містить один лист з рамкою і основним написом.

Крок 2. На інструментальній панелі "Види креслення" виберіть інструмент «Базовий вид». Відкривається діалогове вікно «Вид креслення».

Крок 3. Натисніть кнопку «Огляд» і двічі натисніть на <t> імені файлу basevsource.ipt, який буде використовуватися для створення вигляду (рис. 3.48).

Крок 4. У списку видів (область вікна «Напрямок») повинен бути обраний вид спереду. Встановіть масштаб, рівний 1.

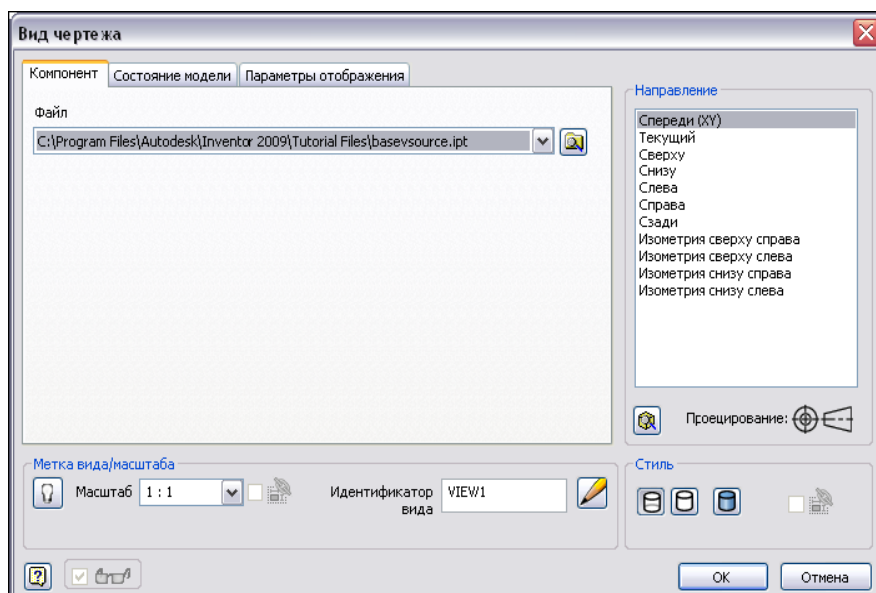


Рисунок 3.48 – Вибір компонента для створення креслення

Крок 5. Перейдіть на вкладку «Параметри відображення» і переконайтеся, що прапорець «Усі розміри моделі» не встановлено (рис.3.49).

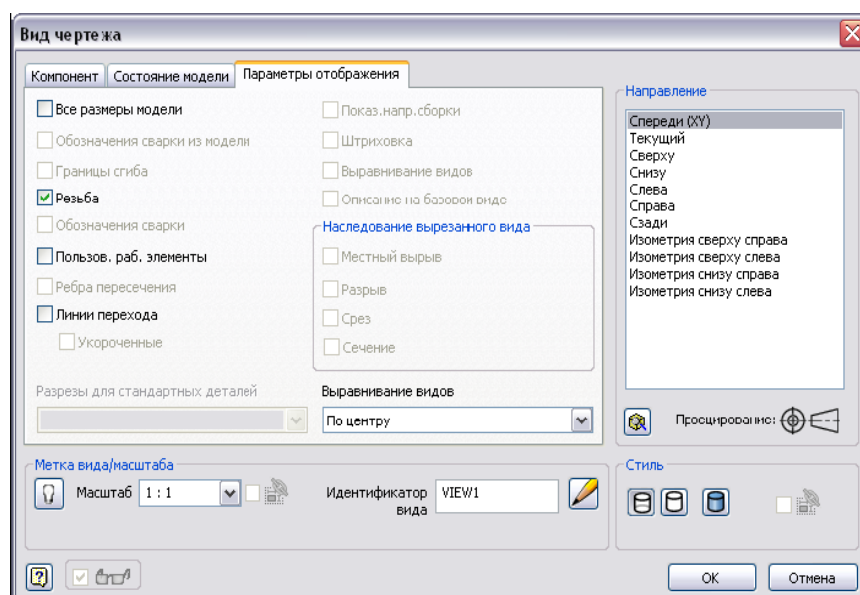


Рисунок 3.49 – Вкладка «Параметри відображення»

Крок 6. Розташуйте вид в лівий нижній кут листа в зону В7. Натисніть кнопкою миші для переміщення виду на лист (рис.3.50).

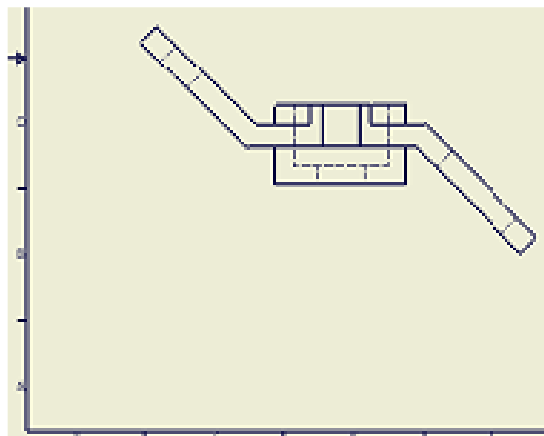


Рисунок 3.50 – Створення виду на кресленні

Крок 7. Викличте команду «Проекційний вигляд» з інструментальної палітри. Клацанням миші виберіть головний вид, потім помістіть курсор вертикально над головним видом. Встановіть вид зверху в зоні листа Е6.

Крок 8. Помістіть курсор правіше головного виду. Встановіть вид збоку в зоні листа С2.

Крок 9. Натисніть правою кнопкою миші і виберіть «Створити» з контекстного меню. Тепер створимо ізометричний вигляд.

Крок 10. Викличте команду «Проекційний вигляд» з інструментальної палітри. Клацанням миші виберіть головний вид, потім помістіть курсор над видом справа. Додайте ізометричний вигляд в зоні листа Е3.

Крок 11. Натисніть правою кнопкою миші і виберіть «Створити» з контекстного меню.

Нижче наведено зображення отриманого креслення (рис.3.51).

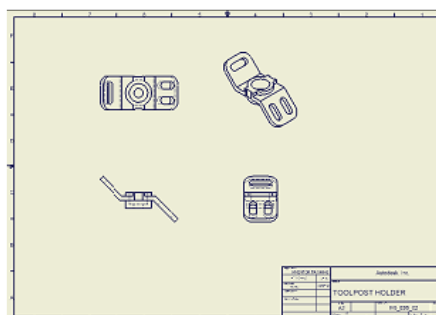


Рисунок 3.51 - Креслення

Autodesk Inventor дозволяє створювати повні, місцеві, винесені і накладені перерізи на основі базового виду. Штрихування, лінія розрізу і мітка наносяться автоматично. За допомогою команди створення розрізу можна також провести лінію перетину для створення додаткового або місцевого виду. За замовчуванням розріз вирівнюється зі своїм вихідним видом. Щоб розташувати лінію розрізу без вирівнювання, при розміщенні перетину натисніть і утримуйте клавішу CTRL.

Лінії перетину на головному вигляді автоматично переорієнтуються для відображення положення розрізу щодо головного виду. Їх напрямок змінюється при перетягуванні і редагуванні виду.

Лінію перетину можна відображати у вигляді сегментів, відключивши опцію «Показувати лінію повністю» в контекстному меню. Мітку розрізу можна змінити в будь-який час, клацнувши перетин правою кнопкою миші і вибравши пункт «Редагувати вид» з контекстного меню.

Autodesk Inventor дозволяє створювати додаткові види. Додатковий вид проектується і вирівнюється за обраним ребру або відрізку початкового вигляду. Це ребро або відрізок визначає напрямок проекції. Додаткові види маркуються, а лінія проекції відображається на початковому вигляді.

Команда «Додатковий вид» використовується для створення видів, вирівняних щодо не ортогональної геометрії вихідного виду. Після вибору базового виду з'являється діалогове вікно «Додатковий вид», в якому можна задати мітку виду, масштаб і параметри відображення. Додаткові види корисні для подання конструктивних елементів, орієнтованих в деталях і збірках по похилій площині.

У Autodesk Inventor можна створювати виносні елементи, на яких в збільшеному масштабі відображаються обрані області виду креслення. Виносної елемент не вирівнюється щодо базового виду.

За замовчуванням масштаб виносного елемента дорівнює 2:1, але його можна змінити на будь-який інший. Autodesk Inventor маркує внесений елемент і область початкового вигляду, з якої він отриманий. Вихідний фрагмент

виносного елемента може мати форму кола або прямокутника.

Команда «Виносний елемент» використовується для створення виносного елемента на основі заданої області виду. Для отримання виносного елемента потрібно окреслити область виду і розмістити отриманий вид. Після вибору базового виду відкривається діалогове вікно «Виносний елемент», в якому можна встановити мітку, масштаб і параметри відображення вигляду.

Центральна точка фрагмента задає позицію збільшується області, а межа фрагмента - її протяжність. Для створення виносного елемента потрібно натиснути правою кнопкою миші, вибрати форму вихідного фрагмента і визначити його розташування, а потім вказати точку, в яку буде поміщений внесений елемент.

3.5.5 Нанесення розмірів на кресленні

При роботі з кресленням використовуються два типи розмірів: розміри моделі і розміри креслення.

Розміри моделі

Розміри моделі визначають величину елементів. При зміні розміру моделі на кресленні вихідний компонент змінюється так, щоб відповідати новим розміром. Розміри моделі також називаються двонаправленими або довідковими розмірами.

Відобразити на вигляді можна тільки ті розміри моделі, які паралельні площині цього виду. Якщо при установці Autodesk Inventor був встановлений параметр «Дозволити редагування деталей з креслень», то розміри моделі можна редагувати, і вихідні компоненти також будуть оновлені. Команда «Витягнути розміри» використовується для відображення розмірів моделі. Вибравши розмір для вилучення, необхідно натиснути правою клавішею миші на цьому розмірі для редагування або видалення. Для уточнення позицій розмірів їх можна перетягувати. Вибір контактів для відображення розмірів

моделі здійснюється при створенні виду.

Зазвичай розміри моделі відображаються на першому, або головному, вигляді. На наступних проекційних видах вказуються тільки ті розміри, які не можуть бути видні на головному вигляді. При необхідності перенесення розміру моделі з одного виду на інший натисніть правою кнопкою миші розмір на першому виді і виберіть «Перемістити». Натисніть другий вид, щоб перемістити розмір. Альтернативний спосіб - нанести на другий вид розмір креслення.

З креслення рекомендується вносити тільки дрібні зміни в окремі розміри. Якщо потрібно внести значні зміни або відредагувати розміри, на які посилаються інші розміри, потрібно відкрити файл деталі і провести редагування ескізів і / або конструктивних елементів в ньому.

Щоб не піддавати стандартні деталі небажаних змін, можна заборонити редагування з креслення параметричних розмірів файлів деталей, помічених тільки для читання. Зміна розмірів деталі, яка кілька разів входить в дану збірку або в різні збірки, впливає на всі її входження. Перевірте інші збірки, щоб переконатися, що зміни розміру не призводять до перетину компонентів.

Розміри креслення

Розміри креслення володіють односпрямованим дією. При модифікації деталі розміри креслення змінюються. Однак зміна розміру креслення не впливає на розмір деталі, якщо при установці Autodesk Inventor не вказано протилежне. Як правило, розміри креслення використовуються в документах тільки в довідкових цілях.

Розміщення розмірів на кресленні проводиться так само, як і на ескізі. Лінійні, кутові розміри, а також радіуси і діаметри наносяться при виборі точок, відрізків, дуг, кіл і еліпсів і подальшій установці розмірної лінії. Наносяться розміри зв'язуються залежностями з елементами креслення. Autodesk Inventor відображає біля курсору символ, що позначає поточний тип розміру. Розміри можуть встановлюватися на фіксованій відстані від об'єкта; про досягнення

лінією цієї відстані можна судити по її «Залипанню».

Зміна розмірів

Зовнішній вигляд розмірів на кресленнях визначається стилями розмірів. При застосуванні для розміру стилю, він приймає характеристики, задані для стилю. При використанні розмірного стилю текстовий стиль застосовується в якості субстилю для форматування тексту розміру. Альтернативні одиниці, кращий стиль відображення, допуски, винесення (посилаються на стиль виноска) і текст також вказуються в розмірному стилі. Клацання правою кнопкою миші на наявному розмірі відкриває контекстне меню розміру. З його допомогою можна змінити:

- розташування стрілок, їх вид і режим створення виноска;
- точність;
- відкрийте діалогове вікно редагування розмірів для зміни тексту розмірів, точності і допуску. Вкажіть розмір як перевірки і задайте його зовнішній вигляд або змініть значення моделі;
- у діалоговому вікні «Форматування тексту» можна додавати і змінювати параметри, а також змінювати такі атрибути тексту, як вирівнювання рядків, становище, шрифт, інтервал і т.п.;
- приховування розмірного числа або виносної лінії;
- редагування першої і другої стрілок;
- створення нового або редагування існуючого розмірного стилю.

4 СТВОРЕННЯ ДЕТАЛІ

Autodesk Inventor надає великі можливості для проектування виробів, в тому числі таких, до дизайну яких пред'являються підвищені вимоги, наприклад, корпуси мобільних телефонів та побутової техніки.

В даному прикладі мною створена модель несучої конструкції РЕА. Зовнішній вигляд моделі наведено на рис. 4.1.

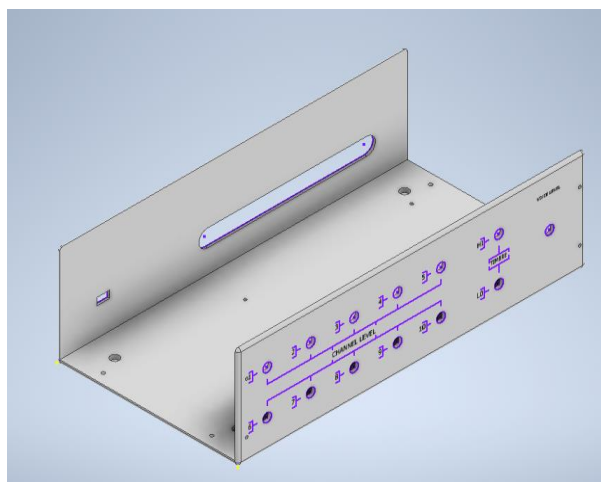


Рисунок 4.1 – Частина несучої конструкції РЕА

Креслення наведено на рис. 4.2 – 4.6.

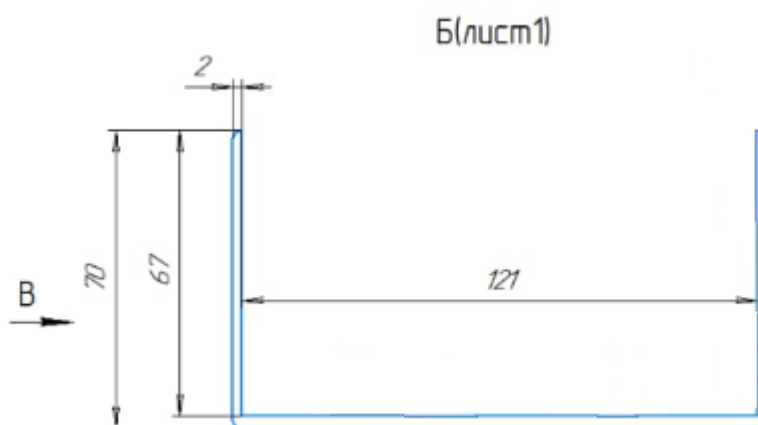


Рисунок 4.2- Креслення деталі (вид з переду)

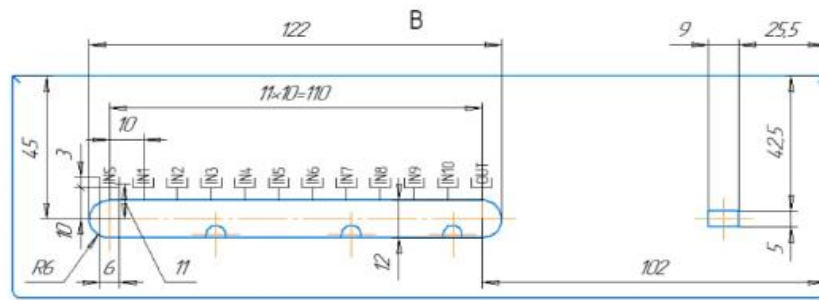


Рисунок 4.3- Креслення деталі (вид зліва)

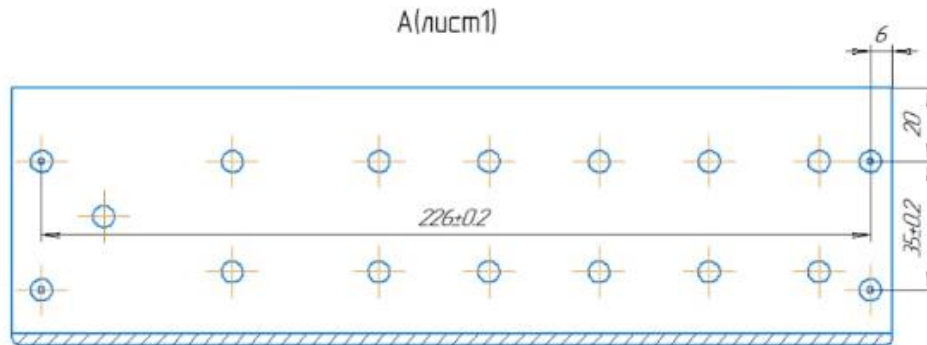


Рисунок 4.4- Креслення деталі (вид у розрізі)

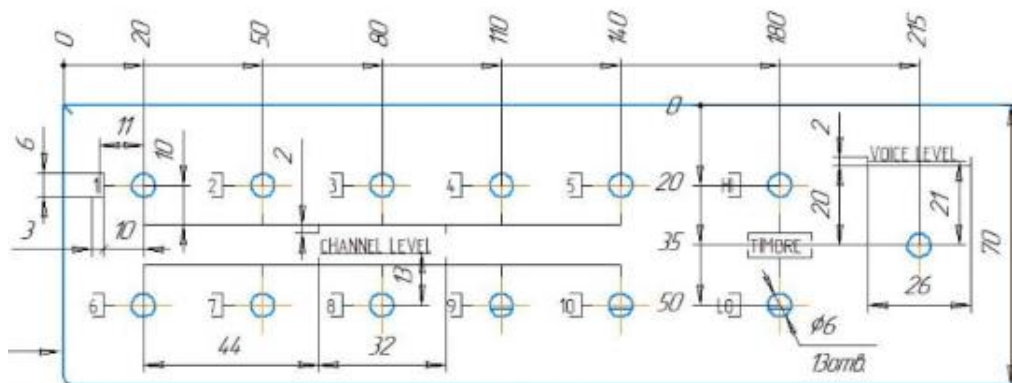


Рисунок 4.5- Креслення деталі (вид зправа)

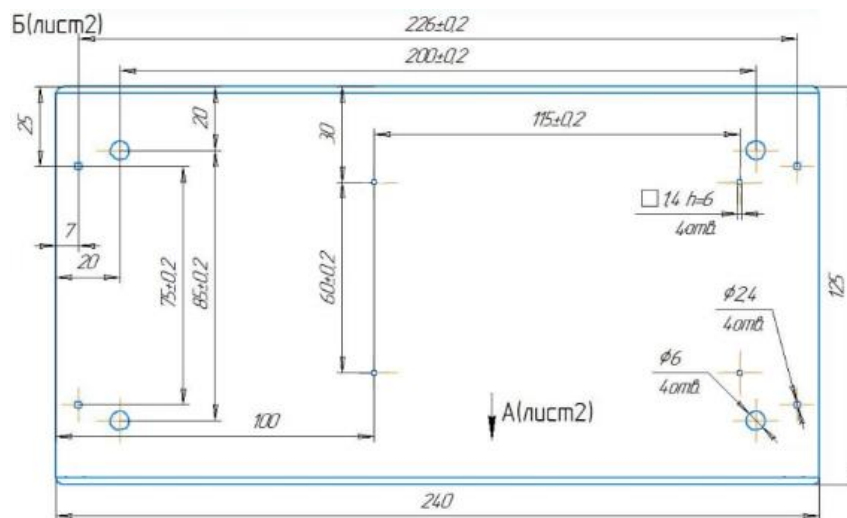


Рисунок 4.6- Креслення деталі (вид зверху)

Крок 1. Створюємо файл деталі (рис. 4.7).

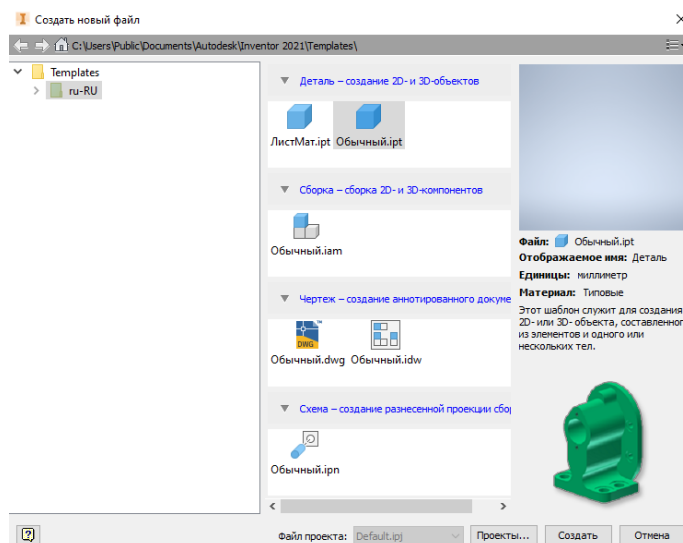
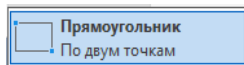


Рисунок 4.7 – Створення файлу деталі

Для того, що б створити елемент несучої конструкції потрібно буде створити 4 ескізи. При створенні нового файлу деталі автоматично активізується середу редагування ескізів. Ескіз за замовчуванням розташовується на площині XY.

Крок 2. Перший ескіз буде містити прямокутник. Створюємо прямокутник за допомогою інструменту .

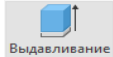
Далі потрібно задати геометричні і розмірні залежності, щоб отримати повністю певний ескіз. У повністю певному ескізі у об'єктів відсутні ступені свободи, тобто однозначно задані розміри і положення всіх об'єктів в просторі щодо точки Центр.

Створення повністю певних ескізів дозволяє уникнути помилок при зміні моделі, хоча і не є обов'язковим з точки зору можливості функціонування системи.

Спочатку визначимо положення прямокутника щодо точки Центр. В даному випадку зручно, щоб Центр знаходився на одному з кутів прямокутника. З відси виходить що перший наш ескіз це звичайний прямокутник без додаткових елементів.

Крок 3. Створюємо залежність «Поеднання» між точкою Центр та кутом прямокутника. Накладаємо залежність «Рівність» та «Паралельність» спочатку на верхню та нижню сторони прямокутника, а потім те саме із правою та лівою сторонами. Виходимо з ескізної середовища

Таким чином, у нас вийшов певний ескіз, при спробі перемістити будь-яку точку або об'єкт в цьому ескізі вони залишаються на своїх місцях, тобто не мають ступенів свободи.

Крок 4. Наступним кроком за допомогою кнопки  надаємо прямокутнику фізичне тіло (рис.4.8). Для того щоб «платформа» мала такі параметри які необхідні, потрібно задати напрямок у який буде напрямлена поверхня, відстань на яку необхідно зробити деталь, а також вибрати як само буде виконуватись операція «Соединение», «Вырез» або «Пересечение». У даному випадку обираємо «Соединение».

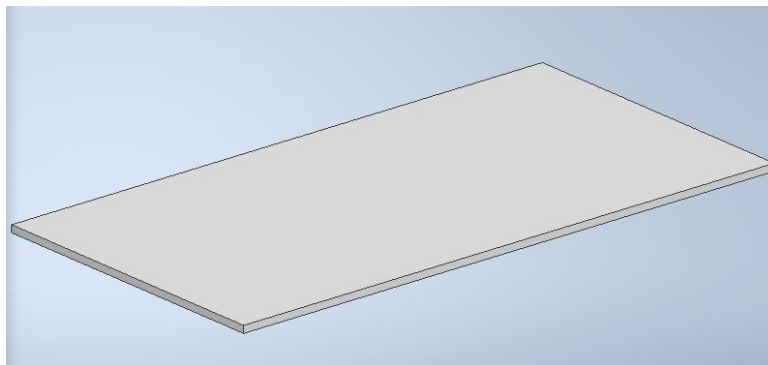


Рисунок 4.8 – Основа деталі

Крок 5. На отриманій площині створюємо другий ескіз (рис. 4.9). Для другого ескізу потрібні 2 прямокутники та загальним складом 12 кіл. Прямокутники робимо так саме як створювали на кроці 2. Кола робимо за допомогою інструмента . Встановлюємо перші 4 кола розміром 6 мм. та 8 допоміжних кіл розміром 2,4 мм., проставляємо розміри. Виходимо із меню ескізу.

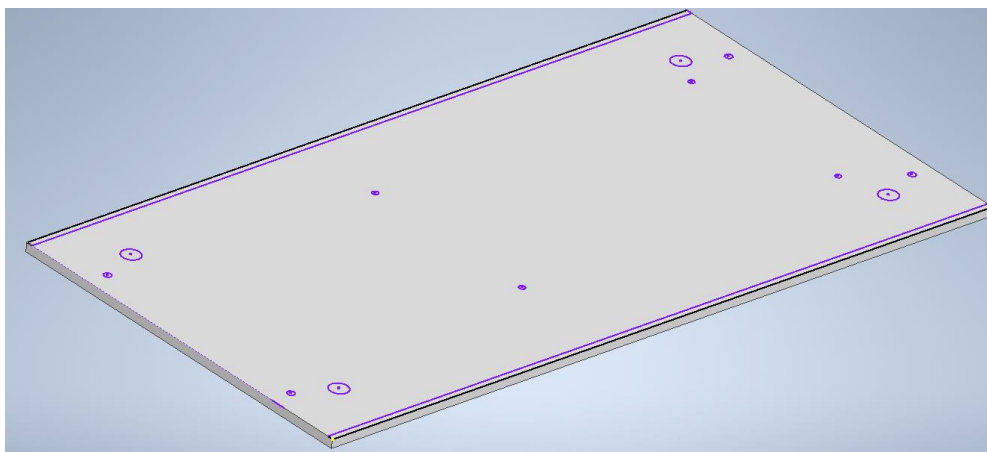
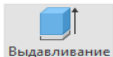
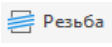


Рисунок 4.9– Створення ескізу на основі деталі

Крок 6. Спершу створюємо за допомогою інструменту  стінки корпусу (на яких будуть розміщуватись інші ескізи й отвори для індикаторів). Виділяємо два прямокутника, включаємо функцію, задаємо потрібні параметри та обираємо функцію «Соединение». Далі обираємо усі кола та тим же самим інструментом робимо вирізи але в даному випадку обираємо функцію «Вырез». Останнім що залишається зробити різбу на чотирьох отворах для інших деталей. За допомогою функції  вірізаємо на отворах різбу (але нажаль вона занадто мала для того щоб її було видно на рисунку нижче) (рис. 4.10).

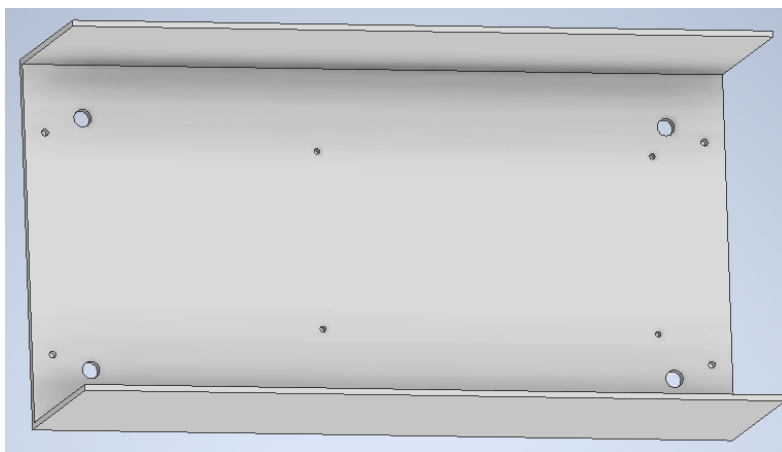
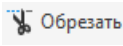


Рисунок 4.10– Створення несучої конструкції

Крок 7. Наступним кроком на одній із стінок робимо новий ескіз. Створюємо про вже вивченій методиці прямокутник та доповнюємо його залежностями та параметрами. Також потрібно зробити складну фігуру у вигляді «палички для морозива», для цього ми зображуємо 2 кола на крайніх

точках і з'єднуємо їх зверху та знизу, після чого за допомогою інструменту  відрізаємо 2 дуги які заважають. Перевіряємо що всі параметри задані правильно і усі залежності працюють. Додавляємо надписи і завершуємо ескіз (рис. 4.11).

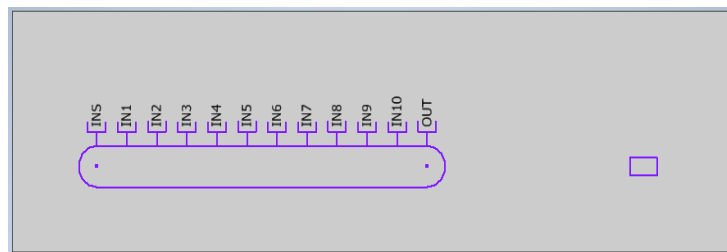


Рисунок 4.11– Створення третього ескізу

Крок 8. Робимо вирізи як робили у кроці 6 (рис. 4.12). Також потрібно зробити ескіз видимим у контекстному меню ескізу (рис. 4.13) для того щоб усі надписи були видимі.

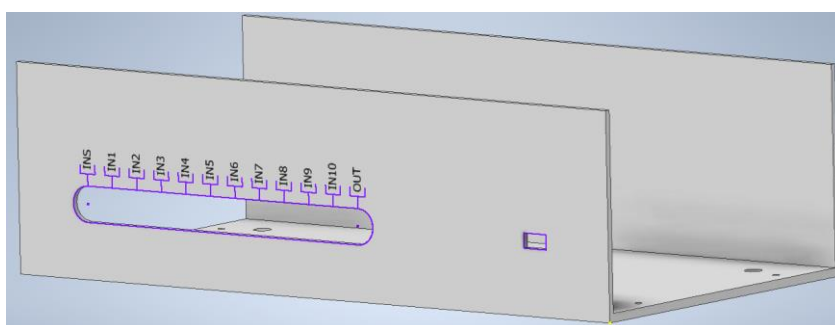


Рисунок 4.12– Створення отворів

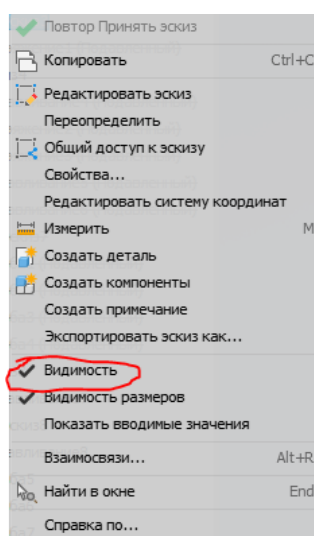


Рисунок 4.13– Контекстне меню ескізу

Крок 9. Тепер до майже закінченого корпусу можна додати за допомогою інструмента  більш складну форму (рис. 4.14) для естетичності та зручності у подальшому використанні. Обираємо необхідні ребра, контур або елемент та встановлюємо розмір який нам потрібен у даній функції.

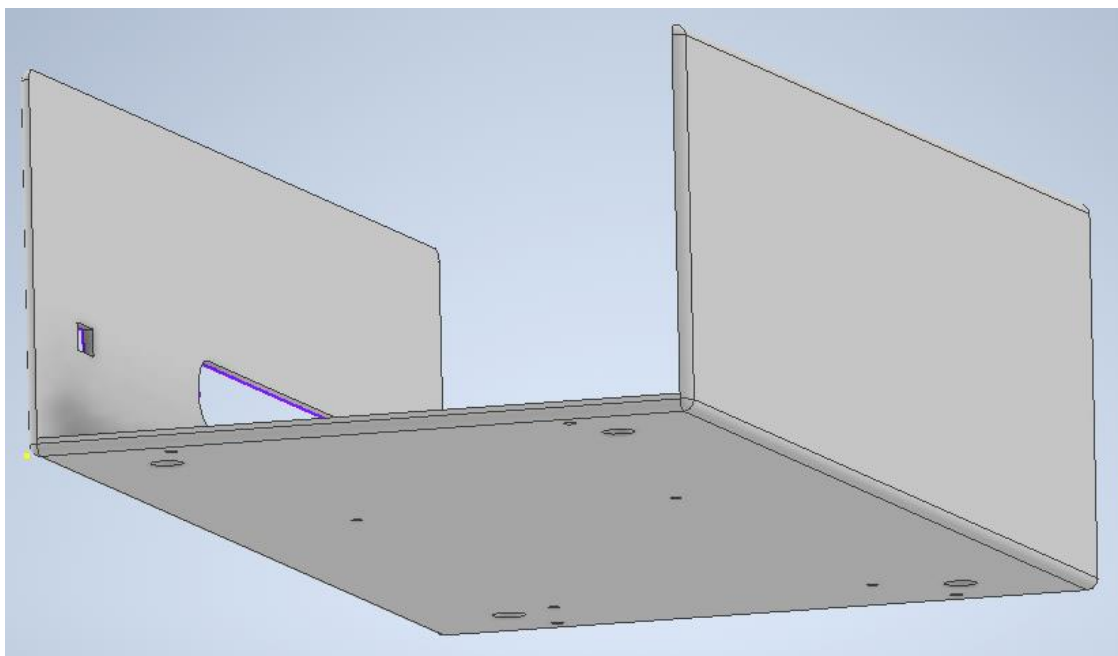


Рисунок 4.14– Сполучення ребер

Крок 10. Створюємо новий ескіз на іншій стінці корпусу (рис. 4.15), робимо те саме що і в кроці 7. Створюємо кола, додаємо надписи, перевіряємо сполучення та встановлені параметри. Виходимо з режиму ескізу.

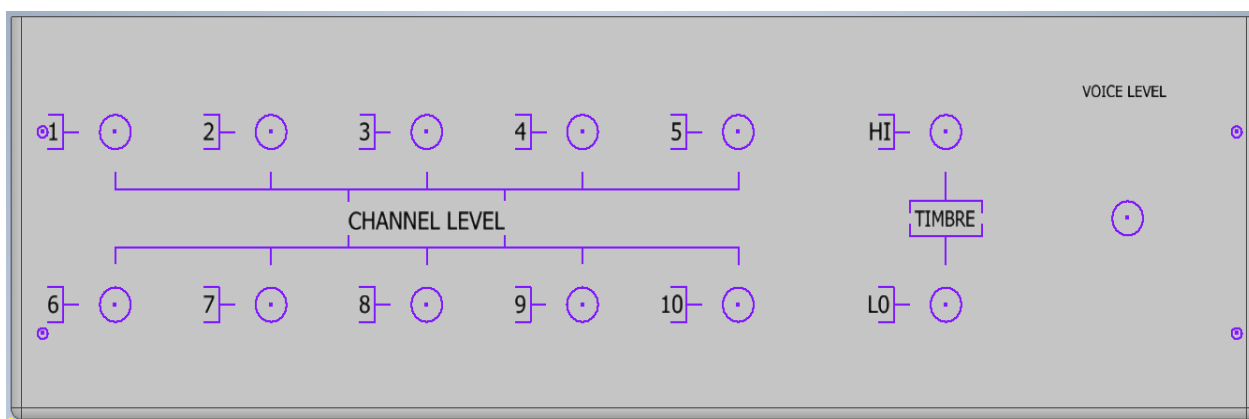


Рисунок 4.15– Створення останнього ескізу

Крок 11. Робимо вирізи у останньому ескізі як у кроці 8, та вмикаємо видимість ескізу для того щоб бачити наші надписи (рис. 4.16).

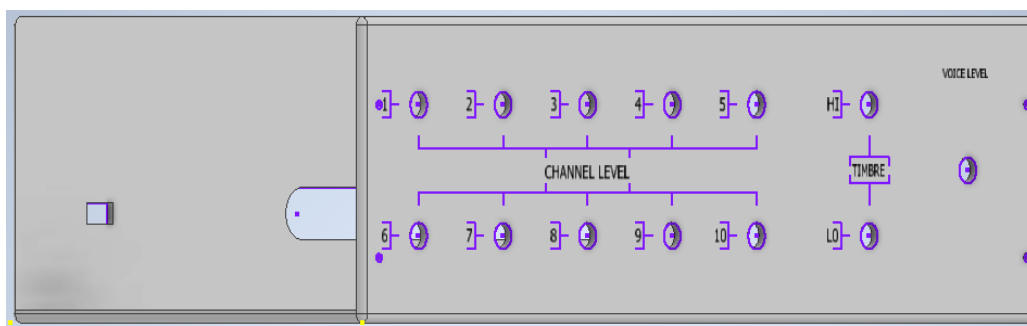


Рисунок 4.16— Останні штрихи

Таким чином, модель несучого корпусу досить складної форми можна швидко і точно створити. Подібний варіант роботи може в подальшому використовуватися для отримання моделей подібних виробів.

ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті була розглянута тема використання САПР. У проекті представлені деякі з найбільш вживаних в даний час САПР, виконаний їх порівняльний аналіз та вибір найбільш оптимальної з даного переліку.

Проаналізовані можливості САПР Inventor при проектуванні деталей несучих конструкцій.

Виконано та поетапно розписано процес створення корпусу радіоелектронного апарату.

Отримані матеріали рекомендується використати при створенні методичних матеріалів та навчальний посібників для дисциплін "Комп'ютерна графіка", "Основи геометричного та графічного моделювання" та аналогічних для студентів спеціальностей 172 "Телекомунікації та радіотехніка", 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" або інших технічних спеціальностей, де вивчаються основи моделювання з застосуванням САПР.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1 ДСТУ 2647-94. Система автоматизованого проектування. Аналіз та оптимізація на ЕОМ електронних схем. Терміни та визначення. [Текст] – Чинний від 1995–07–01. – К.: Держспоживстандарт України, 1995. – 18 с.

2 Піза, Д.М. Моделювання радіоелектронних пристроїв [Текст]: навчальний посібник / Д.М. Піза, А.К. Тімовський, А.І. Лугін. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2003. – 258 с.

3 Саєнко, С.Ю. Основи САПР [Електронний ресурс]: навчальний посібник / С.Ю. Саєнко, І.В. Нечипоренко. – Х.: ХДУХТ, 2017. Режим доступу: <http://elib.hduht.edu.ua/handle/123456789/2819>

4 AutoCAD for Mac & Windows | 2D/3D CAD Software | Autodesk [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.autodesk.com>

5 Васильков, Д.М. Геометрическое моделирование и компьютерная графика: вычислительные и алгоритмические основы [Електронний ресурс]: курс лекцій / Д.М. Васильков. – Минск.: БГУ, 2011. Режим доступу: <https://www.elib.bsu.by>, обмежений.

6 Конспект лекцій з дисциплін: "Комп'ютерна графіка" для студентів спеціальностей 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», 172 «Телекомунікації та радіотехніка»; "Комплексно-графічні системи конструкторської підготовки виробництва" для студентів спеціальності 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» для усіх форм навчання / Уклад.: Поспеева І.Є. – Запоріжжя: НУЗП, 2020. – 98 с.

7 Єщенко О.А. Основи САПР [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. напряму 6.050503 “Машинобудування” ден. і заочн. форм навчання. / Єщенко О.А., Р.Л. Якобчук, Змієвський Ю.Г. – К.: НУХТ, 2014. – 205 с.

8 Тимченко А. А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів: Основи САПР та системного проектування складних об'єктів: Підручник / за ред.. В.І.Бикова.- 2-ге вид. – К.: Либідь, 2003. – 272 с.

9 Наумчук О. М. Основи систем автоматизованого проектування. – Рівне : НУВГП, 2008. – 136с

Додаток А
ПРЕЗЕНТАЦІЯ ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ



Рисунок А.1 – Титульна сторінка

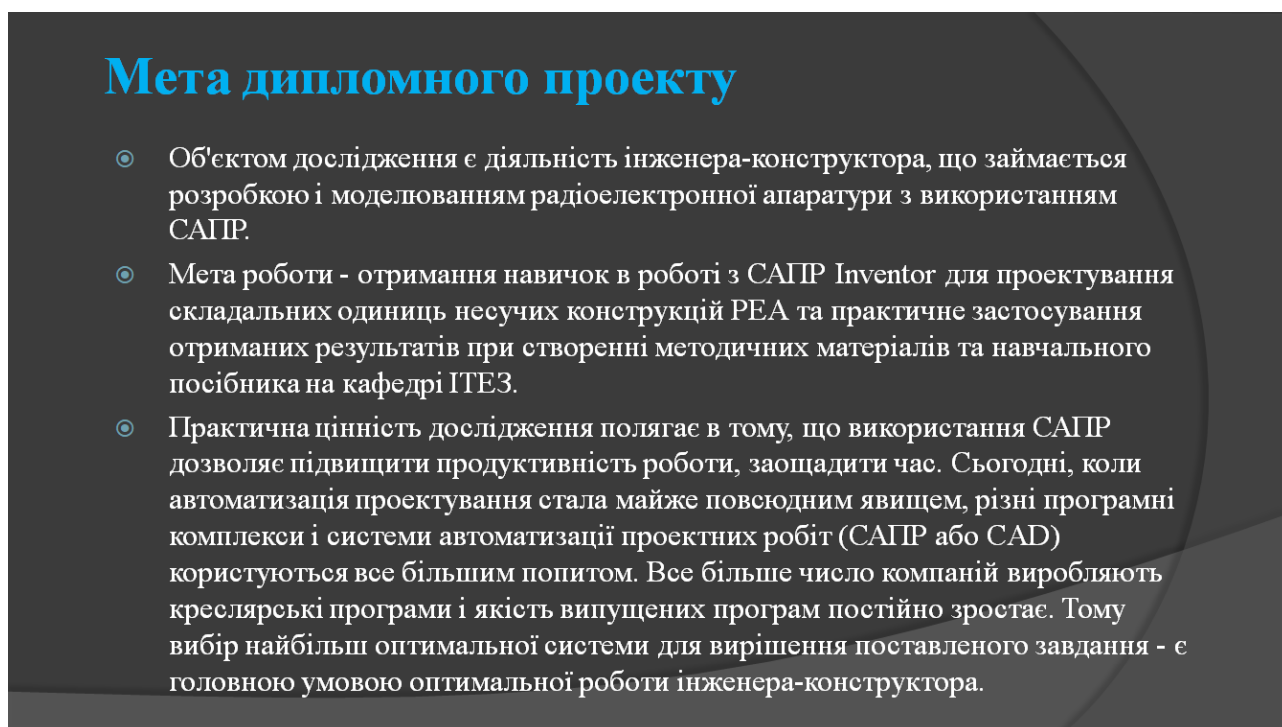


Рисунок А.2 – Мета дипломного проекту

Постанова задачі

- Система автоматизації проектних робіт (САПР) або CAD це програмний пакет, призначений для створення креслень, конструкторської та технологічної документації, а також 3D моделей. Сучасні системи автоматизованого проектування (CAD) зазвичай використовуються спільно з системами автоматизації інженерних розрахунків і аналізу CAE (Computer-aided engineering). Дані з CAD-систем передаються в CAM (Computer-aided manufacturing) - система автоматизованої розробки програм обробки деталей для верстатів з ЧПУ або ГАПС (Гнучких Автоматизованих Виробничих Систем).

Рисунок А.3 – Постанова завдання

Класифікація САПР за призначенням

Клас САПР	Можливості	Призначення	Системи
«Найлегшої ваги»	Виконує прості двовимірні зображення без складного геометричного моделювання	Створення начерків, ескізів, презентацій, графіків.	IsiCAD, CADKey, Visual CADD, PCAD
«Легкої ваги»	Виконання практично всіх робіт з двовимірними кресленнями, обмежений-ні можливості тривимірного моделювання.	Створення креслень окремих деталей.	AutoCad LT, Imagineer Technical, КОМПАС – ГРАФІК, Data CAD, IntelliCAD
«Середньої ваги»	Всі можливості САПР «легкої складності», робота зі складками, широкий набір функцій тривимірного моделювання.	Тривимірне моделювання і створення всіх видів креслень.	Autodesk Mechanical Desktop, Solid Edge, T-Flex CAD, Solid Work, КОМПАС-3D, Cad Key, ZWCAD, CAD
«Важкої ваги»	Найбільш трудомісткі завдання тривимірного моделювання, моделювання поведінки складних систем в масштабі реального часу, що оптимізують розрахунків з візуалізацією результатів.	Побудова великих збірок, розрахунок механічних, електромагнітних, температурних полів і теплообміну, підготовка керівної інформації для верстатів з ЧПУ.	CATIA, Pro/Engineer, Unigraphics, Euclid, Inventor

Рисунок А.4 – Класифікація Сапр за призначенням

Класифікація САПР за можливостями

Інженерні САПР	Спеціалізовані САПР	Універсальні САПР	Унікальні САПР	Комплексні САПР
Комплекс апаратних і програмних засобів для вирішення однієї вузької проектної задачі, яку можна розглядати окремо.	Створюються для конкретних виробів і окремих видів робіт, <u>використовуються</u> в масовому виробництві, базуються на різноманітних засобах <u>обчислювальної техніки</u> , пристосовуються до технологічного устаткування для контролю і виготовлення.	Створюються для проектування широкого класу об'єктів.	Створюються для проектування об'єктів найвищої складності, виконують завдання забезпечення термінів створення і якості проекту.	Системи для проектування виробів високої функціональності і технологічної складності, в яких значна увага приділяється моделям фізичних процесів, які відбуваються у виробі.

Рисунок А.5 – Класифікація САПР за призначенням

Вивчення можливостей САПР - 3D

T-FLEX CAD 3D

Система параметричного тривимірного твердотілого моделювання. Функціональні можливості системи ставлять її в один ряд з кращими системами тривимірного моделювання, а наявність повного набору засобів двомірного проектування і оформлення креслярської документації робить T-FLEX CAD 3D ідеальним рішенням для автоматизації конструкторсько-технологічної підготовки виробництва.

Основні особливості роботи T-Flex:

- повна відповідність ЕСКД і міжнародним стандартам (ISO,DIN,ANSI);
- повний набір функцій створення і редагування креслень будь-якої складності;
- прями, кола, еліпси, NURBS-криві, сплайни, криві описуються функцією, еквідистанти;
- підтримка різних типів ліній. Є можливість створювати свої типи ліній;
- будь-які типи розмірів: лінійні, кутові, розміри на окружності;
- автоматична зміна елементів відбувається шляхом зміни креслення, та інші.

NX (Unigraphics)

Це потужна універсальна система тривимірного твердотілого моделювання, область застосування якої - від інженерного дизайну, проектування, інженерного аналізу, випуску конструкторської документації до розробки керуючих програм для верстатів з ЧПУ і конструювання різної технологічної оснастки. Основними особливостями програмного комплексу Unigraphics є:

- можливість використання гібридного моделювання;
- об'єднання можливостей параметричного моделювання, за допомогою ескізів-профілів;
- можливість роботи з багатоконпонентними збірками;
- асоціативний база даних, побудована на принципі майстер-моделі;
- широкий набір засобів моделювання;
- найбільша сумісність з іншими системами САПР, та інші.

Рисунок А.6 – Вивчення можливостей САПР-3D

Вивчення можливостей САПР - 3D

PCAD 2000

Система призначена для проектування багатшарових друкованих плат, аналогових і цифрових пристроїв в середовищі Windows. В системі виконується повний цикл проектування друкованих плат:

- графічне введення пристрою;
 - упаковка схеми на друковану плату;
 - розміщення компонентів;
 - трасування провідників (ручна, інтерактивна, автоматична);
 - контроль помилок в схемі або на друкованій платі (верифікація);
 - випуск документації.
- Також дозволяє застосування супутніх програм та має багато переваг:
- виконання стандартних команд;
 - можливість виведення результатів;
 - застосування векторних шрифтів, та інші.

AutoCAD

AutoCAD - найпоширеніша САПР, що функціонує в середовищі MS Windows. AutoCAD - це традиційні, перевірені часом інструменти інженерної графіки, тривимірному моделювання та візуалізації, постійно доповнюються новими можливостями.

Концептуальне проектування - моделювання тіл і поверхонь. Широкий набір інструментів по створенню і редагування тіл і поверхонь. З їх допомогою можливо створювати складні твердотільні об'єкти.

Висока швидкість випуску документації, ефективні засоби підготовки документації дозволяють виконувати всі етапи роботи над проектом - від розробки концепції до завершальної стадії.

Підшивки. Диспетчер підшивок AutoCAD організовує листи креслень, спрощує публікацію, автоматично створює види, передає дані з підшивок в основні напси і штампелі і виконує завдання таким чином, щоб вся потрібна інформація була в одному місці.

Масштабування анотацій. Можливість прискорити управління об'єктами, розміщеними на різних шарах.

Редагування тексту. Під час введення тексту можна відрегулювати його масштаб і розташування. Налаштувати положення тексту можна засобами, добре знайомими по роботі з текстовими редакторами.

Створення параметричних креслень. параметричні креслення дозволяють значно скоротити час, необхідний на внесення змін в проекти. Існує можливість завдання залежностей

Рисунок А.7 – Вивчення можливостей САПР-3D

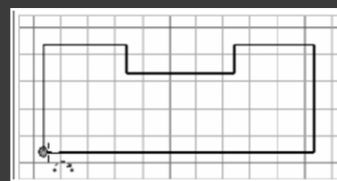
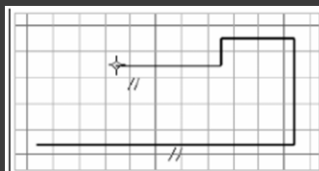
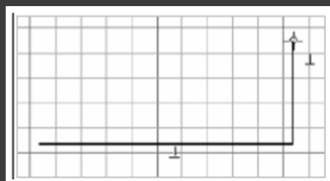
Методика побудови ескізів

Побудова ескизу є першим кроком у створенні деталі.

Ескіз - це профіль елемента або будь-який геометричний об'єкт, необхідний для створення елемента.

1. Створення ескизу

- "Файл" "Створити", переходимо на вкладку "Метричні" і вибираємо файл Звичайний (мм) .ipt. Серед ескізів стала активною.
- Вибираємо команду "Відрізок", і крок за кроком зображуємо геометрію майбутньої деталі. Залежно паралельності та суміщення допомагають це зробити максимально швидко.



- В кінці створення ескизу натискаємо "Завершити"
- Конструктивний елемент отриманий з ескизу.

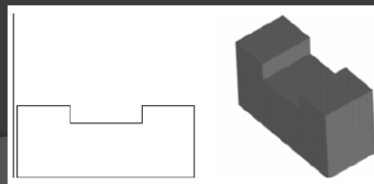


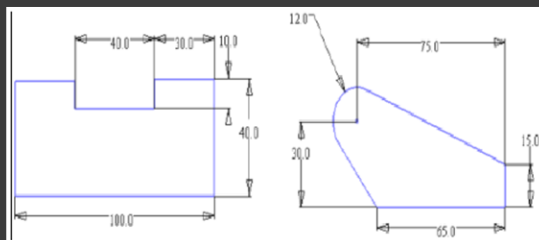
Рисунок А.8 – Методика побудови ескізів

Методика побудови ескізів

2. Нанесення розмірів

Усі розміри є параметричними. При завданні параметричних розмірів для геометрії ескізу фактично відбувається накладення залежностей, які керують розміром і положенням елементів ескізу. При внесенні змін до значення розмірів ескіз автоматично оновлюється.

Ескіз з нанесеними розмірами



3. Створення масивів в ескізах

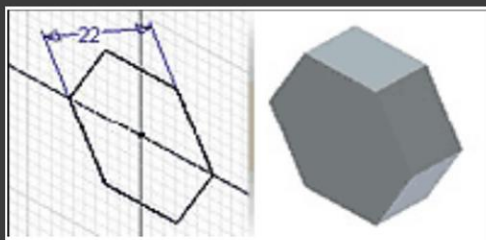
Для розмноження обраної геометрії масивом, використовуються команди "Прямокутний масив" і "Круговий масив" панелі ескіз. Геометрія масиву пов'язується, залежності керуються як єдина група.

Рисунок А.9 – Методика побудови ескізів

Створення ескізних конструктивних елементів

1. Елементи видавлювання

Команда "Витискання" створює конструктивний елемент надаючи обсяг замкнутому або розімкненому контуру або області.



2. Елементи обертання

Інструмент "Обертання" на інструментальній палітрі "Конструктивні елементи" служить для створення елементів шляхом обертання одного або декількох ескізних профілів навколо осі.

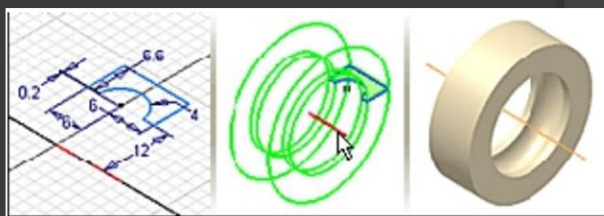
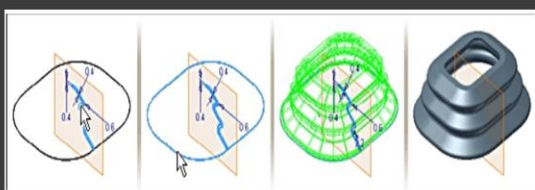


Рисунок А.10 – Створення ескізних конструктивних елементів

Створення ескізних конструктивних елементів

3. Елементи зсуву

Використовуючи інструмент "Зсув", створюємо елемент за допомогою переміщення або зсуву одного або декількох ескізних профілів уздовж обраної траєкторії. Траєкторія може бути розімкнутою або замкнутою, але вона повинна перетинати площину контуру.



4. Елементи по перетинах

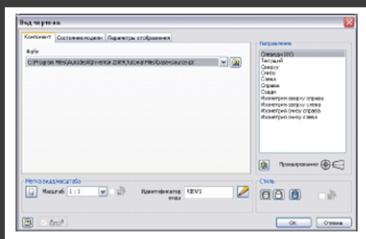
Інструмент «По перетинах» використовується для побудови елемента з поверхнею перехідною між декількома профілями (перетинами), які розташовані на різних робочих площинах або гранях деталі.



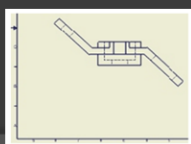
Рисунок А.11 – Створення ескізних конструктивних елементів

Створення креслень в програмі Autodesk Inventor

1. Відкрийте файл baseview-2.idw. Файл креслення містить один лист з рамкою і основним написом.
2. Вибираємо "Базовий вид" на інструментальній палітрі, вибираємо файл для створення вигляду, вказуємо напрямок Спереду.



3. Розміщуємо вид деталі на лист використовуючи клацання миші



4. Викликаємо команду "Проекційний вигляд", клацанням миші вибираємо головний вид, потім поміщаємо курсор вертикально над головним видом.

5. Розміщуємо курсор праворуч від головного виду - встановлюємо вид збоку.

6. Викликаємо команду "Створити" з контекстного меню. Створимо ізометричний вид.

Обравши команду "Проекційний вигляд" з інструментальної палітри, натисненням миші обираємо головний вид, потім розміщуємо курсор над видом справа.

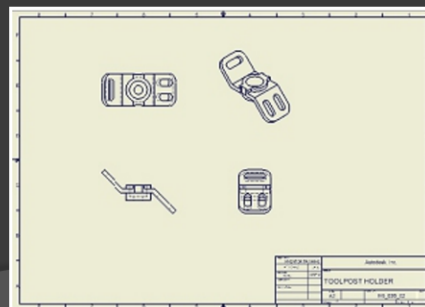


Рисунок А.12 – Створення креслень в програмі Autodesk Inventor

Процес створення деталі

Креслення створюваної деталі (вид зпереду)

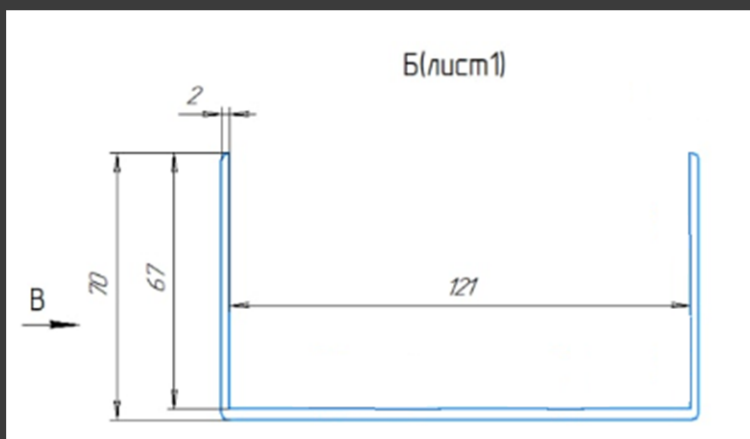


Рисунок А.13 – Процес створення деталі

Процес створення деталі

Креслення створюваної деталі (вид зліва)

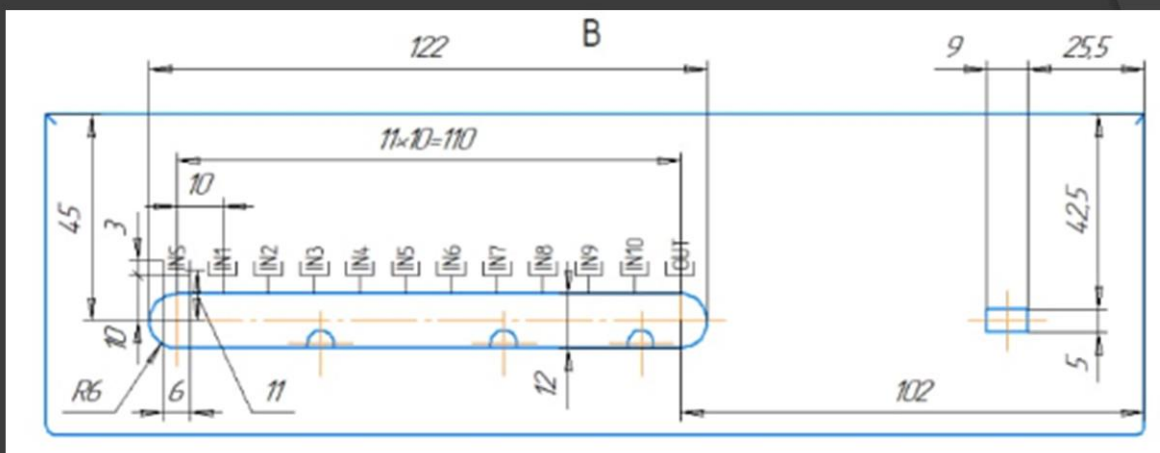


Рисунок А.14 - Процес створення деталі

Процес створення деталі

Креслення створюваної деталі (вид у розрізі)

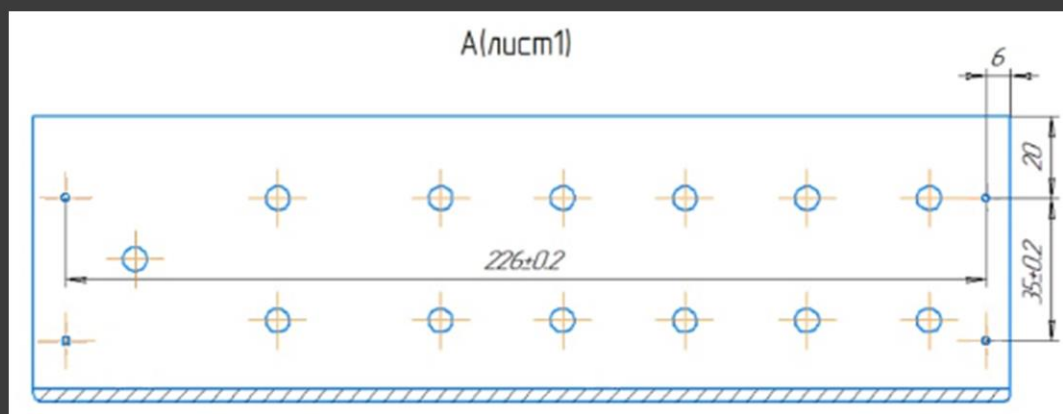


Рисунок А.15 – Процес створення деталі

Процес створення деталі

Креслення створюваної деталі (вид зправа)

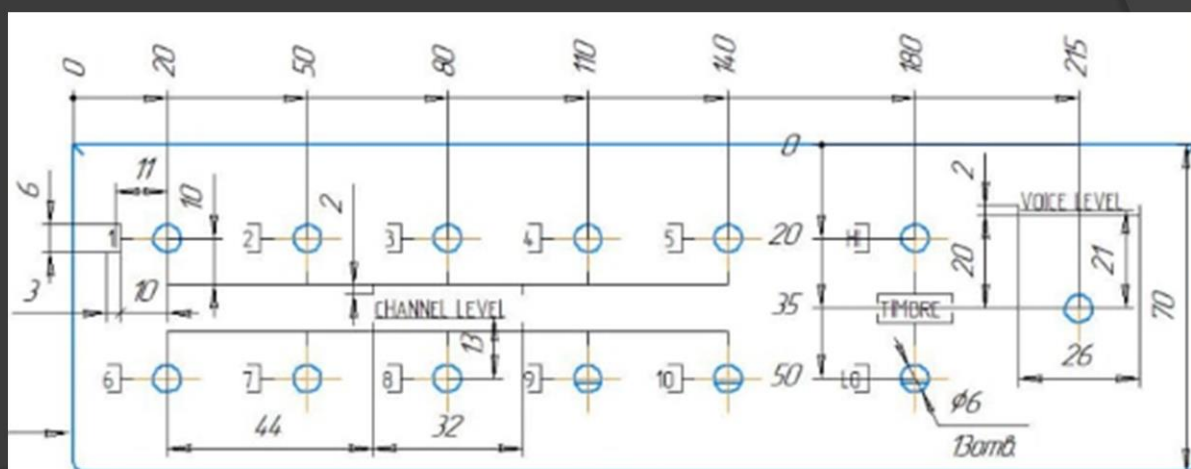


Рисунок А.16 - Процес створення деталі

Процес створення деталі

Креслення створюваної деталі (вид зверху)

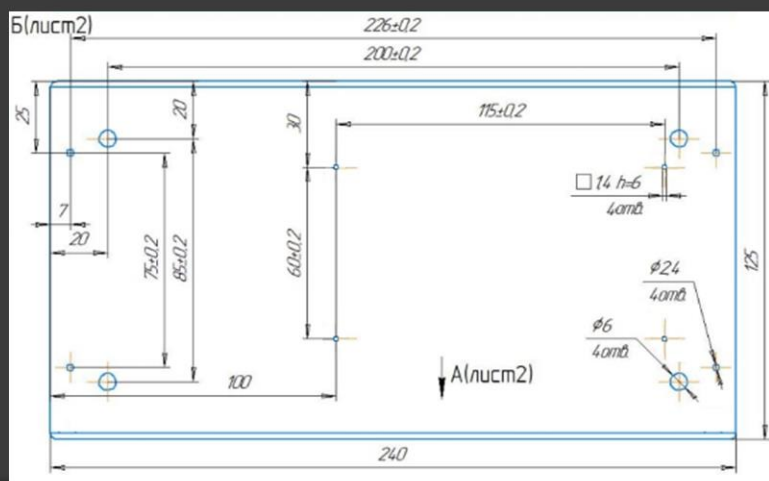


Рисунок А.17 – Процес створення деталі

Створюймо основу деталі

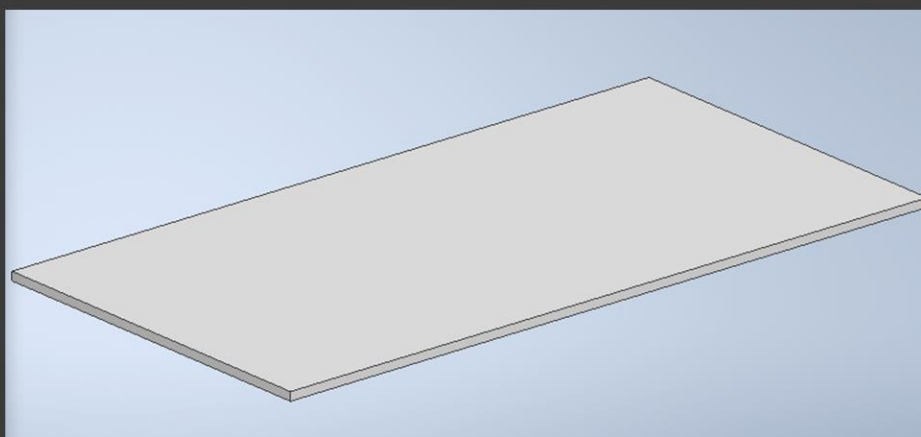


Рисунок А.18 – Створюймо основу деталі

Створення ескізу на основі деталі

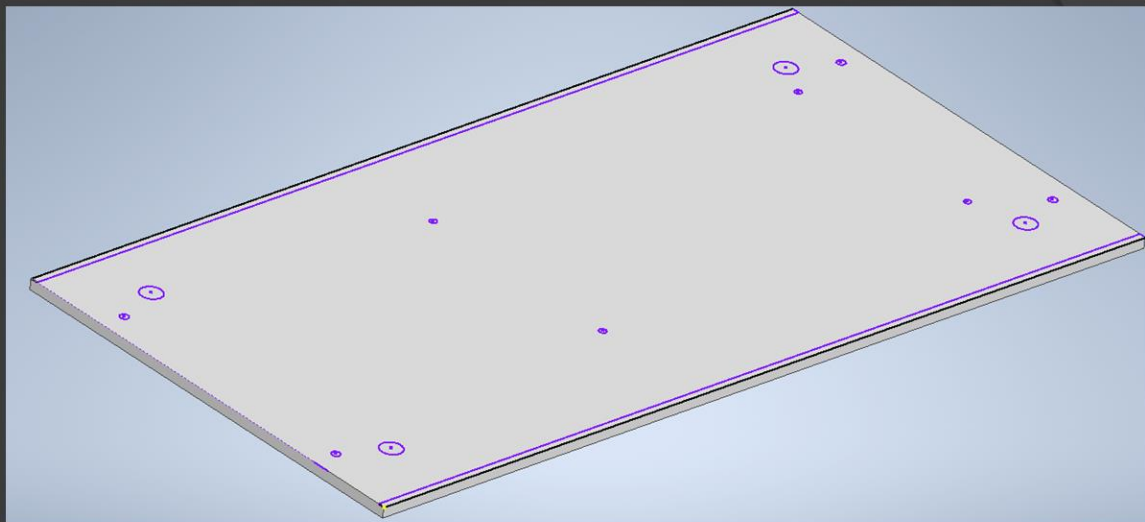


Рисунок А.19 – Створення ескізу на основі деталі

Створення несучої конструкції

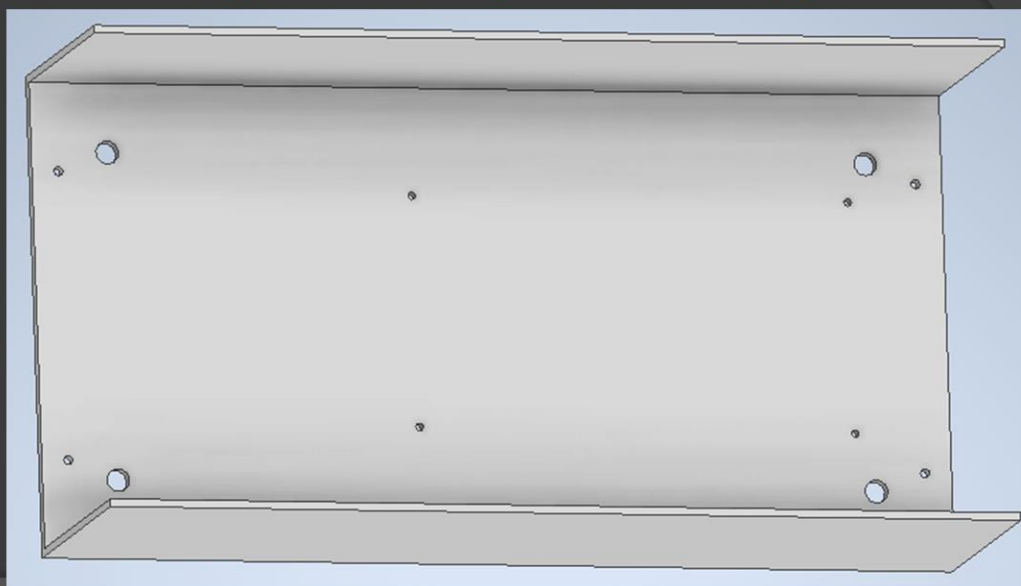


Рисунок А.20 – Створення несучої конструкції

Створення третього ескізу

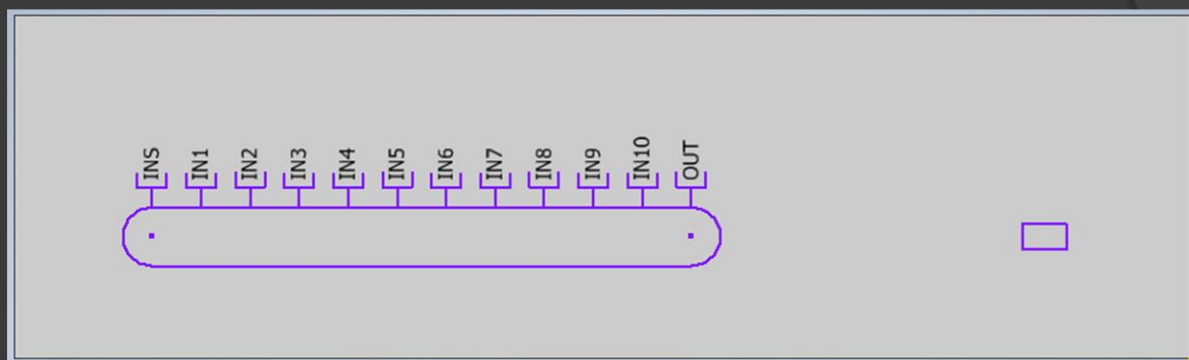


Рисунок А.21 – Створення третього ескізу

Створення отворів та ввімкнення ескізу

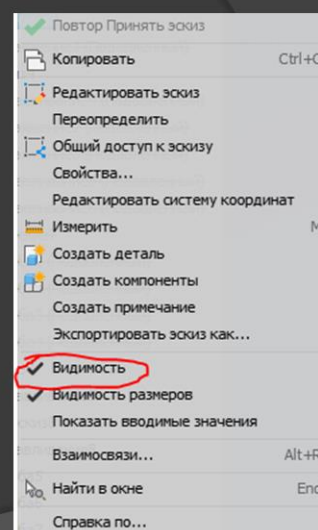
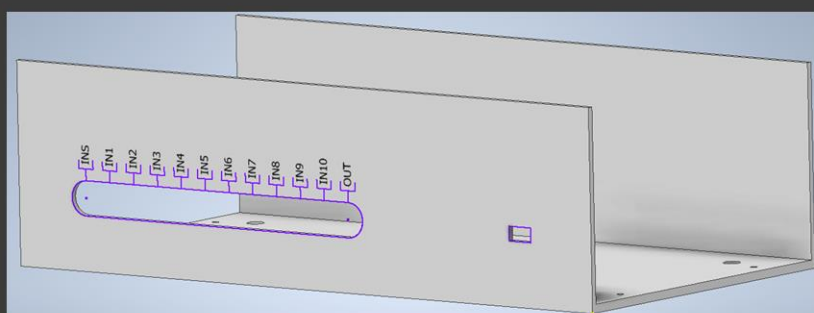


Рисунок А.22 – Створення отворів та ввімкнення ескізу

Сполучення ребер

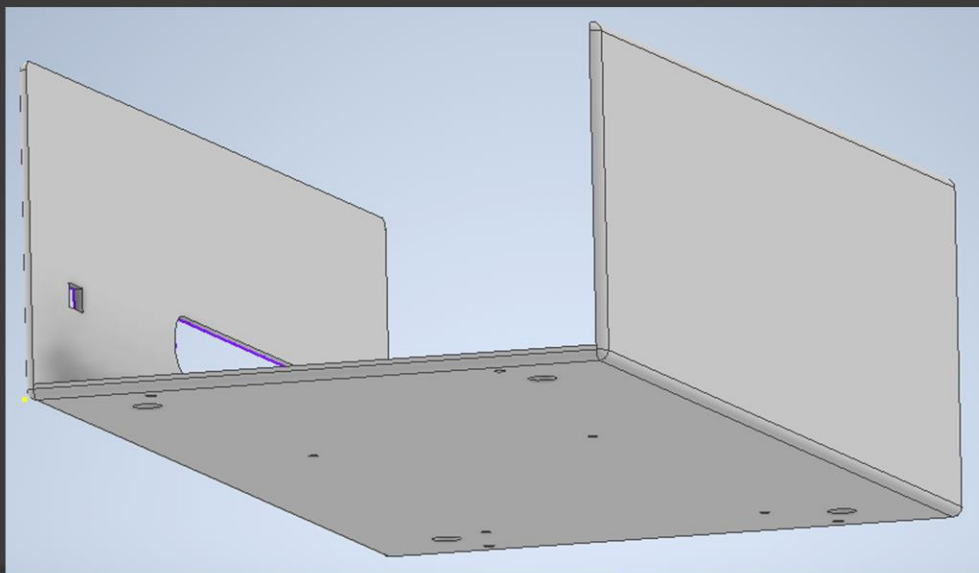


Рисунок А.23 – Сполучення ребер

Створення останнього ескізу

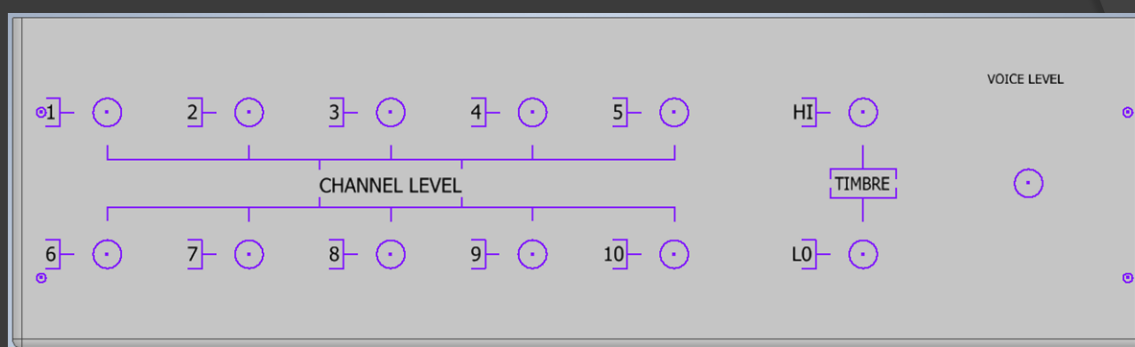


Рисунок А.24 – Створення останнього ескізу

Останні штрихи

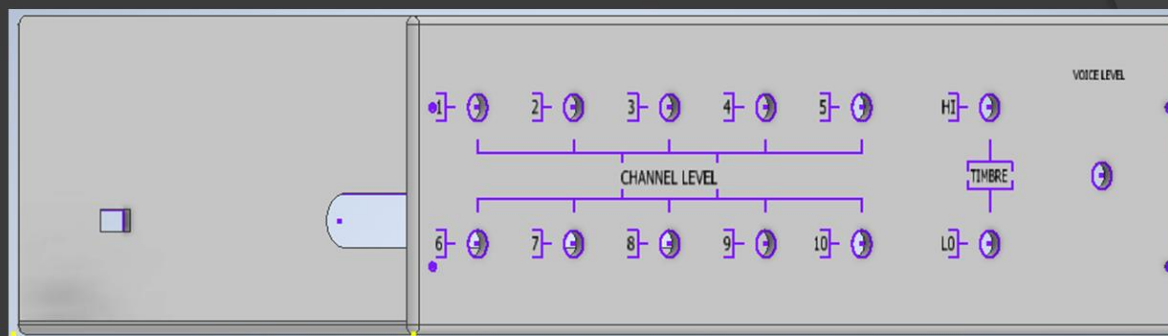


Рисунок А.25 – Останні штрихи

Фінальний вигляд частина несучої конструкції РЕА

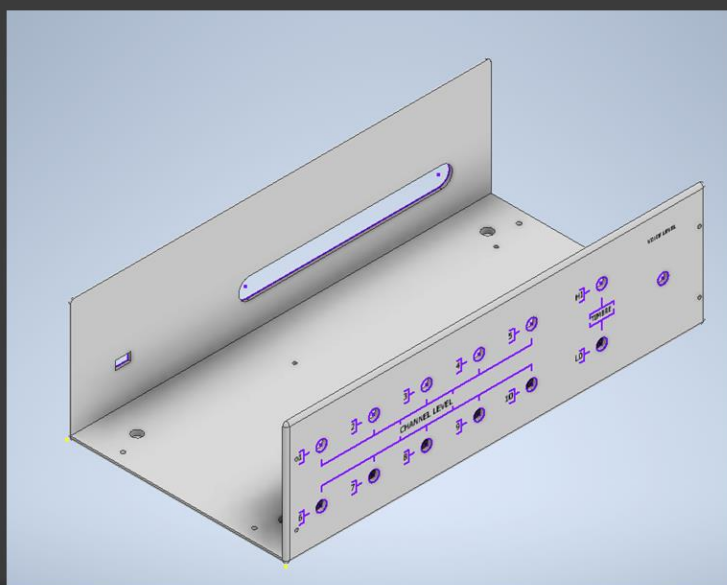


Рисунок А.26 – Фінальний вигляд деталі

Висновки

В даному дипломному проекті була розглянута тема використання САПР. У проекті представлені деякі з найбільш вживаних в даний час САПР, виконаний їх порівняльний аналіз та вибір найбільш оптимальної з даного переліку.

Проаналізовані можливості САПР Inventor при проектуванні деталей несучих конструкцій.

Виконано та поетапно розписано процес створення корпусу радіоелектронного апарату.

Отримані матеріали рекомендується використати при створенні методичних матеріалів та навчальний посібників для дисциплін "Комп'ютерна графіка", "Основи геометричного та графічного моделювання" та аналогічних для студентів спеціальностей 172 "Телекомунікації та радіотехніка", 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" або інших технічних спеціальностей, де вивчаються основи моделювання з застосуванням САПР.

Рисунок А.27 - Висновки