

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)

на тему Проектування деталей 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

Потапенко А.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Поспеева 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 телекомунікацій
 Кафедра інформаційних технологій електронних засобів
 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

Потапенко Артема Романовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Проектування деталей несучих конструкцій РЕЗ з використанням САПР INVENTOR

керівник 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

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 7 червня 2021 року

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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1 Постанова задачі. 2 Обґрунтування вибору оптимальної САПР. 3 Ознайомлення з можливостями САПР Inventor при проектуванні складальних одиниць несучих конструкцій. 4 Створення збірки за допомогою параметризації

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 30 рисунків; 4 таблиць; презентація роботи

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Підпис, дата
Розділи 1-4	Поспеева І.Є., ст. викладач	05.04	
Нормоконтроль	Поспеева І.Є., ст. викладач	28.05	

7. Дата видачі завдання «26» квітня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

(підпис)

Потапенко А.Р.
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

Поспеева І.Є.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 95 с., 30 рис., 4 табл., 9 джерел, 1 додаток.

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

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

Практична цінність дослідження полягає в тому, що використання САПР дозволяє підвищити продуктивність роботи, заощадити час. Сьогодні, коли автоматизація проектування стала майже повсюдним явищем, різні програмні комплекси і системи автоматизації проектних робіт (САПР або CAD) користуються все більшим попитом. Все більше число компаній виробляють креслярські програми і якість випущених програм постійно зростає. Тому вибір найбільш оптимальної системи для вирішення поставленого завдання - є головною умовою оптимальної роботи інженера-конструктора.

САПР, INVENTOR, 3D, SOLID EDGE, ZWCAD, AUTO CAD, DWG TRUE CONNECT, VAULT

ЗМІСТ

Завдання на дипломний проект.....	2
Реферат.....	4
Перелік умовних позначень, одиниць, скорочень і термінів	8
Вступ	9
1 Постанова задачі	11
2 Обґрунтування вибору оптимальної САПР.....	13
2.1 Ознайомлення з різними САПР - 3D.....	13
2.2 Дослідження можливостей САПР - 3D.....	15
2.2.1 КОМПАС-3D	16
2.2.2 Solid Edge	17
2.2.3 ZWCAD	18
2.2.4 AutoCAD	19
2.3 Вибір оптимальної системи	20
2.3.1 DWG TrueConnect.....	20
2.3.2 Функціональне проектування	21
2.3.3 Сумісність с AutoCAD.....	21
2.3.4 Автоматичне оновлення креслень і видів	21
2.3.5 Вбудовані засоби управління даними	22
2.3.6 Специфікації	22
2.3.7 Випуск робочої документації	22
2.3.8 Високоякісна візуалізація	23
2.3.9 Моделювання	23
2.3.10 Проектування кабельних систем і трубопроводів	23

3 Ознайомлення з можливостями САПР Inventor при проектуванні складальних одиниць несучих конструкцій	24
3.1 Проекти та організація даних	24
3.1.1 Установка активного проекту	27
3.1.2 Створення проекту	30
3.2 Створення збірок	32
3.2.1 Середовище роботи зі складками.....	32
3.2.2 Стратегія конструювання збірки	33
3.2.2.1 Проектування збірки «знизу вгору»	34
3.2.2.2 Проектування збірки «зверху вниз»	34
3.2.2.3 Проектування збірки зсередини до кордонів.....	35
3.2.3 Система координат збірки.....	35
3.2.4 Створення компонентів зборок	36
3.2.5 Створення масивів компонентів	40
3.2.6 Незалежні екземпляри	42
3.2.7 Використання конструктивних елементів збірки	43
3.2.8 Дзеркальне відображення збірок	46
3.2.9 Копіювання збірок	49
3.3 Розміщення, пересування і зв'язування компонентів	51
3.3.1 Вставка компонентів в збірки	51
3.3.2 Базові компоненти, інші джерела компонентів	54
3.3.3 Накладення складальних залежностей.....	55
3.3.4 Редагування залежностей	64
3.4 Аналіз збірки.....	65
3.4.1 Перевірка на просторове перекриття	65
3.4.2 Перевірка на наявність ступенів свободи	67

3.4.2.1 Не пов'язане залежностями переміщення.....	67
3.4.2.2 Пов'язане залежностями переміщення.....	68
3.4.3 Вибір компонентів.....	69
3.5 Структура збірки	70
4 Створення збірки за допомогою параметризації.....	73
Висновки.....	82
Перелік джерел посилань	83
Додаток А. Презентація до дипломного проекту.....	84

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СОКРАЩЕНИЙ І ТЕРМІНІВ

РЕА - радіоелектронна апаратура;

РЕМ - радіоелектронні засоби;

САПР - система автоматизованого проектування;

CAD - Computer-Aided Design.

ВСТУП

Комп'ютеризація охопила практично всі сфери людської діяльності. Люди щодня використовують комп'ютери для вирішення складних виробничих завдань і автоматизації трудомістких технологічних процесів.

Загальновизнано, що одним з найбільш перспективних напрямків застосування обчислювальної техніки є впровадження систем автоматизованого проектування (САПР) для розробки нових конструкцій і виробів. Постійно зростаючий рівень апаратних засобів і вдосконалення програмного забезпечення тягнуть за собою бурхливий перехід від традиційних, ручних методів проектування до нових комп'ютерних технологій розробки і виконання інженерної документації.

Перші САПР були створені в 1960-х роках і набули найбільшого поширення в електроніці і точної механіки. Це пояснюється тим, що об'єкти проектування в цих областях порівняно легко формалізуються, а результати проектування представляють собою програму для верстатів з числовим програмним управлінням (ЧПУ), що різко скорочує період між початком розробки і початком серійного випуску виробу.

Як правило, основою САПР є графічний редактор, за допомогою якого створюються і редагуються креслення, що складаються з примітивів (точок, відрізків, дуг, текстів). Примітиви можуть бути об'єднані в блоки і багаторазово використані при створенні інших креслень, що колосально підвищує продуктивність праці інженера-проектувальника. Перші САПР дозволяли автоматизувати процес створення креслень, генеруючи їх по деякому набору вихідних даних, які готувалися вручну, або створювалися іншими програмами, будучи результатами розрахунків.

Останнім часом все більше утверджується інший підхід до автоматизації інженерної діяльності, заснований на створенні тривимірних геометричних уявлень проєктованих об'єктів. Сучасні програми дозволяють створювати і

редагувати просторові моделі об'єктів практично необмеженої складності, а аналітичне рішення геометричних завдань забезпечує високу достовірність. Використання математичних моделей об'єктів дозволяє виробляти різні розрахунки, наприклад міцності, що ще більше скорочує витрати на розробку проектної документації. Безперечно, ці особливості забезпечують перехід на якісно новий рівень проектування.

Мета дипломного проекту - дослідження можливостей і особливостей використання САПР Inventor для проектування складальних одиниць 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 ПОСТАНОВА ЗАДАЧІ

Система автоматизації проектних робіт (САПР) або CAD -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 ГАВС (Гнучких Автоматизованих Виробничих Систем).

Можна виділити такі напрямки автоматизації проектних робіт:

- створення - можливість виконувати проєкційні креслення нових виробів;
- редагування - можливість вносити зміни в креслення;
- розрахунки - можливість моделювання майбутнього виробу, а також проведення різних розрахунків;
- пошук - робота з архівами в конкретній галузі;
- вибір - прийняття рішень на шляху розробки проєкту.

Використання сучасних САПР при створенні електронних креслень призводить до:

- зменшення витраченого часу на виконання креслень;
- підвищенню їх точності і якості;
- можливості багаторазового використання креслень;
- прискоренню розрахунків і аналізу при проектуванні;
- високого рівня проектування;
- скорочення витрат на удосконалення;
- інтеграції проектування з іншими видами діяльності.

По можливостях, які надаються користувачеві, САПР поділяють на інженерні, спеціалізовані, універсальні, унікальні, комплексні.

Інженерні САПР є комплекс апаратних і програмних засобів для вирішення однієї вузької проектною задачі, яку можна розглядати окремо.

Спеціалізовані САПР створюються для конкретних виробів і окремих видів робіт, використовуються в масовому виробництві, базуються на різноманітних засобах обчислювальної техніки, пристосовуються до технологічного устаткування для контролю і виготовлення.

Універсальні САПР створюються для проектування широкого класу об'єктів.

Унікальні САПР створюються для проектування об'єктів найвищої складності, виконують завдання забезпечення встановлених термінів створення і якості проекту.

Комплексні САПР - системи для проектування виробів високої функціональності і технологічної складності, в яких значна увага приділяється моделям фізичних процесів, які відбуваються у виробі.

Перед тим як приступити до автоматизованого проектування, необхідно дуже уважно проаналізувати спектр завдань, які дозволяє вирішувати та чи інша САПР, її складність, системні вимоги, доступність, вартість. Помилковий вибір САПР може привести до непередбачуваних наслідків.

Тому в процесі роботи були розглянуті основні САПР, що застосовуються в 3D-моделюванні, вивчені можливості САПР Inventor, викладені інструкції з проектування складальних одиниць несучих конструкцій в 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 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, обмеженні 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 збірками, 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 розрахунки 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

Основний недолік 2D-проектування полягає в тому, що за кресленнями буває важко уявити, як виріб виглядає в просторі. Тому підприємствам часто доводиться супроводжувати креслення реальними прототипами, в ролі яких виступає перший випущений виріб або перша партія. Помилки в кресленнях доводиться виправляти на вже створеному виробі, що уповільнює випуск продукції і призводить до додаткових витрат.

3D-системи, навпаки, дозволяють змодельовати виріб до створення креслень або дослідних зразків. Основним документом в цьому випадку є об'ємна комп'ютерна модель. У об'ємності і полягає одна з головних її переваг. Якщо правда, що зображення коштує тисячі слів, то 3D-модель коштує тисячі креслень. Невипадково візуалізація виробу займає перше місце в довгому списку переваг тривимірного моделювання. Адже плоский креслення є статичною, а модель можна повертати і вивчати з будь-якої точки, змінюючи масштаб перегляду на свій розсуд. При цьому неважко помітити помилки і нестиковки в проекті і оцінити ступінь його відповідності вихідного задумом, а також виконати перевірку майбутнього виробу на збирання, що вкрай важливо для подальшого виготовлення.

Але для перевірки моделей недостатньо одного лише візуального огляду. Потрібно більш серйозне тестування. 3D-технологія допомагає вирішити цю задачу віртуальними методами. Моделі можна передавати в системи інженерних розрахунків, призначені для всебічного аналізу виробів: на функціональність, міцність, довговічність, стійкість до вібрації, керованість, безпеку, ремонтпридатність, 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 проєктування величезну перевагу перед двовимірними. Адже в світі 2D існує лише два варіанти перевірки: ручні обчислення і тестування реальних макетів. Очевидно, що в обох випадках потрібні чималі грошові та часові витрати. Аналіз віртуальних макетів

обходиться набагато дешевше і до того ж дозволяє опрацювати безліч варіантів виконання конструкцій і вибрати найбільш оптимальне рішення.

Ще одна перевага 3D-моделей полягає в тому, що їх можна передавати в системи підготовки виробництва, які автоматично створюють програми для верстатів з ЧПУ. Це значно прискорює виробничий цикл.

Об'ємні моделі знаходять застосування і на етапах, що настають за виробництвом. З їх допомогою зручно розробляти інтерактивну технічну та експлуатаційну документацію, маркетингові матеріали та презентації.

Серйозну перевагу 3D-моделювання полягає у властивій цієї технології асоціативності. Варто змінити розмір однієї деталі в збірці, як відповідним чином зміняться розміри пов'язаних з нею елементів, причому ці зміни будуть відображені на кресленнях і в специфікаціях. В результаті значно скорочуються обсяг ручної роботи і число помилок, в той час як використання 2D-інструментів перетворює внесення змін до проекту а це неминуче в дуже трудомісткий процес.

І нарешті, дуже важлива перевага 3D складається в можливості багаторазового використання спроектованої деталі або вузла для створення цілого сімейства аналогічних об'єктів. Адже набагато простіше внести зміни в існуючий проект, ніж створювати його з нуля. Правда, для цього модель потрібно добре пропрацювати і зробити її придатною для подальшої модифікації, а управління даними повинно бути організовано так, щоб потрібні деталі можна було швидко знайти.

Таким чином, стає зрозуміло, чому тривимірні САПР зробили революцію в роботі інженерів.

2.2 Дослідження можливостей САПР - 3D

Правильний вибір САПР - надійне умова ефективного проектування. Розглянемо характеристики деяких систем.

2.2.1 КОМПАС-3D

САПР призначена для створення тривимірних асоціативних моделей окремих деталей і складальних одиниць, що містять як оригінальні, так і стандартизовані конструктивні елементи. Параметрична технологія дозволяє швидко одержувати моделі типових виробів на основі одного разу спроектованого прототипу. Численні сервісні функції полегшують рішення допоміжних завдань проектування і обслуговування виробництва., Легка в освоєнні, зручна в роботі і при цьому має вартість, прийнятну для комплексного оснащення підприємств, в тому числі середніх і малих. Дозволяє здійснювати проектування і конструювання, швидку підготовку і випуск різноманітної креслярсько-конструкторської документації, створення технічних текстово-графічних документів.

Компас-3D є відкритою системою, що дозволяє створювати додаткові програмні модулі (призначені для користувача бібліотеки) і застосовувати їх під час роботи над документами. Таким чином, стандартні можливості креслярсько-графічного редактора і тривимірного моделлера можуть бути доповнені виходячи з тих спеціальних задач, які доводиться вирішувати користувачеві. Типовий приклад програми - бібліотека стандартних машинобудівних елементів.

Засоби обробки Додаток Компас-Майстер - це набір динамічно підключених бібліотек (DLL), які можна використовувати з будь-якої стандартної системи програмування для Windows на мовах C / C ++, Delphi, Visual Basic.

У бібліотеки включено понад 500 спеціальних функцій і інтерфейсів для доступу до ядра програми Компас. Функції забезпечують створення і обробку документів, побудова та редагування графічних і тривимірних об'єктів, організацію інтерфейса між прикладною бібліотекою і основною системою. Для доступу до даних різних стандартних СУБД може бути використаний інтерфейс ODBC (Open DataBase Connectivity).

2.2.2 Solid Edge

Це єдиний програмний пакет, що включає в себе ряд середовищ, кожна з яких містить набір команд для автоматизації того чи іншого процесу проектування. Включає в себе такі можливості:

- моделювання деталей;
- моделювання деталей з листового матеріалу;
- конструювання складальних вузлів;
- аналіз руху механізмів;
- прокладка гідравлічних, пневматичних і електричних комунікацій;
- моделювання зварних конструкцій;
- проектування конструкцій з прокатних матеріалів;
- моделювання прес-форм для лиття пластмасових виробів;
- випуск креслень;
- управління даними проекту.

Solid Edge забезпечує створення точних та безпомилкових проектних рішень за рахунок неперевершених базових функцій моделювання та управління процесом роботи конструктора, унікальною орієнтованості на потреби різних галузей промисловості і повністю інтегрованого середовища управління проектуванням. Засоби моделювання Solid Edge дозволяють створювати найрізноманітніші проекти - від окремих деталей до збірок, що складаються з тисяч компонентів. Спеціальні команди і організація процесу роботи прискорюють проектування елементів конструкції, специфічних для тієї чи іншої галузі, при цьому цифрова модель збірки, яку можна аналізувати і редагувати, гарантує коректне сполучення і функціонування входять до неї деталей.

Користувачам Solid Edge пропонується вибір декількох масштабованих високопродуктивних рішень з управління конструкторськими даними. Інструменти для спільної роботи покращують координацію діяльності

конструкторів і дозволяють уникнути помилок, що виникають в результаті недостовірної інформації.

Solid Edge - відкрита система проектування середнього рівня. Ви можете працювати з деталями і збірками, зробленими в інших системах, без утомливих процедур побудови дерева моделі. Унікальні інструменти прямого редагування дозволяють користувачам Solid Edge працювати з "чужими" моделями так, як ніби вони змодельовані засобами Solid Edge.

2.2.3 ZWCAD

Система автоматизованого проектування від офіційного представника компанії ZWSOFT. ZWCAD призначена для архітекторів, інженерів, конструкторів та інших фахівців, що працюють в CAD / CAM програмах. САПР ZWCAD випуску - це не просто програма для створення інженерної графіки або креслень, це потужний комплекс комп'ютерного дизайну, інструментів для дво та тривимірного проектування, а також створення документації в будівництві і виробництві.

Повна сумісність форматів: використання робочих форматів DWG і DXF в системі ZWCAD забезпечує повний двосторонній обмін даними між ZWCAD і AutoCAD. ZWCAD - розумний вибір для інженерів, яким необхідно використовувати в своїй роботі DWG формат для обміну кресленнями. При цьому у інших користувачів не обов'язково повинен бути встановлений ZWCAD. Головне, щоб всі креслення виконувалися в програмному забезпеченні, що підтримує формат DWG.

Поряд з високою функціональністю, незмінною підтримкою промислових стандартів в кресленні, а також визнаних в індустрії форматів, ZWCAD має відносно невисоку вартість для цього інженерного пакета.

Збільшена продуктивність, русифікація, використання інтерфейсної підтримки технологій LISP, VBA, SDS і DRX всередині програмного поля, підтримка обміну об'єктами OLE значно розширюють можливості програми.

Інтерфейс в стилі AutoCAD: меню, кнопки і панелі виконані в стилі AutoCAD, що дозволяє швидко приступити до роботи, витративши мінімум часу на перенавчання персоналу. ZWCAD підтримує більшість команд AutoCAD, а також підтримка меню, шрифтів, штриховок, типів ліній, сценаріїв і символів. Введення команд здійснюється будь-яким зручним способом: з головного меню, панелей інструментів, або просто в командному рядку.

2.2.4 AutoCAD

Вже понад 39 років компанія Autodesk займається розробкою ефективних систем автоматизованого проектування. З AutoCAD працюють мільйони користувачів по всьому світу; цей програмний продукт є одним з лідерів серед САПР. AutoCAD постійно вдосконалюється, щоб йти в ногу з часом. У програми включені інструменти 3D моделювання довільних форм, а також потужні засоби креслення і формування документації.

Розробка компанії Autodesk - найпоширеніша САПР, що функціонує в середовищі MS Windows. AutoCAD - це традиційні, перевірені часом інструменти інженерної графіки, тривимірного моделювання і візуалізації, постійно доповнюються новими можливостями. Платформа AutoCAD забезпечує вражаюче підвищення продуктивності праці в будь-якій області діяльності, пов'язаної з точним графічним представленням результатів, - від астрономічних спостережень до розкрою одягу. Функціонал AutoCAD доповнюють понад 5000 спеціалізованих програм-додатків для найрізноманітніших галузей.

AutoCAD - це традиційне проектування, візуалізація, випуск документації і втілення ідей ефективно і в повному обсязі з використанням даного продукту компанії Autodesk. Інструменти малювання і деталізації AutoCAD допомагають швидко, як ніколи раніше реалізувати концепцію проекту і ваші ідеї. Поєднуючи традиційну САПР із середовищем концептуального дизайну, за допомогою AutoCAD можна швидко створити потрібні тіла і поверхні, внести в них зміни, розглянути з різних сторін. Динамічний введення при кресленні

дозволяє вловити зміни в моделі, команди 2D побудов - створити базові форми, команди видавлювання і аналогічні їм, що надають тілам обсяг. У AutoCAD є все для того, щоб тіла і поверхні на екрані якомога точніше відповідали ідеям.

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.
- відповідність САПР класу вирішуваних завдань, широта охоплення завдань проектування.
- зручність роботи САПР і її сумісність з іншими САПР
- наявність широкої бібліотечної підтримки стандартних рішень
- застосування в регіоні. Ціна САПР, її супроводу і модифікації.

Десять основних причин для переходу з AutoCAD на Autodesk Inventor.

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 СКЛАДАЛЬНИХ ОДИНИЦЬ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ

3.1 Проекти та організація даних

Проекти в Autodesk Inventor використовуються для логічного групування розроблюваних конструкцій. Використання проектів дозволяє запам'ятовувати інформацію про розміщення даних проекту і редагованих файлів, а також підтримувати зв'язки між ними. Проекти застосовуються при груповій роботі, одночасному конструюванні кількох збірок і спільне використання бібліотек.

Розглянемо ключові поняття використовуються в системі (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 - Ключові поняття.

Термін	Пояснення
Активний проект	Проект, який використовується за умовчанням в Autodesk Inventor при відкритті, збереженні або редагуванні компонентів. В одному сеансі може бути тільки один активний проект. Це може бути проект, встановлений системою, або заданий користувачем.
Проект за умовчанням	Порожній проект, який встановлюється разом з Autodesk Inventor. Якщо проект не встановлено явно, активний проект за замовчуванням.
Місце розміщення даних	Папки, в яких створюються деталі, креслення, збірки і схеми, запам'ятовуються. Стандартними місцями розміщення в проекті є шляхи до робочого простору і до робочої групи. Для кожного проекту використовується тільки одне місце розміщення даних.

Продовження таблиці 2.1

Місце розміщення даних	Папки, в яких створюються деталі, креслення, збірки і схеми, запам'ятовуються. Стандартними місцями розміщення в проекті є шляхи до робочого простору і до робочої групи. Для кожного проекту використовується тільки одне місце розміщення даних.
Часто використовувані папки	Вкладені папки, розташовані в папці проекту (включаючи бібліотеки), до яких найбільш часто здійснюється доступ. Ці папки не використовуються для завдання і зберігання посилань. Вони перераховані в тих діалогових вікнах, звідки здійснюється доступ до файлів. Шлях до часто використовуваних папок завжди починається з розташування проекту.
Бібліотеки	Бібліотеки розміщуються в проектах і містять довідкові файли, призначені тільки для читання (не для редагування). Бібліотеки в кожному проекті повинні мати унікальні імена. Імена файлів в кожній бібліотеці також повинні бути унікальні.
Опції	Налаштування проекту, що визначають, наприклад, кількість збережених колишніх версій файлу і використання унікальних імен файлів. У готових проектах важливі відомості про ідентифікатор версії і власника.
Проект	Файл XML з розширенням .ipj, що визначає папки, що містять файли і папки зовнішніх даних, на які посилаються файли проекту.

Продовження таблиці 2.1

Проксі-файл	При розміщенні деталі з Autodesk Mechanical Desktop в якості компонента в збірці Autodesk Inventor створюється проксі-файл, який містить посилання на файл Mechanical Desktop і перетворені дані. Зазвичай вихідні файли з Mechanical Desktop зберігаються в бібліотеці, а трансльовані проксі-файли - в проксі-бібліотеці. Ім'я проксі-бібліотеки збігається з ім'ям бібліотеки Mechanical Desktop, але йому передуює символ підкреслення (_).
Файл посилання	Файл, який використовується в поточному проекті. Файл посилання може бути доступний для редагування або тільки для читання, як, наприклад, бібліотека деталей.
Відносний шлях	Шляхи в проектах задаються щодо розміщення файлу проекту (.ipj). У Autodesk Inventor використовуються відносні шляхи для пошуку файлів посилань.
Коренева папка	Папка верхнього рівня, певна в проекті як бібліотека, робочий простір або робоча група. Файли даних, які розташовуються у вкладених папках під кореневою текою, задаються в відносному шляху з кореневої папки. Всі файли, які стосуються поточному проекту, необхідно зберігати в кореневій папці або в одній з її вкладених папок.
Однокористувацький проект	Файли даних розміщуються в робочому просторі проекту. Файли проекту і сеанс Autodesk Inventor одночасно доступні тільки одному користувачеві.
Бібліотека стилей	Папка, задана в настройках проекту. Вона визначає розміщення використовуваних в проекті стилів. За замовчуванням використовується папка Design Data.

Продовження таблиці 2.1

Папка шаблонів	Папка, задана в настройках проекту. Вона визначає розташування використовуваних в проекті шаблонів. За замовчуванням папка шаблонів створюється під час установки.
Робочий простір	Коренева папка або вкладена в неї папка, в якій користувач редагує копії файлів проекту. У розрахованих на одного користувача і Vault-проектах робочий простір є єдиним місцем розміщення даних.

3.1.1 Установка активного проекту

Проект являє собою логічно організовану структуру даних про проєктованій конструкції. У нього включаються файли моделі, креслення, схеми і примітки. Інформація про проєкт зберігається в файлах XML з розширенням .ipj. У цих файлах визначається, де знаходяться дані проєкту, де редагуються файли, кількість версій, які будуть файлу та інші настройки.

У проєкті визначаються кореневі папки, в яких зберігаються файли, і структура моделі проєкту. Файли даних можуть зберігатися безпосередньо в кореневій папці або у вкладених в неї папках. Можна створити два типи проєктів: однокористувальницький проєкт і проєкт сховища, якщо встановлена програма Autodesk Vault.

Однокористувацькі проєкти призначені для роботи одного конструктора. Якщо на комп'ютері встановлено Autodesk Vault, vault-проєкти дозволяють організувати спільну роботу декількох конструкторів над одним проєктом. Загальні файли знаходяться в сховищі; прямий доступ до них відсутня. Кожен користувач працює з персональним проєктом, який визначає, куди будуть копіюватися файли для перегляду і редагування. У сховищі розміщуються також колишні версії файлів і додаткові атрибути.

При першому запуску Autodesk Inventor автоматично стає активним проект за замовчуванням. У проекті за замовчуванням не вказано шляхи писку файлів, але його можна використовувати для негайного конструювання та збереження файлів в будь-якій папці. Як правило, проект за замовчуванням не використовується для реальної роботи. В міру ускладнення проекту перемістити файли буде складніше, ніж налаштувати параметри проекту перед початком конструювання.

У сеансі Autodesk Inventor допускається тільки один активний проект. Активний проект визначає настройки та папки, які містять файли моделей і бібліотеки. Перш ніж створювати або редагувати файли даних, потрібно активізувати проект. Для цього необхідно:

Спочатку переконайтеся, що всі файли Autodesk Inventor закриті, потім виберіть «Файл» ► «Проекти». У верхній частині діалогового вікна «Проекти» перераховані існуючі проекти. Двічі натисніть на імені проекту для його активізації. Близько імені активного проекту з'являється галочка.

У нижній частині діалогового вікна «Проекти» міститься інформація по обраному проекту.

Налаштування проектів.

При створенні або редагуванні проекту вказується його тип. Тип визначає, де зберігаються і редагуються файли, кому надано право доступу до них, як відбувається повернення і отримання файлів.

Перед створенням проекту рекомендується сформувати файлову структуру і задати права доступу до файлів.

Користувач може створювати проекти наступних типів:

- однокористувацький - цей тип проектів використовується для роботи одного конструктора. Всі файли, за винятком бібліотек, знаходяться в одній папці (робочому просторі) і у вкладених в неї папках. Статус видачі файлу в браузері недоступний.

- проект сховища (для використання цього типу проекту повинен бути встановлений Autodesk Vault). У Vault-проектах знаходиться в сховищі версія

файлу недоступна для безпосередньої роботи. Для кожного користувача в файлі проекту задається персональне робоче простір, в яке Autodesk Vault копіює файли для перегляду і редагування.

Зміни в файлах, виконані іншими конструкторами, не помітні до тих пір, поки користувач не отримає останню версію свого робоче простір. У Autodesk Vault зберігаються копії всіх версій файлів даних, історії змін, властивості і залежності файлів в базі даних. Користувач може організовувати запити за властивостями файлу, простежувати посилання і відновлювати минулі конфігурації.

Рекомендується встановити Autodesk Vault, щоб забезпечити доступ до даних проекту для декількох конструкторів. Можливості цієї програми в області організації даних (як, наприклад, збереження всіх версій файлу) дають можливість здійснення пошуку і запитів до даних.

Однокористувацький проект використовується, якщо користувач працює в поодиночці і нікому іншому не потрібно надавати доступ до даних.

За замовчуванням папкою проектів є My Documents \ Inventor, однак її можна змінити в будь-який момент.

Майстер створення проектів створює робочий простір в тій же папці, що і файл проекту. Робочий простір завжди має бути вкладено в папку, яка містить файл проекту.

У наведеній нижче таблиці 3.2 зібрані рекомендації для кожного типу проектів.

Таблиця 3.2 – Характеристика проектів

	Одного користувача	Сховище
Тип проекту	Одного користувача	Vault
Вкладений файл	Ні	Ні
Розташування робочого простору	Одне робоче місце визначено як. \	Визначено ст. \
Розташування робочої групи	Ні	Ні
Бібліотеки	Одна або кілька	Одна або кілька, не розміщуються в робочому просторі.

3.1.2 Створення проекту

Закрийте всі документи в Autodesk Inventor. Якщо будь-які файли відкриті, активний проект доступний тільки для читання. Без закриття всіх файлів можна додавати тільки бібліотеки.

В меню Autodesk Inventor виберіть: «Файл» ➤ «Проекты», щоб включити редактор проектів або поза Autodesk Inventor виберіть пункти меню Microsoft Windows: «Пуск» ➤ «Программы» ➤ «Autodesk» ➤ Autodesk Inventor (версія) ➤ «Сервис» ➤ «Редактор проектов».

Коли редактор проектів відкриється, натисніть кнопку «Створити», щоб запустити Майстер створення проектів Inventor. За замовчуванням пропонується створити однокористувальницький проект. При виборі цієї опції створюється робочий простір.

Для використання опції «Новий проект Vault» повинен бути встановлений Autodesk Vault.

Введіть відомості про проект.

В поле «Ім'я» введіть ім'я проекту або прийміть ім'я, запропоноване за замовчуванням. Майстер створення проектів створює папку з цим ім'ям, вкладену в папку проекту. При переході в інше місце розташування Autodesk Inventor використовує вказане ім'я папки або створює нову папку, якщо ім'я папки не існує. У папці проекту (місце розташування файлу .ipj в. \) Створюється робочий простір для одного користувача проектів і проектів сховища. В групі «Повний шлях» виводиться шлях і ім'я файлу проекту (рис.3.1).

Натисніть кнопку «Далі» для вказівки бібліотек.

Нові проекти часто використовують бібліотеки від вже існуючих проектів. На лівій панелі перераховані всі бібліотеки зі списку проектів. На правій панелі натисніть стрілку вправо для додавання місця розташування бібліотеки в новий проект. Щоб не допустити бібліотеки з нового проекту натисніть кнопку зі стрілкою вліво. В поле «Розташування бібліотеки» показано розташування виділеної в вліво або вправо областях бібліотеки.

Натисніть кнопку «Готово» (рис.3.2).

Після того як проект створений, можна двічі натиснути на його імені в Редакторі проектів і встановити параметри проекту. процедури установки різних параметрів проекту описані у відповідних розділах.

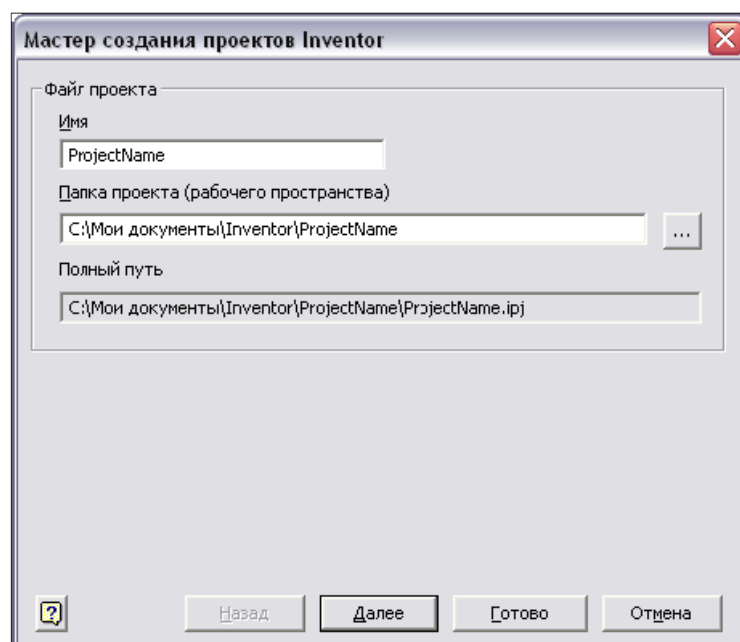


Рисунок 3.1- Ввод сведений о создаваемом объекте

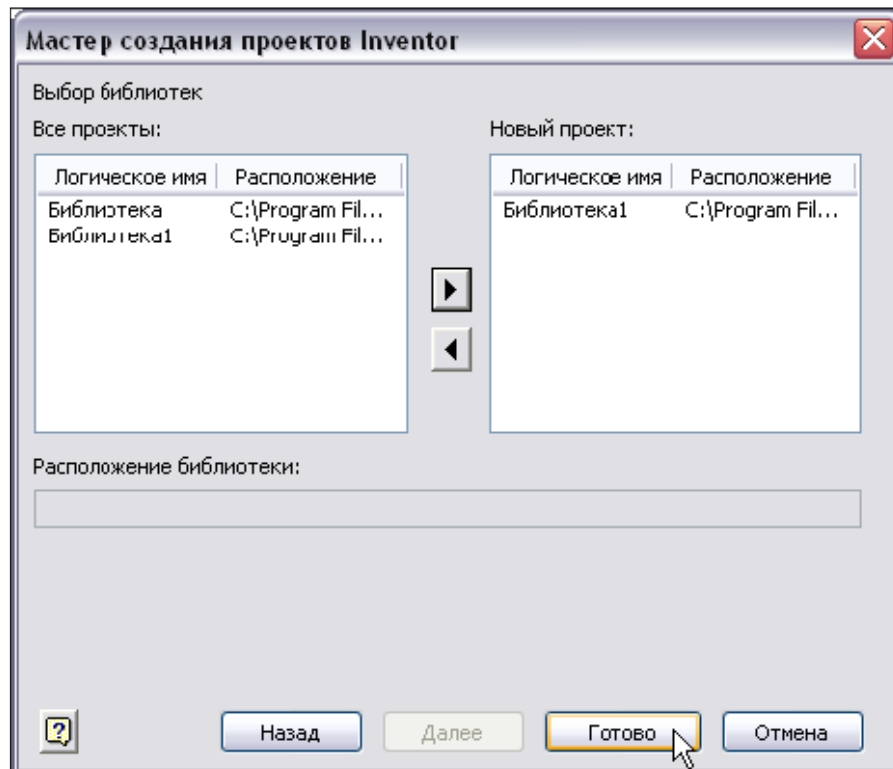


Рисунок 3.2 – Указание библиотек

3.2 Створення збірок

3.2.1 Середовище роботи зі складками

У Autodesk Inventor компонент, поміщений в модельовану збірку, діє як окрема функціональна одиниця. Взаємне розташування компонентів описується залежностями.

При створенні або відкритті файлу збірки (.iam) активізується середовище роботи зі складками. Команди цього середовища дозволяють працювати з деталями і вузлами в цілому. Функціонально пов'язані між собою деталі можна згрупувати в збірці в окремий компонент (вузол); згодом цей вузол може міститися в інших збірках.

Файли деталей (.ipt) відкриваються в середовищі роботи з деталями. Команди цього середовища призначені для роботи з ескізами і конструктивними елементами, з яких формуються деталі. Створені деталі можна вставляти в збірки, позиціонуючи їх щодо інших компонентів за допомогою складальних залежностей. Можна не тільки вставляти в збірку

наявні деталі, але і створювати деталі прямо в контексті збірки, використовуючи функції роботи з ескізами і засоби моделювання деталей. У цей час інші компоненти збірки будуть видимими.

У моделі можна створювати конструктивні елементи збірки, які впливають на кілька компонентів - наприклад, отвори, що проходять через кілька деталей. Конструктивні елементи збірки часто використовуються для опису специфічних виробничих процесів.

Браузер збірки призначений для виконання багатьох завдань. Зокрема, він допомагає легко активізувати компоненти для редагування, редагувати ескізи, конструктивні елементи і залежності, вмикати та вимикати видимість компонентів. У браузері збірки відображається ієрархія компонентів збірки, а також їх зв'язки і залежності. Кожне входження компонента має унікальне ім'я. У браузері можна вибирати компонент для редагування, переміщати компоненти за рівнями збірки, управляти їх статусом і перейменовувати, а також редагувати складальні залежності і управляти уявленнями.

3.2.2 Стратегія конструювання збірки

При традиційному проектуванні конструктори та інженери створюють загальну схему зборки, розробляють окремі деталі, і тільки після цього збирають все разом. У Autodesk Inventor до створення збірки можна приступити на будь-якій стадії процесу проектування. Якщо проектування починається з чистого аркуша, то спочатку створюється порожня збірка, яка послідовно заповнюється деталями. Якщо допрацьовується вже наявна збірка, нові деталі створюються «за місцем» - так, щоб вони добре сполучалися з уже наявними деталями. Ця методологія проектування дозволяє застосовувати будь-які стратегії проектування: від низу до верху, зверху вниз і вгору-вниз від середини.

Зміни, внесені в зовнішні компоненти, автоматично відбиваються на моделі побудови та кресленнях, використовуваних для документування конструкції.

Розглянемо стратегії проектування.

3.2.2.1 Проектування збірки «знизу вгору»

При проектуванні збірки «знизу вгору» в файл збірки вставляються наявні деталі і вузли, потім компоненти збірки позиціонуються з використанням залежностей, таких як залежності суміщення або залежно типу «Урівень». Бажано розміщувати компоненти в тому порядку, який відображає реальний процес виготовлення.

Якщо деталь не складена з адаптивних конструктивних елементів (це задається у файлі деталі), вона може не підійти для збірки. В цьому випадку можна вставити деталь в файл збірки і зробити її адаптивною вже в контексті цієї збірки. Розміри деталі, на конструктивні елементи якої накладено залежності від інших компонентів збірки, змінюються.

Якщо необхідно зробити адаптивними все недостатньо певні конструктивні елементи компонента, слід призначити адаптивність всьому компоненту. При накладенні залежностей між деталлю і фіксованими геометричними об'єктами вузла конструктивні елементи цієї деталі змінюють свої розміри відповідно.

3.2.2.2 Проектування збірки «зверху вниз»

При проектуванні збірки «зверху вниз» спочатку розробляються критерії, а потім створюються компоненти, що задовольняють цим критеріям. На початкових стадіях проектування створюється список відомих параметрів і можуть бути підготовлені інженерні схеми (двовимірні схеми розташування), які еволюціонують в процесі проектування.

У схеми зазвичай включають підставу і верхню межу збірки, що подають і приймають механізми, а також інші відомі дані. У схемі можуть враховуватися і механічні характеристики збірки. Схеми створюються в файлах деталей, а потім вставляються в файл збірки. Надалі з ескізів схем створюються конструктивні елементи.

Остаточне складання являє собою набір деталей, розроблених в результаті ітераційного процесу спеціально для вирішення даного конкретного завдання.

3.2.2.3 Проектування збірки зсередини до кордонів

Більшість методик моделювання зводиться до проектування за принципом «знизу вгору» або «зверху вниз». При проектуванні до моделей пред'являються певні вимоги і при їх проектуванні застосовуються стандартні компоненти. Але створення нових проектів може зажадати використання нових стратегій.

Зазвичай збірку починають формувати з існуючих компонентів, наскільки це можливо. Після аналізу конструктивних особливостей створюється базовий компонент. У міру просування роботи над складанням проектувальник створює нові або використовує вже існуючі компоненти.

3.2.3 Система координат збірки

За замовчуванням в новому файлі збірки існує три робочі площині і робочі осі. У точці перетину робочих осей розташоване початок системи координат збірки.

У браузері вихідні робочі площині, робочі осі і точка початку координат перераховані під значком «Початок». Ці конструктивні елементи зазвичай невидимі. Клацання правою кнопкою миші в браузері і вибір команди «Видимість» дозволяють відобразити їх на екрані. Вихідні робочі площині і початок координат можна використовувати при накладенні залежностей.

На рис.3.3 включена видимість вихідних робочих площин, осей і центральної точки в ізометричній проекції.

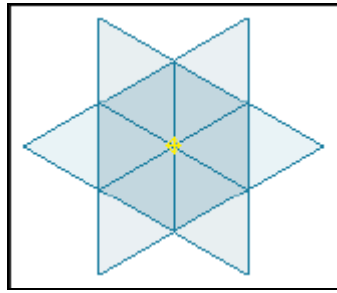


Рисунок 3.3- Робоча площа

У кожній вихідній робочій площині проходить пара координатних осей. Наприклад, в площині YZ лежать осі Y і Z (рис.3.4).

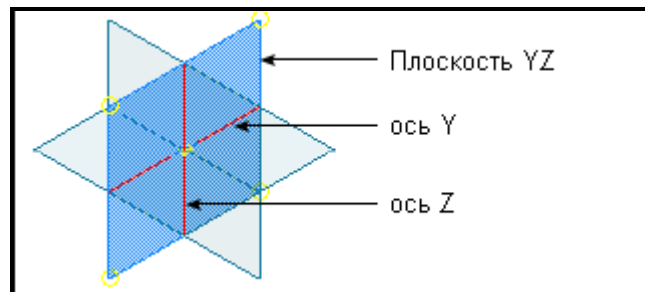


Рисунок 3.4- Координатні осі

Складальні залежності накладаються на компоненти для визначення їх відносної позиції в збірці. Наприклад, можна задати поєднання двох площин різних деталей або концентричність отвори і болта. Ці залежності збирають разом складові частини моделі побудови та задають в Autodesk Inventor можливості коригування моделі при зміні її компонентів.

3.2.4 Створення компонентів збірок

Процес моделювання збірки полягає в розміщенні існуючих компонентів в збірці і створенні інших компонентів за місцем в контексті збірки. Як правило, в процесі моделювання застосовуються стандартні компоненти, але для спеціальних цілей можуть створюватися з абсолютно нові компоненти.

Створення деталей за місцем

Для створення компонента збірки використовується інструмент «Створити компонент». При створенні компонента за місцем можна будувати ескіз на межі існуючого компонента збірки, на робочій площині, на площині побудов в поточному вигляді основний збірки. Також існує можливість поєднати нормаль до площини побудов з початком координат в потрібній точці. Площина побудов можна автоматично зв'язати залежністю з обраної гранню або робочою площиною, встановивши відповідний прапорець в діалоговому вікні «Створення компонента за місцем».

При завданні положення ескізу нова деталь відразу ж стає активною, а браузер, інструментальна палітра і панелі інструментів перемикаються в середу роботи з деталлю. Для створення першого ескізу нової деталі використовуються звичайні команди роботи з ескізом. При створенні ескізу можна використовувати ребра і конструктивні елементи існуючих компонентів. Користувач може вибирати ці елементи в якості довідкової геометрії.

Більшість створюваних компонентів орієнтуються щодо наявних компонентів збірки. Існує можливість встановлення площини ХУ як поточної орієнтації виду; для цього потрібно натиснути мишею в області фону графічного вікна. Якщо площиною побудов за замовчуванням є площину YZ або XZ, необхідно змінити орієнтацію виду, щоб була видна ескізна геометрія.

Після створення базового елементу нової деталі можна визначити для неї додаткові ескізи на основі активної деталі або інших деталей в збірці. При формуванні нового ескізу користувач може вибрати плоску грань активної або будь-якої іншої деталі, щоб задати площину побудов на цій межі. Також можна вибрати плоску грань і перетягнути ескіз від межі для автоматичного створення площині побудов на зміщеною робочої площини.

При створенні площині побудов на основі межі іншого компонента автоматично створюється адаптивна робоча площина. Активна площина побудов поєднується з нею. Адаптивна робоча площина відповідним чином переміщується, щоб відобразити всі зміни в компоненті, на основі якого вона

створена. Ескіз переміщається разом з робочою площиною. Елементи, засновані на ескізі, також переміщуються.

На рис.3.5 наведено приклад площині ескізу для деталі, яка створюється за місцем на площині, яку використовують як перетину.

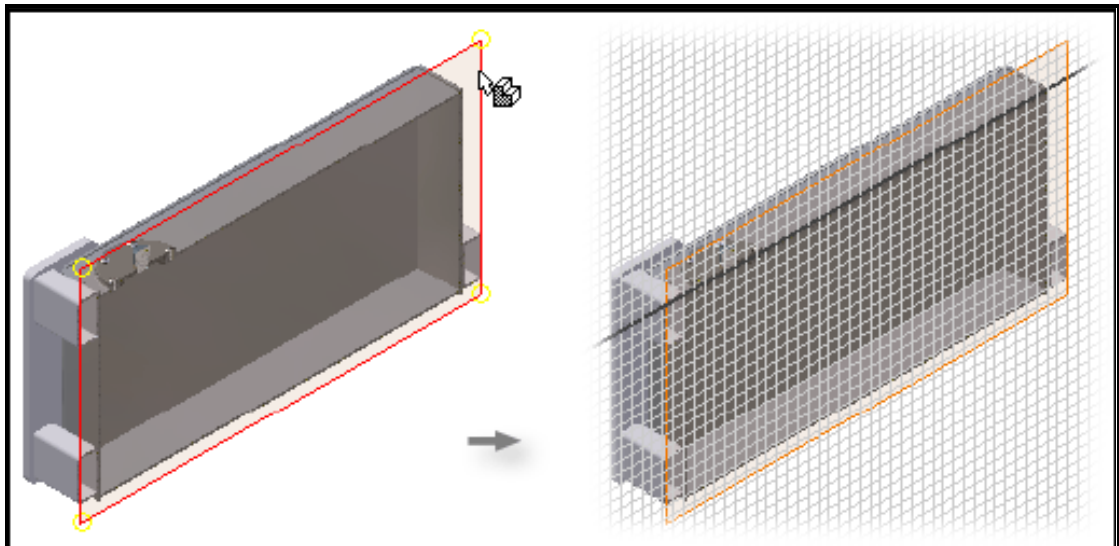


Рисунок 3.5 – Площина ескізу деталі

Процес установки площині ескізу для створення компонента за місцем складається з наступних дій.

Перший крок виберіть «Сервіс» ► «Налаштування» ► вкладка «Деталь».

Крок 2 у групі «Автоматичне створення ескізу» задати площину, яка використовується за умовчанням в якості площині побудов.

Крок 3 натисніть «ОК».

Крок 4 двічі натиснути на імені збірки в браузері. Проводиться повернення в середу роботи зі складками.

Крок 5 у верхній частині браузера натиснути на символі стрілки і вибрати «Вид збірки».

У режимі роботи зі складанням складальні залежності відображаються в браузері вкладеними в значок компонента, до якого вони належать. У режимі роботи з моделлю все залежності знаходяться в одній папці, розташованій у верхній частині браузера.

Якщо при створенні нової деталі була обрана опція «Зв'язати площині залежностями », в браузері з'явиться залежність типу « Урівень »; однак, її можна видалити в будь-який час. Залежність типу «Урівень» не створюється, якщо ескіз був створений клацанням в графічному вікні.

Спроекувати ребра і конструктивні елементи.

Створені за місцем деталі часто підтримують зв'язок з одним або декількома конструктивними елементами існуючих компонентів. Наприклад, від отворів може знадобитися концентричність, а від зовнішніх ребер нової деталі - збіг з ребрами існуючого компонента. Грані, ребра і конструктивні елементи будь-якого видимого компонента можна спроекувати на ескіз. Спроековані точки і криві можуть використовуватися для створення ескізних профілів або траєкторій. При необхідності можна комбінувати спроековану геометрію з новою геометрією ескизу.

На рис. 3.6 показано, як ребра суміжній деталі проектуються в ескіз для створення деталі за місцем.

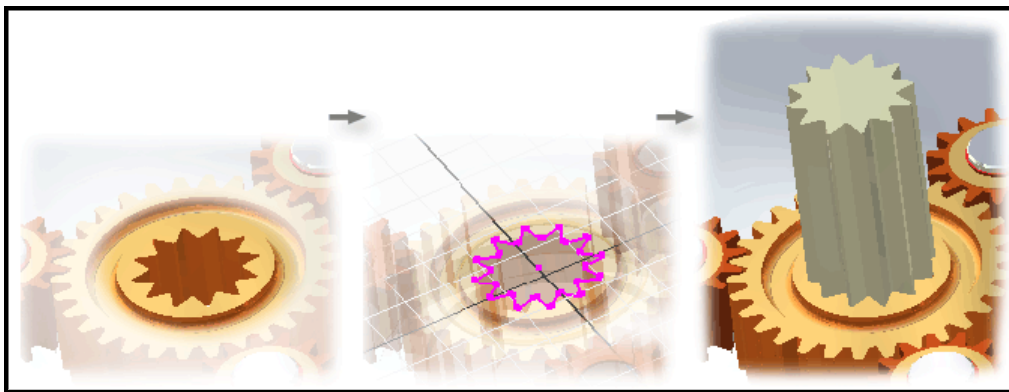


Рисунок 3.6- Проектування деталі в ескіз

Спроекована геометрія пов'язана з джерелом проектування. При зміні геометрії вихідної деталі проекція оновлюється автоматично.

При проектуванні геометрії існуючого компонента на новий ескіз вона стає посилаальною геометрією. Посиладельна геометрія використовується для створення адаптивних співпадаючих деталей, які автоматично оновлюються, відображаючи всі модифікації зовнішніх кордонів спроекованого компонента.

Для проектування граней, ребер і елементів на площину поточного ескізу використовуються інструмент «Проектувати геометрію» на панелі інструментів «Ескіз».

Спроектowana геометрія розташовується по нормалі до поточної площини побудов. У разі, якщо площину, в якій лежить вбрання ребро, не паралельна площині побудов, спроектована геометрія буде відрізнятись від вихідного ескізу. Для отримання реального вигляду спроектований геометрії потрібно переорієнтувати вигляд ескізу.

Створення вузлів за місцем

При створенні вузла за місцем формується порожня група компонентів. новий вузол автоматично стає активною складанням, після чого його можна заповнювати розміщеними і створеними за місцем компонентами. При активації збірки верхнього рівня вузол обробляється як окремий модуль батьківського збірки.

При необхідності можна вибрати компоненти одного рівня збірки в браузері, натиснути правою кнопкою миші і вибрати «Компонент» ► «Знизити рівень» для розміщення їх в новому вузлі. Програма запитує нове ім'я файлу, шаблон, розташування і структуру специфікації. Компоненти можна переміщати між рівнями збірки, перетягуючи їх в браузері.

У великих збірках вузли можуть розташовуватися на глибоко вкладених нижчих рівнях. Планування і побудова вузлів дозволяє ефективно управляти конструкцією великих збірок. Для полегшення документування збірки можна створювати вузли за необхідними виробничим схемами.

3.2.5 Створення масивів компонентів

Компоненти в збірках можуть об'єднуватися в кругові або прямокутні структури. Використання масивів компонентів при розробці проекту дозволяє підвищити продуктивність і ефективність роботи. Часто виникає потреба вставити в збірку кілька болтів, що скріплюють деталі, або розмістити в складній збірці кілька однакових вузлів.

Так само, як і масиви конструктивних елементів, прямокутні масиви компонентів збірки створюються завданням інтервалів в шпальтах і рядах, а кругові масиви завданням кількості компонентів і кута між ними. Крім того, існує можливість створення асоціативних масивів деталей або вузлів. Наприклад, використовуючи існуючий масив отворів під болти, можна створити масив болтів і гайок. При цьому зміни масиву отворів будуть відображатися на положенні і кількості болтів і гайок.

Асоціативні масиви компонентів:

- включають в себе і зберігають залежності вихідного компонента. Залежності, накладені на вихідний компонент, зберігаються в масиві компонентів;
- чи є асоціативними по відношенню до конструктивних елементів деталі, таким як масив отворів під болти;
- містять окремі елементи, які можна пригнічувати для коректності зображення або функціональних цілей.

Створення асоціативного масиву компонентів.

Крок 1 вставити компонент в файл збірки.

Крок 2 накласти залежність, що визначає положення компонента щодо масиву конструктивних елементів.

Крок 3 натиснути кнопку «Масив компонентів» і перейти на вкладку «Асоціативність».

Крок 4 вибрати вставлений компонент в браузері або в графічному вікні.

Крок 5 на складці «Асоціативність» натиснути кнопку зі стрілкою вибору і вибрати в графічному вікні входження конструктивного елементу в масиві.

Крок 6 натисніть «ОК».

Вставлений компонент розміщується відповідно до параметрів масиву.

При зміні параметрів масиву автоматично змінюється кількість компонентів і інтервал між ними в збірці.

Створення прямокутного масиву компонентів.

Крок 1 вставити компонент в файл збірки.

Крок 2 викликати команду «Массив компонентов» і перейти на вкладку «Прямоугольный».

Крок 3 вибрати вставлений компонент в браузері або в графічному вікні.

Крок 4 натиснути кнопку «Направление столбца» на вкладці «Прямоугольный» і вибрати ребро або робочу вісь в графічному вікні. Якщо необхідно, натиснути кнопку «Обратить» для зміни напрямку на протилежний.

Крок 5 ввести кількість компонентів в стовпці і відстань між ними.

Крок 6 натиснути кнопку «Направление ряда» і вибрати ребро або робочу вісь, ввести кількість компонентів в ряді і відстань між ними. Якщо необхідно, натиснути кнопку «Звернути» для зміни напрямку на протилежний.

Крок 7 натисніть «ОК».

Створення кругового масиву компонентів.

Крок 1 вставити компонент в файл збірки.

Крок 2 натиснути кнопку «Массив компонентов» і перейти на вкладку «Круговой».

Крок 3 вибрати вставлений компонент в браузері або в графічному вікні.

Крок 4 натиснути кнопку «Напрямок осі» на вкладці «Круговой» і вибрати ребро або робочу вісь в графічному вікні. Якщо необхідно, натиснути кнопку «Звернути» для зміни напрямку на протилежний.

Крок 5 ввести кількість компонентів в круговому масиві і кутовий інтервал між ними.

Крок 6 натисніть «ОК».

3.2.6 Незалежні екземпляри

Елементи масиву компонентів можна від'єднувати від масиву. При від'єднанні елемента масиву:

- обраний елемент масиву пригнічується;
- копія кожного компонента, що є частиною даного елемента, розміщується на тій же позиції і в тій же орієнтації, що і пригнічений компонент.
- нові компоненти додаються в нижню частину браузеру збірки;
- нові замінені компоненти підкоряються загальним правилам заміни.

Формування незалежного елемента масиву відбувається в такій послідовності.

Перший крок розгорнути гілку масиву в браузері.

Другий крок натиснути правою кнопкою на елементі, який не є в масиві вихідним, і вибрати пункт «Незалежний» з контекстного меню. Копії компонентів, що містяться в ньому, додаються в браузер.

Якщо потрібно створити новий компонент, аналогічний уже наявного, необхідно скопіювати компонент і вставити його в збірку під іншим ім'ям.

Для відновлення незалежної елемента в масиві потрібно натиснути на ньому правою кнопкою миші в браузері і вибрати команду «Незалежний» контекстного меню. При цьому знімається позначка з цього пункту меню. Скопійовані компоненти, створені в той час, коли елемент був позначений як незалежний, автоматично видаляються з моделі.

3.2.7 Використання конструктивних елементів збірки

Елементи збірки аналогічні елементам деталі, за винятком того, що вони створюються в середовищі збірки, можуть впливати на багато деталей і зберігаються в файлі збірки.

Як елементи збірки можуть виступати фаски, сполучення, зрушення, елементи обертання, видавлювання, отвори, зміщення граней, прямокутні масиви, кругові масиви і дзеркальні масиви. а також робочі елементи і ескізи, використані для їх створення. Процедура роботи і діалогові вікна тут такі ж, як і при роботі з елементами деталі, але деякі операції недоступні (наприклад, створення поверхні для видавлених елементів або елементів обертання).

Конструктивні елементи збірки можна редагувати, додавати, придушувати і видаляти. Стан елементів збірки можна повертати на попередні етапи. Користувач сам визначає, з якими конструктивними елементами взаємодіють елементи збірки.

Використання конструктивних елементів збірки.

Конструктивні елементи збірки описують процеси, які застосовуються після складання моделі. Елементи збірки застосовуються для:

- визначення окремого логічного елемента, який охоплює кілька деталей (наприклад, видавлювання, що проходить через кілька з'єднаних пластин);
- описи специфічного виробничого процесу, такого як точне свердління або механічна обробка збірки в зборі.

Між компонентами і елементами збірки можуть існувати залежності. Проте, залежність не може бути накладена між двома однаковими елементами збірки в різних деталях.

Стан елемента збірки можна повертати, переглядаючи, яким чином кожен елемент збірки впливає на модель. Якщо необхідно, можна додавати інші елементи збірки. При поверненні до попередніх станів новостворені елементи збірки додаються в браузер перед позначенням кінця елементів.

Використання робочих елементів в збірках.

У середовищі збірки робочі елементи служать для побудови і розміщення компонентів, а також для перевірки зазорів в збірці. Робочі площини також використовуються для створення видів складання в розрізі. Робочі площини і осі між деталями збірки створюються при виборі ребер і точок на кожній деталі. Ці робочі елементи пов'язані з кожною деталлю і змінюються відповідно до змін збірки.

За замовчуванням всі робочі елементи геометрії видимі. Користувач може управляти видимістю всіх робочих елементів збірки одночасно. Це важливо в середовищі збірки, де відображення робочих елементів різних деталей захищає зображення в графічному вікні.

Для управління видимістю робочих елементів в збірці необхідно виконати:

- на стандартній панелі інструментів виберіть «Вид» ► «Видимість об'єктів »;
- за допомогою меню зробити видимими або приховати робочі елементи певного типу або всі робочі елементи.

Ця дія скасовує установки видимості окремих робочих елементів обраного типу в збірці і в кожній деталі збірки. Навіть якщо видимість включена для компонента індивідуально, він може стати невидимим через те, що видимість пригнічена для всіх елементів відповідного типу.

Заміна компонентів.

По ходу розвитку проекту може знадобитися заміна компонентів. На концептуальному етапі часто використовують просте схематичне уявлення компонента. При подальшій розробці проекту компонент замінюється фактичної деталлю або вузлом. Деталі від одного постачальника можуть замінюватися аналогічними деталями з іншого джерела.

На рис 3.7 команда «Замінити» використовувалася для заміни простого ескізного уявлення фактичної деталлю.

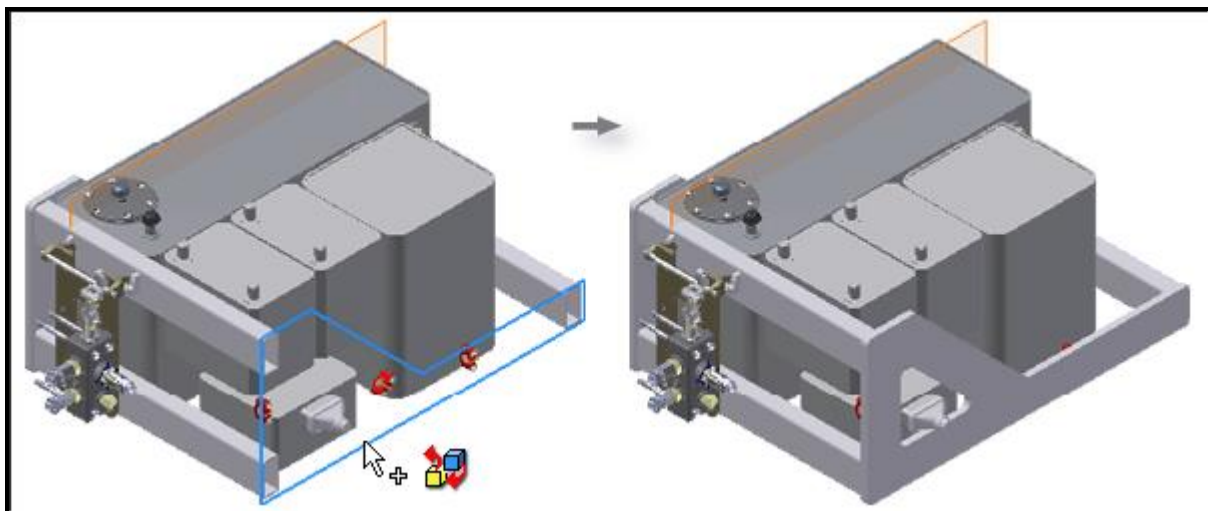


Рисунок 3.7 - Застосування команди «Замінити»

При заміні компонента збірки початку координат нового і заміщеного компонента збігаються. Всі складальні залежності вихідного компонента губляться. Для обмеження ступенів свободи нового компонента потрібно накласти нові складальні залежності. Якщо нова деталь пов'язана залежністю автосуміщення, а деталь, з якої вона повинна бути пов'язана, має ту ж конструктивну пару, деталі автоматично поєднуються зі збереженням усіх залежностей. Якщо замінна деталь є батьківської по відношенню до вихідної деталі (зміненої копії деталі), при заміні компонента залежно також зберігаються.

Збірку можна перетворити в збірку Inventor, що складається з безлічі елементів с різними характеристиками, наприклад елементів різної довжини або діаметра, елементів зі зміщенням залежностей та ін. При використанні елемента збірки Inventor як компонент в активній збірці можна замінити один елемент іншим. Щоб замінити один елемент іншим елементом, який є вкладеним в структурі збірки Inventor в браузері, необхідно спочатку зробити активним батьківську збірку.

3.2.8 Дзеркальне відображення збірок

Команда «Дзеркальні компоненти» використовується для створення дзеркальних деталей. За допомогою цієї команди створюється дзеркальне відображення вихідної збірки і її компонентів відносно площини відображення. Для дзеркальної збірки можна, наприклад, створити лише половину, а потім швидко отримати другу половину за допомогою цієї функції. Відображені компоненти є точними копіями, розміщені відносно площини відображення.

Новий файл збірки з дзеркальними компонентами можна зберегти і відкрити в новому вікні, або багаторазово використовувати компоненти і їх дзеркальні відображення в існуючому файлі збірки.

Обмеження при заміні не втрачаються, якщо замінювана деталь є нащадком вихідної (тобто копією, що містить зміни).

Відкрийте збірку, для якої потрібно створити дзеркальну копію.

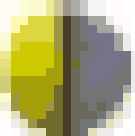
З палітри «Сборка» викличте команду «Дзеркальний компонент».

Виберіть всі компоненти збірки в графічному вікні або браузері збірки. Для автоматичного вибору підлеглих компонентів виберіть всю збірку або вузол. Збірка і список її компонентів з'являються в списку діалогового вікна «Дзеркальні компоненти».

У діалоговому вікні «Дзеркальні компоненти» натисніть кнопку «Площина відображення» і вкажіть площину в графічному вікні або браузері збірки.

При необхідності натисніть кнопку «Статус» компонента для Зміни его статусу. У таблиці 3.3 представлена характеристика статусів. Новий файл збірки з дзеркальними компонентами можна зберегти і відкрити в новому вікні, або багаторазово використовувати компоненти і їх дзеркальний відображення в існуючому файлі збірки.

Таблиця 3.3-Характеристика статусів

	Статус	Пояснення
	Дзеркальний	Створення дзеркального примірника в поточному або новому файлі збірки.
	Багаторазово використовуваний	Створення нового екземпляра в поточному або новому файлі збірки.
	Виключений	Вузол або деталь, що не беруть участі в операції відображення.
	Багаторазово використовуваний/Виключений	Позначає, що вузол містить компоненти з статусом «Багаторазово використовуваний» і «виключений», або багаторазово використаний вузол не завершений.

Для зміни орієнтації багаторазово використовуваного компонента натисніть по ньому правою кнопкою миші і виберіть пункт «Плоскость симметрии »з контекстного меню.

Натисніть кнопку «Дополнительно» для вибору опцій попереднього перегляду та визначення обробки бібліотек компонентів. Для дзеркального відображення бібліотечних компонентів зніміть прапорець «Копировать библиотечные компоненты». За замовчуванням в поточному або новому файлі збірки можна створювати тільки екземпляри бібліотечних деталей. Для відображення дзеркальних копій компонентів затіненими в графічному вікні встановіть відповідні позначки в групі «Обозначать при просмотре». Натисніть «ОК».

У діалоговому вікні «Зеркальные компоненты: Имена файла» перегляньте перелік скопійованих файлів і внесіть зміни, якщо потрібно. Щоб змінити ім'я файлу натисніть в осередку «Новое имя». Для пошуку в списку файлів натисніть правою кнопкою миші в колонці «Новое имя». Для заміни вибраного рядка виберіть пункт «Заменить». Для зміни розміщення файлу натисніть правою кнопкою миші на осередку «Расположение» і виберіть варіант («Исходный путь», «Рабочее пространство» або « Пользовательский путь»). Якщо вибрано «Пользовательский путь», натисніть в осередку «Расположение» і задайте шлях. Для збереження розміщення файлу при повторному відкритті збірки залиште запропоноване за замовчуванням розміщення.

У групі «Схема именования»:

- встановіть прапорець «Префикс» і при необхідності введіть префікс імені файлу;
- для сортування нумерованих файлів по зростанню встановіть прапорець «Приріст».
- залиште суфікс за замовчуванням (_MIR) або введіть.

Зніміть прапорець для відмови від додавання суфікса. Натисніть кнопку «Применить» для поновлення імен файлів, або «Вернуть» для відновлення вихідних значень. У групі «Размещение компонентов» виберіть одне з

положень перемикача для розміщення компонентів в поточній або новій збірці виберіть «Вставити в сборку», для відкриття нового файлу збірки виберіть «Відкрити у новому вікні».

При необхідності можна поміняти статус компонентів або вибрати нові, натиснувши кнопку «Вернутися к выбору». Якщо всі настройки задовольняють вимогам, натисніть «ОК» і закрийте діалогове вікно.

На рис.3.8 зображений приклад дзеркальної збірки.

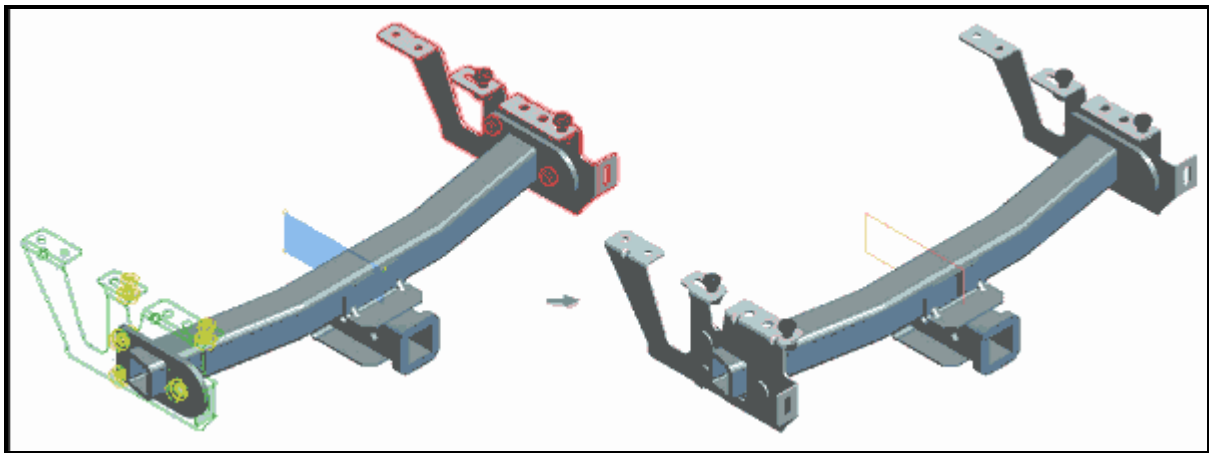


Рисунок 3.8- Дзеркальне відображення збірки

3.2.9 Копіювання збірок

Для створення копії вихідної збірки або її компонентів використовується команда «Копировать компоненты».

Скопійовані компоненти можна вставити в існуючий файл збірки, або створити новий файл збірки і відкрити його в новому вікні. Для кожного скопійованого компонента створюється новий файл. Замість копіювання може застосовуватися багаторазова вставка компонентів.

Компоненти, створені в результаті копіювання, не є асоціативними і не змінюються при модифікації вихідних компонентів.

Обмеження при заміні не втрачаються, якщо замещаемая деталь є нащадком вихідної (тобто копією, що містить зміни).

З палітри «Сборка» викличте команду «Копіювання компонентів».

Виберіть компоненти збірки, які потрібно скопіювати, в графічному вікні або браузері збірки. Список обраних компонентів з'являється в діалоговому вікні «Копирование компонентов». Виберіть збірку або вузол для автоматичного вибору всіх підлеглих компонентів.

При необхідності натисніть кнопку «Статус» компонента для зміни його статусу.

Для включення функції копіювання бібліотечних компонентів натисніть кнопку «Дополнительно» і зніміть прапорець «Копіювати бібліотечні компоненти».

Натиснути "ОК" для виклику діалогового вікна «Копіювати компонент: Файл». У діалоговому вікні «Копіювати компоненти: Імена файлу» перегляньте перелік скопійованих файлів і внесіть відповідні зміни для пошуку в списку імен файлів.

Щоб змінити ім'я файлу натисніть в осередку «Новое имя». Для пошуку в списку файлів натисніть правою кнопкою миші в колонці «Новое имя» і виберіть пункт «Найти» з контекстного меню. Для заміни обраної рядки виберіть пункт «Заменить» контекстного меню.

Для зміни розміщення файлу натисніть правою кнопкою миші на осередку «Розташування» і виберіть варіант («Исходный путь», «Рабочее пространство» або « Пользовательский путь»). Якщо вибрано «Призначений для користувача шлях», натисніть в осередку «Розташування» і задайте шлях.

Для збереження розміщення файлу при повторному відкритті збірки залиште запропоноване за замовчуванням розміщення.

У групі «Схема іменування»:

- встановіть прапорець «Префикс» і при необхідності введіть префікс імені файлу;
- для сортування нумерованих файлів по зростанню встановіть прапорець «Приращение»;
- залиште суфікс за замовчуванням (_CPY) або введіть;
- зніміть прапорець для відмови від додавання суфікса.

Якщо ім'я файлу не містить суфікса, задавайте унікальне ім'я файлу, щоб не перезаписати вихідний. Для поновлення імен файлів натисніть кнопку «Застосувати». Як скинути натисніть «Повернути».

У групі «Розміщення компонентів» виберіть:

- для розміщення компонентів в поточному файлі збірки виберіть «Вставити в збірку»;
 - для відкриття нового файлу збірки виберіть «Відкрити у новому вікні».
- Можна змінити статус компонентів або вибрати нові, натиснувши кнопку «Повернутися до вибору». Якщо це не потрібно, натисніть кнопку ОК.

3.3 Розміщення, пересування і зв'язування компонентів

3.3.1 Вставка компонентів в збірки.

У середовищі збірки можна додавати існуючі деталі і вузли для створення збірок. Можна також створити нові деталі і вузли за місцем.

Компонент (деталь або вузол) може бути не поглинутим ескізом, деталлю, поверхнею, або об'єднувати їх в собі. При створенні компонента за місцем ескіз можна розташувати в одній з координатних площин збірки, натиснути мишею на вільному місці, щоб площину побудов збігалася з поточної площиною камери, або зв'язати його з гранню наявного компонента.

Якщо який-небудь компонент активний, інші частини збірки відображаються в браузері і графічному вікні затіненими. У кожен момент часу активним може бути тільки один компонент.

При розміщенні першого компонента в складанні спочатку необхідно вставити основну деталь або вузол (каркас, основу і т.п.). Всі розміщені компоненти, за винятком першого, є небазових і вільними. Додаються необхідні залежності.

Перший компонент, поміщений в збірку, автоматично стає базовим (які не мають жодного ступеня свободи). Система координат базового компонента

поєднується з системою координат збірки. Бажано розміщувати компоненти в тому порядку, який буде використовуватися при виготовленні.

Приклад збірки (рис.3.9).

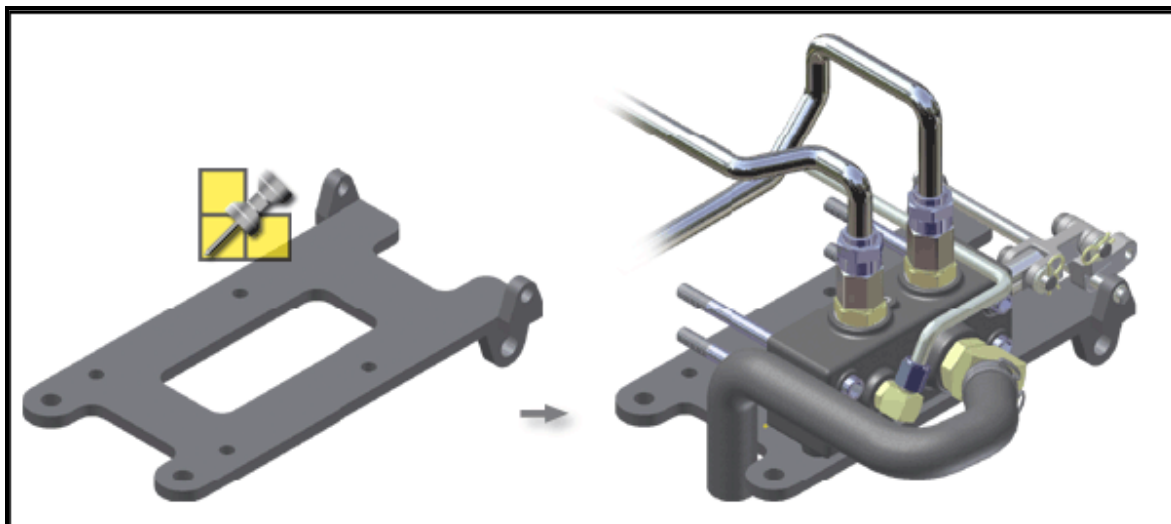


Рисунок 3.9 – Збірка

Натисніть в графічному вікні, щоб вставити додаткові нефіксовані входження першого компонента в збірку (рис.3.10). Для завершення розміщення першого компонента натиснути правою кнопкою миші і вибрати пункт «Завершити» контекстного меню.

Для послідовної вставки компонентів з зовнішніх файлів повторіть процедуру, а потім натисніть правою кнопкою миші і в контекстному меню виберіть пункт «Завершити».

Компонент можна створити в контексті збірки, використовуючи інструмент «Создание компонента по месту». Новостворений компонент відображається в браузері в головній збірці або вузлі. Якщо ескізний профіль створеного за місцем компонента використовує спроектовані контури інших компонентів збірки, то даний профіль асоціативно прив'язується до спроектовані компонентів.

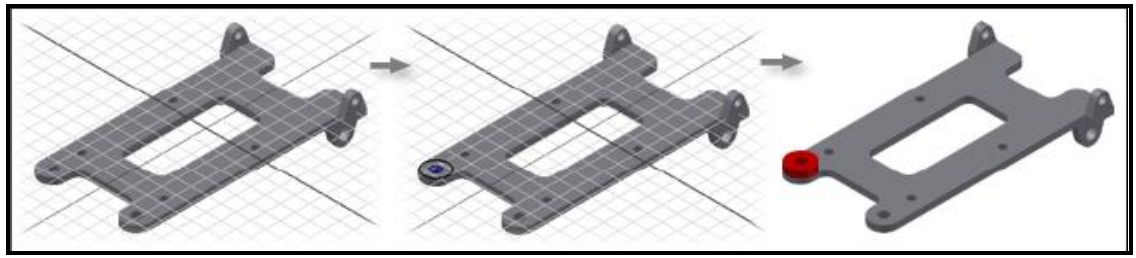


Рисунок 3.10 - Розміщення компонента в збірці

У середовищі збірки можна спростити роботу в графічному вікні і зробити невикористовувані компоненти невидимими або видалити їх з пам'яті різними способами. Існують наступні способи спрощення роботи:

- включення і відключення видимості;
- включення і відключення активного стану;
- придушення невикористовуваних компонентів.

Іноді один компонент закриває інший, з яким необхідно працювати. Можна відключити видимість цього компонента або всіх не використовуються на даний момент компонентів, щоб не захащувати графічне вікно.

Доступні компоненти повністю завантажені в збірку. З ними можна робити будь-які дії в середовищі роботи із збіркою. Недоступний компонент можна вибрати в браузері, але зробити з ним будь-які операції в графічному вікні неможливо. Редагування за місцем недоступного компонента автоматично робить його доступним. Недоступні компоненти вимагають менше ресурсів, ніж доступні, тому вони забезпечують кращу продуктивність роботи в великих збірках.

При роботі в тонованому режимі недоступні компоненти відображаються в графічному вікні напівпрозорими. У каркасному режимі їх зображення відрізняється за кольором. У браузері збірки недоступні компоненти позначені спеціальними значками.

Деталі та вузли, необхідні тільки для контексту, і компоненти, які не потребують редагування, краще зробити недоступними. Для того щоб зробити компонент недоступним, потрібно натиснути на ньому в браузері правою кнопкою миші і прибрати галочку біля пункту меню «Доступність».

Можна також застосувати придушення до невживаних компонентів. При придушенні компонента він не завантажується в пам'ять комп'ютера, при цьому прискорюється процедура редагування. У браузері ім'я пригніченого компонента перекреслюється. При роботі з великими збірками можна, наприклад, застосувати придушення до внутрішніх компонентів, які не використовуються при виконанні поточних операцій.

3.3.2 Базові компоненти, інші джерела компонентів

Положення базових компонентів зафіксовано щодо системи координат збірки. При накладенні складальних залежностей положення базового компонента не змінюється. Компонент, створений або вставлений в збірку першим, автоматично стає базовим. Це дозволяє позиціонувати наступні компоненти щодо першого. Статус базового може бути знятий з будь-якого компонента, в тому числі і першого.

Клацання правою кнопкою миші на входження компонента в графічному вікні або в браузері збірки і зняття позначки біля пункту «Базовий» відновлює ступеня свободи компонента. У браузері збірки базовий компонент відображається зі значком у формі канцелярської кнопки.

Кількість базових компонентів в збірці не обмежена, але на практиці буває тільки один базовий компонент. Базові компоненти відповідають в моделі основних деталей і вузлів збірки. Місцезнаходження та орієнтація базових компонентів закріплюється в системі координат збірки, і всі ступені свободи для таких компонентів видаляються.

Більшість компонентів збірки - це деталі і вузли, створені раніше в Autodesk Inventor або взяті з бібліотеки стандартних деталей Autodesk Inventor.

Для імпорту деталей і зборок з Autodesk Mechanical Desktop можна використовувати майстер файлів DWG / DWF™. Файли Mechanical Desktop необхідно перенести в останню версію програми перед перетворенням їх в формат Autodesk Inventor. Перед перетворенням рекомендується усунути всі знайдені помилки.

У Autodesk Inventor допускається вставка компонентів, створених в інших системах автоматизованого проектування, якщо вони збережені в форматах SAT (ACIS), IGES, або експортовані за допомогою процесу трансляції STEP. У імпортованих SAT-, STEP- і IGES-файлах не зберігається параметрична інформація, використана при створенні їх конструктивних елементів. У такі файли можна додати параметричні елементи, але змінити існуючі не можна.

3.3.3 Накладення складальних залежностей

Після того як компоненти створені в файлі збірки або вставлені в нього, накладаються складальні залежності. Вони служать для установки положення компонента в збірці і моделювання механічних взаємин між компонентами. Наприклад, можна поєднати дві площини і визначити, що циліндричні елементи двох деталей залишаються концентричними, або накласти залежність, згідно з якою плоска грань одного компонента буде залишатися дотичній до сферичної межі іншого.

Складальні залежності застосовуються до компонентів при кожному оновленні збірки.

Деякі деталі можна визначити як адаптивні. Autodesk Inventor дозволяє змінювати розмір, форму і положення адаптивних елементів деталі відповідно до складальними залежностями.

Складальні залежності позиціонують компоненти один щодо одного і зменшують кількість ступенів свободи цих компонентів. При зміні геометрії компонентів складальні залежності допомагають зберегти стабільність збірки в цілому.

Додаток складальних залежностей надає Autodesk Inventor необхідну інформацію для перевірки взаємодій, зіткнень, контактної динаміки і аналізу, а також для розрахунку масових властивостей. Параметри залежностей можна автоматично варіювати, спостерігаючи за переміщенням компонентів збірки.

У Autodesk Inventor існує чотири типи 3D залежностей, що визначають позиційні відносини між компонентами: залежність сполучення, кутова

залежність, залежність дотичності і залежність вставки. Залежно кожного типу можуть мати кілька варіантів рішень, які визначаються напрямом вектору нормалі компонента. Перед застосуванням залежності доступний її перегляд для відображення положення компонентів, на які вона впливає.

Крім того, динамічні і керуючі залежності дозволяють імітувати рух компонентів збірки.

Динамічні залежності задають рух компонентів відносно один одного. Оскільки ці залежності працюють тільки з такими ступенями свободи, які поки нічим не обмежені, вони не створюють конфліктів з позиційними залежностями, не змінюють розмір адаптивних деталей або становище базових компонентів.

Керуюча залежність задає взаємозв'язок між (зазвичай) циліндричної гранню деталі і суміжними гранями іншої деталі, як, наприклад, кулачок в пазу. Керуюча залежність підтримує контакт граней, в той час як здійснюється ковзання компонента, у межах обмежених ступенів свободи. Для управління типом залежностей, варіантом вирішення і зміщенням служить діалогове вікно «Залежності в збірці».

Кнопки «Вибір» використовуються для завдання геометрії, на яку буде накладатися залежність. Вибрані геометричні об'єкти виділяються кольором в графічному вікні.

При використанні залежностей типів «Поєднання», «Урівень» і «Кут» опція «Оцінка зміщення і орієнтації» повинна бути активна. У цьому випадку за основу береться значення зміщення поточного становища елементів, на які накладається залежність. Крім того, якщо була застосована залежність сполучення для граней, вектори яких вказують в одному напрямку, тип залежності автоматично змінюється на «Урівень», і навпаки.

При розміщенні залежностей діалогове вікно залишається відкритим. Таким чином, на компоненти відразу можна накласти кілька залежностей різних типів.

Залежність дотичності позиціонує площині, циліндри, сфери, конуси і сплайнні поверхні по дотичній один до одного.

Для накладення залежності залежності дотичності необхідно:

- перш за все, необхідно вставити компоненти, на які потрібно накласти залежність, в файл збірки;
- на панелі інструментів «Сборка» виберіть інструмент «Зависимости».
- у діалоговому вікні «Зависимости в сборке» в групі «на вкладці «Сборка» в групі «Тип» натисніть кнопку «Касательность»;
- кнопка «Выбор 1» вже натиснута. Вибрати грань, криву або площину;
- після визначення першого елемента для залежності активізується кнопка «Выбор 2». Вибрати геометрію, яка буде розташовуватися по дотичній до першої;
- для завдання боку торкання вибрати «Внутри» або «Снаружи»;
- поставити необхідний зсув (якщо є);
- прапорець «Просмотр образца» дозволяє попередньо переглянути результат накладення залежності. Якщо який-небудь з компонентів є адаптивним, попередній перегляд неможливий;
- для того щоб накласти залежність, не закриваючи діалогового вікна, натиснути «Применить». Для того щоб накласти залежність і закрити діалогове вікно, натиснути «ОК».

Доступність об'єктів для вибору змінюється відповідно до типу залежності, яка була обрана в діалоговому вікні «Зависимости в сборке».

Якщо необхідна геометрія загороджена іншими компонентами, виконати одну з наступних дій:

- перед накладенням залежності тимчасово відключити видимість загороджують компонентів;
- у діалоговому вікні «Залежності в збірці» встановіть прапорець «Начать с выбора детали». Вибрати компонент, до якого потрібно застосувати залежність. Прибрати прапорець, щоб відновити можливість вибору всіх

компонентів. Доступна для вибору геометрія обмежена тільки елементами обраного компонента;

- перевести курсор на необхідну геометрію. Натиснути правою кнопкою миші і вибрати пункт «Выбрать другое» з контекстного меню.

Натискати стрілки на панелі вибору для циклічного обходу основний межі, кривих і точок. Для прийняття вибору виділеного об'єкта натиснути зелену кнопку в центрі. Якщо при виборі граней, ребер, кутів або точок виникли складності, можна скорегувати значення опції «Допуск при выборе» та змінити пріоритет вибору. Для цього виберіть «Сервис» ➤ «Настройка» ➤ вкладка «Общие». Доступна для вибору геометрія обмежена тільки елементами обраного компонента.

У браузері натиснути правою кнопкою миші на залежності, накладеної в попередній вправі. Вибрати «Редактировать». З'явиться діалогове вікно «Редактирование зависимости».

У діалоговому вікні «Редактирование зависимости» визначте новий тип залежності («Поєднання», «Кут», «щодо» або «Вставка»).

Ввести відстань між що беруть участь в залежності компонентами. Якщо використовується залежність «Кут», введіть значення кута. Можна задавати як позитивні, так і негативні значення. За замовчуванням використовується нульове значення. Якщо прапорець «Перегляд зразка» в діалоговому вікні «Залежність» встановлено, положення компонентів коригується відповідно до запровадженим значенням кута або зсуву.

Накласти залежність в діалоговому вікні «Залежність» або за допомогою команд контекстного меню. Діалогове вікно не закривається. З його допомогою можна накласти на компоненти необхідну кількість складальних залежностей.

Наочно розглянемо види до і після накладення складальних залежностей.

Залежність суміщення. В результаті залежності суміщення геометрію одного компонента збігається з геометрією іншого (рис 3.11).

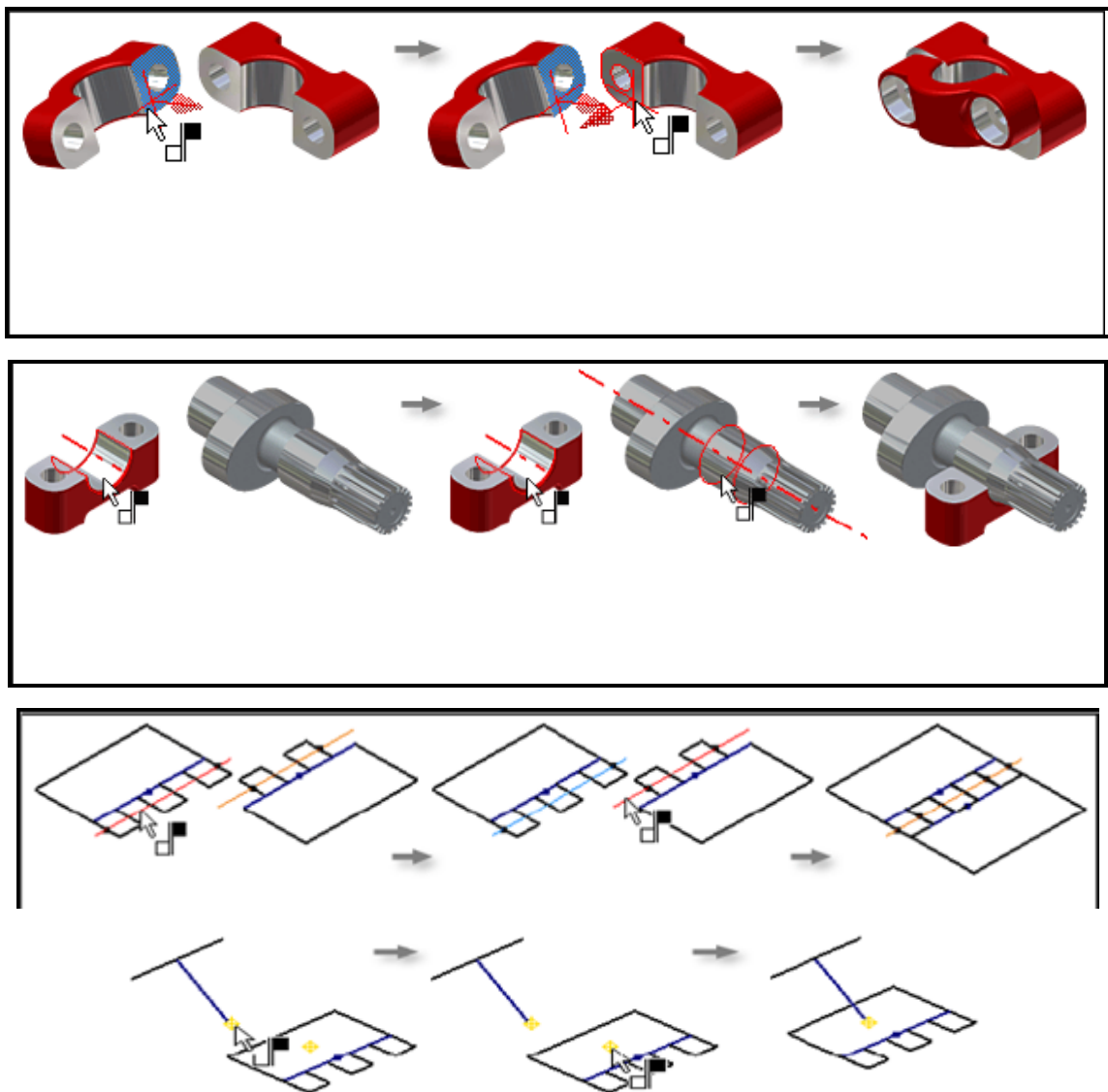


Рисунок 3.11 – Накладення залежності суміщення

Тип «Совмещение» – рішення «Совмещение» - залежність суміщення і вибір рішення суміщення використовуються для завдання компланарності двох площин, коллинеарності двох відрізків або розміщення точки на кривій або площині (рис.3.12).

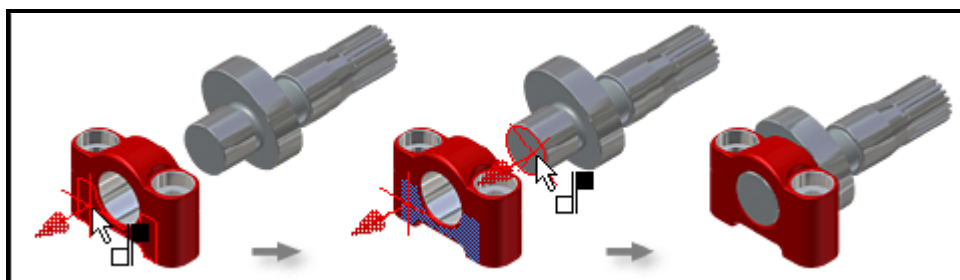


Рисунок 3.12- Рішення «Совмещение»

Тип «Совмещение» – рішення «Заподлицо» - залежність суміщення і рішення «Заподлицо» використовуються для вирівнювання двох компонентів таким чином, щоб обрані межі розташовувалися в одній площині, а нормалі до їх поверхні були в одному напрямку. Для цієї залежності можна вибирати тільки межі (рис.3.13).

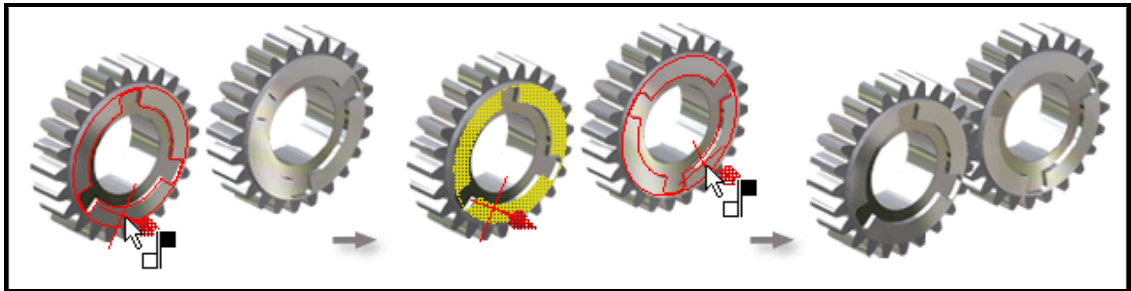


Рисунок 3.13 - Рішення «Заподлицо»

Залежність «Угол» задає кут між площинами або відрізками двох компонентів (рис. 3.14).

Тип «Угол» - завдання кута між площинами, осями або відрізками двох компонентів. Два геометричних об'єкта можуть мати різні типи. Наприклад, можна визначити залежність «Угол» між віссю і площиною. Залежності цього типу часто використовуються для управління рухом збірки.

Рішення «Угол» - орієнтація нормалі до обраної поверхні або напрямок осі, описуваної обраним відрізком. При виборі межі або відрізка стандартне рішення вказується стрілкою.

Спрямований кут - застосовується за правилом правої руки. У деяких випадках, якщо кут дорівнює 0 або 180 °, напрямок може змінюватися на протилежний.

Ненаправлений кут - застосовується за правилом правої або лівої руки. Якщо вибране положення ближче до останнього розрахованому положенню, автоматично застосовується правило лівої руки. Цей варіант діє за замовчуванням.

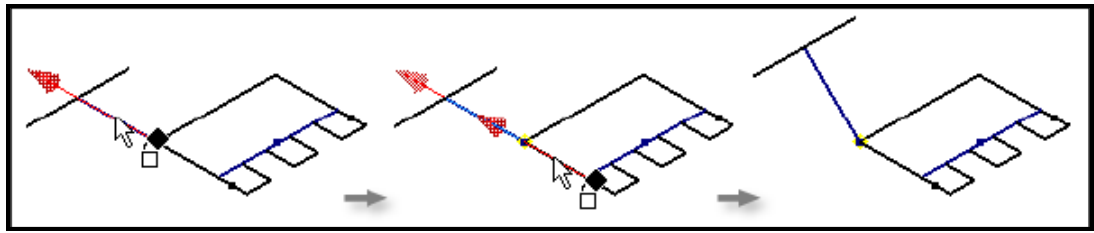


Рисунок 3.14 - Залежність типу «Угол»

Залежність дотичності - це позиціонування площин, а також циліндричних, сферичних і конічних поверхонь по дотичній один до одного.

Тип «Касательность» - принаймні одна поверхня повинна бути неплоскою. Залежно дотичності не використовуються поверхні, створені за сплайнів. Дотик може здійснюватися як з зовнішньої, так і з внутрішньої сторони кривої, в залежності від обраного напрямку нормалі.

Рішення «Снаружи» - розташування деталі, обраної першої, з зовнішньої сторони деталі, обраної другий, в точці дотику. Таке рішення використовується за умовчанням (рис.3.15).

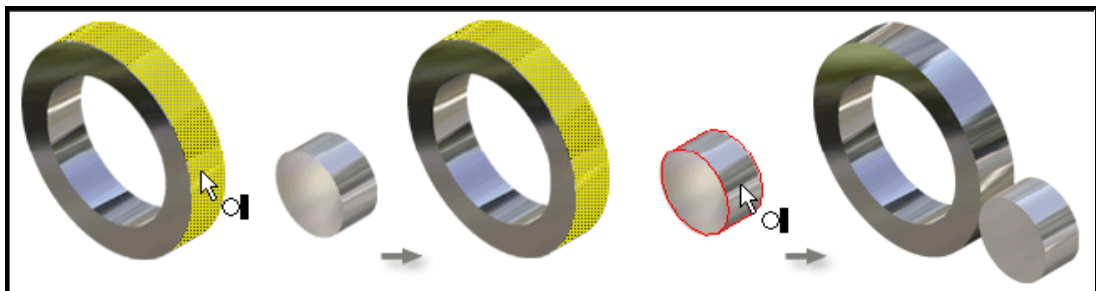


Рисунок 3.15 – Залежність дотичності - рішення «Снаружи»

Рішення «Внутри» - розташування деталі, обраної першої, з внутрішньої сторони деталі, обраної другий в точці дотику (рис.3.16).

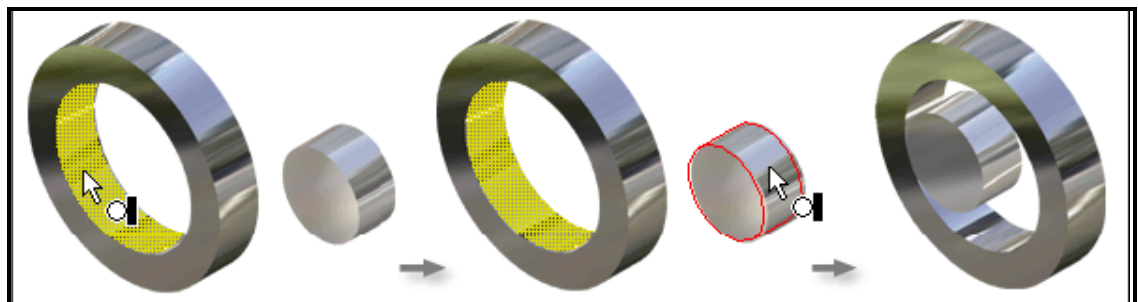


Рисунок 3.16 – Залежність дотичності - рішення «Внутри»

Залежність типу «Вставка»

Залежність типу «Вставка» (рис.3.17) робить круговий ребро одного компонента концентрично і компланарності з круговим ребром іншого компонента. Значення зсуву в залежності вставки - це відстань між двома гранями з круговими ребрами. Наприклад, цю залежність можна використовувати для приміщення штифта або стяжного болта в отвір.

Визначають напрям нормалі до площин, в яких лежать кругові межі. Напрямок нормалі вказується стрілкою. Рішення з протилежним напрямком має дві площини зустрічно, як в залежності «Совмещение». У разі рішення з збігається напрямком нормалі мають один напрямок.

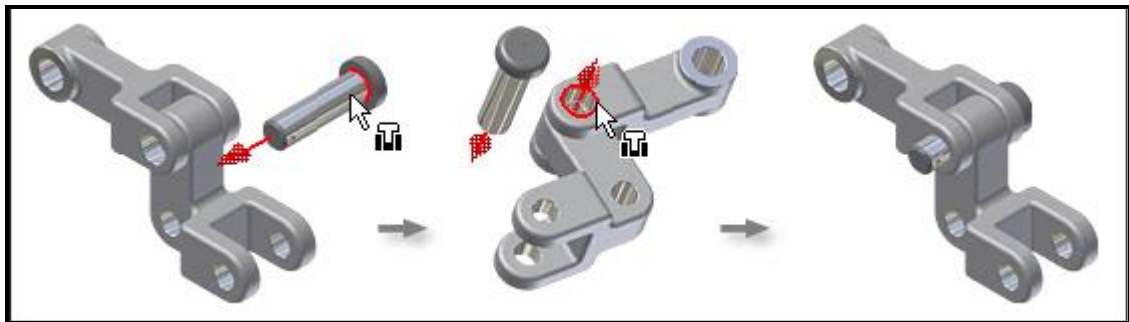


Рисунок 3.17 - Залежність типу «Вставка»

Конструктивні пари

Конструктивна пара - це залежність, збережена з компонентом, яка несе інформацію про те, яким чином компонент з'єднується з іншими компонентами в збірці. При розміщенні компонента, який є учасником конструктивної пари, він позиціонується певним чином щодо другого компонента відповідної конструктивної пари. Такий процес в збірці називають автосуміщення. Використання конструктивних пар дозволяє прискорити точне розміщення та спростити заміну компонентів збірок.

У Autodesk Inventor конструктивні пари формуються на основі спеціального алгоритму, за допомогою якого залежність поміщається в правильне місце розташування. Наприклад, можна сформувати конструктивні пари на замкнутому дуговому ребрі для елементів видавлювання, обертання або отвори.

Зазвичай конструктивні пари - це залежності вставки або суміщення, проте також можна використовувати залежність будь-якого типу, яка підійде для швидкого розміщення компонентів. Користувач має можливість продумати, які компоненти можна використовувати замість поточного і яка стратегія накладення залежностей буде найбільш ефективною для конструктивної пари.

Конструктивна група - це набір окремих конструктивних пар, об'єднаних в єдиний об'єкт. Конструктивні групи дозволяють швидко прив'язати деталі один до одного при вставці деталей зі стандартних бібліотек. Освоїти вставку компонентів за допомогою автосовмещеній допомагають поставляються з програмою відеоролики.

Перегляд залежностей

Для перегляду залежностей в збірці в браузері збірки є дві схеми. Для перемикання між цими схемами використовуються параметри «Повний вид» і «Вид збірки» на панелі інструментів браузера збірки.

Повний вид - показує в браузері кожну залежність під вхождением компонента. Список залежностей наведено під обома компонентами, на які накладена залежність.

Вид збірки - все залежить збірки відображаються в папці «Зависимости», яка знаходиться безпосередньо під верхнім рівнем збірки. Кожна залежність приведена тільки один раз, в порядку її накладення.

При приміщенні курсору над складальною залежністю в браузері компоненти, до яких застосовано даний залежність, підсвічуються в графічному вікні. Щоб зняти підсвічування, потрібно натиснути мишею в графічному вікні або браузері.

3.3.4 Редагування залежностей

Існує два способи редагування складальних залежностей.

Вид збірки:

- вибрати складальну залежність в браузері збірки. У текстовому полі, розташованому в нижній частині браузера, вказується значення зміщення або кута;

- вести нове значення в текстовому полі, вибрати значення зі списку останніх значень, або визначити значення за допомогою команди «Измерить».

Щоб зняти підсвічування, потрібно натиснути мишею в графічному вікні або браузері:

- натиснути правою кнопкою миші на залежності і вибрати команду «Редактировать» з контекстного меню, або двічі натиснути мишею на залежності;

- зміна параметрів залежності в діалоговому вікні «Редактирование зависимости».

Можна змінювати обрану геометрію одного або обох компонентів і варіант рішення, а також редагувати значення зсуву, кута або глибини. У деяких випадках можна змінити тип залежності без втрати даних. Наприклад, залежність «Совмещение» між двома плоскими поверхнями можна замінити залежністю типу «Угол». При виборі типу залежності, який не може бути застосований, кнопка «ОК» буде недоступна.

3.4 Аналіз збірки

3.4.1 Перевірка на просторове перекриття

Фізично в збірці два або більше компонента не можуть одночасно займати одне і те ж простір. Для виявлення подібного роду помилок Autodesk Inventor аналізує модель на просторове перетин компонентів. За допомогою інструменту «Анализ пересечений» виконується перевірка наявності перетинів для наборів компонентів, а також для компонентів всередині одного набору. Якщо перетин виявлено, воно відображається у вигляді тіла, при цьому видається інформація про обсяг цього тіла і положенні його центру мас в діалоговому вікні. Усунути перетин можна шляхом редагування або переміщення компонентів.

Аналіз складних компонентів займає чимало часу. Тому, щоб підвищити ефективність, рекомендується вибирати для аналізу невелику кількість компонентів, які розташовані близько один до одного. Проаналізувати і в разі необхідності внести зміни в окремі компоненти в процесі проектування легше, ніж в закінчену збірку.

Для перевірки просторового перекриття між компонентами набору необхідно вибрати всі компоненти цього набору. Програма виконує аналіз всіх деталей на наявність просторових перекриттів з усіма іншими деталями. Якщо перекриття виявлені, вони зображаються червоним кольором.

Для прискорення процесу можна скористатися режимом перевірки тільки обраних користувачем компонентів. Наприклад, після того як збірка була відредагована, має сенс перевіряти просторове перекриття деталі тільки з тими компонентами, в які були внесені зміни. Для перегляду інформації про обсяг і положенні центру мас слід в діалоговому вікні «Обнаружено пересечение компонентов» натиснути кнопку «Дополнительно» (на ній зображені дві кутові дужки), як показано на рис 3.18.

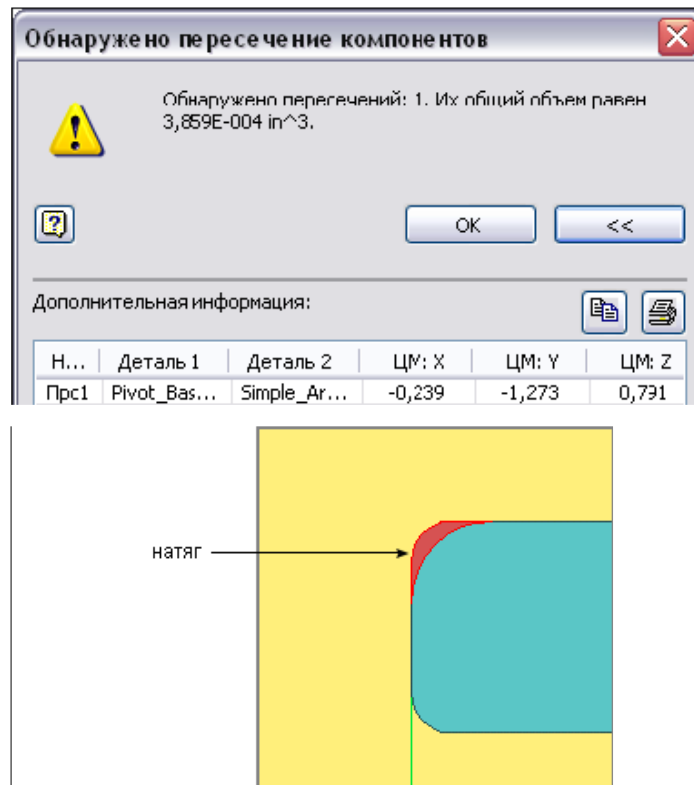


Рисунок 3.18 – Інформація про перетин компонентів

Для зменшення ймовірності просторового перекриття деталей рекомендується застосовувати створення компонентів за місцем, використовувати межі суміжних компонентів в якості площин побудов і проектувати геометрію компонентів для використання в ескізах.

Для аналізу просторових перетинів між деталями необхідно:

- активувати збірку, для якої буде виконуватися аналіз. аналіз просторових перетинів доступний тільки в середовищі збірки;
- виберіть «Сервис» ► «Аналіз перетинів»;
- вибрати два набору компонентів, які необхідно проаналізувати;
- натисніть «ОК». З'являється діалогове вікно «Виявлено перетин компонентів»;
- для перегляду детального звіту про аналіз в табличній формі розгорнути діалогове вікно. Таблицю звіту можна скопіювати в буфер обміну або роздрукувати.

3.4.2 Перевірка на наявність ступенів свободи

Кожен компонент збірки, на який не накладені залежності, має шість ступенів свободи. Він може переміщатися уздовж або обертатися навколо кожної з осей координат - X, Y і Z. Можливість пересування уздовж осей X, Y і Z називається поступальними ступенями свободи, а можливість обертання навколо осі - обертальними ступенями свободи.

При накладенні залежності на компонент у нього обмежується одна або кілька ступенів свободи. Якщо у компонента не залишилося жодної ступеня свободи, про нього говорять, що його положення досить (або повністю) визначено.

При створенні збірки в Autodesk Inventor не потрібно повністю пов'язувати компоненти залежностями. Слід обмежувати тільки критичні ступеня свободи, так, щоб збірка була стабільною. Існують ситуації, в яких не можна видаляти ступеня свободи. Наприклад, не слід видаляти ступеня свободи, щоб при анімації руху компонентів збірки забезпечувалася правильна інтерпретація задуму проекту, а також для забезпечення гнучкості проекту на наступних етапах розробки.

Щоб включити відображення позначень ступенів свободи для всіх компонентів в збірці, слід вибрати пункт «Степени свободы» з меню «Вид».

Поступальні ступені свободи уздовж осей X, Y і Z відображаються стрілками. Обертальні ступені свободи навколо кожної з осей відображаються дугами.

3.4.2.1 Не пов'язане залежностями переміщення

Положення компонентів, на які не накладено залежності, можна змінювати, перетягуючи їх в графічному вікні. Для полегшення розміщення залежності може знадобитися переміщення або обертання компонентів, на які частково накладені залежності. Для тимчасового припинення дії всіх складальних залежностей і зміни положення компонента використовуються

команди «Перенести компонент» та «Повернути компонент». Все накладені складальні залежності знову починають діяти після виклику команди «Обновить».

3.4.2.2 Пов'язане залежностями переміщення

При перетягуванні одного компонента збірки, на який накладено залежності, інші компоненти також рухаються відповідно до чинних залежностями. Ця методика корисна при визначенні коректності складальної залежності, накладеної на компонент.

Перетягування компонента після накладення складальної залежності дозволяє оцінити ефект, який дає ця залежність. Ця методика не може бути застосована до базових компонентів.

Правильне планування і накладення складальних залежностей дозволяє належним чином моделювати рух збірки. Коректно задані залежності однозначно визначають положення компонентів в збірці, а для адаптивних деталей - ще і їх розміри. Залежності, які обмежують рух складових частин збірки, можуть тимчасово придушуватися.

При перетягуванні маленьких компонентів у великій збірці, а також при перетягуванні компонента навколо осі обертання можуть виникати складнощі. У Autodesk Inventor існує унікальний інструмент, керуючий зміною параметрів складальних залежностей. Користувач може задати діапазон зміни параметра, розмір кроку, циклічність руху і тривалість паузи між кроками. Як керованих залежностей часто використовуються кутові залежності і суміщення граней.

Рух складання може бути призупинено при виявленні просторового перекриття. Для визначення точного значення параметра залежно, при якому виникає перекриття, слід зменшити приріст цього параметра і запустити варіацію ще раз. При виникненні перекриття рух припиняється, а пересічні компоненти підсвічуються в браузері і графічному вікні.

3.4.3 Вибір компонентів

При роботі зі складанням часто потрібно вибрати набір компонентів для проведення спільних операцій, таких як відключення видимості або перевірка накладення залежностей. Може знадобитися відбір компонентів за розміром, розміщення, відношенню до інших компонентів і іншим критеріям.

Компоненти можна вибрати декількома способами, а потім застосувати один з параметрів, наприклад інвертувати набір або повернутися до попереднього вибору. Обрані компоненти можна ізолювати шляхом відключення видимості всіх невибраних компонентів.

Перед вибором компонентів необхідно відкрити файл збірки, натиснути кнопку «Выбор», після чого встановити режим пріоритетів:

Пріоритет деталей - вибираються деталі і вузли (а не конструктивні елементи, межі і ребра).

Пріоритету - вибираються тільки компоненти першого рівня редагованої збірки.

Пріоритет елементів - вибір елементів (включаючи робочі) будь-якої деталі збірки.

Установка режиму вибору конструктивних елементів (включаючи робочі елементи) будь-якої деталі збірки - вибір граней або окремих кривих, які визначають межі будь-якої деталі в збірці.

Установка режиму вибору граней будь-якої деталі збірки - вибір геометрії, використовуваної для створення конструктивних елементів або ескізів або окремих кривих, що визначають ескізи.

Вибрати тільки видимі - у набір будуть включені тільки видимі компоненти. Параметр доступний при всіх методах вибору.

У режимі пріоритетності вибору спрощується процедура вибору елементів геометрії, які необхідно включити в набір. При роботі зі складними збірками правильний об'єкт легше вибрати, звузивши діапазон вибору.

Можна не тільки вибрати елементи геометрії певного типу, але і використовувати при виборі такі критерії, як залежність від обраного

компонента, розмір компонентів, зміщення на певну відстань або на заданій ділянці площині.

3.5 Структура збірки

Компоненти збірки організовані в структуру. Об'єднання деталей у вузли істотно полегшує розуміння цієї структури. Крім того, створення вузлів дозволяє відобразити в структурі збірки технологію її виробництва. Autodesk Inventor, дозволяє змінювати склад вузлів, а також створювати нові вузли не тільки на будь-якій стадії процесу проектування, а й взагалі протягом усього життєвого циклу проекту.

Перший рівень структури збірки складається з деталей і вузлів. Кожен вузол, в свою чергу, також може складатися з інших деталей і вузлів. Включення компонента (деталі або вузла) в вузол називається зниженням рівня, а виключення компонента з вузла - підвищенням рівня.

На рис.3.19 зображена збірка з однорівневою структурою, на рис.3.20 - збірка після зміни структури.

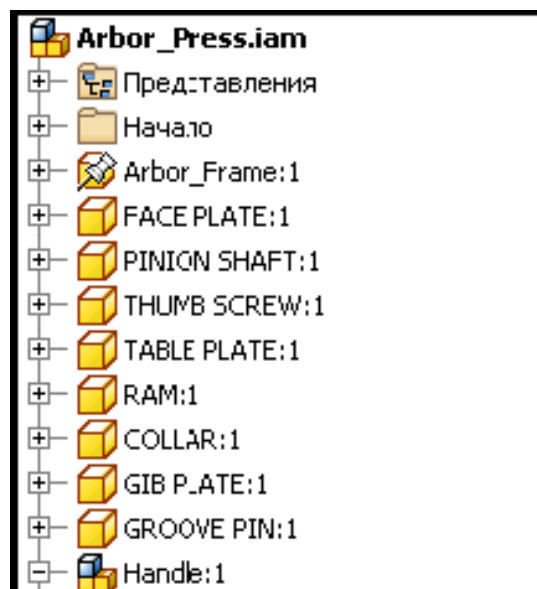


Рисунок 3.19 – Однорівнева структура

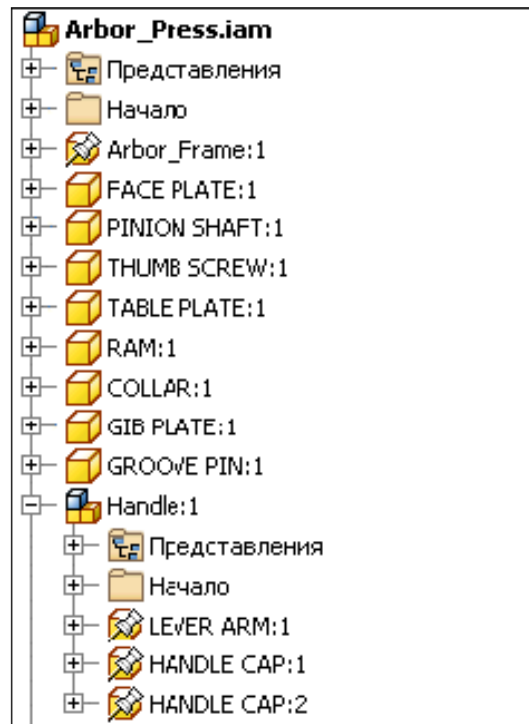


Рисунок 3.20 – Змінена структура

При зміні структури збірки, на початку роботи в браузері компоненти слідує в тому порядку, в якому вони були вставлені в збірку. Порядком компонентів можна управляти, змінюючи їх положення в браузері шляхом перетягування або за допомогою контекстного меню. Щоб перетягуються компоненти залишалися на тому ж рівні збірки, слід в цей час згорнути всі вузли в браузері. Переміщення компонентів в браузері не змінює їх положення в графічному вікні.

Можна створювати в збірці нові вузли, об'єднуючи компоненти в групи. Ім'я вузла з'являється в браузері; під ним розташовується список назв компонентів.

Огляд робочого процесу створення нового вузла, що містить вибрані компоненти:

- відкрити файл збірки;
- вибрати компоненти в браузері або графічному вікні;
- натисніть правою кнопкою миші і виберіть «Компонент» ► «Понизить уровень». З'явиться діалогове вікно «Создание компонента по месту»;

- поставити ім'я файлу нового вузла, при необхідності вибрати новий шаблон і натиснути «ОК». Новий вузол буде складатися з обраних компонентів.

Опція «Повисить уровень» недоступна, якщо обраний компонент збірки самого верхнього рівня.

Огляд робочого процесу: підвищення рівня компонентів всередині ієрархії збірки:

- виберіть компоненти в браузері збірки або графічному вікні;
- натисніть правою кнопкою миші і виберіть «Компонент» ► «Повисить уровень».

Обрані компоненти переміщуються в вузол вищого рівня.

4 СТВОРЕННЯ ЗБІРКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПАРАМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

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 обмежує площину 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.

Як виглядає створення збірки за в використанням параметризації описано нижче.

На початку створимо нову деталь  . У ній накреслив ескіз, показаний на рис. 4.1.

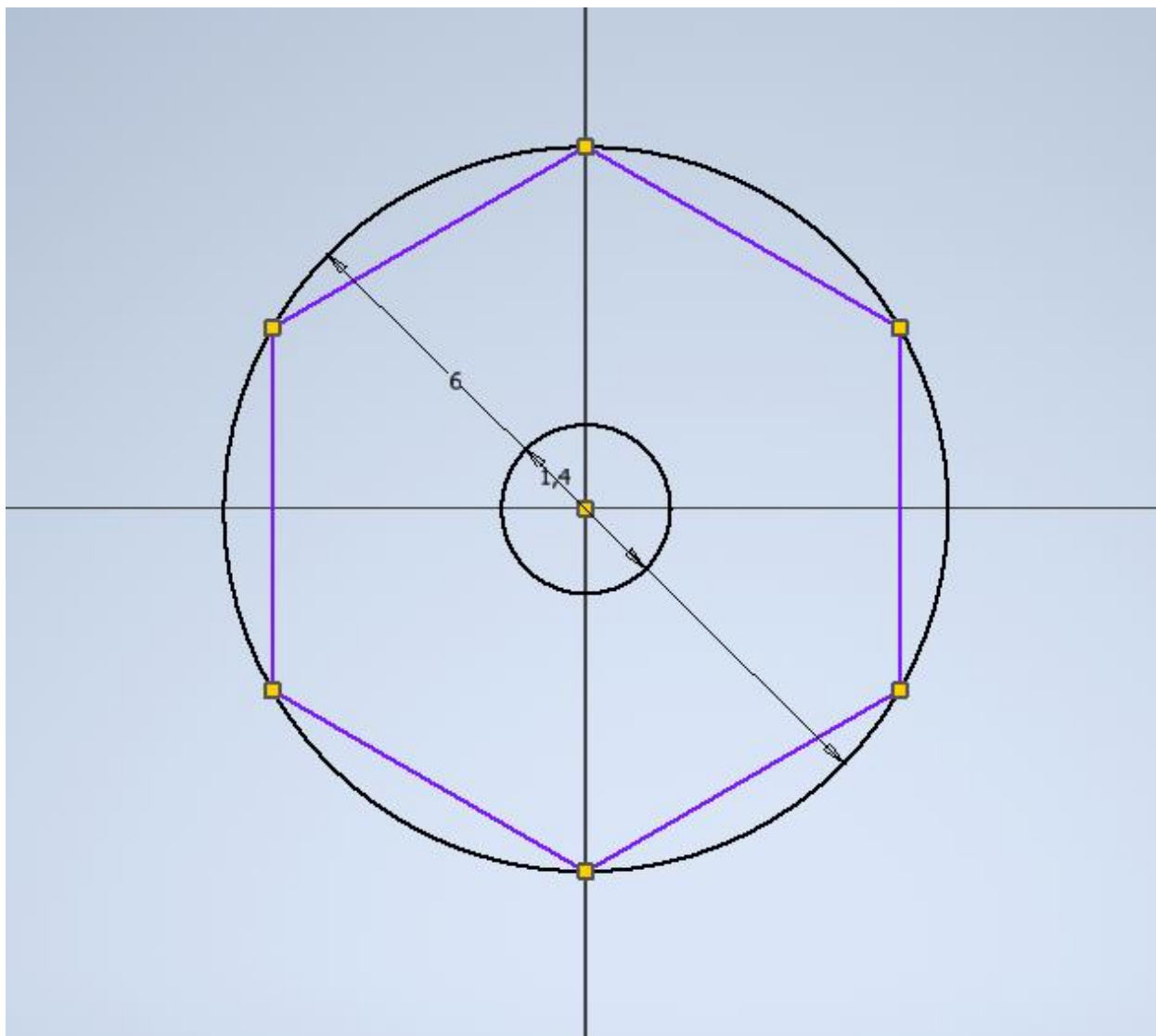


Рисунок 4.1 – Створюємо ескіз

На базі цього ескізу створимо тіло видавлюванням як на рис. 4.2.

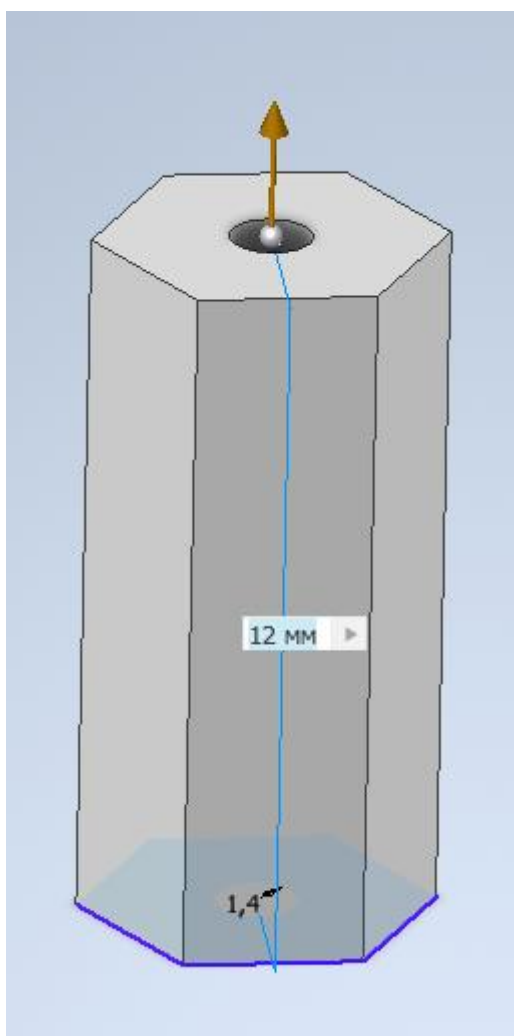
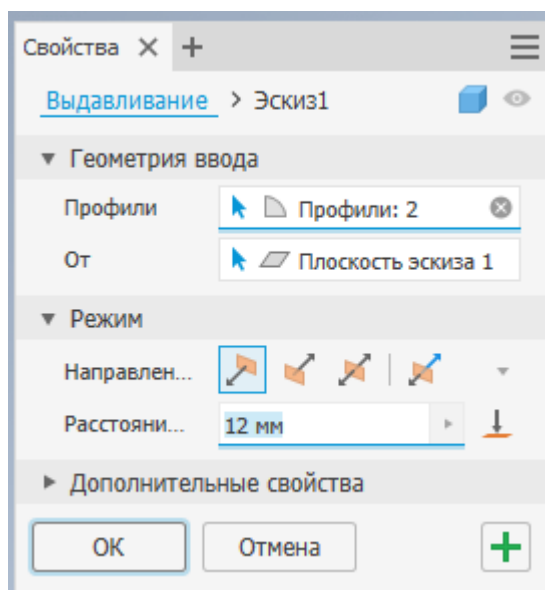


Рисунок. 4.2 – Створюймо тіло

Третій крок - створення ще одного ескізу та окружності на ньому, на якому буде позиціонуватися точка для майбутнього виступу для зовнішньої різьби (рис. 4.3).

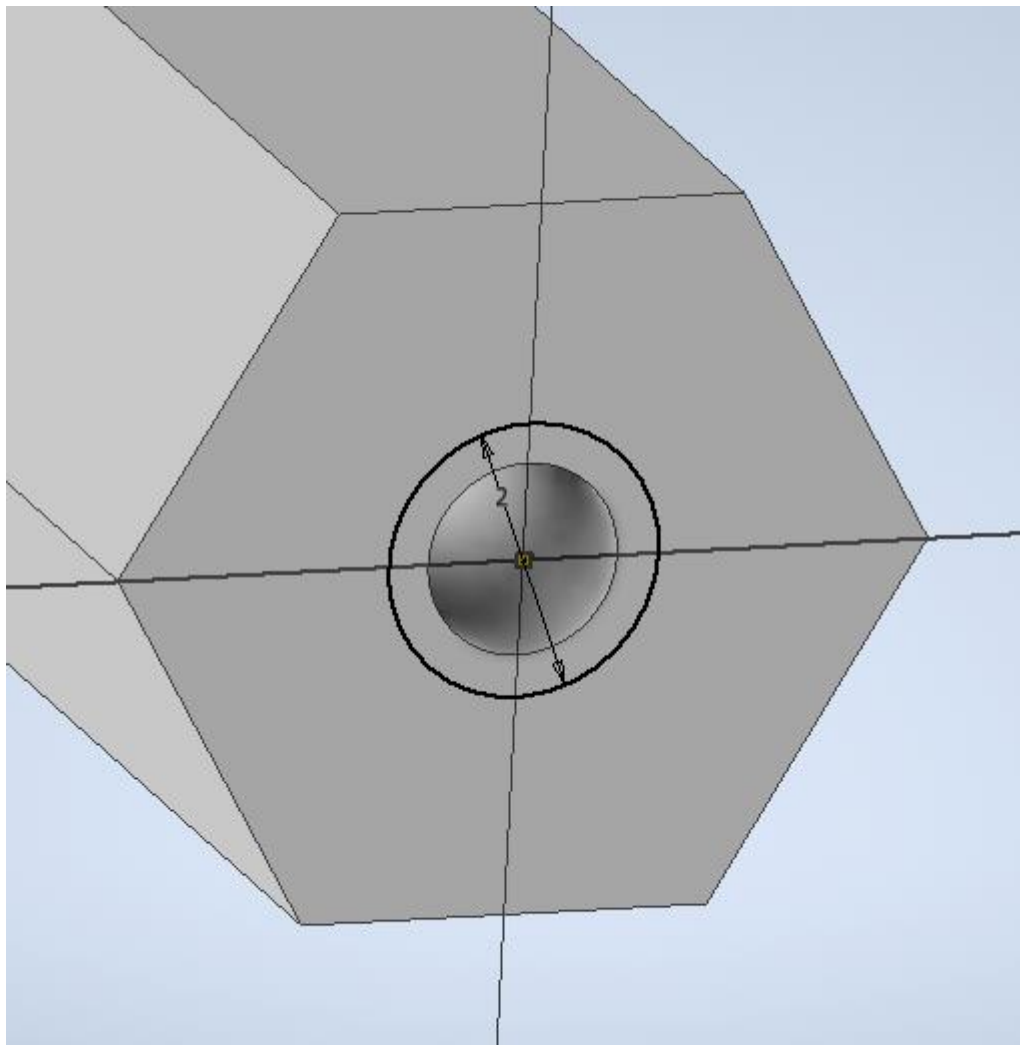


Рисунок 4.3 – Ескіз з позиціонуванням точки майбутньої зовнішньої різьби

Створюємо виступ для зовнішньої різьби за допомогою видавлювання
рис. 4.4.

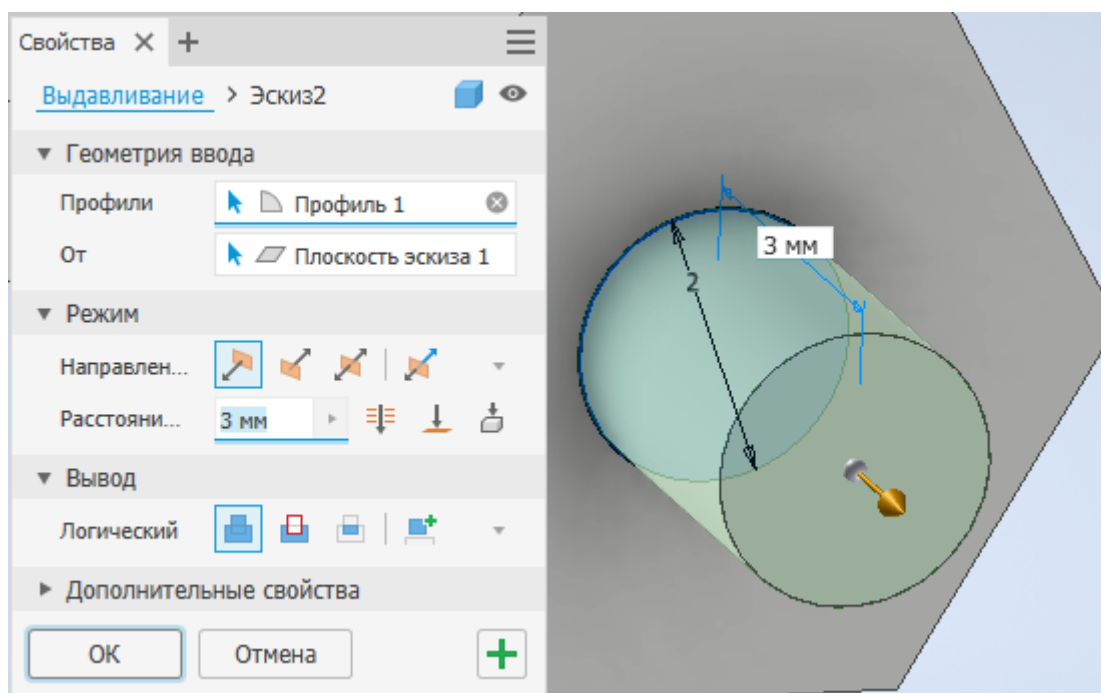


Рисунок 4.4 – Створюємо виступ для зовнішньої різьби

Створимо різьбу як зовнішню так і внутрішню рис 4.5.

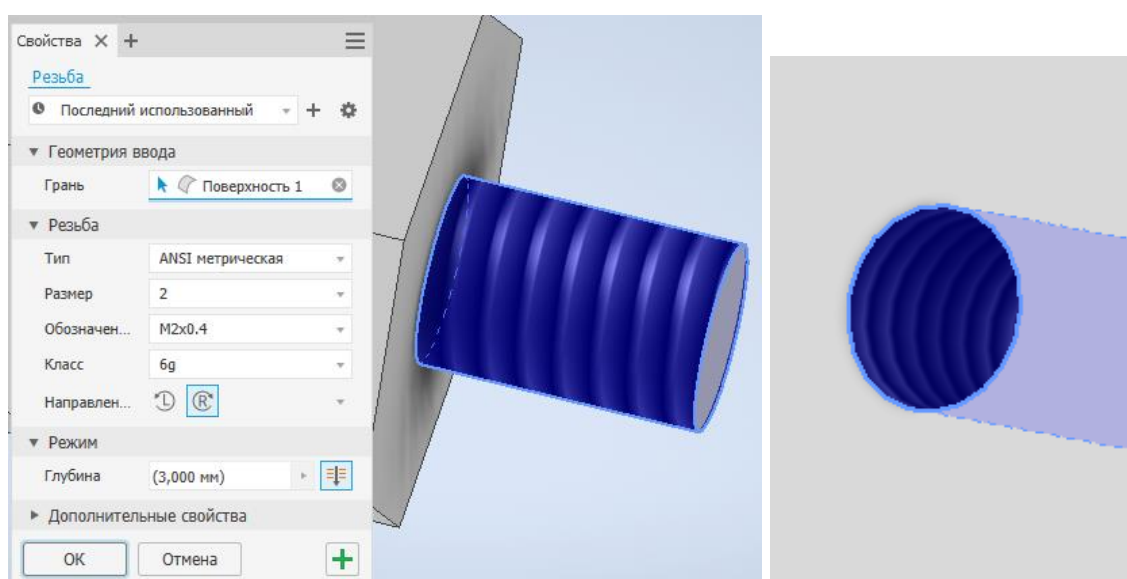


Рисунок 4.5 – Створення зовнішньої та внутрішньої різьби

Далі для того щоб створити параметричну деталь, у пункті «Управление» натисніть на «Создать параметрическую деталь»  далі з'явиться меню у якому можна додати кількість деталей та винести параметри які ми хочемо змінювати.

Нам знадобиться 8 деталей, 4 у яких довжина стійки 12 мм та виступу для різьби 3 мм та 4 деталі у яких довжина стійки 7 мм та виступу для різьби 2 мм, тому у таблиці деталей додаваймо строку це буде наша нова деталь, та змінюймо довжину стійки d2 та довжину виступу для зовнішньої різьби d5. Меню створення параметричної деталі показано на рис. 4.6.

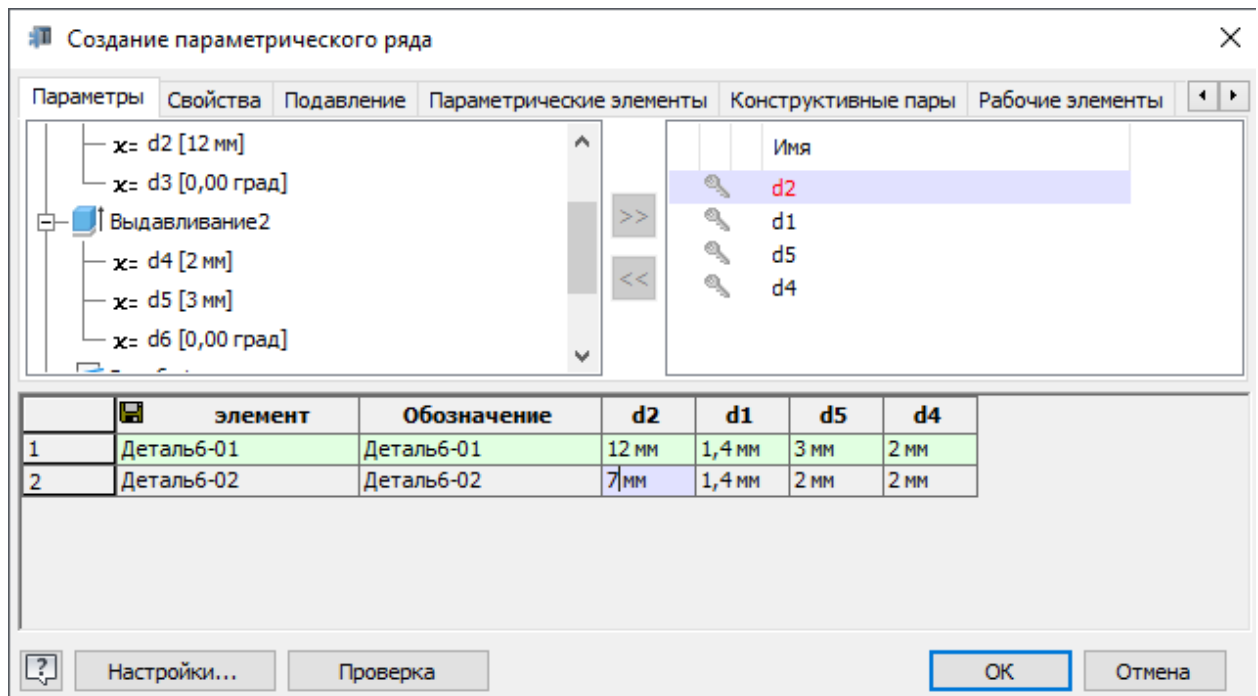


Рисунок 4.6 – Меню створення параметричної деталі

«Пофарбуємо» деталь в жовтий колір, для контрасту в майбутній збірці (див. Рис. 4.7).

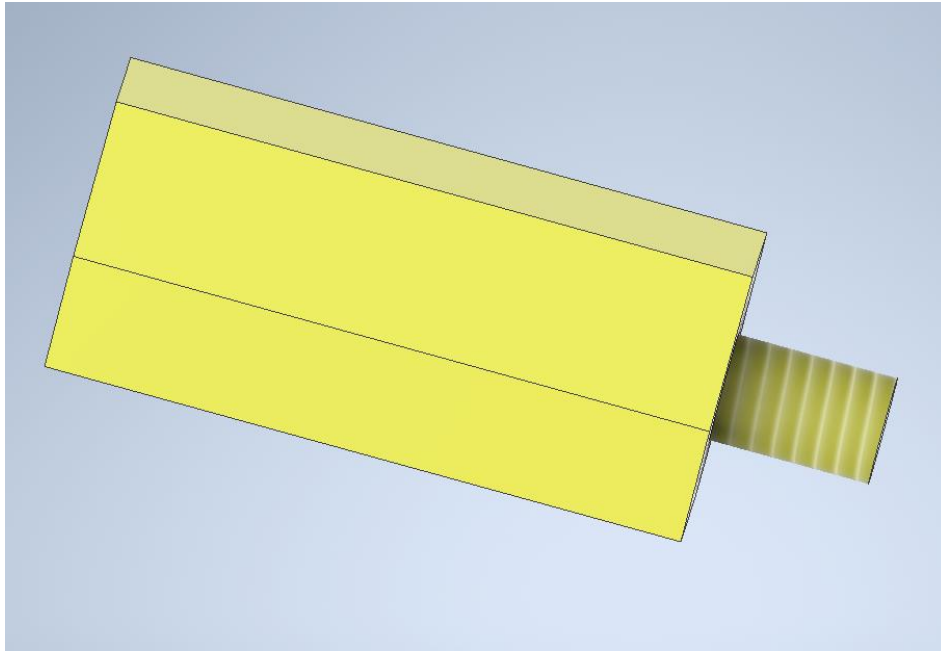


Рисунок 4.7 – Змінюємо колір деталі

Створимо нову збірку  . Помістимо туди отримані деталі. За допомогою пункту «Вставить», відкривається меню вставки стандартної деталі, у меню ми можемо вибирати цікаву для нас деталь, вставляймо наші стійки у робочий простір. Меню вставки стандартної деталі рис 4.8.

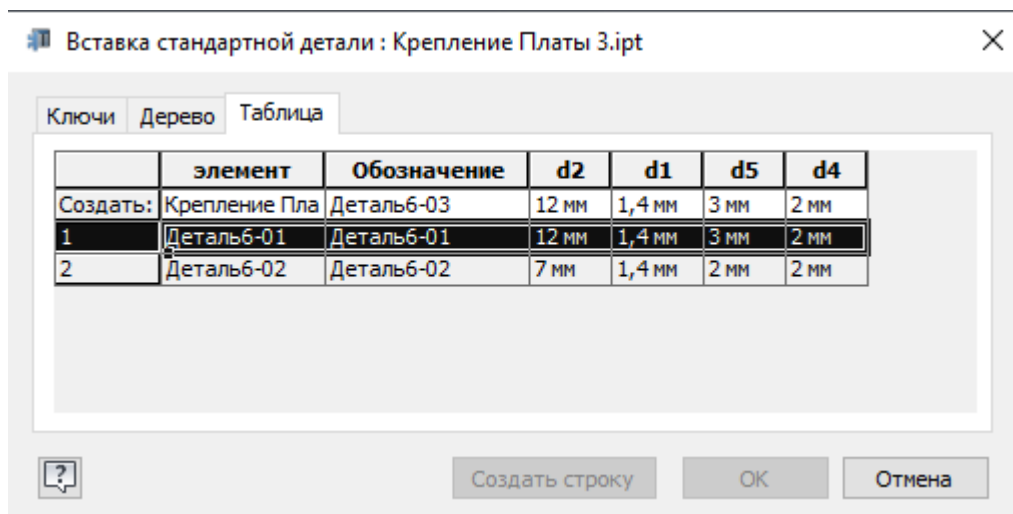
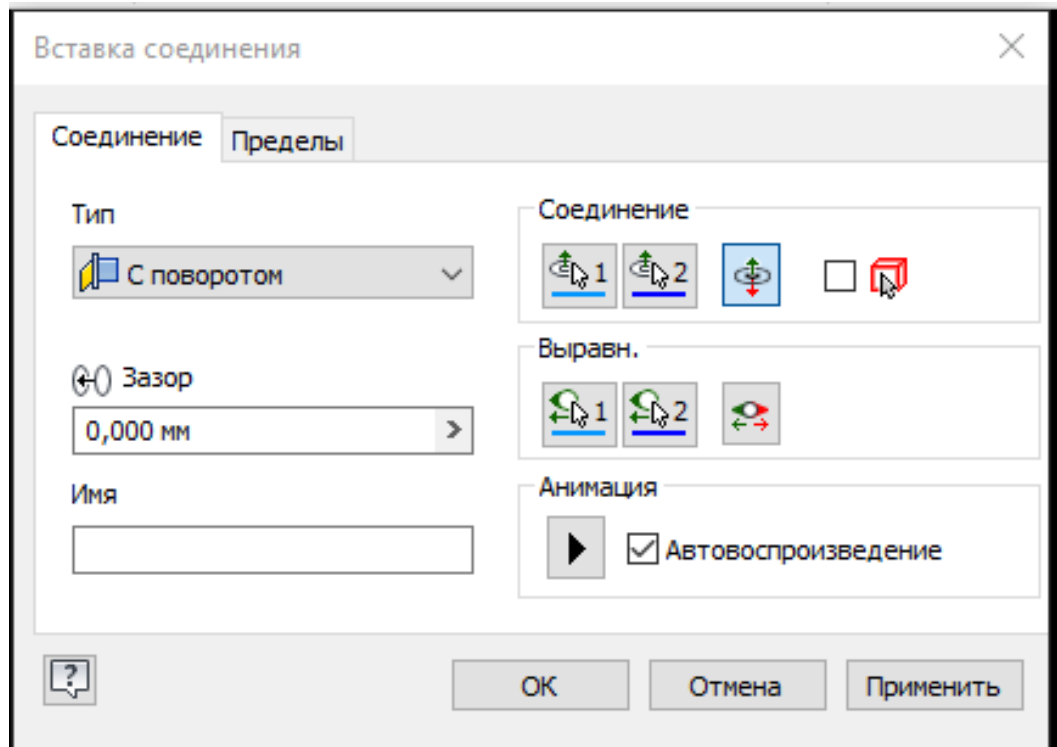
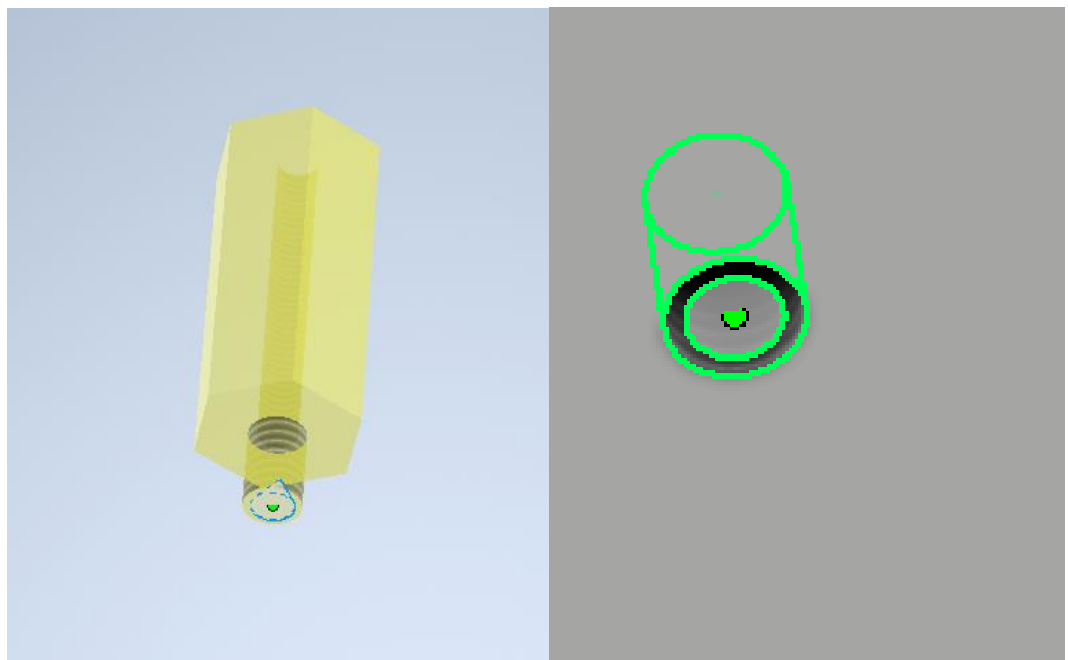


Рисунок 4.8 – Меню вставки стандартної деталі

З'єднаємо наші стійки з пластиною за допомогою з'єднання. Меню та процес з'єднання представлено на рис. 4.9.



а



б

Рисунок 4.9 – Процес з'єднання

а - Меню з'єднання, б - обрані деталі які з'єднуємо

Фінальний вид збірки представлено на рис 4.10.

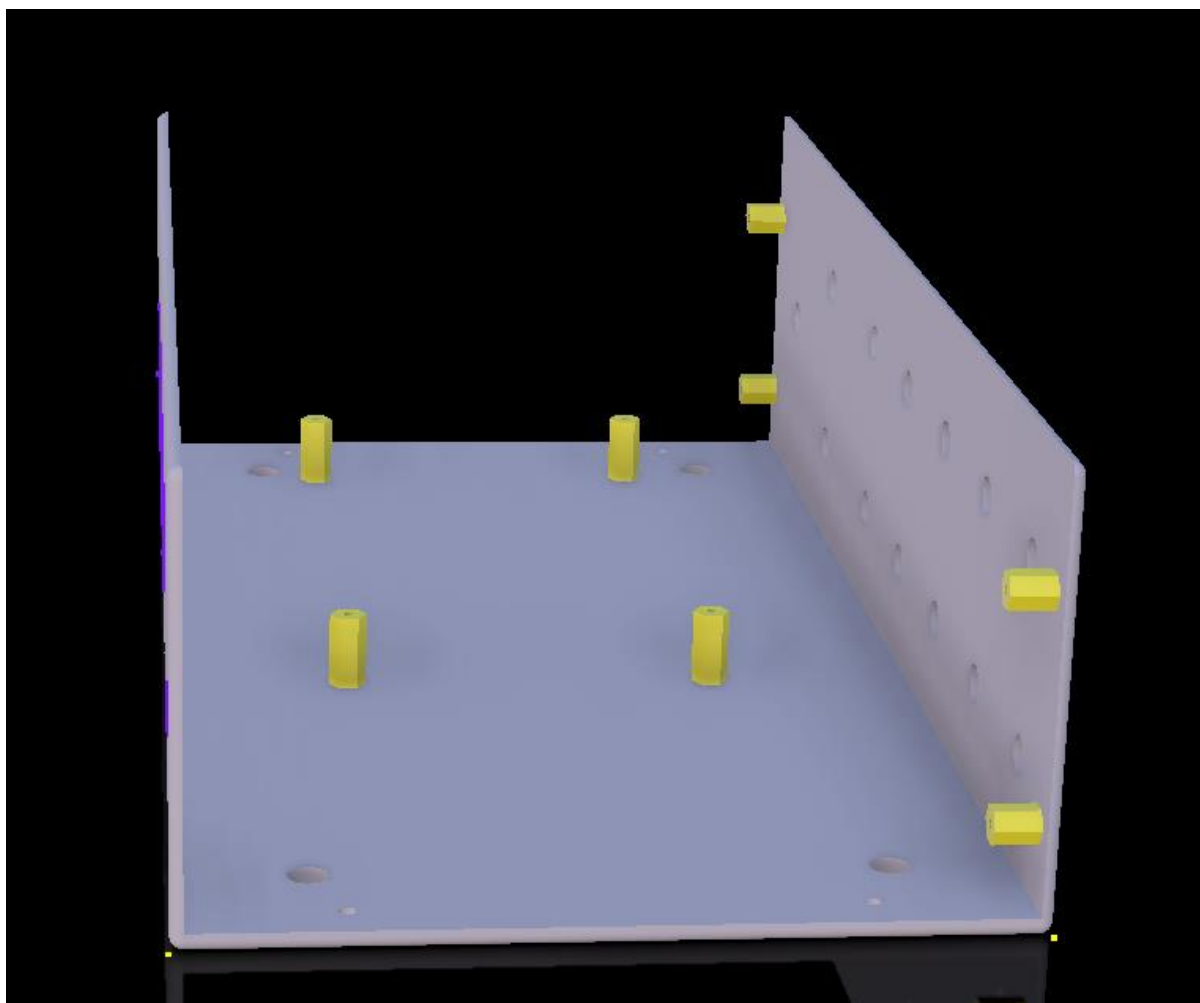


Рисунок 4.10 – Створена збірка

ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті була розглянута тема використання САПР. Серед насиченого ринку і гострої конкурентної боротьби складно вибрати найбільш оптимальну САПР, яка відповідала б усім вимогам, при цьому будучи доступною і простою для розуміння середньостатистичному користувачеві

У проекті були представлені деякі з найбільш вживаних в даний час САПР і проведено вибір найбільш оптимальної з даного переліку.

Проаналізовані можливості САПР Inventor при проектуванні складальних одиниць несучих конструкцій.

Виконано та поетапно розписано процес створення деталі для збірки шляхом параметричного проектування.

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 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.
- 7 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.
- 8 Наумчук О. М. Основи систем автоматизованого проектування. –Рівне : НУВГП, 2008. – 136с
- 9 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.

Додаток А
ПРЕЗЕНТАЦІЯ ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

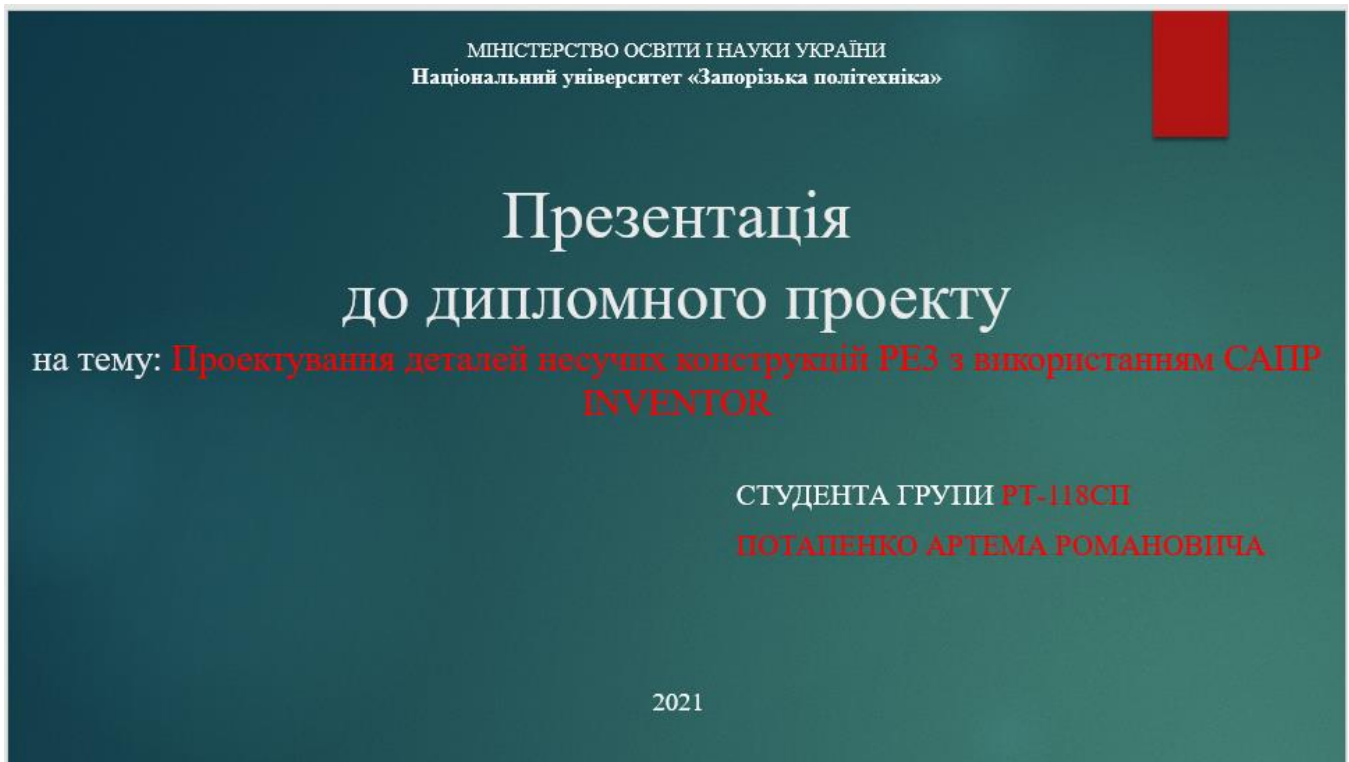


Рисунок А.1 – Титульна сторінка

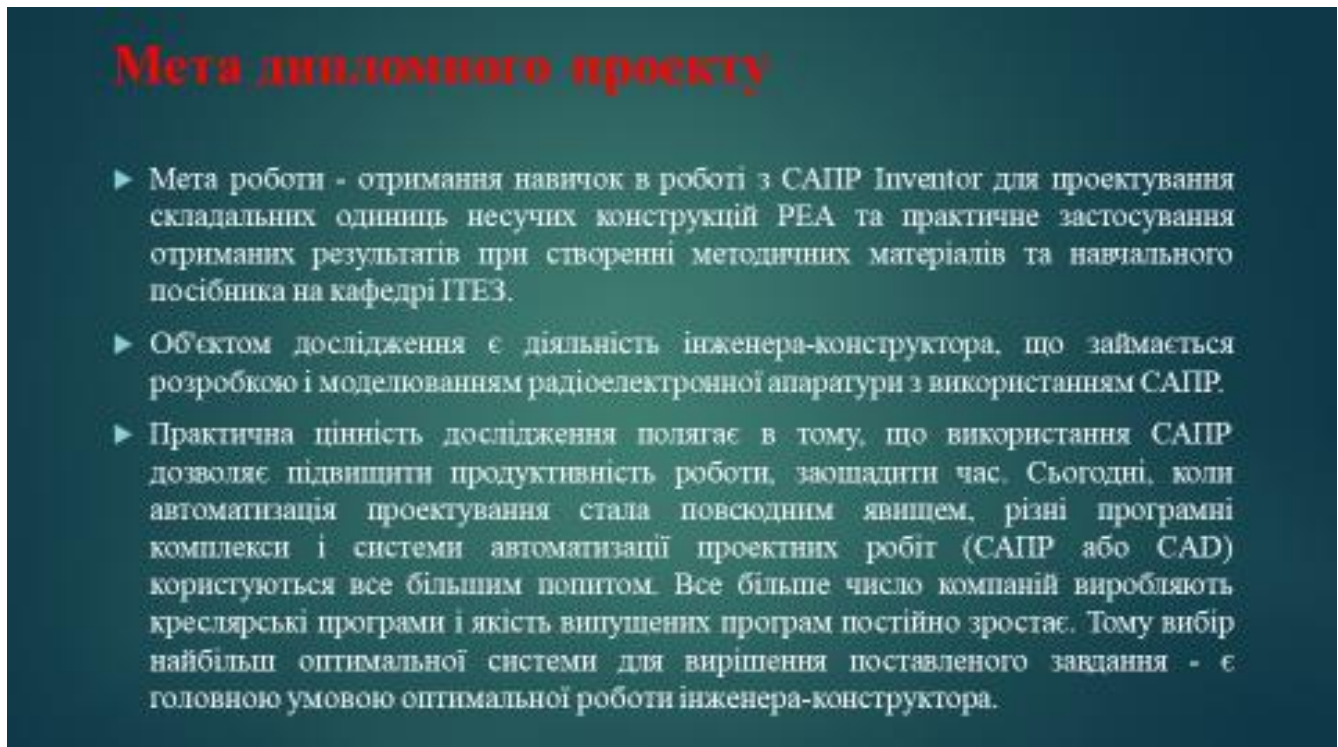


Рисунок А.2 – Мета дипломного проекту

Класифікація САПР за призначенням

Клас САПР	Можливості	Призначення	Системи
«Найлегшої ваги»	Виконує прості двовимірні зображення без складного геометричного моделювання.	Створення нумерації, ескізів, презентацій, графіків.	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 – ГРАФИК, Data CAD, IntelliCAD
«Середньої ваги»	Всі можливості САПР «легкої складності», робота зі збірками, 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 розрахунки з візуалізацією результатів.	Побудова великих збірок, розрахунок механічних, електромагнітних, температурних полів і теплообміну, підготовка керівної інформації для верстатів з ЧПУ.	CATIA, Pro/Engineer, Unigraphics, Eucld, Inventor

Рисунок А.3— 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, використовуються в масовому виробництві, базуються на різноманітних засобах обчислювальної техніки, 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 встановлених 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.4 – Класифікація САПР за можливостями

Вивчення можливостей САПР - 3D

Компас-3D

САПР призначена для створення тривимірних асоціативних моделей окремих деталей і складальних одиниць, що містять як оригінальні, так і стандартизовані конструктивні елементи.

Параметрична технологія дозволяє швидко одержувати моделі типових виробів на основі одного спроектованого прототипу.

Легка в освоєнні, зручна в роботі і при цьому має вагість, прийнятну для комплексного оснащення підприємств, в тому числі середніх і малих.

Дозволяє здійснювати проектування і конструювання, швидко підготовку і випуск різноманітних креслярсько-конструкторської документації, створення технічних текстово-графічних документів.

Компас-3D є відкритою системою, що дозволяє створювати додаткові програми модулів (призначені для користування бібліотеки) і застосовувати їх під час роботи над документами. Таким чином, стандартні можливості креслярсько-графічного редактора тривимірного моделювання можуть бути доповнені відповідно з тих спеціальних задач, які доводиться вирішувати користувачу.

Solid Edge

Це єдиний програмний пакет, що вміщує в себе ряд середовищ, кожна з яких містить набір команд для автоматизації того або іншого процесу проектування. Включає в себе такі можливості:

- моделювання деталей
- моделювання деталей з листового матеріалу
- конструювання складальних вузлів
- аналіз руху механізмів
- проєктування гідрравлічних, пневматичних і електричних комунікацій
- моделювання зварних конструкцій
- проєктування конструкцій з прокатних матеріалів
- моделювання прес-форм для лиття пластмасових виробів
- випуск креслень
- керування даними проєкту. Solid Edge - відрита система проектування середнього рівня.

Рисунок А.5 – Вивчення можливостей САПР - 3D

Вивчення можливостей САПР - 3D

ZWCAD

САПР призначена для архітекторів, інженерів, конструкторів та інших фахівців, що працюють в CAD / CAM програмах. САПР ZWCAD - це потужний комплекс комп'ютерного дизайну, інструментів для двовимірного і тривимірного проектування, а також створення документації в будівництві і виробництві.

Повна сумісність форматів використання робочих форматів DWG і DXF в системі ZWCAD забезпечує повний двосторонній обмін даними між ZWCAD і AutoCAD.

Поряд з високою функціональністю, незмінно підтримкою промислових стандартів в кресленні, а також визнанням індустрією форматів, ZWCAD має відносно невисоку ціну для цього інженерного пакета.

Інтерфейс в стилі AutoCAD.

AutoCAD

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

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

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

Підшивки. Диспетчер підшивок AutoCAD організовує листи креслень, спрощує публікацію, автоматично створює вики, передає дані з підшивок в основні наліски і шпалери і виконує закінчення таким чином, щоб вся потрібна інформація була в одному місці.

Масштабування шпалер. Можливість прискорити управління об'єктами, розміщеними на різних шпалерах.

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 проєкти. Існує можливість задавання залежностей.

Рисунок А.6 – Вивчення можливостей САПР - 3D



Рисунок А.7 – Вибір системи Autodesk Inventor

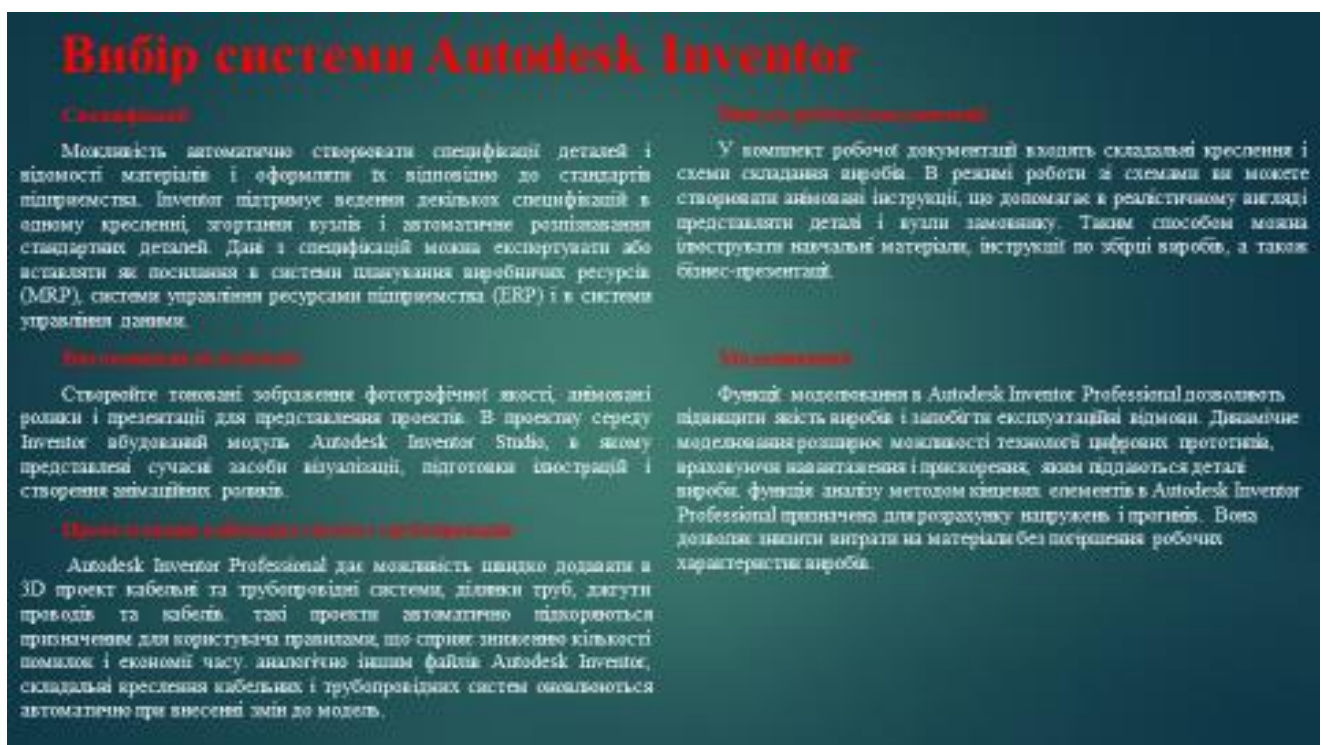


Рисунок А.8 – Вибір системи Autodesk Inventor

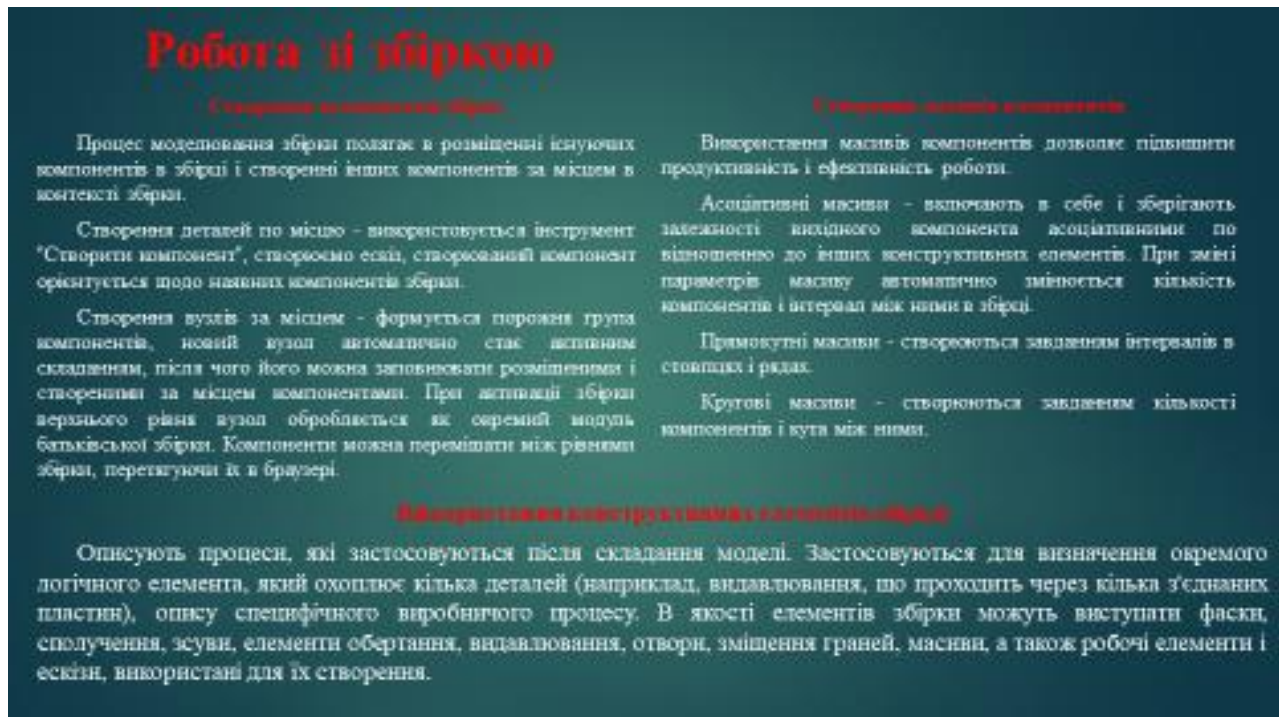


Рисунок А.9 – Робота зі збіркою

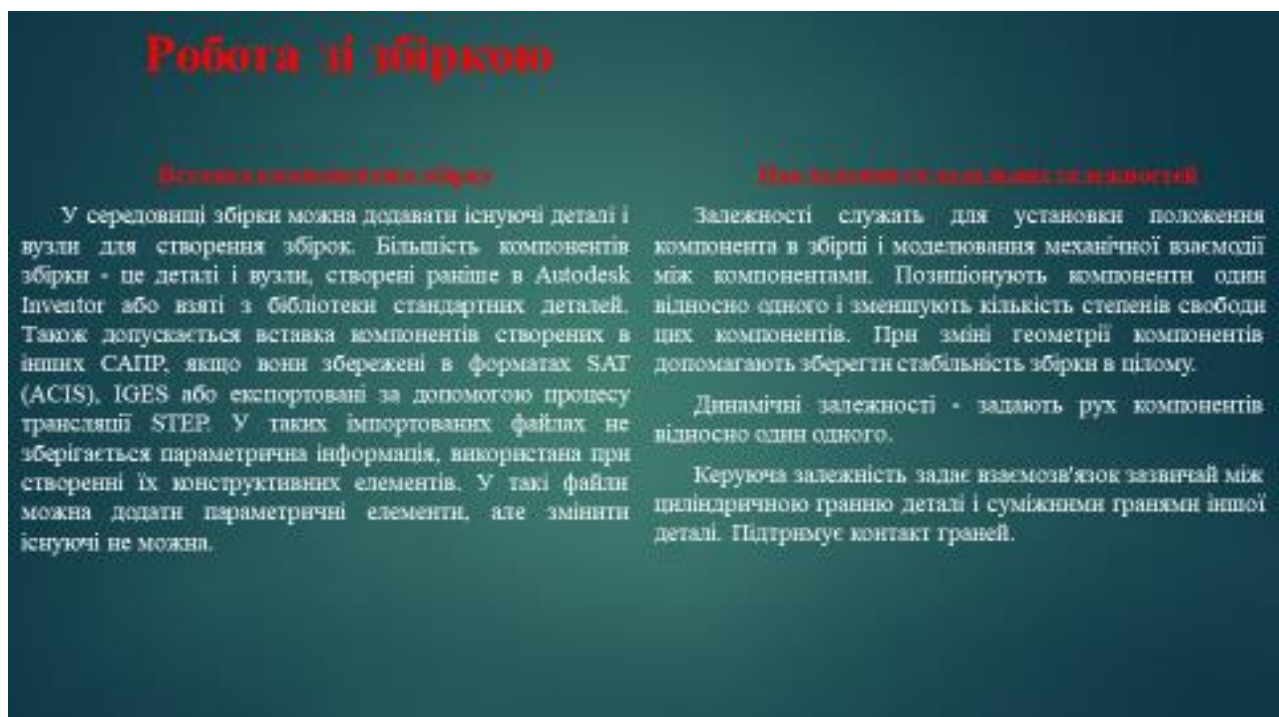


Рисунок А.10 – Робота зі збіркою

Стратегії конструювання збірки

Проектування збірки «знизу вгору»

У файлі збірки вставляються нові деталі та вузли, потім компоненти збірки позиціюються з використанням залежностей. Бажаємо розмішувати компоненти в тому порядку, який відображає реальний процес виготовлення.

Якщо деталь не складена з адаптивних конструктивних елементів (це задається у файлі деталі), вона може не підійти для збірки. В цьому випадку можна вставити деталь в файл збірки і зробити її адаптивною вже в контексті цієї збірки. Розміри деталей на конструктивні елементи жоді накладено залежності від інших компонентів збірки змінюються.

Якщо необхідно зробити адаптивними певні конструктивні елементи компонента, слід призначити адаптивність всьому компоненту. При накладенні залежностей між деталями і фокусування геометричними об'єктами вузла, конструктивні елементи цієї деталі змінюють свої розміри відповідно.

Проектування збірки «зверху вниз»

При проектуванні збірки «зверху вниз» спочатку розробляється критерій, а потім створюються компоненти, що задовольняють цим критеріям. На початковій стадії проектування створюється список відомих параметрів і можуть бути підготовлені інженерні схеми (двовимірні схеми, розташування), які еволюціонують в процесі проектування.

У схемі зазначай вказують підставку і вершню меху збірки, що поданої і приймають механізми, а також інші відомі дані. У схемі можуть вказуватися і механічні характеристики збірки. Схеми створюються в файлах деталей, а потім вставляються в файл збірки. Надавши ескізів схем створюються конструктивні елементи.

Проектування збірки «зверху вниз» з використанням стандартних компонентів

Більшість методів моделювання зводяться до проектування за принципом «знизу вгору» або «зверху вниз». При проектуванні до моделей пред'являються певні вимоги і при їх проектуванні застосовуються стандартні компоненти. Але створення нових прототипів може зажадати використання нових стратегій.

Зазначай збірку починають формувати з існуючих компонентів, наскільки це можливо, після аналізу конструктивних особливостей створюється базовий компонент. У міру просування роботи над складанням проектуванням створює нові або використовують вже існуючі компоненти.

Рисунок А.11 – Стратегія конструювання збірки

Складальні залежності

Висхідна залежність

Позиціює площину, циліндричні, сферичні, конусні поверхні по дотичній одні до одного. Дотик може здійснюватися як з зовнішньої, так і з внутрішньої сторони кривої, а залежності відбраного напрямку нормалі.

Для накладення залежності на вкладці «Збірка» у вікні «Залежності збірки» в групі «Тип», вибрано потребу залежності.

Далі на збірці вказують елементи, на які буде накладатися залежність.

Рішення «Зовні»



Рішення «Всередині»



Висхідна залежність

В результаті залежності, геометрія одного компонента збігається з геометрією іншого.



Залежність шпигу Ватсона

Залежність шпигу вставляє створок кругове ребро одного компонента концентричним і компланарним з круговим ребром іншого компонента.



Висхідна залежність

Задає кут між площинами або відрізками двох компонентів.



Висхідна залежність

Це залежність, збережена з компонентом, яка несе інформацію про те, який чиним компонент з'єднується з іншими компонентами в збірці.

Використання конструктивних пар дозволяє прискорити точне розміщення та простий заміну компонента збірки.

Рисунок А.12 – Складальні залежності

Процес створення збірки за допомогою параметризації Створюємо ескіз

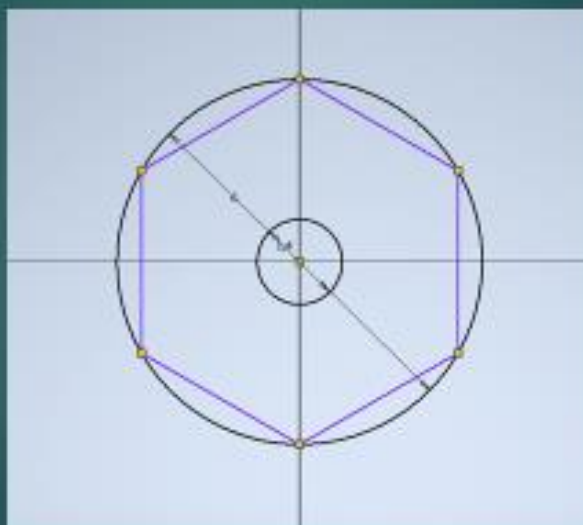


Рисунок А.13 – Створюємо ескіз

Створюємо тіло

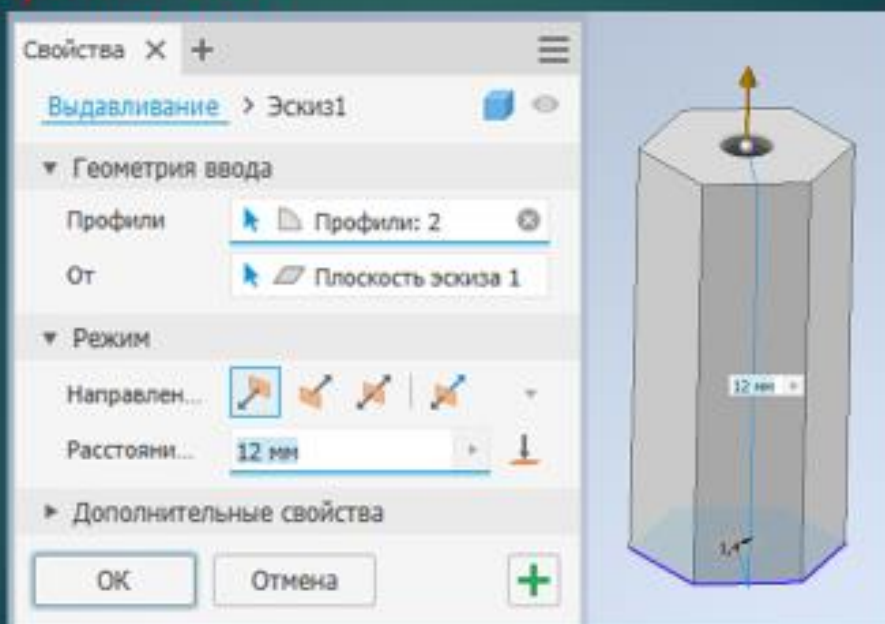


Рисунок А.14 – Створюємо тіло

Ескіз з позиціонуванням точки майбутньої зовнішньої різьби

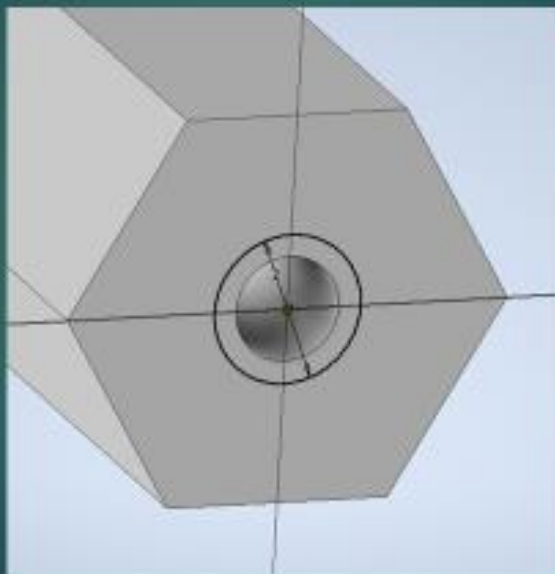


Рисунок А.15 – Ескіз з позиціонуванням точки майбутньої зовнішньої різьби

Створюємо виступ для зовнішньої різьби

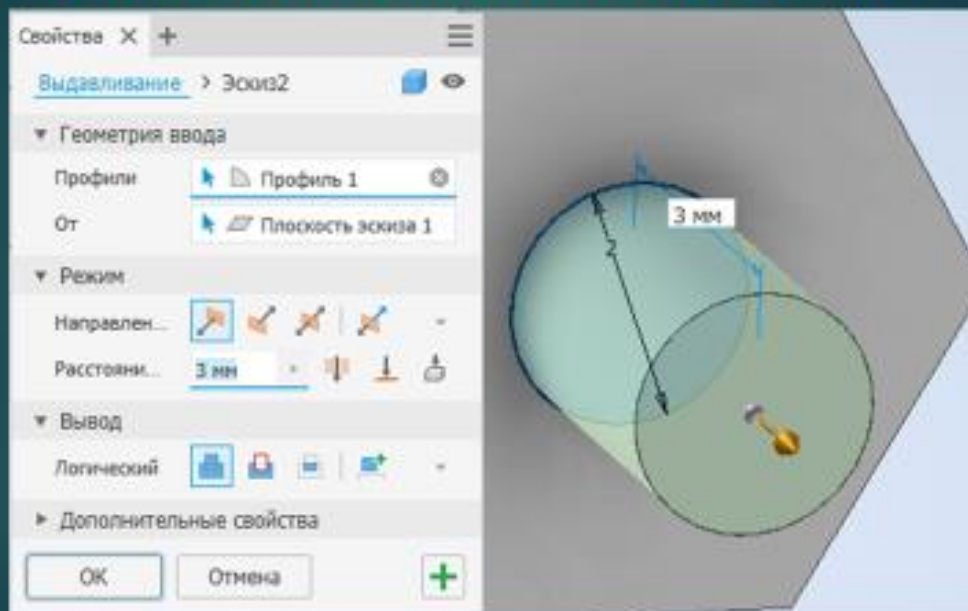


Рисунок А.16 – Створюємо виступ для зовнішньої різьби

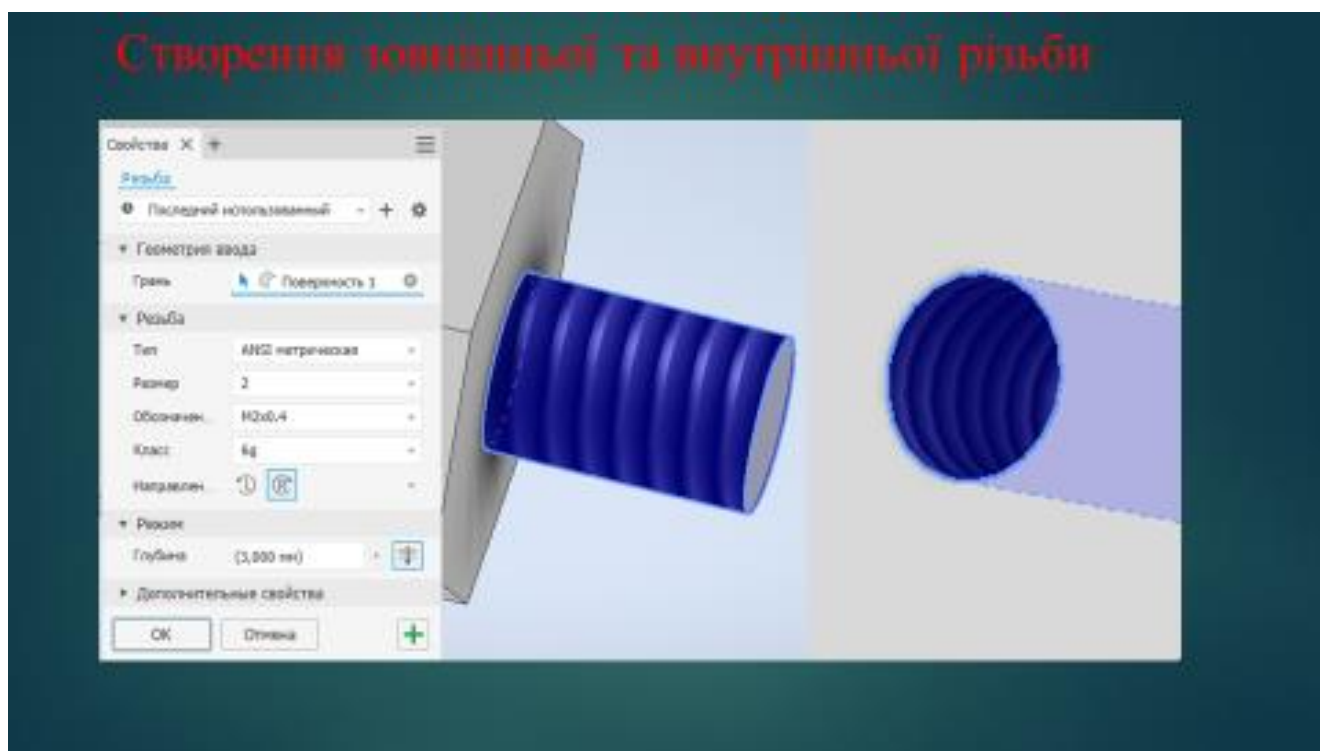


Рисунок А.17 – Створення зовнішньої та внутрішньої різьби

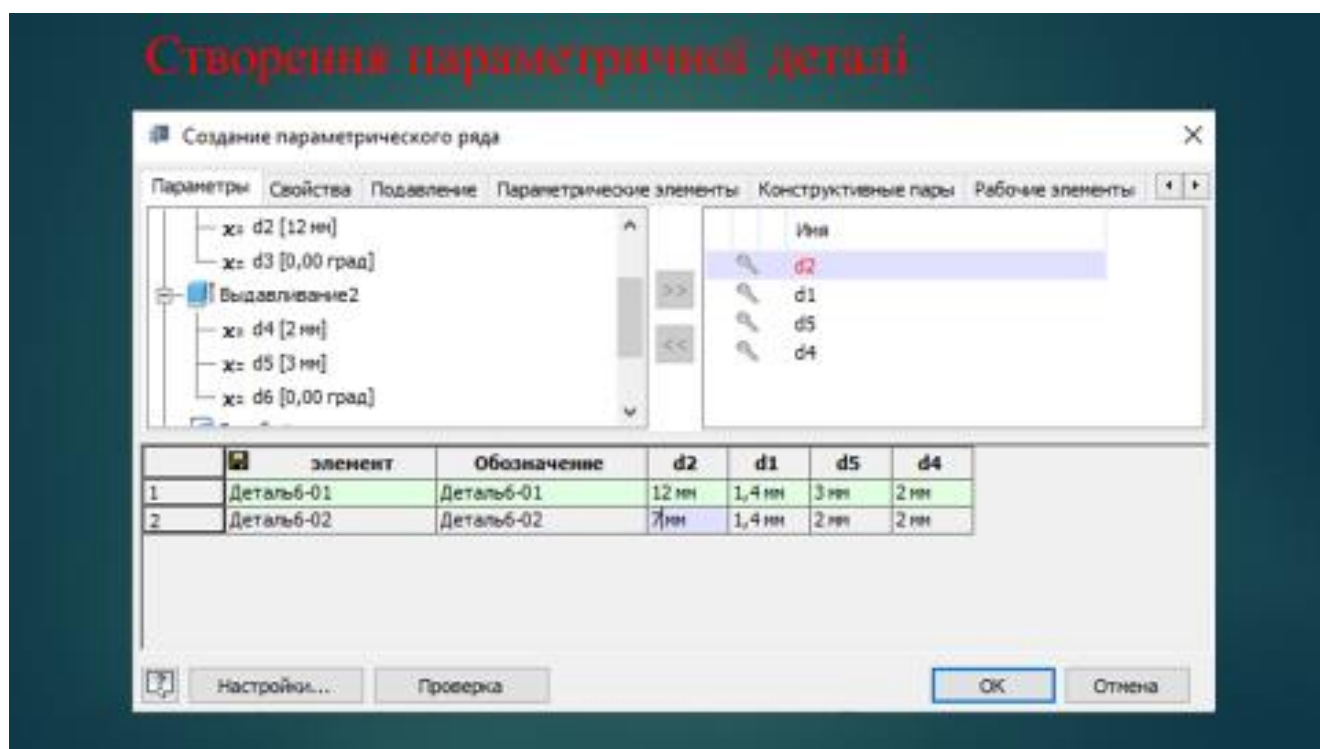


Рисунок А.18 – Створення параметричної деталі

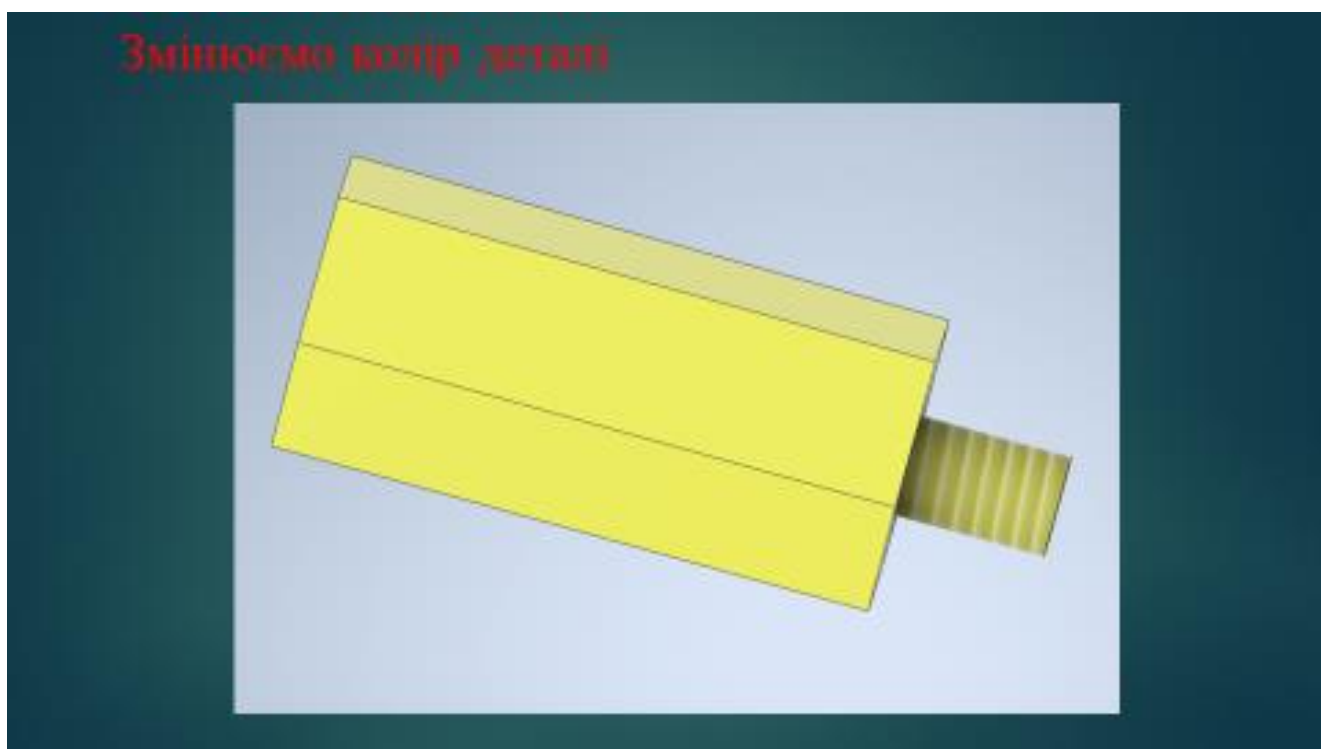


Рисунок А.19 – Змінюємо колір деталі

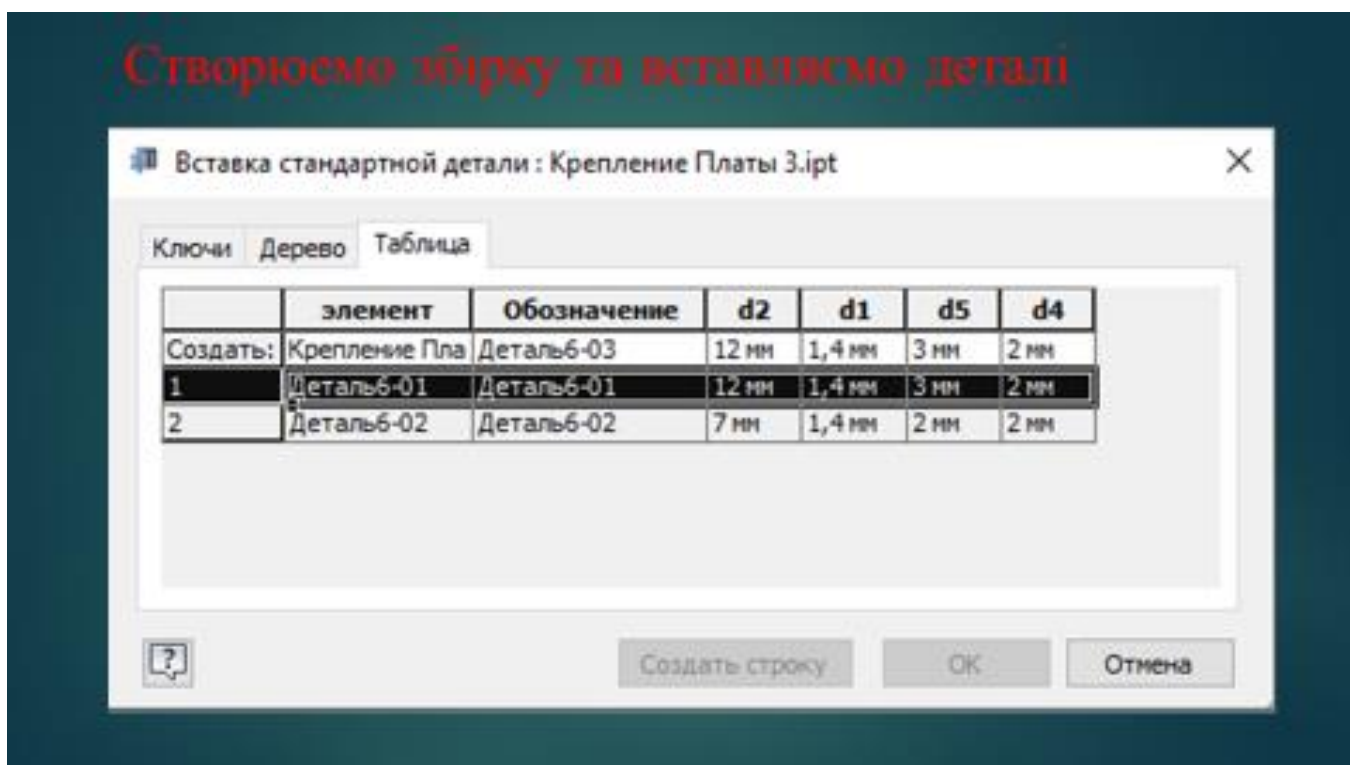


Рисунок А.20 – Створюємо збірку та вставляємо деталі

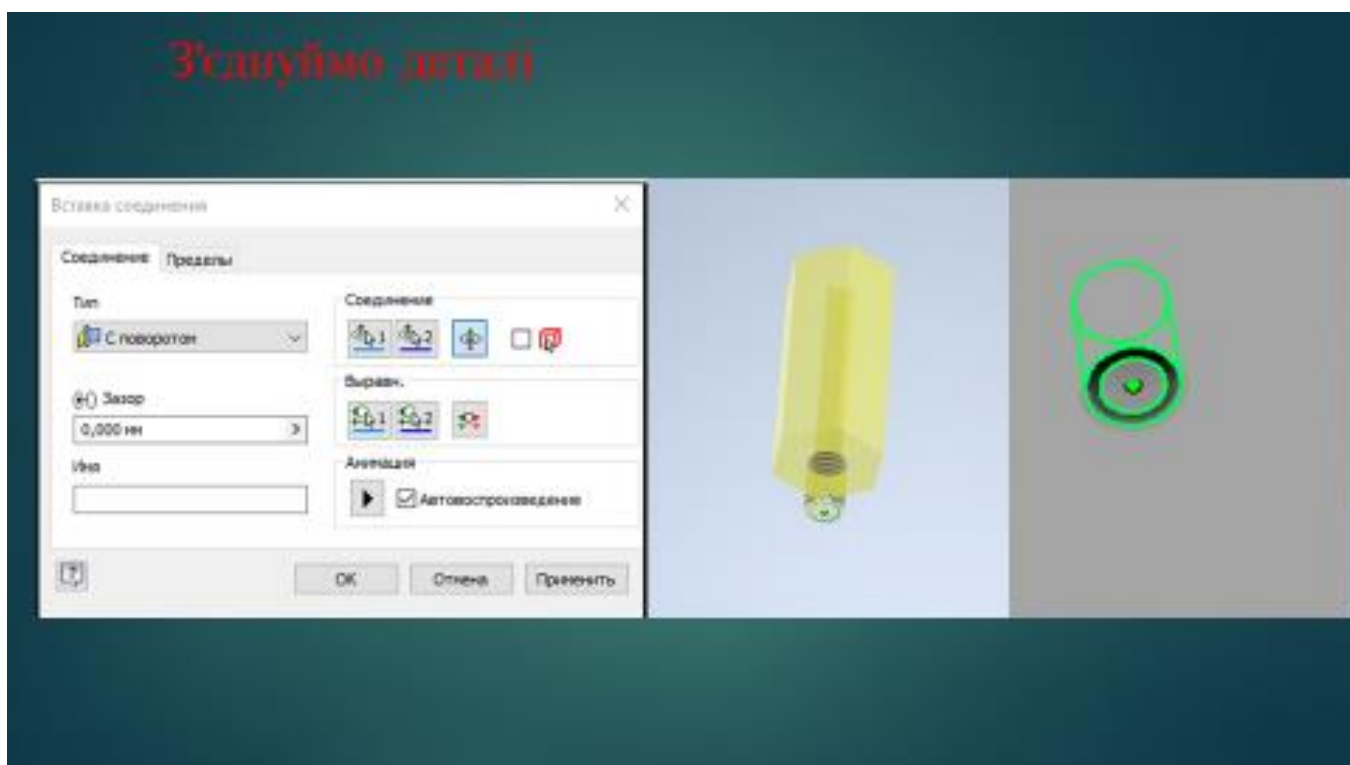


Рисунок А.21 – З'єднуємо деталі

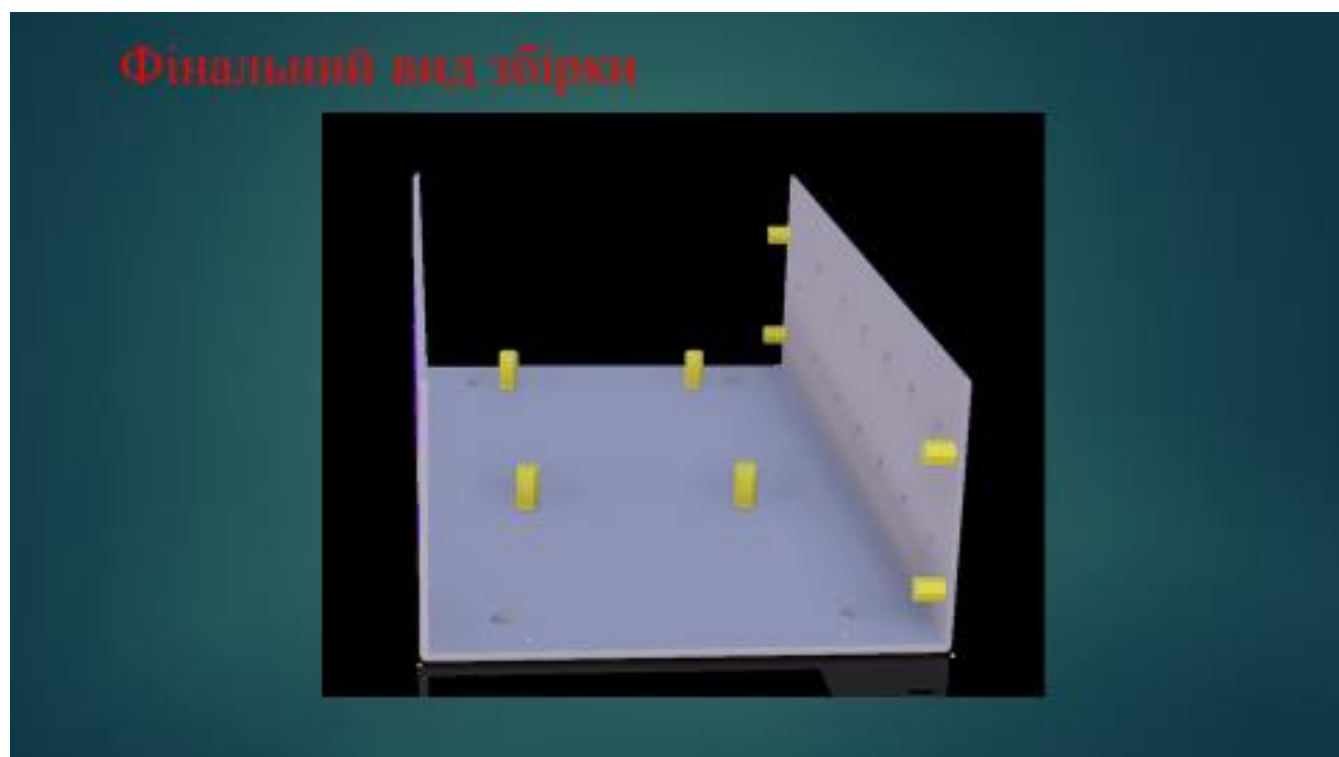


Рисунок А.22 – Фінальний вид збірки

ВИСНОВКИ

В даному дипломному проєкті була розглянута тема використання САПР. Серед насиченого ринку і гострої конкурентної боротьби складно вибрати найбільш оптимальну САПР, яка відповідала б усім вимогам, при цьому будучи доступною і простою для розуміння середньостатистичному користувачеві.

У проєкті були представлені деякі з найбільш живих в даний час САПР і проведено вибір найбільш оптимальної з даного переліку.

Проаналізовані можливості САПР Inventor при проєктуванні складальних одиниць несучих конструкцій.

Виконано та поетапно розписано процес створення деталі для збірки шляхом параметричного проєктування.

Отримані матеріали рекомендується використовувати при створенні методичних матеріалів та навчальних 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.23 – Висновки