

**Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет**

ПУСТЮЛЬГА СЕРГІЙ ІВАНОВИЧ

САМОСТЯН ВІКТОР РУСЛАНОВИЧ

КЛАК ЮРІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ

**ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА В
SOLIDWORKS**

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Для студентів ВНЗ технічних спеціальностей

Луцьк 2018



УДК 514.18

Затверджено Вченою Радою Луцького НТУ, протокол № 10 від 28.04. 2017 р.

Затверджено науково-методичною радою Луцького НТУ, протокол № 8 від 19.04. 2017 р.

Рекомендовано до друку науково-методичною радою машинобудівного факультету Луцького НТУ, протокол № 8 від 11.04. 2017 р.

Розглянуто на засіданні методичного семінару кафедри інженерної та комп'ютерної графіки протокол № 9 від 4.04. 2017 р.

Укладачі:

С.І. Пустюльга, доктор технічних наук, професор Луцького НТУ

В. Р. Самостян, кандидат технічних наук, доцент Луцького НТУ

Ю. В. Клак, асистент Луцького НТУ

Рецензенти:

С. М. Ковальов – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інженерної та комп'ютерної графіки Київського національного університету будівництва і архітектури,

Є. В. Пугачов – доктор технічних наук, професор, професор кафедри основ архітектурного проектування, конструювання та графіки національного університету водного господарства та природокористування,

І. Н. Бурчак – кандидат технічних наук, професор, професор кафедри інженерної та комп'ютерної графіки Луцького НТУ.

Інженерна графіка в SolidWorks: Навчальний посібник/ С.І. Пустюльга, В.Р. Самостян, Ю.В. Клак – Луцьк: Вежа, 2018. – 172 с.

Навчальний посібник містить матеріал, який поступово, на конкретних прикладах дозволяє читачу опанувати основами роботи із програмним продуктом **SolidWorks**, ознайомитися із методами створення параметричних моделей різних технічних деталей, навчитися способам розробки креслень деталей і складальних одиниць.

© С.І. Пустюльга, В.Р. Самостян, Ю.В. Клак 2018



ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ІНТЕРФЕЙС ПРОГРАМИ SOLIDWORKS	8
РОЗДІЛ 2. ДВОВИМІРНЕ КРЕСЛЕННЯ. СТВОРЕННЯ ЕСКІЗІВ	21
РОЗДІЛ 3. ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ	34
РОЗДІЛ 4. МОДЕЛЮВАННЯ ШТАМПОВАНИХ І ВІДЛИТИХ ДЕТАЛЕЙ	53
РОЗДІЛ 5. СТВОРЕННЯ МАСИВІВ ЕЛЕМЕНТІВ	64
РОЗДІЛ 6. ІНСТРУМЕНТ "ПОВЕРНУТИ"	72
РОЗДІЛ 7. ОБОЛОНКИ І РЕБРА	85
РОЗДІЛ 8. КРЕСЛЕНИКИ ДЕТАЛЕЙ	96
РОЗДІЛ 9. ЗВАРНІ З'ЄДНАННЯ	104
РОЗДІЛ 10. МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДАЛЬНОГО КРЕСЛЕНИКА	108
РОЗДІЛ 11. РОБОТА ІЗ SOLIDWORKS TOOLBOX	118
РОЗДІЛ 12. ІМПОРТ ТА ЕКСПОРТ ДОКУМЕНТІВ В SOLIDWORKS	124
ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ	131



ГЛОСАРІЙ_____163

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ_____173



ВСТУП

На сьогоднішній день тривимірні моделі механізмів і машин використовуються не тільки для отримання конструкторської і технологічної документації, але й для проведення інженерного аналізу за допомогою спеціалізованих програмних продуктів. Від якості геометричних моделей залежить можливість і точність результатів такого аналізу. Таким чином, отримання простих, не переобтяжених зайвими елементами геометричних моделей технічних об'єктів, є актуальним завданням проектування.

SolidWorks – розробка SolidWorks Corp. (США), є потужним засобом проектування, яке повністю вирішує проблеми щоденної практичної роботи інженера-проектувальника. **SolidWorks** служить основою для побудови інтегрованого комплексу автоматизації підприємства і дозволяє здійснити наскрізний процес проектування, інженерного аналізу та підготовки виробництва виробів будь-якої складності та призначення. Ця система не має обмежень по кількості компонентів складних збірок, надає великі можливості для оформлення конструкторської документації, роботи з листовим металом, створення фотореалістичних зображень. **SolidWorks** повністю підтримує стандарти ЄСКД в частині оформлення конструкторської документації.

Програмне забезпечення **SolidWorks** – це продукт із настільки широкими функціональними можливостями, що у даному посібнику неможливо розглянути всі аспекти та нюанси процесів автоматизованого проектування. Тому в запропонованому навчальному посібнику основна увага приділена фундаментальним навичкам та поняттям, які необхідні студенту технічних спеціальностей ВНЗ для успішної роботи з програмним забезпеченням по проектуванню різних механічних вузлів та деталей.



Вимоги до студента, який збирається працювати у **SolidWorks**:

- мати певний досвід у проектуванні механічних вузлів та деталей;
- мати певний досвід роботи в операційній системі **Windows**.

Метою даного курсу є вивчення користувачем методів використання програмного забезпечення **SolidWorks** для створення параметричних моделей деталей та способів створення креслень таких деталей і окремих складальних одиниць.

В основу даного посібника покладено підхід, який орієнтований на процес виконання конкретного завдання. У процесі його виконання основна увага приділяється вивченню процедур, необхідних для забезпечення вирішення поставленого завдання. Робота із навчальними прикладами дає можливість користувачу завчити необхідні команди, параметри та меню в контексті виконання поставленого завдання.

Програма **SolidWorks** – це система автоматизованого проектування механічних вузлів на основі окремих елементів. Вона є інструментом об'ємного параметричного моделювання, в якій застосовується зручний графічний інтерфейс користувача системи **Windows**.

Точно так само як конкретний механічний вузол складається із окремих деталей, модель **SolidWorks** створюється із окремих складових **елементів**.

При створенні моделей на основі програми, користувач працює із окремими геометричними елементами, такими як **бобишка, вирізи, отвори, округлення, фаски** і т.і. По мірі створення елементів, вони вставляються безпосередньо у модель, що проектується.



Навчальний посібник містить 12 розділів, у яких поступово, на конкретних прикладах, викладається матеріал. Особливу цінність представляє лабораторний практикум у кінці посібника із найбільш характерними завданнями, розв'язання яких дозволить ефективно засвоїти матеріал.

РОЗДІЛ 1. ІНТЕРФЕЙС ПРОГРАМИ SOLIDWORKS

Програма **SolidWorks** у графічному режимі відображає структуру створюваної моделі на основі елементів у спеціальному вікні, яке називається **Деревом конструювання (Feature Manager)**. В **Дереві конструювання** відображається не тільки послідовність створення окремих елементів моделі, але й воно надає зручний доступ до всіх відомостей процесу моделювання.

Для ілюстрації концепції моделювання в **Дереві конструювання** розглянемо приклад на рис. 1.1. Якщо відобразити окремі елементи у відповідності із **Деревом конструювання**, то вони виглядають наступним чином:

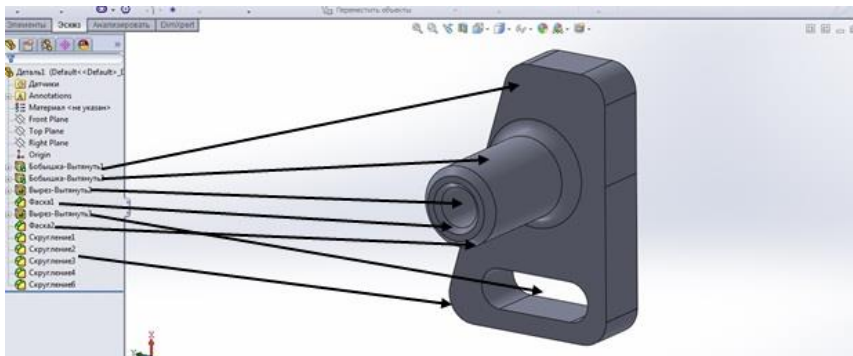


Рис. 1.1

Розміри і взаємозв'язки окремих елементів фіксуються і зберігаються в моделі, що дає можливість не тільки втілити ідею проекту але і швидко вносити зміни в модель.

Керуючі розміри. Це розміри, що використовуються при створенні елемента. Вони включають розміри, пов'язані із геометрією ескіза, а також розміри, пов'язані із самим елементом. У якості простого прикладу можна навести такий елемент, як циліндрична бобишка (рис. 1.1). Діаметром



бобишки керує діаметр, заданого в ескізі, кола. Висота бобишки керується глибиною, на яку це коло було витягнуте при створенні елемента.

Взаємозв'язки. Вони містять таку інформацію, як паралельність, перпендикулярність, належність, дотичність, концентричність і т.і. Завдяки введенню цих даних у ескіз, програма **SolidWorks** дає можливість повністю здійснити задум проекту в моделі.

Об'ємне моделювання.

Об'ємна (або твердотільна модель) – найбільш завершений тип геометричної моделі, який використовується у системах автоматизованого проектування. Вона включає всю геометрію каркаса і поверхонь, необхідну для повного опису кромки і граней моделі. Окрім геометричних відомостей, вона також містить інформацію, яка називається **топологією моделі** і відноситься до геометрії. Прикладом топології може служити те, які грані (поверхні) утворюють кромку (криву) і що вона собою являє. Відповідно до цієї логіки, такі операції, як округлення, виконуються так само просто, як вибір кромки або задання розміру радіусу.

Модель у **SolidWorks** повністю пов'язана із кресленнями деталей і складальними кресленнями, які на неї посилаються. Зміни, виконані в моделі, автоматично відбиваються у, пов'язаних із нею, кресленнях і збірках. Так само можна здійснювати зміни в кресленнях або збірках, знаючи при цьому, що зміни відповідно будуть відображені у самій моделі.

Геометричні взаємозв'язки, такі як паралельність, перпендикулярність, горизонтальність, вертикальність, концентричність, є лише частина обмежень, що підтримуються системою **SolidWorks**. Окрім цього, для створення математичних взаємозв'язків між параметрами можна використовувати математичні рівняння. Завдяки

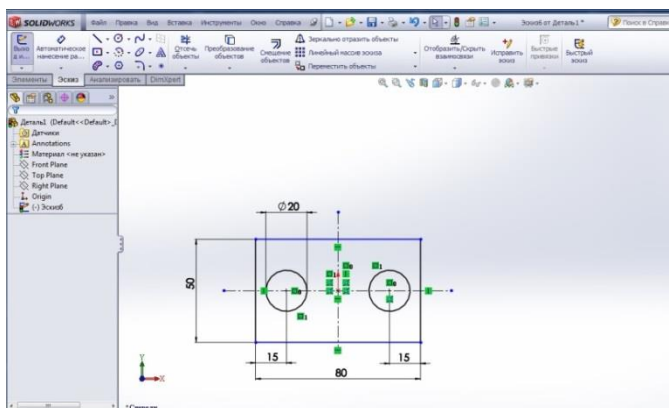
використанню обмежень і рівнянь гарантується реалізація і підтримка таких понять проекту, як, наприклад, наскрізні отвори або однакові радіуси геометричних елементів.

Ідея проекту.

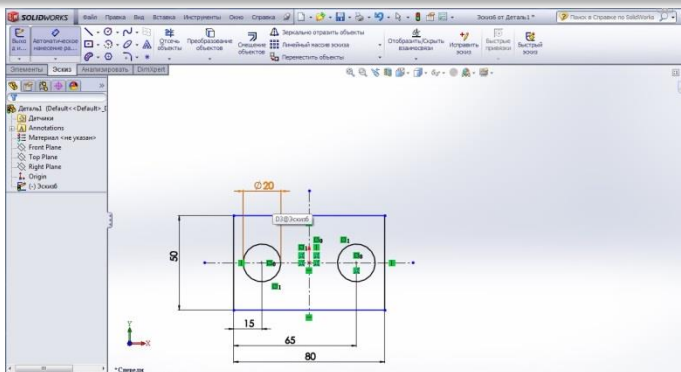
Для ефективного використання засобів параметричного моделювання в **SolidWorks** необхідно добре обдумати задум проекту до початку процесу моделювання. Задум проекту – це план, який буде визначати поведінку моделі при внесенні до неї тих чи інших змін. Реалізація ідеї проекту залежить від декількох факторів:

1. Автоматичні взаємозв'язки в ескізі.
2. Додаткові взаємозв'язки.
3. Процес нанесення розмірів.
4. Математичні рівняння.

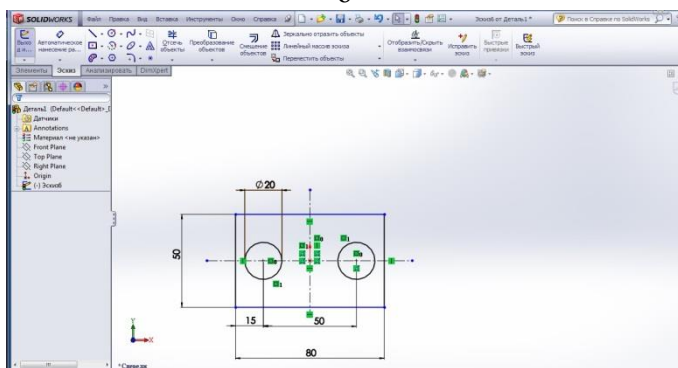
Всі вказані фактори можуть суттєво впливати на складність процесу подальшого корегування проекту, а вміле їх поєднання говорить про професійність конкретного користувача при плануванні ідеї створення тієї чи іншої моделі. Приклади різних задумів проекту на рівні створення ескіза наведено на рис. 1.2 а,б,в.



а



б



в

Рис. 1.2

У кожному із наведених варіантів, при зміні розміру ширини пластини, прив'язка отворів має свої особливості.

На задум проекту впливає не тільки форма представлення ескізу але і методологія створення елементів моделі. Так на рис. 1.3 наведено приклад вала, процес моделювання якого ведеться методом поступового додавання його елементів.

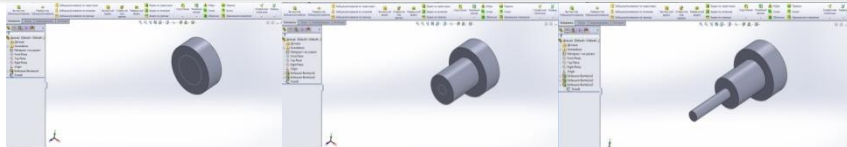


Рис. 1.3

На рис. 1.4 наведено такий же вал, отриманий процесом обертання створеного ескізу навколо осі.

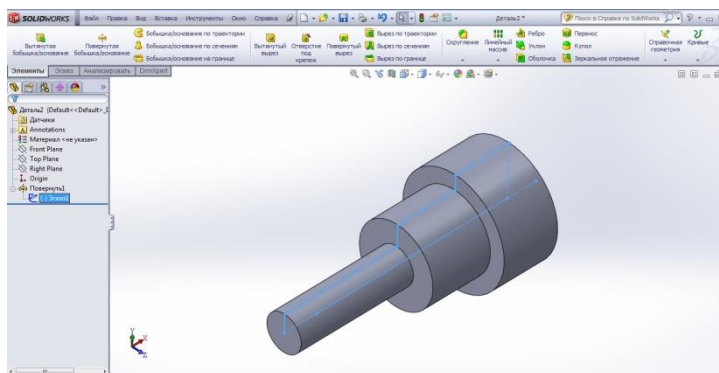


Рис. 1.4

На рис. 1.5 вал моделюється, так званим “виробничим методом”, де імітується поступове зняття матеріалу на деталі.

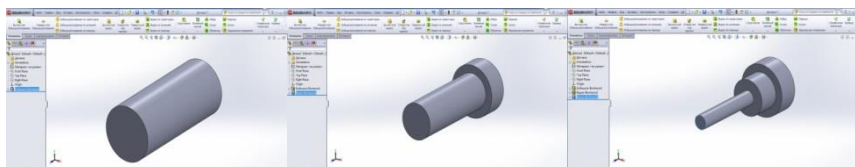


Рис. 1.5

Відкриття файлів.

SolidWorks – це резидентна система автоматизованого проектування. Файл, що відкривається, копіюється із місця

його зберігання в ОЗУ комп'ютера. Всі зміни, що вносяться у файл, зберігаються в ОЗУ, а записуються у місце зберігання тільки після команди **Зберегти**.

Інтерфейс користувача SolidWorks.

Інтерфейс користувача **SolidWorks** – це практично інтерфейс системи **Windows**. Нижче наведено приклад такого інтерфейсу (рис. 1.6).

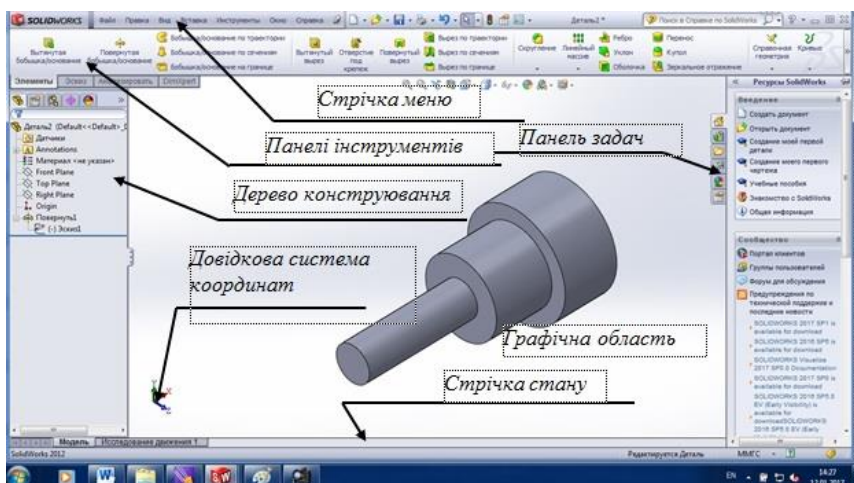


Рис. 1.6

Іноколи деякі параметри, команди, значки виділяються сірим кольором і не доступні для користувача. Причиною може бути те, що користувач працює у середовищі, у якому неможливий доступ до даних параметрів. Але такий підхід дозволяє недосвідченим користувачам правильно вибирати, можливі у даній ситуації, команди.

Панель інструментів керованого перегляду.

Панель інструментів керованого перегляду включає безліч інструментів для маніпуляції видами. Ряд значків,



наприклад, **Відобразити** або не відобразити якісь об'єкти є плаваючими кнопками, які, окремо, ще мають ряд можливостей (рис. 1.7).

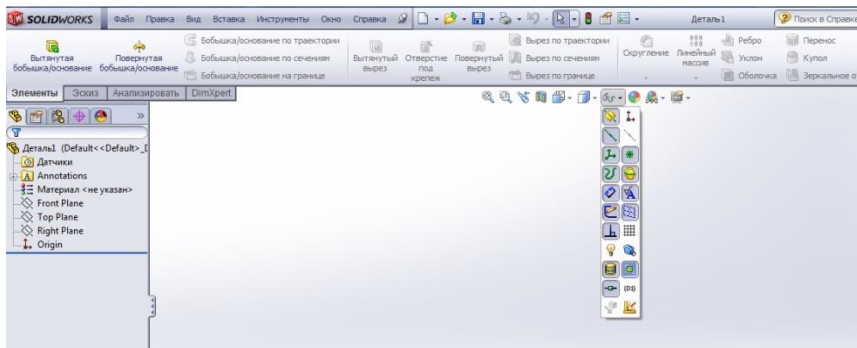


Рис. 1.7

Якщо вибрано пункт **Настройка меню** (рис. 1.8) – кожен пункт відображається галочкою. При знятті галочки – цей пункт видаляється із меню.

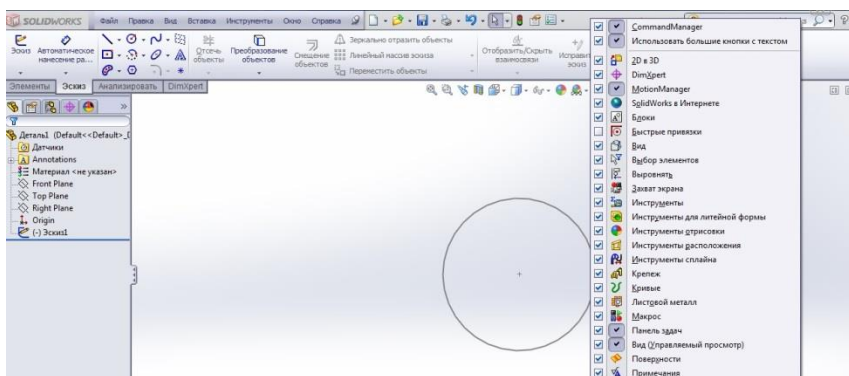


Рис. 1.8

Відображення панелей інструментів.

Панелі інструментів можна вклучати і відключати наступним чином. Треба вибрати **Інструменти**, **Налаштування** і в **Панелі інструментів** (рис. 1.9) поставити потрібну галочку для відображення тієї чи іншої панелі.

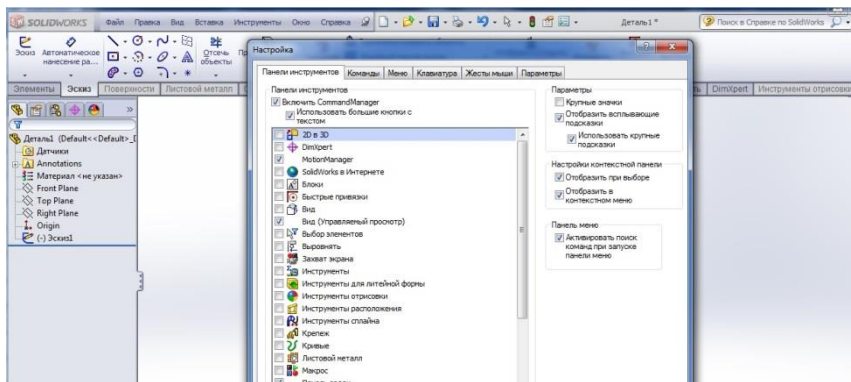


Рис. 1.9

Панелі інструментів можна розташовувати у будь-якому місці екрана шляхом перетаскування панелі у потрібне місце. Після виходу із програми – вони повертаються назад у попереднє положення.

Дерево конструювання (Feature Manager).

Дерево конструювання – унікальна частина програми **SolidWorks**, у якому відображаються всі елементи деталі або складального креслення. По мірі створення окремих елементів, всі вони відтворюються у **Дереві конструювання**. У результаті – **Дерево конструювання** відображає хронологічну послідовність всіх етапів моделювання і дозволяє коригування будь-якого із етапів (рис.1.10).

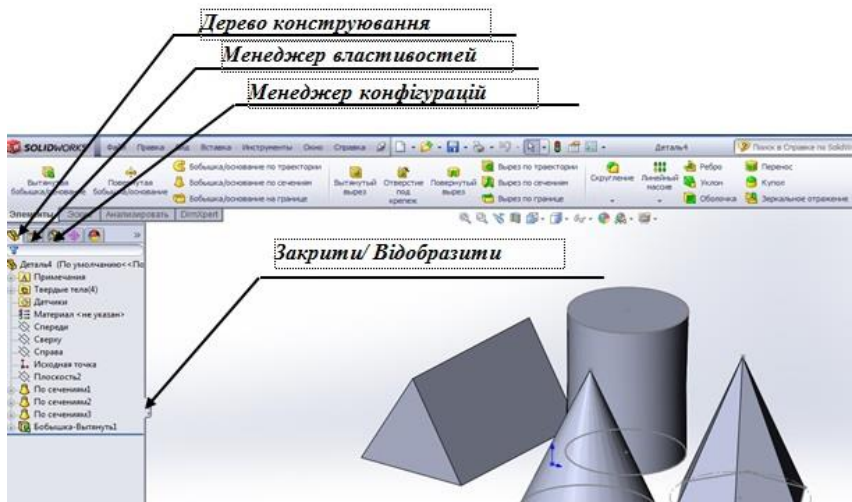


Рис. 1.10

Ряд документів і папок у **Дереві конструювання** закриті по замовчуванню. Через команди **Інструменти**, **Команди**, **Налаштування користувача**, **Feature Manager** для управління їх видимістю можна вибрати одну із трьох команд: **Авто**, **Закрити**, **Відобразити** (рис.1.11).

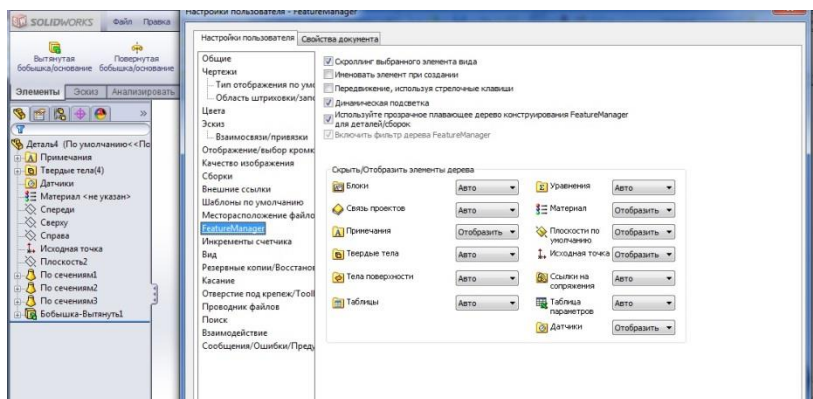


Рис. 1.11

Менеджер властивостей.

Ряд команд у **SolidWorks** виконуються за допомогою **Менеджера властивостей**. Меню **Менеджера властивостей** займає таке ж положення, як і **Дерево конструювання** (рис. 1.12) і замінює його під час виконання проекту.

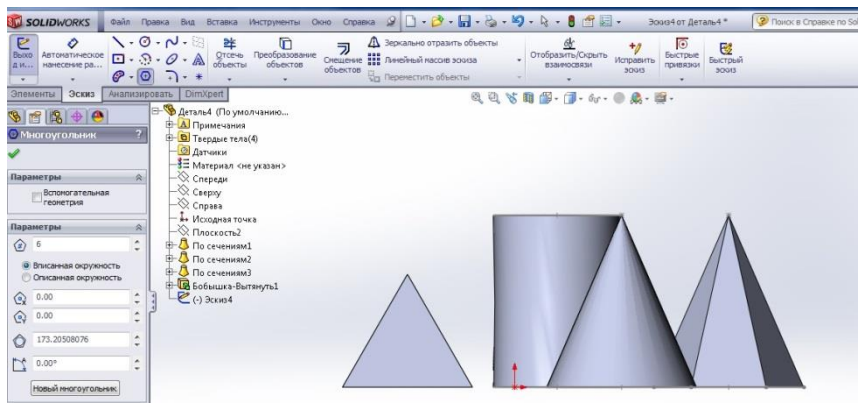


Рис. 1.12

Верхній ряд кнопок складається із стандартних команд **Ок**, **Відмінити**, **Попередній перегляд**. Нижче знаходиться вікно, яке дозволяє встановлювати параметри тих чи інших елементів.

Диспетчер команд.

Диспетчер команд – це набір панелей інструментів для самостійної роботи користувача при вирішенні конкретного завдання (рис. 1.13). Вони відображаються або текстом на кнопках, або позначеннями і дають швидкий доступ до всіх інструментів моделювання.

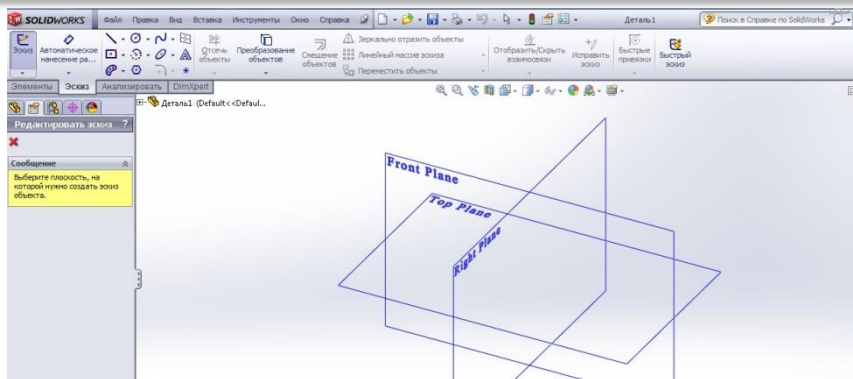


Рис. 1.13

Панель задач.

У вікні **Панель задач** користувач може отримати доступ до таких можливостей програми (рис. 1.14):

- Ресурси **SolidWorks**.
- Бібліотека проектування.
- Пошук.
- Провідник файлів.
- Палітра видів.
- Зовнішні види.
- Властивості користувача.

Вікно **Панель задач** за замовчуванням відображається із правої сторони екрана і може бути відкритим або закритим.

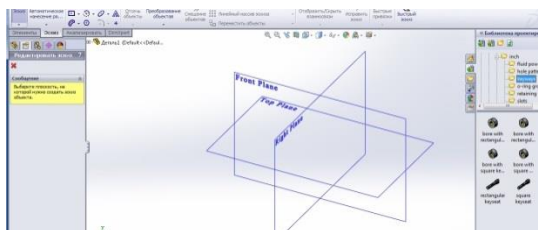


Рис. 1.14

Кожна із **Кнопок мишки** в **SolidWorks** теж виконує певні функції:

Ліва – вибір об'єктів, функцій меню, функцій **Дерева конструювання**.

Права – активація **контекстного меню**. У верхній частині контекстного меню (рис.1.15) знаходиться **контекстна панель інструментів** зі значками, які дають можливість швидкого доступу до різних інструментів.

Середня – дає можливість динамічного обертання, переміщення та масштабування деталей.

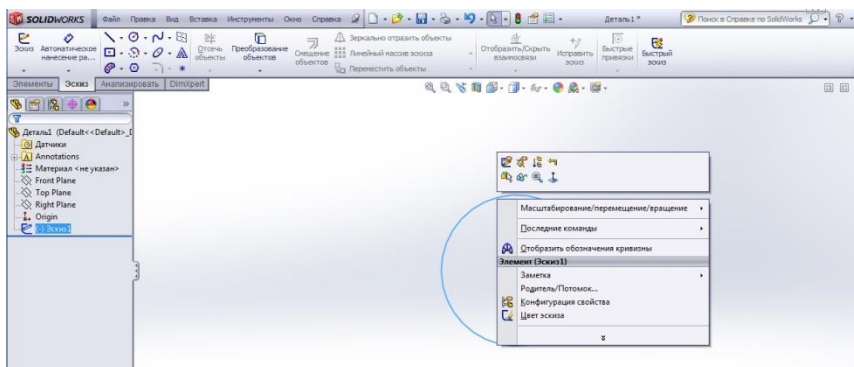


Рис. 1.15

Параметри.

Із меню **Інструментів** можна відкрити **панель параметрів**, які дозволяють налаштувати **SolidWorks** під конкретне завдання, що виконує користувач. Параметри у вкладці **Налаштування користувача** (рис. 1.16) зберігаються у програмі і впливають на кожен документ, із яким працює користувач.

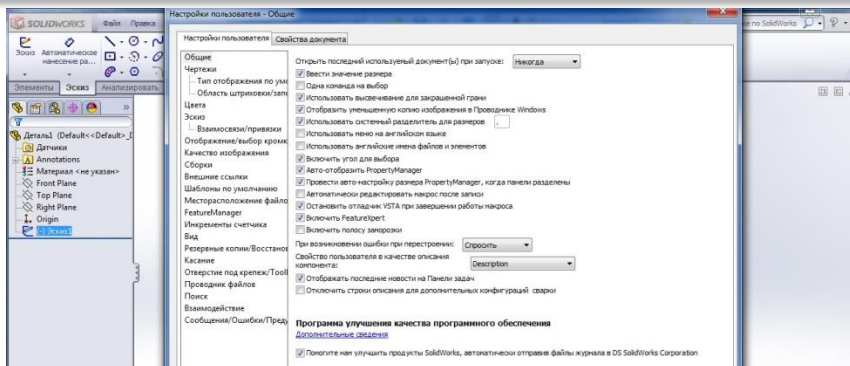


Рис. 1.16

У вкладці **Властивості документа** (рис. 1.16) можна вибрати окремі параметри, які застосовуються тільки для конкретного документа. Всі вони зберігаються у такому документі, але не розповсюджуються на інші документи, із якими працює користувач.

РОЗДІЛ 2. ДВОВИМІРНЕ КРЕСЛЕННЯ. СТВОРЕННЯ ЕСКІЗІВ

Створення ескізів – це основа проектування в SolidWorks.

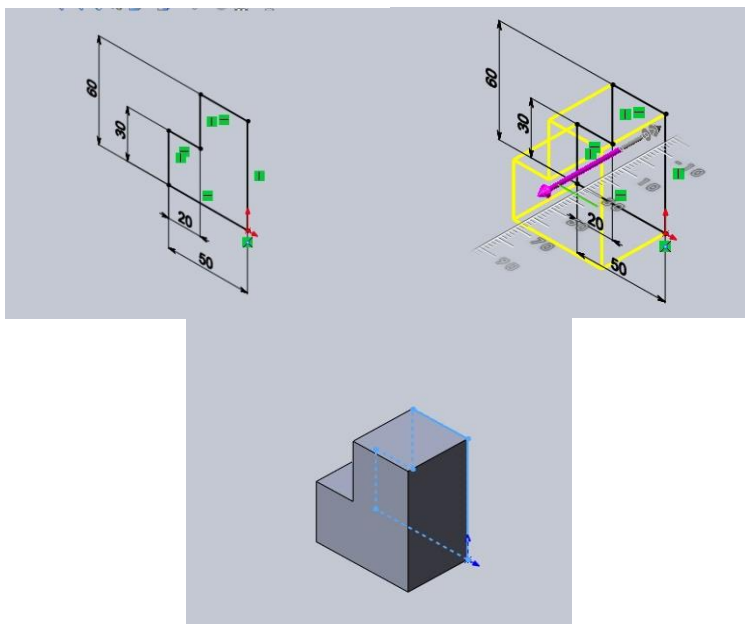


Рис. 2.1

Ескізи використовуються для створення всіх просторових елементів через:

- Витягування (рис.2.1);
- Обертання (рис.2.2);
- Створення об'єктів по заданій траєкторії (рис.2.3);
- Створення об'єктів по заданим перерізам (рис.2.3).

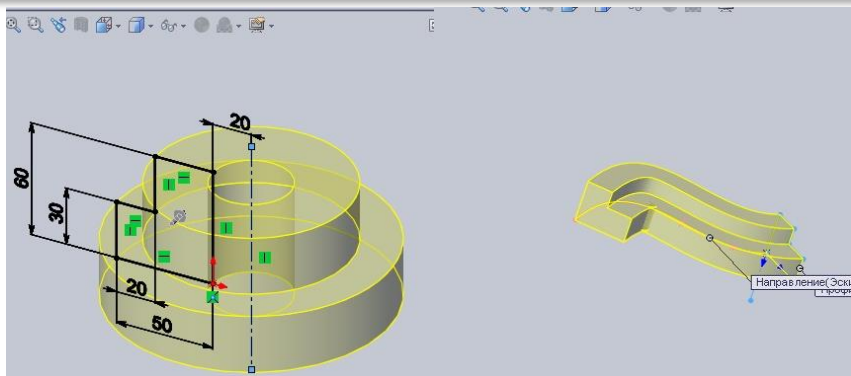


Рис. 2.2

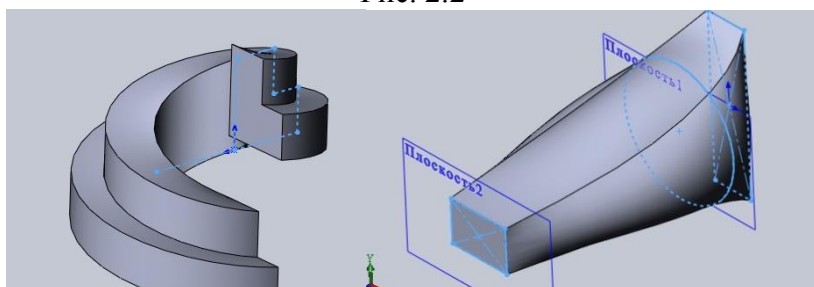



Рис.2.3

Ескізи – це набори двовимірної геометрії, які можна використовувати для створення твердотільних деталей.

Процес побудови деталі починається із створення нового документа деталі . Для цього, натиснувши у меню дану кнопку, отримаємо:

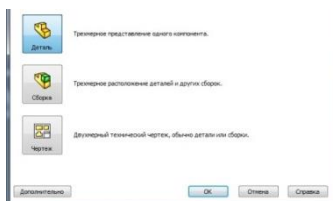


Рис.2.4

Тиснемо першу кнопку (рис. 2.4) і тиснемо **Ок**. З'явиться діалогове вікно, у якому натиснувши функцію **Ескіз**, отримаємо наступний екран (рис. 2.5).

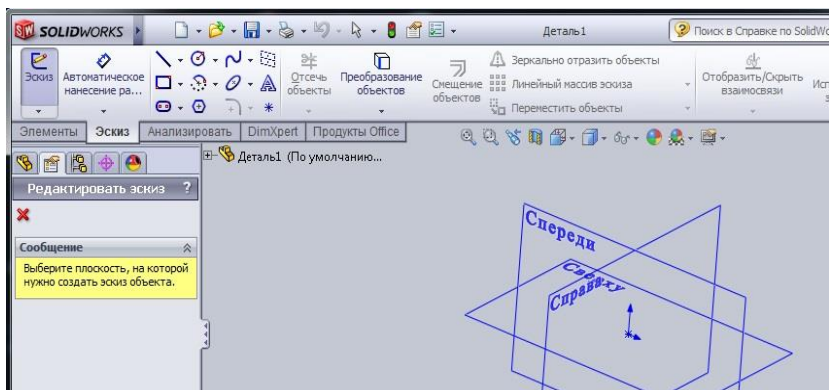


Рис.2.5

Креслення ескізу – це робота по створенню двовимірному каркасного профілю майбутньої деталі. Звичайними елементами такого каркаса є лінії, кола, дуги, багатокутники і т.і. Створення ескізу каркаса є динамічним процесом зі зворотнім зв'язком через курсор миші, що суттєво спрощує процес побудови.

Після вибору форми представлення деталі, наприклад як на рис. 2.6, натискаємо позначення **Ескіз** і отримаємо наступне вікно із трьома взаємно-перпендикулярними площинами (рис. 2.5).

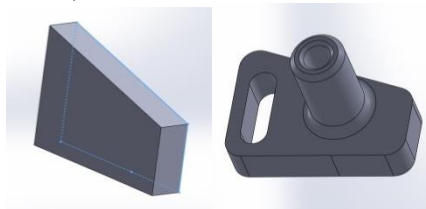


Рис.2.6



Для створення ескізу необхідно вибрати площину, у якій він буде будуватися. Тому на питання про площину ескізу можна вибрати одну із площин, які є на рис. 2.5 – **Спереду, Справа, Зверху**.

На екрані вибираємо площину **Спереду**, чим активуємо функцію створення двовимірного профілю.

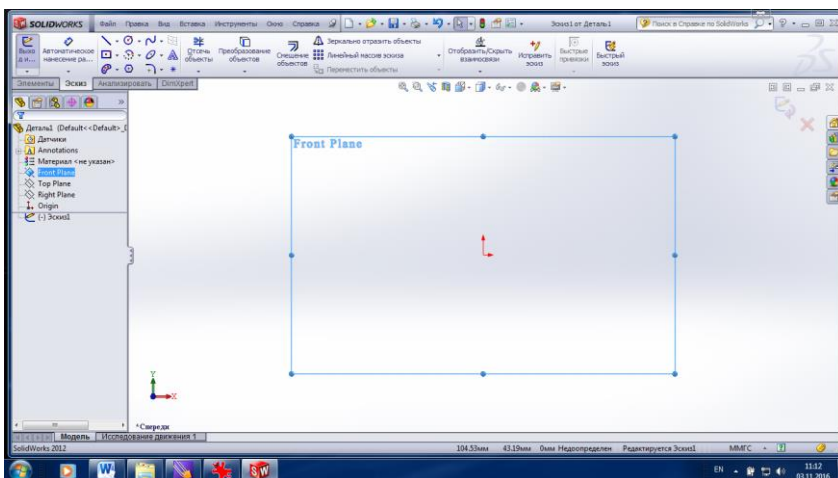


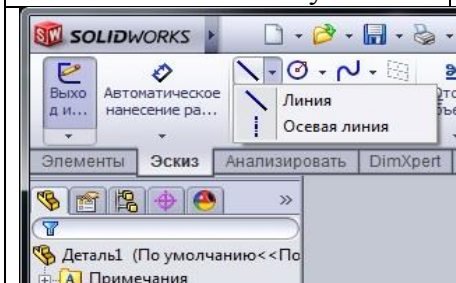
Рис.2.7

Символ по середині площини вказує на вихідну точку даного ескізу, до якої слід прив'язувати всі його елементи і він також показує, що ескіз активний. У правому верхньому кутку зображені позначення вибору. На рис. 2.7 у кутку показано, що ескіз активний.

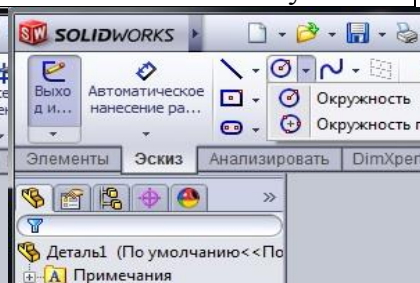
SolidWorks пропонує чималу палітру інструментів **Ескізу**, за допомогою яких можна створювати двовимірні профілі. На рис. 2.8 наведені основні інструменти для створення ескізу.



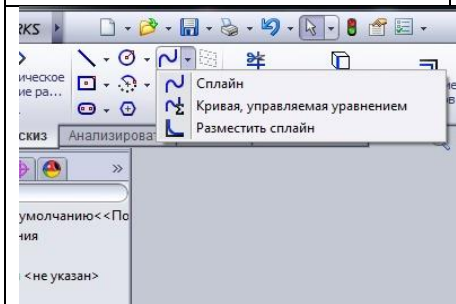
1. Об'єкт ескізу **Лінія**



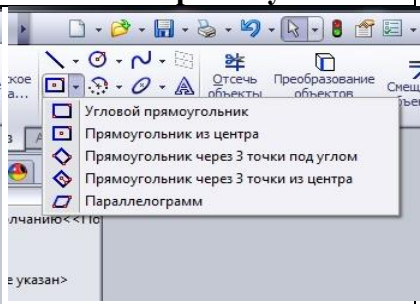
2. Об'єкт ескізу **Коло**



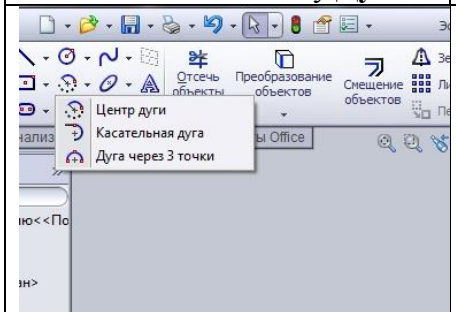
3. Об'єкт ескізу **Сплайн**



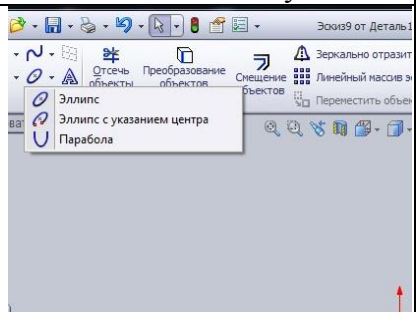
4. Об'єкт ескізу **Прямокутник**

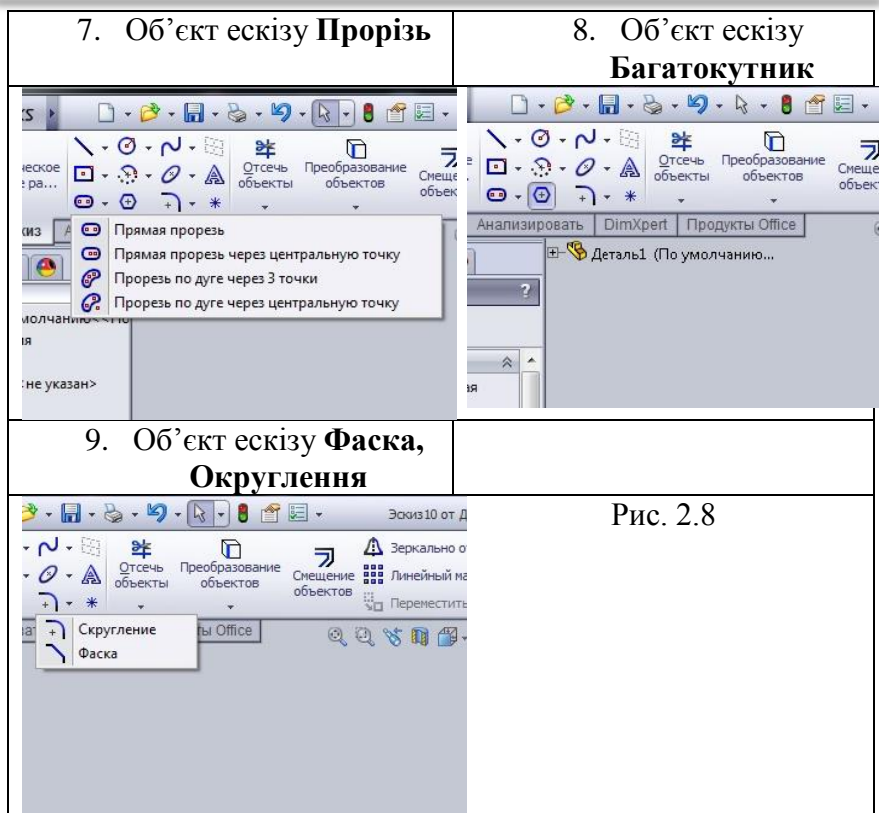


5. Об'єкт ескізу **Дуга**



6. Об'єкт ескізу **Еліпс**





Оптимальним способом початку роботи над ескізом є використання команди **Лінія**. Для цього на панелі інструментів ескізу слід натиснути лівою кнопкою миші команду **Лінія**. При викреслюванні **лінії** на екрані ви будете бачити довжину лінії і взаємозв'язки лінії або множини ліній, наприклад: горизонтальність, вертикальність, перпендикулярність, співпадання і т.і.

В інструментах креслення є безліч функцій зворотнього зв'язку. Курсор змінюється, показуючи який тип об'єкту створюється. Він також вказує на можливі варіанти вибору подальших дій: кінцева точка, середина відрізка,

точки співпадання – за допомогою червоної точки при наведенні курсора. Найбільш використовуваними позначеннями зворотнього зв'язку є: кінцева, середня точки на відрізку і співпадання рис. 2.9.

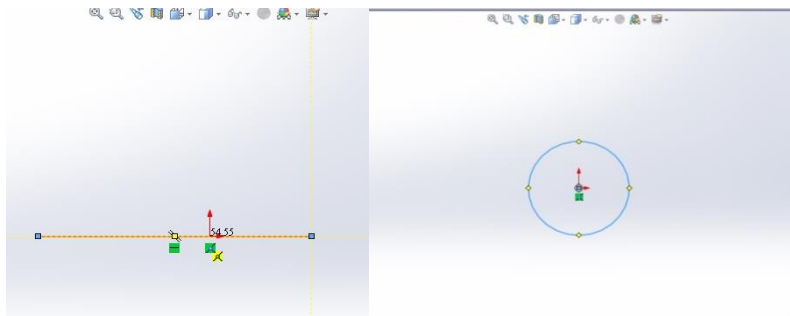


Рис. 2.9

При викреслюванні поперечного профілю в ескізі (рис 2.6) не треба турбуватися про розміри кожного сегменту контуру. Замкнутий контур можна створити наближено (рис. 2.10), а потім розмірами і взаємозв'язками привести ескіз до потрібної геометрії контуру (рис 2.6).

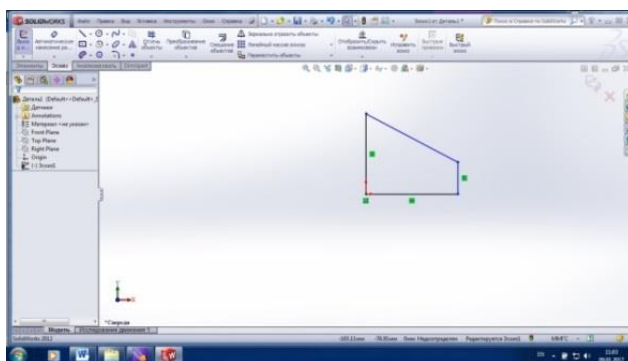


Рис. 2.10

Відображення взаємозв'язків може бути увімкнене або вимкнене за допомогою меню **Вид, Взаємозв'язки ескізу**. Відключення інструмента лінія відбувається шляхом натискання клавіші **Esc**.

У будь-який момент ескіз може знаходитись у п'яти станах визначеності. Стан ескізу визначається взаємозв'язками між геометрією та розмірами об'єкту. Найбільш розповсюдженими станами ескізу є:

Недовизначений. Елементи ескізу відображаються **синім** кольором. При цьому ескіз може використовуватись для створення елементів.

Повністю визначений. По загальному правилу, коли деталь йде у виробництво її геометрія повинна бути повністю визначена. У повністю визначеному ескізі всі елементи відображаються **чорним** кольором (рис. 2.11).

Перевизначений. В ескізі є дублюючі розміри або конфліктні взаємозв'язки. Елементи відображаються **червоним** кольором. Непотрібні розміри і взаємозв'язки повинні бути видалені.

Два інших стану ескіза **Рішення не було знайдено** або **Знайдено недопустиме рішення** потребують також виправлень взаємозв'язків чи розмірів.

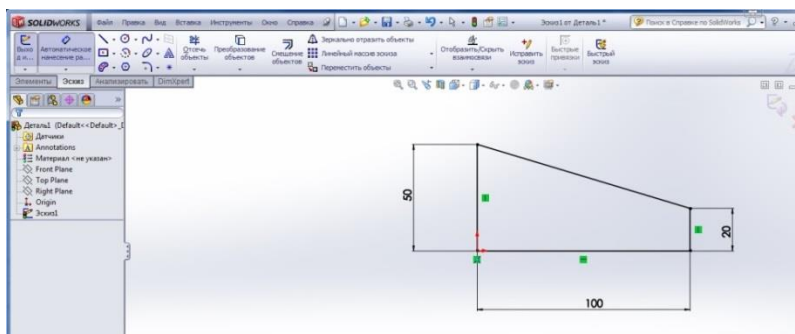
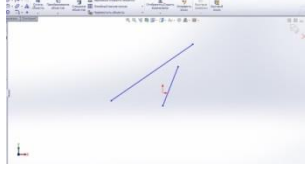
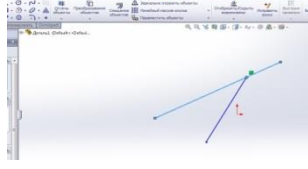
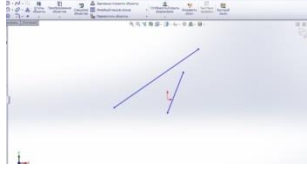
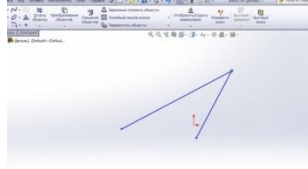
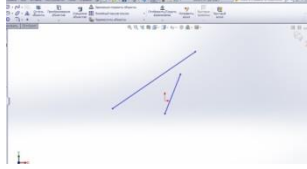



Рис. 2.11

Ідея кожного проекту реалізується виконанням двох аспектів: **взаємозв'язками** елементів ескізу та **розмірами**. Взаємозв'язки елементів ескізу дозволяють втілити ідею та результати проекту. Автоматичні взаємозв'язки додаються по мірі створення об'єкту. Для елементів у яких відсутні взаємозв'язки, існують інструменти, що дозволяють створювати додаткові взаємозв'язки відповідно вибраної геометрії.

При натисканні на елементі, у **Менеджері властивостей** відображаються існуючі взаємозв'язки, а також набір взаємозв'язків, які додатково можна використати для конкретного елемента. Також легко за допомогою клавіші **Delete** можна видалити ті чи інші взаємозв'язки.

Існує ціла множина можливих взаємозв'язків елементів ескізу. Найбільш використовувані взаємозв'язки наведені на рис. 2.12.

Взаємозв'язок	До	Після
Співпадання лінії і кінцевої точки		
Співпадання двох кінцевих точок		
Паралельність двох або декількох ліній		



<p>Перпендикулярність двох ліній</p>		
<p>Колінеарність двох ліній</p>		
<p>Горизонтальність однієї або декількох ліній</p>		
<p>Горизонтальність між точками</p>		
<p>Вертикальність однієї або декількох ліній</p>		
<p>Вертикальність між двома або декількома точками</p>		

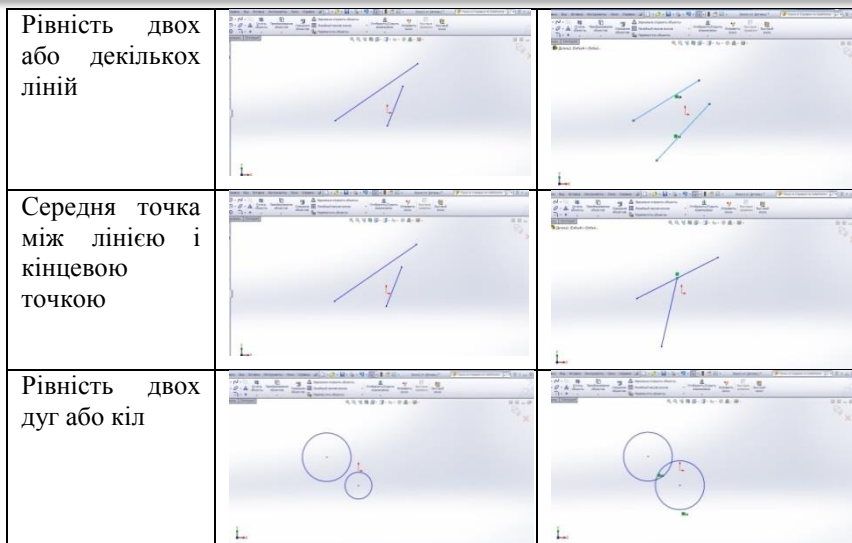


Рис. 2.12

Інструмент **Автоматичне нанесення розмірів** визначає необхідні розміри елементів на основі вибраної геометрії. Для того, щоб проставити розміри якогось елемента необхідно клацнути на вкладці **Автоматичне нанесення розмірів**, а потім на елементі проставити певний тип розміру (рис. 2.13).

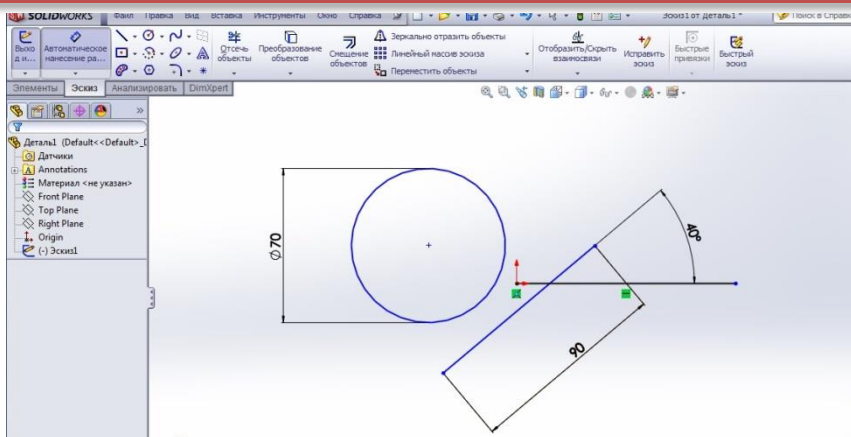


Рис. 2.13

Готовий ескіз (рис. 2.11) можна витягнути для створення першого елемента майбутньої деталі (рис. 2.14). Для цього на панелі інструментів знаходимо вкладку **Елементи**, **Витягнута бобишка/основа**.

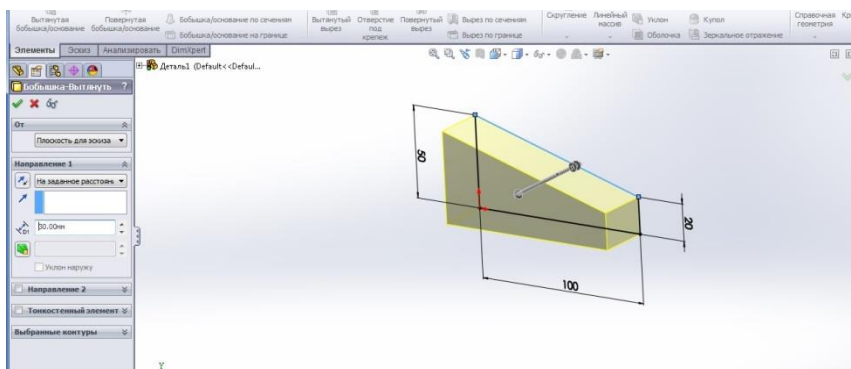


Рис. 2.14

У **Менеджері властивостей** (зліва) виставляємо параметр **на заданій відстані** і вказуємо саму відстань (наприклад 30мм), тобто товщину створюваного елемента.

Тиснемо **Ок** – перший твердотільний елемент створено (рис. 2.15).

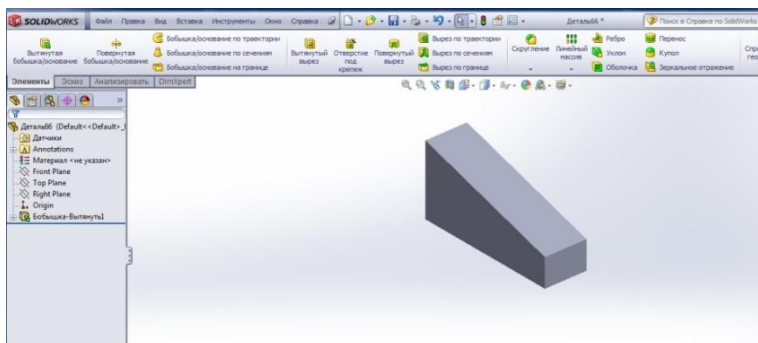


Рис. 2.15



РОЗДІЛ 3. ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ

У програмному забезпеченні **SolidWorks** існує безліч термінів, із якими користувач буде поступово знайомитись під час роботи із посібником.

1. **Елементи** – це всі створювані користувачем у **SolidWorks** площини, ескізи, вирізи, бобишки і т.і.
2. **Площини** – це всі плоскі і водночас нескінченні поверхні, які представляються на екрані видимими кромками.
3. **Бобишка** – це твердотільна модель деталі, що побудована за заданим профілем шляхом його витягування.
4. **Ескіз** – це двовимірне креслення, яке задає профіль модельованої деталі.
5. **Виріз** – це команда для видалення певного слою матеріала із деталі.
6. **Скруглення і округлення** – це дія для видалення або додавання різних елементів до кромок твердотільної моделі деталі.
7. **Ідея проекту** – це задум користувача, у якій послідовності буде створена та чи інша деталь.

У програмі **SolidWorks** існує, за замовчуванням, три базові площини: **Площина спереду**, **Площина зверху** і **Площина справа**. При виборі площини, у якій планується створення необхідного профіля деталі, слід враховувати два важливі аспекти: **перший** – вид і орієнтація деталі в збірці, **другий** – на що буде затрачено найбільше часу при створенні моделі деталі.

Аналіз та створення геометрії деталі.

В деталі (рис. 3.1), яка буде створюватись, є дві основні бобишки, декілька вирізів та округлень.

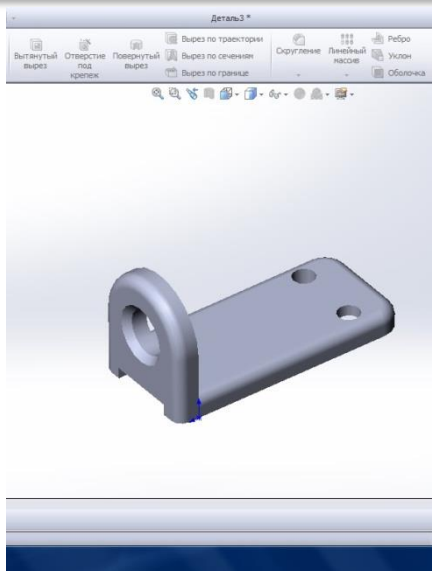


Рис. 3.1

Дві основні бобишки мають свої профілі, які розташовані у різних базових площинах.

Процес створення деталі включає ряд етапів:

1. Спочатку створюємо файл нової деталі.
2. В розділі анотації можна задати необхідні параметри моделі.
3. Вибираємо площину ескіза для створення першої бобишки. Це - **Площина зверху** (рис. 3.2).

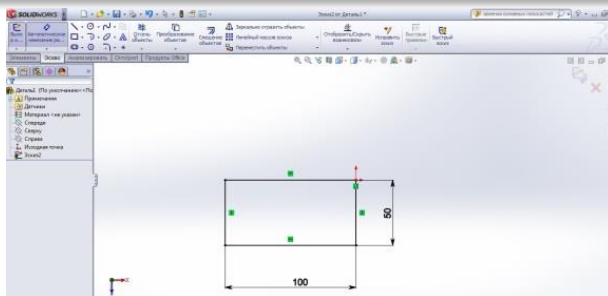


Рис. 3.2

4. Далі командою **Прямокутник** із базової точки, наближено, будуюмо прямокутник і командою **Автоматичне нанесення розмірів** наносимо потрібні розміри на ескіз (рис. 3.2), що робить його повністю визначеним.
5. Командою **Витягнута Бобишка** витягуємо даний профіль на задану висоту у потрібному напрямі, використовуючи для цього вікно **Менеджера властивостей** (рис. 3.3).

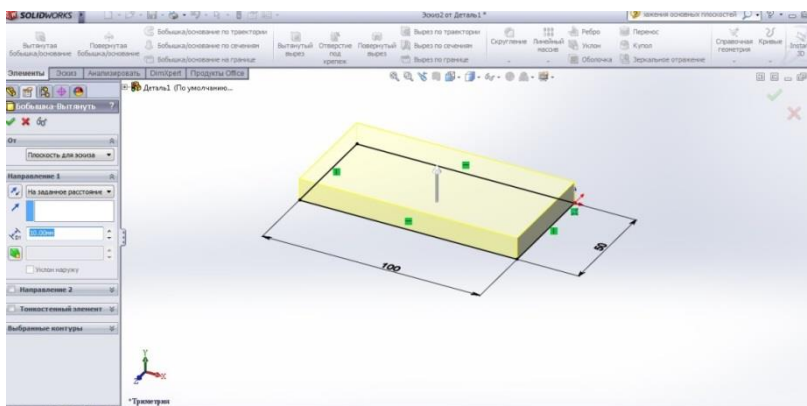


Рис. 3.3

6. Нажимаємо кнопку **Ок**. Готовий елемент показано на рис. 3.4.

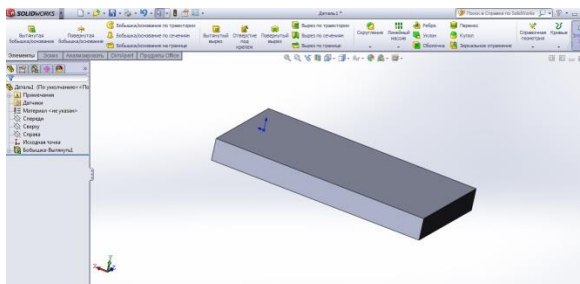


Рис. 3.4

7. Будь-яку плоску грань даного елемента моделі можна вибрати у якості базової площини для наступного ескіза (рис. 3.5), клацнувши на ній два рази лівою кнопкою миші.

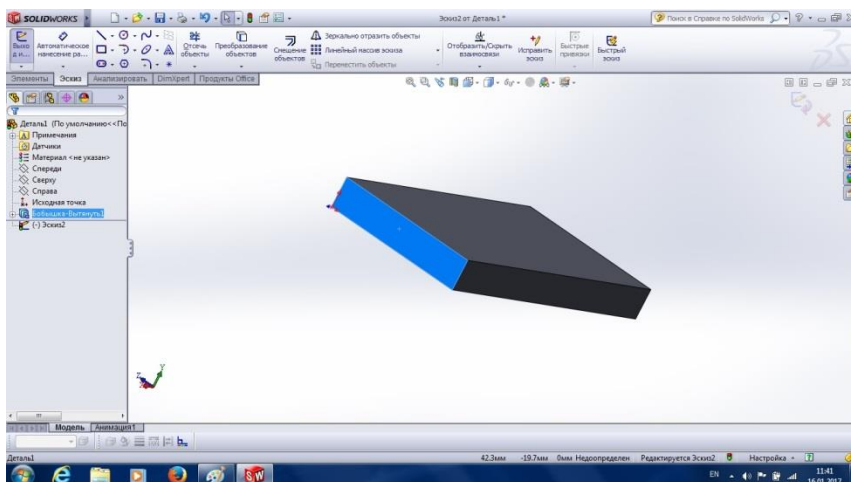


Рис. 3.5

8. На панелі **Видів** ставимо цю площину (зафарбовану синім кольором) перпендикулярно до спостерігача і будемо профіль для другого елемента (рис. 3.6) за допомогою команд **Ескіз**, **Лінія**, і **Дуга кола**.

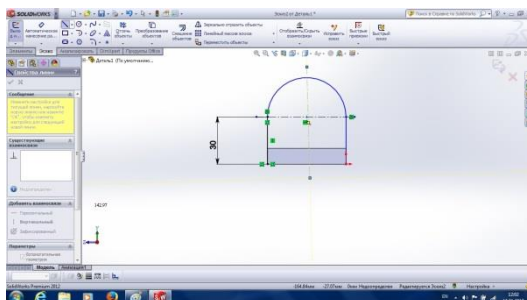


Рис. 3.6

9. За допомогою нанесення необхідних розмірів робимо цей профіль визначеним (рис. 3.7).

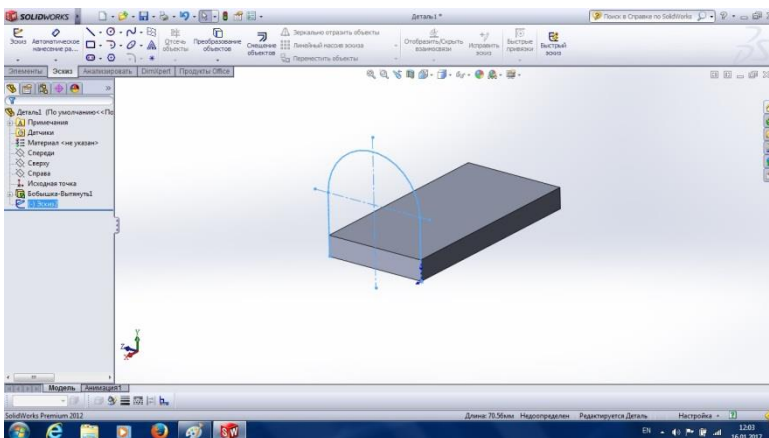


Рис. 3.7

10. Командою **Витягнута Бобишка** будемо другий елемент деталі (рис. 3.8).

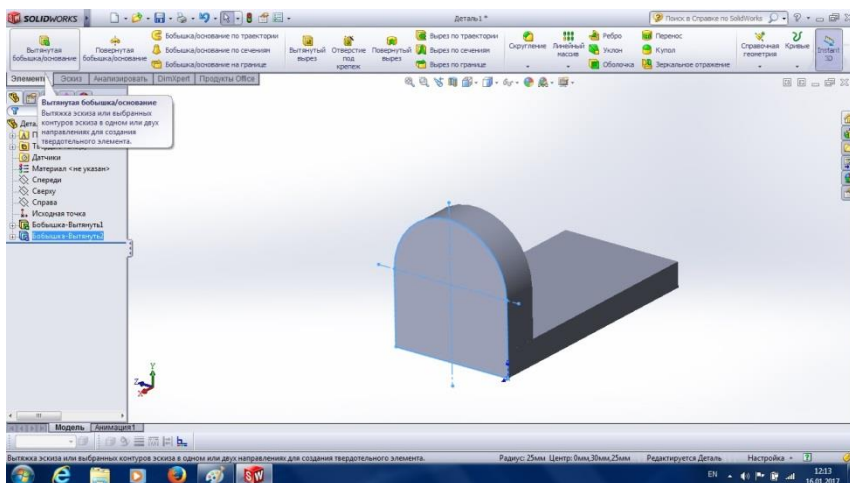


Рис. 3.8

11. Вибираємо знову потрібну грань для створення наскрізного прямокутного вирізу по деталі (рис. 3.9).

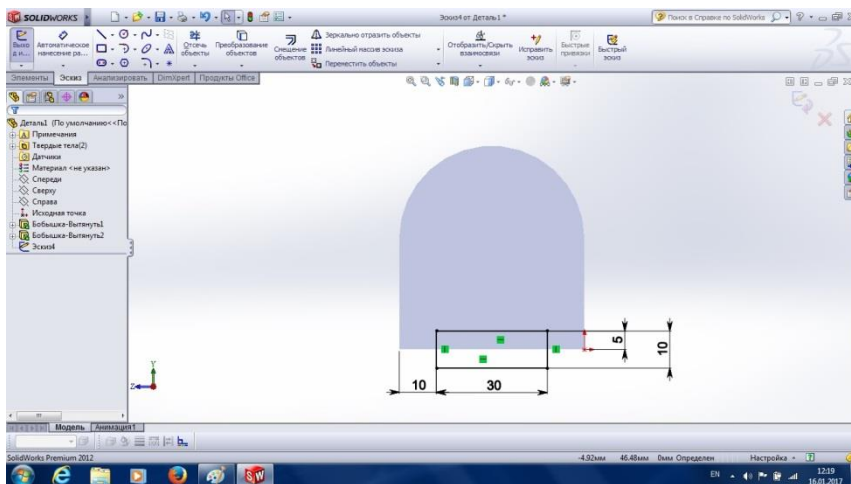


Рис. 3.9

12. Будуємо у цій площині необхідний прямокутник і для визначеності цього ескізу наносимо необхідні розміри та прив'язки.

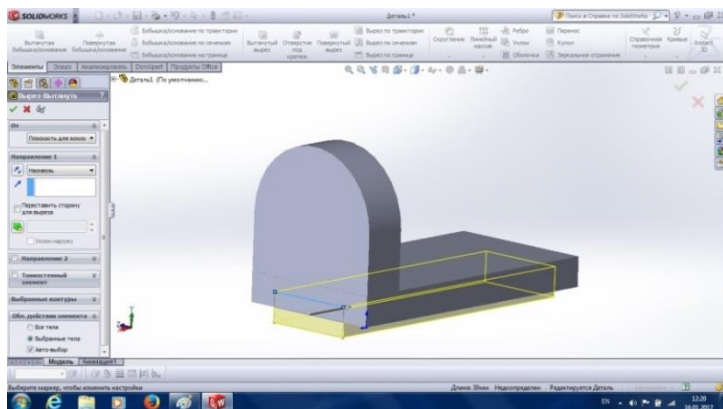


Рис. 3.10

13. Командою **Витягнутий виріз** у **Менеджері властивостей** задаємо **Наскрізь** (рис. 3.10). Після команди **Ок**, отримуємо деталь (рис. 3.11).

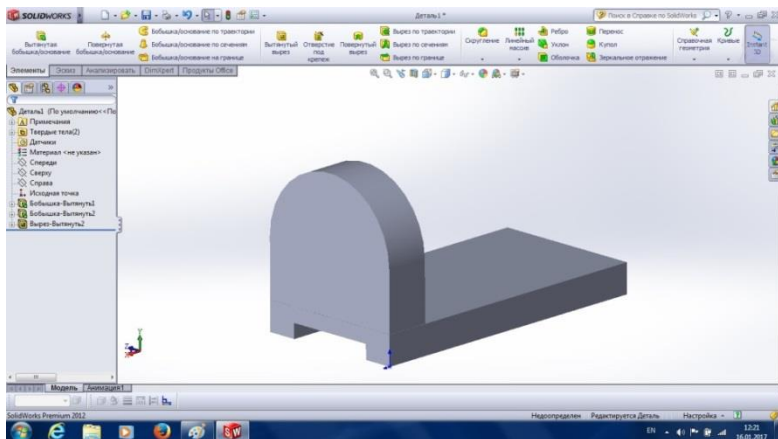


Рис. 3.11

14. Для побудови двох наскрізних отворів вибираємо відповідну площину ескізу (рис. 3.12).

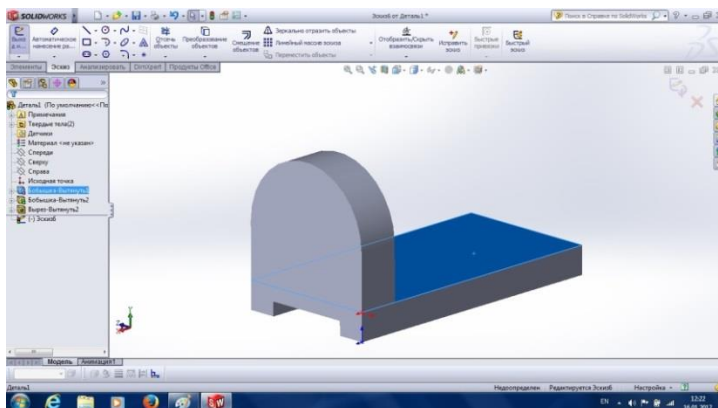


Рис. 3.12

15. На вибраній площині наступного ескіза (зафарбованого синім кольором) будуємо два кола для моделювання отворів (рис. 3.13), при цьому можна скористатися інструментом **Дзеркальне відображення**, використовуючи у **Менеджері властивостей** вісь відображення.

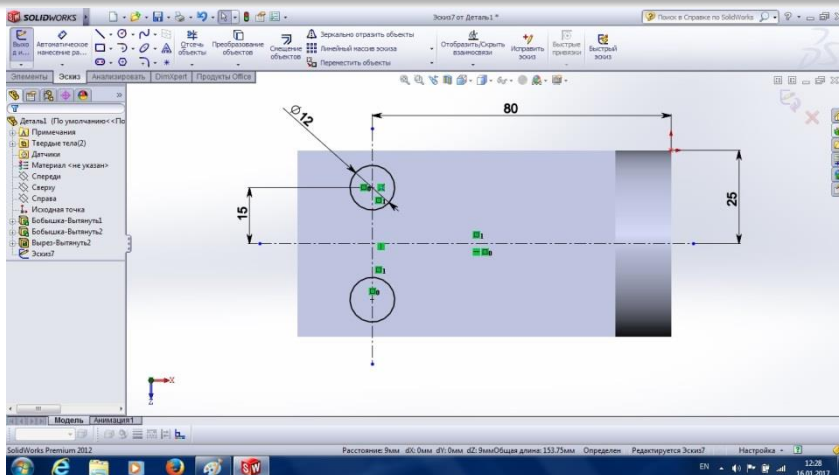


Рис. 3.13

16. Наносимо необхідні розміри та прив'язки для майбутніх отворів (рис. 3.13) і, вийшовши із ескіза, командою **Витягнутий виріз, Наскрізь** будемо модель отворів у нижній пластині (рис. 3.14).

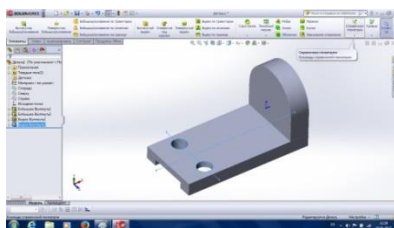


Рис. 3.14

17. Для побудови отвору у вертикальній пластині, подвійним клацанням на грані, визначаємо площину наступного ескіза (рис. 3.15) і за допомогою команди **Вид** ставимо площину ескіза перпендикулярно до спостерігача (рис. 3.16).

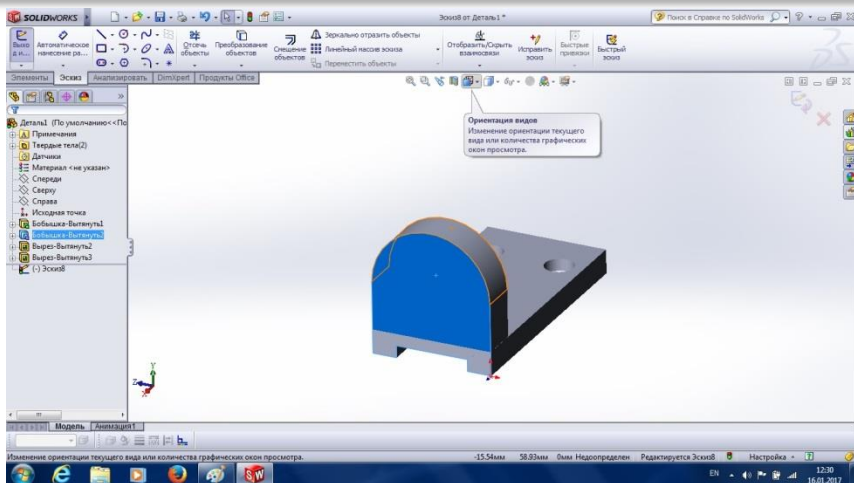


Рис. 3.15

18. Наносимо необхідні розміри отвору та прив'язки.

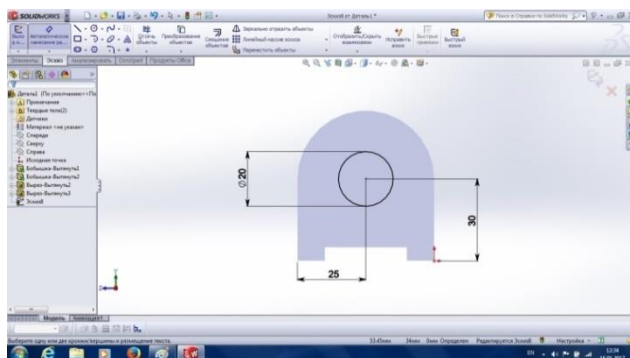


Рис. 3.16

19. Командою **Витягнутий виріз**, **Наскрізь** будемо модель потрібного отвору у вертикальному елементі (рис 3.17). Натиснувши команду **Ок**, отримаємо готову, на цьому етапі, модель деталі (рис. 3.18).

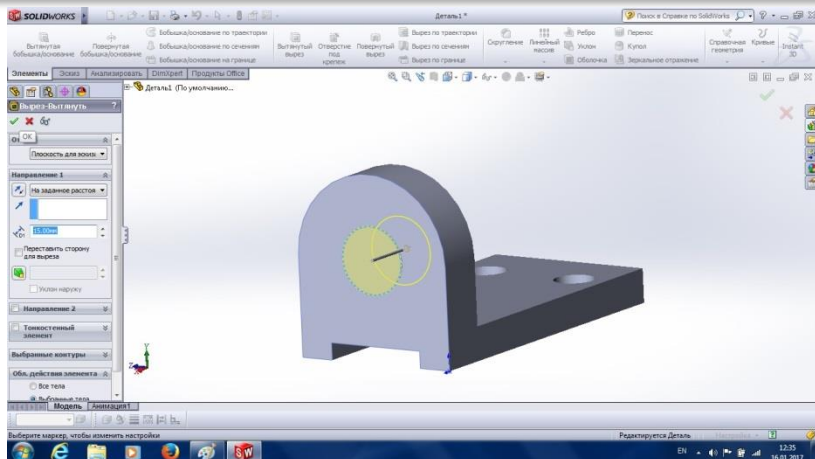


Рис. 3.17

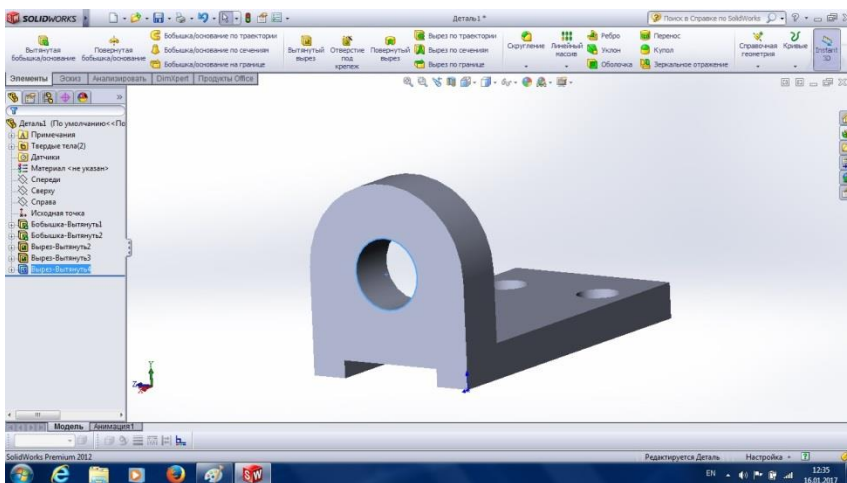


Рис. 3.18

SolidWorks дозволяє представляти отриману твердотільну модель декількома способами (рис. 3.19) у вкладці **Стиль відображення**:

- Зафарбоване представлення.

- Зафарбоване із кромками.
- З відображенням невидимих ліній.
- Без відображення невидимих ліній.
- Каркасне представлення моделі.

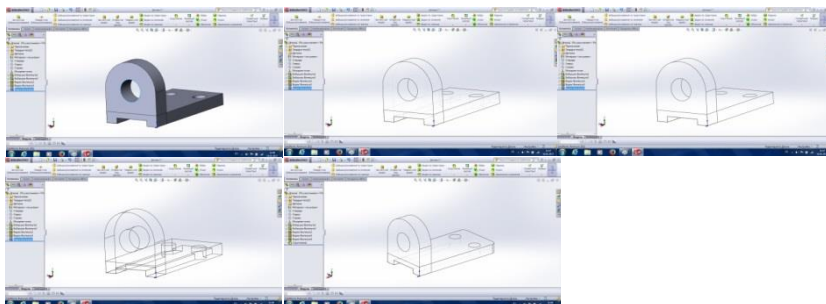


Рис. 3.19

Для того, щоб побудувати округлення потрібних кромок слід вибрати в інтерфейсі команду **Округлення**, а у вікні **Менеджера властивостей**, клацанням по потрібним кромкам, задати їх та ввести радіус округлення (рис. 3.20).

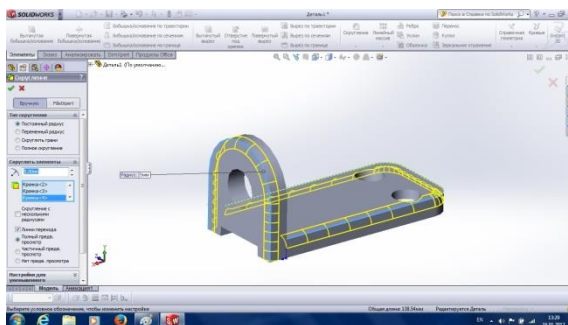


Рис. 3.20

Після завершальної команди **Ок** – твердотільна модель створена.

У програмі **SolidWorks** можна змінювати колір і оптичні властивості створеної моделі. Для цього, треба клацнути у **Дереві конструювання** на елементі верхнього рівня і вибрати команду **Зовнішній вигляд**. У **Менеджері властивостей** (рис. 3.21) необхідно виставити потрібні параметри і знову натиснути клавішу **Ок**. Створена модель відобразиться із іншими властивостями зовнішнього вигляду (рис. 3.22).

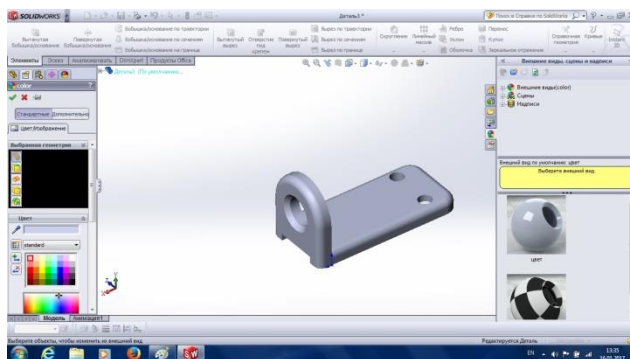


Рис. 3.21

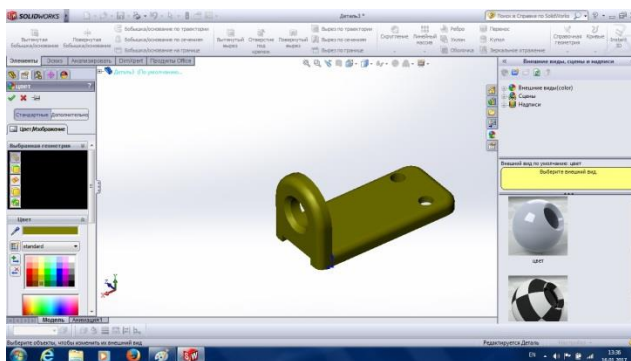


Рис. 3.22

Зберігасмо створену модель через команду **Зберегти** у визначену папку.

За допомогою **SolidWorks** можна легко створювати робочі та складальні креслення на основі створених деталей та збірок (рис. 3.23). Створені креслення повністю пов'язані із деталями і при зміні геометричних параметрів деталі, змінюється і креслення.

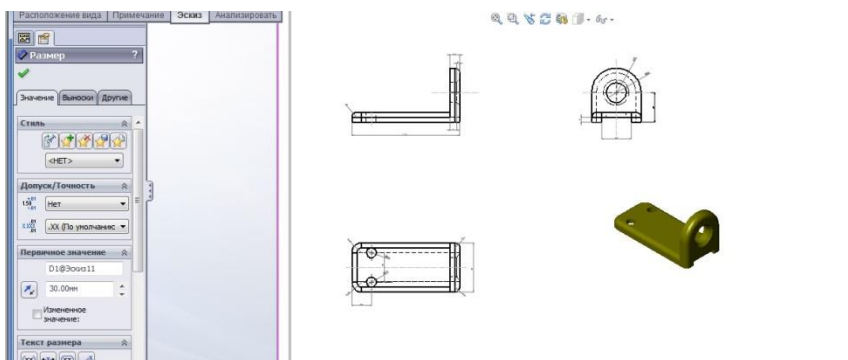


Рис. 3.23

Детальний огляд способів створення креслень деталей та збірок буде розглянуто у наступних розділах.

У **SolidWorks** є **Панелі інструментів** для створення і оформлення креслеників: **Креслення і Примітки** (рис. 3.24).

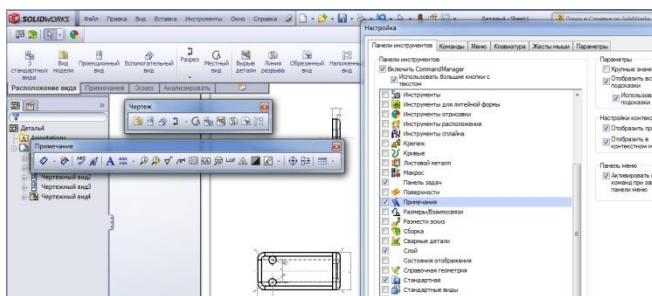


Рис. 3.24



Для створення креслень із деталі або збірки необхідно клацнути на команді **Створення креслення із деталі/збірки**, вибрати необхідний формат креслярського листка і клацнути на ньому. Далі відкрити **Палітру видів** (він справа) і перетягнути необхідний вид у потрібне місце формату (рис. 3.25).

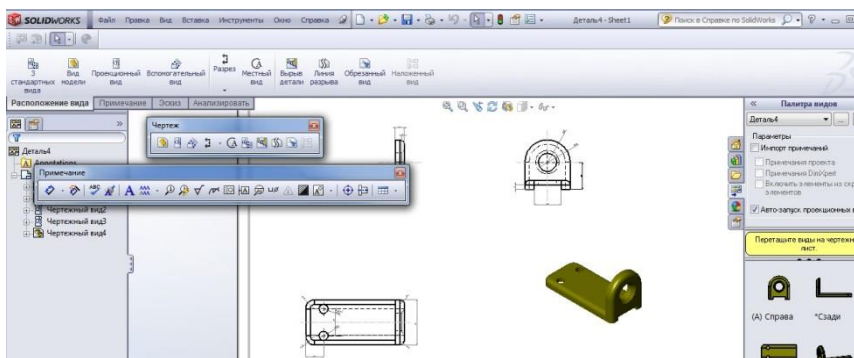


Рис. 3.25

Курсором перетягуємо інші види у вибрані місця. Натискаємо команду **Ок** (рис. 3.26).

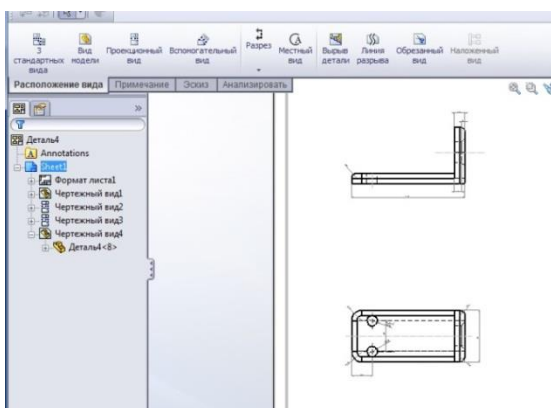


Рис. 3.26

Добавляємо вид **Ізометрія**, встановивши його у потрібне місце (рис. 3. 27). Для переключення вікон деталі і креслення можна використовувати клавіші **Ctrl+Tab**.

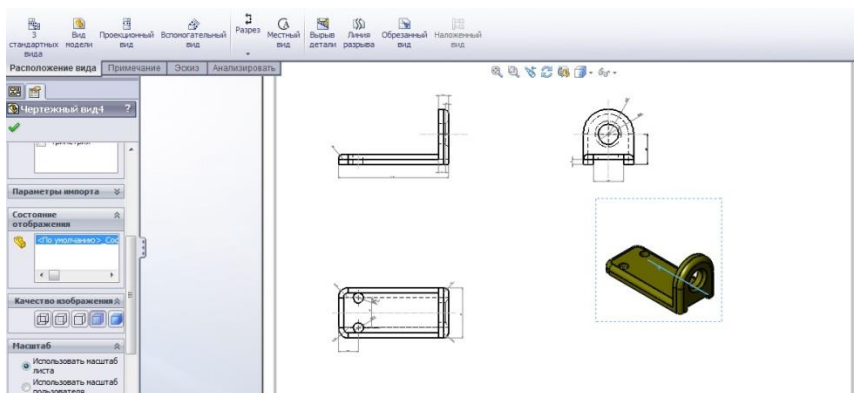


Рис. 3.27

Можна змінити положення креслярських видів шляхом перетягування їх по кресленнику. При стандартному розміщенні видів - **Головний вид** або **Вид спереду** є вихідним видом. Тому при переміщенні **Головного виду** всі інші слідуєть за ним. Для того, щоб виконати вибір елементів у межах одного виду треба скористатися клавішею **Alt**.

На видах креслярського документа можна вказувати **Центр кола або дуги**. **Вказівники центру** не вставляються у кресленник за замовчуванням. Для того, щоб активізувати вказівник треба скористатися командами **Інструменти**, **Параметри**, **Властивості документа**, **Оформлення**. Зліва відобразиться менеджер властивостей **Вказівник центру**, де можна вибрати необхідні параметри (рис. 3.28).

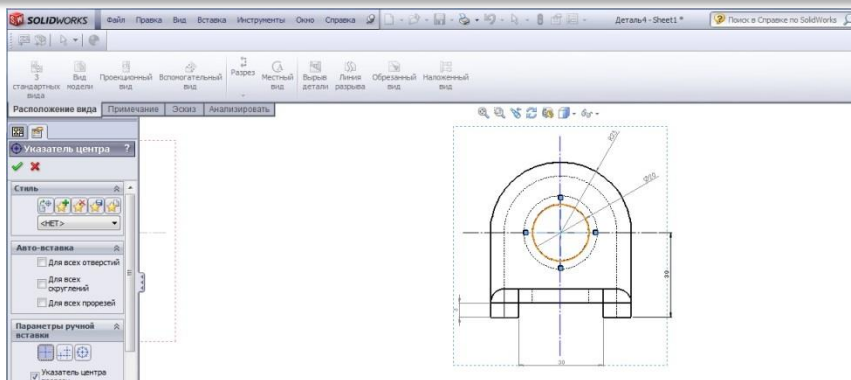


Рис. 3.28

Розміри на креслениках можна створювати за допомогою декількох інструментів. Ці розміри не пов'язані із розмірами ескізів або моделей. Існує два ефективних способи (рис. 3.29):

- **Автоматичне нанесення розмірів** – дозволяє у ручному режимі додавати розміри в ескіз;
- **DimXpert** – автоматизує процес нанесення розмірів, враховуючи розташування баз.

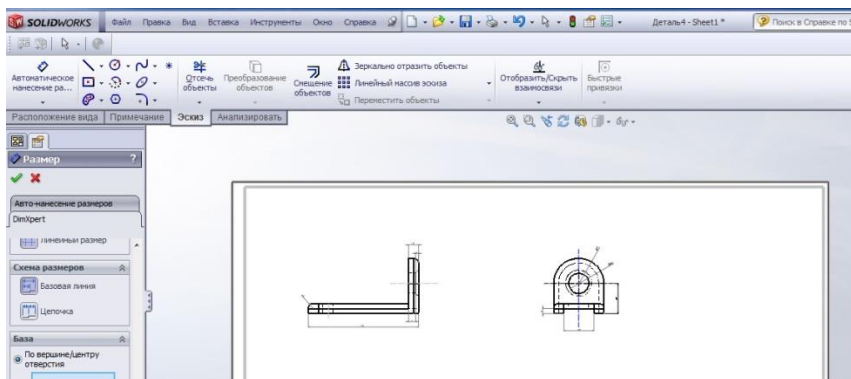


Рис. 3.29

можна його замінити командою **Змінити**. Якщо після цього **Перестроїти модель** і переключитись на кресленник деталі, то всі зміни автоматично відобразяться на відповідних видах.

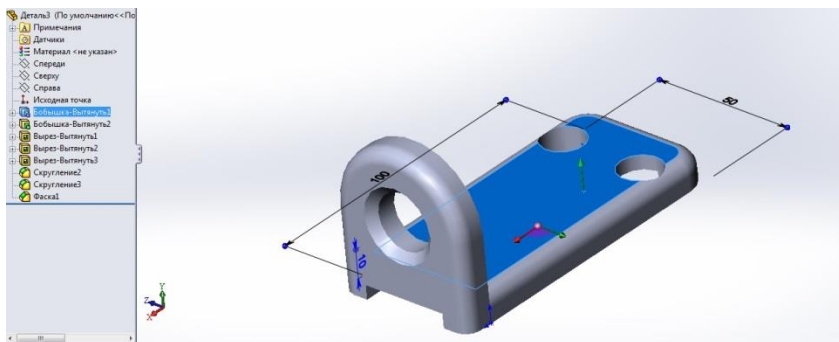


Рис. 3.31

Для того, щоб зберегти дане креслення із змінами треба викликати команду **Зберегти** у відведену для моделювання папку (рис. 3.32).

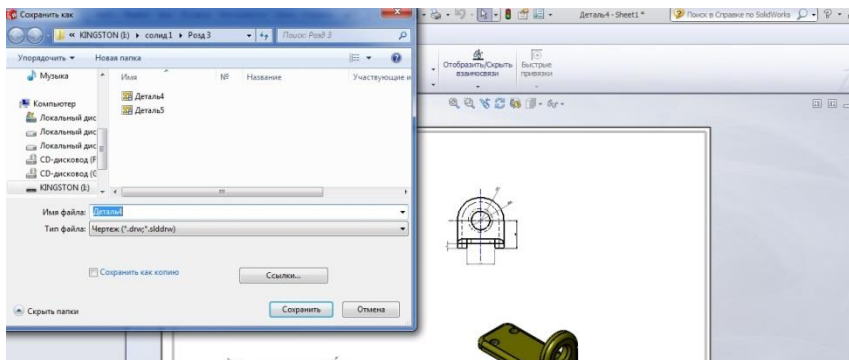


Рис. 3.32

РОЗДІЛ 4. МОДЕЛЮВАННЯ ШТАМПОВАНИХ І ВІДЛИТИХ ДЕТАЛЕЙ

Відлита складна деталь (рис. 4.1) містить цілу множину елементів, для створення яких необхідно безліч процедур програми **SolidWorks**, що часто використовуються у моделюванні. Серед них є команди: **Геометрія ескізу**, **Бобишки**, **Вирізи**, **Округлення**, **Уклони** і т.і.

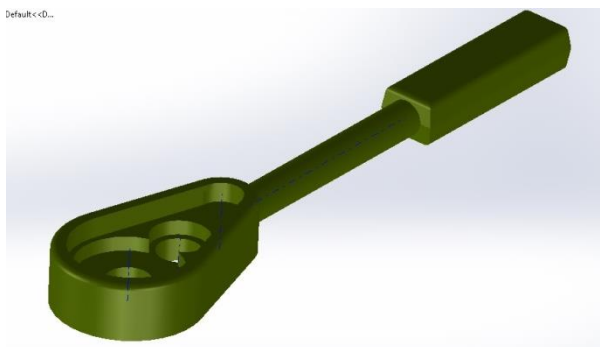


Рис. 4.1

Ідея проекту полягає у поступовому створенні ряду складових елементів цієї деталі, які можна умовно розбити на: рукоятку, перехід і головку. Перший елемент рукоятка - буде **базовим елементом**. Всі інші елементи будуть створюватись на основі базового (рис. 4.2).

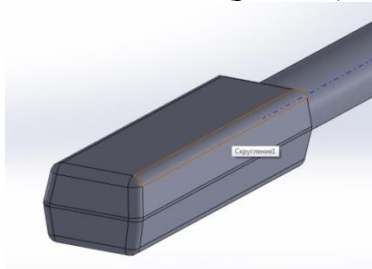


Рис. 4.2

Для створення елемента рукоятка, виконаємо (вже відомі нам) наступні дії. Створимо кресленик, виберемо площину ескіза, наприклад **Площина зверху**. У вибраній площині ескізу побудуємо осьову лінію.

Будь-який елемент ескізу можна перетворити у допоміжну геометрію і навпаки. Для цього у **Менеджері властивостей** слід вибрати відповідний параметр.

Будуємо осьову лінію, наносимо її довжину (довжина осі визначатиме довжину всієї деталі) та надаємо статус осі, як допоміжної (рис. 4.3).

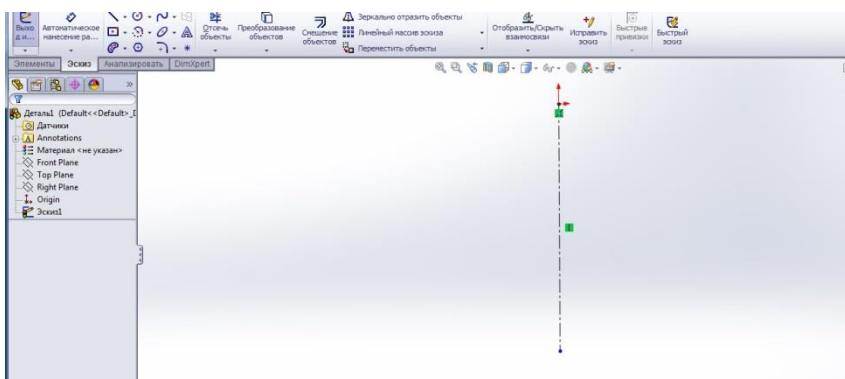


Рис. 4.3

Далі, будь-яким із інструментів, будуємо прямокутник із потрібними розмірами і командою **Дзеркальне відображення** викреслюємо його симетричну частину. Командою **Автоматичне нанесення розмірів** створюємо розміри перерізу рукоятки до повного визначення ескізу (рис. 4.4). Кнопкою **Ок** виходимо із ескіза.

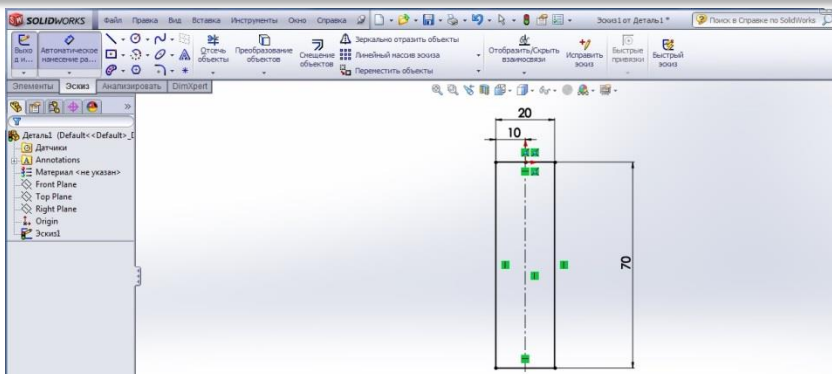


Рис. 4.4

Командою **Бобишка витягнути**, задавши параметр від **Середня площина** витягуємо рукоятку по обидві сторони від перерізу на рівні і задані відстані (рис. 4.5).

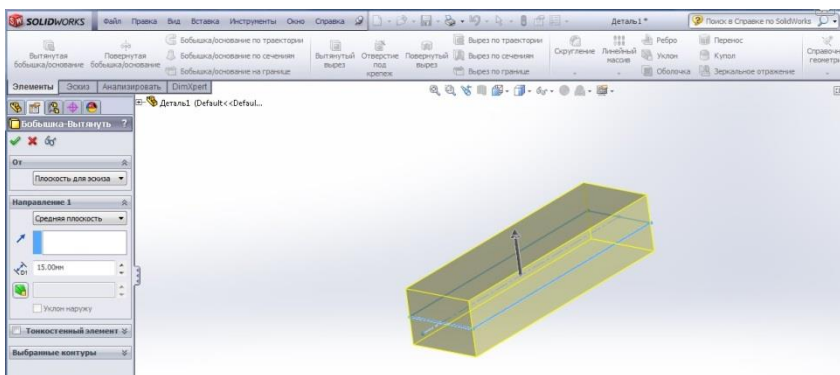


Рис. 4.5

У **Менеджері властивостей** вибираємо **Нахил**. Задаємо його кут, наприклад, 8 градусів і знімаємо галочку із **Нахил назвні**.

Клацаємо **Ок** і закінчуємо побудову (рис. 4.6).

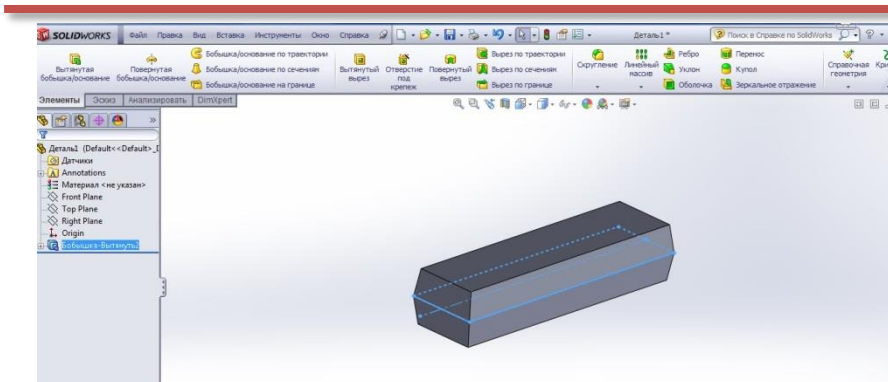


Рис. 4.6

Другий елемент деталі – перехід. Він представляє собою витягнутий до рукоятки сегмент із круговим профілем. Для побудови профілю тиснемо у **Дереві конструювання** на **Площина спереду**. Вона відобразиться на екрані (рис. 4.7).

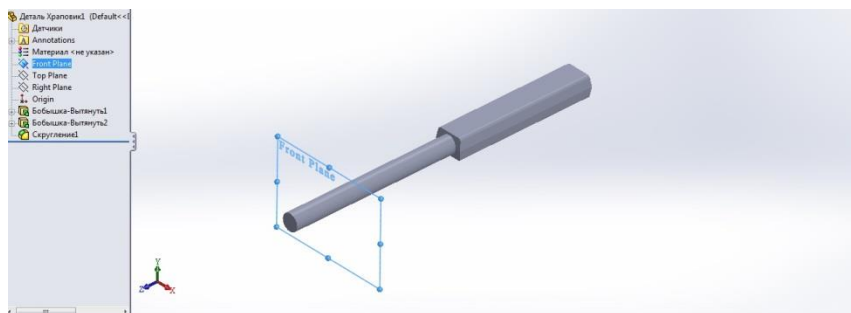


Рис. 4.7

Ставимо **Площину спереду** перпендикулярно до спостерігача, заходимо у інструмент **Ескіз** і створюємо коло із потрібним діаметром (рис. 4.8)

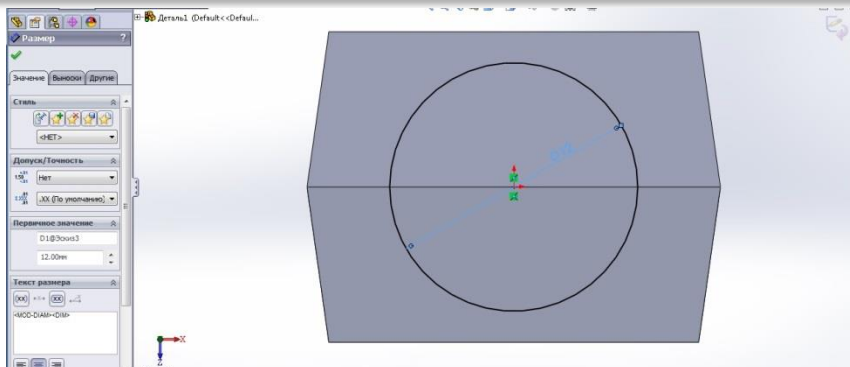


Рис. 4.8

Командою **Бобишка витягнути**, задавши параметр **До елемента** будуємо модель круглого переходу (рис. 4.7).

Наступний елемент – головка. При моделюванні цього елемента використовуються лінії та дотичні дуги. На рис. 4.9 в **Ескізі** побудована пряма, виконано її дзеркальне відображення, побудовані дві дуги, встановлені потрібні взаємозв'язки дотичності і належності, командою **Автоматичне нанесення розмірів** – зроблено профіль головки визначеним.

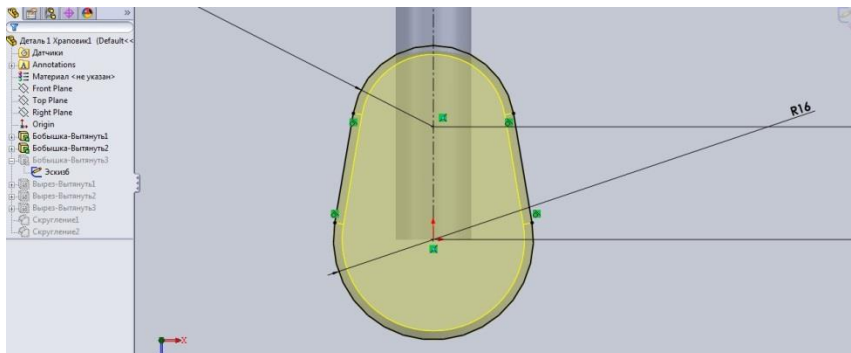


Рис. 4.9



Командами **Елемент**, **Бобишка** **витягнути**, виставляючи у **Менеджері** властивостей необхідні параметри витягування, отримаємо чорновий варіант елемента головки (рис. 4.10).



Рис. 4.10

У програмі **SolidWorks** є безліч параметрів для відображення моделі на екрані. Через команду **Вид** головного меню та функцію **відображення** можна змінювати стилі відображення проєктованої деталі (рис. 4.11).

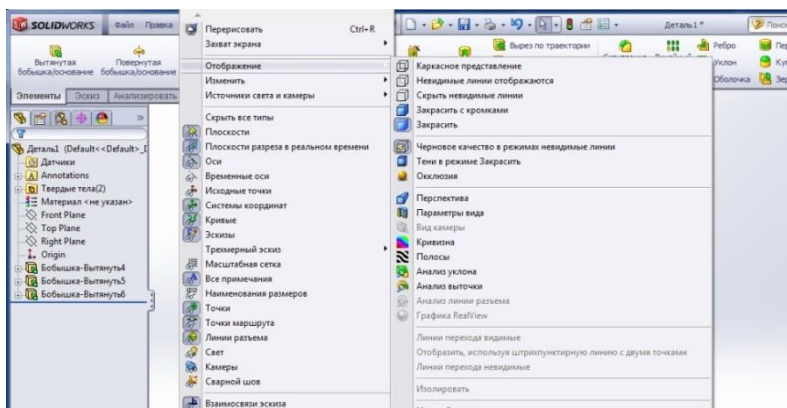


Рис. 4.11

Так само швидко можна вибрати і параметри змін у відображенні моделей, використовуючи команду **Змінити**. До основних параметрів змін можна віднести: **Змінити в розмір екрану**, **Збільшити величину окремого елемента моделі**, **Обертати вид**, **Переміщати вид** та інше (рис. 4.12).

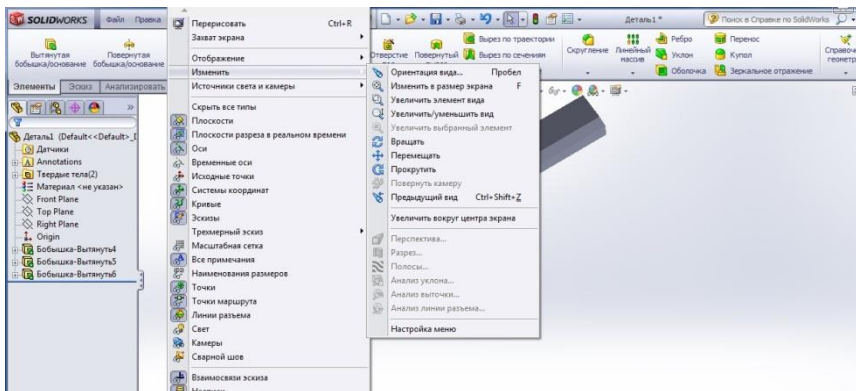


Рис. 4.12

Для того, щоб у моделі головки сконструювати (рис. 4.1) необхідні отвори, скористаємось командою **Зміщення об'єктів**. У вкладці **Ескіз** викликаємо команду **Зміщення об'єктів** і вказуємо грань, у якій ми хочемо змістити із зазором 2мм раніше створений профіль головки (рис. 4.13).

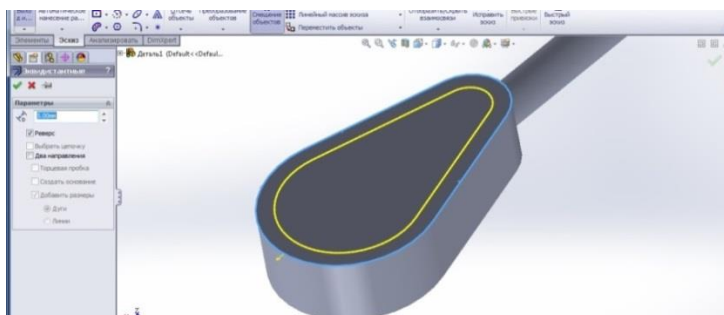


Рис. 4.13

В налаштування **Вирізу** у **Менеджері властивостей** задаємо параметр глухий виріз і його величину, наприклад 2мм. Отримаємо модель (рис. 4.14).

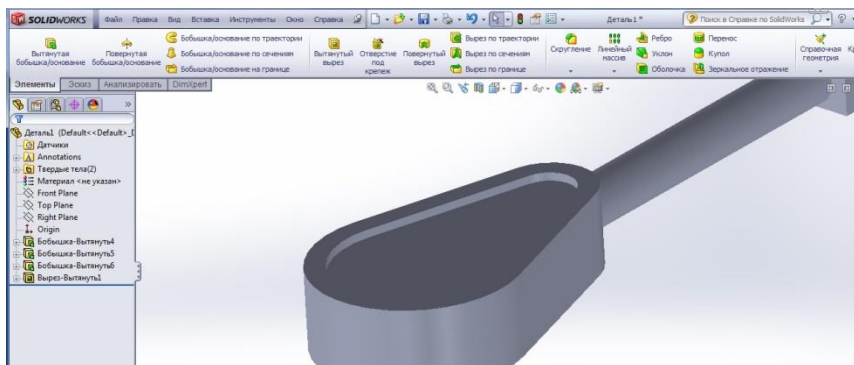


Рис. 4.14

Для подальшої побудови вирізу у елементі головка виділяємо синім кольором грань побудови, повертаємо елемент перпендикулярно до спостерігача, в команді **Ескіз** створюємо два кола, що перетинаються, виставляючи для них потрібні розміри і взаємозв'язки і командою **Відігнути** непотрібні об'єкти утворюємо профіль для наступного вирізу (рис. 4.15).

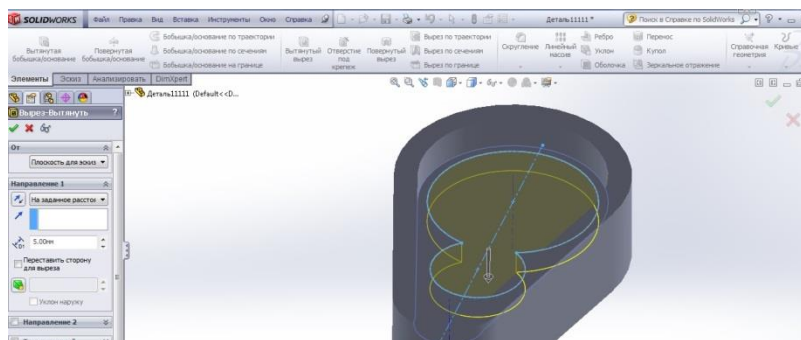


Рис. 4.15

Командою **Відображення** можемо змінити стиль відображення створеного елемента деталі (рис. 4.16).

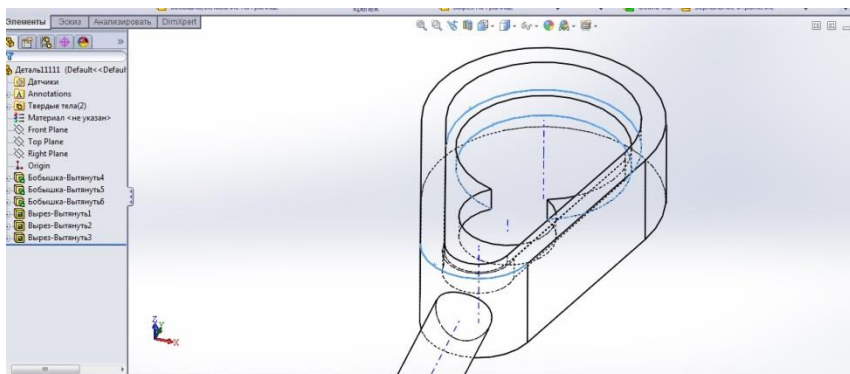


Рис. 4.16

Наступним етапом моделювання є створення двох круглих наскрізних отворів у головці. Вказуємо потрібну грань, в **Ескізі** будуємо два профілі у вигляді кола з необхідними взаємозв'язками і розмірами (рис. 4.17), а потім командою **виріз із параметром Наскрізь** будуємо модель отворів (рис. 4.18).

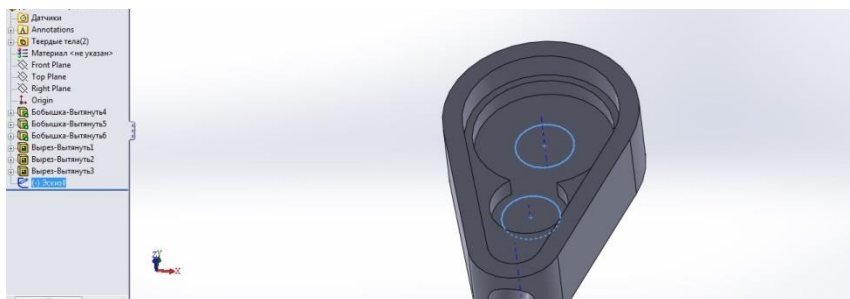


Рис. 4.17

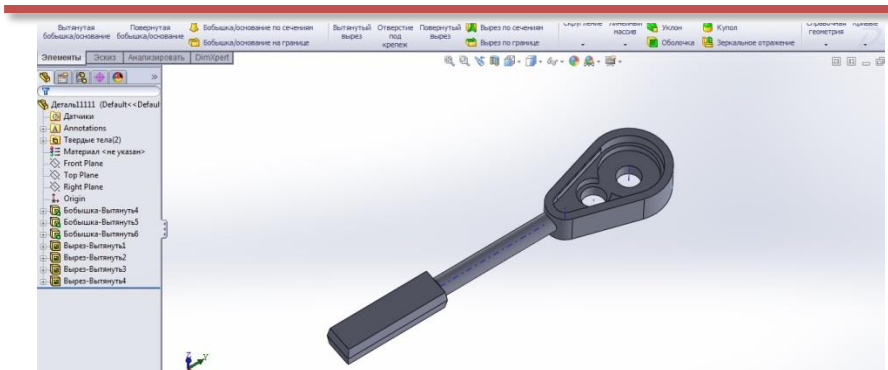


Рис. 4.18

Останнім елементом побудови моделі є нанесення округлення певних кромок деталі. Командою **Округлення** викликаємо **Менеджер властивостей** для округлення. Відмічаємо необхідні для округлення кромки або крані проектованої деталі, вказуємо параметри округлення і завершуємо процедуру командою **Ок** (рис. 4.19).

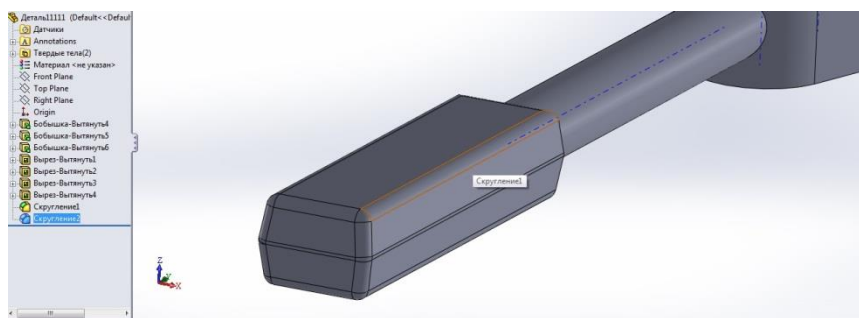


Рис. 4.19

Командою **Редагувати зовнішній вид**, вибираємо потрібне відображення і отримуємо готовий елемент (рис. 4.20).

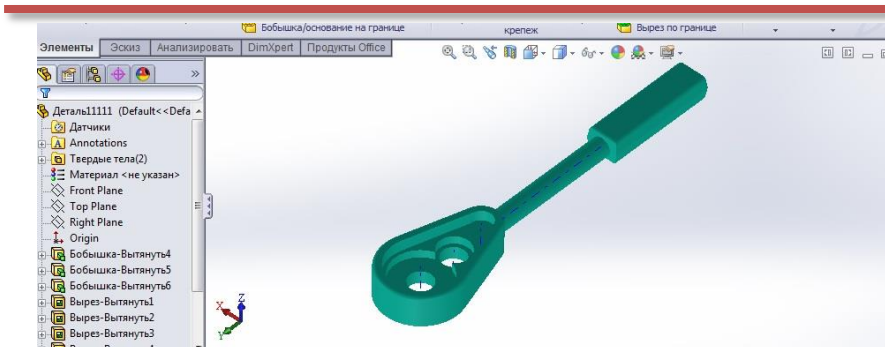


Рис. 4.20

РОЗДІЛ 5. СТВОРЕННЯ МАСИВІВ ЕЛЕМЕНТІВ

Масив є у **SolidWorks** найкращим способом створення декількох або певної множини однакових елементів. Для створення масиву необхідно створити деталь на якій будуть створюватися необхідні масиви (рис. 5.1) та вихідний елемент, що лежатиме в основі створення певної множини елементів із заданою конфігурацією, наприклад, круглий отвір в пластині (рис. 5.2).

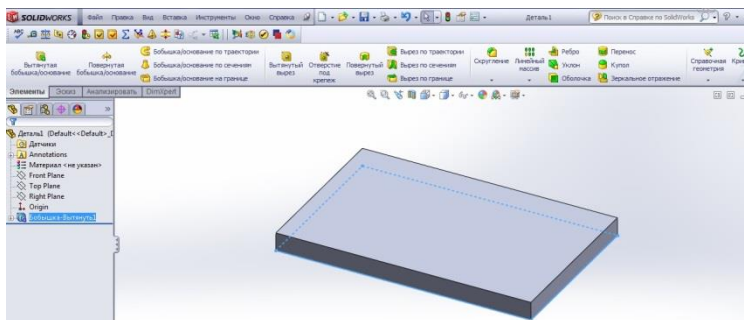


Рис. 5.1

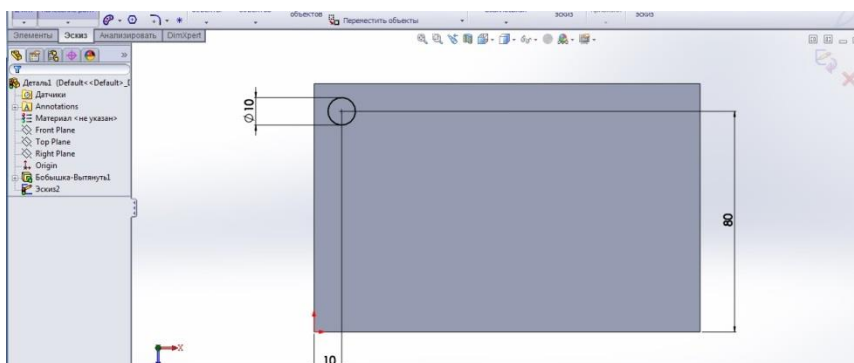


Рис. 5.2

Маючи вихідний елемент можна командою **Лінійний масив** створювати найбільш використовувані на практиці конфігурації.

- **Масив в одному напрямі.** Для цього у Менеджері властивостей масиву слід задати напрям масиву, відстань між елементами масиву, кількість елементів масиву, напрям розмноження елементів масиву (рис. 5.3).

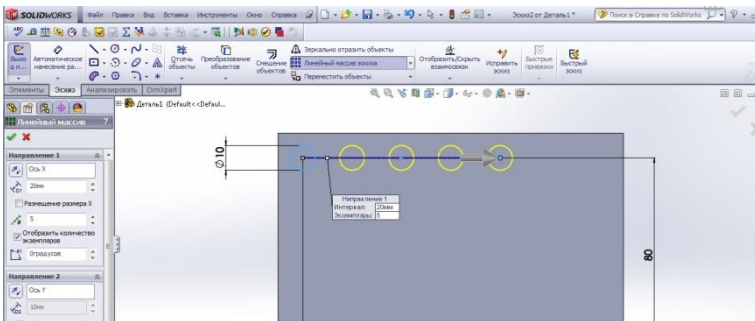


Рис. 5.3

- **Двонаправлений масив.** У Менеджері властивостей треба вказати необхідні параметри із двома напрямками (рис. 5.4).

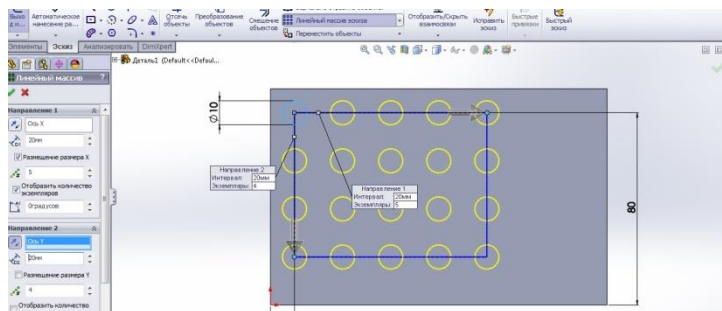


Рис. 5.4

- **Круговий масив.** Треба вищезгаданим способом створити вихідний елемент майбутнього масиву, наприклад, шестикутник (рис. 5.5). У Менеджері властивостей треба вказати необхідні параметри кругового масиву: діаметр масиву, прив'язку точок масиву, число елементів масиву, кути меж кругового масиву. Результат наведено на рис. 5.6.

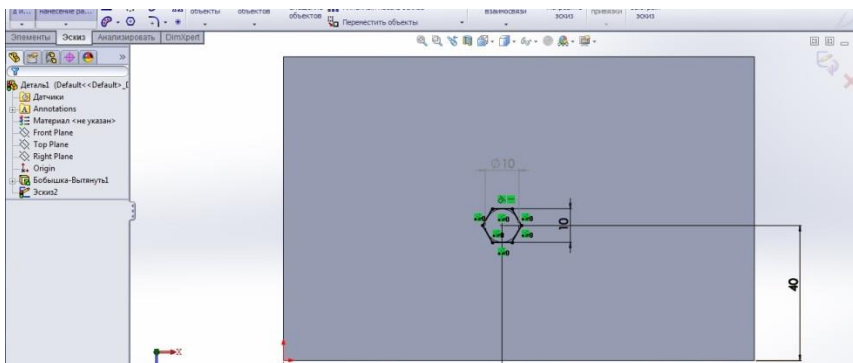


Рис. 5.5

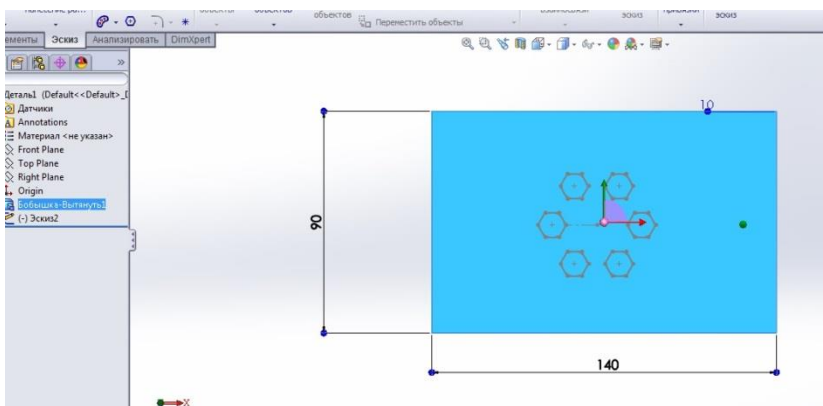


Рис. 5.6

Виділяючи створений масив, за допомогою команд **Елементи**, **Вирізати**, **Наскрізь** у **Менеджері властивостей** отримаємо пластину із масивом шести шестикутних отворів, розміщених на заданому колі (рис. 5.7).

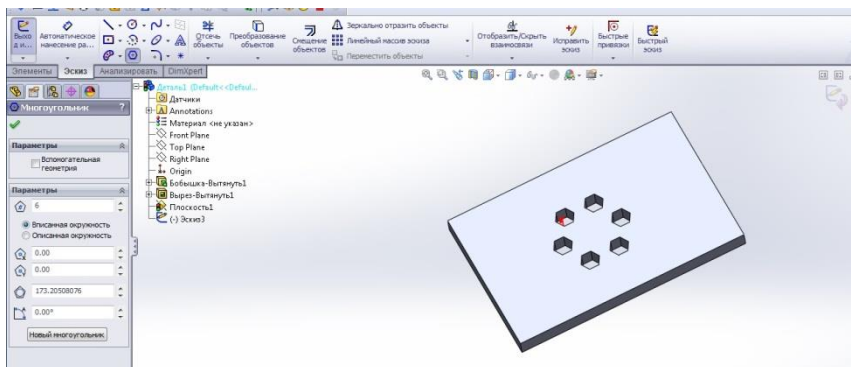


Рис. 5.7

Покажемо етапи створення потрібних масивів на деталі типу решітка. Для цього в пластині будуюмо вихідний елемент певних розмірів і конфігурації (рис. 5.8). А командою **виріз** будуюмо його модель (рис. 5.9) і округлюємо потрібні кромки.

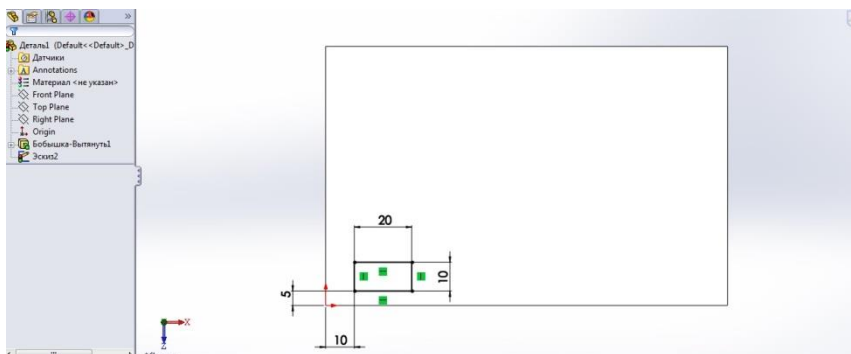


Рис. 5.8

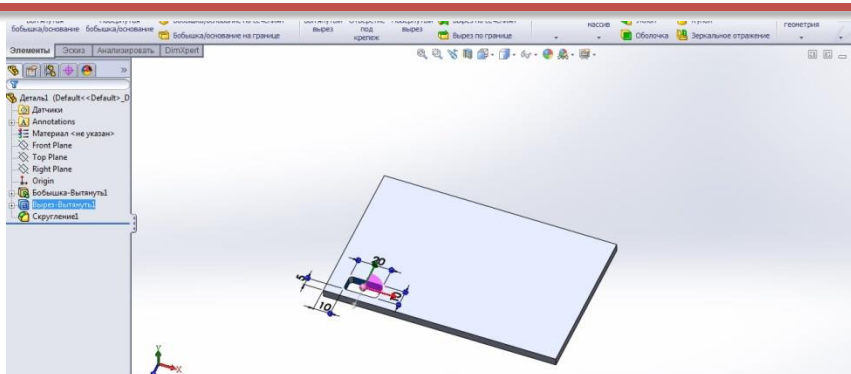


Рис. 5.9

У Менеджері властивостей для двох напрямів масиву задаємо необхідні параметри: елемент, напрями, відстані кількість елементів у двонаправленому масиві (рис. 5.10).

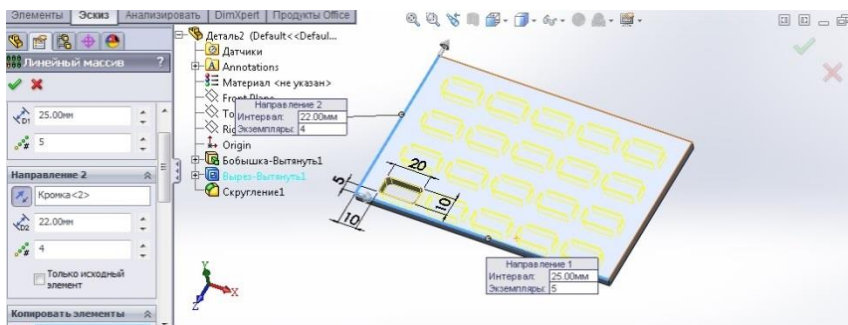


Рис. 5.10

Командою **Пропустити екземпляри** вибираємо їх на створеному масиві, наприклад (рис. 5.11)

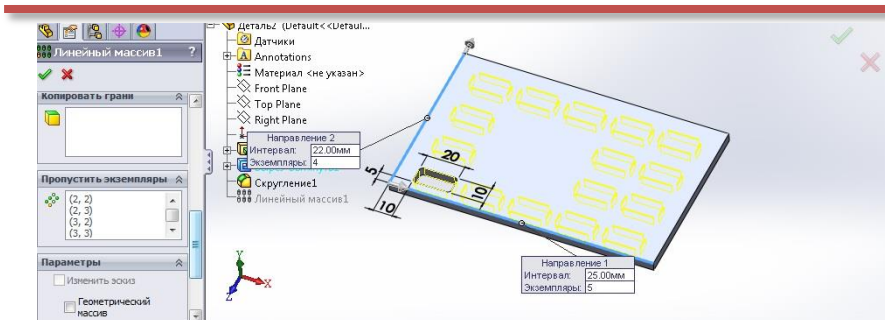


Рис. 5.11

Виходимо із команди створення масиву. Входимо в команду **Елемент, Виріз, Наскрізь** і отримуємо готову деталь решітки із масивом потрібних отворів (рис. 5.12).

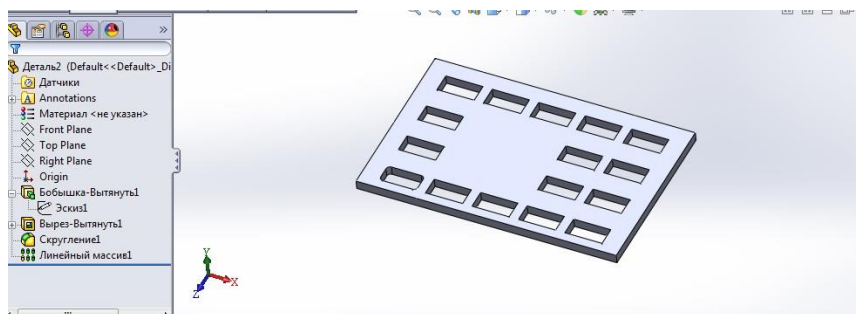


Рис. 5.12

Ще одна команда створення масивів може використовуватись у практичному моделюванні. Це - **Масив керований Ескізом**. Для його створення необхідно мати модель деталі, де буде створюватись масив такого типу. На грані створеного елемента (рис. 5.13) в Ескізі будемо вихідний елемент, наприклад шестикутник (рис. 5.14).

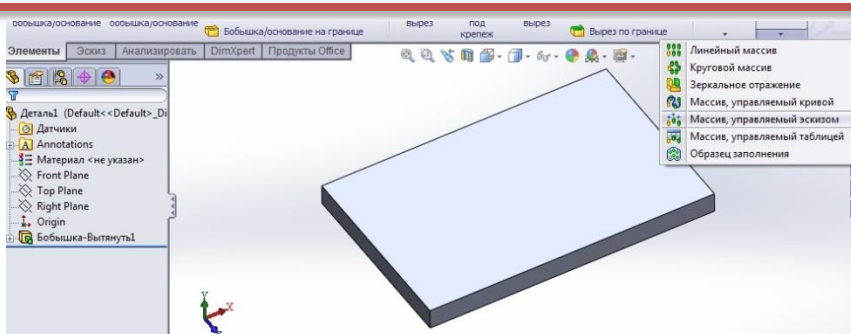


Рис. 5.13

В команді **Массив керований ескізом**, у Менеджері властивостей наносимо окремі точки, на основі яких буде створено масив із відповідною конфігурацією. Вводимо команду **Ок** і отримаємо необхідний масив (рис. 5.14).

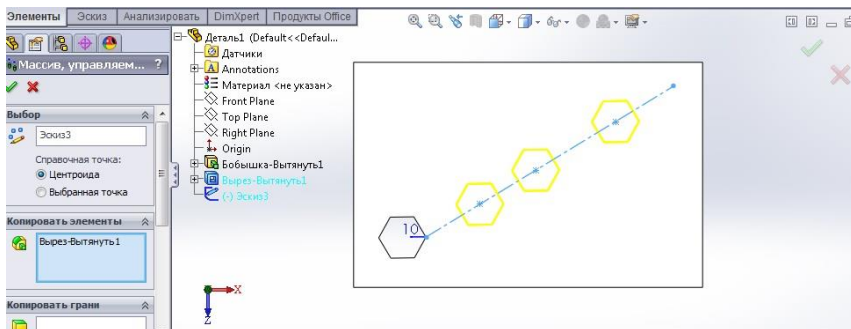


Рис. 5.14

А командою **Элемент, Виріз наскрізь** – отримаємо готову деталь (рис. 5.15).

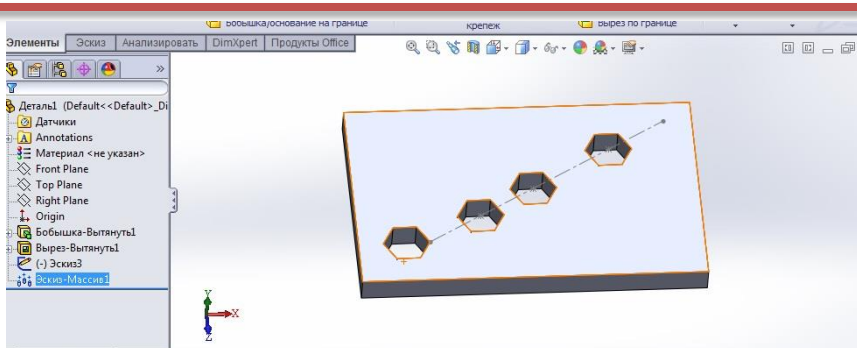


Рис. 5.15

Командою **Повністю визначити ескіз** (рис. 5.16), задавши у **Менеджері властивостей** необхідні параметри базових елементів, отримуємо на рис. 5.17 повністю визначений ескіз масиву потрібних елементів для побудови моделі деталі.

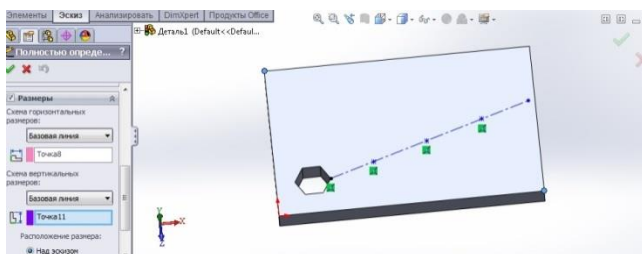


Рис. 5.16

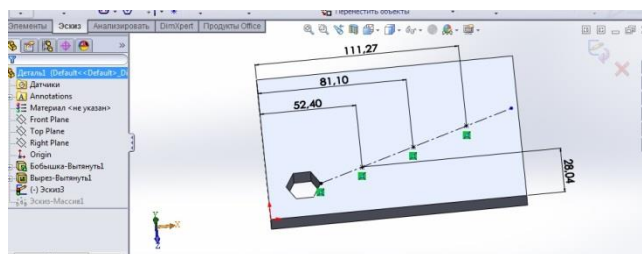


Рис. 5.17

РОЗДІЛ 6. ІНСТРУМЕНТ "ПОВЕРНУТИ"

Для створення деталі типу “шків” (рис. 6.1) необхідно освоїти деякі нові інструменти процесу моделювання. До них відносяться:

- **Елементи "повернути"**. Центром деталі (рис. 6.1) є елемент маточина. Цей елемент може бути створений на основі ескізу, який обертається навколо осі обертання.
- **Твердотільні об'єкти**. Створюємо два окремі твердотільні елементи - маточина і обод та об'єднуємо їх за допомогою третього твердотільного елементу - спиця.
- **Елементи "по траєкторії"**. Елемент спиця створюється за допомогою інструменту "По траєкторії", який є комбінацією двох ескізів. Спиці мають бути розміщені з однаковим інтервалом між ними. Центр ободу рульового колеса знаходиться на кінці спиці. Спиці проходять через центр маточини.

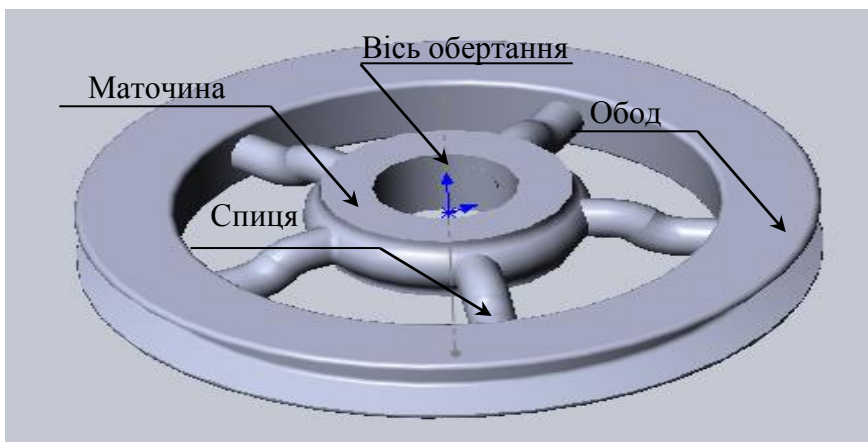


Рис. 6.1

Відкрийте нову деталь за допомогою шаблону. Зайдіть у інструмент ескіз. Натисніть правою кнопкою миші **Праву площину** і виберіть **Ескіз**.

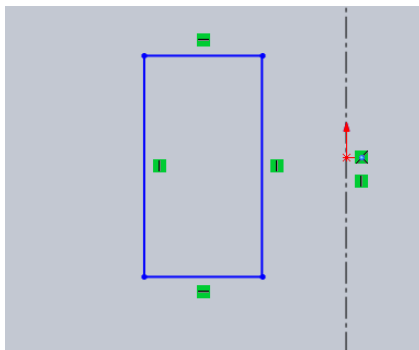


Рис. 6.2

Від вихідної точки створимо прямокутник із висотою, наближено, 50 мм і шириною 30 мм (рис. 6.2).

Вибераємо праву вертикальну лінію прямокутника і тиснемо у властивостях кнопку **Допоміжна геометрія**. Лінія перетвориться у допоміжну лінію.

За допомогою інструмента **Дуга через три точки** можна створити дугу на основі трьох точок - двох кінцевих точок і точки на кривій. Для цього на панелі інструментів "**Ескіз**" тиснемо **Дуга через три точки**.

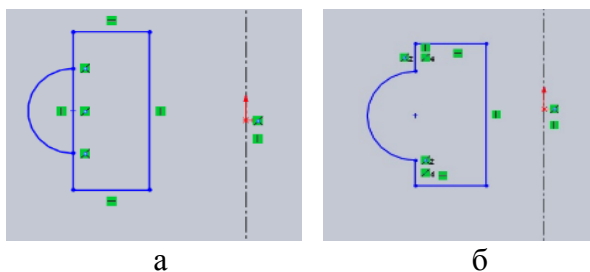


Рис. 6.3

Почніть створення дуги, помістивши курсор на ліву вертикальну лінію і потягнувши його вниз уздовж цієї кромки. Відпустіть кнопку миші, а потім виберіть і перетягніть точку на кривій за межі ескіза (рис. 6.3а).

За допомогою інструментів **Відсікти** і **Автообрізання** видаліть частину лінії, яка знаходиться усередині дуги (рис. 6.3б).

Окрім загальних правил для ескізів, які вище перераховані у посібнику, існують спеціальні правила для ескізів що є основою для інструменту "повернути".

- Осьова лінія або лінія ескізу має бути вказана як вісь обертання.
- Ескіз не повинен перетинати цю вісь.

У нашому прикладі праву вертикальну лінію ескізу можна використовувати як вісь обертання.

Нанесення розмірів на ескіз. Використовуючи інструменти **Вертикальний розмір** та **Горизонтальний розмір** створюємо лінійні розміри, як показано на рисунку 6.4. Значок **Автоматичне нанесення розмірів** буде активний.

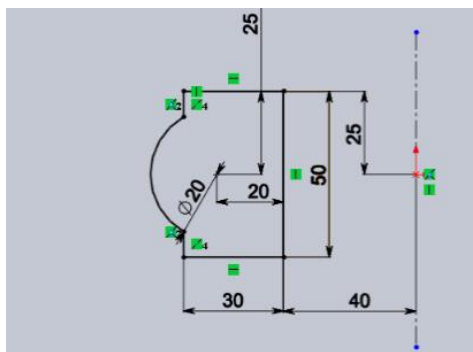


Рис. 6.4

У завершеному ескізі для інструменту "повернути" деякі розміри мають бути розмірами діаметрів. Для таких розмірів

завжди слід вибирати осьову лінію (вісь обертання). Потім, залежно від місця розташування тексту розміру, можна вибрати розмір радіусу або розмір діаметру. Якщо осьова лінія не буде вибрана, розмір неможливо буде змінити на розмір діаметру. Цей параметр доступний, якщо тільки осьова лінія використовується у якості осі обертання. В ескізах деталей для інструменту "повернути" використання розмірів діаметрів не має обмежень. Зазвичай перед розміром діаметру розташований символ діаметру: $\varnothing 20$.

Якщо елемент ескіза інструментом **"повернути"** **обертати**, система автоматично додає символ діаметру до розміру 20 мм. Якщо випадково текст розміру розміщений неправильно, а також замість розміру діаметру розміщений розмір радіусу, цю проблему можна виправити. Натисніть розмір, потім виберіть вкладку **Винесення** у вікні **Розмір Менеджера** властивостей. Натисніть кнопку **Діаметр**, щоб розмір став розміром діаметру.

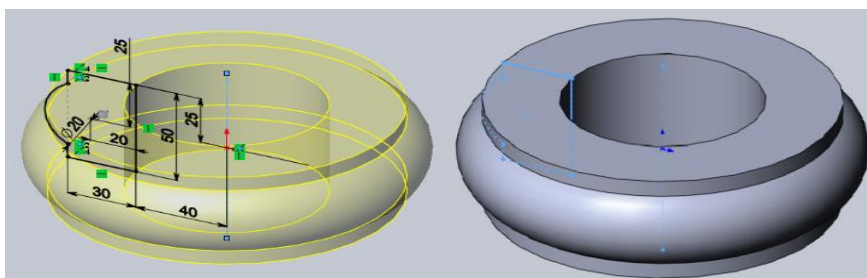


Рис. 6.5

Готовий ескіз (рис. 6.5) можна перетворити на деталь інструментом **"повернути"**. Цей процес достатньо простий, а повний поворот (на 360°) виконується майже автоматично. За допомогою інструменту **Повернути** можна створити деталь на основі осі та ескіза. Цим елементом може бути основа, бобишка або виріз. Віссю може бути осьова лінія, лінія,

лінійна кромка, вісь або тимчасова вісь. Якщо в ескізі існує тільки одна вісь, вона використовується автоматично.

Виберіть у меню інструментів **Бобишка/ основа, Повернути**. З'явиться повідомлення про те, що ескіз є відкритим контуром, а також питанням, чи вимагається автоматично зробити контур замкнутим. Натисніть **Так**. (Рис. 6.5). З'явиться вікно **Property Manager** з наступними граничними умовами, заданими за умовчанням : напрям **1** Кут **360°**. Набудьте цих значень за замовчуванням, натиснувши **ОК**. Тверdotільний елемент "**повернути**" створений в якості першого елемента деталі. Переіменуйте його в елемент – "маточина".

Редагування ескізу.

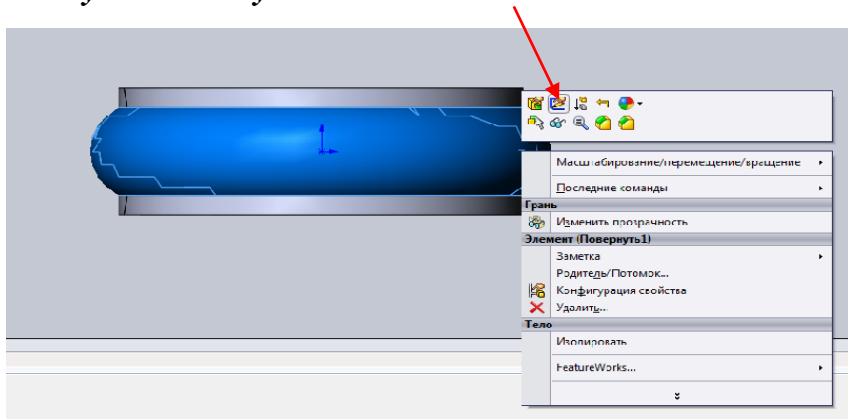


Рис. 6.6

Натисніть правою кнопкою миші елемент "маточина" і виберіть **Редагувати ескіз**. Кнопкою **Перпендикулярно** на панелі інструментів "**Стандартні види**" можна змінити вид і проглянути реальний розмір і форму елемента.

Налаштування скруглення. Виберіть інструмент Скруглення і задайте значення R 5 мм.

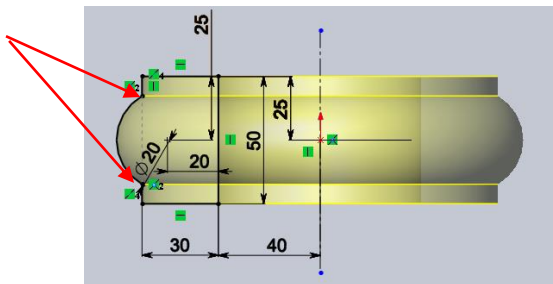


Рис. 6.7

Виберіть обидві кінцеві точки дуги, як вказано на рисунку 6.7. Після вибору обох кромок з'явиться скруглення. Розмір призначений для обох точок, але відображається тільки один раз, в місці розташування першої вибраної точки. Натисніть кнопку **ОК**.

Щоб зміни із скругленням набули чинності, натисніть інструмент **Перебудувати**. (рис. 6.8)

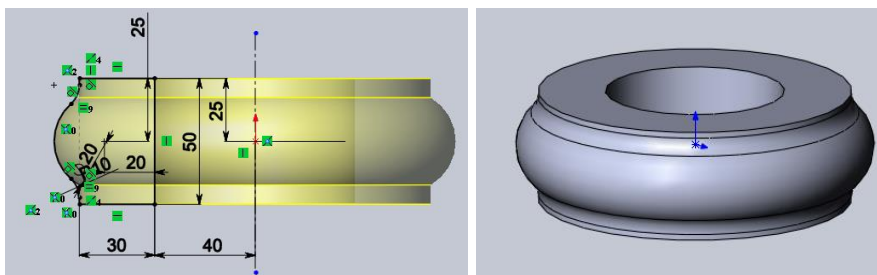


Рис. 6.8

Створення ободу. Елемент “обод” деталі **Шків** повинен мати паз, який за формою має відповідати розмірам та формі пасу для шківів, – це ще один елемент для інструменту “повернути”. Він також створюється шляхом повороту на **360°**.

Профілем елемента ескіза “обода” є форма прямокутника із прорізом під пас.

Елемент обод буде створений як окреме тверде тіло, не зв’язане із елементом маточина.

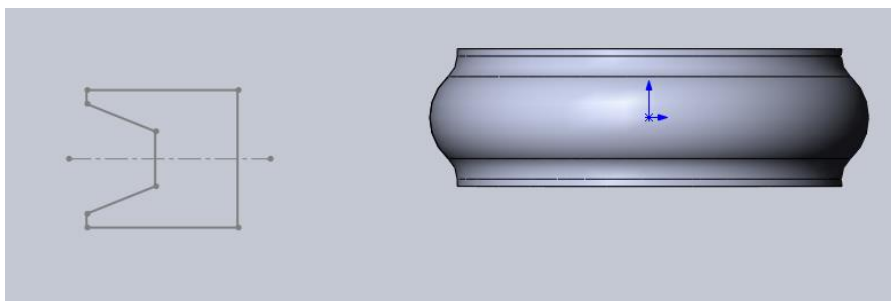


Рис. 6.9

Створимо новий ескіз на **Правій** площині. Зорієнтуємо всю модель у тому ж напрямі (рис. 6.9).

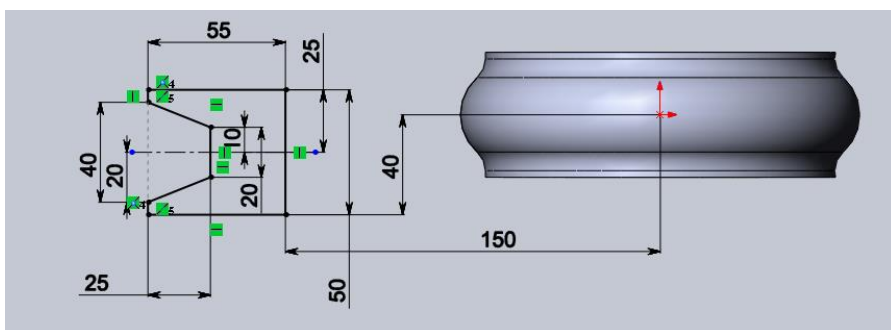


Рис. 6.10

Додамо осьову лінію за допомогою інструменту **Осьова лінія** і параметрів **Вертикально** і **Нескінченна довжина**. Ця лінія буде віссю обертання елемента для інструменту "повернути". Осьову лінію можна вибрати або до, або після застосування інструменту **Повернути**.

Додамо розміри від осьової лінії до точки і від центру дуги до кромки елемента маточина. Додамо потрібні скруглення та фаски. Тепер ескіз повністю визначений.

Вибераємо вертикальну осьову лінію нескінченної довжини. У меню **Вставка** вибираємо **Бобишка/ основа, Повернути**. Використовуємо кут повороту **360°** (рис. 6.11). Перейменовуємо елемент в "обод".

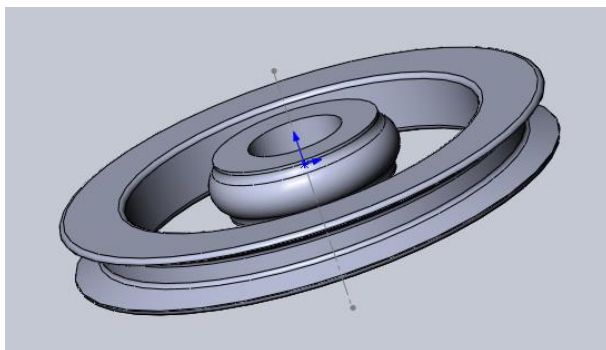


Рис. 6.11

Останній елемент "спиця" створюється за допомогою інструменту **По траєкторії**. Інструмент "по траєкторії" давить на замкнутий контур "**Профіль**" уздовж відкритого контуру "**Шлях**". Шлях рисується за допомогою прямих ліній і дотичних дуг. Потім за допомогою кола малюється профіль. Цей елемент з'єднає вже існуючі елементи "маточина" і "обод" і об'єднає їх в єдине тверде тіло.

Елемент "спиця" дуже важливий, оскільки на його основі буде створений масив спиць із будь-якої їх кількості,

розділених однаковим інтервалом.

Створіть новий ескіз, використовуючи **Праву** площину. Змініть режим відображення на **Невидимі лінії відображаються**.

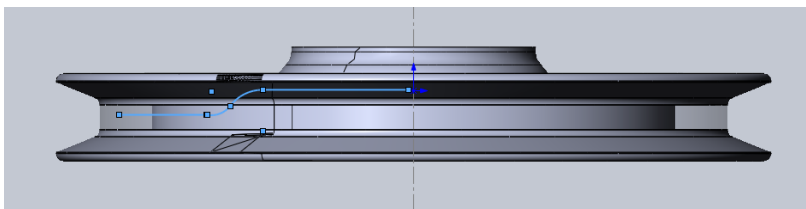


Рис. 6.12

Нарисуйте горизонтальну лінію, яка починається від осевої лінії усередині меж елемента маточина. Створіть дотичну дугу за допомогою інструменту **Дотична дуга** від кінцевої точки лінії у вказаному напрямі. Не відмінюючи вибір інструменту **Дотична дуга**, продовжуйте рисувати, почавши рисування в кінцевій точці попередньої дуги. Намалюйте цю дугу так, щоб вона була дотичною відносно першої дуги, і завершіть рисунок у положенні горизонтальної дотичної. Намалюйте останню лінію. Ця лінія буде горизонтальною, а її довжина визначатиметься нанесеним розміром (рис. 6.12).

Перетягніть ліву кінцеву точку лінії на **обод**. При цьому буде доданий взаємозв'язок **Збіг**. Додайте ще один взаємозв'язок між лінією на її протилежному кінці і центральною точкою дуги.

Виберіть **Зафарбоване представлення** і приховайте ескізи “маточина” і “обод”. Намальована лінія буде використана як шлях для ескізу профілю (рис. 6.12).

Додайте на дуги взаємозв'язок **Рівність**. Розміри додаються для визначення форми (рис. 6.13).

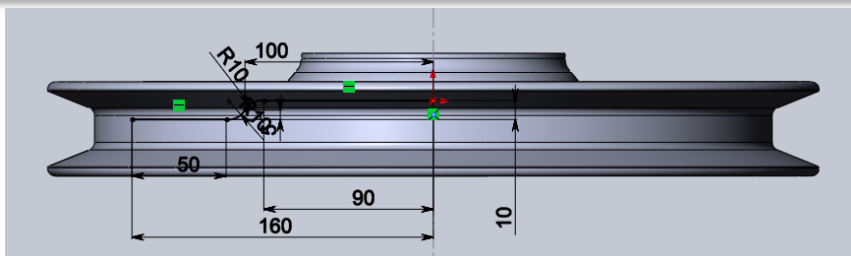


Рис. 6.13

Вибір кінцевих і центральних точок забезпечує більше варіантів при створенні розмірів. Натисніть правою кнопкою миші в ескізі і виберіть **Вийти з ескізу**, щоб закрити ескіз і не використовувати його надалі.

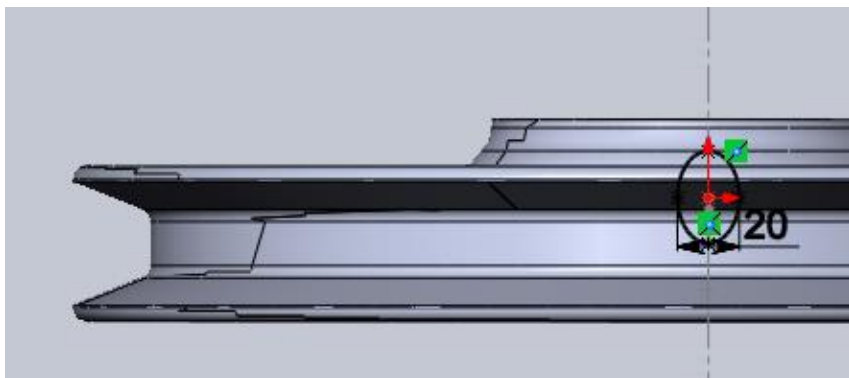


Рис. 6.14

Креслення профілю спиці – еліпса. Малювання еліпса схоже на малювання кола. Помістіть курсор у тому місці, де треба створити центр, і перетягніть мишу, щоб визначити довжину головної осі. Потім відпустите кнопку миші. Після цього перетягніть контур еліпса, щоб визначити довжину малої осі (рис. 6.14). Щоб повністю визначити еліпс, необхідно додати розміри або обмежити довжину головної і

малої осей. Необхідно також обмежити орієнтацію однієї із двох осей. Одним із способів обмеження є створення взаємозв'язку **Горизонтальність** між центром еліпса і кінцем головної осі. Додайте такий взаємозв'язок, щоб центральна точка і одна з точок головної осі були розташовані горизонтально. Додайте розміри. Закрийте ескіз.

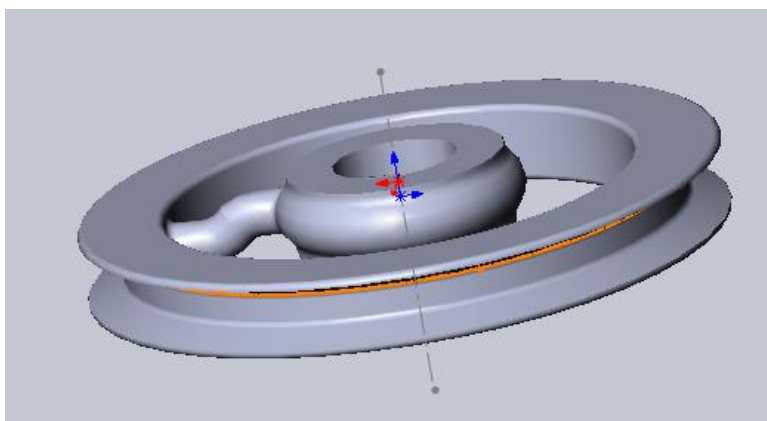


Рис. 6.15

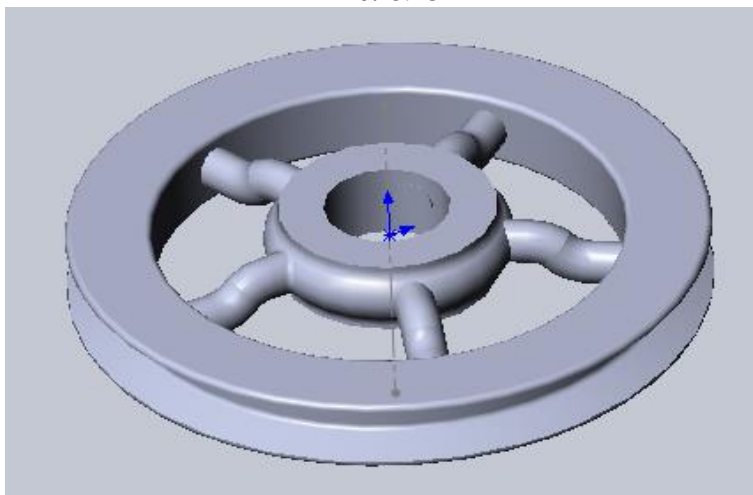


Рис. 6.16

Натисніть значок **Витягнута бобишка/ основа по траєкторії** і виберіть ескіз замкнутого контуру в якості профілю, а ескіз відкритого контуру – у якості шляху. Натисніть кнопку **ОК** (рис. 6.15).

Для створення масиву спиць (рис. 6.16) виберіть інструмент **Круговий масив**. Виберіть для масиву тимчасову вісь у якості осі обертання.

Натисніть у списку **Вибір елементів для масиву**, щоб зробити його активним. Виберіть елемент “спиця” у дереві конструювання. Встановіть для параметра **Кількість екземплярів** значення **5** і **Рівний крок**. Деталь шків (рис. 6.16) – готова.

Візуалізація деталі.

За допомогою інструменту **Обертати вид** можна вільно повертати вид моделі. Щоб обмежити цей рух, можна вибрати вісь, лінію або кромку, вершину або площину. Натисніть інструмент **Обертати вид** і центральну вісь.

Для завершення процесу створення моделі додаються скруглення **5 мм** на виділені грані, кромки моделі. При виборі грані будуть вибрані усі її кромки. Можливість вибору граней допомагає уникнути помилок, пов'язаних зі зміною розмірів моделі.

За допомогою інструменту **Фасок** на кромці моделі створюються скоси. У багатьох відношеннях фаски схожі на скруглення, оскільки вибір кромки або граней виконується однаково.

За допомогою інструменту **Фаска** на одній або декількох кромках або вершинах створюється елемент скосу. Форму можна визначити за допомогою значень двох відстаней або значень відстані і кута. Фаски можна додавати в ескіз, а не на грані і кромки твердотільної моделі.



Графіка RealView

Якщо у програмі є графічний акселератор NVIDIA, ATI або 3DLabs, то буде доступним і параметр **Графіка RealView**. Його використання дозволяє створити зображення матеріалу з реалістичними відтінками. Для цього натисніть кнопку **Графіка RealView** на панелі інструментів "Вид" і активуйте вкладку **RealView** на панелі, що з'явилась.

РОЗДІЛ 7. ОБОЛОНКИ І РЕБРА

Функція **Оболонка** панелі інструментів використовується для отримання моделі пустотілого твердого тіла.

Покажемо етапи створення моделі оболонки на прикладі деталі фена (рис. 7.1).

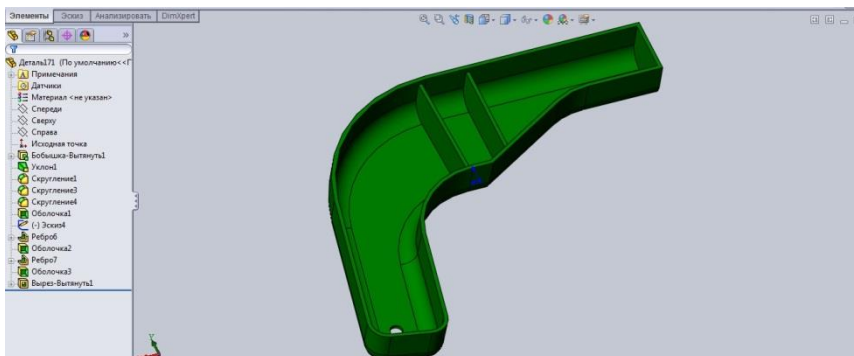


Рис. 7.1

Для початку, за методикою наведеною у розділі 2, створюємо ескіз цієї деталі (рис. 7.2).

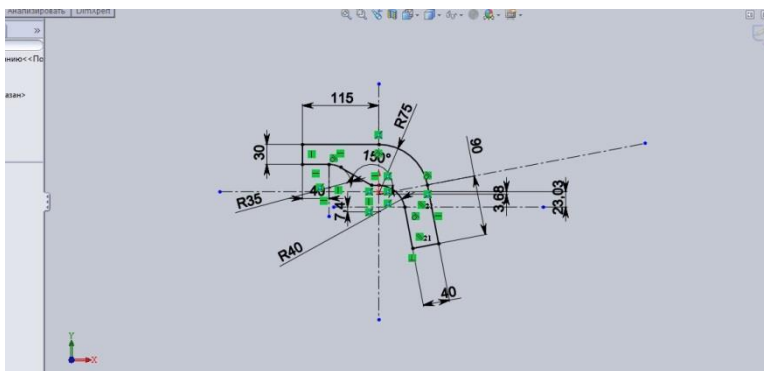


Рис. 7.2

Командою **Бобишка** **втягнути** створюємо твердотільну модель-заготовку об'єкту (рис. 7.3), втягнувши ескіз на 25мм.

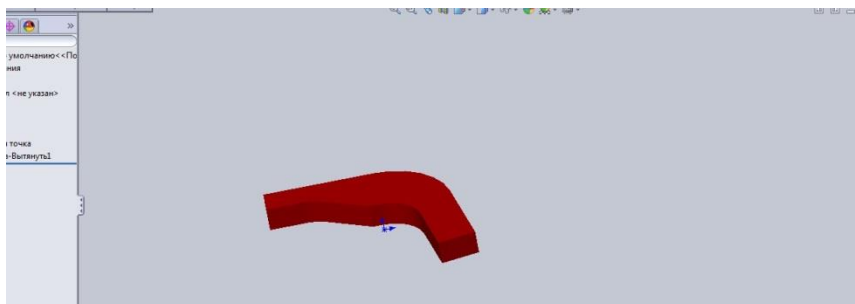


Рис. 7.3

Для створення функціональних уклонів під форму для лиття, командою **Уклон** забезпечуємо потрібний нахил зовнішніх стінок деталі. Виконаний уклон можна проаналізувати та відкоригувати за допомогою команди **Вид, Відобразити, Аналіз уклону**, де буде кольором відображено характеристики для нахилу кожної із граней модельованої деталі (рис. 7.4).

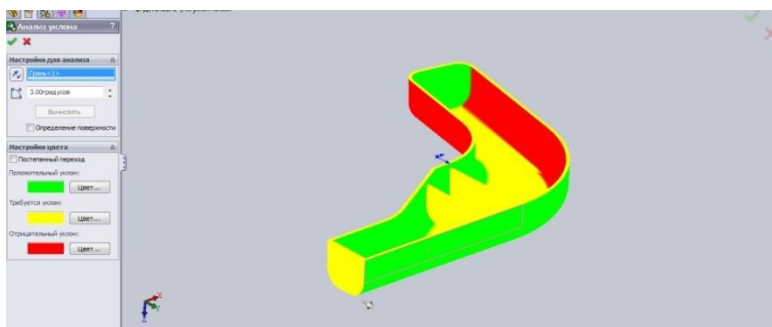


Рис. 7.4

Ще одним необхідним елементом заготовки є побудова зовнішніх скруглень деталі. Командою панелі інструментів **Скруглення** викликаємо **Менеджер властивостей**, у якому вказуємо ті ребра та грані де необхідно створити округлення визначених радіусів (рис. 7.5).

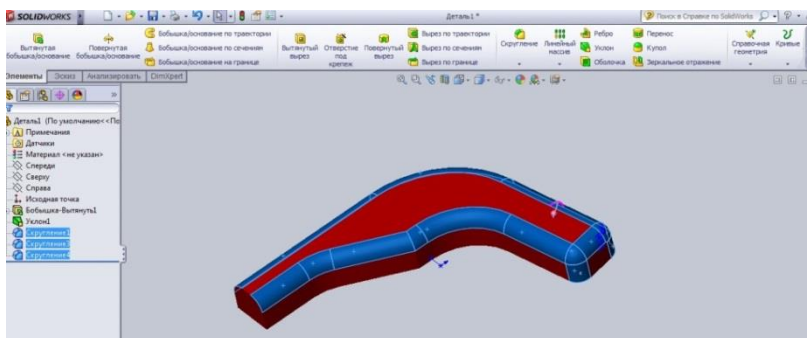


Рис. 7.5

Після цього, на **Панелі інструментів** натискаємо **Оболонка**, а у **Менеджері властивостей** задаємо грань та товщину стінок майбутньої оболонки. На рис. 7.6 оболонка має постійну товщину стінок рівну 3мм. Команда **Оболонка** відтворює всередині деталі повністю контур зовнішньої форми із заокругленнями або фасками.

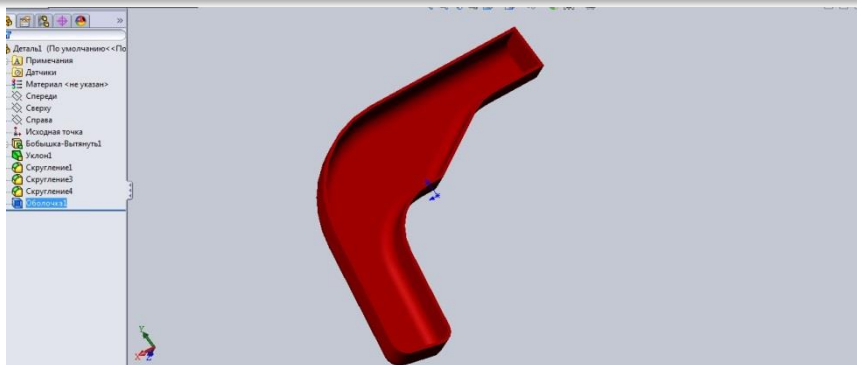


Рис. 7.6

Після створення тіла оболонки будуюмо потрібні внутрішні ребра (рис.7.7), про механізм побудови яких мова буде вестися нижче.

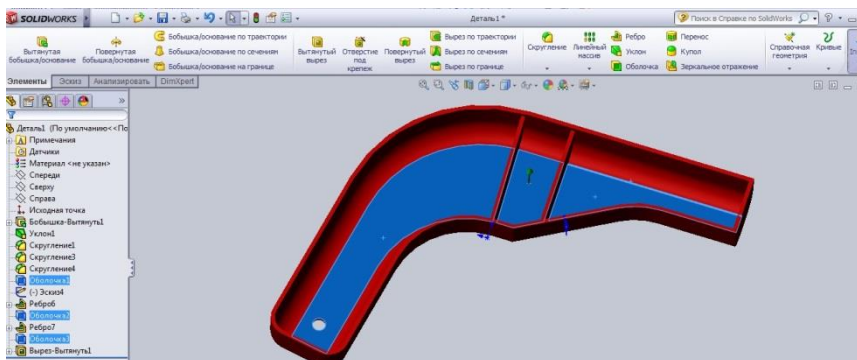


Рис. 7.7

У процесі створення оболонки, одну або декілька граней деталі можна швидко та ефективно видаляти. Нижче наведено декілька варіантів створення різних оболонок (рис. 7.8).

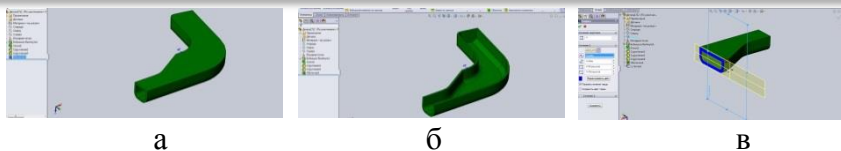


Рис. 7.8

На рис. 7.8 а – видалена 1 грань оболонки, на рис.7.8 б – видалено декілька граней, а на рис. 7.8 в – грані не вибрані, оболонка всередині може бути пустотіла і це можна побачити у розрізі.

Достатньо велике значення для формування деталей типу «оболонка» мають допоміжні або довідкові площини, які як маркери задаються на кресленнику. Для того щоб запустити функцію створення довідкових площин достатньо на панелі інструментів вибрати **Довідкова геометрія, Площини** і в Менеджері властивостей задати необхідні геометричні прив'язки, наприклад: площина паралельна якійсь грані і знаходиться від неї на певній відстані (рис. 7.9),

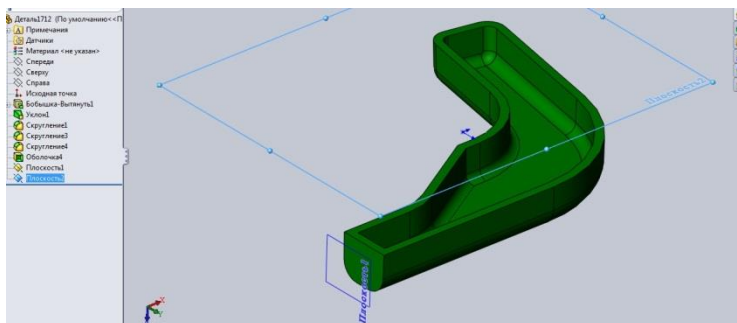


Рис. 7.9

довідкова площина проходить через три задані точки або через ребро і одну вказану точку (рис. 7.10), є дотичною до певної поверхні і т.і.

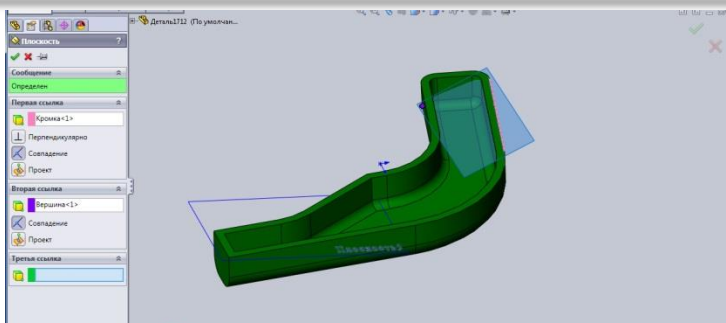


Рис. 7.10

Що стосується ребер деталі. В **SolidWorks** за допомогою інструменту **Ребро** на панелі інструментів можна створювати ребра із мінімальною геометрією ескіза. Для цього, створюємо довідкову площину на верхній грані оболонки (рис. 7.11),

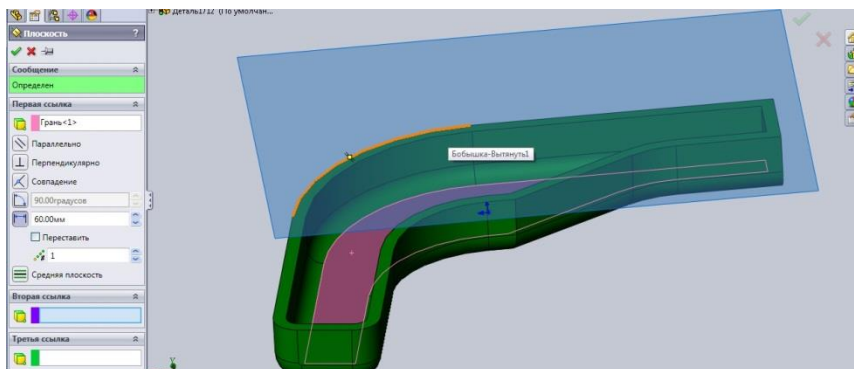


Рис. 7.11

розвертаємо площину до глядача, створюємо лінії ребер (ескізно, вони можуть бути недовизначені), тиснемо команду **Ребро** і у **Менеджері властивостей** задаємо необхідні параметри ребер: товщину, напрям витяжки, уклон, контури і т.і. (рис. 7.12).

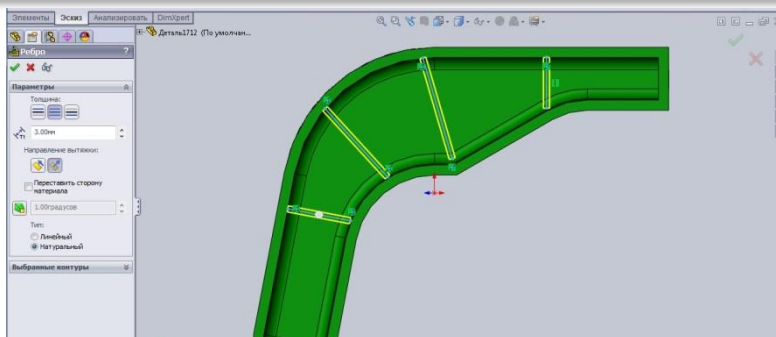


Рис. 7.12

Закінчуємо команду – **Ок**. Результат моделювання ребер наведено на рис. 7.13.

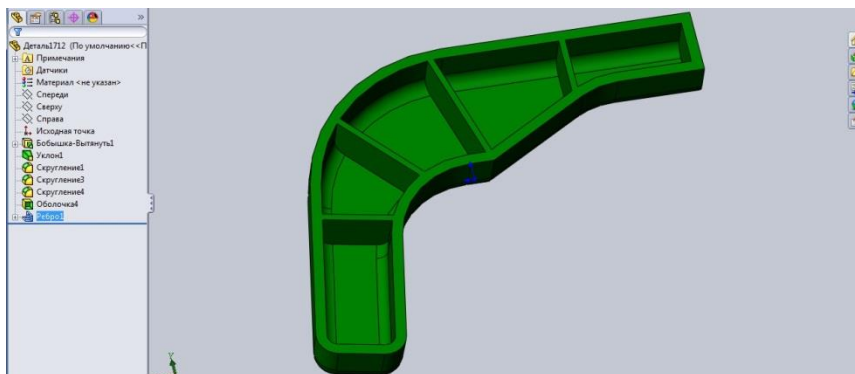


Рис. 7.13

Ще одним важливим елементом для побудови деталей із ребрами є функція **повного скруглення**. Цей елемент побудови не потребує завдання радіуса округлення, він орієнтований на автоматичній побудові скруглення шляхом фіксації трьох суміжних граней (рис. 7.14).

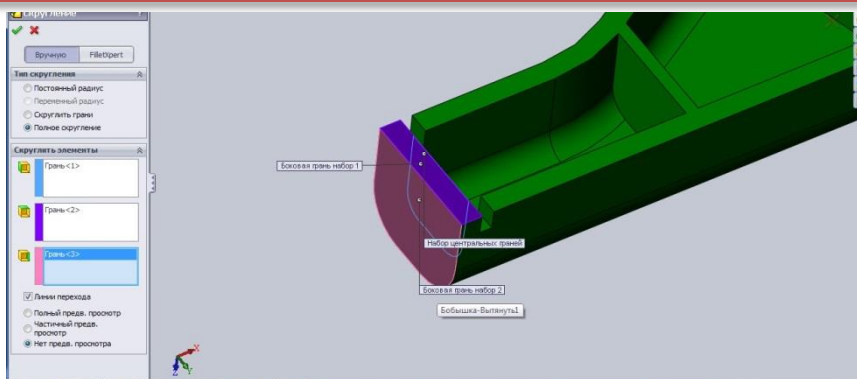


Рис. 7.14

Для цього на панелі інструментів заходимо до інструменту **Скруглення** і у менеджері властивостей вказуємо **повне скруглення** та задаємо потрібні для цього грані. Результатом є модель скруглення наведена на рис. 7.15.

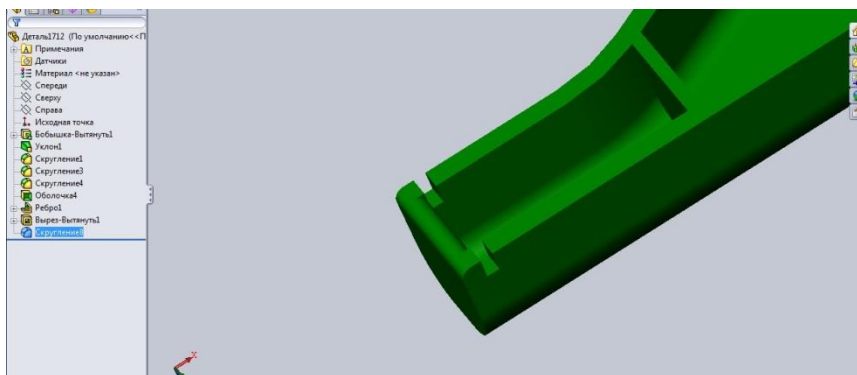


Рис. 7.15

Деталі із тонкими стінками можна створювати і за допомогою інструменту **Тонкостінні елементи**. Операція тонкостінних елементів включається автоматично, коли на ескізах задано незамкнуті контури. Нижче наведені приклади

створення тонкостінних елементів. Рис. 7.16 - 7.17 – контур деталі відкритий, команда **повернути**.

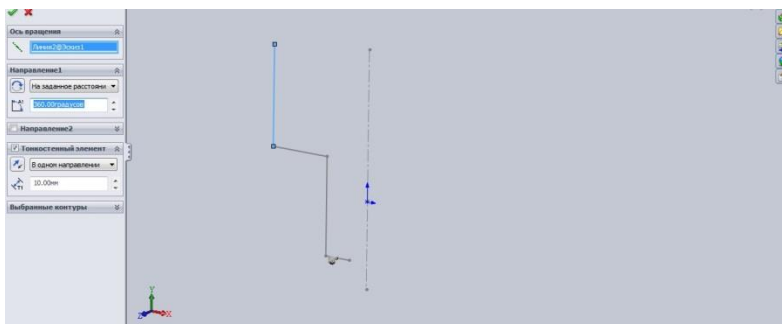


Рис. 7.16

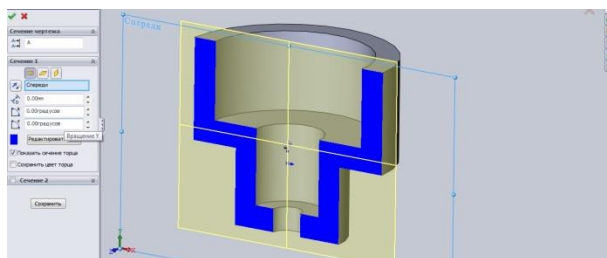


Рис. 7.17

Контур замкнутий, команда **повернути** із міткою тонкостінний елемент – рис. 7.18.

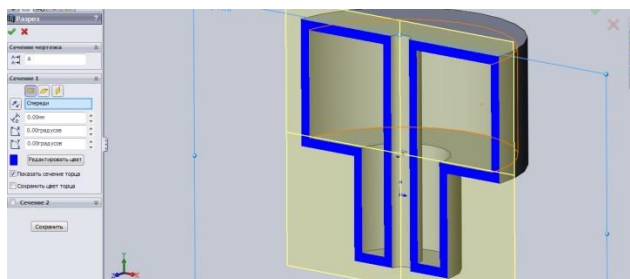


Рис. 7.18

Контур **незамкнутий**, команда **витягнути** – рис. 7.19.

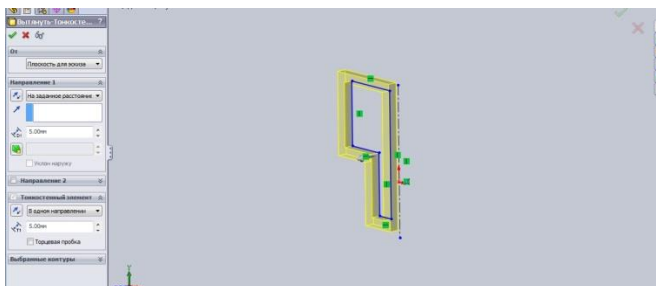


Рис. 7.19

На рис. 7.20 наведено приклад формування двох тонкостінних елементів, один – **обертанням**, другий – **витагуванням**.

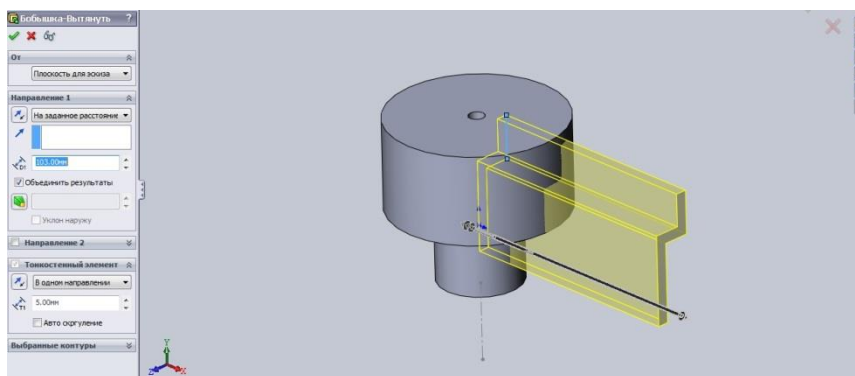


Рис. 7.20

У даному прикладі продемонстровано виконання функції злиття двох тонкостінних елементів із врахуванням властивостей: **злиття до поверхні** (рис. 7.21), **злиття до наступного елемента**.

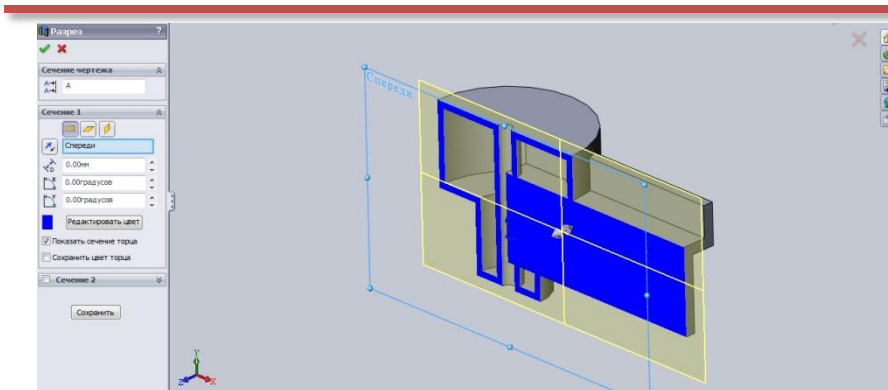


Рис. 7.21

РОЗДІЛ 8. КРЕСЛЕНИКИ ДЕТАЛЕЙ

Процес створення креслень за моделлю вже розглядалася у розділі 3 – основи моделювання деталей. У даному розділі розглянемо деякі додаткові аспекти оформлення креслеників. До таких аспектів відносяться: **Види моделі, Розрізи, Місцеві види.**

Відкрийте програму **SolidWorks** та виберіть **Створити кресленик**. З'явиться наступне діалогове вікно (рис. 8.1). Розміром формату, властивостями основного надпису креслярського формату можна легко керувати, ставлячи відповідні галочки у підменю.

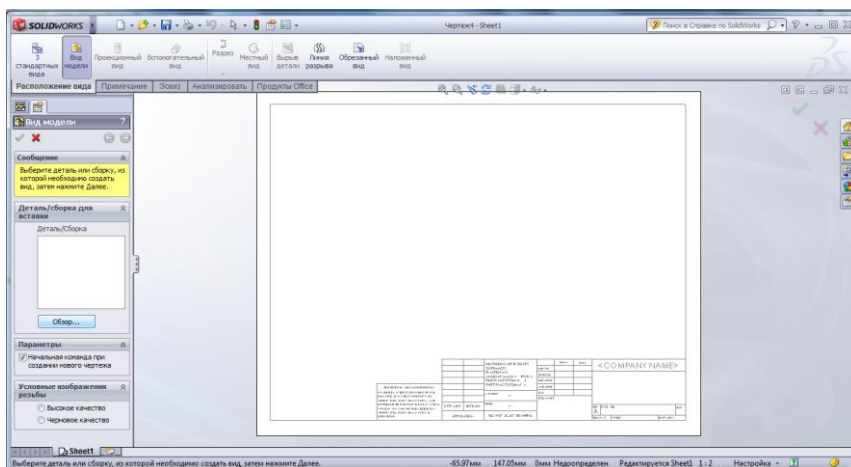


Рис. 8.1

Через команду **Вид моделі** на вибраний формат завантажуюємо створену вище модель деталі типу “храповик” та розташовуємо окремі види створеної моделі, визначаючи їх кількість, розташування та інші властивості (наприклад, рис. 8.2).

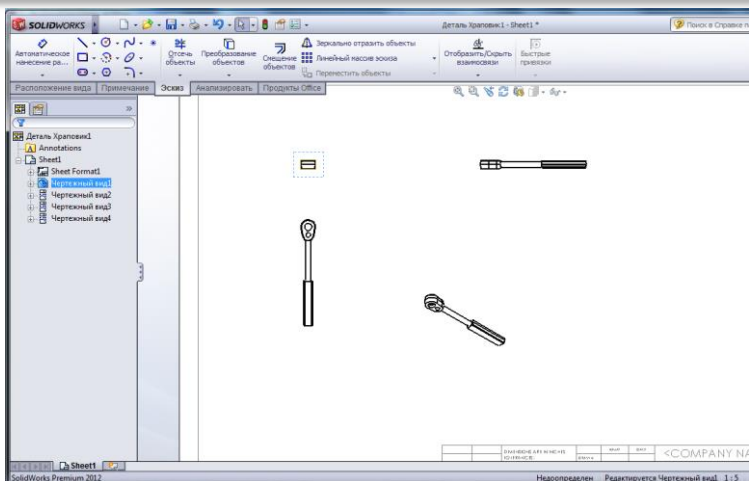


Рис. 8.2

Інструмент **Розріз** використовується для створення нового виду креслення. Для визначення розрізу проставляється довільна лінія на деталі, яка визначатиме місце розрізу (рис. 8.3). В даній функції можна вибирати параметри розрізу: **Місцевий розріз**, **Відобразити грань розрізу**, **Автоштрихування**, **Відобразити поверхню**.

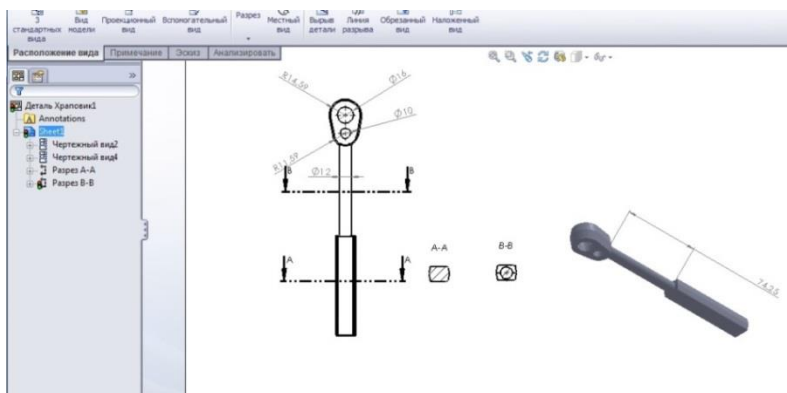


Рис. 8.3

При викреслюванні габаритних деталей, не застосовуючи зменшений масштаб, програма **SolidWorks** пропонує функцію **Розімкнуті види**.

Розімкнуті види дозволяють відображати довгі деталі зі збільшеним масштабом на листі креслення меншого розміру. Це виконується шляхом створення розриву на певному виді деталі за допомогою пари ліній розриву (рис. 8.4).

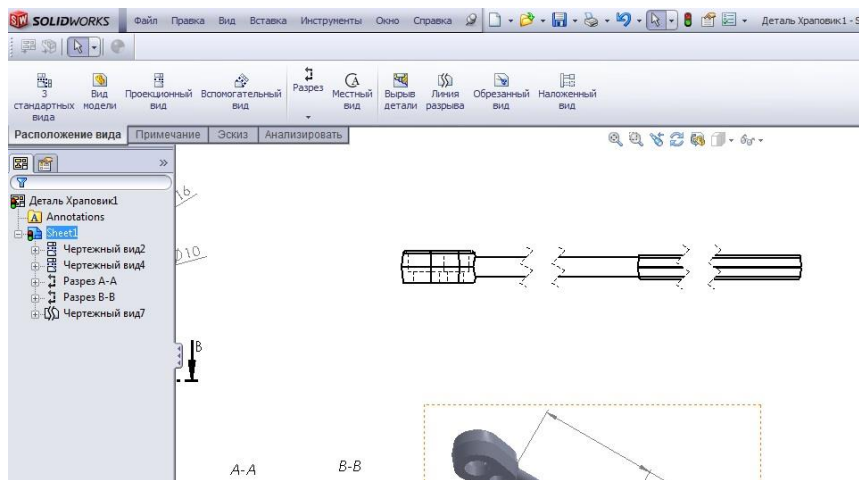


Рис. 8.4

Для створення декількох розривів деталі виберіть вид для створення пар розривів, після завершення створення першої пари вид роз'єднається. Створіть другий розрив для деталі та натисніть **ОК**.

Місцеві види можна створювати у тому ж вікні, де знаходиться основна деталь, використовуючи обмежуваче коло. **Місцевий вид** визначається елементами, які знаходяться у межах ескізу.

Для відображення місцевого виду побудуємо коло, як показано на рисунку 8.5. Вказуємо для виду ім'я, наприклад

МІСЦЕВИЙ С, вибираємо команду **Використати масштаб листа** і розміщуємо новий вид (рис. 8.5).

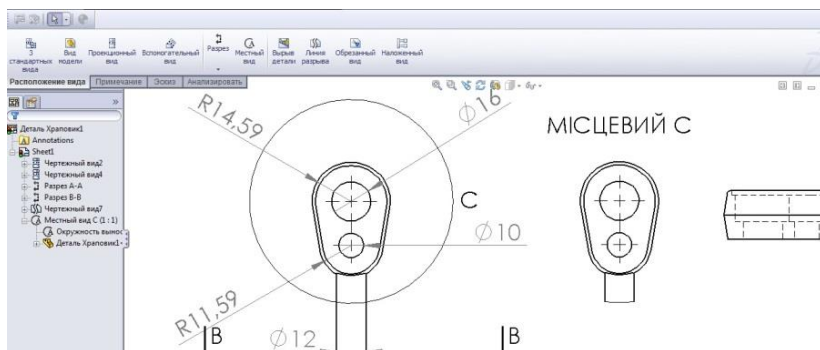


Рис. 8.5

У діалоговому вікні **Властивості кресленника виду** міститься інформація про кресленник, яку можна редагувати, наприклад, конфігурацію компонентів, які використовувались у виді. Для запуску діалогового вікна натисніть правою клавішею миші на виді та виберіть **Властивості**. На екрані з'явиться вікно як відображено на рисунку 8.6.

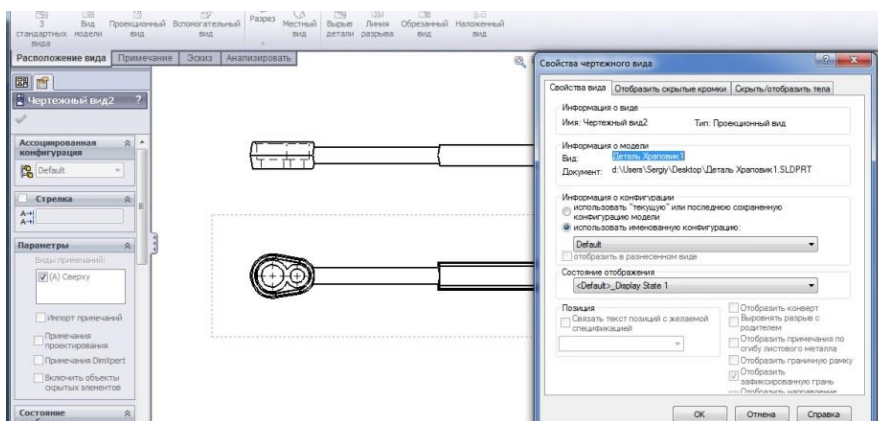


Рис. 8.6

У вкладці **Властивості виду** перевірте чи присутні в розділі **Використовувати названу конфігурацію** об'єкти Machined, Long Machine та натисніть **ОК**. Додайте місцевий вид, перейменований в MV1, як показано на рисунку 8.7 та видаліть лінії переходу.

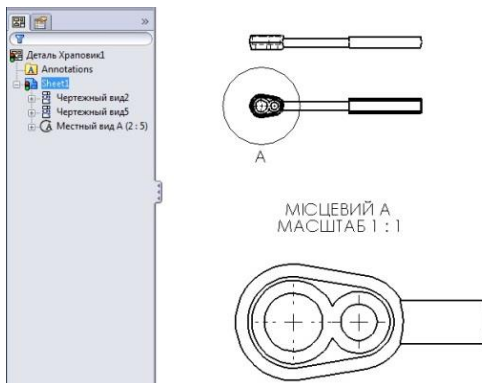


Рис. 8.7

Розріз місцевого виду. На панелі інструментів виберіть **Розріз**, лінію січення проведіть через центральну точку дуги вздовж осової лінії виробу. Програма **SolidWorks** побудує місцевий розріз елемента деталі (8.8).

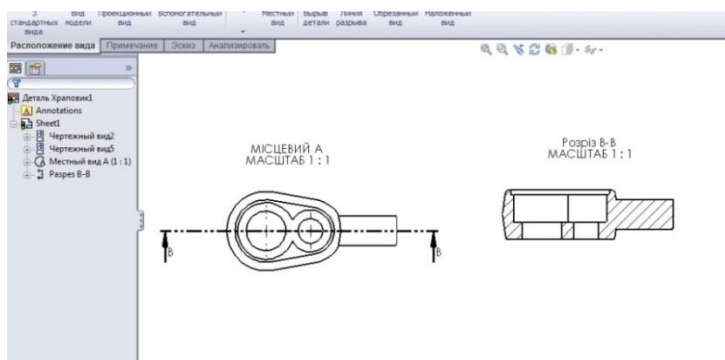


Рис. 8.8

До будь-якого виду кресленника можна додати **Позначення базової поверхні**, яка з'являється як кромка для визначення базових площин деталі. Діалогове вікно **Позначення базової поверхні** знаходиться на панелі інструментів **Примітки**. В даній панелі інструментів знаходиться також параметри вибору шорсткості поверхні, позначення зварних швів деталі, умовні позначення отвору та інше. На рисунку 8.9 показано вибір базової поверхні та нанесено шорсткість деталі.

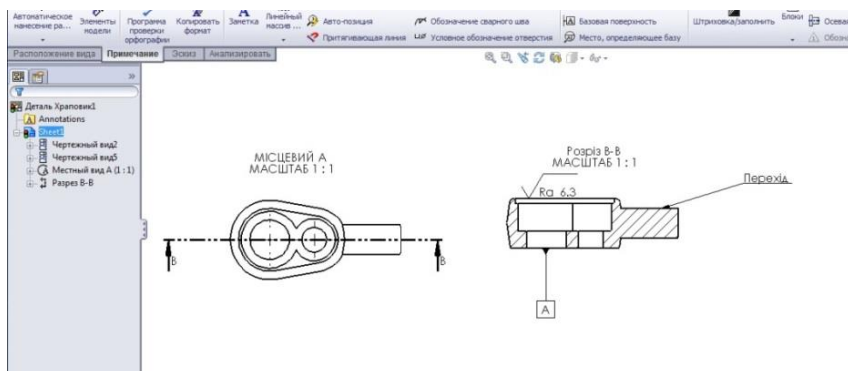


Рис. 8.9

За допомогою інструменту **Автоматичне нанесення розмірів** додаємо потрібні розміри для певних зображень креслення (рис. 8.10).

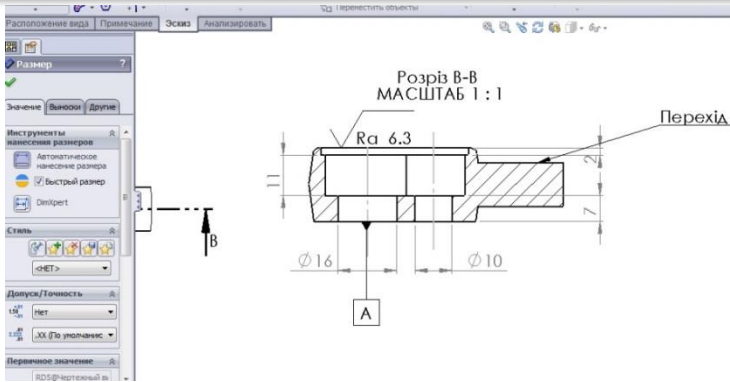


Рис. 8.10

Натиснувши лівою квішею миші на розмір можна отримати доступ до властивостей розміру. На рисунку 8.10 дана вкладка із набором інструментів знаходиться у лівій частині екрану. Параметри розміру відображаються у трьох вкладках: **Значення**, **Виноска** та **Інше**.

Якщо виділити розмірні лінії і у вкладці **Розмір** вибрати **Виноски**, можна змінювати параметри виносних (розмірних) ліній, змінювати позначення діаметрів або радіусів, вибирати параметри для стрілок на розмірних лініях (рис. 8.11).

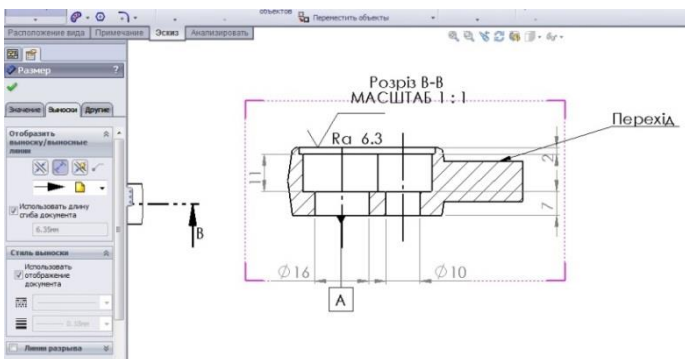


Рис. 8.11



У вікні **Текст розміру**, яке відображається при виборі розміру, можна додати або змінити текст розміру. Реальний текст відображається в полі як **<DIM>**. Якщо його замінити іншим значенням або надписом то зміниться і надпис над розмірною лінією.

РОЗДІЛ 9. ЗВАРНІ З'ЄДНАННЯ

Загальний принцип створення зварних конструкцій у **SolidWorks** із використанням багатотільної деталі полягає у виконанні наступної послідовності дій:

1. Створюється твердотільна модель зварної деталі так, як вона повинна виглядати після процесу зварювання. Навіть, якщо зварна конструкція до зварювання складається із ряду окремих деталей – на першому етапі, створюється конструкція, як одна деталь, а не об'єкт, отриманий у результаті зборки.
2. Із створеної єдиної деталі будують багатотільну деталь шляхом виконання елементів розрізу між окремими частинами.
3. При необхідності оброблюють кромки деталей під зварний шов.
4. Формують сам зварний шов.

Покажемо процес моделювання зварної конструкції на прикладі створення шва двох накладених деталей.

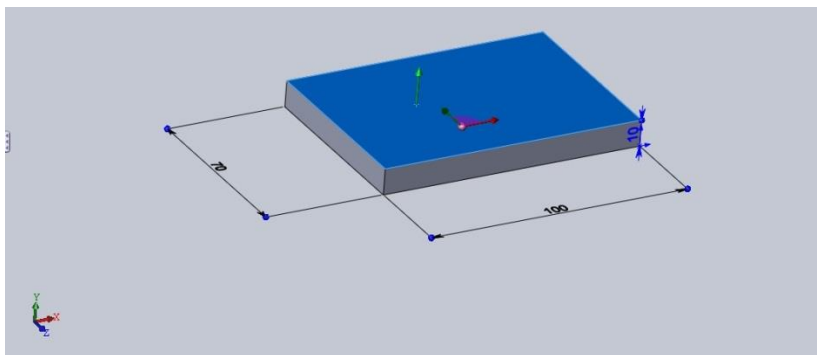


Рис. 9.1

При такому типі шва, кромки деталей спеціально не підготовлюються. Процес моделювання починають із створення моделі першої деталі через застосування команди над створеним ескізом – **витягнута бобишка/основа** (рис. 9.1).

За таким же принципом створюємо модель пластини другої деталі, прив'язуючи її до верхньої грані першої пластини (рис. 9.2).

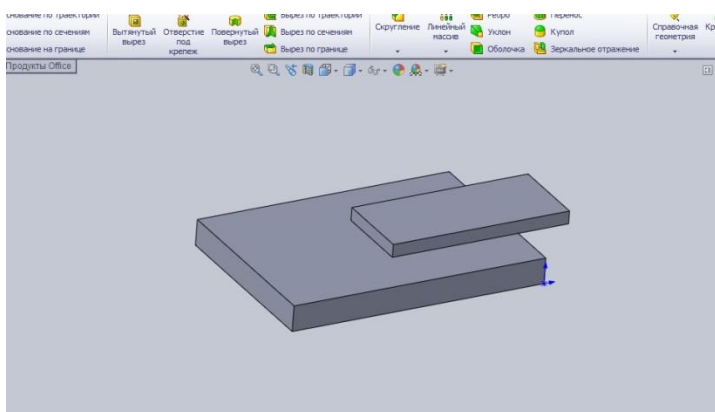


Рис. 9.2

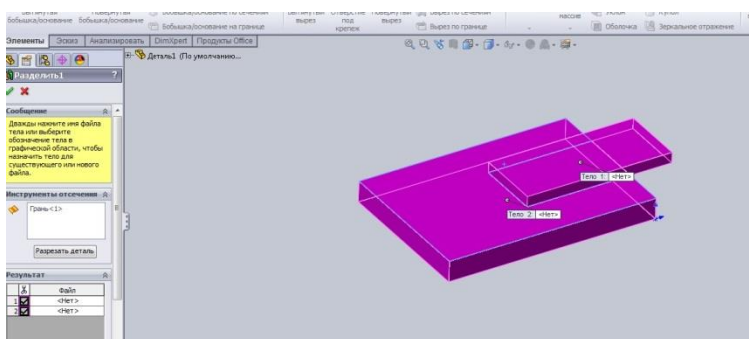


Рис. 9.3

Щоб сформувати шов, нам необхідно попередньо розділити деталь і створити із неї багатотільну деталь. Для цього, через інструмент **вставка/лита форма**, викликаємо команду **розділити**, вказуємо грань розділення (рис. 9.3). У результаті виконання команди – із однієї деталі створюється два окремих тіла.

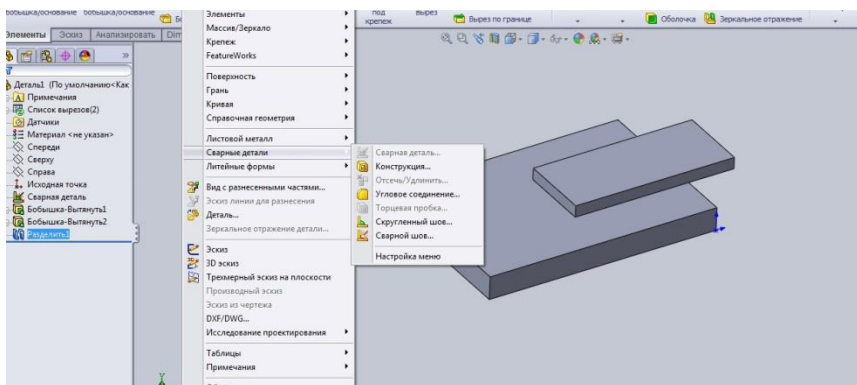


Рис. 9.4

В меню **вставка** шукаємо **зварні деталі** і викликаємо команду **закруглений шов**. У менеджері властивостей задаємо **грані**, які будуть основою шва і розміри шва (рис. 9.5).

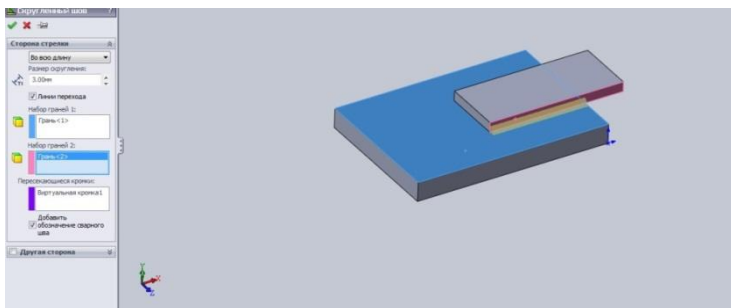


Рис. 9.5

Тиснемо **Ок**. Результат моделювання зварної конструкції і шва наведено на рис. 9.6.

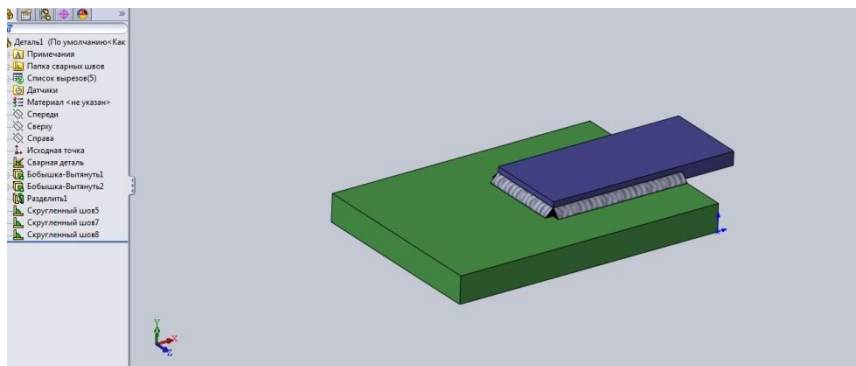


Рис. 9.6

Уже відомими методами (розд. 8), маючи модель, створюємо креслення зварного з'єднання, на якому можна нанести всі необхідні розміри, примітки, умовні позначення зварного шва (рис. 9.7).

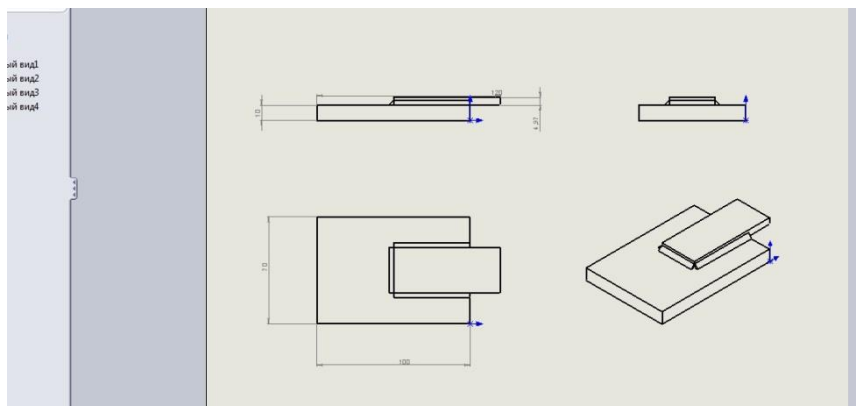


Рис. 9.7

РОЗДІЛ 10. МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДАЛЬНОГО КРЕСЛЕНИКА

У даному розділі розглядається процес моделювання складального кресленика на прикладі побудови універсального шарніру. Шарнір складається із декількох компонентів та одного вузла.

Складальний кресленик створюється шляхом додавання і зміни існуючих деталей зборки. Додавання деталей відображається шляхом вставки нових компонентів (рис. 10.1).

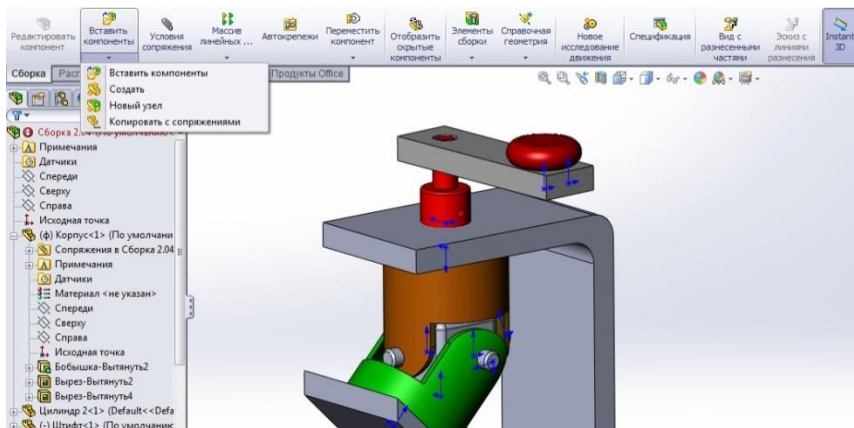


Рис. 10.1

Положення та розташування деталей у складальному кресленнику виконується за допомогою спряжень. Спряженнями зв'язуються окремі грані і кромки деталей з площинами граней і кромками інших деталей.

Ключовими етапами процесу моделювання складального кресленика є:

- створення нової зборки;
- додавання першої деталі (вузла);

- положення першої деталі (вузла);
- дерево конструювання FeatureManager;
- взаємне спряження деталей (вузлів).

Для створення складального креслення натисніть **Файл, Створити складальне креслення** (рис.10.2).

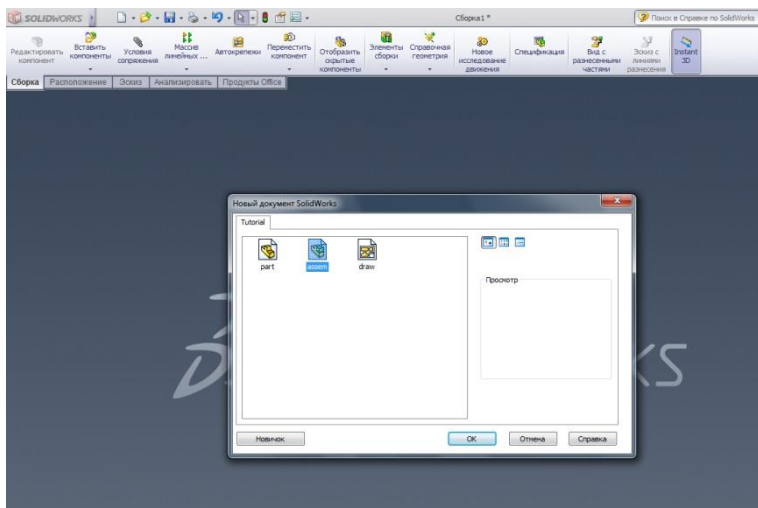


Рис. 10.2

Першим компонентом, доданим у складальне креслення, повинна бути деталь, положення якої буде зафіксованим, тобто нерухомим. Після фіксації першого компонента можна будувати спряження його із іншими деталями, не боячись, що він зміститься. На рисунку 10.3 зображено деталь типу кронштейн, яка буде базовою для майбутнього складального креслення.

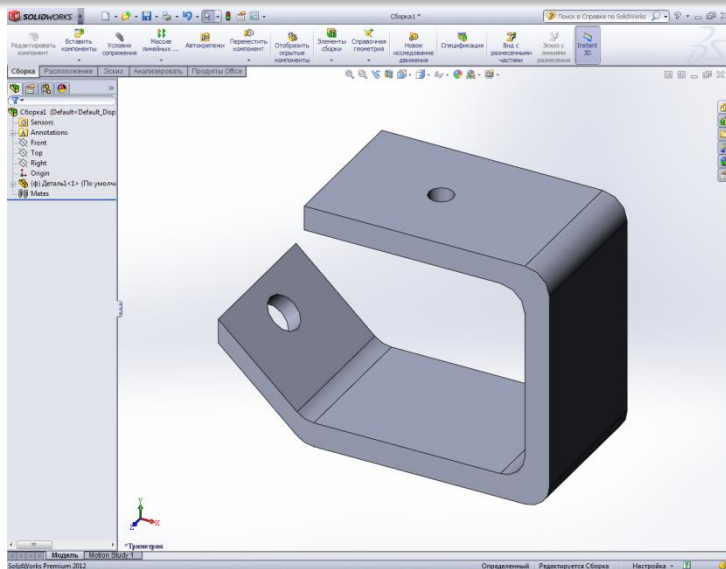


Рис. 10.3

Після того як базовий компонент буде встановлено та зафіксовано, можна до нього додавати інші деталі складального кресленника та виконувати їх спряження із базовою деталлю (рис. 10.4). Існує декілька способів для додавання деталей у складальне креслення:

- використання діалогового вікна вставки;
- перетягування із Провідника;
- перетягування із відкритого документу;
- перетягування із панелі задач.

Положення деталей, які додаються має бути невизначеним, для того щоб кожна мала 6 ступенів свободи і могла переміщуватись.

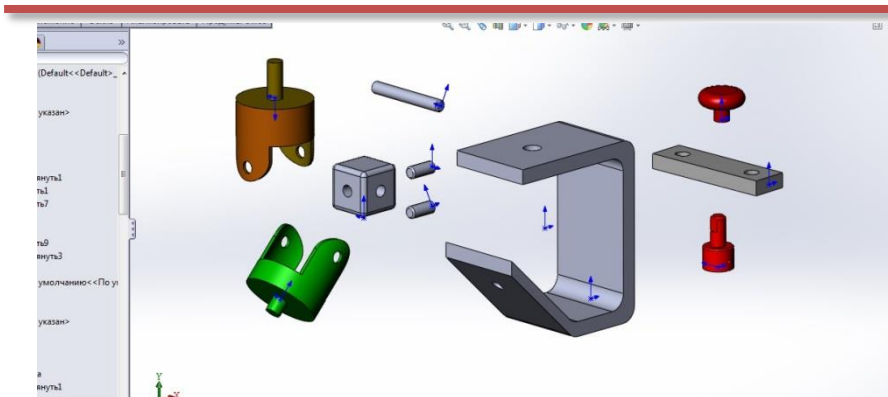


Рис. 10.4

Один або декілька вибраних деталей (компонентів) можна переміщати або обертати, щоб змінити їх положення для спряження. Такі дії можна виконати за допомогою миші або команд **Перемістити** та **Обертати компонент**.

Однак, переміщати деталь (компонент) є недостатньо точною операцією для побудови складального кресленника. Для спряження деталей використовують грані або кромки.

Інструмент **Вставити спряження** створює взаємозв'язок між деталями (компонентами) або між деталлю і складальним кресленником. **Співпадання** і **Концентричність** – два найбільш часто використовуваних типи спряження.

Спряження можна створювати з використанням різних об'єктів деталі, наприклад, граней, площин, кромки, вершин та точок ескізу, осей та початкових точок.

Більшість спряжень виконуються між парою об'єктів. В меню **Вставка** виберіть **Спряження** або на панелі інструментів Складальне креслення натисніть **Спряження** (рис. 10.5 а), або натисніть на деталі (компоненті) правою клавішею миші і виберіть **Спряження** (рис. 10.5 б).

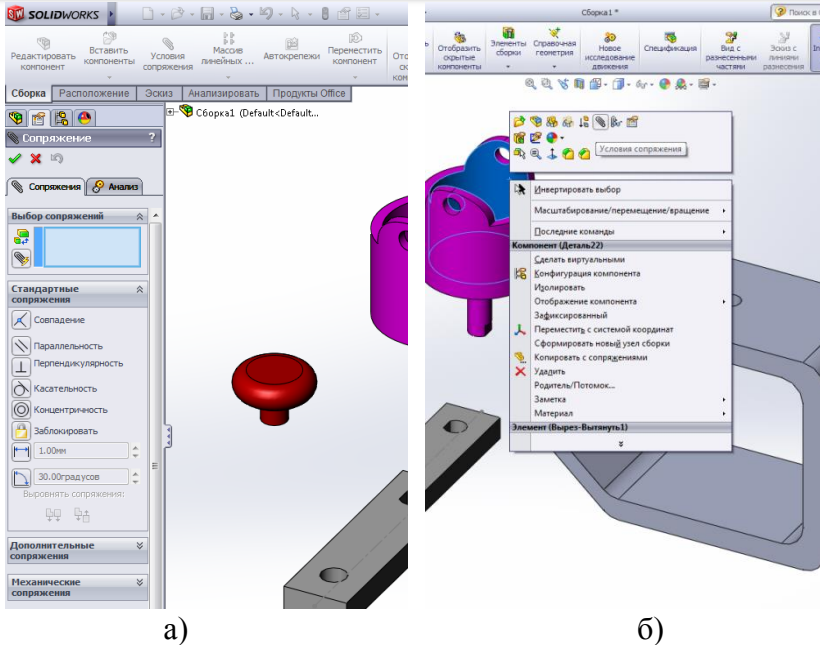


Рис. 10.5

Для спряження використовуються значки, вид яких залежить від типу спряження: співпадання, паралельність, перпендикулярність, дотичність, концентричність (рис. 10.6).

Спряження використовують для створення взаємозв'язків між деталями (компонентами). Першим елементом монтування зборки може бути деталь Вилка-1. Деталь Вилка-1 повинна бути спряжена з кронштейном, так щоб її вал входив в отвір на кронштейні, а грань з'єднувалась з внутрішньою гранню кронштейна. Для виконання даного

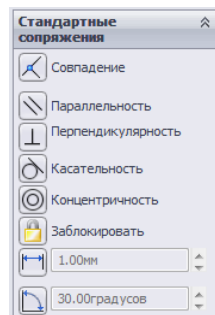


Рис. 10.6

завдання будуть використовуватись види спряження - **Концентричність** та **Співпадання**.

Вибираємо на панелі інструменті **Спряження**, з'явиться вікно як на рисунку 10.5а, в ньому вибираємо **Концентричність**, вказуємо вал на вилці та отвір в кронштейні та натискаємо **ОК**. Вилка займе положення як показано на рисунку 10.7.

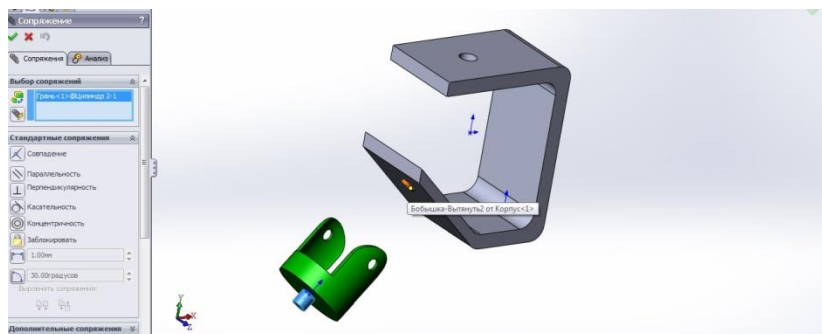


Рис. 10.7

Далі на панелі інструментів вибираємо функцію **Співпадання** вказуємо грані на вилці та кронштейні, які повинні співпадати. Кресленник набуде вигляду як на рисунку 10.8.

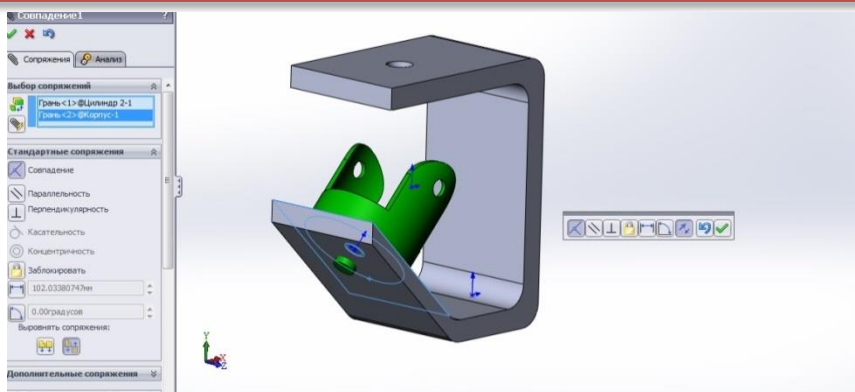


Рис. 10.8

Для спряження кубічного шарніра та вилки-1 використаємо команди **Концентрація** та у **Додаткових спряженнях** – **Ширина**. Відповідно до цих команд шарнір розміститься симетрично відносно пальців вилки (рис. 10.9).

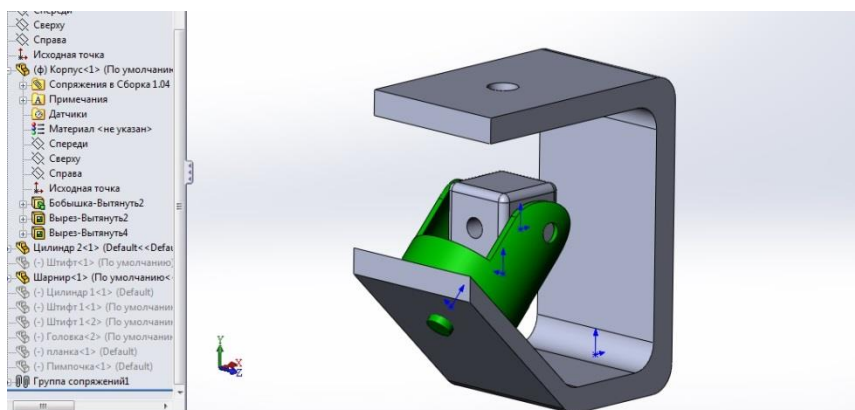


Рис. 10.9

Використовуючи ті самі види спряжень, додаємо у складальне креслення три штифти (рис. 10.10).

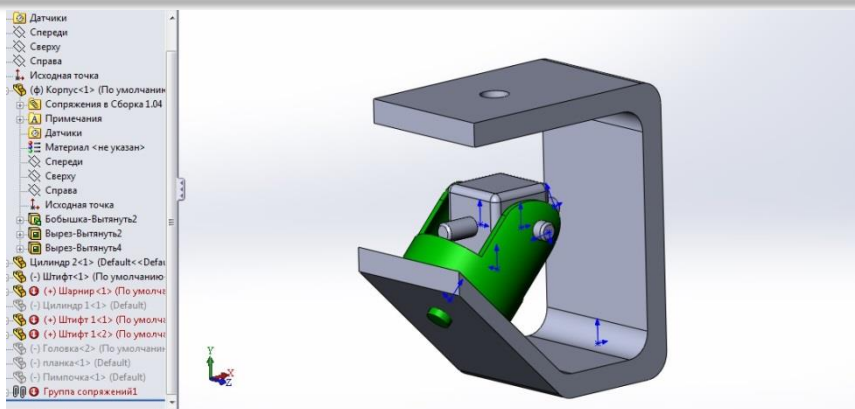


Рис. 10.10

Наступним етапом є монтаж вилки-2 із паралельним коригуванням розмірів конштейну. При цьому знову використовуємо два основні види спряження **Концентричність** та **Співпадання** (рис. 10.11).

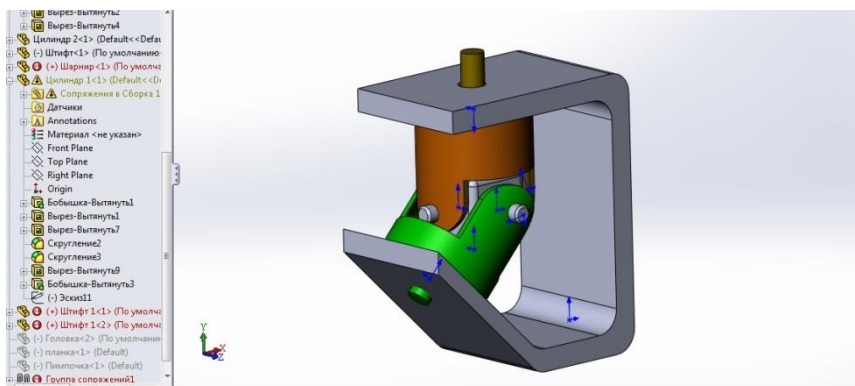


Рис. 10.11

Аналогічно додаємо до зборки деталей типу головки (рис. 10.12).

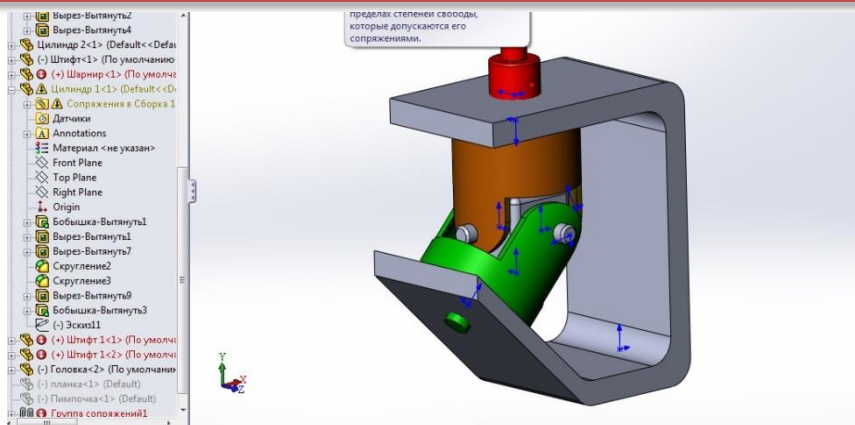


Рис. 10.12

Для сопряження планки рукоятки та головки будуть використовуватись ті ж самі види сопряжень: **Концентричність** та **Співпадання**. Обов'язковою умовою тут є те, що плоска грань на головці та в отворі планки повинні співпадати. На рисунку 10.13 ці дві грані чітко видно.

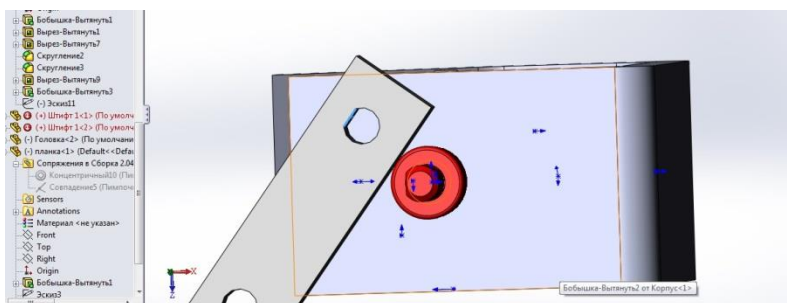


Рис. 10.13

Останнім етапом складання зборки є додавання кнопки рукоятки із використанням уже вище згаданих видів сопряження.

Після побудови спряжень всіх деталей (компонентів) складальне креслення набуде вигляду (рис. 10.14).

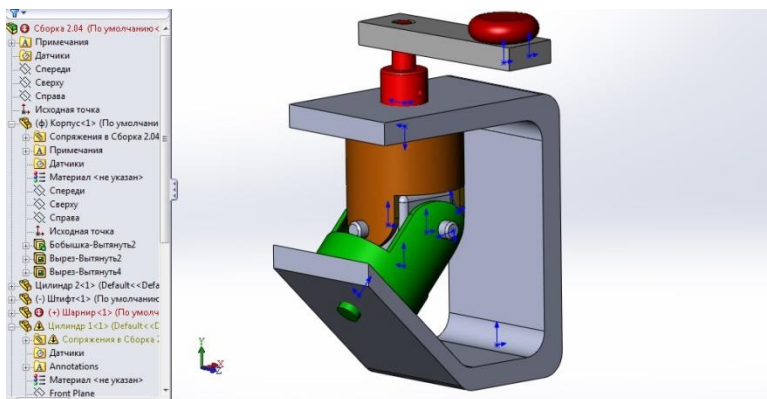


Рис. 10.14

РОЗДІЛ 11. РОБОТА ІЗ SOLIDWORKS TOOLBOX

За допомогою додатку **SolidWorks Toolbox** в складальне креслення можна додавати готові стандартні вироби. В **Toolbox** представлені наступні групи стандартних деталей (рис. 11.1).

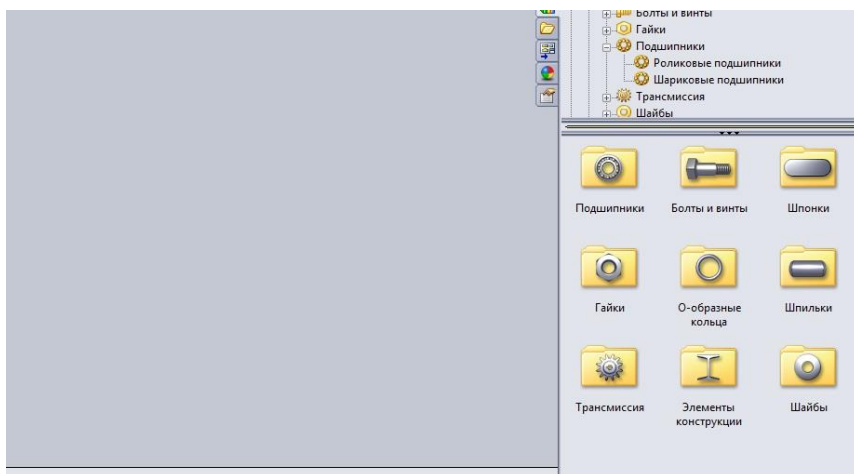


Рис. 11.1

- болти і гвинти;
- підшипники;
- гайки;
- шайби;
- трансмісії;
- шпонки
- шпильки;
- елементи конструкцій;
- кільця.

Щоб активувати Toolbox слід увійти в **Інструменти**, **Додатки** і поставити галочки біля **SolidWorks Toolbox**, **Браузер SolidWorks Toolbox** і натиснути **ОК**.

Покажемо це на прикладі. Для цього створимо деталь майбутньої зборки. Створимо блок із розмірами 100x100x20мм і виконаємо у ньому два отвори діаметром 12 мм (рис. 11.2).

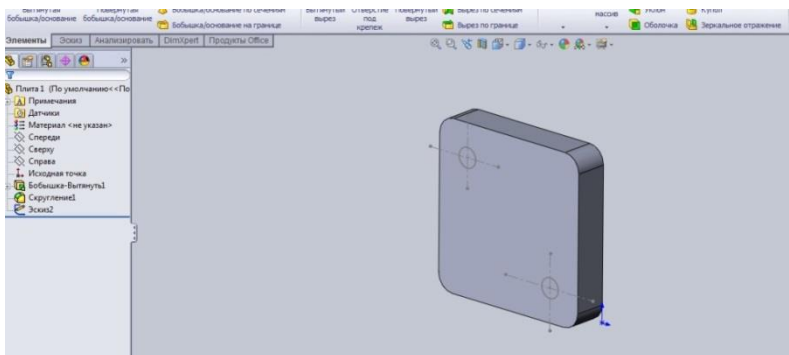


Рис. 11.2

Створивши деталь – збережемо її під ім'ям **Плита sldprt**.

Після цього створимо скаладальне креслення (рис. 11.3), у яке додамо два елемента деталі **Плита sldprt**.

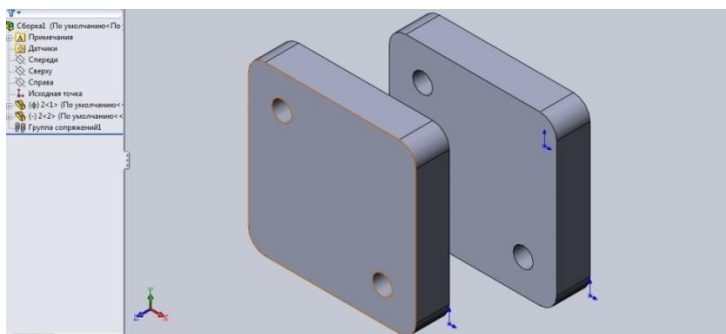


Рис. 11.3

Змінимо колір однієї із плит для того, щоб розрізнити на складальному кресленні з'єднувальні деталі (рис. 11.4)

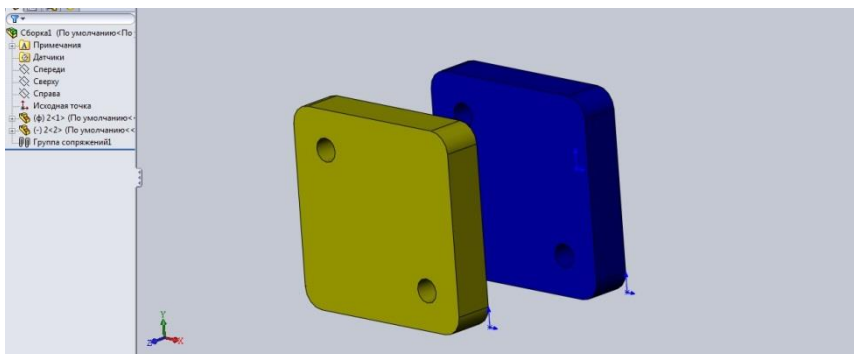


Рис. 11.4

Вирівнюємо деталі, додавши до них три умови спряження і збережемо складальне креслення як СКПлити **sldasm** (рис. 11.5).

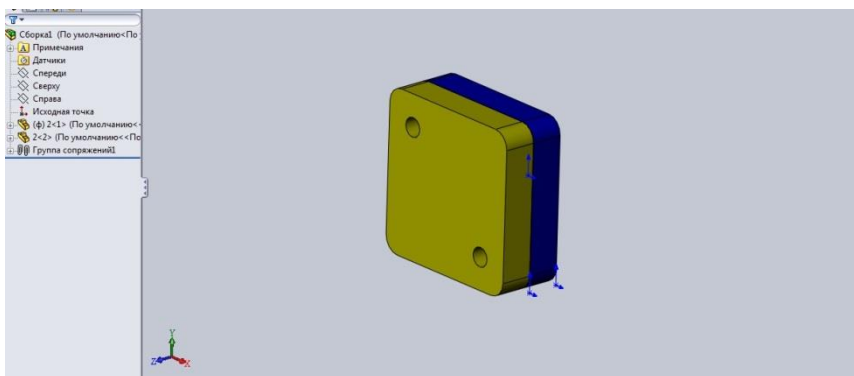


Рис. 11.5

Тепер будемо додавати до заданого складального креслення стандартний болт із шестигранною головкою, який знаходиться у бібліотеці **SolidWorks Toolbox**.

Вибираємо вкладку **Toolbox**, стандарт **ISO**, болти і гвинти (рис. 11.6).

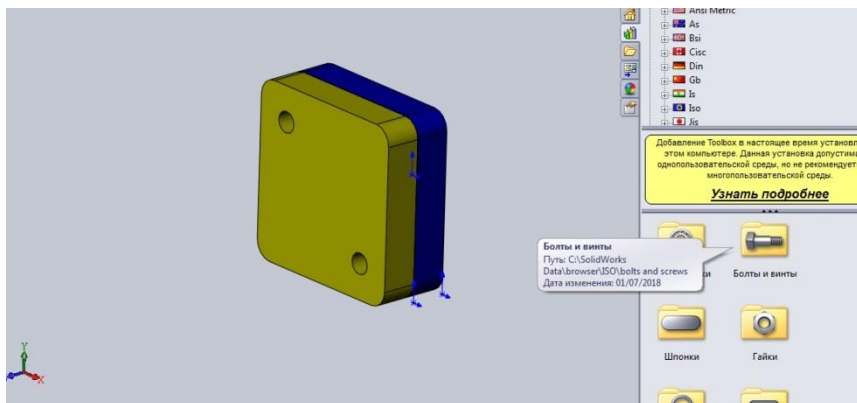


Рис. 11.6

На вкладці **Toolbox** з'явиться попереднє зображення деталі, яку ми перетягуємо мишкою на поле складального кресленника (рис. 11.7).

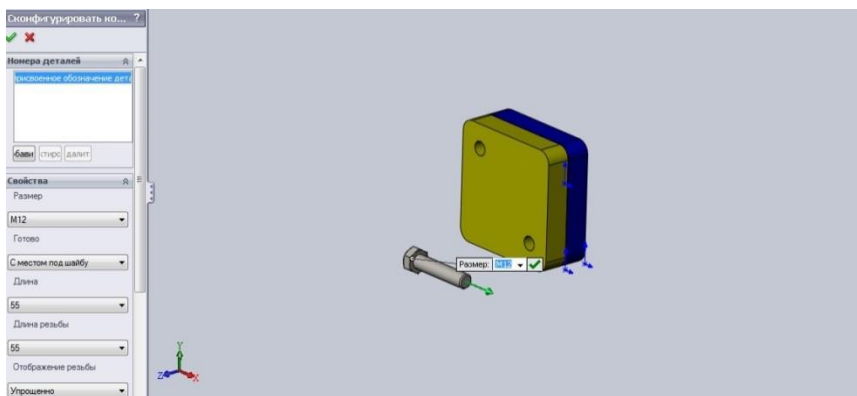


Рис. 11.7

Паралельно можна відредагувати параметри вибраного болта. А за допомогою мишки розташовуємо болт у одному із отворів а потім у іншому (рис. 11.8).

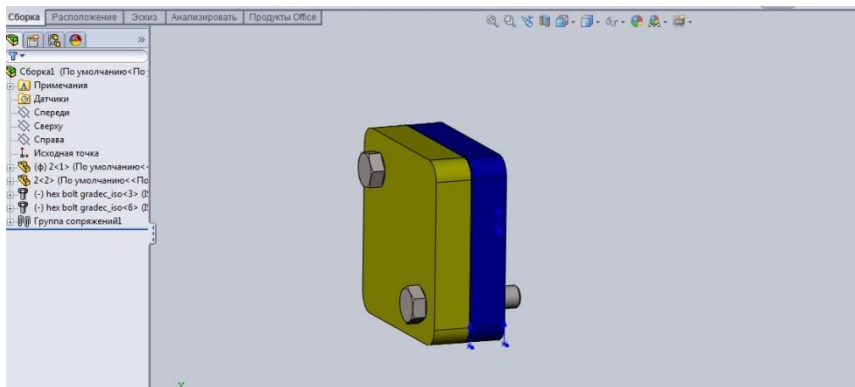


Рис. 11.8

Повертаємо складальне креслення тильним боком і використовуючи бібліотеку **Toolbox** додаємо у збірку гайку, редагуючи на кресленні її параметри (рис. 11.9).

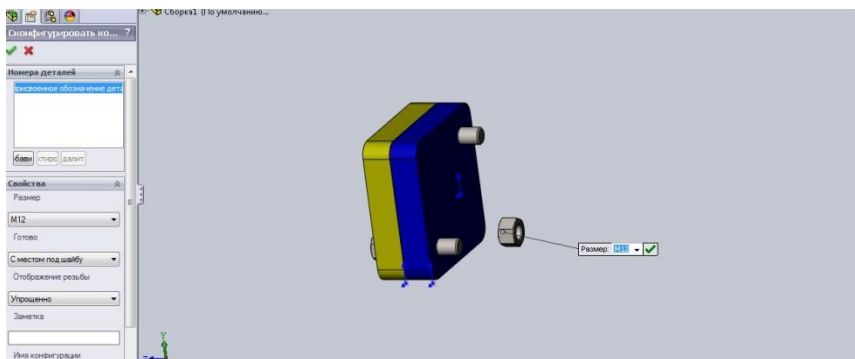


Рис. 11.9

У такий же спосіб поміщаємо другу гайку на складальному кресленнику. Результат моделювання кріпильного виробу наведено на рис. 11.10.

Перебудовуємо отриманий кресленник і зберігаємо у потрібному форматі.

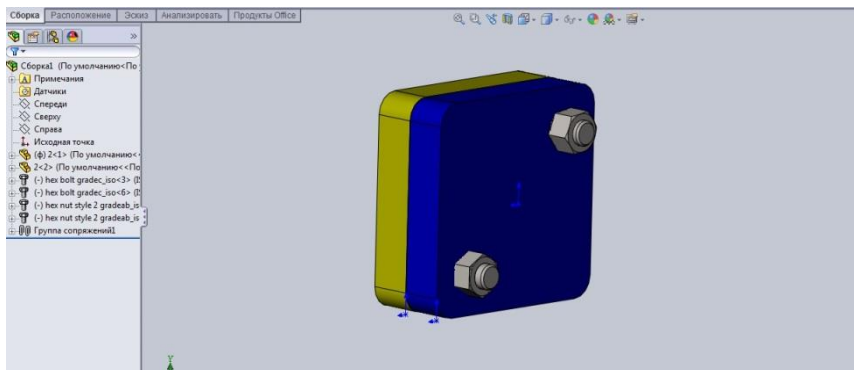


Рис. 11.10

Слід зазначити, що у процесі моделювання можна коригувати ряд параметрів кріпильного виробу, використовуючи базове **Дерево конструювання** (наприклад – довжину болтів).



РОЗДІЛ 12. ІМПОРТ ТА ЕКСПОРТ ДОКУМЕНТІВ В SOLIDWORKS

SolidWorks надає широкі можливості взаємодії із різними додатками двовимірного і тривимірного проектування. Доступні методи перетворення даних із різних додатків для документів **SolidWorks** представлені у таблиці.

Методи перетворення даних для документів SolidWorks						
Додатки	Деталі		Зборки		Креслення	
	Імпорт	Експорт	Імпорт	Експорт	Імпорт	Експорт
ACIS (*.sat)	+	+	+			
Autodesk Inventor	+					
CADKEY (*.prt)	+		+			
Catia Graphics (*.cgr)	+	+	+	+		
DXF 3D (*.dxf)	+					
DXF/DWG (*.dxf, *.dwg)	+				+	+
eDrawing (*.eprt, *.easm, *.edrw)		+		+		+
HCG (*.hcg)		+		+		
HOOPS (*.hsf)		+		+		
IGES (*.igs, *.iges)	+	+	+	+		
JPEG (*.Jpg)		+		+		+
Mechanical Desktop (*.dxf, *.dwg)	+		+			
Pro/Engineer (*.prt, *.xpr, *.asm, *.xas)	+	+	+	+		
Solid Edge (*.par)	+					
STEP AP203/214 (*.step, *.stp)	+	+	+	+		
STL (*.stl)		+		+		
TIFF (*.tif)	+	+	+	+		+
Unigraphics II (*.prt)	+		+			
VDAFS (*.vda)	+	+				
Viewpoint (*.mts)		+		+		
VRML (*.wrl)	+	+	+	+		
RealityWaveZGL (*.zgl)		+	+	+		

Порядок дій при імпорті документів із інших програм в **SolidWorks** схожий на порядок відкриття документа у цій програмі. Для прикладу імпортуємо документ у форматі AutoCAD (*.dwg).

Для цього відкриємо потрібний документ формату (*.dwg) (рис. 12.1).

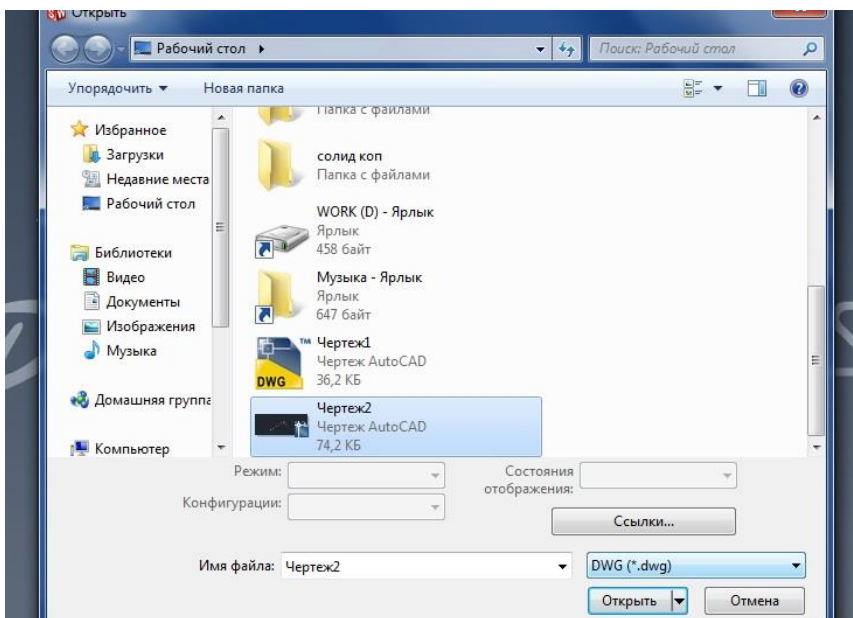


Рис. 12.1

Перед нами з'явиться вікно імпорту файлів DWG/DXF (рис. 12.2), яке дозволяє вибрати метод відкриття файлу. У вікні, що відкрилося можна вибрати **Створити нове креслення, перетворити в об'єкти SolidWorks** і натиснути **Далі**.

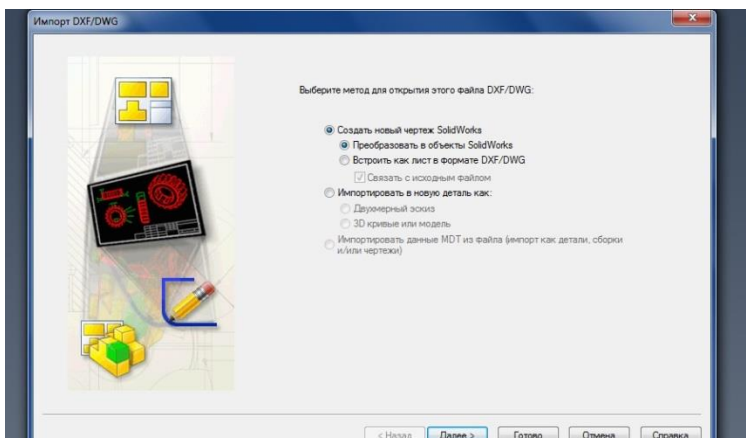


Рис. 12.2

У наступному вікні можна вибрати потрібні слої кресленника (рис. 12.3), далі встановити необхідні параметри кресленника (рис. 12.4) і натиснути **Готово**.

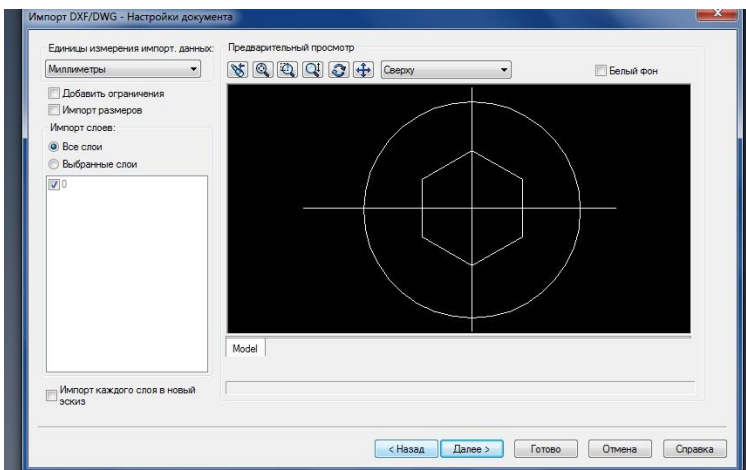


Рис. 12.3

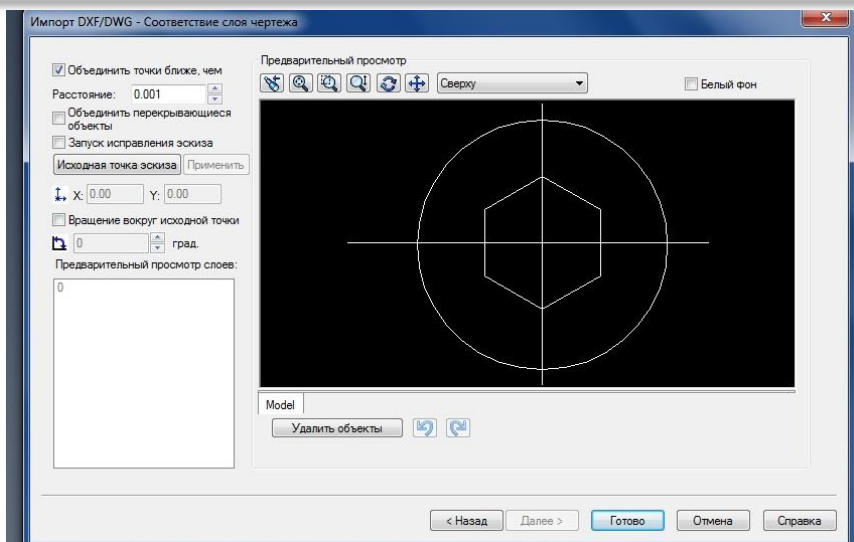


Рис. 12.4

SolidWorks відкриє потрібний документ (рис. 12.5), із яким далі можна працювати як зі звичайним документом цієї програми.

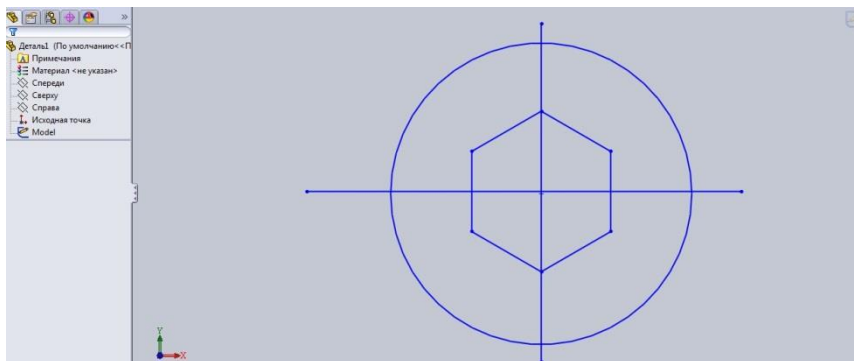


Рис. 12.5

Порядок дій при експорті документів **SolidWorks** в інші формати схожий на процедуру збереження документа у цій програмі.

У якості прикладу збережемо документ імпортований із **AutoCAD** і відредагований у **SolidWorks** (рис. 12.6) назад у формат **DWG**. Для цього тиснемо **Зберегти як** і вибираємо формат **(* .dwg)** (рис. 12.7).

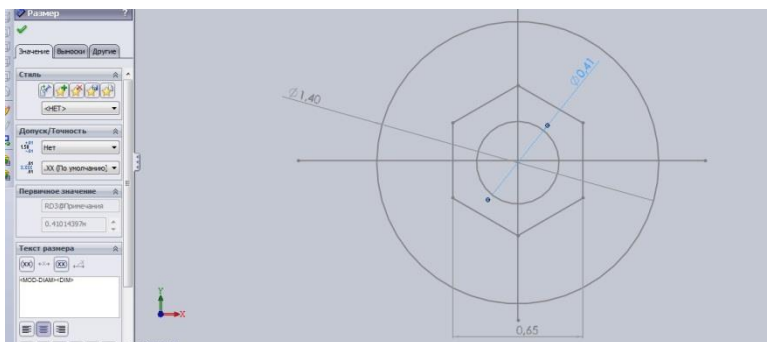


Рис. 12.6

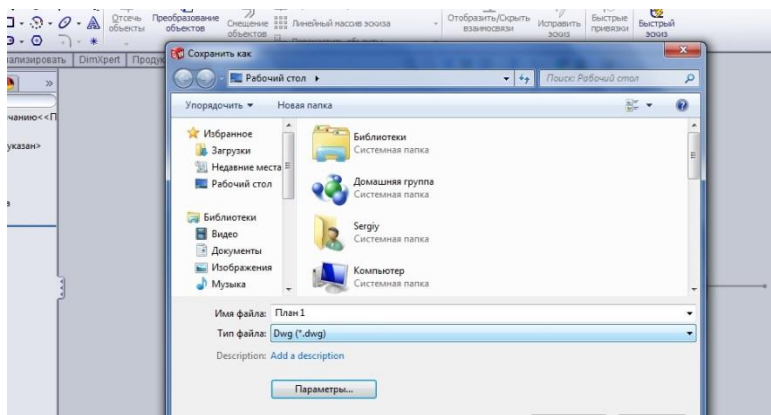


Рис. 12.7

З'явиться вікно **Параметри експорту** (рис. 12.8), яке дозволяє вибрати:

- версію AutoCAD, для якої буде експортуватися документ;
- шрифти (TrueType Windows або стандартні для AutoCAD);
- типи ліній (Стандартні стилі AutoCAD або налаштування Solidworks);
- кількість листів.

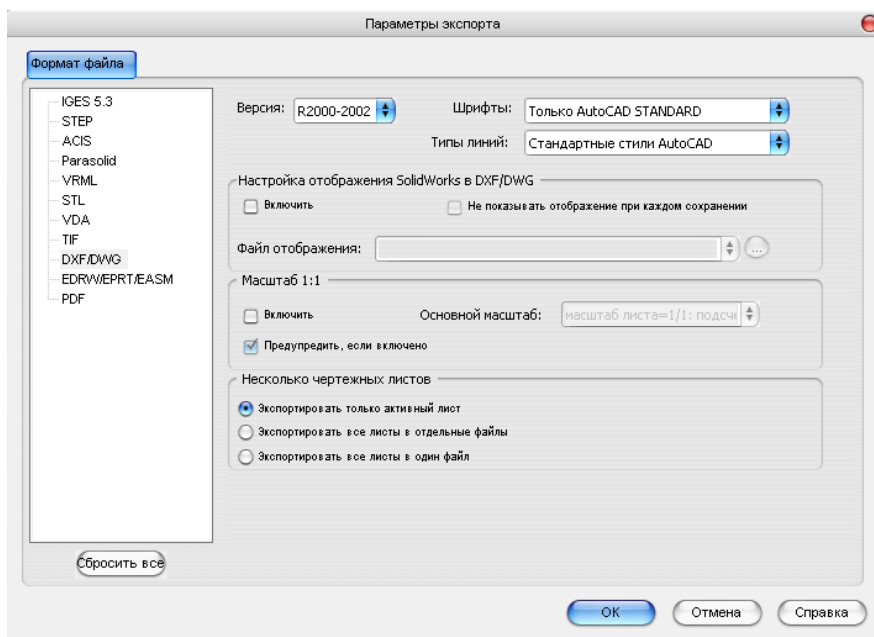


Рис. 12.8

Після закінчення редагування параметрів експорту тиснемо **Ок**, **Зберегти**. Далі документ вільно відкривається в **AutoCAD** (рис.12.9) із можливостями наступного редагування.

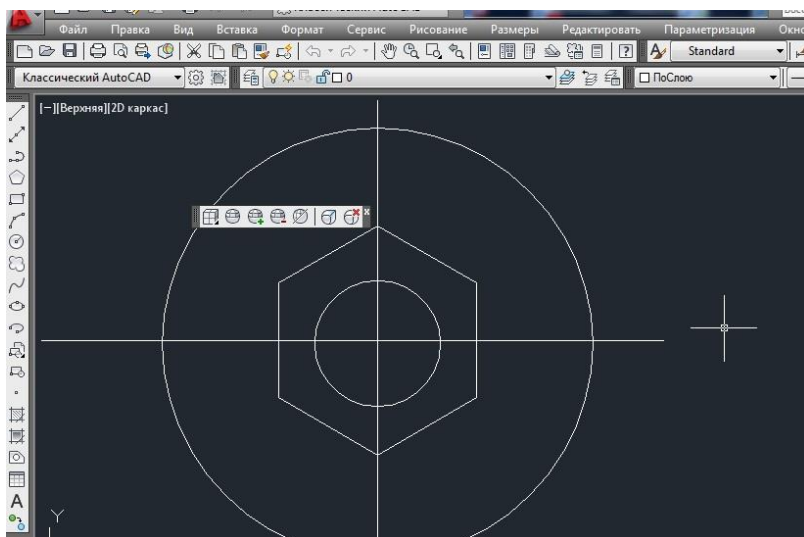


Рис. 12.9



ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

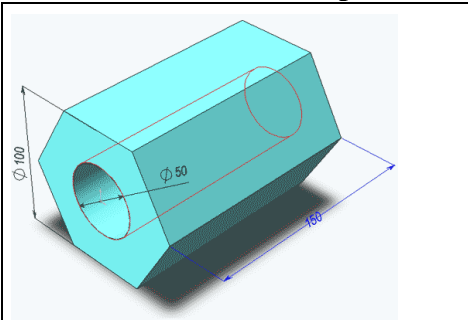
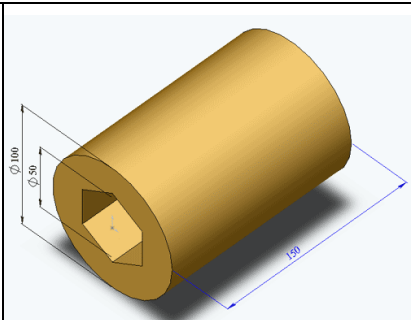
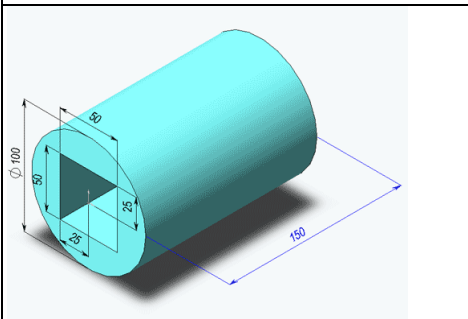
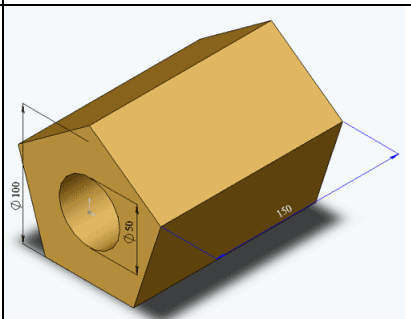
Лабораторна робота 1.

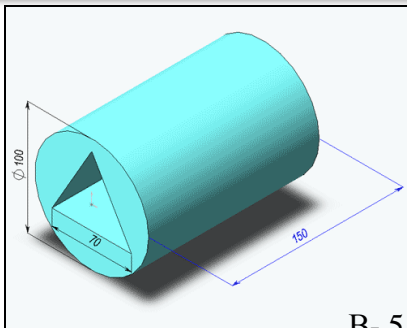
Завдання: За заданим варіантом створити у програмі **SolidWorks** модель деталі, використовуючи лише один ескіз у площині **Справа**.

Мета роботи: Закріплення навичок створення простої моделі із застосуванням інструментів ескіза - прямокутник, багатокутник, коло, із нанесенням розмірів, додаванням бобишки, вирізу, зміною елементів (додавання округлень, зміною розмірів).

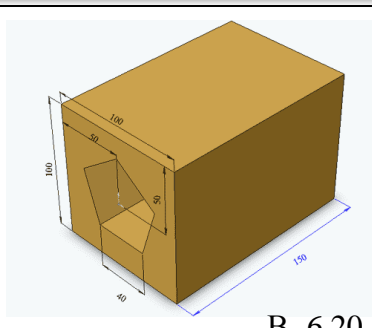
Варіанти завдань

Таблиця 1д

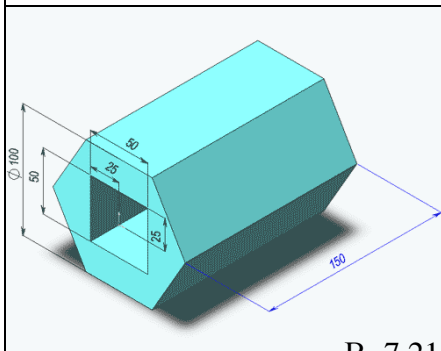
 <p style="text-align: center;">В-1,15</p>	 <p style="text-align: center;">В- 2,16</p>
 <p style="text-align: center;">В- 3,17</p>	 <p style="text-align: center;">В- 4,18</p>



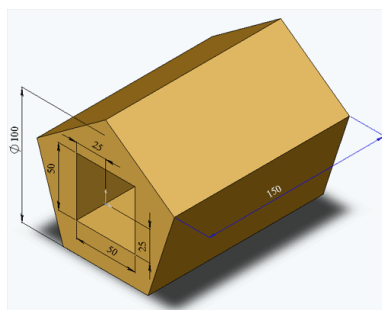
В- 5,19



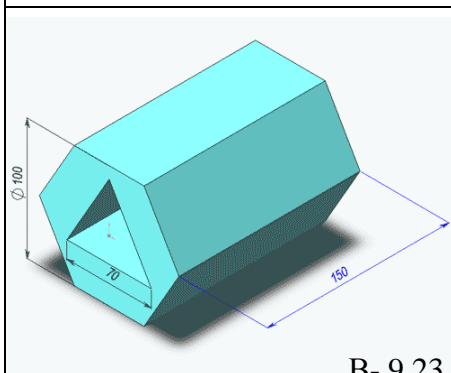
В- 6,20



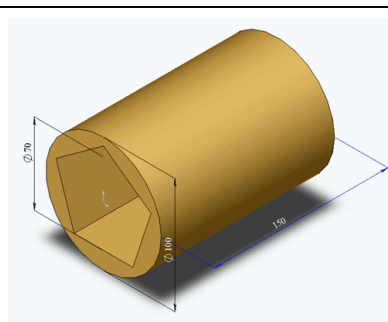
В- 7,21



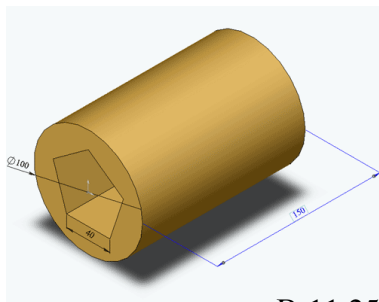
В- 8,22



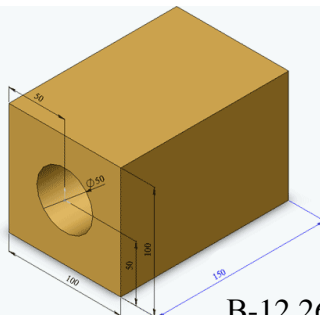
В- 9,23



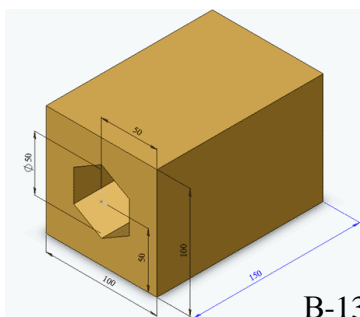
В-10,24



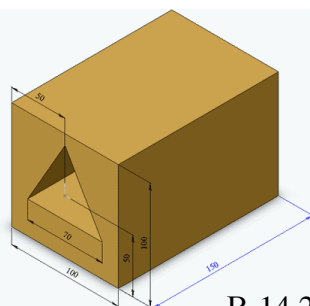
В-11,25



В-12,26



В-13,27



В-14,28

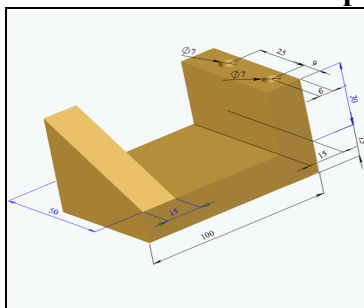
Лабораторна робота 2.

Завдання: За заданим варіантом створити модель деталі у програмі **SolidWorks**.

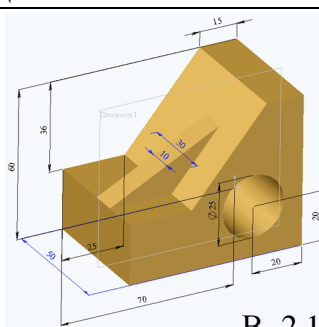
Мета роботи: Створення простих моделей із застосуванням нескладних ескізів та елементів: додаванням бобишки, створення вирізів, отворів, додавання округлень, дзеркальне відображення елементів.

Варіанти завдань

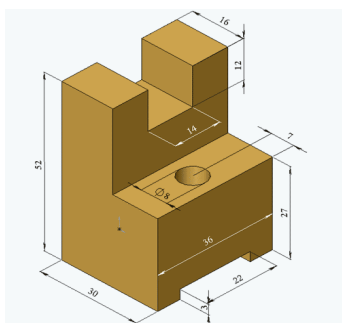
Таблиця 2д



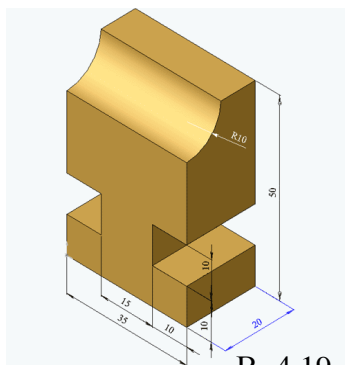
В- 1,16



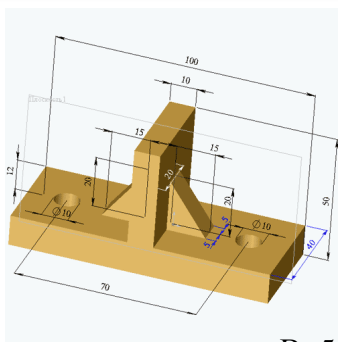
В- 2,17



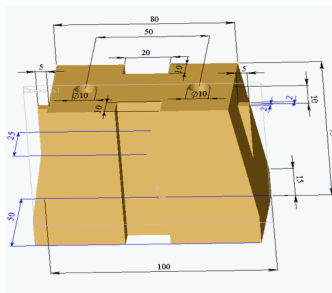
В- 3,18



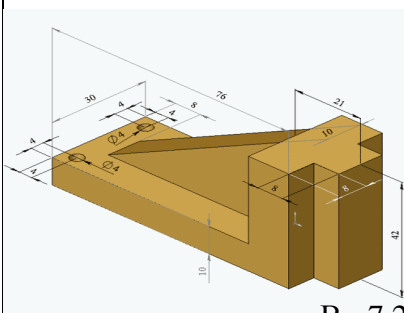
В- 4,19



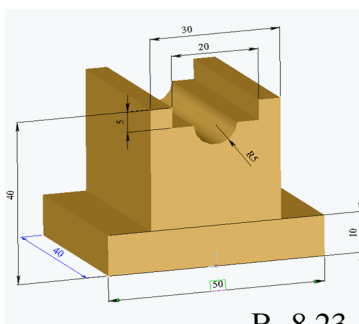
B- 5,20



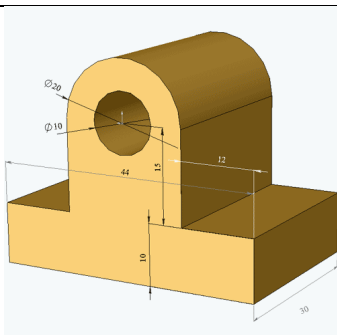
B- 6,21



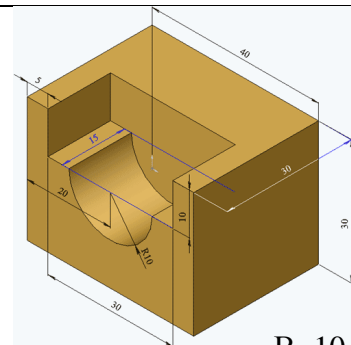
B- 7,22



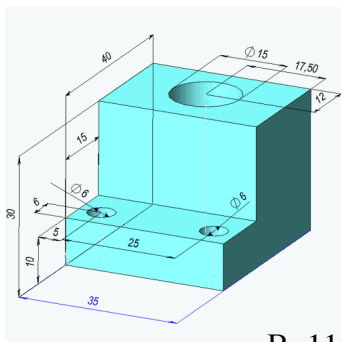
B- 8,23



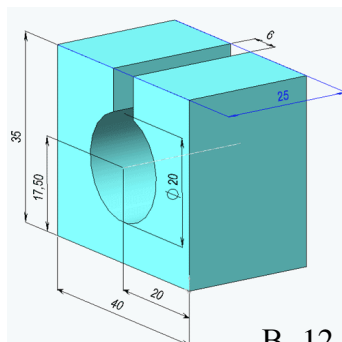
B- 9,24



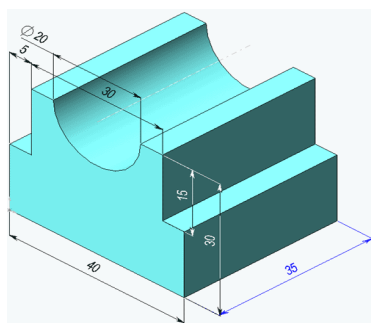
B- 10,25



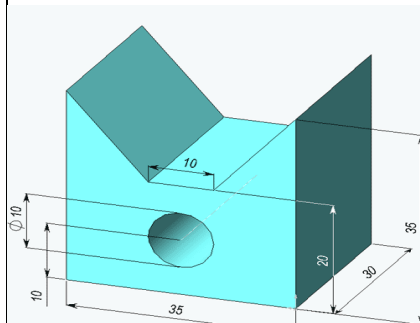
B- 11,26



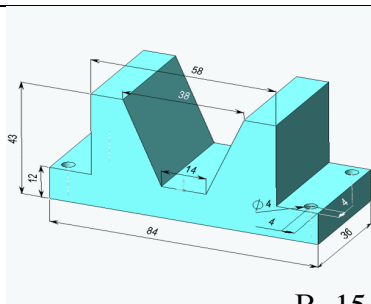
B- 12,27



B- 13,28



B- 14,29



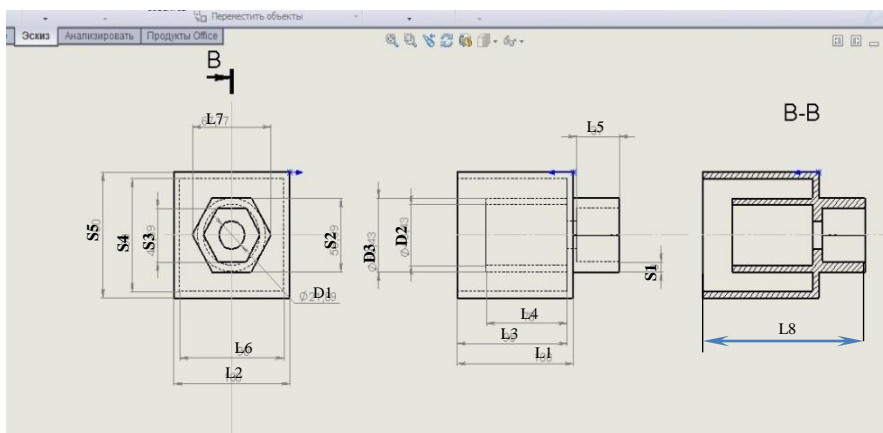
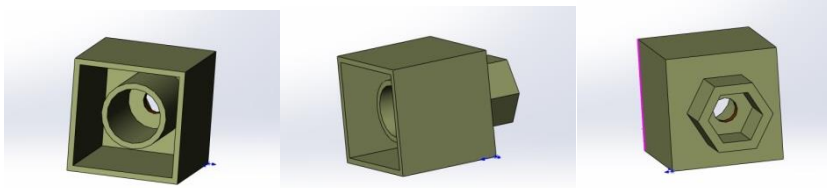
B- 15,30

Лабораторна робота 3.

Завдання: За заданим варіантом (таблиця 3д) створити у програмі **SolidWorks** модель простої тонкостінної деталі (типу оболонка).

Мета роботи: Створення простої моделі основи із застосуванням інструментів ескиза - прямокутник, коло, нанесенням розмірів, додаванням бобишки, вирізу, створенням оболонки, зміною елементів (додавання скруглень, зміною розмірів).

Варіанти завдань





Таблиця 3д

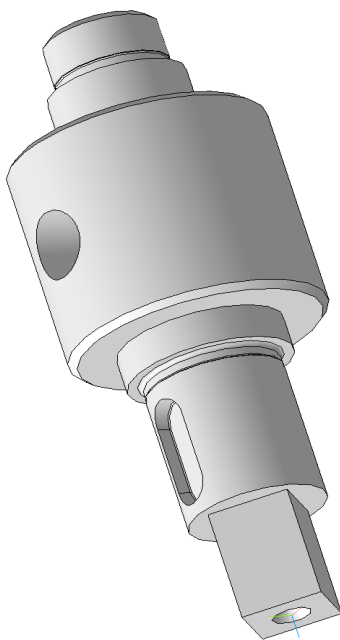
N	L1	L2	L4	L5	L7	L8	S1	S4	S5	D1	D2	D3
1	100	100	70	20	50	140	3	90	100	20	42	50
2	100	100	70	20	50	130	3	90	100	20	42	50
3	100	100	70	20	50	120	3	90	100	20	42	50
4	100	100	70	20	50	150	3	90	100	20	42	50
5	100	100	70	20	50	130	3	90	100	20	42	50
6	100	100	60	20	50	140	3	90	100	20	42	50
7	90	90	60	20	50	140	3	80	90	20	42	50
8	90	90	60	20	50	140	3	80	90	20	42	50
9	90	90	60	20	50	150	3	80	90	20	42	50
10	90	90	60	20	50	140	3	80	90	20	42	50
11	90	90	60	20	50	140	3	80	90	20	42	50
12	90	90	80	20	50	140	3	80	90	20	42	50
13	110	100	80	20	50	140	3	90	100	20	42	50
14	110	80	80	20	50	140	3	70	80	20	40	50
15	110	90	80	20	50	140	3	80	90	20	40	50
16	110	110	80	20	50	140	3	100	110	20	40	50
17	110	100	80	20	50	140	3	90	100	20	40	50
18	110	100	50	20	50	140	3	90	100	20	40	50
19	80	80	50	20	50	120	3	70	80	20	40	50
20	80	80	50	20	50	130	3	70	80	20	40	50
21	80	90	50	20	50	150	3	80	90	20	40	50
22	80	90	50	20	50	120	3	80	90	20	40	50
23	80	90	50	20	50	130	3	80	90	20	40	50
24	80	90	50	20	50	110	3	80	90	20	40	50
25	80	100	50	20	50	110	3	90	100	20	40	50
26	120	100	50	20	50	140	3	90	100	20	40	50
27	120	100	50	20	50	140	3	90	100	20	40	50
28	120	100	50	20	50	150	3	90	100	20	40	50
29	120	120	50	20	50	150	3	110	120	20	40	50
30	120	130	50	20	50	150	3	120	130	20	40	50

Лабораторна робота 4.

Завдання: За заданим варіантом створити модель та креслення деталі типу “Вал” у програмі **SolidWorks**. На кресленику деталі нанести необхідні розміри.

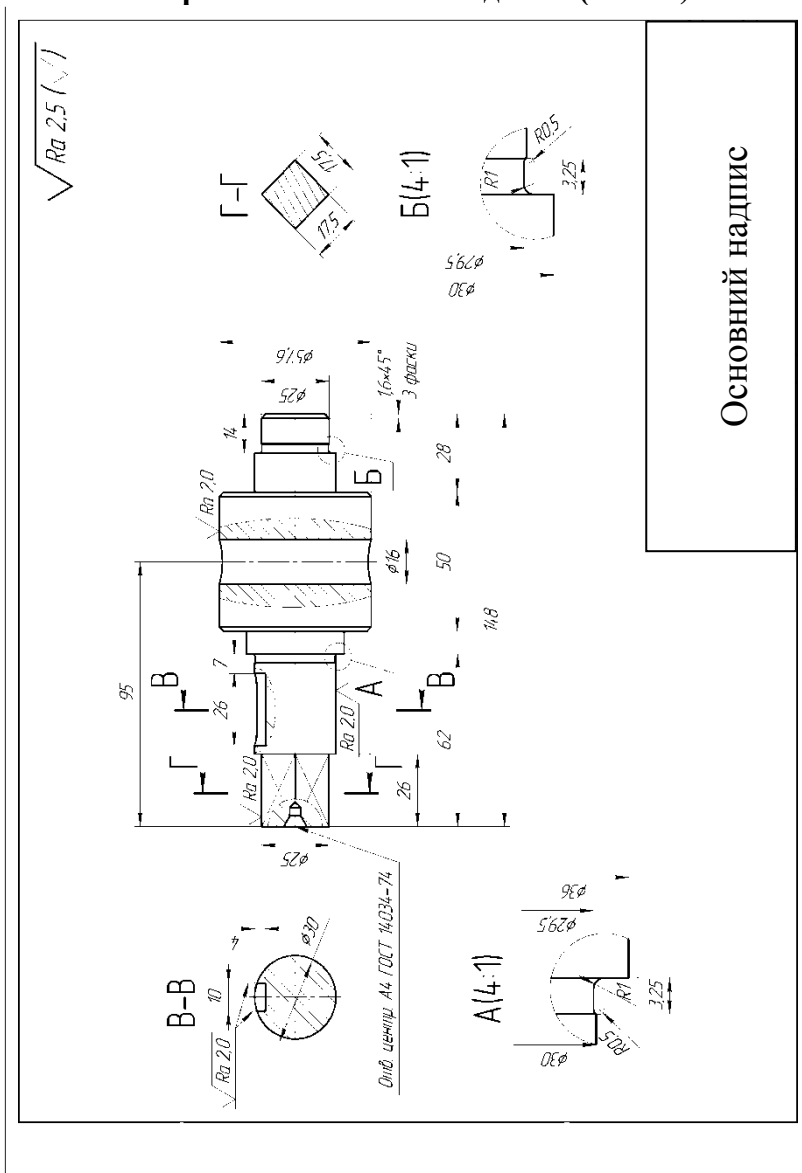
Мета роботи: Створення моделі деталі типу “Вал”. Створення креслення деталі, використовуючи іменовані види, поперечні і місцеві розрізи, перерізи та нанесення необхідних розмірів, шорткості та ін.

Зразок виконання завдання (лист 1).



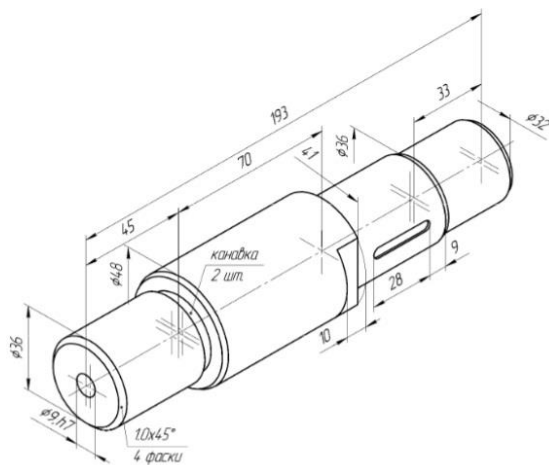


Зразок виконання завдання (лист 2).

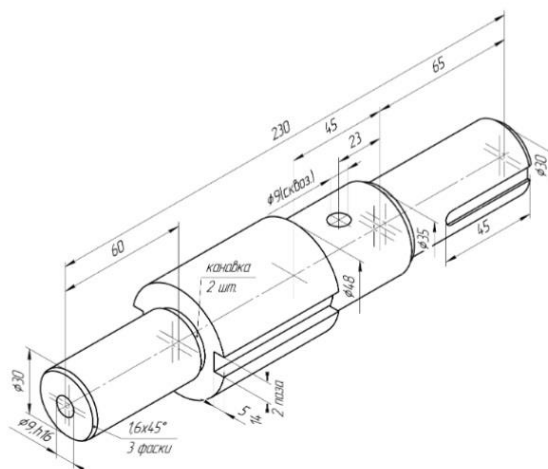


Основний надпис

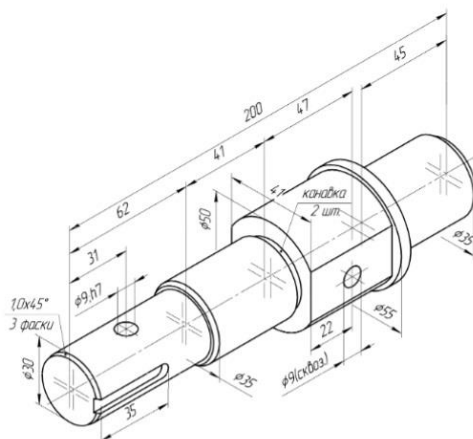
В-3



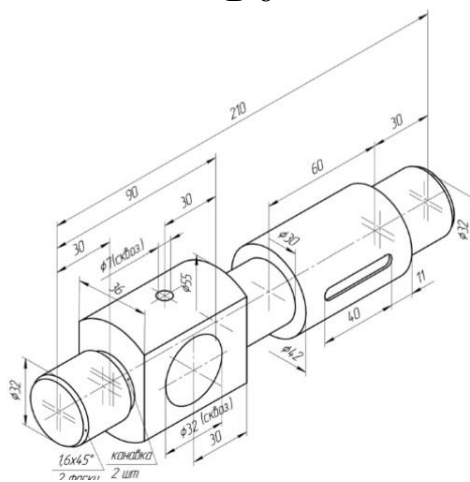
В-4



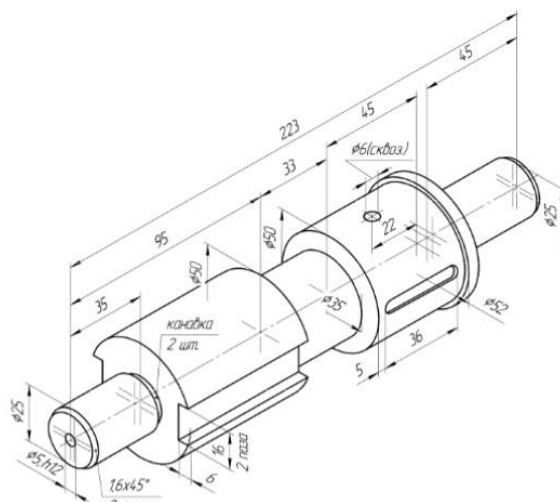
В-5



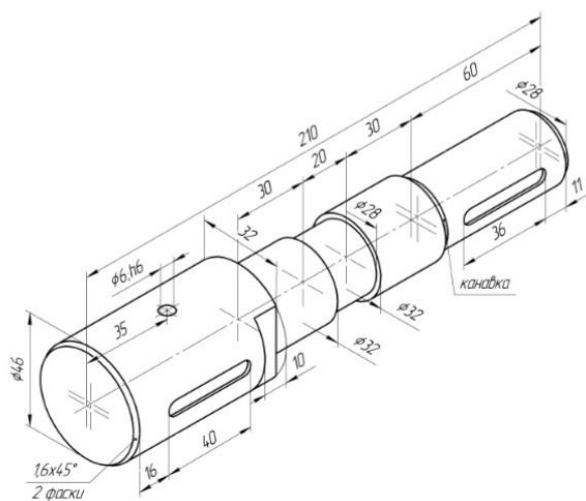
В-6



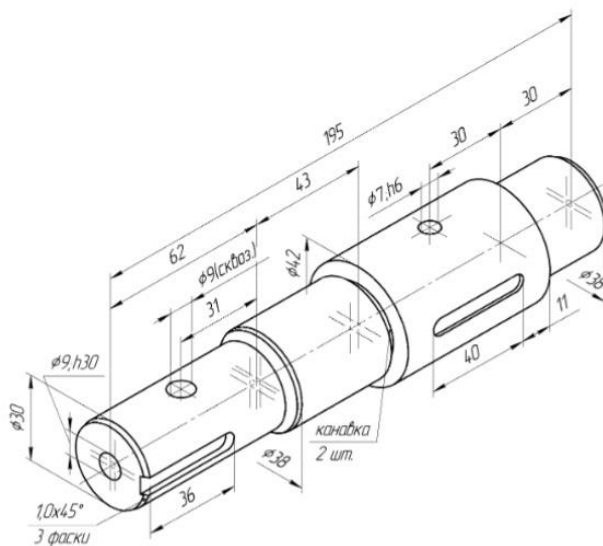
В-7



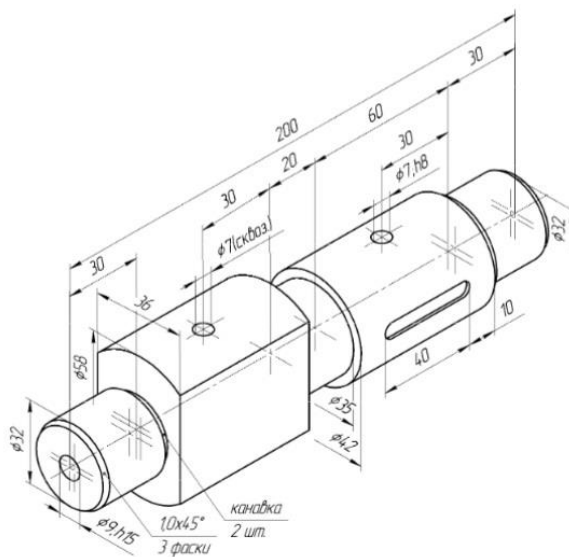
В-8



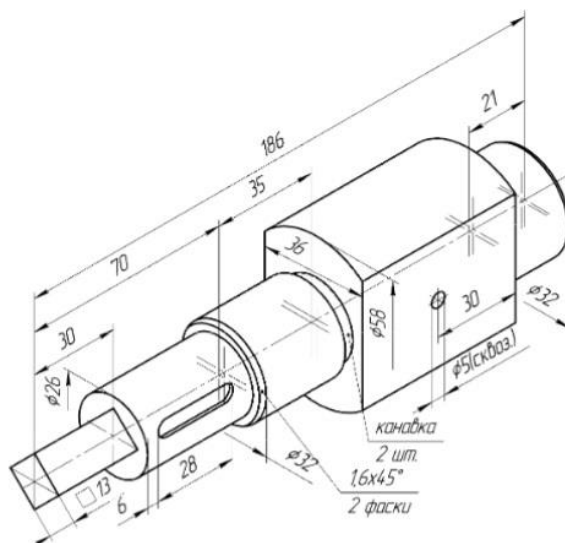
В-9



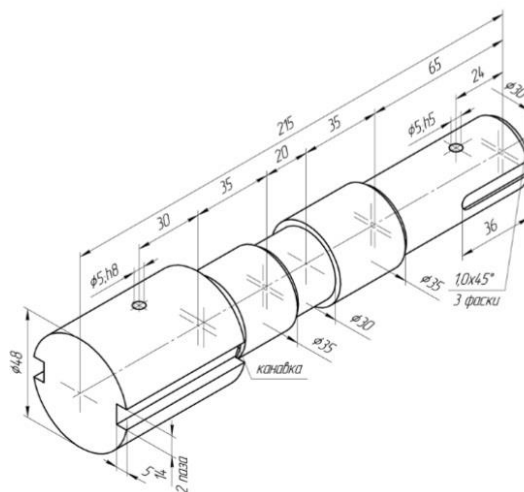
В-10



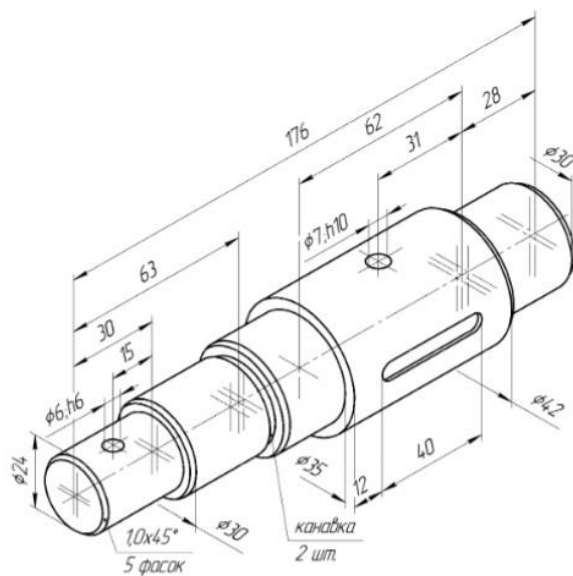
В-11



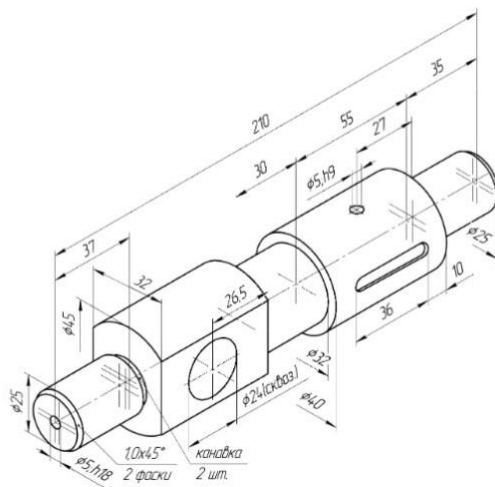
В-12



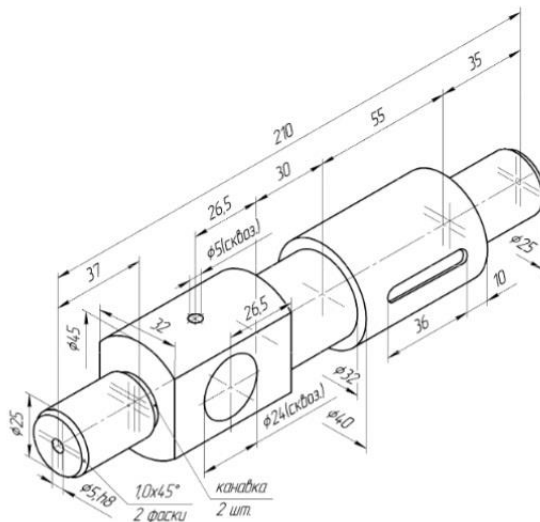
В-13



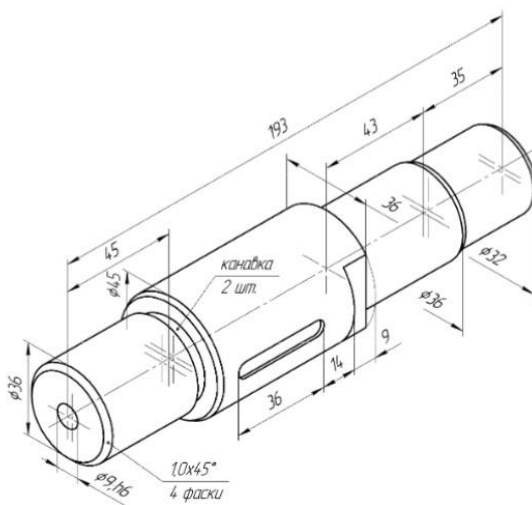
В-14



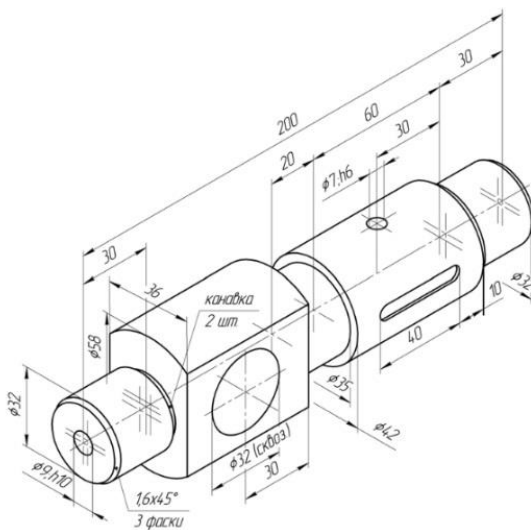
В-15



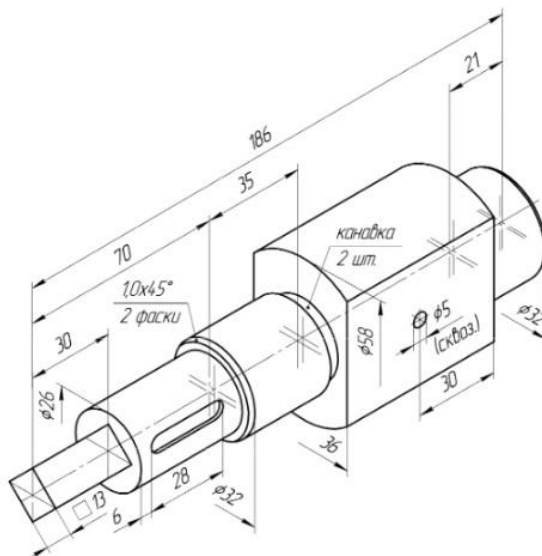
В-16



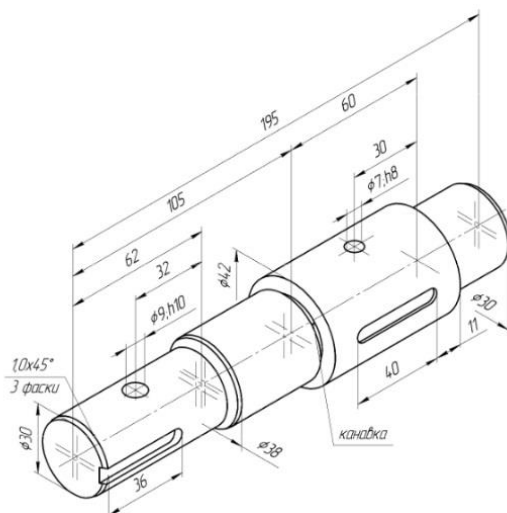
В-19



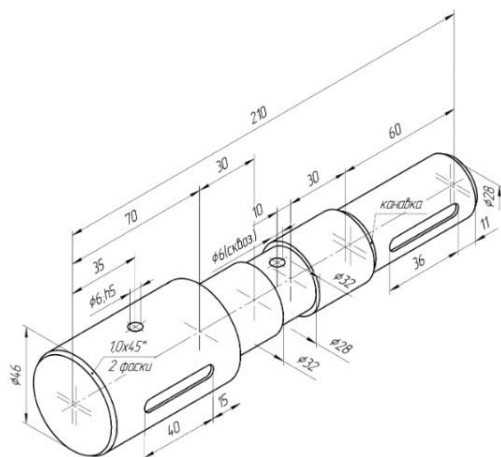
В-20



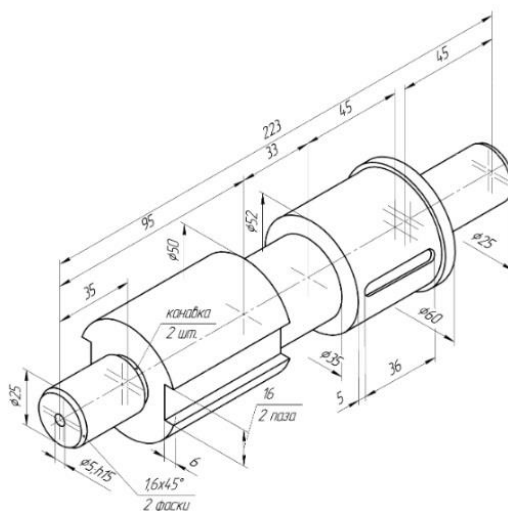
В-21



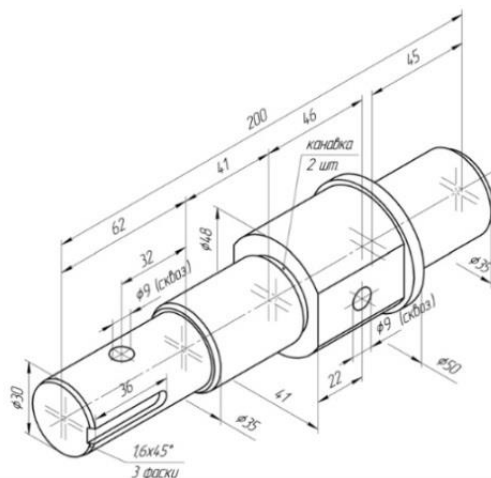
В-22



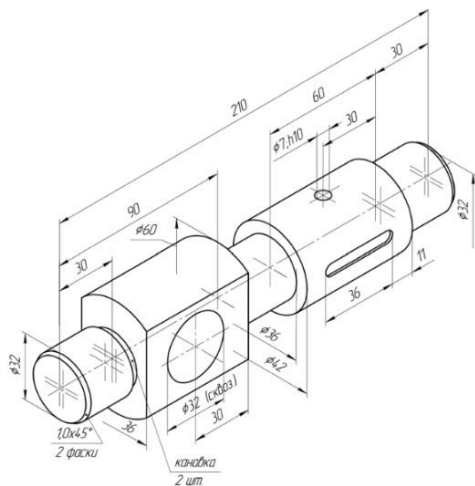
В-23



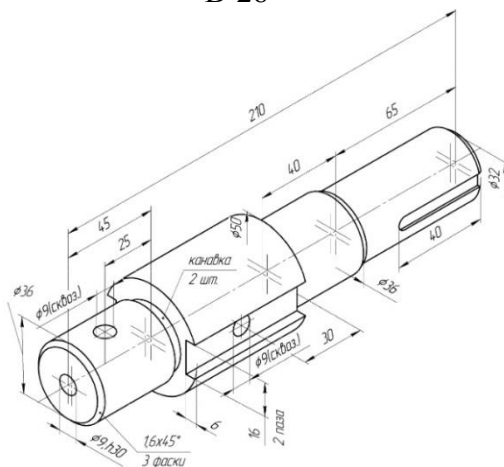
В-24



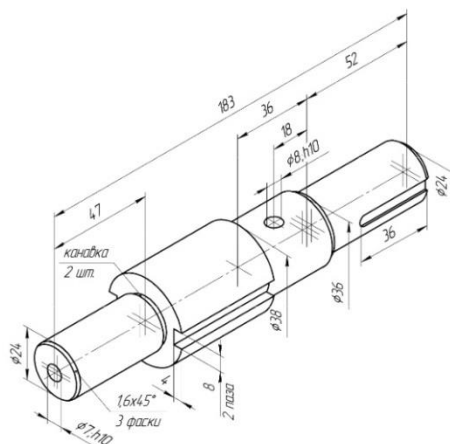
В-25



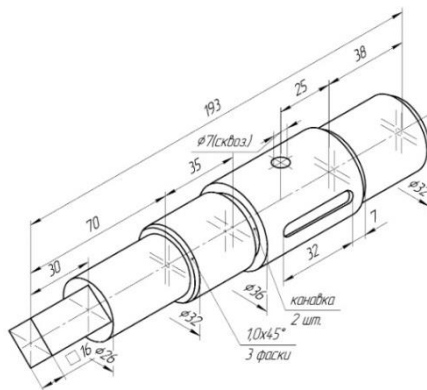
В-26



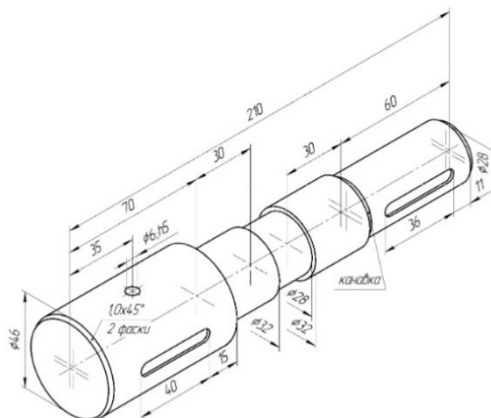
В-27



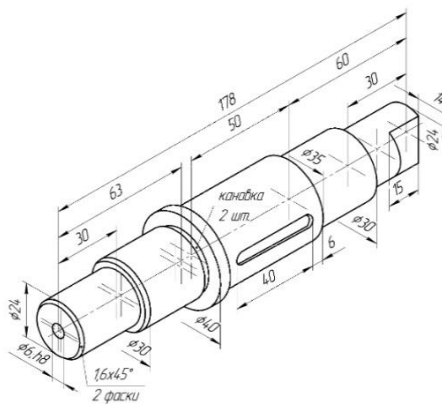
В-28



В-29



В-30

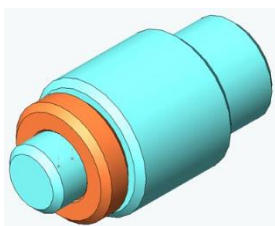


Лабораторна робота 5.

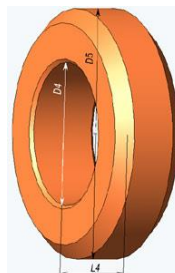
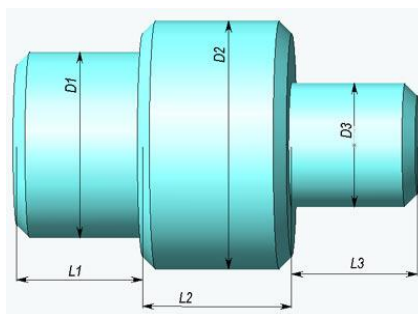
Завдання: За заданим варіантом створити моделі циліндричних деталей та зборку у програмі **SolidWorks**.

Мета роботи: Створення елементів "фаска" на моделях простих циліндричних деталей. Створення зборки простих циліндричних моделей деталей на основі спряжень "Концентричність" та "Збіг" у **SolidWorks**.

Зовнішній вигляд зборки.



Розміри деталей.



Розміри фасок: зовнішні фаски - 2 фаски 2x45;
внутрішні фаски – 2 фаски 0.5x45



Варіанти завдань

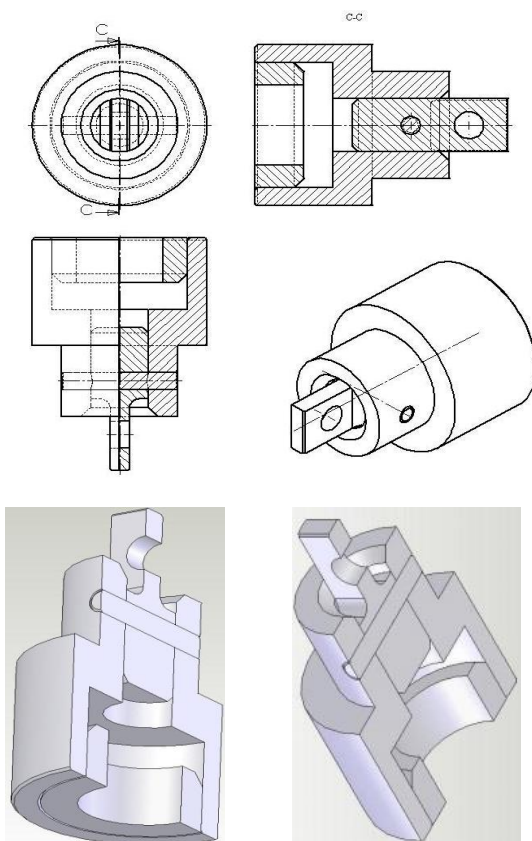
Таблиця 5д

N	D1	D2	D3	L1	L2	L3	D4	D5	L4
1	20	30	25	25	25	25	20	60	20
2	30	40	35	30	35	30	30	90	25
3	40	50	35	35	45	40	40	100	30
4	50	70	40	40	55	50	40	110	45
5	60	80	45	45	65	60	60	115	40
6	70	90	50	50	75	75	50	120	70
7	80	110	70	55	85	90	80	150	50
8	90	120	75	60	95	95	75	155	90
9	100	130	80	65	105	100	100	160	60
10	110	150	85	70	115	105	85	160	100
11	120	160	90	75	125	100	120	160	70
12	130	170	100	80	135	105	100	170	100
13	140	200	110	85	145	100	140	175	80
14	150	210	115	90	155	105	115	155	100
15	160	220	120	95	165	100	160	200	90
16	170	230	125	100	170	110	130	210	100
17	180	240	130	105	175	120	135	220	110
18	190	250	135	110	180	130	140	230	120
19	200	260	140	115	185	140	145	240	130
20	210	270	145	120	190	150	150	250	140
21	20	30	25	25	25	25	100	160	60
22	30	40	35	30	35	30	85	160	100
23	40	50	35	35	45	40	120	160	70
24	50	70	40	40	55	50	100	170	100
25	60	80	45	45	65	60	140	175	80
26	70	90	50	50	75	75	115	155	100
27	80	110	70	55	85	90	160	200	90
28	90	120	75	60	95	95	130	210	100
29	100	130	80	65	105	100	135	220	110
30	20	30	25	25	25	25	140	230	120

Лабораторна робота 6.

Завдання: За заданим варіантом створити моделі деталей типу "корпус", "кільце", "вал" і "штифт" та збірку у програмі **SolidWorks**. Створити креслення усіх деталей і збірки, а також створити специфікацію до збірки.

Мета роботи: Створення збірки з моделей деталей типу "корпус", "кільце", "вал" і "штифт".

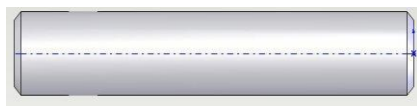
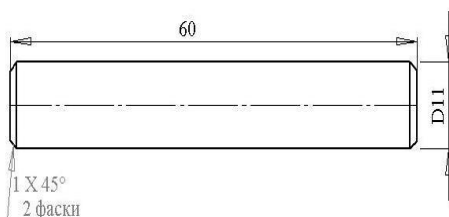


Варіанти завдань

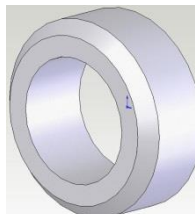
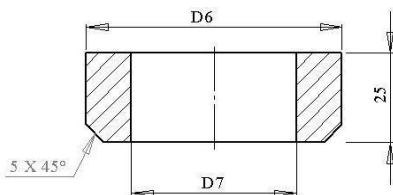
Таблиця бд

N	D1	D2	D3, D6	D4, D8	D5, D10, D11	D7	D9	L1	L2	L3	L4
1	90	60	70	30	10	45	15	20	10	20	20
2	95	65	75	35	10	50	15	20	10	20	20
3	100	70	80	40	10	55	15	20	15	20	20
4	105	75	85	45	10	60	15	20	15	20	20
5	110	80	90	50	15	65	20	20	20	20	20
6	115	85	95	55	15	70	20	20	20	20	20
7	120	90	100	60	15	75	20	20	25	20	20
8	125	95	105	65	15	80	20	25	25	25	15
9	130	100	110	70	15	85	20	25	30	25	15
10	135	105	115	75	20	90	20	25	30	25	15
11	140	110	120	80	20	95	20	25	35	25	15
12	145	115	125	85	20	100	25	25	35	25	15
13	150	120	130	90	20	105	25	25	40	25	15
14	155	125	135	95	20	110	25	25	40	25	15
15	160	130	140	100	20	115	25	25	45	25	15
16	165	135	145	105	25	120	30	30	45	30	20
17	170	140	150	110	25	125	30	30	45	30	20
18	175	145	155	115	25	130	30	35	50	35	20
19	180	150	160	120	25	135	30	35	50	35	20
20	185	155	165	125	25	140	30	35	50	35	20
21	115	85	95	55	15	70	20	20	20	20	20
22	120	90	100	60	15	75	20	20	25	20	20
23	125	95	105	65	15	80	20	25	25	25	15
24	130	100	110	70	15	85	20	25	30	25	15
25	135	105	115	75	20	90	20	25	30	25	15
26	140	110	120	80	20	95	20	25	35	25	15
27	145	115	125	85	20	100	25	25	35	25	15
28	150	120	130	90	20	105	25	25	40	25	15
29	155	125	135	95	20	110	25	25	40	25	15
30	115	85	95	55	15	70	20	20	20	20	20

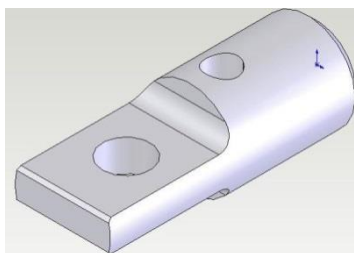
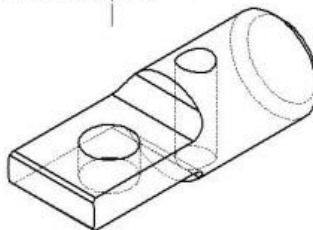
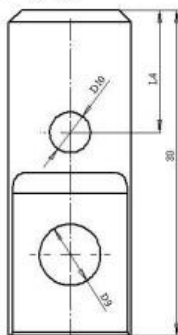
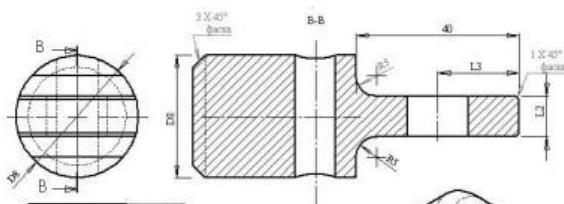
Деталь типу “штифт”



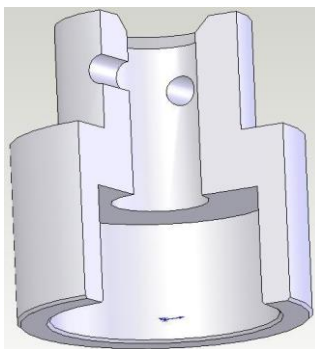
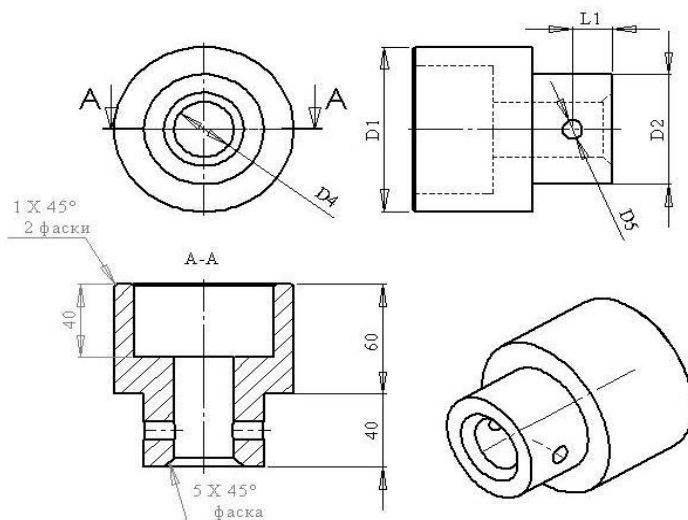
Деталь типу “кільце”



Деталь типу “вал”



Деталь типу “корпус”





Глосарій

Toolbox

Бібліотека стандартних деталей, які повністю інтегровані для роботи із SolidWorks. Ці деталі є готовими до використання як окремі компоненти, наприклад: болти, гайки, шайби, гвинти і т.і.

бобишка/основа

Основа – це перший твердотільний елемент деталі, створюваний за допомогою бобишки. Бобишка - це елемент, який створює основу деталі або додає до неї матеріал шляхом застосування до ескіза операцій витягування, обертання, створення елементів «по траєкторії», «по перерізах» чи за допомогою збільшення товщини поверхні.

вершина

Вершина – це точка, у якій перетинаються дві і більше лінії або кромки. Вершини можуть бути виділені для викреслювання, зміни розмірів і для здійснення над ними багатьох інших дій.

взаємозв'язок

Взаємозв'язок – це геометричний обмежувач між об'єктами ескіза або між об'єктом ескіза і площиною, віссю, кромкою або вершиною. Взаємозв'язки можуть бути додані автоматично або вручну.

обертання

Обертання – це інструмент елемента, який створює основу або бобишку, повернутий виріз, повернуту поверхню поворотом одного або декількох профілів навколо осьової лінії.



виріз

Елемент, що видаляє матеріал з деталі.

вирив деталей

Вирив деталей показує внутрішні деталі креслярського виду шляхом видалення матеріалу із закритого профілю.

гелікоїд

Гелікоїд задається параметрами: крок, обертання і висота. Гелікоїд може використовуватися для створення елементів по траєкторії, наприклад нанесення різьб на болт.

грань

Грань – це область моделі або поверхні, що виділяється, із межами, які допомагають визначити форму моделі або поверхні. Наприклад, паралелепіпед має шість граней.

графічна область

Графічна область – це область у вікні SolidWorks, у якій відображається деталь, зборка або креслення.

дерево конструювання (FeatureManager)

Дерево конструювання FeatureManager, що знаходиться в лівій частині вікна SolidWorks, відображає загальну схему активної деталі, зборки або креслення.

деталь

Деталь – це одиничний тривимірний об'єкт, створений при допомозі елементів. Деталь може стати компонентом в збірці і може бути представлена у вигляді двомірного зображення на кресленні. Прикладами деталей можуть служити болти, гайки, пластини і т.і. Розширення для імені файлу деталі SolidWorks – **.SLDPRT**.



документ

Документ SolidWorks – це файл, в якому міститься деталь зборка або креслення.

зафарбувати

Вид в режимі «Зафарбувати» відображає модель як кольоровий об'ємний предмет.

закритий профіль

Закритий профіль (чи замкнутий контур) – це ескіз або об'єкт ескіза без відкритих кінцевих точок, наприклад: коло або багатокутник.

дзеркальне відображення

Елемент «дзеркальне відображення» є копією виділеного елемента, відбитою відносно площини чи плоскої грані. Елемент «дзеркальне відображення об'єкту ескіза» є копією виділеного об'єкту ескіза, яка відбита відносно осьової лінії. Якщо початковий елемент змінений, дзеркально відбита копія буде оновлена, щоб відобразити усі зміни, що сталися.

вихідна точка

Вихідна точка моделі – це точка перетину трьох довідкових площин, заданих за умовчанням. Вихідна точка моделі відображається як три сірі стрілки і представляє координату (0,0,0) моделі. Коли ескіз активний, вихідна точка ескіза відображається червоним кольором і представляє координату (0,0,0) моделі. Розміри і взаємозв'язки можуть бути додані до вихідної точки моделі, але не до вихідної точки ескіза.

каркасне представлення

Каркасне представлення – це режим відображення виду, в якому відображаються усі кромки деталі або зборки.



компонент

Компонент – це будь-яка деталь або вузол у середині зборки.

конфігурація

Конфігурація – це один з варіантів деталі або зборки у середині одного документу. Варіанти можуть мати різні розміри, елементи і властивості. Наприклад, одна деталь, така як болт, може містити різні конфігурації, у яких можуть змінюватися діаметр або довжина.

кромка

Межа грані.

лінія

Лінія – це прямий об’єкт ескіза з двома кінцевими точками. Лінію можна створити, спроектувавши зовнішній об’єкт, такий як кромка, площина, вісь або крива ескіза, на ескіз.

масив

Масив повторює виділені об’єкти ескіза, елементи або компоненти у послідовності, яка може бути лінійною круговою або керованою ескізом. Якщо початковий елемент змінений, ця зміна відіб’ється на усіх екземплярах у масиві.

менеджер конфігурації

Менеджер конфігурації, що знаходиться у лівій стороні вікна SolidWorks, є засобом створення, вибору і перегляду конфігурацій деталей і зборок.

менеджер властивостей

Менеджер властивостей, розташований у лівій частині вікна SolidWorks, використовується для динамічної правки об’єктів ескіза і більшості елементів.



модель

Модель – це тривимірна геометрія твердого тіла, що міститься у документі деталі або зборки. Якщо у документі деталі або зборки є декілька конфігурацій, то кожна конфігурація є окремою моделлю.

недовизначений

Ескіз є недовизначеним, якщо у нім недостатньо розмірів і взаємозв'язків, що запобігають переміщенню і зміні розмірів об'єктів.

оболонка

Оболонка – це інструмент елемента, який робить деталь полою, залишаючи відкритими виділені грані і тонкі стінки на інших гранях.

основний напис

Основний напис зазвичай включає розмір листка і орієнтацію, стандартний текст, межі, блоки заголовків і т.і. Основні написи можуть бути налаштовані і використовуватись у подальшій роботі. Кожен лист документу креслення може мати різний формат.

вісь

Вісь – це пряма лінія, яка може бути використана для створення геометрії моделі, елементів або масивів. Вісь можна створити декількома різними способами, наприклад: використанням перетину двох площин.

відкритий профіль

Відкритий профіль – це ескіз або об'єкт ескіза з відкритими кінцевими точками. Наприклад, U-подібний профіль являється відкритим.



параметр

Параметр – це значення, що використовується для визначення ескіза або елемента.

перевизначений

Ескіз є перевизначеним, якщо містить конфліктуючі або надмірні розміри і взаємозв'язки.

перебудова

Інструмент «Перебудова» оновлює(чи відновлює) документ з урахуванням усіх змін з моменту останньої перебудови моделі. Інструмент «Перебудувати» зазвичай використовується після зміни розмірів моделі.

плоска грань

Об'єкт є плоским, якщо може повністю розташуватися на одній площині. Прикладом є коло, тоді як гелікоїд таким не є.

площина

Площини – це елементи плоскої допоміжної геометрії. Площини можуть бути використані для двомірного ескіза, розрізу моделі, нейтральної площини у елементі «ухил» і т. і.

по перерізах Елемент «по перерізах» – елемент основи, бобишки, вирізу або поверхні, створений за допомогою переходу між профілями.

поверхня

Поверхня – це площина з нульовою товщиною або тривимірний об'єкт з кромками у якості меж. Поверхні часто використовуються для створення твердотілих елементів.



профіль

Профіль – це об’єкт ескіза, використовуваний для створення Елементу (по перерізах) або для креслярського виду (місцевого виду). Профіль може бути відкритим (наприклад, U- подібний чи відкритий сплайн) або закритим (наприклад, коло чи закритий сплайн).

розріз

Розріз (чи виріз в перерізі) – це вид деталі або зборки розрізаної площиною, або креслярський вид, створений розрізом іншого креслярського виду по лінії перерізу.

зборка, складальна одиниця

Зборка – це документ, у якому деталі, елементи і інші вузли зборки зв’язані один з одним. Деталі і вузли складання зберігаються у документах відмінних від документу, у якому зберігається зборка. Наприклад, поршень у зборці може бути зв’язаний з іншими деталями, такими як шатун або циліндр. Ця нова зборка пізніше може бути використана у якості вузла для зборки двигуна. Розширення для імені файлу зборки SolidWorks – **.SLDASM**.

згорнути

«Згорнути» – ця дія протилежна до дії «Рознести». Дія «Згорнути» повертає рознесені деталі складання у їх звичайне положення.

переріз

Переріз – це інша назва профілю в елементах по траєкторії.



система координат

Система координат – це система площин, використовуваних для позначення елементів, деталей і зборок у Декартовій системі координат. У документах деталей і зборок системи координат задані за умовчунням. Інші системи координат можуть бути задані за допомогою довідкової геометрії. Системи координат можуть бути використані із інструментами розміри і для експорту документів в інші формати файлів.

скруглення

Скруглення – це внутрішнє округлення кута або кромки в ескізі, або кромки на поверхні просторового об'єкту.

слої

Слой у кресленні може містити розміри, примітки, геометрію і компоненти. Можна включати і відключати видимість окремих слоїв для зручності роботи із кресленнями, а також задавати властивості усім об'єктам, що знаходиться у цьому слої.

сполучення

Сполучення – це властивості геометрії між деталями у зборці, наприклад збіг, перпендикулярність, дотичність і так далі.

ступені свободи

Геометрію, яку визначили за допомогою розмірів і взаємозв'язків, можна вільно змінювати. Для двовимірних ескізів існує три ступені свободи: переміщення уздовж осей X і Y і обертання навколо осі (вісь перпендикулярна площині ескіза). Для тривимірних ескізів і зборок існує шість ступенів свободи: переміщення уздовж осей X, Y, і Z і обертання навколо осей X, Y, і Z.



точка

Точка – це елементарний об’єкт у ескізі або проекція на ескіз елементарного зовнішнього об’єкту (вихідної точки, вершини осі або точки зовнішнього ескіза).

вузол складання, зборки

Вузол складання – це документ зборки, що є частиною більшого складального вузла. Наприклад, механізм рульового управління автомобіля є вузлом складання цілого автомобіля.

фаска

Фаска скошує виділене ребро або вершину.

креслення, кресленик

Креслення – це двомірне представлення тривимірної деталі чи зборки. Розширення для імені файлу креслення SolidWorks **-.SLDDRW**.

креслярський лист

Креслярський лист – це сторінка документу креслення.

шаблон

Шаблон – це документ (деталь, зборка або креслення), який служить основою для нового документу. Він може включати параметри, задані користувачем, примітки або геометрію.

екземпляр

Екземпляр – це об’єкт в масиві або компонент, який з’являється у зборці більше одного разу.



елемент

Елемент – це окрема форма, яка у поєднанні із іншими елементами, утворює деталь або збірку. Деякі елементи, такі як бобишки і вирізи, створюються із ескізів. Інші елементи, такі як оболонки і скруглення, змінюють геометрію елемента. Проте не усі елементи мають пов'язану геометрію. Елементи завжди відбиваються у списку дерева конструювання FeatureManager.

елемент по траєкторії

Елемент «по траєкторії» створює основу, бобишку, виріз чи елемент поверхні за допомогою руху профілю (перерізу) по певному шляху.

ескіз

Двовимірний ескіз – це сукупність ліній і інших двовимірних об'єктів на площині або грані, яка формує основу для таких елементів, як основа або бобишка. Тривимірний ескіз не є плоским і може використовуватися для створення елементів «по траєкторії» або «по перерізу».



Список використаних джерел

1. **Прохоренко В.П.** SolidWorks. Практическое руководство. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2004 г. – 448 с.: ил.
2. **Наталья Дударева, Сергей Загайко.** Самоучитель SolidWorks 2007 (+ CD). – ВHV-СПб, 2007 г.
3. **Щекин И.В.** SolidWorks. Оформление чертежей по ЕСКД, Учебное пособие, SolidWorks Russia, 2005г. – 190 с.
4. **Алямовский А. А., Собачкин А. А., Одинцов Е. В., Харитонович А. И., Пономарев Н. Б.** SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.: ил.
5. **Дударева Н.Ю., Загайко С.А., Рудой И.Б., Смирнов А.В.** Основы твердотельного моделирования и практический курс по SolidWorks. CD. Учебное электронное издание. – Уфа. 2005. № гос. регистрации 0320600626.
6. **Полещук І.Н.** SOLID WORK 2001 в подлиннике. С.-П., 2003.
7. **Трьохмірне моделювання у програмі SolidWORK.** Методичні вказівки та інструкція до виконання індивідуальних контрольних робіт. // Шпак Я.В., Ланець О.С., Гурський В.М. – Львів: Рукопис, 2011. – 30 с.
8. **Пустюльга С.І., Самостян В.Р.** Нарисна геометрія та основи інженерної графіки: Навчальний посібник/ – Луцьк: Вежа, 2014. – 260 с.
9. **Пустюльга С.І., Самостян В.Р.** Машинобудівне креслення: Навчальний посібник/– Луцьк: Вежа, 2015. – 275 с.
10. **Пустюльга С.І., Самостян В.Р., Клак Ю.В.** Електронний навчальний посібник „Нарисна геометрія, інженерна та комп’ютерна графіка” (Розділ "Інженерна графіка") для студентів ВНЗ. Луцьк-2010.
11. **Пустюльга С.І., Самостян В.Р., Клак Ю.В.** Комп’ютерна графіка в середовищі AutoCAD: Навчальний посібник/ – Луцьк:Вежа, 2016. – 347 с.



НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ВИДАННЯ

Інженерна графіка в SolidWorks. Навчальний посібник для студентів ВНЗ технічних спеціальностей.

Комп'ютерний набір: С.Пустюльга, В. Самостян, Ю. Клак

Формат 60x84/16. Обсяг ум. друк. арк., обл.-вид. арк.

Наклад пр.. Зам. 598. Виготовлювач – Вежа-Друк

(м. Луцьк, вул. Бойка, 1, тел.. (0332) 29-90-65).

**Свідоцтво Держ. комітету телебачення та
радіомовлення України**

ДК № 4607 від 30.08.2013 р.