

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни
**"Автоматизоване проектування елементів автотранспортних
засобів та засобів їх діагностування "**
для студентів спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"
("Колісні та гусеничні транспортні засоби"),
усіх форм навчання

Частина 2.

Побудова твердих тіл складної конфігурації
та формування креслень

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Автоматизоване проектування елементів автотранспортних засобів та засобів їх діагностування" для студентів спеціальності 133 "Галузеве машинобудування" ("Колісні та гусеничні транспортні засоби") усіх форм навчання. Частина 2. Побудова твердих тіл складної конфігурації та формування креслень / Укл. : О. М. Артюх, О. В. Дударенко, А. Ю. Сосик, А. В. Щербина. Запоріжжя : ЗНТУ, 2019. 74 с.

Укладачі: О.М. Артюх, доцент, канд.техн.наук;
О.В. Дударенко, доцент, канд.техн.наук;
А.Ю. Сосик, доцент, канд.техн.наук;
А.В. Щербина, доцент, канд.техн.наук

Рецензенти: О.С. Слюсаров, доцент, канд.техн.наук;
С.М. Турпак, професор, д-р.техн.наук

Відповідальний за випуск: А.Ю. Сосик, доцент, канд.техн.наук

Затверджено
на засіданні кафедри «Автомобілі»
Протокол № 8
від « 22 » лютого 2019.

Рекомендовано для видання
НМК Транспортного факультету
Протокол № 72
від « 15 » березня 2019.

ЗМІСТ

Частина 2	
Вступ	78
Лабораторна робота № 3. Побудова твердих тіл складної конфігурації.....	80
3.1 Загальні відомості	80
3.2 Завдання до лабораторної роботи	80
3.3 Порядок проведення лабораторної роботи	80
Контрольні запитання.....	116
Лабораторна робота № 4. Формування креслень.....	117
4.1 Загальні відомості	117
4.2 Завдання до лабораторної роботи	117
4.3 Порядок проведення лабораторної роботи	117
Контрольні запитання.....	146
Рекомендована література	147
Основна	147
Додаткова	147
Інформаційні ресурси	147

ВСТУП

Вперше пакети твердотільного параметричного моделювання із промисловими можливостями стали доступні користувачам персональних комп'ютерів лише в середині 90-х років XX століття. Прийнято вважати, що саме 1995-й рік став переломним для світового ринку систем CAD/CAM масового застосування. Одне із кращих рішень такого рівня змогла запропонувати американська компанія SolidWorks Corporation. Ця компанія була створена в 1993 році, і вже через два роки, у листопаді 1995-го, на базі геометричного ядра Parasolid, випустила свій перший програмний продукт - систему тривимірного твердотільного моделювання SolidWorks .

Цей пакет програм твердотільного параметричного моделювання SolidWorks 95 відразу зайняв провідні позиції серед продуктів цього класу, буквально ввірвавшись у світову "табелю про ранги" систем CAD/CAE. З появою нових версій операційної системи Windows з'являлися й нові версії SolidWorks , що використовують можливості операційних систем, підвищуючи швидкодію пакетів SolidWorks .

Сьогодні SolidWorks завойовує міцні позиції на промислових машинобудівних підприємствах Західної Європи та країн СНД, а широта області використання цього програмного комплексу тільки продовжує збільшуватися. Щоб переконатися в цьому, досить відвідати веб-сайт компанії виробника www.SolidWorks.com.

Продукт американської фірми SolidWorks Inc. являє собою систему тривимірного твердотільного параметричного проектування механічних вузлів і конструкцій, розроблену спеціально для роботи в середовищі операційної системи Windows.

Локалізація версій програми проводиться безпосередньо самою фірмою SolidWorks а її орієнтація на використання середовища Windows, робить систему легко освоюваною й швидко працюючою.

Система SolidWorks реалізує класичний процес тривимірного параметричного проектування - від ідеї до об'ємної моделі, від моделі до креслення. Незважаючи на легкість освоєння, в SolidWorks реалізуються складні геометричні побудови завдяки використанню об'ємного ядра Parasolid. При цьому можливості твердотільного моделювання, реалізовані в системі, цілком порівнянні з можливостями систем САПР "важкого" класу, що працюють на платформі UNIX, таких як CATIA, NX, PTC Creo Elements/Pro.

Оскільки система SolidWorks працює під управлінням Windows, то вона підтримує багатовіконний режим роботи, підтримку методу "drag-and-drop", інтерфейс настроюваний користувачем, використання буфера обміну й повну підтримку технології OLE Automation. Будучи стандартним додатком Windows, SolidWorks дуже простий у використанні і, що особливо важливо, легкий а значить і швидкий у вивченні.

У частині 1 даних методичних вказівок розглянуті основні принципи роботи у SolidWorks та загальний алгоритм проектування, способи створення ескізів, методи побудови об'ємної моделі деталі.

У частині 2 розглянуті принципи та методи побудови у SolidWorks твердих тіл складної конфігурації, основні правила створення та редагування креслень в системі SolidWorks.

У частині 3 розглянуті методи створення деталей з листового металу, а також методи роботи зі складаннями.

У частині 4 розглянуто послідовність операцій та інструменти для роботи з ливарними формами в SolidWorks при проектуванні виробів, а також розглянуті принципи створення складних поверхонь та деталей на їх основі.

У частині 5 розглянуто порядок проведення розрахунків та аналізу спроектованих конструкцій за допомогою вбудованого додатку SimulationXpress. Також розглянуто порядок створення анімації для наочної демонстрації деталей та елементів складань в процесі руху. Розглянуто використання додатку SolidWorks – PhotoWorks для створення реалістичних зображень деталей або складань.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3. ПОБУДОВА ТВЕРДИХ ТІЛ СКЛАДНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ

Мета: Засвоїти принципи та способи побудови твердих тіл складної конфігурації в системі SolidWorks.

3.1 Загальні відомості

На цьому занятті будуть розглянуті способи побудови твердих тіл складної конфігурації. Такі тіла в SolidWorks можна створити за допомогою команд формування твердих тіл по перетинах і по траєкторії.

Побудова твердих тіл складної конфігурації по перетинах - в основі таких твердих тіл лежать профілі, розташовані на різних площинах. По своїй суті, профіль - це ескіз на площині. Такий ескіз може мати як замкнений, так і незамкнутий контур. Площини із профілями для побудови твердих тіл по перетинах повинні бути розташовані на деякій відстані одне від одного, паралельно або під кутом.

В SolidWorks можна плавно з'єднати такі профілі між собою, й у результаті побудувати тверде тіло або виріз складної конфігурації. Спочатку розглянемо основні прийоми створення додаткових (довідкових) площин, на яких надалі будуть будуватися профілі твердого тіла.

3.2 Завдання до лабораторної роботи

Побудувати об'ємну модель деталі використовуючи команди **"По сечениям"** та **"По траектории"**. Побудувати вирізи використовуючи команди **"Вырез / По сечениям"**.

3.3 Порядок проведення лабораторної роботи

Способи створення додаткових площин.

Споконвічно, перед процесом проектування, у графічній області в нас є три площини: **"Спереди"**, **"Сверху"**, **"Сбоку"**, які перпендикулярні одна одній. Кожну із цих площин можна активізувати, клацнувши по її назві в дереві конструювання (рис. 3.1).

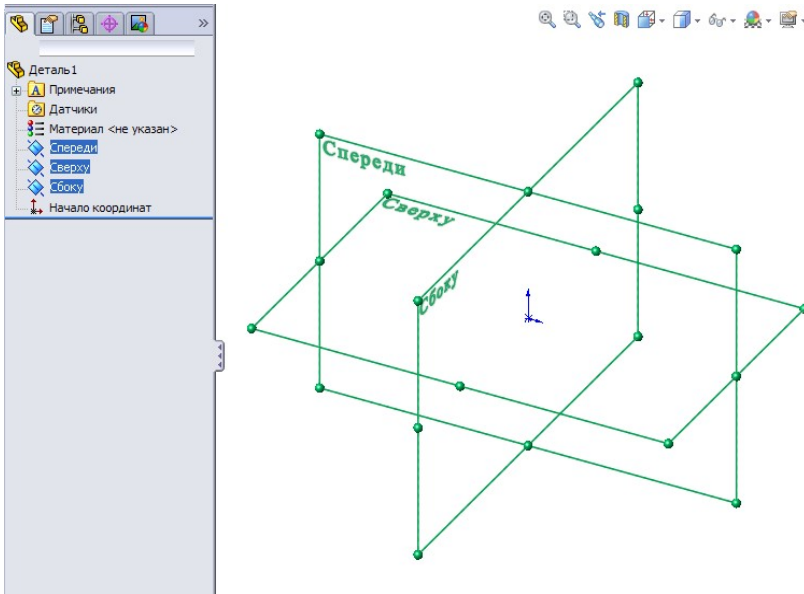


Рисунок 3.1 – Видові площини

Для створення нової допоміжної (довідкової) площини необхідно активізувати команду **"Плоскость"**, яка розташована на панелі інструментів **"Справочная геометрия"**. Можна також скористатися командою меню: **"Вставка | Справочная геометрия | Плоскость"**.

Після цього на екрані, в області PropertyManager (Менеджера властивостей), відкриється вікно **"Плоскость"** (рис. 3.2). У цій вікні потрібно зробити ряд налаштувань для побудови допоміжної (довідкової) площини.

В областях **"Первая справочная, Вторая справочная, Третья справочная"**, в активному рядку, необхідно вказати об'єкти, які будуть використовуватися для побудови нової допоміжної площини.

Такими об'єктами можуть бути площини графічної області (**Спереди, Сверху або Сбоку**), грані, крайки або вершини твердого тіла. У прикладі, у якості першого довідкового об'єкта вибрали грань раніше побудованого твердого тіла **Грань <1>**, а в якості другого довідкового об'єкта - вершину твердого тіла **Вершина<1>** (рис. 3.3).

Після вибору довідкових об'єктів в областях **"Первая (Вторая, Третья) справочная"** стануть доступні інструменти для завдання ти-

пу сполучення допоміжної площини з довідковими об'єктами (рис. 3.3).

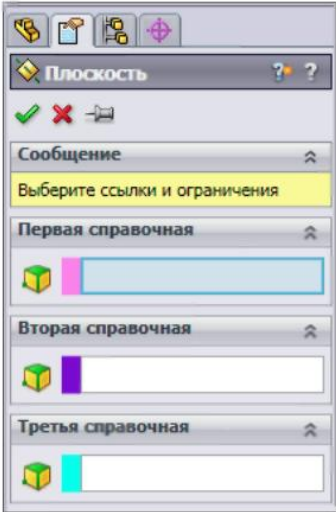


Рисунок 3.2 – Діалогове вікно площини

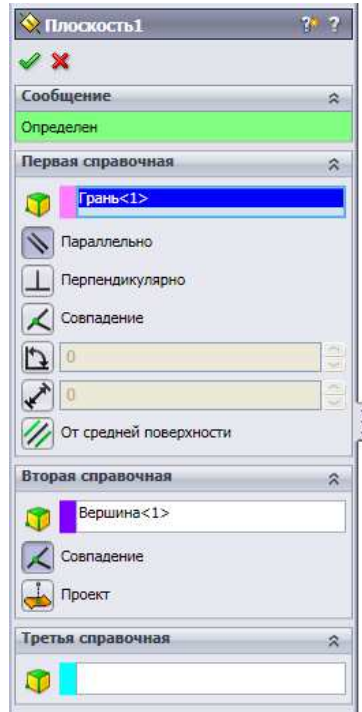


Рисунок 3.3 – Вибір типу сполучення

У вікні "Плоскость", в областях "**Первая (Вторая, Третья) справочная**" можна задати наступні типи сполучень (рис. 3.3):

-  "**Параллельно**" - цей інструмент дозволяє побудувати додаткову довідкову площину, паралельно зазначеному довідковому об'єкту. У якості такого об'єкта може виступати площина або грань твердого тіла;
-  "**Перпендикулярно**" - цей інструмент дозволяє провести площину перпендикулярно довідковому об'єкту. Таким об'єктом може бути площина, грань або крайка твердого тіла;
-  "**Совпадение**" - цей інструмент дозволяє провести

площину, співпадаючу із зазначеним довідковим об'єктом: площиною, гранню або крайкою твердого тіла;

-  **"Под углом"** - цей інструмент дає можливість провести площину під кутом до якої-небудь довідкової площини або грані;
-  **"Расстояние смещения"** - цей інструмент дозволяє провести площину на заданій відстані від зазначеної довідкової площини або грані;
-  **"От средней поверхности"** - завдяки цьому інструменту можна створити нову площину, яка буде розташована посередині, між плоскими гранями тіла або між раніше побудованими площинами;
-  **"Касательно"** - цей інструмент дозволяє провести площину дотично до неплоских граней, у тому числі циліндричним або конічним;
-  **Проект** - цей інструмент дозволяє створити проекцію точкового об'єкта (точки, вершини або початки координат) на неплоску поверхню й використовувати цю проекцію для побудови допоміжної площини.

Розглянемо основні прийоми побудови допоміжних площин з використанням вищеописаних інструментів сполучення.

Паралельна площина.

Для побудови площини, яка повинна бути паралельна якій-небудь існуючій площини або грані твердого тіла, необхідно після активізації команди **"Плоскость"**, у вікні що відкрилося **"Плоскость"** (рис. 3.2), задати наступні настроювання. В області **Первая справочная** вкажіть площину або грань, паралельно якій буде побудована нова площина, а також активізуйте інструмент - **Паралельно**.

В області **Вторая справочная** вкажіть вершину або крайку, через яку будет проходити нова площина (рис. 3.4), і активізуйте інструмент - **Совпадение**.

Звичайно програма SolidWorks, ґрунтуючись на типі довідкового об'єкта, автоматично пропонує інструмент сполучення об'єкта й

створюваної площини. При цьому користувач може змінити інструмент сполучення, вибравши будь-який інший з активного списку.

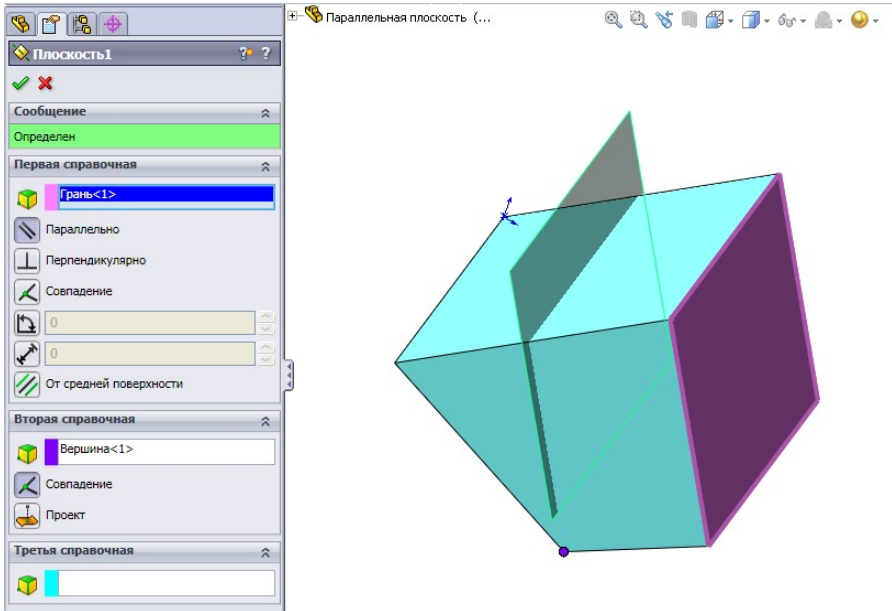


Рисунок 3.4 – Активізація інструменту співпадіння

Натисніть кнопку **ОК**, у результаті буде побудована нова допоміжна площина, паралельна заданим довідковим об'єктам і минаюча через зазначену крайку, точку або вершину.

Перпендикулярна площина.

Щоб побудувати площину, перпендикулярну деякій базовій площині в графічній області, грані твердого тіла або кривій, необхідно, після активізації команди "**Плоскость**", у вікні "**Плоскость**" що відкрилося (рис. 3.2), задати наступні налаштування. В області **Первая справочная** вкажіть площину, грань або криву, перпендикулярно якій буде побудована нова площина, а також активізуйте інструмент - **Перпендикулярно**.

В області **Вторая справочная** вкажіть вершину, крайку або точку, через яку буде проходити нова площина (рис. 3.5), і виберіть інструмент сполучення - **Совпадение**.

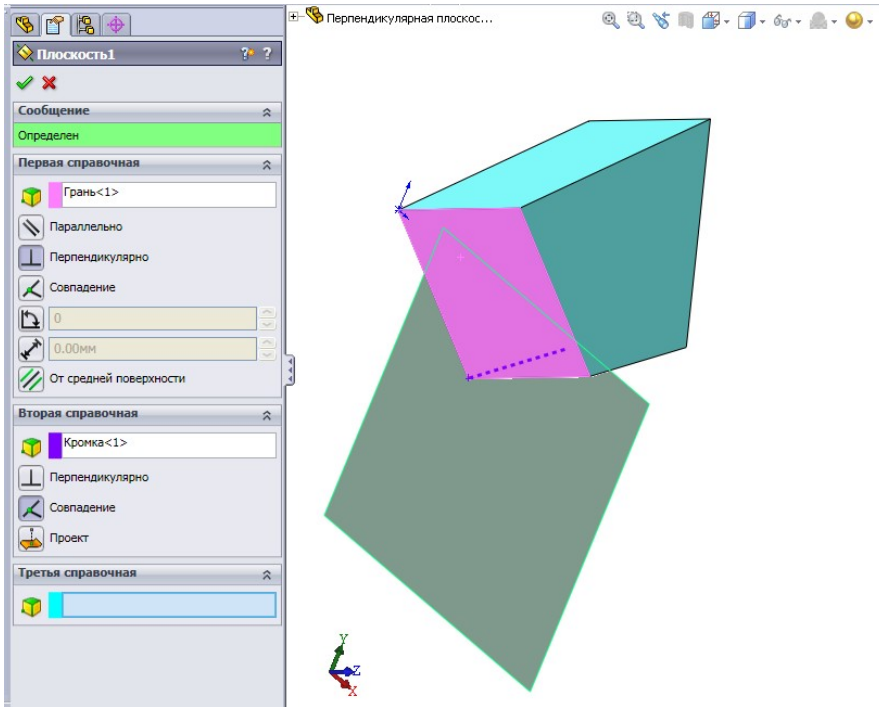


Рисунок 3.5 – Побудова нової площини

Якщо в області **Вторая справочная** в якості об'єкта сполучення зазначена лінія або крайка, то користувачеві стає доступний також інструмент сполучення - **Перпендикулярность**. Використовуючи цей інструмент, можна побудувати нову площину, яка буде перпендикулярна як зазначеній площини, так і деякій лінії або крайці твердого тіла. Натисніть кнопку **ОК**, у результаті буде побудована нова площина, паралельна заданим довідковим об'єктам і минаюча через зазначену крайку, точку або вершину.

Площина, що збігається з довідковими об'єктами.

Використовуючи інструмент – **Совпадение** можна побудувати цілий ряд площин:

- площина, що збігається із гранню твердого тіла;
- площина, що проходить через три точки або вершини (збіг із точками);

- площина, що проходить через дві лінії або крайки (збіг із крайками або лініями).

Розглянемо способи побудови таких площин докладніше.

Площина, що збігається із гранню твердого тіла.

Для побудови площини, яка буде збігатися з деякою гранню раніше побудованого твердого тіла, необхідно спочатку активізувати команду **"Площадь"**, а потім у вікні, що відкрилося, **"Площадь"** (рис. 3.2) задати наступні налаштування. В області **Первая справочная** вкажіть площину або грань, з якої буде збігатися нова площина, а також активізуйте інструмент - **Совпадение** (рис. 3.6). Натисніть кнопку **ОК**, у результаті буде побудована нова площина, співпадаюча із гранню твердого тіла.

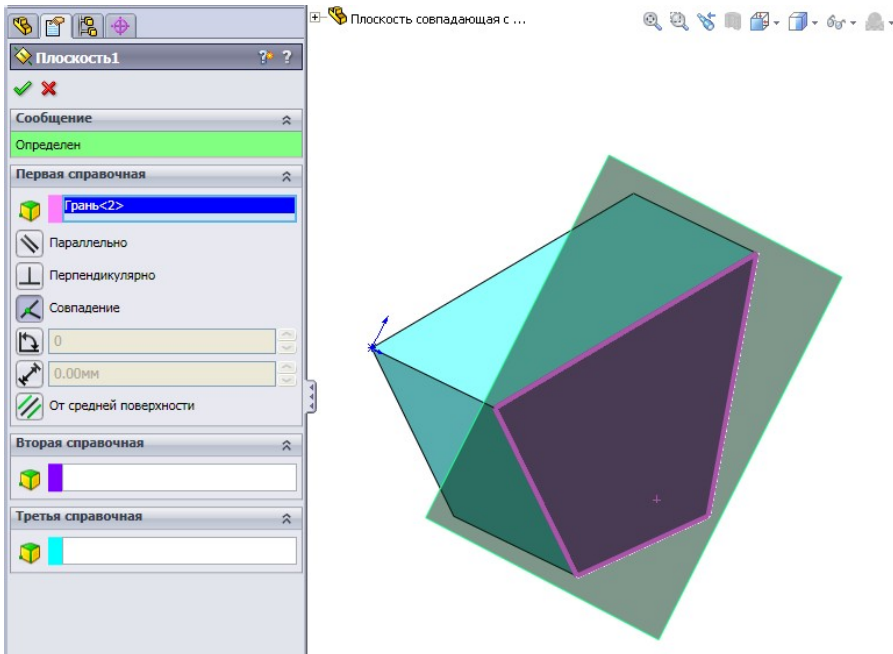


Рисунок 3.6 – Побудова співпадаючої площини

Площина, що проходить через три вершини.

Щоб побудувати площину, яка буде проходити через три точки або, як у прикладі, через три вершини твердого тіла, необхідно, після

виклику команди "**Плоскость**", у вікні, що відкрилося, "**Плоскость**" (рис. 3.2) задати наступні настроювання. В області **Первая справочная** вкажіть вершину або точку, через яку буде проходити (з якою буде збігатися) нова площина, а також активізуйте інструмент - **Совпадение**. В областях **Вторая и Третья справочная** вкажіть, відповідно, другу й третю вершини або точки, через які буде проходити нова площина, а також активізуйте інструмент - **Совпадение** (рис. 3.7).

Натисніть кнопку **ОК**, у результаті буде побудована нова площина, що проходить через три вершини (точки) раніше побудованого твердого тіла.

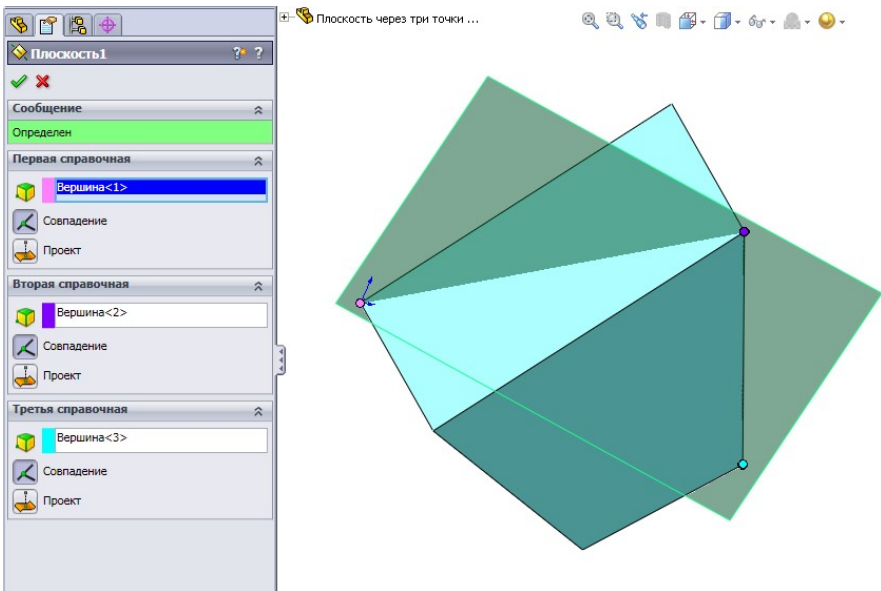


Рисунок 3.7 – Побудова площини через три вершини

Плосщина, що проходить через дві лінії.

Для побудови площини, яка буде проходити через дві лінії або кромки раніше побудованого твердого тіла, необхідно спочатку активізувати команду "**Плоскость**", а потім у вікні, що відкрилося, "**Плоскость**" (рис. 3.2), задати такі настроювання. В області **Первая справочная** вкажіть першу крайку або лінію, через яку буде проходити (з якою буде збігатися) нова площина, і не забудьте активізувати інструмент - **Совпадение**.

В областях **Вторая справочная** аналогічно вкажіть другу лінію або крайку, через яку буде проходити нова площина, потім також активізуйте інструмент - **Совпадение** (рис. 3.8). Натисніть кнопку **ОК**, у результаті буде побудована нова площина, що проходить через дві крайки раніше побудованого твердого тіла.

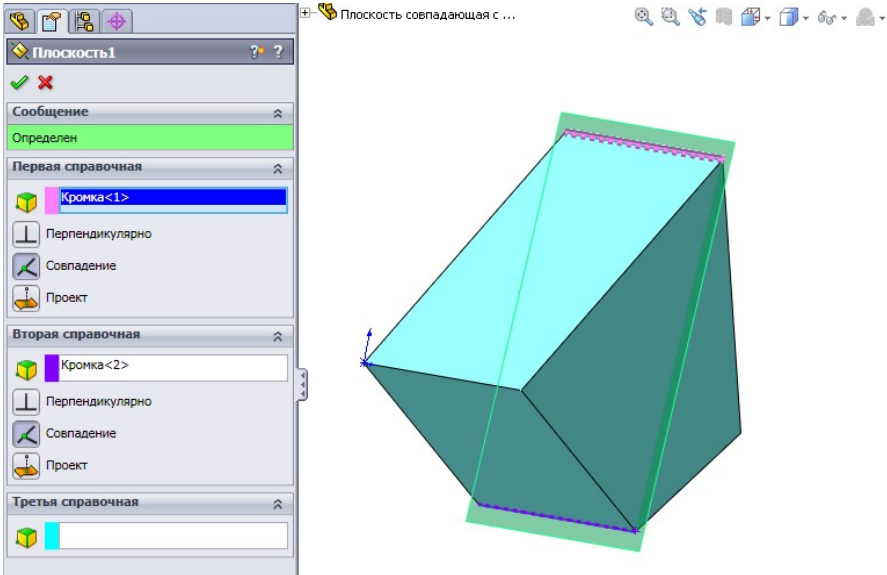


Рисунок 3.8 – Побудована площина

Подібним чином можна побудувати площину, що проходить через крайку й дві точки, для цього в області **Первая справочная** необхідно вказати крайку або лінію, а в областях **Вторая** и **Третья справочная** вказати точки або вершини, через які буде проходити нова площина. У всіх випадках необхідно вибрати тип сполучення - **Совпадение**.

Площина під кутом.

Для побудови площини, яка повинна бути розташована під кутом до якої-небудь існуючої площини або грані твердого тіла, необхідно, після активізації команди "**Плоскость**", у вікні, що відкрилося, "**Плоскость**" (рис. 3.2) задати ряд налаштувань. В області **Первая справочная** вкажіть площину або грань, під кутом до якої буде побу-

дована нова площина, а також активізуйте інструмент - **Под углом** і в рядку **Угол** задайте величину кута (рис. 3.9).

В області **Вторая справочная** вкажіть крайку або лінію, через яку буде проходити нова площина (рис. 3.9), і активізуйте інструмент - **Совпадение**. Натисніть кнопку **ОК**, у результаті буде побудована нова площина, що проходить під кутом до грані й через крайку раніше побудованого твердого тіла.

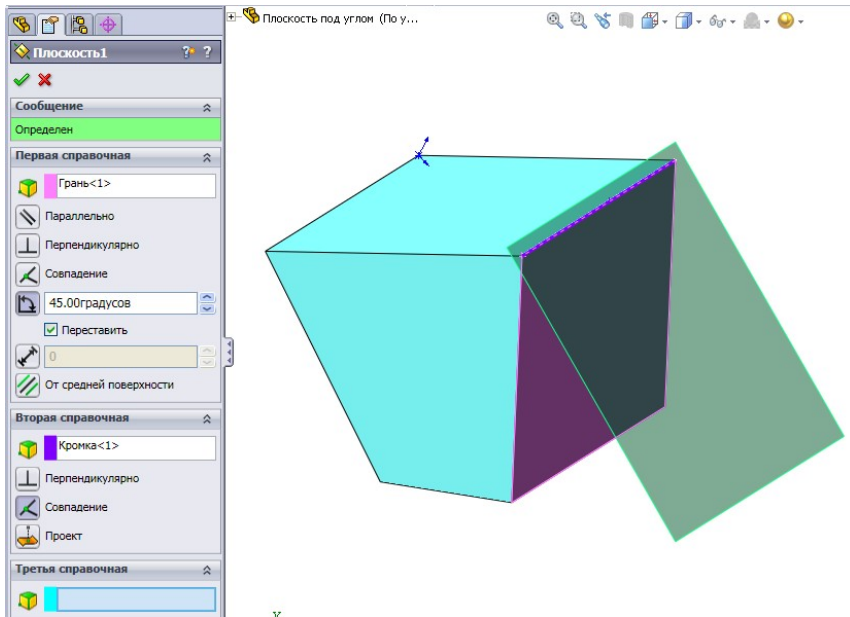


Рисунок 3.9 – Побудова площини під кутом

Замість крайки твердого тіла, при побудові площини під кутом, можна використовувати дві точки або вершини, вказавши їх, відповідно, в областях **Вторая** и **Третья справочная** й вибравши інструменти сполучення - **Совпадение**. Також можна для побудови площини використовувати спеціально намальовану у окремому ескізі лінію.

Площина на відстані.

SolidWorks дозволяє також створювати нові площини на відстані від існуючих поверхонь або граней твердого тіла. Щоб побудувати нову площину на відстані від вже існуючої площини, необхідно, після

виклику команди "**Плоскость**", у вікні, що відкрилося, "**Плоскость**" (рис. 3.2) задати наступні настроювання. В області **Первая справочная** вкажіть площину або грань твердого тіла, на відстані від якої буде побудована нова площина. Активізуйте інструмент - **Расстояние смещения** та у рядку **Расстояние** задайте величину відстані зсуву (рис. 3.10). Якщо потрібно поміняти розміщення нової площини на симетричне, то поставте прапорець **Переставить** (рис. 3.10).

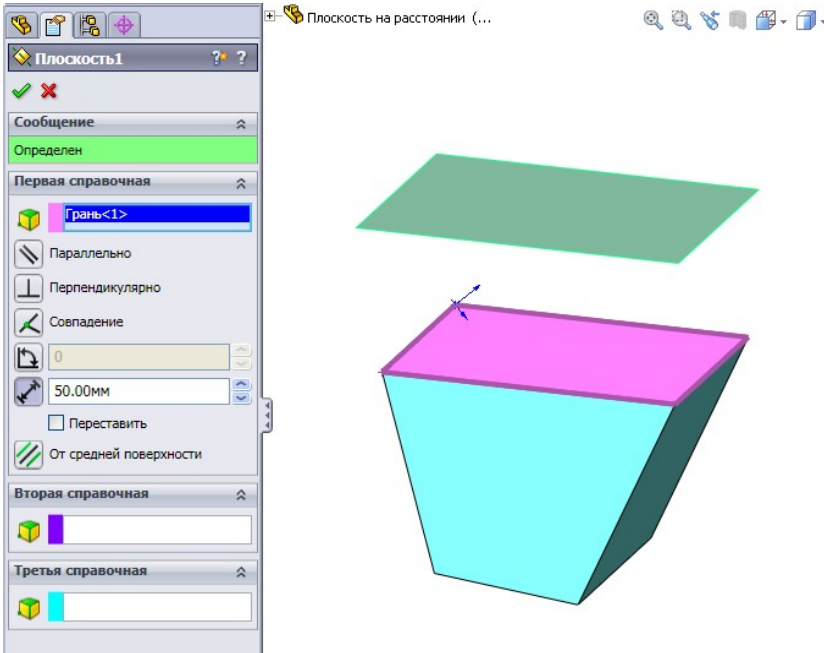


Рисунок 3.10 – Побудова площини на відстані

Натисніть кнопку **ОК**, у результаті буде побудована нова площина на заданій відстані від грані твердого тіла. Крім цього існує ще прискорений спосіб створення паралельних площин методом перетаскування. Розглянемо цей спосіб на прикладі. Для цього у графічній області виділимо ту площину, паралельно до якої буде будуватися додаткова довідкова площина. Наприклад, виділимо площину **Середн**. В SolidWorks площина виділяється контуром із точками.

Підведемо курсор до контуру площини. Коли біля курсору з'явиться значок, натиснемо ліву кнопку миші, одночасно втримуючи

клавішу <Ctrl>, і перетягнемо площину в потрібному напрямку. Автоматично в області **PropertyManager** (Менеджера властивостей) відкриється вікно **Плоскость**, де в якості першого довідкового об'єкта буде зазначена площина **Спреди** (рис. 3.11). Відстань між площинами можна уточнити в полі **Расстояние смещения**. Розташування площини можна змінити, поставивши прапорць у рядку **Переставить** (рис. 3.11).

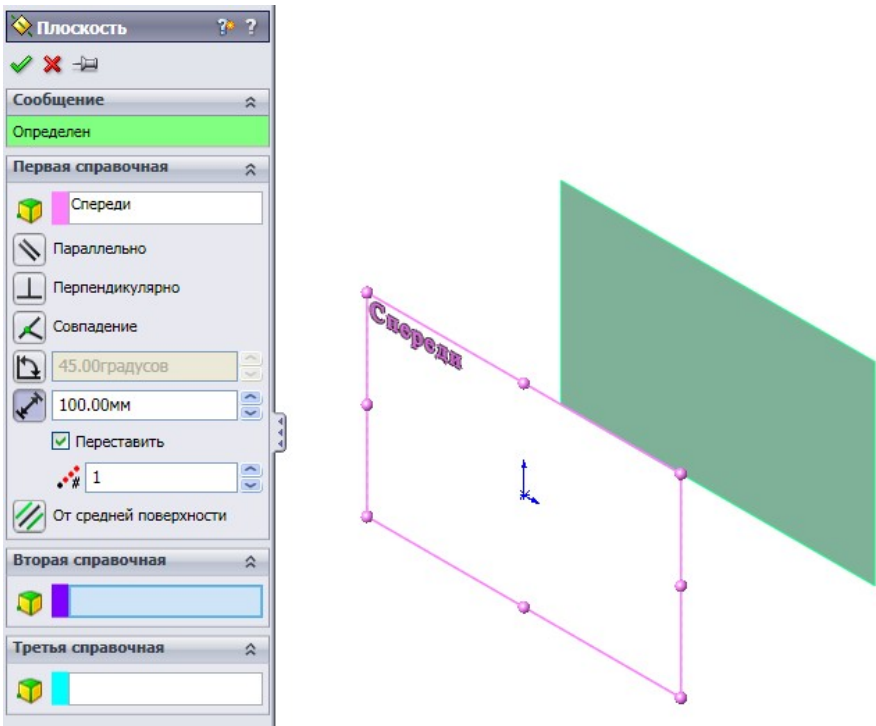


Рисунок 3.11 – Зміна відстані розміщення площини

Якщо потрібно побудувати кілька паралельних площин на однаковій відстані одна від іншої, то в полі **Число создаваемых плоскостей** потрібно просто вказати їхню кількість (рис. 3.12). Побудуємо дві паралельні площини на відстані 100 мм одна від іншої.

Закінчить процедуру створення паралельних площин (на відстані) натисканням кнопки **ОК**.

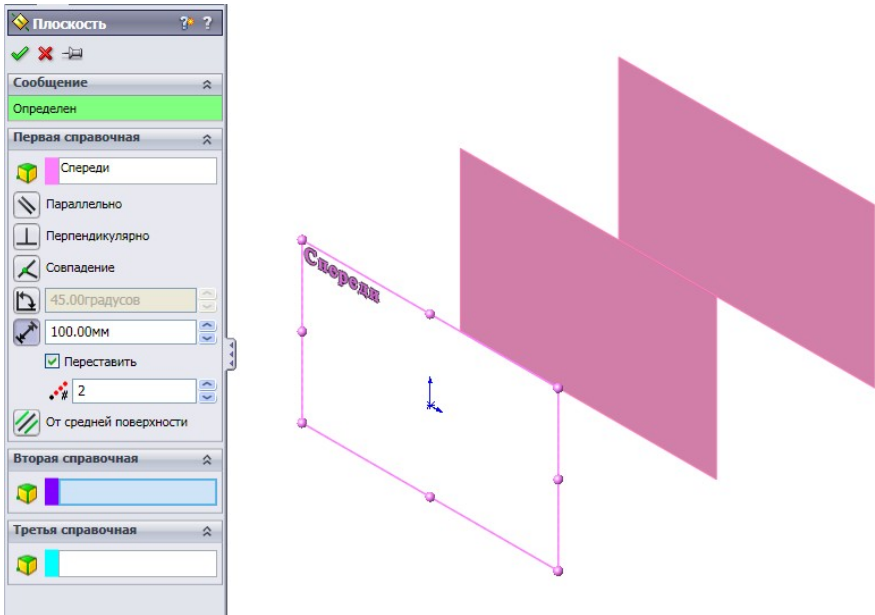


Рисунок 3.12 – Одночасне додавання декількох площин

Площина посередині між гранями (від середньої поверхні).

В SolidWorks можна побудувати площину, яка буде перебувати посередині, між площинами або гранями раніше побудованого тіла. При цьому грані можуть бути як паралельні, так і непаралельні одна одній. Для побудови такої площини необхідно спочатку активізувати команду "Плоскость", а потім у вікні, що відкрилося, "Плоскость" (рис. 3.2) вказати наступні налаштування.

В області **Первая справочная** вкажіть першу площину або грань, відносно якої буде побудована нова площина, а також активізуйте інструмент - **От средней поверхности**.

В області **Вторая справочная** вкажіть другу площину або грань, відносно якої буде побудована нова площина, і також активізуйте інструмент - **От средней поверхности** (рис. 3.13).

Натисніть кнопку **ОК**, і в результаті буде побудована площина, розташована точно посередині між двох граней твердого тіла.

У такий же спосіб можна побудувати площину між гранями твердого тіла навіть у тому випадку, якщо ці грані перетинаються, утворюючи крайку (рис. 3.14).

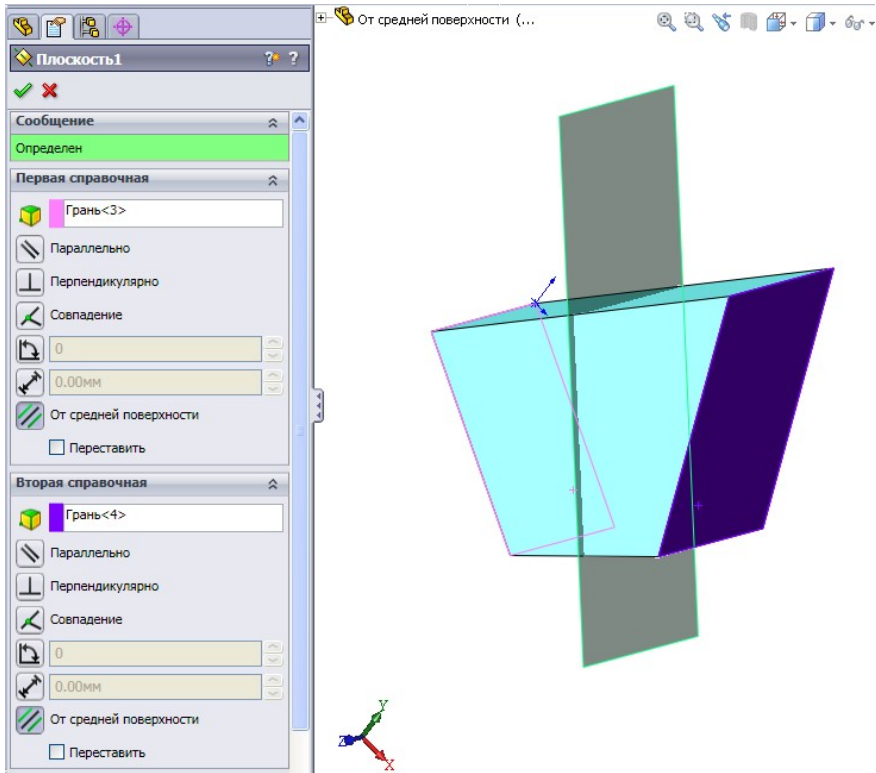


Рисунок 3.13 – Побудова площини між площинами

Дотична площина.

Щоб побудувати нову площину дотичну до циліндричної або конічної грані, або до неплоскої грані твердого тіла, необхідно, після виклику команди **"Плоскость"**, у вікні, що відкрилося, **"Плоскость"** (рис. 3.2) задати такі налаштування. В області **Первая справочная** вкажіть неплоску грань твердого тіла, дотично до якої буде створена нова площина. Потім активізуйте інструмент - **Касательно**. В області **Вторая справочная** вкажіть лінію, крайку або вершину, через яку буде проходити нова площина, потім активізуйте інструмент - **Совпадение** (рис. 3.15).

Натисніть кнопку **ОК**, у результаті буде побудована нова площина, дотична до неплоскої грані твердого тіла й минаюча через зазначену точку, лінію або крайку.

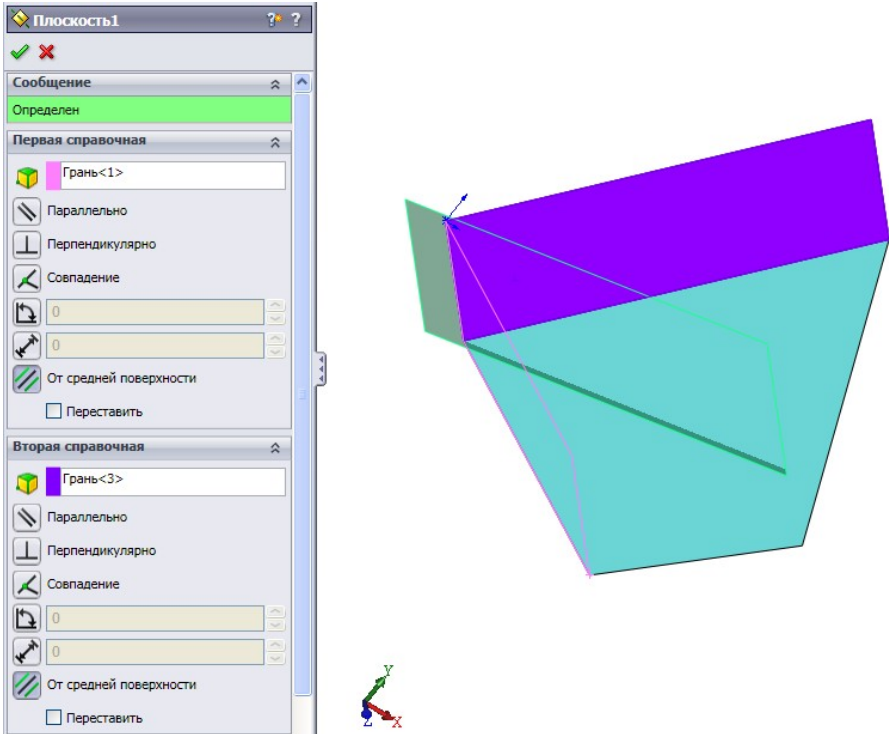


Рисунок 3.14 - Побудова площини між гранями

Плоскость, проведенная через точку проекции.

В SolidWorks можна побудувати площину, яка буде розташована по дотичній до неплоскої грані або поверхні складної форми й проходити через точку, що є проекцією якої-небудь вершини або іншої точки на цю неплоску грань. Для побудови такої площини необхідно спочатку активізувати команду "**Плоскость**", а потім у вікні, що відкривалося, "**Плоскость**" (рис. 3.2) вказати наступні налаштування.

В області "**Первая справочная**" вкажіть неплоску грань, по дотичній якій буде побудована нова площина, активізуйте також інструмент сполучення - "**Касательно**". В області "**Вторая справочная**" вкажіть точку або вершину, через точку проекції якої на неплоску грань буде проведена нова площина. Задайте також відповідне сполучення, активізувавши інструмент – "**Проект**" (рис. 3.16). Натисніть кнопку **ОК**, і в результаті буде побудована нова площина.

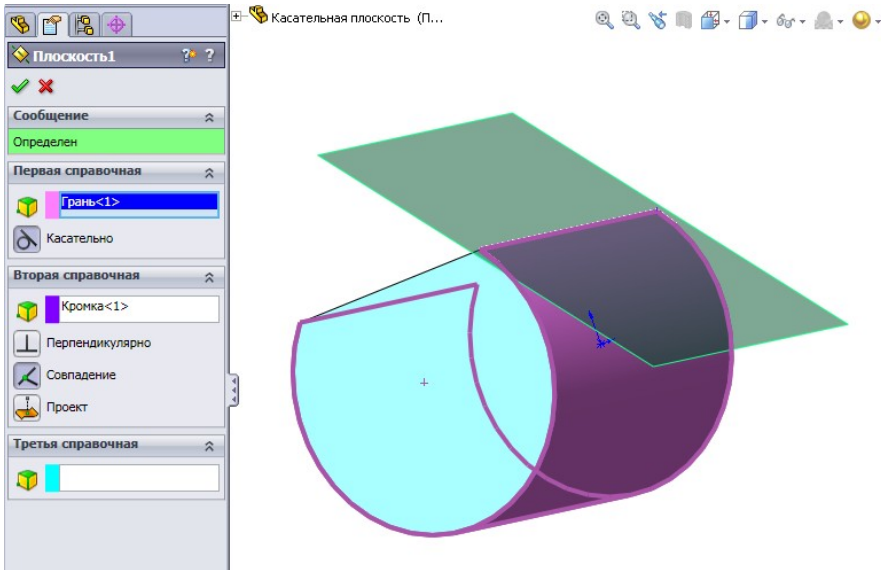


Рисунок 3.15 – Побудова дотичної площини

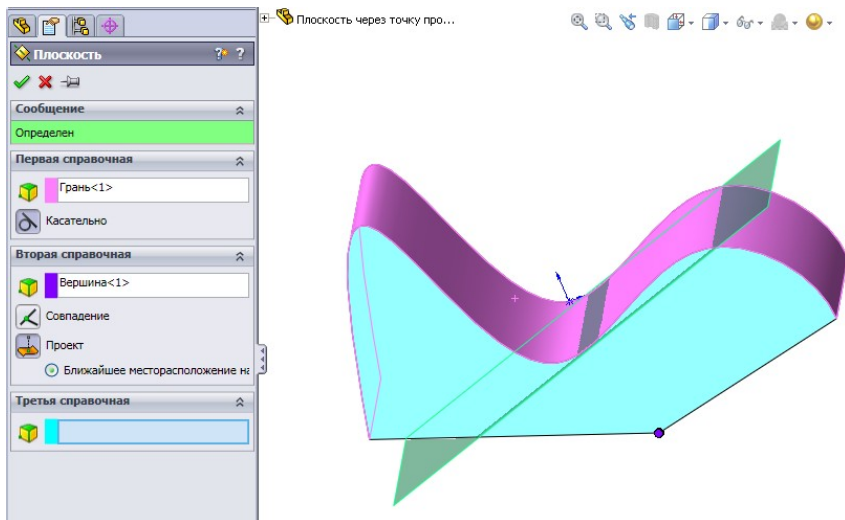


Рисунок 3.16 – Побудова площини через точку проекції

Існують дві можливості побудови нової площини: проектуван-

ням на найближче місце до поверхні й по нормалі ескізу. Якщо вибрати параметр **"Ближайшее месторасположение на поверхности"**, то нова довідкова площина будується по дотичній до поверхні й буде проходити через точку поверхні, найближчу до опорної точки (рис. 3.17).

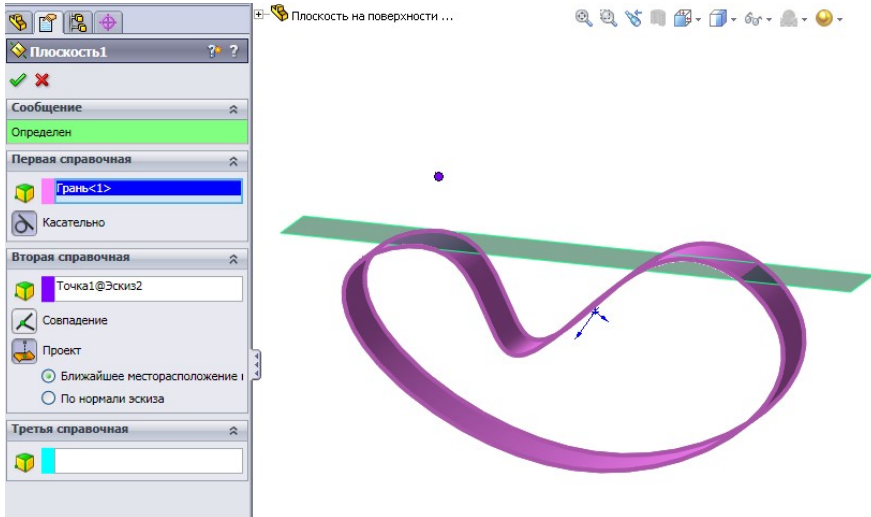


Рисунок 3.17 – Побудова площини через точки поверхні

Якщо вибрати параметр **"По нормали эскиза"**, то нова площина буде проходити через точку поверхні, яка є проекцією опорної точки, перпендикулярно до площини, на якій перебуває ця точка (рис. 3.18). Далі розглянемо способи побудови твердих тіл по перетинах. Таких способів в SolidWorks існує декілька. Почнемо розгляд з найпростішого - побудови твердого тіла на основі існуючих перетинів, без використання напрямної.

Побудова елементів по перетинах без напрямної кривої.

Для побудови твердого тіла по перетинах спочатку побудуємо перетини (профілі), потім з'єднаємо їх певним чином. Профілі повинні бути розташовані на різних площинах і на деякій відстані один від одного. Розглянемо створення твердого тіла по перетинах на основі прикладу. У нашому прикладі будемо використовувати три профілі, два з яких - окружність і прямокутник будуть розташовані на паралельних

площинах, а третій профіль - шестикутник буде розташований під кутом до перших двох профілів.

Перший перетин побудуємо на площині **"Спереди"**, нехай це буде окружність діаметром 100 мм - **"Эскиз1"** (рис. 3.19).

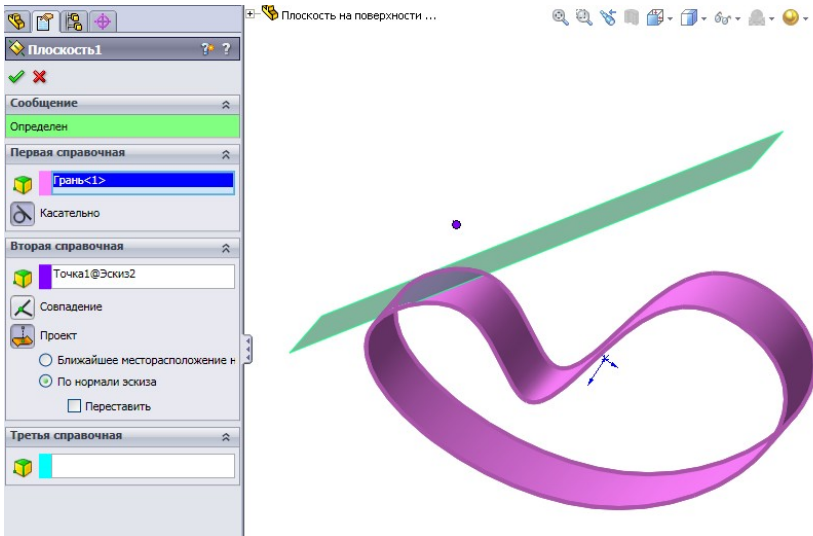


Рисунок 3.18 - Побудова площини через проекцію опорної точки

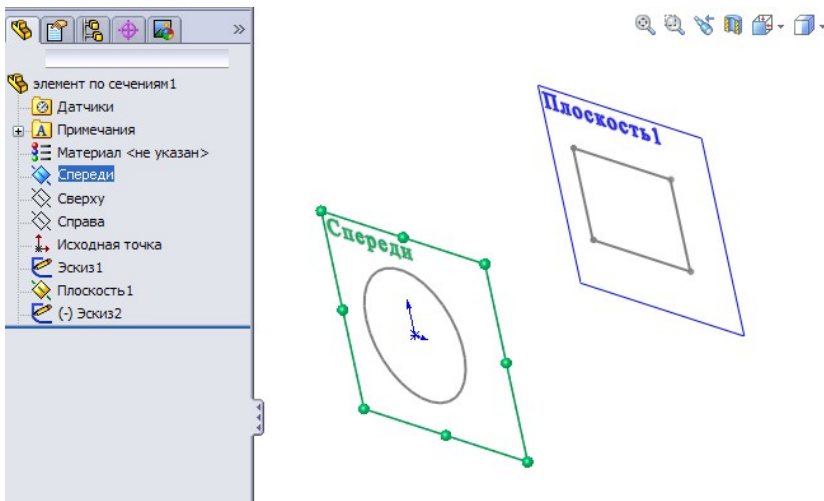


Рисунок 3.19 – Побудова елементів по перетинах

Побудуємо додаткову довідкову площину - "**Плоскость 1**", паралельну площини "**Спереди**", що й перебуває від неї на відстані 200 мм. На площині "**Плоскость1**" побудуємо перетин, який являє собою прямокутник зі сторонами 100 і 70 мм - "**Эскиз2**" (рис. 3.19).

Проведемо додаткову довідкову "**Плоскость2**". Вона буде розташована під кутом 45 градусів до площини "**Плоскость1**" і буде проходити через бокову лінію прямокутника (рис. 3.20).

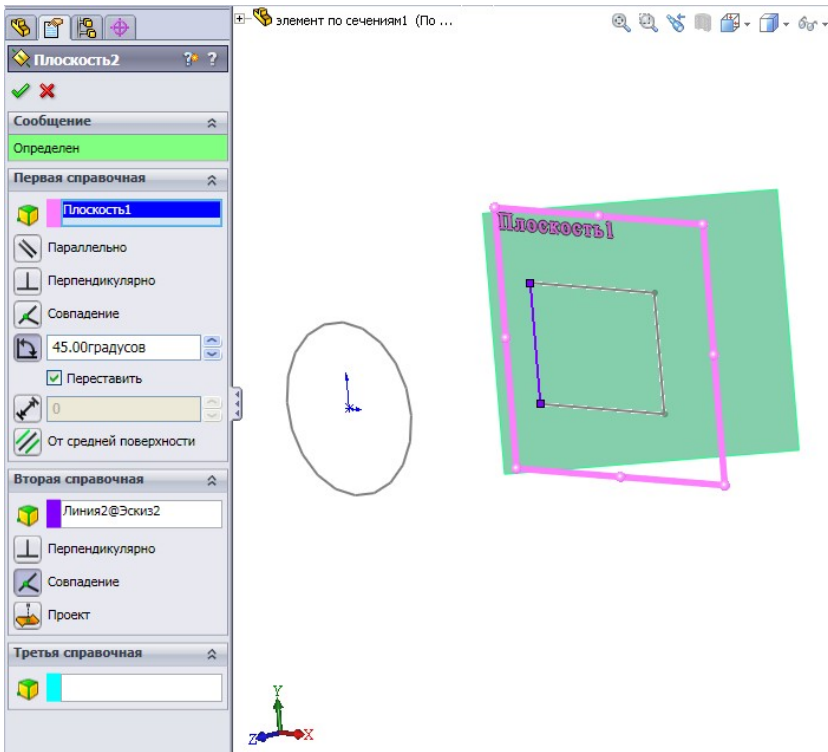


Рисунок 3.20 – Побудова додаткової площини

Створимо ще одну додаткову довідкову площину - "**Плоскость3**", яка буде паралельна площини "**Плоскость2**" і перебувати від неї на відстані 150 мм. На "**Плоскости3**" побудуємо перетин - "**Эскиз3**", нехай він має вигляд шестигранника з діаметром вписаної окружності 150 мм (рис. 3.21).

Таким чином, ми побудували три перетини (профілі) майбут-

нього твердого тіла. У дереві конструювання ці профілі позначені як "Эскиз1, Эскиз2, Эскиз3". У процесі побудови перетинів також були створені три додаткові площини: "Плоскость1, Плоскость2, Плоскость3" (рис. 3.21).

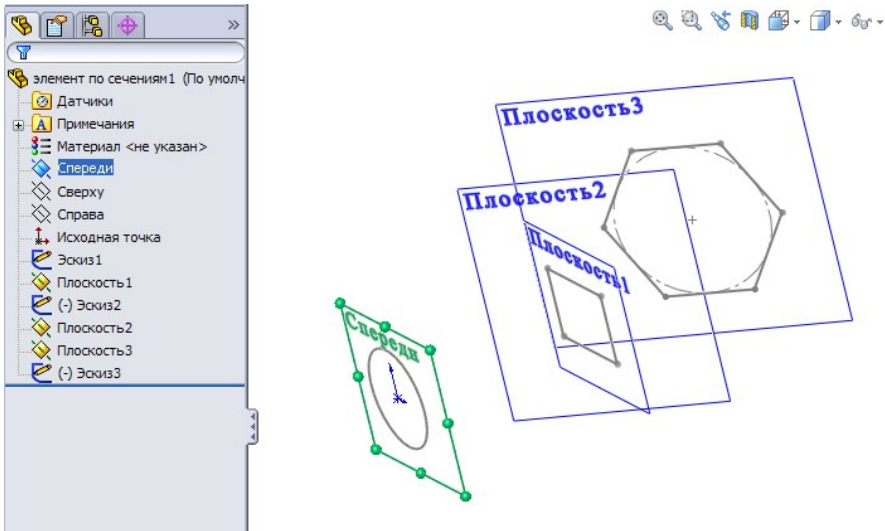


Рисунок 3.21 – Побудова додаткової площини "Плоскость 3"

Для побудови елемента по перетинах без напрямної кривої натиснемо кнопку **"Бобышка/основание по сечениям"** на панелі інструментів **"Элементы"** або скористаємося командою меню **"Вставка | Бобышка/Основание | По сечениям..."** Після цієї процедури у менеджері властивостей (**PropertyManager**) з'явиться вікно **"По сечениям1"** (рис. 3.22).

У вікні **"По сечениям1"**, в області **"Профили"**, необхідно відзначити ті ескизи, які будуть перетинами твердого тіла. Причому точки на ескизах перетинів, зазначені конструктором, будуть утворювати напрямну криву, яка формується по типу сплайну. Виділимо один за одним **"Эскиз1, Эскиз2, Эскиз3"** (рис. 3.22).

Якщо в області **"Параметры"** активізована команда **"Предв. просмотр"**, то на екрані ви побачите зовнішній вигляд споруджуваного твердого тіла. Крім того, саме на цьому етапі побудови можна створити тонкостінний елемент по перетинах, активізувавши область **"Тонкостенный элемент"** і вказавши товщину стінки.

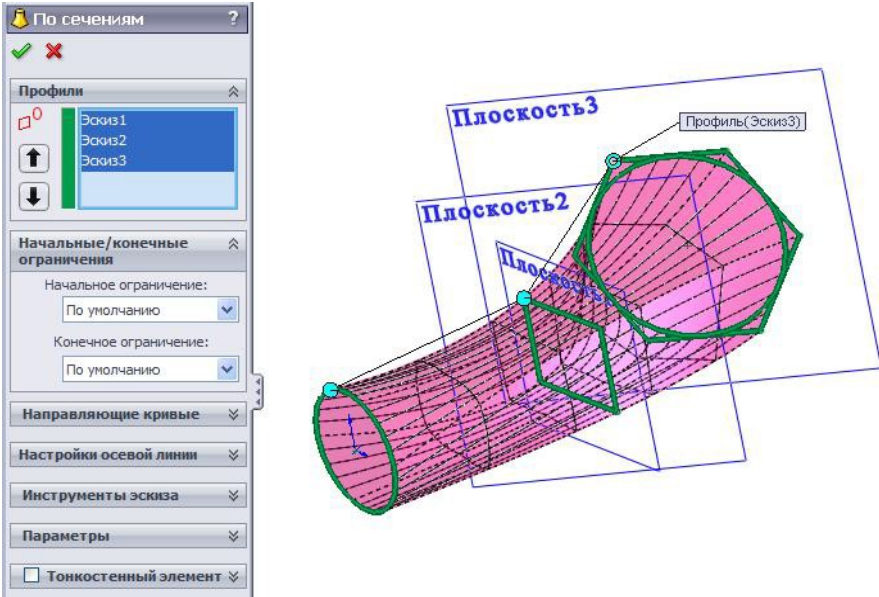


Рисунок 3.22 – Процесс побудови елемента по перетинах

У зв'язку з тим, що напрямна крива являє собою сплайн, який будується по точках, відзначених на перетинах, можна легко змінити зовнішній вигляд твердого тіла, змінивши розташування цих опорних точок. Наприклад, поміняємо розташування точки з'єднання на шестиграннику, перемістивши її через дві грані за годинниковою стрілкою методом звичайного перетаскування. У результаті зовнішній вигляд твердого тіла зміниться, тому що зміниться характер направляючої, а саме у твердого тіла з'явиться скручування (рис. 3.23).

Закінчивши побудову твердого тіла, натисніть кнопку **ОК**. У результаті буде побудоване тверде тіло по перетинах без прямої кривої (рис. 3.24).

Подібним чином можна побудувати виріз по перетинах, також без використання прямої кривої. Розглянемо побудову вирізу по перетинах на прикладі. Створимо опорні перетини для побудови вирізу: на площині "**Спереди**" - рівнобічний трикутник зі сторонами 25 мм ("**Ескиз4**"); на "**Плоскості2**" - шестигранник з діаметром вписаної окружності 60 мм ("**Ескиз5**"); на **Плоскості3** - окружність діаметром 100 мм ("**Ескиз6**") (рис. 3.25).

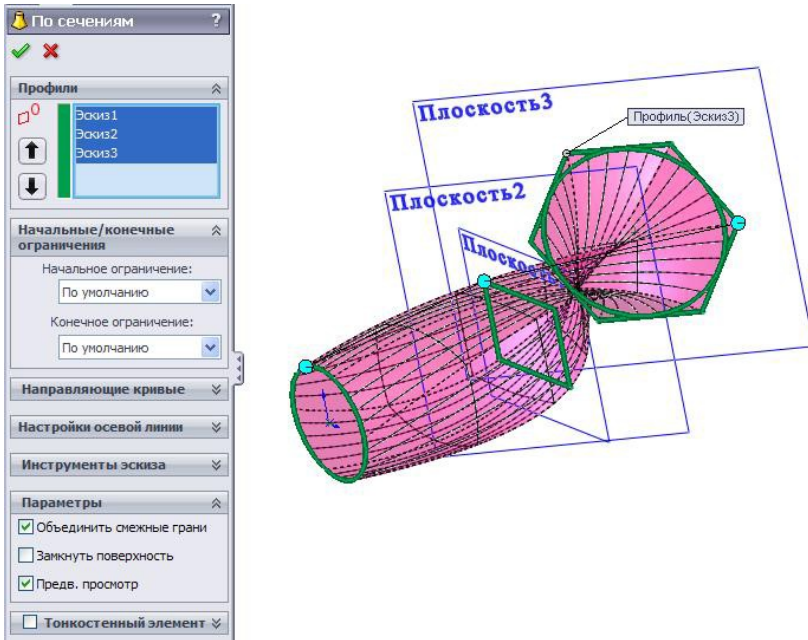


Рисунок 3.23 – Поява скручивания

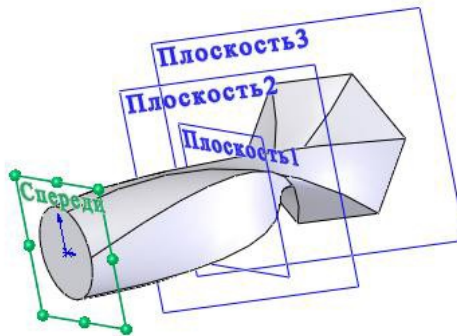


Рисунок 3.24 – Побудоване тверде тіло по перетинах

Для побудови перетинів можна використовувати будь-які площини й грані, що є в наявності. Для побудови вирізу по перетинах активізуємо команду **"Виріз по сечениям"** на панелі інструментів **"Элементы"** або скористаємося командою меню **"Вставка | Вирез | По сечениям..."**. У вікні що з'явилося, **"Вирез-По сечениям"**, в об-

ласті "Профили" вкажемо ескізи: "Эскиз4, Эскиз5, Эскиз6" (рис. 3.26).

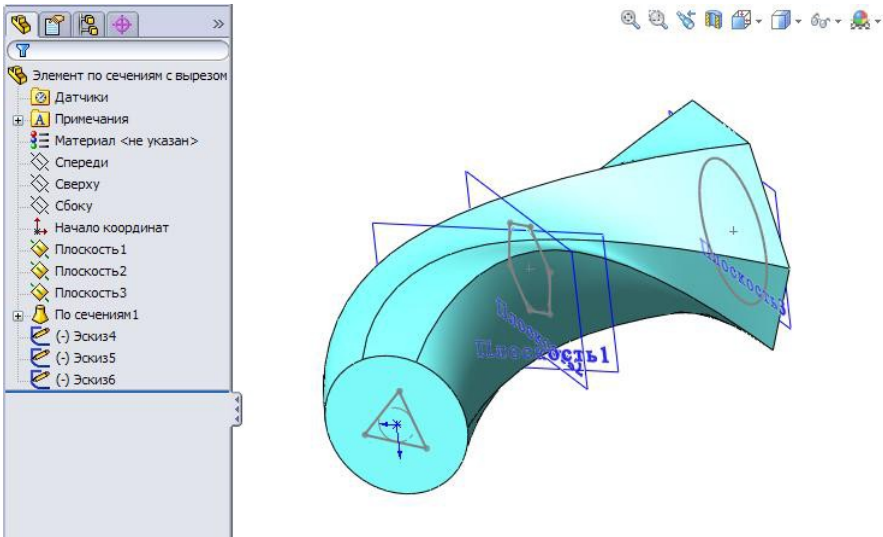


Рисунок 3.25 – Побудова опорних перетинів для створення вирізу

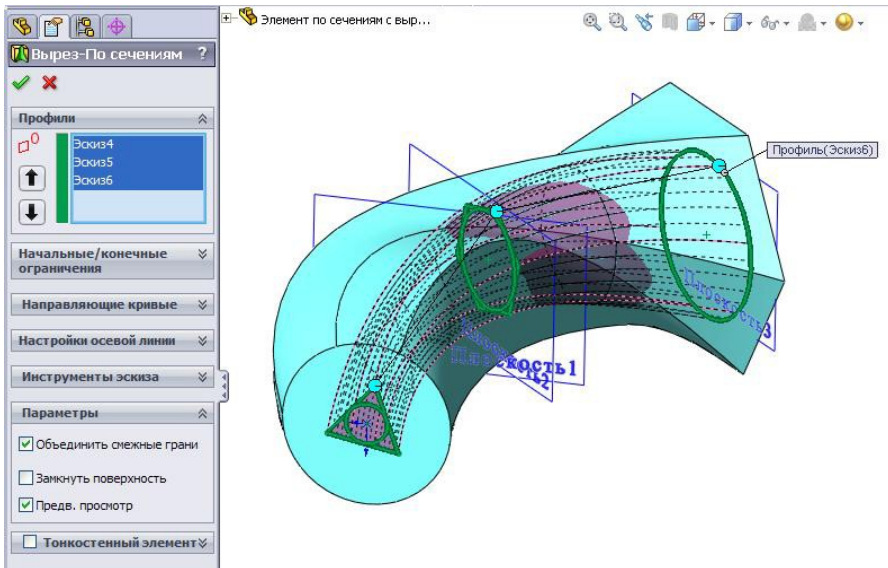


Рисунок 3.26 – Діалогове вікно створення вирізу

Натиснемо кнопку **ОК** і одержимо тверде тіло з вирізом по перетинах (рис. 3.27).

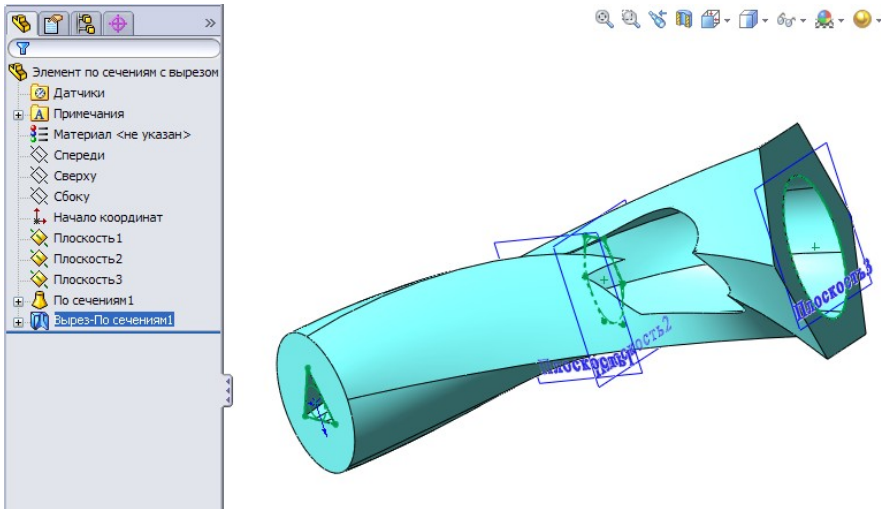


Рисунок 3.27 – Тверде тіло з готовим вирізом по перетинах

При побудові елемента по перетинах з'єднувати перетини можна в довільному порядку. Необхідно тільки пам'ятати, що порядок і опорні точки лінії з'єднання перетинів визначають характер напрямної кривої, а відповідно, і конфігурацію деталі. Можна також використовувати лише деякі перетини з наявних, пропускаючи непотрібні в процесі вибору.

Побудова елементів по перетинах з напрямної кривої.

Як основу для побудови твердих тіл складної конфігурації можна використовувати не тільки заздалегідь створені перетини, але й напрямні. Як основу для прикладу використаємо попередню деталь, а точніше її перетини. До наявних перетинів додамо лише напрямну.

Побудуємо напрямну криву за допомогою команди **"Сплайн"**, у площині **"Сверху"** (рис. 3.28). При побудові напрямної кривої слід дотримуватися кількох правил:

- напрямна повинна лежати в площині, яка перетинає профілі перетинів;
- напрямна повинна перетинати всі профілі;

- напрямна крива може бути довшою елемента по перетинах;
- у якості напрямних можна використовувати раніше створені об'єкти: крайки об'єктів і будь-які криві;
- напрямних може бути декілька, у цьому випадку елемент по перетинах завершується наприкінці самої короткої напрямної.

Якщо напрямна крива не перетинає профілі, то при її побудові, для створення точок перетинання, необхідно використовувати взаємозв'язки **"Совпадение"** або **"Точка пронзания"**.

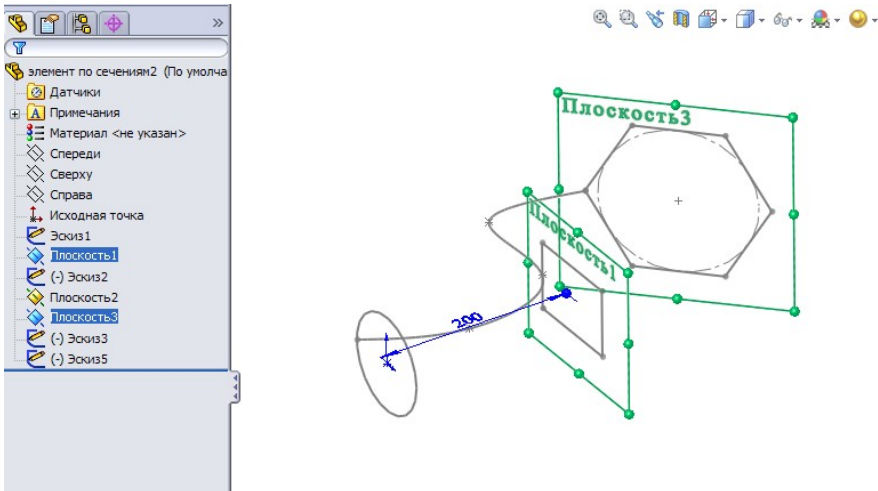


Рисунок 3.28 – Побудова направляючої кривої

Активізуємо команду "Бобышка/основание по сечениям" або скористаємося командою меню "Вставка | Бобышка/Основание | По сечениям...". У вікні, що з'явилося, "По сечениям", в області "Профіли", відзначимо профілі: "Эскиз1, Эскиз2, Эскиз3". В області "Направляющие кривые" відзначимо направляючу "Эскиз5" (рис. 3.29). Закінчимо побудову, натиснувши кнопку ОК.

У полі **"По сечениям"**, в області **"Направляющие кривые"**, у списку, що розкривається, **"Тип влияния направляющий кривых"** можна вказати ступінь впливу направляючої на конфігурацію об'єкта. Змінюючи тип впливу, можна значно змінити конфігурацію об'єкта по перетинах. На вибір конструктора є наступні типи впливу: **"Глобальный, До следующей кромки, До следующего острого угла, До сле-**

дующей направляющей".

Якщо вибрати тип впливу "Глобальный", напрямна впливає на весь об'єкт у цілому (рис. 3.29, 3.30).

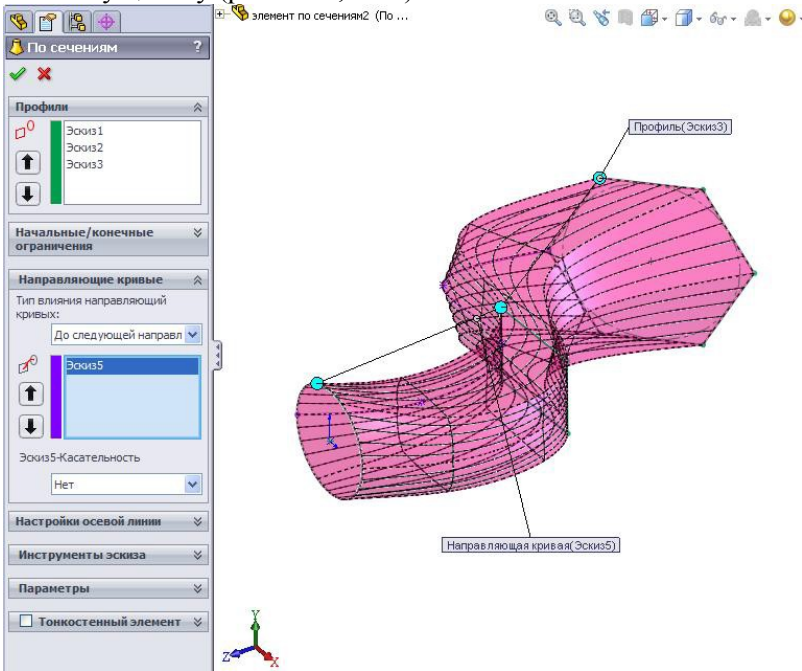


Рисунок 3.29 – Диалоговое окно построения направляющей кривой

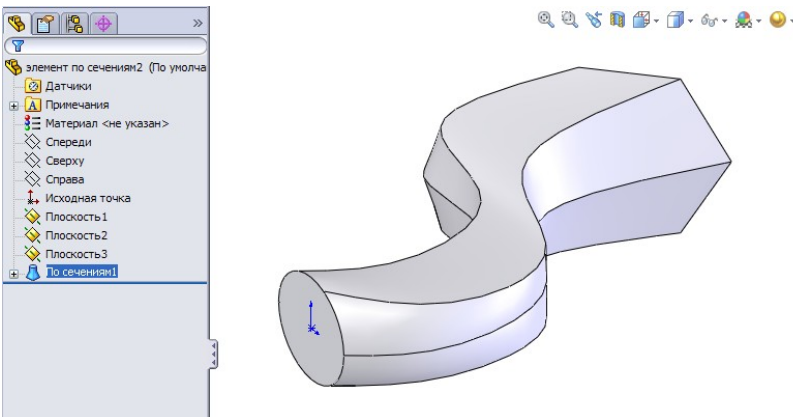


Рисунок 3.30 – Влияние направляющей на объект в целом

Якщо вибрати тип впливу "**До следующего острого угла**", то при побудові об'єкта по перетинах напрямна впливає на конфігурацію об'єкта тільки до наступного гострого кута (рис. 3.31).

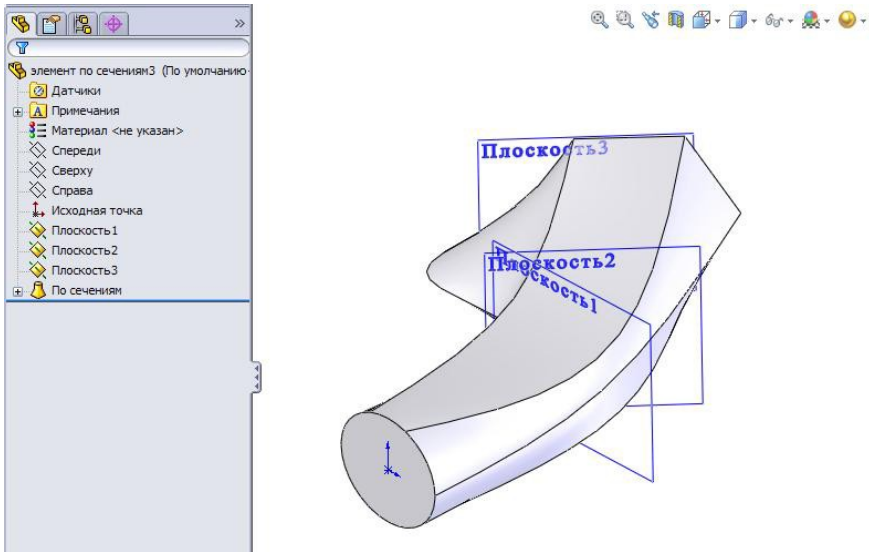


Рисунок 3.31 – Вибір типу впливу "**До следующего острого угла**"

У даному прикладі конфігурації об'єктів, побудованих з використанням типу впливу "**До следующего острого угла**" й "**До следующей кромки**", не відрізняються одна від іншої, тому що місце розташування кута й крайки збігаються. Аналогічним чином можна побудувати виріз по перетинах, використовуючи одну або декілька напрямних. Також слід зазначити, що в якості напрямної кривої може виступати не тільки лінія, розташована на площині, але й тривимірна напрямна, побудована за допомогою команди "**Трёхмерный эскиз**".

Побудова елементів по перетинах з осьовою лінією.

SolidWorks дозволяє створити елемент по перетинах і використовувати замість напрямної кривої осьову лінію. Завдяки цій операції можна побудувати об'єкт, що представляє собою щось середнє між об'єктом по перетинах і об'єктом по траєкторії. Така побудова зручна, якщо є в розпорядженні два або більш перетинів, з'єднаних однією осьовою лінією.

Спочатку побудуємо перетини. Нехай профілі будуть розташовані на паралельних площинах, відстань між якими 450 мм. На площині "**Спереди**" профілем буде окружність діаметром 100 мм, а на "**Плоскості1**" - шестигранник, з діаметром вписаної окружності 150 мм (рис. 3.32).

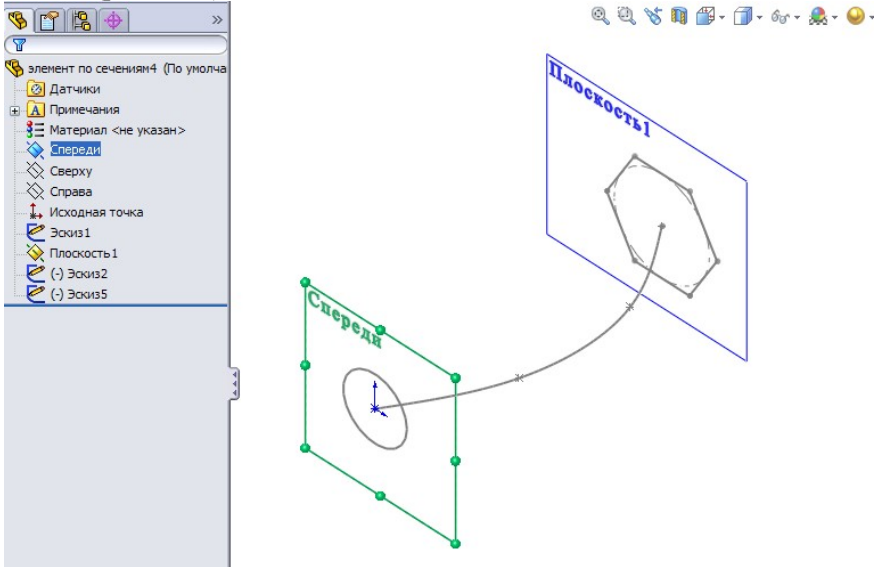


Рисунок 3.32 – Побудова осьової лінії

Побудуємо осьову. У цьому випадку під осьовою мається на увазі крива, побудована за допомогою команди "**Сплайн**". Ця осьова повинна перетинати область усередині кожного замкненого профілю (рис. 3.32).

Активізуємо команду "Бобышка/основание по сечениям" або скористаємося командою "Вставка | Бобышка/Основание | По сечениям...". У вікні, що з'явилося, "По сечениям", в області "Профили", відзначимо профілі: "Эскиз1, Эскиз2".

В області "**Настройки осевой линии**" відзначимо осьову - "**Эскиз5**" (рис. 3.33). Натиснемо кнопку **ОК**, закінчивши побудову.

Використовуючи осьову лінію й профілі перетинів, можна також побудувати виріз по перетинах, діючи аналогічним чином.

SolidWorks дозволяє реалізувати ще один спосіб побудови елементів по перетинах, коли перетинами є неплоскі профілі.

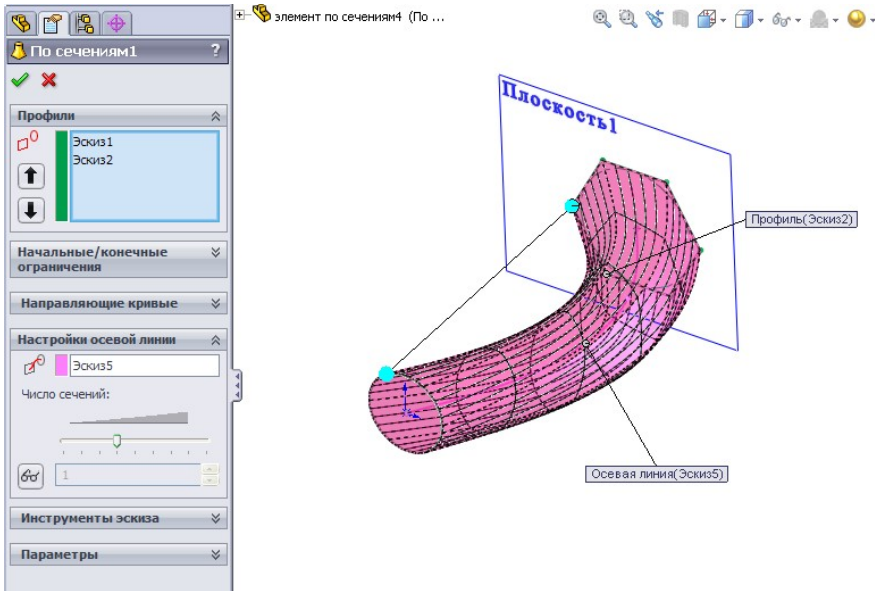


Рисунок 3.33 – Процес побудови з осьюовою лінією

Побудова елементів по перетинах з неплоским профілем.

Побудуємо елемент по перетинах з неплоским профілем без прямої кривої. Спочатку побудуємо неплоский профіль. У якості такого профілю може виступати неплоска грань або крайка раніше побудованої моделі. Ескіз цієї моделі був побудований на площині "Спереди" - "Эскиз1" (рис. 3.34).

Створимо додаткову довідкову "Плоскости1", яка розташована паралельно площині "Сверху" на відстані 200 мм. Побудуємо "Плоскость2", яка паралельна "Плоскости1" і перебуває від неї на відстані 150 мм. На "Плоскости1" побудуємо профіль перетину у вигляді квадрата зі стороною 240 мм - "Эскиз2" (рис. 3.35). На "Плоскости2" побудуємо профіль перетину у вигляді окружності діаметром 120 мм - "Эскиз3" (рис. 3.35).

Активізуємо команду "Бобышка/основание по сечениям". Можна також скористатися командою меню "Вставка | Бобышка/Основание | По сечениям...". У вікні, що з'явилося, "По сечениям", в області "Профили", відзначимо профілі: "Эскиз1, Эскиз2, Эскиз3" (рис. 3.36).

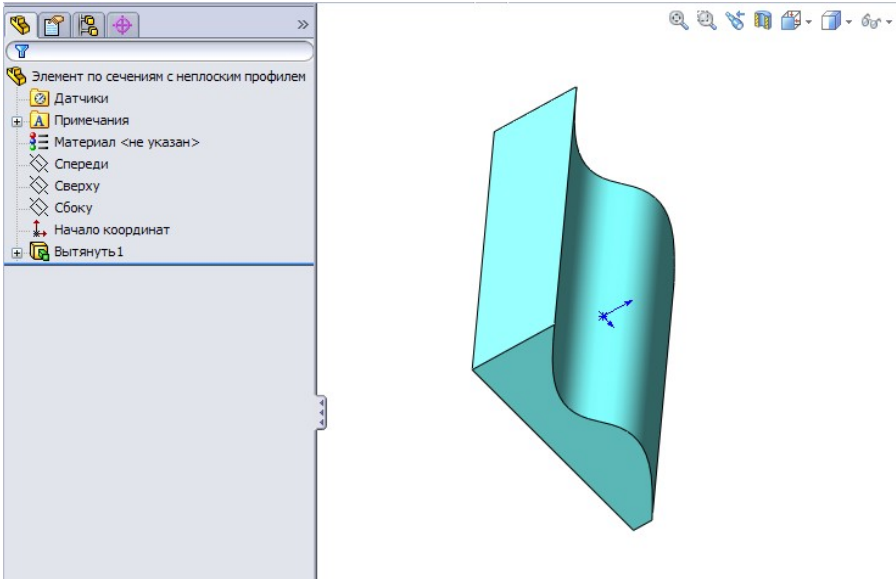


Рисунок 3.34 – Побудова фігурного профілю

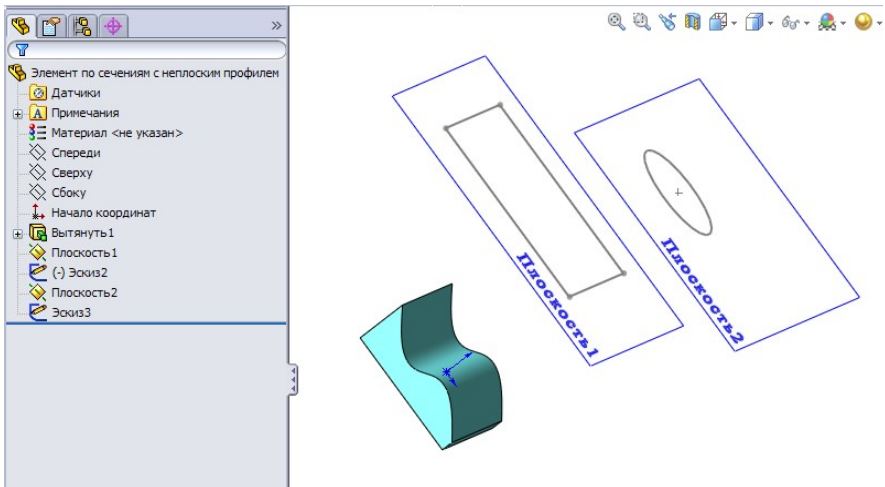


Рисунок 3.35 – Побудова профілів додаткових перетинів

При необхідності можна використовувати напрямні або задати осьову лінію. Також можна побудувати тонкостінний елемент, активі-

зувавши відповідну область у вікні **"По сечениям"**. Натиснемо кнопку **ОК** і одержимо тверде тіло по перетинах, де в основі лежить неплоский профіль (рис. 3.37).

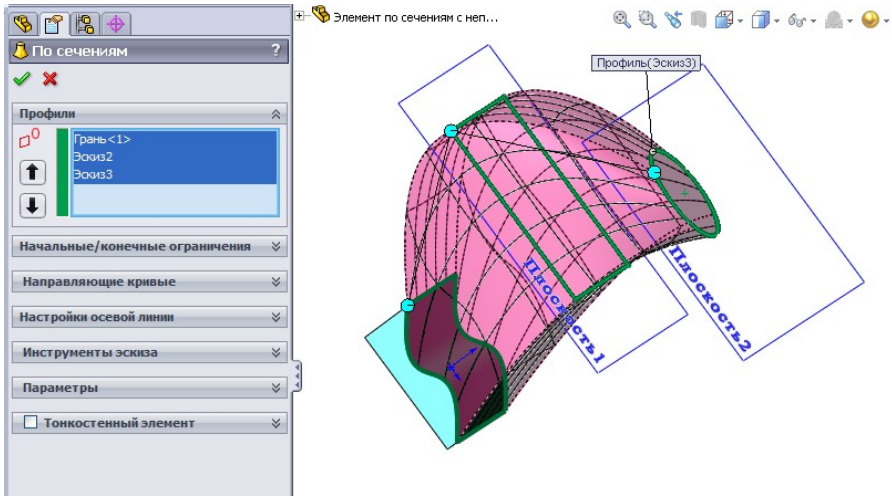


Рисунок 3.36 – Процесс побудови по дополнительных перетинах

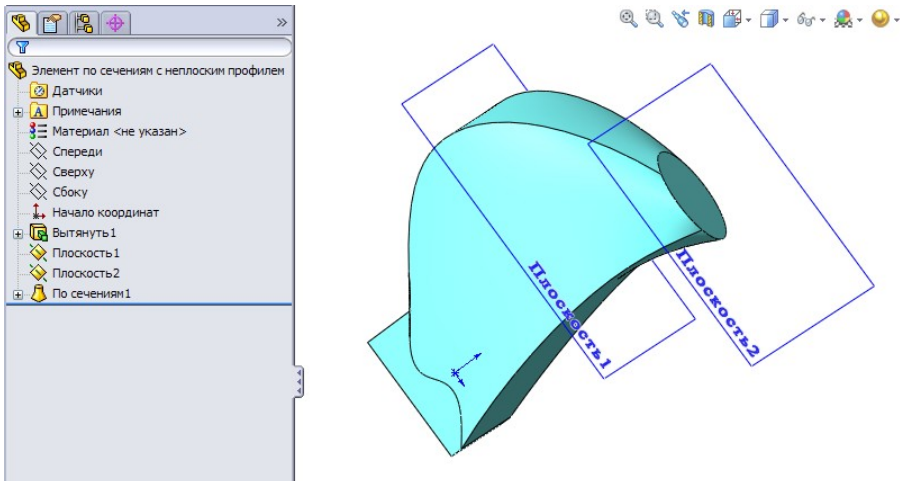


Рисунок 3.37 – Побудоване тверде тіло по фігурному профілю

Цей спосіб побудови можна використовувати не тільки для твердих тіл, але й для оформлення вирізу по перетинах.

Побудова твердих тіл по траєкторії.

В SolidWorks можна побудувати тверде тіло (основу, бобишку), а також виріз, використовуючи команди оформлення елементів по траєкторії. Елемент створюється в результаті переміщення профілю по заздалегідь створеному шляхові - траєкторії. Слід пам'ятати, що профіль повинен являти собою замкнений не перетинаючий контур.

У процесі переміщення профіль може залишатися паралельним самому собі або ж зберігати незмінним початковий кут із траєкторією. Можна також задати обертання профілю в процесі його переміщення по траєкторії. Крім того, профіль може міняти свої розміри й конфігурацію згідно з формою направляючої кривої.

Способи побудови простих елементів по траєкторії.

Побудуємо просте тверде тіло по траєкторії. Для цього спочатку створимо ескіз профілю, який буде переміщатися по траєкторії. Нехай у якості профілю виступає окружність діаметром 100 мм - "Ескиз1", розташована на площині "Спереди" (рис. 3.38).

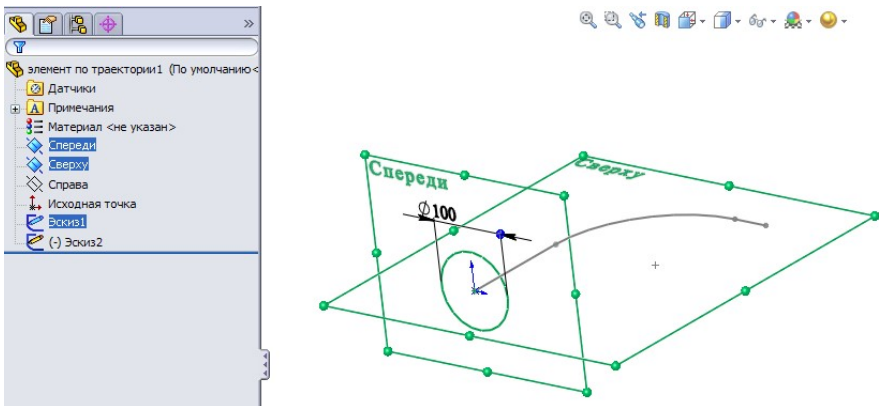


Рисунок 3.38 – Побудова твердого тіла по траєкторії

Побудуємо траєкторію. Ескіз траєкторії будується в площині, розташованій під кутом до площини профілю. Для цієї мети виберемо площину "Сверху", до якої перпендикулярна площина "Спереди", хоча підійде й площина "Справа".

Нехай траєкторія являє собою сукупність прямолінійних ділянок, з'єднаних дугою радіусом 150 мм - "Ескиз2" (рис. 3.38). Обов'яз-

кова умова: траєкторія повинна починатися або перетинати площину, у якій розташований ескіз профілю. У якості траєкторії також може використовуватися крайка моделі.

Для побудови елемента по траєкторії натиснемо кнопку **"Бобышка/основание по траектории"** або скористаємося командою меню **"Вставка | Бобышка/Основание | По траектории..."**.

У вікні, що з'явилося, **"По траектории"**, в області **"Профиль и направление"**, необхідно виділити профіль **"Эскиз1"** у полі, позначеному значком **"Профиль"**, а також траєкторію (напрямок) **"Эскиз2"** у поле, позначеному значком **"Маршрут"** (рис. 3.39).

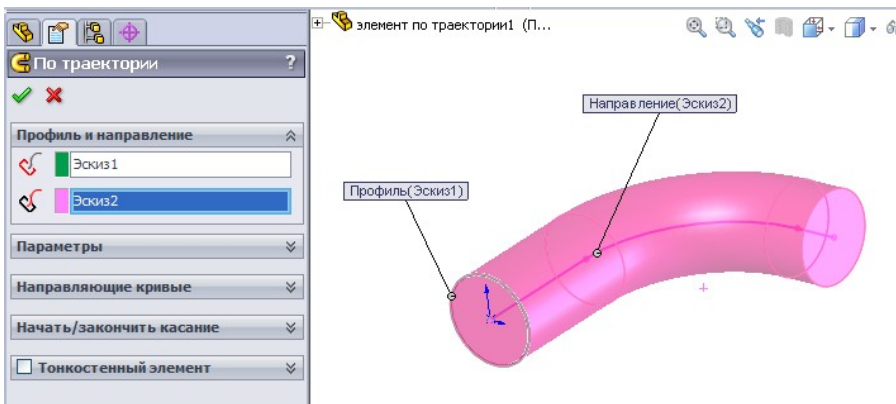


Рисунок 3.39 – Процес побудови по траєкторії

При необхідності, якщо створюється елемент типу трубопроводу, можна активізувати область **"Тонкостенный элемент"**, де потрібно вказати товщину стінки деталі й уточнити, як буде формуватися товщина. Якщо вибрати **"В одном направлении"**, то товщина буде створюватися по одній зі сторін щодо контуру профілю.

Використовуючи кнопку реверс, можна оформити товщину усередині або зовні об'єкта. При виборі параметра **"В двух направлениях"** необхідно задати окремо значення товщини стінки, яке йде усередину й назовні. При виборі опції **"От средней поверхности"** зазначена товщина відлічується однаково у внутрішню й зовнішню сторони об'єкта. Закінчимо побудову, нажавши кнопку **ОК**.

Аналогічним чином можна побудувати елемент по траєкторії, використовуючи в якості траєкторії сплайн.

Створення тривимірного об'єкта по траєкторії.

Використовуючи тривимірний ескіз як траєкторію, можна побудувати тривимірні об'єкти по траєкторії. Створимо тривимірну криву "**Трехмерный эскиз1**". Нехай початок тривимірної кривої розташований у вихідній точці.

Виберемо площину, яка перебуває під кутом до початкового напрямку тривимірної кривої. Наприклад, площина "**Сверху**". Побудуємо в площині "**Сверху**" ескіз профілю. Нехай профіль має вигляд шестикутника із центром у вихідній точці й діаметром вписаної окружності 36 мм (рис. 3.40).

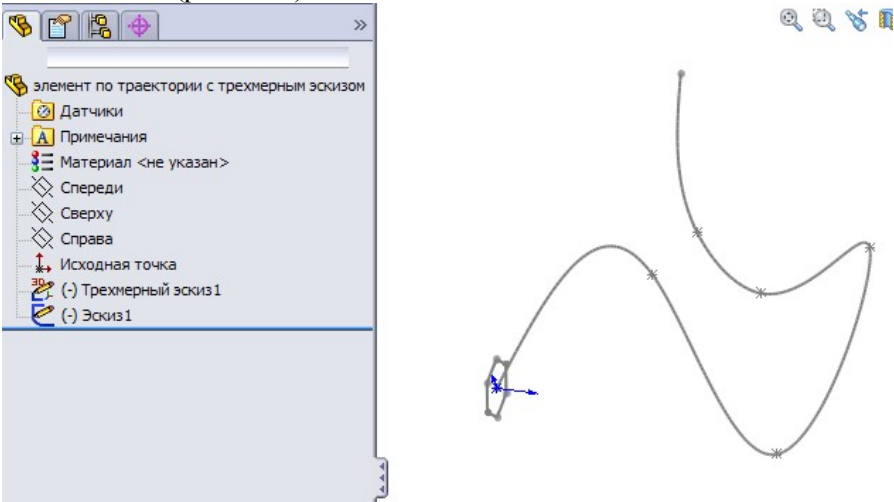


Рисунок 3.40 – Створення тривимірної кривої

Побудуємо тверде тіло по траєкторії, для цього натиснемо кнопку "**Бобышка/основание по траектории**" або скористаємося командою меню "**Вставка | Бобышка/Основание | По траектории...**".

У вікні "**По траектории**", в області "**Профиль и направление**", виділимо профіль - "**Эскиз1**" і траєкторію - "**Трехмерный эскиз1**". Закінчимо побудову елемента по траєкторії (рис. 3.41), нажавши кнопку **ОК**.

Використовуючи можливості створення елементів по траєкторії, можна проектувати деталі типу спіралі. У цьому випадку траєкторія повинна являти собою просторову криву - спіраль. Розглянемо побудову спіралі на прикладі.

На площині "**Спереди**" намалюємо окружність із центром у вихідній точці діаметром 100 мм.

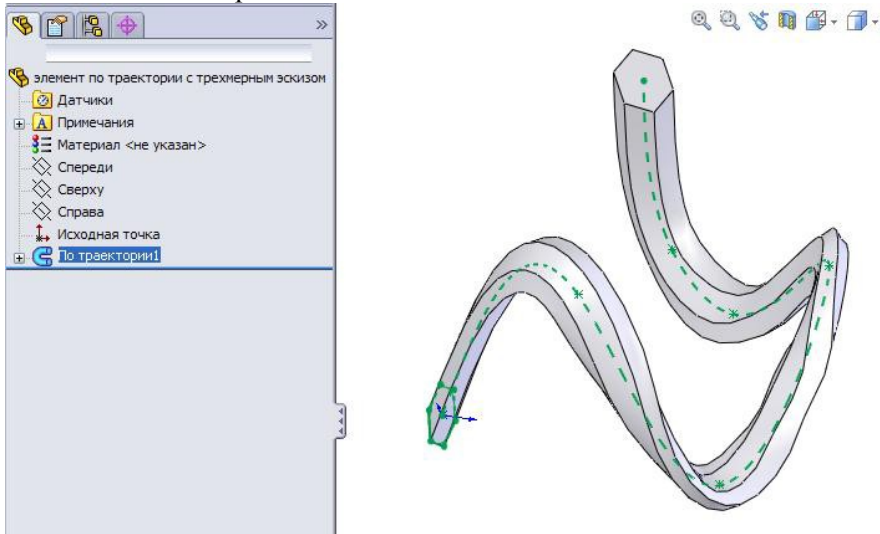


Рисунок 3.41 – Збудований елемент по траєкторії

Виберемо команду меню **"Вставка | Кривая | Спираль/Плоская спираль...."** Можна також скористатися кнопкою **"Геликоид и спираль"**, яка розміщена на панелі інструментів **"Кривые"**.

На екрані з'явиться вікно **"Спираль1"**. У цьому вікні необхідно вказати основні параметри спіралі. Якщо в області **"Определения внес"** вибрати опцію:

- **"Шаг и вращение"** - то необхідно вказати крок спіралі (відстань між витками) і обертання (кількість витків);
- **"Высота и вращение"** - у цьому випадку необхідно вказати висоту (довжину спіралі) і обертання (кількість витків);
- **"Высота и шаг"**, при цьому необхідно вказати загальну довжину спіралі й відстань між витками;
- **"Спираль"** - тоді можна намалювати гелікоїд.

Намалюємо спіраль із наступними параметрами: висота 100 мм, обертання 5 витків; початковий кут 0.00 градусів; витки закручуються проти годинникової стрілки (рис. 3.42).

При необхідності можна створити конусну спіраль, активізува-

вши відповідний прапорець у вікні "**Спираль**" і вказавши кут конуса. На площині Зверху побудуємо ескіз окружності (перетин спіралі). Центр окружності повинен збігатися з кінцем спіралі, для цього можна встановити відповідні взаємозв'язки. Нехай окружність має діаметр 10 мм (рис. 3.43).

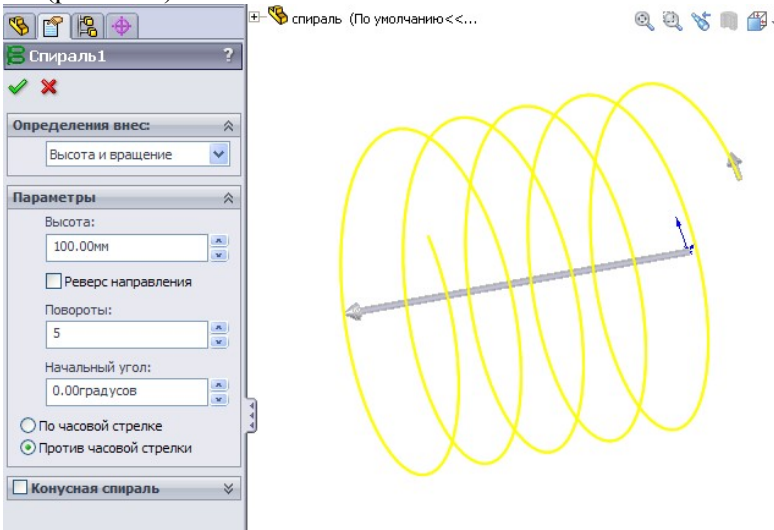


Рисунок 3.42 – Процесс построения спирали

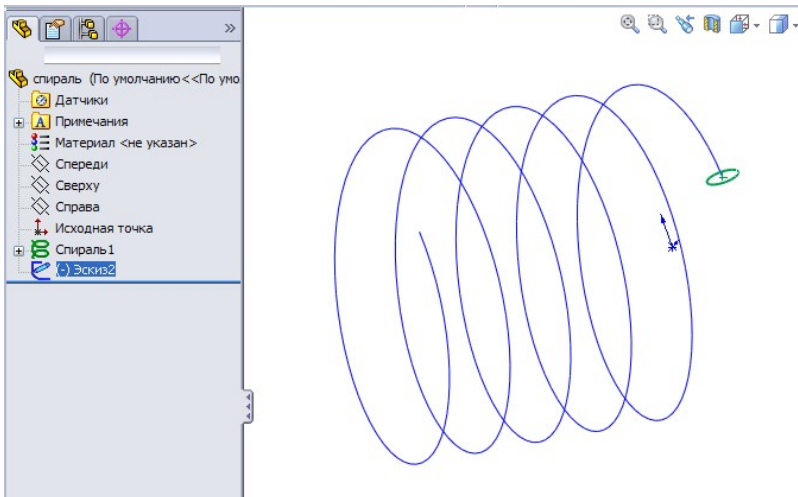


Рисунок 3.43 – Добавления эскиза перетину

Потім побудуємо елемент по траєкторії, нажавши кнопку **"Бобышка/основание по траектории"**, або скористаємося командою меню **"Вставка | Бобышка/Основание | По траектории...."**.

У вікні **"По траектории"**, в області **"Профиль и направление"**, виділимо профіль – **"Эскиз2"** і траєкторію - **"Спираль1"** (рис. 3.43). Закінчимо побудову, нажавши кнопку **ОК**.

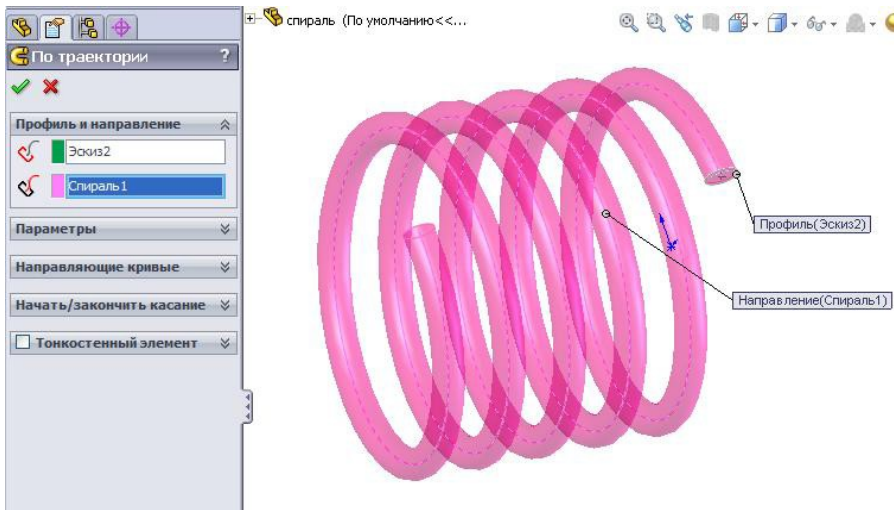


Рисунок 3.44 – Побудована спіраль

Контрольні запитання

1. Розкажіть алгоритм побудови твердих тіл по перетинах.
2. Навіщо необхідні додаткові площини?
3. Як виконується побудова елементів по перетинах без напрямної кривої?
4. Розкажіть про побудову елементів по перетинах з осьюовою лінією.
5. Як виконується побудова твердих тіл по траєкторії.

Література

[1], с. 98-145.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4. ФОРМУВАННЯ КРЕСЛЕНЬ

Мета: Вивчити методи створення та виведення на друк креслень тривимірних моделей деталей

4.1 Загальні відомості

SolidWorks дозволяє досить просто генерувати креслення створених у ньому деталей, вузлів і виробів. Креслення підтримують двосторонній асоціативний зв'язок з 3D-Моделями. При внесенні змін у модель її креслення автоматично модифікується відповідно до них. І навпаки, якщо користувач змінює який-небудь керуючий розмір на кресленні, це відразу ж відбивається в 3D-Моделі.

4.2 Завдання до лабораторної роботи

Для обраної тривимірної моделі деталі створити асоціативні види, нанести необхідні розміри. Створене креслення вивести на друк.

4.3 Порядок проведення лабораторної роботи

Установка шрифтів і шаблонів SolidWorks.

Щоб текст на кресленнях по накресленню відповідав ЄСКД, в операційну систему Windows необхідно додати відповідні шрифти. Також встановіть в SolidWorks шаблони документів (Деталь, Складання й Креслення), які вже настроєні для роботи відповідно до ЄСКД. Шаблон креслення – це спеціальний тип файлів SolidWorks з розширенням **"drwdot"**, з виконаними й збереженими в них визначеними налаштуваннями. У файлі шаблону креслення втримуються налаштування за замовчуванням для відображення розмірів, стрілок розмірів, розмірних і виносних ліній, приміток інших видів. Для цього скопіюйте папку Templates з необхідними вам шаблонами в каталог установки SolidWorks C:\Program Files\SolidWorks Corp\SolidWorks\Data.

Тепер запустіть програму SolidWorks і в рядку меню виберіть **"Інструменти | Параметри"** або просто натисніть кнопку **"Параметри"**. Відкриється вікно **"Налаштування користувача"**. Потім вибе-

ріль розділ **"Месторасположение файлов"**. Відкриється діалогове вікно **"Настройки пользователя - Месторасположение файлов"**, показане на рис. 4.1, у якому перевірте, щоб у списку **"Отобразить папки для:"** був обраний параметр **"Шаблоны документов"**. Потім натисніть кнопку **"Добавить"**. Далі у вікні **"Обзор папок"** виберіть шлях до скопійованої папки **C:\Program Files\ SolidWorksCorp \SolidWorks \Data \Templates**. Обраний шлях повинен відобразитися в області Папки (рис. 4.1).

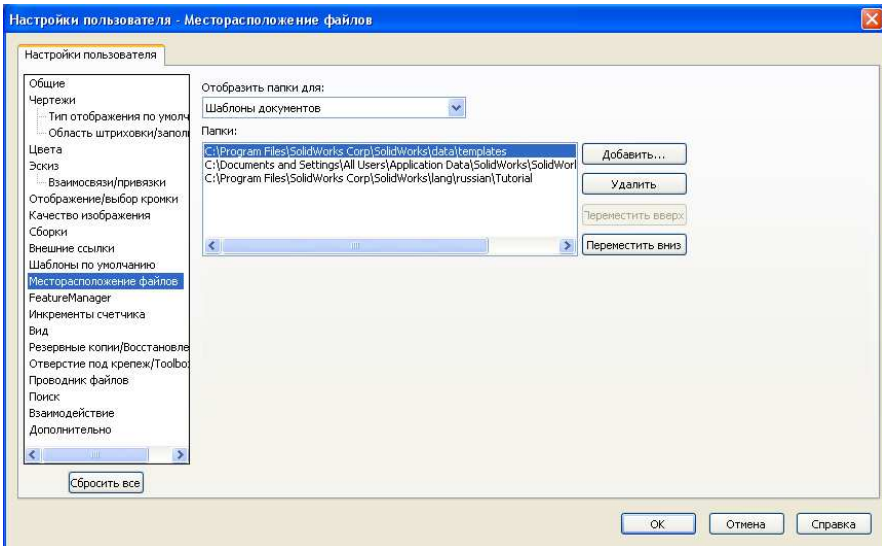


Рисунок 4.1 – Визначення місця розміщення файлів

Далі виберіть розділ **"Шаблоны по умолчанию"**. Відкриється діалогове вікно **"Настройки пользователя - Шаблоны по умолчанию"** (рис. 4.2-4.3). У цьому вікні потрібно встановити шляхи до скопійованих файлів шаблонів.

Спочатку в правій частині вікна показані шляхи до файлів, установлених в SolidWorks за замовчуванням. Для очищення шляхів за замовчуванням натисніть кнопку **й** на запит системи про зміну налаштувань на заводські, натисніть кнопку **"Да"**. Тепер для завдання нового шляху до шаблону **"Деталь"** натисніть кнопку **"Найдите шаблон по умолчанию"** і у вікні, що відкрилося, **"Новый документ SolidWorks"** виберіть вкладку **"Шаблоны"** й клацніть мишею по

елементу "Деталь_ESKD". Натисніть кнопку ОК. Зазначений шлях відобразиться у вікні "Настройки пользователя".

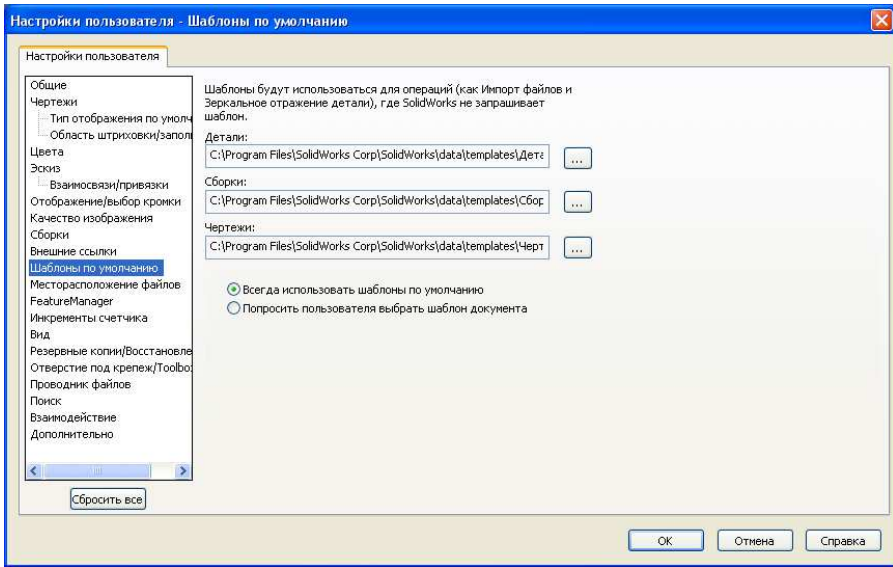


Рисунок 4.2 – Розміщення шаблонів SolidWorks

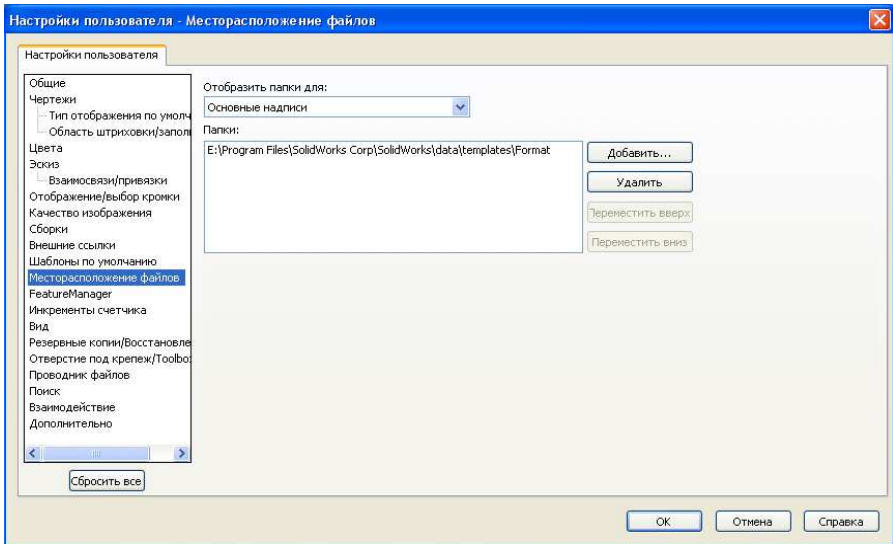


Рисунок 4.3 – Положення шаблонів стандартних форматів

Аналогічну процедуру проробіть для інших шаблонів. Далі встановіть шаблони стандартних форматів креслень розмірами від А0 до А4 зі штампом основного напису, застосовуваних при створенні креслень (рис. 4.3).

Тепер при відкритті шаблону креслення крім форматів за замовчуванням будуть пропонуватися стандартні формати розмірів від А0 до А4 і специфікацій. Після завдання шрифтів закрийте всі вікна через кнопку **ОК** і збережіть шаблон. Тепер при відкритті нового креслення шрифти будуть уже настроєні.

Створення нового креслення.

Запустіть програму, виберіть команду меню "Файл | Новый", клацніть кнопку "**Двухмерный технический чертеж**" й потім натисніть кнопку **ОК**. З'явиться діалогове вікно "**Формат листа/Размер**" (рис. 4.4).

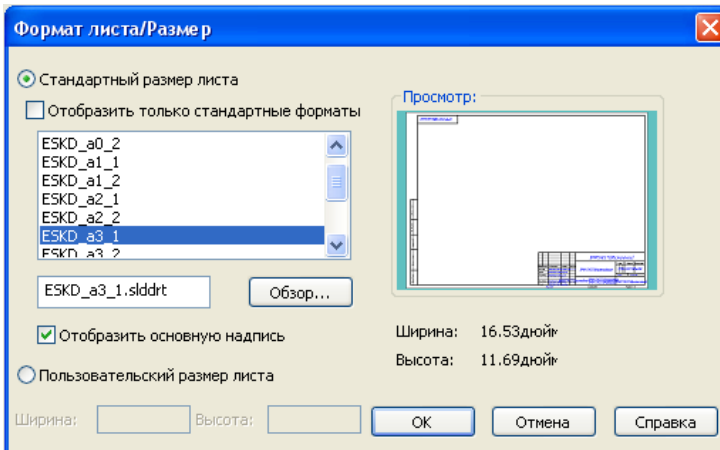


Рисунок 4.4 – Вибір формату креслення

Встановіть перемикач "**Стандартный размер листа**", якщо він не встановлений за замовчуванням. Скиньте прапорець "**Отобразить только стандартные форматы**". Нижче в списку розташовані шаблони для креслень у відповідності зі стандартом ЄСКД. Якщо ж у вас нестандартний аркуш, встановіть перемикач у положення "**Пользовательский размер листа**" й задайте ширину й висоту креслення в міліметрах.

Для навчальних цілей виберіть стандартний розмір аркуша А3 (формат ESKD_a3_1). Натисніть кнопку **ОК**. З'явиться порожній аркуш креслення зі штампом основного напису.

Як і в інших подібних випадках, в інструментальну палітру завантажився відповідний набір команд. Зараз це команди роботи із кресленням. Перевірте, чи встановлений перемикач **"Инструменты | Параметры | Настройки пользователя | Чертежи | Тип отображения по умолчанию за замовчуванням"** у положення **"Невидимые линии отображаются"**, для того щоб показувати на кресленні пунктирними лініями невидимі лінії моделі. У будь-який момент можна змінити настроювання користувача за своїм розсудом. Після настроювання натисніть кнопку **ОК**.

Зверніть увагу, що поруч із курсором з'явився значок, який означає що необхідно вибрати креслярський вид. Але в нас поки тільки чистий аркуш ватману зі штампом і немає жодного виду. Зараз можна піти по одному із двох шляхів.

Побудувати три стандартні види деталі, нажавши кнопку **"3 стандартных вида"** у панелі інструментів **"Чертеж"**. При цьому можна буде додати три стандартні ортогональні види.

Побудувати один вид по обраній моделі, нажавши кнопку **"Вид модели"** у панелі інструментів **"Чертеж"**. При цьому можна буде додати ортогональний або іменований вид на основі існуючої деталі.

Скористаємося першим способом і натиснемо кнопку **"3 стандартных вида"** в панелі інструментів **"Чертеж"** або відкриємо вкладку. У менеджері властивостей з'явиться діалогове вікно **"3 стандартных вида"**, у якому потрібно натиснути кнопку **"Обзор"**. У вікні, що з'явилося, **"Открыть"** необхідно вибрати спроектовану деталь.

Створення трьох стандартних видів.

Створимо креслення хомута, спроектованого на занятті 2. Для цього виберіть збережений раніше файл **"Хомут.sldprt"** і натисніть кнопку **"Открыть"**. Результат представлений на рис. 4.5 - головний вид і два проєкційні види. Правда, зараз головний і проєкційний види розташовані на кресленні невірно.

Верхній проєкційний вид необхідно опустити вниз, а головний вид із другим проєкційним видом підняти наверх. Для переміщення виду підведіть до нього курсор, поруч із курсором з'явиться значок. Після цього захопіть вид мишею й перемістіть на необхідне місце кре-

слення. У підсумку ви повинні одержати таке розміщення видів, як на рис. 4.6.

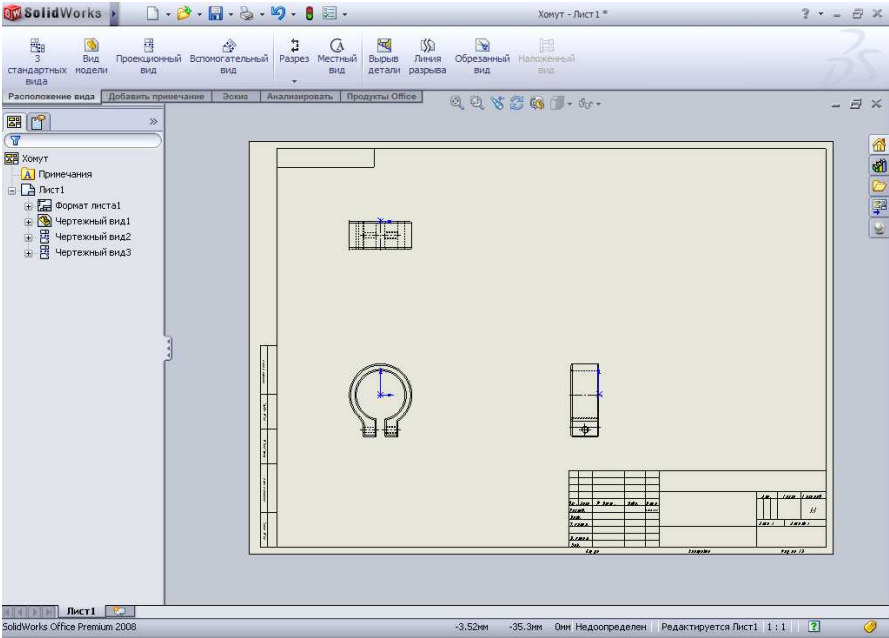


Рисунок 4.5 – Створення стандартних видів деталі

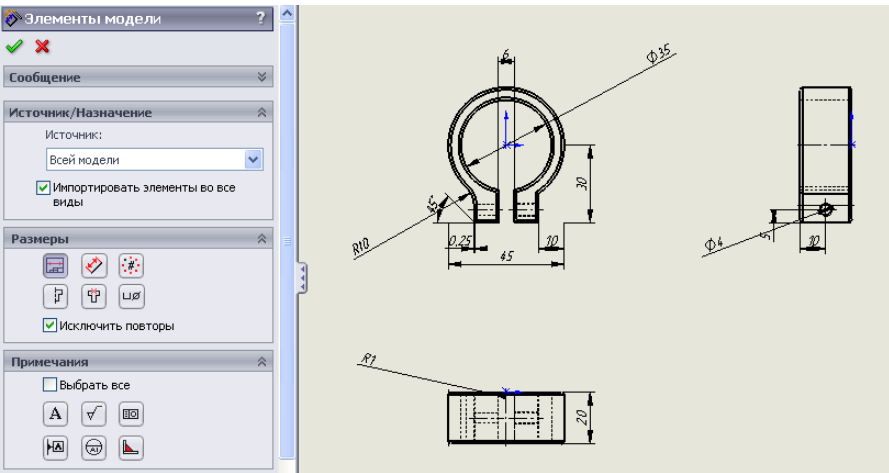


Рисунок 4.6 – Нанесення розмірів

Спочатку види завантажилися без розмірів. Але оскільки при створенні ескізу ми задавали розміри, то ці розміри можна відразу проставити на кресленні. Для цього виберіть із меню **"Вставка | Элементы модели"**.

У менеджерові властивостей відкриється діалогове вікно **"Элементы модели"**, показане на рис. 4.6. Задайте параметри, як зазначено на ілюстрації, і натисніть кнопку **ОК**. На всіх видах з'являться розміри (рис. 4.6). Якщо які-небудь розміри не потрібні, просто клацніть мишею по цьому розміру й натисніть клавішу **<Delete>**.

Якщо ж необхідно, навпаки, поставити який-небудь розмір, у панелі інструментів **"Чертеж"** натисніть мишею кнопку **"Автоматическое нанесение размеров"** і нанесіть розмір так, як ви робили це в ескізах. Надалі додавати або видаляти розміри можна в будь-який момент формування креслення. Таким чином, ми створили аркуш креслення й нанесли на нього три стандартні види деталі. Тепер у якості тренування спробуйте створити такі ж види, але використовуючи команду **"Вид по модели"** й створюючи креслення з нуля.

Зміна масштабу виду.

У кожного створеного виду можна змінювати властивості, наприклад масштаб. Тепер змінимо масштаб головного виду. Для цього підведіть курсор до виду й, коли з'явиться червоний прямокутник з пунктирних ліній навколо виду (покажчик миші прийме наступний вид), натисніть ліву кнопку миші. У менеджерові властивостей повинно з'явитися діалогове вікно **"Чертежный вид1"**.

Якщо область **"Масштаб"** не відкрита, відкрийте її, встановіть перемикач **"Использовать масштаб пользователя"** й укажіть масштаб виду, наприклад, 2:1 (рис. 4.7).

Натисніть кнопку **ОК**. Зверніть увагу, що також змінився масштаб залежних проекційних видів. Якщо вам необхідно залишити масштаб проекційних видів без змін, проробіть ту ж процедуру зміни масштабу, але тільки для кожного конкретного виду.

Використання дерева конструювання.

Подивіться в ліву верхню область екрана, і ви побачите структуру, нагадуючу дерево конструювання при створенні ескізів і деталей (рис. 4.8). У цьому випадку це дерево конструювання креслень. У цьому дереві відображаються всі створені аркуші й види.

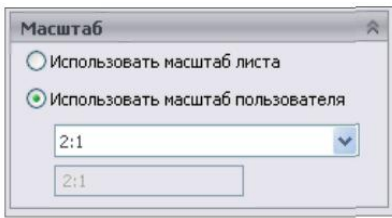


Рисунок 4.7 – Зміна масштабу

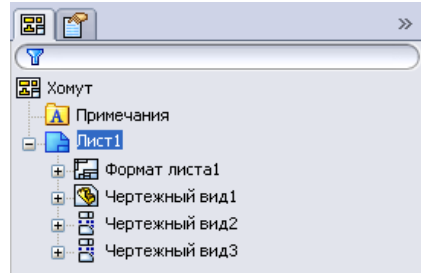


Рисунок 4.8 – Диалогове вікно "Дерево Конструирования"

За допомогою його ви можете змінювати властивості аркуша й створених видів. Наприклад, якщо потрібно відкоригувати основний напис креслення (а це прийдеться робити обов'язково), підведіть курсор до рядку **"Формат листа1"** і натисніть праву кнопку миші.

У контекстному меню клацніть вже лівою кнопкою миші по рядкові **"Редактировать основную надпись"**. Програма відразу сховає всі види й дасть можливість редагувати основний напис креслення за допомогою інструмента **"Заметка"**, що перебуває в панелі інструментів **"Примечания"**. Просто клацніть мишею по полю, яке потрібно відредагувати, і введіть необхідний текст, наприклад, так, як показано на рис. 4.9.

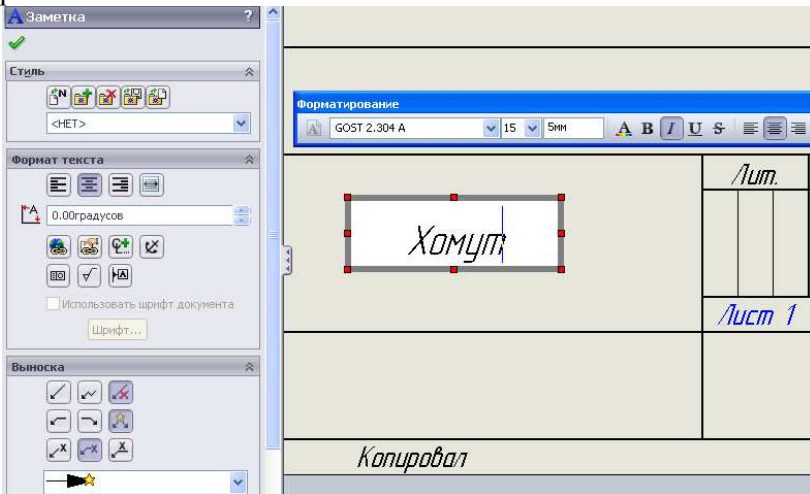


Рисунок 4.9 – Редагування основного напису

Якщо панелі інструментів **"Примечания"** немає на екрані й інструмент **"Заметка"** недоступний, то додайте цю панель за допомогою **"Инструменты | Настройка"** й встановіть прапорець напроти пункту **"Примечания"**. У панелі, що з'явилася, виберіть інструмент **"Заметка"**. До панелі **"Примечания"** можна також одержати доступ, відкривши вкладку. Щоб повернутися до редагування креслення, закрийте вікно **"Форматирование"**, знову підведіть курсор у дереві конструювання до рядка **"Формат листа1"** і натисніть праву кнопку миші. У контекстному меню виберіть **"Редактировать лист"**. Програма повернеться до редагування креслення.

Видалення виду.

За допомогою дерева конструювання можна видаляти непотрібні види. Давайте вилучимо правий і нижній проєкційні види під іменами **"Чертежный вид2"** і **"Чертежный вид3"**. Для цього підведіть курсор до імені виду в дереві конструювання й натисніть праву кнопку миші. У контекстному меню виберіть пункт **"Удалить"** (рис. 4.10).

Програма запросить підтвердження видалення. У вікні підтвердження будуть зазначені всі залежні елементи, які також будуть вилучені. Оскільки в нашого виду немає залежних елементів, то це поле залишилося порожнім (рис. 4.11). Натисніть кнопку **"Да"**, і вид пропаде із креслення. Аналогічно вилучіть інший вид.

Вид можна вилучити й іншим способом: наведіть курсор на вид до появи червоного прямокутника з пунктирних ліній навколо виду й натисніть праву кнопку миші. У контекстному меню натисніть на пункт **"Удалить"**. Подальші дії виконуються аналогічно.

Створення допоміжного виду.

Оскільки в попередньому розділі ми вилучили нижній проєкційний вид, замість нього давайте створимо допоміжний вид знизу.

Для цього натисніть кнопку **"Вспомогательный вид"** у панелі інструментів **"Чертеж"**. При цьому поруч із курсором з'явиться відповідний значок. У діалоговому вікні, що відкрилося, в менеджерів властивостей, **"Вспомогательный вид"** з'явиться повідомлення про необхідність вибрати довідкову крайку.

У якості крайки виберіть саму нижню горизонтальну лінію головного креслярського виду **"Чертежный вид1"** (рис. 4.12). Відразу з'явиться додатковий вид знизу зі стрілкою нагору й буквою **A**. Одер-

жаний вид буде переміщатися тільки по вертикалі, тому що він прив'язаний до головного виду.

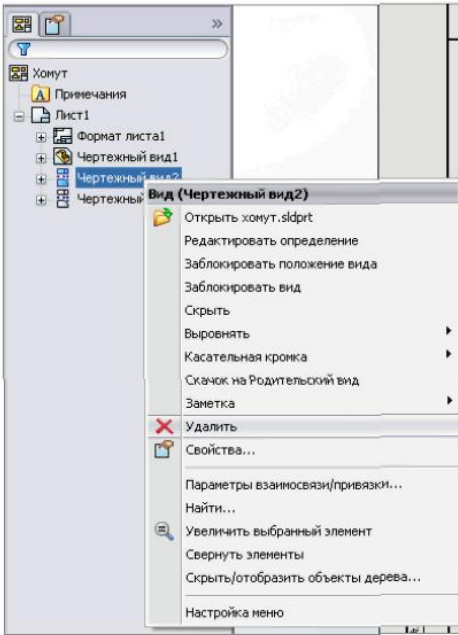


Рисунок 4.10 – Використання контекстного меню

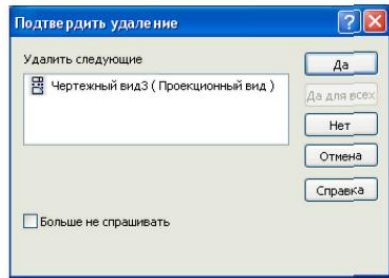


Рисунок 4.11 – Видалення виду

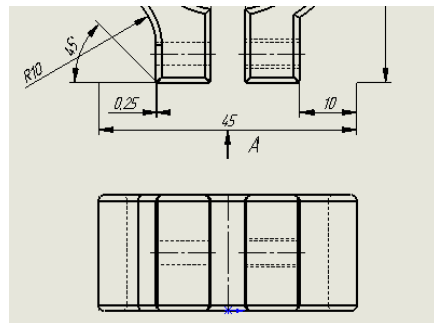


Рисунок 4.12 – Вибір кромки

Щоб відчепити його, натисніть клавішу <Ctrl> і перетягніть мишею створений вид у необхідне місце. Стрілку й позначення виду також можна перенести, зачепивши мишею. На отриманому виді ніжки хомута вже зображені суцільними лініями, тому що в цьому випадку вони стають видимими.

Нумерація видів іде автоматично, але тільки латинськими буквами, тому щоб змінити букву на кирилицю, необхідно клацнути мишею по стрілці й у відкритому вікні "Чертежный вид" в області "Стрелка" змінити букву (рис. 4.13).

Створення проєкційного виду з отриманих видів.

Рознесіть отримані види, щоб додати ще один вид. Тепер у панелі інструментів "Чертеж" натисніть кнопку "Проекционный вид".

Потім, у відповідності з отриманим повідомленням, виберіть у якості вихідного виду головний вид і клацніть його лівою кнопкою миші.

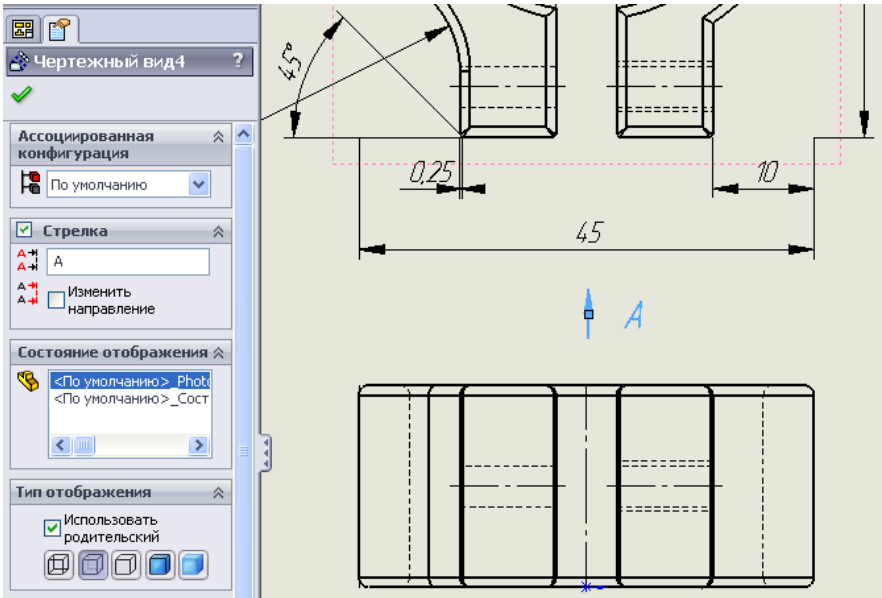


Рисунок 4.13 – Зміна букви виду

Тепер із цього виду побудуємо ізометричний вид. Для цього відведіть покажчик миші вправо й униз, поки не з'явиться ізометричне зображення виду, показане на рис. 4.14. Якщо вид з'явився за межами креслення або перекриває основний напис - просто клацніть мишею по полю, щоб зафіксувати вид. Це може відбуватися внаслідок того, що кожному побудованому виду приділяється певна область на кресленні вид, що й знову з'явиться, починає на нього "наїжджати". Тепер, щоб побудований вид виявився в центрі креслення, просто перетягніть його, як звичайно, мишею.

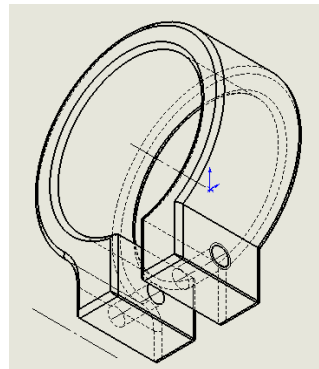


Рисунок 4.14 – Ізометричне зображення виду

Можна також натиснути клавішу <Ctrl>, відчепити вид і перетягнути його в потрібне місце. Після створення виду натисніть у вікні **"Проекционный вид"** кнопку **ОК**.

Створення нового аркуша.

Якщо на один аркуш інформація про деталь не вміщається, необхідно додати ще аркуші. Для додавання нового аркуша клацніть правою кнопкою миші в дереві конструювання креслень на рядку **"Лист1"** (або будь-якому аркуші, якщо у вас їх декілька) і в меню, що випадає, виберіть пункт **"Добавить лист..."**. (рис. 4.15).

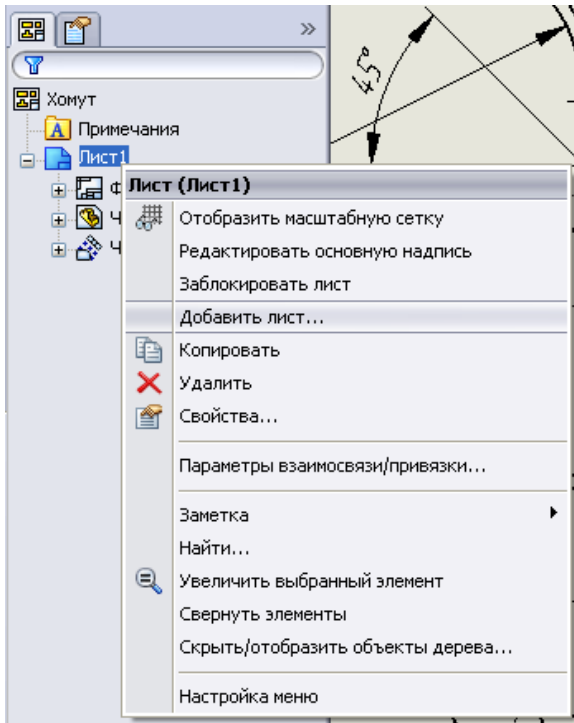


Рисунок 4.15 – Створення нового листа креслення

Подальші дії вам уже відомі. Для переходу між аркушами клацніть правою кнопкою миші на необхідному аркуші й в меню, що випадає, виберіть пункт **"Активизировать"**. Таким чином, перейдіть

знову на креслення "Лист1". Управляти перемиканнями між аркушами можна також за допомогою кнопок, розташованих у лівій нижній частині екрана, показаної на рис. 4.16. Там же можна додати новий аркуш, натиснувши кнопку "Добавить лист..."



Рисунок 4.16 – Кнопки переключення між листами креслень

Копіювання й вставка видів.

В SolidWorks можна вирізати, копіювати й вставляти креслярські види як у межах одного аркуша, так і з одного аркуша в інший. Можна також перетаскувати види з аркуша в аркуш усередині одного документа креслення. Давайте перенесемо або скопіюємо створений ізометричний вид з "Лист1" на знову створений "Лист2".

Для цього активізуйте креслярський ізометричний вид шляхом вибору виду або на аркуші, або в дереві конструювання креслень.

Тепер натисніть кнопку "**Вырезать**" або "**Копировать**" на панелі інструментів "**Стандартная**" або виберіть команду меню "**Правка | Вырезать**" або "**Копировать**". Потім активізуйте "Лист2", вкажіть мишею місце й натисніть кнопку "**Вставить**" на панелі інструментів "**Стандартная**" або виберіть команду меню "**Правка | Вставить**". Асоціативний зв'язок при переносі або копіюванні виду зберігається. Далі з видом можна працювати як звичайно.

Перемістити або скопіювати вид можна також за допомогою дерева конструювання. Для того щоб перемістити вид, захопіть мишею й перетягніть значок виду в дереві конструювання на значок цільового аркуша (рис. 4.17).

Для того щоб копіювати вид, утримуючи клавішу <Ctrl>, захопіть мишею й перетягніть значок креслярського виду в дереві конструювання на значок цільового аркуша.

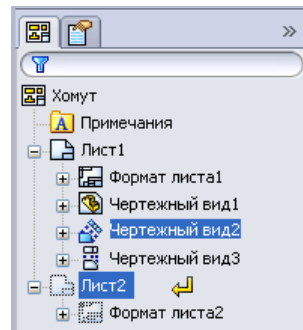


Рисунок 4.17 – Переміщення листа креслення

Скопійований або переміщений вид з'являється на цільовому аркуші в тому ж місці, у якому він перебував на вихідному. Після копіювання або переміщення можна змінити положення виду на аркуші, переміщаючи його мишею.

Збереження креслення.

Збережіть креслення, вибравши команду **"Файл | Сохранить"** або натиснувши кнопку **"Сохранить"** в панелі інструментів **"Стандартная"**. Оскільки креслення формувалося з вихідної моделі **"Хомут"**, програма у вікні, що з'явилося, **"Сохранить как"**, сама пропонує зберегти креслення під іменем **"Хомут.slddrw"**. Вам залишається тільки лише натиснути кнопку **"Сохранить"**. Надалі програма більше не буде запитувати ім'я файлу.

Можливості SolidWorks в оформленні креслень.

У даному розділі на прикладі все того ж хомути (див. заняття 1 і 2) розглянемо основні можливості програми SolidWorks по оформленню креслень. Якщо ви вже встигнули закрити файл **"Хомут.slddrw"**, відкрийте його знову. Тепер щоб подальші наші побудови не захащували наявні на видах розміри, видаліть їх усі. Як ви вже зрозуміли, розміри можна швидко відновити.

Створення розрізу.

Натисніть на вкладку, щоб з'явилася інструментальна панель **"Чертеж"**. Можливо, що вона вже відображена на екрані. У панелі інструментів виберіть команду **"Разрез"**, побудуйте вертикальну лінію, що перетинає головний вид креслення, щоб одержати вертикальний слід січної площини. У місці розташування курсору повинен з'явитися зразок розрізу (рис. 4.18).

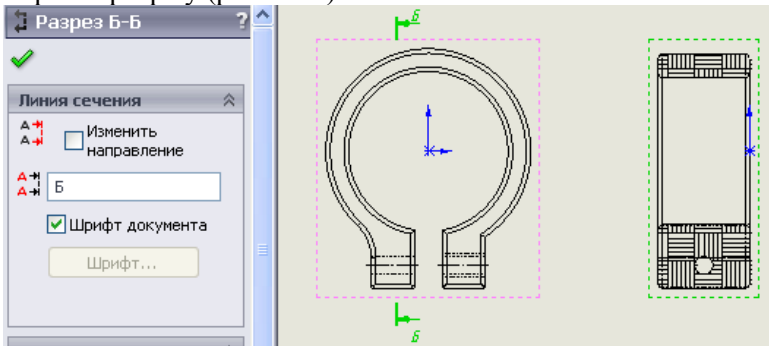


Рисунок 4.18 – Створення розрізу

Зразок буде переміщатися уздовж горизонтальної лінії, тому що він прив'язаний до виду. Щоб розірвати зв'язок, натисніть клавішу **<Ctrl>** і помістіть розріз у необхідне місце. Клацніть лівою кнопкою миші. Може виявитися, що січна площина проходить не в тому місці виду, де потрібно. Тоді слід захопити мишею лінію, що представляє цю площину на виді, і перетягнути на нове місце.

Після такої операції необхідно провести відновлення креслення, нажавши кнопку **"Перестроить"**. Новий вид буде побудований також з розмірами, а в дереві конструювання з'явиться новий елемент **"Разрез В-В"**. Змініть букву В на Б у діалоговому вікні **"Разрез"**, розташованому в менеджері властивостей. Зверніть увагу, що штрихування, виконане програмою за замовчуванням, не відповідає штрихуванню для металів, необхідне по ЄСКД. Це трапилося тому, що при створенні деталі Хомут ми не вказали матеріал, з якого він зроблений. Давайте змінимо штрихування на правильне. Для цього відкрийте файл деталі **"Хомут.sldprt"**, якщо він у вас не відкритий.

У дереві конструювання є пункт **"Материал <не указан>"**. Щоб задати матеріал, наведіть курсор миші на цей пункт і натисніть праву кнопку. У меню, що випадає, виберіть матеріал, наприклад, **"Простая углеродистая сталь"** (рис. 4.19).

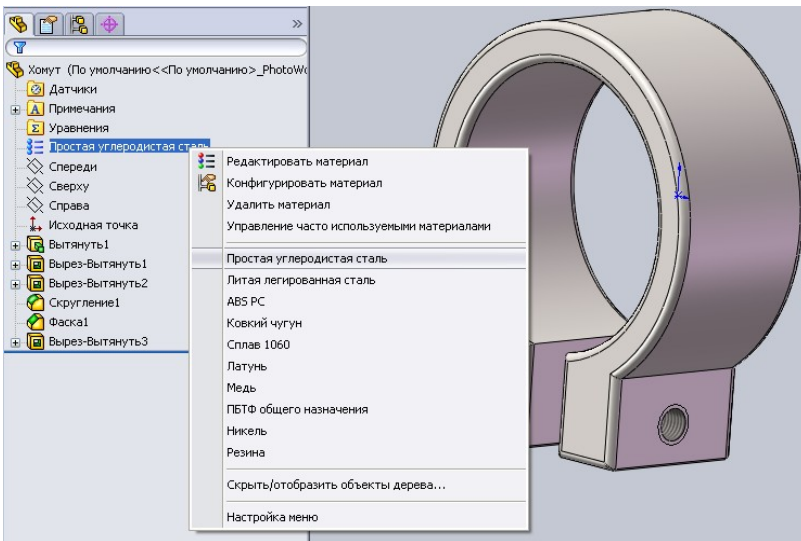


Рисунок 4.19 – Вибір типу матеріалу

Якщо даного матеріалу немає в меню, то клацніть мишею по пункту "**Редактировать материал**". Відкриється діалогове вікно "**Материал**", показане на рис. 4.20, у якому можна вибрати матеріал або створити свій власний, якщо цього матеріалу немає в базі. Усі матеріали в базі структуровані в "**Дерево материалов**", подібному "**Дереву Конструирования**".

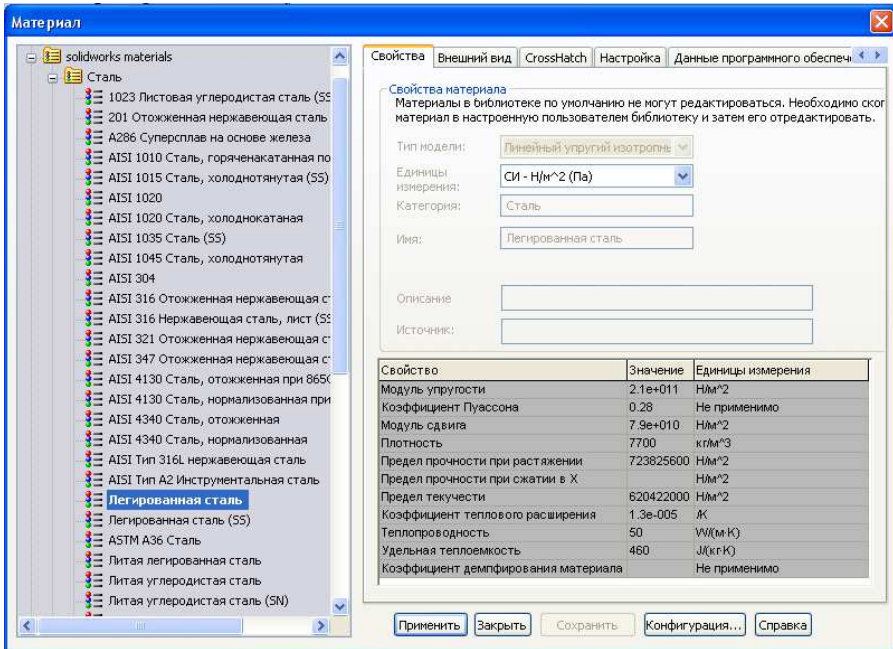


Рисунок 4.20 – Діалогове вікно редагування типу матеріалу

Матеріали, які йдуть у складі програми SolidWorks, збережені в бібліотеці матеріалів **SolidWorks materials** і не доступні для редагування - ними можна тільки користуватися. Якщо необхідно використовувати свій власний матеріал, то спочатку потрібно створити користувацьку бібліотеку матеріалів.

Для створення власного матеріалу зі своїми властивостями у вікні "**Материал**" клацніть правою кнопкою миші на пункті **SolidWorks materials** і в меню, що випадає, виберіть "**Новая библиотека**" (рис. 4.21).

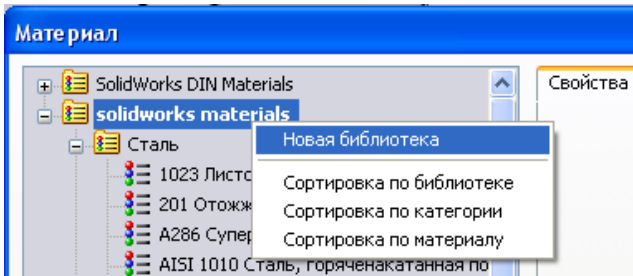


Рисунок 4.21 – Використання бібліотеки матеріалів

Відкриється діалогове вікно **"Сохранить как"**, у якому задайте ім'я нової бібліотеки матеріалів, наприклад, **"Моя библиотека материалов"**. У створеній бібліотеці, так само як і в існуючій, можна створити категорії матеріалів. Тому створимо категорію власних сталей. Для цього клацніть правою кнопкою миші по пункту **"Моя библиотека материалов"** і в меню, що випадає, виберіть пункт **"Новая категория"** (рис. 4.22).

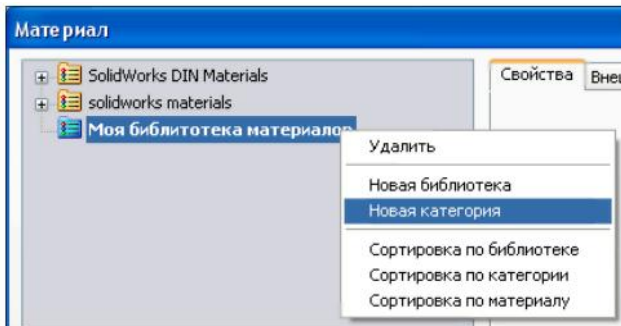


Рисунок 4.22 – Створення нової категорії матеріалів

У **"Дерево материалов"** з'явиться новий пункт, який буде перебувати в режимі редагування. Задайте ім'я категорії, наприклад, **"Мои стали"** (рис. 4.23).

Аналогічним чином у категорії можна створити новий матеріал (рис. 4.23). Однак у цьому випадку потрібно буде задавати властивості матеріалу. Якщо ви створюєте матеріал із властивостями, близькими існуючим у базі SolidWorks, то зручніше спочатку скопіювати матері-

ал із цієї бази й відредагувати властивості матеріалу.

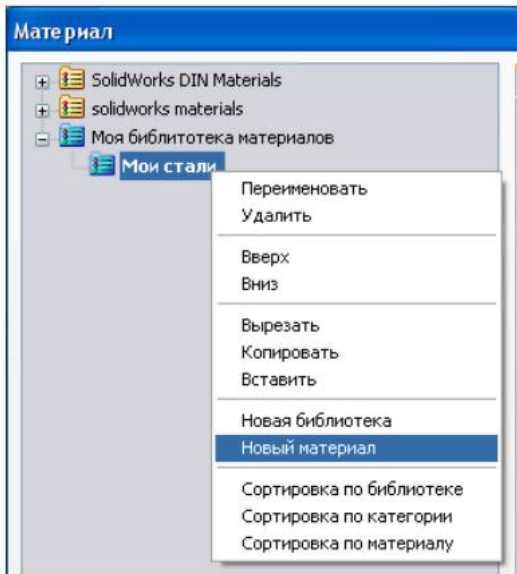


Рисунок 4.23 – Створення нового матеріалу

Для цього в "**Дереве материалов**" знайдіть матеріал для копіювання, наприклад "**Легированная сталь**", і клацніть на ньому правою кнопкою миші. У меню, що випадає, виберіть пункт "**Копировать**".

Далі перейдіть у створену бібліотеку, клацніть правою кнопкою миші на пункті "**Мои стали**" й у меню, що випадає, виберіть "**Вставить**". У Дереві матеріалів з'явиться новий пункт "**Легированная сталь**". Але тепер цей матеріал можна редагувати: можна правити як назва матеріалу, так і його властивості у вкладці "**Свойства**" (рис. 4.24).

Для редагування окремої властивості матеріалу клацніть лівою кнопкою миші у віконці з, що редагується властивістю й з появою курсору в даному віконці зробіть зміни, вводячи значення параметрів матеріалу із клавіатури. Для завдання деталі обраного або створеного матеріалу натисніть кнопку "**Применить**" й далі "**Закрыть**".

Тепер перейдемо назад у вікно креслення хомута. Оскільки ми файл креслення не закривали, то для переходу виберіть у меню "**Окно**

| **Хомут - Лист 1"**. Зверніть увагу на розріз деталі - штрихування обновилося автоматично.

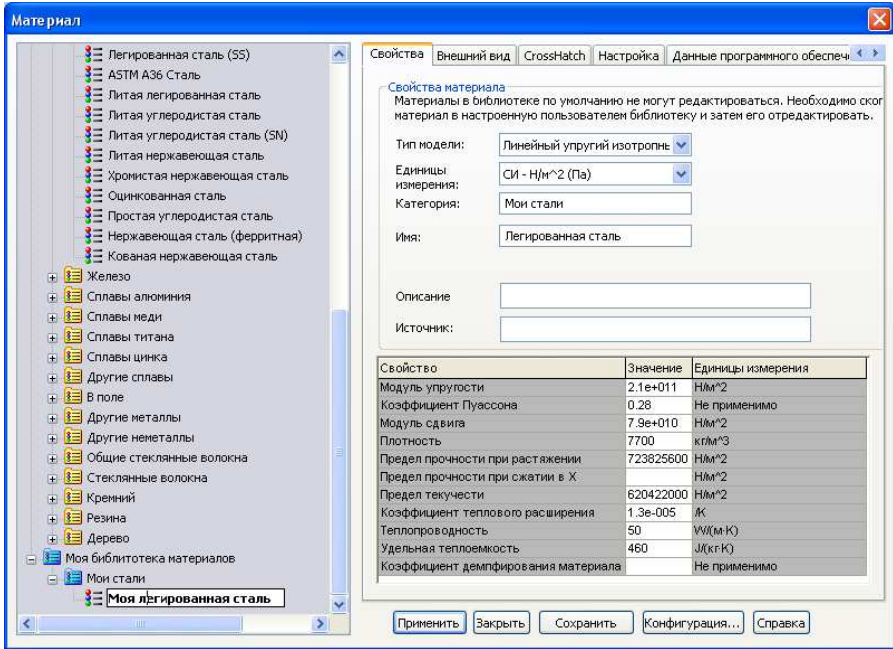


Рисунок 4.24 – Редагування властивостей матеріалу

Створення місцевого виду.

Тепер створимо місцевий вид нашого розрізу. Викличте команду **"Местный вид"** з панелі інструментів **"Чертеж"**. Побудуйте окружність на отриманому розрізі так, як це показано на рис. 4.25.

У місці розташування курсору повинен з'явитися зразок місцевого виду. Зразок перемістіть в необхідне місце й зробіть клацання мишею. У вас повинне вийти приблизно наступне (рис. 4.25).

Усі побудовані види можуть редагуватися. Якщо який-небудь вид зробити активним (клацнути по ньому мишею), то з лівої сторони екрана в менеджері властивостей з'явиться діалогове вікно, у якому можна змінювати параметри даного виду. Наприклад, змінимо букву й масштаб відображення місцевого виду. Зробіть вигляд активним, клацнувши по ньому мишею.

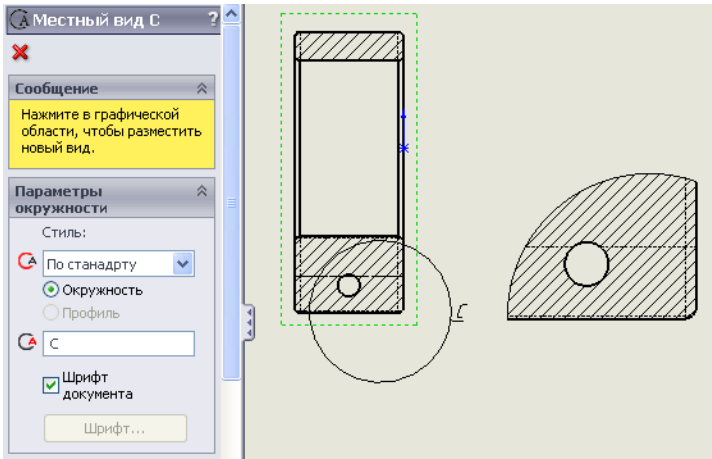


Рисунок 4.25 – Використання команди "Местный вид"

У діалоговому вікні **"Местный вид С"** встановіть перемикач **"Масштаб"** у положення **"Использовать масштаб пользователя"** й у списку, що випадає, виберіть **"Настройка пользователя"**. Тепер у полях, що відкрилися трохи нижче, встановіть масштаб 5:1 для збільшення зображення на кресленні (рис. 4.26) і перемініть букву із С на В. Після цього натисніть кнопку **ОК**, і місцевий вид буде збільшений.

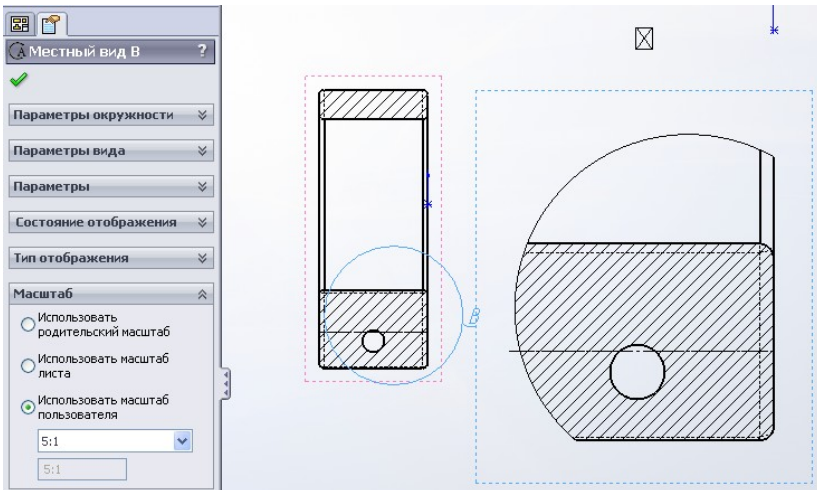


Рисунок 4.26 – Зміна масштабу створеного виду

Приховання видів.

У деяких випадках буває необхідно побудувати вид з іншого допоміжного виду, який надалі не потрібен на кресленні. Такий вид видаляти не можна, тому що це приведе до видалення й дочірніх видів. У цьому випадку вид треба зробити схованим. Давайте сховаємо наш розріз.

Знайдіть розріз у "**Дерево Конструирования**" креслень (його ім'я "**Разрез Б-Б**"), клацніть по ньому правою кнопкою миші й у контекстному меню виберіть пункт "**Скрыть**" (рис. 4.27).

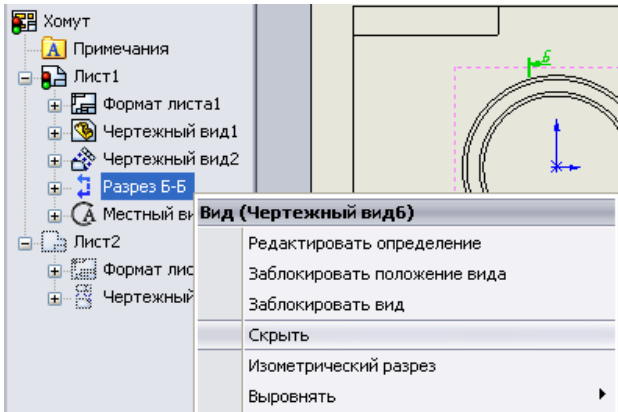


Рисунок 4.27 – Приховання виду

Після цього з'явиться запит програми про приховання залежних видів - відмовтесь від їхнього приховання.

У результаті наших дій розріз зник, а залежний від нього місцевий вид залишився. Після цієї операції іноді потрібно оновити креслення, нажавши кнопку "**Перестроить**".

Якщо вид знадобиться надалі, то відновити його зображення не складно: у дереві конструювання знову знайдіть "**Разрез Б-Б**" і натисніть праву кнопку миші; у контекстному меню виберіть "**Отобразить**".

Якщо в "**Дерево Конструирования**" поруч із яким-небудь елементом виникає значок "**Перестроить**", це означає, що були зроблені такі зміни, які вимагають перебудування моделі або креслення. У цьому випадку поновіть модель або креслення, нажавши кнопку "**Перестроить**".

Використання обрізаного виду.

У попередніх двох розділах ми розглянули створення місцевого виду через розріз і приховання того виду, з якого був отриманий місцевий вид, тобто шляхом виконання двох команд. Але місцевий вид можна одержати шляхом обрізання власного розрізаного виду, не утворюючи новий вид. Є кілька обмежень: можна обрізати будь-який креслярський вид, крім місцевого виду, з якого був створений місцевий вид, і виду з рознесеними частинами.

Одержимо необхідний вид іншим способом. Для цього створимо новий розріз із головного виду (наявний схований розріз для цих цілей не підійде). Позначте його як **"Разрез Г-Г"**, щоб він відрізнявся від попереднього розрізу. Тепер натисніть вкладку **"Эскиз"** і виберіть команду малювання окружності.

Намалюйте окружність приблизно так, як показано на рис. 4.28. Тепер перейдіть на вкладку **"Расположения вида"** або в панель інструментів **"Чертежи"** й виберіть команду **"Обрезанный вид"**.

У результаті у вас повинен вийти обрізаний вид розрізу (рис. 4.29). При цьому новий вид не утворюється та ім'я розрізу в **"Дерево Конструирования"** залишається тим же. Таким чином, можна швидко створити місцевий вид однієї командою в тих випадках, коли немає необхідності робити вид повного розрізу деталі.

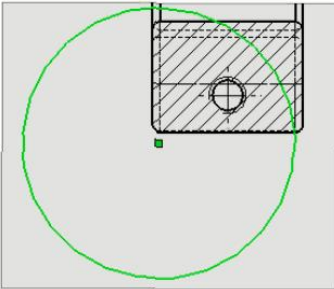


Рисунок 4.28 – Створення обрізаного виду

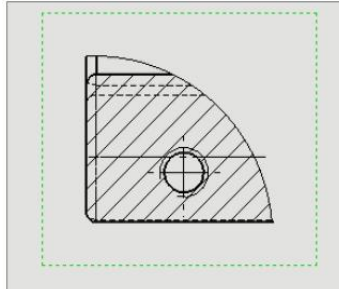


Рисунок 4.29 – Обрізаний вид розрізу

Нанесення розмірів.

Перед початком роботи ми вилучили всі розміри з видів. Але іноді потрібно знову швидко відновити їх. У першу чергу перенесемо на креслення розміри, за допомогою яких ми формували модель. Зробіть активним головний вид, клацнувши по ньому мишею.

Далі виберіть пункт **"Вставка | Элементы модели..."**. У менеджері властивостей з'явиться діалогове вікно **"Элементы модели"** (рис. 4.6).

Перевірте, чи встановлені в області **"Размеры"** прапорці **"Выбрать все"** і **"Исключить повторы"**, а також **"Выбрать все"** в області **"Справочная геометрия"**. Якщо ви в ескізах робили які-небудь примітки або встановлювали розміри, додатково встановіть в області **"Примечание"** прапорець **"Выбрать все"**.

В області **"Источник/Назначение"** як значення параметра **"Источник"** виберіть **"Всей модели"**. І нарешті, якщо необхідно встановити розміри на всіх видах, то встановіть прапорець **"Импортировать элементы во все виды"**.

Натисніть кнопку **ОК**, і всі параметричні розміри з'являться на кресленні. Масштабування й панорамування на кресленні здійснюються вже відомими вам командами **"Изменить в размер экрана"**, **"Увеличить элемент вида"**, **"Переместить"**. Якщо положення яких-небудь розмірів не влаштовує вас, змініть їх, перетягнувши мишею.

Зайвий розмір можна вилучити, нажавши клавішу **<Delete>**, або сховати, клацнувши на розмірі правою кнопкою миші й у контекстному меню вибравши **"Скрыть"**. Деякі розміри мають сенс тільки при повному визначенні ескізів. І якщо такі розміри перенесені в креслення, то їх теж необхідно вилучити.

Нанесення додаткових розмірів.

Розкрийте вкладку й в інструментальній панелі, що з'явилася **"Примечания"**, виберіть команду **"Автоматическое нанесение размеров"**. В цьому випадку SolidWorks пропонує створювати різні типи розмірів однієї командою.

Нанесіть вертикальний розмір на виді знизу (рис. 4.30). Якщо виникають труднощі із вказівкою ребер на виді, скористайтеся командою **"Увеличить элемент вида"**, яка збільшує розміри зображення на екрані. Операція масштабування може бути виконана без переривання іншої команди.

Тепер нанесіть діаметр на головний вид. Тому що елемент не є повною окружністю, за замовчуванням програма створює розмір радіуса. Встановіть поки в обрану позицію розмір радіуса окружності.

Далі, щоб переміняти його на розмір діаметра, клацніть по розміру правою кнопкою миші й у меню, що випадає, **"Параметры ото-**

бражения | Отобразить как диаметр" як діаметр (рис. 4.31). Значок радіуса і його величина повинні перетворитися в значок діаметра.

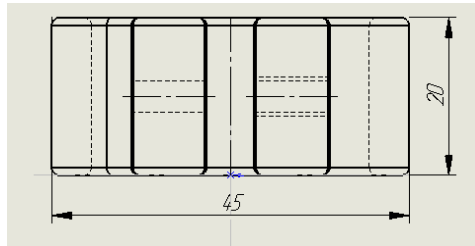


Рисунок 4.30 – Нанесення додаткових розмірів

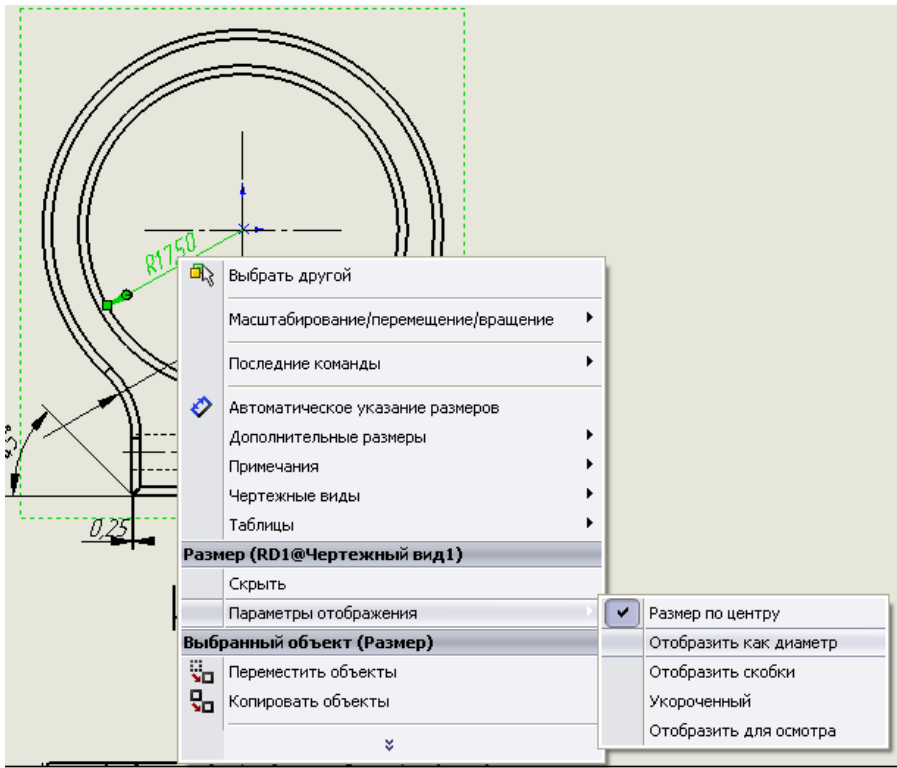


Рисунок 4.31 – Зміна типу розміру

Додавання вийнятого розміру.

Для того щоб показати місцевий вирив деталі, натисніть кнопку

"Вырыв детали" в панелі інструментів **"Чертеж"**. У менеджерів властивостей відкриється діалогове вікно **"Вырыв детали"**, і програма перейде в режим малювання сплайну, пропонуючи намалювати замкнений сплайн у тому місці, де ви збираєтеся зробити вилив деталі.

Намалюйте замкнений сплайн на головному виді в правій нижній частині деталі так, як це показано на рис. 4.32. Форма сплайну може бути довільною. Зверніть увагу на те, що сплайн обов'язково повинен бути замкненим, інакше команда виконуватися не буде. Після замикання сплайну програма в діалоговому вікні запропонує ввести глибину виливку. Оскільки товщина нашої деталі становить 20 мм, зробіть вилив посередині й введіть глибину 10 мм.

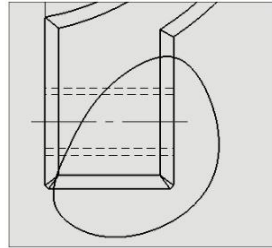


Рисунок 4.32 – Створення виливку

Щоб подивитися, який буде результат дії команди, встановіть прапорець **"Предв. просмотр"**. Результат повинен бути таким, як показано на рис. 4.33. Тепер залишилося натиснути кнопку **ОК**, щоб завершити роботу команди.

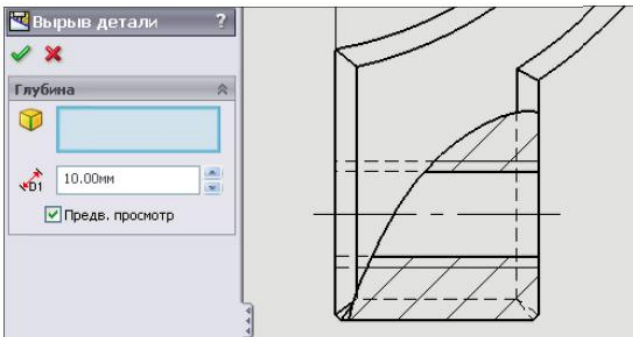


Рисунок 4.33 – Завдання параметрів виливку

Додаткові елементи оформлення.

На кресленнях крім видів і розмірів можуть бути присутні інші примітки, такі, наприклад, що задають вимоги до якості поверхонь деталі, формі й розташуванню елементів деталі і т.п. Розглянемо основні елементи оформлення креслень.

Виберіть команду **"Указатель центра"** з панелі інструментів

"Примечания" й клацніть на кожній з окружностей, на якій не нанесені лінії центрів. Продовжуйте вибирати окружності, і в їхніх центральних точках програма буде наносити маркери покажчика центру.

Потім проставимо допуск діаметра розміром 35 мм. Клацніть мишею по розміру, щоб він став активним.

У діалоговому вікні, що з'явилося, в менеджері властивостей, **"Размер"** встановіть параметри так, як показано на рис. 4.27. У цьому випадку ми виставляємо верхнє відхилення розміру рівним 0,05 мм, а нижнє відхилення $-0,03$ мм. Натисніть кнопку **ОК**. У підсумку розмір прийме вид, як на рис. 4.34.

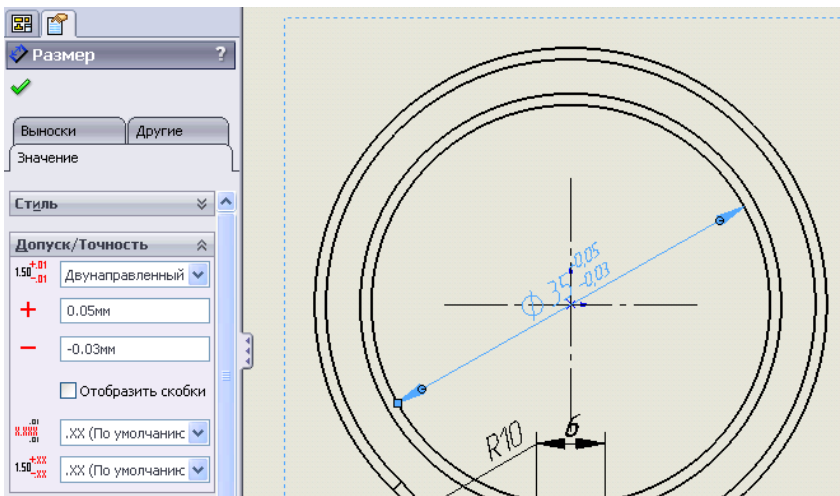


Рисунок 4.34 – Вказування додаткових розмірів кола

Але зверніть увагу, що висота шрифту допуску збігається з висотою шрифту розміру, у той час як ЄСКД вимагає, щоб висота шрифту допуску була на ступінь меншою, ніж висота шрифту розміру. Для виправлення цієї ситуації знову клацніть лівою кнопкою миші й у тому ж вікні **"Размер"** знайдіть область **"Шрифт текста"**.

У цій області параметр **"Шрифт размеров"** відповідає за висоту розмірів, а параметр **Шрифт** - за висоту допусків. Зніміть прапорець **"Использовать шрифт размера"** й у вікні **"Высота шрифта"** задайте висоту шрифту допусків (наприклад, 3 мм, якщо висота шрифту дорівнює 5 мм). Далі натисніть кнопку **ОК** і в результаті одержи-

те розмір, показаний на рис. 4.35.

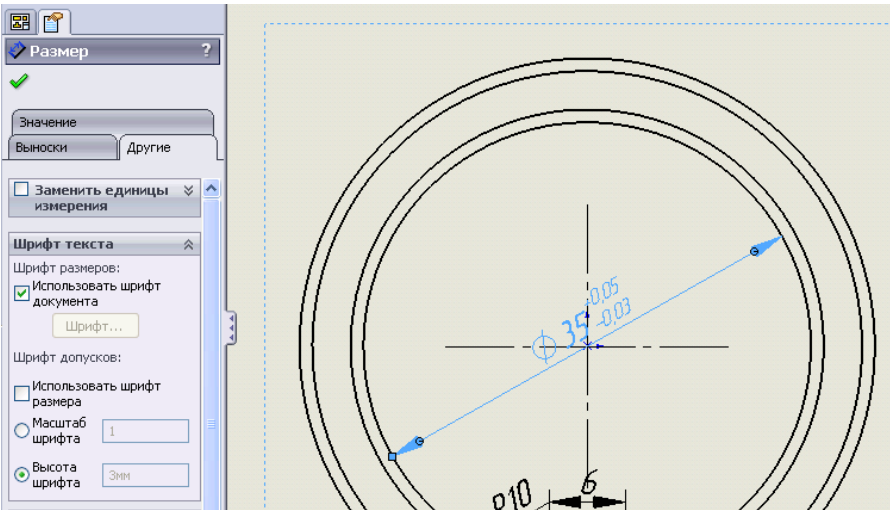


Рисунок 4.35 – Зміна параметрів шрифта розміру

Для проставляння шорсткості у панелі інструментів **"Примечание"** натисніть кнопку **"Шероховатость поверхности"**.

У діалоговому вікні менеджера властивостей, **"Шероховатость поверхности"** вкажіть параметри шорсткості, наприклад, так, як показано на рис. 4.36. Якщо ви тепер перенесете курсор в область креслення, то поруч із курсором з'явиться зображення значка шорсткості із встановленими параметрами.

Тепер укажіть курсором на кресленні елемент, до якого призначається вимога шорсткості, і натисніть ліву кнопку миші. У такий спосіб можна назначити вимоги до всіх необхідних елементів. По закінченню операції в діалоговому вікні натисніть кнопку **ОК**.

Якщо положення значка шорсткості вас не влаштовує, перемістіть його за допомогою миші.

Для проставляння позначення відхилення форми або розташування поверхні натисніть у панелі інструментів **"Примечания"** кнопку **"Отклонение формы"** і в діалоговому вікні, що з'явилося, **"Отклонения формы"**, а також у вікні **"Свойства"** задайте параметри, як показано на рис. 4.37. У полі **"Обозначение"**, в списку що випадає, виберіть значок вимоги.

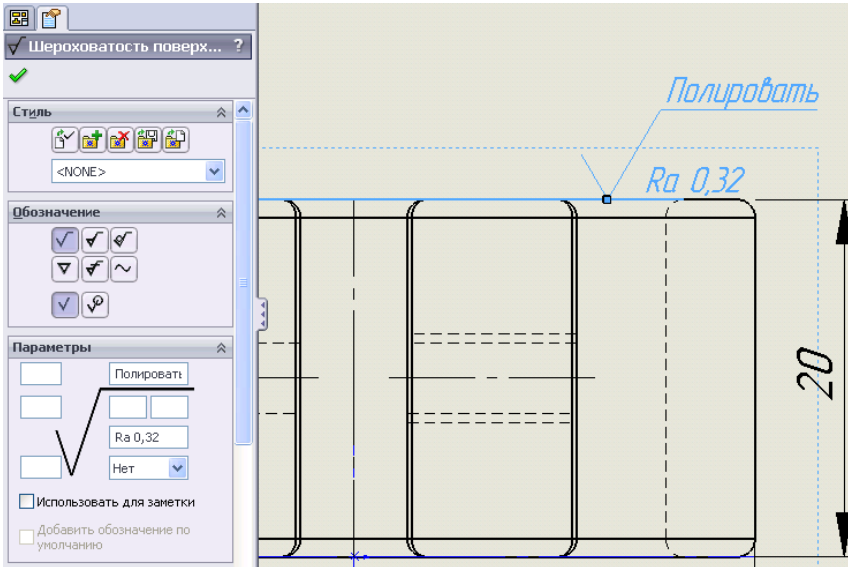


Рисунок 4.36 – Завдання параметрів шорсткості

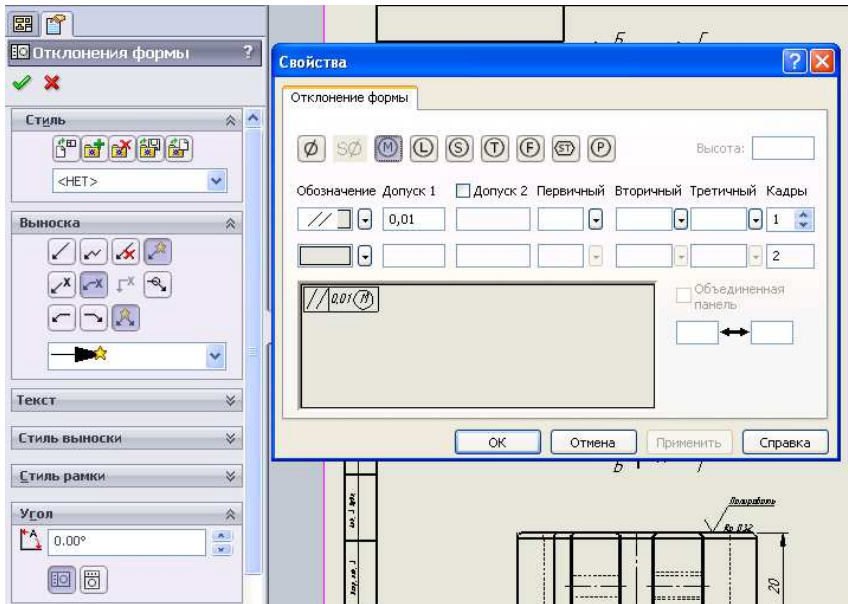


Рисунок 4.37 – Завдання параметрів відхилень

Вибрана вимога відразу відображається в нижньому полі в якості зразка. У поле **"Допуск 1"** укажіть значення допуску. Причому залежно від вимог, можна встановити два основні допуски й три додаткові. Можна також задавати кілька різних допусків. Зміна віконця для різних допусків здійснюється в поле **"Кадрь"**.

Після того як усі вимоги будуть сформульовані, перевірте їх і потім мишею вкажіть елементи креслення, до яких призначаються вимоги відхилення форми або розташування поверхонь, і натисніть ліву кнопку миші. Проставивши вимоги у всіх необхідних місцях, натисніть кнопку **ОК** діалогового вікна.

Залежно від застосовуваних вимог, можливе призначення додаткових вимог за допомогою значків. Якщо в даний момент можливе застосування значка, він стає більш контрастним. Значки, які в цей момент недоступні, мають блідий відтінок.

Наприклад, якщо на розмір призначається діаметральний допуск, то натисніть кнопку для установки значка діаметра. У випадку залежного допуску натисніть відповідну кнопку і т.п.

Відзначимо, що не усі значки використовуються в ЄСКД. Кількість рядків вимог може бути довільною. Після проставлення всіх параметрів натисніть кнопку **ОК**. Після появи позначення, на кресленні його можна транспортувати мишею в необхідне місце.

Проставлення на кресленнях елементів, що відносяться до інструментальної панелі, проводиться аналогічно вищеописаним прикладам.

Текстові пояснення.

Ніяке креслення не обходиться без текстових елементів (наприклад, технічні вимоги, технічні умови і т.п.). Для того щоб створити такий елемент, клацніть мишею по кнопці **"Заметка"** в панелі інструментів **"Примечания"**, а потім у тому місці креслення, куди ви прагнете помістити текст.

У діалоговому вікні введіть текст замітки, наприклад, такий, як показано на рис. 4.38. Перехід на наступний рядок здійснюється натисканням клавіші **<Enter>**.

Після закінчення введення натисніть кнопку **ОК** або просто клацніть мишею поза полем замітки. Після завершення команди **Заметка** й появи тексту на кресленні, його за бажанням можна перемістити мишею в необхідне місце.

Технические требования
 1. *Острые кромки притупить.*
 2. *Поверхность А полировать.*

Рисунок 4.38 – Нанесення на креслення технічних вимог

Якщо яких-небудь позначень, передбачених ЄСКД, не виявиться в арсеналі команд приміток **"Примечания"**, їх можна намалювати за допомогою команд ескізу **"Эскиз"**.

Збереження й закриття креслення.

Збережемо отримане креслення. Виберіть для цього команду **"Файл | Сохранить"** або просто натисніть відповідну кнопку. Оскільки ми раніше вже зберігали креслення хомута, програма більш не просить задати ім'я файлу.

Таким чином, у цій занятті показані основи створення креслень. Звичайно же, ми тут розглянули не всі команди, але, навіть використовуючи те, чому ви вже навчилися, можна швидко створювати робочі креслення деталей. У процесі роботи надалі ви зможете освоїти всі необхідні команди самостійно.

Контрольні запитання

1. Коротко розкажіть порядок простановки розмірів та технічних позначень на кресленні.
2. Як здійснюється виведення документів на друк?
3. Як створити і розмістити технічні вимоги на полі креслення?
4. Що таке шаблони креслення? Розкажіть, як і для чого їх використовують.
5. Розкажіть про створення проекційного виду з отриманих видів.

Література

[1], с.146-174; [3], с.425-442.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Дударева Н. Ю., Загайко С. А. Самоучитель SolidWorks 2010. СПб. : БХВ-Петербург, 2011. 416 с.

Додаткова

2. Потемкин А. Е. Трехмерное твердотельное моделирование. М. : КомпьютерПресс, 2002. 296 с.
3. Потемкин А. Е. Инженерная графика. Просто и доступно. М. : Лори, 2000. 285 с.
4. Практикум по черчению (Геометрическое и проекционное черчение). Учебн. пособие для студентов пед. ин-тов по спец. № 2109 "Черчение, рисование и труд" / под ред. Е. А. Василенко. М. : Просвещение, 1982. 175 с.
5. Федоренко В. А., Шошин А. И. Справочник по машиностроительному черчению. Л. : Машиностроение, 1981. 365 с.
6. Брилинг Н. С., Балягин С. Н. Черчение: Справочное пособие. М. : Стройиздат, 1994. 300 с.
7. Карточки задания по черчению для 8-го класса. М. : Просвещение, 1990. 120 с.
8. Левицкий В. С. Машиностроительное черчение. М. : Высш. шк., 1988. 220 с.
9. Машиностроительное черчение с элементами конструирования / под ред. И. А. Ройтмана. Минск : Вышейшая школа, 1977. 216 с.
10. Справочное руководство по черчению. М. : Машиностроение, 1989. 285 с.

Інформаційні ресурси

11. Описание САПР. URL: <http://seniga.ru/sapr.html> (дата звернення: 10.12.2018)
12. АСКОН - комплексные решения для автоматизации инженерной деятельности и управления производством. CAD/AEC/PLM. URL: <https://ascon.ru/products/7/review/>. (дата звернення: 23.09.2018)
13. Система NX (колишня назва - Unigraphics) компанії Siemens. URL: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/ru/products/nx/>. (да-

та звернення: 23.09.2018)

14. Система CATIA. URL: <https://www.3ds.com/products-services/catia/>. (дата звернення: 23.09.2018)
15. Система SolidWorks . URL: <https://www.SolidWorks.com>. (дата звернення: 23.09.2018)
16. Welcom to ANSYS, Inc. – Corporate Homepage. URL: <https://www.ansys.com>. (дата звернення: 23.09.2018)
17. Система PTC Creo Elements/Pro (колишня назва Pro/ENGINEER) компанії PTC (Parametric Technology Corporation). URL: <https://www.ptc.com/en/industries/automotive>. (дата звернення: 23.09.2018)
18. Система T-FLEX. URL: <http://www.tflex.ru/>. (дата звернення: 23.09.2018)
19. Система Autodesk Inventor. URL: <https://www.autodesk.com/products/inventor/overview>. (дата звернення: 23.09.2018)
20. Система AutoCAD URL: <https://www.autodesk.com/products/autocad/overview>. (дата звернення: 23.09.2018)
21. Система Solidedge компанії Siemens. URL: <https://solidedge.siemens.com/ru/>. (дата звернення: 23.09.2018)