

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

ТЕКСТИ (конспект лекцій) 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 3 - змістовий модуль 2.

Створення деталей, складань і креслень.

Методи поверхневого моделювання.

Використання розрахункових модулів

2019

ТЕКСТИ (конспект лекцій) з дисципліни "Автоматизоване проектування елементів автотранспортних засобів та засобів їх діагностування" для студентів спеціальності 133 "Талузеве машинобудування" ("Колісні та гусеничні транспортні засоби") усіх форм навчання. Частина 3 - змістовий модуль 2. Створення деталей, складань і креслень. Методи поверхневого моделювання. Використання розрахункових модулів / Укл. : О. М. Артюх, О. В. Дударенко, А. Ю. Сосик, А. В. Щербина. Запоріжжя : НУ "Запорізька політехніка", 2019. 72 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 № 2
від « 2 » грудня 2019.

Рекомендовано для видання
НМК Транспортного факультету
Протокол № 84
від « 12 » грудня 2019.

ЗМІСТ**Частина 3**

Вступ	212
Тематичний план лекційних занять	214
Лекція № 8. Робота з конфігураціями деталей	217
Лекція № 9. Створення деталей з листового матеріалу	243
Рекомендована література.....	275
Базова.....	275
Допоміжна	275
Інформаційні ресурси.....	280

ВСТУП

Сьогодні визначальними факторами успіху в промисловому виробництві є зменшення часу виходу продукції на ринок, підвищення якості, зниження її вартості. Практична реалізація цих вимог вимагає модернізації проектно-технологічних і виробничих процесів. Проектування є не що інше, як перетворення вихідного опису об'єкта, сформульованого в технічному завданні, в остаточний опис. Остаточний опис являє собою комплект технічної документації, необхідний для виробництва необхідного об'єкта в заданих виробничих умовах. Таким чином, проектування - це перетворення вихідного опису об'єкта в остаточний опис, тобто процес перетворення інформації.

Для перетворення інформації давно почали застосовувати обчислювальну техніку. Найбільш потужним засобом перетворення інформації при проектуванні технічних об'єктів є системи автоматизованого проектування (САПР). Їхня інтеграція в єдину багатофункціональну систему, що охоплює всі цикли життя промислового виробу, дозволяє суттєво скоротити час перетворення інформації, відповідної до кожного циклу. До теперішнього часу системи САПР застосовувані в машинобудуванні, базуються на самих складних програмно-методичних комплексах і потужних технічних засобах.

Даний лекційний курс присвячений питанням впровадження в навчальний процес САПР Solidworks, оскільки протягом останніх десяти років саме ця система впевнено присутня серед найбільш затребуваних САПР у машинобудуванні. Сфера його застосування безупинно розширюється за рахунок суміжних галузей: приладобудування, будівництва, розробки товарів побутового призначення.

Головна причина такої популярності Solidworks - розвинена базова функціональність у сукупності із простим і зручним інтерфейсом, простотою конфігурування, прийнятною ціною й невисокими вимогами до апаратної частини комп'ютерів. Solidworks безупинно розбудовується, причому рух відбувається й за рахунок розвитку наявних можливостей, і через розширення кола розв'язуваних завдань: власне моделювання й проектування, оформлення документації, керування проектами, опису технологічних процесів, підготовки керуючих програм для устаткування із програмним керуванням тощо.

Про актуальність застосування в навчальному процесі саме САПР Solidworks, говорить наявність у ній інтегрованих розрахунко-

вих модулів сімейства Simulation: власне Simulation (раніше - CosmosWorks); Flow Simulation (раніше - CosmosFlowworks) і Solidworks Motion (раніше CosmosMotion) - які дозволяють виконувати складні розрахунки й аналіз проєктованих систем на всіх етапах створення автомобіля. А застосування 3D-моделювання вже на початковому етапі проєктування, при проведенні проєктно-конструкторських і дослідницьких робіт, має незаперечні переваги перед плоским моделюванням (2D). Саме сприйняття інформації із тривимірного простору не тільки більш точне, але й значно полегшує розуміння студентом сутності проєктної роботи.

У даному курсі лекцій також розглянуті основні можливості сучасних систем проєктування й виконання розрахунків, застосовуваних у машинобудуванні. Описані методи роботи в Solidworks у плані проєктування деталей, виконання складань і креслень.

У лекційному курсі спочатку розглянуте проєктування простих об'єктів, потім елементів складальних одиниць, на закінчення показані принципи створення складних поверхонь в Solidworks, якими є поверхні кузова автомобіля, а також можливість використання розрахункових модулів Solidworks для дослідження аеродинаміки автомобіля.

Завершальним етапом освоєння даного курсу є виконання курсової роботи, що дає студентові можливість самостійно застосувати отримані знання й навички при вирішенні конкретного проєктного завдання по реальній тематиці.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ

Загальний об'єм курсу становить 30 годин і складається з двох змістових модулів. Даний конспект лекцій дисципліни "Автоматизоване проектування елементів автотранспортних засобів та засобів їх діагностування" складається з двох частин, і розроблений відповідно до:

Робоча програма з дисципліни "Автоматизоване проектування елементів автотранспортних засобів та засобів їх діагностування" для студентів за напрямом підготовки 6.050503 – "Машинобудування", спеціальністю 133 - Галузеве машинобудування (Колісні та гусеничні транспортні засоби), усіх форм навчання. Запоріжжя : ЗНТУ, 2019. 25 с.

Нижче наведено назву змістового модуля дисципліни "Автоматизоване проектування елементів автотранспортних засобів та засобів їх діагностування", найменування тем лекційних занять в модулі і вказано кількість годин аудиторних занять, для студентів денної форми навчання, окремо для кожної лекції.

Для кожної теми лекції вказано перелік питань які треба розглянути під час даної лекції. Слід враховувати те, що в даному конспекті лекцій приведено лише стислий огляд питань кожної лекції. Крім того навчальним планом дисципліни передбачено активну самостійну роботу студентів за вказаними темами курсу.

Вкінці кожної лекції наведено перелік питань для самоперевірки. Для самостійної роботи студенту слід користуватися рекомендованою літературою для вивчення дисципліни, перелік якої наведено в кінці даного конспекту лекцій, а також використовувати розроблені методичні вказівки:

Методичні вказівки з вивчення дисципліни "Автоматизоване проектування елементів автотранспортних засобів та засобів їх діагностування" та виконання контрольних завдань, для студентів спеціальності 133 "Галузеве машинобудування" ("Колісні та гусеничні транспортні засоби"), усіх форм навчання / Укл. : О. М. Артюх, О. В. Дударенко, А. Ю. Сосик, А. В. Щербина. Запоріжжя : НУ "Запорізька політехніка", 2019. 62 с.

Змістовий модуль 2. Створення деталей, складань і креслень. Методи поверхневого моделювання. Використання розрахункових модулів.

Тема 8. Робота з конфігураціями деталей (2 год.)

Основні відомості про конфігурацію деталей. Створення нової конфігурації. Редагування конфігурацій. Створення конфігурацій: вручну, за допомогою таблиці параметрів та за допомогою діалогового вікна.

Тема 9. Створення деталей з листового матеріалу (2 год.)

Основні способи побудови деталей з листового матеріалу. Створення деталей з листового матеріалу. Перетворення твердого тіла в деталь із листового матеріалу. Конструювання деталі із твердого тіла й перетворення в деталь із листового матеріалу.

Тема 10.Робота зі зварними конструкціями (2 год.)

Основні принципи створення зварних конструкцій. Створення зварної конструкції із тривимірного ескізу. Створення власних профілів. Створення зварної конструкції за допомогою багатотильної деталі.

Тема 11.Створення складань деталей (2 год.)

Основні принципи створення складань. Побудова складання "знизу-нагору". Побудова складання "зверху-униз".

Тема 12.Робота з ливарними формами (2 год.)

Основні принципи створення ливарних форм. Оформлення порожнини ливарної форми. Проста ливарна форма. Оформлення ливарної форми зі складним розніманням. Проектування ливарної форми.

Тема 13.Оформлення креслень (2 год.)

Основні принципи оформлення креслень в Solidworks. Створення додаткових видів. Додавання приміток. Настроювання розмірних ліній. Настроювання відображення тексту розміру. Оформлення скла-

дального креслення. Оформлення специфікації.

Тема 14. Розробка зовнішніх форм кузова автомобіля (2 год.)

Підготовка вихідних матеріалів і створення видових ескізів проєктованого автомобіля. Проєктування елементів моделі кузова автомобіля методом поверхневого моделювання. Проєктування коліс автомобіля методами твердотільного моделювання. Складання моделі кузов-колеса-дорога.

Тема 15. Аеродинамічні дослідження моделі кузова автомобіля (2 год.)

Введення вихідних даних, налаштування розрахункових програм і послідовність аеродинамічних розрахунків. Аналіз графічних результатів дослідження отриманої 3D-моделі. Розрахунки коефіцієнта аеродинамічного опору. Дослідження впливу елементів дизайну автомобіля на величину коефіцієнта аеродинамічного опору.

ЛЕКЦІЯ № 8. РОБОТА З КОНФІГУРАЦІЯМИ ДЕТАЛЕЙ

План лекції. Основні відомості про конфігурацію деталей. Створення нової конфігурації. Редагування конфігурацій. Створення конфігурацій: вручну, за допомогою таблиці параметрів та за допомогою діалогового вікна.

Література: [1] - [3], [6], [10], [15].

У процесі конструювання механізмів і машин досить часто доводиться створювати кілька варіантів однієї деталі або складання. Між собою ці варіанти можуть різнитися розмірами, наявністю або відсутністю деяких елементів деталі та іншими параметрами. Такі варіанти однієї деталі або складання в SolidWorks можуть зберігатися в одному документі й називаються конфігураціями.

Для створення, вибору й перегляду різних конфігурацій деталі або складання в SolidWorks існує **«Менеджер конфігурації»**. За допомогою менеджера конфігурації можна виконувати наступні процедури:

- створювати (додавати) нові конфігурації;
- редагувати властивості існуючих конфігурацій;
- вибирати й переглядати конфігурації;
- видаляти непотрібні конфігурації.

Для активізації менеджера конфігурації необхідно натиснути кнопку, яка розміщена над деревом конструювання. У результаті цієї процедури в лівій частині екрана на місці дерева конструювання з'явиться список існуючих конфігурацій деталі. Ім'я кожної конфігурації записано в окремому рядку. При цьому вихідна деталь позначається **«По умовчанию [Имя детали]»** (рис. 8.1). Для повернення назад у дерево конструювання потрібно натиснути кнопку - **«Дерево Конструювання»**. Далі ми перейдемо до більш докладного розгляду можливостей Менеджера конфігурації SolidWorks.

Додавання (створення) нової конфігурації.

Насамперед, спроекуємо базову деталь або складання, на основі якої будуть створюватися нові конфігурації. Потім перейдемо в менеджер конфігурації. В SolidWorks існує три способи створення кон-

фігурацій: вручну, за допомогою таблиці параметрів і з використанням діалогового вікна «Изменить конфигурации».

Створення конфігурації вручну.

Перебуваючи в режимі менеджера конфігурації, помістимо курсор миші в ліву область екрана на ім'я деталі або складання. Клацнемо правою кнопкою миші, щоб вивести на екран контекстне меню.

Потім у цьому меню активізуємо команду «Добавить конфигурацию» (рис. 8.2). Виконання цієї команди приведе до появи на екрані дисплея діалогового вікна «Добавить конфигурацию» (рис. 8.3).

У цьому вікні необхідно привласнити новій конфігурації ім'я, можна також оформити її опис та замітку. Опис і замітка не є обов'язковим атрибутом і являють собою коротку характеристику нової конфігурації. У замітці звичайно міститься додаткова інформація про конфігурацію.

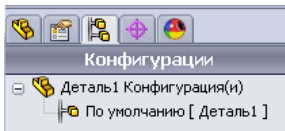


Рисунок 8.1 - Вікно менеджера конфігурації

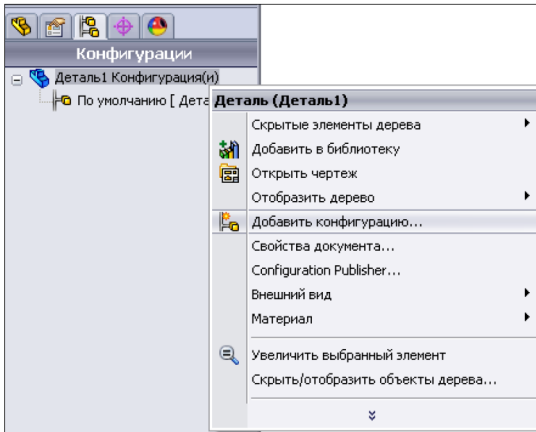


Рисунок 8.2 - Виклик контекстного меню

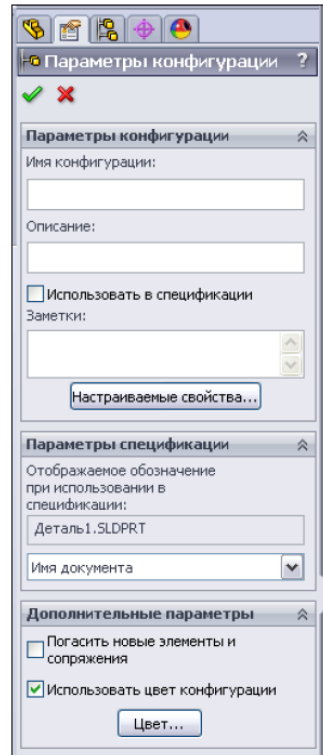


Рисунок 8.3 - Створення конфігурації

При бажанні можна також привласнити новій конфігурації колір, що дозволить легко розрізняти різні конфігурації між собою. Завдання кольору можна здійснити в розділі «Дополнительные параметры» вікна «Добавить конфигурацию».

Після присвоєння імені, створення опису й замітки нова конфігурація ще є точною копією вихідної деталі. Тепер можна перейти в дерево конструювання й внести необхідні зміни в тривимірну модель базової деталі або складання. Зміна вихідної деталі має на увазі редагування її розмірів, а також додавання нових елементів (отворів, фасок тощо) або видалення існуючих. При проектуванні конфігурації складання можна додати нові деталі або видалити непотрібні, а також змінити умови сполучення.

Створення конфігурації за допомогою таблиці параметрів.

Завдяки таблиці параметрів можна створювати кілька конфігурацій деталей або складань шляхом завдання параметрів у вбудованій таблиці Microsoft Excel. Для цього на комп'ютері повинна бути встановлена програма Microsoft Excel. Таблиця параметрів зберігається в документі моделі, при цьому в неї губиться зв'язок з вихідним файлом Excel.

У таблицях параметрів можна управляти розмірами, станом погашення деяких елементів деталі, параметрами конфігурації. Існує два способи створення таблиць параметрів: автоматично й вручну.

Для використання таблиці параметрів необхідно, перебуваючи в режимі менеджера конфігурації, активізувати таблицю параметрів натисканням кнопки - «Таблица параметров» панелі інструментів «Таблица». На екрані з'явиться вікно «Таблица параметров» (рис. 8.4). У цьому вікні, у розділі Джерело, можна вибрати наступні варіанти:

- «Пустой» - таблиця параметрів створюється вручну;
- «Авто-создать» - таблиця створюється в автоматично;

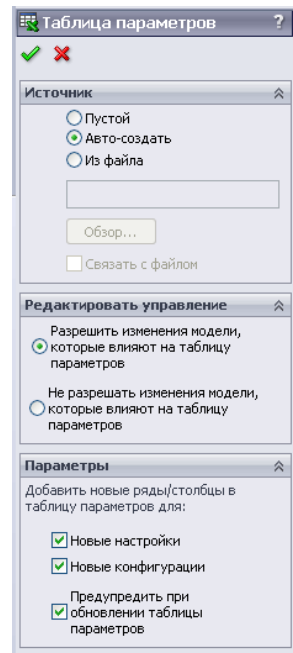


Рисунок 8.4 - Вікно «Таблица параметров»

- «Из файла» - таблиця параметрів у файлі Excel.

Потім на екрані з'явиться таблиця параметрів, де необхідно привласнити імена створюваним конфігураціям, ука-зати імена змінюваних розмірів і ввести в таблицю значення цих розмірів.

При виході з таблиці параметрів відбувається автоматичне створення конфігурацій деталі, а в області мене-джера конфігурації з'являється папка «Таблицы» з рядком «Таблица пара-метров» (рис. 8.5).

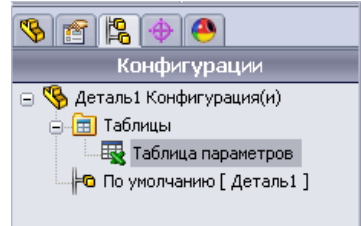


Рисунок 8.5 - Папка «Таблицы» з рядком «Таблица параметров»

Клацнувши на цьому рядку правою кнопкою миші, ви можете редагувати таблицю параметрів або вилучити її. В SolidWorks існує можливість розміщення таблиці параметрів на аркуші креслення, що досить зручно при оформленні комплексного креслення деталі.

Конфігурації складань створюються аналогічно конфігураціям деталей і відрізняються відсутністю або наявністю яких-небудь дета-лей, а також умовами сполучення між деталями.

Діалогове вікно Змінити конфігурації.

Створювати нові, видаляти й редагувати наявні конфігурації де-талей в SolidWorks можна легко й просто за допомогою діалогового вікна «Изменить конфигурации». Діалогове вікно «Изменить кон-фигурации» являє собою таблицю, де в першому стовпці представле-ний список наявних конфігурацій деталі, а в інших стовпцях конфігу-ровані параметри (розміри, елементи деталей і т.д.) (рис. 8.6).

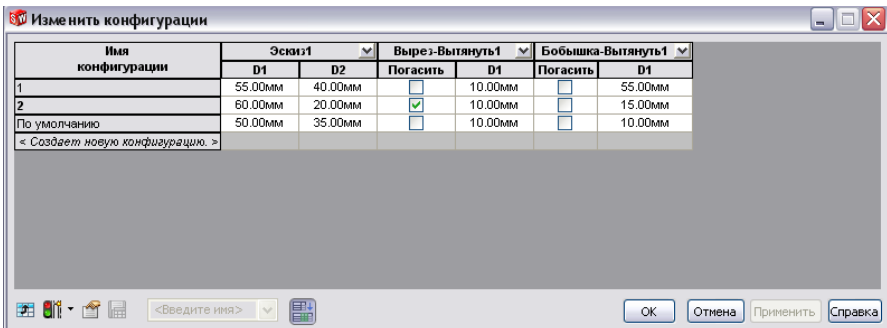


Рисунок 8.6 - Діалогове вікно «Изменить конфигурации»

На відміну від таблиці параметрів, у якій можна змінювати тільки розміри елементів у конфігураціях деталі, у таблиці діалогового вікна **«Изменить конфигурации»** можна як змінювати розміри деталі, так і управляти відображенням (погашенням) її елементів.

У загальному випадку в діалоговому вікні **«Изменить конфигурации»** конструктор може:

- додати нову конфігурацію;
- вилючити наявну конфігурацію;
- редагувати конфігурацію, змінюючи розміри й управляючи відображенням елементів;
- перейменовувати конфігурації.

Редагування конфігурацій.

У будь-які створені в SolidWorks конфігурації деталей або складань завжди можна внести зміни.

Для редагування параметрів конфігурації необхідно в менеджері конфігурації вибрати ім'я, клацнувши по ньому правою кнопкою миші, і в меню, що з'явилося, вибрати рядок **«Свойства...»** (рис. 8.7).

Після цієї процедури на екрані відкриється вікно **«Параметры конфигурации»** (рис. 8.8), де можна змінити ім'я конфігурації, опис і замітку.

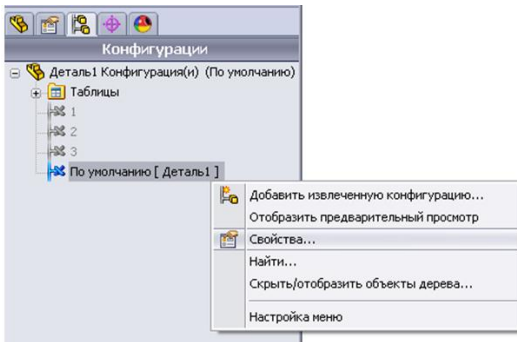


Рисунок 8.7 - Виклик контекстного меню для редагування параметрів конфігурації

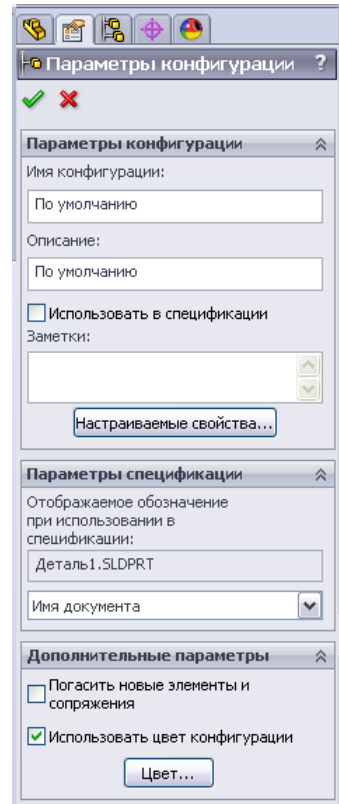


Рисунок 8.8 - Вікно «Параметры конфигурации»

Змінити або додати які-небудь властивості користувача можна кнопкою «**Настраиваемые свойства**», яка також перебуває у вікні «**Параметры конфигурации**». На екрані дисплея з'явиться вікно «**Суммарная информация**», у ньому три вкладки: «**Суммарная информация**, **Настройки** и **Конфигурация**» (рис. 8.9).

	Имя свойства	Тип	Значение / Текстовое выражение	Вычисленное
1	Обозначение	Текст	XXXX.XXXXXX.XXX	XXXX.XXXXXX.XXX
2	Наименование	Текст	Деталь 1	Деталь 1
3	Материал	Текст	"SW-Material@По умолчанию@Деталь1.SLDPRТ"	1060 Сплав
4	Масса	Текст	"SW-Mass@По умолчанию@Деталь1.SLDPRТ"	0.00
5	Заготовка	Текст	Литье	Литье
6	Разработал	Текст	Фамилия	Фамилия
7	Проверил	Текст	Фамилия	Фамилия
8	ТКонтроль	Текст	Фамилия	Фамилия
9	Начальник	Текст	Фамилия	Фамилия
10	НКонтроль	Текст	Фамилия	Фамилия
11	Утвердил	Текст	Фамилия	Фамилия
12	Организация	Текст	Наименование	Наименование
13				

Рисунок 8.9 - Вікно «Суммарная информация»

У вкладці «**Суммарная информация**» можна позначити автора конфігурації, ключові слова, замітку, заголовок і тему, також тут відображається інформація про дату створення документа, дату останнього збереження файлу та ім'я користувача.

У вкладках «**Настройки** и **Конфигурация**» (рис. 8.9) вказуються різні властивості конфігурації: позначення, найменування, матеріал, маса і т.д. Список цих властивостей можна заповнювати й редагувати за бажанням користувача.

Редагування й видалення конфігурацій.

Для редагування розмірів та елементів уже створеної конфігурації потрібно проробити наступні операції:

1. Активізувати змінювану конфігурацію в менеджері конфігу-

рації.

2. Перейти в дерево конструювання.

3. Внести зміни в конфігурацію деталі або складання.

Редагування конфігурації складання звичайно полягає в зміні стану погашення або видимості деяких деталей. Усі створені конфігурації при необхідності можна вилучити. Існує три способи їх видалення: вручну, за допомогою таблиці параметрів і з використанням діалогового вікна **«Изменить конфигурации»**.

Щоб вилучити конфігурацію вручну, спочатку потрібно перейти в менеджер конфігурації. Конфігурація, що підлягає видаленню, не повинна бути активною. Необхідно клацнути на конфігурації яка видається правою кнопкою миші, й у контекстному меню вибрати команду **«Удалить»**, підтвердивши видалення кнопкою **ОК**.

Вилучити конфігурацію можна також, використовуючи таблицю параметрів (якщо конфігурації створені за допомогою таблиці параметрів). Уся процедура проводиться в менеджері конфігурації, де потрібно клацнути правою кнопкою миші на елементі **«Таблица параметров»** і вибрати в контекстному меню що з'явилось, пункт **«Редактировать таблицу»** або **«Редактировать таблицу в новом окне»** (рис. 8.10).

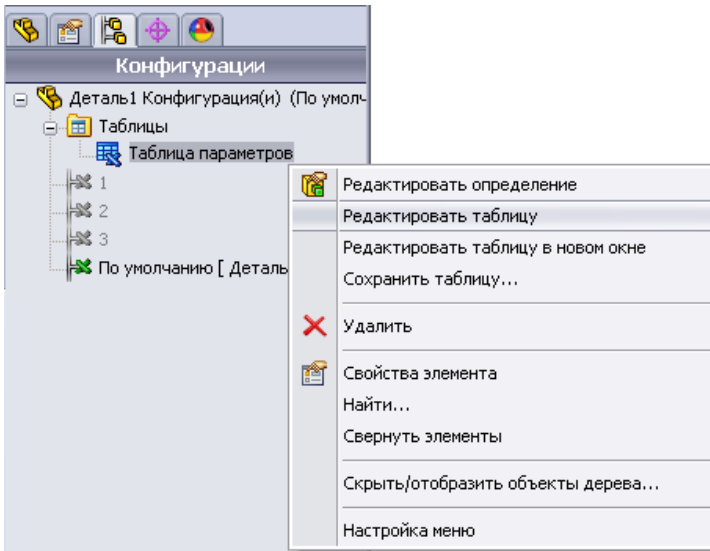


Рисунок 8.10 - Викилик контекстного меню для вилучення конфігурації

На екрані з'явиться таблиця параметрів, у якій можна вилучити рядок з іменем непотрібної конфігурації, при цьому рекомендується використовувати команду меню **«Правка | Удалить»**. Після виходу з таблиці її вміст обробляється, і непотрібна конфігурація віддаляється.

Редагувати й видаляти конфігурації можна й за допомогою таблиці в діалоговому вікні **«Изменить конфигурации»** (рис. 8.6). Для цього необхідно спочатку відкрити вікно **«Изменить конфигурации»**, для чого потрібно клацнути правою кнопкою миші по зображенню деталі або елемента й у контекстному меню, що з'явився, у розділі **«Элемент»**, вибрати команду **«Свойства конфигурации»**.

У результаті на екрані відкриється діалогове вікно **«Изменить параметры»** з таблицею, багато в чому схожою на таблицю параметрів. У цій таблиці можна вилучити непотрібні конфігурації. Для цього необхідно клацнути правою кнопкою миші по імені конфігурації й вибрати в контекстному меню пункт **«Удалить конфигурацию»**. У цій таблиці можна також погасити які-небудь елементи деталі або змінити розміри елементів у кожній з конфігурацій.

Тепер перейдемо до розгляду конкретних прикладів по створенню різних конфігурацій деталей.

Створення конфігурацій вручну.

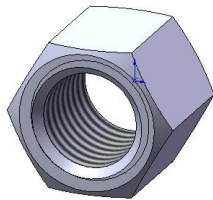
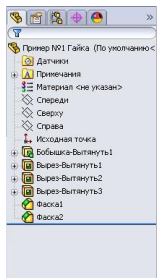


Рисунок 8.11 - Деталь Гайка

Отже далі ми розглянемо приклади створення різних конфігурацій вручну, на основі раніше сконструйованих деталей.

Приклад № 1. Гайка.

У якості деталі, для якої будемо створювати різні конфігурації, використовуємо вже спроектовану деталь Гайка (рис. 8.11). Побудуємо першу конфігурацію, яка буде відрізнитися від вихідної

деталі тільки своєю висотою. У вихідній гайки висота становить 15 мм, а в новій конфігурації вона буде 10 мм.

1. Спочатку відкриємо на екрані дисплея вихідну деталь. Для того щоб створити нову конфігурацію деталі, відкриємо - **«Менеджер конфигурации»**. Дерево конструювання зникне, а на його місці з'явиться вікно менеджера конфігурації. Вихідна конфігурація деталі буде названа **«По умолчанию [Пример №1 Гайка]»** (рис. 8.12).

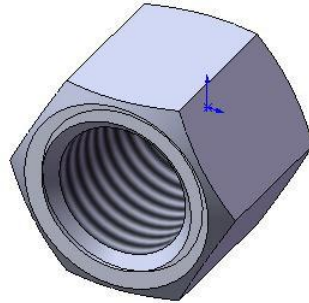
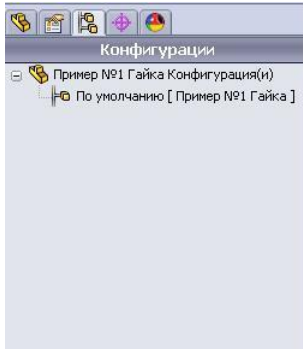


Рисунок 8.12 - Вікно менеджера конфігурації деталі

2. Тепер у вікні менеджера конфігурації клацнемо правою кнопкою миші по імені деталі (верхній рядок) і в контекстному меню що з'явилося, виберемо рядок **«Добавить конфигурацию...»** (рис. 8.13).

3. На екрані з'явиться діалогове вікно, де потрібно ввести у відповідних полях **«Имя конфигурации, Описание и Заметки»**. У розділі **«Параметры спецификации»** необхідно вибрати ім'я нової конфігурації, під яким вона буде позначатися в специфікації (рис. 8.14).

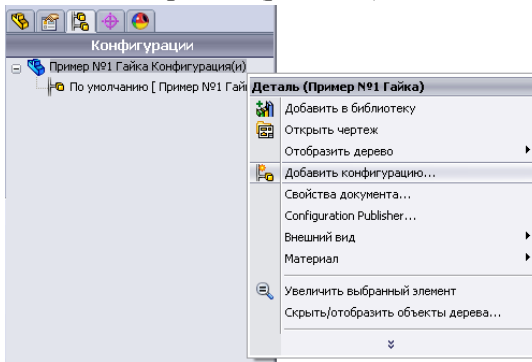


Рисунок 8.13 - Контекстне меню конфігурації

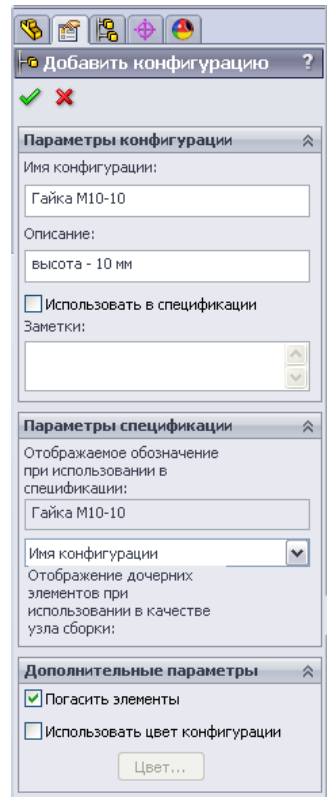


Рисунок 8.14 - Задаємо ім'я нової конфігурації

Укажемо наступні параметри:

«**Имя конфигурации**» - Гайка М10-10;

«**Описание**» - висота - 10 мм.

4. Закінчимо установку параметрів нової конфігурації, нажавши кнопку **ОК**. У результаті на екрані з'явиться зображення цієї конфігурації, яка поки ще є копією вихідної деталі. Оскільки нова конфігурація завжди створюється на основі тієї конфігурації, яка перебуває в активному стані.

5. Для зміни висоти гайки в новій конфігурації перейдемо в дерево конструювання. Побудова висоти гайки в дереві конструювання описано в елементі «**Бобышка-Вытянуты1**» (рис. 8.15).

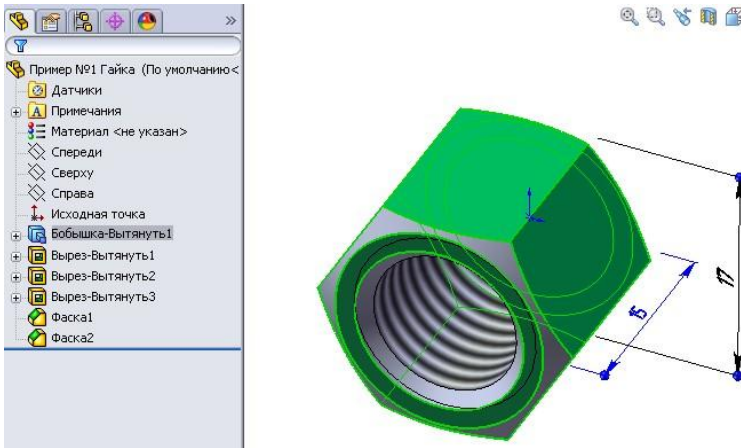


Рисунок 8.15 - Параметры построения гайки

6. Клацнемо по цьому рядку правою кнопкою миші й у контекстному меню виберемо команду - «**Редактировать определение**» (рис. 8.16).

7. На екрані з'явиться вікно «**Бобышка-Вытянуты1**», де поміняємо висоту елемента з 15 мм на 10 мм, не забувши вказати в розділі «**Конфигурации**», що зміни стосуються лише цієї конфігурації (рис. 8.17).

8. Натиснемо кнопку **ОК**, у результаті гайка змінить вид (рис. 8.18). Закінчимо створення конфігурації, зберігши цю модель.

Аналогічно можна створити інші конфігурації деталей, що відрізняються одна від іншої розмірами елементів.

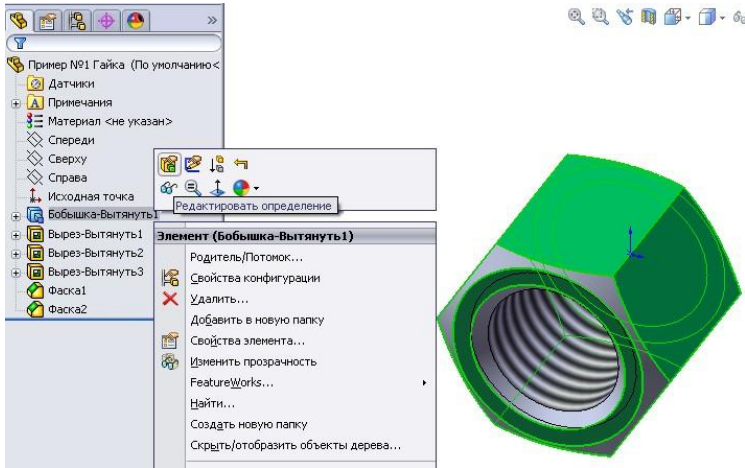


Рисунок 8.16 - Редагування параметрів гайки

Якщо у вихідній деталі розміри задані за допомогою рівняння, то при зміні керуючого розміру в конфігурації зміняться й інші пов'язані з ним розміри.

Далі побудуємо другу конфігурацію деталі Гайка. Ця конфігурація буде відрізнятися від вихідної наявністю нового елемента - упорного бурту, а також відсутністю фаски, яка виконується за допомогою команди вирізу (елемент «**ВырезВытянуть2**»).

1. Щоб побудувати нову конфігурацію, перейдемо в менеджер конфігурації. У зв'язку з тим, що нова конфігурація будується на основі конфігурації «По умолчанию [Пример №1 Гайка]», необхідно привести її в активний стан. Для того щоб активізувати потрібну конфігурацію, треба перебуваючи в менеджері конфігурації, клацнути правою кнопкою миші по імені потрібної конфігурації. У контекстному меню що з'явилося, слід вибрати команду «**Отобразить конфигурацию**» (рис. 8.19).

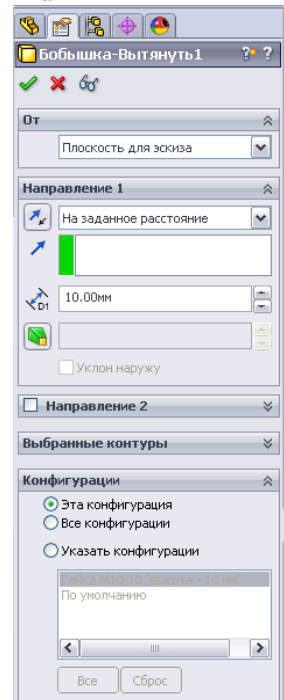


Рисунок 8.17 - Зміна конфігурації гайки

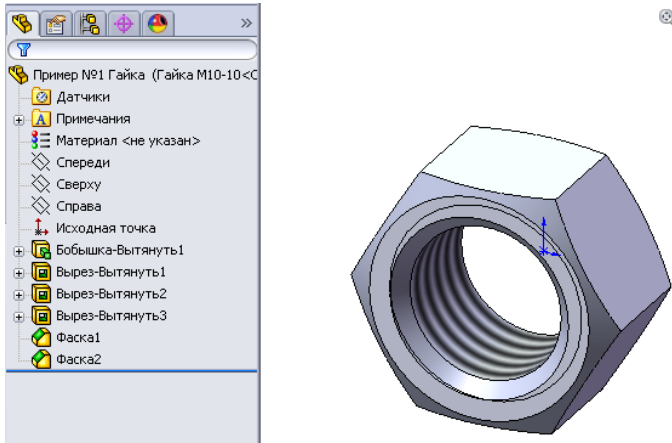


Рисунок 8.18 - Гайка після зміни конфігурації

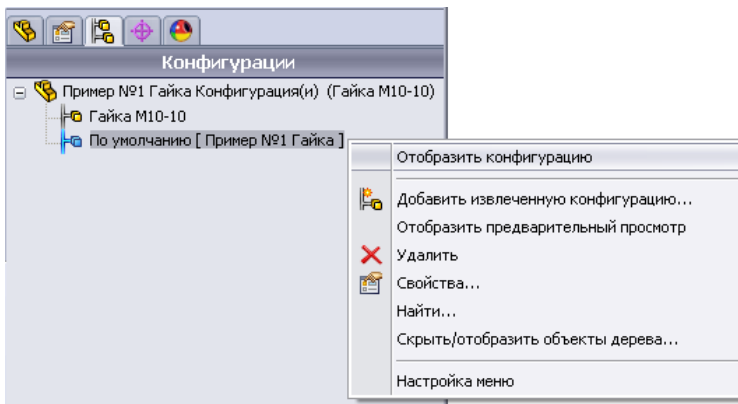


Рисунок 8.19 - Контекстне меню нової конфігурації

Можна також відкрити конфігурацію, просто двічі клацнувши по її імені. Після цих дій конфігурація стає активною й на екрані з'являється її зображення.

2. Додамо нову конфігурацію, для чого клацнемо правою кнопкою миші по імені деталі (верхній рядок) і в контекстному меню що з'явилося, виберемо команду «**Добавить конфигурацию**». В однойменному діалоговому вікні задамо параметри нової конфігурації:

«**Имя конфигурации**» - Гайка M10-15-2;

«**Описание**» - з буртом.

У специфікації конфігурація буде йменуватися Гайка М10-15-2 (рис. 8.20).

3. Після того як визначилися з параметрами нової конфігурації (іменем, описом і заміткою), натиснемо кнопку **ОК** і перейдемо в дерево конструювання.

Для побудови упорного бурту в новій конфігурації деталі Гайка необхідно спочатку вилучити з дерева конструювання елемент **«Вырез-Вытянуть2»** (фаска, оформлена за допомогою команди вирізу) і елемент **«Фаска2»**. Але тому що ці елементи повинні бути присутні у раніше створених конфігураціях деталі Гайка, то ми не можемо їх вилучити традиційним способом. Для створюваної конфігурації ці елементи потрібно погасити.

4. Погасимо елемент **«Вырез-Вытянуть2»**, для чого виділимо його в дереві конструювання, клацнемо правою кнопкою миші й у контекстному меню що з'явилося, активізуємо команду - **«Погасить»**. У результаті рядок **«Вырез-Вытянуть2»** згасне, а з конструкції деталі цей елемент зникне (рис. 8.21).

5. Подивимся властивості погашеного елемента. Для цього необхідно виділити елемент у дереві конструювання,

клацнути правою кнопкою миші й у контекстному меню, що з'явилося, вибрати команду - **«Свойства элемента...»**. У вікні **«Свойства элемента»** буде зазначено, що обраний елемент у даній конфігурації погашений (рис. 8.22). Для того щоб погасити який-небудь елемент у всіх конфігураціях деталі, необхідно вибрати у вікні **«Свойства элемента»** режим **«Все конфигурации»**.

6. Аналогічним чином погасимо елемент **«Фаска2»** (рис. 8.23).

7. Тепер оформимо борт за допомогою команди - **«Вытянутая бобышка/основание»**. Борт повинен розташовуватися з тієї сторони, де раніше перебував елемент **«Вырез-Вытянуть2»**. Діаметр бурту - 22

Рисунок 8.20 - Параметры новой конфигурации

мм, а висота - 3 мм. Але при такому способі побудови центральний отвір деталі Гайка вийде глухим з однієї сторони (рис. 8.24).

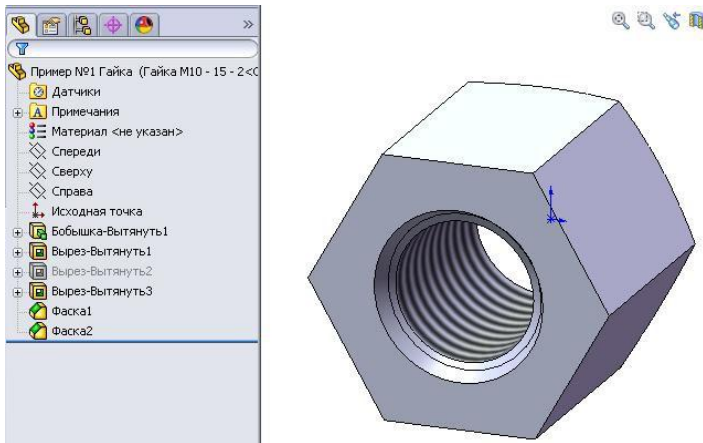


Рисунок 8.21 - Оновлена конфігурація

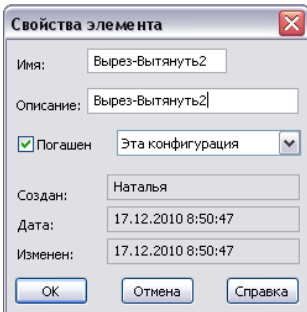


Рисунок 8.22 - Вікно властивостей элемента

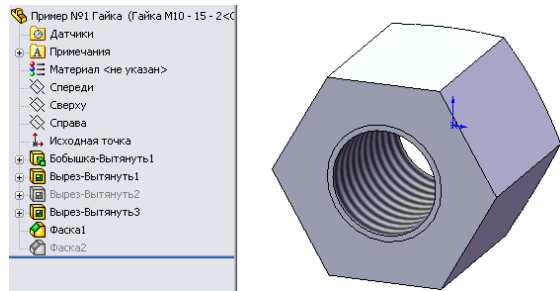


Рисунок 8.23 - Погашено элемент «Фаска2»

8. Оформимо центральний отвір. У зв'язку з тим, що центральний різбовий отвір гайки був створений раніше як витягнутий виріз із граничною умовою «Насквозь», для оформлення вирізу в новій конфігурації деталі потрібно просто переставити в дереві конструювання елемент «Бобышка-Вытянуть2» (упорний бурт), розташувавши його над елементом «Вырез-Вытянуть3» (центральный отвір). Для цього потрібно захопити рядок з назвою элемента «Бобышка-Вытянуть2» у дереві конструювання за допомогою курсору миші й помістити його

в нове місце, змінивши тим самим порядок побудови деталі (рис. 8.25).

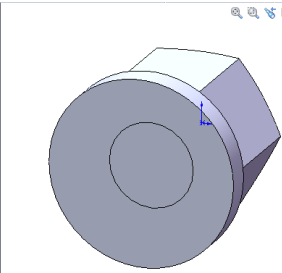
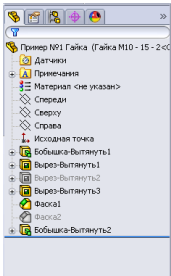


Рисунок 8.24 - Створено глухий отвір

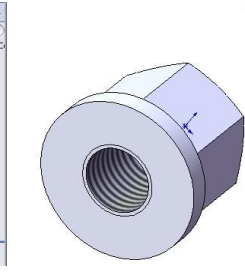
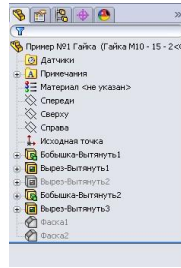


Рисунок 8.25 - Центральний отвір

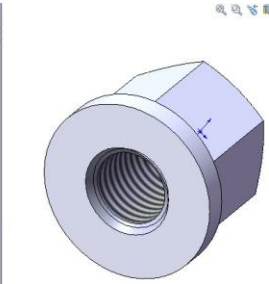
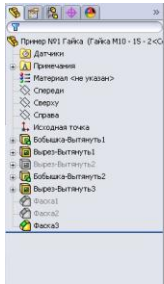


Рисунок 8.26 - Новая конфигурация

У тому випадку, якщо програма SolidWorks не буде переміщати елемент «**Бобышка - Вытянуть2**» у нове положення в дереві конструювання (над елементом «**Бобышка - Вытянуть3**»), рекомендуємо наступний порядок дій: спочатку погасити елемент «**Вырез - Вытянуть3**», потім перемістити елемент «**Бобышка - Вытянуть2**»,

а потім висвітлити елемент «**Вырез-Вытянуть3**».

9. У новій конфігурації деталі відсутня фаска на одній із крайок. Скористаємося командою - «**Фаска**». Розміри фаски - $1 \times 45^\circ$.

У результаті буде побудована ще одна конфігурація деталі Гайка (рис. 8.26). У такий спосіб на базі деталі Гайка було створено дві її конфігурації - Гайка M10-10 (рис. 8.18) і Гайка M10-15-2 (рис. 8.26).

Однак процес побудови конфігурацій можна значно прискорити, якщо використовувати таблицю параметрів.

Створення конфігурацій за допомогою таблиці параметрів.

Таблицю параметрів зручно використовувати при створенні конфігурацій, які відрізняються між собою лише розмірами деяких елементів. Побудуємо кілька конфігурацій гвинта із шестигранною головкою.

Приклад № 2. Гвинт із шестигранною головкою.

Нові конфігурації гвинта будуть відрізнятися між собою лише довжиною циліндричної частини. У вихідного гвинта циліндрична частина має довжину 40 мм (рис. 8.27).

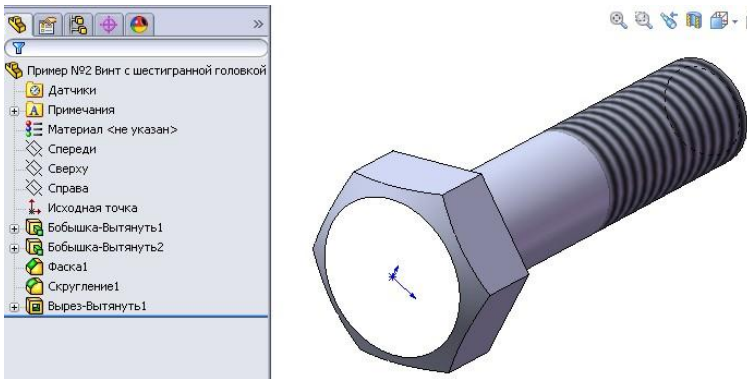


Рисунок 8.27 - Гвинт із шестигранною головкою

1. Для початку потрібно активізувати таблицю параметрів натисанням кнопки - «Таблица параметров». На екрані з'явиться вікно «Таблица параметров» (рис. 8.4). У розділі «Источник» виберемо «Авто-создать» (автоматичне створення таблиці), а в розділі «Редактировать управление» встановимо прапорець «Разрешить изменения модели, которые влияют на таблицу параметров», тобто при зміні моделі таблиця буде оновлюватися. Натиснемо кнопку **ОК**.

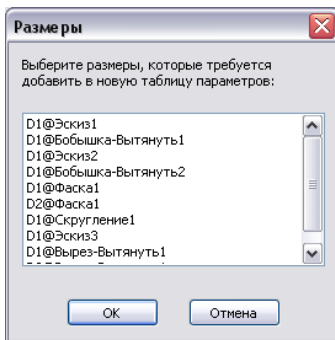


Рисунок 8.28 - Створення таблиці

На екрані з'являться вікна «Создается таблица параметров и Размеры» (рис. 8.28). У вікні «Размеры» перераховані всі розміри вихідної деталі, які можна змінювати в нових конфігураціях (рис. 8.28). Виберемо в цьому вікні розмір «D1@Бобышка-Вытянуть2».

Для того щоб відзначити кілька розмірів у вікні «Размеры», слід виділяти назви розмірів курсором миші, утримуючи клавішу <Ctrl>.

2. Закінчимо вибір змінюваних розмірів, нажавши кнопку **ОК**.

На екрані таблиця параметрів для гвинта із шестигранною голо-

вкою, виконана в Microsoft Excel, а в дереві менеджера конфігурації над списком конфігурацій з'явиться новий елемент - «**Таблиця параметрів**» (рис. 8.29). У цій таблиці гніздо A2 є порожнім й позначається **Family** (Сімейство). У стовпцях подані імена розмірів, а в рядках слід ввести імена конфігурацій (ім'я вихідної деталі «**По умовчанию**», та значення її розміру вже зазначено).

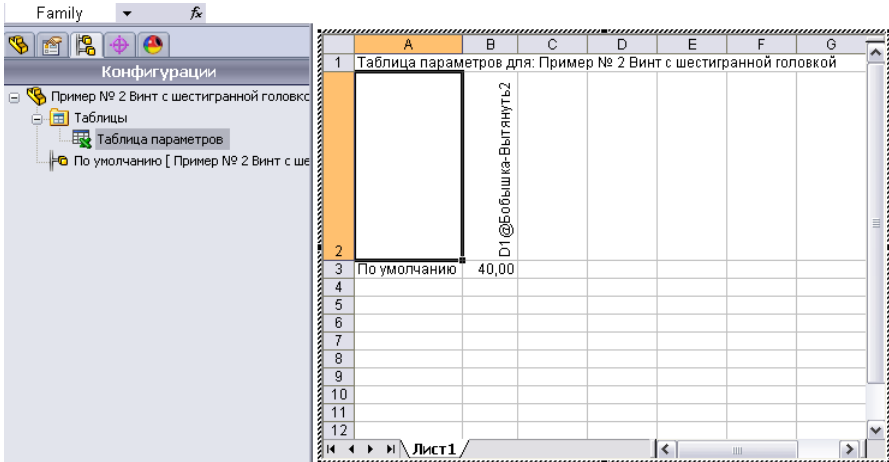


Рисунок 8.29 - Элемент «Таблица параметров» в менеджере конфигурации

3. Додамо в цю таблицю імена нових конфігурацій та їхні розміри (рис. 8.30).

4. Після введення всіх даних, щоб вийти з таблиці параметрів, досить вивести покажчик миші за межі контурів таблиці й клацнути. У результаті програма вийде з режиму Microsoft Excel, і таблиця зникне з екрана. На екрані дисплея відкриється вікно з інформацією про створення конфігурацій деталі (рис. 8.31). Одночасно будуть сформовані конфігурації, параметри яких записані в таблиці.

Для того щоб подивитися створені конфігурації, необхідно в менеджері конфігурації по черзі активізувати їх подвійним клацанням за назвою конфігурації. Вихідна конфігурація зображена на рис. 8.32, конфігурація «**Гвинт 1**» - на рис. 8.33, «**Гвинт 4**» - на рис. 8.34 і «**Гвинт 5**» - на рис. 8.35.

SolidWorks дозволяє редагувати таблицю параметрів. Для цього потрібно лише перейти в менеджер конфігурації, відкрити папку

«Таблицы», клацнути правою кнопкою миші на рядку «Таблица параметров» і вибрати в контекстному меню що з'явилося, пункт «Редактировать таблицу» (рис. 8.36).

	A	B	C	D	E	F	G
1	Таблица параметров для: Пример № 2 Винт с шестигранной головкой						
2							
3	По умолчанию	40,00					
4	Винт 1	50,00					
5	Винт 2	60,00					
6	Винт 3	80,00					
7	Винт 4	100,00					
8	Винт 5	20,00					
9							
10							
11							
12							

Рисунок 8.30 - Додавання нових конфігурацій деталі

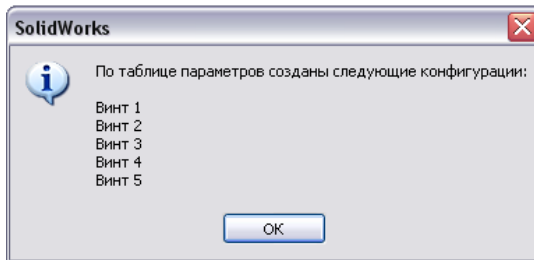


Рисунок 8.31 - Вікно з інформацією про створення конфігурацій деталі

На екрані відобразиться таблиця, у якій можна змінити дані конфігурацій. Крім того, можна видалити яку-небудь конфігурацію, забравши її ім'я з таблиці параметрів, або додати нову конфігурацію, вписавши її ім'я й розміри в таблицю параметрів.

Створення конфігурацій за допомогою діалогового вікна.

Таблицю в діалоговому вікні «Изменить конфигурации» зручно використовувати, якщо деталь або складання «По умолчанию»

являє собою найбільш повне зображення з максимальною кількістю елементів і розмірів. У ньому можна створити нові конфігурації, вилучити, а також відредагувати існуючі, шляхом зміни розмірів і погашенням непотрібних елементів.

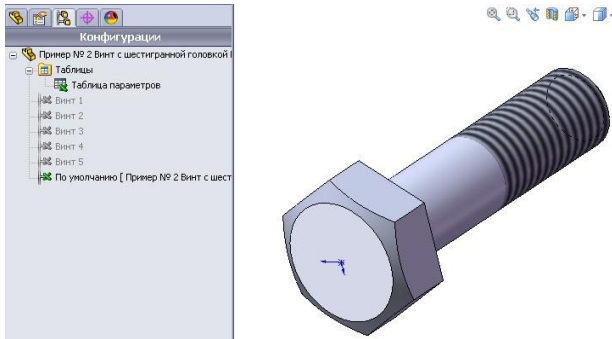


Рисунок 8.32 - Вихідна конфігурація деталі «Гвинт»

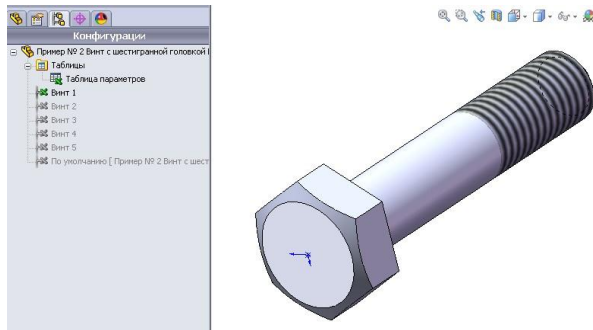


Рисунок 8.33 - Конфігурація деталі «Гвинт 1»

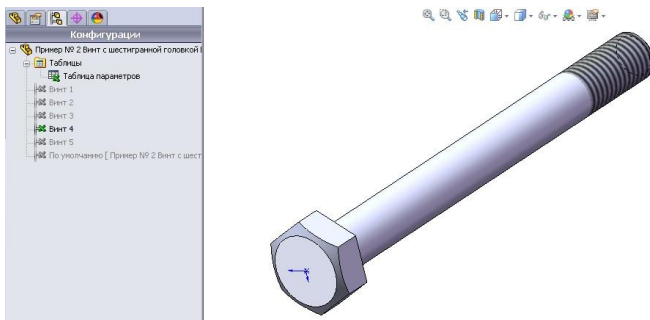


Рисунок 8.34 - Конфігурація деталі «Гвинт 4»

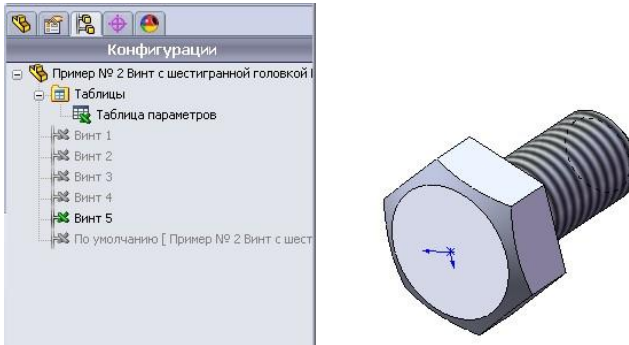


Рисунок 8.35 - Конфігурація деталі «Гвинт 5»

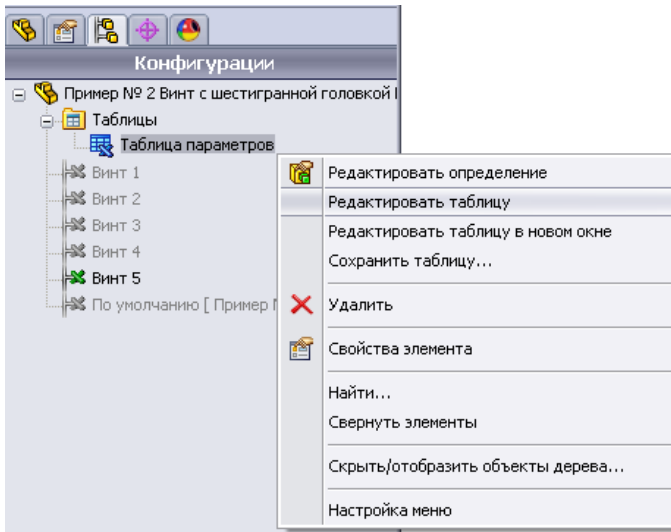


Рисунок 8.36 - Процес редагування таблиці параметрів

Приклад № 3. Шайба.

У якості деталі, для якої будемо створювати й редагувати конфігурації за допомогою діалогового вікна «**Изменить конфигурации**», використовуємо раніше створену деталь Шайба (рис. 8.37). Конфігурація деталі за замовчуванням така: зовнішній діаметр шайби 20 мм, внутрішній - 10,5 мм, товщина - 2 мм, зовнішня фаска - 1×45, внутрішня фаска - 0,5×45°.

Створимо нові конфігурації цієї деталі за допомогою діалогово-

го вікна **«Изменить конфигурации»**. Перша конфігурація буде відрізнятися від конфігурації за замовчуванням своїми розмірами.

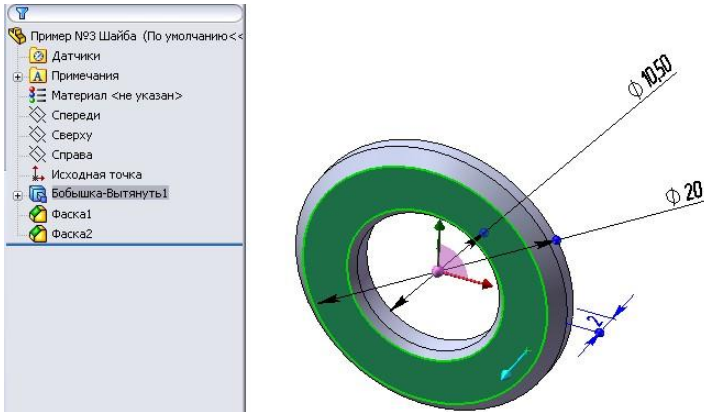


Рисунок 8.37 - Вихідна конфігурація деталі Шайба

1. Виділимо в дереві конструювання або в графічній області елемент деталі **«Бобышка-Вытянуты1»** і клацнемо правою кнопкою миші. У результаті на екрані з'явиться контекстне меню (рис. 8.38), виберемо пункт **«Свойства конфигурации»** - відкриється вікно **«Изменить конфигурации»** (рис. 8.39). Для того щоб у таблиці діалогового вікна **«Изменить конфигурации»** відобразилися всі розміри елемента, необхідно натиснути кнопку - **«Все параметры»** в нижньому рядку цього вікна.

2. Клацнемо по рядку **<Создает новую конфигурацию>** і введемо ім'я нової конфігурації - **«Шайба-1»**.

У результаті в цій таблиці з'явиться новий рядок **«Шайба-1»**, у

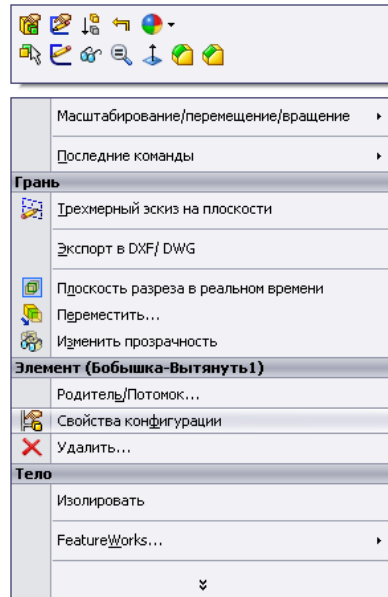


Рисунок 8.38 - Виклик контекстного меню

якому будуть записані розміри елемента **«Бобышка-Вытянуть1»** (рис. 8.40). Ці розміри на даному етапі не відрізняються від розмірів конфігурації за замовчуванням.

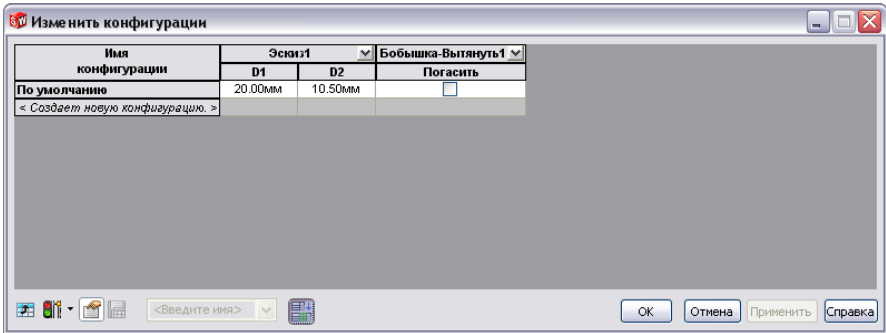


Рисунок 8.39 - Процесс зміни конфігурації

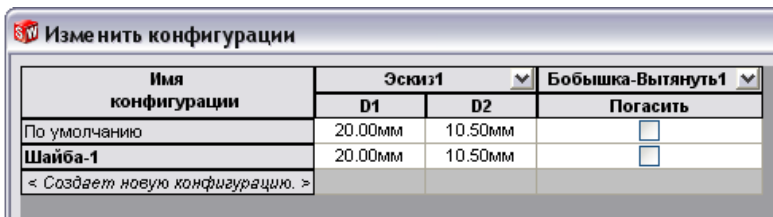


Рисунок 8.40 - Записані розміри елемента

3. Змінимо розміри нової конфігурації, увівши нові значення в таблицю. Нехай зовнішній діаметр шайби буде рівний 28 мм, внутрішній - 15 мм, товщина шайби й фаски свої розміри в новій конфігурації не міняють.

4. Натиснемо кнопку для того, щоб закінчити створення нової конфігурації. У результаті на екрані з'явиться зображення створеної конфігурації (рис. 8.41).

Тепер створимо нову конфігурацію, яка буде відрізнятися від конфігурації **«Шайба-1»** відсутністю фасок, тобто розглянемо спосіб погашення елементів деталі.

1. Спочатку виділимо в дереві конструювання або в графічній області елементи **«Фаска1»** і **«Фаска2»**. При виділенні елементів необхідно втримувати натиснутої клавішу **<Ctrl>**.

2. У контекстному меню правої кнопки миші в розділі **«Элемен-**

ты» виберемо команду - «Свойства конфигурации». У результаті на екрані відкриється діалогове вікно «Изменить конфигурации» (рис. 8.42).

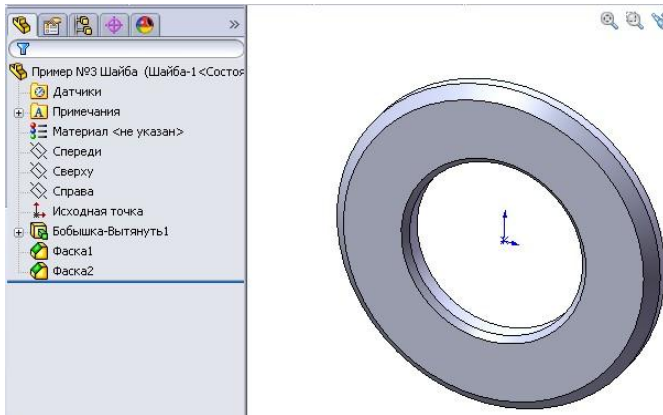


Рисунок 8.41 - Зображення створеної конфігурації

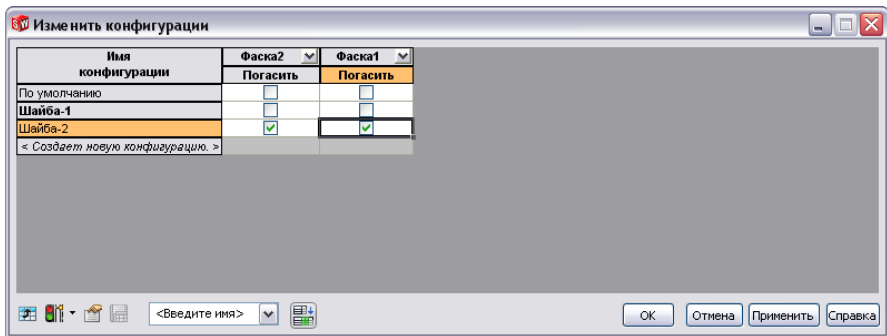


Рисунок 8.42 - Діалогове вікно «Изменить конфигурации»

3. Створимо нову конфігурацію, для цього активізуємо рядок **<Создает новую конфигурацию>** у таблиці й введемо ім'я нової конфігурації - «Шайба-2» (рис. 8.42). У рядку конфігурації «Шайба-2» поставимо прапорці «Фаска1» і «Фаска2» - у новій конфігурації дані елементи будуть погашені (рис. 8.42).

4. Натиснемо кнопку **ОК** для того, щоб закінчити створення нової конфігурації без фасок (рис. 8.43).

Таким чином, для деталі Шайба було створено дві конфігурації,

аналогічні конфігураціям, створюваним вручну. Використовувати діалогове вікно **«Изменить конфигурации»** можна й для редагування раніше створених конфігурацій.

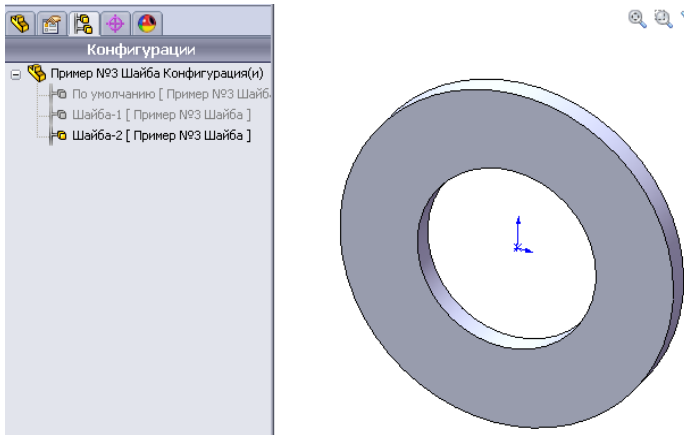


Рисунок 8.43 - Створена нова конфігурація без фасок

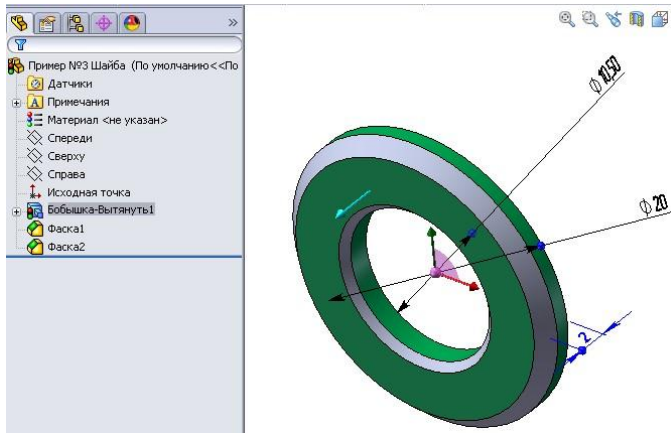


Рисунок 8.44 - Розміри конфігурації шайби за замовчуванням

1. Змінимо розміри конфігурації шайби за замовчуванням за допомогою діалогового вікна **«Изменить конфигурации»**. Клацнемо двічі елемент **«Бобышка-Вытянуть1»** у графічній області, щоб з'явилися всі розміри цього елемента (рис. 8.44).

2. Виділимо курсором розмір глибини витягування елемента

«Бобышка-Вытянуты1» - 2 мм і клацнемо правою кнопкою миші, щоб відкрылося контекстне меню зі списком команд (рис. 8.38). У цьому вікні виберемо команду - «Свойства конфигурации». У результаті на екрані відкриється діалогове вікно «Изменить конфигурации» (рис. 8.45).

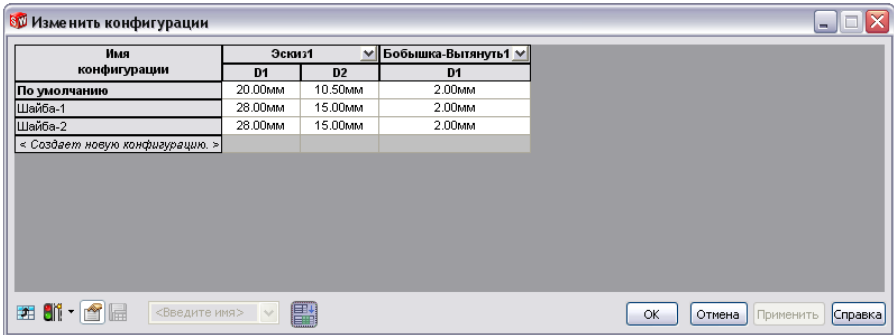


Рисунок 8.45 - Діалогове вікно «Изменить конфигурации»

Перед відкриттям вікна «Изменить конфигурации» необхідно активізувати розмір, щоб глибина витягування елемента «Бобышка-Вытянуты1» гарантовано ввійшла в якості параметра, в таблицю вікна «Изменить конфигурации».

3. У таблиці вкажемо нові розміри, як на рис. 8.46.

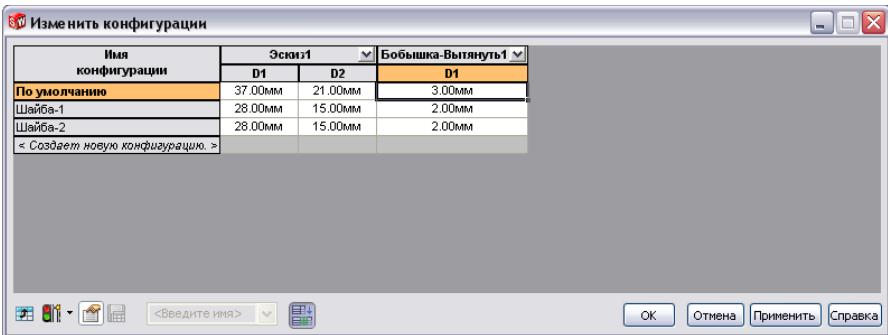


Рисунок 8.46 - Нові розміри конфігурації шайби

4. Натиснемо кнопку **ОК** для того, щоб закінчити редагування конфігурації (рис. 8.47).

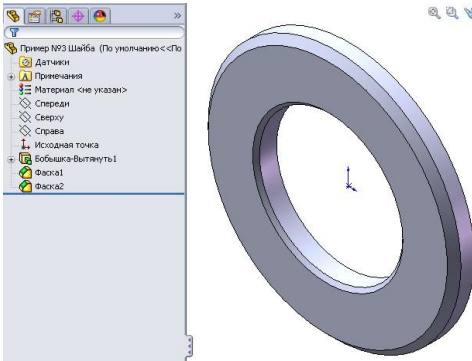


Рисунок 8.47 - Новая конфигурация шайбы

Аналогічним чином можна змінювати розміри й інших елементів деталі з використанням діалогового вікна **«Змінить конфигурации»**.

У даній лекції були розглянуті основні прийоми побудови конфігурацій деталі. Можливість створення конфігурацій в SolidWorks дає безліч переваг, як при побудові складань, так і при оформленні комплексних креслень.

Питання для самоперевірки

1. Що таке конфігурація деталі?
2. Як створити нову конфігурацію деталі?
3. Як відредагувати конфігурацію деталі?
4. Розкажіть як створити конфігурацію деталі за допомогою таблиці параметрів?
5. Як видалити конфігурацію деталі?
6. Які функції виконує «Менеджер конфигурации»?
7. Розкажіть алгоритм створення конфігурації деталі вручну.
8. Яке призначення діалогового вікна «Изменить конфигурации»?
9. Куди треба заносити дані нової конфігурації деталі?
10. Що таке «Таблица параметров»?
11. Розкажіть алгоритм створення конфігурації деталі за допомогою діалогового вікна.
12. Як відредагувати конфігурацію деталі за допомогою діалогового вікна?
13. Які недоліки створення конфігурації деталі вручну?
14. Які переваги створення конфігурації деталі за допомогою таблиці параметрів?
15. Які дані крім обов'язкових параметрів можна додати в створювану конфігурацію деталі?

ЛЕКЦІЯ № 9. СТВОРЕННЯ ДЕТАЛЕЙ З ЛИСТОВОГО МАТЕРІАЛУ

План лекції. Основні способи побудови деталей з листового матеріалу. Створення деталі з листового матеріалу. Перетворення твердого тіла в деталь із листового матеріалу. Конструювання деталі із твердого тіла й перетворення в деталь із листового матеріалу.

Література: [1] - [3], [6], [10], [15].

На даній лекції розглянемо основні принципи й способи побудови деталей з листового матеріалу в SolidWorks. Звичайне створення конструкції з листових матеріалів супроводжується побудовою її розгорнення (плоского стану деталі), до того ж і деталь, і її розгорнення, згідно ЄСКД, повинні розташовуватися на кресленні деталі - усі ці вимоги легко реалізуються при проектуванні деталей з листових матеріалів в SolidWorks.

Основні способи побудови деталей з листового матеріалу.

В SolidWorks існує два основні способи створення деталей з листового матеріалу:

- проектування деталей безпосередньо з листового матеріалу;
- конструювання тривимірної деталі як твердого тіла, а потім перетворення її в деталь із листового матеріалу.

Перед проектуванням деталей з листового матеріалу необхідно активізувати панель інструментів «**Листо́вий металл в меню Інструменти | Настройка | Панели инструментов**», установивши прапорць «**Листо́вий металл**».

Створення деталі з листового матеріалу.

Отже розглянемо два способи побудови деталей з листового матеріалу:

- у першому способі основою для побудови деталі є її розгорнення, тобто деталь створюється із плоского стану;
- у другому способі деталь відразу будується в зігнутому стані як деталь із листового матеріалу.

Розглянемо ці способи детально, один за одним.

Створення деталей із плоского стану.

Такий спосіб створення листового матеріалу зручно використувати, коли основною є конфігурація розгорнення, і саме її розміри найбільш важливі при конструюванні деталі.

На основі ескізу розгорнення будується тверде тіло - твердотільне розгорнення. У загальному випадку це тіло має вигляд фігурного тривимірного листа. Потім на плоскій поверхні твердотільного розгорнення створюється ескіз, у якому рисуються лінії згину. При виході з ескізу, розгорнення згинається згідно із цими лініями. Розглянемо кроки побудови деталі з листового матеріалу докладніше.

1. Виконаємо ескіз розгорнення й витягнемо його на товщину листа.

2. Створене твердотільне розгорнення необхідно перетворити в деталь із листового металу, для цього потрібно нажати кнопку - **«Сгибы»** на панелі інструментів **«Листовой металл»** або вибрати команду меню: **«Вставка | Листовой металл | Сгибы...»** (рис. 9.1).

3. На екрані в розділі менеджера властивостей з'явиться вікно **«Сгибы»**, у якому необхідно вказати основні параметри згинів (рис. 9.2).

4. У розділі **«Настройки сгиба»** необхідно вказати зафіксовану грань або крайку в полі й радіус згину. У розглянутому способі побудови зафіксованою гранню є плоска грань розгорнення. Заданий радіус згину буде використовуватися при побудові згинів за замовчуванням. Якщо необхідно побудувати згин з іншим радіусом, змінити значення однократно можна тільки після оформлення згинів.

5. У розділі **«Допуск сгиба»** (рис. 9.3) виберемо тип допуску згину й величину. По своїй суті, допуск згину - це довжина листового матеріалу, яка припадає на радіус згину (рис. 9.4).

На вибір користувача пропонується кілька типів завдання допусків згинів:

- таблиця згинів - створюється на підставі значень товщини листа й кута згину. Таблиця згинів для виконання операцій з листовим металом перебуває в каталозі установки: `\\lang\english\Sheetmetal Bend Tables\ sample.btl`. При необхідності таблицю згинів можна редагувати;
- коефіцієнт K - обчислюється по формулі $K = r / T$, де r - відстань від внутрішньої грані до нейтрального листа, T - товщина листа;

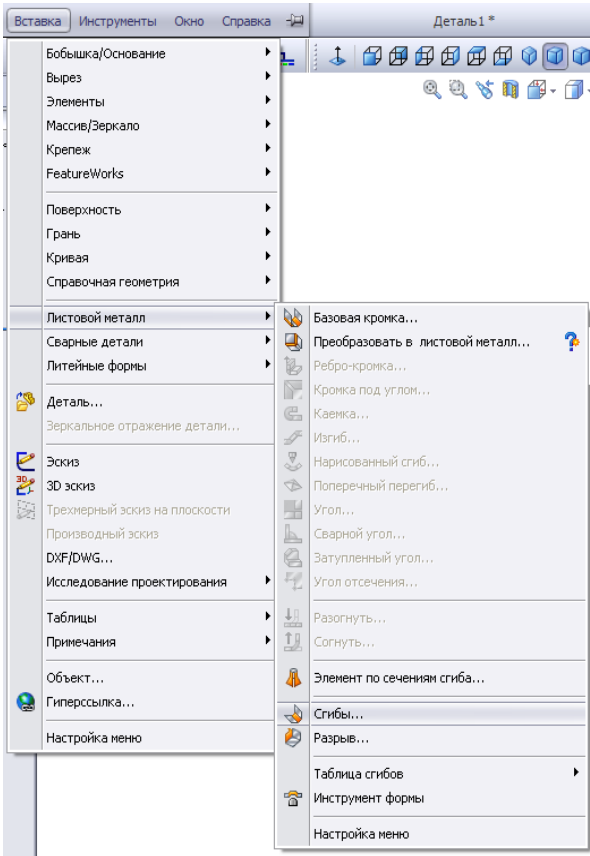


Рисунок 9.1 - Вибір команди «Сгибы»

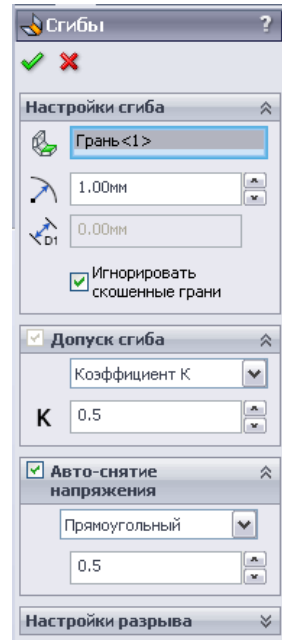


Рисунок 9.2 - Основные параметры згинов

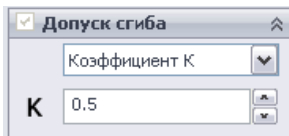


Рисунок 9.3 - Вибір типу допуску згину й величини

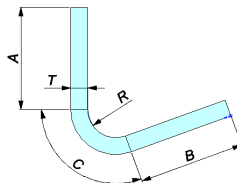


Рисунок 9.4 - Радиус згину

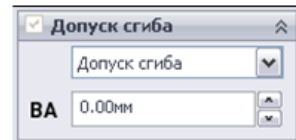


Рисунок 9.5 - Необходимое значение допуску згину

- допуск згину - вводиться необхідне значення в поле BA (рис. 9.5);
- обчислення згину - величина зменшення згину обчислюється по формулі (рис. 9.6): $BD = 2 \times OS - BA$;
- розрахунки згину здійснюється за допомогою таблиць. У цих таблицях можна визначати різні кутові діапазони, задавати рівняння для цих діапазонів і розраховувати розгорнуту довжину деталі. За замовчуванням таблиці розрахунків згинів знаходяться у каталозі установки програми: `\lang\english\Sheetmetal Bend Tables`. Таких таблиць може бути декілька, і створюються вони користувачем. При виборі цього типу допуску необхідно вказати ще й файл із таблицею.

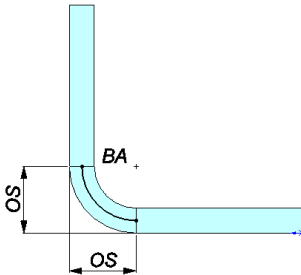


Рисунок 9.6 - Обчислення згину

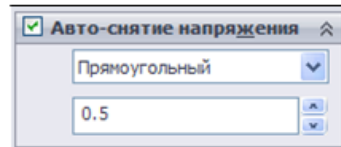


Рисунок 9.7 - Значення параметра «Пропорция смещения»

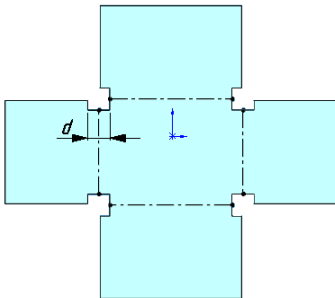


Рисунок 9.8 - Визначення ширини вирізу для зняття напруг

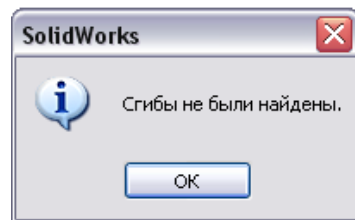


Рисунок 9.9 - Повідомлення що згини не були знайдені

6. У вікні «Сгибы» при необхідності можна вибрати створення в автоматичному режимі вирізу для зняття напруги в кутах згинів. Для

цього потрібно поставити прапорець «Авто-снятие напряжения», а потім вибрати тип вирізу. Якщо вибрати «Прямоугольный» або «Скругленный», то необхідно вказати значення параметра «Пропорция смещения» (рис. 9.7). Ширина вирізу для зняття напруг визначається по формулі $d = PC \times T$, де PC - пропорція зсуву, T - товщина листа (рис. 9.8).

7. Після того як задані настроювання згину, допуск згину й спосіб зняття напруг, необхідно натиснути кнопку **ОК**. На екрані з'явиться вікно з повідомленням, що згини не були знайдені (рис. 9.9), на нього потрібно відповісти **ОК**.

У результаті ви повернетеся до вихідного плоского розгорнення, але дерево конструювання перетерпить деякі зміни. У ньому з'являться нові елементи: «Список вырезов, Листовой металл1, Плоское состояние1, Согнутое состояние1» і в погашеному стані елемент «Развертка1» (рис. 9.10).

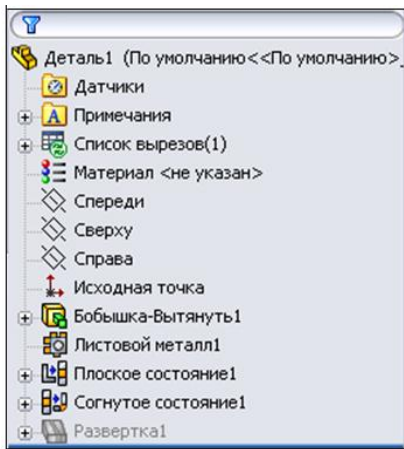


Рисунок 9.10 - Нові елементи у дереві конструювання

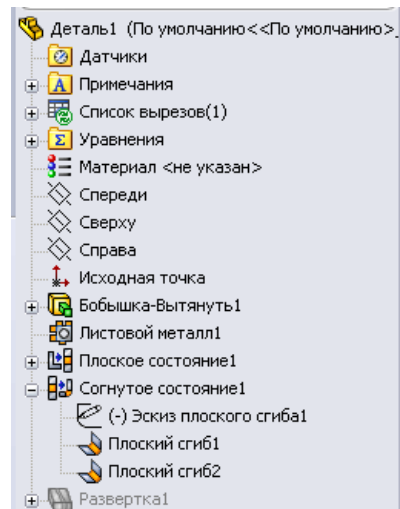


Рисунок 9.11 - Елементи згинів

8. Далі слід вибрати: «Согнутое состояние1 | Эскиз плоского сгиба1 | Редактировать эскиз». Ви ввійдете в режим редагування ескизу й одержите можливість малювання ліній згину. Після того як будуть намальовані лінії згину, необхідно вийти з режиму редагування

ескізу. На деталі з'являться згини, а в дереві конструювання - елементи: «Плоский сгиб1, Плоский сгиб2» і далі, по кількості ліній згинів (рис. 9.11). За замовчуванням згини виконуються під кутом 90° і радіусом, який був зазначений раніше у вікні «Сгибы».

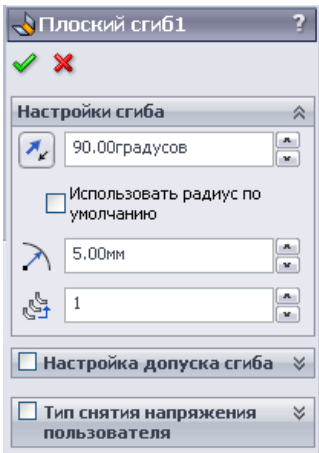


Рисунок 9.12 - Вікно параметрів згину

9. Коли деталь із листового металу вже набула зігнутого стану, можна редагувати радіуси й напрямок (кут) згину. Для цього необхідно вибрати відповідний плоский згин у дереві конструювання, клацнути правою кнопкою миші на назві цього згину й вибрати команду - «**Редактировать определение**». У вікні «Плоский сгиб» можна змінити радіус згину, його кут і напрямок за допомогою кнопки - «**Реверс**» (рис. 9.12).

Даний спосіб проектування деталі зручний тим, що можна спочатку створити розгорнення об'єкта, а потім його зігнути на власний розсуд. Цей спосіб проектування деталей з листового металу знайшов досить широке застосування.

Однак SolidWorks дозволяє проектувати деталі й у зворотному порядку, тобто спочатку створити об'ємну деталь із листового металу, а потім її розгорнення.

Створення деталей з листового металу в зігнутому стані.

Такий спосіб проектування використовується, коли відомо, як повинна виглядати деталь у зігнутому стані. Розгорнення в цьому випадку має другорядне значення.

Незалежно від зовнішнього вигляду деталі її побудова починається зі створення ескізу базової крайки. Цей ескіз являє собою певний контур, який перетворюється в базову крайку деталі після натискання кнопки - «**Базовая кромка/выступ**». При виконанні цієї команди деталь позначається як деталь із листового металу, при цьому у вікні «**Базовая кромка**» задається товщина листа, допуск згину й спосіб зняття напруг (рис. 9.13).

Базова крайка повинна бути першим елементом при створенні нової деталі з листового металу. До того ж у деталі з листового металу

в SolidWorks може бути тільки один елемент, позначений як базова крайка (рис. 9.13).

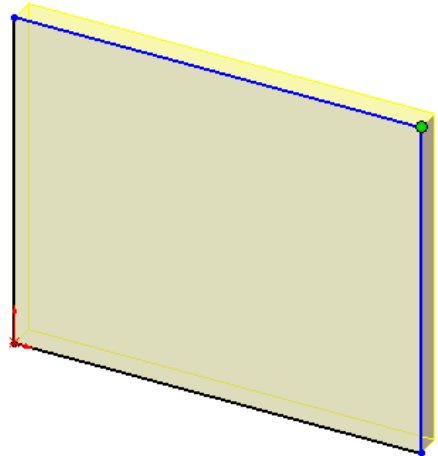
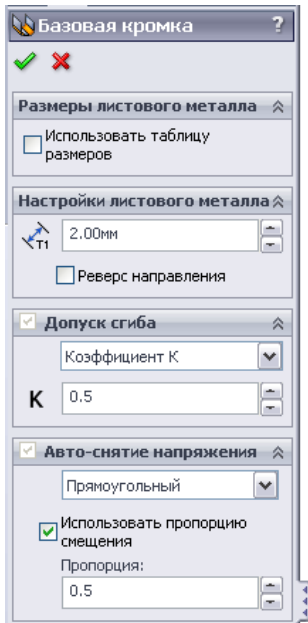


Рисунок 9.13 - Створення базової крайки

Після виконання цієї команди в дереві конструювання з'являються нові елементи: «Список вырезов(1), Листовой металл1, Базовая кромка1 и Развертка1» (рис. 9.14).

Тепер на основі базової крайки можна побудувати бічні крайки різної форми. Для цього використовуються наступні команди:

- «**Ребро-кромка**» - це елемент деталі з листового металу. При побудові ребра-крайки за одну операцію поєднуються згин і виступ (рис. 9.15). Для побудови ребра-крайки необхідно вказати радіуси згинів, довжину ребер, а також одну або кілька базових крайок деталі;
- команда «**Кромка под углом**» активізується однойменною кнопкою. На відміну від команди «**Ребро-кромка**», крайка під кутом може мати криволінійну форму (рис. 9.16). Із цієї причини обов'язково будується ескіз крайки, де вимальовується її профіль;

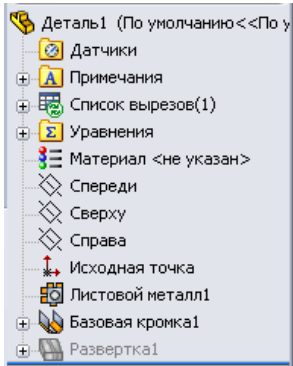


Рисунок 9.14 - Нові елементи

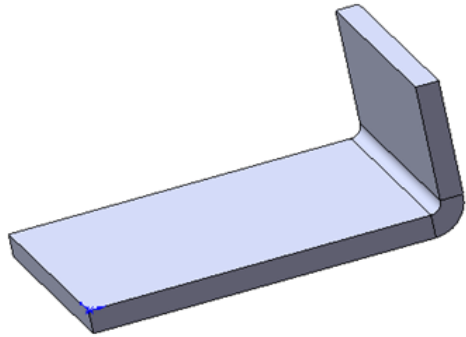


Рисунок 9.15 - Поеднуються згин і виступ

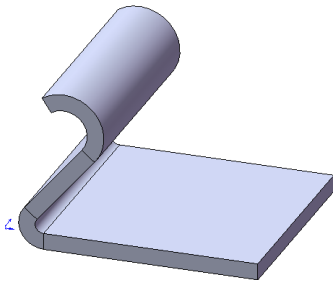


Рисунок 9.16 - Крайка під кутом

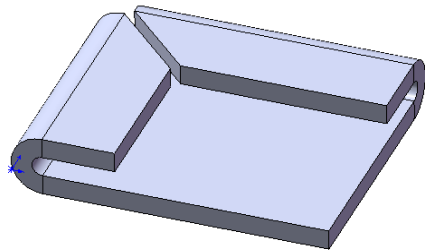


Рисунок 9.17 - Кілька однакових облямівок від різних крайок

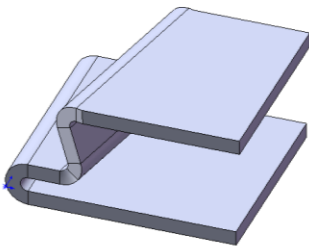


Рисунок 9.18 - Два вигини

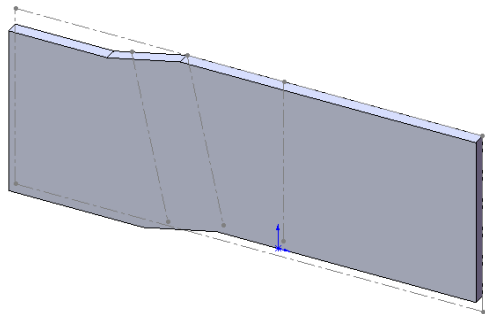


Рисунок 9.19 - Розгорнення деталі

- команда - «**Каемка**» дозволяє побудувати прямолінійну бічну сторону деталі, яка буде розташовуватися паралельно ос-

нові. Одночасно можна побудувати кілька однакових облямівок від різних крайок (рис. 9.17). Для цього необхідно вказати їхню довжину, відстань від облямівок до базової крайки й зазор між ними;

- команда - **«Изгиб»** створює два вигини на деякій крайці деталі, при цьому відбувається додавання матеріалу в деталь із листового металу на величину вигину (рис. 9.18). При виконанні цієї команди потрібно створити ескіз вигину у вигляді однієї лінії, а також вказати радіус згину, кут згину й величину зсуву (величину вигину).

Для того щоб побудувати розгорнення деталі з листового металу, необхідно в дереві конструювання вибрати рядок **«Развертка1»**, активізувати контекстне меню натисканням правої кнопки миші й клацнути по кнопці меню - **«Высветить»**. Уся побудована раніше деталь розвернеться в площині, де розташована основа. У результаті ви побачите розгорнення деталі, на якому штрихпунктиром будуть нанесені лінії згину (рис. 9.19).

Перетворення твердого тіла в деталь із листового матеріалу.

В SolidWorks існує можливість створити твердотіlnу деталь, а потім перетворити її в деталь із листового металу. Розглянемо етапи побудови деталі з листового металу цим способом.

1. Спочатку необхідно створити тверде тіло. Звичайно така деталь має вигляд багатокутної призми.

2. Потім цю деталь потрібно перетворити в тонкостінну деталь, використовуючи команду - **«Оболочка»** на панелі інструментів **«Элементы»**.

3. Наступний етап - створення розрізів за допомогою команди - **«Разрыв»** панелі інструментів **«Листовой металл»**. У розділі **«Настройки разрыва»** вказуються ті крайки, уздовж яких необхідно зробити розрізи, а також величина зазору.

9. Потім активізується команда - **«Сгибы»** панелі інструментів **«Листовой металл»**, де вказуються радіус згину й зафіксована крайка або грань, по периметру якої пройдуть лінії згину.

У підсумку призматична твердотіlnа деталь перетвориться в деталь із листового металу. На цій деталі будуть зображені згини, які можна розгорнути.

Для одержання повного розгорнення деталі потрібно лише на-

жати кнопку - **«Развертка»**. Для повернення деталі в колишній (зігнутий) стан - достатньо ще раз натиснути кнопку **«Развертка»**.

Щоб розігнути лише деякі грані деталі, слід скористатися кнопкою - **«Разогнуть»** на панелі інструментів **«Листовой металл»**. На екрані з'явиться вікно **«Разогнуть»**. У поле **«Зафиксированная грань»** слід вказати ту грань, положення якої в просторі залишиться незмінним, а в полі **«Разогнуть»** необхідно вказати ті згини, які ви збираєтеся розігнути. У результаті одержите неповне розгорнення листової деталі.

Аналогічно, щоб зігнути лише деякі грані, слід скористатися командою - **«Согнуть»**. У вікні, що з'явилося, **«Согнуть»** необхідно вказати зафіксовану грань, а також згини, які необхідно зігнути.

Описаним способом можна створювати деталі з листового металу на основі твердого тіла не тільки в останній версії SolidWorks, але й у попередніх версіях цієї програми. Однак в SolidWorks з'явилася нова команда, яка дозволяє діяти більш простим способом.

Для початку необхідно побудувати деталь. Потім досить скористатися командою - **«Преобразовать в листовой металл»** панелі інструментів **«Листовой металл»**. Можна також скористатися командою меню **«Вставка | Листовой металл | Преобразовать в листовой металл...»**. У вікні менеджера властивостей вказуються зафіксована крайка (грань), товщина листа, крайки й радіуси згинів, а також розриви. У результаті за допомогою лише однієї команди створюється деталь із листового металу.

Ми розглянули поетапно загальні принципи побудови деталей з листового металу, які використовуються в SolidWorks, тепер перейдемо до більш докладного їхнього розгляду на конкретних прикладах.

Приклади деталей з листового матеріалу.

Отже далі ми розглянемо конкретні приклади побудови деталей з листового матеріалу, а саме в першому прикладі розглянемо побудову деталі на основі її розгорнення (створення деталі із плоского стану), а в другому прикладі відразу побудуємо деталь у зігнутому стані.

Приклад № 1. Скоба.

Побудуємо деталь Скоба із листового матеріалу на основі її розгорнення.

1. Спочатку створимо ескіз розгорнення. Оскільки деталь є си-

метричною по двом осям, побудуємо тільки чверть ескізу (рис. 9.20).

2. Тепер, використовуючи команду - «**Зеркально отразить объекты**» й намалювавши осьові лінії, побудуємо ескіз розгорнення (рис. 9.21).

3. Витягнемо цей ескіз на 2 мм, використовуючи команду - «**Вытянутая бобышка/основание**». У результаті одержимо твердотільне розгорнення деталі Скоба (рис. 9.22).

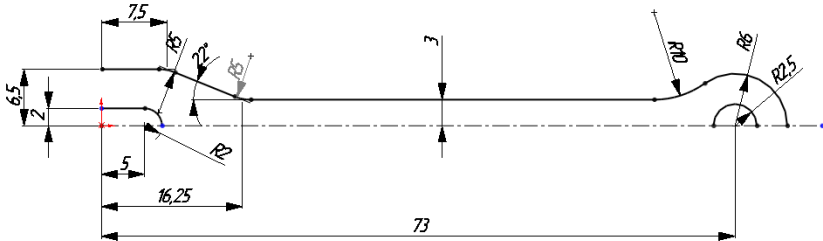


Рисунок 9.20 - Чверть ескізу деталі Скоба

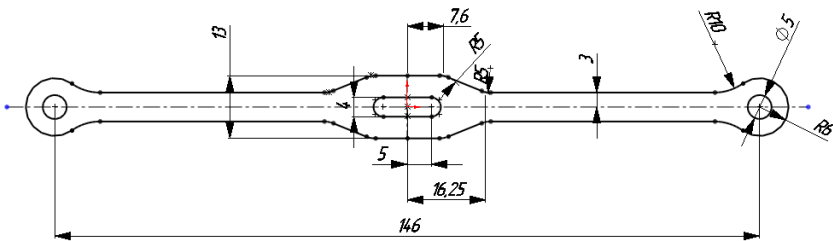


Рисунок 9.21 - Ескіз розгорнення деталі Скоба

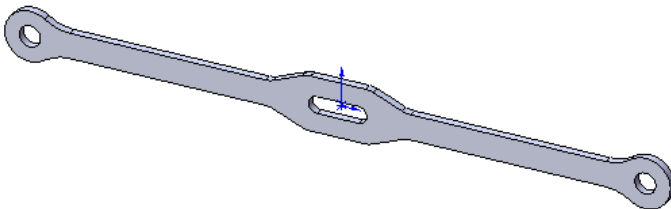


Рисунок 9.22 - Твердотільне розгорнення деталі Скоба

4. Перетворимо це розгорнення в деталь із листового металу: натиснемо кнопку - «**Сгибы**» або виберемо в меню: «**Вставка | Листовой металл | Сгибы...**». Основні параметри - Грань1 і радіус згину

5 мм (рис. 9.23). Тобто мається на увазі та грань, на якій будуть намальовані лінії згину - плоска грань розгорнення.

5. Натиснемо кнопку **ОК**, щоб закінчити перетворення деталі. На екрані з'явиться повідомлення - «Сгибы не были найдены», на що також потрібно відповісти **ОК**. У результаті ви повернетеся до вихідного (плоского) стану деталі, але в дереві конструювання з'являться нові елементи: «Листовой металл1, Плоское состояние1, Согнутое состояние1 и Развертка1» (рис. 9.24).

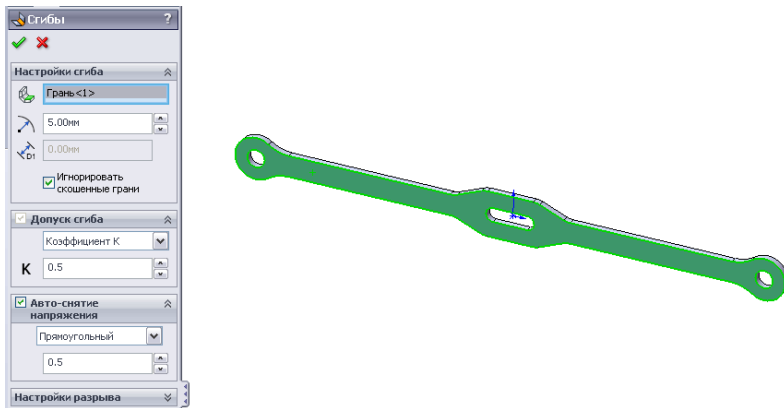


Рисунок 9.23 - Завдання основних параметрів згинів

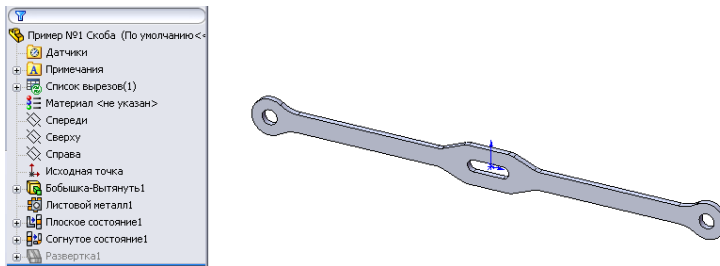


Рисунок 9.24 - Додані нові елементи в дереві конструювання

6. Далі виберемо в дереві конструювання рядок «Согнутое состояние1 | Эскиз плоского сгиба1», натисканням правої кнопки миші на цьому рядку виведемо на екран контекстне меню й активізуємо команду - «Редактировать эскиз». У цьому випадку редагування ескизу полягає в малюванні ліній згину. При малюванні слід пам'ятати, що початок і кінець ліній згину повинні перебувати в просторі, а не на ли-

стовому металі, і лінії згину не повинні перетинатися між собою (рис. 9.25).

7. Вийдемо з ескізу. У результаті на деталі з'являться згини, а в дереві конструювання - елементи **«Плоский сгиб1, Плоский сгиб2 и Плоский сгиб3»** (рис. 9.26). За замовчуванням згини виконуються під кутом 90° і радіусом 5 мм.

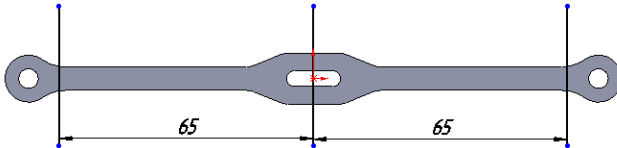


Рисунок 9.25 - Редагування ескізу деталі Скоба

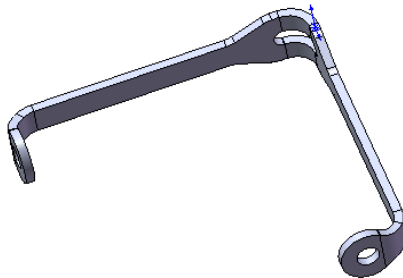
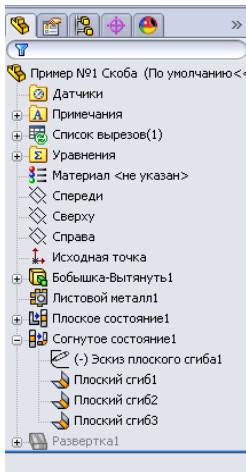


Рисунок 9.26 - Згини деталі Скоба

8. Тепер, коли деталь вже в зігнутому стані, необхідно відредагувати радіуси, кути й напрямки створених згинів. Для цього в дереві конструювання виберемо спочатку **«Плоский сгиб1»**, клацнемо правою кнопкою миші й активізуємо в контекстному меню команду - **«Редактировать определение»**. Деталь розігнеться, і на екрані з'явиться панель **«Плоский сгиб1»**, де можна змінити радіус згину, його кут і напрямки, як на рис. 9.27.

9. Закінчивши налаштування згину, натиснемо **ОК** - і на екрані з'явиться деталь зі зміненим згином (рис. 9.28).

10. Аналогічним образом поміняємо настроювання **«Плоский сгиб2»**: змінімо кут згину на 26, радіус згину залишимо за замовчуванням 5 мм (рис. 9.29). Після натискання кнопки **ОК** деталь змінить свій вид (рис. 9.30).

12. Настроювання **«Плоского сгиба3»** у точності збігаються з настроюваннями **«Плоского сгиба2»**. У результаті одержимо деталь Скоба в остаточному вигляді (рис. 9.31).

У такий спосіб була побудована деталь із листового металу на основі розгорнення. Проектування деталі у зворотному порядку ми розглянемо докладніше на прикладі деталі Перегородка.

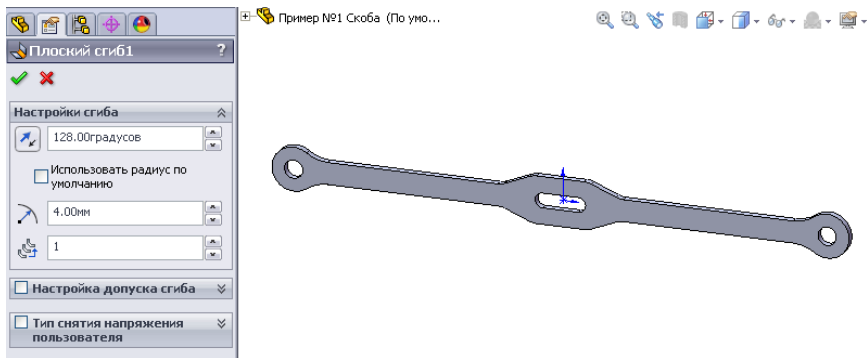


Рисунок 9.27 - Зміна радіусу згину, його кута і напрямку

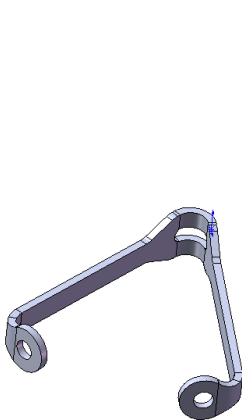


Рисунок 9.28 - Зміна параметрів згину

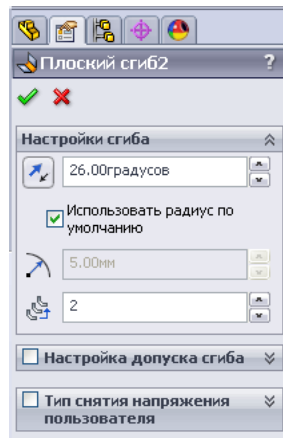


Рисунок 9.29 - Процес зміни параметрів

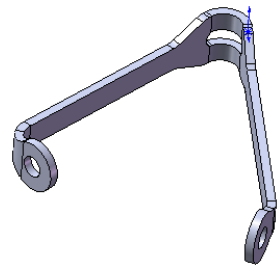


Рисунок 9.30 - Нові параметри згину

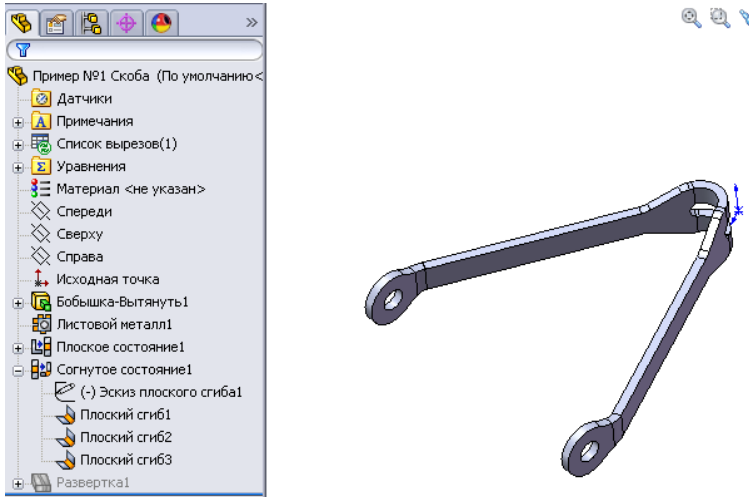


Рисунок 9.31 - Деталь Скоба в остаточном виде

Приклад № 2. Перегородка.

1. Відкриємо нову деталь, увійдемо в ескіз і намалюємо контур основи перегородки. Основа має вигляд прямокутника розміром 66х25 мм (рис. 9.32).

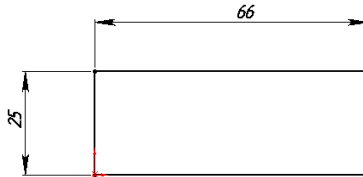


Рисунок 9.32 - Контур основи перегородки

2. На основі цього ескізу створимо листовий метал, для чого активізуємо кнопку - «**Базовая кромка/выступ**» на панелі інструментів «**Листовой металл**». У вікні налаштувань «**Базовая кромка**», у розділі «**Настройки листового металла**», необхідно вказати товщину листового металу - 0,8 мм (рис. 9.33).

3. Натиснемо кнопку **ОК**, на екрані з'явиться основа перегородки - лист товщиною 0,8 мм, а в дереві конструювання - нові елементи: «**Листовой металл1**, **Базовая кромка1** и **Развертка1**».

4. Побудуємо бічну стінку перегородки. Для цього активізуємо команду - **«Кромка под углом»** на панелі інструментів **«Листовой металл»**. Укажемо базову крайку, під кутом до якої створимо бічну стінку. Після цього буде автоматично створена додаткова площа, перпендикулярна площині основи, і програма відкриє в ній ескіз (рис. 9.34).

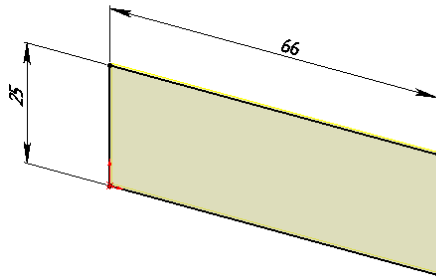
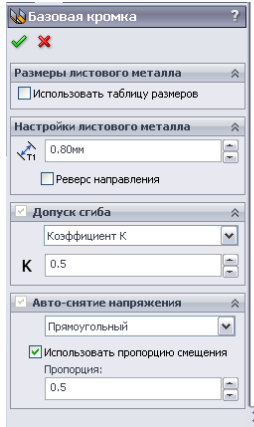


Рисунок 9.33 - Вибір товщини листового металу

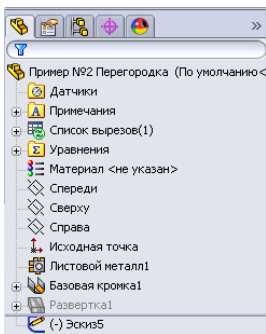


Рисунок 9.34 - Створена додаткова площа

5. На цьому ескізі зобразимо вид (профіль) бічної стінки. Ця стінка має прямолінійний контур довжиною 6 мм і розташована під кутом 75° до основи. Намалюємо лінію з такими параметрами (рис. 9.35). У загальному випадку ескіз стінки може містити одну або кілька ліній, а також дуги.

6. Закінчимо побудову контуру крайки, вийшовши з ескізу. Після цього автоматично відкриється вікно «Кромка под углом». У цьому вікні необхідно заповнити розділи «Настройки кромки под углом», «Начать/Закончить смещение» и «Допуск сгиба пользователя» (рис. 9.36).

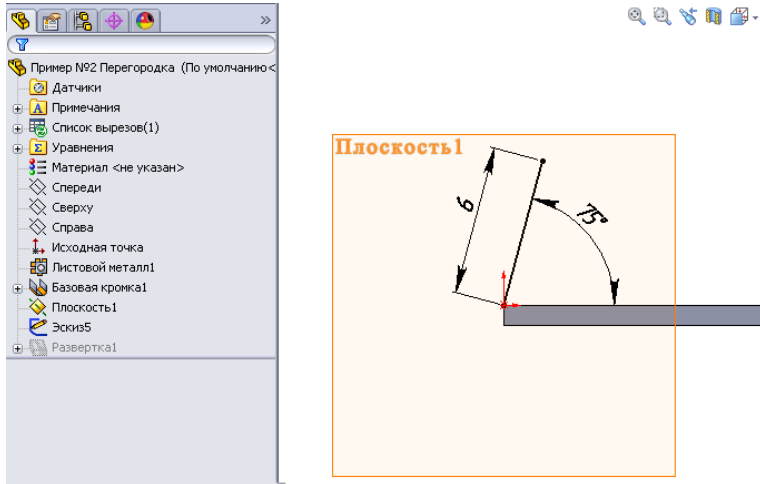


Рисунок 9.35 - Створюємо вид (профіль) бічної стінки

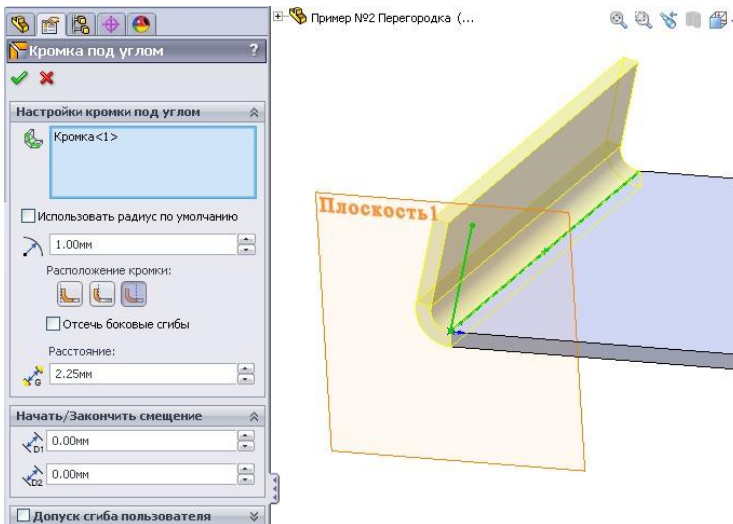


Рисунок 9.36 - Процес побудови бічної стінки

У розділі «**Настройки кромки под углом**» зазначене ім'я крайки, уздовж якої створюється нова крайка під кутом - **Кромка<1>**, радіус згину, якої у даній деталі складе 1 мм, і розташування крайки щодо краю основи («**Сгиб снаружи**»). У розділі «**Начать/Закончить смещение**» можна вказати величину зсуву крайки щодо країв, тим самим звазивши її ширину. Товщина листа бічної стінки автоматично вибирається рівною товщині листа основи, і змінити її неможливо.

7. Закінчимо побудову бічної стінки, нажавши кнопку **ОК**. Побудуємо наступну крайку, використовуючи команду - «**Ребро-кромка**» (рис. 9.37).

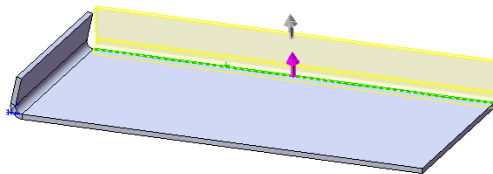
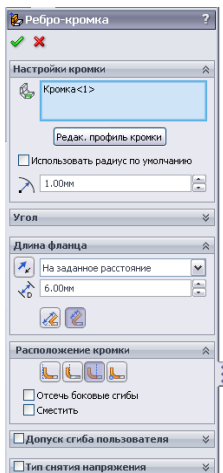


Рисунок 9.37 - Побудова наступної крайки

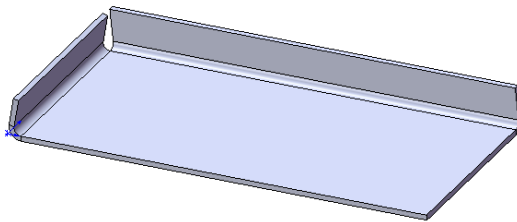
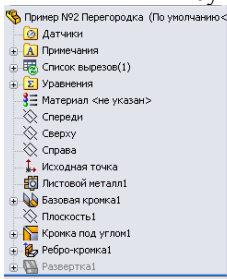


Рисунок 9.38 - Додано новий елемент «Ребро-кромка1»

8. У розділі «**Настройки кромки**» вкажемо крайку, від якої буде відбуватися побудова бічної стінки, радіус згину 1 мм і кут 90°. У

розділі «Длина фланца» позначимо довжину крайки 6 мм і вкажемо, що довжина відміряється без обліку згину - «Виртуальная резкость внутри». Відзначимо також розташування крайки - «Сгиб снаружи». Закінчимо побудову ребра-крайки натисканням кнопки **ОК**. При цьому в дереві конструювання з'явиться новий рядок: «Ребро-кромка1» (рис. 9.38).

9. Аналогічним чином побудуємо ще одне ребро-крайку, тільки під кутом 75° (рис. 9.39).

10. Закінчимо побудову ребер, нажавши кнопку **ОК**, у результаті одержимо зігнутий стан деталі Перегородка (рис. 9.40).

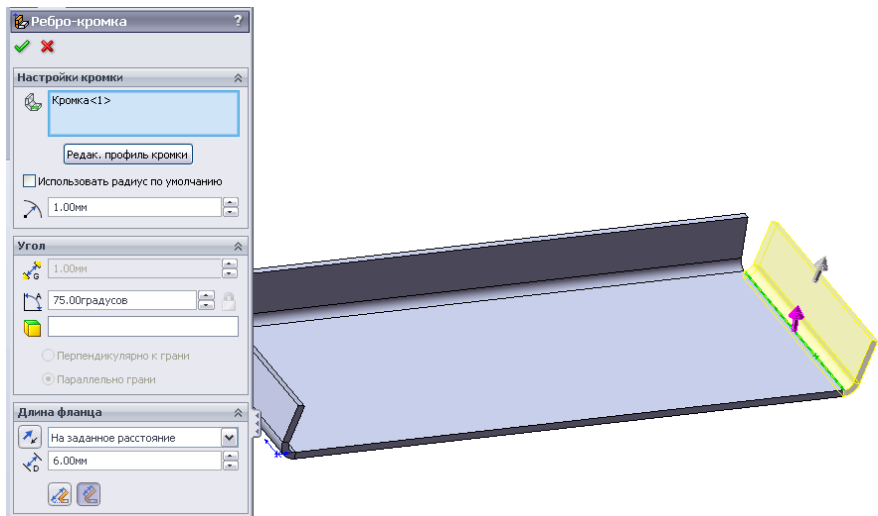


Рисунок 9.39 - Побудова ребра-крайки під кутом 75°

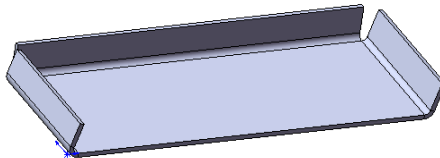


Рисунок 9.40 - Зігнутий стан деталі Перегородка

11. Тепер побудуємо виріз на дні перегородки. Для цього відкріємо ескіз на площині базової крайки й намалюємо ескіз вирізу (рис. 9.41).

Потім оформимо виріз, активізувавши кнопку - **«Вытянутый вырез»** на панелі інструментів **«Элементы»**. Тим самим закінчимо побудову деталі Перегородка в зігнутому стані (рис. 9.42).

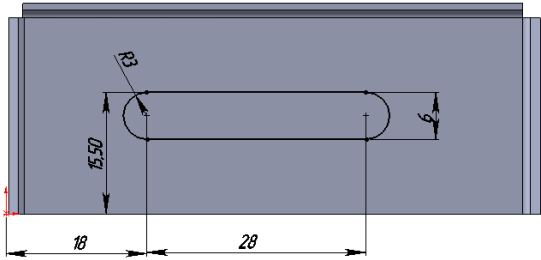


Рисунок 9.41 - Ескіз вирізу на дні перегородки

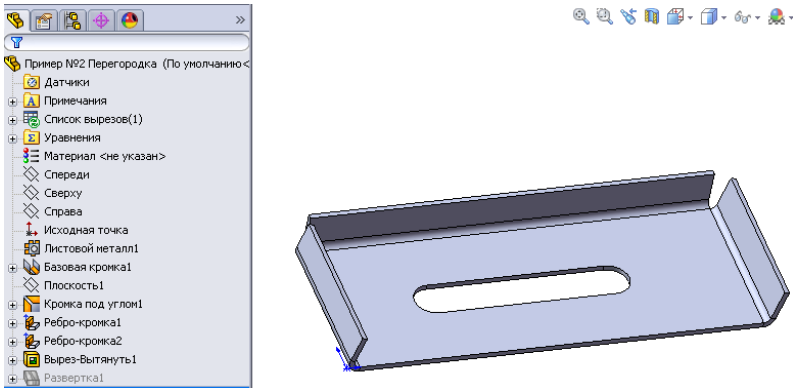


Рисунок 9.42 - Деталь Перегородка в зігнутому стані

12. Після того як побудована деталь у зігнутому стані, можна створити її розгорнення. Для цього в дереві конструювання виберемо рядок **«Развертка1»**, активізуємо контекстне меню, нажавши праву кнопку миші, і виберемо команду меню - **«Высветить»**. Можна також побачити розгорнення деталі, активізувавши команду - **«Развертка»** на панелі інструментів **«Листовой металл»**. Уся побудована раніше деталь розвернеться в площині, де розташована основа (рис. 9.43). У результаті буде побудовано розгорнення деталі, на якій штрихпунктиром нанесені лінії згину.

Для того щоб повернути деталь у зігнутий стан, необхідно знову активізувати правою кнопкою миші рядок **«Развертка1»** і вибрати в

контекстному меню команду - **«Погасить»**, або можна просто віджати кнопку - **«Развертка»** на панелі інструментів **«Листовой металл»**.

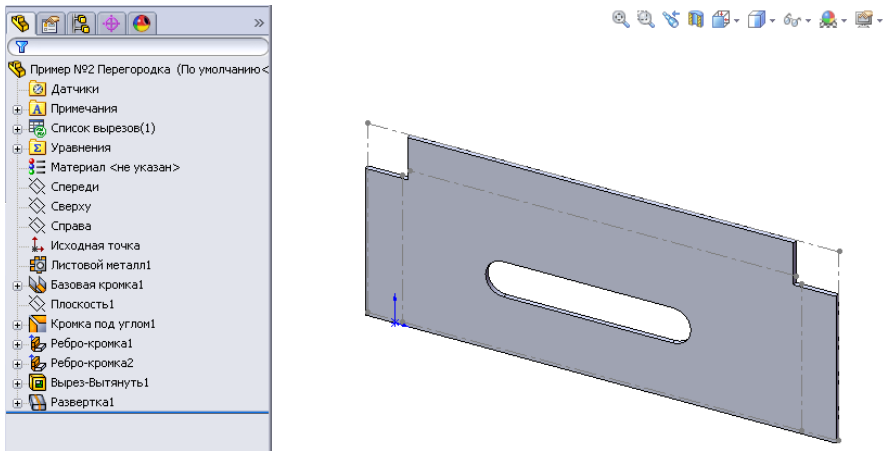


Рисунок 9.43 - Розгорнення деталі Перегородка

Конструювання деталі із твердого тіла й перетворення в деталь із листового матеріалу.

Далі ми розглянемо конкретні приклади побудови деталей із твердого тіла з наступним перетворенням їх у деталі з листового матеріалу двома способами.

Приклад № 3. Короб.

Деталь Короб являє собою квадратну ємність типу коробки.

1. Побудову деталі Короб почнемо зі створення ескізу днища на площині **«Спереди»** (рис. 9.44). На основі ескізу побудуємо об'єкт у вигляді квадратної призми. Для цього активізуємо кнопку - **«Вытянутая бобышка/основание»** й витягнемо квадратну основу на 60 мм (рис. 9.45).

2. Перетворимо отриману призму в тонкостінний елемент за допомогою кнопки - **«Оболочка»**, яка розміщена на панелі інструментів **«Элементы»**. Можна також скористатися командою меню: **«Вставка | Элементы | Оболочка...»**. У вікні **«Оболочка»** (рис. 9.46) укажемо товщину стінки оболонки - 2 мм, грань деталі, яка буде вилючена при створенні оболонки - **Грань<1>**, тип оболонки - **«Оболочка наружу»**.

3. Натиснемо кнопку **ОК**, закінчивши створення оболонки. У

результаті буде побудована тонкостінна деталь, а в дереві конструювання з'явиться новий елемент - «Оболочка1» (рис. 9.47).

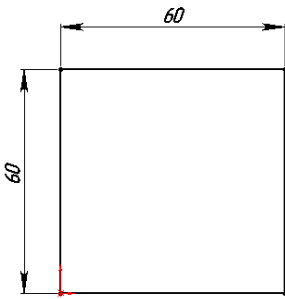


Рисунок 9.44 - Ескіз днища

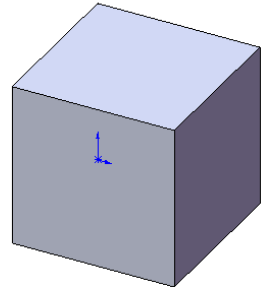
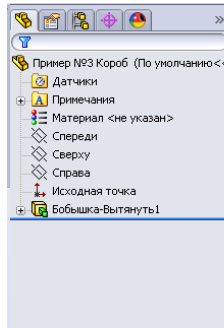


Рисунок 9.45 - Квадратна призма

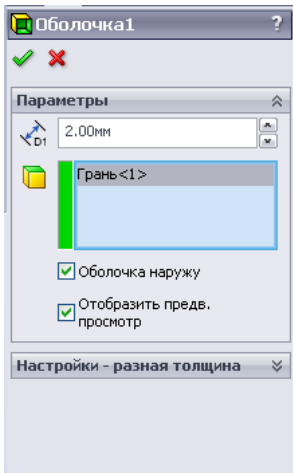
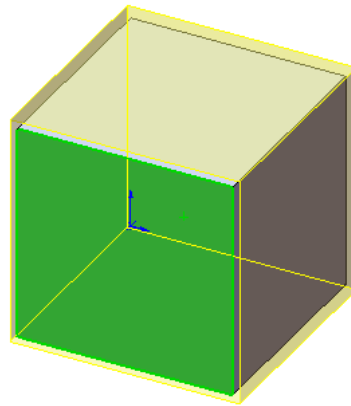


Рисунок 9.46 - Задаємо товщину стінки оболонки



Але для створення розгорнення на цій деталі необхідно оформити розрізи, указати місця й радіуси згинів.

9. Створимо розрізи за допомогою команди - «**Разрыв**» на панелі інструментів «**Листовой металл**» (рис. 9.48). У розділі «**Настройки разрыва**» необхідно указати ті краї, уздовж яких будуть зроблені розрізи, а в рядку «**Зазор**» - величину створюваного зазору в місці розриву крайки (рис. 9.48). При виборі крайок, на яких передбачається створити розрізи, рекомендується позначати їх зсередини деталі.

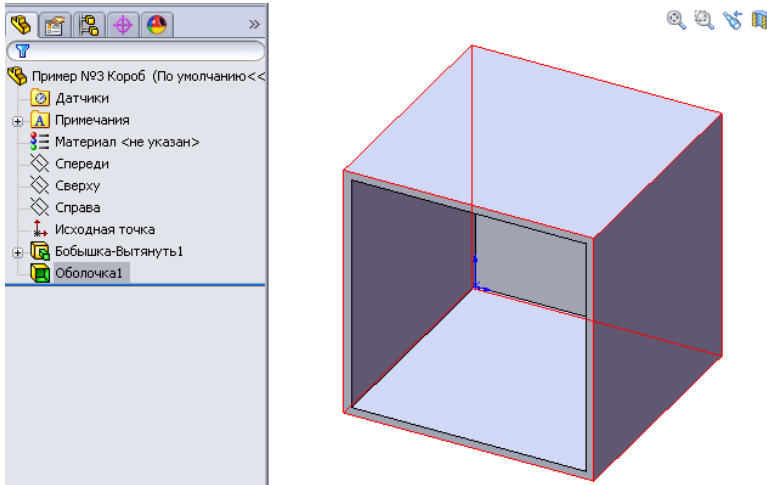


Рисунок 9.47 - Додано новий елемент в дереві конструювання

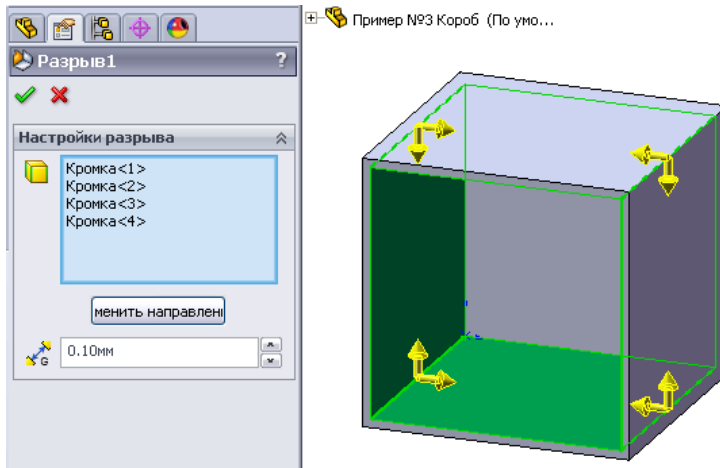


Рисунок 9.48 - Створюємо розрізи за допомогою команди «Разрыв»

5. Указавши крайки, натиснемо кнопку **ОК**, закінчивши створення розривів на тонкостінній деталі. У результаті на деталі з'являться розриви, а в дереві конструювання новий рядок - «**Разрыв1**» (рис. 9.49). Для перетворення цієї деталі в деталь із листового матеріалу необхідно вказати згини, по яких будуть розгортатися грані коробки.

6. Активізуємо команду «Сгибы» (рис. 9.50), уведемо радіус згину 3 мм і виберемо зафіксовану крайку або грань, по периметру якої пройдуть лінії згину - **Грань<1>**. У розділі «Допуск сгиба» виберемо «**Коэффициент К**», задамо його значення, а також тип зняття напруг - «**Прямоугольный**» із пропорцією зсуву 0,5.

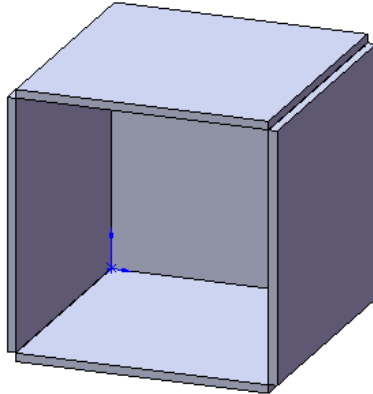
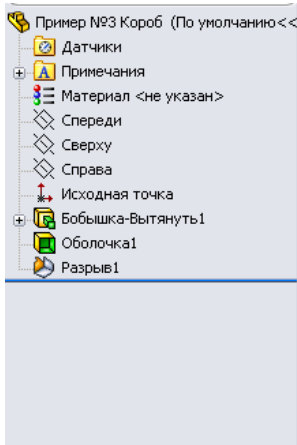


Рисунок 9.49 - Закінчено створення розривів на тонкостінній деталі

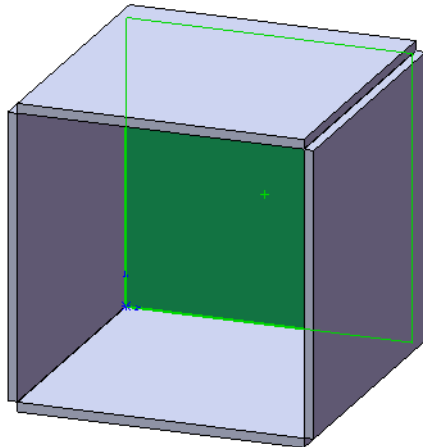
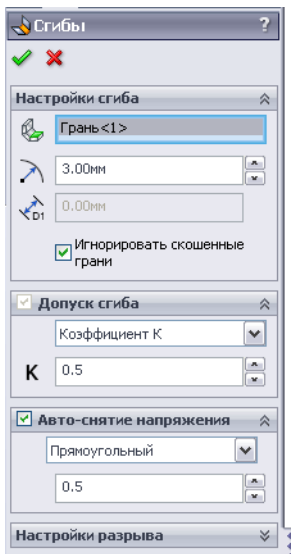


Рисунок 9.50 - Вказуємо параметри згинів

При створенні розгорнення твердого тіла в кутах (кінцевих точках розривів) виникають напруги, тому SolidWorks може створювати на цих кутах рельєфні підрізи для зняття напруг. У розділі «**Авто-снятие напряжения**» потрібно вибрати вид підрізу: «**Прямоугольный, Скругленный или Без зазоров**» (без використання підрізів). Також необхідно вказати пропорцію зсуву, тобто величину ширини й глибини прямокутного або округленого вирізу.

7. Натиснемо кнопку **ОК**, і по периметру грані з'являться округлення й рельєфні підрізи (рис. 9.51). При цьому в дереві конструювання з'являться елементи: «**Листовой металл1, Плоское состояние1, Согнутое состояние1 и Развертка1**», тобто тонкостінна деталь буде перетворена в деталь із листового матеріалу.

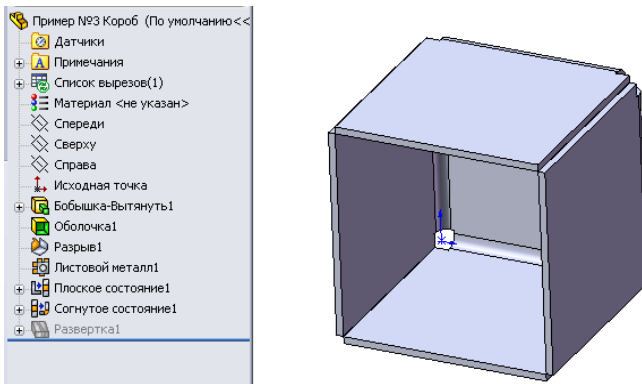


Рисунок 9.51 - По периметру грані створено округлення й рельєфні підрізи

8. Тепер деталь Короб повністю готова до побудови розгорнення. Для побудови повного розгорнення в дереві конструювання виберемо рядок «**Развертка1**», активізуємо контекстне меню, нажавши праву кнопки миші, і виберемо в цьому меню команду - «**Высветить**». У результаті вся побудована раніше деталь розвернеться в площині основи короба (рис. 9.52). Таким чином, буде побудовано розгорнення деталі, на якому штрихпунктиром нанесені лінії згину.

Розгорнення можна одержати й іншим способом, нажавши кнопку - «**Развертка**» на панелі «**Листовой металл**».

9. Для повернення деталі в колишній стан ще раз натисніть кнопку - «**Развертка**» або погасить елемент «**Развертка1**» у дереві конструювання.

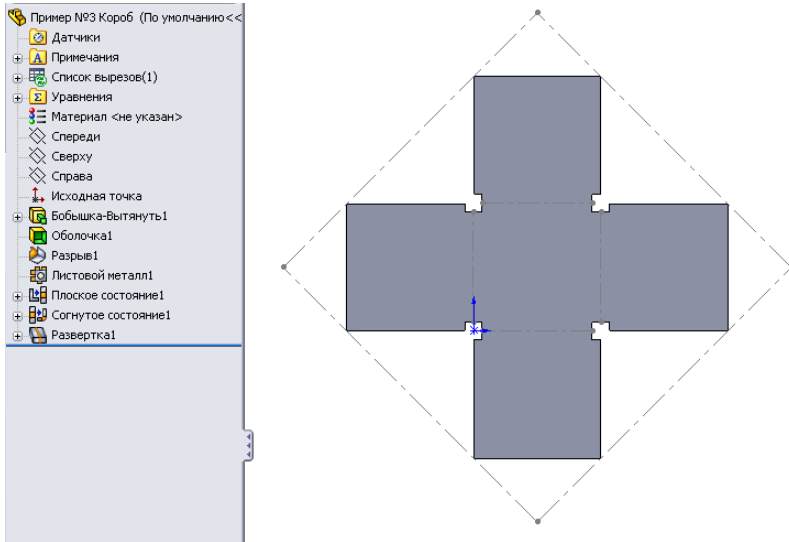


Рисунок 9.52 - Деталь розгорнута в площині основи короба

10. Для того щоб розігнути лише деякі грані деталі, слід натиснути кнопку - «Разогнуть» й вказати ту грань, положення якої в просторі повинне залишитися незмінним - **Грань<1>**. У полі «Разогнуть» вкажемо ті згини, які будемо розгинати: «Острый сгиб4» і «Острый сгиб2» (рис. 9.53).

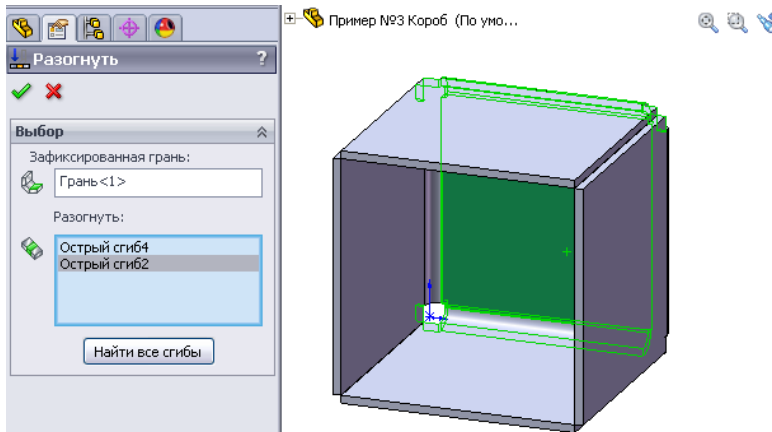


Рисунок 9.53 - Вибір окремих граней для розгорнення

11. Натиснемо кнопку **ОК** і одержимо неповне розгорнення листової деталі Короб (рис. 9.54).

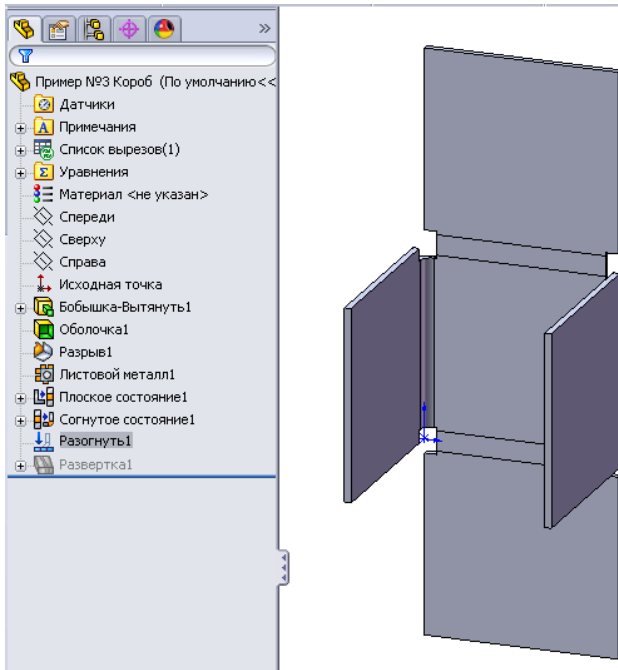


Рисунок 9.54 - Неповне розгорнення листової деталі Короб

12. Для того щоб зігнути лише деякі грані деталі, слід скористатися командою - «**Согнуть**». У вікні налаштувань, що з'явилося, необхідно вказати зафіксовану грань, а також згини, які необхідно зігнути (рис. 9.55).

13. Зафіксуємо, як і в попередній побудові, **Грань<1>** і зігнемо деталь командою «**Острый сгиб2**», таким чином, повернувши Короб в колишнє положення. Закінчимо перетворення деталі, нажавши кнопку **ОК** (рис. 9.56).

Розглянемо ще один спосіб побудови деталей з листового металу на основі твердого тіла на прикладі деталі Пластина. Цей спосіб відрізняється від інших тим, що дозволяє перетворити твердотільну деталь в листовий метал, використовуючи лише одну команду.

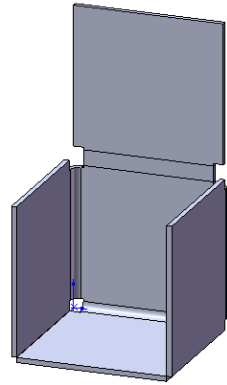
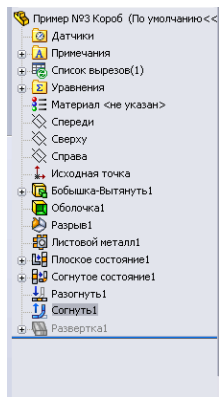
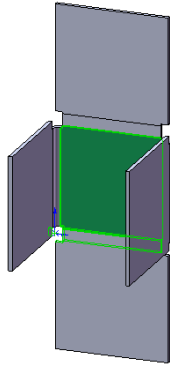
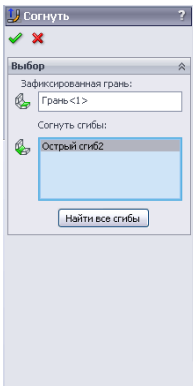


Рисунок 9.55 - Згин окремих граней

Рисунок 9.56 - Закінчена побудова тонкостінного Короба

Приклад № 9. Пластина

Деталь Пластина будуватиметься на основі призматичної деталі.

1. Побудову деталі Пластина почнемо з оформлення ескізу деталі. Побудуємо ескіз на площині «Спереди» (рис. 9.57).

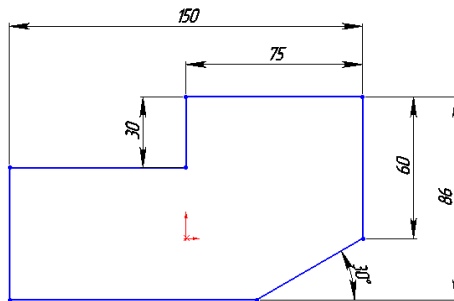


Рисунок 9.57 - Ескіз деталі Пластина

2. Побудуємо деталь у вигляді призми. Для цього активізуємо кнопку - «**Вытянутая бобышка/основание**» й витягнемо ескіз на 80 мм (рис. 9.58).

3. Перетворимо цю твердотільну деталь у деталь із листового металу за допомогою команди - «**Преобразовать в листовой металл**» (рис. 9.59).

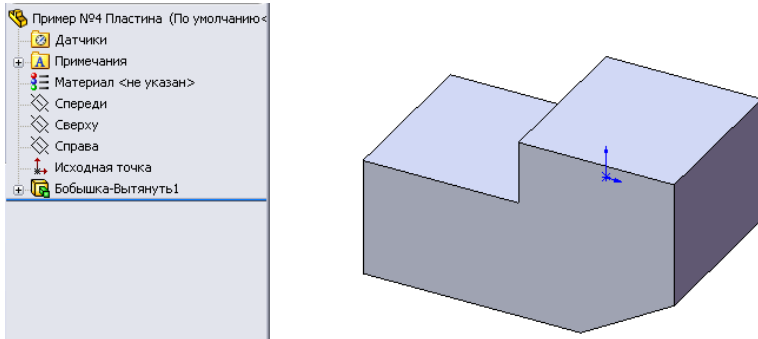


Рисунок 9.58 - Побудована деталь у вигляді призми

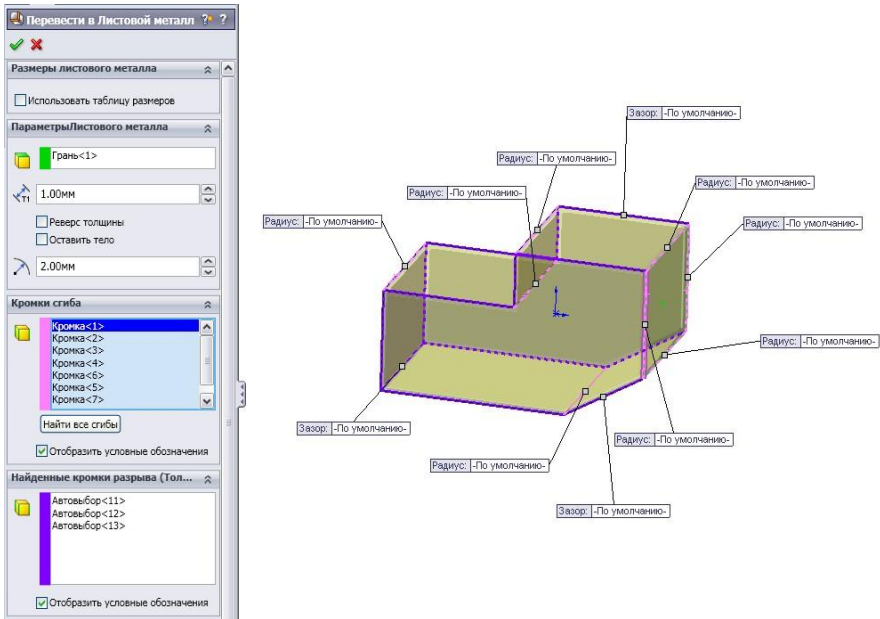


Рисунок 9.59 - Процес перетворення у деталь із листового металу

У розділі «**Параметры Листового металла**» необхідно задати наступні параметри:

- виберіть зафіксований об'єкт;
- товщина листа;
- радіуси згинів за замовчуванням.

Нехай при побудові деталі буде зафіксована **Грань<1>**, задамо товщину листа - 1 мм і радіус згинів за замовчуванням - 2 мм. У розділі **«Кромки сгиба»** потрібно вказати крайки деталі, на яких будуть формуватися згини.

У розділі **«Найденные кромки разрыва»** в автоматичному режимі вказуються крайки, по яких будуть зроблені розриви (рис. 9.59). Маркером **«Радіус»** відзначається крайка, на якій буде оформлений згин, а маркером **«Зазор»** - крайка, на якій буде створений зазор. У розділі **«Эскизы разрывов»** можна вказати ескізи, згідно з якими будуть зроблені розриви у створюваній деталі.

Ескізи розривів при цьому повинні бути побудовані заздалегідь. У розділі **«Параметры угла по умолчанию»**, у поле **«Зазор по умолчанию для всех разрывов»** для всіх розривів потрібно задати величину зазору в розриві. Також можна вказати співвідношення перекриття для всіх розривів за замовчуванням в однойменному полі. У розділі **«Настроенный пользователем допуск сгиба»** можна вибрати тип допуску згину і його параметри.

9. Закінчимо перетворення твердотільної деталі в деталь із листового металу, нажавши кнопку **ОК**. У результаті на деталі з'являться згини, розриви й рельєфні підрізи для зняття напруг, а в дереві конструювання нові елементи: **«Листовой металл1**, **Преобразовать-Твердое тело1»** і **«Развертка1»** (у погашеному стані) (рис. 9.60).

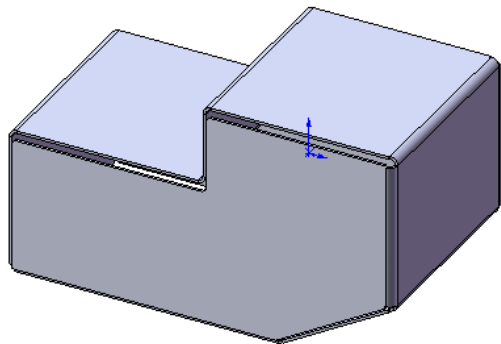
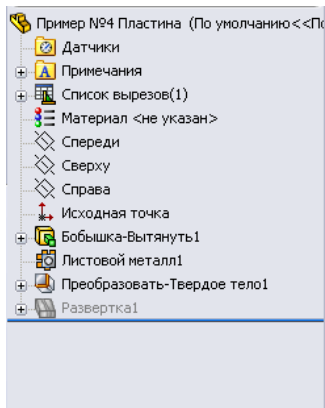


Рисунок 9.60 - Створено згини, розриви й рельєфні підрізи

5. Для одержання розгорнення цієї деталі натисніть кнопку **«Ра-**

звертка», яка розміщена на панелі «Листовой металл». У результаті одержите її повне розгорнення (рис. 9.61). При цьому рядок «**Развертка1**» у дереві конструювання перейде з погашеного стану в активний.

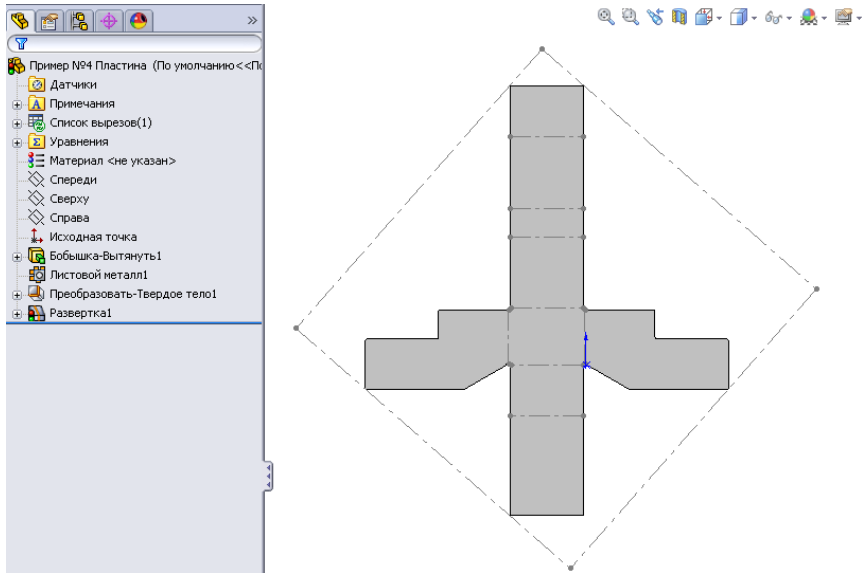


Рисунок 9.61 - Розгорнення деталі Пластина

Розгорнення деталі можна побудувати, використовуючи можливості дерева конструювання. Для цього активізуйте рядок «**Развертка1**» натисканням правої кнопки миші й клацніть у контекстному меню що з'явилося, по рядку «**Высветить**».

У цій лекції ми розглянули способи конструювання деталей з листового матеріалу. Побудова креслення деталі з листового матеріалу має деякі особливості, тому розглянемо ці приклади окремо, у подальших лекціях.

Питання для самоперевірки

1. Які способи створення деталей з листового матеріалу можливі в SolidWorks?
2. Розкажіть про створення розгорнення на основі ескізу.
3. Як перетворити твердотіlnу деталь в деталь з листового металу?

4. На якому листі креслення повинне бути розміщене розгорнення деталі?
5. На основі яких даних створюється таблиця згинів?
6. Коли використовують спосіб створення деталей із плоского стану?
7. Розкажіть алгоритм створення деталей із плоского стану.
8. Які можливі типи допусків згинів?
9. Як визначити ширину вирізу для зняття напруг при згині?
10. Як розраховується величина зменшення згину?
11. Що таке допуск згину?
12. Як і коли можна змінити радіус згину деталі?
13. Коли використовують спосіб створення деталей з листового металу в зігнутому стані?
14. Розкажіть алгоритм створення деталей з листового металу в зігнутому стані?
15. Як за допомогою лише однієї команди створюється деталь із листового металу?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Sham Tickoo. SOLIDWORKS 2018 for Designers, 16th Edition. Schererville : CAD/CIM Technologies, 2018. 1987 p.
2. SOLIDWORKS 2018. Learn by doing - Part 1: parts, assembly, drawings, and sheet metal. Tutorial Books, 2018. 532 p.
3. SOLIDWORKS 2018. Learn by doing - Part 2: surface design. Tutorial Books, 2018. 149 p.
4. Грабченко А. І., Доброскок В. Л. Сучасні технології матеріалізації комп'ютерних моделей. Х. : НТУ "ХПІ", 2009. 86 с.
5. Грабченко А. І., Доброскок В. Л. Теорія 3D моделювання: Навч. посібник. Х. : НТУ "ХПІ", 2009. 230 с.
6. Дударева Н. Ю., Загайко С. А. SolidWorks на примерах. СПб. : БХВ-Петербург, 2011. 496 с.
7. Проектирование автомобиля. Тольятти : Изд-во ТГУ, 2013. 260 с.

Допоміжна

8. Гончаров П. С., Артамонов И. А., Халитов Т. Ф. NX Advanced Simulation. Инженерный анализ. М. : ДМК Пресс, 2012. 504 с.
9. Данилов Ю., Артамонов И. Практическое использование NX. М. : ДМК Пресс, 2011. 332 с.
10. Дударева Н. Ю., Загайко С. А. SolidWorks. Оформление проектной документации. СПб. : БХВ-Петербург, 2009. 384 с.
11. Ловыгин А. А., Твердовский Л. В. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система. М. : ДМК Пресс, 2015. 280 с.
12. Алямовский А. А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов : задачи, методы, рекомендации. М. : ДМК Пресс, 2015. 562 с.
13. Алямовский А. А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи СПб. : БХВ-Петербург, 2012. 448 с.
14. Алямовский А. А. COSMOSWorks. Основы расчета конструкций на прочность в среде SolidWorks. М. : ДМК Пресс, 2010. 784 с.
15. Алямовский А. А., Собачкин А. А., Одинцов Е. В. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике. СПб. : БХВ-Петербург, 2008. 1040 с.

16. Потемкин А. Е. Трёхмерное твердотельное моделирование. М. : КомпьютерПресс, 2002. 296 с.
17. Потемкин А. Е. Инженерная графика. Просто и доступно. М. : Лори, 2000. 480 с.
18. Большаков В. П., Тозик В. Т., Чагина А. В. Инженерная и компьютерная графика: учеб. пособие. СПб. : БХВ-Петербург, 2013. 288 с.
19. Большаков В. П., Бочков А. Л. Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor. СПб. : Питер, 2013. 304 с.
20. Большаков В. П. Инженерная и компьютерная графика. Практикум. СПб. : БХВ-Петербург, 2004. 592 с.
21. Gahan A. 3D automotive modeling : an insider's guide to 3D car modeling and design for games and film. Burlington : Elsevier Inc., 2011. 468 p.
22. Nikola Vukašinović, Jože Duhovnik. Advanced CAD modeling. Explicit, parametric, free-form CAD and Re-engineering. Cham : Springer Nature Switzerland AG, 2019. 260 p.
23. Агапов В. П. Метод конечных элементов в статике, динамике и устойчивости пространственных тонкостенных подкрепленных конструкций. М : АСВ, 2000. 152 с.
24. Большаков В. И., Яценко Е. А., Соссу Г. Основы метода конечных элементов. Днепропетровск : ПГАСиА, 2000. 255 с.
25. Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы. М. : Мир, 1984. 428 с.
26. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. М. : Мир, 1975. 540 с.
27. Образцов И. Ф., Савельев Л. М., Хазанов Х. С. Метод конечных элементов в задачах строительной механики летательных аппаратов. М. : Высш. шк., 1985. 392 с.
28. Сабоннадьер Ж. К., Кулон Ж. Л. Метод конечных элементов и САПР. М. : Мир, 1989. 190 с.
29. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. М. : Мир, 1979. 395 с.
30. Стренг Г., Фикс Дж. Теория метода конечных элементов. М. : Мир, 1977. 351 с.
31. Алиева Н. П., Журбенко П. А., Сенченкова Л. С. Построение моделей и создание чертежей деталей в системе Autodesk Inventor. Саратов : Профобразование, 2017. 112 с.

32. Каменев С. В. Моделирование станка-гексапода в CAD-системе Autodesk Inventor. Оренбург : ОГУ, 2017. 142 с.
33. Kishore T. Learn Autodesk Inventor 2018 Basics: 3D Modeling, 2D Graphics, and Assembly Design. Hyderabad : Apress, 2017. 542 p.
34. Bob McFarlane. Autodesk Inventor exercises for Autodesk Inventor and other feature-based modelling software. New York : Routledge, 2017. 432 p.
35. Randy H. Shih. Autodesk Inventor 2019 and engineering graphics. Mission, KS : SDC Publications, 2018. 705 p.
36. Randy H. Shih. Parametric modeling with Autodesk Inventor 2018. Mission, KS : SDC Publications, 2017. 618 p.
37. Autodesk Inventor 2018 basics tutorial. Tutorial Books, 2017. 189 p.
38. T-FLEX CAD. Основы. 2D проектирование и черчение. Руководство пользователя. М. : Топ Системы, 2019. 1407 с.
39. T-FLEX CAD. Трёхмерное моделирование. Руководство пользователя. М. : Топ Системы, 2019. 1415 с.
40. Потемкин А. Е. Твердотельное моделирование в системе КОМПАС-3D. М. : БХВ-Петербург, 2004. 512 с.
41. АРМ FEM. Система прочностного анализа для КОМПАС-3D. Королёв : Научно-технический центр "Автоматизированное Проектирование Машин", 2014. 26 с.
42. Ганин Н. Б. Проектирование и прочностной расчет в системе КОМПАС-3D V13. Саратов : Профобразование, 2017. 320 с.
43. Денисов М. А. Автоматизированное проектирование в ANSYS и КОМПАС-3D. Екатеринбург, Изд-во Урал. ун-та, 2015. 264 с.
44. Жарков Н. В., Минеев М. А., Финков М. В. КОМПАС-3D. Полное руководство. От новичка до профессионала. Спб. : Наука и техника, 2016. 672 с.
45. Зиновьев Д. В. Основы проектирования в КОМПАС-3D V16. Павлоград : Студия Vertex, 2017. 327 с.
46. Конакова И. П. Шероховатости поверхностей и их практическое применение в программе КОМПАС. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. 104 с.
47. Корнеев В.Р., Жарков Н. В., Минеев М. А. Компас-3D на примерах. Для студентов, инженеров и не только. Спб. : Наука и техника, 2017. 272 с.
48. Савченко Н. В. Автоматизация построения чертежей. Лабораторный практикум по инженерной и компьютерной графике в системе

- КОМПАС-3D. Самара : Изд-во СГАУ, 2015. 216 с.
49. Басов К. А. ANSYS : справочник пользователя. Саратов : Профобразование, 2017. 640 с.
 50. Chen Xiaolin, Liu Yijun. Finite Element Modeling and Simulation with ANSYS Workbench. Boca Raton : CRC Press, 2015. 408 p.
 51. David Moratal. Finite element analysis from biomedical applications. Valencia : Polytechnic University of Valencia, 2016. 507 p.
 52. Erdogan Madenci, Ibrahim Guven. The Finite element method and applications in engineering using ANSYS. New York : Springer International Publishing, 2015. 663 p.
 53. Farzad Ebrahimi. Finite element analysis new trends and developments. Iran : International University of Imam Khomeini, 2016. 408 p.
 54. Mary Kathryn Thompson, John M. Thompson. ANSYS Mechanical APDL for finite element analysis Oxford : Butterworth-Heinemann, 2017. 438 p.
 55. Saeed Moaveni. Finite element analysis. Theory and application with ANSYS. Essex : Pearson Education Limited, 2015. 929 p.
 56. Sham Tickoo. CATIA V5-6R2015 for designers. Hammond : CADCIM Technologies, 2016. 1630 p.
 57. CATIA v6 essentials. Sudbury : Jones and Bartlett Publishers, 2011. 305 p.
 58. Gaurav Verma, Matt Weber. Creo Parametric 4.0 Black Book. USA : CADCAMCAE Works, 2017. 737 p.
 59. Paul Obiora Kanife. Computer aided virtual manufacturing using Creo Parametric. Notting Hill : Springer, 2016. 678 p.
 60. Creo Parametric 4.0 Basics. Tutorial Books, 2017. 311 p.
 61. Jouni Ahola. Creo Parametric Modeling for Manufacturing v3. Helsinki : Klaava Media, 2015. 750 p.
 62. Jouni Ahola. Creo Parametric Basic Turning. Helsinki : Klaava Media, 2015. 520 p.
 63. Jouni Ahola. Creo Parametric Milling. Helsinki: Klaava Media, 2015. 589 p.
 64. NX для конструктора-машиностроителя / П. С. Гончаров и др. Москва : ДМК Пресс, 2010. 504 с.
 65. Почекуев Е. Н., Путеев П. А., Шенбергер П. Н. Проектирование в Siemens NX технологических процессов изготовления деталей листовой штамповкой. Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. 230 с.
 66. Почекуев Е. Н., Путеев П. А., Шенбергер П. Н. Проектирование

- штампов для последовательной листовой штамповки в системе NX. М. : ДМК Пресс, 2012. 336 с.
67. Федоров А. Л., Сафонов М. В. Основы проектирования сборочно-сварочной оснастки с помощью пакета NX. Тольятти : Изд-во ТГУ, 2016. 68 с.
 68. Поляков А. Н. Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ. Система NX. Фрезерование. Оренбург : Оренбургский гос. ун-т., 2016. 171 с.
 69. Поляков А. Н. Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ. Система NX. Часть II. Оренбург : Оренбургский гос. ун-т., 2016. 118 с.
 70. Reiner Anderl, Peter Binde. Simulations with NX. Kinematics, FEA, CFD, EM and Data Management. With numerous examples of NX 9. Munich : Carl Hanser Verlag, 2014. 390 p.
 71. Sham Tickoo. Siemens NX 12.0 for Designers, 11th Edition. Schererville : CAD/CIM Technologies, 2018. 1140 p.
 72. Jože Duhovnik, Ivan Demšar, Primož Drešar. Space Modeling with SolidWorks and NX. Ljubljana : University of Ljubljana, 2015. 500 p.
 73. Рычков С. П. Моделирование конструкций в среде Femap with NX Nastran. М. : ДМК Пресс, 2013. 784 с.
 74. Бражникова О. И. Компьютерный дизайн художественных изделий в программах Autodesk 3DS Max и Rhinoceros. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. 100 с.
 75. Фомин Б. Rhinoceros. NURBS моделирование для Windows. USA : Robert McNeel & Associates, 2006. 290 с.
 76. Andre Kutscherauer. 3D Car Modeling with Rhinoceros. Munich : AK3D, 2011. 624 p.
 77. Fletcher Dunn, Ian Parberry. 3D Math Primer for Graphics and Game Development. Plano, Texas : Word ware Publishing, Inc., 2002. 440 p.
 78. Joseph Richard Saltzman. Supermodels Professional 3D Training Tools. Buckinghamshire : Cinemagic Productions Limited, 1999. 970 p.
 79. Ron K.C. Cheng. Inside Rhinoceros 5. Stamford : Cengage Learning, 2014. 658 p.
 80. Ali K. Kamrani, Emad Abouel Nasr. Engineering Design and Rapid Prototyping. London : Springer Science+Business Media, LLC, 2010. 460 p.
 81. Ian Gibson, David Rosen, Brent Stucker. Additive manufacturing tech-

nologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing. New York : Springer Science + Business Media New York, 2015. 510 p.

82. Kuang-Hua Chang. Product design modeling using CAD/CAE. The computer aided engineering design series. Waltham : Elsevier Inc., 2014. 421 p.
83. Осипов В. И. Компьютерные технологии при проектировании и аэродинамических исследованиях легкового автомобиля. М. : МАДИ, 2018. 100 с.

Інформаційні ресурси

84. 3D-моделирование: тонкости CAD-дизайна для 3D-печати. <https://3dtoday.ru/category/3d-modelirovanie> (дата звернення: 27.10.2019)
85. АСКОН - комплексные решения для автоматизации инженерной деятельности и управления производством. CAD/AEC/PLM. URL: <https://ascon.ru/products/7/review/>. (дата звернення: 10.10.2019)
86. Система NX (колишня назва - Unigraphics) компанії Siemens. URL: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/ru/products/nx/>. (дата звернення: 10.10.2019)
87. Система CATIA. URL: <https://www.3ds.com/products-services/catia/>. (дата звернення: 10.10.2019)
88. Система SolidWorks. URL: <https://www.solidworks.com>. (дата звернення: 10.10.2019)
89. Welcom to ANSYS, Inc. – Corporate Homepage. URL: <https://www.ansys.com>. (дата звернення: 10.10.2019)
90. Система PTC Creo Elements/Pro (колишня назва Pro/ENGINEER) компанії PTC (Parametric Technology Corporation). URL: <https://www.ptc.com/en/industries/automotive>. (дата звернення: 10.10.2019)
91. Система Solidedge компанії Siemens. URL: <https://solidedge.siemens.com/ru/>. (дата звернення: 10.10.2019)
92. Система T-FLEX. URL: <http://www.tfex.ru/>. (дата звернення: 27.10.2019)
93. Система Autodesk Inventor. URL: <https://www.autodesk.com/products/inventor/overview>. (дата звернення: 27.10.2019)