

Створення типової тривимірної моделі з листового металу в середовищі твердотільного моделювання SolidWorks

Мета роботи: навчитися створювати деталь з листового металу. Набути навичок: моделювання базової крайки; додавання крайки під кутом; дзеркального відображення елементів і додавання нових згинів; моделювання елементу ребро–крайка і редагування його профілю в ескізі; дзеркального відображення елементу; додавання і згинання виступу; додавання вирізу по згину; згортання і розгортання згину; створення закритого кута; створення креслення деталі з листового металу [1].

Вступ до роботи.

Гнуттям називається операція, в результаті якої заготовка набуває необхідної форми (конфігурації) і розміру за рахунок розтягування зовнішніх шарів металу і стискання внутрішніх. І тільки шари металу, які знаходяться уздовж осі заготовки, зберігають після вигинання свої первинні розміри. Гнуття листового металу, виконане за допомогою листозгинальних механізмів, дозволяє обійтися без зварювального шва при виробництві об'єкта. Сучасні комп'ютеризовані згинальні комплекси дозволяють отримувати листові деталі складної форми з великою кількістю згинів. Згинання листового металу дозволяє виготовити профілі складного перерізу завдовжки 2 000 мм. Проте для підготовки виробництва виробу складної конфігурації потрібне попереднє розроблення моделі запланованого об'єкта.

Завдання і порядок виконання

Створення базової крайки

При створенні деталі з листового металу зазвичай проектується деталь в згорнутому стані. Це дозволяє зберегти загальний задум проекту і розміри готової деталі.

Для створення деталі з листового металу накресліть незамкнутий профіль і скористайтесь елементом «базова крайка» для створення тонкостінного елемента і згинів.

1. Відкрийте нову деталь.
2. На панелі інструментів «Листовой металл» натисніть кнопку **Базовая крайка/выступ**.
3. Оберіть передню площину з метою відображення ескізу на ній.
4. Накресліть профіль і нанесіть на нього розміри (рис. 3.1) відповідно до свого варіанта (табл. 3.1). Накресліть осьову лінію через центр (початкову точку) ескізу. Додайте взаємозв'язок між трьома вертикальними лініями: «Ескіз» → **Добавить взаимосвязь** → **Симметричность**.

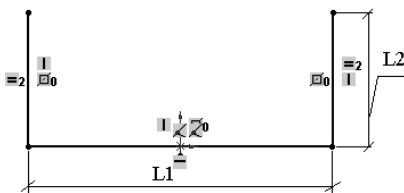


Рисунок 3.1

5. Вийдіть із ескізу і збережіть його.
6. У PropertyManager в розділі **Направление 1:**
 - оберіть **На заданное расстояние** для параметра **Граничное условие**;
 - для параметра **Глубина** встановіть значення L3.
7. У вікні групи **Настройки листового металла:**
 - для параметра **Толщина** встановіть значення n (табл. 3.1);
 - для параметра **Радиус сгиба** встановіть значення r (табл. 3.1).
8. Натисніть на кнопку ОК і збережіть побудови.

Дерево конструирования FeatureManager

Елемент «Базовая кромка» створює наступні нові елементи в дереві конструювання FeatureManager:

- **Листовой металл** – містить параметри згину за умовчанням, включаючи радіус згину, допуск згину і тип зняття напруження. Щоб редагувати, натисніть правою кнопкою миші на **Листовой металл** і в контекстній панелі інструментів оберіть **Редактировать элемент**;

- **Базовая кромка** – означає перший твердотілий елемент деталі з листового металу. Щоб відредагувати параметри елемента «Базовая кромка», натисніть правою кнопкою миші на елемент **Базовая кромка** і в контекстній панелі інструментів оберіть **Редактировать элемент**;

- **Плоский массив** – розпрямляє деталь з листового металу. «Плоский массив» за умовчанням погашений, оскільки деталь знаходиться в зігнутому стані. Щоб розпрямити деталь, натисніть правою кнопкою миші на елемент **Плоский массив** і в контекстній панелі інструментів оберіть **Высвечить**.

Додавання крайки під кутом

1. Натисніть кнопку **Вытянутый вырез** (на панелі інструментів «Элементы») і оберіть нижню грань.

2. Накресліть коло і нанесіть на нього розмір R (табл. 3.1). Центр кола має співпадати з середньою точкою крайки (рис. 3.2).

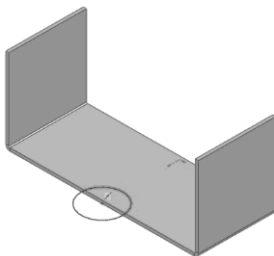


Рисунок 3.2

3. Закрийте ескіз.
4. У PropertyManager оберіть **Связать с толщиной** в розділі **Направление 1** → ОК (рис. 3.3, а).
5. Оберіть «Вид» → **Каркасное изображение** (рис. 3.3, б).

6. Оберіть «Листовой металл» → **Кромка под углом**.

7. Оберіть внутрішню вертикальну кромку, щоб створити площину ескізу, перпендикулярну вибраній крайці, з вихідною точкою в найближчій кінцевій точці крайки. Переконайтеся, що була вибрана верхня частина крайки.

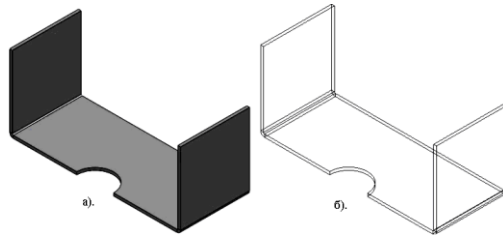


Рисунок 3.3

8. Оберіть «Стандартные виды» → **Снизу**.

9. Оберіть **Увеличить элемент вида** (панель інструментів «Вид») і збільшить масштаб вихідного ескізу.

10. Починаючи від вихідної точки, створіть ескіз відповідно до рис. 3.4:

а) за допомогою панелі інструментів «Эскиз» накресліть горизонтальну лінію довжиною L4 (табл. 3.1);

б) за допомогою панелі інструментів «Эскиз» накресліть дотичну дугу радіусом R1 (табл. 3.1);

в) накресліть пряму лінію довжиною L5 дотичну до дуги радіусом R1.

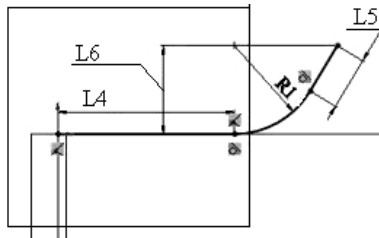


Рисунок 3.4

Нанесіть розміри на новостворений ескіз: **Размеры/Взаимосвязи** → **Автоматическое нанесение размеров**.

За допомогою панелі інструментів «Вид» оберіть для об'єкта каркас-не зображення.

Моделюємо кромку під кутом, для цього необхідно вийти з ескізу (рис. 3.5).

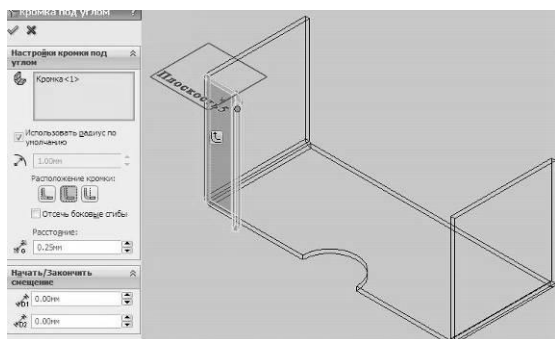


Рисунок 3.5

11. У вікні **Кромка под углом** визначте елемент, який необхідно розповсюдити (новостворений ескіз) → при улаштуванні крайки під кутом у вікні **Расположение кромки** оберіть **Материалом наружу** → ОК. Крайка під кутом буде поширена по зв'язаних крайках (межах) до прорізу (рис. 3.6) (такий результат можна отримати і при натисканні на кнопку моделювання, що зображена на рис. 3.6).

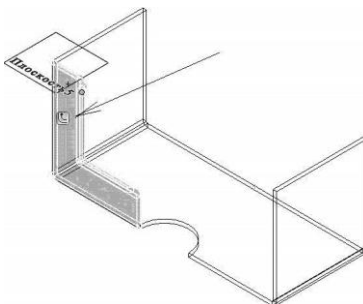


Рисунок 3.6

За допомогою панелі «Вид» зафарбуйте модель (**Закрасить с кромками**).

12. Збережіть модель.

Дзеркальне відображення згинів деталей з листового металу

При дзеркальному відображенні деталі з листового металу також відбиваються багато згинів.

Поставте деталь у положення **Вид сзади** → збільшіть масштаб правого кута задньої грані моделі → на панелі інструментів «Эскиз» активуйте кнопку **Зеркально отразить** → і для дзеркального відображення площини/грані визначте одну з тильних плоских граней (рис. 3.7) → у вікні «Копировать тела» укажіть тіло з листового металу (рис. 3.8) → ОК.



Рисунок 3.7

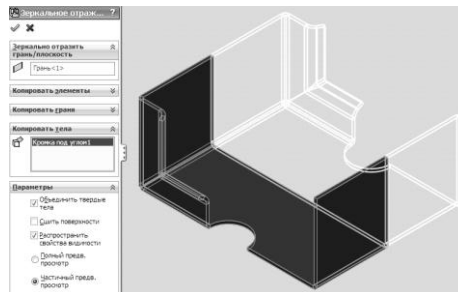


Рисунок 3.8

Розгорніть **Mirror** в дереві конструювання FeatureManager, щоб проглянути нові згини для дзеркально відбитої геометрії.

Створення ребра–крайки

Створіть ребро–крайку, використовуючи параметри редакції профілю ескізу і зміщення: на панелі інструментів «Листовой металл» натисніть кнопку **Ребро–кромка** → оберіть кромку відповідно до рис. 3.9 → перетягніть ребро–крайку і натисніть на неї.

У вікні PropertyManager виконайте такі дії:

- у розділі **Длина фланца** вкажіть для довжини значення рівне k (табл. 3.1).
- у розділі **Расположение фланца** оберіть матеріал назовні та змістіть кромку на величину рівну m (табл. 3.1).
- у вікні групи **Настройки кромки** оберіть **Редактировать профиль кромки**, щоб відобразилося діалогове вікно «Ескиз профілю».

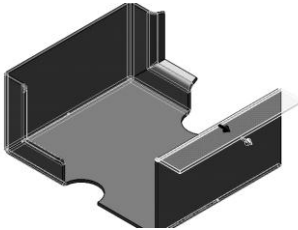


Рисунок 3.9

Оберіть кінцеві точки на базовій кромці (внутрішньому ребрі) і перетягніть їх до центру, як показано на рис. 3.10. → натисніть кнопку **Автоматическое нанесение размеров** (панель інструментів «Размеры/Взаимосвязи») і нанесіть розміри на ребро–крайку (відстань від крайнього ребра моделі до грані ребра–крайки з кожної сторони має дорівнювати f (табл. 3.1)) → ОК.

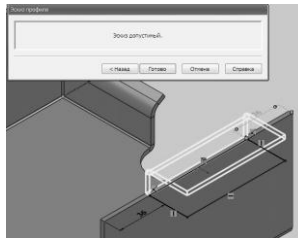


Рисунок 3.10

Дзеркальне відображення деталі з листового металу

Можна створити дзеркальне відображення тіл з листового металу і вибраних елементів листового металу. Для дзеркального відображення елемента ребро–крайка використаємо праву площину (рис.3.11).

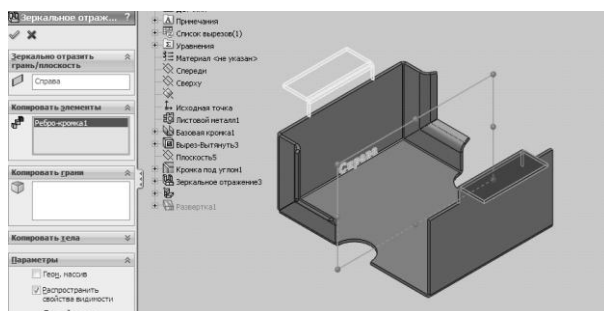


Рисунок 3.11

На панелі інструментів «Элементы» → натисніть кнопку **Зеркально отразить** → розгорніть дерево конструювання FeatureManager і виконайте в ньому такі операції:

- у розділі **Зеркально отразить грань/плоскость** для дзеркального відображення оберіть праву площину;
- у розділі **Копировать элементы** оберіть у дереві **Ребро–кромка1** для дзеркального відображення елементів.

ОК.

Додавання виступу

1. Оберіть крайку, як показано на рис. 3.12, а. Потім на панелі інструментів «Листовой металл» натисніть кнопку «Базовая крайка/Выступ» → на обраній грані відкриється ескіз.

2. Накресліть чотирикутник так, щоб одна з його граней співпала з верхньою гранню ребра–крайки (рис. 3.12, б).

3. Нанесіть розміри на чотирикутник так, щоб бічні грані знаходилися на відстані w (табл. 3.1) від ребра–крайки і були v мм у довжину (рис. 3.13).

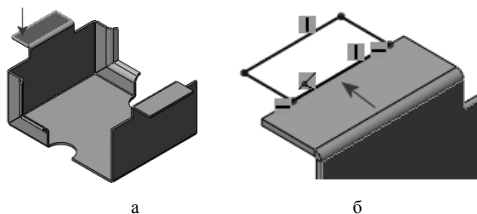


Рисунок 3.12

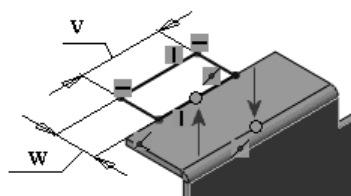


Рисунок 3.13

4. Додайте взаємозв'язок типу збігу між середньою точкою однієї з довгих ліній чотирикутника і ребром–крайкою:

- натисніть правою кнопкою миші на одну з довгих ліній прямокутника, потім натисніть на **Выбрать среднюю точку**;
- на панелі інструментів «Размеры/Взаимосвязи» → натисніть кнопку **Добавить взаимосвязь**;
- натисніть правою кнопкою миші на довгу крайку дзеркально відбитого ребра–крайки і оберіть параметр **Выбрать среднюю точку**;
- у PropertyManager у вікні групи **Добавить взаимосвязи** оберіть **Горизонтальность** → ОК.

Вийдіть з ескізу і збережіть новостворені елементи.

Згинання виступу

Розглянемо спосіб згинання виступу:

1. На панелі інструментів «Листовой металл» → оберіть верхню грань виступу → оберіть **Нарисованные линии сгибов** → накресліть горизонтальну лінію будь-якої довжини. Нанесіть розміри, відповідно до рис. 3.14. → ОК.

2. У вікні PropertyManager у вікні групи **Настройки сгиба**:

• оберіть грань з ескізом під лінією згину як зафіксовану грань (рис. 3.15);

• оберіть параметр **Материалом наружу**;

• встановіть в параметрі **Угол сгиба** значення рівне 90°;

• оберіть **Использовать радиус по умолчанию**.

ОК.

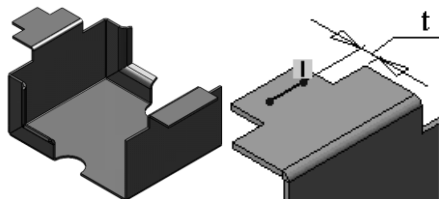


Рисунок 3.14

Збережіть усі нові перетворення.

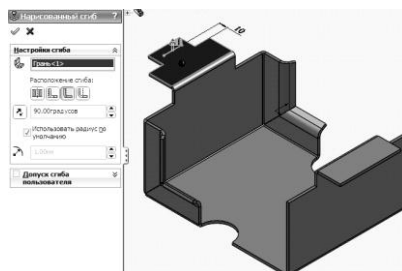


Рисунок 3.15

Додавання вирізу по згину

Щоб зробити виріз по згину, необхідно розгорнути тільки той згин, по якому планується моделювання вирізу. Розгортання тільки одного згину приведе до кращої швидкодії системи.

1. На панелі інструментів «Листовой металл» → оберіть кнопку **Разогнуть** → у графічній області оберіть грань і згин, як показано на рис. 3.16, для параметрів **Зафиксированная грань** та **Разогнуть** → ОК.

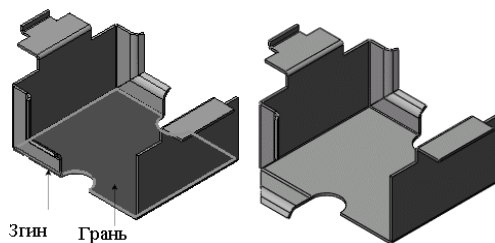


Рисунок 3.16

Далі буде створений виріз по згину.

2. На панелі інструментів «Элементы» → натисніть кнопку **Вытянутый вырез** → оберіть грань показану на рис. 3.17, і натисніть на панелі інструментів «Стандартные виды» → **Перпендикулярно**.

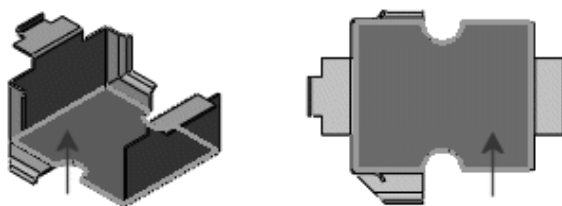


Рисунок 3.17

Накресліть чотирикутник і нанесіть на нього розміри, потім додайте колінеарний зв'язок між кромкою чотирикутника і ребром-кромкою, як показано на рис. 3.18 → ОК.

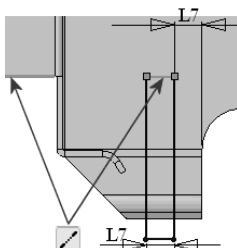


Рисунок 3.18

В PropertyManager в розділі **Направление 1** оберіть наскрізний тип граничної умови → ОК → назначте деталі ізометричне положення → знову зігніть згин у згорнутий стан.

На панелі інструментів «Листовой металл» натисніть кнопку **Согнуть** → щоб додати усі незігнені згини до списку **Согнуть сгибы**, необхідно у вікні PropertyManager натиснути **Найти все сгибы** → ОК → збережіть деталь (рис. 3.19).

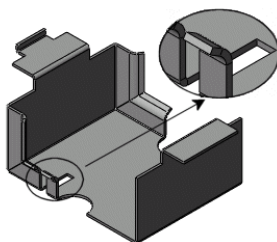


Рисунок 3.19

Створення закритих кутів

Розглянемо, як додати закритий кут до однієї із сторін базової крайки. Закритий кут витягує крайку так, щоб відстань між двома крайками зменшилася.

Щоб створити закритий кут, спочатку додайте ребро–кромку до базової крайки → на панелі інструментів «Листовой металл» натисніть кнопку **Ребро–кромка** → у вікні PropertyManager оберіть:

- у розділі «Настройка кромки» – крайку, як показано на рис. 3.20;

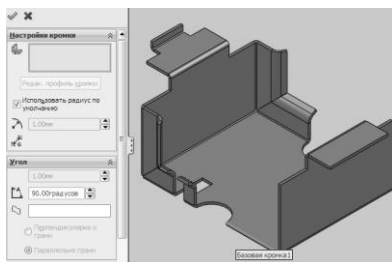


Рисунок 3.20

- у розділі **Угол** укажіть значення кута крайки рівне 75° ;
- у розділі **Длина фланца** для параметрів граничної умови встановіть значення **На заданное расстояние**, якщо попередній перегляд обернений до низу, оберіть «**Реверс направления**»; розрахуйте параметр довжини ребра–крайки так, щоб проєктоване ребро утворило прямий кут з ребром L2 (рис. 3.21).

Розташуйте крайку матеріалом назовні.

Оберіть **Тип снятия напряжения пользователя** і переконайтеся, що у відповідному полі вибраний прямокутний тип → ОК.

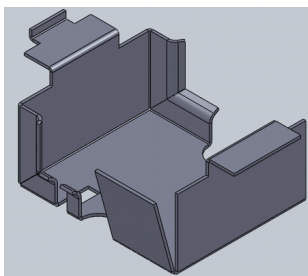


Рисунок 3.21

Додайте закритий кут шляхом витягування грані, суміжної з новоствореним ребром–крайкою під кутом: на панелі інструментів «Листовой металл» натисніть кнопку **Закрытый угол (Угол)** → оберіть ребро базової крайки (рис. 3.22) для операції **Удлинить грани** → задайте тип кута **Стык** → ОК.

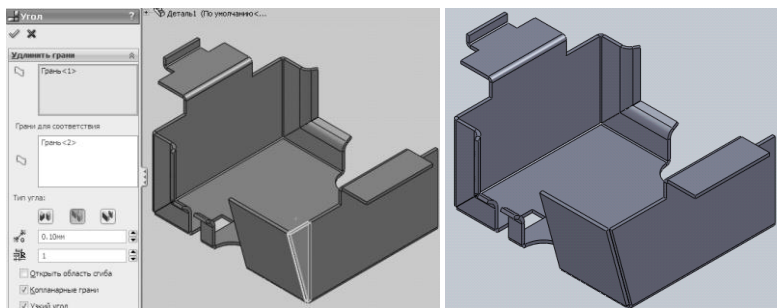


Рисунок 3.22

Розпрямлення і згортання усієї деталі

Можна розгорнути відразу усі згини на деталі з листового металу.

Переконайтеся, що смуга відкоту розташована в самому кінці, і на панелі інструментів «Листовой металл» оберіть **Развертка** – це рівнозначно відображенню елемента «Плоский–Массив», який був створений за допомогою елемента «Базовая кромка» → з'явиться розгорнута деталь з листового металу з відображенням усіх ліній згину (рис. 3.23).

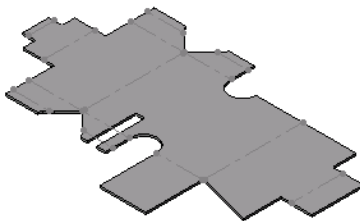


Рисунок 3.23

Щоб знову зігнути деталь, натисніть кнопку **Развертка** ще раз → збережіть деталь.

Створення креслення деталі з листового металу

Щоб створити креслення деталі з листового металу, розпочнемо з ізометричного вигляду згорнутої моделі, а потім додамо вигляд розгорнутої моделі.

На панелі інструментів «Стандартная» натисніть кнопку **Параметры** → у вкладці **Настройки пользователя** оберіть **Чертежи**, **Тип отображения** → у вікні групи **Линии перехода в новых чертежных видах** оберіть **Отображать линии перехода** → ОК.

Для того щоб відкрити лист креслення, на панелі інструментів «Стандартная» натисніть кнопку **Создать чертеж из детали/сборки** → ОК.

Перетягніть ізометричний вигляд з палітри виглядів у верхній правий кут креслярського листа (рис. 3.24) → у вікні PropertyManager у полі масштабу оберіть **Использовать масштаб пользователя**, в налаштуваннях користувача в списку введіть значення 1:3 → ОК.

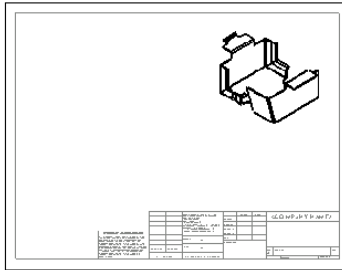


Рисунок 3.24

Далі додайте вигляд розгорнутої моделі. При створенні деталі з листового металу до списку **Ориентация вида** автоматично додається вигляд плоского масиву.

На панелі інструментів «Чертёж» натисніть **Вид модели** → у вікні PropertyManager виконайте такі дії: активуйте палітру виглядів; у розділі «Ориентация», а саме у полі додаткових видів, оберіть **(А) Плоский массив (Снизу)**; у полі масштабу вкажіть масштаб користувача. Оберіть **Настройка пользователя** у списку і вкажіть значення 1:3 → натисніть у будь-якому місці креслярського листа для нанесення розмірів на зображення (рис. 3.25) → ОК → збережіть всі нові перетворення.

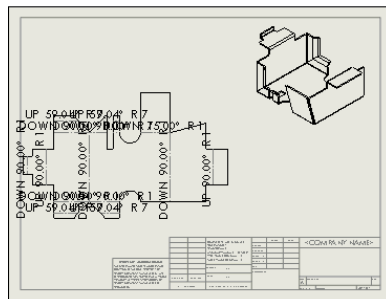


Рисунок 3.25

Оберіть **Сохранить все**, коли вікно повідомлення попередить Вас про те, що модель, на яку спирається креслення, була змінена — ця дія дозволить зберегти креслення та оновлену модель.

Контрольні запитання

1. Чому при створенні деталі з листового металу зазвичай її проектують у згорнутому стані?
2. За допомогою яких дій в середовищі SolidWorks створюють тонкостінні елементи і згини?
3. Які елементи формуються у дереві конструювання FeatureManager при використанні елемента «базовая кромка»?
4. Опишіть алгоритм додавання крайки під кутом.
5. Яким чином можна дзеркально відобразити згини деталей з листового металу?
6. Які дії необхідно виконати для створення ребра–крайки у середовищі SolidWorks?
7. Опишіть алгоритм додавання виступу на деталі з листового металу.
8. Яким чином можна реалізувати згинання виступу деталі з листового металу у середовищі SolidWorks?
9. Яка існує особливість при моделюванні вирізу по згину деталі з листового металу?
10. Опишіть алгоритм додавання закритого кута до однієї із сторін базової крайки.
11. Чи можна розгорнути відразу усі згини на деталі з листового металу? Обґрунтуйте відповідь за допомогою прикладу.
12. Чи можна автоматично створити креслення, спираючись на твердотільний об'єкт у середовищі SolidWorks? Обґрунтуйте відповідь.

Таблиця 3.1 –Варіанти початкових даних

Варі- ант	Початкові дані																
	L1	L2	L3	n	r	R	L4	R1	L5	L6	k	m	f	w	v	t	L7
1	180	80	75	3	1	15	20	10	6	10	30	15	36	20	40	10	14
2	200	100	80	3	1	22	25	12	8	12	35	18	38	25	60	12	16
3	210	100	85	4	2	25	28	14	8	14	40	20	42	28	56	14	18
4	190	100	70	4	1	20	22	11	7	11	33	13	34	23	50	11	15
5	170	70	75	3	1	20	18	9	5	9	28	17	35	22	45	11	12
6	240	120	90	4	2	30	30	18	10	18	48	20	43	35	70	17	23
7	150	65	60	2	1	15	15	8	4	8	25	10	20	18	37	9	10
8	185	83	78	3	1	18	20	10	7	10	33	17	38	22	41	11	13
9	205	105	85	4	1	25	25	13	7	13	38	20	40	30	62	15	17
10	210	95	83	3	2	24	26	14	6	14	42	20	38	28	50	14	16
11	186	98	72	3	1	23	22	12	7	12	30	15	30	25	46	12	14
12	174	74	74	3	1	21	17	9	5	9	29	18	35	24	45	12	13
13	230	110	80	4	2	30	25	15	10	15	45	20	43	34	60	17	22
14	155	68	58	2	1	17	15	8	6	8	26	12	22	20	36	10	10
15	182	82	72	3	1	18	20	10	7	10	38	18	34	24	42	12	12
16	200	90	80	3	1	23	23	12	7	12	36	17	37	26	50	13	15
17	215	95	75	3	1	26	25	11	8	11	38	18	40	30	54	15	17
18	165	78	65	2	1	20	14	8	4	8	24	11	22	24	38	12	11
19	175	72	70	3	1	23	20	10	7	10	31	16	33	28	40	14	12
20	220	100	70	4	2	33	23	14	11	14	44	22	45	36	58	18	20
21	180	80	75	3	1	15	20	10	6	10	30	15	36	20	40	10	14
22	185	84	78	3	1	18	20	10	7	10	33	17	38	22	41	11	13
23	210	97	83	3	2	24	26	14	6	14	42	20	38	28	50	14	16
24	172	72	72	3	1	21	17	9	5	9	29	18	35	24	45	12	13
25	155	66	57	2	1	17	15	8	6	8	26	12	22	20	36	10	10
Примітка: таблиця відповідає рис. 3.1, 3.4, 3.13–3.14, 3.18.																	