

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання індивідуального домашнього завдання
з дисципліни «CAD-CAE системи для ПТДБМ машин»
для студентів спеціальності
133 Галузеве машинобудування
освітня програма «Підйомно-транспортні, дорожні,
будівельні, меліоративні машини і обладнання» усіх форм
навчання**

2019

Методичні вказівки до виконання індивідуального домашнього завдання з курсу “ CAD-CAE системи для ПТДБМ машин ” для студентів спеціальності 133 Галузеве машинобудування освітня програма “Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання” усіх форм навчання./ Укл.: В.О. Лятуринський.
- Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 21 с.

Укладач: В.О. Лятуринський, доцент, к.т.н.

Рецензент: Г.П. Волков, доцент, к.т.н.

Відповідальний
за випуск: В.О. Лятуринський, доцент, к.т.н.

Затверджено
на засіданні кафедри
“Деталі машин і ПТМ”
Протокол № 4
Від 23 січня 2019 р.

Рекомендовано
до видання
НМК М-факультета
Протокол № 5
Від 21 лютого 2019 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Приклад виконання ІДЗ.....	5
2 Варіанти індивідуальних завдань	13
Література.....	21

ВСТУП

В рамках виконання ІДЗ з курсу «CAD-CAE системи для ПТБДМ машин» необхідно для свого варіанту завдання створити тривимірну модель деталі типу «Фланець» та провести її розрахунок на статичну міцність. За результатами розрахунків необхідно оформити звіт. Звіт з РГЗ та файли (модель та розрахунки) необхідно відіслати викладачу на електронну пошту, або принести на електронному носії згідно календарного плану здачі РГЗ.

Побудова тривимірних моделей та їх розрахунок виконується в системі SolidWorks. Процес побудови твердотільних моделей викладався на попередніх курсах: «Основи конструювання в CAD системах», «Автоматизоване проектування вузлів ПТБДМ». Розрахунки на статичну міцність детально розглянуті в методичних вказівках до виконання лабораторних робіт з курсу «Основи конструювання в CAD системах».

В представленому далі прикладі виконання ІДЗ процес побудови моделі та проведення розрахунків представлено без значної деталізації.

1 ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ ІДЗ

Приклад показано для варіанту завдання № 1.1.

- Створіть нову деталь, вибравши в меню «Файл» пункт «Создать» і в вікні «Новый документ» виберіть «Деталь».
- У вікні дерева конструювання виберіть площину «Спереди».
- Створіть новий ескіз, натиснувши кнопку «Эскиз» на панелі інструментів «Эскиз».
- Намалуйте наближено контур перерізу вашої деталі (приклад для варіанту 1.1 показано на рис. 1).

На рисунку вказані автоматично створювані взаємозв'язки. Перевірити їх наявність для виділеного примітиву (вершини, лінії, тощо) можна за допомогою вкладки «Свойства» дерева конструювання.

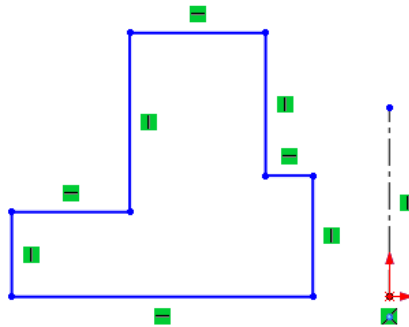


Рисунок 1 – Чорновий ескіз з автоматичними взаємозв'язками

- Задайте розміри для даного ескізу (відповідно до свого варіанту завдання). Рекомендується використовувати інструмент «Автоматическое нанесение размеров».
- Двічі клацнувши на відповідний розмір, можна перейти до його властивостей, а також змінити ім'я розміру. Імена розмірів повинні бути укладені в лапки і виглядати наступним чином: «імя_розмера @ імя_елемента» або «імя_розмера @ імя_ескиза» (якщо ім'я розміру вводиться шляхом вибору його в графічній області, лапки вставлятимуться автоматично).

У процесі проектування зручно задавати зв'язки між декількома розмірами, щоб при зміні одного (основного) розміру одночасно

змінювалися всі пов'язані з ним параметри. Для цього можна використати параметризацію ескізу. Наприклад, параметризований вал може автоматично змінювати діаметр при збільшенні довжини.

Всі залежності формуються в діалоговому вікні «Уравнения», яке можна викликати двома способами: з меню «Инструменты / Уравнения» або піктограмою Σ на панелі «Инструменты». Якщо в проект добавлено хоча б одне рівняння, то доступ до діалогу «Уравнения» можливий безпосередньо з дерева побудови, через об'єкт «Уравнения».

Назви функції або аргументів вводиться з клавіатури, або автоматично, шляхом виділення мишкою відповідного розміру в графічній області.

Необхідно задати рівняння відношень параметрів для даного ескізу (рис. 2) відповідно до умов варіантів.

Тепер при зміні основного параметра ви побачите, що всі пов'язані з ним параметри змінилися.



Рисунок 2 – Параметризация размеров с использованием уравнений

Далі за ескізом створюється твердотільна модель:

- Вийдіть з ескізу.
- Використовуйте інструмент «Элементы / Повернутая бобышка / Основание».
- У вікні властивостей дерева конструювання встановіть вісь симетрії і напрямок повороту (рис. 3). Таким чином, ми отримаємо тривимірну твердотільну модель.

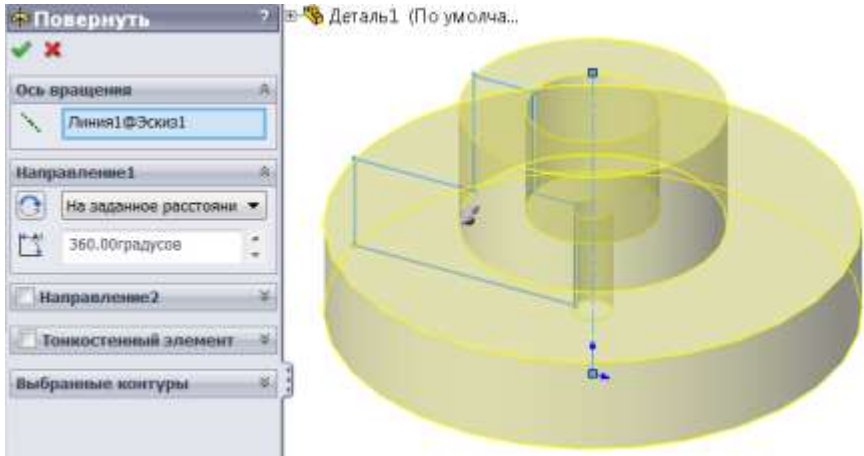


Рисунок 3 – Вікно властивостей дерева конструювання

Далі доповніть модель конструктивними елементами (отворами), використовуючи елементи «Вытянутый вырез» і «Круговой массив». Після цього ви повинні отримати остаточну модель деталі (рис. 4).

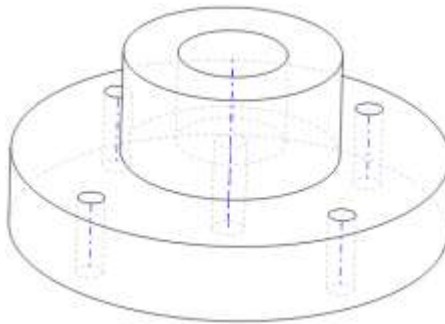


Рисунок 4 – Тривимірна модель деталі

Перейдемо до розрахунку моделі.

На внутрішню циліндричну поверхню моделі діє обертаючий момент величиною 10000 Н·м. Деталь жорстко закріплена у фланцевої частини за допомогою 4-х кріпильних елементів. Відповідно до вказаних умов, зробимо статичний розрахунок на міцність.

Система вимагає задати матеріал, з якого передбачається виконати деталь типу «Фланец». У даному випадку вибираємо

«Простая углеродистая сталь» (рис. 5). Вказаний матеріал можна приблизно вважати аналогом Ст3 за ГОСТ 1050-88. Для більш точного завдання властивостей матеріалу моделі необхідно ввести необхідну сталь в бібліотеку матеріалів *SolidWorks*.

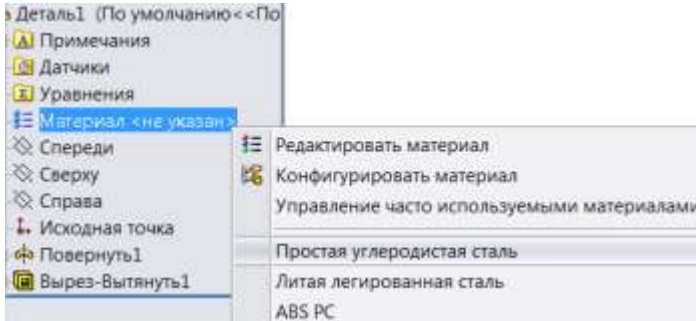


Рисунок 5 – Завдання матеріалу деталі

Тепер треба вибрати вкладку «Simulation», попередньо активуйте її в закладці «Продукты Office» у верхній частині екрану. У вкладці «Simulation» обираємо «Новое исследование», де обираємо пункт «Статическое».

Щоб задати закріплення моделі активуємо меню «Крепления». У даній вправі треба вибрати тип «Зафиксированный шарнир» для циліндричних граней чотирьох отворів, що буде імітувати використання чистових болтів. Кромки отворів фіксуємо у вертикальному напрямі, що буде імітувати наявність головки болта та основи. Вказуємо умови закріплення (рис. 6, 7).

Наступним етапом підготовки моделі є завдання навантажень. Для цього активізуємо панель навантажень за допомогою вкладки «Simulation / Внешние нагрузки».

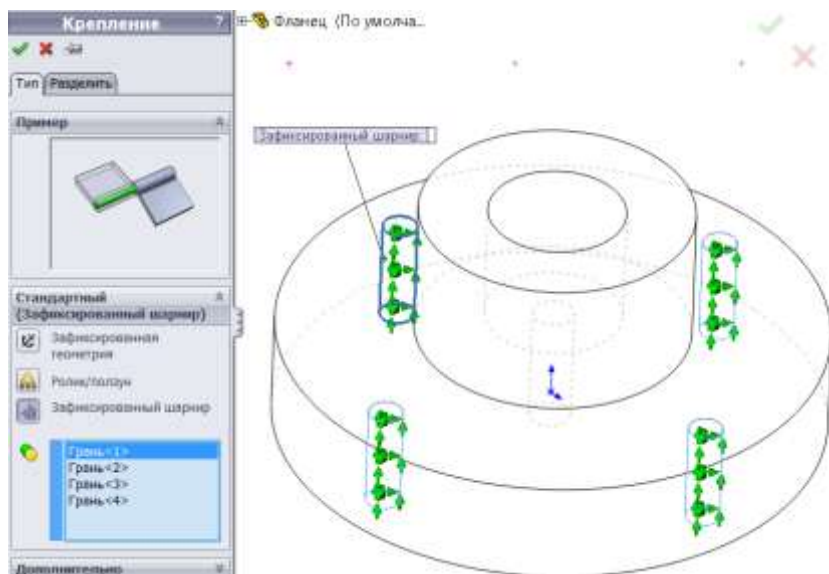


Рисунок 6 – Умова закріплення граней отворів

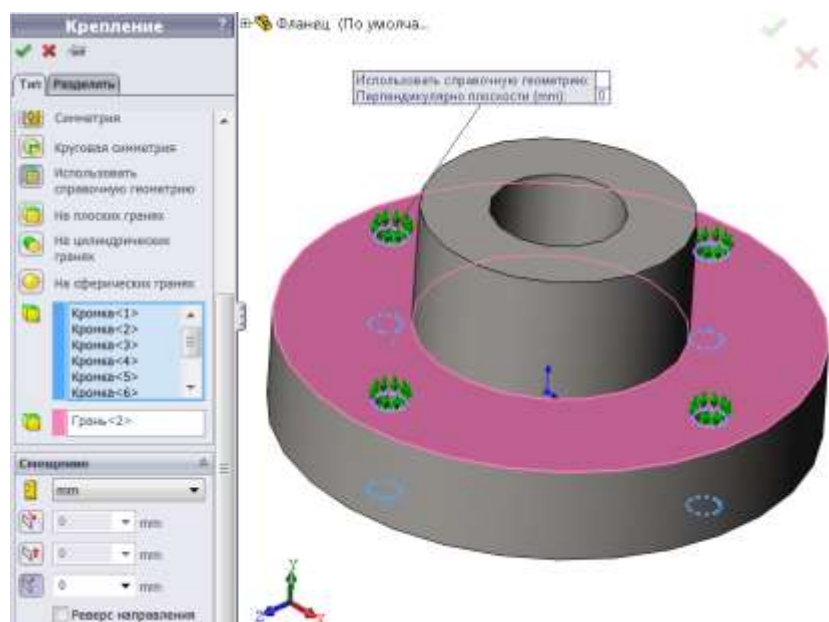


Рисунок 7 – Умова закріплення крамок отворів

В результаті випадє меню «Нагрузки», обираємо вкладку «Вращающий момент». При виборі типу навантаження «Сила» можливі два варіанти навантажень (сила і момент). Виберемо тип «Вращающий момент». У вкладці «Сила / вращающий момент» введемо значення, задане за умовою: 10000 Нм. Після цього виберемо внутрішню циліндричну поверхню деталі. У якості направляючої можна вибрати іншу циліндричну поверхню (рис. 8).

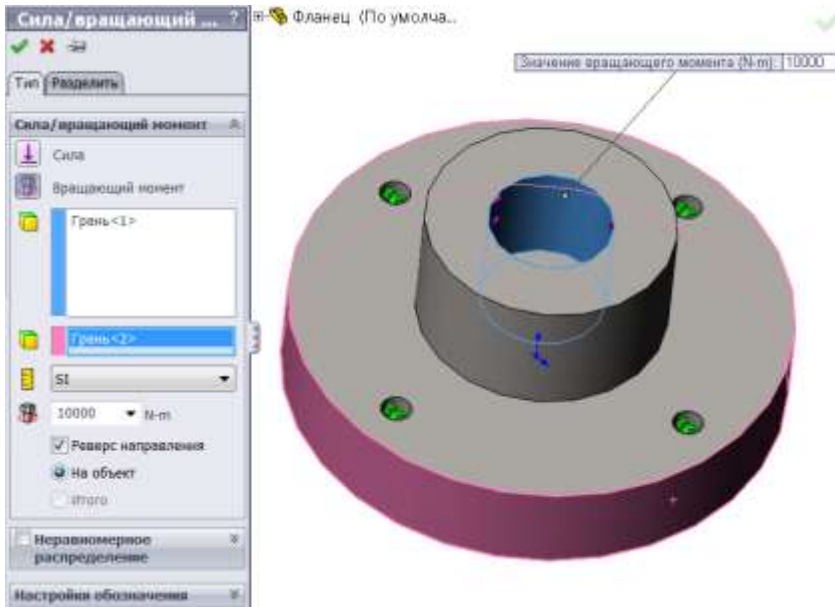


Рисунок 8 – Вікно програми при завданні обертального моменту

Збережіть зміни в дослідженні і закрийте режим редагування. Модель готова до операції розбиття на кінцеві елементи.

Для генерації сітки кінцевих елементів необхідно скористатися вкладкою «Сетка / Создать сетку» в дереві побудови.

Встановіть розмір найбільшого елемента – 5 мм («Глобальный размер»). Через те, що більшість поверхонь циліндрична, оптимальною буде сітка з криволінійних елементів «Сетка на основе кривизны». Згенеруйте кінцево-елементну сітку (рис. 9).

Натисніть кнопку «Запуск» для проведення розрахунку.

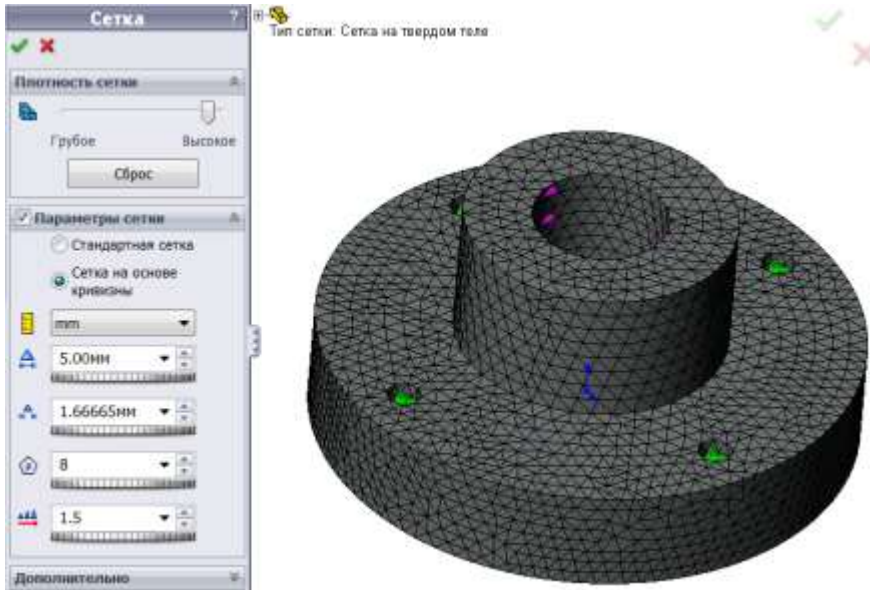


Рисунок 9 – Кінцево-елементна сітка деталі

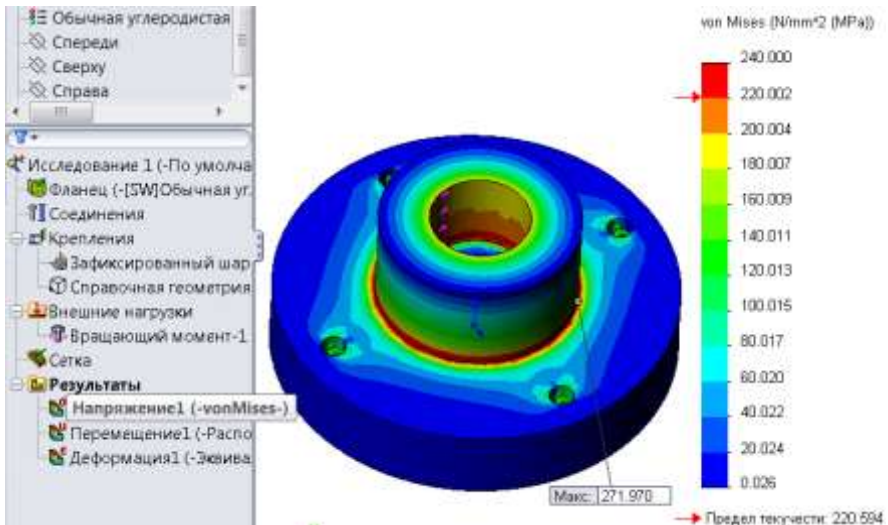


Рисунок 10 – Вікно результатів з картою розподілу еквівалентних напружень

Після виконання розрахунку в дереві моделі з'являться посилання на результати розрахунку. Необхідно проаналізувати

отримані результати. Для цього спочатку двічі klikнемо вкладку «Напряжение 1». У результаті вікно програми зміниться, будуть показані поля еквівалентних напружень деталі (рис. 10). Найбільші напруження перевищують межу текучості.

Також розглянемо епюри розподілу переміщень і еквівалентних деформацій у конструкції (рис. 11).

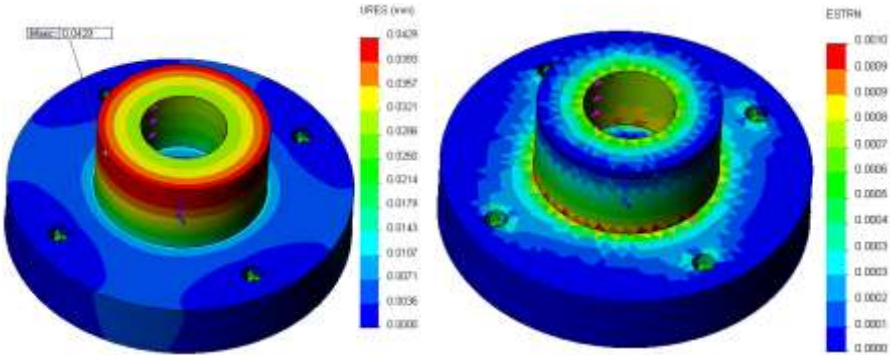


Рисунок 11 – Епюри розподілу переміщень (а) і деформацій (б) конструкції

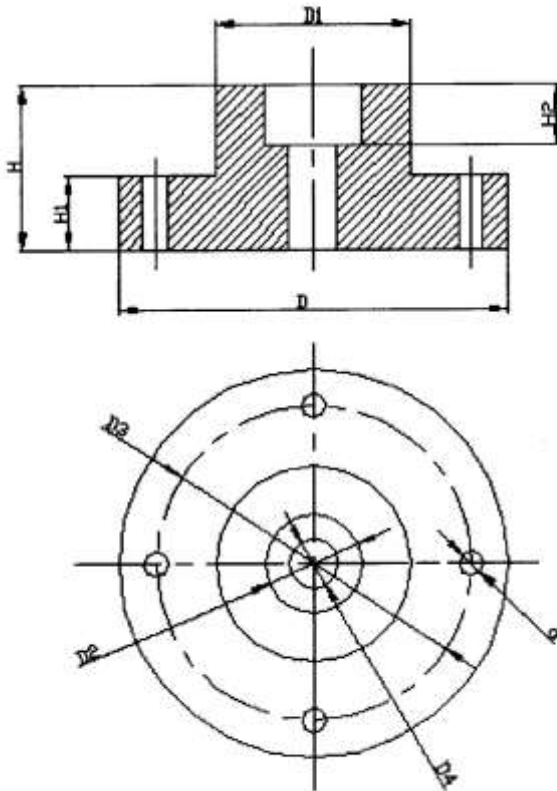
Відповідно до них, максимальне переміщення не перевищує величини 0,043 мм а відносні деформації – 0,1%.

Послідовно зменшуючи значення моменту встановіть максимальне навантаження, яке може витримати деталь ваша (при запасі міцності = 1,4).

2 ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО РОЗРАХУНКУ

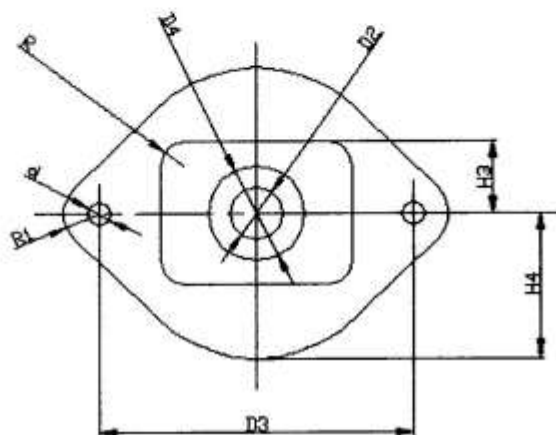
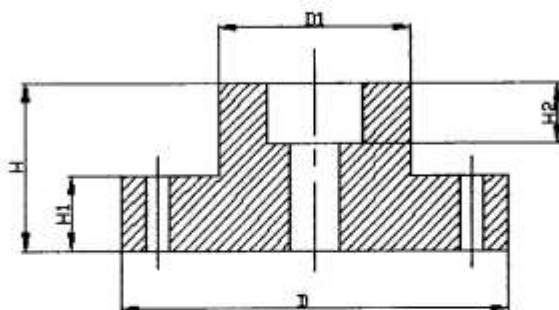
Варіант 1 (розглянуто в якості прикладу)

Номер	D	H1	H	D1	d	D3	H2	D2	D4
1	160	0,1875D	0,4375D	0,5D	0,0625D	0,8125D	Про изв.	Про изв.	Про изв.
2	192	0,18D	0,42D	0,48D	0,06D	0,78D	Про изв.	Про изв.	Про изв.



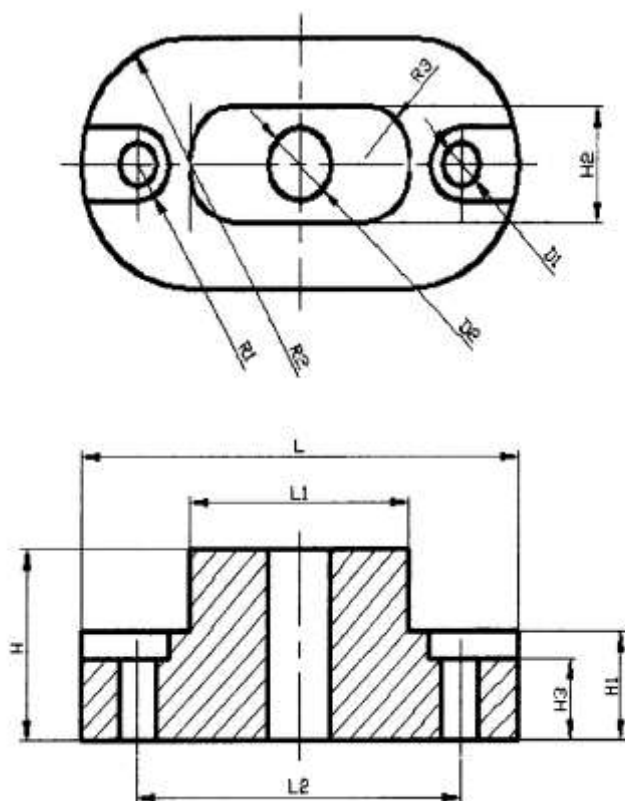
Варіант 2

Но- мер	D	H1	H	D1	R	R1	d	H3	D4	H4	H2	D2	D3
1	150	0,20 D	0,20 D	0,47 D	0,53 D	0,07 D	0,10 D	0,20 D	0,47 D	0,53 D	Про изв.	Про изв.	Про изв.
2	90	0,17 D	0,17 D	0,39 D	0,44 D	0,06 D	0,09 D	0,17 D	0,39 D	0,44 D	Про изв.	Про изв.	Про изв.



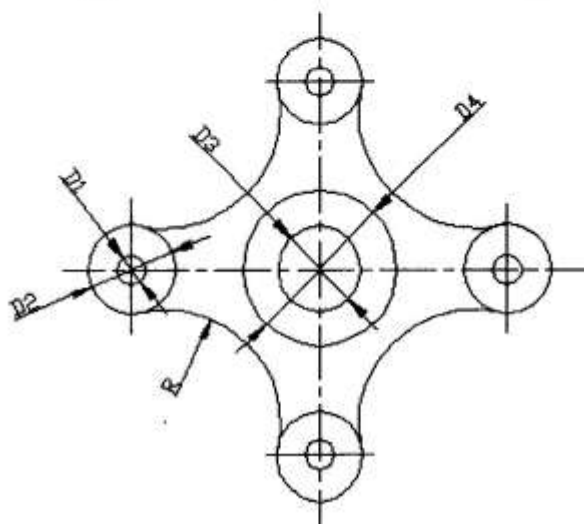
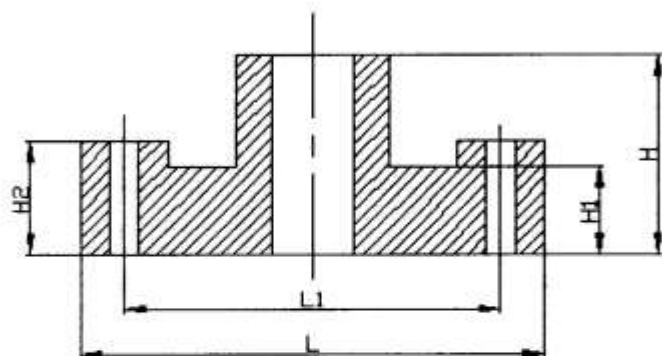
Варіант 4

Номер	H3	H	L	L2	R1	R2	R3	D1	D2	H1	H2	L1
1	16	2,38	6,25	4,63	0,44	1,56	0,63	0,50	0,88	Про	Про	Про
		H3	H3	H3	H3	H3	H3	H3	H3	изв.	изв.	изв.
2	28	2,04	5,36	3,96	0,38	1,34	0,54	0,43	0,75	Про	Про	Про
		H3	H3	H3	H3	H3	H3	H3	H3	изв.	изв.	изв.



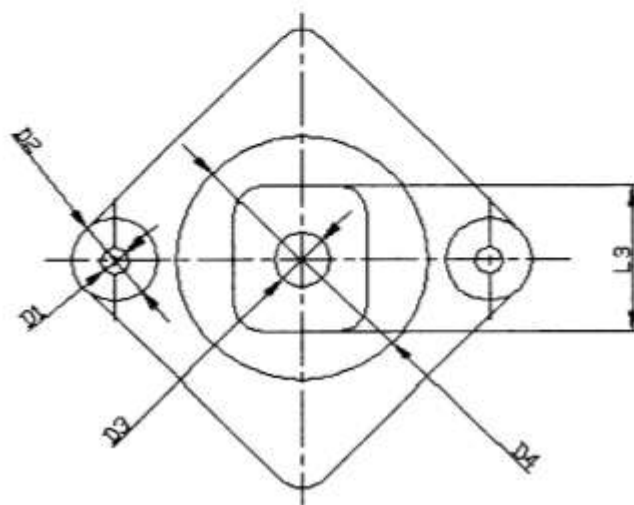
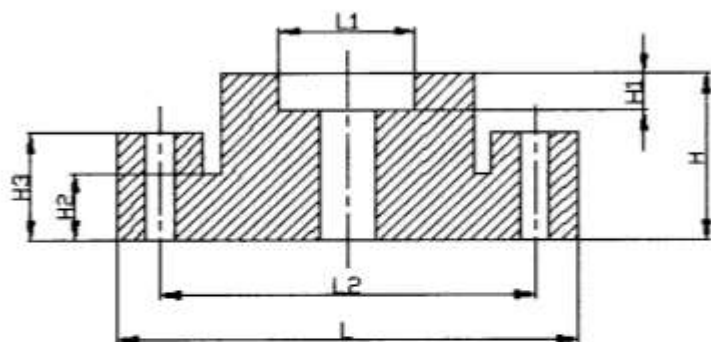
Варіант 6

но- мер	H	H1	L	L1	D1	D2	D4	H2	D3	R
1	70	0,43 H	2,29 H	1,86 H	0,14 H	0,43 H	0,74 H	Прониз	Прониз	Прониз
2	10 0	0,45 H	2,40 H	1,95 H	0,15 H	0,45 H	0,78 H	Прониз	Прониз	Прониз



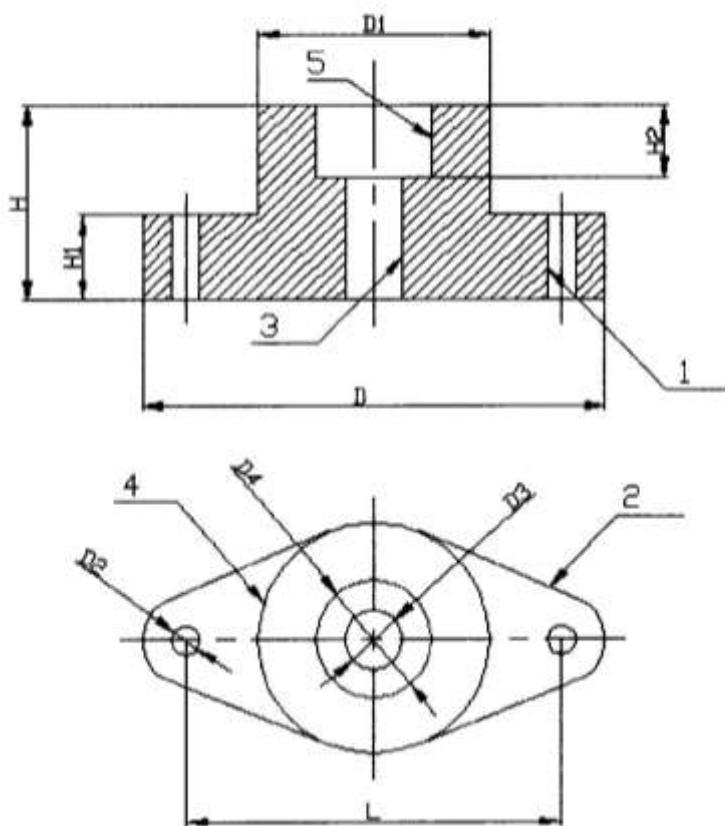
Варіант 7

Но мер	H	H2	H3	L1	L	L3	D1	D2	D4	H1	L2	D3
1	70	0,36H	0,57H	0,67H	2,29H	0,74H	0,14H	0,43H	1,26H	Про изв.	Про изв.	Про изв.
2	28	0,45H	0,71H	0,84H	2,86H	0,93H	0,18D	0,54H	1,57H	Про изв.	Про изв.	Про изв.



Варіант 8

номер	D1	H2	H	H1	D	D2	D3	D4	L
1	75	0,33D1	0,91D1	0,40D1	2,13D1	0,13D1	0,27D1	0,53D1	произв
2	165	0,30D1	0,82D1	0,36D1	1,94D1	0,12D1	0,24D1	0,48D1	произв



ЛІТЕРАТУРА

1. Дементьев Ю.В. САПР в автомобиле- и тракторостроении / Ю.В. Дементьев, Ю.С. Щетинин; Под общ. ред. В.М. Шарипова. – М.: Изд-во «Академия», 2004. – 224 с.
2. Основные элементы SolidWorks / Dassault Systèmes SolidWorks Corporation. 2011. – 548 с.
3. Расширенное моделирование деталей / Dassault Systèmes SolidWorks Corporation. 2010. – 341 с.
4. Дударева Н.Ю. SolidWorks 2009 на примерах / Н.Ю. Дударева, С.А. Загайко. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 544 с.
5. Алямовский А.А. Инженерные расчёты в SolidWorks Simulation / А.А. Алямовский. М.: ДМК Пресс, 2010. – 464 с.
6. Алямовский А.А. COSMOSWorks. Основы расчёта конструкций на прочность в среде SolidWorks / А.А. Алямовский. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 784 с.
7. Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи / А.А. Алямовский. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 448 с.
8. Алямовский А.А. SolidWorks/COSMOSWorks Инженерный анализ методом конечных элементов. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 432 с.
9. Бакаев В.В. Информационное обеспечение, поддержка и сопровождение жизненного цикла изделия / В.В. Бакаев, Е.В. Судов, В.А. Гомозов. – М.: Машиностроение, 2005. – 624 с.
10. Черепашков А.А. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении / А.А. Черепашков, Н.В. Носов. – Волгоград: «Ин-фолио», 2009. – 640 с.

Інформаційні ресурси

1. Електронні навчальні посібники SolidWorks.