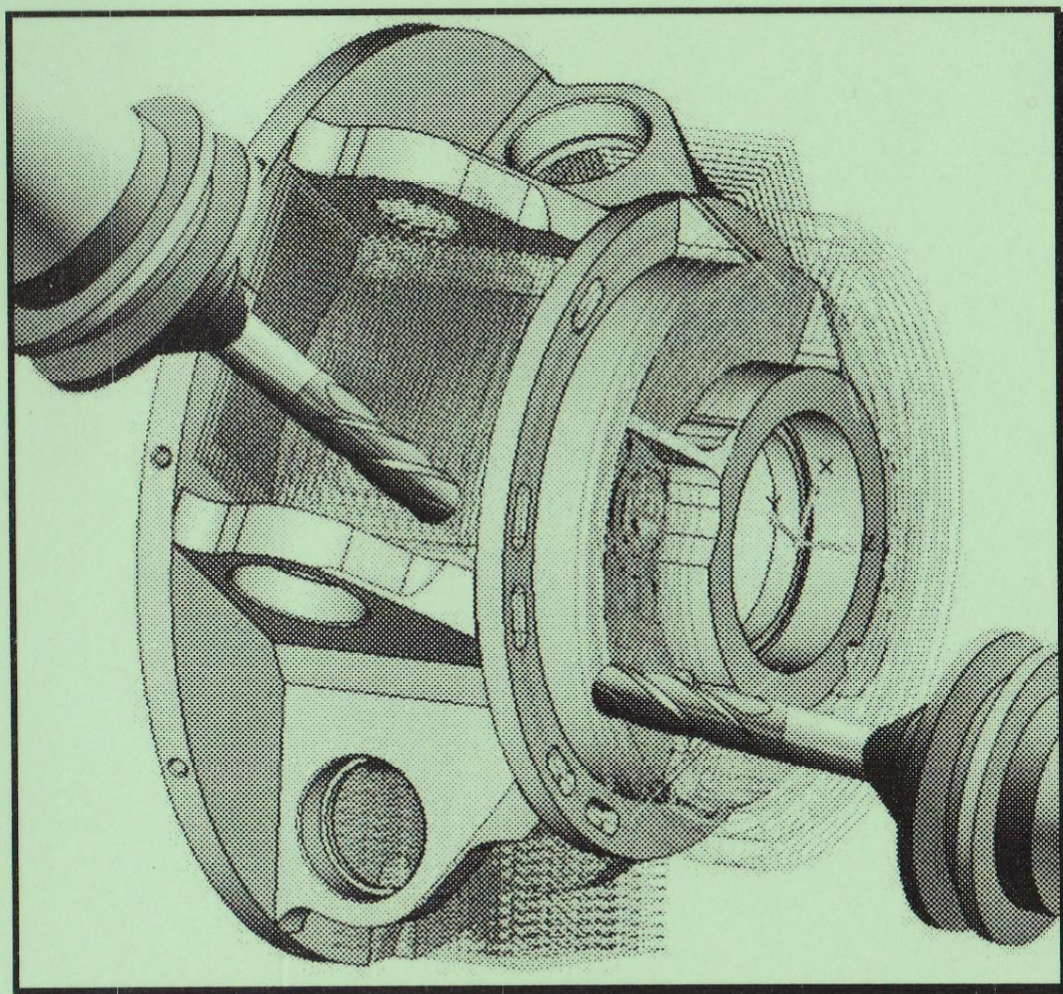


Р. Д. Іскович-Лотоцький
Ю. В. Булига
Я. В. Іванчук

**СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО
ПРОЕКТУВАННЯ УСТАТКУВАННЯ
АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА
ПРАКТИКУМ
САМОСТІЙНА ТА
ІНДИВІДУАЛЬНА РОБОТА СТУДЕНТІВ**



Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Р. Д. Іскович-Лотоцький
Ю. В. Булига
Я. В. Іванчук

**СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ
УСТАТКУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО
ВИРОБНИЦТВА. ПРАКТИКУМ. САМОСТІЙНА ТА
ІНДИВІДУАЛЬНА РОБОТА СТУДЕНТІВ**

Навчальний посібник

Вінниця
ВНТУ
2014

УДК 658.512(075)

ББК 30.2-5-05я73

I 86

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України (протокол № 8 від 5.04.2012 р.)

Рецензенти:

І. О. Сивак, доктор технічних наук, професор

Н. Р. Веселовська, доктор технічних наук, професор

В. І. Савуляк, доктор технічних наук, професор

Іскович-Лотоцький, Р. Д.

I 86 Системи автоматизованого проектування устаткування автоматизованого виробництва. Практикум. Самостійна та індивідуальна робота студентів: навчальний посібник / Іскович-Лотоцький Р. Д., Булига Ю. В., Іванчук Я. В. — Вінниця : ВНТУ, 2012 — 119 с.

Навчальний посібник призначений до виконання практичних та самостійних робіт з дисципліни «Системи автоматизованого проектування устаткування автоматизованого виробництва» для студентів спеціальностей 7.05050201, 8.05050201 – «Технологія машинобудування», 7.05050301, 8.05050301 – «Металорізальні верстати і системи» усіх форм навчання. В навчальному посібнику наведені практичні та самостійні роботи, орієнтовані на придбання студентами досвіду в побудові від простих геометричних моделей деталі до моделювання складних технологічних процесів з використанням програми ADEM CAD/CAM/CAPP.

УДК 658.512(075)

ББК 30.2-5-05я73

ЗМІСТ

Вступ.....	5
Практична робота № 1. Знайомство з програмним модулем ADEM CAD. Основи плоского моделювання деталі.....	6
1.1. Основні теоретичні відомості.....	6
1.2. Порядок виконання практичної роботи.....	18
Контрольні запитання.....	18
Самостійна робота № 1. Проставляння основних технологічних параметрів деталі на кресленні в ADEM CAD.....	19
1.1. Основні теоретичні відомості.....	19
1.2. Порядок виконання самостійної роботи.....	30
Контрольні запитання.....	30
Практична робота № 2. Побудова тривимірних об'єктів в ADEM CAD.....	31
2.1. Основні теоретичні відомості.....	31
2.2. Порядок виконання практичної роботи.....	51
Контрольні запитання.....	51
Самостійна робота № 2. Створення ескізу двовимірної моделі на основі тривимірного представлення деталі в ADEM CAD.....	52
2.1. Основні теоретичні відомості.....	52
2.2. Порядок виконання самостійної роботи.....	55
Контрольні запитання.....	55
Практична робота № 3. Проектування технологічного маршруту токарної обробки деталі в модулі ADEM CAM.....	56
3.1. Основні теоретичні відомості.....	56
3.2. Порядок виконання практичної роботи.....	66
Контрольні запитання.....	66
Самостійна робота № 3. Моделювання технологічних процесів обробки деталі в програмі ADEM CAM.....	67
3.1. Основні теоретичні відомості.....	67
3.2. Порядок виконання самостійної роботи.....	71
Контрольні запитання.....	71
Практична робота № 4. Проектування технологічного маршруту фрезерної обробки деталі в модулі ADEM CAM для основних конструктивних елементів.....	72
4.1. Основні теоретичні відомості.....	72
4.2. Порядок виконання практичної роботи.....	81
Контрольні запитання.....	81
Самостійна робота № 4. Проектування технологічного маршруту фрезерної обробки деталі в модулі ADEM CAM для параметричних конструктивних елементів.....	82
4.1. Основні теоретичні відомості.....	82
4.2. Порядок виконання самостійної роботи.....	89

Контрольні запитання.....	89
Практична робота № 5. Проектування технологічних процесів в модулі ADEM CAPP.....	90
5.1. Основні теоретичні відомості.....	90
5.2. Порядок виконання практичної роботи.....	104
Контрольні запитання.....	104
Самостійна робота № 5. Створення технологічних карт маршруту обробки деталі в модулі ADEM CAPP.....	105
5.1. Основні теоретичні відомості.....	105
5.2. Порядок виконання самостійної роботи.....	115
Контрольні запитання.....	115
Література.....	116
Словник найбільш вживаних слів.....	117
Додаток.....	118

ВСТУП

Навчальний посібник призначений для студентів спеціальності 7.05050201, 8.05050201 – «Технологія машинобудування», 7.05050301, 8.05050301 – «Металорізальні верстати і системи» усіх форм навчання. Зміст навчального посібника відповідає плану і програмі практичних та самостійних занять з дисципліни „Системи автоматизованого проектування устаткування автоматизованого виробництва” (САПР УАВ). Він може служити методичним керівництвом під час теоретичної підготовки до занять, а також при виконанні їх практичної частини. В матеріалах до кожної практичної роботи міститься її мета, вказуються методики, наводяться основні теоретичні відомості щодо програмного забезпечення, яке вивчається, детально описується хід роботи, наводиться порядок виконання робіт і контрольні запитання.

До теперішнього часу можна відмітити два напрями застосування засобів обчислювальної техніки в машинобудуванні: автоматизація виробничих процесів і автоматизації інженерної праці. Перший напрям – це устаткування з чисельним програмним керуванням (ЧПК), гнучкі виробничі комплекси і системи, автоматизовані системи управління технологічними процесами і виробництвом. Друге – САПР для розробки технологічних процесів, управляючих програм для устаткування з ЧПК і т. д. Різноманіття завдань, що вирішуються, можна розбити за виглядом вихідного інформаційного матеріалу на два типи:

- машинний друк і тиражування різної технологічної документації в рамках вимог державних стандартів, ЕСКД і т. д., тобто креслень, графіків, різних карт технологічних процесів і іншої документації, виконаної з різним ступенем точності і глибини опрацювання. Це породжує велику різноманітність завдань, що розробляються САПР УАВ;

Даний навчальний посібник є збіркою практичних робіт, орієнтованих на специфіку викладання „Систем автоматизованого проектування устаткування автоматизованого виробництва”.

Навчальний посібник є доповненням до підручників із «Системи автоматизованого проектування устаткування автоматизованого виробництва», що охоплює основні теми курсу і де головна увага приділяється побудові простих геометричних моделей деталі з використанням програми ADEM CAD/CAM/CAPP. Сам практикум має таку структуру:

- практичні роботи по розділах курсу, що включають послідовний опис їх виконання;
- індивідуальні завдання, що наведені в додатку і пропонуються студентам для самостійного виконання, варіанти яких викладач в процесі навчання може змінювати.

У список літератури включені книги, використані авторами для підготовки даного навчального посібника, або книги, які рекомендуються студентам для додаткового вивчення.

Практична робота № 1

Знайомство з програмним модулем ADEM CAD. Основи плоского моделювання деталі

Мета роботи: ознайомитися з основними методами роботи в ADEM CAD на прикладі креслення фланця.

1.1 Основні теоретичні відомості

На прикладі поданого на рисунку 1.1 технічного креслення фланця, виконаємо поетапне креслення.

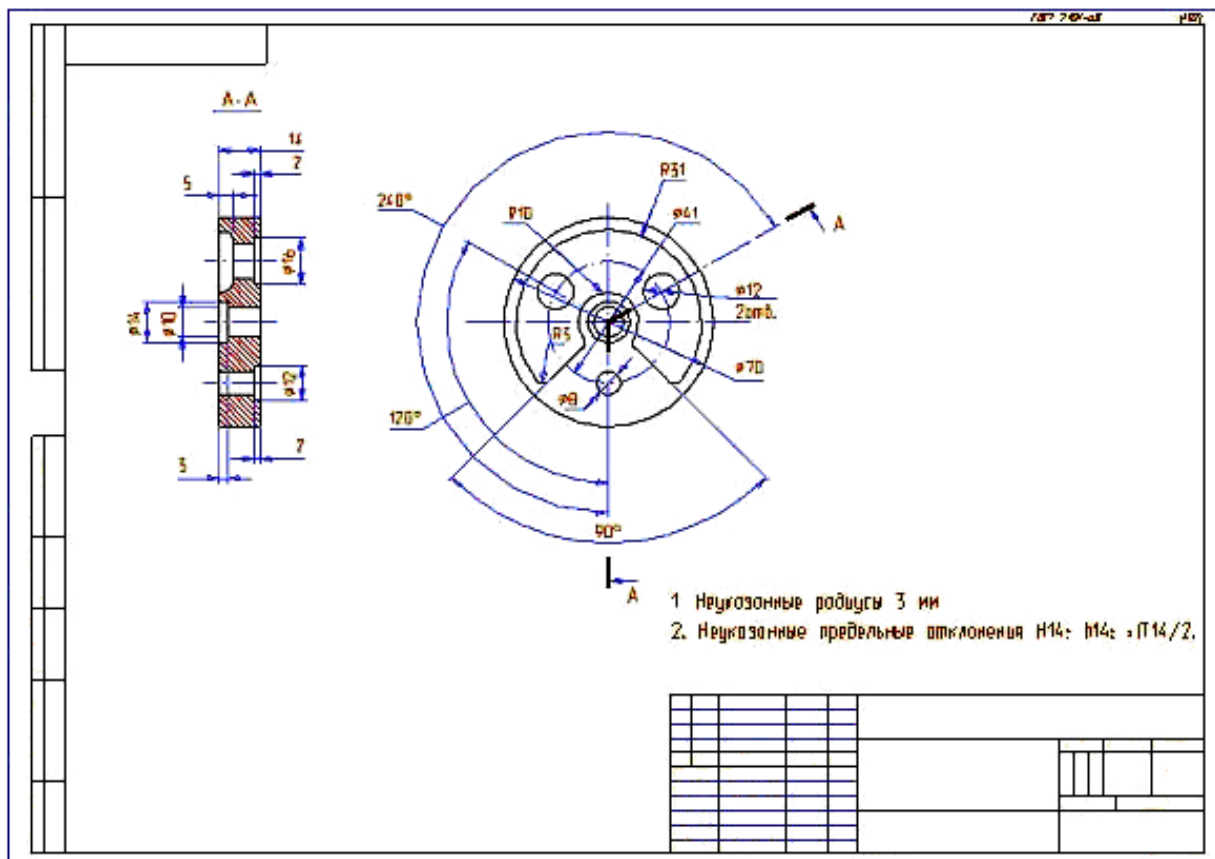



Рисунок 1.1 – Креслення фланця

Під час роботи в програмному модулі (programmatic module) ADEM CAD доцільно використовувати такі гарячі клавіші:

- 1) одночасне натиснення лівої і середньої кнопок (button) миші рівнозначне натисненню клавіші <C> на клавіатурі;
- 2) одночасне натиснення правої і середньої кнопок миші рівнозначне натисненню клавішам <Alt> і <C> на клавіатурі;
- 3) натиснення середньої кнопки миші рівнозначне натисненню клавіші <Esc> на клавіатурі.

1.1.1 Створення нового документа

Натисніть кнопку «Открыть новый документ»  на панелі «Стандартная». Відкриється нове вікно ADEM. Ім'я файлу (file) за замовчуванням буде показано в заголовку вікна.

1.1.2 Налаштування параметрів креслення

Встановимо одиниці вимірювання і стандарт конструкторської документації.

1.1.3 Вибір одиниць вимірювання

Виберіть команду «Единицы Измерения» з меню «Режим». З'явиться діалог «Единицы измерения» (рис. 1.2).

У групі «Единицы Измерения» поставте перемикач в позицію «Миллиметры» і натисніть кнопку «ОК».

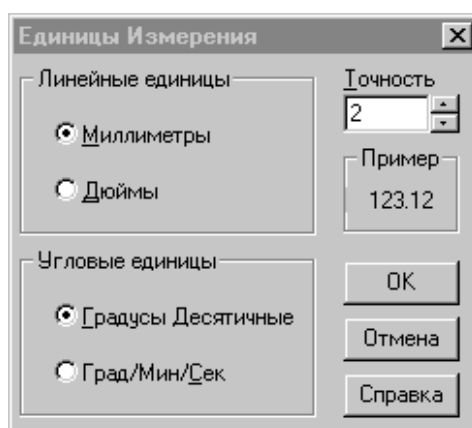


Рисунок 1.2 – Вибір одиниць вимірювання

1.1.4 Вибір стандарту конструкторської документації

Виберіть команду «Стандарт», «ЕСКД Машиностроение» з меню «Режим» (рис. 1.3).

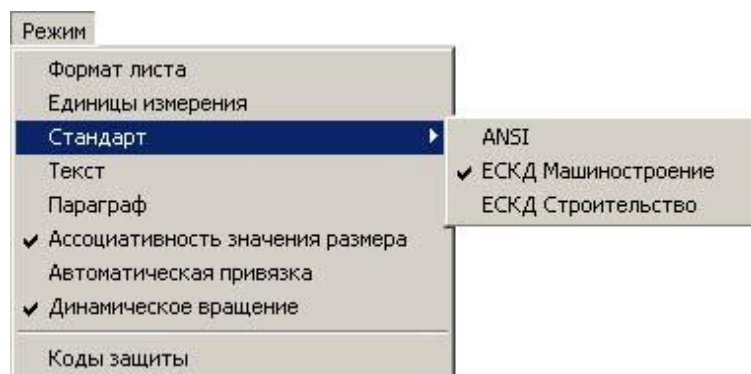



Рисунок 1.3 – Вибір машинобудівного стандарту

Після настроювання режимів перейдемо до побудови видів деталі (detail).



1.1.5 Креслення вигляду зліва

Вигляд зліва даної деталі складається з відрізків, кіл (circle), і замкнутого контуру (contour).

1.1.5.1 Побудова кіл

Деякі кнопки системи ADEM містять приховані панелі або додаткові меню. Для вибору кнопки на прихованій панелі натисніть і утримуйте кнопку, усередині якої розташована прихована панель, і потім виберіть потрібну кнопку. Кнопки, що містять приховану панель, мають в нижньому правому куту значок .

Побудова кіл може вестися декількома способами. В даному випадку використовуємо елемент «Окружність заданного діаметра», що будується вказанням центра.

1. Натисніть і утримуйте кнопку «Окружність» на панелі «2D Объекты». З'явиться прихована панель. Виберіть  «Окружність заданного діаметра с осями симметрии».
2. Введіть у вікні введення значень (внизу екрана) значення 70 (діаметр кола) і натисніть <Enter>.
3. Перемістіть курсор в праву частину екрана і клацніть лівою кнопкою миші. Буде побудовано коло з осями симетрії діаметром 70.
4. Натисніть і утримуйте кнопку «Окружність заданного діаметра с осями симметрии» на панелі «2D Объекты». З'явиться прихована панель. Виберіть  «Окружність заданного діаметра».
5. Введіть у вікні введення значень (внизу екрана) значення 10 (діаметр кола) і натисніть <Enter>.
6. Підведіть курсор до перетину осей симетрії і одночасно натисніть ліву і середню кнопку миші. Курсор переміститься в точку перетину.
7. Клацніть лівою кнопкою миші. Не рухайте мишею після прив'язки курсора до точки перетину!
8. Для виходу з операції «Окружність заданного діаметра» натисніть <Esc> або середню клавішу миші.
9. Тим же способом (кроки 4 – 7), накресліть коло діаметром 14 з центром в тій же точці.

При одночасному натисненні лівої і середньої кнопок миші відбувається прив'язка курсора (точне позиціонування) до найближчого вузла елемента точки перетину, центра скруглення, допоміжного вузла тощо. Курсор переміщується тільки до тих вузлів, які потрапляють в область прив'язки курсора. Після виконаних дій ваше креслення повинно виглядати таким чином (рис. 1.4).

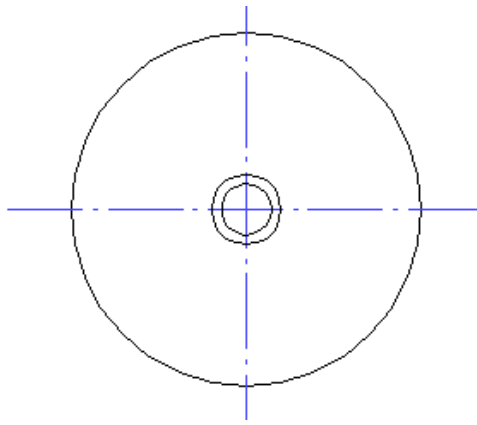


Рисунок 1.4 – Побудова вигляду зліва

1.1.6 Створення контуру колодязя (well)

Для створення контуру колодязя виконаємо деякі допоміжні побудови: дві допоміжні лінії і два допоміжні кола.


Допоміжні лінії будуються на другому шарі. Натиснувши клавішу <L> на клавіатурі і ввівши значення кута (corner) в рядку введення, Ви можете отримати допоміжну лінію під заданим кутом, що проходить через точку положення курсора. Ви можете будувати допоміжні лінії (line), не перериваючи інших команд системи.

1.1.6.1 Створення допоміжних ліній

1. Перемістити курсор до центра кіл. Для цього підведіть курсор до перетину осей симетрії (axis of symmetry) і одночасно натисніть ліву і середню кнопку миші.
2. Натисніть клавішу <L> на клавіатурі. Введіть значення 45° (кут нахилу) в рядку введення значень і натисніть клавішу <Enter>. З'явиться перша допоміжна лінія.
3. Натисніть клавішу <L> на клавіатурі, введіть значення -45° , і натисніть <Enter>. З'явиться друга допоміжна лінія.

1.1.6.2 Створення допоміжних кіл на другому шарі

Накреслимо два допоміжних кола на другому шарі. У системі реалізована можливість роботи з шарами (layer). Ви можете задати кількість шарів, присвоїти кожному шару ім'я, колір, зробити шар невидимим. Активним одночасно може бути тільки один шар. На активному шарі можна проводити будь-які зміни або доповнення графіки і всі без винятку операції режиму креслення. Номер і колір активного шару відображаються в рядку стану:

1. Натисніть кнопку  «Управление слоями» на панелі «Режимы». З'явиться діалог «Управление слоями» (рис. 1.5).

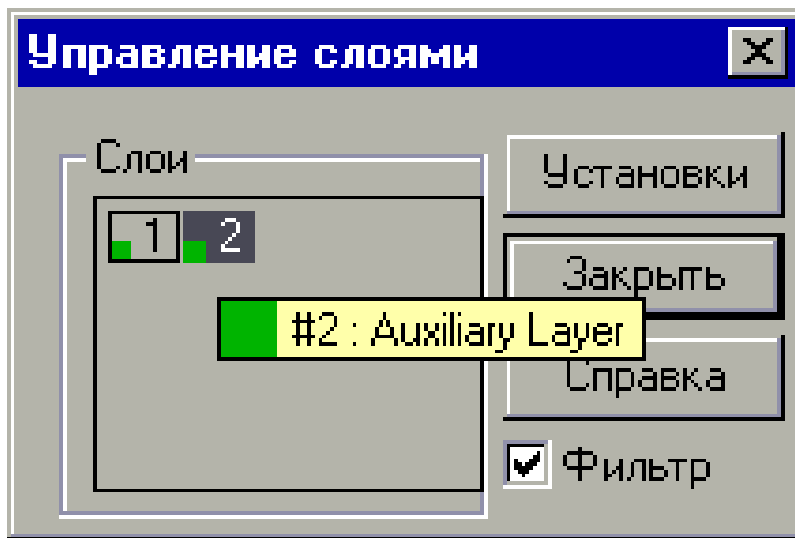



Рисунок 1.5 – Керування шарами

2. Двічі клацніть лівою кнопкою миші на зображення . Активізується другий шар.

Для перемикання між шарами Ви можете використовувати клавішу <Tab>.

1. Натисніть кнопку  «Окружность заданного диаметра» на панелі «2D Объекты».

2. Введіть в рядку введення значень значення 60 (діаметр кола) і натисніть <Enter>.

3. Підведіть курсор до перетину осей симетрії і одночасно натисніть ліву і середню кнопку миші. Курсор притягнеться до точки перетину.

4. Клацніть лівою кнопкою миші. Не рухайте мишею після прив'язки курсора до точки перетину!

Тим же способом, накресліть коло діаметром 20 з центром в тій же точці. Натисніть <Esc> або середню клавішу миші для виходу з команди.

1.1.6.3 Створення замкнутого контуру

1. Натисніть клавішу <Tab> для активізації першого шару.

2. Натисніть кнопку  «Замкнутый контур» на панелі «2D Объекты».

3. Підведіть курсор до точки 1 (рис. 1.6) натисніть одночасно ліву і середню кнопку миші. Курсор притягнеться до точки 1. Клацніть лівою кнопкою миші.

4. Таким же чином послідовно поставте точки 2, 3, 4, 5, 6 і натисніть клавішу <Esc> для закінчення побудови. Не забувайте притягуватися до відповідного вузла перед проставлянням точки!

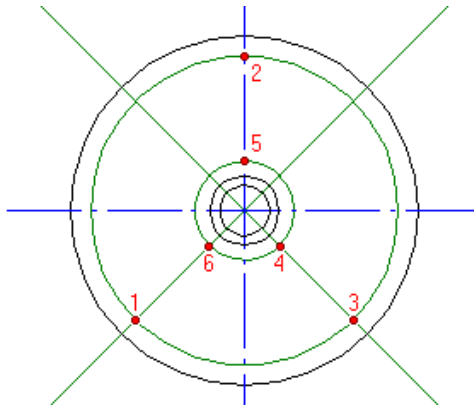




Рисунок 1.6 – Побудова вигляду зліва (перший етап)

1.1.6.4 Скруглення середнього вузла і кутів замкнутого контуру

1. Натисніть кнопку  «Скругление среднего узла» на панелі «Редактирование 2D».
2. Клацніть лівою кнопкою миші у вузлах 2 і 5 (рис. 1.7).
3. Натисніть кнопку  «Скругление» на панелі «Редактирование 2D». З'явиться рядок введення значень.
4. Введіть значення 3 (радіус скруглення) і натисніть клавішу <Enter>.
5. Вкажіть вузол 1. З'явиться запит «Правильно? (Y/N)». Підтвердіть побудову скруглення в цій точці, клацнувши лівою кнопкою миші. Буде виконано скруглення кута замкнутого контуру.
6. Вкажіть вузли 6, 4, 3, підтверджуючи побудову скруглень в цих точках. Натисніть клавішу <Esc> для завершення операції.

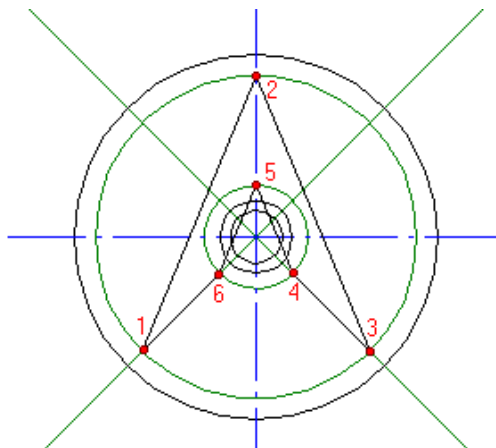


Рисунок 1.7 – Побудова вигляду зліва (другий етап)

1.1.6.5 Видалення допоміжних побудов

1. Натисніть клавішу <Tab> для активізації другого шару.
 2. Виберіть команду «Удалить», «Активный слой» з меню «Общие».
 3. Натисніть клавішу <Tab> для активізації першого шару.
- Ваше креслення повинне виглядати таким чином (рис. 1.8):

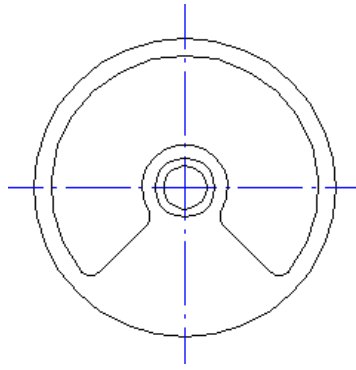







Рисунок 1.8 – Побудова вигляду зліва (третій етап)

1.1.7 Креслення отворів

1. Натисніть і утримуйте кнопку  «Основная линия» на панелі «Типы линий». З'явиться додаткова панель. Виберіть  «Штрих-пунктирная линия» Коло будуватиметься штрихпунктирною лінією.
2. Натисніть кнопку  «Окружность заданного диаметра» на панелі «2D Объекты».
3. Введіть значення 40 (діаметр кола) в рядок введення значень і натисніть клавішу <Enter>.
4. Підведіть курсор до перетину осей симетрії і одночасно натисніть ліву і середню кнопку миші. Відбудеться прив'язка до точки перетину. Клацніть лівою кнопкою миші.
5. Натисніть і утримуйте кнопку  «Штрих-пунктирная линия» на панелі «Типы линий». З'явиться додаткова панель. Коло будуватиметься штрихпунктирною лінією.
6. Натисніть кнопку  «Окружность заданного диаметра» на панелі «2D-Объекты».
7. Введіть значення 8 (діаметр кола) в рядку введення значень і натисніть клавішу <Enter>.
8. Підведіть курсор до перетину вертикальної осьової лінії і штрихпунктирного кола, натисніть клавішу <C> на клавіатурі і клацніть лівою кнопкою миші.
9. Кожен елемент створений в ADEM CAD має свої атрибути. Це тип лінії і тип штрихування. Кожен новий елемент відображається відповідно до поточного типу лінії, а всі замкнуті контури з поточним типом штрихування.
10. Наведіть курсор до точки перетину осьових ліній і натисніть клавішу <L> на клавіатурі. Введіть значення 30 в рядок введення значень і натисніть <Enter>. Знову натисніть клавішу <L>, введіть -30 і натисніть <Enter> (рис. 1.9).

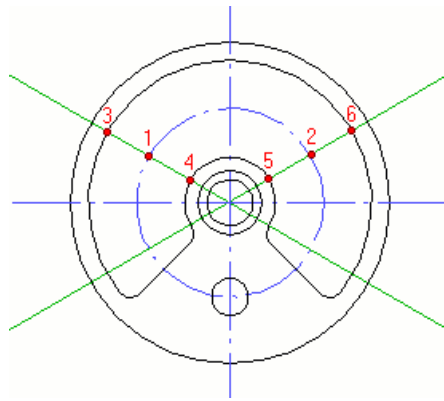



Рисунок 1.9 – Побудова вигляду зліва (четвертий етап)

11. Натисніть кнопку  «Окружность заданного диаметра» на панелі «2D Обьекты».
12. У рядок введення значень введіть значення 12 (діаметр кола) і натисніть <Enter>.
13. Перемістіть курсор в точку 1 і клацніть лівою кнопкою миші. Потім перемістіть курсор в точку 2 і клацніть лівою кнопкою миші.

1.1.7.1 Видалення допоміжних побудов

1. Натисніть клавішу <Tab> на клавіатурі. Активізується другий шар.
2. Виберіть команду «Удалить», «Активный слой» з меню «Общие».
3. Для активізації першого шару натисніть клавішу <Tab>.

Ваше креслення повинне виглядати таким чином (рис 1.10):

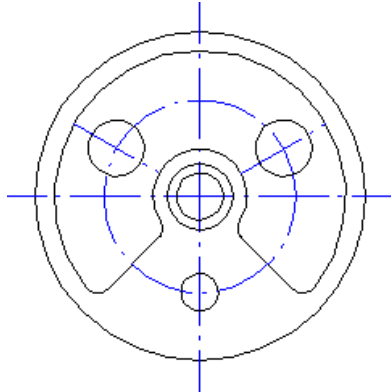


Рисунок 1.10 – Вигляд зліва

1.1.8 Креслення вигляду в розрізі

1.1.8.1 Проведення ліній проекційного зв'язку

1. Наведіть курсор до точки 1 (рис. 1.11). Для цього підведіть курсор до цієї точки і одночасно натисніть ліву і середню кнопку миші.
2. Натисніть клавішу <L> на клавіатурі, введіть значення «0» і натисніть <Enter>. Буде побудована перша лінія проекційного зв'язку.
3. Використовуючи ту ж команду, проведіть допоміжні лінії через точки 2, 3, 4 і 5.

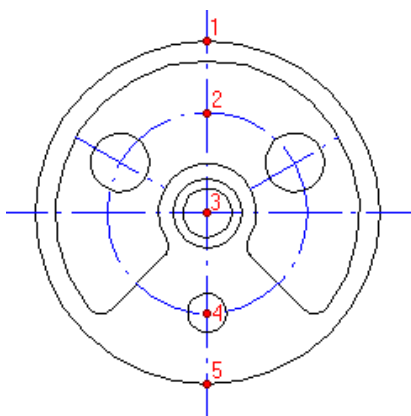








Рисунок 1.11 - Проведення ліній проекційного зв'язку

1.1.8.2 Створення вигляду в розрізі

1. Натисніть кнопку  «Прямоугольник» на панелі «2D Объекты».
 2. Виберіть тип штрихування -  на прихованій панелі «Штриховки». Виберіть –  «Основная линия» на панелі «Типы линий». Вимкніть перемикач прозорості.
 3. Будь-яке штрихування в ADEM CAD може бути прозорим або непрозорим. Кнопка перемикачності прозорості  «Прозрачность» знаходиться на панелі «Штриховки». При натиснутій кнопці «Переключение прозрачности» замкнуті контури, що будуються, будуть прозорими.
 4. Перемістіть курсор до першої проекційної лінії на деякій відстані від вигляду зліва. Для цього підведіть курсор до проекційної лінії в лівій частині екрана і одночасно натисніть праву і середню кнопку миші.
 5. Одночасному натисненню правої і середньої кнопок миші відповідає комбінація клавіш <Alt> і <C> на клавіатурі.
 6. Натисніть клавішу Пропуск на клавіатурі.
 7. Натисніть клавішу <D> для установлення кроку руху курсора. У рядку введення значень з'явиться запит «D = ». Введіть значення 14 і натисніть <Enter>.
 8. Натисніть клавішу <→> (Стрілка управо) на клавіатурі. Курсор зміститься управо на 14 мм.
 9. Натисніть клавішу <D>. Введіть значення 70 в рядку введення значень і натисніть <Enter>.
 10. Натисніть клавішу <↓> (Стрілка вниз), а потім клавішу <Пробел>.
 11. Натисніть кнопку  «Отрезок» на панелі «2D Объекты».
 12. Натисніть кнопку  на панелі «Штриховка».
- Підведіть курсор до точки 1 (рис. 1.12) і одночасно натисніть ліву і середню кнопку миші. Курсор переміститься до цієї точки. Клацніть лівою кнопкою миші.

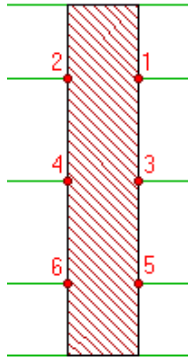














Рисунок 1.12 – Побудова головного вигляду

Перемістіть курсор у точку 2 і натисніть ліву кнопку миші. Ви накреслили відрізок. Потовщимо відрізок, застосовуючи команду «Скругление».

Команда «Скругление» багатофункціональна. Застосовуючи її до першого або останнього вузла відрізка, незамкнутого контура або сплайна ми отримуємо фігуру, що є еквідистантним потовщенням елемента. Застосовуючи її до кута замкнутого або розімкненого контуру, відбувається скруглення кута заданим радіусом.

13. Натисніть кнопку  «Скругление» на панелі «Редактирование 2D». З'явиться рядок введення значень.
14. Введіть значення 12 (діаметр отвору) і натисніть <Enter>.
15. Вкажіть один з вузлів відрізка (точки 1 або 2 на рисунку 1.12);
16. Натисніть кнопку  «Отрезок» на панелі «2D Объекты».
17. Перемістіть курсор в точку 3 і клацніть лівою кнопкою миші. Перемістіть курсор в точку 4 і клацніть лівою кнопкою миші.
18. Натисніть кнопку  «Скругление» на панелі «Редактирование 2D». З'явиться рядок введення значень.
19. Введіть значення 10 (діаметр отвору) і натисніть <Enter>.
20. Вкажіть один з вузлів відрізка (точки 3 або 4 на рисунку 1.12).
21. Натисніть кнопку  «Отрезок» на панелі «2D Объекты».
22. Перемістіть курсор в точку 5 і клацніть лівою кнопкою миші. Перемістіть курсор в точку 6 і клацніть лівою кнопкою миші.
23. Натисніть кнопку  «Скругление» на панелі «Редактирование 2D». З'явиться рядок введення значень.
24. Введіть значення 8 (діаметр отвору) і натисніть <Enter>.
25. Вкажіть один з вузлів отриманого відрізка (точки 5 або 6 на рисунку 1.12).
26. Клацніть правою кнопкою миші для перерисовування зображення.
27. Натисніть кнопку  «Отрезок» на панелі «2D Объекты».
28. Наведіть курсор на точку 1 і клацніть лівою кнопкою миші.

29. Натисніть клавішу <D> на клавіатурі для установлення кроку руху курсора. У рядку введення значень з'явиться запит «D =». Введіть значення 2 і натисніть <Enter>.
30. Натисніть клавішу <←> (Стрілка вліво) на клавіатурі. Курсор зміститься на 2 мм вліво. Натисніть клавішу <Пробел>.
31. Натисніть кнопку  «Скругление» на панелі «Редактирование 2D». У рядку введення значень з'явиться запит «R =».
32. Введіть значення 16 і натисніть <Enter>.
33. Вкажіть точку 1. Відрізок, який Ви накреслили останнім, мигатиме. У рядку стану з'явиться запит «Этот? (Y, N)».
34. Клацніть лівою кнопкою миші для підтвердження. Відрізок буде потовщений.
35. Натисніть кнопку  «Отрезок» на панелі «2D Объекты».
36. Наведіть курсор на точку 4 і натисніть ліву кнопку миші.
37. Натисніть клавішу <D> на клавіатурі для введення значення кроку курсора. З'явиться рядок введення значень і запит «D =». Введіть значення 3 і натисніть <Enter>.
38. Натисніть клавішу <→> (Стрілка управо) на клавіатурі. Курсор зміститься на 3 мм управо. Натисніть клавішу <Пробел>.
39. Натисніть кнопку  «Скругление» на панелі «Редактирование 2D». З'явиться запит «R =».
40. Введіть значення 14 і натисніть <Enter>.
41. Вкажіть точку 4. Відрізок, який Ви накреслили останнім, мигатиме. У рядку стану з'явиться запит «Этот? (Y,N)». Клацніть лівою кнопкою миші для підтвердження.
42. Натисніть кнопку  «Отрезок» на панелі «2D Объекты».
43. Наведіть курсор на точку «5» і натисніть ліву кнопку миші.
44. Натисніть клавішу <D> на клавіатурі для введення значення кроку курсора. З'явиться рядок введення значень і запит «D =». Введіть значення 2 і натисніть <Enter>.
45. Натисніть клавішу <←> (Стрілка вліво) на клавіатурі. Курсор зміститься на 2 мм управо. Натисніть клавішу <Пробел>.
46. Натисніть кнопку  «Скругление» на панелі «Редактирование 2D». З'явиться запит «R =».
47. Введіть значення 12 і натисніть <Enter>.
48. Вкажіть точку 5. Відрізок, який Ви накреслили останнім, мигатиме. У рядку стану з'явиться запит «Этот? (Y,N)». Клацніть лівою кнопкою миші для підтвердження.
49. Клацніть правою кнопкою миші для перерисовування.
50. Натисніть кнопку  «Прямоугольник» на панелі «2D Объекты».
51. Перемістіть курсор у точку 2. Натисніть клавішу <D>, введіть значення 10 і натисніть <Enter>.

52. Натисніть <↑> (Стрілка вгору) для переміщення вгору на 10 мм. Натисніть клавішу <Пробел>.
53. Натисніть <↓> (Стрілка вниз) двічі, для переміщення вниз на 20 мм. Натисніть клавішу <D>, введіть 5 і натисніть <Enter>.
54. Натисніть <→> (Стрілка управо) на клавіатурі. Курсор зміститься на 5 мм управо. Натисніть клавішу <Пробел>.

Після виконаних операцій Ваше креслення повинне виглядати таким чином (рис. 1.13):

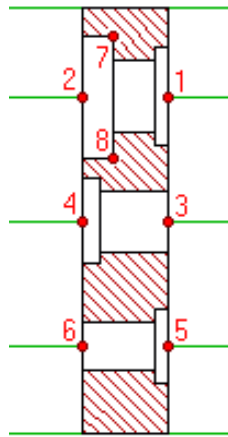





Рисунок 1.13 – Головний вигляд

55. Натисніть кнопку  «Скругление» на панелі «Редактирование 2D». З'явиться запит «R =».
56. Введіть значення 3 (радіус скруглення) і натисніть <Enter>.
57. Вкажіть точки 7 і 8 (рис. 1.13).
58. Клацніть правою кнопкою миші для перерисовування.

1.1.8.3 Креслення осей симетрії

1. Натисніть кнопку  «Отрезок» на панелі «2D Объекты». Натисніть кнопку  «Штрихпунктирная линия» на панелі «Типы линий».
2. Перемістіть курсор до точки 1. Для цього підведіть курсор до цієї точки і одночасно натисніть ліву і середню кнопки миші.
3. Натисніть клавішу <→> (Стрілка управо) на клавіатурі і натисніть <Пробел>.
4. Перемістіть курсор до точки 2.
5. Натисніть клавішу <←> (Стрілка вліво) на клавіатурі і натисніть <Пробел>.
6. Перемістіть курсор до точки 3.
7. Натисніть клавішу <→> (Стрілка управо) на клавіатурі і натисніть <Пробел>.
8. Перемістіть курсор до точки 4.

9. Натисніть клавішу <←> (Стрілка вліво) на клавіатурі і натисніть <Пробел>.
10. Перемістіть курсор до точки 5.
11. Натисніть клавішу <→> (Стрілка управо) на клавіатурі і натисніть <Пробел>.
12. Перемістіть курсор до точки 6.
13. Натисніть клавішу <←> (Стрілка вліво) на клавіатурі і натисніть <Пробел>.

1.1.8.4 Видалення допоміжних ліній

1. Натисніть клавішу <Tab>. Другий шар стане активним.
2. Виберіть команду «Удалить», «Активный слой» з меню «Общие».
3. Натисніть <Tab> для активізації першого шару.

Остаточні побудови повинні виглядати таким чином (рис. 1.14):

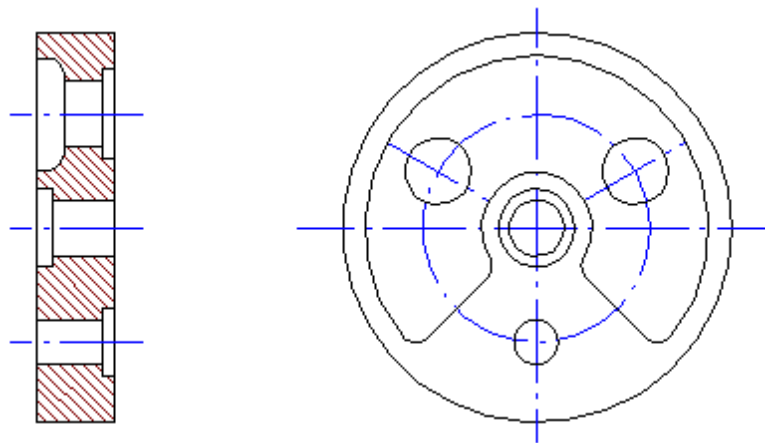


Рисунок 1.14 – Остаточний вигляд креслення

1.2 Порядок виконання практичної роботи

1. Запустіть програму ADEM. Завантажте програмний модуль CAD.
2. На основі поданої методики виконайте поетапне креслення даної деталі фланця.

Контрольні запитання

1. Який набір гарячих клавіш слід використовувати під час роботи в модулі ADEM CAD ?
2. Як проставляти допоміжні прямі лінії під певним заданим кутом ?
3. Як працювати із шарами в модулі ADEM CAD ?
4. Яке призначення функції «Еквидистанта» в модулі ADEM CAD?
5. Як виконується штрихування в модулі ADEM CAD?
6. Як вибирається тип ліній в модулі ADEM CAD?

Самостійна робота № 1

Проставляння основних технологічних параметрів деталі на кресленні в ADEM CAD

Мета роботи: ознайомимося з основними методами простановки розмірних (size) і технологічних (technological) параметрів на кресленні деталі в ADEM CAD на прикладі креслення фланця.

1.1 Основні теоретичні відомості

1.1.1 Проставляння розмірів



1.1.1.1 Установлення висоти тексту розмірів

1. Виберіть команду «Текст» з меню «Режим». З'явиться діалог «Параметри текста».
2. Введіть значення 4 в полі «Высота», «Текст размеров». Натисніть кнопку «ОК».

1.1.1.2 Збільшення/зменшення масштабу (scale) зображення

1. Виберіть команду «Показать» з меню «Вид».
2. Підведіть курсор до центра вигляду зліва і клацніть лівою кнопкою миші. Натисніть середню кнопку миші або клавішу <Esc> для виходу з операції.

1.1.1.3 Проставляння діаметральних розмірів

1. Натисніть і утримуйте кнопку «Размерная линия»  на панелі «Размеры». З'явиться прихована панель. Виберіть  «Диаметральная размерная линия».
2. Вкажіть найбільше коло («D = 70»). З'явиться розмірна лінія.
3. Коли ви вкажете елемент, на який хочете проставити розмір, найближчий елемент може почати миготіти і з'явиться запит «Этот (Y/N)». Це означає, що декілька елементів креслення розташовано близько один від одного і система не може однозначно визначити який з них вибирається. Якщо мигає не той елемент, на який ви хочете проставити розмір, натисніть праву кнопку миші. Якщо мигає елемент, який ви хотіли вибрати, натисніть ліву кнопку миші.
4. Вкажіть точку, яка визначає кут повороту розмірної лінії (точка 1 на рисунку 1.15). З'явиться діалог «Редактирование размера» (рис. 1.16). Діаметр кола буде автоматично прорахований і його значення з'явиться в полі «Текст размера». Символ діаметра автоматично з'явиться в полі «Символ» зліва від тексту розміру. Натисніть кнопку «ОК». Вкажіть позицію тексту розміру.

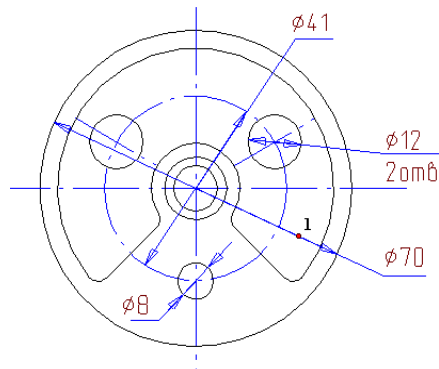


Рисунок 1.15 – Проставляння діаметральних розмірів на вигляді зліва

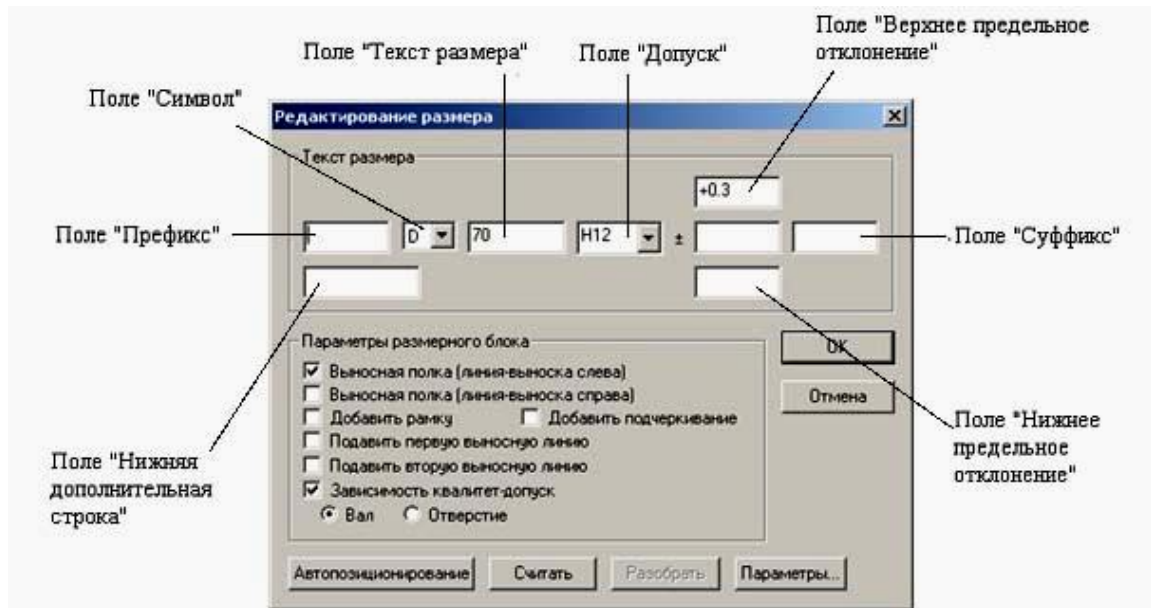




Рисунок 1.16 – Вікно діалогу «Редактирование размера»

5. Вкажіть праве коло діаметром 12 мм. З'явиться розмірна лінія.
6. Вкажіть точку, що визначає кут нахилу діаметрального розміру. З'явиться діалог «Редактирование размера» (рис. 1.16).
7. У полі «Нижняя дополнительная строка» введіть «2 отв.» і натисніть кнопку «ОК». Вкажіть положення тексту розміру.
8. Проставте решту діаметральних розмірів так, як це показано на рисунку 1.15.

За замовчуванням внутрішній радіальний розмір ставиться між дугою і центром дуги. Якщо необхідно провести розмірну лінію через центр дуги, використовуйте клавішу <Tab>, за допомогою якої можна перемикатися між двома способами проведення розмірної лінії. Напрямо виносної полиці можна змінювати (0° , 90° , 180° , 270° , паралельно розмірній лінії), натискаючи клавішу <Tab> до вказання положення тексту розміру.

1.1.1.4 Проставляння радіальних розмірів

1. Натисніть кнопку  «Диаметральная размерная линия» на панелі «Размеры». З'явиться прихована панель. Виберіть  «Радиальная размерная линия».
2. Вкажіть зовнішню дугу, утворюючи колодязь («R = 30» на рисунку 1.18). Вкажіть положення радіальної розмірної лінії.
3. Вкажіть точку, що визначає кінець радіальної розмірної лінії (точка 1 на рисунку 1.17). З'явиться діалог «Редактирование размера».
4. Натисніть кнопку «ОК». Вкажіть курсором положення тексту розміру. Використовуйте клавішу <Tab> для задання положення розмірної полиці.
5. Проставте решту радіальних розмірів так, як показано на рисунку 1.18.

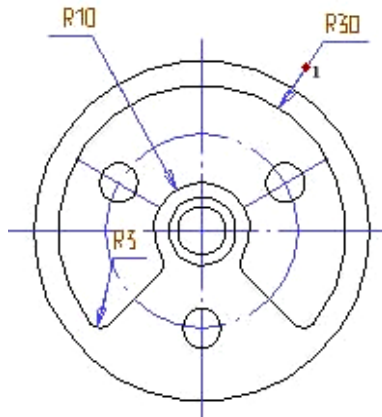



Рисунок 1.17 – Проставляння радіальних розмірів

1.1.1.5 Проставляння кутових розмірів

1. Натисніть кнопку  «Угловой размер с выносными линиями» на панелі «Размеры».
2. Підведіть курсор до точки 1 (рис. 1.18) і одночасно натисніть ліву і середню кнопки миші. Курсор переміститься у точку 1. Клацніть лівою кнопкою миші.
3. Перемістіть курсор у точку 2 і клацніть лівою кнопкою миші.
4. Перемістіть курсор у точку 3 і клацніть лівою кнопкою миші.

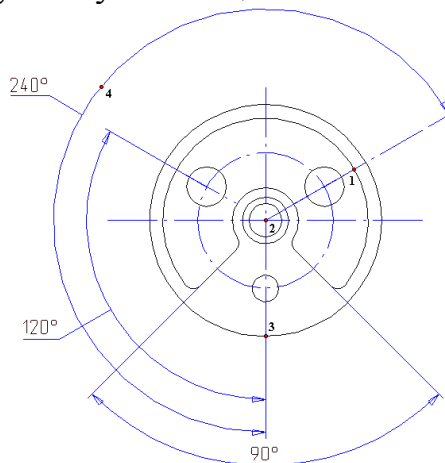


Рисунок 1.18 – Проставляння кутових розмірів

Кут вимірюється за годинниковою стрілкою між першою і третьою точками кутового розміру. Друга точка визначає вершину кута.

5. Визначте положення розмірної лінії. Для цього підведіть курсор до точки 4 і клацніть лівою кнопкою миші. З'явиться діалог «Редактирование размера».

6. Натисніть кнопку «ОК». Вкажіть положення тексту розміру. Текст розміру буде проставлений відповідно до вибраного стандарту креслярської документації.

7. Проставте решту куткових розмірів так, як показано на рисунку 1.19.

1.1.1.6 Проставляння розмірів вигляду в розрізі

Для проставляння розмірів вигляду в розрізі ми застосовуватимемо горизонтальні і вертикальні розмірні лінії. Скористаємося для цього командою «Ортогональные размеры», яка знаходиться на панелі «Размеры».

Для точного вибору точок при проставленні розмірів застосуємо режим «Автоматическая привязка».

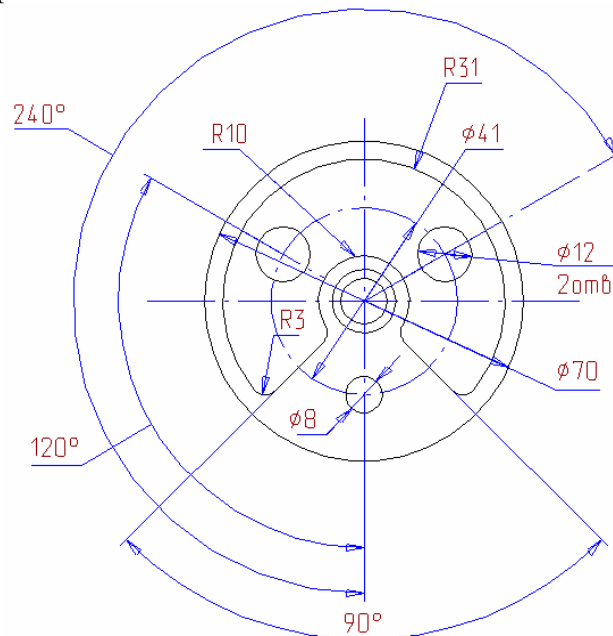



Рисунок 1.19 - Вид зліва із розмірами

1.1.1.7 Режим «Автоматическая привязка»

1. Натисніть кнопку  «Автоматическая привязка» на панелі «Режимы».

2. Виберіть команду «Автоматическая привязка» з меню «Режим». З'явиться діалог «Автоматическая привязка» (рис. 1.20).

3. Приберіть всі прапорці окрім «Привязать к: Узлам, Вспомогательным узлам, Точкам пересечения» і «Отображать подсказку». Натисніть кнопку «ОК». Курсор переміститься до вузлів, допоміжних вузлів і точок перетину.

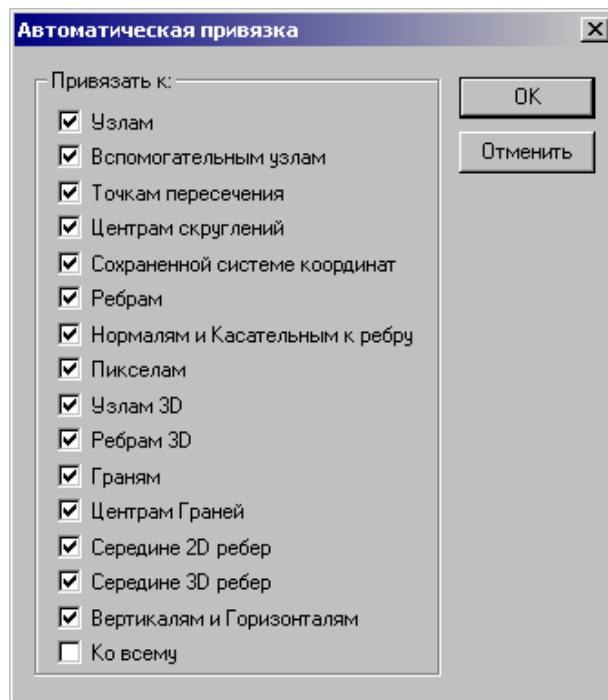




Рисунок 1.20 – Вибір режиму прив'язок

Режим «Автоматическая привязка» дозволяє автоматично переміщати-ся до вузлів, допоміжних вузлів, точок перетину, ребер і т. д. Точка до якої курсор переміщатиметься, відображається символом прив'язки ( квадрат).

1.1.1.8 Масштабування креслення

1. Виберіть команду «Показать» з меню «Вид».
2. Підведіть курсор до центра вигляду зліва і натисніть праву кнопку миші.
3. Підведіть курсор до центра вигляду в розрізі і натисніть праву кнопку миші.

1.1.1.9 Проставлення вертикальних розмірів

1. Натисніть кнопку  «Ортогональный размер» на панелі «Размеры».
2. Підведіть курсор до точки 1, з'явиться символ прив'язки. Натисніть ліву кнопку миші.
3. Підведіть курсор до точки 2, з'явиться символ прив'язки. Натисніть ліву кнопку миші.
4. Вкажіть положення розмірної лінії. З'явиться діалог «Редактирование размера».
5. У полі «Символ» виберіть «D» і натисніть кнопку «Автопозиционирование». Буде проставлений вертикальний розмір.
6. Таким же чином проставте інші вертикальні розміри (рис. 1.21).

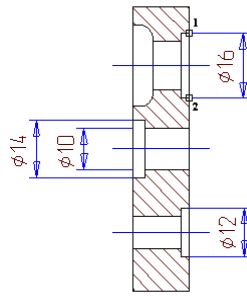



Рисунок 1.21 – Проставлення вертикальних розмірів

1.1.1.10 Проставлення горизонтальних розмірів

1. Натисніть кнопку  «Ортогональный размер» на панелі «Размеры».
2. Підведіть курсор до точки 1, з'явиться символ прив'язки. Натисніть ліву кнопку миші (рис. 1.22).
3. Підведіть курсор до точки 2, з'явиться символ прив'язки. Натисніть ліву кнопку миші (рис. 1.22).
4. Вкажіть положення розмірної лінії. З'явиться діалог «Редактирование размера». Натисніть кнопку «ОК». Вкажіть положення тексту розміру.

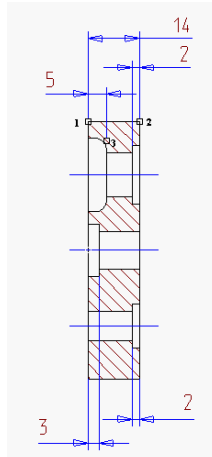




Рисунок 1.22 – Проставлення горизонтальних розмірів

5. Натисніть і утримуйте кнопку  «Ортогональный размер» на панелі «Размеры». Виберіть кнопку «Размер параллельный ребру» .
6. Підведіть до ребра, що визначає розмір (рис. 1.23). Натисніть ліву кнопку миші.

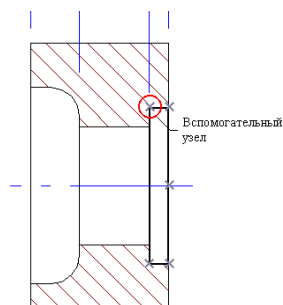



Рисунок 1.23 – Розмітка характерних точок

7. Вкажіть положення розмірної лінії. З'явиться діалог «Редактирование размера».
8. Натисніть кнопку «ОК». Вкажіть положення тексту розміру.
9. Таким же чином проставте інші горизонтальні розміри.

1.1.1.11 Команда «Востановить»

Натисніть кнопку «Показать все»  на панелі «Вид». На екрані відобразиться все креслення. Креслення, на якому проставлені усі розміри повинне виглядати таким чином (рис. 1.24):

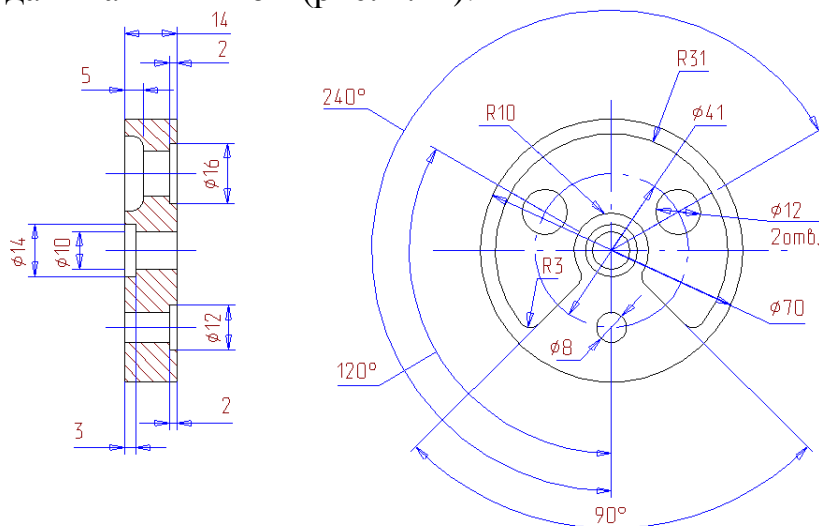


Рисунок 1.24 - Креслення фланця

1.1.1.12 Проставлення шорсткості

1. Натисніть кнопку «Простановка шероховатости» на панелі «Символы». З'явиться діалог «Шероховатость».
2. У полі «A» введіть значення шорсткості по «Ra – 3.2». Натисніть кнопку «ОК».
3. Вкажіть розмір 14 мм і в районі точки 1 (рис. 1.25) встановіть символ шорсткості. За допомогою миші вкажіть положення символу щодо стрілки.

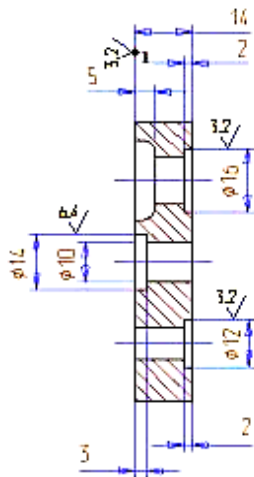




Рисунок 1.25 - Проставлення шорсткості

4. Таким же чином проставте інші відхилення. При цьому пам'ятайте, що є можливість вибирати з бази даних раніше задані відхилення.

1.1.1.13 Позначення ламаного розрізу

1. Відключіть режим «Автоматическая привязка». Для цього натисніть кнопку  «Автоматическая привязка» на панелі «Режимы».
2. Натисніть клавішу <D> на клавіатурі. З'явиться запит «D =, U =». Введіть значення «D = 5» і «U = 30» натисніть <Enter>.
3. Натисніть кнопку  «Линия разреза» на панелі «Символы».
4. Управління курсором може здійснюватися як мишею, так і з клавіатури. Використовуючи цифрову клавіатуру ви можете пересувати курсор із задалегідь заданим напрямом.
5. Перемістіть курсор до вертикальної осі симетрії і за допомогою клавіші <↓> (Стрілка вниз) встановіть положення першої точки лінії розрізу (рис. 1.27), точки 1.
6. Натисніть <Пробел> або ліву кнопку миші.
7. Перемістіть курсор до перетину осей (рис. 1.27) точки 2 і натисніть ліву кнопку миші.
8. Перемістіть курсор до правої стрілки кутового розміру 240°.
9. За допомогою клавіші 9 на цифровій клавіатурі встановіть положення останньої точки лінії розрізу (рис. 1.26) точки 3. Натисніть клавішу <Пробел> або ліву кнопку миші.
10. У командний рядок введіть букву "A" і натисніть кнопку «OK» або клавішу <Enter>.
11. Натисніть клавішу <Esc> або середню кнопку миші.

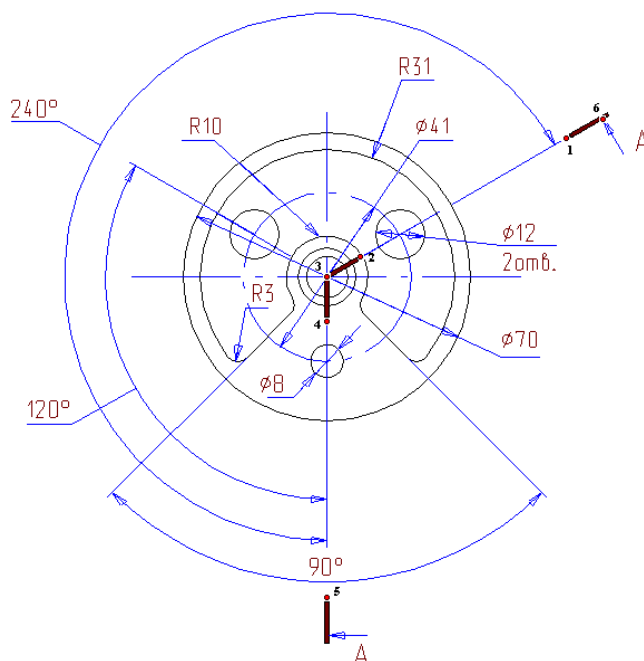



Рисунок 1.26 – Позначення ламаного розрізу на вигляді зліва

1.1.1.14 Додання тексту

1. Натисніть кнопку  «Текст» на панелі «Символи».
2. Клацніть лівою кнопкою миші у точки 3, введіть букви "А-А" і натисніть <Esc> (рис. 1.27).

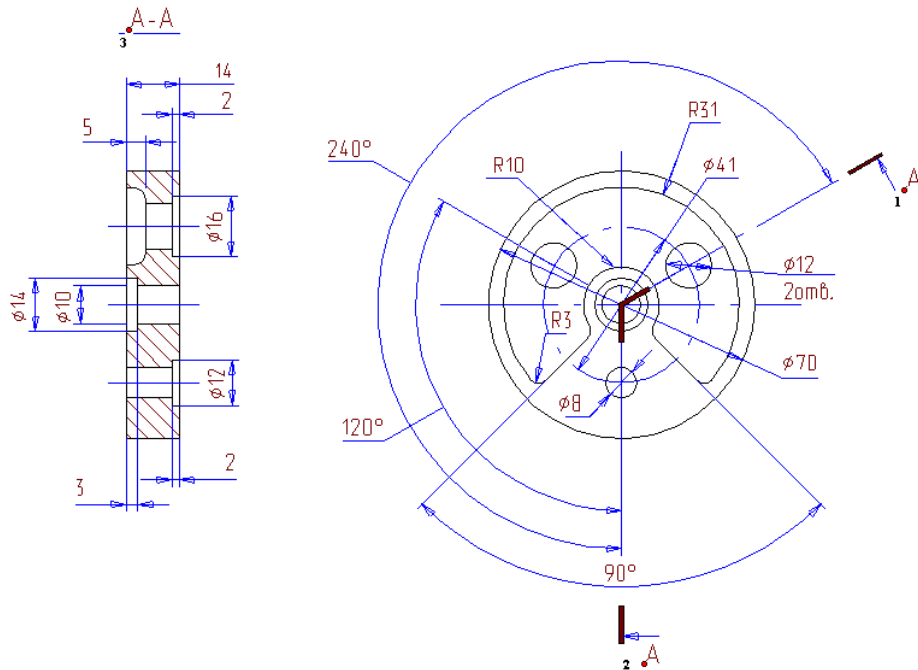



Рисунок 1.27 - Зображення ламаного розрізу

1.1.1.15 Позичонування креслення

Для зручного позиціонування креслярських виглядів об'єднаємо всі елементи креслення в комплекс:

1. Натисніть кнопку  «Объединение в комплекс» на панелі «Операции с группами элементов». З'явиться запит «2D элементы?».
2. Виберіть у вікні всі елементи креслення. Вкажіть два протилежні кути вікна так, щоб всі елементи креслення потрапили в це вікно. Вибрані елементи підсвітують червоним кольором.
3. Натисніть середню кнопку миші для створення комплексу з вибраних елементів.

1.1.1.16 Вибір формату листа

1. Виберіть команду «Формат листа» з меню «Режим». З'явиться діалог «Формат листа» (рис. 1.28).
2. Із списку «Размер» виберіть А3 – 420×297 (мм).
3. Поставте прапорець «Загрузить первый лист» і натисніть кнопку «ОК». Автоматично завантажиться формат А3.

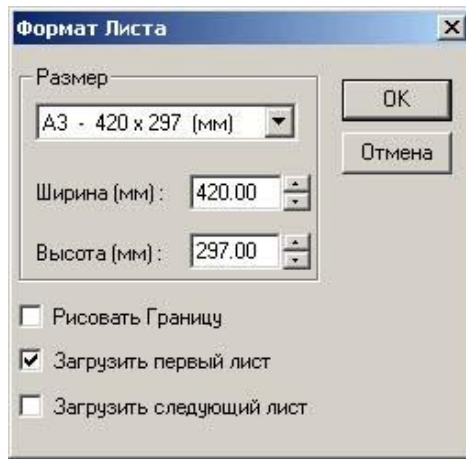







Рисунок 1.28 – Вибір формату листа

1.1.1.17 Перенесення комплексу в полі креслення

1. Натисніть і утримуйте кнопку  «Выбор элементов» на панелі «Операции с группами элементов». У додатковому меню виберіть «Комплекс».
2. Вкажіть комплекс що складається з креслярських видів.
3. Натисніть кнопку  «Перенос» на панелі «Операции с группами элементов». У додатковому меню виберіть команду «Перенос». З'явиться запит «Исх.Точка *».
4. Вкажіть початкове і нове положення точок. Обидві точки можуть бути вибрані в будь-якому місці креслення. Положення нової точки щодо початкової визначає вектор переміщення. Ви можете повторити всі дії для точного позиціонування креслення.
5. Розташуйте креслення на листі так, як це вам необхідно. Натисніть клавішу <Esc> для виходу з операції.
6. Для зручності роботи із зображенням користуйтеся видовими операціями.

1.1.1.18 Заповнення штампу

1. Натисніть кнопку «Свойства»  на панелі «ADEM Vault».
2. Відкриється діалог "Свойства". Заповніть поля діалогу на закладці "Общие";
3. У полі «Наименование» введіть «Фланец», а також додайте у відповідні поля прізвища розробників. Натисніть кнопку «ОК»;
4. Натисніть кнопку «Заполнение штампа»  на панелі «Заполнение штампа». Дані з діалогу будуть внесені до полів форми;
5. Натисніть кнопку «Сохранить»  на панелі «Стандартная»;
6. Ваше креслення повинне виглядати таким чином (рис. 1.29):

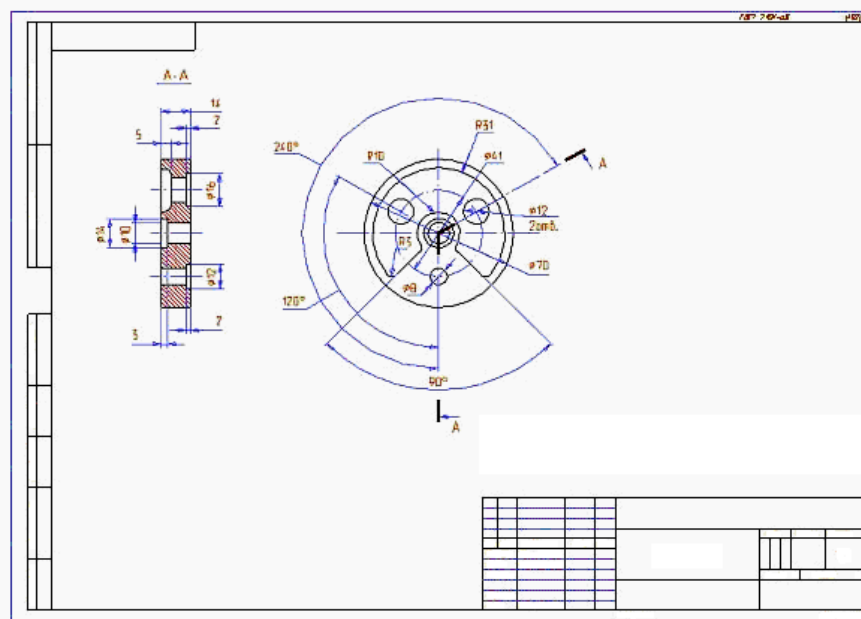




Рисунок 1.29 - Вигляд креслення після перенесення і заповнення штампу

1.1.1.19 Введення технічних вимог

1. Натисніть і утримуйте кнопку  «Заполнение штампа» на панелі «Заполнение штампа». Виберіть кнопку  «ТТ». З'явиться діалог «Технические требования» (рис. 1.30).

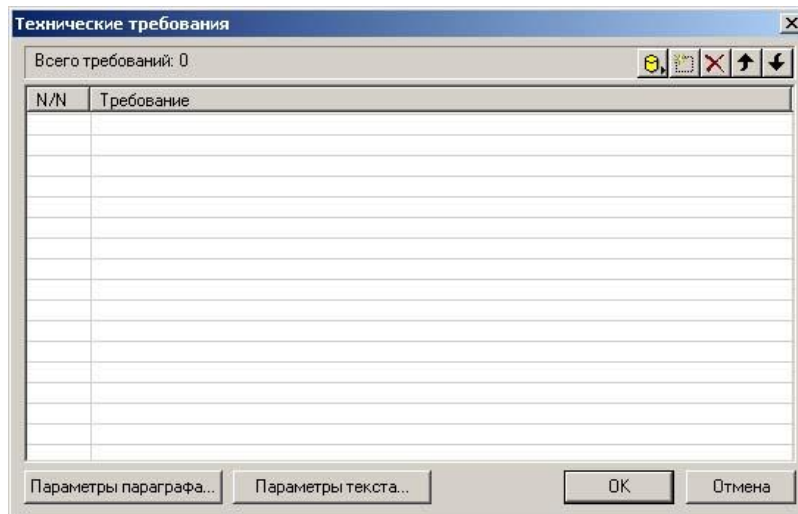




Рисунок 1.30 - Діалог «Технические требования»

2. Натисніть кнопку  і введіть текст першої технічної вимоги: Невказані радіуси 3 мм. Натисніть кнопку «ОК».
3. Натисніть кнопку  і виберіть з бази даних пункт «Неуказанные предельные отклонения Н14; h14: IT14/2». Натисніть кнопку «ОК».
4. Натисніть «ОК» в діалозі «Технические требования».

Остаточний варіант креслення повинен виглядати таким чином (рис. 1.31):

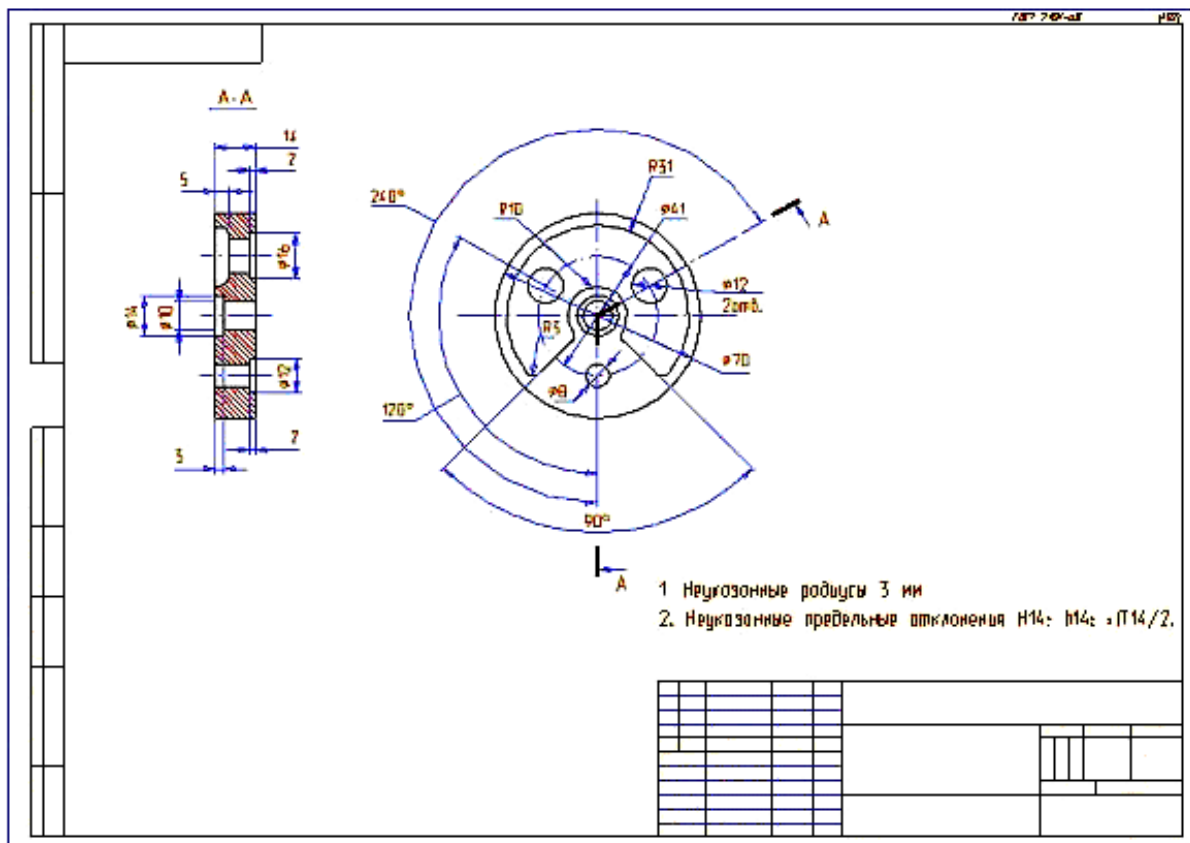


Рисунок 1.31 - Остаточний варіант креслення

1.2 Порядок виконання самостійної роботи

1. Після виконання практичної роботи № 1, на отриманому ескізі технічного креслення деталі фланця проставте розміри за наведеною методикою.
2. Після проставлення розмірів, проставте шорсткості і проставте технологічні вимоги.
3. Заповніть штамп технічного креслення деталі фланця.
4. Роздрукуйте на принтері отримане технічне креслення і додайте в звіт із самостійної роботи.

Контрольні запитання

1. Як автоматично проставляти розміри в модулі ADEM CAD ?
2. Які ще додаткові можливості надає модуль ADEM CAD при виконанні штрихування деталей?
3. Як проставляються технологічні параметри на технічному кресленні деталі в ADEM CAD?
4. В чому різниця між радіальними розмірами, діаметральними розмірами?
5. Які основні види деталі представляються на кресленні деталі?

Практична робота № 2

Побудова тривимірних об'єктів в ADEM CAD


Мета роботи: ознайомитися з основними прийомами побудови і редагування тривимірних об'єктів в системі ADEM CAD

2.1 Основні теоретичні відомості

Ознайомимося з основними методами роботи об'ємного моделювання в ADEM CAD на прикладі створення деталі, поданої на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 - Тривимірна модель деталі

Натисніть кнопку «Открыть новый документ»  на панелі «Стандартная». ADEM створить новий файл з назвою Untitled1.adm.

Перед початком моделювання необхідно встановити: режими відображення, вікно проекту, режим плоского і об'ємного моделювання.

Натисніть кнопку «Режимы отображения» на панелі «Режимы отображения». З'явиться діалог «Изображение».


Встановіть: «Сглаживание = 10», «Освещенность = 50%». Поставте прапорець «Каркас» і натисніть «ОК».

Натисніть клавішу <T> на клавіатурі для відображення робочої площини (drawing plane). Для роботи з об'ємною моделлю використовуйте натякі поєднання кнопок миші і клавіш на клавіатурі:

- вигляд на робочу площину - <Ctrl> + натиснення правої кнопки миші;
- зміщення зображення – <Ctrl> + ліва кнопка миші (переміщення курсора);
- обертання – <Shift> + ліва кнопка миші (переміщення курсора).

Для зручнішої роботи з об'ємними моделями можна використовувати дерево. У дереві відображаються всі операції, що виконуються з 3D моделями.


Для включення відображення дерева моделі встановіть прапорець біля пункту «Окно проекта» в меню «Сервис». У вікні проекту, що з'явилося, виберіть закладку «3D».

Для побудови контурів не тільки в робочій площині, але й в просторі необхідно натиснути кнопку «Пространственный режим»  на панелі «Режим получения координат».

Основою для створення об'ємної моделі, поданої на рисунку 2.1, буде елемент «Сфера» (sphere).

2.1.1 Побудова кола

Побудова кіл може вестися декількома способами. В даному випадку використовуємо елемент «Окружность заданного диаметра», що будується вказанням центра.

1. Натисніть і утримуйте кнопку «Окружность» на панелі «2D объекты», з'явиться прихована панель. Виберіть  «Окружность заданного диаметра». З'явиться рядок введення значень (внизу екрана).
2. Введіть у відповідне поле «81» (діаметр кола) натисніть кнопку «ОК» або клавішу <Enter> на клавіатурі.
3. Натисніть клавішу «Home» на клавіатурі. Курсор буде встановлений в точку початку системи координат ($X = 0$, $Y = 0$, $Z = 0$) (system of coordinates). Клацніть лівою кнопкою миші. Буде побудовано коло діаметром 81 (рис. 2.2).

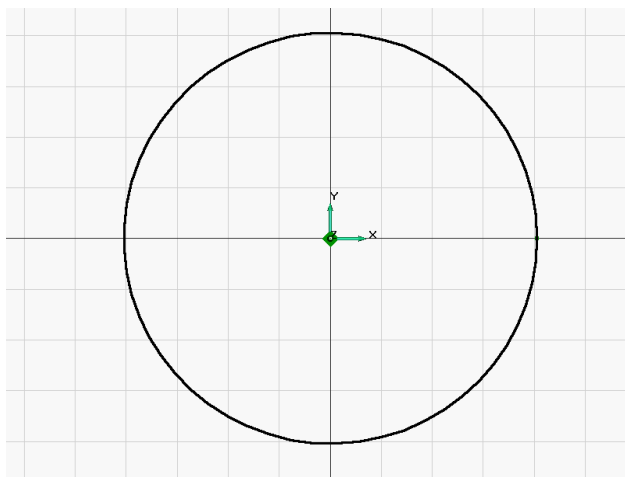



Рисунок 2.2 – Побудова кола заданим діаметром



2.1.2 Створення елемента «Сфера»

Команда «Сфера» дозволяє побудувати сферу, використовуючи як профіль коло або дугу. Радіус кола або дуги визначає радіус сфери.

1. Натисніть кнопку  «Сфера» на панелі «3D объекты 1». З'явиться запит «Профиль?/Esc».
2. Вкажіть побудоване раніше коло і натисніть середню кнопку миші або клавішу <Esc> на клавіатурі. Буде побудований елемент «Сфера».

2.1.3 Тримірування сфери робочою площиною

Команда «Тримирование рабочей плоскостью» розтинає об'ємне тіло поточною робочою площиною і видаляє вибрану частину. Для тримірування сфери встановимо робочу площину паралельно її абсолютному положенню XZ на відстані 5мм.

1. Натисніть кнопку  «Абсолютная рабочая плоскость XZ» на панелі «Рабочая плоскость». Робоча площина буде встановлена в абсолютне положення XZ.
2. Натисніть клавішу <Z>. З'явиться рядок введення значень.
3. У полі «Z абс.» введіть значення «5» і натисніть кнопку «OK» або <Enter>. Робоча площина буде зміщена на 5 мм по осі Z.
4. Для тримірування сфери натисніть кнопку  «Тримирование рабочей плоскостью» на панелі «Редактирование 3D». З'явиться запит «Удаляемая часть?».
5. Вкажіть частину сфери, яка лежить в області додатних значень Z (рис. 2.3). Вказана частина буде видалена.

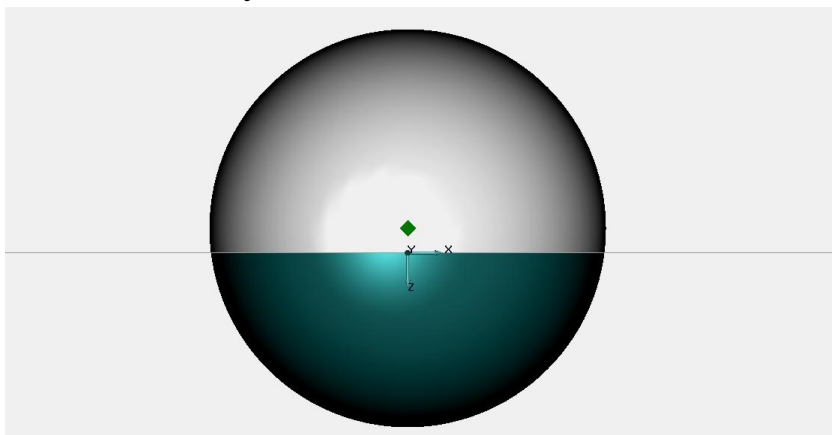



Рисунок 2.3 - Тримірування сфери робочою площиною

2.1.4 Допоміжні побудови

Допоміжні побудови застосовуються як основа для креслення і позиціонування об'єктів. Багато допоміжних побудов в ADEM можуть бути виконані в процесі виконання інших команд (креслення, нанесення розмірів і т. д.).


Для видалення частини сфери побудуємо декілька допоміжних ліній і перемістимо робочу площину.

1. Натисніть кнопку  «Абсолютная рабочая плоскость XY» на панелі «Рабочая плоскость». Робоча площина буде встановлена в абсолютне положення XY.
2. Натисніть клавішу «Home». Курсор буде встановлений в точку початку системи координат ($X = 0, Y = 0, Z = 0$).
3. Натисніть клавішу <L> на клавіатурі. З'явиться запит «Угол =».

4. Введіть значення «31» у відповідне поле і натисніть кнопку «ОК» або <Enter>. На другому шарі буде побудована допоміжна лінія під кутом 31° до осі X.
5. Встановимо крок і кут руху курсора. Натисніть клавішу <D> на клавіатурі. З'явиться запит «Шаг = Угол = ».
6. У полі «Шаг» введіть значення «33». У полі «Угол» введіть значення «31» і натисніть <Enter>.
7. Натисніть клавішу <9> на цифровій клавіатурі. Курсор переміститься на 33 міліметри під кутом 31° .
8. Натисніть комбінацію клавіш <Alt> і <L> буде побудований перпендикуляр до першої допоміжної лінії.

2.1.5 Установлення робочої площини на контур повороту робочої площини

Команда «Совмещение системы координат» дозволяє встановлювати робочу площину, використовуючи грані і ребра елементів. При цьому центр відносної системи координат поєднується зі вказаною точкою.

Натисніть і утримуйте кнопку  «Совмещение системы координат» на панелі «Рабочая плоскость». З'явиться додаткове меню. Виберіть «Ребро».

Вкажіть другу допоміжну пряму (рис. 2.4). Робоча площина проходить через цю пряму, напрям осі X збігатиметься з цією прямою, центр системи координат розташовуватиметься у вказаній точці.

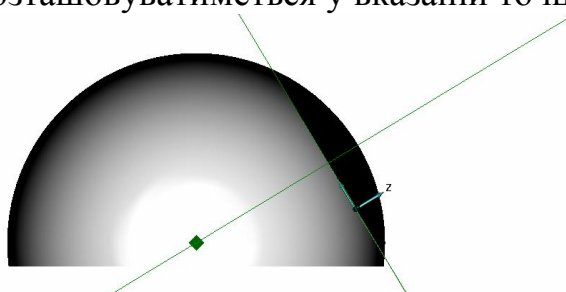





Рисунок 2.4 – Установлення робочої площини на контур поворот робочої площини

Натисніть і утримуйте кнопку  «Разворот рабочей плоскости» на панелі «Рабочая плоскость». З'явиться додаткове меню. Виберіть «Вокруг X». У рядку введення значень введіть «90» і натисніть кнопку «ОК» або «Enter». Робоча площина буде повернута на 90° навколо осі X.

2.1.6 Тримірування тіла робочою площиною


Для тримірування сфери натисніть кнопку  «Тримирование рабочей плоскостью» на панелі «Редактирование 3D». З'явиться запит «Удаляемая

часть?». Вкажіть частину сфери, яка лежить в області додатних значень Z (рис. 2.4). Вказана частина буде видалена.

Натисніть кнопку  «Абсолютная рабочая плоскость XY» на панелі «Рабочая плоскость». Робоча площина буде встановлена в абсолютне положення XY.

2.1.7 Побудова контура за допомогою кроку і кута руху курсора

Переміщення курсора може здійснюватися як з миші, так і з клавіатури. За допомогою цифрової клавіатури Ви можете переміщувати курсор із заданою величиною кроку і із заданим кутом руху. Ви можете змінювати величину кроку руху курсора у будь-який момент, наприклад, при створенні і редагуванні елементів.

Натисніть кнопку  «Ломаная линия» на панелі «2D объекты». Натисніть клавішу <D> на клавіатурі. З'явиться рядок введення значень. У полі «Шаг =>» введіть 25 і натисніть <Enter>.

Підведіть курсор до точки перетину допоміжних ліній (рис. 2.5) і одночасно натисніть ліву і середню кнопку миші або клавішу <3> на клавіатурі. Курсор переміститься до точки 1.

Натисніть клавішу <9> на цифровій клавіатурі (вправо-вверх). Курсор зміститься вздовж допоміжної прямої на 25 мм. Натисніть ліву кнопку миші або клавішу <Пробел> на клавіатурі.

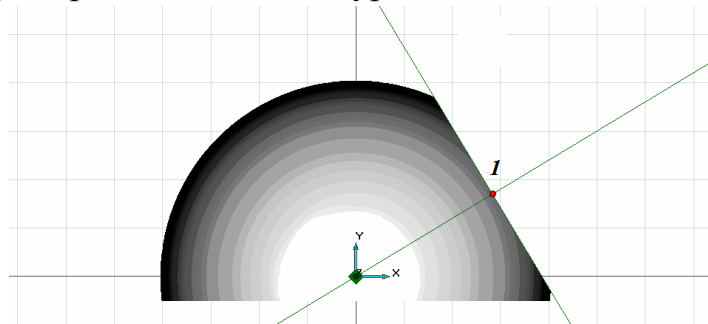


Рисунок 2.5 – Підведення курсора до точки перетину допоміжних ліній

Змініть крок руху курсора. Для цього натисніть клавішу <D> на клавіатурі. З'явиться рядок введення значень. У полі «Шаг =>» введіть 15 і натисніть <Enter>. Натисніть клавішу <7> на цифровій клавіатурі (вліво-вверх). Курсор зміститься перпендикулярно допоміжною прямою на 15 мм. Натисніть ліву кнопку миші або клавішу <Пробел> на клавіатурі.

Змініть крок руху курсора. Для цього натисніть клавішу <D> на клавіатурі. З'явиться рядок введення значень. У полі «Шаг =>» введіть 10 і натисніть <Enter>. Натисніть клавішу <1> на цифровій клавіатурі (вліво-вниз). Курсор зміститься паралельно допоміжною прямою на 10 мм. Натисніть ліву кнопку миші або клавішу <Пробел> на клавіатурі.

Змініть крок руху курсора. Для цього натисніть клавішу <D> на клавіатурі. З'явиться рядок введення значень. У полі «Шаг =>» введіть 1 і натисніть <Enter>. Натисніть клавішу <3> на цифровій клавіатурі (вправо-вниз).

Курсор зміститься перпендикулярно допоміжною прямою на 1 мм. Натисніть ліву кнопку миші або клавішу <Пробел> на клавіатурі.

Двічі натисніть клавішу <1> на цифровій клавіатурі (вправо–вниз). Курсор зміститься паралельно допоміжною прямою на 2 мм. Натисніть ліву кнопку миші або клавішу <Пробел> на клавіатурі. Натисніть клавішу <7> на цифровій клавіатурі (вліво–вверх). Курсор зміститься перпендикулярно допоміжною прямою на 1 мм. Натисніть ліву кнопку миші або клавішу <Пробел> на клавіатурі.

Змініть крок руху курсору. Для цього натисніть клавішу <D> на клавіатурі. З'явиться рядок введення значень. У полі «Шаг =» введіть 5 і натисніть <Enter>. Натисніть клавішу <1> на цифровій клавіатурі (вліво-вниз). Курсор зміститься паралельно допоміжною прямою на 5 мм. Натисніть ліву кнопку миші або клавішу <Пробел> на клавіатурі.

Натисніть клавішу <L> на клавіатурі. З'явиться рядок введення значень. У рядку введення значень введіть 5 і натисніть <Enter>. Буде побудована допоміжна лінія під кутом 5 градусів до осі X. Підведіть курсор до точки 1 (рис. 2.6) і одночасно натисніть ліву і середню кнопки миші. Курсор переміститься до точки 2. Натисніть ліву кнопку миші або клавішу <Пробел> на клавіатурі.

Підведіть курсор до точки 2 (рис. 2.6) і одночасно натисніть ліву і середню кнопки миші. Курсор переміститься до точки 2. Натисніть ліву кнопку миші або клавішу <Пробел> на клавіатурі. Для закінчення побудови натисніть середню кнопку миші або клавішу <Esc> на клавіатурі.

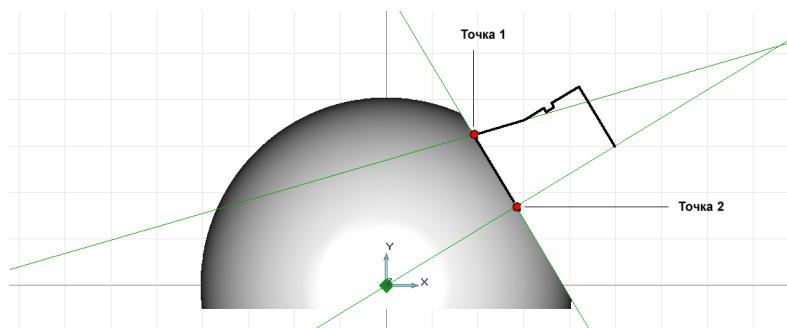



Рисунок 2.6 – Побудова контуру частини деталі

2.1.8 Побудова тіла обертання

Команда «Вращение» дозволяє створювати об'ємні тіла обертанням профілю навколо заданої осі на заданий кут. Профіль може бути замкнутим або розімкненим. При обертанні незамкнутого профілю на кут, не рівний 360° буде створена відкрита оболонка.

Натисніть кнопку  «Вращение» на панелі «3D объекты 1». З'явиться запит «Профиль?/Esc».

Вкажіть профіль тіла обертання і натисніть середню кнопку миші або клавішу <Esc> на клавіатурі. З'явиться запит «Угол =». Введіть значення

360 у відповідне поле і натисніть кнопку «ОК» або клавішу <Enter>. З'явиться запит «Точка осі». Перемістіть курсор до точки 3 (рис. 2.7).

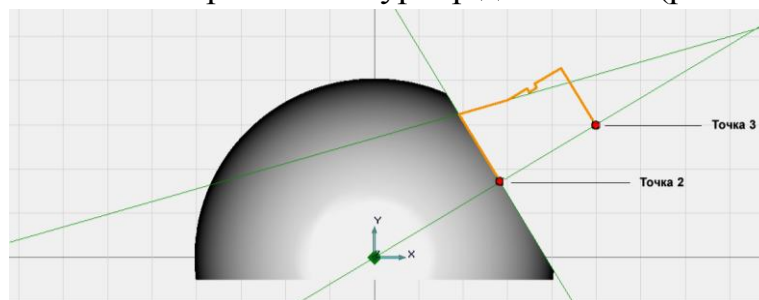


Рисунок 2.7 – Побудова тіла обертання

Натисніть ліву кнопку миші. Перемістіть курсор до точки 2. Натисніть ліву кнопку миші. Буде побудовано тіло обертання (рис. 2.8).

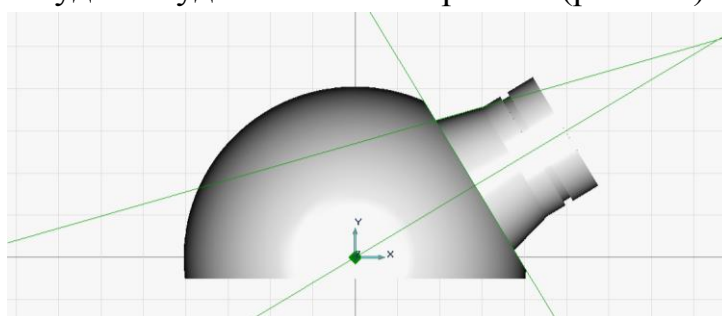





Рисунок 2.8 – Побудоване тіло обертання

2.1.9 Операція «Объединение»

Команда «Объединение» дозволяє об'єднувати декілька об'ємних тіл в одне. Для об'єднання двох побудованих об'ємних елементів моделі використовуйте операцію «Объединение тел». Натисніть і утримуйте кнопку  «Выбор элементов» на панелі «Операции с группами объектов». У додатковому меню виберіть «3D только». З'явиться запит «3D элементы?» Виділіть вікном всі об'ємні елементи. Натисніть кнопку  «Объединение тел» на панелі «Операции с группами объектов». Вибрані тіла будуть об'єднані.

2.1.10 Побудова наскрізного отвору (opening)

Для побудови контуру отвору розташуємо робочу площину на торці тіла обертання. Натисніть і утримуйте кнопку  «Совмещение системы координат» на панелі «Рабочая плоскость». У додатковому меню виберіть «Центр грани». Поверніть модель так, щоб був видний торець тіла обертання. Утримуючи клавішу <Shift>, натисніть ліву кнопку миші і переміщуйте курсор. Просторове обертання вигляду дозволяє динамічно плавно повертати вигляд в площині екрана щодо центра. Команда виконується поєднанням клавіші <Shift> і лівої кнопки миші.

Підведіть курсор до центра торця тіла обертання. Система координат переміститься до центра грані (рис. 2.9). Натисніть ліву кнопку миші.

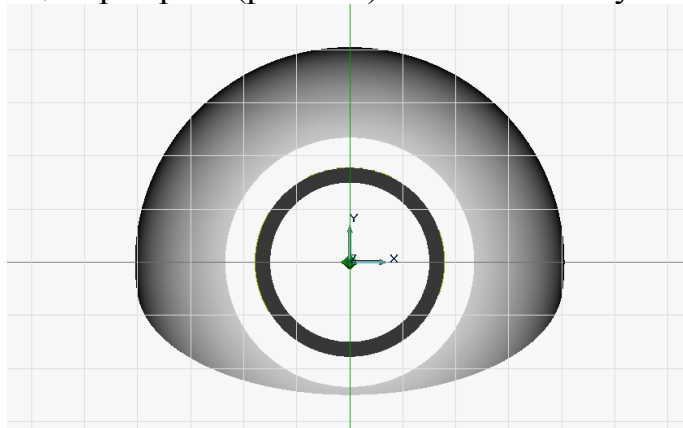




Рисунок 2.9 – Розташування робочої площини на торці тіла обертання

Команда «Сквозное отверстие» дозволяє створювати крізні отвори у вказаних тілах методом проектування профілю по нормалі до площини профілю. Форма отвору визначається профілем. Команда може бути застосована до декількох тіл, в цьому випадку отвори будуть виконані у всіх вибраних тілах. Натисніть кнопку  «Окружность заданного диаметра» на панелі «2D Объекты». Введіть у вікні введення значень (внизу екрана) значення 10 (діаметр кола), натисніть кнопку «ОК» або клавішу <Enter> на клавіатурі. Натисніть клавішу «Home» на клавіатурі. Клацніть лівою кнопкою миші. На торці тіла обертання буде побудовано коло діаметром 10. Натисніть кнопку  «Сквозное отверстие» на панелі «3D Объекты». З'явиться запит «Профиль?/Esc». Вкажіть профіль отвору і натисніть середню кнопку миші або клавішу <Esc> на клавіатурі. З'явиться запит «3D элемент?». Вкажіть об'ємний елемент. Буде побудовано наскрізний отвір діаметром 10 (рис. 2.10).

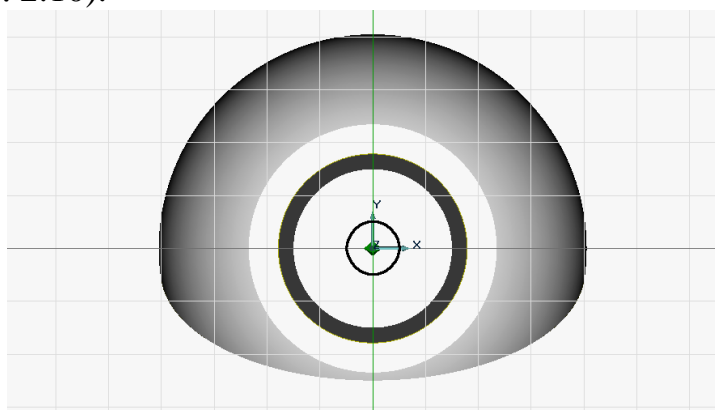



Рисунок 2.10 – Побудова наскрізного отвору

2.1.11 Побудова отвору заданої глибини

Натисніть кнопку  «Окружность заданного диаметра» на панелі «2D объекты». Введіть у вікні введення значень (внизу екрана) значення 20 (діаметр кола), натисніть кнопку «ОК» або клавішу <Enter> на клавіатурі.

Натисніть клавішу «Home» на клавіатурі. Клацніть лівою кнопкою миші. На торці тіла обертання буде побудовано коло діаметром 20 (рис. 2.11).

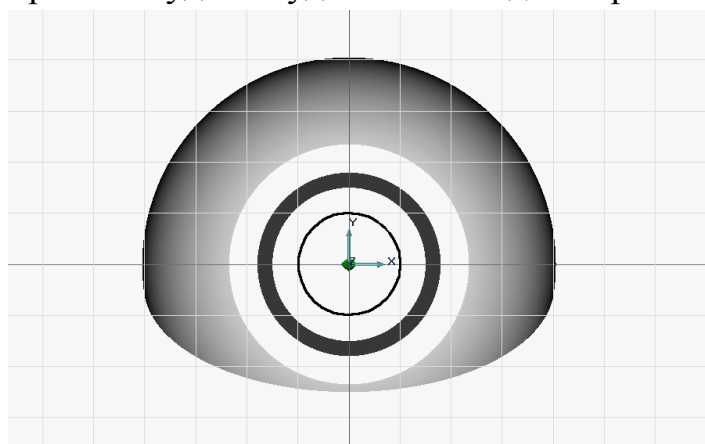





Рисунок 2.11 – Побудова отвору заданої глибини

Команда «Отверстие» дозволяє створювати отвори (видаляти матеріал) у вказаному твердому тілі методом проектування профілю на задану глибину із заданим кутом стінок. Профіль проектується по нормалі до площини профілю. Профіль повинен бути замкнутий. Натисніть кнопку  «Отверстие» на панелі «3D объекты 2». З'явиться запит «Профиль?/Esc». Вкажіть профіль отвору і натисніть середню кнопку миші або клавішу <Esc> на клавіатурі. З'явиться запит «3D элемент?». Вкажіть об'ємний елемент. Внизу робочого поля екрана з'явиться рядок введення значень. У полі «Глубина от контура» введіть значення 20. Натисніть кнопку «ОК» або <Enter> на клавіатурі. Буде побудовано отвір діаметром 20 мм і глибиною 20 мм.

2.1.12 Створення внутрішньої поверхні обертання

Натисніть кнопку  «Абсолютная рабочая плоскость XY» на панелі «Рабочая плоскость». Робоча площина буде встановлена в абсолютне положення XY. Утримуючи клавішу <Ctrl> клацніть правою кнопкою миші. Робоча площина відповідатиме площині екрана. Натисніть кнопку  «Отключение изображения» на панелі «Режимы отображения». Буде відключено відображення частини моделі над робочою площиною.

2.1.12.1 Побудова осьової лінії тіла обертання

Підведіть курсор до точки перетину допоміжних ліній (рис. 2.12) і одночасно натисніть ліву і середню кнопку миші або клавішу <3> на клавіатурі. Курсор переміститься до точки 1. Змініть крок руху курсора. Для цього натисніть клавішу <D> на клавіатурі. З'явиться рядок введення значень. У полі «Шаг =>» введіть 11 і натисніть <Enter>. Натисніть клавішу <3> на цифровій клавіатурі (управо–вниз). Курсор переміститься на 11 мм. Натисніть комбінацію клавіш <Alt> і <L>. Вісь тіла обертання буде побудована.

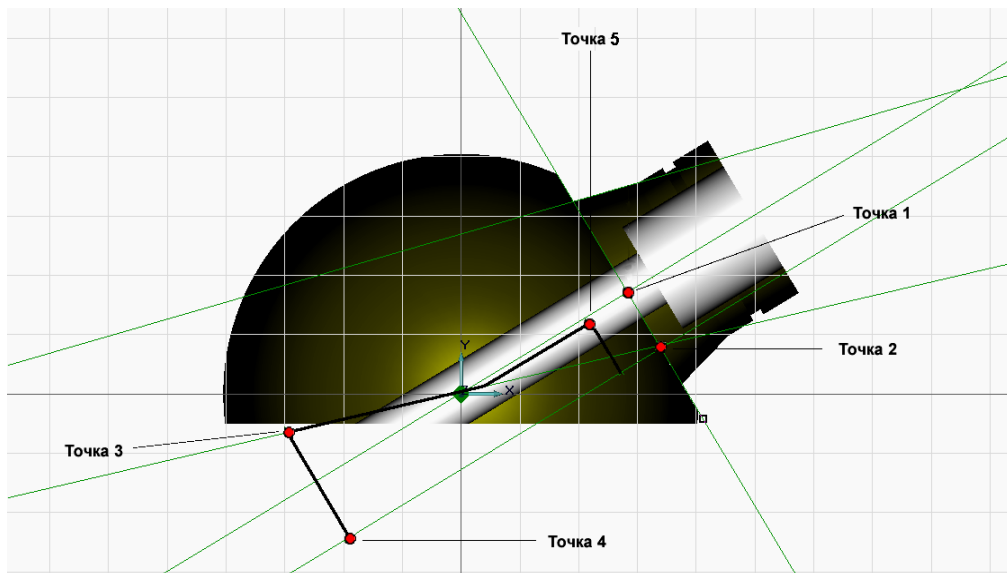



Рисунок 2.12 – Побудова осьової лінії тіла обертання

2.1.12.2 Побудова контуру тіла обертання

Натисніть кнопку  «Ломаная линия» на панелі «2D объекты». Встановіть крок руху курсора «D = 8». Перемістіть курсор до точки 2 (рис. 2.12) і натисніть клавішу <1> на цифровій клавіатурі (вліво–вниз). Натисніть ліву кнопку миші або клавішу <Пробел>.


Встановіть крок руху курсора «D = 10». Натисніть клавішу <7> на цифровій клавіатурі (вліво–вверх). Натисніть ліву кнопку миші або клавішу <Пробел>.

Встановіть крок руху курсора «D = 21». Натисніть клавішу <1> на цифровій клавіатурі (вліво–вниз). Натисніть ліву кнопку миші або клавішу <Пробел>.

Натисніть клавішу <L> на клавіатурі. З'явиться рядок введення значень. У полі «Угол» введіть значення 13 і натисніть <Enter>. Буде побудована допоміжна лінія під кутом 13 градусів. Підведіть курсор до довільного місця на побудованій прямій знизу від деталі (точка 3 на рисунку 2.12.). Одночасно натисніть праву і середню кнопку миші. Курсор переміститься до допоміжної прямої. Натисніть ліву кнопку миші або клавішу <Пробел>.

Підведіть курсор до осьової лінії тіла обертання і одночасно натисніть праву і середню кнопку миші. Курсор переміститься до допоміжної прямої. Натисніть ліву кнопку миші або клавішу <Пробел> (точка 4 на рисунку 2.12.). Для побудови скруглення натисніть кнопку «Скругление» на панелі «Операции 2D». У рядку введення значень введіть 5. Натисніть кнопку «ОК». Вкажіть точку 5 (рис. 2.12). Буде побудовано скруглення радіусом 5.

2.1.13 Побудова контуру тіла обертання

Натисніть кнопку  «Вращение» на панелі «3D объекты 1». З'явиться запит «Профиль?/Esc». Вкажіть профіль тіла обертання і натисніть середню кнопку миші або клавішу <Esc> на клавіатурі. З'явиться запит

«Угол =>». Введіть значення 360° у відповідне поле і натисніть кнопку «ОК» або клавішу <Enter>. З'явиться запит «Точка осі». Перемістіть курсор до точки 1 (рис. 2.13). Натисніть ліву кнопку миші. Перемістіть курсор до точки 2 (рис. 2.13).

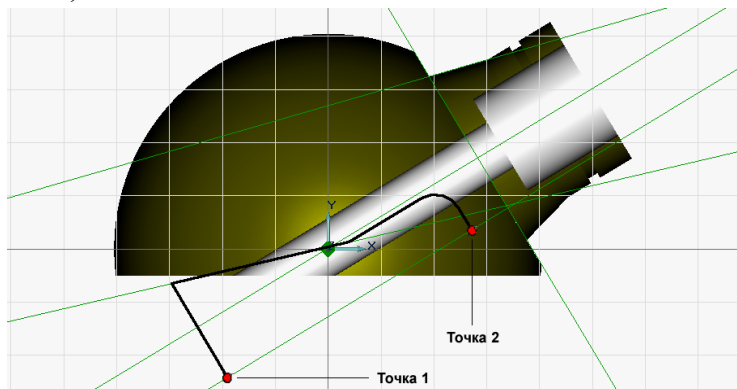


Рисунок 2.13 - Побудова контуру тіла обертання

Натисніть ліву кнопку миші. Буде побудовано тіло обертання (рис. 2.14).

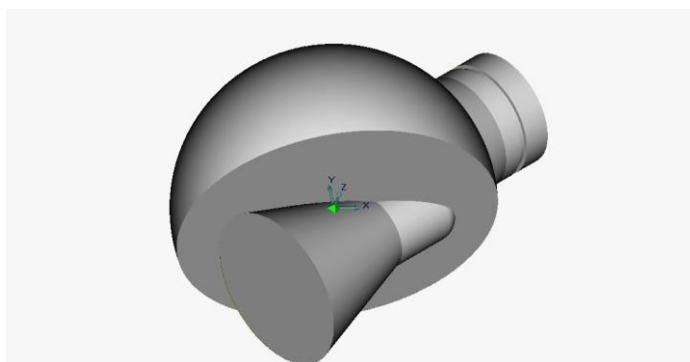





Рисунок 2.14 – Результат побудови тіла обертання

Натисніть кнопку  «Отключение изображения» на панелі «Режимы отображения». Буде включено відображення частини моделі над робочою площиною.

2.1.14 Віднімання тіла обертання

Команда «Вычитание» дозволяє відняти об'ємні тіла з першого вибраного об'ємного тіла. З першого вказаного тіла послідовно віднімається решта всіх вибраних тіл.

Для того, щоб створити поверхню обертання, відніміть побудоване тіло обертання з основного корпусу деталі.

Натисніть і утримуйте кнопку  «Объединение тел» на панелі «Операции с группами объектов». З'явиться прихована панель. Виберіть  «Вычитание тел». З'явиться запит «3D элементы?». Вкажіть корпус деталі.

Вкажіть тіло обертання і натисніть середню кнопку миші. Тіло обертання відніме свій об'єм в корпусі деталі (рис. 2.15).

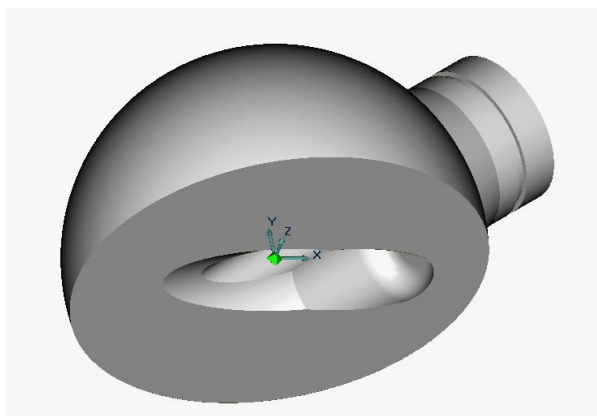




Рисунок 2.15 – Результат віднімання тіла обертання

2.1.15 Видалення допоміжних побудов

Для видалення допоміжних побудов: Натисніть клавішу <Tab> на клавіатурі. Буде активізований другий допоміжний шар. З системного меню виберіть «Общие», «Удалить», «Активный слой». Допоміжні побудови будуть видалені. Для активізації першого шару натисніть клавішу <Tab>.

2.1.16 Створення фланців під болтові з'єднання



Натисніть і утримуйте кнопку  «Совмещение системы координат» на панелі «Рабочая плоскость». З'явиться додаткове меню. Виберіть «Грань». Вкажіть нижню плоску грань моделі. Робоча площина буде розташована на цій грані. Натисніть клавішу <A>. Система координат переміститься в абсолютний нуль робочої площини. Натисніть кнопку  «Вид на рабочую плоскость» на панелі «Камера».


2.1.16.1 Створення фланця

Натисніть клавішу «Home» на клавіатурі. Курсор переміститься до центра координат. Натисніть клавішу <L> на клавіатурі. З'явиться запит «Угол =». Введіть значення «0» у відповідне поле. Буде побудована допоміжна пряма під кутом «0» градусів

2.1.16.2 Створення тимчасової проекції

ADEM дозволяє створювати тимчасові проекції об'ємної моделі і її фрагментів. Тимчасові проекції можуть бути використані як для побудови об'ємних тіл, так і допоміжні побудови для прив'язок і креслення.

В більшості випадків тимчасова проекція – це система звичайних 2D елементів з атрибутом суцільної тонкої лінії. Натисніть і утримуйте кнопку  «Проекция грани» на панелі «Временные проекции». З'явиться прихована панель. Виберіть  «Получение контура». З'явиться запит «Грань?».

Вкажіть нижню грань моделі. Буде побудована її тимчасова проекція (рис. 2.16). Натисніть кнопку  «Отрезок» на панелі «2D объекты». Натисніть клавішу <D> на клавіатурі. У рядку введення значень в полі «Шаг =>» введіть значення 5 і натисніть клавішу «Enter». Підведіть курсор до точки 1 (рис. 2.16) і одночасно натисніть ліву і середню кнопку миші або клавішу <3> на клавіатурі. Курсор переміститься до точки перетину допоміжної прямої і тимчасової проекції нижньої грані. Натисніть клавішу «Стрелка – вправо» на клавіатурі. Натисніть ліву кнопку миші або клавішу <Пробел>.

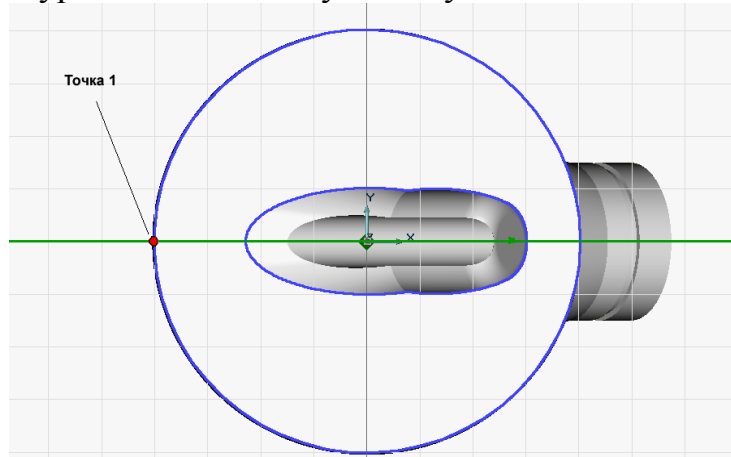



Рисунок 2.16 – Побудова тимчасової проекції

Тричі натисніть клавішу «Стрелка влево». Курсор переміститься на 15 мм від попереднього положення. Натисніть ліву кнопку миші або клавішу <Пробел>. Буде побудований відрізок довжиною 15 мм (рис. 2.17). Для видалення тимчасових проекцій натисніть кнопку  «Удалить проекцию» на панелі «Временные проекции».

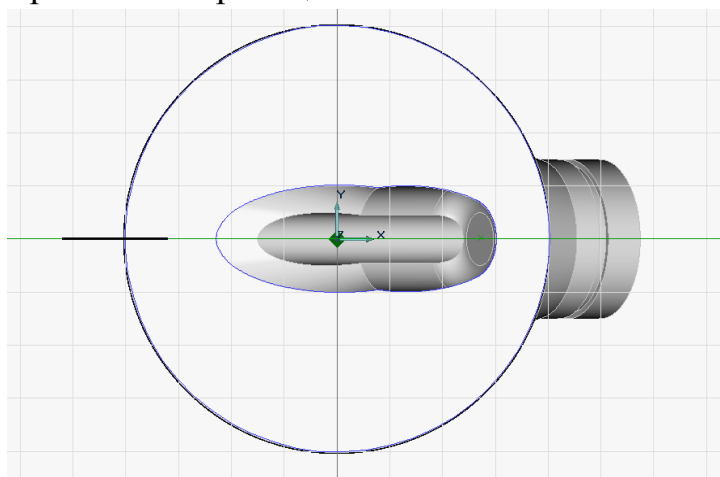




Рисунок 2.17 – Побудова відрізка

Натисніть кнопку  «Скругление» на панелі «Редактирование 2D». У полі «R =>» введіть значення <10> і натисніть <Enter>. З'явиться запит «Узел элемента?». Вкажіть один з вузлів побудованого відрізка. Буде побудований контур фланця (рис. 2.18).

Натисніть кнопку  «Смещение» на панелі «3D объекты 1». З'явиться запит «Профиль?». Вкажіть профіль фланця і натисніть середню кнопку миші або клавішу <Esc>. У полі «Высота» введіть значення «0». У полі «Глубина» введіть значення «5». Натисніть кнопку «ОК» або клавішу <Enter>.

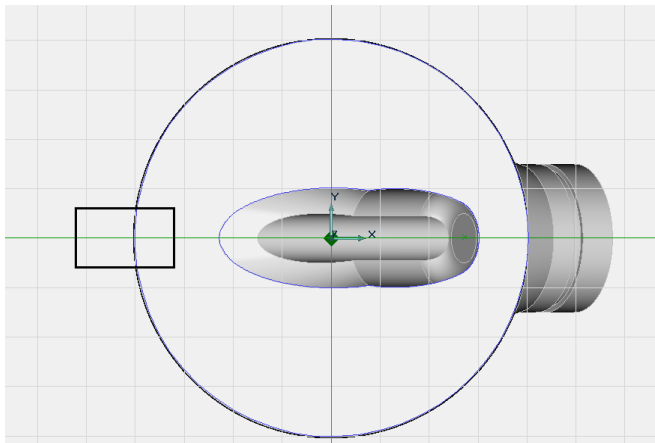


Рисунок 2.18 – Побудова контуру фланця

Команда «Смещение» дозволяє створювати об'ємні тіла зсувом профілю у напрямі осі Z поточної системи координат на задану висоту із заданим кутом стінок. Як профіль можуть бути вибрані плоскі елементи, ребра або грані об'ємних тіл. Якщо вибрано декілька окремих елементів і ребер, то буде побудовано декілька окремих тіл.

2.1.16.3 Видалення допоміжних побудов

Для видалення допоміжних побудов: Натисніть клавішу <Tab> на клавіатурі. Буде активізований другий допоміжний шар. З системного меню виберіть «Общие», «Удалить», «Активный слой». Допоміжні побудови будуть видалені. Для активізації першого шару натисніть клавішу <Tab>.

2.1.16.4 Створення скруглень на фланці

Поверніть модель так, щоб були видні два ребра фланця (рис. 2.19).

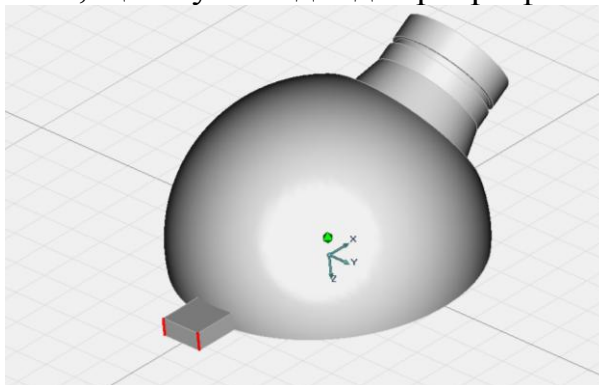



Рисунок 2.19 – Загальний вигляд двох ребер фланця

Для побудови округлень натисніть кнопку  «Скругление» на панелі «Редактирование 3D». З'явиться запит «Ребра?». Вкажіть два ребра фланця

і натисніть середню кнопку миші або клавішу <Esc> на клавіатурі. У полі «Радиус» введіть значення 5 і натисніть кнопку «ОК» або <Enter>. На двох ребрах фланця будуть побудовані скруглення радіусом 5 (рис. 2.20).

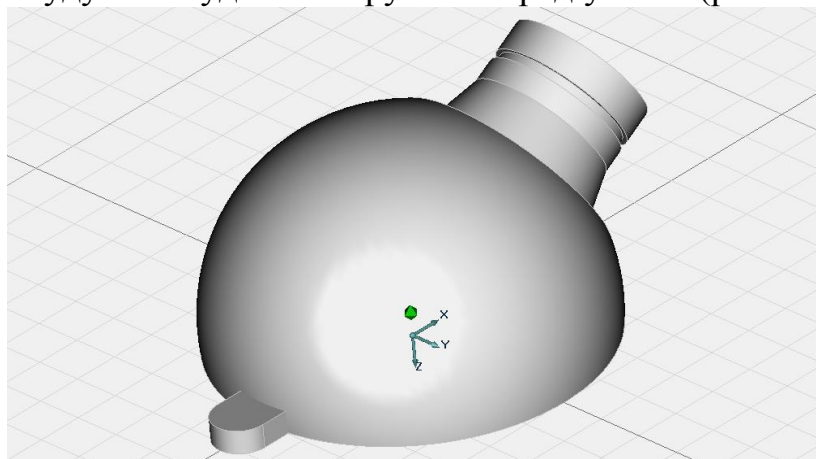


Рисунок 2.20 – Загальний вигляд побудованого фланця

2.1.16.5 Створення отвору на фланці

Для створення отвору на фланці натисніть кнопку «Вид на робочу площину» на панелі «Камера». Натисніть кнопку «Получение контура» на панелі «Временные проекции» і вкажіть грань фланця. Буде побудована тимчасова проекція грані фланця (рис. 2.21).

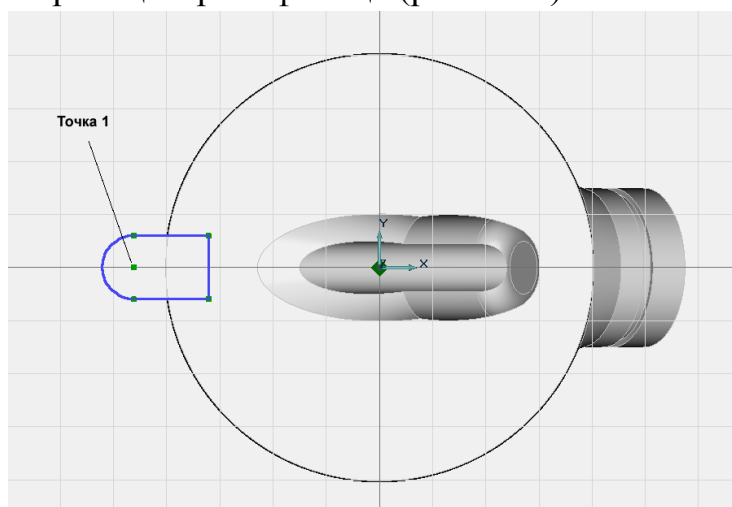



Рисунок 2.21 – Побудова тимчасової проекції грані фланця

Натисніть кнопку «Окружность заданного диаметра» на панелі «2D Объекты». З'явиться рядок введення значень. Введіть значення «5» у відповідне поле і натисніть кнопку «ОК» або клавішу <Enter>. Підведіть курсор до точки 1 (рис. 2.21) і одночасно натисніть ліву і середню кнопку миші або клавішу <3> на клавіатурі. Курсор переміститься до цієї точки. Натисніть ліву кнопку миші або клавішу пропуск. Буде побудований контур отвору. Натисніть кнопку «Удалить проекцию» на панелі «Временные проекции».

Натисніть кнопку  «Сквозное отверстие» на панелі «3D Объекты 2». З'явиться запит «Профиль?». Вкажіть контур отвору і натисніть середню кнопку миші або клавішу <Esc>. З'явиться запит «3D элемент?». Вкажіть фланець. Буде побудовано наскрізний отвір (рис. 2.22).

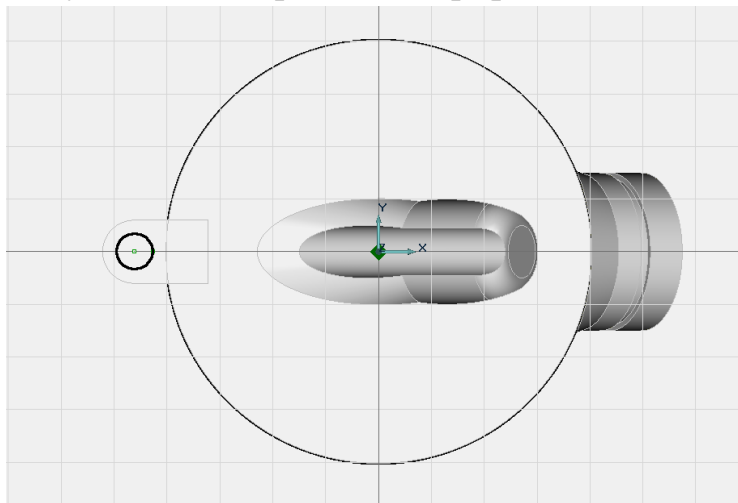



Рисунок 2.22 – Побудова наскрізного отвору

2.1.17. Копіювання фланця

Для створення двох копій фланця натисніть і утримуйте кнопку  «Копия» на панелі «Операции с группами объектов». З'явиться додаткова панель. Виберіть «Угловая». З'явиться запит «3D элементы?». Вкажіть фланець. Фланець буде підсвічений червоним кольором. Натисніть середню кнопку миші або клавішу <Esc> на клавіатурі. З'явиться запит «Центр?». Вкажіть центр кутового копіювання. Для цього натисніть клавішу «Home» на клавіатурі. Курсор переміститься на початок системи координат. Натисніть ліву кнопку миші або клавішу <Пропуск>. З'явиться рядок введення значень. У полі «Угол =>» введіть значення «120». У полі «Число =>» введіть значення «2». Натисніть кнопку «ОК» або клавішу <Enter>. Буде побудовано дві копії фланця (рис. 2.23).

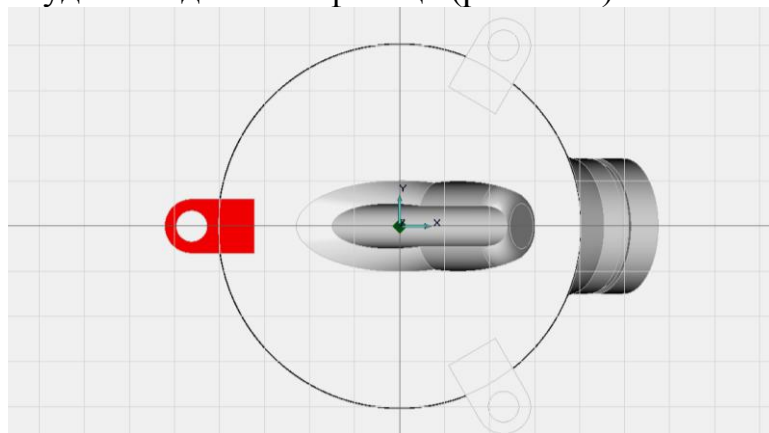





Рисунок 2.23 – Побудова двох копій фланця

2.1.17.1 Об'єднання тіл

Для об'єднання трьох фланців і основного корпусу натисніть і утримуйте кнопку  «Выбор элементов» на панелі «Операции с группами объектов». У додатковому меню виберіть «3D только». З'явиться запит «3D элементы?». Виділіть вікном всі об'ємні елементи. Натисніть кнопку  «Объединение тел» на панелі «Операции с группами объектов». Вибрані тіла будуть об'єднані.

2.1.17.2 Побудова скруглень на ребрах

Для побудови скруглень на ребрах між сферичною поверхнею моделі і вертикальними гранями фланців натисніть кнопку  «Скругление» на панелі «Редактирование 3D». З'явиться запит «Ребра?». Виберіть всі потрібні елементи (рис. 2.24) і натисніть середню клавішу миші. З'явиться рядок введення значень.

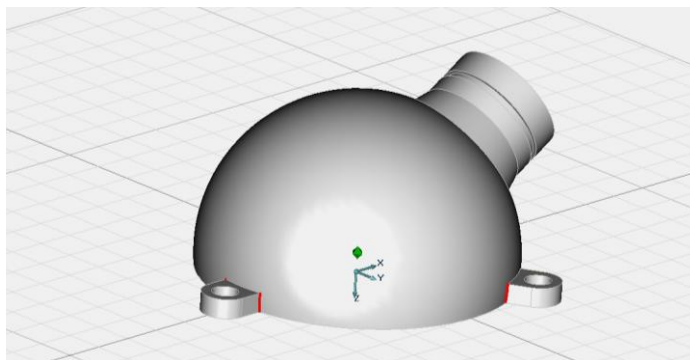


Рисунок 2.24 – Виділення ребер фланців для скруглення

У відповідному полі введіть значення «5» і натисніть кнопку «ОК» або клавішу <Enter>. На вибраних ребрах будуть побудовані скруглення радіусом 5 (рис. 2.25).

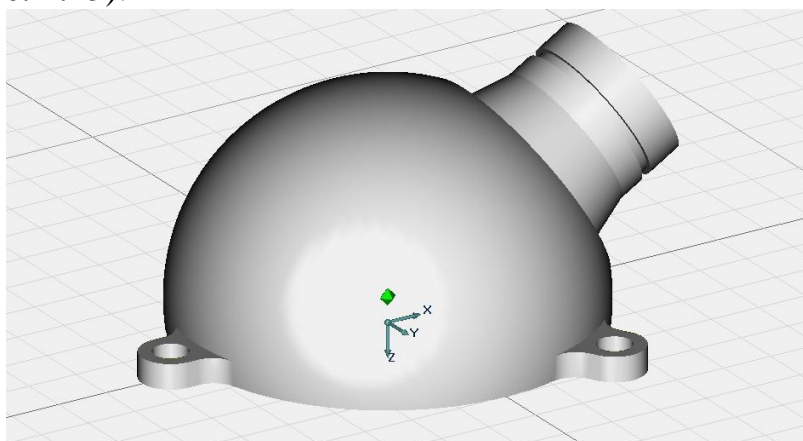


Рисунок 2.25 – Побудовані скруглення ребер фланців

Для побудови скруглення між основною сферичною частиною моделі і поверхнею обертання поверніть модель так, як показано на рисунку 2.26.

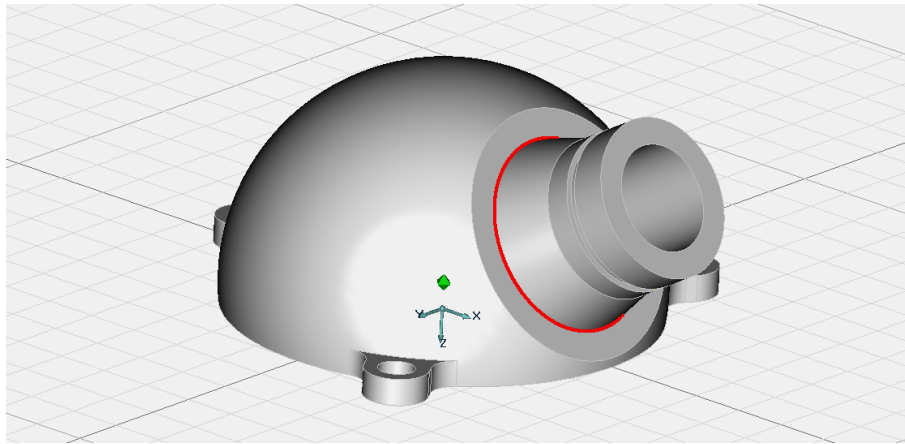



Рисунок 2.26 – Вигляд на грань між основною сферичною частиною моделі і поверхнею обертання

Натисніть кнопку  «Скругление» на панелі «Ребра». З'явиться запит «Ребра?». Вкажіть ребро моделі і натисніть середню кнопку миші або клавішу <Esc> на клавіатурі. У рядку введення значень введіть значення 2 і натисніть кнопку «ОК» або <Enter> на клавіатурі. На вибраному ребрі буде побудовано скруглення радіусом 2 (рис. 2.27).

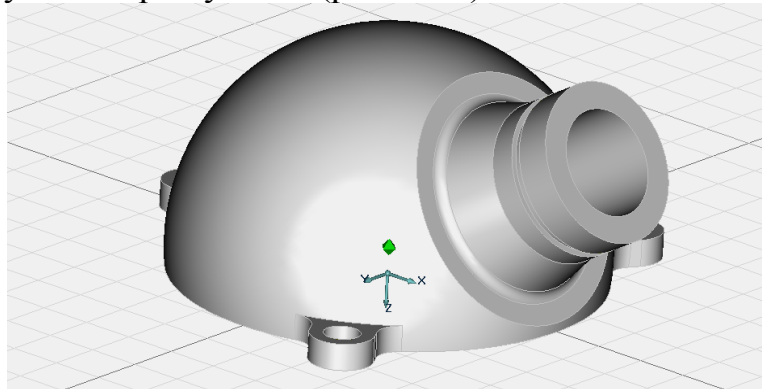


Рисунок 2.27 – Побудова скруглення між основною сферичною частиною моделі і поверхнею обертання

2.1.18 Створення фаски

Для створення фаски на циліндричній частині деталі поверніть модель так, як це показано на рисунку 2.28.

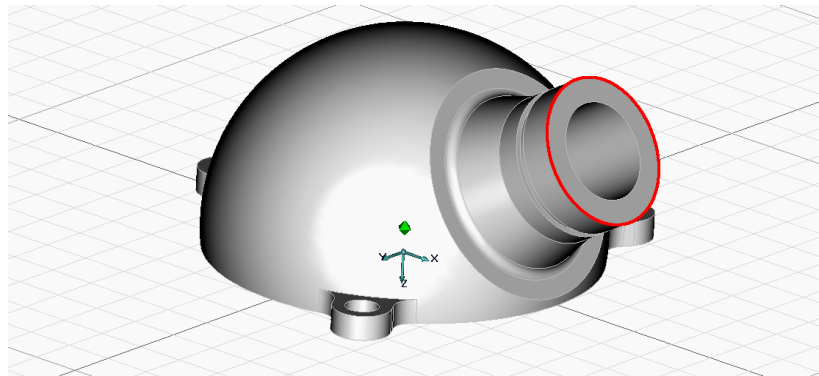



Рисунок 2.28 – Місце створення фаски на циліндричній частині деталі

Натисніть кнопку  «Фаска на ребре» на панелі «Ребра». З'явиться запит «Ребра?». Вкажіть зовнішнє ребро циліндричній частині моделі і натисніть середню кнопку миші або клавішу <Esc> на клавіатурі. У рядку «Фаска1 =>» введіть значення 1 і натисніть кнопку «ОК» або клавішу <Enter>. На вибраному ребрі буде побудована рівностороння фаска (рис. 2.29).

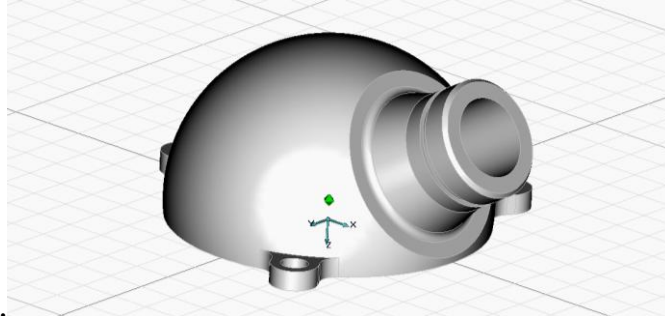


Рисунок 2.29 – Результат побудови фаски на циліндричній частині деталі

2.1.19 Редагування об'ємної моделі

2.1.19.1 Зміна глибини отвору за допомогою дерева моделі

Для редагування об'ємної моделі ми використовуватимемо дерево моделі. Дерево містить всі елементи, з яких складаються 3D моделі на рисунку 2.30. Ми можемо змінювати параметри елементів дерева і потім перебудувати модель за допомогою кнопки регенерації.

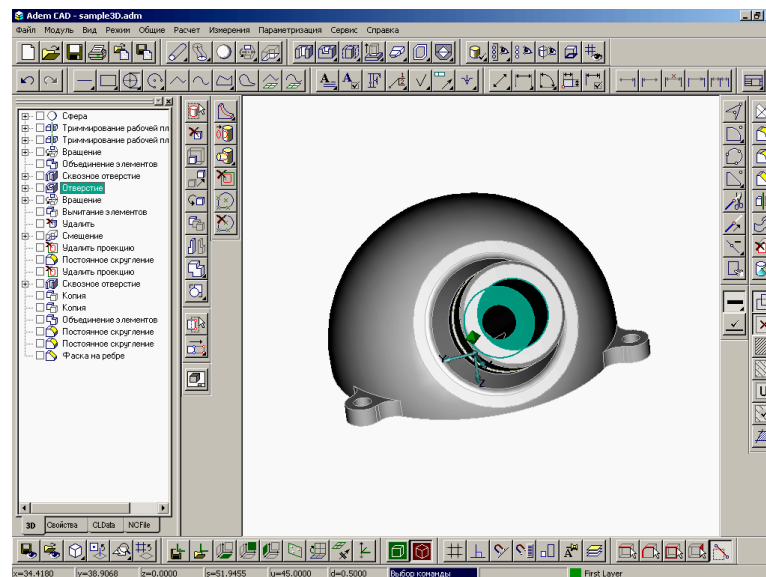



Рисунок 2.30 – Загальний вигляд на дерево побудови моделі деталі




Для зміни глибини отвору:

1. У дереві моделі виберіть елемент «Отверстие». Двічі клацніть лівою кнопкою миші на цьому елементі.

2. У рядку «Глубина контура =» введіть значення «30», а в рядок «Угол =» введіть значення «15» і натисніть кнопку «ОК» або клавішу <Enter>.
3. Натисніть кнопку «Регенерация 3D»  на панелі «Редактирование 3D». Модель перебудується відповідно до внесених змін.

2.1.19.2 Зміна фаски за допомогою редагування профілю

Для редагування деяких елементів об'ємної моделі ми можемо використовувати профілі, по яких побудовані ці елементи. Редагування профілів відбувається подібно до редагування плоскої геометрії. Після закінчення редагування профілів необхідно перебудувати модель за допомогою кнопки регенерації. Для зміни фаски:

1. Натисніть кнопку «Абсолютная рабочая плоскость XY»  на панелі «Рабочая плоскость».
2. Для включення відображення профілів натисніть кнопку «Видимость профилей»  на панелі «Режимы отображения». Якщо відображення профілів вже включене, то дану кнопку непотрібно натискати.
3. Натисніть кнопку «Фаска»  на панелі «Редактирование 2D».
4. У полі «Фаска =» введіть значення 3 і натисніть клавішу «ОК» або <Enter>.
5. Вкажіть вузол в точці 1 (рис. 2.31).

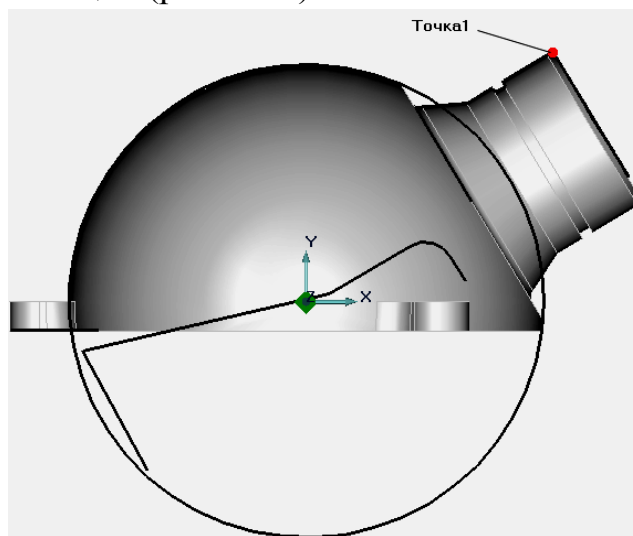




Рисунок 2.31 – Місце зміни фаски за допомогою редагування профілю

6. Натисніть кнопку «Регенерация 3D»  на панелі «Редактирование 3D». Модель перебудується відповідно до внесених змін (рис. 2.32).
7. Для виключення відображення профілів натисніть кнопку «Видимость профилей»  на панелі «Режимы отображения».

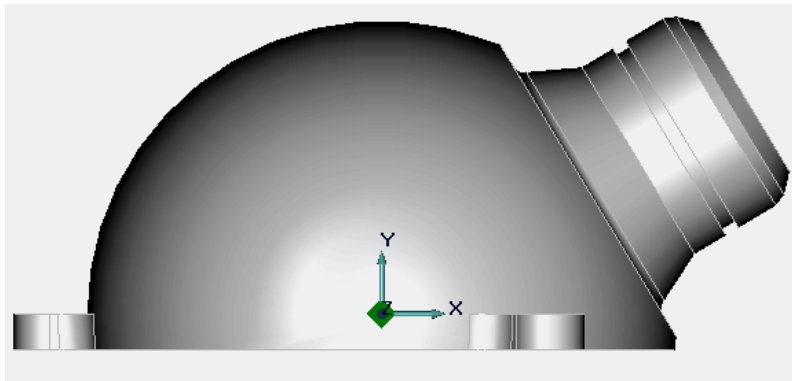


Рисунок 2.32 – Результат внесення змін в об'ємну модель корпусу

2.2 Порядок виконання практичної роботи

1. Запустіть програму ADEM. Завантажте програмний модуль CAD.
2. На основі поданої методики в розділі 2.1 виконайте поетапне тривимірне моделювання даної деталі (рис. 2.1).

Контрольні запитання

1. Що є результатом конструкторського проектування з використанням САПР?
2. З яких об'єктів складаються тривимірні моделі?
3. Які існують види тривимірних моделей?
4. Які операції використовуються для отримання тривимірних об'єктів на основі плоских контурів?
5. Що таке «булеві операції»? Які існують види булевих операцій?
6. На які функціональні елементи поділяється система тривимірного проектування в ADEM CAD?
7. Що таке «Робоча площина» в ADEM CAD?
8. Для чого призначені системи координат в ADEM?

Самостійна робота № 2

Створення ескізу двовимірної моделі на основі тривимірного подання деталі в ADEM CAD

Мета роботи: ознайомитися з основними методами побудови головних виглядів деталі на кресленні, методами побудови розрізів деталі в ADEM CAD на основі створеної об'ємної моделі деталі.

2.1 Основні теоретичні відомості




2.1.1 Побудова креслень за допомогою об'ємної моделі

Працюючи в системі ADEM, конструктор (designer) або технолог (technologist) при проектуванні може йти як в прямому (від 2D до 3D), так і у зворотному напрямі. Програма дозволяє створювати об'ємні моделі на основі плоскої геометрії, а також формувати вигляди, перетини і розрізи на основі 3D-моделі.

Всі плоскі побудови пов'язані з геометрією об'ємної моделі. При зміні параметрів 3D-моделі ми можемо перебудувувати отриману геометрію.

2.1.2 Створення головних виглядів

Функція створення головних виглядів дозволяє отримати 3 головних проекції і ізометричний вигляд моделі. Побудова проекції ведеться щодо абсолютної системи координат. Тому перед початком побудов необхідно повернути модель (model) так, щоб проекція вигляду зверху відповідала проекції моделі на робочу площину. Для розвороту моделі:

1. Натисніть кнопку «Относительная рабочая плоскость YZ»  на панелі «Рабочая плоскость».
2. Натисніть кнопку «Поворот»  на панелі «Операции с группами объектов». З'явиться запит «3D элементы?».
3. Вкажіть модель за допомогою миші і натисніть <Esc> або середню клавішу миші. З'явиться запит «Центр?». Вкажіть центр в центрі абсолютної системи координат.
4. У полі «Угол =>» введіть значення -90° і натисніть кнопку «ОК» або клавішу <Enter>.
5. Натисніть кнопку «Абсолютная рабочая плоскость XY»  на панелі «Рабочая плоскость». Встановіть вигляд на робочу площину за допомогою поєднання клавіш <Ctrl> і правої кнопки миші. Зображення повинне відповідати рисунку 2.33.

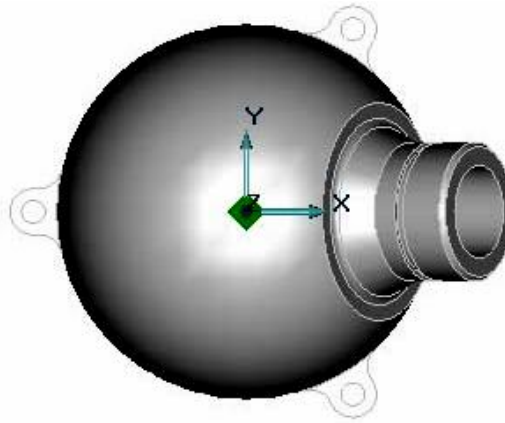




Рисунок 2.33 – Вигляд зверху, що відповідає проекції моделі на робочу площину

Для створення головних виглядів натисніть і утримуйте кнопку «Создание чертежных видов с 3D модели»  на панелі «Создание чертежных видов с 3D модели». У додатковому меню виберіть «Главные виды». З'явиться діалог:

1. У діалозі приберіть прапорець «Изометрический» і натисніть кнопку «ОК».
2. Встановіть креслярські вигляди в полі екрана.

2.1.3 Побудова видів і розрізів (cut)

Далі за допомогою функцій системи ми побудуємо розріз на вигляді зверху і вигляді знизу. Для створення вигляду знизу:

1. Натисніть і утримуйте кнопку «Создание чертежных видов с 3D модели»  на панелі «Создание чертежных видов с 3D модели». У додатковому меню виберіть «Чертежный вид». З'явиться запит «Плоский вид?».
2. Вкажіть головний вигляд. З'явиться запит «Стрелка (Начало)?». Вкажіть початкову точку стрілки. З'явиться запит «Направление?». Вкажіть кінцеву точку стрілки, що визначає напрям вигляду (рис. 2.34).
3. У полі введіть позначення вигляду – букву <A>, і натисніть кнопку «ОК» або клавішу <Enter>.
4. Встановіть отриманий вигляд зліва від головного вигляду (рис. 2.34).

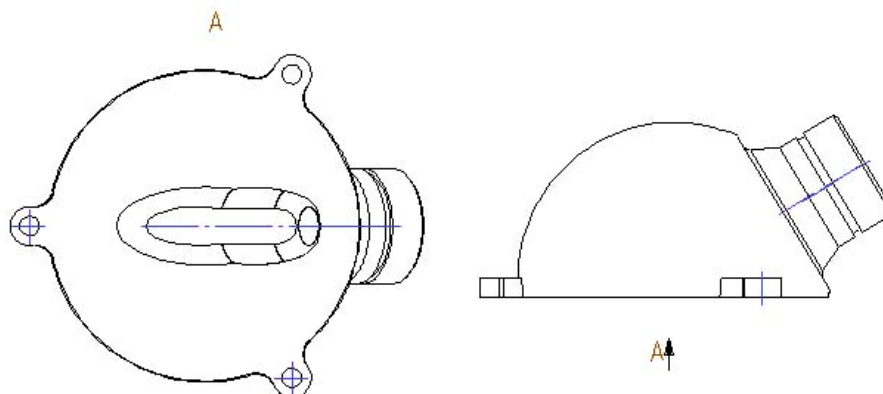




Рисунок 2.34 – Побудова вигляду зверху і вигляду знизу

Для побудови розрізу.

1. Натисніть кнопку  на панелі «Штриховки» для вибору типу штрихування розрізу.
2. Натисніть і утримуйте кнопку «Создание чертежных видов с 3D модели»  на панелі «Создание чертежных видов с 3D модели». У додатковому меню виберіть «Чертежный вид». З'явиться запит «Плоский вид?».
3. Вкажіть вигляд зверху. З'явиться запит «Линия разреза». Вкажіть початкову і кінцеву точку лінії розрізу (рис. 2.35). Натисніть <Esc> або середню кнопку миші.
4. У полі введіть позначення розрізу – букву , і натисніть кнопку <OK> або клавішу <Enter>.
5. Встановіть розріз праворуч від вигляду зверху (рис. 2.35).

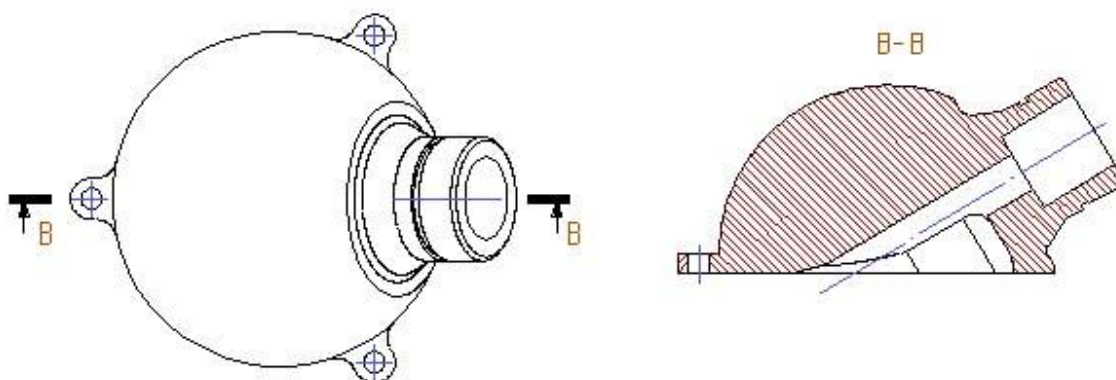




Рисунок 2.35 – Побудова розрізу деталі

2.1.4. Регенерація виглядів

В процесі проектування конструктор може вносити зміни до об'ємної моделі, а потім після регенерації виглядів отримаємо змінену плоску геометрію. У нашій моделі ми змінимо глибину отвору, а потім прослідкуємо зміни геометрії і розмірів на нашому кресленні. У нашому прикладі ми не розставлятимемо всі розміри, а позначимо тільки розмір глибини отвору. Потім внесемо зміни в геометрію об'ємної моделі і виконуємо регенерацію виглядів. Для внесення змін до геометрії виглядів і розрізів.

1. Натисніть кнопку «Размер параллельный ребру»  на панелі «Размеры» і встановіть розмір, що визначає глибину отвору за допомогою ребра (рис. 2.36).
2. У закладці «3D» вікна проекту виберіть елемент «Отверстие» і двічі натисніть ліву клавішу миші на ньому. У полі «Глубина от контура» введіть значення «10». Натисніть кнопку «OK» або клавішу <Enter>.
3. Натисніть кнопку «Регенерация 3D»  на панелі «Редактирование 3D». Модель перебудується відповідно до внесених змін.

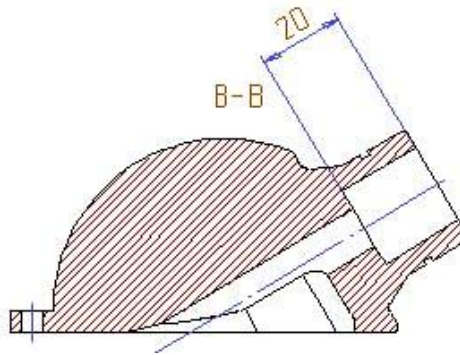



Рисунок 2.36 – Встановлення розміру, що визначає глибину отвору

4. Для регенерації виглядів відповідно до змін 3D моделі натисніть і утримуйте кнопку «Создание чертежных видов с 3D модели»  на панелі «Создание чертежных видов с 3D модели». У додатковому меню виберіть «Регенерация видов».
5. Таким чином, ми внесли зміни до плоскої і об'ємної геометрії (рис. 2.37).

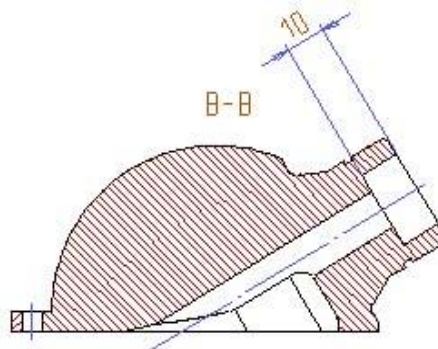


Рисунок 2.37 – Результат внесення змін до плоскої і об'ємної геометрії

2.2 Порядок виконання самостійної роботи

1. Уважно прочитати і розібратися в підрозділі 2.1. Теоретичні відомості.
2. Після виконання практичної роботи № 2, на основі отриманої тривимірної моделі деталі, створіть три основних вигляди на кресленні деталі, побудуйте розріз деталі з головного вигляду.
3. Роздрукувати на принтері отримане повне технічне креслення деталі додати в звіт із самостійної роботи.

Контрольні запитання

1. За допомогою яких основних виглядів можна подати деталь на технічному кресленні?
2. Які основні операції редагування тривимірних об'єктів в ADEM CAD?
3. Як здійснюється управління об'єктами побудови в ADEM CAD?
4. Яким чином в ADEM CAD здійснюється побудова різних виглядів і розрізів за тривимірною моделлю?

Практична робота № 3

Проектування технологічного маршруту токарної обробки деталі в модулі ADEM CAM

Мета роботи: змоделювати процес токарної обробки деталі, розробити програму управління (ПУ) для станків (machine-tool) із ЧПК в модулі ADEM CAM.

3.1 Основні теоретичні відомості

Будь-яку деталь, що підлягає обробці, можна подати набором конструктивних елементів (KE). Наприклад, для токарної обробки це область (area), торець (butt end), різьба (screw-thread). Проектування обробки в ADEM CAM виконується поелементно.

Технологічний об'єкт (ТО) – це одиниця інформації про обробку в модулі CAM, він містить дані про обробку одного KE. Ці дані можуть бути розділені на дві частини.

1. Інформація про конструкцію:

- a) тип конструктивного елемента (область, торець, різьба);
- b) параметри конструктивного елемента (перебіг (overtravel), припуск і т. д.);
- c) геометрія конструктивного елемента (контур).

2. Інформація про технологію:

- a) тип технологічного переходу (точити, розточити (to bore), свердлити (to drill) і т. д.);
- b) параметри технологічних переходів (подача (serve), частота обертання (frequency of rotation) шпинделя і т. д.).

Конструктивний елемент – це геометрична модель, на базі якої розробляється ПУ. Вона створюється в модулі двовимірного моделювання ADEM CAD.



Технологічний об'єкт, що містить інформацію про обробку одного KE, називається також технологічним переходом/конструктивним елементом (ТП/KE).

Система зберігає зв'язок між технологічними об'єктами і геометричними елементами, на базі яких вони створені. Якщо оброблюваний контур модифікований в ADEM CAD, то не потрібно наново проектувати обробку, достатньо автоматично перерахувати траєкторію (trajectoriya) інструменту зі старими параметрами конструктивних елементів і технологічними переходами. Це справедливо і для параметричних геометричних моделей.

Технологічні об'єкти можуть бути параметрично пов'язані між собою. Декілька технологічних об'єктів можуть бути створені з одним конструктивним елементом. Якщо змінюється KE в одному з них, він автоматично змінюється в решті всіх параметрично пов'язаних технологічних об'єктах.

Існують також технологічні об'єкти, не пов'язані з безпосередньою обробкою (зняттям металу). Такі ТО називаються технологічними командами.

Також за допомогою їх можна включити в ПУ команди:

1. Координати початкового положення інструменту і безпечної позиції  (safe position);
2. Площину холостих ходів (plane of idlings) при перемещенні інструменту від одного КЭ до другого .

Маршрут обробки – це послідовність технологічних об'єктів. За бажанням користувач може змінити порядок технологічних об'єктів, що приведе до зміни маршруту обробки.

Після того, як створений маршрут обробки запускається команда «Процесор», яка на основі інформації, що міститься в ТО, розраховує переміщення інструменту, необхідні для обробки деталі. Ця послідовність переміщень інструменту називається траєкторією руху інструменту.

Результатом роботи команди «Процесор» є CLDATA - послідовність команд верстату. CLDATA містить команди переміщення інструменту (власне траєкторію інструменту), команди не пов'язані з переміщенням інструменту (наприклад, включення/виключення шпинделя або охолодження) і довідникову інформацію (назва ПУ, модель верстата тощо).

Результатом роботи модуля ADEM CAM є програма управління (ПУ) - послідовність команд верстата у форматі його стояка ЧПК. Команда «Адаптер» конвертує CLDATA в ПУ відповідно до постпроцесора. Постпроцесор - це набір файлів, що містять правила перетворення CLDATA в ПУ для конкретного верстата. Для кожної моделі верстата/стійки ЧПК в модулі ADEM GPP створюється свій власний постпроцесор.

Проект - це один маршрут обробки. У одному файлі можна створити декілька проектів (маршрутів обробки) і для кожного з них отримати свою ПУ, таким чином отримати на базі однієї геометричної моделі різні ПУ для різних верстатів.

Крім того, один проект може бути викликаний з іншого. Так в системі може бути розроблена ПУ з підпрограмами.

3.1.1 Етапи роботи

Процес створення технологічного об'єкта на основі створеної або імпортованої геометричної моделі включає такі стадії:

1. Вказання конструктивного елемента (область, торець, різьба).
 2. Задання технологічного переходу (точити, свердлити, і т. д.).
- Результатом виконання кроків 1 і 2 є створений технологічний об'єкт.
3. Повторення кроків 1 і 2 для кожного технологічного об'єкта.
 4. Задання технологічних команд (початок циклу, площина холостих ходів, стоп і т. д.).
 5. Розташування створених технологічних об'єктів в правильному порядку.

6. Розрахунок траєкторії руху інструменту.
7. Виконання моделювання процесу обробки.
8. Створення програми управління.

До початку генерації програми управління необхідно вибрати тип устаткування і вказати ряд додаткових параметрів. Це можна зробити на будь-якому етапі роботи в ADEM CAM, проте рекомендується задати всі необхідні установлення на початку роботи над проектом, оскільки інформація, що міститься в постпроцесорі, може робити вплив на формування траєкторії руху інструменту.

3.1.2 Підготовка геометрії для складання програми управління обробки на токарному верстаті

Геометрія деталі може бути створена в модулі ADEM CAD або імпортована з іншої системи. Для роботи в модулі ADEM CAM геометрія деталі повинна бути відповідним чином доопрацьована: заданна межа заготовки, заданна система координат, проведено розбирання (складання) контуру.

3.1.3 Заготовка

Заготовка задається обмежуючою лінією або декількома лініями, які визначають межу зони обробки. Дані лінії задають припуск на обробку по діаметру і по ширині торця. Заготовку можна задати відрізком або ламаною лінією (рис. 3.1).

Щоб побудувати відрізок:

1. Натисніть кнопку «Отрезок» на панелі інструментів «2D Объекты».
2. Вкажіть початкову (ПТ) і кінцеву точки (КТ) відрізка.

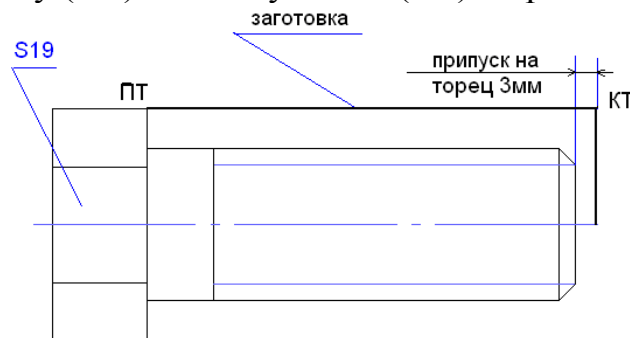



Рисунок 3.1 – Підготовка геометрії деталі


3.1.4 Система координат

Сумістіть систему координат деталі і геометричної моделі, вісь X – вісь обертання деталі, вісь Y – направлена на працюючого за верстатом. Можна переміщати відносну систему координат в робочій площині, повертати осі X і Y в робочій площині, а також змінювати напрям осі Z на протилежний за допомогою команд, що знаходяться на панелі інструментів «Рабочая плоскость».

Команда «Относительная система координат » дозволяє переміщати центр відносної системи координат «в рабочей плоскости».

«В точку курсора» – переміщення початку відносної системи координат у вказану точку на робочій площині.

«В абсолютный ноль» – переміщення початку відносної системи координат в точку проєкції положення центра абсолютної системи координат на робочу площину. Щоб перемістити центр координат у вказану точку виконайте одну з дій:

- натисніть і утримуйте кнопку «Относительная система координат » на панелі інструментів «Рабочая плоскость» і виберіть команду «В абсолютный ноль» з додаткового меню;

- натисніть клавішу <A> на клавіатурі;

- для переміщення початку системи координат позиціонуйте курсор в потрібному місці і натисніть клавішу <O> на клавіатурі (рис. 3.2).

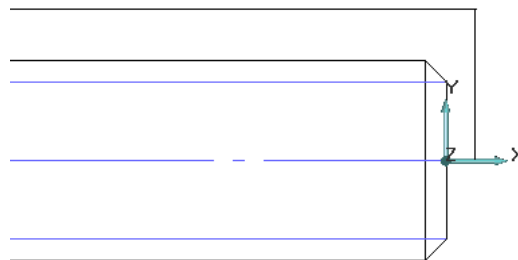



Рисунок 3.2 – Відносна система координат

3.1.5 Контур деталі

Для зручності задання оброблюваних поверхонь, проводимо розбирання контуру деталі, на складові елементу (відрізки, дуги тощо).

Для розбирання елементу:

1. Натисніть кнопку «Дополнительные функции » на панелі «Редактирование 2D». З'явиться додаткове меню. Виберіть команду «Разборка элемента».

2. Вкажіть елемент, який необхідно розібрати.

3. Вкажіть наступний елемент або натисніть клавішу <Esc> для виходу з команди.

При токарній обробці треба дотримуватися такого маршруту:

- початок циклу (позиція зміни інструменту);
- площина холостих ходів (для переміщення інструменту по двох координатах);

- 1-й конструктивний елемент (торець, область.);

- технологічний перехід (точити, підрізати.);

- відведення інструменту;

- площина холостих ходів;

- 2-ий конструктивний елемент і т. д.

Технологічна команда «Начало цикла» задає положення початку циклу (налагоджувальної точки інструменту) в призначеній для користувача системі координат. За налагоджувальну точку інструменту приймають або ба-

зову точку шпинделя, або базову точку різцетримача, або будь-яку вершину, яку ми обробляємо, або базову точку фіктивного інструменту.


У системі реалізовано три способи задання положення початку циклу (ПЦ): номером системи координат, номерами коректорів з координатами положення інструменту, значеннями координат по кожній осі.

Перші два способи задають положення інструменту неявно. Спосіб установлення початку циклу деталі залежить від типу верстата і системи ЧПК, а також від того, в якій системі координат, абсолютній або відносній, формуються переміщення інструменту. Неявний спосіб задання положення початку циклу допускається тільки при переміщеннях в абсолютній системі координат верстата.

При явному способі установлення нуля в програму управління (ПУ) видаються команди установлення нуля і координати положення інструменту. При неявному способі – тільки команда установлення нуля, а координати положення інструменту визначаються значенням коректорів або прочитуються з пам'яті.


Технологічна команда «Начало цикла» може задаватися багато разів для перевизначення координат положення інструменту, наприклад, при обробці корпусних деталей, і повинна передувати першому переміщенню, заданому відносно ще раз визначеного початку відліку.

Задання початку циклу:

1. Натисніть кнопку «Начало цикла»  на панелі інструментів «Технологические команды». З'явиться діалог «Начало цикла».
2. Задайте початок циклу, використовуючи один з трьох методів.
3. Натисніть кнопку «ОК». Буде створений технологічний об'єкт «Начало цикла». Назва ТО з'явиться в інформаційному рядку «(ТО:# Начало цикла)».


Технологічна команда «Плоскость холостых ходов» (ПХХ) - це площина, по якій виконуються холості переміщення інструменту при переході від одного конструктивного елемента до іншого.

Для задання площини холостих ходів:

1. Натисніть кнопку «Плоскость холостых ходов»  на панелі інструментів «Технологические команды». З'явиться діалог «Плоскость холостых ходов».
2. Задайте параметри площини холостих ходів (якщо це необхідно).
3. Натисніть кнопку <ОК>. Буде створений технологічний об'єкт «Плоскость холостых ходов». Назва ТО з'явиться в інформаційному рядку «(ТО:# Плоскость холостых ходов)».

Технологічний перехід «Подрезать» — технологічний перехід, що означає обробку конструктивного елемента – торець. Тип інструменту, що використовується в переході «Подрезать», — різець.

Для задання технологічного переходу «Подрезать»:

1. Натисніть кнопку «Подрезать»  на панелі «Переходи». З'явиться діалог «Подрезать» (рис. 3.3).
2. Задайте параметри переходу «Подрезать».
3. Натисніть «ОК». Технологічний перехід «Подрезать» буде сформований. У рядку підказки з'явиться повідомлення: «(ТО:# Подрезать /***))».

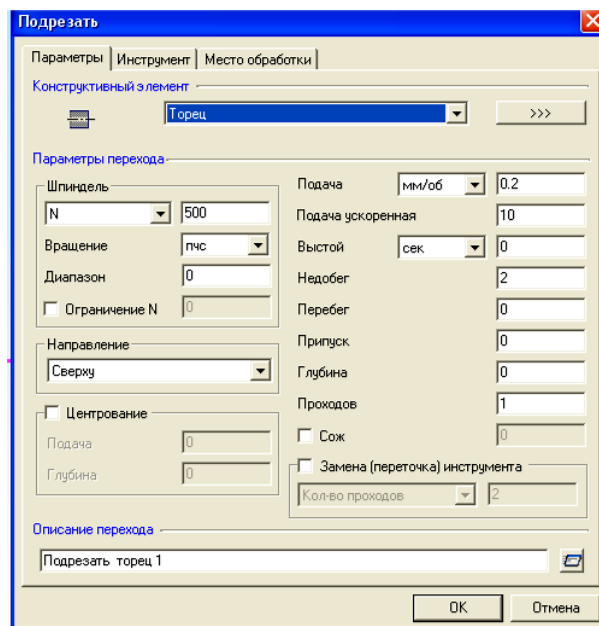


Рисунок 3.3 – Технологічна команда «Подрезать»

3.1.6 Шпиндель

Щоб призначити режими роботи шпинделя, в групі «Шпиндель» задайте такі параметри:

- «N» – частота обертання шпинделя (оберти на хвилину).
- «Vс» – швидкість різання (метри на хвилину);
- «ЧС» – напрям обертання шпинделя за годинниковою стрілкою;
- «ПЧС» – напрям обертання шпинделя проти годинникової стрілки;
- «Направление обработки» (рис. 3.4);
- «Сверху» – підрізання до центра;
- «Снизу» - підрізання від центра.



Рисунок 3.4 – Напрямок руху інструменту

3.1.6.1 Подача

Щоб призначити режими різання в групі «Подача» задайте значення робочої подачі і виберіть із списку:

«у мин» — задання величини подачі в міліметрах на хвилину.

«на оборот» — задання величини подачі в міліметрах на оберт.

«Припуск» – залишковий припуск – це необроблений шар матеріалу, залишений на контурі конструктивного елемента (рис. 3.5). Величина залишкового припуску може бути як додатною, так і від’ємною.

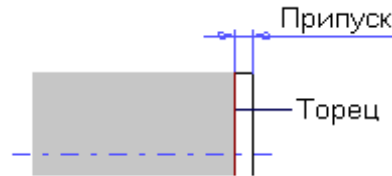


Рисунок 3.5 – Залишковий припуск

«Ограничение N» – максимальне число обертів (об/хв) шпинделя. Параметр «Ограничение N» необхідний для обмеження числа обертів в процесі зняття матеріалу, оскільки при зменшенні діаметра оброблюваної деталі кількість обертів шпинделя за одиницю часу зростає.

«Недобег» – відстань від інструменту до точки початку обробки (рис. 3.6), на якому проводиться перемикання з холостого ходу на подачу різання.

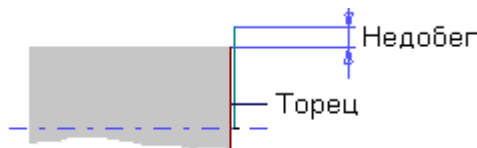


Рисунок 3.6 – Величина недобігу

«Перебег» – відстань, на яку інструмент виходить за межу області обробки на робочій подачі.

3.1.6.2 ЗОР

Задайте параметри роботи зі змащувально-охолоджувальною рідиною в групі «СОЖ».

Поставте прапорець «СОЖ» і задайте у відповідному полі номер трубопроводу для подачі «СОЖ» в зону різання.

3.1.6.3 Центрування

Якщо прапорець встановлений, спільно з підрізанням торця виконується його центрування.

«Подача» - подача центрування торця.

«Глибина» – глибина центрування. Якщо глибина центрування рівна нулю, центрування торця виконано не буде.

«Діапазон» – номер механічного діапазону.

«Глибина» – глибина різання. Кількість проходів визначається системою, виходячи із загальної глибини області. Останній прохід може бути виконаний на меншу глибину, чим задана.

«Проходів» – кількість однакових по глибині проходів. Глибина шару металу, що знімається за один прохід, визначається діленням глибини області на кількість проходів.

3.1.6.4 Інструмент

Різні типи технологічних переходів потребують інструмент різного типу (рис. 3.7). Для переходу «Точить» використовуються такі типи інструменту: Різець, Пластинка ромбічна, Пластинка квадратна, Пластинка трикутна, Пластинка прорізна, Пластинка кругла.

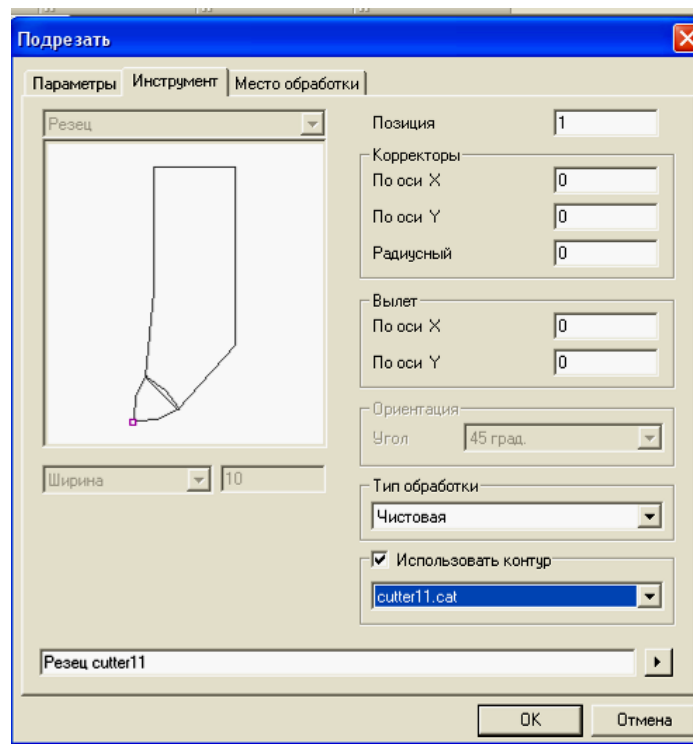


Рисунок 3.7 – Панель "Инструмент"

3.1.6.5 Місце обробки

Параметри «Добавить» визначають положення торця, початковий діаметр торця і кінцевий діаметр торця (рис. 3.8).

Щоб задати розташування торця на осі обертання деталі, натисніть кнопку "Начальная координата X" – «X нач.» і на будь-якому контурі вкажіть вузол, «координата X» якого задає площина, в якій лежить торець.

Розмір торця задається зовнішнім і внутрішнім діаметром. Щоб задати зовнішній діаметр торця, натисніть кнопку "Начальный диаметр" – «D нач.» і на будь-якому контурі вкажіть вузол, «координата Y» якого визначить зовнішній діаметр торця.

Щоб задати внутрішній діаметр торця, натисніть кнопку "Конечный диаметр" – «D кон.» і на будь-якому контурі вкажіть вузол, «координата Y» якого визначить внутрішній діаметр торця.

Щоб задати торець, який повинен бути оброблений зліва, виберіть «Параметры - Тип Левый». Щоб задати торець, який повинен бути оброблений справа, виберіть «Тип Правый».

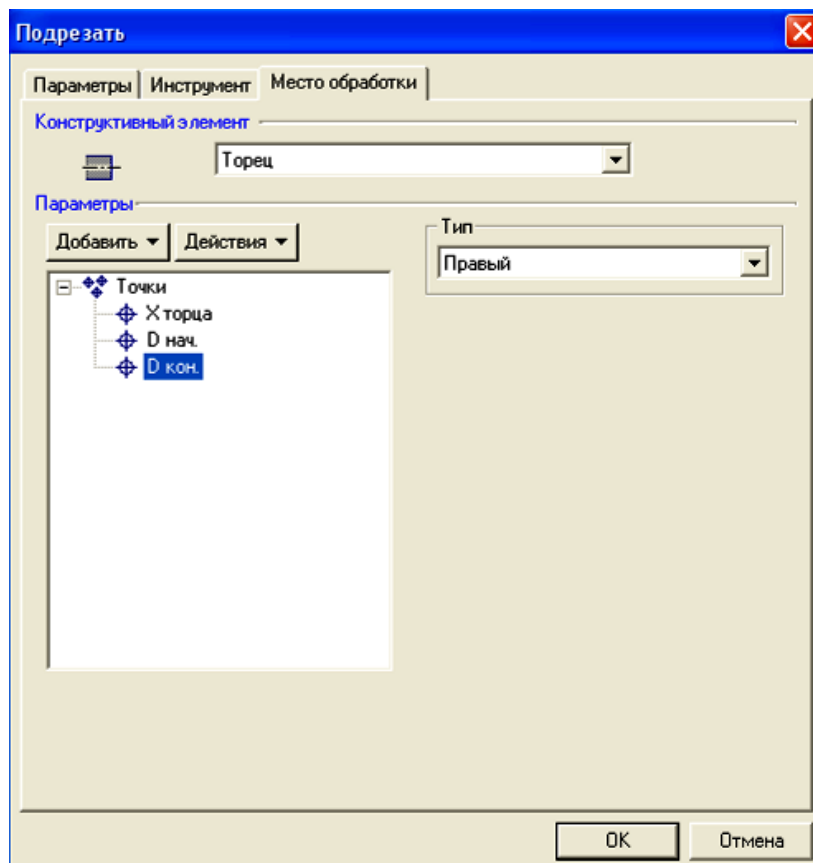



Рисунок 3.8 – Панель "Место обработки"

3.1.7 Технологічна команда «Отвод»


При виконанні команди «Отвод» система формує в ПУ послідовність команд переміщення інструменту з поточного положення в безпечну позицію.

Для формування технологічної команди «Отвод»:

1. Натисніть кнопку «Отвод»  на панелі інструментів «Технологические команды».
2. Буде створений технологічний об'єкт «Отвод». Назва ТО з'явиться в інформаційному рядку («ТО:# Отвод»).

3.1.8 Зміна послідовності технологічних об'єктів

За допомогою діалогу «Управление маршрутом» (рис. 3.9) можна змінювати послідовність технологічних об'єктів в маршруті обробці. Щоб відкрити вікно діалогу «Управление маршрутом», натисніть кнопку

«Маршрут»  на панелі інструментів «Управление Технологическими Объектами».

В процесі задання маршруту обробки виникає необхідність змінити параметри створеного технологічного об'єкта. ADEM CAM дозволяє редагувати параметри конструктивного елементу, технологічного переходу і інструменту, технологічної команди, а також змінювати тип конструктивного елементу або технологічного переходу.

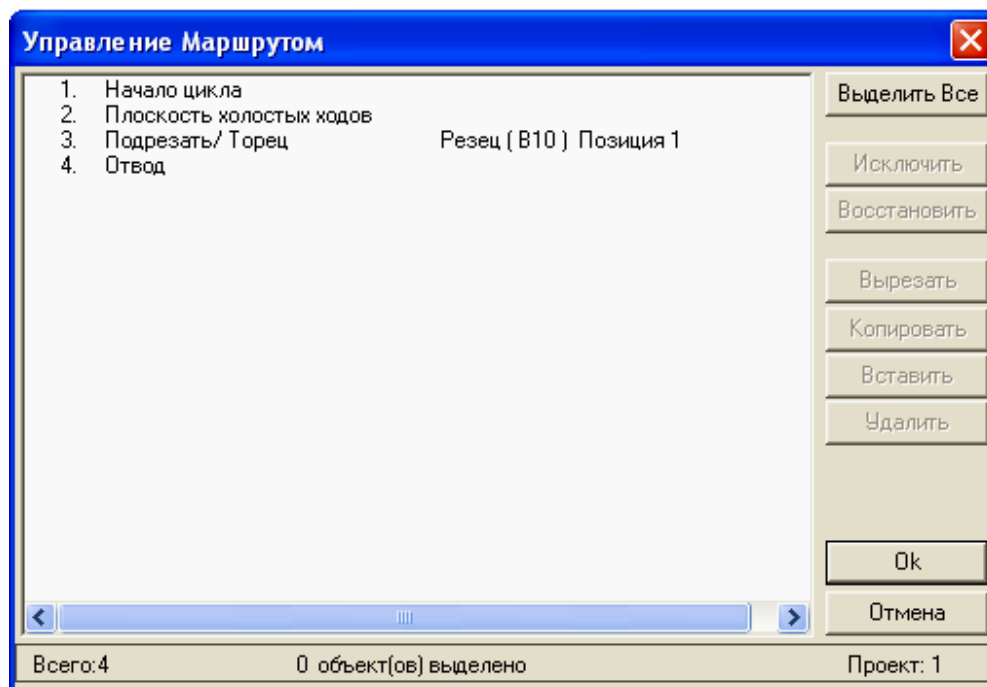



Рисунок 3.9 - Маршрут обробки

В процесі задання маршруту обробки виникає необхідність змінити параметри створеного технологічного об'єкта. ADEM CAM дозволяє редагувати параметри конструктивного елементу, технологічного переходу і інструменту, технологічної команди, а також змінювати тип конструктивного елементу або технологічного переходу.

Щоб змінити параметри технологічного переходу або технологічної команди:

1. Зробіть поточним технологічний об'єкт, в який необхідно внести зміни.
2. Натисніть кнопку «Редактирование параметров перехода»  на панелі інструментів «Управление Технологическими Объектами» або клацніть лівою кнопкою миші на полі з назвою ТО в інформаційному рядку і виберіть технологічний перехід з додаткового меню. З'явиться діалогове вікно з параметрами відповідного технологічного переходу.
3. Внесіть необхідні зміни до параметрів технологічного переходу і натисніть кнопку «ОК».

3.2 Порядок виконання практичної роботи

1. Вивчити основні теоретичні відомості щодо розроблення ПУ із застосуванням програми ADEM CAM, що подані в підрозділі 3.1.
2. У модулі ADEM CAD накреслити деталь (без розмірів), що була індивідуально видана викладачем, додати контури заготовки.
3. Проаналізувавши деталь, визначити, які основні технологічні операції із обробки точінням необхідно виконати для деталі.
4. Сформувати маршрут обробки деталі чисто по операціях точіння (відрізання торця, обробка області, різьба різцем, відрізання).

Контрольні запитання

1. Що таке конструктивний елемент?
2. Що таке технічний об'єкт?
3. Що таке програма управління?
4. Що таке технічний перехід?
5. Якими конструктивними елементами характеризується операція точіння?
6. Які існують параметри конструктивного елемента?
7. Яке призначення команди «Адаптер»?
8. Що таке постпроцесор?
9. Як можна редагувати маршрут обробки деталі?

Самостійна робота № 3

Моделювання технологічних процесів обробки деталі в програмі ADEM CAM

Мета роботи: ознайомитися з основними методами моделювання технологічних процесів на основі складеного технологічного маршруту токарної обробки деталі.


3.1 Основні теоретичні відомості

3.1.1 Моделювання траєкторія руху інструменту

Після задання всіх технологічних об'єктів можна розрахувати траєкторію руху інструменту. Розрахунок проводиться за допомогою команди «Процессор». Результатом розрахунку є файл CLDATA, який містить послідовність команд для верстата з ЧПК. Можна розрахувати траєкторію інструменту як для всіх ТО, так і для поточного ТО. Після виконання команди «Процессор» можна проглянути файл CLDATA.

Програми управління генерується з урахуванням особливостей конкретного устаткування. Перед розрахунком CLDATA і генерацією програми управління необхідно вибрати тип устаткування і постпроцесор. Діалог «Оборудование» містить список з моделлю і типом верстата, номером постпроцесора і коментарем.

Для вибору постпроцесора:

1. Натисніть кнопку «Станок»  у вкладці «Операция» (рис. 3.10). З'явиться діалог «Оборудование» (рис. 3.11).

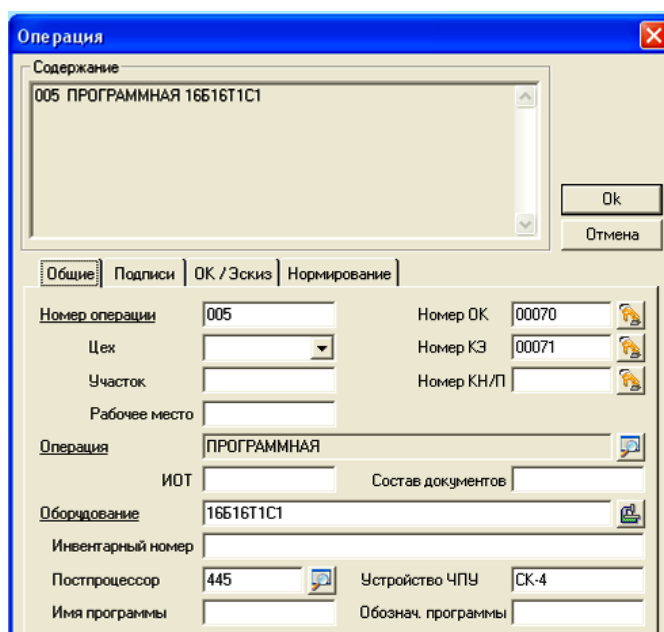


Рисунок 3.10 – Вибір обладнання

2. Виберіть постпроцесор зі списку.

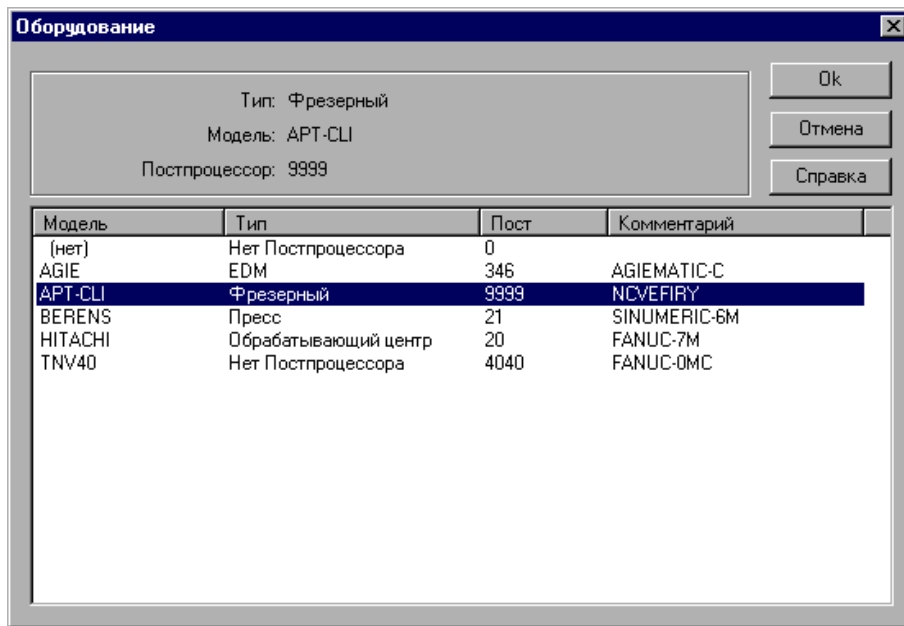



Рисунок 3.11 – Список обладнання

Для розрахунку траєкторії руху інструменту натисніть кнопку «Процессор»  на панелі «Расчет». При виконанні команди «Процессор» буде показана траєкторія руху інструментів і з'явиться діалог «Процессор» з повідомленням «Успешное выполнение» (рис. 3.12).

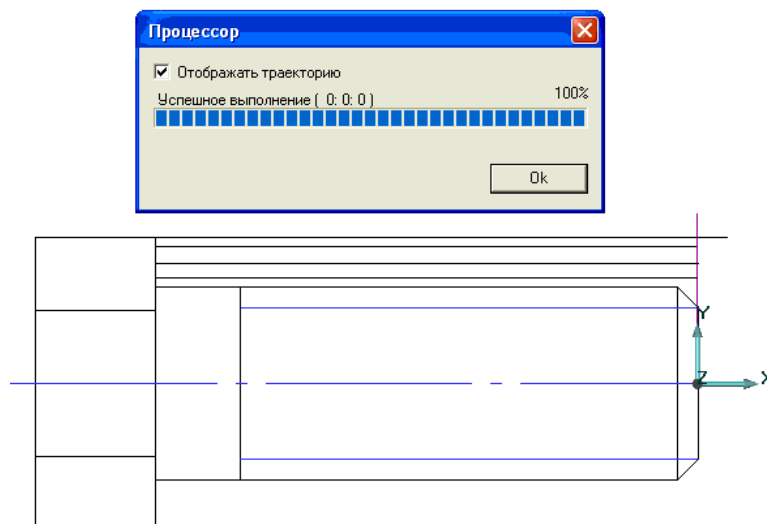
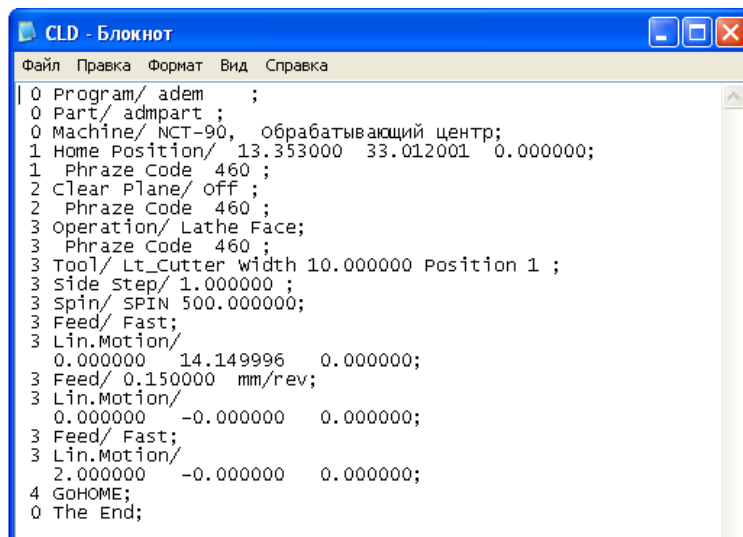




Рисунок 3.12 – Генерація траєкторії

Після виконання команди «Процессор» Ви можете проглянути файл CLDATA (рис. 3.13).




```
CLD - Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка
| 0 Program/ adem ;
0 Part/ admpart ;
0 Machine/ НСТ-90, обрабатывающий центр;
1 Home Position/ 13.353000 33.012001 0.000000;
1 Phraze Code 460 ;
2 Clear Plane/ off ;
2 Phraze Code 460 ;
3 Operation/ Lathe Face;
3 Phraze Code 460 ;
3 Tool/ Lt_Cutter Width 10.000000 Position 1 ;
3 Side Step/ 1.000000 ;
3 Spin/ SPIN 500.000000;
3 Feed/ Fast;
3 Lin.Motion/
0.000000 14.149996 0.000000;
3 Feed/ 0.150000 mm/rev;
3 Lin.Motion/
0.000000 -0.000000 0.000000;
3 Feed/ Fast;
3 Lin.Motion/
2.000000 -0.000000 0.000000;
4 GohOME;
0 The End;
```

Рисунок 3.13 – Список команд CLDATA

CLDATA – це текстовий файл у форматі ASCII, що містить команди переміщення інструменту, команди не пов'язані з переміщенням інструменту (наприклад, включення/виключення шпинделя, охолодження), довідникову інформацію (назва ПУ, модель верстата і т. д.). Ви можете проглянути файл CLDATA, а також транслювати його в програму управління для певного виду устаткування за допомогою команди «Адаптер» . Для перегляду файлу CLDATA натисніть кнопку «Просмотр CLDATA»  на панелі «Вид».

3.1.2 Генерація програми управління

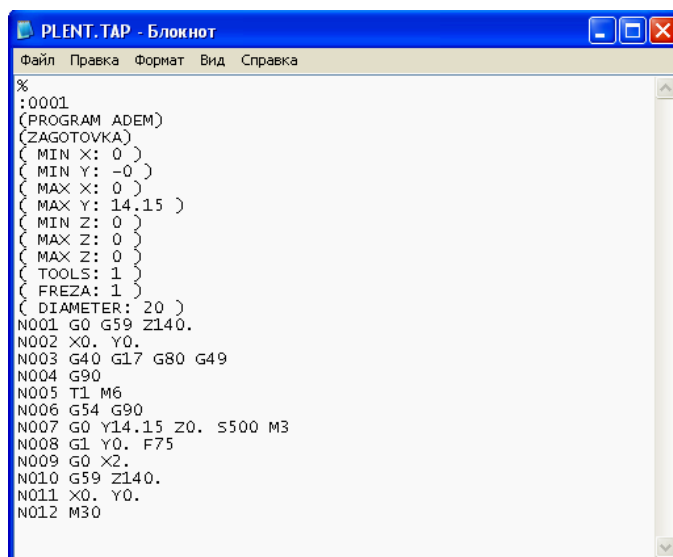
Програма управління (ПУ) – послідовність команд для певного виду устаткування. Перед генерацією програми управління Ви повинні розрахувати траєкторію руху інструменту і вибрати конкретний вид устаткування (модель верстата).

Файл CLDATA транслюється в програму управління за допомогою команди «Адаптер» . Після трансляції CLDATA в ПУ з'явиться діалог «Параметры» з параметрами: час обробки і довжина програми управління в метрах перфострічки.

Для перетворення файлу CLDATA в програми управління натисніть кнопку «Адаптер» на панелі «Расчет».

3.1.3 Перегляд програми управління

Після перетворення файлу CLDATA в програму управління Ви можете проглянути текст ПУ. Для перегляду ПУ натисніть кнопку «Просмотр управляющей программы» на панелі «Вид». Ви можете проглянути і зберегти (рис. 3.14) програму управління, що згенерувала, у форматах .TAP або .TNC.



```
PLENT.TAP - Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка
%
:0001
(PROGRAM ADEM)
(ZAGOTOVKA)
(MIN X: 0 )
(MIN Y: -0 )
(MAX X: 0 )
(MAX Y: 14.15 )
(MIN Z: 0 )
(MAX Z: 0 )
(MAX Z: 0 )
(TOOLS: 1 )
(FREZA: 1 )
(DIAMETER: 20 )
N001 G0 G59 Z140.
N002 X0. Y0.
N003 G40 G17 G80 G49
N004 G90
N005 T1 M6
N006 G54 G90
N007 G0 Y14.15 Z0. S500 M3
N008 G1 Y0. F75
N009 G0 X2.
N010 G59 Z140.
N011 X0. Y0.
N012 M30
```

Рисунок 3.14 – Програма управління

3.1.4 Збереження ПУ


Для збереження ПУ:


1. Виберіть команду «Сохранит управляющую программу, как.» з меню «Файл».
2. Введіть ім'я програми управління в поле «Имя файла».
3. Виберіть диск і каталог.
4. Натисніть кнопку «ОК».


3.1.5 Моделювання обробки деталі

Після розрахунку траєкторії руху інструменту (команда «Процессор») можна динамічно змоделювати процес обробки. Вибираємо один з таких типів моделювання: повне моделювання, покрокове моделювання, відображення траєкторії руху інструменту.

Для об'ємного відображення траєкторії руху інструменту і моделювання обробки використовується модуль ADEM Verify. Кінцевим результатом моделювання обробки буде твердотільна тонована модель.


Команда « Полное моделирование» використовується для моделювання обробки з відображенням в рядку стану координат поточного положення інструменту і параметрів інструменту (подача, швидкість обертання шпинделя, ЗОР).

Команда « Моделирование» використовується для моделювання обробки з відображенням в рядку стану координат інструменту в кінцевій точці поточного елемента CLDATA і параметрів інструменту.

Команда « Пошаговое моделирование» використовується для моделювання обробки з відображенням в рядку стану координат поточного положення інструменту і параметрів інструменту (подача, швидкість обертання шпинделя, ЗОР). При цьому інструмент зупиняється в кожній кінце-

вій точці поточного елемента CLDATA. Для продовження моделювання натисніть будь-яку клавішу на клавіатурі або ліву кнопку миші.

3.1.6 Для моделювання обробки в модулі ADEM Verify:

1. Натисніть кнопку «Объемное моделирование»  на панелі «Моделирование». З'явиться вікно модуля ADEM Verify. Поточний файл CLDATA автоматично передається в модуль ADEM Verify.
2. Натисніть кнопку «Режим моделирования» на панелі «Моделирование».
3. Натисніть кнопку <Старт> на панелі <Моделирование>.

3.2 Порядок виконання самостійної роботи

1. Вивчіть основні теоретичні відомості щодо розробки ПУ із застосуванням програми ADEM CAM, що подані в розділі 3.1.
2. Виберіть відповідний тип обладнання для обробки деталі.
3. Підключіть постпроцесор.
4. На основі сформованого маршруту токарної обробки деталі (підрізання торця, обробка області, різьба різцем, відрізання) розрахуйте і покажіть траєкторію руху інструменту.
5. Згенеруйте програму управління і запишіть її у відповідний файл.
6. Роздрукуйте креслення деталі, отриману ПУ, а також траєкторію обробки деталі.

Контрольні запитання

1. Що таке файл CLDATA?
2. Що таке оброблювальний центр?
3. Яке основне призначення модуля ADEM Verify?
4. Які існують три способи задання положення початку циклу обробки деталі в ADEM CAM?
5. Як називається технологічний об'єкт, що містить інформацію про обробку одного КЕ?
6. Що таке припуск в токарній операції обробки деталі?

Практична робота № 4

Проектування технологічного маршруту фрезерної обробки деталі в модулі ADEM CAM для основних конструктивних елементів

Мета роботи: змоделювати процес фрезерної обробки деталі, розрахувати траєкторію руху інструменту, розробити програму управління (ПУ) для станків із ЧПК в модулі ADEM CAM.

4.1 Основні теоретичні відомості

4.1.1 «Фрезерование 2.5X»

Давайте розглянемо різні типи фрезерування, а саме чорнову і чистову обробку (clean treatment) колодезя. Виберіть файл Eхе_NC_2.adm з директорії .../Help/Tutorial. ADEM відкриє файл. На екрані з'явиться наступне зображення.

Для чорнкової обробки колодезя необхідно:



1. Натиснути кнопку  «Колодец» на панелі «Конструктивные элементы». З'явиться діалог «Колодец».
2. Виберіть опцію «Плоскость КЭ» із списку «Плоскость привязки».
3. У полі «Глубина» введіть значення «57» і натисніть кнопку «ОК».
4. Вкажіть контур колодезя (рис. 4.11) і натисніть <Esc> або середню кнопку миші для завершення операції.



Рисунок 4.11 – Контур деталі з КЕ «Колодец»

5. Натисніть кнопку  «Фрезерование 2.5X» на панелі «Переходы». З'явиться діалог «Фрезерование 2.5X».
6. У полі «Глубина резания» виберіть із списку «мм» і введіть значення «15».

Глибина різання (cutting depth) – шар металу, що знімається за один прохід в площині ХУ. Можна задавати глибину різання в міліметрах або в % від діаметра інструменту.

7. У полі «Недобег» введіть значення «21».

Недобіг – відстань від інструменту до площини обробки, на якому проводиться перемикання з холостого ходу на подачу врізання або на робочу подачу.

8. Виберіть закладку “Дополнительные” для задання додаткових параметрів ТП.

9. У полі «Остаточный припуск», «Внешний» введіть значення «3».

Зовнішній залишковий припуск (external remaining assumption) – величина припуску, що залишається по контуру конструктивного елементу після виконання переходу. Може бути як додатним, так і від’ємним.

Внутрішній залишковий припуск – величина припуску, що залишається по контурах внутрішніх елементів після виконання переходу. Може бути як додатним, так і від’ємним.

Поставте прапорець «Обработка по Z», «Многопроходная».

10. Поставте перемикач в положення «Проходов» і введіть в поле значення «3».

11. У списку «Удалять пеньки» виберіть «Не удалять».

12. Виберіть закладку «Инструмент» діалогу «Фрезеровать 2.5X» для задання параметрів інструменту. З’явиться діалог «Инструмент».


13. Виберіть тип інструменту «Фреза концевая скругленная» із списку «Тип».

14. Виберіть значення «Диаметр» із списку «Диаметр-Радиус» і введіть у відповідне поле значення «30».

15. У полі «Радиус скругления» введіть значення «10».

16. Натисніть кнопку «ОК».


Для виконання чистової обробка колодязя, необхідно:

1. Натиснути кнопку  «Колодец» на панелі «Конструктивные элементы». З’явиться діалог «Колодец».

2. Вибрати опцію «Плоскость КЭ» із списку «Плоскость привязки».

3. У полі «Глубина» ввести значення «60» і натиснути кнопку «ОК».

4. Вказати контур колодязя і клацнути середньою кнопкою миші для виходу з операції.

5. Натиснути кнопку  «Фрезерование 2.5X» на панелі «Переходы». З’явиться діалог «Фрезерование 2.5X».

6. У полі «Недобег» ввести значення «10».

7. Вибрати закладку «Инструмент». З’явиться діалог «Инструмент».

8. Вибрати тип інструменту «Фреза концевая скругленная» зі списку «Тип».


9. У полі «Позиция» ввести значення «2».

10. Вибрати значення «Диаметр» із списку «Диаметр-Радиус» і ввести у відповідне поле значення «12».





11. У полі «Радиус скругления» ввести значення «2».

12. Натиснути кнопку «ОК».

Для створення заготовки:

1. Натисніть кнопку  «Заготовка» на панелі «САМ Інформація». З'явиться діалог «Заготовка».
2. Із списку «Способы задания» виберіть «Контур». Введіть в поле «Z min» значення – «60».
3. Натисніть кнопку «С экрана». Вкажіть контур заготовки. Натисніть кнопку <Esc> або середню кнопку миші. Натисніть «ОК».

Для розрахунку траєкторії руху інструменту і моделювання обробки необхідно:

1. Натисніть кнопку  «Процессор» на панелі «Процессор».
2. При виконанні команди «Процессор» буде показана траєкторія руху інструментів і з'явиться діалог «Процессор» з повідомленням «Успешное завершение». Натисніть кнопку «ОК».
3. Натисніть кнопку  «Объемное моделирование» на панелі «Моделирование 3D». З'явиться вікно модуля ADEM Verify.
4. Натисніть кнопку  «Simulate mode» на панелі «Simulate».
5. Натисніть кнопку  «Start» на панелі «Simulate».

Після об'ємного моделювання на екрані з'явиться таке зображення, як на рисунку 4.12.

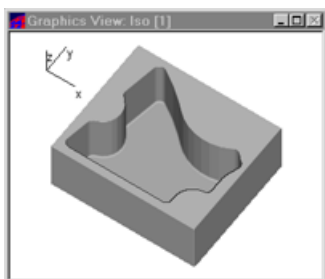


Рисунок 4.12 – Результат об'ємного моделювання деталі

4.1.2 Дублювання технологічних переходів

При виконанні команди «Переход с маршрута» вибраний технологічний перехід буде скопійований і розташований останнім. Дубльовані переходи будуть параметрично пов'язані, тобто, будь-які зміни, проведені в одному переході, автоматично переносяться на інший.

Виберіть файл Eхе_NC_3.adm з директорії ./Help/Tutorial. ADEM відкриє файл. На екрані з'явиться таке зображення (рис. 4.13).

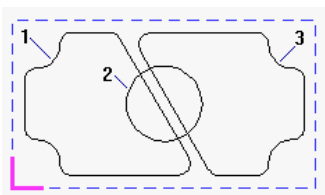





Рисунок 4.13 – Контур деталі


Для створення ТО Фрезерувати/колодязь:

1. Натисніть кнопку  «Колодець» на панелі «Конструктивные элементы». З'явиться діалог «Колодець».
2. Виберіть опцію «Плоскость КЭ» із списку «Плоскость привязки».
3. У полі «Глубина» введіть значення «20».
4. У полі «Угол стенки» введіть значення 10 і натисніть кнопку «ОК».
5. Вкажіть контур 1 колодязя (рис. 4.13).
6. Вкажіть контур 2-ої бобишки (рис. 4.13) і натисніть середню кнопку миші.
7. Натисніть кнопку  «Фрезерование 2.5X» на панелі «Переходы». З'явиться діалог «Фрезерование 2.5X».
8. У полі «Недобег» введіть значення 7.
9. Введіть значення «50» в полі «Глубина резания».
10. Виберіть закладку «Дополнительные». Поставте прапорець «Многопроходная».
11. У полі введіть значення «5».
12. Виберіть закладку «Инструмент». З'явиться діалог «Инструмент».
13. Виберіть тип інструменту «Фреза концевая скругленная» зі списку «Тип».
14. У полі «Радиус скругления» введіть значення «2» і натисніть кнопку «ОК».


Для створення другого колодязя:

1. Натисніть кнопку  «Колодець» на панелі «Конструктивные элементы». З'явиться діалог «Колодець».
2. У полі «Угол стенки» введіть значення «5» і натисніть кнопку «ОК».
3. Вкажіть контур 3 колодязя (рис. 4.13).
4. Вкажіть контур 2-ої бобишки (рис. 4.13) і натисніть середню кнопку миші.

Для дублювання технологічного переходу:





1. Дублюємо технологічний перехід з першого ТО. Технологічні переходи будуть параметрично пов'язані.
2. Натисніть кнопку  «Переход с маршрута» на панелі «Управление технологическими объектами». З'явиться діалог «Управление маршрутом».
3. Виберіть технологічний об'єкт «Фрезеровать/колодець» і натисніть «ОК». Буде створений другий технологічний об'єкт з аналогічними параметрами технологічного переходу.

Для створення заготовки:

1. Натисніть кнопку  «Заготовка» на панелі «САМ Информация». З'явиться діалог «Заготовка».
2. Із списку «Способы задания» виберіть «Контур». Введіть в поле «Z min» значення «-25».

3. Натисніть кнопку «С екрана». Вкажіть контур заготовки. Натисніть кнопку <Esc> або середню кнопку миші. Натисніть «ОК».

Для розрахунку траєкторії руху інструменту і моделювання обробки:

1. Натисніть кнопку  «Процессор» на панелі «Процессор».
2. При виконанні команди «Процессор» буде показана траєкторія руху інструментів і з'явиться діалог «Процессор» з повідомленням «Успешное завершение». Натисніть кнопку «ОК».
3. Натисніть кнопку  «Объемное моделирование» на панелі «Моделирование 3D». З'явиться вікно модуля ADEM Verify.
4. Натисніть кнопку  «Simulate mode» на панелі «Simulate».
5. Натисніть кнопку  «Start» на панелі «Simulate».

Після об'ємного моделювання на екрані з'явиться таке зображення (рис. 4.14):

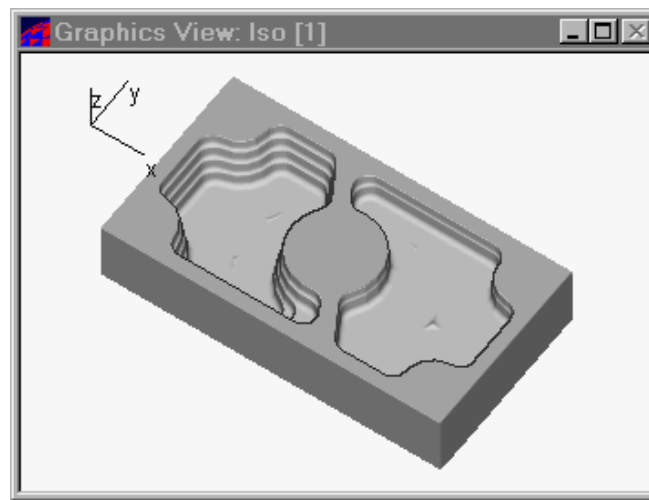



Рисунок 4.14 – Результат об'ємного моделювання деталі

Змінимо параметри фрезерування. Вам потрібно змінити параметри тільки в одному технологічному переході. Оскільки переходи параметрично пов'язані, в другому технологічному переході параметри фрезерування зміняться автоматично.

Для того, щоб змінити параметри технологічного переходу:

1. Натисніть кнопку  «Редактирование параметров перехода» на панелі «Управление технологическими объектами». З'явиться діалог «Фрезеровать».
2. У полі «Недобег» введіть значення «12».
3. У полі «Гребешок» введіть «0,1».



Висота гребінця – параметр, що визначає якість поверхні (максимальна висота гребінця при обробці).

4. Натисніть кнопку «ОК».

4.1.2.1 Конструктивний елемент «Уступ»

КЕ «Уступ» – конструктивний елемент, у якого частина обмежувального контуру лежить в площині дна. У середині уступу можуть розташовуватися острови, які описуються замкнутими контурами.

Виберіть файл Eхе_NC_7.adm з директорії ./Help/Tutorial. Для створення КЕ «Уступ», необхідно:

1. Вимкніть режим «Цепочка». Для цього вимкніть кнопку  «Цепочка» на панелі «Режимы САМ».
2. Натисніть кнопку  «Уступ» на панелі «Конструктивные элементы». З'явиться діалог «Уступ».
3. Виберіть закладку «Контур» діалогу «Уступ».
4. Натисніть кнопку «Контур» і вкажіть контур (рис. 4.15), який визначає стінки уступу (контур 1) і натисніть середню кнопку миші. З'явиться запит «Где материал?».
5. Виберіть область де залишиться матеріал (рис. 4.15) і натисніть <Esc> або середню кнопку миші.

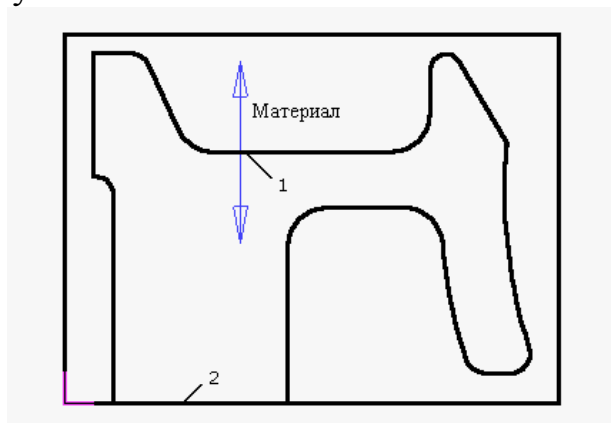




Рисунок 4.15 – Контур деталі з КЕ «Уступ»

6. Із списку контурів виберіть «Уступ».
7. У розділі «Врезание» зніміть прапорець «Авто».
8. Натисніть кнопку «ХУ с экрана».
9. Премістіться до лівого вузла контуру за допомогою клавіші <C>.
10. Натисніть клавішу <D>. У полі крок введіть «15» і натисніть «ОК».
11. Натисніть один раз клавішу «Стрелка вправо», потім один раз клавішу «Стрелка вниз» і натисніть <Пробел>.
12. Натисніть кнопку «Контур», вкажіть контур 2 і натисніть <Esc> або середню кнопку миші.
13. Поставте прапорець «Глубина по Z» і введіть значення «10» (відстань між контуром і площиною конструктивного елементу повинна бути рівна глибині КЕ).
14. Натисніть «ОК».





Для обробки уступу:

1. Натисніть кнопку  «Фрезерование 2.5X» на панелі «Переходи». З'явиться діалог «Фрезерование 2.5X».
2. У полі «Недобег» введіть значення «0».
3. Із списку «Тип обробки» виберіть пункт «Зигзаг эквидистантный».
4. Тип обробки «Зигзаг эквидистантный» рекомендується застосовувати до конструктивного елементу «Уступ».
5. Натисніть кнопку «ОК».

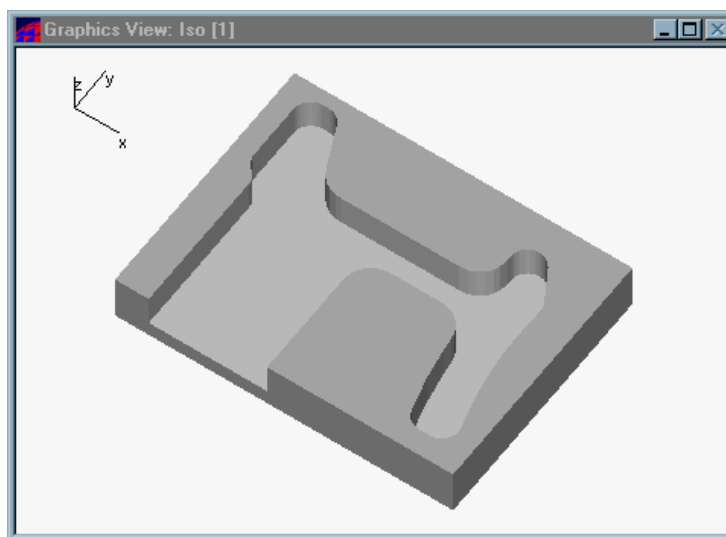
Для створення заготовки:

1. Натисніть кнопку  «Заготовка» на панелі «САМ Інформація». З'явиться діалог «Заготовка».
2. Із списку «Способы задания» виберіть «Контур». Введіть в поле «Z min» значення «-15».
3. Натисніть кнопку «С екрана». Вкажіть контур заготовки. Натисніть кнопку <Esc> або середню кнопку миші.
4. Натисніть «ОК».

Для перерахунку траєкторії руху інструменту:

1. Натисніть кнопку  «Процессор» на панелі «Процессор».
2. При виконанні команди «Процессор» буде показана траєкторія руху інструменту і з'явиться діалог «Процессор» з повідомленням «Успешное завершение». Натисніть кнопку «ОК».
3. Натисніть кнопку  «Объемное моделирование» на панелі «Моделирование 3D». З'явиться вікно модуля ADEM Verify.
4. Натисніть кнопку  «Simulate mode» на панелі «Simulate».
5. Натисніть кнопку  «Start» на панелі «Simulate».

Після об'ємного моделювання на екрані з'явиться таке зображення (рис. 4.16):



+

Рисунок 4.16 – Результат об'ємного моделювання деталі

4.1.2.2 Автоматичний розрахунок і підбір необроблених зон

Необроблені зони – зони, що залишилися необробленими після виконання попереднього переходу. У ADEM CAM реалізована можливість автоматичного підбору необроблених зон. Виберіть файл Eхе_NC_4.adm з директорії ./Help/Tutorial. На екрані з'явиться таке зображення (рис. 4.17).

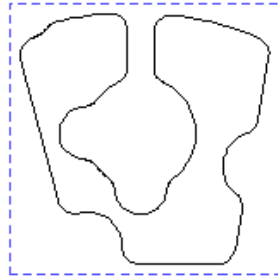






Рисунок 4.17 – Контур деталі

1. Натисніть кнопку  «Колодець» на панелі «Конструктивные элементы». З'явиться діалог «Колодець».
2. Натисніть кнопку «ОК».
3. Вкажіть контур колодезя і натисніть середню кнопку миші.
4. Натисніть кнопку  «Фрезерование 2.5X» на панелі «Переходы». З'явиться діалог «Фрезерование 2.5X».
5. У полі «Недобег» введіть значення «12».
6. Виберіть закладку «Инструмент». З'явиться діалог «Инструмент».
7. Виберіть значення «Диаметр» зі списку «Диаметр-Радиус» і введіть у відповідне поле значення «20» і натисніть кнопку «ОК».
8. Натисніть кнопку  «Процессор» на панелі «Процессор».
9. При виконанні команди «Процессор» буде показана траєкторія руху інструментів і з'явиться діалог «Процессор» з повідомленням «Успешное завершение». Натисніть кнопку «ОК».
10. Натисніть кнопку  «Моделирование» на панелі «Моделирование 2D». У діалозі «Моделирование» натисніть кнопку «Старт».

На екрані з'явиться таке зображення (рис. 4.18):

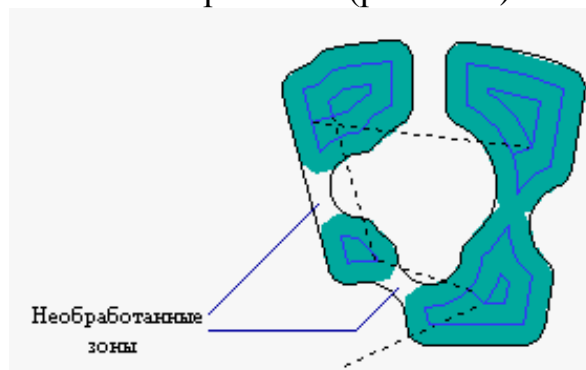




Рисунок 4.18 – Картина необроблених зон на деталі



Ви можете бачити необроблені зони, які залишилися від попереднього проходу.


Для підбору необроблених зон Ви повинні дублювати технологічний об'єкт і змінити діаметр інструменту. При виконанні команди «Дублирование технологических объектов» поточний технологічний об'єкт буде скопійований і розташований останнім. Дубльовані об'єкти будуть параметрично пов'язані, тобто будь-які зміни, проведені в одному об'єкті, автоматично переносяться на інший. У ADEM CAM реалізована можливість створення параметричних зв'язків між конструктивними елементами, технологічними переходами, технологічними командами. Всі зміни, внесені до одного об'єкта відбиватимуться в об'єктах, параметрично пов'язаних.

Для дублювання технологічного об'єкта натисніть кнопку  «Дублировать» на панелі «Управление технологическими объектами».

Ви повинні змінити параметри технологічного переходу і параметри інструменту. Перед цим розірвіть параметричні зв'язки між першим і другим технологічним переходом. Для розриву параметричних зв'язків натисніть кнопку  «Изменить» на панелі «Управление технологическими объектами». З'явиться запит «Что изменить?».

Для зміни параметрів ТП:

1. Натисніть кнопку  «Фрезеровать 2.5X» на панелі «Переходы». З'явиться діалог «Фрезеровать 2.5X».
2. Виберіть закладку «Инструмент». З'явиться діалог «Инструмент»;
3. У полі «Позиция» введіть значення «2».
4. У полі «Диаметр» введіть значення «4».
5. Виберіть закладку «Дополнительные».
6. Поставте прапорець «Подбор» і натисніть кнопку «ОК».
7. Натисніть кнопку  «Процессор» на панелі «Процессор».
8. При виконанні команди «Процессор» буде показана траєкторія руху інструментів і з'явиться діалог «Процессор» з повідомленням «Успешное завершение». Натисніть кнопку «ОК».

Натисніть кнопку  «Моделирование» на панелі «Моделирование 2D». У діалозі «Моделирование» натисніть кнопку «Старт». На екрані з'явиться таке зображення (рис. 4.19).

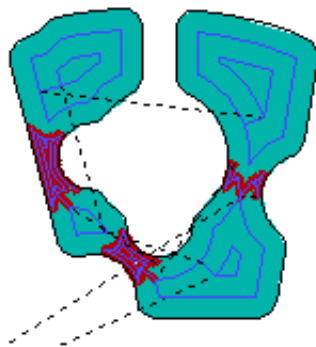


Рисунок 4.19 – Картина підбору необроблених зон

4.2 Порядок виконання практичної роботи

1. Виберіть і відкрийте файл Eхе_NC_2.adm з директорії .../Help/Tutorial.
2. На основі поданої методики в підрозділі 4.1.1 змоделюйте операцію фрезерування для поданого конструктивного елемента, а саме чорнову і чистову обробку колодезя.
3. Виберіть файл Eхе_NC_7.adm з директорії ./Help/Tutorial.
4. На основі поданої методики в підрозділі 4.1.2.1 змоделюйте операцію фрезерування для поданого конструктивного елемента, а саме чорнову і чистову обробку уступа.
5. Виберіть файл Eхе_NC_4.adm з директорії ./Help/Tutorial.
6. На основі поданої методики в підрозділі 4.1.2.2 змоделюйте операцію фрезерування для подання конструктивного елемента, а також проведіть автоматичний розрахунок і підбір необроблених зон.

Контрольні запитання

1. Що таке конструктивні елементи «Стенка», «Уступ», «Колодець»?
2. Що таке еквідистанта?
3. Як підбираються необроблені зони?
4. Для чого дублювати технологічний перехід ?
5. Якими конструктивними елементами характеризується операція фрезерування?

Самостійна робота № 4

Проектування технологічного маршруту фрезерної обробки деталі в модулі ADEM CAM для параметричних конструктивних елементів

Мета роботи: змоделювати процес фрезерної обробки деталі для параметричного контуру, розрахувати траєкторію руху інструменту, розробити програму управління (ПУ) для станків із ЧПК в модулі ADEM CAM.

4.1 Основні теоретичні відомості

4.1.1 Параметри контуру

На додаток до параметрів KE, ADEM CAM дозволяє Вам задавати параметри кожного контуру. Використовуючи цю можливість, Ви можете створювати конструктивні елементи з контурною стінкою, бобишки різної висоти, задавати початкову точку контуру. Виберіть файл Eхе_NC_5.adm з директорії ./Help/Tutorial. Для обробки KE «Колодець», що поданий на рисунку 4.20.

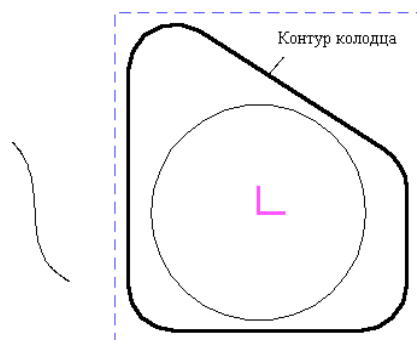





Рисунок 4.20 – Контур деталі





1. Натисніть кнопку  «Колодець» на панелі «Конструктивные элементы».
2. З'явиться діалог «Колодець».
3. Виберіть опцію «Плоскость КЭ» зі списку «Плоскость привязки».
4. У полі «Глубина» введіть значення «60» і натисніть кнопку «ОК».
5. Вкажіть контур колодезя і натисніть <Esc> або середню кнопку миші.
6. Натисніть кнопку  «Фрезерование 2.5X» на панелі «Технологические переходы». З'явиться діалог «Фрезеровать».
7. Виберіть закладку «Дополнительные».
8. Поставте прапорець «Многопроходная» і введіть значення «5» у відповідне поле.
9. Виберіть закладку «Инструмент» діалогу «Фрезеровать». З'явиться діалог «Инструмент».
10. Виберіть значення «Диаметр» із списку «Диаметр–Радиус» і введіть у відповідне поле значення «20».

11. Виберіть тип інструменту «Фреза концевая скруг.» із списку «Тип».
12. У полі «Радиус скругления» введіть значення «5» і натисніть кнопку «ОК».

Для створення заготовки:

1. Натисніть кнопку  «Заготовка» на панелі «САМ Информация». З'явиться діалог «Заготовка».
2. Із списку «Способы задания» виберіть «Контур». Введіть в поле «Z min» значення – «65».
3. Натисніть кнопку «С экрана». Вкажіть контур заготовки. Натисніть кнопку <Esc> або середню кнопку миші.
4. Натисніть «ОК».

Для перерахунку траєкторії руху інструменту:

1. Натисніть кнопку  «Процессор» на панелі «Процессор».
2. При виконанні команди «Процессор» буде показана траєкторія руху інструменту і з'явиться діалог «Процессор» з повідомленням «Успешное завершение». Натисніть кнопку «ОК».
3. Натисніть кнопку  «Объемное моделирование» на панелі «Моделирование 3D». З'явиться вікно модуля ADEM Verify.
4. Натисніть кнопку  «Simulate mode» на панелі «Simulate».
5. Натисніть кнопку  «Start» на панелі «Simulate». Після об'ємного моделювання на екрані з'явиться таке зображення (рис. 4.21).

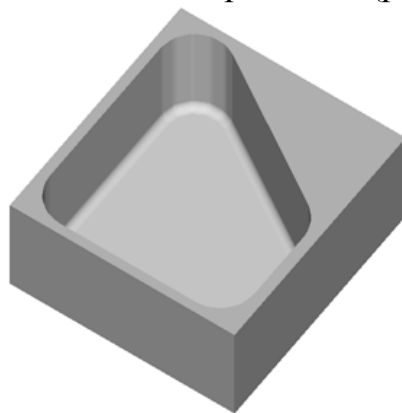







Рисунок 4.21 – Результат об'ємного моделювання деталі

Щоб змінити параметри КЕ «Колодец»:

1. Натисніть кнопку  «Редактирование параметров конструктивного элемента» на панелі «Управление технологическими объектами». З'явиться діалог «Колодец».
2. У полі «Угол стенки» введіть значення «15» і натисніть кнопку «ОК».
3. Натисніть кнопку  «Процессор» на панелі «Процессор».
4. При виконанні команди «Процессор» буде показана траєкторія руху інструменту і з'явиться діалог «Процессор» з повідомленням «Успешное завершение». Натисніть кнопку «ОК».

5. Натисніть кнопку  «Объемное моделирование» на панелі «Моделирование 3D». З'явиться вікно модуля ADEM Verify.
6. Натисніть кнопку  «Simulate mode» на панелі «Simulate».
7. Натисніть кнопку  «Start» на панелі «Simulate». Після об'ємного моделювання на екрані з'явиться нтаке зображення (рис. 4.22).

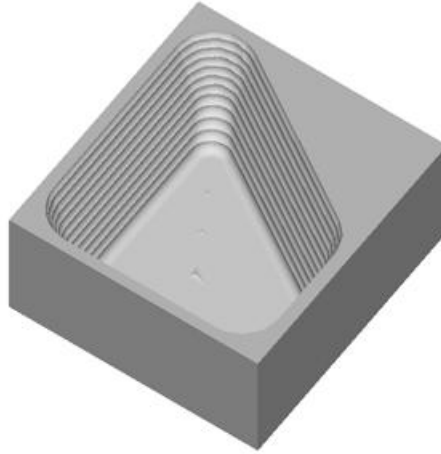



Рисунок 4.22 – Результат об'ємного моделювання деталі

4.1.2 Фрезерування колодязя з контурною стінкою

1. Натисніть кнопку  «Редактирование параметров конструктивного элемента» на панелі «Управление технологическими объектами». З'явиться діалог «Колодец».
2. У полі «Угол стенки» введіть значення «0».
3. Виберіть закладку «Контуры».
4. Видаліть старі контури за допомогою кнопки «Удалить».
5. Натисніть кнопку «Контур». Вкажіть поточний контур колодязя – «Контур1» і натисніть <Esc> або середню кнопку миші (рис. 4.23).
6. У групі «Стенка» виберіть «Контурная».
7. Натисніть кнопку «Контур». Вкажіть контур стінки. З'явиться запит «Где материал?».

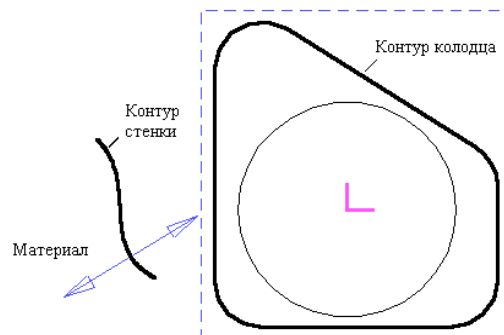







Рисунок 4.23 – Контур деталі

8. Підведіть курсор в місце зліва від контуру і клацніть лівою кнопкою миші (рис. 4.23).

9. Натисніть <Esc> або середню кнопку миші.
10. Натисніть «ОК».
11. Натисніть кнопку  «Редактирование параметров технологического перехода» на панелі «Управление технологическими объектами». З'явиться діалог «Фрезеровать».
12. У полі «Недобег» введіть значення «7».
13. У полі «Гребешок» введіть значення «0,25» (висота гребінця) і натисніть «ОК».
14. Натисніть кнопку  «Процессор» на панелі «Процессор».
15. При виконанні команди «Процессор» буде показана траєкторія руху інструменту і з'явиться діалог «Процессор» з повідомленням «Успешное завершение». Натисніть кнопку «ОК».
16. Натисніть кнопку  «Объемное моделирование» на панелі «Моделирование 3D». З'явиться вікно модуля ADEM Verify.
17. Натисніть кнопку  «Simulate mode» на панелі «Simulate».
18. Натисніть кнопку  «Start» на панелі «Simulate». Після об'ємного моделювання на екрані з'явиться таке зображення (рис. 4.24).

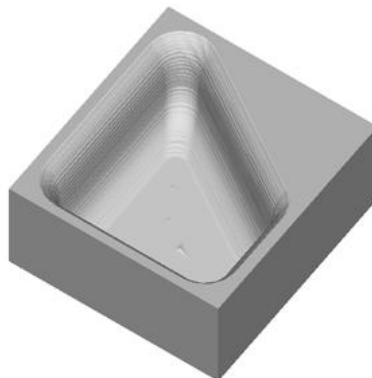



Рисунок 4.24 – Результат об'ємного моделювання деталі

4.1.3 Фрезерування колодязя по двох контурах

Команда «Параметры контура» дозволяє виконувати обробку лінійчатих поверхонь, заданих двома контурами. Конструктивний елемент задається контуром площини КЕ і контуром дна. Система автоматично створює лінійчату поверхню між двома контурами.

1. Натисніть кнопку  «Редактирование параметров конструктивного элемента» на панелі «Управление технологическими объектами». З'явиться діалог «Колодец».
2. Виберіть закладку «Контуры».
3. Видаліть старі контури за допомогою кнопки «Удалить».
4. Натисніть кнопку «Контур». Вкажіть поточний контур колодязя – «Контур 1» і натисніть <Esc> або середню кнопку миші (рис. 4.25).

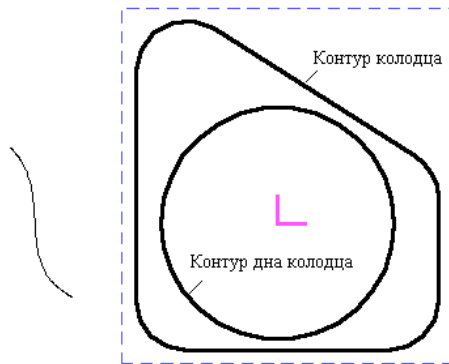




Рисунок 4.25 – Контур деталі

5. У групі «Стенка» виберіть «Два Контура».
6. Натисніть кнопку «Контур». Вкажіть контур дна колодязя і натисніть <Esc> або середню кнопку миші. З'явиться діалог «Параметри контура».
7. Поставте прапорець «Глубина по Z». У полі «Значение» введіть значення «60».
8. Параметр «Глубина по Z» в діалозі «Параметри контура» задає відстань між площиною конструктивного елемента і площиною дна. Параметр «Глубина» повинен бути рівний глибині конструктивного елемента.
9. Натисніть «ОК».
10. Натисніть <Esc> або середню кнопку миші.
11. Натисніть кнопку  «Процессор» на панелі «Процессор».
12. При виконанні команди «Процессор» буде показана траєкторія руху інструменту і з'явиться діалог «Процессор» з повідомленням «Успешное завершение». Натисніть кнопку «ОК».
13. Натисніть кнопку  «Объемное моделирование» на панелі «Моделирование 3D». З'явиться вікно модуля «ADEM Verify».
14. Виберіть команду «Stock», «Вох» з меню «Model». З'явиться діалог створення заготовки.
15. Натисніть кнопку «Modify».
16. Натисніть кнопку «Simulate mode» на панелі «Simulate».
17. Натисніть кнопку «Start» на панелі «Simulate». Після об'ємного моделювання на екрані з'явиться таке зображення (рис. 4.26).

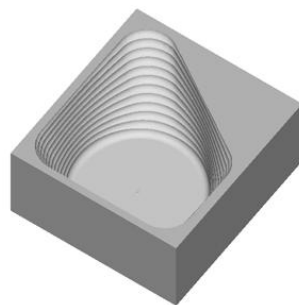



Рисунок 4.26 – Результат об'ємного моделювання деталі

4.1.4 Створення конструктивного елемента «Колодець» з бобишками різної висоти

Варіюючи параметр «Глибина по Z» (діалог «Параметры контура»), ви можете задавати бобишки різної висоти. Параметр «Глибина по Z» задає відстань між площиною конструктивного елемента і площиною контуру бобишки. Виберіть файл Eхе_NC_6.adm з директорії ./Help/Tutorial.

1. Натисніть кнопку  «Колодець» на панелі «Конструктивные элементы». З'явиться діалог «Колодець».
2. Виберіть опцію «Плоскость КЭ» зі списку «Плоскость привязки».
3. У полі «Глибина» введіть значення «30» і натисніть кнопку «ОК».
4. Виберіть закладку «Контур» діалогу «Колодець».
5. Натисніть кнопку «Контур» і вкажіть контур колодезя (контур 1 на рисунку 4.27) і натисніть <Esc> або середню кнопку миші.

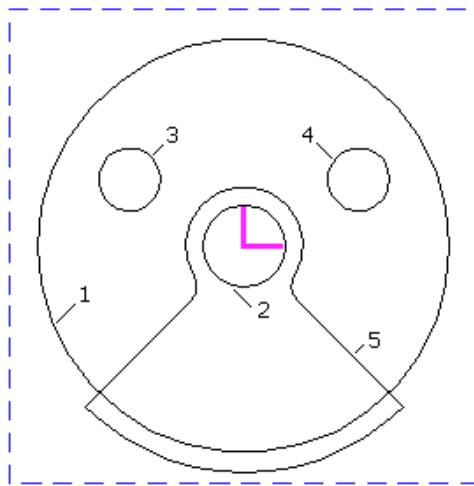




Рисунок 4.27 – Контури деталі

6. Натисніть кнопку «Контур».
7. Вкажіть контур першої бобишки (контур 2 на рисунку 4.27) і натисніть <Esc> або середню кнопку миші.
8. Поставте прапорець «Глибина по Z» і введіть значення «0».
9. Натисніть кнопку «Контур».
10. Вкажіть контур другої бобишки (контур 3 на рисунку 4.27) і натисніть <Esc> або середню кнопку миші.
11. Поставте прапорець «Глибина по Z» і введіть значення «10».
12. Натисніть кнопку «Контур».
13. Вкажіть контур третьої бобишки (контур 4 на рисунку 4.27) і натисніть <Esc> або середню кнопку миші.
14. Поставте прапорець «Глибина по Z» і введіть значення «10»;
15. Натисніть кнопку «Контур».
16. Вкажіть контур четвертої бобишки (контур 5 на рисунку 4.27).
17. Поставте прапорець «Глибина по Z» і введіть значення 20.
18. Натисніть кнопку «ОК».





Для обробки колодязя:

1. Натисніть кнопку  «Фрезеровать 2.5X» на панелі «Переходы». З'явиться діалог «Фрезеровать 2.5X».
2. У полі «Глубина резания» виберіть із списку «мм» і введіть значення «4».
3. У полі «Недобег» введіть значення «12».
4. Виберіть закладку «Дополнительные».
5. Поставте значок «Многопроходная» і введіть значення «5».
6. Виберіть закладку «Инструмент» діалогу «Фрезеровать 2.5X». З'явиться діалог «Инструмент».
7. Виберіть тип інструменту «Фреза концевая скругленная» із списку «Тип».
8. Виберіть значення «Диаметр» із списку «Диаметр-Радиус» і введіть у відповідне поле значення «8».
9. У полі «Радиус скругления» введіть значення «2» і натисніть кнопку «ОК».

Для створення заготовки:

1. Натисніть кнопку  «Заготовка» на панелі «САМ Информация». З'явиться діалог «Заготовка».
2. Зі списку «Способы задания» виберіть «Контур». Введіть в поле «Z min» значення – «35».
3. Натисніть кнопку «С экрана». Вкажіть контур заготівки. Натисніть кнопку <Esc> або середню кнопку миші.
4. Натисніть «ОК».

Для перерахунку траєкторії руху інструменту:

1. Натисніть кнопку  «Процессор» на панелі «Процессор»;
2. При виконанні команди «Процессор» буде показана траєкторія руху інструменту і з'явиться діалог «Процессор» з повідомленням «Успешное завершение». Натисніть кнопку «ОК».
3. Натисніть кнопку  «Объемное моделирование» на панелі «Моделирование 3D». З'явиться вікно модуля ADEM Verify.
4. Натисніть кнопку  «Simulate mode» на панелі «Simulate».
5. Натисніть кнопку  «Start» на панелі «Simulate». Після об'ємного моделювання на екрані з'явиться таке зображення (рис. 4.28).

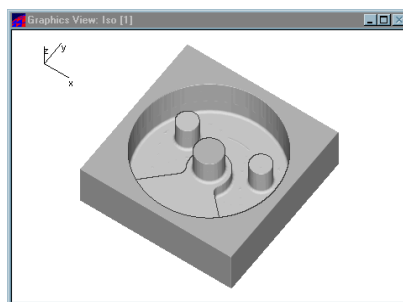


Рисунок 4.28 – Результат об'ємного моделювання деталі

4.2 Порядок виконання практичної роботи

1. Виберіть файл Eхе_NC_5.adm з директорії ../Help/Tutorial.
2. На основі поданої методики в підрозділі 4.1.1 змоделюйте операцію фрезерування для представленого конструктивного елемента, який поданий параметричним контуром.
3. Виберіть файл Eхе_NC_6.adm з директорії ../Help/Tutorial.
4. На основі поданої методики в підрозділі 4.1.2.6 змоделюйте операцію фрезерування для поданого конструктивного елемента, в якому відстань між площиною конструктивного елемента і площиною контуру бобишки параметрично пов'язана.

Контрольні запитання

1. Якими параметрами характеризується конструктивний елемент «Стенка», «Уступ», «Колодець»?
2. В чому особливість моделювання фрезерування колодязя по двох контурах в модулі ADEM CAM?
3. Які існують способи задання контуру конструктивного елемента в модулі ADEM CAM?
4. Яку функцію виконує параметр інтерполяція в модулі ADEM CAM?

Практична робота № 5

Проектування технологічних процесів в модулі ADEM CAPP

Мета роботи: ознайомитись з модулем ADEM CAPP для розробки технологічних процесів.

5.1 Основні теоретичні відомості

CAPP (Computer Aided Process Planning) - автоматизовані системи для проектування техпроцесів і оформлення технологічної документації (technological documents). Продукт є інтерактивним середовищем, наповненим базами даних по матеріалах, сортаментах, устаткуванню, технологічному оснащенню і іншою довідковою інформацією. Сучасні CAPP включають розрахункові модулі з технологічних режимів і нормування, а також настрійку під спеціалізовані форми документів.

Основою модуля проектування технологічних процесів є «База даних ADEM CAPP» (БДА) - область даних, в якій зберігається початкова інформація для формування технічної документації. Структура інтерфейсу подана на рисунку 5.1.

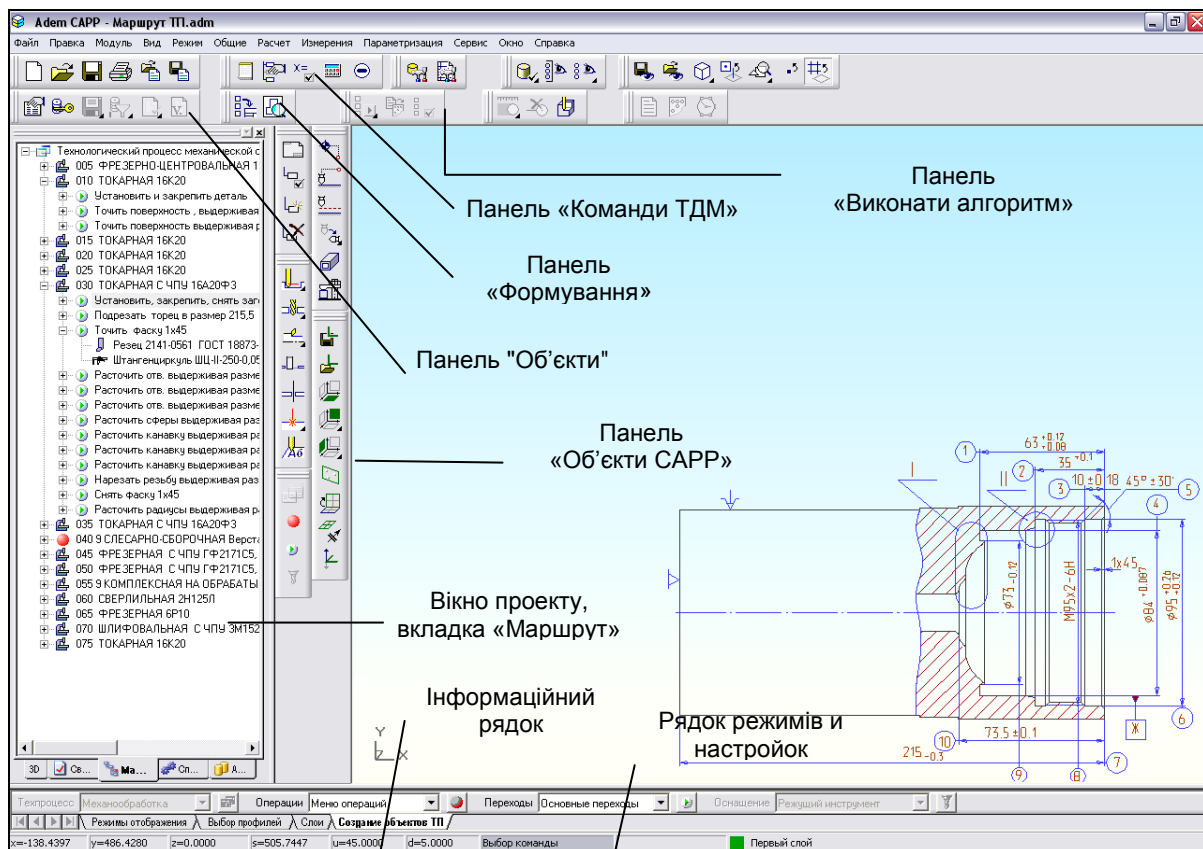


Рисунок 5.1 – Інтерфейс проектування технологічних процесів в модулі ADEM CAPP

Структура БДА - впорядкованість об'єктів у вигляді дерева (графа), що визначає належність одних об'єктів іншим.

Об'єкт БДА – це логічно завершена частина БДА, наприклад: операція, перехід, інструмент і т. д. Об'єкт характеризується набором параметрів, які визначають його складові частини, і має ім'я і код, що встановлюються при настройці. Ім'я і код об'єкта надалі використовуються в алгоритмах (algorithm) для розпізнавання і сортування об'єктів.

Загальні дані – це корінь дерева техпроцесу, який містить його загальну інформацію і заноситься в титульний лист технологічних карт.

Містить інформацію, яка заноситься на титульний лист і в шапки технологічних карт, а також параметри управління комплектом створених документів.

Поточний об'єкт БДА – об'єкт БДА, який є поточним в структурі БДА, тобто є виділеним кольором.

Рівень об'єкта – поняття, що встановлює статус об'єкту в загальній ієрархії бази даних. Наприклад, об'єкт «Общие данные» знаходиться на першому рівні, а об'єкт «Операция» на другому і так далі

Параметр об'єкта – числова або текстова інформація, що визначає складову частину об'єкта. Наприклад, номер цеху (worksho (для операції), найменування переходу (для переходу) і т. д. Кожен параметр об'єкта має ім'я, також встановлене при настройці діалогу.

Діалог об'єкта – діалогове вікно, в якому у впорядкованому вигляді відображаються параметри об'єкта.

Копіювання тексту з креслення – користувач за допомогою маніпулятора «миша» може копіювати текст з існуючого креслення або ескізу.

Розмір – числове значення лінійної величини (діаметра, довжини і т. д.) у вибраних одиницях вимірювання.

5.1.1 Загальний алгоритм проектування

На рисунку 5.2 поданий загальний алгоритм проектування технологічних процесів в модулі ADEM CAPP.

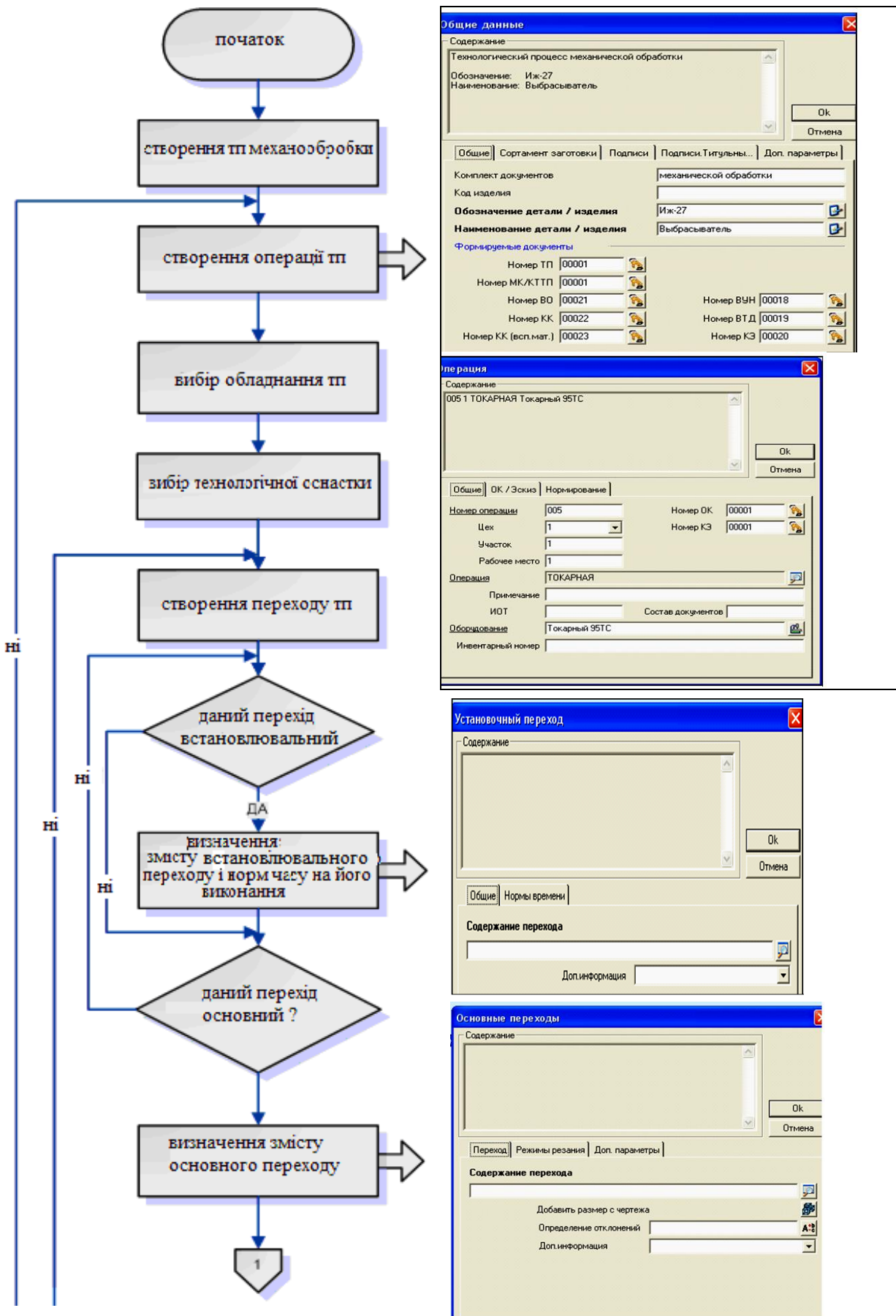


Рисунок 5.2 – Алгоритм проектування технологічних процесів в модулі ADEM CAPP

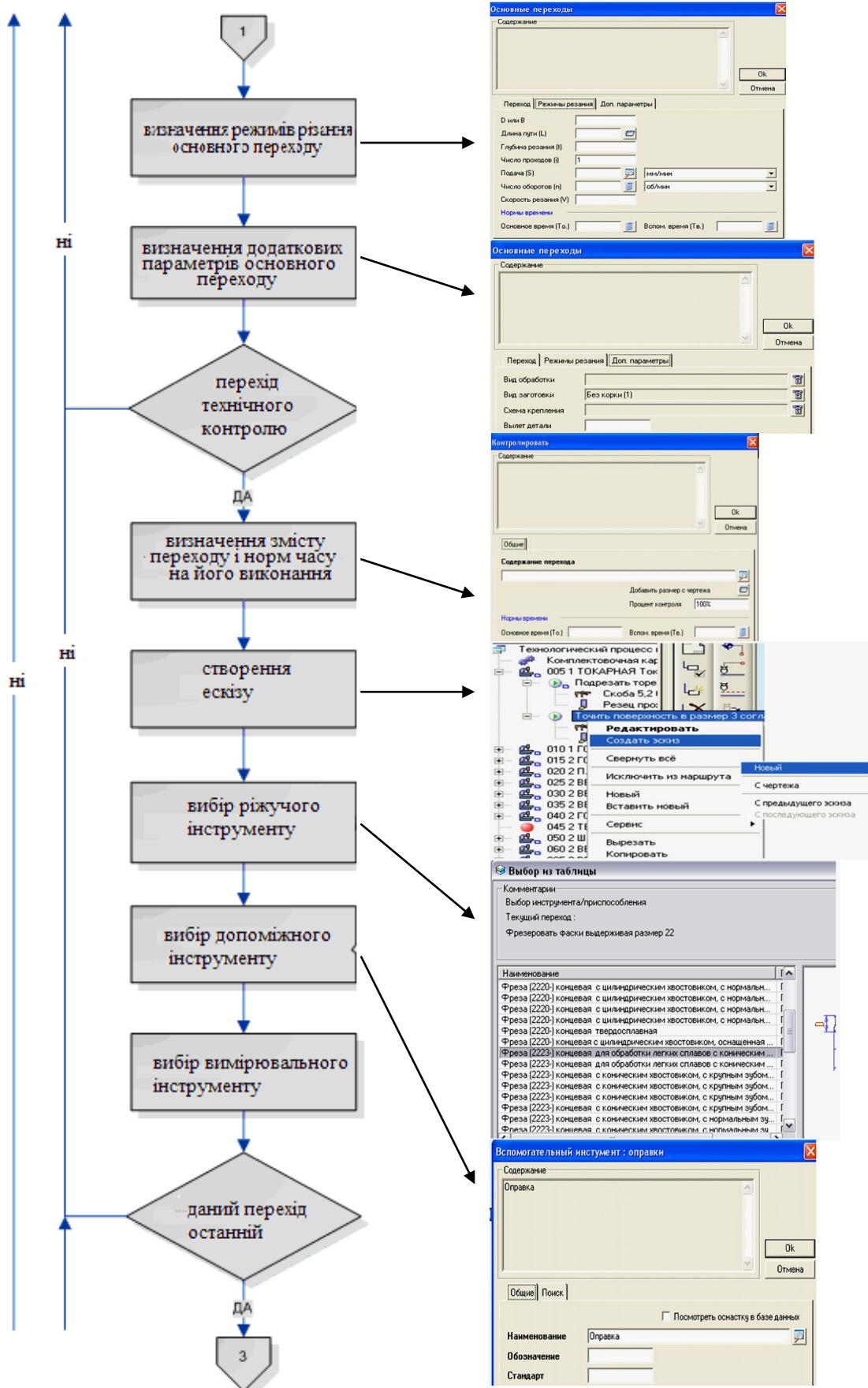
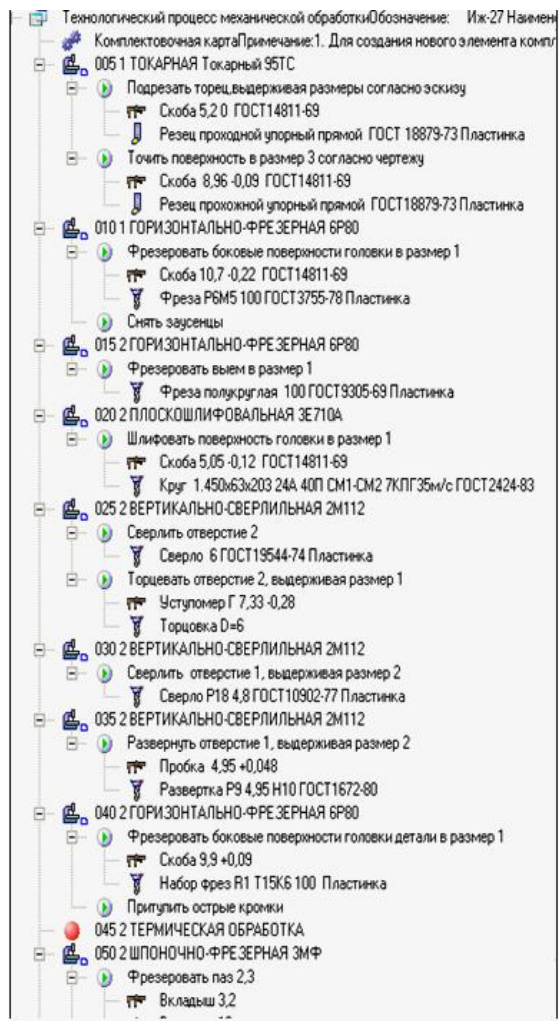
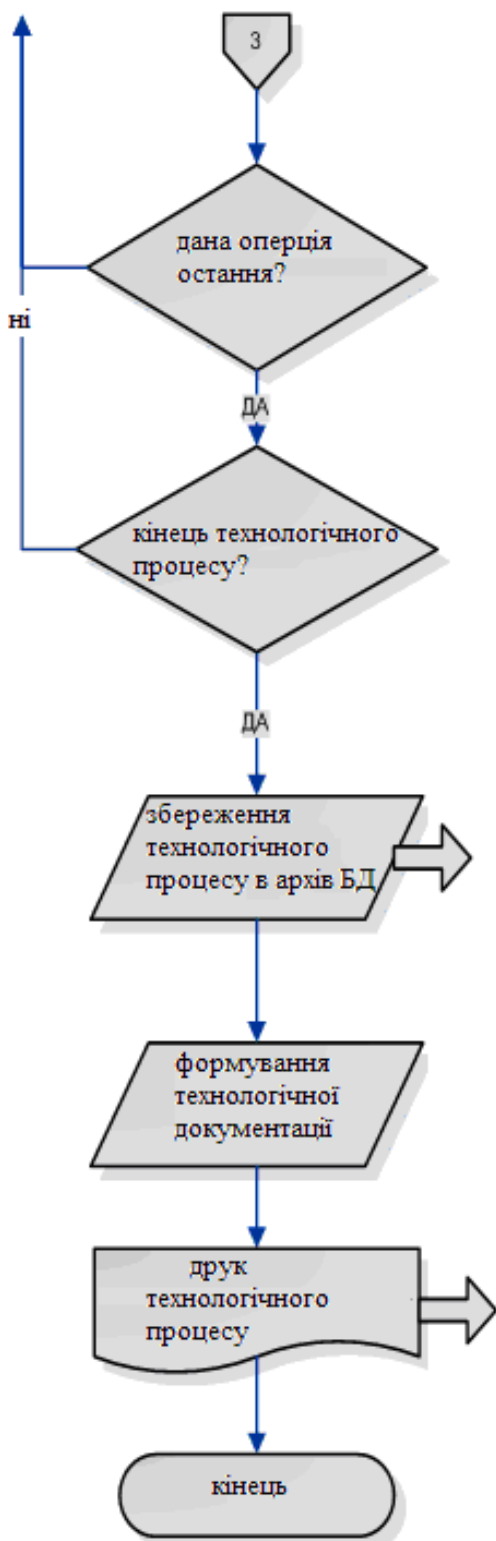


Рисунок 5.2, аркуш 2



№	Имя	Параметры
03	ТОКАРНАЯ	А.Д.6014.1.00001; А.Д.2014.1.00001
04	Токарный 95ТС	1919 2-6
07	ГОРИЗОНТАЛЬНО-ФРЕЗЕРНАЯ	А.Д.6014.1.00001; А.Д.2014.1.00001
09	6Р80	1919 2-6
12	ГОРИЗОНТАЛЬНО-ФРЕЗЕРНАЯ	А.Д.6014.1.00001; А.Д.2014.1.00001
14	6Р80	1919 2-6

Рисунок 5.2, аркуш 3

5.1.2 Вибір операції технологічного процесу

Для створення операції технологічного процесу за допомогою правої кнопки миші в дереві ТП вибираємо нову операцію (рис. 5.3).

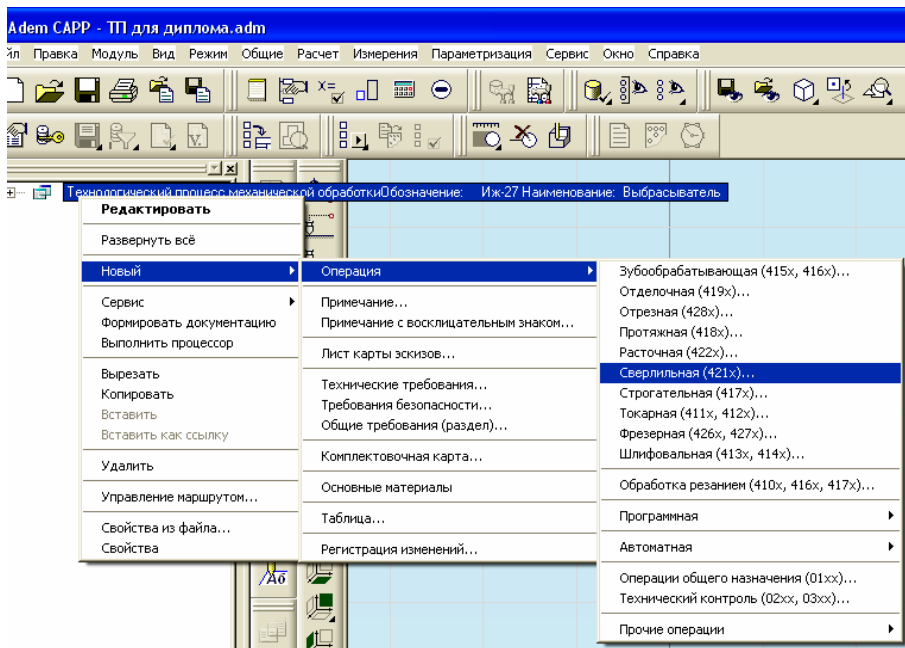


Рисунок 5.3 – Вибір операції технологічного процесу

При виборі операції з'являється вікно де і заповнюються всі дані (рис. 5.4).

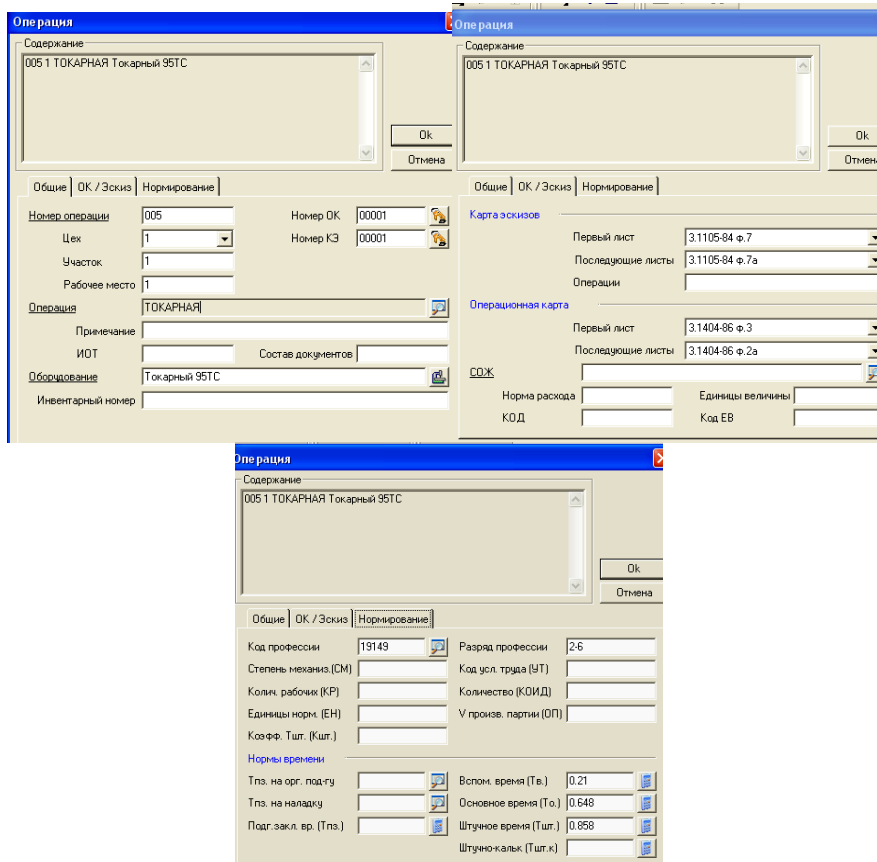




Рисунок 5.4 – Введення даних технологічного процесу

Кнопка  - отримати унікальний п'ятизначний порядковий номер

Кнопка  - вибрати з БД нову операцію. При виборі операції з БД автоматично прочитується код операції і позначення інструкцій із охорони праці, якщо відповідні поля в БД заповнені.

Кнопка  - автоматичний розрахунок часу на ту або іншу операцію.

«Код, разряд профессии» за стандартним класифікатором. Вибирається з БД або заповнюється вручну.

«Степень механизации» (код ступеня механізації). Обов'язковість заповнення графи встановлюється в галузевих нормативно-технічних документах.

Номер операції в технологічній послідовності виготовлення. Можна ввести з клавіатури, а можна отримати автоматично, пронумерувавши весь техпроцес із заданим кроком. Крок автоматичної нумерації операцій визначається настройкою технологічного процесу.

«Кол. рабочих (КР)» – кількість виконавців, зайнятих при виконанні операції.

«Единицы норм. (ОН)» – одиниця нормування, на яку встановлена норма витрати часу.

«Код условий труда (УП)» – код умов праці за класифікацією ОКПДТР і кодом виду норми.

«Количество (КОД)» – кількість деталей (складальних одиниць), що одночасно виготовляються (оброблюваних, ремонтваних), при виконанні однієї операції.

«V произв. партии (ОП)» – об'єм виробничої партії в штуках. На стадіях розробки попереднього проекту і дослідного зразка допускається граф не заповнювати.

Примітка. При виконанні процесу переміщення в графі слід вказувати об'єм транспортної партії, кількість вантажних одиниць що переміщуються одночасно.

«Коэфф. Тшт. (Кшт.)» – коефіцієнт штучного часу при багатOVERстатному обслуговуванні.

«Тпз. на орг. под-ку» – норма підготовчо завершального часу на організаційну підготовку для операції.

5.1.3 Вибір устаткування і технологічного оснащення

При виборі операції відкривається вікно, де на закладці «Общие» може бути вибране нове устаткування (рис. 5.5).

Тип устаткування можна як вибрати з бази даних, так і заповнити вручну! Також можна внести модель верстата.

Кнопка  – вибір устаткування з БД.

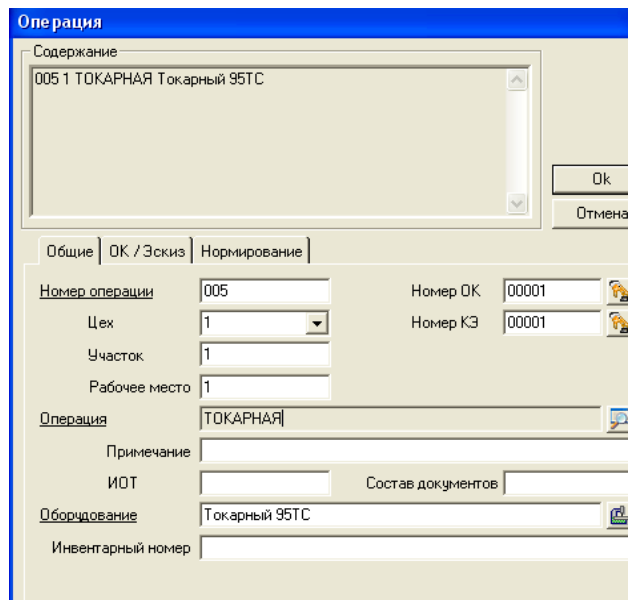


Рисунок 5.5 – Вибір нового устаткування

При виборі з БД система покаже тільки те устаткування, на якому може бути виконана поточна операція. Якщо заданий цех, буде показано устаткування, на якому може бути виконана поточна операція і яке встановлене в заданому цеху.

Інвентарні номери для декількох одиниць устаткування слід вказувати через розділовий знак «;». Заповнюється автоматично після вибору устаткування з БД (якщо цей параметр заповнений в БД) або заповнюється вручну.

Технологічне оснащення, що закладається в техпроцес, знаходиться в дереві техпроцесу на четвертому рівні усередині об'єкта «Переход». Створювати оснащення можна після створення переходів.

Використане в ТП оснащення розбите на групи. Залежно від вибраної операції перелік груп може змінюватися. Тобто, наприклад, на фрезерній операції буде тільки те оснащення, яке можна використовувати на фрезерній операції (рис. 5.6).

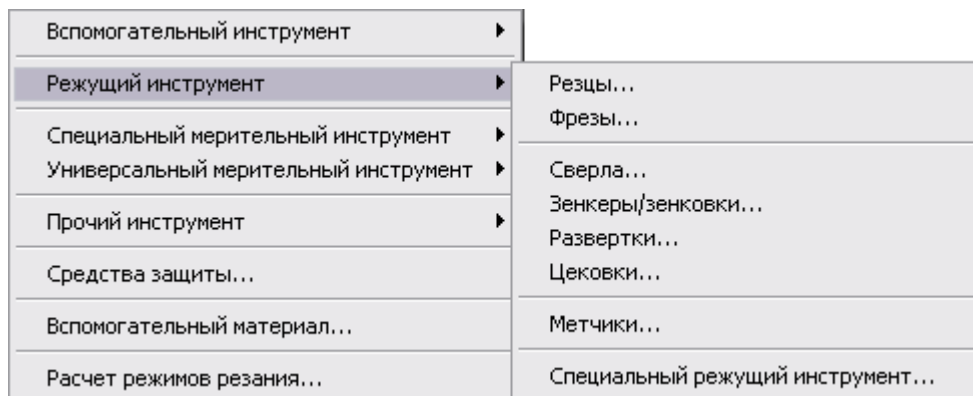


Рисунок 5.6 – Контекстне меню вибору об'єктів рівня оснащення

5.1.4 Вибір режимів різання і нормування операцій

В наш час нормування і підвищення продуктивності праці розглядаються як найважливіші для виробництва, що мають місце в організації. Для цього в системі реалізована можливість автоматичного нормування об'єктів технологічного процесу для будь-якого типу виробництва (одиночного, дрібносерійного, крупносерійного, масового) за загально-машинобудівними нормами праці. Вся робота здійснюється тут же в середовищі ADEM CAPP в об'єктах ТП без відкриття додаткових вікон і додатків, що дозволяє технологів легко, швидко і зручно управляти цими даними (рис. 5.7). На основі нормативів система автоматично визначає норми допоміжного часу.

Час на установлення і зняття заготовки визначається з таких складових: схеми кріплення деталі, способу установлення і кріплення, виду установлення, характеру вивірювання, маси заготовки, стану установчої поверхні, кількості закріплюваних деталей, характеру вивірювання та інші.

При визначенні часу на вимірювання враховується використовуваний вимірювальний інструмент, точність вимірювання, вимірюваний розмір, довжина вимірюваної поверхні, тип деталі (жорстка конструкція або тонкостінна деталь).

Допоміжний час, пов'язаний з основними переходами розраховується з урахуванням часу на управління верстатом. Розрахунок підготовчо-завершального часу зводиться до визначення часу на організаційну підготовку і часу на наладку верстата, пристосування, інструменту, програмних пристроїв. Підготовчо-завершальний час залежить від типу устаткування і його паспортних даних.

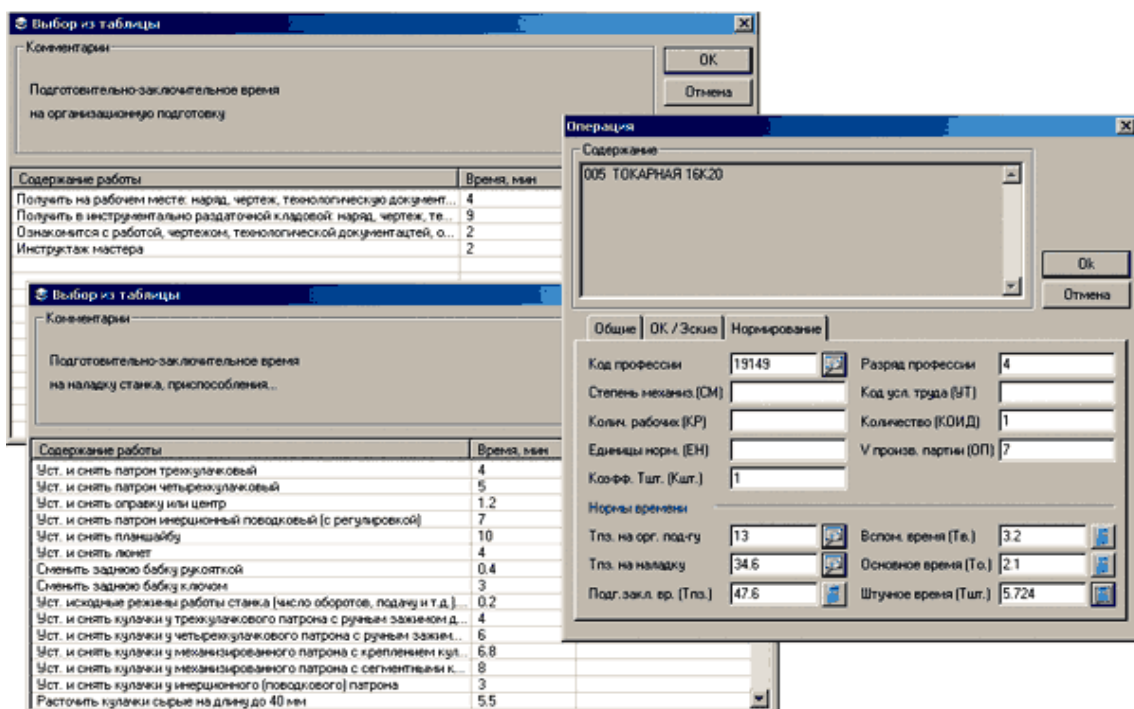


Рисунок 5.7 – Розрахунок норм часу

Штучний час розраховується з урахуванням закладених норм часу на відпочинок, особисті потреби і обслуговування верстата. Основний час для розрахунку норм штучного часу береться з розрахунків режимів різання.

У кожного підприємства можуть бути свої норми часу, тому в системі ADEM CAPP передбачена можливість коректування норм часу шляхом введення коефіцієнта на допоміжний час. Із застосуванням в системі можливості автоматичного нормування витрат праці, роботи інженера із нормування зведені до мінімуму.

5.1.5 Вибір переходу технологічного процесу

Вибір технологічного переходу здійснюється аналогічно вибору операції, тобто при виділенні операції, натиснувши праву кнопку миші, з'являється вікно, де надається можливість створити перехід, при цьому призначивши норми часу і описавши його зміст (рис. 5.7).

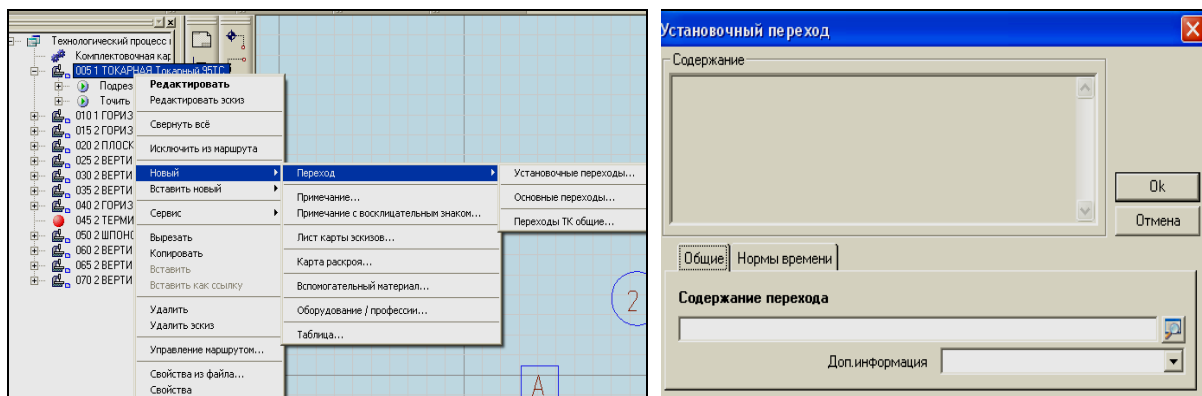


Рисунок 5.8 – Меню вибору переходу технологічного процесу

5.1.6 Вибір або створення ескізу технологічного процесу

У системі ADEM CAPP є можливість створення операційних ескізів. Кількість ескізів, яку можна створити на операцію, необмежено.


Геометрична інформація для першого листа карти ескізів визначається на об'єкті «Операция». Інформація для подальших листів карти ескізів зберігається в об'єктах «Эскиз»; переходів, що знаходяться на рівні, усередині об'єкта «Операция».

Щоб створити перший лист карти ескізів:


- відкрийте на редагування об'єкт «Операция», для якої необхідно створити карту ескізів;

- задайте порядковий реєстраційний номер карти ескізів в полі «Номер КЭ» в об'єкті «Операция» на вкладці «Общие»;

- у вікні діалогу натисніть кнопку «ОК»;

- натисніть кнопку «Эскиз»  на панелі інструментів «Объекты»;

- створіть ескіз;

- виберіть тип лінії «Штрих з двома пунктирами». Елементом «Прямоугольник»  визначите ескіз;
- у меню «Модуль» виберіть пункт ADEM CAPP.

5.1.7 Проектування технологічних операцій, що виконуються на верстатах з ЧПК

Що стосується виробництв, автоматизованих ЧПК, слід відмітити, що для його підготовки не досить розробити програму управління. Враховуючи, що операції з ЧПК є частиною загального технологічного процесу обробки деталі, вони також потребують документування.

В основу покладено єдине дерево ТП, що включає як операції, що виконуються на універсальному устаткуванні, так і операції, які виконуються з використанням верстатів з ЧПК. Вся інформація з дерева ТП (операції, зокрема операції з ЧПК, переходи, оснащення, режими різання, норми часу і ін.) автоматично відображаються в маршрутних, операційних картах, відомостях оснащення, в картах наладки і інших документах.

Також в системі ADEM автоматично може формуватися дерево технологічного процесу залежно від вибраної операції. Допустимо нам потрібно фрезерувати будь-який отвір:

- вибираємо команду «Фрезеровать» на панелі інструментів і задаємо параметри фрезерування (рис. 5.9).

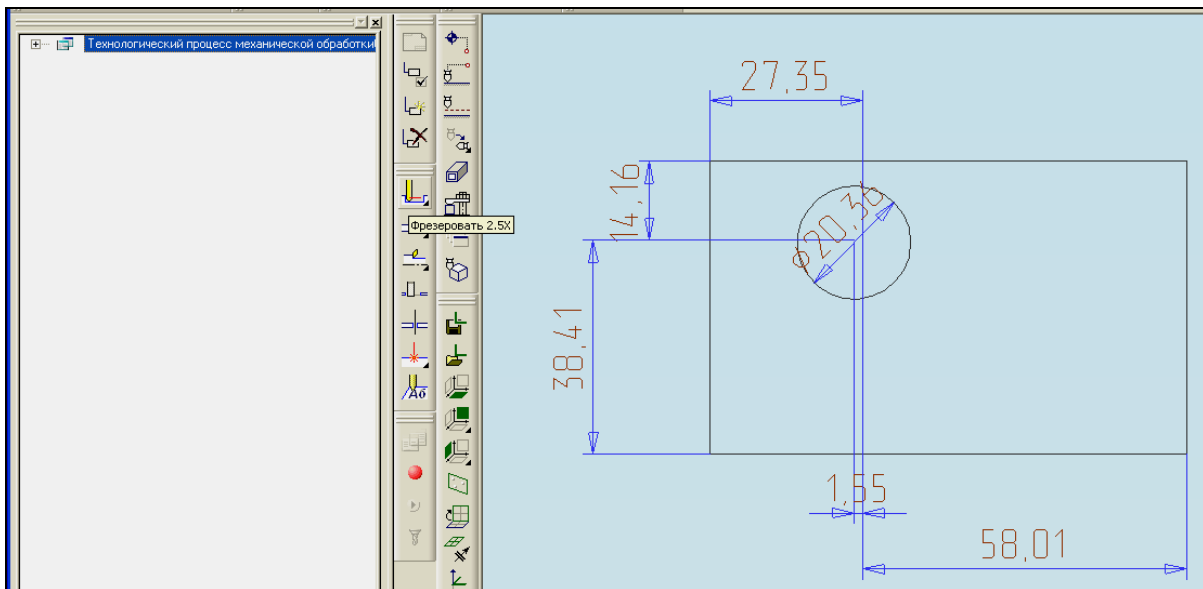


Рисунок 5.9 – Вибір команди «Фрезеровать» на панелі інструментів

Система автоматично прописує нам операцію, перехід і оснащення даного процесу (рис. 5.10).

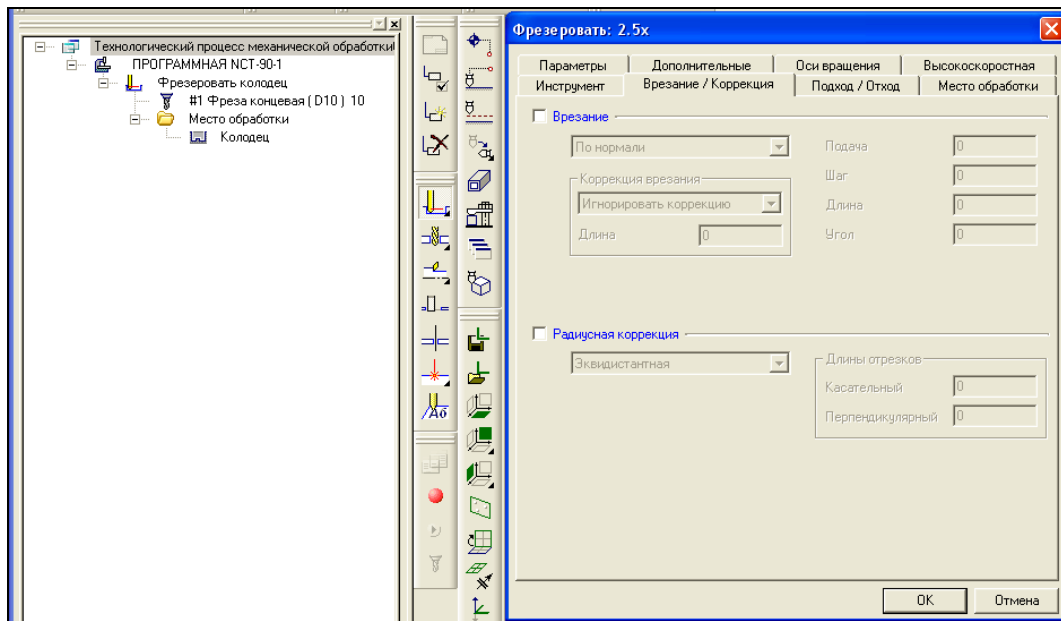


Рисунок 5.10 – Прописування операції, переходу і оснащення технологічного процесу

Останнім часом для виготовлення деталей все більше використовується устаткування з ЧПК. Як правило, технолог програміст, використовуючи своє програмне забезпечення, проектує маршрут обробки своєї частини деталі як окремої операції загального технологічного процесу, а потім технолог описує цю операцію в загальному технологічному процесі. Таким чином, виходить як мінімум два маршрути - один для розрахунку програми управління, інший для формування комплексу технологічної документації. У ADEM CAPP реалізовано єдине дерево ТП, що включає як операції, які виконуються на універсальному устаткуванні, так і операції, що виконуються з використанням верстатів з ЧПК. Таким чином, технолог і технолог-програміст працюють в єдиному інформаційному просторі. Внаслідок цього не виникає двох різних маршрутів при описі обробки на верстаті з ЧПК. Вся інформація з ТП (операції, зокрема операції з ЧПК, переходи, оснащення, режими різання, норми часу і ін.) автоматично потрапляють у сформовані маршрутні, операційні карти, відомості оснащення, карти наладки та інші. Слід зазначити, що в маршрут обробки на устаткуванні з ЧПК можна додавати додаткову інформацію, що не використовується при розрахунку програми управління, але необхідну для оформлення вихідних документів. Це можуть бути установчі переходи, переходи технічного контролю, технічні вимоги, примітки, пристосування і т. д. Для ефективної роботи технолога і технолога-програміста використовується єдина інформаційна база даних по операціях, устаткуванні, оснащенні, матеріалах.

Кінцевим результатом маршруту обробки на верстатах з ЧПК є програма управління, яка при необхідності може бути оформлена на картах кодування інформації за ГОСТ 1404-86.

5.1.8 Редагування технологічного процесу

ADEM CAPP має велику кількість варіантів редагування технологічного процесу, модифікуючи дерево техпроцесу, тобто переміщати, копіювати, видаляти об'єкти техпроцесу і т. д.

Користувач може переносити створені раніше об'єкти техпроцесу разом з об'єктами, які входять в нього. Наприклад, якщо перемістити операцію, яка містить переходи і оснащення, то при переміщенні разом з операцією будуть переміщені всі переходи і оснащення, які входять в дану операцію.

У ADEM CAPP для модифікації дерева техпроцесу використовується технологія Drag&Drop. Вона дозволяє «перетягувати» об'єкт з однієї частини дерева в іншу за допомогою миші.

У ADEM CAPP, як і в багатьох інших програмах, як такі, що працюють під MS Windows, можна використовувати буфер обміну при перенесенні об'єктів.

При копіюванні або переносі об'єкта за допомогою буфера обміну - необхідно вибрати об'єкт і, натиснувши праву кнопку миші, вибрати в контекстному меню потрібну функцію, а потім вказати об'єкт, в який необхідно перенести або вставити раніше вибраний об'єкт (рис. 5.11).

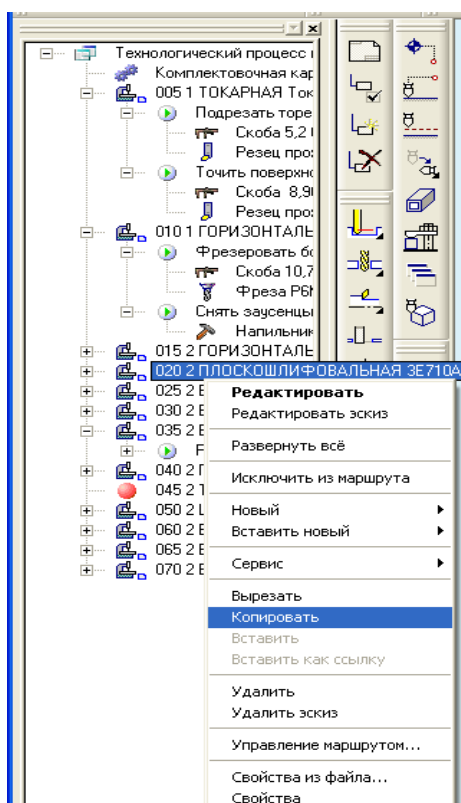




Рисунок 5.11 – Схема редагування технологічного процесу

Видалення об'єкта може також проводитись декількома способами: за допомогою буфера обміну; за допомогою контекстного меню тощо.

Видалити всі об'єкти техпроцесу можна, видаливши кореневий елемент дерева техпроцесу. Також видалити усі об'єкти техпроцесу можна за допомогою команди меню: «Общие», «Удалить», «Техническая документация».

Зберегти об'єкт у вигляді файлу на диску, наприклад, щоб використовувати його в іншому техпроцесі, можна за допомогою кнопки «Запись объекта»  панелі інструментів «Стандартная ТДМ». Зберігається поточний об'єкт і всі об'єкти, що йому належать. Об'єкт зберігається у файл з розширенням *.gmd.

Також можна змінювати маршрут техпроцесу за допомогою вікна «Управление маршрутом»

Вікно «Управление маршрутом» відображає на екрані послідовність об'єктів, що розташовані на поточному рівні і належать вищому, і призначена для модифікації дерева техпроцесу (копіювання, переміщення, видалення об'єктів). Відкрити вікно можна за допомогою команди. Управління маршрутом контекстного меню або за допомогою команди «Управление маршрутом»  панелі інструментів «Команды ТДМ» (рис. 5.12).

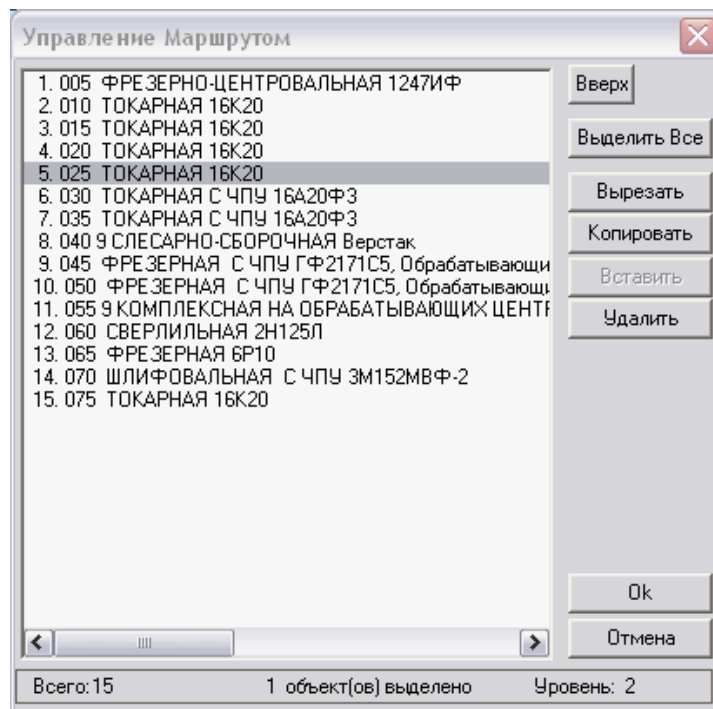




Рисунок 5.12 – Меню керування маршрутом

Для переходу на рівень нижче необхідно встановити курсор на необхідний об'єкт і зробити подвійне клацання лівою клавішею маніпулятора «миша».

Система ADEM CAPP постійно вдосконалюється. Змінюються діалоги, перелік параметрів в діалогах і т. п. Створений технологічний процес

зберігається у файлі, а разом з ним всі діалоги, на основі яких він створювався. Тому, створений раніше техпроцес, при відкритті в новій версії ADEM CAPP, відрізняється від техпроцесу, створеного в поточній версії. Для перетворення техпроцесу, створеного в попередній версії ADEM CAPP, до поточної версії реалізований сервіс «Автоматическое обновление объектов ТП /ВТП».

5.1.9 Формування технологічних карт

Для того, щоб сформувати технологічні карти необхідно на панелі «Формировать» натиснути кнопку  «Формировать». Система автоматично почне комплектацію технологічних карт. Коли процес завершиться є можливість проглянути кожен лист карт, натиснувши кнопку «Просмотр графики» . Також, якщо треба внести будь-які зміни до карти, можна просто вибрати у меню команд «Сервис-Конфигурация-моделирование» (рис. 5.13).

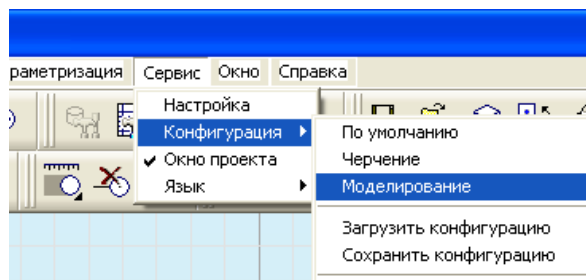


Рисунок 5.13 – Меню внесення змін до технологічної карти

5.2 Порядок виконання практичної роботи

1. Проаналізуйте алгоритм проектування технологічного процесу в системі ADEM CAPP, що поданий в підрозділі 6.1.
2. Вивчіть особливості проектування технологічного процесу.
3. Проаналізуйте конструкцію деталі, яку ви отримали від викладача.
4. Складіть технологічний процес виготовлення даної деталі.

Контрольні запитання

1. Які операції необхідно враховувати при визначенні часу на вимірювання виробу?
2. Від чого залежить підготовчо-завершальний час при розробці техпроцесу?
3. Які документи є результатом розробки технологічного процесу?
4. Що є кінцевим результатом маршруту обробки на верстатах з ЧПК?

Самостійна робота № 5

Створення технологічних карт маршруту обробки деталі в модулі ADEM CAPP

Мета роботи: отримати практичні навички щодо проектування технологічних процесів з використанням системи ADEM CAPP.

5.1 Основні теоретичні відомості

5.1.1 Приклад проектування технологічного процесу

Спроекувати технологічний процес виготовлення деталі, що показана на рисунку 5.14.

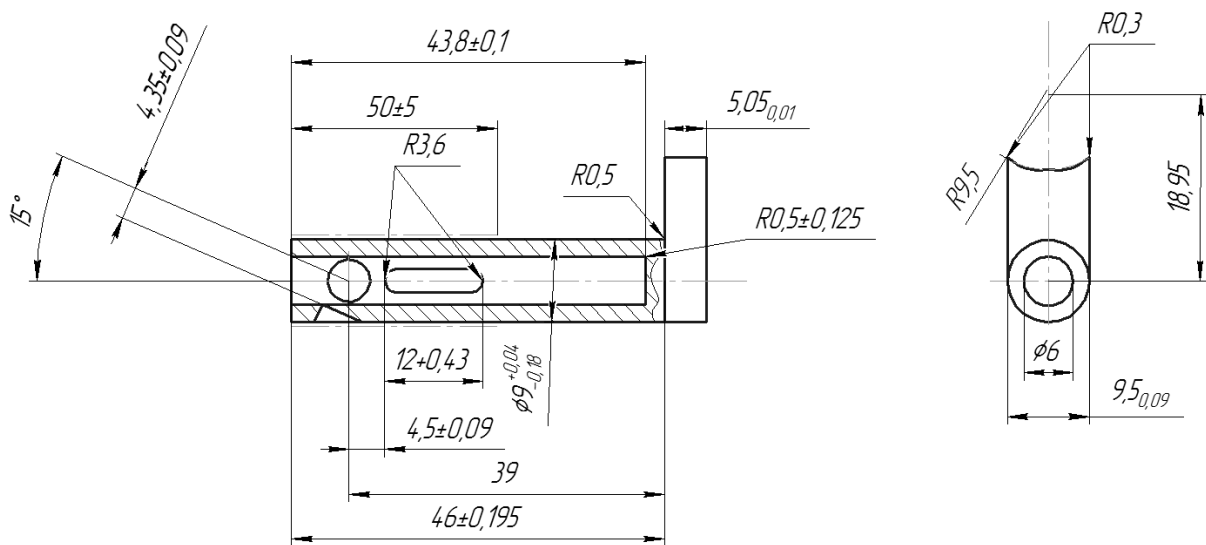


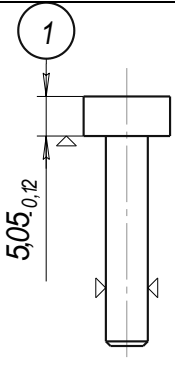
Рисунок 5.14 – Креслення деталі

В таблиці 5.1 поданий технологічний процес створення деталі, яка подана на рисунку 5.14.

Таблиця 5.1 – Технологічний процес

1. Технологічні операції	2. Ескіз деталі
<p>005 Токарна.</p> <p>1. Підрізати торець, витримуючи розміри 1, 2, 4.</p> <p>2. Точити поверхню в розмір 3</p> <p>Припуск = 0,5 мм</p> <p>Подача = 0,2 мм/об</p> <p>Швидкість = 272 м/хв</p> <p>Частота = 1000 об/хв.</p>	

Продовження таблиці 5.1

1	2
<p>010 Фрезерна Фрезерувати бічні поверхні голівки в розмір 1. Припуск = 0,5 мм Подача = 1,2 мм/об Швидкість = 78 м/хв Частота = 400 об/хв 015 Фрезерна</p>	
<p>020 Плоскошліфувальна Шліфувати поверхню голівки деталі в розмір 1 Припуск = 1 мм Подача = 21 мм/об Швидкість = 35м/с Частота = 1000 об/хв</p>	
<p>025 Свердлильна 1. Центрувати отв. $\text{Ø}5^{+0,75} \times 120^\circ$ 2. Свердлити отв. 2 3. Торцювати отв. 2, витримуючи розмір 1. Припуск = 3 мм Подача = 0,1 мм/об Швидкість = 9,4 м/хв Частота = 500 об/хв</p>	
<p>030 Свердлильна Свердлити отв. $\text{Ø}4,8^{+0,1}$</p>	<p>060 Слюсарна</p>
<p>035 Свердлувальна Розвернути отв. $\text{Ø}4,95^{+0,048}$</p>	<p>065 Свердлильна Розвернути отвір в розмір 1.</p>
<p>040 Фрезерна Фрезерувати бічні поверхні голівки деталі в розмір 1</p>	<p>070 Фрезерна. Фрезерувати зуб в розміри 1, 2, 3, 4.</p>
<p>045 Фрезерна Фрезерувати паз 2, 3, витримуючи розмір 3</p>	<p>075 Контроль.</p>
<p>050 Свердлильна Зняти задирки в отв. 1</p>	<p>080 Покриття. Покриття деталі: Хім. окс. прм</p>
<p>055 Термообробка Загартувати деталь</p>	

Для того, щоб створити техпроцес механообробки на панелі команд вибираємо кнопку «создать», клацнувши лівою кнопкою миші після чого, справа, у вікні проекту з'явиться перший рівень «технологический процесс механообработки» (рис. 5.15).

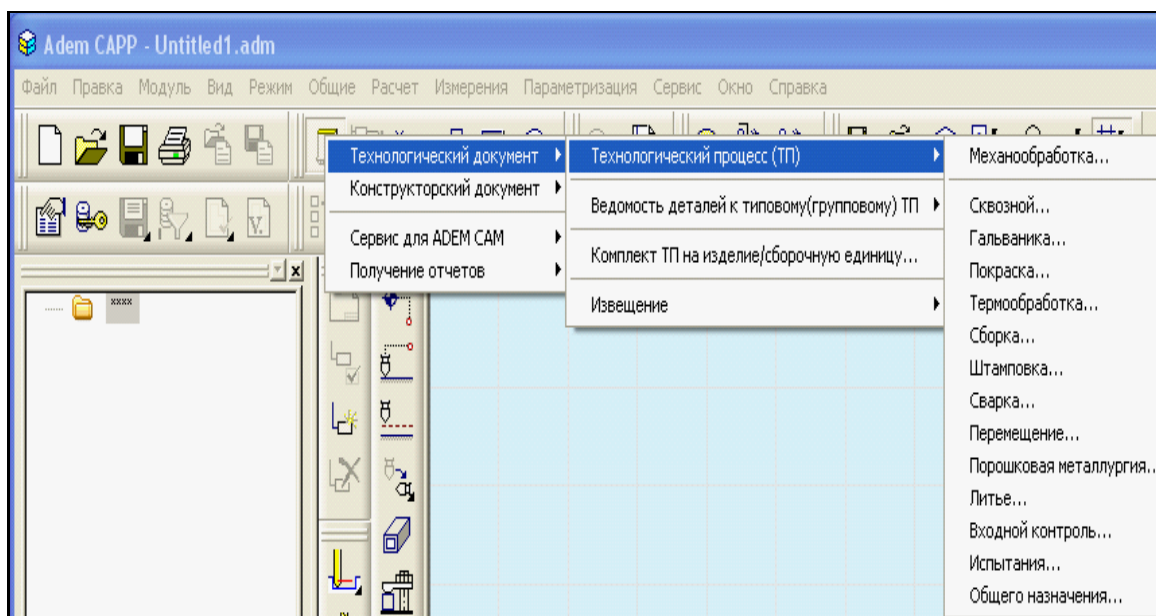


Рисунок 5.15 – Схема створення техпроцесу механообробки

Задамо загальні дані по техпроцесу, клацнувши правою кнопкою миші на з'явленому рівні. Заповнивши усі деталі, включаючи їх найменування, позначення, матеріал, масу та інші особливості ми формуємо вже перший титульний лист технологічних карт (рис. 5.16).

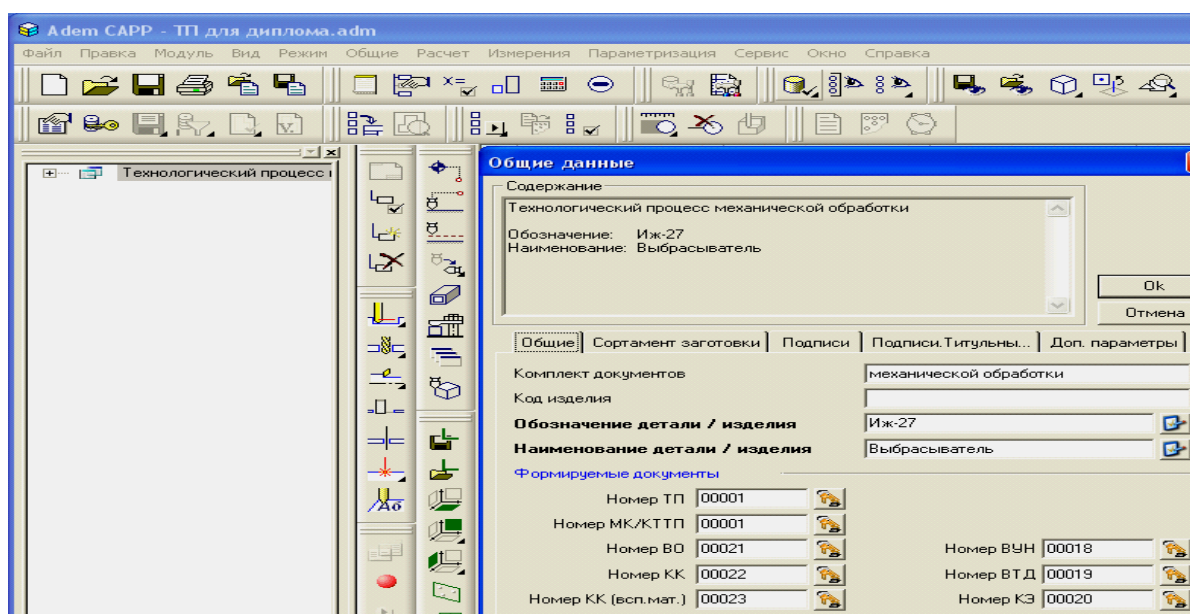


Рисунок 5.16 – Схема створення загальних даних по техпроцесу

Перша операція, яку необхідно створити це – токарна. Правую кнопкою миші натиснувши на перший рівень дерева ТП «технологический процесс механообработки» створюємо нову операцію, в даному випадку токарну (рис. 5.17).

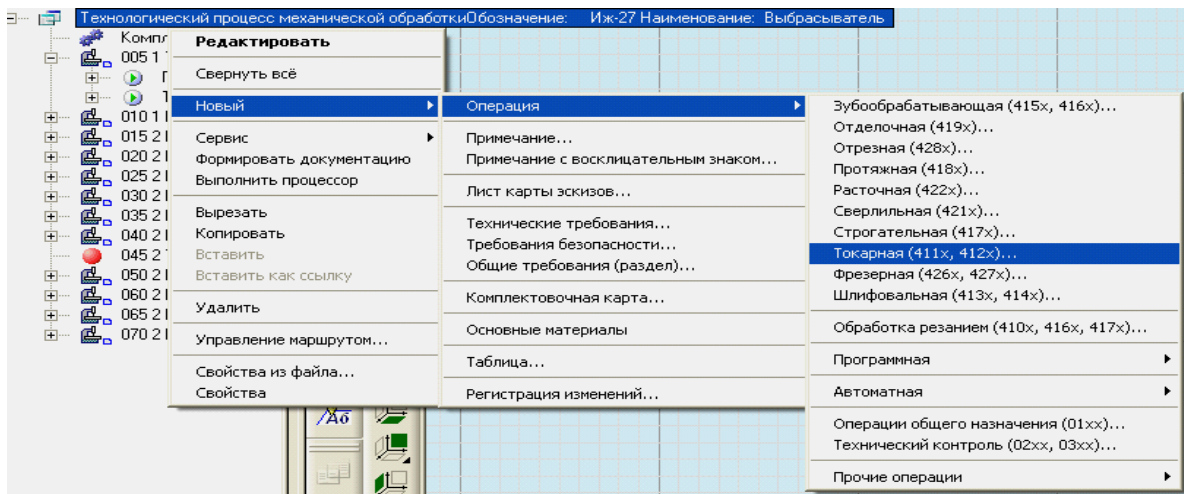


Рисунок 5.17 – Схема створення першої технологічної операції

Після того як з'явилося вікно «Операция» заповнюємо усі дані: номер операції, цех, дільниця, робоче місце, найменування операції і т. д., як показано на рисунку 5.18. Також у цьому вікні необхідно заповнити обладнання на дану операцію, яке можна вписати самостійно, або вибрати із довідника, натиснувши значок обладнання справа від найменування.

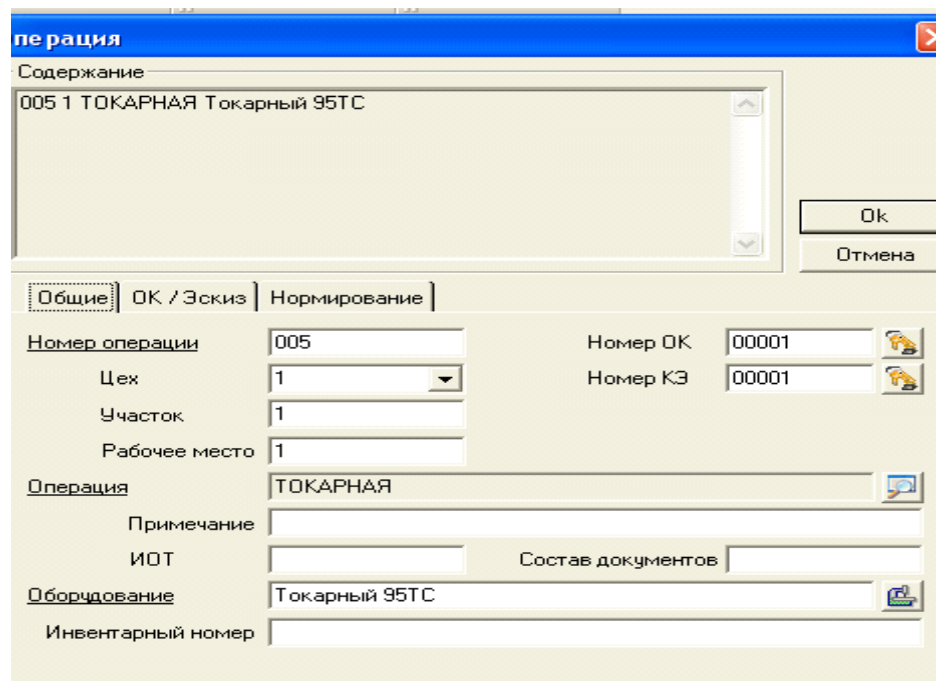


Рисунок 5.18 – Схема заповнення меню «Операция»

Слідом по закладках вікна «Операция» заповнюємо усі дані, включаючи «ОК/Эскиз» і «Нормирование» (рис. 5.19).

Ок
Отмена

Общие | ОК / Эскиз | **Нормирование**

Код профессии	19149	Разряд профессии	2-6
Степень механиз.(СМ)		Код усл. труда (УТ)	
Колич. рабочих (КР)		Количество (КОИД)	
Единицы норм. (ЕН)		У произв. партии (ОП)	
Козфф. Тшт. (Кшт.)			

Нормы времени

Тпз. на орг. под-гу		Вспом. время (Тв.)	0.21
Тпз. на наладку		Основное время (То.)	0.648
Подг.закл. вр. (Тпз.)		Штучное время (Тшт.)	0.858
		Штучно-кальк (Тшт.к)	

Рисунок 5.19 – Схема заповнення закладок вікна «Операция»

Також закладці «ОК/Эскиз» можна задати змашувально-охолоджувальну рідину. Заповнивши усі дані по операції, натискаємо кнопку «ОК» і в дереві проекту з'являється другий рівень – токарна (рис. 5.20).

Ок
Отмена

Общие | **ОК / Эскиз** | Нормирование

Карта эскизов

Первый лист	3.1105-84 ф.7
Последующие листы	3.1105-84 ф.7а
Операции	

Операционная карта

Первый лист	3.1404-86 ф.3
Последующие листы	3.1404-86 ф.2а

СОЖ

Норма расхода		Единицы величины	
КОД		Код ЕВ	

Рисунок 5.20 – Схема задання змашувально-охолоджувальної рідини

Створюємо перехід (рис. 5.21). У нашому випадку це основний перехід де необхідно підрізати торець, витримуючи розміри згідно з ескизом.

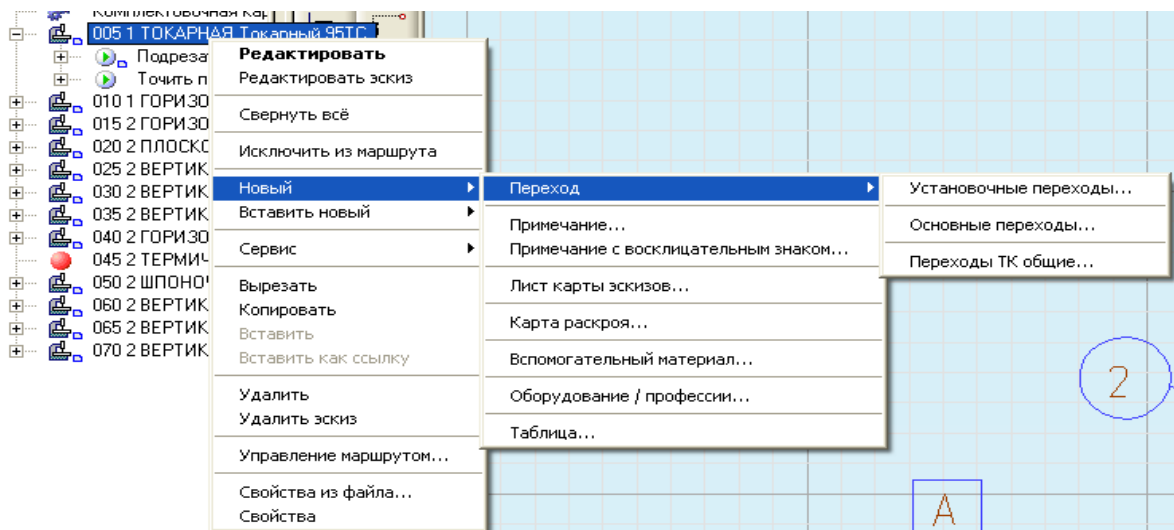


Рисунок 5.21 – Схема створення основного переходу

На закладці «Режимы резания» (рис. 5.22) заносимо дані по режимах обробки деталі, а на «Доп. параметры» додаткову інформацію по переходу: вид обробки, вид заготовки, схема закріплення і виліт деталі.

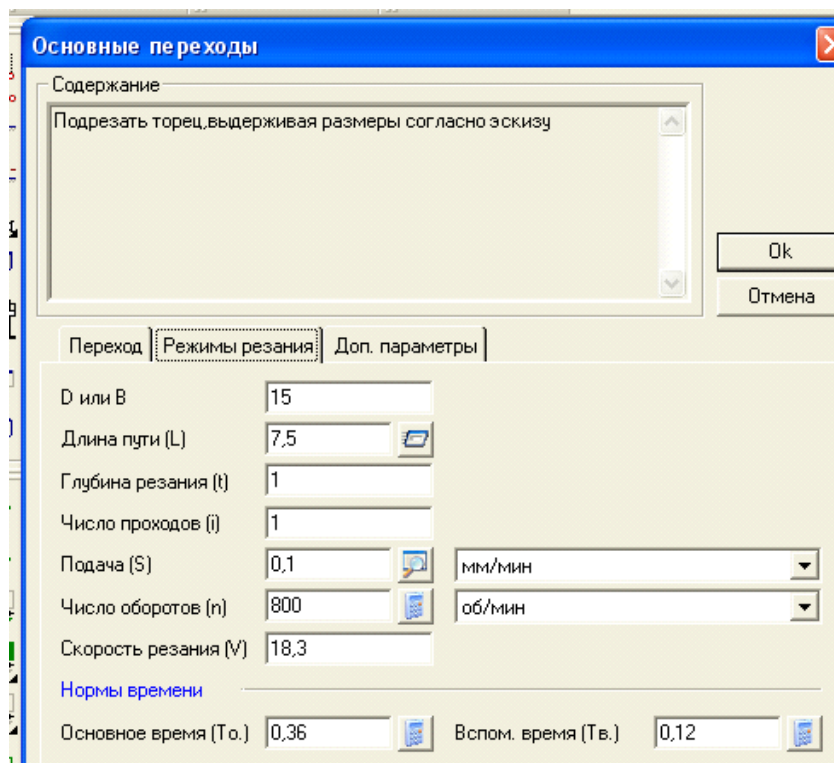


Рисунок 5.22 – Схема заповнення закладки «Режимы резания»

Четвертый підрівень містить вибір інструменту для даної операції (рис. 5.23). Це може бути як ріжучий, мірильний, так і допоміжний інструмент. У нашому випадку це буде ріжучий інструмент – різець.

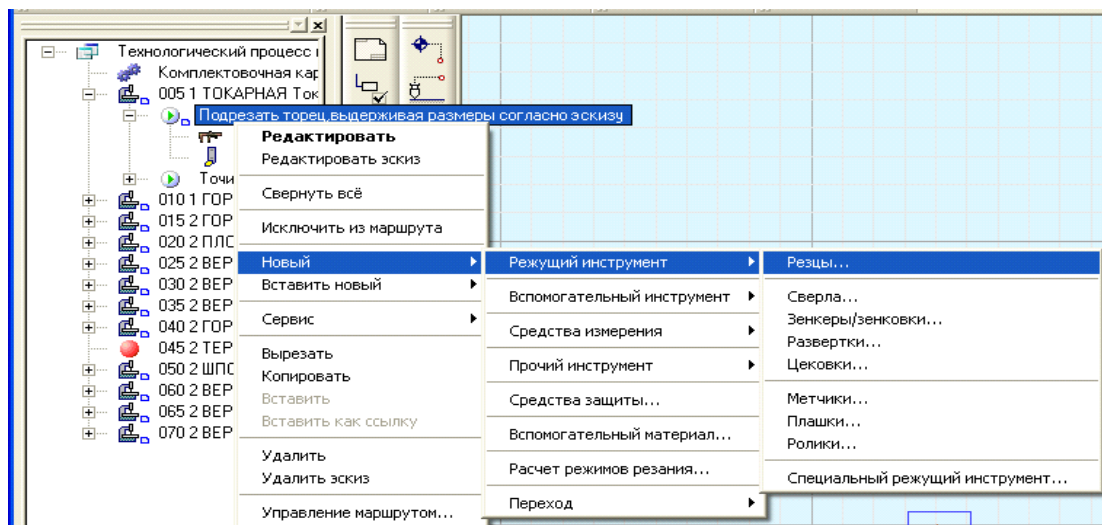


Рисунок 5.23 – Схема вибору інструменту для даної операції

На закладці «Общие» заносимо найменування різця (рис. 5.24), або вибираємо його із довідника, натиснувши праву кнопку миші із списка, який спадає вниз. Також задається ширина робочої частини, кут в плані і період стійкості. Відповідно заповнюються усі закладки: ріжуча пластинка і пошук.

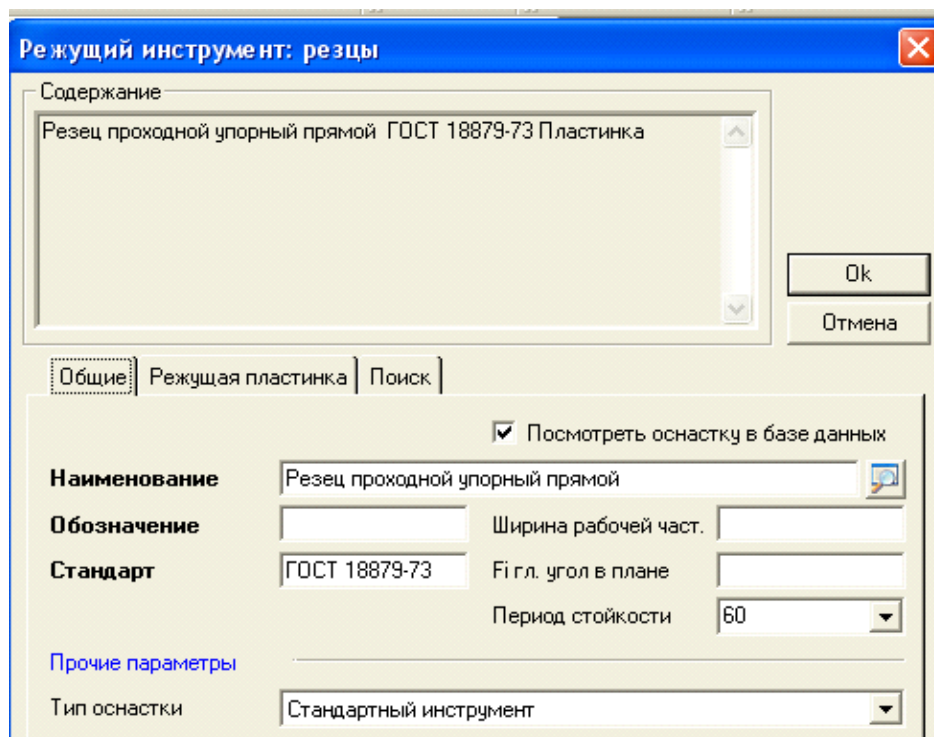


Рисунок 5.24 – Схема заповнення інформації про ріжучий інструмент в закладці «Общие»

Аналогічно ріжучому інструменту вибирається вимірювальний калібр-скоба (рис. 5.25).

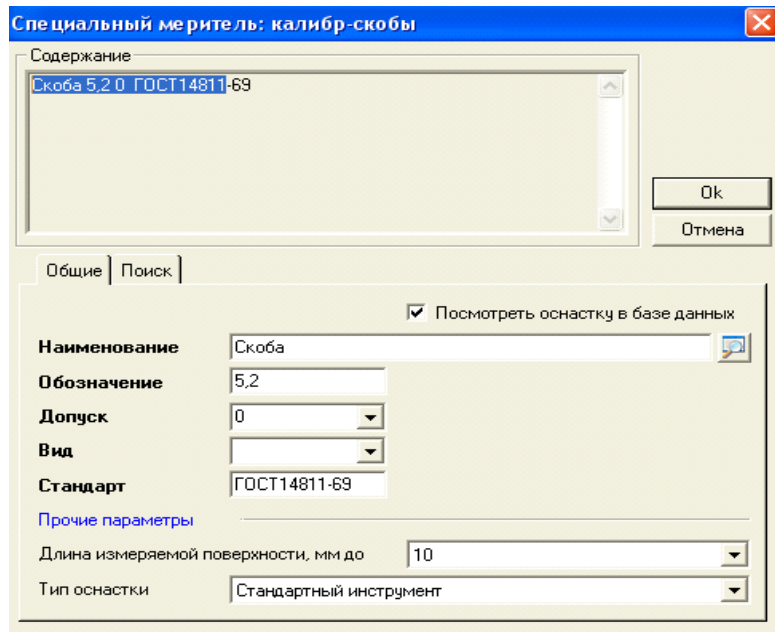


Рисунок 5.25 – Схема вибору вимірювального засобу

Наступна операція – фрезерна, де фрезеруються бокові поверхні. Також правою кнопкою миші, вибираючи «Вставить новый», створюємо ще одну операцію – фрезерну і задаємо усі її параметри (рис. 5.26).

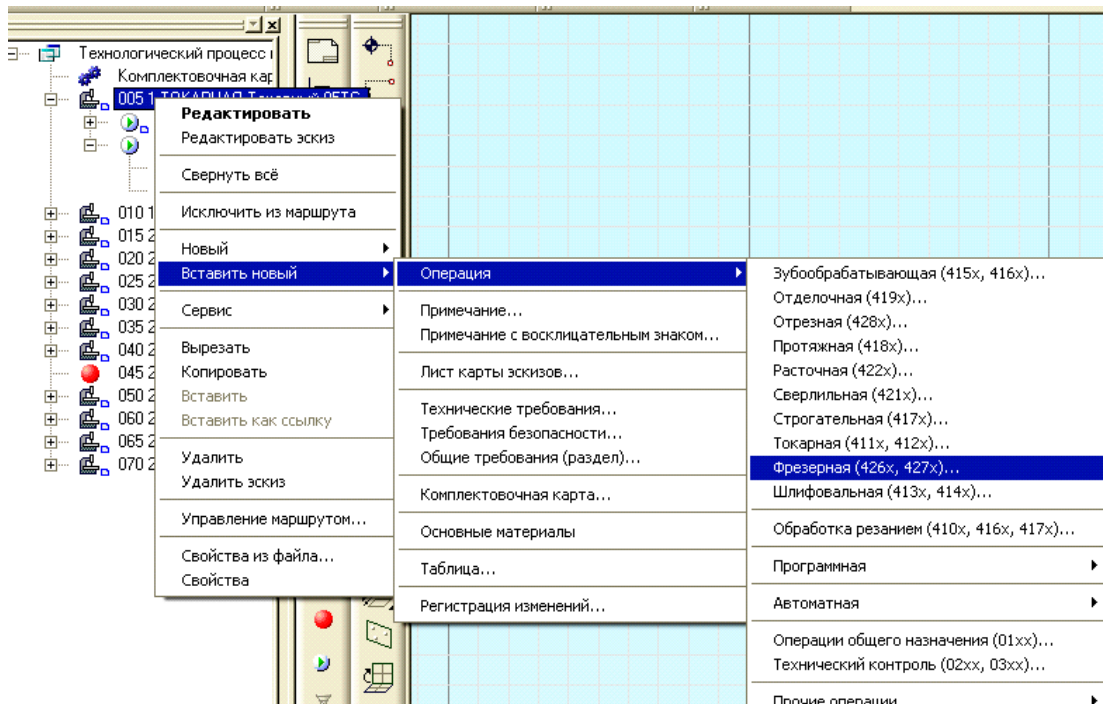


Рисунок 5.26 – Схема створення нової операції

Аналогічно токарній операції заносимо загальні параметри, а також «ОК/Эскиз» і «Нормирование» (рис. 5.27).

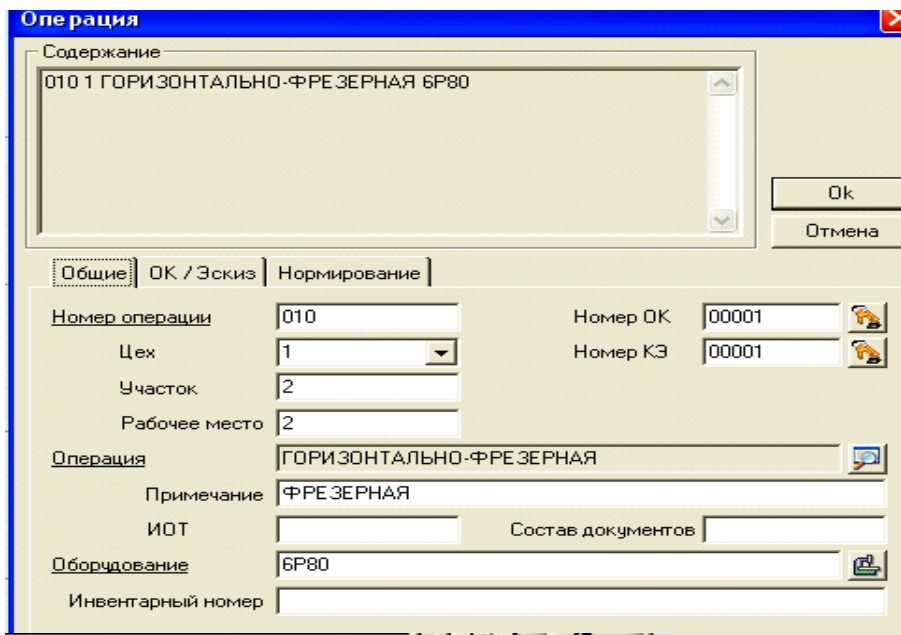


Рисунок 5.27 – Схема занесення загальних параметрів, а також «ОК/Эскиз» і «Нормирование»

На кожну операцію і перехід можна створити свій ескиз, або скопіювати попередній, натисненням правої кнопки миші на відповідні категорії (рис. 5.28).

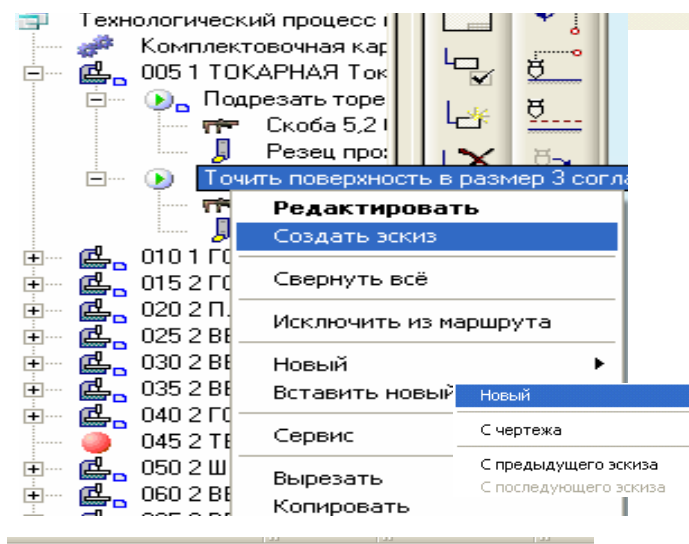


Рисунок 5.28 – Схема створення ескизу об'єкта технологічної операції

Подібно токарній і фрезерній операції формується все дерево, поступово створюючи наступні рівні і в цілому дерево технологічного процесу (рис. 5.29).

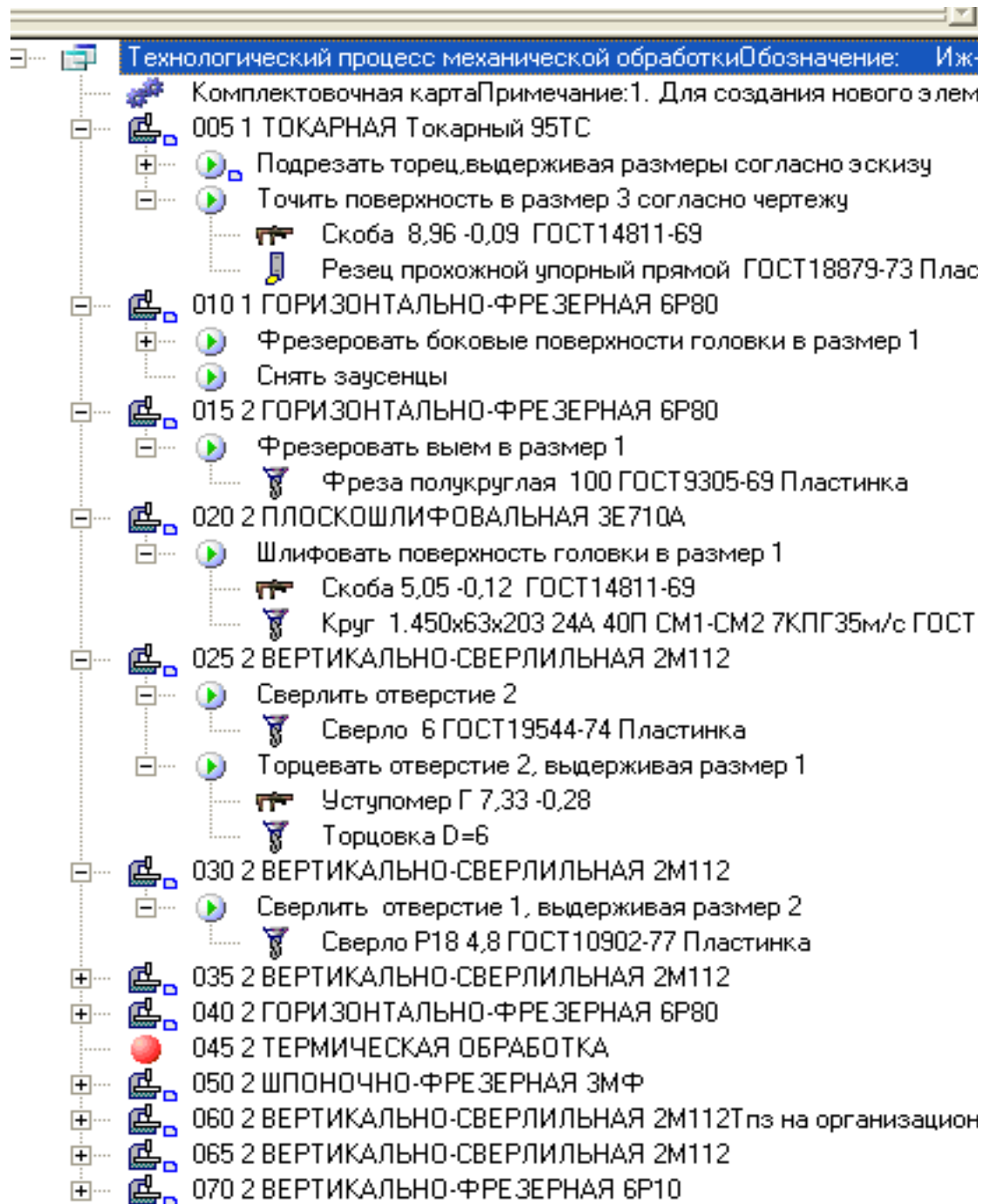




Рисунок 5.29 – Схема створення дерева технологічного процесу

Заключним етапом проектування технологічних процесів є створення технологічних карт. На панелі команд, натиснувши кнопку «Формирование» , а потім «Просмотр графики» , сформується технологічні карти техпроцесу (рис. 5.30).

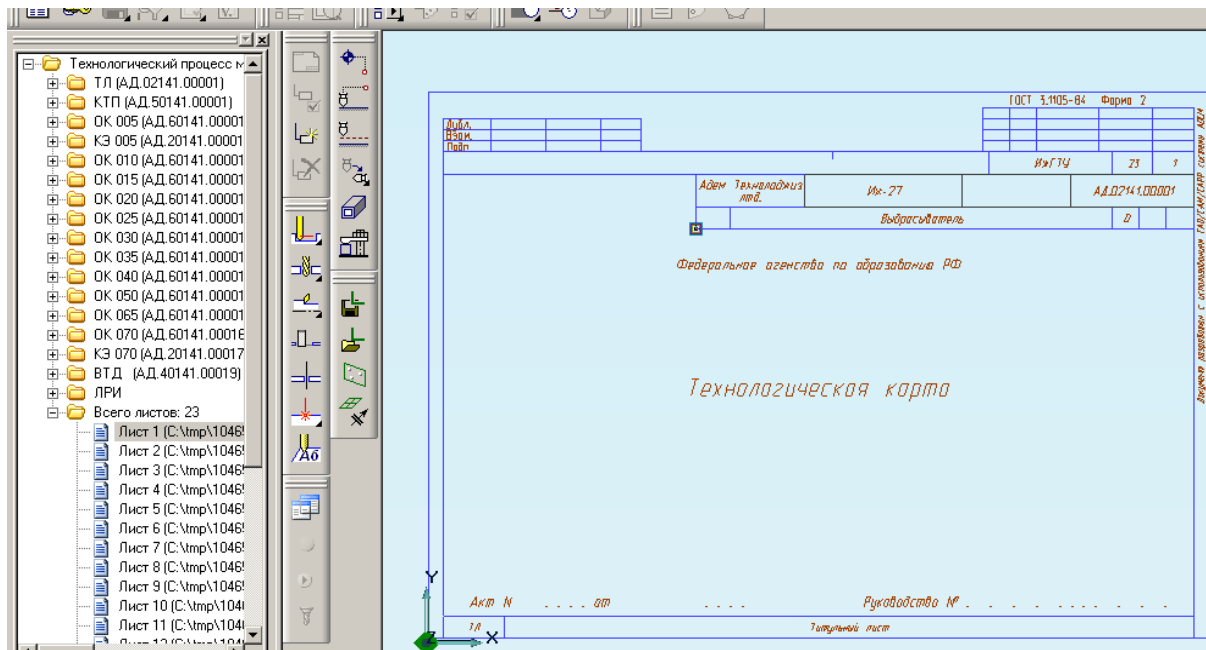


Рисунок 5.30 – Схема формування маршрутних карт техпроцесу

5.2 Порядок виконання самостійної роботи

1. Виконайте типовий приклад розробки технологічних карт техпроцесу, який наведений в підрозділі 5.1.
2. Під розроблений технологічний процес виготовлення деталі, яка була отримана індивідуально від викладача, розробіть маршрутні карти обробки деталі в модулі ADEM CAPP.
3. Результатом спроектованого техпроцесу виготовлення деталі повинен бути наданий в письмовому або електронному вигляді звіт у вигляді сформованих маршрутних карт техпроцесу.

Контрольні запитання

1. Які основні задачі вирішує модуль ADEM CAPP?
2. Що таке база даних ADEM CAPP?
3. Що таке поточний об'єкт бази даних ADEM CAPP?
4. Що таке рівень об'єкта?
5. Що таке структура БДА?

Література

1. Капустин Н. М. Системы автоматизированного проектирования. В 9-ти кн. Кн. 6. Учебное пособие для вузов. Автоматизация конструкторского и технологического проектирования/ Н. М. Капустин, Г. Н. Капустин – М. : Высшая школа, 1986 – 172 с.
2. ADEM 7.0. Руководство пользователя. САМ документация 70.
3. ADEM 7.0. Руководство пользователя. Учебные курсы. ADEM САМ: практический курс.
4. ADEM 7.0. Руководство пользователя. Учебные курсы. ADEM САМ: упражнения.
5. ADEM 7.0. Руководство пользователя. Учебные курсы. ADEM САМ: 3Х обработка.
6. Пятунин А. И. САПР подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ. Курс лекций. Электронный формат/ Пятунин А. И. – М. : Высшая школа, 2006 – 182 с.
7. Пятунин А. И. САПР управляющих программ (Часть I); Автоматизированная подготовка управляющих программ для станков с ЧПУ в САПР ТП “АДЕМ”: лаб. практикум/ Пятунин А. И., Смирнов К. А., Савина З. С. – М. : ЭПИ МИСиС, 2008 – 85 с.
8. Пятунин А. И. САПР управляющих программ (Часть II); Автоматизированная подготовка управляющих программ для станков с ЧПУ в САПР ТП “АДЕМ”: лаб. практикум / Пятунин А. И., Смирнов К. А., Савина З. С.– М. : ЭПИ МИСиС, 2008.
9. Пятунин А. И. САПР управляющих программ (Часть III); Автоматизированная подготовка управляющих программ для станков с ЧПУ в САПР ТП “АДЕМ”: лаб. практикум/ Пятунин А. И., Смирнов К. А., Савина З. С. – М. : ЭПИ МИСиС, 2008 – 78 с..
10. ADEM 7.0. Руководство пользователя. TDM документация 70.
11. ADEM 7.0. Руководство пользователя. GPP WIN документация 70. Руководство по созданию управляющих программ для ЧПУ (постпроцессоры)
12. Алферов А.А. Техтран – система программирования оборудования с ЧПУ/ Алферов А. А., Батунер О. Ю., Блюдзе М. Ю. и др. – Л. : Машиностроение, Ленингр. отд., 1987 – 202 с.
13. Моисеева И. С. Применение отечественных и программных продуктов в учебном процессе/ Моисеева И. С., Гольдина Н. Н., Белозерцев А. С.// САПР и графика. – № 9, 2000 – С. 56-60.
14. Э. Берлинер. Актуальность применения САПР в машиностроении// САПР и графика. – № 9, 2000 – С. 85-90.
15. Зазерский Е. Н. Технология обработки деталей на станках с ЧПУ/ Е. Н. Зазерский, С. Н. Жолнерчик – Л. : Машиностроение, 1975. – 208 с.

СЛОВНИК НАЙБІЛЬШ ВЖИВАНИХ СЛІВ

Програмний модуль	Programmatic module
Файл	File
Кнопка	Button
Деталь	Detail
Розмір	Size
Технологічний	Technological
Масштаб	Scale
Коло	Circle
Робоча площина	Drawing plane
Сфера	Sphere
Система координат	System of coordinates
Отвір	Opening
Конструктор	Designer
Технолог	Technologist
Модель	Model
Розріз	Cut
Область	Area
Торець	Butt end
Різьба	Screw-thread
Перебіг	Overtravel
Подача	Serve
Станок	Machine-tool
Площина холостих ходів	Plane of idlings
Свердлити	To drill
Чистова обробка	Clean treatment
Глибина різання	Cutting depth
Зовнішній залишковий припуск	External remaining assumption
Цех	Workshop
Технологічна документація	Technological documents
Алгоритм	Algorithm
Контур	Contour
Колодязь	Well
Кут	Corner
Лінія	Line
Вісь симетрії	Axis of symmetry
Шар	Layer
Розточити	To bore
Частота обертання	Frequency of rotation
Траєкторія	Traektoriya
Безпечна позиція	Safe position

Додаток А

ВАРІАНТИ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

Назва деталі	Загальний вигляд	Назва деталі	Загальний вигляд
Плунжер		Вал	
Кулачок		Хрестовина	
Кришка		Проставка	
Штуцер		Прорізна пружина	
Вал		Поршень	
Обойма		Шків	
Кришка		Втулка	
Ексцентрик		Корпус	

Навчальне видання

Іскович-Лотоцький Ростислав Дмитрович
Булига Юрій Володимирович
Іванчук Ярослав Володимирович

**СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ
УСТАТКУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО
ВИРОБНИЦТВА. ПРАКТИКУМ. САМОСТІЙНА ТА
ІНДИВІДУАЛЬНА РОБОТА СТУДЕНТІВ**
Навчальний посібник

Редактор В. Дружиніна
Коректор З. Поліщук

Оригінал-макет підготовлено Я. Іванчуком

Підписано до друку
Формат 29,7×42¹/₄. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. друк. арк.
Наклад прим. Зам. №

Вінницький національний технічний університет,
начально-методичний відділ ВНТУ,
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, к. 2201.
Тел. (0432) 59-87-36.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК №3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432) 59-87-38.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК №3516 від 01.07.2009 р.