

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний аграрний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра "Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва"

Переяславський О.М., Моторна О.О.

ПРИКЛАДНІ КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Методичні вказівки
по виконанню практичних робіт, вивченню
та самостійній роботі з системою автоматизованого проектування
технологічних процесів виготовлення деталей та машин "Вертикаль"

для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти,
галузь знань 13 – Механічна інженерія,
спеціальність 133 – Галузеве машинобудування

УДК 681.5:629.01(073)

Прикладні комп'ютерні технології. Системи автоматизованого проектування. Методичні вказівки по виконанню практичних робіт, вивченню та самостійній роботі з системою автоматизованого проектування технологічних процесів виготовлення деталей та машин "Вертикаль" для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти, галузь знань 13 – Механічна інженерія, спеціальність 133 – Галузеве машинобудування / О.М. Переяславський, О.О. Моторна. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 62 с.

Рецензенти:

Поліщук Л. К. – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри "Галузеве машинобудування" Вінницького національного технічного університету (Вінницький національний технічний університет),

Грицун А. В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент (Вінницький національний аграрний університет)

Рекомендовано до друку навчально-методичною комісією
Вінницького національного аграрного університету
(протокол № 4 від «15» жовтня 2020 р.)

Відповідальний за випуск: декан інженерно-технологічного факультету
д.т.н., проф. Матвійчук В. А.

Зміст

Практична робота №1. Створення і збереження просторової моделі деталі та її кресленика	4
Практична робота №2. Створення і збереження документа «Технологічний процес» на виготовлення деталі	20
Практична робота №3. Наповнення дерева технологічного процесу з використанням Універсального технологічного довідника (УТД)	25
Практична робота №4. Редагування тексту переходів. Додавання і зміна розмірів поверхонь в тексті переходів	29
Практична робота №5. Створення бібліотеки користувача та її використання під час розроблення технологічного процесу	34
Практична робота №6. Додавання устаткування, оснащення, інструменту, ЗОР і матеріалів в операції технологічного процесу	36
Практична робота №7. Розрахунок режимів різання механічної обробки	40
Практична робота №8. Створення операційних ескізів для операцій технологічного процесу	44
Практична робота №9. Наповнення довідників Універсального технологічного справочника	48
Практична робота №10. Використання дерева КТЕ. Налаштування зв'язків між деревом КТЕ і 3D-моделлю	53
Практична робота №11. Формування комплекту технологічної документації	58
Перелік скорочень	62
Література	62

Практична робота №1. Тема: Створення і збереження просторової моделі деталі та її кресленника

Задачею даного курсу практичних робіт є створення технологічного процесу на виготовлення деталі Колесо зубчасте, кресленник якого наведено на рисунку 1.3.

Для використання всіх можливостей системи САПР ТП Вертикаль по створенню технологічних процесів виготовлення деталей необхідно створити влюбій САD системі кресленник та модель відповідної деталі.

Для створення моделі та кресленника використаємо систему КОМПАС та одну з її бібліотек – КОМПАС-Shaft 2D.

Запускаємо КОМПАС та для активації бібліотеки Shaft-2D виконуємо наступні дії:

1. натисніть в головному меню на пункті **Сервис**. З'явиться меню, що випадає;
2. в меню, що випадає, натисніть по пункту **Менеджер библиотек**. З'явиться вікно системи керування бібліотеками;
3. натисніть в лівій частині вікна системи управління бібліотеками по пункту **Расчет и построение**. В правій частині з'являться відповідні системи (рисунок 1.1);

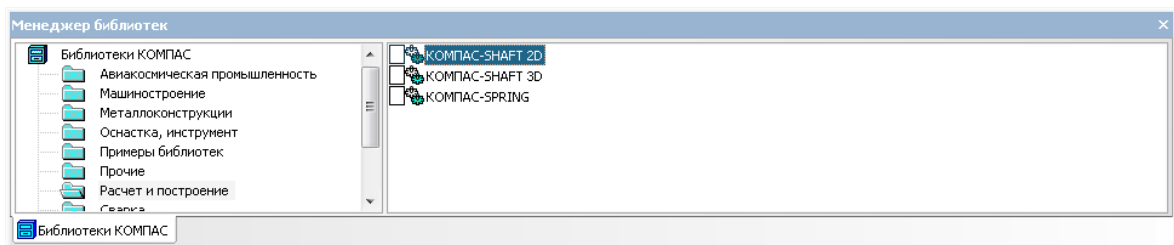


Рисунок 1.1 - Вікно системи керування бібліотеками **Менеджер библиотек** с відкритими системами **Расчет и построение**

4. двічі клацніть по системі **КОМПАС-Shaft 2D**. Через деякий час система підключиться і відобразиться її склад (рисунок 1.2);

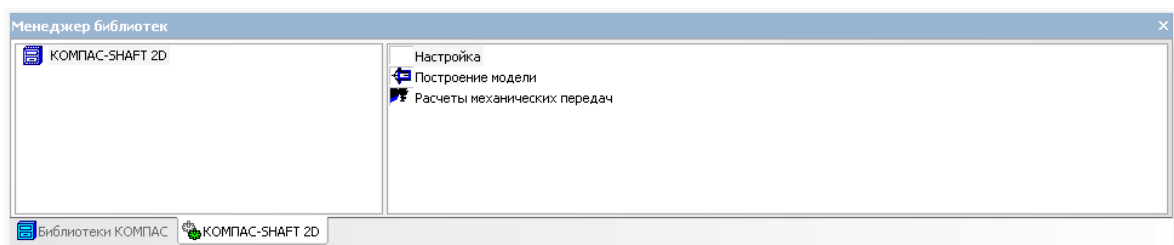



Рисунок 1.2 - Вікно системи керування бібліотеками **Менеджер библиотек** з доданою і розкритою системою **КОМПАС- Shaft2D**

5. створіть новий документ **КОМПАС–Чертеж**. Формат аркуша – А3, орієнтація – горизонтальна;
6. двічі клацніть по пункту **Построение модели** бібліотеки **КОМПАС- Shaft 2D**. З'явиться головне вікно системи в початковому стані (рисунок 1.4);
7. в головному вікні системи **КОМПАС–Shaft 2D** натисніть кнопку  – **Новая модель**. З'явиться діалогове вікно **Выбор типа отрисовки модели** (рисунок 1.5);
8. клацніть по потрібному перемикачу – **В разрезе**. Натисніть кнопку **ОК**. Система перейде в режим очікування вводу точки початку побудови;

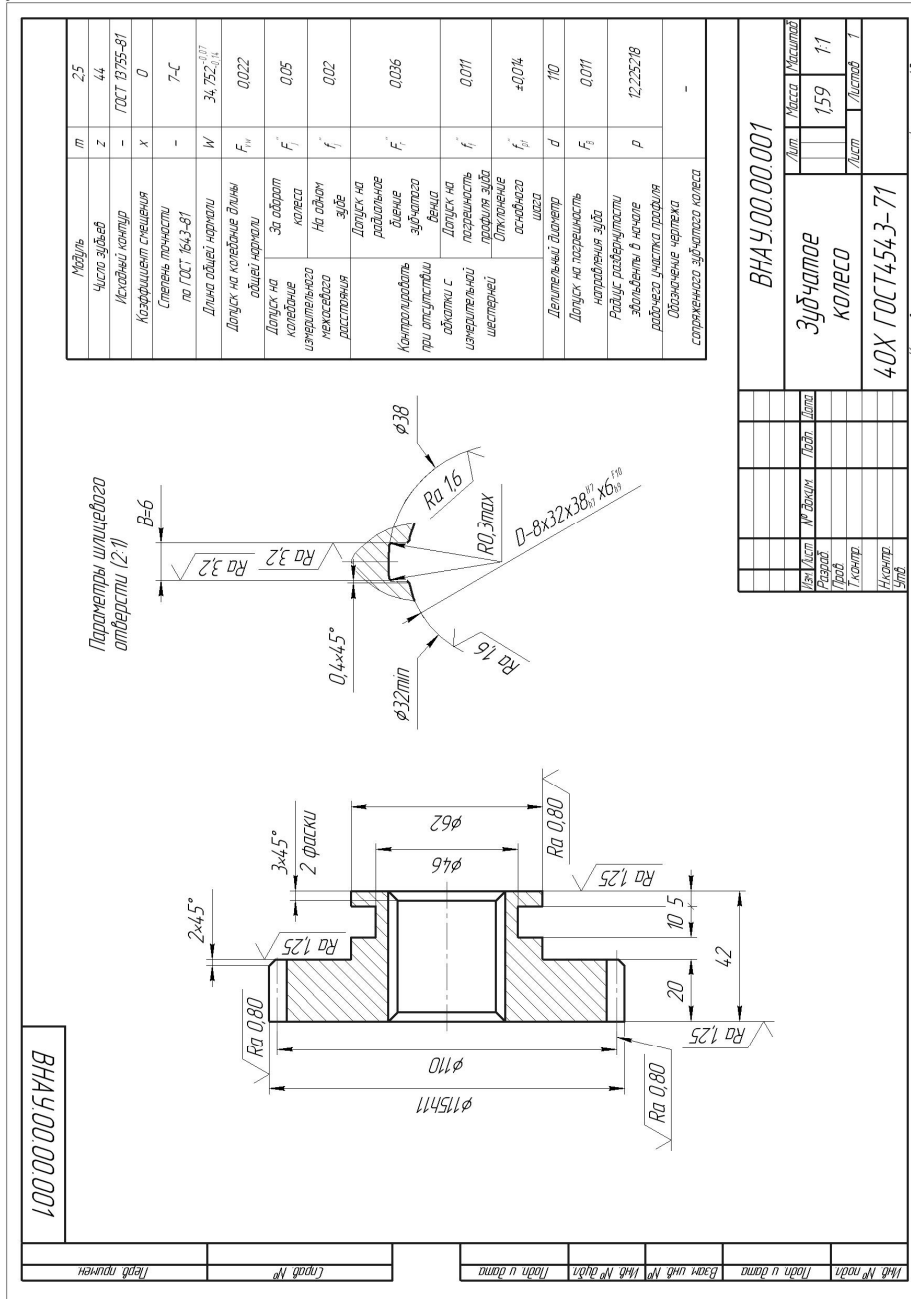


Рисунок 1.3 - Кресленик деталі

9. перемістіть вказівник миші на робочий лист і вкажіть точку початку побудови (елементи кресленника в подальшому можна буде переміщувати, тому точку достатньо вказати досить наближено). З'явиться головне вікно системи **КОМПАС-Shaft 2D** для вибраного типу відображення моделі (рисунок 1.6).

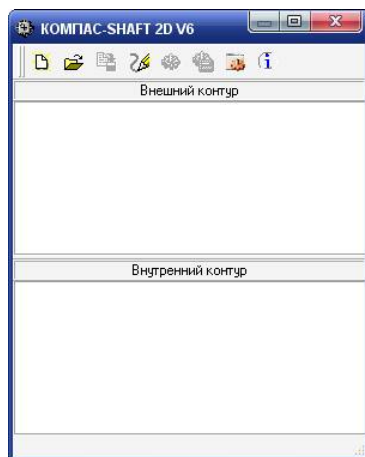


Рисунок 1.4 - Головне вікно системи **КОМПАС-Shaft 2D** в початковому стані

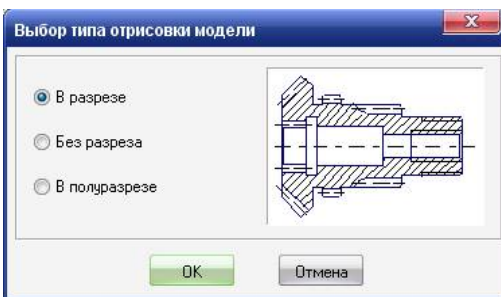


Рисунок 1.5 - Діалогове вікно **Выбор типа отрисовки модели**

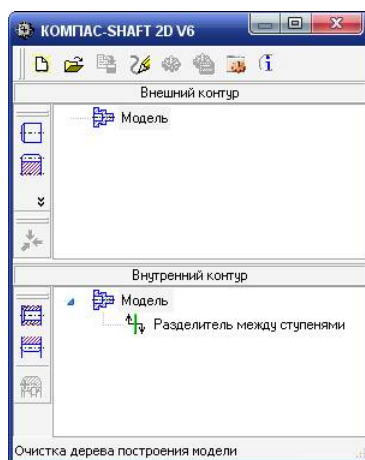


Рисунок 1.6 - Головне вікно системи **КОМПАС-Shaft 2D** після вибору типу побудови моделі

Після вибору типу відображення моделі в лівій частині вікна системи Shaft 2D з'являються панелі інструментів для створення зовнішнього і внутрішнього контурів. На них розташовані кнопки, що дозволяють вибрати типи ступенів, перейти до проектування елементів механічних передач.

Нам необхідно побудувати модель вал-шестерні, що буде відповідати кресленню наведеному на рисунку 1.3.

Побудова елементів зовнішнього контуру деталі.

Побудова контуру проходить по ступеням зліва – направо. Перша ступінь зовнішнього контуру являє собою циліндричну шестерню. Тому для побудови першої ступені необхідно виконати наступні дії:


1. натисніть в верхньому вікні системи Shaft 2 D на панелі інструментів по кнопці  - **Элементы механических передач**. З'явиться спливаюче меню (рисунок 1.7);



Рисунок 1.7 - Спливаюче меню

2. оберіть пункт **Шестерня цилиндрической зубчатой передачи**. З'явиться система **Цилиндрическая шестерня с внешними зубьями** (рисунок 1.8);

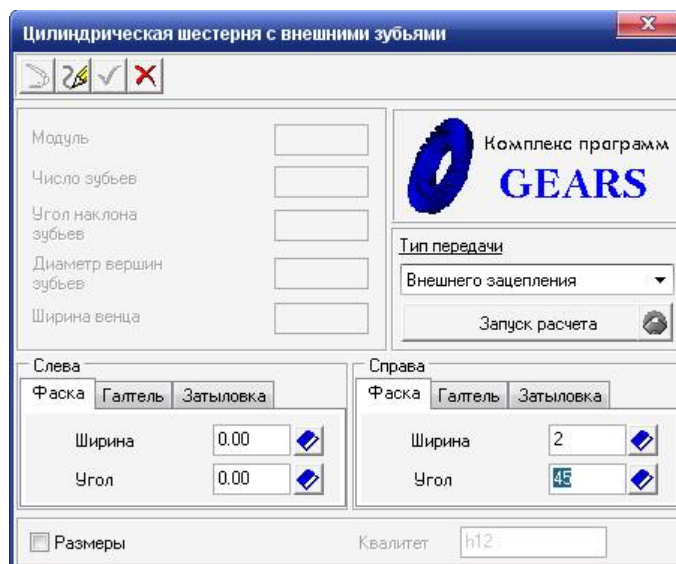


Рисунок 1.8 - Головне вікно системи **Цилиндрическая шестерня с внешними зубьями**

3. введіть в розділі **Справа** на вкладці **Фаска** в поля **Ширина** і **Угол** відповідно значення розмірів – 2 мм і 45°;
4. щоб відобразити на кресленні основні розміри шестерні, включіть прапорець **Размеры** в нижній частині вікна;
5. натисніть кнопку **Запуск расчета** . З'явиться початкове вікно системи **Расчеты цилиндрической зубчатой передачи внешнего зацепления** (рисунок 1.9);

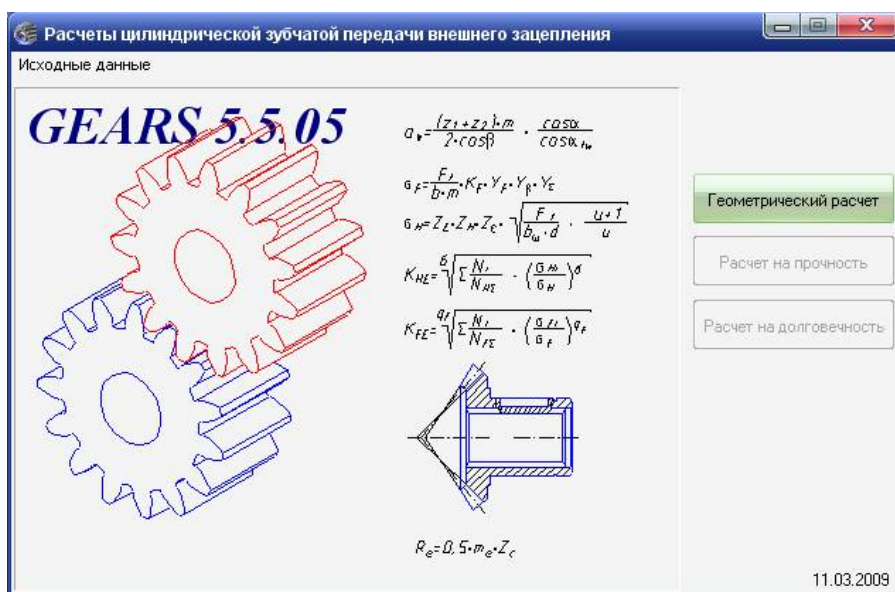


Рисунок 1.9 - Початкове вікно системи **Расчеты цилиндрической зубчатой передачи внешнего зацепления**

6. натисніть кнопку **Геометрический расчет**. З'явиться діалогове вікно **Вариант расчета** (рисунок 1.10);

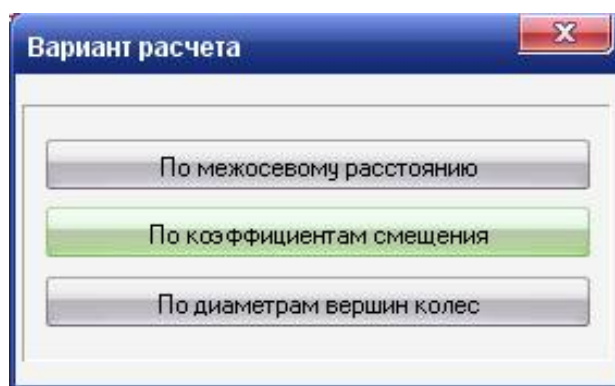


Рисунок 1.10 - Діалогове вікно **Вариант расчета**

7. натисніть в діалоговому вікні по кнопці **По коэффициентам смещения**. З'явиться діалогове вікно **Геометрический расчет** з відкритою вкладкою **Страница 1** (рисунок 1.11);

Параметры	Ведущее колесо	Ведомое колесо
1. Число зубьев	20	44
2. Модуль, мм	2.500	
3. Угол наклона зубьев, °	0 ° 0 ' 0 "	
4. Угол профиля зубьев, °	20 ° 0 ' 0 "	
5. Коэффициент высоты головки зуба	1	
6. Коэффициент радиального зазора	0.25	
7. Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой в граничной точке профиля зуба	0.38	
8. Ширина зубчатого венца, мм	30	20
9. Коэффициент смещения исходного контура	0	0
10. Диаметр ролика, мм	4.315	4.315
11. Вид обработки	рейка	рейка
12. Характеристика инструмента		
13. Направление спирали зуба ведущего колеса	правое	

Рисунок 1.11 - Диалоговое окно **Геометрический расчет** з відкритою вкладкою **Страница 1**



8. введіть на вкладці **Страница 1** дані наведені на рисунках 1.11. З'явиться закладка **Страница 2** яку також необхідно заповнити відповідно з рисунком 1.12;

Параметры	Ведущее колесо	Ведомое колесо
Степень точности	7-C	7-C
Внешний диаметр вершин зубьев, мм	55	115
Диаметр вершин зубьев со срезом, мм	55	115

Ход расчета

Контролируемые, измерительные параметры и параметры качества зацепления в норме

Рисунок 1.12 - Диалоговое окно **Геометрический расчет** з відкритою вкладкою **Страница 2**

9. на закладці **Страница 2** на панелі інструментів натисніть кнопку  - **Расчет**. Нижче у вікні **Ход расчета** з'явиться повідомлення: **Контролируемые, измерительные параметры качества зацепления в норме;**
- 10.. на закладці **Страница 2** на панелі інструментів натисніть кнопку  - **Закончить расчет**. З'явиться діалогове вікно **Выбор объекта построения** (рисунок 1.13);

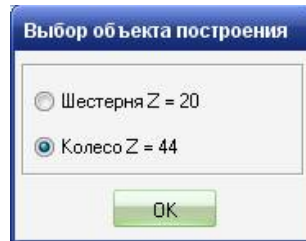



Рисунок 1.13 - Діалогове вікно **Выбор объекта построения**

11. оберіть в діалоговому вікні пункт **Колесо Z = 44** , а потім натисніть кнопку **ОК**. Основні параметри обраного зубчастого колеса будуть показані в якості довідкових даних в лівій верхній частині вікна системи **Цилиндрическая шестерня с внешними зубьями** (рисунок 1.14);
12. натисніть на панелі інструментів головного вікна системи **Цилиндрическая шестерня с внешними зубьями** по кнопці  - **ОК**. З'явиться зовнішній контур зубчастого колеса (рисунок 1.15).

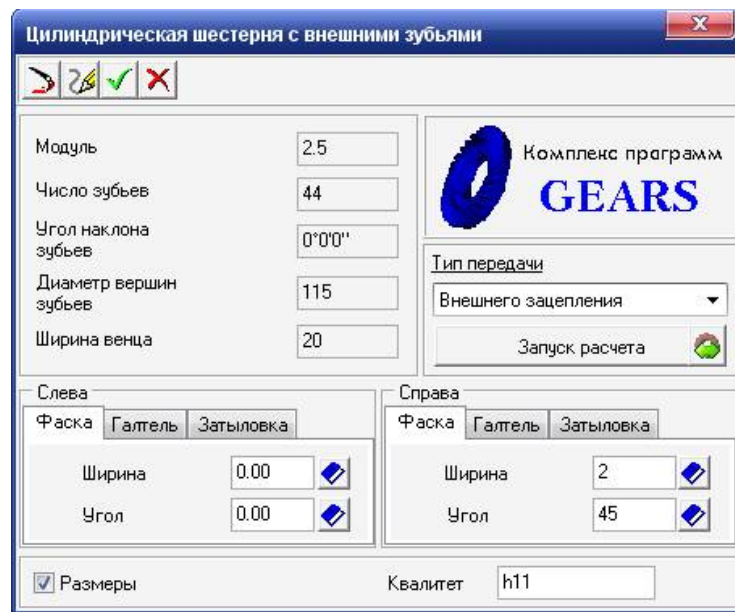


Рисунок 1.14 - Вікно системи **Цилиндрическая шестерня с внешними зубьями** з результатами розрахунків

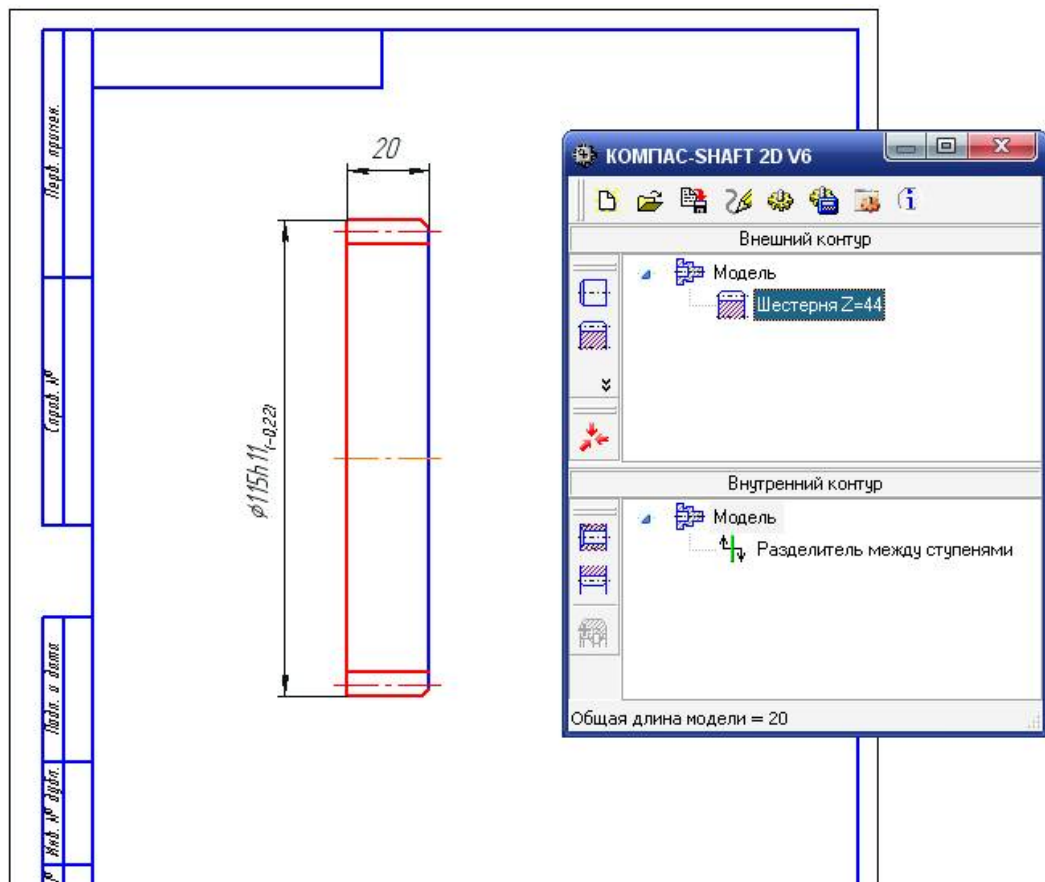



Рисунок 1.15 - Результат побудови ступені шестерня

Для побудови наступної ступені необхідно виконати такі дії:

- натисніть в верхній частині вікна системи Shaft 2D на панелі інструментів по кнопці  - **Простые ступени**. З'явиться меню, що впливає (рисунок 1.16);

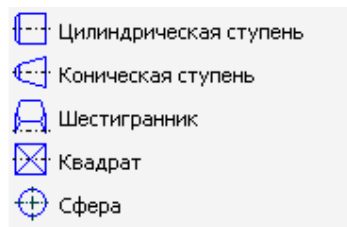


Рисунок 1.16 - Спливаюче меню

- оберіть пункт **Цилиндрическая ступень**. З'явиться діалогове вікно **Цилиндрическая ступень** (рисунок 1.17);

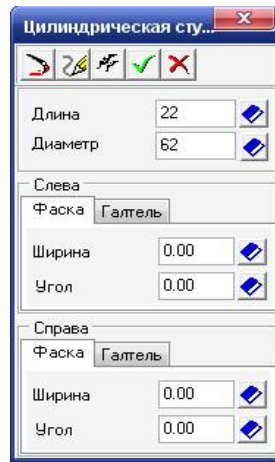




Рисунок 1.17 - Диалогове вікно **Цилиндрическая ступень**

3. введіть в діалоговому вікні в поля **Длина** і **Диаметр** довжину і діаметр другої ступені – 22 і 62 мм відповідно;
4. натисніть кнопку  **OK** для завершення вводу другої ступені. З'явиться контур ступені на робочому листі.

В вікнах зовнішнього і внутрішнього контурів по мірі побудови будуть відображатись піктограми побудованих елементів. Вони утворюють дерево ступенів і елементів.

На даному етапі в верхньому вікні з'явилась ступінь **Цилиндр D =62**.

Так як друга ступінь має канавку, то проведемо побудову додаткових елементів:

1. натисніть в верхньому вікні системи **КОМПАС- Shaft 2 D** на панелі інструментів по кнопці  – **Дополнительные элементы ступеней**. З'явиться спливаюче меню (рисунок 1.18);

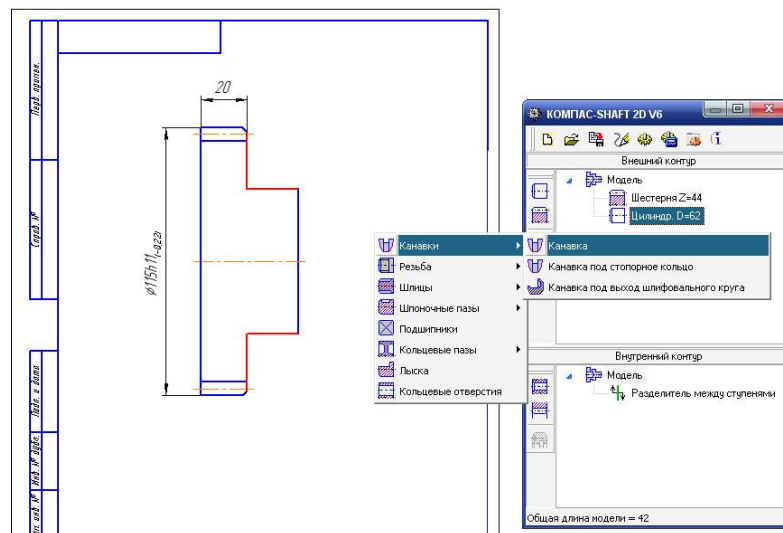


Рисунок 1.18 - Головне вікно програми КОМПАС- Shaft 2 D з відкритим спливаючим меню **Дополнительные элементы ступеней**

2. оберіть пункт **Канавки** . З'явиться друге спливаюче меню, що включає три пункти (рисунок 1.18);
3. оберіть пункт **Канавка**. З'явиться діалогове вікно **Канавка** (рисунок 1.19);
4. в вікні встановіть параметри аналогічні наведеним на рисунку 1.19;
5. натисніть кнопку **Применить** , а потім **ОК**. На кресленні шестерні з'явиться канавка (рисунок 1.20).

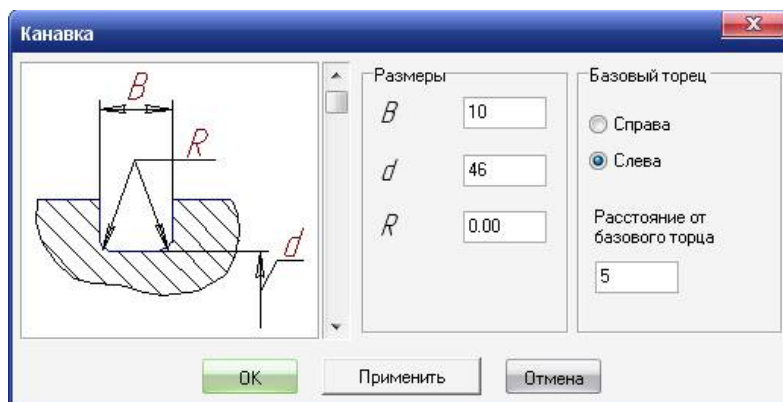


Рисунок 1.19 - Діалогове вікно **Канавка**

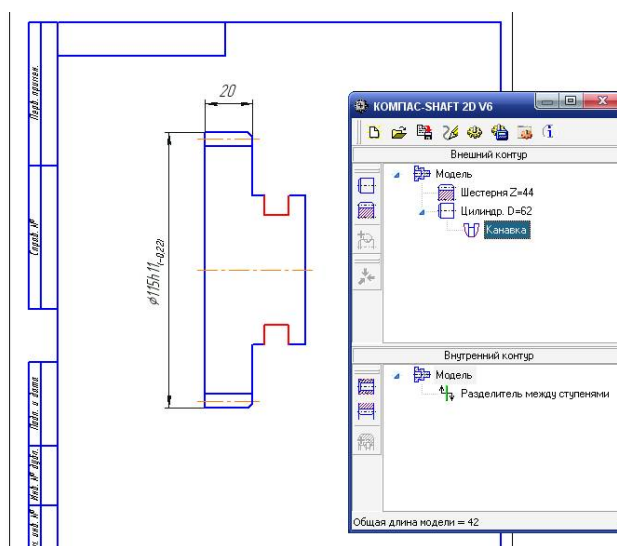



Рисунок 1.20 - Результат побудови елемента **Канавка**

Переходимо до побудови внутрішнього контуру моделі.

По – перше необхідно побудувати отвір під шліци. Для цього:

3. натисніть в нижній частині вікна системи Shaft 2 D на панелі інструментів по кнопці  - **Простые ступени**. З'явиться меню, що спливає (рисунок 1.21);

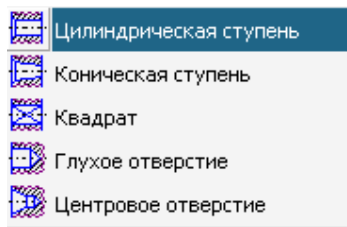


Рисунок 1.21 - Спливаюче меню

4. оберіть пункт **Цилиндрическая ступень**. З'явиться діалогове вікно **Цилиндрическая ступень** (рисунок 1.22);

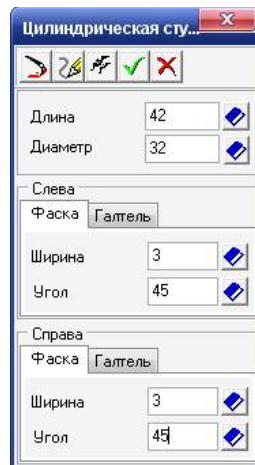


Рисунок 1.22 - Діалогове вікно **Цилиндрическая ступень**

3. введіть в діалоговому вікні в поля **Длина** і **Диаметр** довжину і діаметр ступені – 42 і 32 мм відповідно, а також розміри фасок 3x45°;
4. натисніть кнопку - **ОК** для завершення вводу ступені. З'явиться контур ступені на робочому листі (рисунок 1.23).

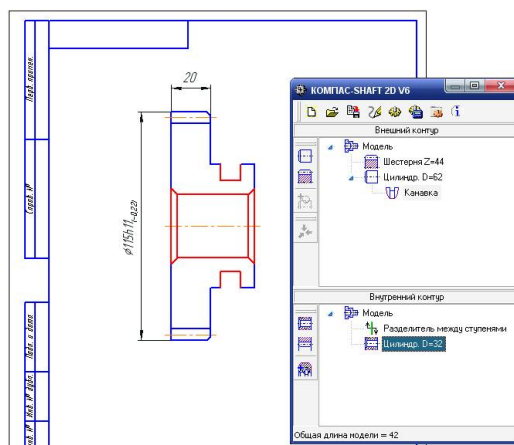




Рисунок 1.23 - Результат створення циліндричного отвору

Згідно креслення на циліндричному отворі розташовані прямобічні шліци. Для їх побудови виконаємо наступні дії:

1. натисніть в нижньому вікні системи Shaft 2D по ступені вала **Цилиндр D=32**. Вона має виділитись;
2. натисніть на панелі інструментів по кнопці  – **Дополнительные элементы ступеней**. З'явиться спливаюче меню (рисунок 1.23);
3. оберіть в спливаючому меню пункт **Шлицы**. З'явиться друге спливаюче меню (рисунок 1.24);
4. оберіть пункт **Прямобоочные** . З'явиться діалогове вікно **Шлицы прямобоочные** (рисунок 1.25);
5. оберіть з списку **Шлицы** , що розкривається, позначення шліців – 8x32x38;
6. натисніть в розділі **Способ центрирования** по перемикачу **по наружному диаметру** ;
7. натисніть в розділі **Серия шлицев** по перемикачу **Средняя** ;
8. натисніть кнопку  - **ОК** для завершення введення даних.

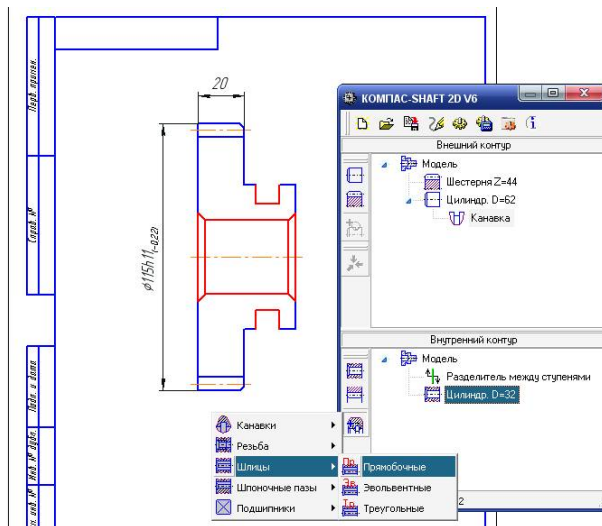


Рисунок 1.24 - Головне вікно програми КОМПАС- Shaft 2 D з відкритим спливаючим меню **Дополнительные элементы ступеней**

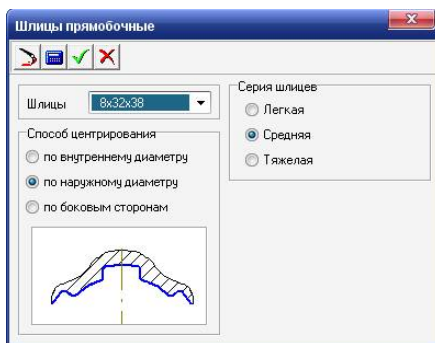



Рисунок 1.25 - Діалогове вікно **Шлицы прямобоочные**
Створимо виносний вид для прямобічних шліців. Для цього:

- натисніть в головному вікні системи **Shaft 2D** в нижньому вікні **Внутренний контур** по пункту **Шлицы прямобочные**. Цей пункт виділиться;
- натисніть кнопку  – **Дополнительные элементы ступеней**. З'явиться випадаюче меню (рисунок 1.26)

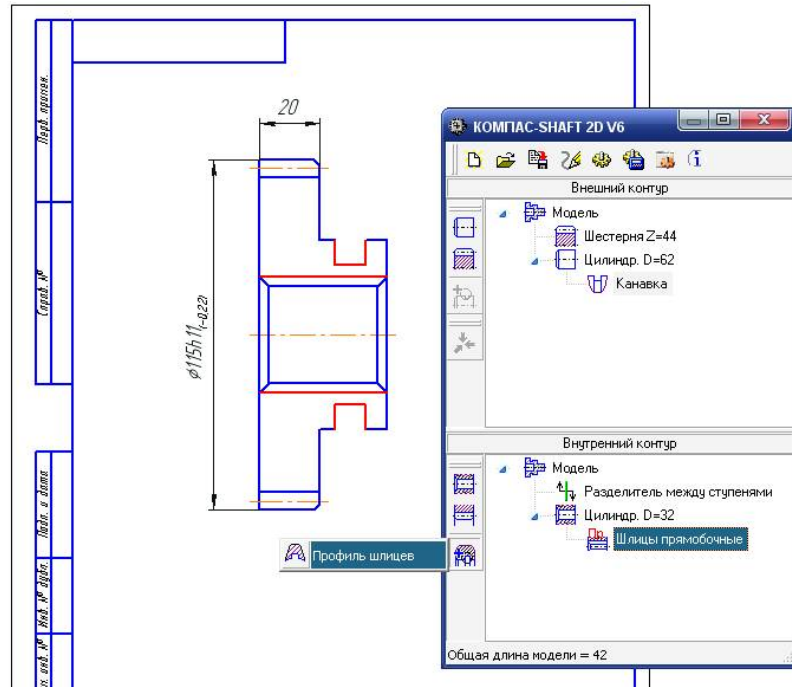


Рисунок 1.26 - Вибір пункту **Профиль шлицев**

- оберіть пункт **Профиль шлицев**. З'явиться діалогове вікно **Профиль внешних прямобочных шлицев** (рисунок 1.27);

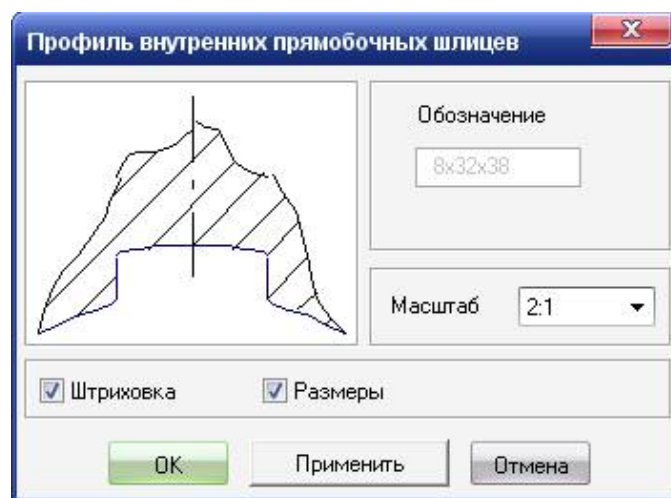


Рисунок 1.27 - Діалогове вікно **Профиль внешних прямобочных шлицев**

- в діалоговому вікні встановіть масштаб **2:1** і ввімкніть прапорці **Штриховка**, **Размеры** ;

- натисніть по кнопці **Применить**, а потім **ОК**. На кресленні з'явиться виносний елемент, але не в тому місці де він має розташовуватись. В верхньому вікні з'явиться пункт **Выносной элемент** (рисунок 1.28);

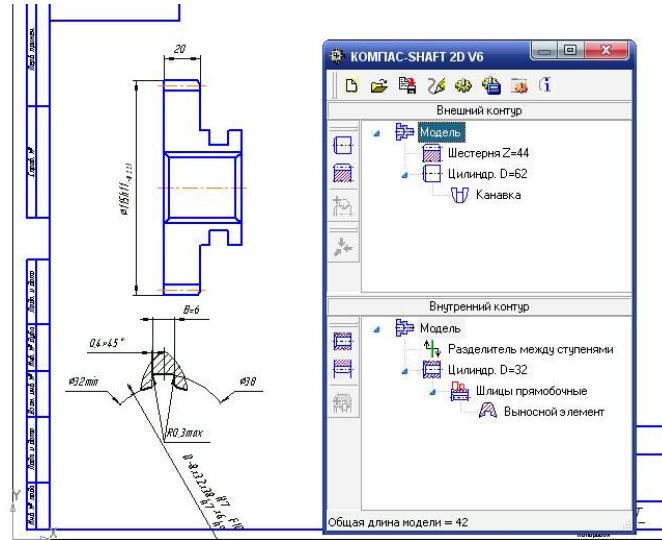



Рисунок 1.28 - Результат додавання виносного елемента

Створення таблиці параметрів зубчатого колеса

- натисніть в головному вікні системи **КОМПАС-Shaft 2D** в верхньому вікні **Внешний контур** по пункту **Шестерня Z=44**. Цей пункт виділиться;
- натисніть кнопку  **Дополнительные элементы ступеней**. З'явиться випадаюче меню (рисунок 1.29)

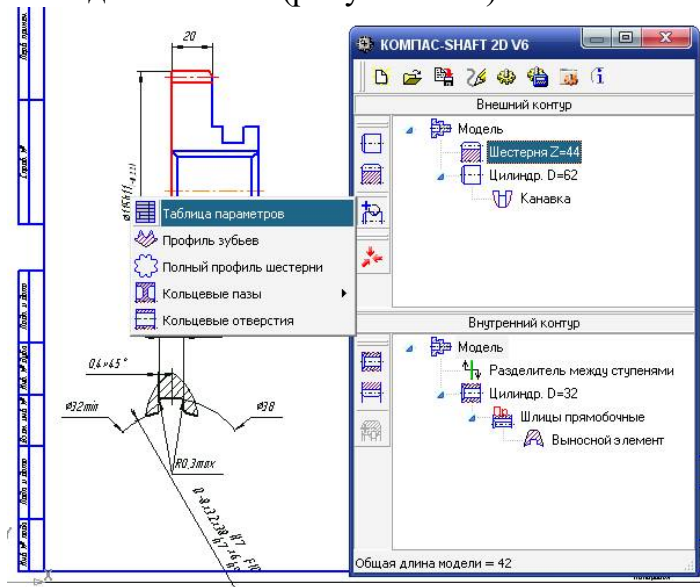


Рисунок 1.29 - Випадаюче меню

- оберіть пункт **Таблица параметров**. З'явиться діалогове вікно **Таблица параметров** (рисунок 1.30);

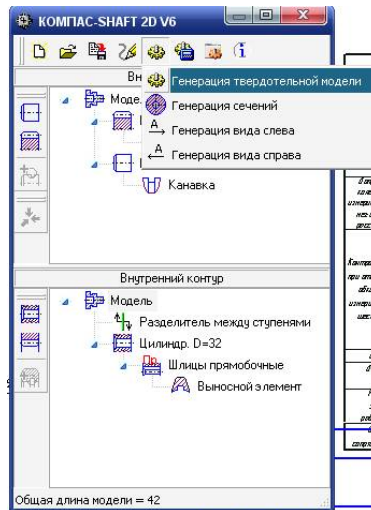


Рисунок 1.32 - Головне вікно програми КОМПАС- Shaft 2 D з відкритим спливаючим меню **Дополнительные построения**

2. оберіть пункт **Генерация твердотельной модели**. Почнеться процес генерації тривимірної моделі. Результат генерації представлений на рисунку 1.33.

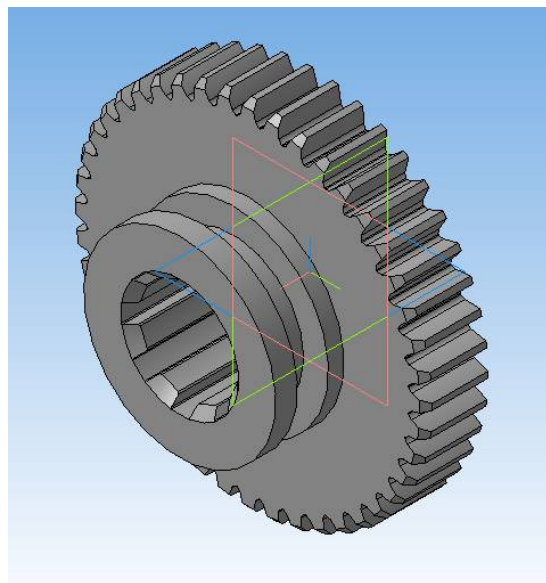


Рисунок 1.33 - Результат генерації тривимірної моделі

Натисніть в бібліотеці **Shaft 2D** по кнопці  - **Сохранить модель и выйти**. Вікно системи **Shaft 2D** закриється.

Доопрацюйте креслення раціонально розмістивши всі додані елементи та проставте розміри. Додайте назву деталі, шифр та матеріал. Створені файли збережіть в свій розділ.

Практична робота №2.

Тема: Створення і збереження документа «Технологічний процес» на виготовлення деталі

На інструментальній панелі натисніть кнопку **Создать** і з випадаючого списку оберіть **ТП на деталь** (рисунок 2.1).

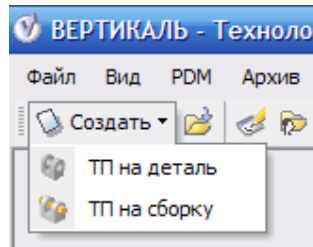


Рисунок 2.1 - Створення ТП

Підключення 3D моделі

У документі, що відкрився, перейдіть на вкладку **3D-модель** (рисунок 2.2).

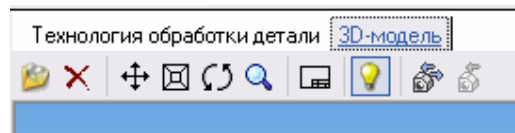



Рисунок 2.2 - Підключення 3D-моделі

Потім, натисніть кнопку **Загрузить модель с диска** . Через провідник знайдіть модель Вашої деталі і відкрийте її (рисунок 2.3).

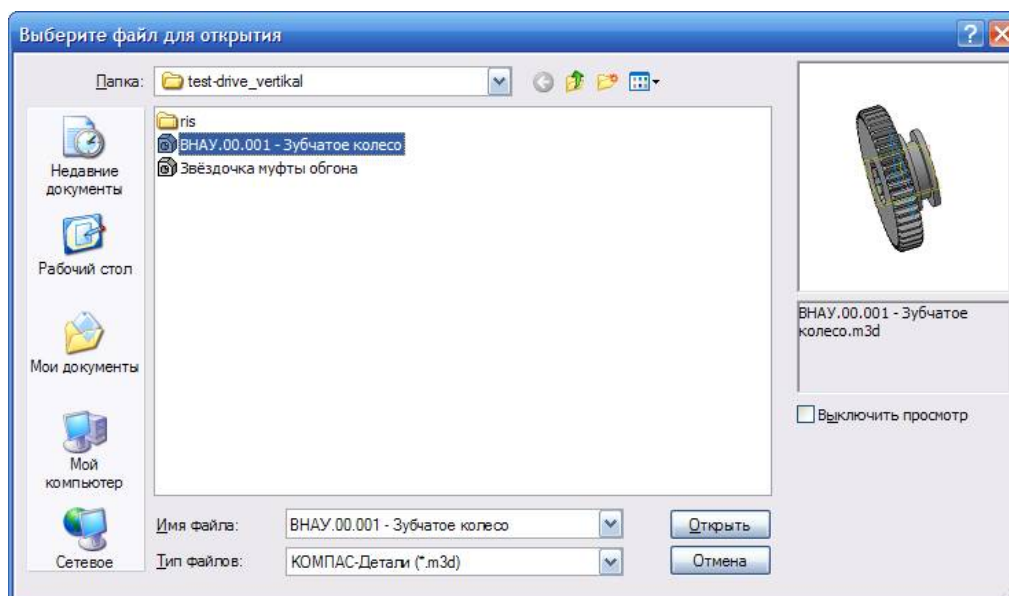


Рисунок 2.3 - Відкриття 3D-моделі

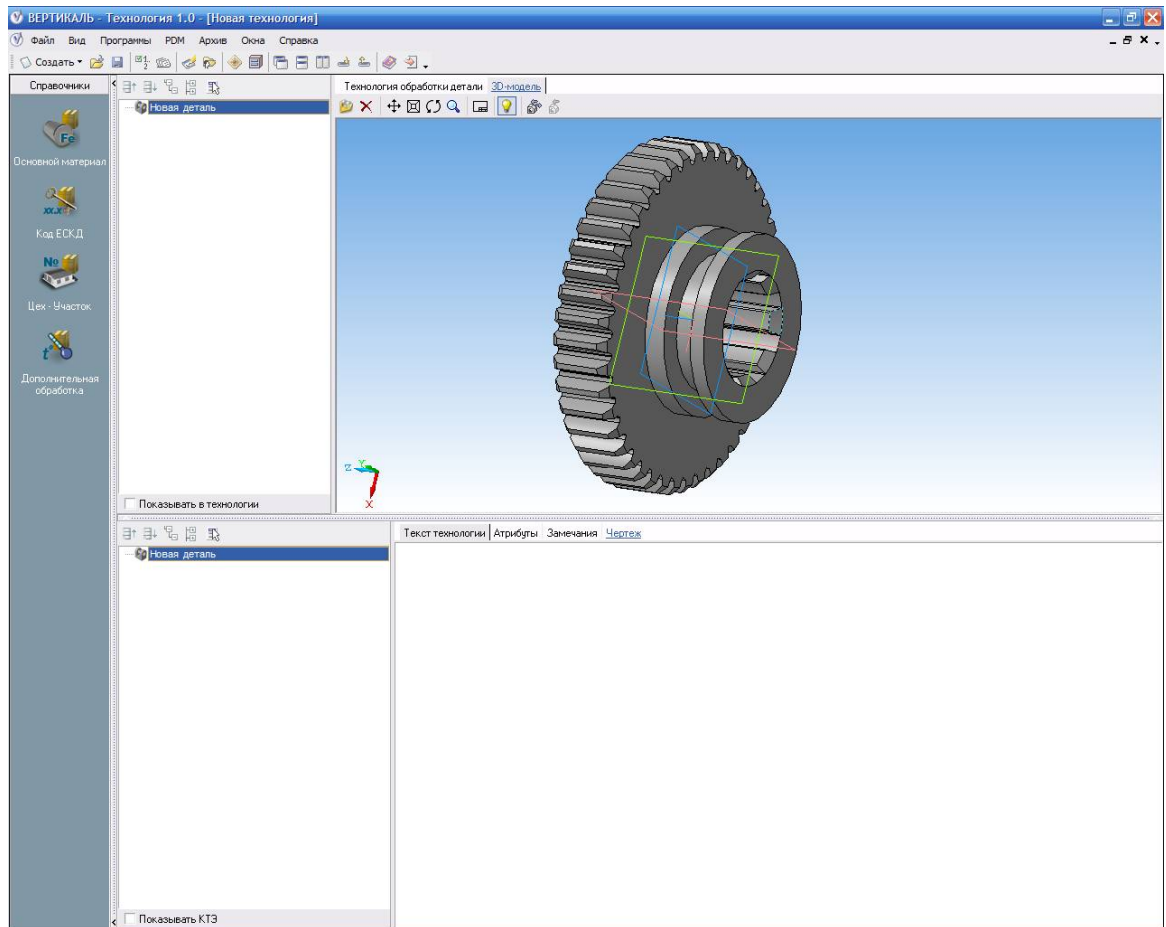


Рисунок 2.4 - Підключена модель

Підключення креслення.

Підключення креслення аналогічно підключенню 3D-моделі.

Перейдіть на вкладку **Чертеж** на інструментальній панелі (рисунок 2.5).

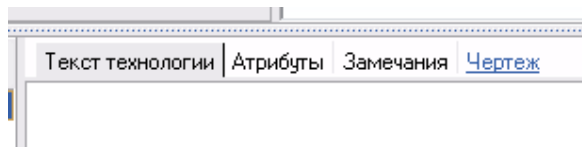




Рисунок 2.5 - Підключення кресленника

Потім, натисніть кнопку **Открыть чертеж** . Через провідник знайдіть креслення Вашої деталі і відкрийте його.

Отримання даних з кресленника.

Після того, як кресленник завантажений в систему, можна отримати всі основні дані, що зберігаються в ньому.

Для цього на інструментальній панелі вкладці **Чертеж** натисніть кнопку **Получить данные с чертежа** . У вікні, що з'явилося, включаться всі атрибути креслення, як це показано на рисунку 2.6 і натисніть **ОК**.

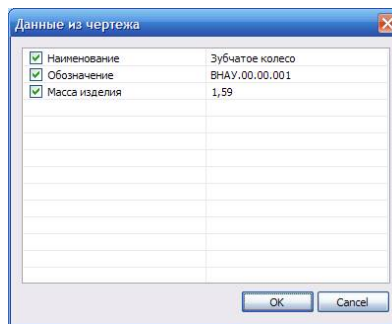



Рисунок 2.6 - Отримання даних з креслення

Окрім автоматичного введення даних можливе введення вручну. Наприклад позначення технологічної документації можна заповнити, перейшовши на вкладку **Атрибути** і ввівши потрібне позначення у відповідне поле.

Тепер можна зберегти ТП, натисніть кнопку **Сохранить**  або комбінацію клавіш Ctrl+S. При збереженні вкажіть бажану теку і задайте назву файлу.

У дереві КТЕ і Дереві моделі буде відображене найменування і позначення взяті з креслення.

Вибір матеріалу заготівки.

Якщо в кресленні матеріал і сортамент заготівки вказаний без використання *Бібліотеки матеріалів і сортаменту*, то, дані не можуть бути передані в ТП. Додамо їх у Вертикаль таким чином:

Знаходячись на вкладці **Атрибути**, натисніть на панелі виклику довідників кнопку **Основной материал** (рисунок 2.7)

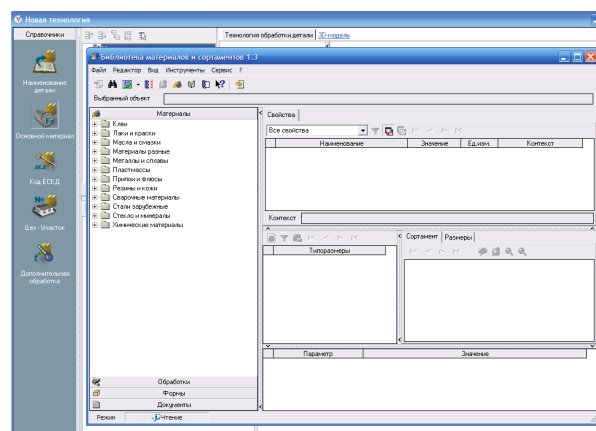



Рисунок 2.7 - Вибір матеріалу і сортаменту з бібліотеки МІС.

У вікні бібліотеки **Материалы и Сортамент**, що відкрилося, послідовно виберіть необхідний матеріал і сортамент (наприклад **Металлы черные – Сталь – Сталь легированная – Сталь 40Х**, розкрийте список і виберіть **Круг (г/катаный) ГОСТ 2590-88, типоразмер 120**, на вкладці

сортаменту виділіть перший компонент (Рис. 2.8) і натисніть кнопку **Выбрать** .

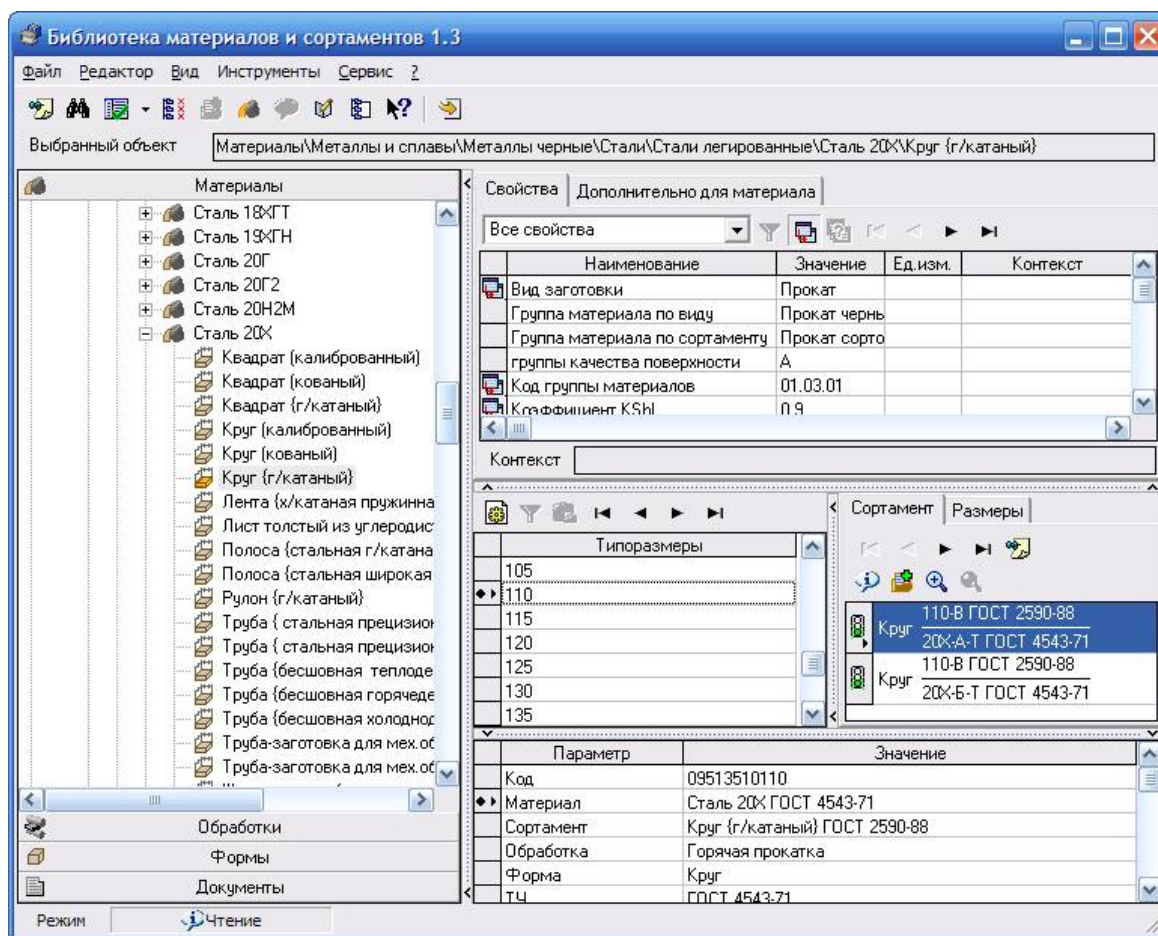





Рисунок 2.8 - Вибір матеріалу заготовки

При необхідності можна скористатися пошуком. Для цього після натиснення кнопки **Основной материал** натисніть кнопку **Поиск** , потім у випадяючому списку **Искать** виберіть тип **Материалы**, у вікні **Условия поиска**, що з'явилося, виберіть пошук по **наименованию объекта** і **полное совпадение** і заповніть поле **Значение**, набравши з клавіатури марку матеріалу (**Сталь 20X**). Натисніть кнопку **Добавить условие в набор** і **Найти** , в полі **Результаты поиска** подвійним кліком лівої кнопки миші виберіть перший елемент, потім, вкажіть сортамент і типорозмір, натискуйте кнопку **Выбрать** .

На вкладці **Атрибуты** будуть заповнені відповідні поля розділу **Заготовка**.

Заповнення інших атрибутів ТП.

При необхідності можна заповнити поля **Номер цеха** і **Номер участка**, для цього відкрийте Універсальний технологічний довідник натисненням кнопки **Цех - Участок**, виберіть необхідний цех і ділянку, натисніть кнопку **Применить** (рисунок 2.9).

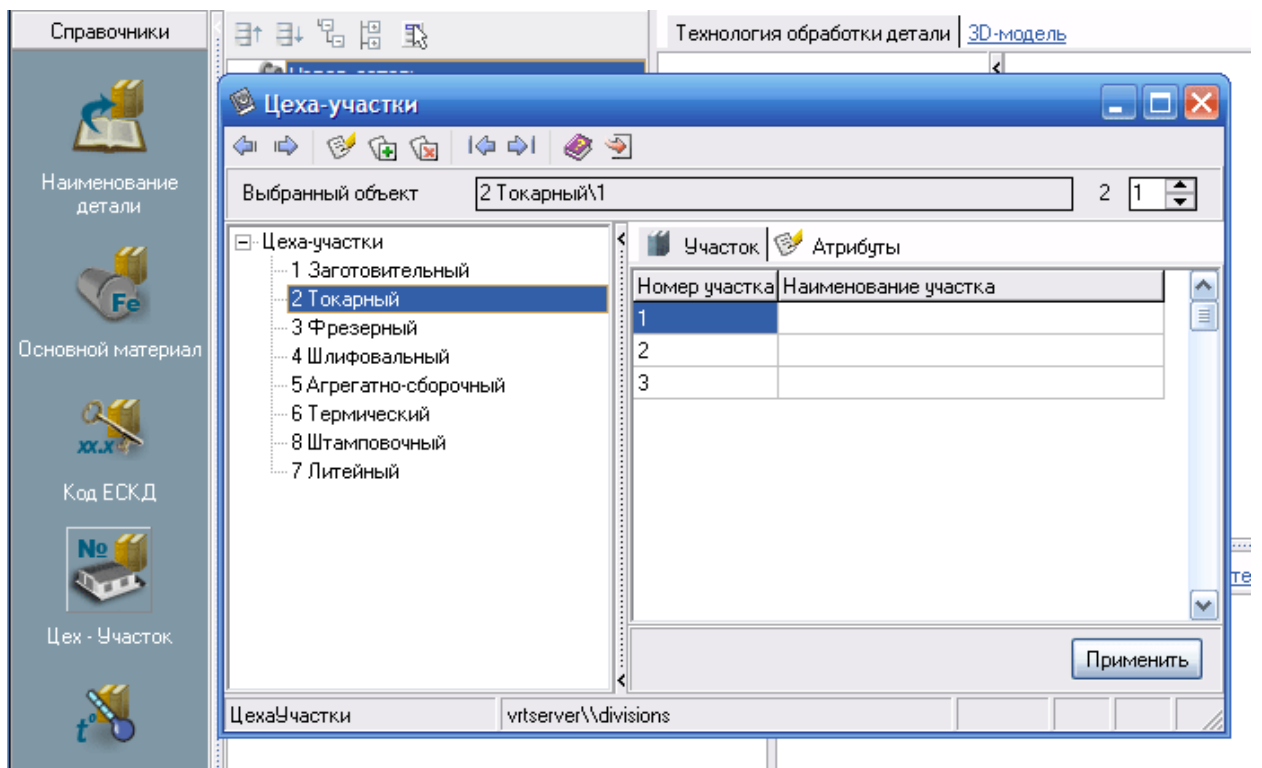


Рисунок 2.9 - Вибір цеху і ділянки

Аналогічним чином, з використанням Універсального технологічного довідника, можна заповнити атрибути **Наименование детали**, **Код ЕСКД**, **Дополнительная обработка**. Решту атрибутів заповнюємо на вкладці **Атрибуты** в ручному режимі.


Самостійна робота

*Заповніть значення атрибуту «Дополнительная обработка» використовуючи довідник «Дополнительная обработка» з панелі виклику довідників. Вид додаткової обробки – **Закалка**. Переконайтеся, що в рядку атрибуту з'явився відповідний запис.*

Практична робота №3.

Тема: Наповнення дерева технологічного процесу з використанням Універсального технологічного довідника (УТД)

Додавання операцій.

Перед тим, як почати наповнення дерева ТП натисніть кнопку **Автонумерація** , відкриється вікно **Настройка автонумерации** (рисунок 3.1). При необхідності можна поміняти параметри за умовчанням.

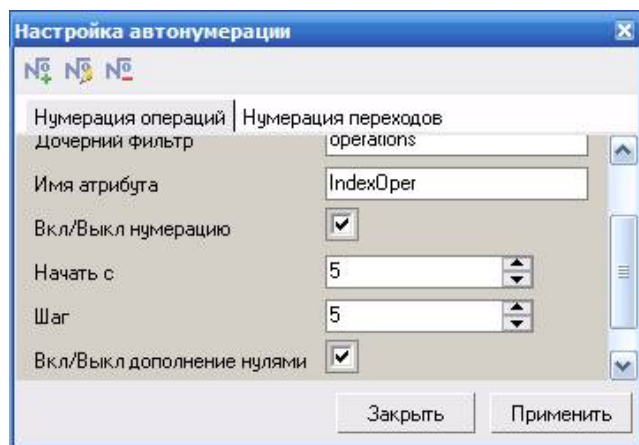


Рисунок 3.1 - Діалогове вікно **Настройка автонумерации**

В даному випадку залиште налаштування без змін і натисніть **Закреть**.

Тепер перемістіть курсор миші в **Дерево ТП** на найменування деталі, правою кнопкою миші викличте контекстне меню і із списку, що з'явився, виберіть **Добавить** (рисунок 3.2).

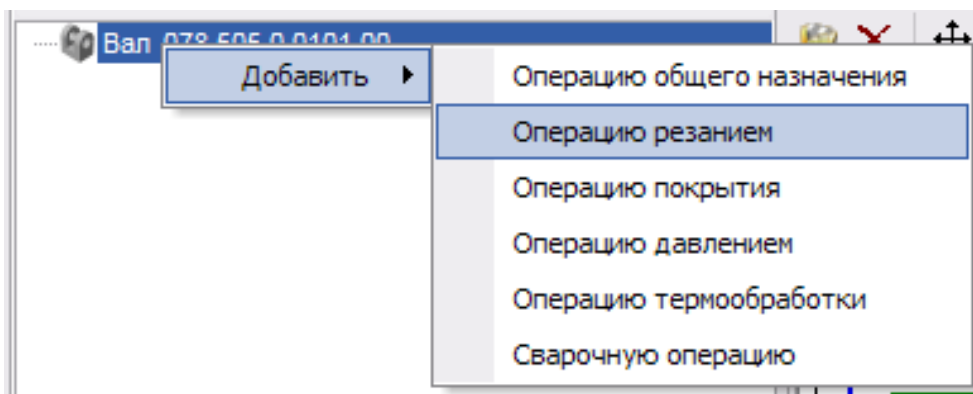


Рисунок 3.2 - Додавання операції в ТП.

Вибираємо тип виконуваної операції (загального призначення, різання, покриття і так далі). Вибираємо, наприклад, операції різанням. Відкриється вікно з переліком операцій в УТС. Всі операції відноситимуться до того типу

який був вибраний заздалегідь. Далі в переліку, що розкрився, виберіть **Отрезная**, на вкладці **Операция Код операции – 4287 (Абразивно-отрезная)**, натисніть **Применить** (рисунок 3.3).

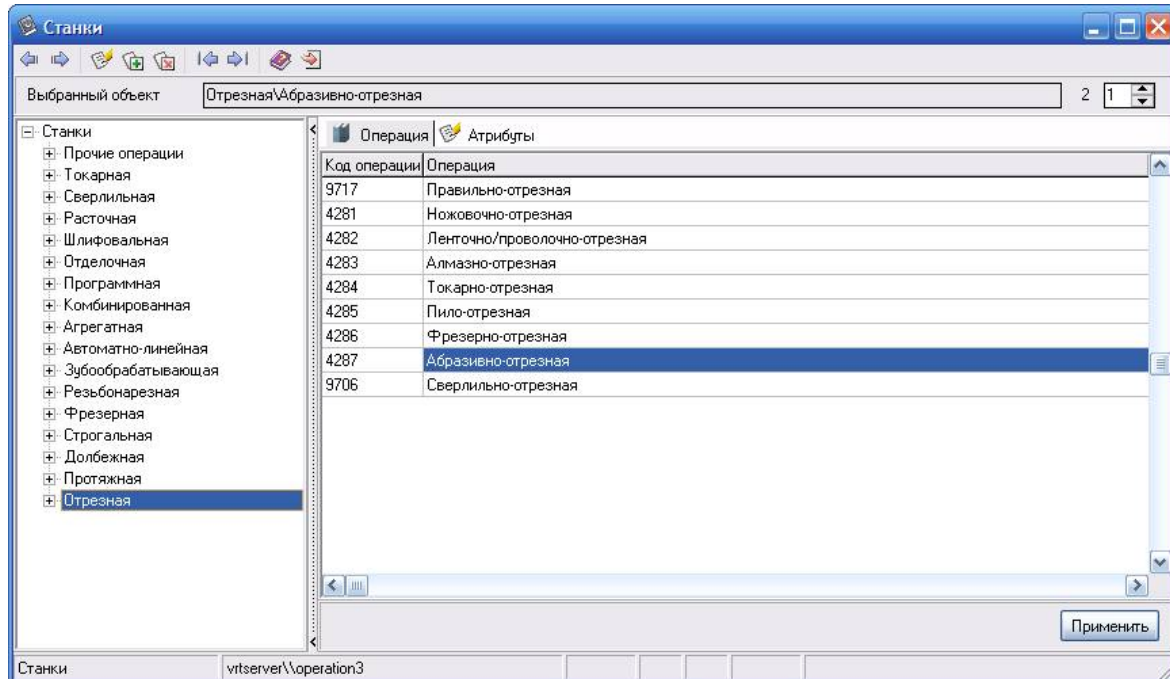


Рисунок 3.3 - Додавання операції.

Додавання устаткування

Викличте правою кнопкою миші на операції **Токарно - отрезная** контекстне меню, виберіть **Добавить**, перейдіть на список, що з'явився, натисніть ліву кнопку миші на **Станок** (рисунок 3.4)

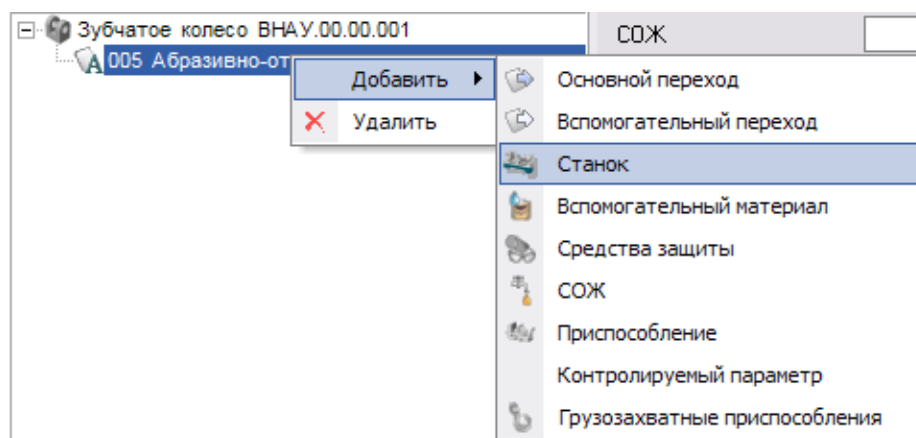


Рисунок 3.4 - Додавання устаткування в ТП.

Відкриється Універсальний технологічний довідник. Пройдіть аналогічний шлях, як при додаванні операції, тобто **Отрезная – 4287 (Абразивно – отрезная)** і в каталозі, що відкрився, **Модель станка** оберіть

необхідне устаткування – **8A240**. При необхідності на вкладці **Атрибути** заповніть параметри, натисніть **Применить**.

Додавання переходу.

Наповнимо операцію вмістом, для чого додамо основний перехід.

Встановіть курсор на назву операції **005 Абразивно - отрезная**. Натисніть праву кнопку миші і виберіть в контекстному меню, що відкрилося, **Добавить – Основной переход** (рисунок 3.5).

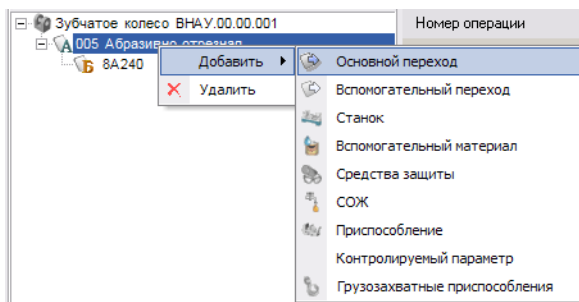


Рисунок 3.5 - Додавання основного переходу.

У вікні довідника УТС виберіть послідовно **Отрезать – Отрезать заготовку**. Натисніть кнопку **Применить** (рисунок 3.6).

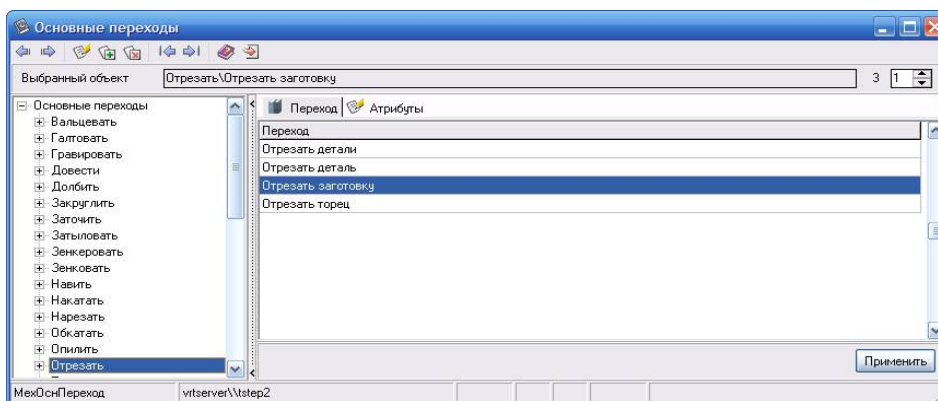


Рисунок 3.6 - Заповнення тексту переходу.

У дереві ТП на вкладці **Текст операции** з'явився перехід **1. Отрезать заготовку**.

Додавання ріжучого інструменту для переходу.

Встановіть курсор на перехід **1. Отрезать заготовку**. Натисніть праву кнопку миші і оберіть **Добавить – Режущий инструмент**.

У довіднику, що відкрився, виберіть **Круг – Круг отрезной ГОСТ 21963-82**.

На вкладці **Типорозмери** знайдіть круг типорозміру **400x4,0x32 14A**. Встановіть курсор на рядку з потрібним типорозміром і натисніть кнопку **Применить**.

Дерево ТП і текст переходу тепер виглядають так, як показано на рисунок 3.7.

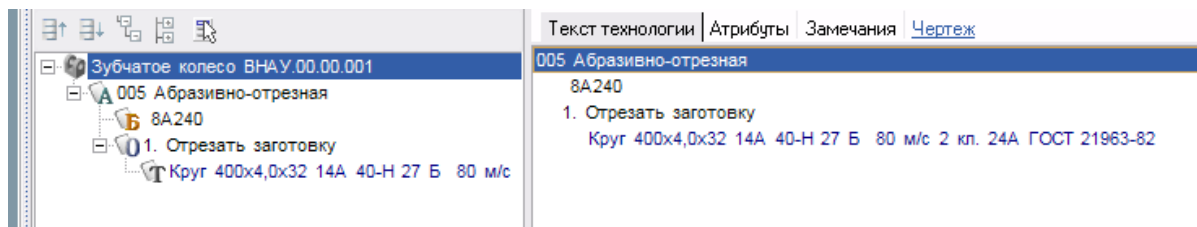


Рисунок 3.7 - Додавання ріжучого інструменту для переходу.

Самостійна робота

Наповніть дерево ТП операціями з переходами, користуючись довідниками по алгоритму, що наведений вище.

Операція	Устаткування	Перехід
Токарно - револьверная	1325Ф30	1. Точить внешнюю поверхность предварительно, выдерживая размеры 2. Точить торец выдерживая размеры 3. Сверлит сквозное отверстие 4. Расточить сквозное отверстие выдерживая размер
Горизонтально - протяжная	7Б56	1. Протянуть шлицевые пазы, выдерживая размеры согласно эскиза
Зубофрезерная	53А30	1. Фрезеровать внешние зубы
Зубозакругляющая	-	1. Закругляют зубы окончательно

Ваш ТП після додавання операцій повинен мати вигляд як на рисунку 3.8.

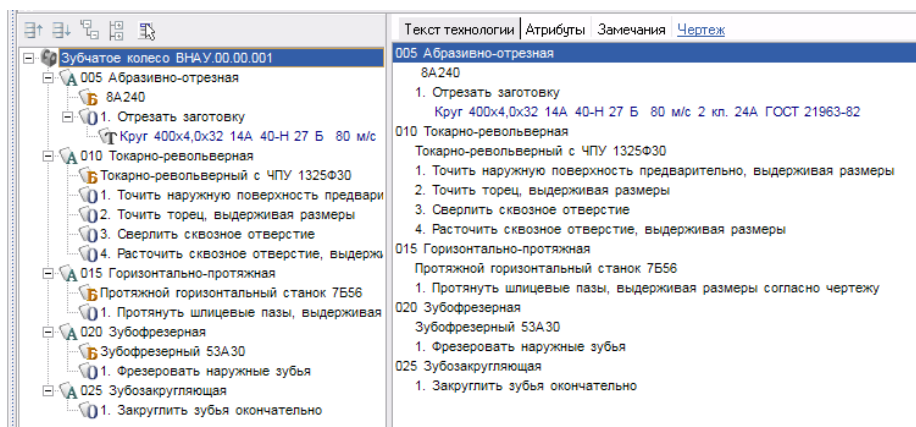


Рисунок 3.8 - Дерево ТП після заповнення операцій і переходів

Практична робота №4.

Тема: Редагування тексту переходів. Додавання і зміна розмірів поверхонь в тексті переходів

Створені нами операції не мають значень розмірів. У ВЕРТИКАЛЬ додавання необхідних числових значень може проводитися декількома способами:

1. Значення можна ввести в текст переходу з клавіатури в процесі редагування;
2. Значення можна додати, використовуючи контекстне меню через редагування розмірів (рисунок 4.1)

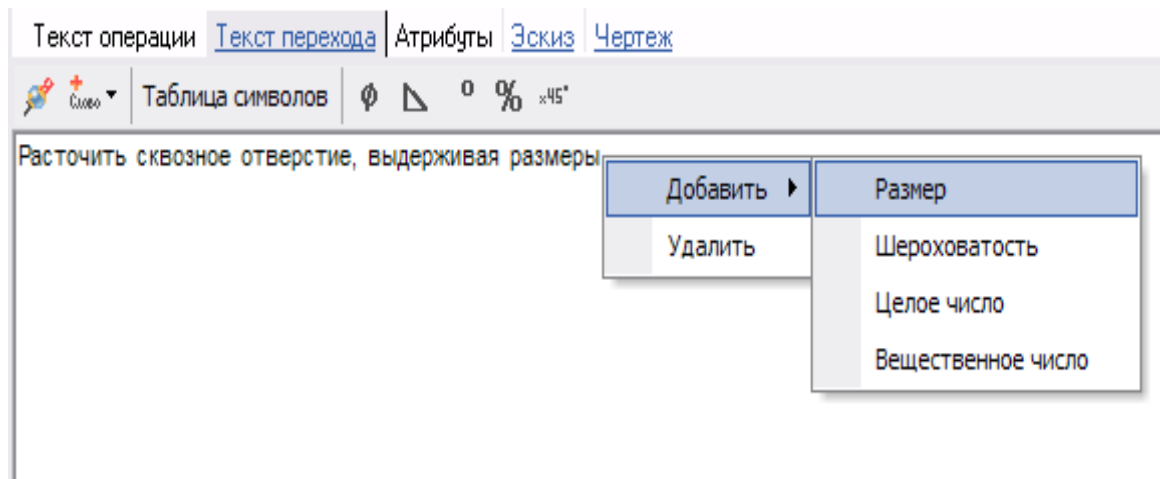



Рисунок 4.1 - Додавання розміру в текст переходу.

У першому випадку значення розміру вводять технолог в ручному режимі і є просто часткою тексту.

У другому випадку для кожного введенного значення створюється параметр. Це дозволяє оперативно міняти значення розмірів у всьому техпроцесі, передавати введені значення в зовнішні модулі і додатки, швидко формувати ТП на основі типового техпроцесу.

Вибір способу завдання чисельних значень в тексті переходу залежить від креслень і ескізів, що є в наявності, а також необхідності редагування цих значень в майбутньому.

Встановіть курсор на перехід 1 операції **005 Абразивно - отрезная**. Перейдіть на вкладку **Текст переходу**.

Встановіть курсор в кінці тексту **«Отрезать заготовку»**. Включіть кнопку  **Словарь**. Введіть текст **«в размер 47 мм»**.

При натисненні на клавіатурі **<Пропуск>** після кожного слова, словник видає перелік слів і поєднань слів, які можуть використовуватися в цьому переході (рисунок 4.2). Поєднання **«в размер»** немає в словнику.

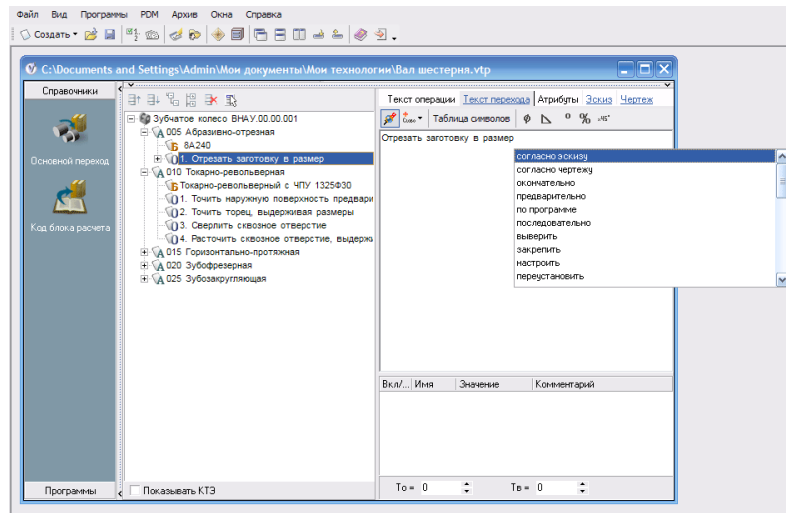



Рисунок 4.2 - Використання словника.

Виділіть слова «в **размер**», за допомогою миші. Натисніть кнопку  **Добавить выделенное слово в словарь** і виберіть **в словарь операции** (рис. 4.3).

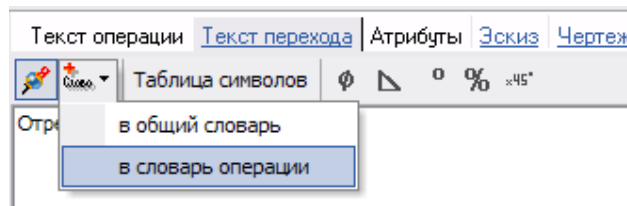





Рисунок 4.3 - Додавання тексту в словник.

Тепер поєднання «в **размер**» буде доступне при форматуванні тексту переходів операції **Абразивно - отрезная**.

Встановіть курсор на 1 перехід операції **010 Токарно – револьверная**. Перейдіть на вкладку **Текст перехода** і встановіть курсор після слів «...выдерживая **размер**».

Натисніть на панелі інструментів знак позначення діаметру     „45°”.

Натисніть праву кнопку миші і виберіть з контекстного меню **Добавить - Размер**.

У вікні **Редактирование размера** (рисунок 4.4), що відкрилося, встановіть курсор у віконці **Значение** і введіть 63.

В області квалітетів виберіть із списку квалітетів **Основные**, система «Вал». У віконці значення квалітету виберіть з випадуючого списку **h14**.

Після вибору квалітету в області визначення відхилень з'явилися значення, відповідні вибраному квалітету. Для того, щоб відхилення були вказані в тексті переходу, поставте галочку у віконці **Включить**. Натисніть кнопку **ОК**.

Після введеного розміру додайте в перехід 1 слова «... на длине 22». Розмір 22 введіть через вікно **Редактирование размера**.

Додайте в перехід 2 операції **010 Токарно – револьверная** аналогічним чином значення **45 мм** після слів «... выдерживая размер». Вкажіть відхилення розміру, відповідні **h14**.

У переході 3 тої ж операції вкажіть діаметр отвору і значення – **17 мм**.

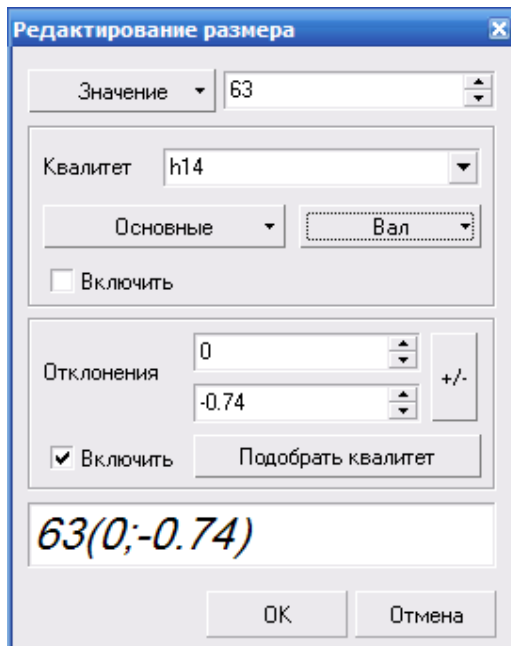



Рисунок 4.4 - Додавання розміру в перехід.

У перехід 4 додайте значення **Ø30,8(+0,16)** через вікно **Редактирование размера**.

Додайте в ТП операцію **030 Токарно – револьверная**, аналогічно тому, як робили раніше.

Перемістіть операцію **030 Токарно – револьверная** так, щоб вона розташовувалася відразу за операцією 010. Для цього встановіть курсор на операцію **030 Токарно – револьверная** і, послідовно натискаючи на кнопку **Переместить выше**  перемістіть операцію 030 на нове місце. Або, встановивши курсор на операцію **030 Токарно – револьверная**, натисніть ліву кнопку миші і, не відпускаючи її, перетягніть курсор на операцію **015 Горизонтально – протяжная**, після чого відпустіть кнопку.

Номер операції поміняється на **015**. Зараз операція порожня і її слід наповнити переходами. Скористаємося для цього можливістю копіювання. У **ВЕРТИКАЛЬ** передбачено декілька шляхів виконання цієї операції.

Встановіть курсор на переході 1 операції **010 Токарно – револьверная** і, натиснувши клавішу **<Ctrl>**, клацніть мишею на перехід 1.

Не відпускаючи клавіші **<Ctrl>** і лівої кнопки миші, перетягніть виділений перехід на назву операції **015 Токарно – револьверная**.

В результаті цих дій виділений перехід виявився скопійованим в іншу операцію.

Аналогічно скопіюйте перехід 2 **010 Токарно – револьверная** в операцію **015 Токарно – револьверная**.

Встановіть курсор на перехід 1 операції **015**. Перейдіть на вкладку **Текст переходу**. Встановіть курсор на значення параметру переходу (рисунок 4.5), і натисніть кнопку вибору значення **...**.

У вікні **Редактирование размера**, що відкрилося, змініть значення на **115,2 мм**. Зніміть галочку в області відхилень. Натисніть **ОК**. Видаліть з переходу слова «**предварительно**» і «**на длине 22 мм**».

Будь-які розміри, задані як параметри переходу, видаляються таким чином – встановіть курсор на параметрі, який потрібно видалити, виберіть в контекстному меню **Удалить** (рисунок 4.6).

У переході 2 після слова «**торец**» додайте «**предварительно и окончательно**», а в кінці розмір **43(-0,1) мм**.

Додайте в операцію **015 Токарно – револьверная** перехід 3 – **Точить фаску 2x45° на Ø30,8**. Розмір фаски введіть через вікно **Редактирование размера**, **x45°** через панель інструментів, а діаметр уручну.

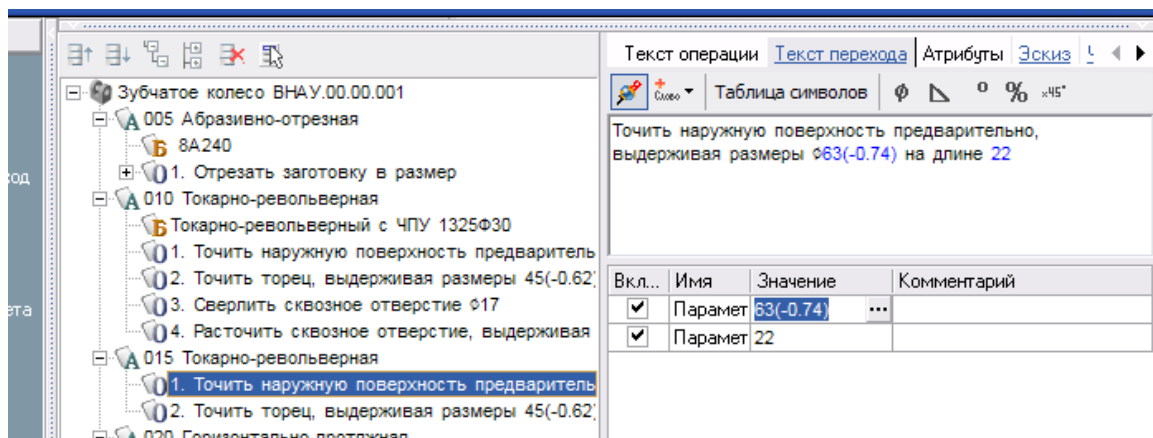


Рисунок 4.5 - Редагування тексту переходу.

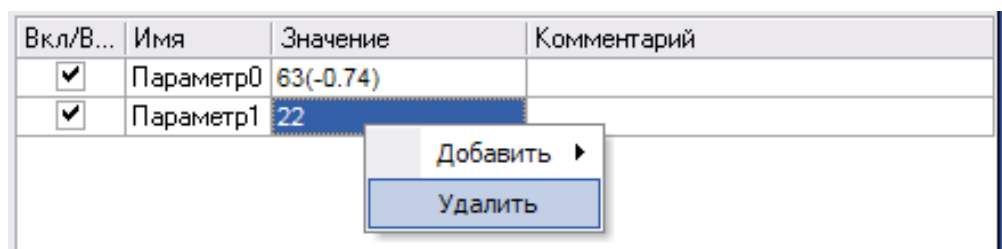


Рисунок 4.6 - Видалення параметра.

Самостійна робота

Додайте в ТП операцію **Токарно – револьверная**. Перемістите операцію так, щоб її номер став **020**.

Скопіюйте в створену операцію переходи 1 і 2 операції **010**, а також перехід 2 з операції **015**.

Відредагуйте додані переходи так, як показано нижче. Слова «зубчатого венца» додайте уручну. Слово «окончательно» додайте із словника. Розміри змініть шляхом редагування параметрів переходу.

Текст операции	Текст перехода	Атрибуты	Эскиз	Чертеж
1.	Точить торец, выдерживая размер 42.5(-0.1)			
2.	Точить наружную поверхность окончательно, выдерживая размеры $\phi 62h10$			
3.	Точить торец зубчатого венца окончательно, выдерживая размеры 20.5(-0.21)			

Додайте в операцію **020 Токарно – револьверная** перехід **4. Точить канавку окончательно, выдерживая размеры $\phi 46, 10, 5$** . Значення розміру введіть через Редактор розмірів.

Додайте операцію **040 Слесарная** з довідника операцій. Для цього послідовно виберіть **Операции общего назначения – Общего назначения – Другие операции - Слесарная**. У операцію додайте перехід **1. Зачистить заусенцы**.

Додайте операцію **045 Контроль**. Для цього виберіть **Операции общего назначения – Контроль и испытания – Контроль и испытания линейных и угловых размеров – Контроль и испытания линейных размеров**. У операцію додайте перехід **1. Проверить размеры согласно эскиза**.



У операцію **045 Контроль** додайте вимірювальний інструмент для переходу. Для цього встановіть курсор на назву переходу **1** і в контекстному меню виберіть **Добавить – Измерительный инструмент**. У довіднику, що відкрився, виберіть послідовно **Штангенинструмент – Штангенциркуль Тип – I двухсторонний с глубиномером ГОСТ 166-89 – Шц-і-125-0,1**.

Збережіть ТП.

Практична робота №5.

Тема: Створення бібліотеки користувача та її використання під час розроблення технологічного процесу

Для створення особистого технологічного архіву у вигляді бібліотеки користувача, куди можна поміщати найчастіше використовувані при проектуванні ТП операції, переходи, оснащення, КТЕ і тому подібне, служить база даних Бібліотека користувача. Наповнення бібліотеки і вставка даних з неї в техпроцес проводиться операціями копіювання і переміщення.

Натисніть на панелі інструментів кнопку **Бібліотека користувача** . Після цього відкриється додаткове вікно **Бібліотека користувача** (рисунок 5.1). Натисніть на панелі інструментів вікна кнопку  **Создать папку**.

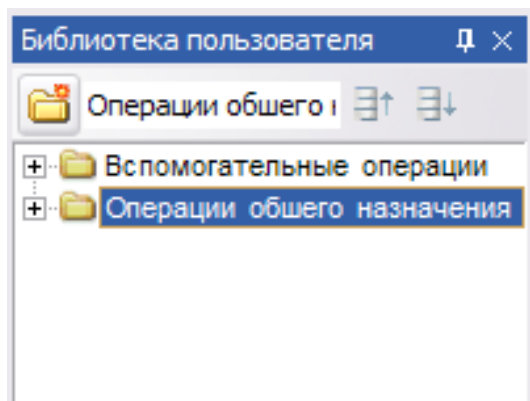


Рисунок 5.1 - Бібліотека користувача.

Для теки, що з'явилася, необхідно задати назву. Для цього встановлюємо курсор у вікно введення поряд з кнопкою створення теки (при цьому тека має бути виділена) і задаємо ім'я – **Бібліотека технолога** (рисунок 5.2).

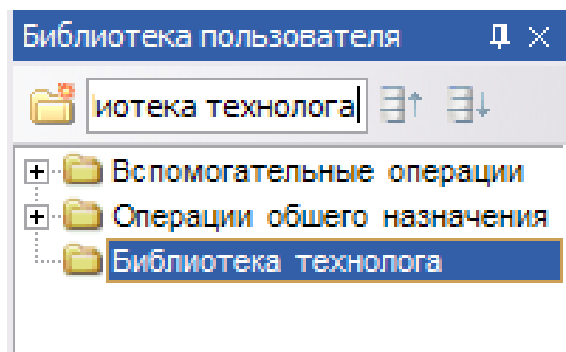



Рисунок 5.2 - Завдання імені теки Бібліотеки користувача.

Зараз в створеній теці нічого немає. Додамо в теку вкладену теку. Для цього необхідно знову натиснути на **Создать папку**  (при цьому тека

Справочник технолога має бути вибрана) і ввести ім'я – **Операции контроля**.

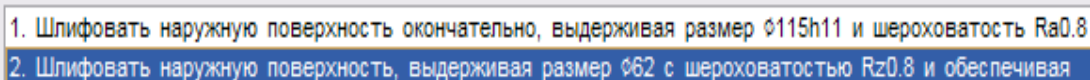
Встановите курсор на операцію **045 Контроль и испытание линейных размеров** у вікні дерева ТП. Натиснувши ліву кнопку миші і, не відпускаючи її, перетягніть курсор на назву теки «**Операции контроля**» в **Библиотеке технолога**. У теці з'явилася операція зі всім її вмістом.

Закрийте бібліотеку, натисніть на хрестик в правому верхньому кутку вікна бібліотеки.

Самостійна робота

Додайте в техпроцес термічну обробку - 050. Для цього в контекстному меню виберіть **Операции термообработки – Закалка – Закалка местная поверхностная – Установки индукционные – Установки периодического действия - I ЗУВ 5/50-38 – Термист на установках ТВЧ**.

Додайте в ТП операцію **050 Круглошлифовальная** з переходами так, як показано нижче. Всі розміри і шорсткості задати через **Редактор розмірів**.

- 
1. Шлифовать наружную поверхность окончательно, выдерживая размер $\phi 115h11$ и шероховатость $Ra0.8$
 2. Шлифовать наружную поверхность, выдерживая размер $\phi 62$ с шероховатостью $Rz0.8$ и обеспечивая

Створіть в **Библиотеке технолога** теку **Станки токарные**. Помістіть в цю теку верстат з операції **010 Токарно-револьверная**. Для створення теки поставте курсор на теку **Библиотеке технолога**. Натисніть праву кнопку миші і з контекстного меню виберіть **Добавить папку**. Переіменуйте її у **Станки токарные**.

Додайте токарно – револьверний верстат **1325Ф30** з **Библиотеки технолога** в операції 015 і 020. Для додавання з бібліотеки користувача слід, встановити курсор на елементі, що цікавить, в бібліотеці, натиснувши ліву кнопку миші і, не відпускаючи її, перетягти виділений елемент в ТП.

Збережіть файл ТП.

Практична робота №6.

Тема: Додавання устаткування, оснащення, інструменту, ЗОР і матеріалів в операції технологічного процесу

Устаткування додається до операції в цілому, а оснащення і інструмент додаються до переходів. Якщо перехід один, то додавання оснащення і інструменту можливо до операції в цілому.

Додавання устаткування, оснащення і ріжучого інструменту проводиться з контекстного меню. Вміст цього меню залежить від вибраного елемента. Контекстне меню операції показано на рисунку 6.1, переходу – на рисунку 6.2, а ріжучого інструменту – на рисунку 6.3.

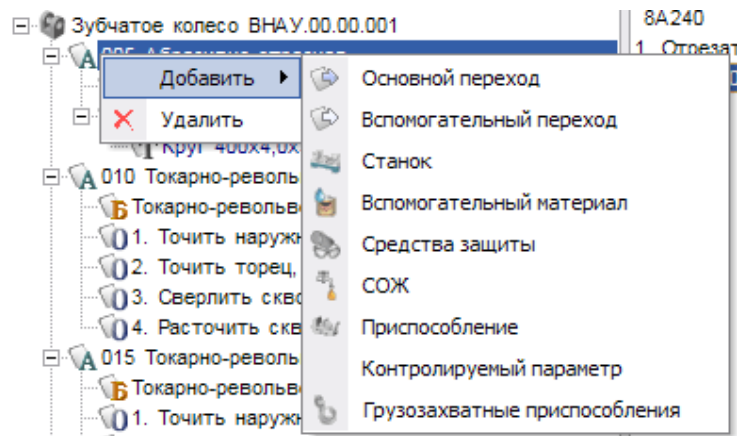


Рисунок 6.1 - Контекстне меню операції.

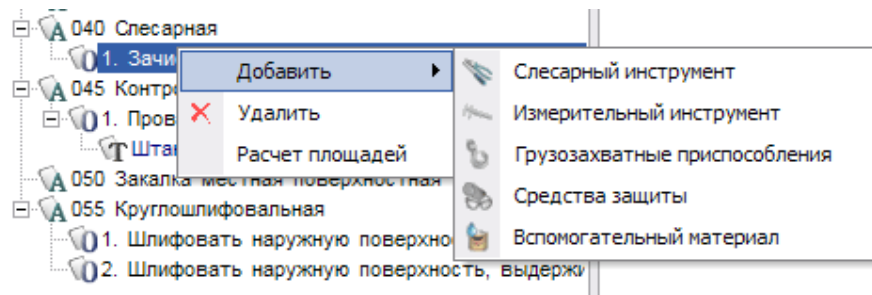
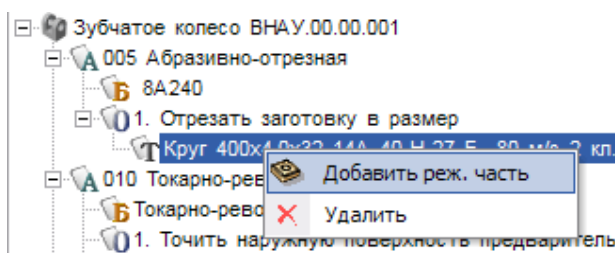


Рисунок 6.2 - Контекстне меню переходу.



Малюнок 6.3 - Контекстне меню ріжучого інструменту.

З усіх операцій ТП устаткування і оснащення повністю вказані тільки у операції **005 Абразивно – отрезная**.

Встановіть курсор на переході 1 операції **010 Токарно – револьверная** і, натиснувши праву кнопку миші, виберіть з контекстного меню **Режущий інструмент**.

У вікні довідника, що відкрилося, послідовно виберіть **Резец – Резец проходной упорный – Резец ТУ 2-035-892-82**.

У списку три однакових найменування. При цьому різці відрізняються типом використовуваної ріжучої пластини. Це видно з ескізу інструменту на відповідній вкладці (рисунок 6.4).

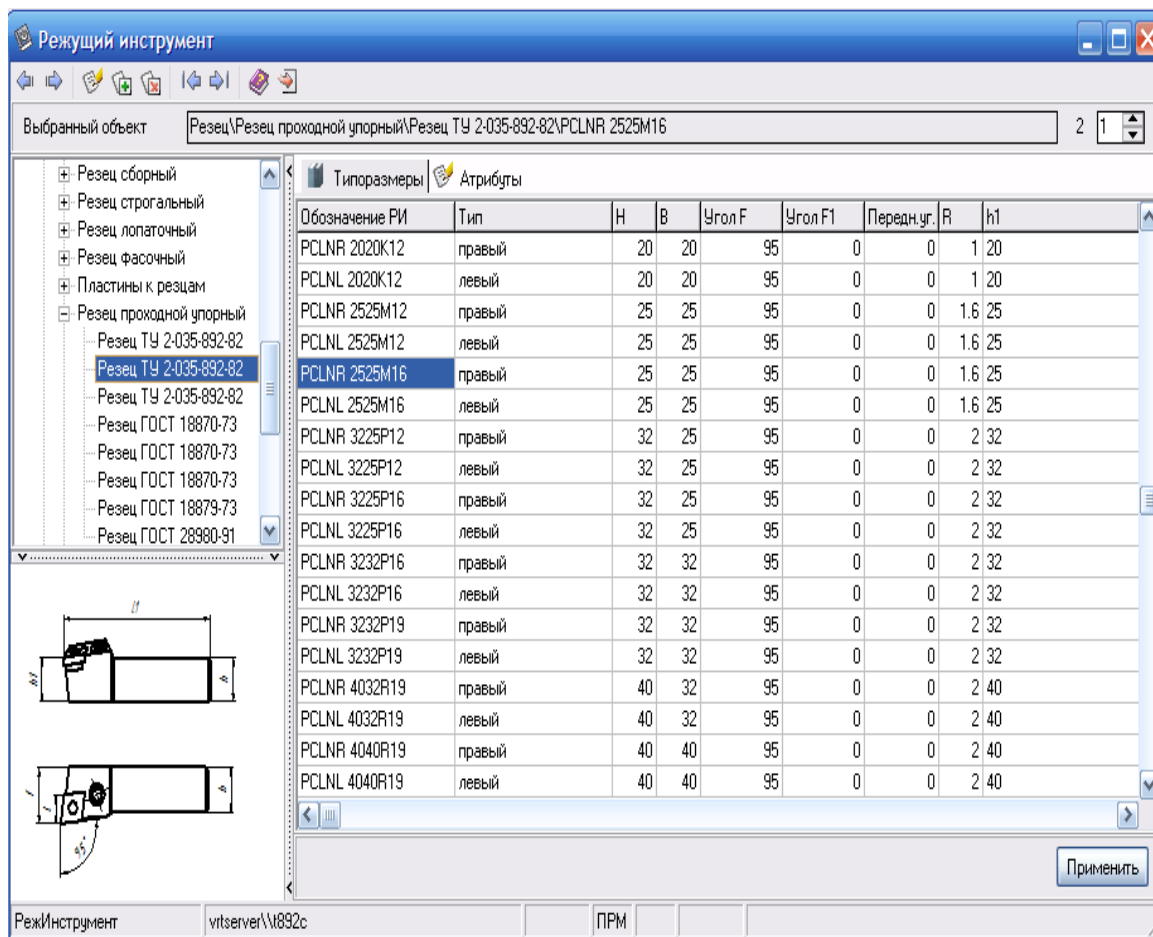


Рисунок 6.4 - Вибір інструменту

Виберіть різець з головним кутом в плані 95°. У списку даних по різцях цього типа виберіть **PCLNR 2525M16**. Натисніть кнопку **Применить**. Встановіть курсор на найменуванні ріжучого інструменту в переході 1 операції **010 Токарно – револьверная**. Одночасно натиснувши клавішу <Ctrl> і ліву кнопку миші і, не відпускаючи їх, перетягніть назву інструменту на перехід 2 цієї ж операції.

В результаті Ваших дій в переході 2 з'явиться інформація про інструмент.

Встановіть курсор на переході 3 операції **010 Токарно – револьверная** і, натиснувши праву кнопку миші, виберіть з контекстного меню **Режущий інструмент**. У вікні довідника, що відкрилося, послідовно виберіть **Сверло**

– Сверло спиральное – Сверло Р18 ГОСТ 10903-77 – 2301-3612 (діаметр 17 мм).

Перейдіть на вкладку **Текст переходу** і введіть діаметр отвору **17 мм** через вікно **Редактирования размеров**.

Встановіть курсор на переході 4 операції **010 Токарно – револьверная**. Додайте ріжучий інструмент **Резец – Резец расточной для сквозных отверстий - Резец Т15к6 ТУ 2-035-1040-86 – К.01.4981.000-00**.

Встановіть курсор на переході 3 операції **015 Токарно – револьверная**. У довіднику виберіть **Резец – Резец сборный - Резец ГОСТ 24996-81 – 2102-1231**.

Встановіть курсор на назві операції **010 Токарно – револьверная** і виберіть з контекстного меню **Добавить - СОЖ**. У довіднику послідовно виберіть **Эмульсии из эмульсола – 5%ЭТ-2**.

Встановіть курсор на назві операції **010 Токарний – револьверная** і виберіть з контекстного меню **Добавить - Приспособление**. У довіднику пристосувань послідовно виберіть **Патроны – Самоцентрирующиеся - Патрон ГОСТ 2675-80 – 7100-0017**.

Самостійна робота

Керуючись прикладом самостійно додайте в ТП наступне устаткування, оснащення і інструмент:

<i>Операція</i>	<i>Перехід</i>	<i>Верстат</i>	<i>ЗОР</i>	<i>Пристосування</i>	<i>Інструмент</i>
<i>015</i>	<i>1</i>		<i>5%ЭТ-2</i>	<i>Патрон ГОСТ 2675-80 – 7100-0017</i>	<i>Різець Т15к6 ТУ 2-035-892-85 PCLNR 2525M16</i>
	<i>2</i>				<i>Різець Т15к6 ТУ 2-035-892-85 PCLNR 2525M16</i>
<i>020</i>	<i>2</i>		<i>5%ЭТ-2</i>	<i>Патрон ГОСТ 2675-80 – 7100-0017</i>	<i>Різець Т15к6 ТУ 2-035-892-85 PCLNR 2525M16</i>
	<i>2</i>				<i>Різець Т15к6 ТУ 2-035-892-85 PCLNR 2525M16</i>
	<i>3</i>				<i>Різець Т15к6 ТУ 2-035-892-85 PCLNR 2525M16</i>
	<i>4</i>				<i>Різець 2120-0518 ГОСТ 18874-73</i>
<i>025</i>	<i>1</i>	<i>7Б56</i>	<i>Керасин ГОСТ 4573-68</i>		<i>Протяжка 2402-1211 ГОСТ 24820-81</i>

030	1	53A30	Сульфидфрезол ГОСТ 122-84		Фреза 2510-4018 ГОСТ 9324-80
035	1		Сульфидфрезол ГОСТ 122-84		Фреза Р6м5 2223-0007 ГОСТ 17026-71
040	1				Напилочек тригранний 2821-0051 ГОСТ 1465-80
050	1	ІЗУВ 80/500-402			
055	1	ЛЗ-269φ10		Оправка 7150-0369 ГОСТ 18437-73	Круг 1 500x50x305 92 А 40-П С1 До 35 м/с А Ікл. ГОСТ 2424-83
	2				Круг 1 500x50x305 92 А 40-П С1 До 35 м/с А Ікл. ГОСТ 2424-83

Збережіть ТП.

Практична робота №7.

Тема: Розрахунок режимів різання механічної обробки

ВЕРТИКАЛЬ має спеціальний розрахунковий модуль «Система розрахунку режимів різання», який дозволяє проводити розрахунки режимів різання в автоматизованому режимі. Для виконання розрахунку необхідно, щоб в операції було вказано устаткування, оснащення і інструмент, що використовуються, а також був вибраний код блоку розрахунків.

Код блоку розрахунків дозволяє уточнити вид робіт, в тих випадках, коли це не є очевидним. Наприклад, токарна обробка може містити: зовнішнє точіння; підрізання, розточування; прорізання і ін.

1) Для визначення коду блоку розрахунку слід встановити курсор на перехід в дереві ТП і на **Панель справочников** натиснути кнопку **Код блока расчета**.

2) У довіднику, що відкрився, потрібно вибрати необхідний код (керуючись ескізами обробки і її вмістом) і натиснути кнопку **Применить**.

На вкладці **Атрибуты** цього переходу з'явиться назва вибраного коду блоку розрахунку.

Після заповнення всіх необхідних даних можна приступати до виконання розрахунку. Якщо даних для розрахунку недостатньо, система повідомить вас про це.

Встановите курсор на переході 1 операції **010 Токарно - револьверная**. Натисніть на **Панели справочников** на кнопку **Код блока расчетов**.

Виберіть із запропонованого списку послідовно **Токарная обработка – Токарная на проход** і натисніть кнопку **Применить** (рисунок 7.1).

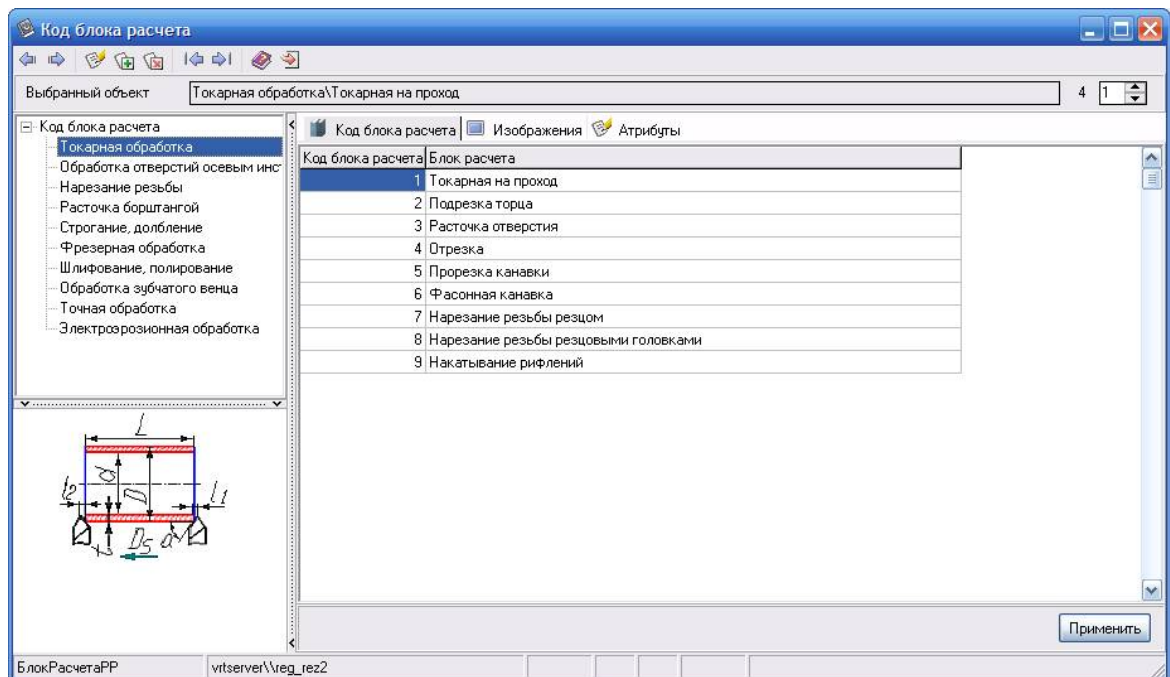


Рисунок 7.1 - Вибір коду блоку розрахунку.

Перейдіть на вкладку **Атрибути** переходу 1 і переконайтеся, що в рядку **Код блока расчета** з'явилось значення 1, що відповідає «Токарная на проход» (рисунок 7.2).

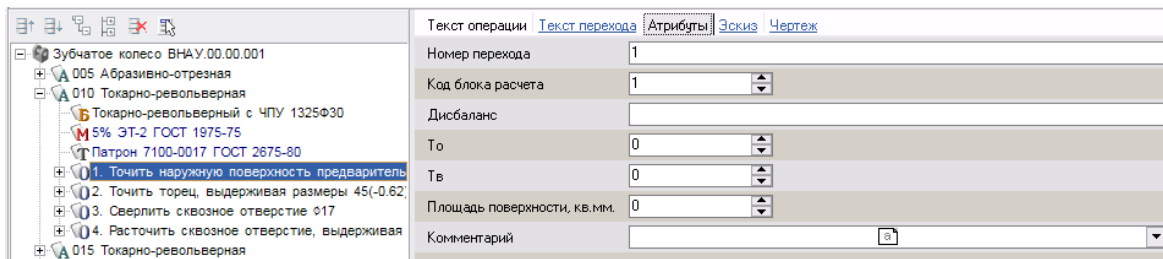


Рисунок 7.2 - Атрибути переходу

Встановіть курсор на перехід 1 операції **010 Токарно -револьверная**. За допомогою контекстного меню виконайте команду **Добавить – Режимы резания** (рисунок 7.3).

На початку ви бачите системні вікна, що повідомляють про процес збору і аналізу наявною в ТП інформації. Якщо наявна інформація представлена коректно, то відкриється головне вікно розрахункового модуля (рисунок 7.4). У цьому вікні необхідно вказати ті дані, яких не дістає для розрахунків.

Вкажіть у вікні, що відкрилося, послідовно:

- **Диаметр обрабатываемой поверхности - 63**
- **Длина обработки - 22**
- **Врезан. + перебіг - 3**
- **Припуск – 28,5**
- **Глубина резания - 5**

Кількість проходів система визначить автоматично, але це число можна скорегувати вручну. Натисніть кнопку **Рассчитать**.

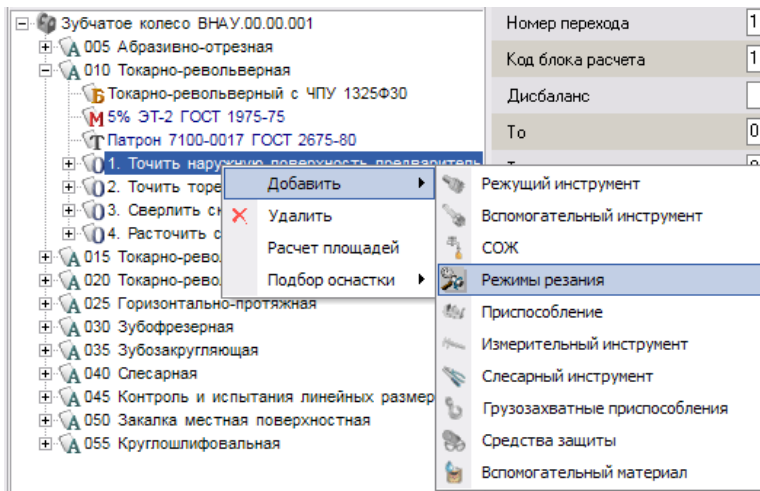


Рисунок 7.3 - Запуск розрахунку режимів різання

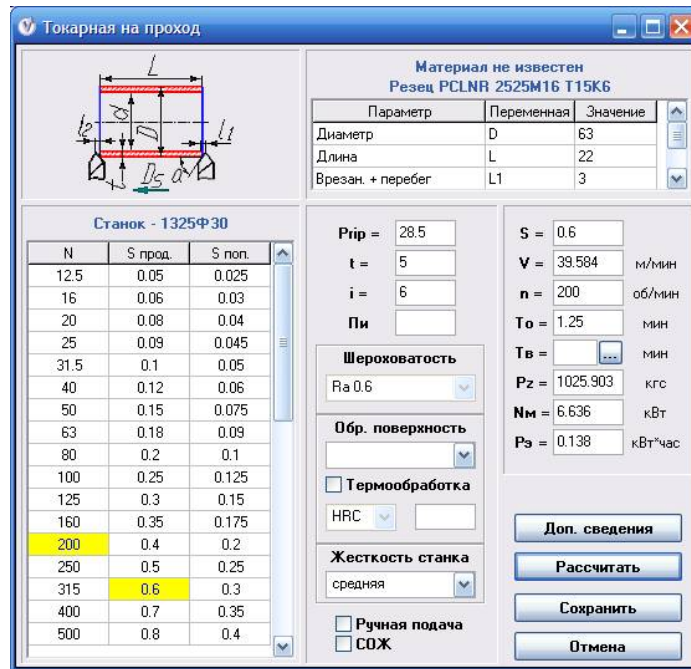


Рисунок 7.4 - Головне вікно розрахункового модуля.

Результати розрахунку з'являться в правій частці вікна. В разі необхідності ви можете внести зміни до заданих параметрів і виконати повторний розрахунок.

Натискуйте кнопку **ОК**. Результати розрахунку записані в окремому рядку переходу 1 операції **010 Токарно – револьверная** (рисунок 7.5).

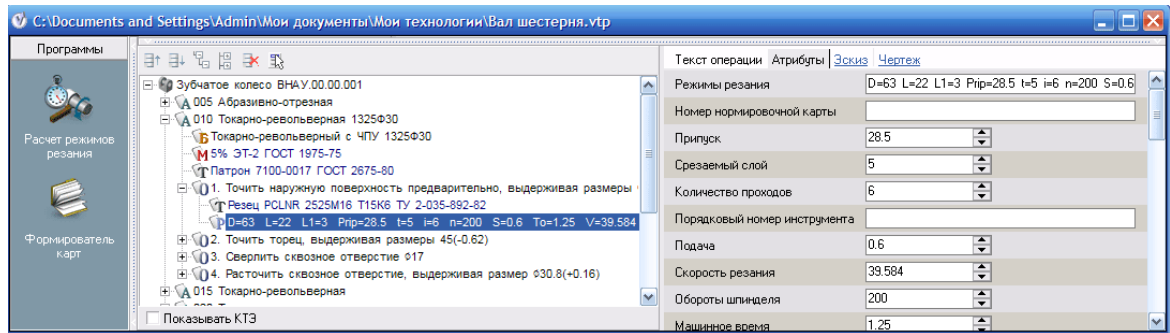


Рисунок 7.5 - Результаты розрахунку режимів різання.

Встановіть курсор на перехід 3 операції **010 Токарно - револьверная**. Задайте код блока розрахунку **Обработка отверстий осевым инструментом - Сверление**. Выключите з контекстного меню **Добавить – Режимы резания**.

Вкажіть: **Глубина отверстия – 45; Диаметр отверстия – 17; Перебег – 4**. Відзначте галочкою **Использовать СОЖ**. Натисніть кнопку **Рассчитать**. Вказувати величину припуску і глибину різання не потрібно – система визначить їх сама. Натисніть кнопку **ОК**.

Самостійна робота

Додайте режими різання в наступні переходи операцій:

<i>№ операції</i>	<i>Перехід</i>	<i>Дані для розрахунку</i>
<i>010</i>	<i>4</i>	<i>$D=30,8$; $L0=45$; $L1=3$; $Pr_{ip}=6,9$; $t=2$ Використання ЗОР. Величину подачі S виберіть рівною $0,12$.</i>
<i>015</i>	<i>1</i>	<i>$D=115,2$; $L0=23$; $L1=3$; $Pr_{ip}=2,4$; $t=2$ Використання ЗОР.</i>
<i>020</i>	<i>2</i>	<i>$D=62$; $L0=22$; $L1=3$; $Dz=115,2$; $Pr_{ip}=0,5$; $t=0,5$ Використання ЗОР. Величину подачі S виберіть рівною $0,12$.</i>

Для примусового вибору величини подачі слід у вікні подач верстата (крайне зліва) вибрати необхідну величину і виконати на ній подвійне клацання лівою кнопкою миші.

Практична робота №8.

Тема: Створення операційних ескізів для операцій технологічного процесу


У тексті операції **045 Контроль** вказано, що розміри слід перевіряти згідно ескізу.

САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ дозволяє додавати ескізи у вигляді готових файлів в будь-яких графічних форматах. Проте, найбільш широкі можливості користувачеві надають ескізи, виконані в КОМПАС-Графік (формат *.frw). Такі ескізи можна створювати з креслення, шаблону, ескізу і 3D-моделі деталі.

До кожної операції можна додавати необмежене число ескізів. При цьому кожен ескіз розміщуватиметься на окремій вкладці.

Додамо до операції **045 Контроль и испытания линейных размеров** ескіз.

Встановіть курсор на назву операції **045 Контроль и испытания линейных размеров** і перейдіть на вкладку **Эскиз**.

Натисніть кнопку  **Создать эскиз** і виберіть із списку, що відкрився, **Из чертежа** (рисунок 8.1).

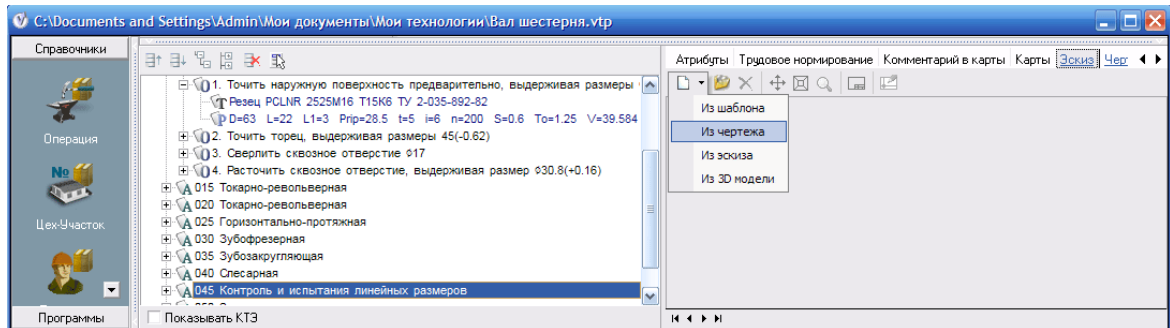




Рисунок 8.1 - Створення ескізу для операції.

У вікні **Новый эскиз**, що відкрилося, встановіть курсор на назві креслення. Для спрощення вибору вікно в правій частині показує вміст креслень (рисунок 8.2). Внизу можна вибрати формат ескізу - це може бути фрагмент з розширенням *.frw або креслення з розширенням *.cdw. Залиште формат фрагмента за умовчанням і натисніть кнопку **ОК**.

На вкладці з'явився ескіз. Проте в ньому є зайві деталі, які слід видалити. Для цього скористаємося можливістю редагування ескізу.

Натисніть кнопку  **Редактировать** на вкладці **Эскиз**. Відкрилося вікно програми КОМПАС-Графік. Видаліть з ескізу непотрібні елементи так, щоб ваш ескіз відповідав рисунку 8.3. Натисніть кнопку  **Сохранить** на панелі інструментів системи КОМПАС

Виконайте команду **Библиотеки – Вернуться в библиотеку** (рисунок 8.4).

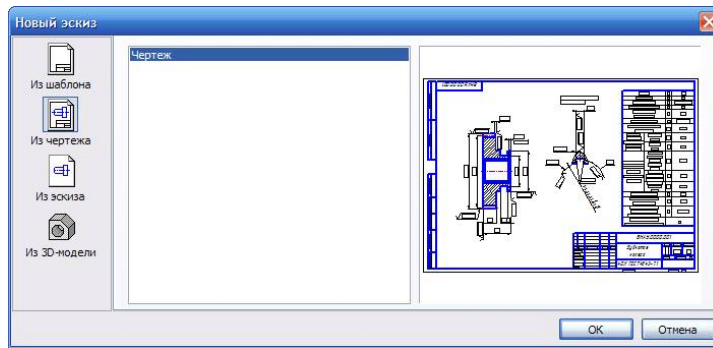


Рисунок 8.2 - Новый эскиз.

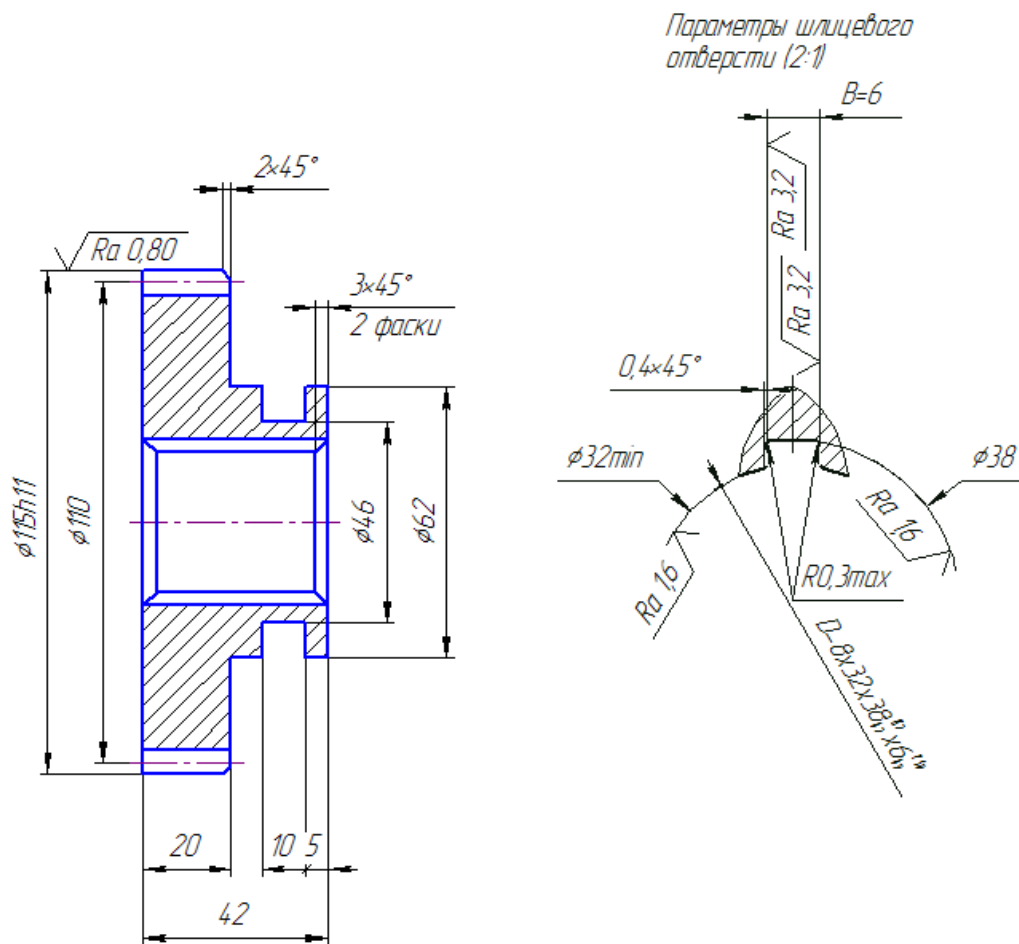


Рисунок 8.3 - Эскиз.

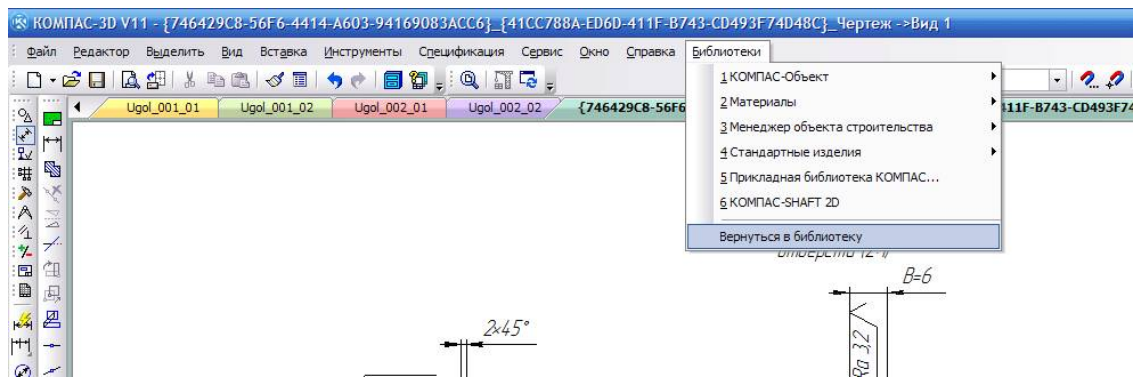


Рисунок 8.4 - Завершення редагування ескізу.

Для повернення у ВЕРТИКАЛЬ завжди слід користуватися спеціальною командою **Вернуться в библиотеку**.

Інакше можливе некоректне збереження Вашої роботи і збій в підключенні графічних елементів.

Створіть в системі КОМПАС-3D фрагмент, який міститиме ескіз операції **005 Абразивно - отрезная** (рисунок 8.5). Збережіть створений файл під ім'ям *Eskiz005.frw*.

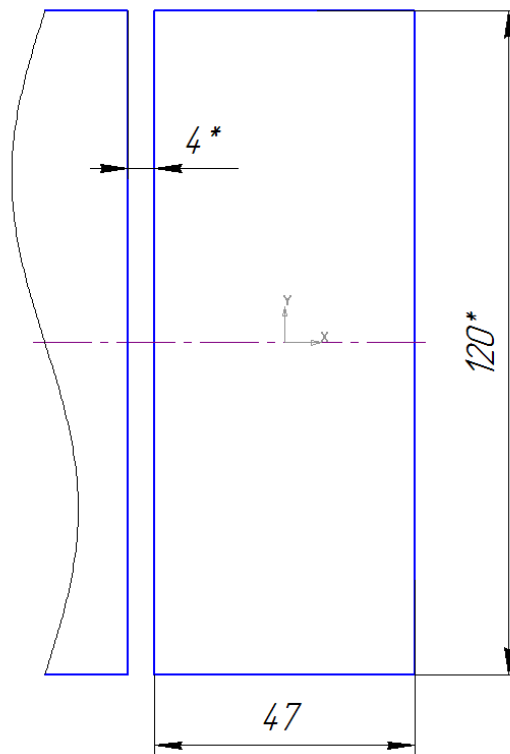


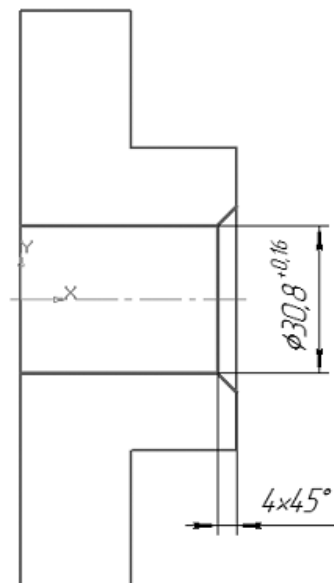
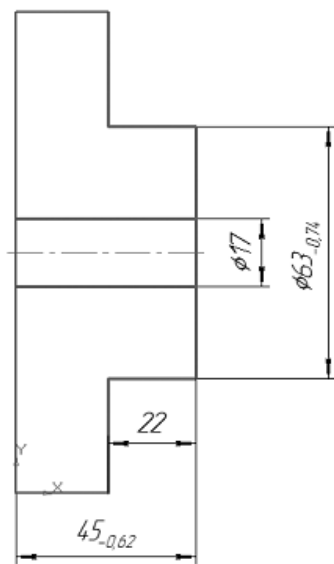
Рисунок 40 - Ескіз операції 005 абразивно-відрізна

Встановіть курсор на операції **005 Абразивно-отрезная**. Перейдіть на вкладку **Эскиз**.

Натисніть кнопку **Открыть эскиз** і виберіть файл *Eskiz005.frw*, який ви створили. Натисніть кнопку **Открыть**. Ескіз доданий в операцію.

Самостійна робота

Для операції **010 Токарний - револьверная** створіть два ескізи по пропонованому зразку. Збережіть ескізи і підключіть їх до операції.



Збережіть ТП.

Практична робота №9.

Тема: Наповнення довідників Універсального технологического справочника

Довідники УТС є обширною базою даних, яка, проте, не завжди містить необхідне устаткування, інструмент або оснащення. Як і будь-які бази даних, довідники УТС можуть наповнюватися і редагуватися відповідно до необхідності. Створення нових довідників і їх зв'язок з системою Вертикаль встановлюється адміністратором системи. Наповнення довідників може бути довірене як окремому користувачеві, так і групі користувачів. За умовчанням технологи мають право редагувати і вносити додаткові записи до довідників.

У нашому технологічному процесі є операція **035 зубозакругляющая**. Проте в довіднику устаткування немає верстатів даної групи. Додамо відповідний запис в УТС.

Встановіть курсор на операції **035 зубозакругляющая** з контекстного меню виберіть **Добавить - Станок**.

Послідовно виберіть **Зубообрабатывающая - зубозакругляющая**.

Перейдіть на вкладку **Модель станка** і натискуйте кнопку **Добавить запис** на панелі інструментів.

Тепер необхідне заповнити віконця, що з'явилися. Введіть у віконця наступні дані:

Модель	BC-80
Найменування	Зубозакругляючий напівавтомат для прямозубих циліндричних зубчастих коліс зовнішнього і внутрішнього зачеплення
Потужність	4,88
Маса	2950
Паспортні дані	Габаритна довжина -1675
	Габаритна ширина -1110
	Габаритна висота -1810
	Завод-виготівник -Вітебський верстатобудівний завод ВІСТАН
	Коментар - Напівавтомат зубозакругляючий призначений для закруглення торців, зняття фасок і зубозагострення торців зубів прямозубих циліндричних зубчастих коліс зовнішнього і внутрішнього зачеплення спеціальними пальцевими фрезами.

Після введення даних натисніть кнопку **Применить** внизу справа.

Поверніться на вкладку **Данные** і встановивши курсор на найменуванні верстата **BC-80** натисніть кнопку **Применить** на панелі інструментів.

Встановіть курсор на кореневому елементі дерева ТП. З контекстного меню виберіть **Добавить – Операцию резанием**. У довіднику, що відкрився,

послідовно виберіть **Зубообрабатывающая - Зубошлифовальная**.

Додайте до операції **065 Зубошлифовальная** верстат **5А833**.

Додайте, використовуючи довідник переходів, до операції **065 Зубошлифовальная** перехід **1. Шлифовать зубчатую поверхность, выдерживая размеры согласно чертежа**.

Додамо до переходу 1 операції **065 Зубошлифовальная** ріжучий інструмент.

Верстат 5А841 працює з абразивними кругами типу 2П (конічні двосторонні) максимальним діаметром 350 мм. У довіднику ріжучого інструменту немає кругів такого типорозміру. Їх слід додати.

Встановіть курсор на перехід 1 операції **065 Зубошлифовальная** і в контекстному меню виберіть **Добавить – Режущий инструмент**. У вікні довідника, що відкрилося, послідовно виберіть **Круг – Круг шлифовальный – Круг ГОСТ 2424-83** і перейдіть на вкладку **Типоразмеры**.

На панелі інструментів УТС натисніть кнопку **Добавить запись** і заповніть віконця, що з'явилися, як на рисунку 9.1. Натисніть кнопку **Применить** внизу справа.

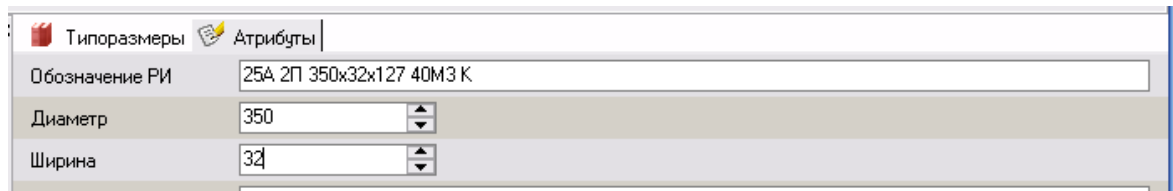


Рисунок 9.1 - Атрибути ріжучого інструменту.

Перейдіть на вкладку **Данные** і переконайтеся, що зроблений вами запис з'явився в списку. Виберіть його і натисніть кнопку **Применить**.

Додайте в ТП операцію **Плоскошлифовальная**. Перемістіть в дереві ТП її так, щоб вона знаходилася за операцією **055 Круглошлифовальная**.

Додайте в операцію **060 Плоскошлифовальная** верстат **плоскошлифовальный с крестовым (прямоугольным столом) 3Е711В**.

Додайте в операцію **060 Плоскошлифовальная** допоміжні переходи, пов'язані з переустановленням деталей в процесі обробки, а також основні переходи і інструмент згідно зразку на рисунок 9.2.

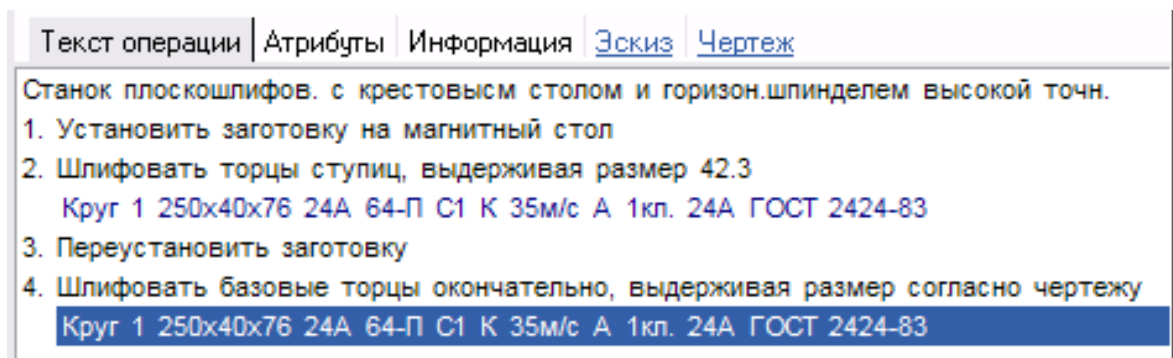


Рисунок 9.2 - Переходи операції **060 Плоскошлифовальная**

Самостійна робота

Додайте в довідник УТС в розділ **Зуборезный РИ** в групу **Хон алмазный зубчастий** ріжучий інструмент.

Додавання нового інструменту проводиться у декілька етапів

1) Встановіть курсор на найменування групи **Зуборезный РИ** і натисніть кнопку **Добавить запись**.

Заповніть атрибути таким чином:

-**Метод обработки: Хонинговать**

-**Наименование типа РИ: Хон алмазный зубчатый**

Натисніть кнопку **Применить**.

Двічі клікніть на групу **Хон алмазный зубчатый**, що з'явилася. Натисніть кнопку **Добавить запись**. Заповніть атрибути таким чином:

-**Наименование режущего инструмента: Хон зубчатый формы АЗХ**

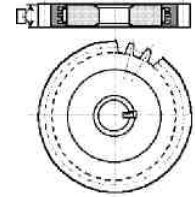
-**ГОСТ или ТУ: ТУ 2-037-111-77**

Натисніть кнопку **Сохранить** на панелі інструментів.

Натисніть кнопку **Применить** внизу справа.

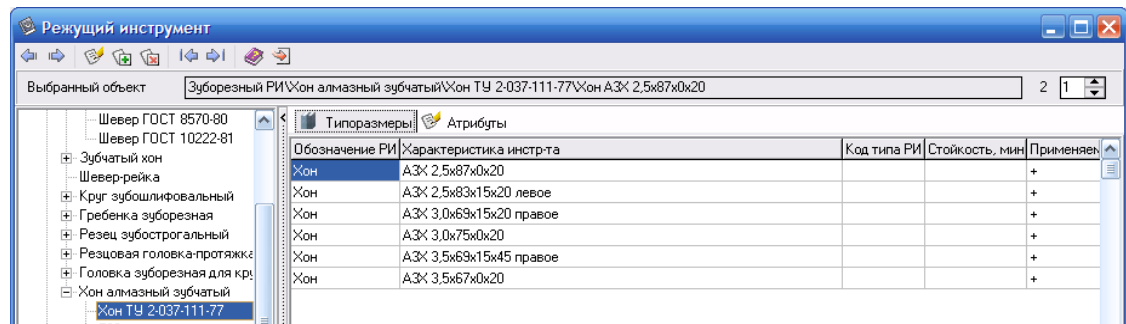
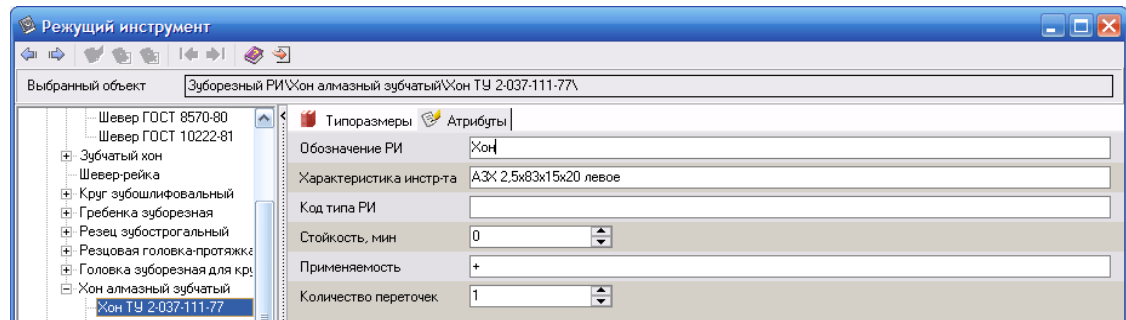
Двічі клацніть на найменуванні **Хон алмазный ТУ 2-037-111-77** і натисніть кнопку **Добавить запись**.

Додайте записи відповідно до наступного умовного позначення інструменту – Хон; Характеристика інструменту АЗХ $txZfxTx$ (напряма лінії зуба при $\beta \neq 0$).



Основні розміри, мм					Виготовник і тип зв'язки АТ "Алмаз-інструмент"
Модуль t	Число зубів Z	Кут нахилу зуба β°	Напрямок лінії зуба	T	
2,5	83	15	ліве	20	М
	87	0	-		
3,0	69	15	праве	45	
	75	0	-		
3,5	61	15	праве	45	
	67	0	-		
4,0	53	15	праве	45	
	51				
4,25	53	0	-	20	
4,5	47	15	праве		
	51	0	-		
5,0	43	15	праве		
6,0	37	0	-		
		15	праве		
6,5	33	0	-		
	35	15	праве		
7,0	31	0	-		
		15	праве		

Зразок заповнення даних і результат заповнення показаний на малюнках нижче.



Практична робота №10.

Тема: Використання дерева КТЕ. Налаштування зв'язків між деревом КТЕ і 3D-моделлю

Комплектування дерева КТЕ є допоміжним сервісом, що забезпечує автоматизацію проектування ТП. Для отримання комплекту технологічних документів наповнення дерева КТЕ необов'язково. Дерево КТЕ відображує склад і ієрархію елементарних поверхонь, конструкторсько-технологічних елементів і груп КТЕ деталі. Формування дерева КТЕ здійснюється за допомогою спеціальної бібліотеки, в якій конструктивні елементи пов'язані з типовими технологічними планами їх обробки.

Дерево КТЕ зручно використовувати не лише для власне формування ТП, але і для навігації по ТП, а також для групування переходів, що відносяться до обробки однієї і тієї ж поверхні, що спрощує процес редагування.

Перед початком наповнення дерева КТЕ необхідно:

проаналізувати форму деталі з позицій її розділення на типові конструкторсько-технологічні елементи і групи КТЕ;

оцінити ієрархію конструкторсько-технологічних елементів і груп, виходячи з оптимальної послідовності станів, в які переходить заготовка в процесі виготовлення деталі.

Проектування ТП з використанням дерева КТЕ у ВЕРТИКАЛЬ складається з чотирьох основних етапів:

- формування дерева КТЕ і генерація планів обробки КТЕ;
- формування операцій в дереві ТП;
- розподіл переходів з дерева КТЕ (вкладка **План обробки**) по операціях дерева ТП;
- остаточне редагування тексту ТП (уточнення оснащення, допоміжних матеріалів, розрахунок режимів обробки і ін.) і оформлення ТП (підключення необхідних графічних документів).

У нашому випадку, коли ТП сформований способом наповнення дерева ТП, наповнення дерева КТЕ дозволить згрупувати переходи різних операцій і використовувати 3D-модель для навігації по ТП.

3D-модель вже підключена до нашого ТП. Ми можемо почати формувати дерево КТЕ.

Перейдіть у вікно дерева КТЕ. Клацніть на назві деталі правою кнопкою миші і виберіть в контекстному меню команду **Добавить КТЭ** (рисунок 10.1).

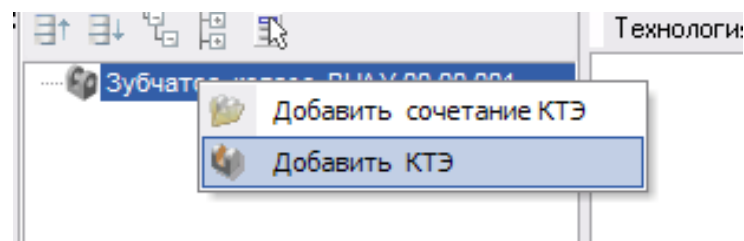


Рисунок 10.1 - Додавання КТЕ

У вікні УТС, що відкрилося, послідовно виберіть: **Поверхности вращения – Цилиндр – Цилиндр открытый внешний**. Натисніть кнопку **Применить**.

Встановіть курсор на елементі **Цилиндр**, що з'явився в дереві КТЕ і перейдіть на вкладку **Атрибуты**. Замініть ім'я КТЕ на «**Зубчатый венец**» (рисунок 10.2). Повне ім'я КТЕ не змінюйте.

Имя КТЭ	Зубчатый венец
Полное имя КТЭ	Цилиндр открытый наружный

Рисунок 10.2 - Зміна атрибутів КТЕ

Встановіть курсор в дереві КТЕ на елемент **Зубчатый венец** і, клацнувши правою кнопкою миші, виберіть команду **Добавить КТЭ**. Виберіть у вікні УТС, що відкрилося, послідовно: **Поверхности вращения – Торец – Торец открытый внешний** і натисніть кнопку **Применить**.

Змініть на вкладці **Атрибуты** ім'я КТЕ на «**Базовый торец**». Аналогічним чином додайте КТЕ: **Колесо цилиндрическое прямозубое открытое** (зміните ім'я КТЕ на «**Зубчатая поверхность**»); **Торец полуоткрытый внешний** (зміните ім'я КТЕ на «**Противобазовый торец**») і **Фаска открытая внешняя**.

Результат вашої роботи повинен виглядати так, як показано на рисунок 10.3.

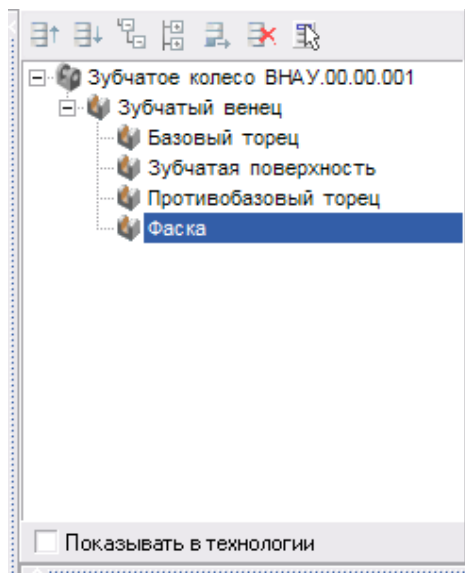


Рисунок 10.3 - Дерево КТЕ

Встановіть курсор на кореневий елемент дерева КТЕ (у нашому випадку це **Зубчатое колесо ВНАУ.00.00.001**) і, клацнувши правою кнопкою миші, виберіть команду **Добавить КТЭ**. Додайте **Цилиндр полуоткрытый внешний** і змініть його ім'я на назву «**Ступица**». До цього елементу

додайте КТЕ: **Канавка прямоугольная внешняя радиальная** (ім'я «Канавка»); **Торец открытый внешний**.

Аналогічно тому, як був сформований фрагмент дерева КТЕ для маточини, сформуєте фрагмент дерева КТЕ для внутрішнього отвору. Фрагмент складатиметься з двох КТЕ: **Цилиндрическое сквозное отверстие с фаской**; **Шлицы внутренние прямобочные открытые**. Остаточний вид дерева КТЕ представлений на рисунку 10.4.

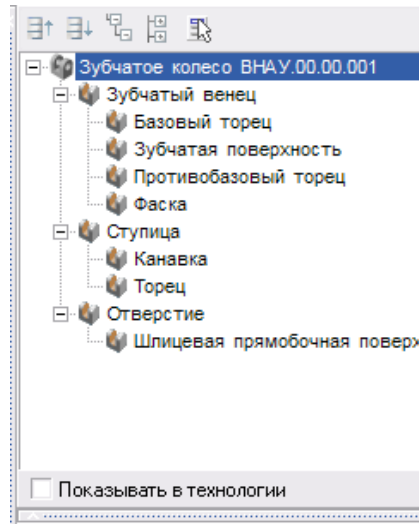




Рисунок 10.4 - Дерево КТЕ.

Тепер необхідно налаштувати зв'язок між елементами дерева КТЕ і поверхнями деталі.

Перейдіть на вкладку **3D-модель**. Натисніть кнопку  **Включит/выключить режим подсвечивания** і кнопку  **Включит/выключить режим связывания**.

У дереві КТЕ встановіть курсор на елемент **Базовый торец**. У вікні 3D-моделі виділіть клацанням лівої клавіші миші базовий торець зубчастого вінця (рисунок 10.5). Він підсвічуватиметься зеленим кольором.

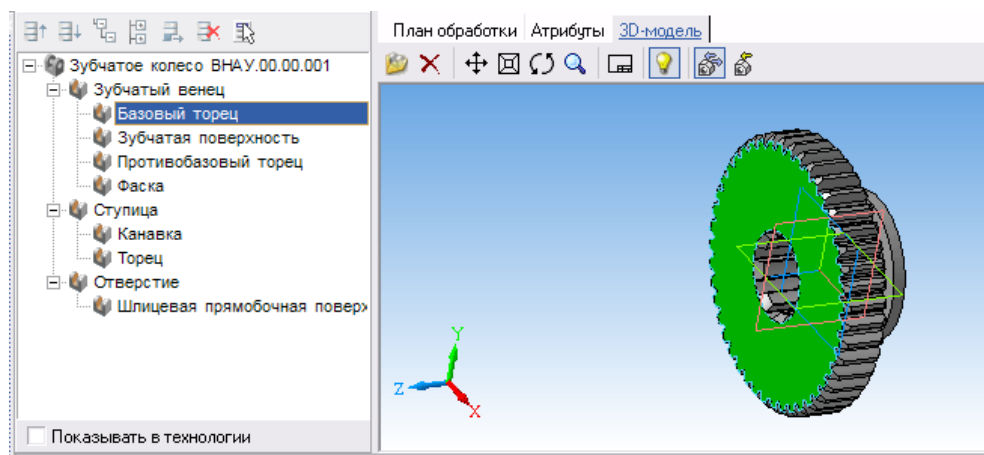



Рисунок 10.5 - Зв'язування елемента дерева КТЕ і поверхні деталі

Для зручності роботи скористайтеся можливістю обертання моделі. Для того, щоб виділити декілька поверхонь, слід тримати натисненою клавішу <Ctrl>. Щоб обертати модель, натисніть колесо миші і, утримуючи його в такому положенні пересувайте мишу

Після цього натисніть кнопку  **Связать с поточным элементом дерева КТЭ**. В результаті зв'язування колір торця зміниться на червоний.

Встановіть курсор в дереві КТЕ на елементі **Отверстие**. На 3D-моделі послідовно виділіть зовнішні грані шліців так, як показано на рисунку 10.6. Встановіть зв'язок між елементами, натиснувши кнопку **Связать с поточным элементом дерева КТЭ**.

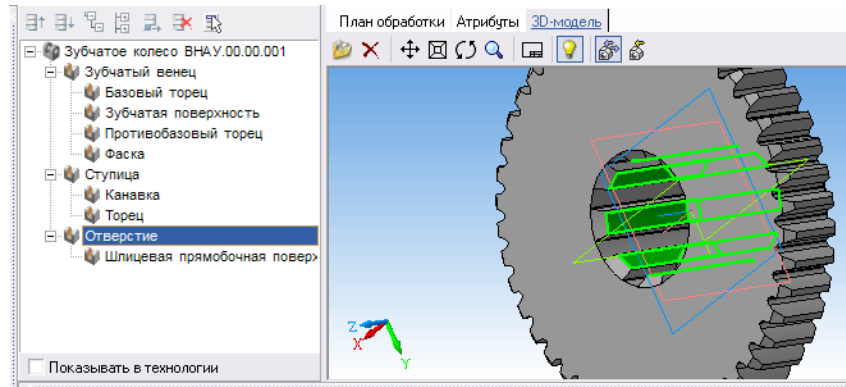


Рисунок 10.6 - Зв'язування елемента дерева КТЕ **Отверстие** і поверхні деталі

Встановіть курсор на елемент **Ступица**. Виділіть на 3D-моделі поверхні, що складають маточину. Натисніть кнопку **Связать с поточным элементом дерева КТЭ**.

Встановіть курсор на елементі **Канавка**. Виділіть на 3D-моделі поверхні, що належать канавці. Натисніть кнопку **Связать с поточным элементом дерева КТЭ**.

Після виконання зв'язування, переміщайтеся за допомогою миші або стрілок додаткової клавіатури по дереву КТЕ. Переконайтеся, що вибрані в дереві КТЕ поверхні підсвічуються на 3D-моделі червоним кольором.

Важливою особливістю КТЕ є можливість отримання планів обробки поверхонь.

Встановіть курсор на елементі **Фаска** і відкрийте вкладку **План обробки**.

У правій частині вікна натисніть праву кнопку миші і з контекстного меню виберіть **Добавить – Переход механообработки**. Послідовно виберіть **Точить – Фаску – выдерживая размер** (рисунок 10.7).

Перетягніть, використовуючи мишу, запропонований системою план обробки в операцію **020 Токарно - револьверная**. Перемістіть його так, щоб він став 4 переходом. Додайте в текст переходу після «... **выдерживая размер**» «**2x45° на Ø115,2**».

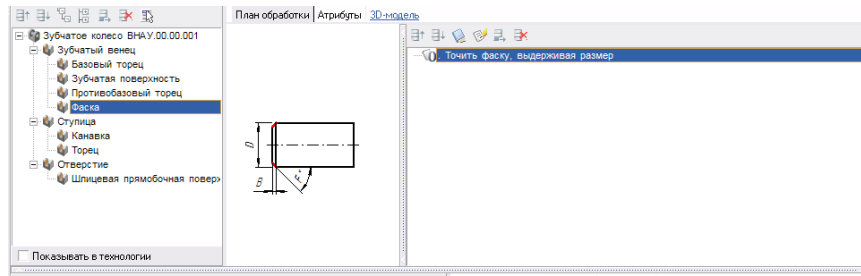


Рисунок 10.7 - Додавання переходу в план обробки

Скопіюйте в перехід різець з операції **015 Токарно – револьверная** перехід 3.

Решта планів обробки у нас вже сформована в дереві ТП. Отримання додаткових планів обробки не має особливого сенсу. Слід вирішити зворотнє завдання і наповнити плани обробки, використовуючи дерево ТП.

Встановіть курсор на елемент КТЕ **Базовый торец**. Відкрийте вкладку **План обработки**.

Встановіть курсор на переході 2 операції **015 Токарно - револьверная**. Натисніть ліву кнопку миші і, не відпускаючи її, перетягніть перехід на вкладку **План обработки** (рисунок 10.8).

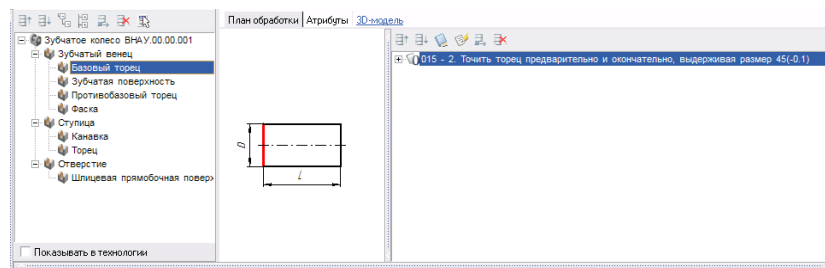


Рисунок 10.8 - Додавання переходу в план обробки з дерева ТП.

Встановіть курсор на елементі КТЕ **Ступица**. Перетягніть на вкладку **План обработки** цього елементу послідовно перехід 1 операції **010 Токарно - револьверная**, перехід 2 операції **020 Токарно - револьверная** і перехід 2 операції **055 Круглошлифовальная** (рисунок 10.9).

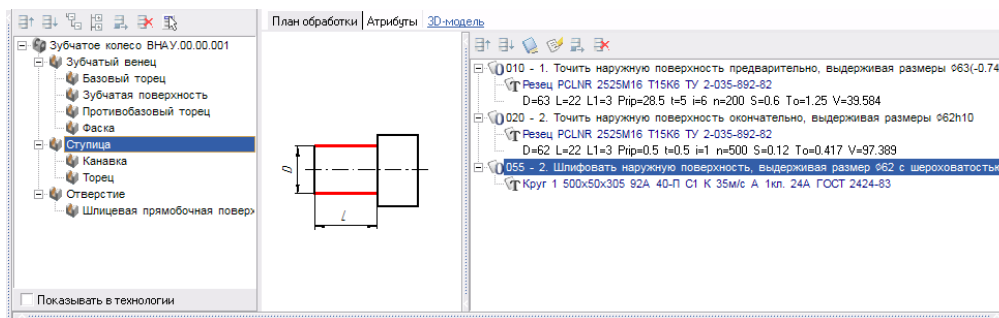


Рисунок 10.9 - Додавання переходу в план обробки елементу «Маточина» з дерева ТП

Поставте галочки у віконці **Показывать в технологии** і **Показывать КТЭ**.

Переміщаючись по дереву ТП, переконайтеся, що вибрані переходи відображаються в дереві КТЕ, а відповідні поверхні підсвічуються червоним кольором

Самостійна робота

Створіть зв'язок між елементами дерева КТЕ і поверхнями 3D-моделі, що залишилися незв'язаними.

*Додайте перехід обробки фаски $3 \times 45^\circ$ на діаметрі 30,8 мм з операції **015 Токарно - револьверная** разом з інструментом, в операцію **010 Токарно - револьверная** як 5 перехід.*

Наповніть плани обробки поверхонь дерева КТЕ переходами з дерева ТП

Збережіть ТП.

Практична робота №11.

Тема: Формування комплекту технологічної документації

Наш ТП практично готовий. До нього необхідно додати допоміжні операції - промивання, транспортування і упаковки, а також бракуючу операцію приймального контролю.

В кінці процесу проектування ТП необхідно сформувати комплект технологічної документації, куди входять операційні і маршрутні карти, відомості устаткування і оснащення.

Додайте в ТП операцію **Промывка**. Встановіть курсор на кореневому елементі дерева ТП і виберіть з контекстного меню **Добавить операцию**.

У довіднику, що відкрився, виберіть послідовно **Операции общего назначения – Промывка, протирка - Промывка** і натисніть кнопку **Применить**.

Користуючись кнопками **Переместить выше** і **Переместить ниже** на панелі інструментів вкладки дерева ТП, перемістіть операцію так, щоб вона розміщувалася після операції **040 Слесарная**.

Додайте в операцію **045 Промывка** перехід **1. Промыть заготовку**, користуючись довідником переходів.

До переходу 1 операції **045 Промывка** додайте миючий засіб. Для цього встановіть курсор на переході і виберіть з контекстного меню **Добавить – Вспомогательные материалы**.

У довіднику, що відкрився, послідовно виберіть **Вспомогательный материал – Моющие – Моющее средство «Бета»** і натисніть кнопку **Применить**.

Встановіть курсор на кореневому елементі дерева ТП і виберіть **Добавить – Операцию общего назначения**. У довіднику операцій послідовно виберіть **Перемещение – Перемещение - Транспортировка** і натисніть кнопку **Применить**.

Помістіть операцію **Транспортировка** в дереві ТП перед операцією **055 Закалка местная поверхностная**.

Встановіть курсор на операцію **055 Транспортировка** і виберіть послідовно **Добавить – Основной переход**.

У довіднику немає переходів, пов'язаних з операцією транспортування. Їх слід додати.

У списку переходів, що відкрився, встановіть курсор на **Общие переходы** і натисніть кнопку **Добавить запись** на панелі інструментів.

У вкладці **Атрибуты**, що відкрилася, у віконці **Вид перехода**, наберіть з клавіатури **«Транспортировать»** і натисніть кнопку **Сохранить** внизу справа (рисунок 11.2).

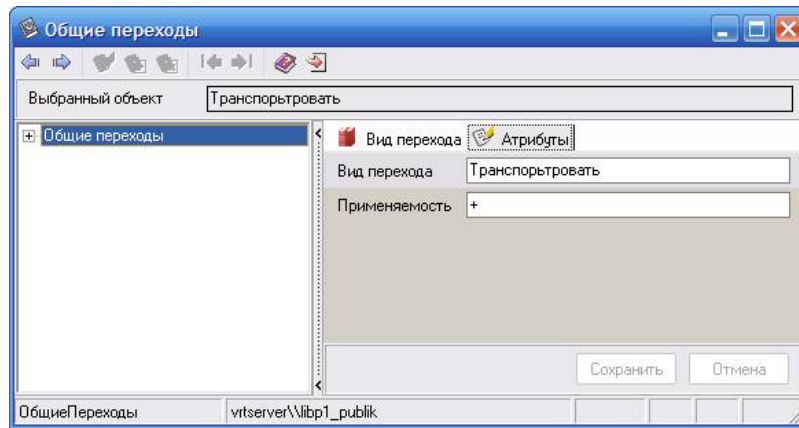


Рисунок 11.2 - Додавання типу переходу

У дереві основних переходів знов відкрийте вітку **Общие переходы**. В кінці переліку з'явився перехід **Транспортировать**. Встановіть на нього курсор.

На вкладці **Переход**, відповідній нашому переходу, поки порожньо. Додамо необхідний запис.

Натисніть кнопку **Добавить запись** на головній панелі інструментів. На вкладці **Атрибуты**, що відкрилася, в рядку **Переход** введіть слово «**Транспортировать детали**» і натисніть кнопку **Сохранить** внизу справа.

Поверніться на вкладку **Переход**, встановіть курсор на введену вами фразу **Транспортировать детали** і натисніть кнопку **Применить**.

Вставте операцію **065 Транспортировка**, скопіювавши операцію **055 Транспортировка**.

Додайте в ТП операцію **085 Маркировка**.

Після операції **085 Маркировка** додайте ще одну операцію **090 Промывка**, скопіювавши відповідну операцію **045 Промывка**.

Додайте операцію **095 Контроль** і в ній перехід **1. Проверить размеры согласно чертежа**. У операцію додайте наступний вимірювальний інструмент

- **Штангенциркуль Шц-і-125-0,05 ГОСТ 166-89;**
- **Микрометр МК 125-1 ГОСТ 6507-90;**
- **Стойка С-III-8-50 ГОСТ 10197-70.**

Встановіть курсор на кореневий елемент дерева ТП. З контекстного меню виберіть **Добавить операцию общего назначения**.

У дереві операцій послідовно виберіть **Консервация и упаковка – Упаковка - Упаковка** і натисніть кнопку **Применить**.

До операції **100 Упаковка** додайте допоміжні матеріали:

- **Масло промышленное I-12a ГОСТ 20799-88;**
- **Бумага оберточная А, заменитель Б ГОСТ 8273-75.**

ТП готовий повністю. Тепер можна приступити до формування комплекту документів.

Для запуску Майстра формування технологічних карт натисніть кнопку

 **Формирователь карт** на інструментальній панелі або кнопку



Формирователь карт на панелі виклику програм. Додаток можна також відкрити командою **Программы - Формирователь карт**.

У першому вікно (рисунок 11.3) Майстра формування комплекту технологічних карт (вікно **Выбор и настройка карт**) приводиться список карт, які можуть бути сформовані для техпроцесу. Вибір технологічної карти для формування здійснюється установкою маркера напроти карти в списку.

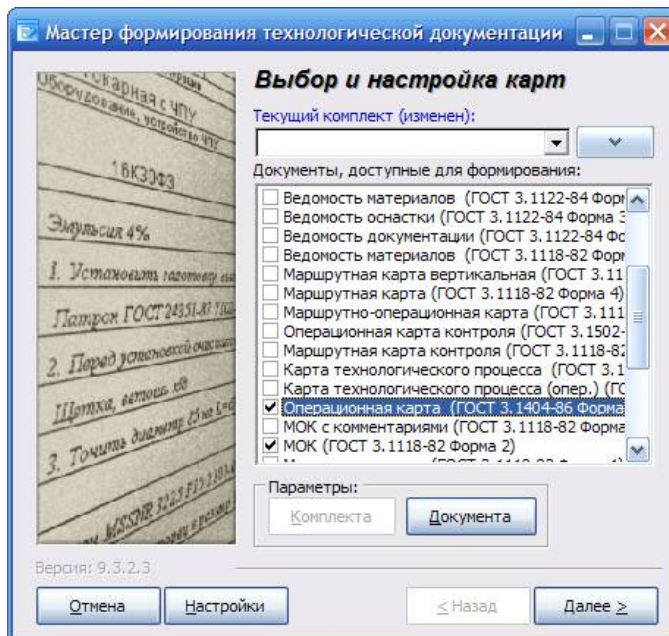


Рисунок 11.3 - Майстер формування технологічної документації (сторінка 1)

Виберіть документи: **Карта эскизов (ГОСТ 3.1105-84 Форма 7); Титульный лист горизонтальный (ГОСТ 3.1105-84 Форма 2); Операционная карта (ГОСТ 3.1404-86 Форма 3); МОК (ГОСТ 3.1118-82 Форма 2); Маршрутная карта (ГОСТ 3.1118-82 Форма 1).**

Натисніть кнопку **Дольше>**.

Відкриється друге вікно майстра формування технологічної документації (рисунок 11.4). Для запуску процесу формування карт натисніть кнопку **Готово**. Майстер проведе з'єднання з Microsoft EXCEL і сформує заданий комплект карт (рисунок 11.5).

Сформований комплект карт поміщається в підкаталог **Charts\CHARTS_FORM\TP**.

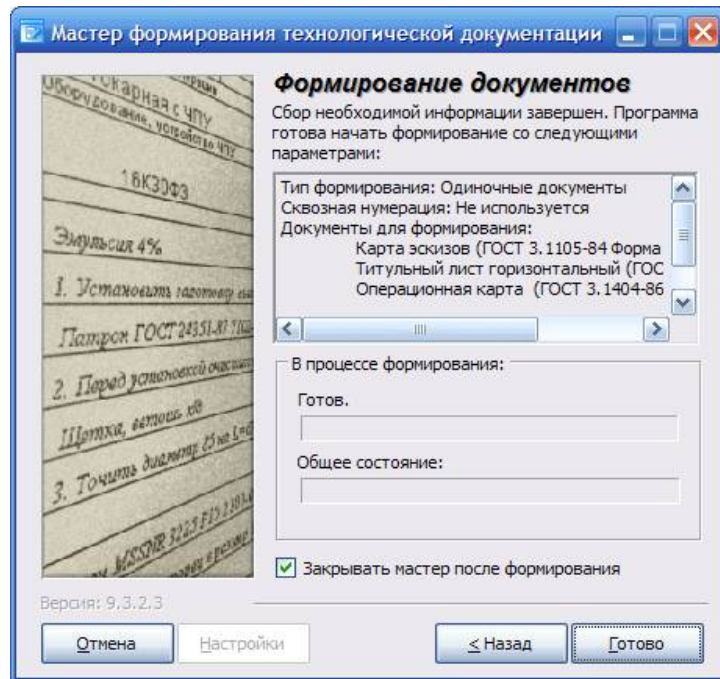


Рисунок 11.4 - Майстер формування технологічної документації (сторінка 2)

Надалі всі карти можна перезберегти в будь-якому зручному для користувача місці і відредагувати, як звичайний файл Excel.

На цьому робота із створення технологічної документації завершена.

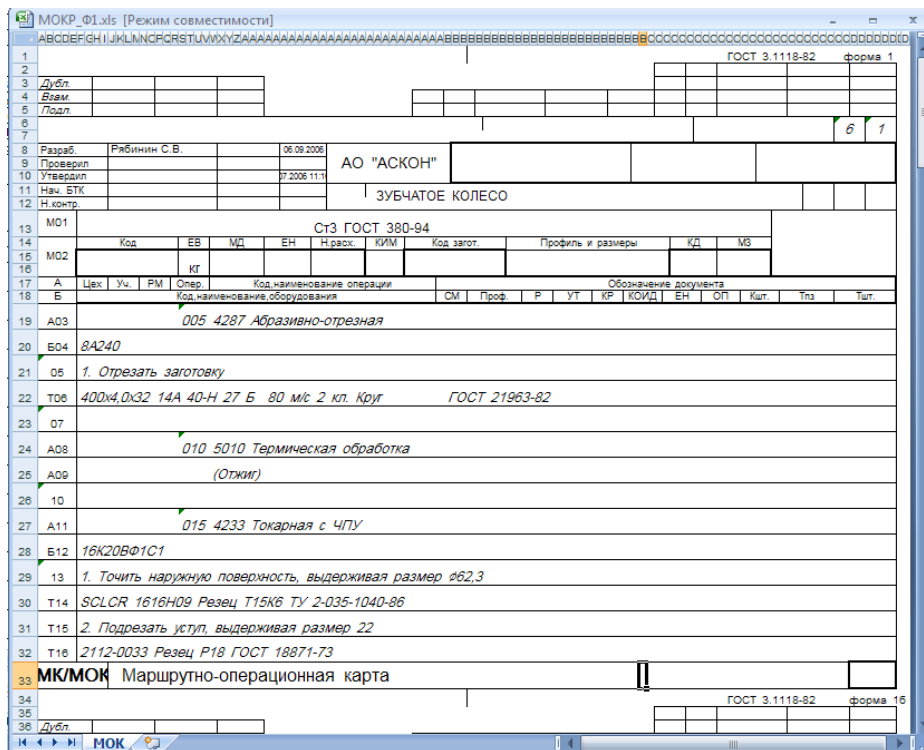


Рисунок 11.5 - Сформовані в MS Excel карти

Перелік скорочень

КТЕ – конструктивно – технологічні елементи.

ТП – технологічний процес.

ДСО – деталь-складальна одиниця.

ЗОР – змащуюча-охолоджуюча рідина.

БД – база даних.

Література

1. Н. Б. Ганин Современный самоучитель работы в КОМПАС-3D V16. М: ДМК-Пресс. 2017 – 560 с.
2. САПР изделий и технологических процессов в машиностроении / Под ред. Р.А. Аллика. - Л.: Машиностроение, 1986.
3. Лисицин Б.М., Кривенко В.И. Технические и математические методы САПР. Киев: Вища школа, 1988г.
4. Михайленко В.Е. и др. Геометрическое моделирование и машинная графика в САПР. Киев: Вища школа, 1991г.
5. Автоматизация конструкторско-технологической подготовки производства на базе программных продуктов T-FLEX CAD/CAM/CAE/PDM. Описание комплекса программ семейства T-FLEX. – 2014.