МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичного заняття
«Знайомство з системою автоматизованого проектування
технологічних процесів ВЕРТИКАЛЬ»
з курсу «Технологія виготовлення двигунів внутрішнього згоряння»
для студентів спеціальності
142- Енергетичне машинобудування

Харків
НТУ «ХПІ»
2018

Методичні вказівки до практичного заняття «Знайомство з системою автоматизованого проектування технологічних процесів ВЕРТИКАЛЬ» з курсу «Технологія виготовлення двигунів внутрішнього згоряння» для студентів спеціальності 142- Енергетичне машинобудування / Уклад. О. О. Осетров, В. Є. Шендра – Харків: НТУ «ХПІ», 2018. – 35 с.

Укладачі: О. О. Осетров,
В. Є. Шендра

Рецензент І. М. Карягін

Кафедра двигунів внутрішнього згоряння

ВСТУП

Системи автоматизованого проектування (САПР) широко застосовують у сучасному виробництві на всіх етапах створення конструкції і технології виготовлення деталі. Зокрема на багатьох вітчизняних і закордонних підприємствах з виробництва двигунів отримала поширення САПР технологічних процесів (ТП) ВЕРТИКАЛЬ [1].

САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ дозволяє автоматизувати розробку технологічних процесів за рахунок наявності вбудованого Універсального технологічного довідника (УТД), програмних модулів для розрахунку припусків, режимів різання, матеріальних і трудових витрат на виробництво, автоматизованого формування комплектів технологічних документів тощо. Тому вивчення студентами системи ВЕРТИКАЛЬ є важливою складовою технологічної підготовки сучасного фахівця у галузі двигунобудування.

Мета заняття – засвоєння основних засобів і методів роботи в САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ

На практичних заняттях студенти знайомляться з САПР ТП нового покоління ВЕРТИКАЛЬ. Застосування САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ у системі технологічної підготовки виробництва дозволяє:

- проектувати технологічні процеси в декількох автоматизованих режимах;
- розраховувати матеріальні та трудові затрати на виробництво;
- формувати всі необхідні комплекти технологічної документації, які використовуються на підприємстві.

При розробці технології користувачеві надається зручний доступ до відповідних довідкових бібліотек, об’єднаних під назвою «Універсальний технологічний довідник».

Проектування технологічних процесів у системі ВЕРТИКАЛЬ здійснюється на основі таких методів:

- проектування ТП на основі техпроцесу-аналога;
- проектування з використанням бібліотеки часто повторюваних тех-

нологічних рішень;

- проектування з використанням бібліотеки конструкторсько-технологічних елементів (КТЕ);
- запозичення технологічних рішень із раніше розроблених технологій;
- діалоговий режим проектування з використанням баз даних системи.

Технологу надається можливість одночасного використання декількох методів проектування ТП для оптимальної організації його праці.

У САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ реалізований механізм, що дозволяє відобразити взаємозв'язок між устаткуванням, технологічним оснащенням і методами обробки у вигляді дерева технологічного процесу. Вся інформація про технологічний процес розподілена за рівнями дерева Деталь – Операція – Перехід. Користувачеві надається можливість переміщатися за цими рівнями, відстежувати склад переходів кожної технологічної операції, вносити необхідні зміни на кожному з рівнів. Особливістю цієї моделі є наочна форма представлення інформації.

Принципово новий підхід до автоматизації технологічних процесів пов’язаний з використанням дерева конструкторсько-технологічних елементів. Будь-яку деталь можна представити як сукупність типових КТЕ, при цьому кожному елементу відповідає певний набір планів його обробки. Таким чином, КТЕ об’єднує у собі і конструкторську, і технологічну інформацію про елементи, з яких складається деталь. Це дозволяє забезпечити автоматизований перехід від геометрії деталі до технології її виготовлення.

У більшості випадків ВЕРТИКАЛЬ пропонує декілька можливих планів обробки кожного КТЕ залежно від точності розмірів, шорсткості поверхні. Технолог на основі даних про обладнання, матеріал, пристрої, різальний і вимірювальний інструменти тощо обирає найбільш раціональний маршрут обробки окремого КТЕ.

Формування дерева технологічного процесу механічної обробки деталі або його окремої частини можна здійснювати наповненням дерева технологічного процесу переходами з дерева КТЕ.

У системі САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ реалізована можливість зв’язку конструкції деталі і технології її обробки, що дозволяє суттєво спростити

проектування ТП на основі техпроцесу-аналога. При виборі будь-якого елемента в дереві КТЕ стає наявним план його обробки; будь-який перехід з плану обробки КТЕ можна відразу знайти в тексті технології. Видалення КТЕ призводить до видалення відповідних переходів з технології. Таким чином, проектування ТП на основі техпроцесу – аналога зводиться до простого редагування набору КТЕ, що використовується.

Креслення і ескізи, що є необхідною складовою проектування техпроцесу в системі САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ можуть бути створені в будь-якій системі графічного проектування. Максимальна ефективність від спільної роботи конструкторських і технологічних САПР забезпечується взаємодією ВЕРТИКАЛЬ з КОМПАС-3D. У цьому випадку технологу надається певний набір функцій для роботи з графікою, наприклад імпорт даних з креслення в технологічний процес.

Система САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ надає доступ користувачеві до довідкових баз (Універсального технологічного довідника). Ці бази автоматично відкриваються при заповненні атрибутів деталі (складальної одиниці), виборі пристрою, різального інструменту тощо. Відкриття відповідних баз керується системою фільтрів, які користувач може настроювати, або відключити зовсім. Використання широкої довідкової інформації є елементом автоматизації розробки ТП.

У системі ВЕРТИКАЛЬ є можливість підключення до технологічного процесу модулів розрахунку площі поверхні деталі (складальної одиниці) і визначення норм допоміжних матеріалів, розрахунку режимів різання, трудового нормування за укрупненими загальномашинобудівними нормативами часу.

За результатами розробки технологічного процесу користувач формує комплект технологічних документів. Системі достатньо вказати види технологічних документів, порядок їхнього виводу, нумерації операцій і сторінок тощо, і вона автоматично формує відповідний комплект. Сформований комплект можна редагувати в системі Excel або спеціальному текстовому редакторі.

2. ЗАПУСК САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ

Запуск САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ здійснюється шляхом виконання команди меню «Пуск» Windows **Программы–АСКОН–ВЕРТИКАЛЬ 2.0–ВЕРТИКАЛЬ.**

Систему можна відкрити запуском на виконання файлу *vertical.exe*, який розташовано в підкаталозі BIN кореневого каталога САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ (за замовченням C:\Program Files\ASCON\Vertical 2.0\BIN\).

З'являється вікно **Вход в систему** (рис. 2.1). У цьому вікні слід обрати обліковий запис (ім'я користувача), ввести пароль для входу та установити права доступу користувача (технологи, адміністратори, студенти тощо).

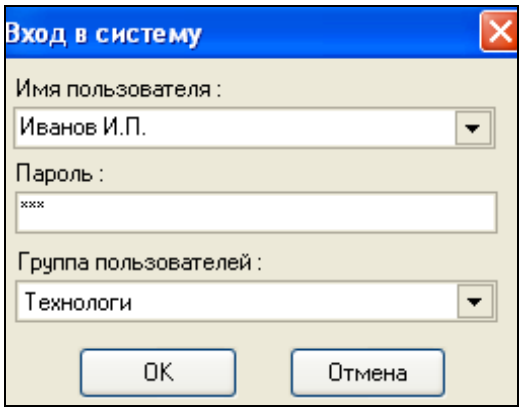

Рисунок 2.1 – Ініціалізація користувача

У випадку, якщо викладач додатково не оговорив параметри входу в систему, в полі **Имя пользователя** слід залишити напис «Рябинин С.В.», в полі **Пароль** ввести «111», в полі **Группа пользователей** залишити напис «Администраторы» і натиснути на кнопку **ОК**.

Після цього стає доступний функціонал САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ і з'являється робоче вікно системи (рис. 2.2).

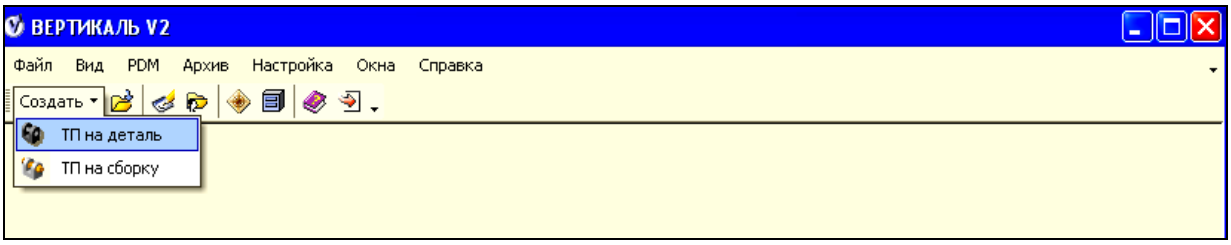

Рисунок 2.2 – Створення нового ТП виготовлення деталі

У ВЕРТИКАЛЬ користувач може створювати техпроцеси двох видів:

- технологічний процес виготовлення деталі;
- технологічний процес виготовлення складальної одиниці.

В обох випадках алгоритм створення нового техпроцесу однаковий (див. рис. 2.2):

1. Виконати команду **Файл – Создать** (або натиснути на кнопку **Создать** на інструментальній панелі).

2. У меню, що відкриється, обрати пункт **ТП на деталь** (якщо потрібно створити ТП виготовлення деталі) або **ТП на сборку** (якщо потрібно створити ТП виготовлення складальної одиниці).

Відкриється вікно САПР ТП Вертикаль, з'явиться порожній техпроцес (рис. 2.3).

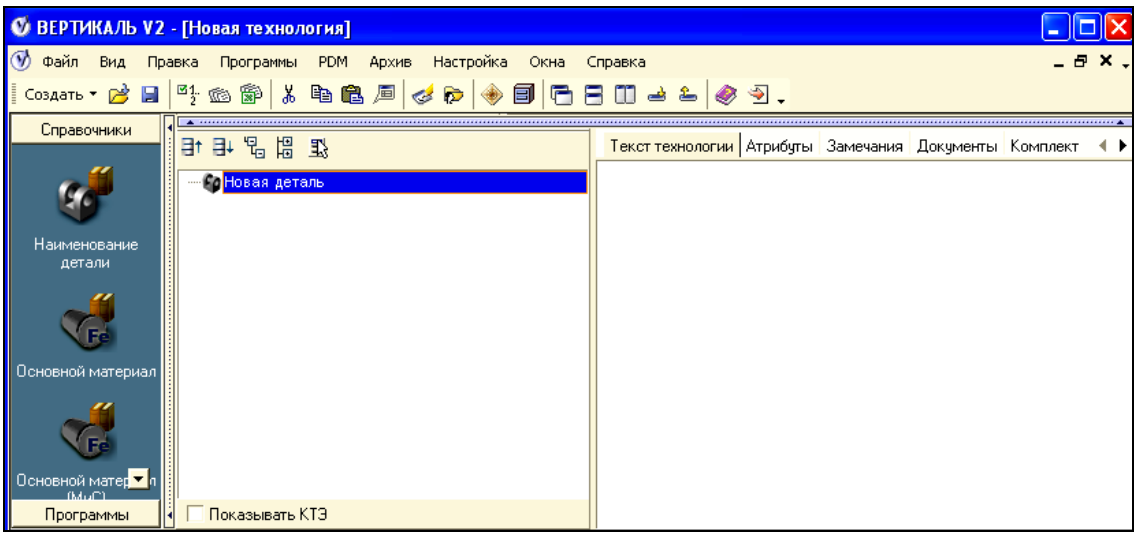

Рисунок 2.3 – Вікно порожнього технологічного процесу

3. ІНТЕРФЕЙС ВЕРТИКАЛЬ

Головне вікно САПР ТП ВЕРИКАЛЬ (рис. 3.1) містить такі компоненти:

- заголовок вікна;
- основне меню програми;
- інструментальну панель;
- компоненти дерева КТЕ;
- панелі виклику довідників і програм.

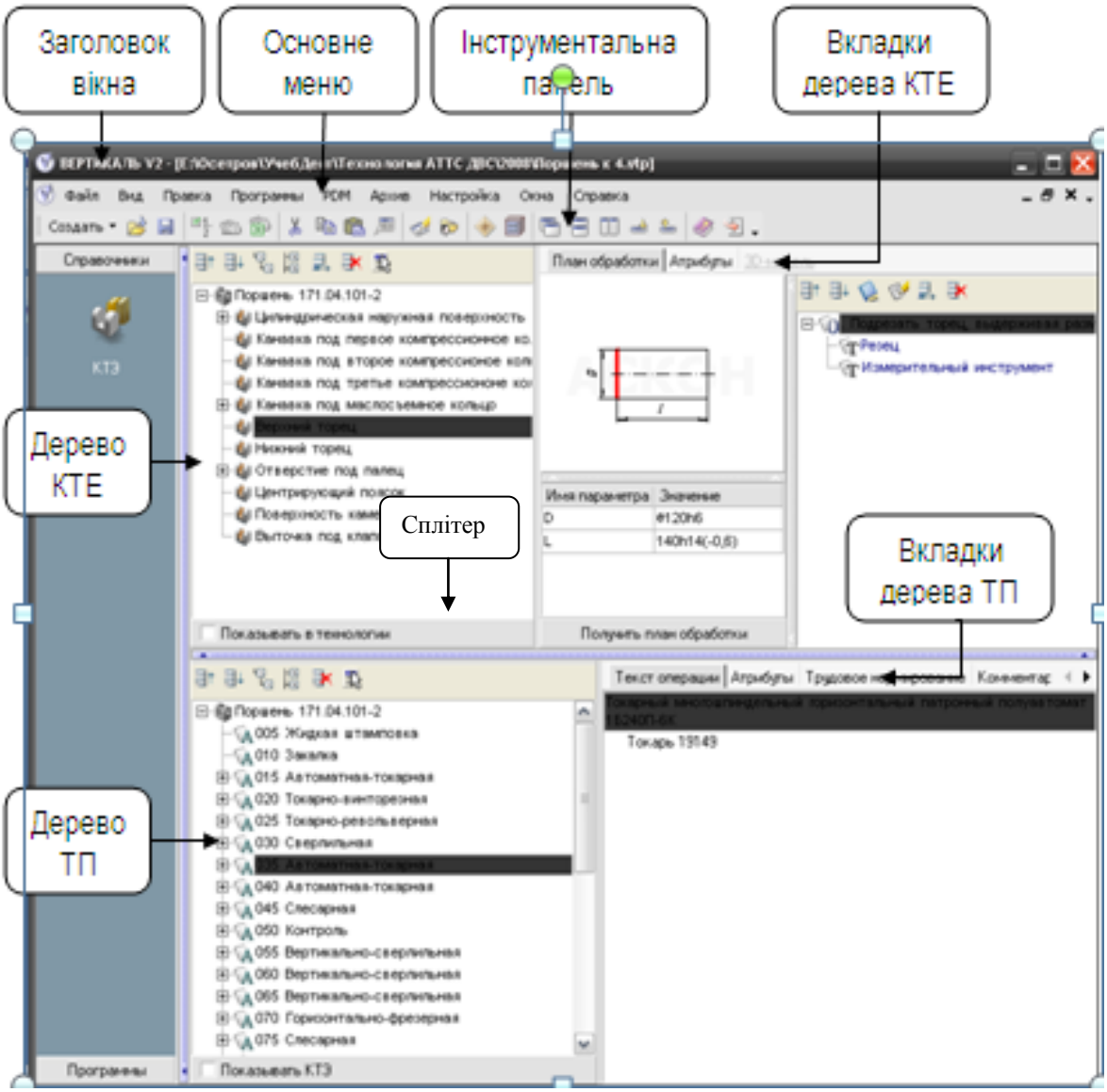

Рисунок 3.1 – Головне вікно програми

Заголовок вікна є стандартним елементом вікна Windows і містить назву та номер версії програми, а також ім’я активного документа (файлу), який відкрито у ВЕРТИКАЛЬ.

Основне меню програми розташовано у верхній частині вікна ВЕРТИКАЛЬ безпосередньо під заголовком. У склад основного меню входять розділи:

- **Файл**. Розділ призначений для роботи з файлами документів ВЕРТИКАЛЬ;
- **Вид**. Розділ призначений для керування видом головного вікна ВЕРТИКАЛЬ – відображенням компонентів «Робочий стіл» та «Бі-

бліотека користувача»;

- **Правка**. Розділ містить загальні команди редагування елементів ТП.
- **Програми**. Розділ призначений для автономного запуску програм, що використовує ВЕРТИКАЛЬ;
- **PDM**. Розділ призначений для запуску програм, що забезпечують взаємодію ВЕРТИКАЛЬ з PDM-системами;
- **Архив**. Розділ містить команди для роботи з програмою «Електронний архів»;
- **Настройка**. Розділ призначений для доступу до різних настройок ВЕРТИКАЛЬ (автонумерації, автоматичного зберігання, інтерфейсу тощо);
- **Окна**. Розділ управління вікнами документів, що відкриті у ВЕРТИКАЛЬ.
- **Справка**. Розділ доступу до довідкової інформації по роботі з програмою.

Інструментальна панель розташована під основним меню програми і містить набір кнопок для виконання найбільш часто повторюваних операцій (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Кнопки інструментальної панелі

Кнопка		Функції
Создать	***Создать***	Створення нового документа (техпроцесу) ВЕРТИКАЛЬ
	Открыть	Завантаження техпроцесу (документа) в ВЕРТИКАЛЬ
	Сохранить	Збереження в файл активного техпроцесу (документа) ВЕРТИКАЛЬ
	Автонумерация	Настройка параметрів і запуск автоматичної нумерації операцій та переходів в активному техпроцесі
	Мастер формирования ТД	Запуск **Мастера формирования технологической документации**
	Рабочий стол	Відображення компонента **Рабочий стол** у вікні системи
	Библиотека пользователя	Відображення компонента **Библиотека пользователя** у вікні системи
	ЛОЦМАН-технолог	Запуск програми **ЛОЦМАН-технолог**
	Электронный архив	Запуск програми **Электронный архив**

Продовження таблиці 3.1

Кнопка		Функції
	Каскад	Управління розташуванням вікон відкритих документів ВЕРТИКАЛЬ. Відкриті вікна частково перекривають одне одного і розташовані таким чином, що видно їхні заголовки
	Мозаика вертикально	Управління розташуванням вікон відкритих документів ВЕРТИКАЛЬ. Відкриті вікна не перекривають одне одного і розташовані вертикально в ряд, займаючи всю інформаційну зону головного вікна
	Мозаика горизонтально	Управління розташуванням вікон відкритих документів ВЕРТИКАЛЬ. Вікна не перекривають одне одного і розташовані горизонтально в ряд, займаючи усю інформаційну зону головного вікна
	Свернуть все	Управління розташуванням вікон відкритих документів ВЕРТИКАЛЬ. Усі відкриті вікна звертаються до рядка заголовка і поміщаються в нижню частину головного вікна
	Восстановить все	Управління розташуванням вікон відкритих документів ВЕРТИКАЛЬ. Усі закриті вікна розгортаються в початковий розмір, що визначено користувачем
	Помощь	Виклик автоматизованої довідкової системи по роботі з програмою
	Выход	Вихід з програми ВЕРТИКАЛЬ

Кожна кнопка інструментальної панелі має текстову підказку, яка з’являється на екрані при наведенні на кнопку курсора миші.

До складу дерева КТЕ входить саме дерево КТЕ (ліва верхня частина вікна) і вкладки дерева КТЕ (права верхня частина вікна). Кількість і вигляд вкладок змінюється залежно від елемента, який вибрано користувачем у дереві КТЕ.

Розташування компонентів дерева ТП аналогічно дереву КТЕ: до складу компонентів входить дерево ТП (ліва нижня частина вікна) і вкладки дерева ТП (права нижня частина вікна). Кількість і вигляд вкладок змінюються залежно від елемента, який вибрано користувачем у дереві ТП.

Вікна дерева КТЕ та дерева ТП розділені рухомою рамкою (так званим «сплітером»). За допомогою сплітера можна настроювати розмір вікна будь-якого з означених компонентів. Для цього слід підвести курсор до межі (сплітера) компонента, натиснути на ліву кнопку миші і, не відпускаючи миші, перемістити сплітер у нове положення. Для переміщення сплітера в крайнє положення достатньо підвести курсор миші до сплітера і натиснути на ліву кнопку миші. Напрям переміщення сплітера вказано спеціальними

стрілками. Слід відзначити, що система запам'ятовує положення сплітера, які настроєні користувачем у кожному документі.

На панелі виклику довідників і програм (панелі швидкого доступу) у відповідних розділах розміщені кнопки виклику різних баз даних (Універсальний технологічний довідник), довідник Матеріали та сортаменти тощо) і кнопки запуску програм. Перемикання між панелями здійснюється за допомогою кнопок ***Редактирование*** (панель виклику довідників) і ***Программы*** (панель виклику програм).

Адміністратор ВЕРТИКАЛЬ може настроїти будь-яку кількість розділів панелі, доступ до будь-яких необхідних довідників і програм.

4. РЕДАГУВАННЯ АТРИБУТІВ ДЕТАЛІ (СКЛАДАЛЬНОЇ ОДИНИЦІ)

Перший крок розробки ТП – внесення інформації про деталь у поля вкладки **Атрибути** (рис. 4.1). Щоб увести атрибути деталі (складальної одиниці), слід перейти на вкладку **Атрибути** і заповнити потрібні поля.

Деякі дані, наприклад поля **Проверил**, можна вносити за допомогою клавіатури. Якщо поле містить кнопки прокручування, дані в це поле можна вносити як з клавіатури, так і з використанням кнопок прокручування. У випадку наявності в полі кнопки ..., слід натиснути цю кнопку. З'явиться вікно **Редактирование размера**, в якому слід указати всі необхідні дані про розмір деталі.

Дані про матеріал, цех і участок, додаткову обробку тощо заповнюються за допомогою довідників Універсального технологічного довідника. Наприклад, для введення даних про матеріал з довідника «Матеріали й сортаменти» слід натиснути кнопку ***Основний матеріал*** на панелі виклику довідників, вибрати необхідні параметри матеріалу та натиснути на кнопку ***Применить*** на інструментальній панелі довідника. У результаті автоматично заповняться дані полів **Основной материал**, **Код группы материалов**, **ID материала (aproserv)**, **Марка материала**, **ГОСТ на материал**, після чого довідник автоматично закриється.

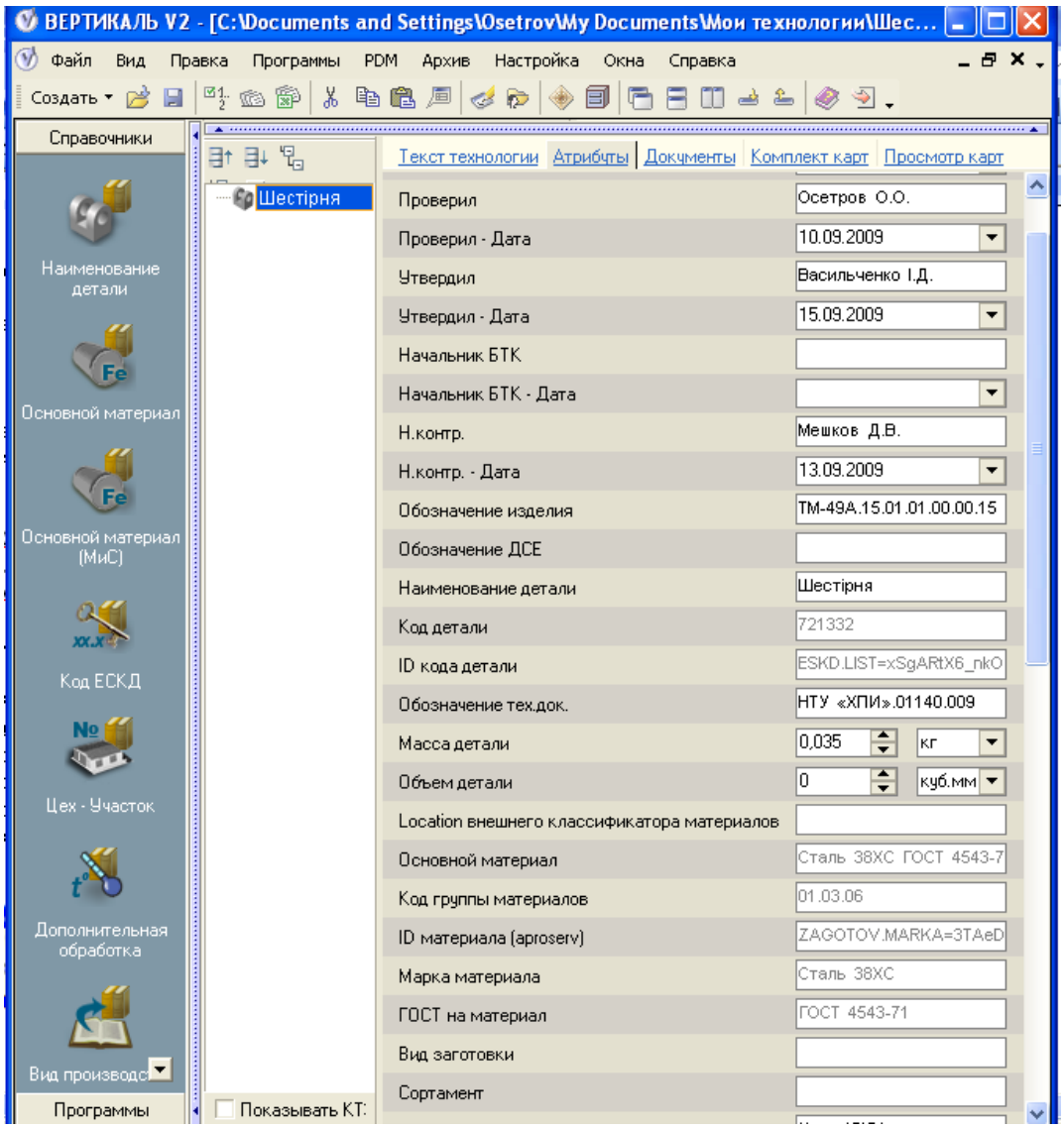

Рисунок 4.1 – Заповнення поля **Наименование детали**

Заповнення всіх полів вкладки не обов'язково. Порядок (послідовність) заповнення полів не має значення. Всі дані вкладки **Атрибути** можуть бути згодом відредаговані.

5. ДОДАВАННЯ ОПЕРАЦІЙ ДО ТЕКСТУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Додавання операцій і переходів до проектованого технологічного процесу здійснюється за допомогою контекстного меню.

Щоб додати операцію до техпроцесу, слід виконати такі дії:

1. Натиснути правою кнопкою миші на «корені» дерева ТП для виклику контекстного меню або натиснути на кнопку ***Вызов контекстного меню*** на інструментальній панелі дерева.

2. У контекстному меню вибрати пункт **Добавить операцию** (рис. 5.1).

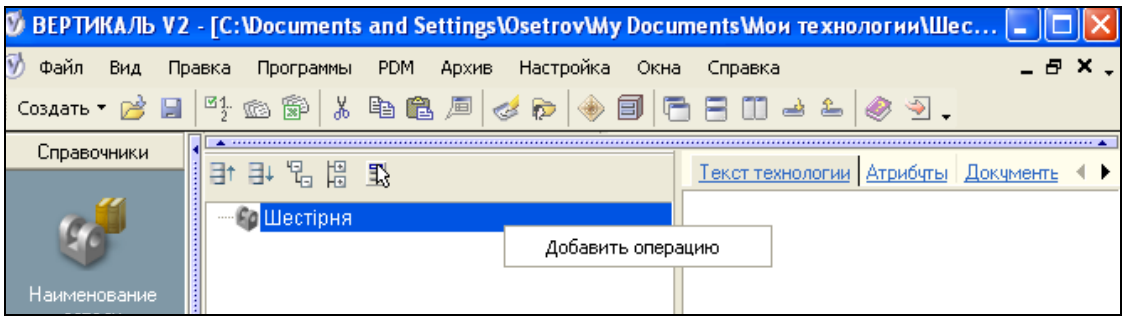

Рисунок 5.1 – Додавання нової операції до техпроцесу

3. У довіднику **Операции**, що відкриється, послідовно вибрати вид робіт (технологічний переділ), вид (групу) операцій і, власне, технологічну операцію та натиснути на кнопку ***Применить***.

Для уникнення блокування деяких видів робіт, груп операцій і операцій системою фільтрації ВЕРТИКАЛЬ слід знищити всі об’єкти фільтрації у вікні **Объекты фильтрации**. Для цього потрібно натиснути правою кнопкою миші на об’єкті і в контекстному меню, що з’явиться, вибрати пункт **Удалить объект** (рис. 5.2).

Після вибору операції потрібно перейти в дереві технологічного процесу на закладку **Атрибуты** і заповнити всі необхідні дані з довідників або вручну (рис. 5.3). Правила внесення інформації до вкладки **Атрибуты** розглянуті в розділі 4.

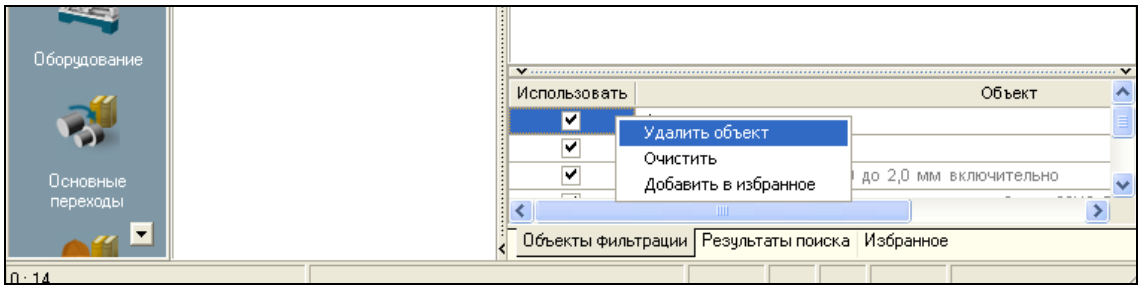

Рисунок 5.2 – Знищення об’єктів фільтрації

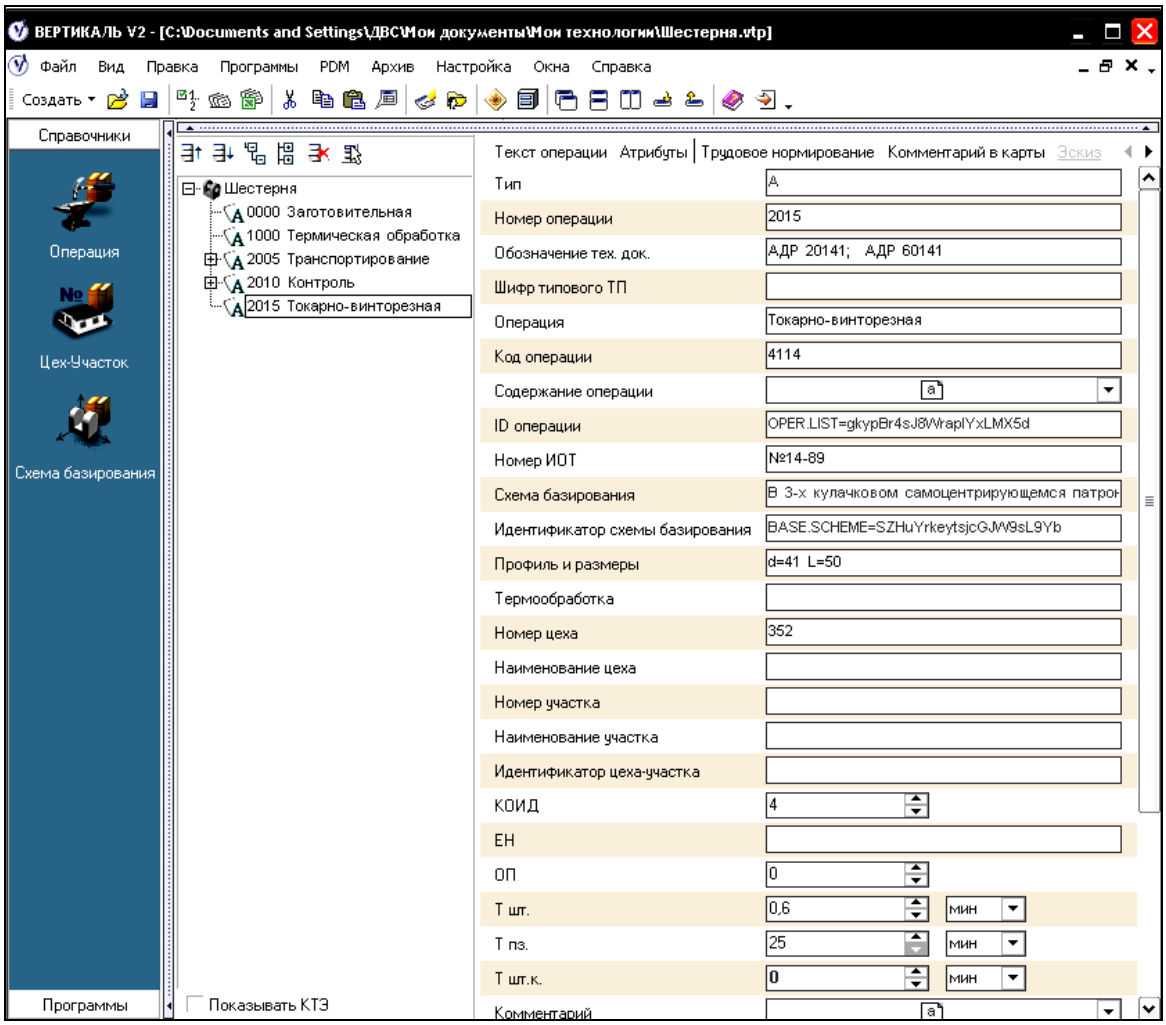

Рисунок 5.3 – Заповнення атрибутів операції

При внесенні даних до закладки **Атрибуты** для операції деякі з полів заповнюються автоматично при певних настроюваннях системи, здійснених користувачем, або встановлених за замовчанням. Так за замовченням заповнюється поле **Номер операции.** Згідно з початковими налаштуваннями системи номер операції складається з трьох символів, а операції нумеруються починаючи з 005 з кроком 5. Якщо користувача не задовольняють такі настройки, їх можна змінити клацанням мишею по кнопці ***Автонумерация***  . З'явиться вікно **Настройка автонумерации** (рис. 5.4), в якому слід указати необхідні параметри автонумерації, або відключити автонумерацію зовсім, а номери операцій указувати у відповідному полі закладки **Атрибуты** для операції.

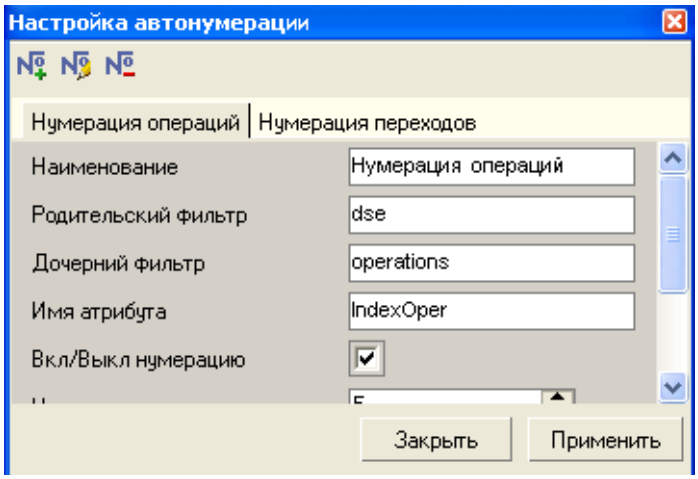

Рисунок 5.4 – Вікно **Настройка автонумерации**

Аналогічно вибору операції слід указати використане устаткування:

1. Натиснути правою кнопкою миші на операції для виклику контекстного меню (або натиснути на кнопку ***Вызов контекстного меню*** на інструментальній панелі дерева).

2. У контекстному меню вибрати пункт **Добавить – Станок** (рис. 5.5).

3. У довіднику «Верстати», що відкриється, послідовно вибрати вид, групу, підгрупу і модель технологічного устаткування, після чого натиснути на кнопку ***Применить***; у закладці **Атрибуты** заповнити необхідні дані з моделі устаткування**.**

Після вибору устаткування треба призначити професію робітника на операцію:

1. Натиснути правою кнопкою миші на устаткуванні для виклику контекстного меню (або натиснути кнопку ***Вызов контекстного меню*** на інструментальній панелі дерева).

2. У контекстному меню вибрати пункт **Добавить исполнителя**.

3. У довіднику **Професии**, що відкриється, послідовно вибрати групу професій (яка відповідає першій букві найменування шуканої професії), безпосередньо професію робітника і натиснути на кнопку ***Применить*** (рис. 5.6).

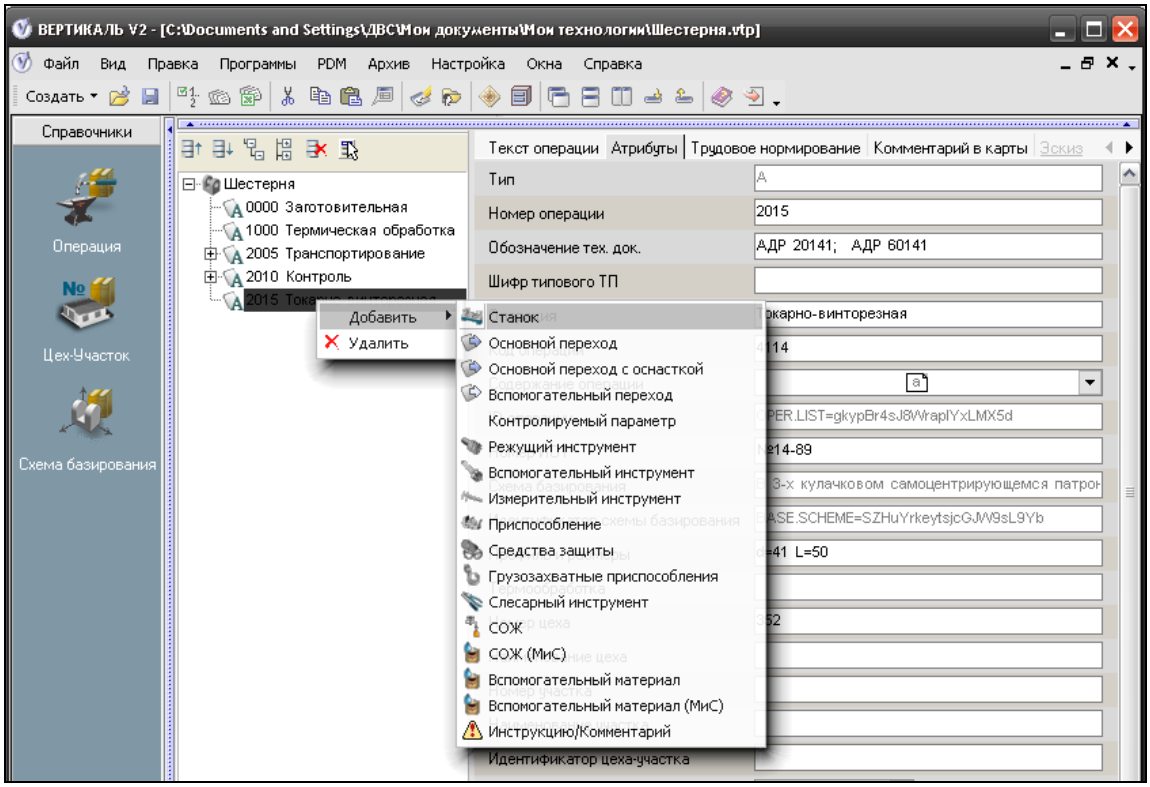

Рисунок 5.5 – Виклик довідника **Станки**

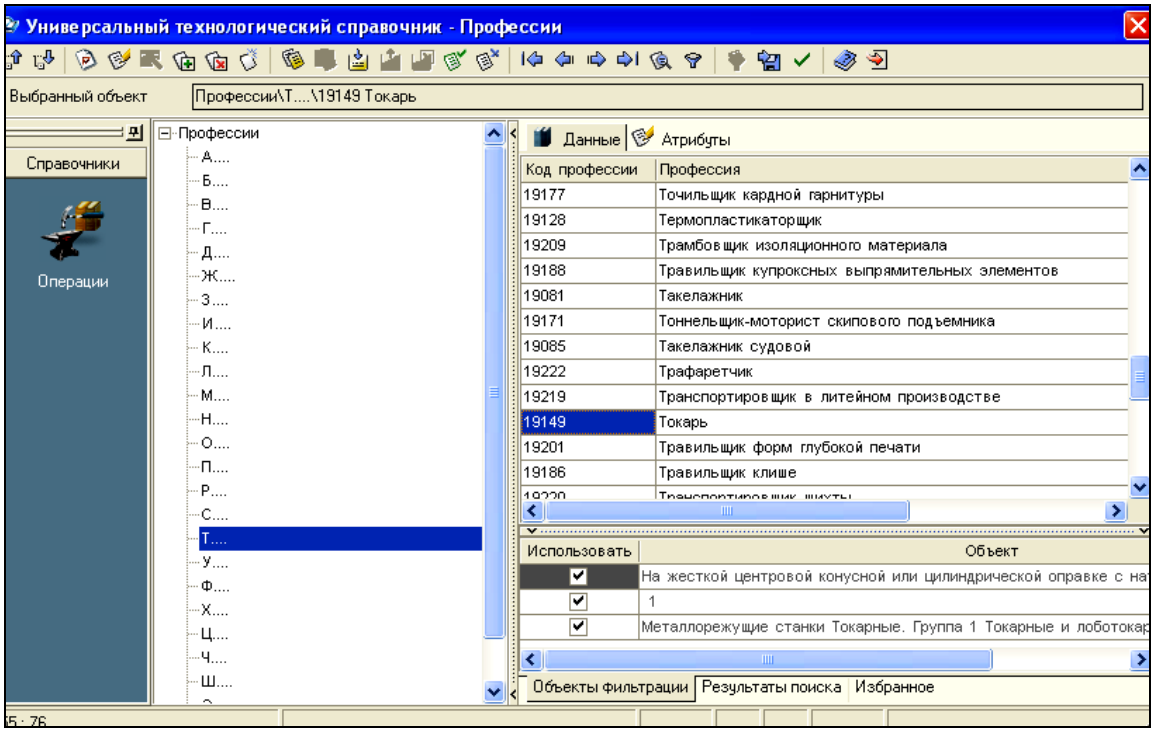

Рисунок 5.6 – Вибір професії робітника

Після вибору професії необхідно перейти в дереві технологічного процесу на закладку **Атрибуты** і заповнити всі необхідні дані з використанням довідників або вручну (рис. 5.7).

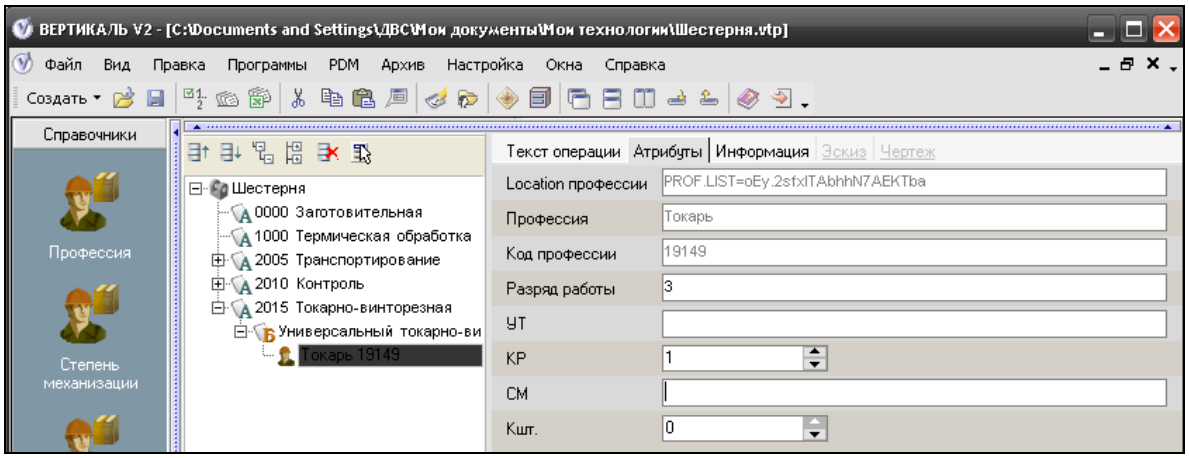

Рисунок 5.7 – Призначення атрибутів професії робітника

6. ДОДАВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПЕРЕХОДІВ ДО ТЕКСТУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Формування переходів в операціях техпроцесу проводиться в порядку, аналогічному формуванню операцій:

1. Натиснути правою кнопкою миші в дереві ТП на операції, до якої потрібно додати перехід.

2. У контекстному меню (рис. 6.1) вибрати пункт **Добавить – Основной переход** (якщо потрібно сформувати основний перехід) або **Добавить – Вспомогательный переход** (якщо потрібно сформувати допоміжний перехід).

3. У вікні Універсального технологічного довідника набрати текст переходу. Наприклад, якщо це основний перехід, послідовно вибрати вид робіт, ключове слово (дієслово в наказовому вигляді), об’єкт обробки (наприклад, поверхня або сукупність поверхонь) та додаткову інформацію для тексту переходу і натиснути на кнопку ***Применить*** (рис. 6.2).

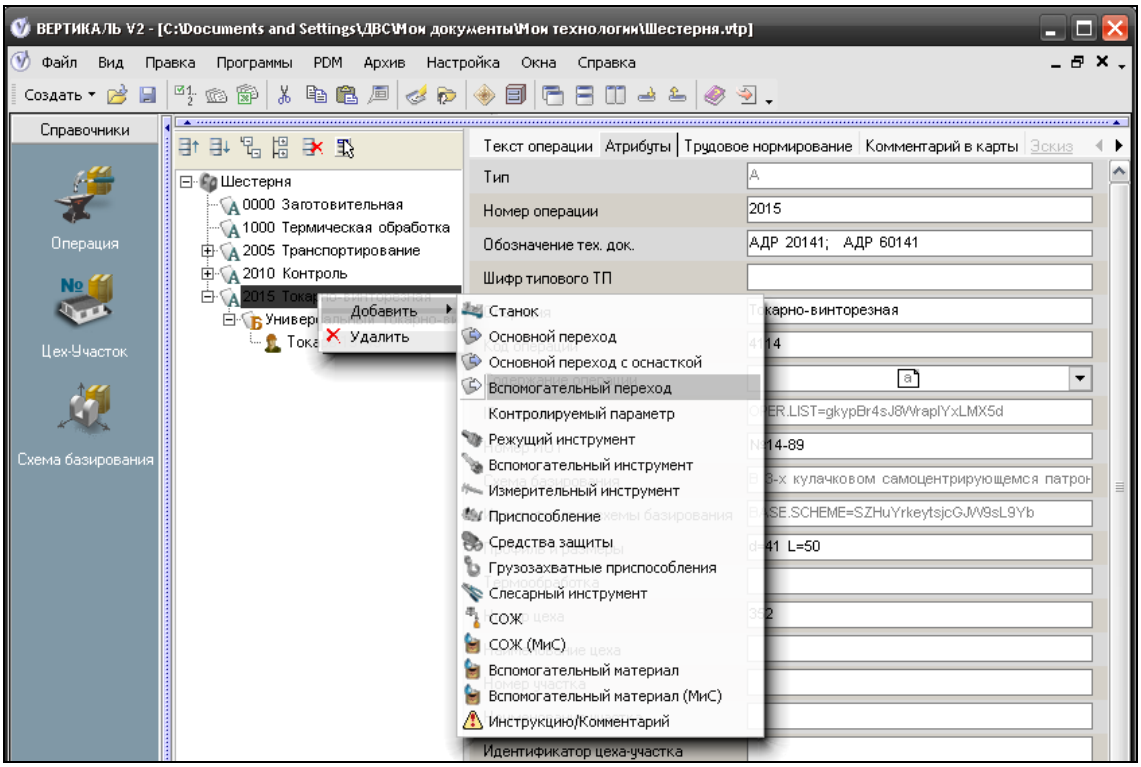

Рисунок 6.1 – Формування допоміжного переходу

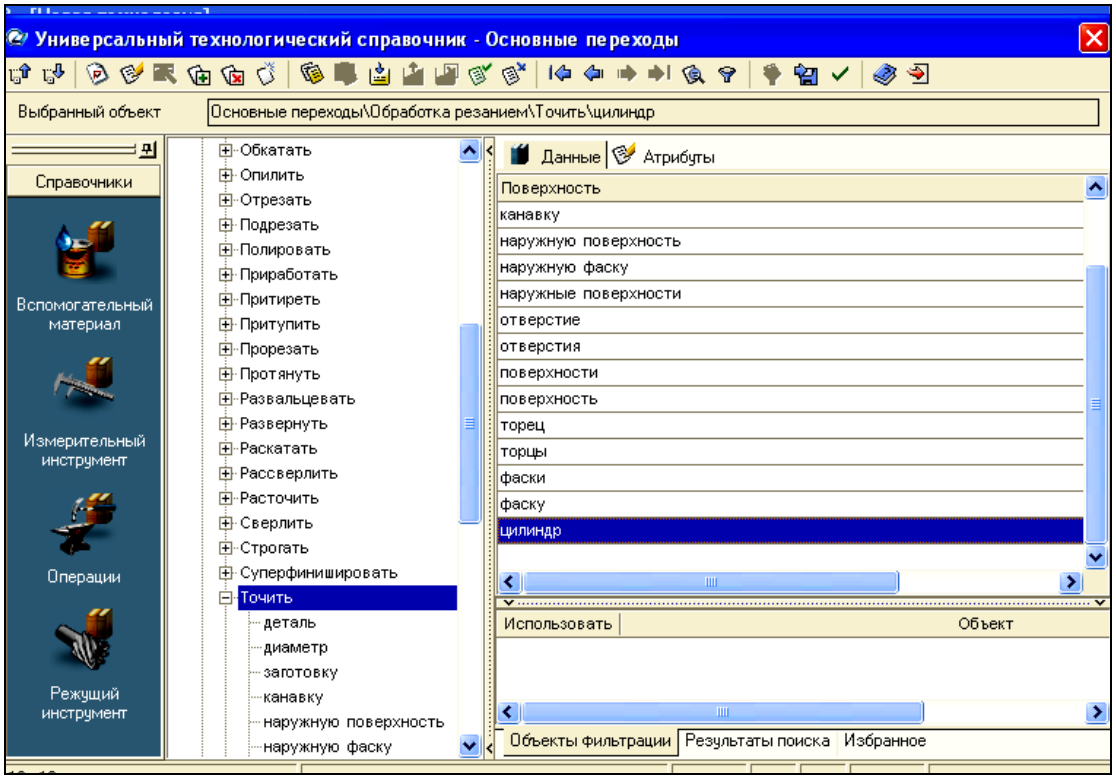

Рисунок 6.2 – Формування тексту основного переходу

Якщо певну дію над переходом (додавання, видалення, редагування) було проведено помилково, виконайте команду **Правка – Отменить** для скасування дії.

Атрибути переходу можуть бути відредаговані користувачем у будь-який момент роботи над ТП вручну або за допомогою довідника.

Щоб відредагувати текст переходу вручну, слід вибрати цей перехід у дереві ТП і перейти на вкладку **Текст перехода** (рис. 6.3). У верхній частині вкладки розташовано текст переходу, у нижній частині – інформацію про параметри переходу (розміри, значення шорсткості тощо). Далі потрібно встановити курсор у верхньому вікні та ввести текст переходу. При натиснутій кнопці ***Словарь*** система автоматично виводить вікно типових виражень, перелік яких залежить від операції й тексту, який набрано у вікні (так званий «динамічний словник», рис. 6.3).

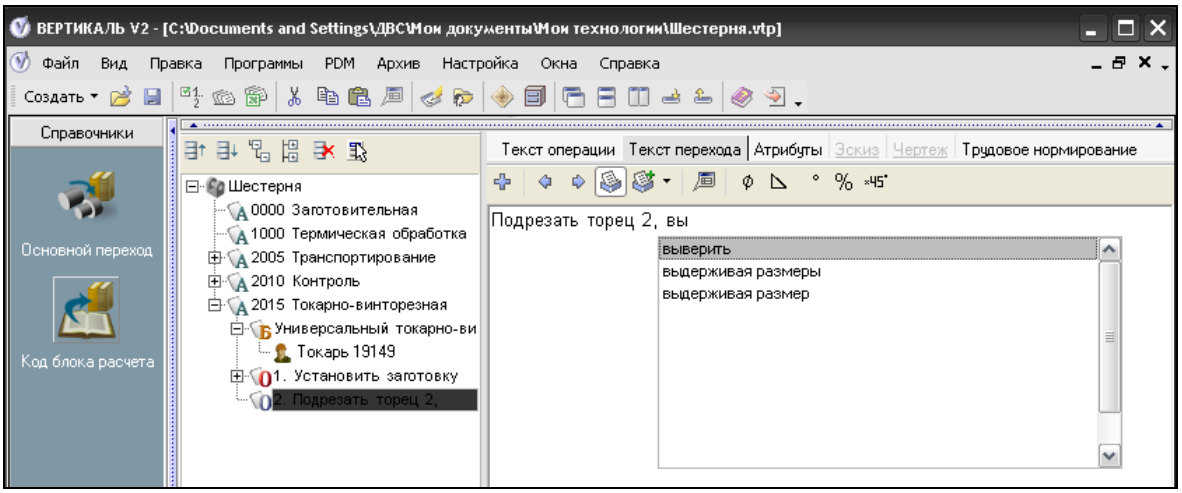

Рисунок 6.3 – Редагування тексту переходу

При формуванні тексту переходу можна використовувати спеціальні символи (значки діаметра, градуса, конусності тощо). Для цього слід натиснути на кнопку ***Таблица символов***, яка розташована на інструментальній панелі вкладки, і у вікні, що відкривається, вибрати потрібний спецсимвол (подвійним натисканням на мишу).

Методи вставки спеціальних параметрів (розмірів, шорсткостей, чисел) у текст переходу розглянуті в розділі 7.

Вставка даних про технологічне оснащення, допоміжні матеріали, за-

соби захисту тощо у дерево ТП проводиться аналогічно процедурам формування операцій і переходів. Наприклад, якщо потрібно для основного переходу вказати різальний інструмент, слід виконати такі дії:

1. Натиснути правою кнопкою миші в дереві ТП на переході, в якому потрібно вказати різальний інструмент.

2. У контекстному меню (рис. 6.4) вибрати пункти **Добавить – Режущий инструмент.**

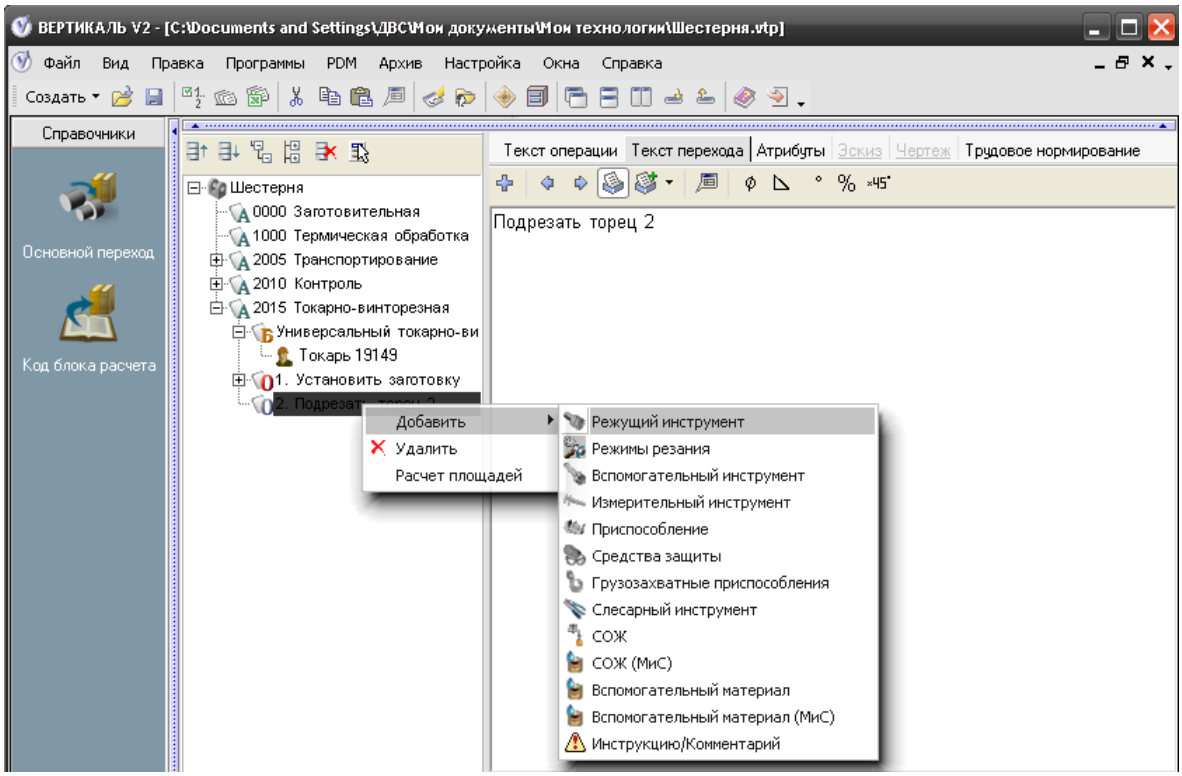

Рисунок 6.4 – Додавання даних про різальний інструмент у дерево ТП

3. У довіднику послідовно виберати вид, тип і групу різального інструменту і натиснути кнопку ***Применить*** .

Довідкові дані про різальний інструмент (допоміжний, вимірювальний інструмент тощо), який було додано в техпроцес, відображаються на вкладці **Информация** (рис. 6.5).

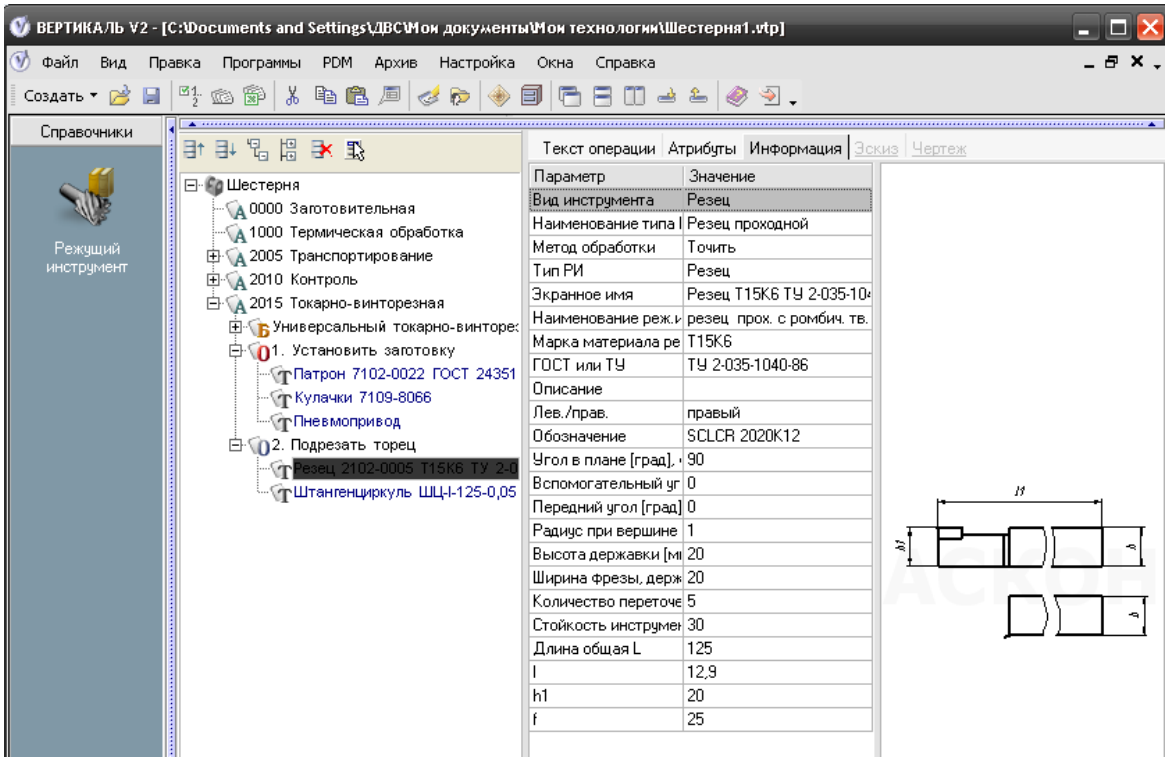

Рисунок 6.5 – Інформація про різальний інструмент з бази даних УТД

7. ВСТАВКА ЗНАЧЕНЬ РОЗМІРІВ І ШОРСТКОСТЕЙ У ТЕКСТ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПЕРЕХОДУ

Вставка значень розмірів, шорсткостей і чисел у перехід здійснюється за допомогою контекстного меню:

1. У тексті переходу встановити курсор у місце вставки параметра (розміру, шорсткості та ін.).

2. Натиснути на праву кнопку миші і в пункті контекстного меню **Добавить** вибрати тип параметра, який необхідно вставити (наприклад, на рис. 7.1. обраний тип «Размер»).

3. У вікні **Редактирование размера** (рис. 7.2) увести необхідні параметри розміру:

- ім'я параметра**;**
- значення розміру;

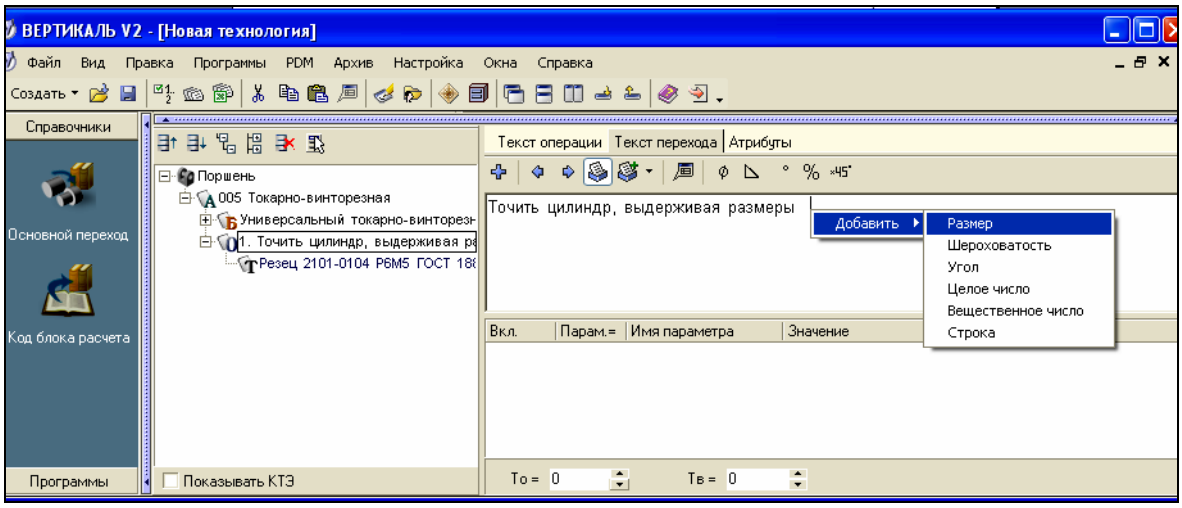

Рисунок 7.1 – Редагування параметризованого переходу

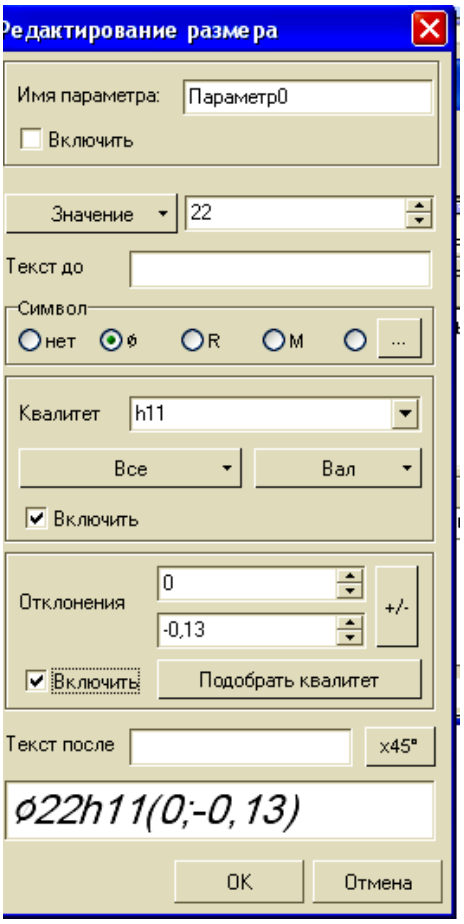

Рисунок 7.2 – Вікно **Редактирование размера**

- текст, що вставляється до значення розміру;
- значення квалітету. Це значення можна вводити вручну або за до-

помогою рядів. У другому випадку слід вибрати систему квалітетів (вала, отвору) і необхідний ряд квалітетів. Для додавання значення квалітету в текст переходу потрібно встановити маркер напроти опції **Включить** (рис. 7.3);

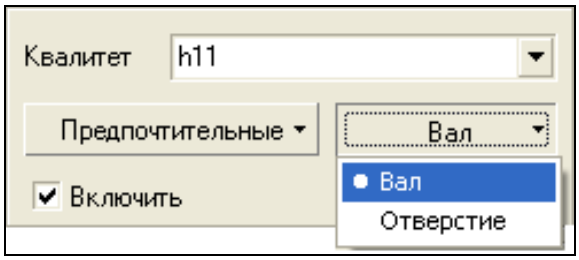

Рисунок 7.3 – Редагування квалітету

- значення відхилень**;**
- програма дозволяє підібрати значення квалітету за відомими значеннями відхилень розміру. Для цього слід заповнити поля верхнього і нижнього відхилень і натиснути кнопку ***Подобрать квалитет*** – в результаті список квалітетів буде обмежено за вказаними значеннями відхилень;
- текст, що вставляється після значення розміру (квалітету, відхилень).

4. Перевірити правильність завдання розміру та його параметрів у тестовому вікні та натиснути на кнопку ***ОК***.

У нижній частині вкладки **Текст переходу** з'явиться запис, що містить параметри розміру (рис. 7.4). Значення розміру, вставлене в текст переходу, виділяється синім кольором.

Введення значення кута і шорсткості здійснюється в порядку, аналогічному введенню параметра розміру.

Всі поля таблиці параметрів доступні для редагування. Так, якщо техпроцес містить велику кількість параметрів (розмірів, шорсткостей та ін.), рекомендується в поля **Имя параметра** та **Комментарий** вводити відповідно ім'я параметра й пояснення до нього. Маркер у поле **Вкл/Выкл** регулює відображення значення параметра в тексті переходу. Редагування значення параметра (розміру) у таблиці можна проводити вручну (з клавіатури), або у вікні **Редактирование размера.** В останньому випадку варто натиснути мишею в поле **Значение** й натиснути на приховану кнопку ... (рис. 7.5).

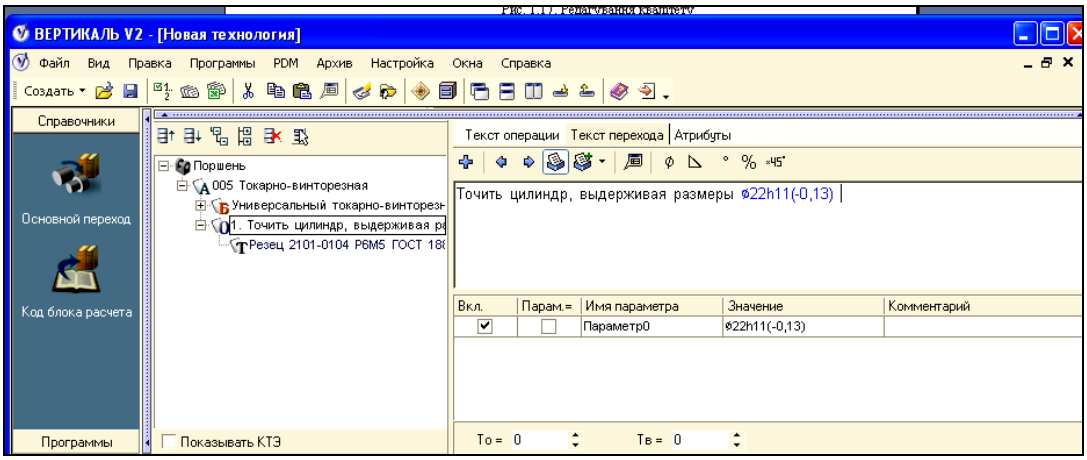

Рисунок 7.4 – Вставка розміру в параметризований перехід

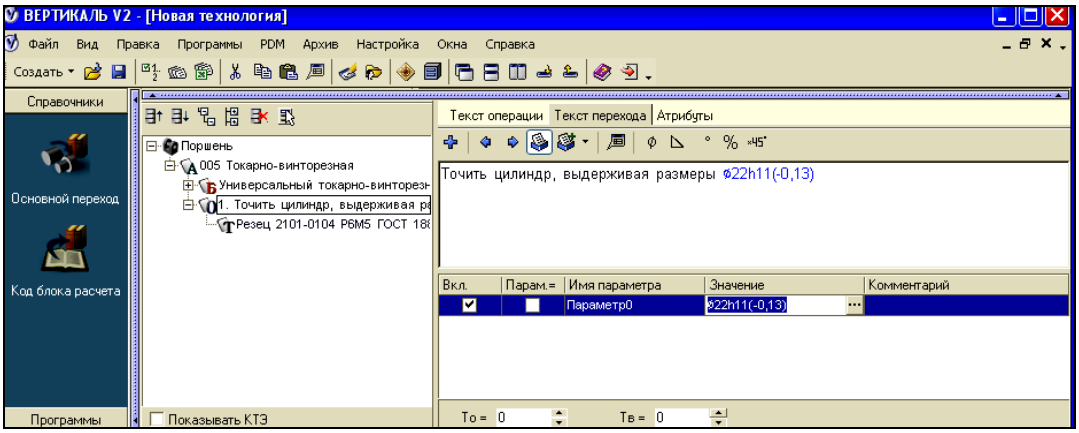

Рисунок 7.5 – Виклик вікна **Редактирование размера** з таблиці параметрів

Щоб видалити будь-який параметр з таблиці (рис. 7.6) необхідно виконати дії:

1. Встановити курсор на запис із параметром, який потрібно видалити.

2. Натиснути на праву кнопку миші й у контекстному меню вибрати пункт **Удалить.**

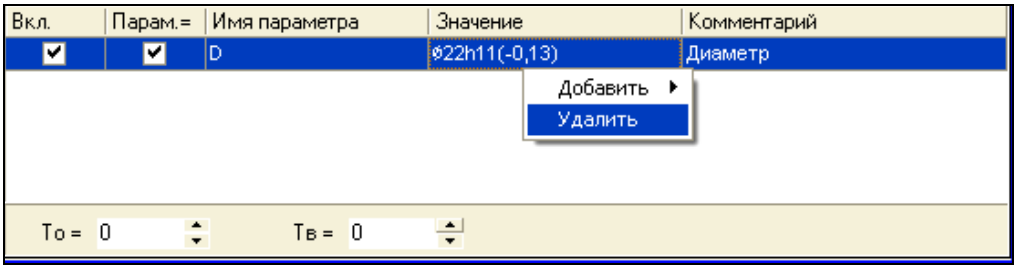

Рисунок 7.6 – Видалення параметра з таблиці

8. ПІДКЛЮЧЕННЯ ГРАФІЧНИХ ДОКУМЕНТІВ ДО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Технолог має можливість створення, редагування та підключення графічних документів типу «креслення» та «ескіз» до технологічного процесу.

Слід відзначити, що при підключенні будь-якого документа до ТП дані з файлу копіюються в файл техпроцесу. Якщо потім у графічний документ були внесені якісь зміни, то для відображення цих змін у ТП слід повторити процедуру підключення графічного документа.

8.1. Креслення

Робота технолога з кресленням деталі (складальної одиниці) здійснюється на вкладці **Чертеж** (рис. 8.1).

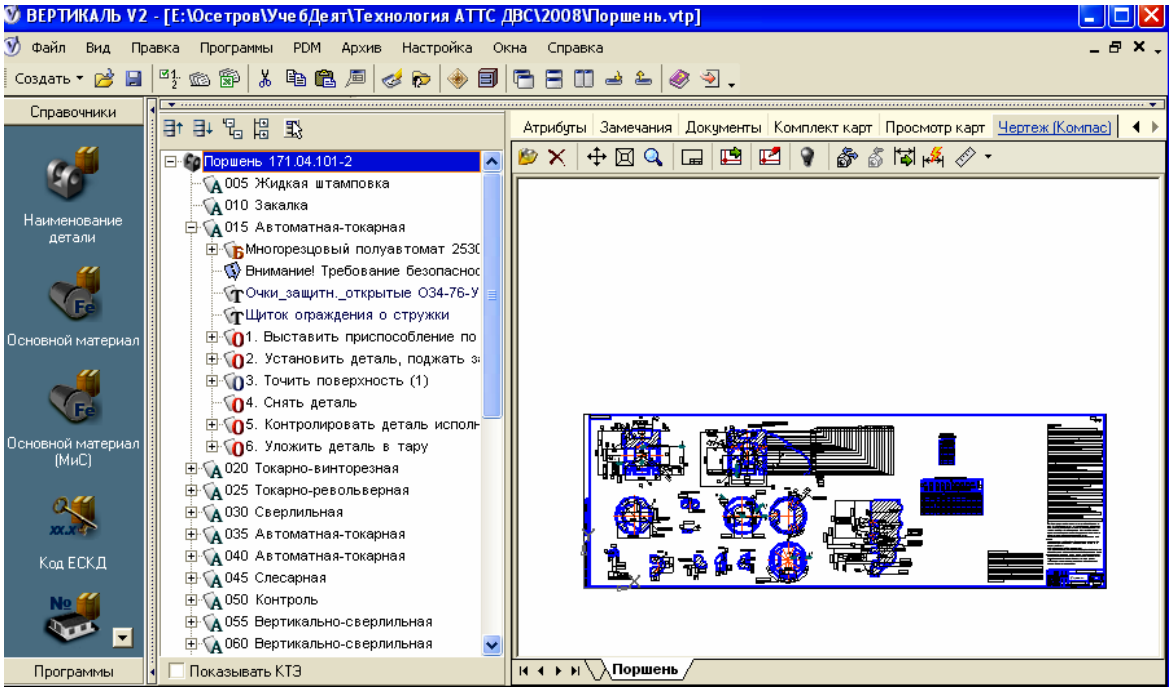

Рисунок 8.1 – Вкладка **Чертеж**

Користувач має можливість виконувати такі операції над кресленням:

- виділення елементів креслення;
- зміна параметрів відображення креслення у вікні (зміна масштабу і плоске переміщення);

- редагування креслення;
- імпорт даних з основного надпису до технологічного процесу;
- зміна геометрії деталі (складальної одиниці) на кресленні;
- установлення зв'язків параметрів креслення з переходами і конструкторсько-технологічними елементами.

Процедура підключення креслення до ТП:

1. Натиснути на кнопку ***Открыть чертеж*** на інструментальній панелі вкладки **Чертеж**.

2. У вікні **Открыть** обрати потрібний файл креслення (*.cdw) і натиснути на кнопку ***Открыть***.

Для того щоб видалити креслення з вкладки, слід натиснути на кнопку ***Удалить*** на інструментальній панелі вкладки.

Користувач може до одного техпроцесу підключати декілька креслень. Кожне креслення відображається на окремій вкладці.

Користувач може вносити зміни до креслення, що підключено до техпроцесу. Редагування креслення здійснюється засобами програми, в якій було створено креслення. Завдяки тому, що при підключенні креслення повністю копіюється у файл техпроцесу, зроблені технологом зміни не впливатимуть на зміст основного файлу креслення.

Режим редагування креслення включається натисканням на кнопку ***Редактировать***, яка розташована на інструментальній панелі вкладки **Чертеж.** Після внесення необхідних змін слід зберігти їх і повернутися до ВЕРТИКАЛЬ. Якщо редагування креслення виконується в системі КОМПАС, то повернення в ВЕРТИКАЛЬ здійснюється таким чином:

1. Виконати команду **Файл – Сохранить** (або натиснути на кнопку **Сохранить** на інструментальній панелі КОМПАС).

2. Виконати команду **Библиотеки – Вернуться в библиотеку** для повернення в ВЕРТИКАЛЬ.

8.2. Ескіз

При розробці технологічних операцій технолог працює з ескізами деталі (складальної одиниці). Робота технолога з ескізом, який виконано в графічній САПР, здійснюється на вкладці **Эскиз** (рис. 8.2).

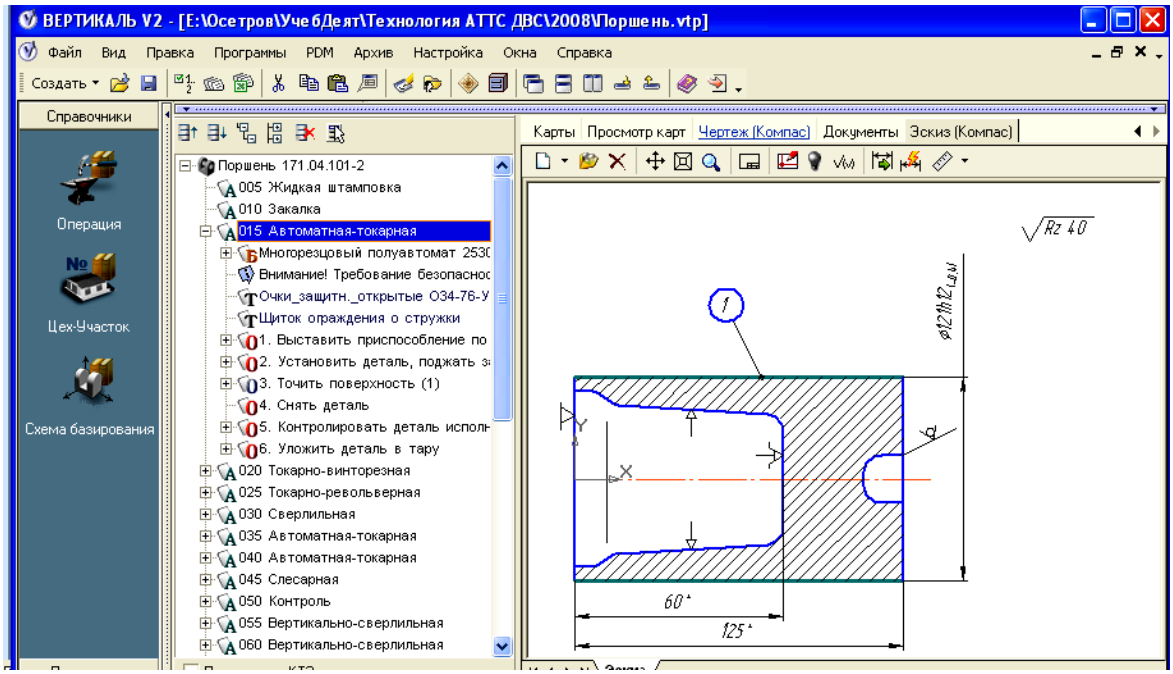

Рисунок 8.2 – Вкладка Ескіз

Користувач ВЕРТИКАЛЬ може виконувати такі операції над ескізом:

- створення нових ескізів на основі різних шаблонів;
- зміна параметрів відображення ескізу у вікні (зміна масштабу і плоске переміщення);
- редагування ескізу;
- зміна геометрії деталі на ескізі;
- встановлення зв’язків параметрів ескізу (розмірів, шорсткостей) з переходами і конструкторсько-технологічними елементами.

Ескізи підключаються до операцій технологічного процесу. Для того, щоб проглянути ескіз, який підключено до операції, необхідно вибрати цю операцію в дереві ТП та перейти на вкладку **Эскиз**.

Підключення до операції, видалення з операції, редагування і збереження параметрів ескізу здійснюються як для креслення (див. підрозділ 8.1).

У процесі проектування ТП технолог має можливість створити новий ескіз, звернувшись до графічної САПР безпосередньо в ВЕРТИКАЛЬ. У базовій поставці ВЕРТИКАЛЬ налаштована на роботу з системою КОМПАС.

Створення нового ескізу можливо чотирма способами:

1. Із шаблону. Новий ескіз створюється на основі шаблону ескізів, який обрано користувачем.

2. Із ескізу. Новий ескіз створюється на основі ескізів, які підключені до інших операцій ТП.

3. Із креслення. Новий ескіз створюється на основі 3D-моделі деталі (складальної одиниці).

Алгоритм створення нового ескізу включає такі операції:

1. У дереві ТП вказати операцію, до якої необхідно підключити ескіз.

2. Перейти на вкладку **Эскиз**.

3. Натиснути на кнопку ***Создать эскиз*** .

4. У вікні **Новый эскиз** натиснути на кнопку, що відповідає обраному способу створення ескізу.

5. У списку документів обрати документ (шаблон, ескіз, креслення тощо), на основі якого створюватиметься ескіз. Вигляд і перелік документів залежить від способу, який обрано для створення нового ескізу. Зміст документа, який обрано у списку, відображається у вікні перегляду.

6. Натиснути на кнопку **ОК**.

9. ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Майстер формування технологічних карт призначений для копіювання даних з техпроцесу ВЕРТИКАЛЬ в електронні форми технологічних карт (файли формату Microsoft EXCEL). Форми карт і розподілення інформації по картах відповідають ГОСТам. Файли, що створюються, повністю готові до друку для отримання «паперового» комплекту технологічних карт. Дані, що скопійовані Майстром, при необхідності можуть бути відредаговані засобами Microsoft EXCEL.

Запуск майстра формування технологічних карт може здійснюватися трьома способами:

- за допомогою інструментальної панелі вікна ВЕРТИКАЛЬ: натисканням на кнопку ***Формирователь карт*** ;
- за допомогою кнопки ***Формирователь карт*** на панелі **Программы**;
- за допомогою основного меню ВЕРТИКАЛЬ: командою **Программы**

– Формирователь карт.

Перше вікно Майстра формування комплекту технологічних карт (вікно **Выбор и настройка карт**) показано на рис. 9.1. У центральній частині вікна розташований список карт, які можуть бути сформовані для техпроцесу.

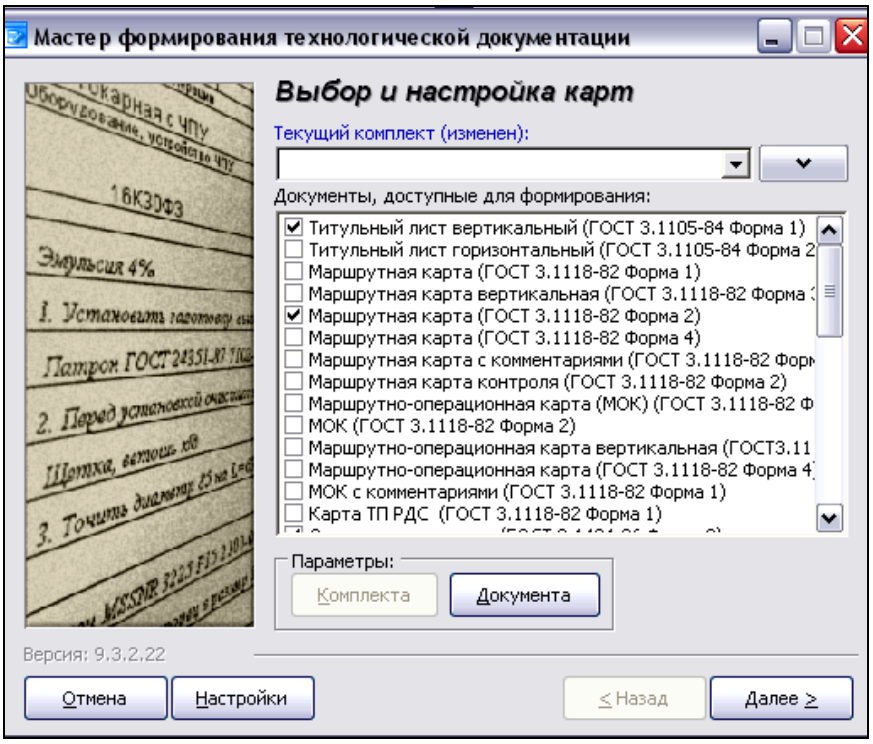

Рисунок 9.1 – Майстер формування технологічних карт

Вибір технологічної карти для формування здійснюється встановленням маркера напроти відповідної карти в списку (див. рис. 9.1). Натискання на кнопку ***Документа*** у групі **Параметры** викликає вікно настройок карти (рис. 9.2). Параметри настройок залежать від типу обраної карти і розподілені по вкладках. Поряд з кожним параметром наведений коментар з його настройки.

Сукупність обраних технологічних карт утворюють комплект. Зміст комплекту визначається користувачем відповідно до вимог виробництва. У комплект може входити будь-яка кількість карт зі списку доступних документів.

Настройки сформованого комплекту технологічних карт стають доступними після введення найменування комплекту в вікно **Текущий комплект**. Для виклику параметрів комплекту слід натиснути на кнопку ***Комплекта*** в групі **Параметры** (рис. 9.3). З'явиться вікно, в якому можна

відредагувати послідовність карт, виділити карти, для яких не можна виконувати операційну нумерацію тощо.

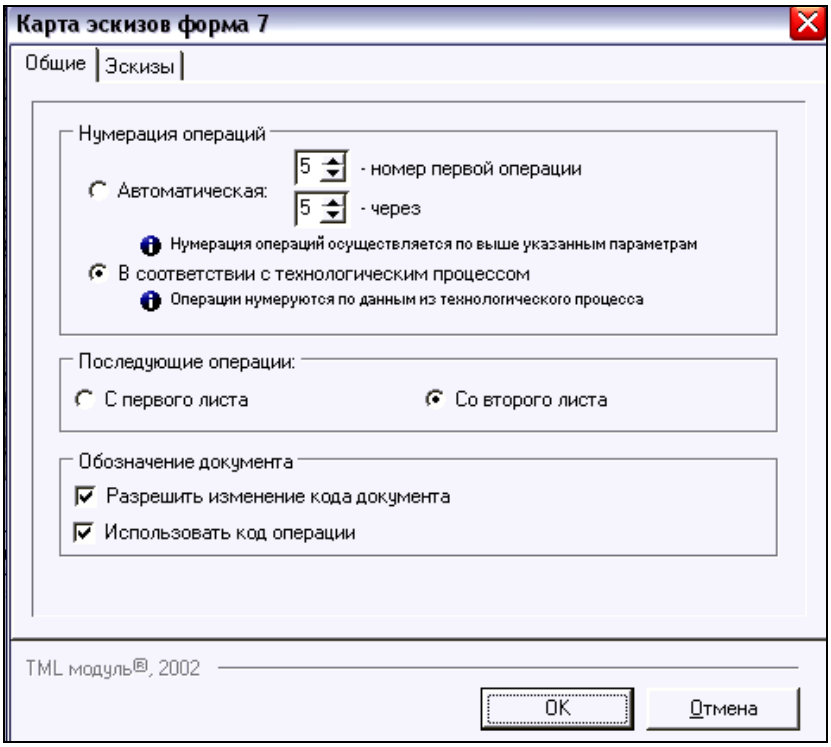

Рисунок 9.2 – Доступ до настройок параметрів карти

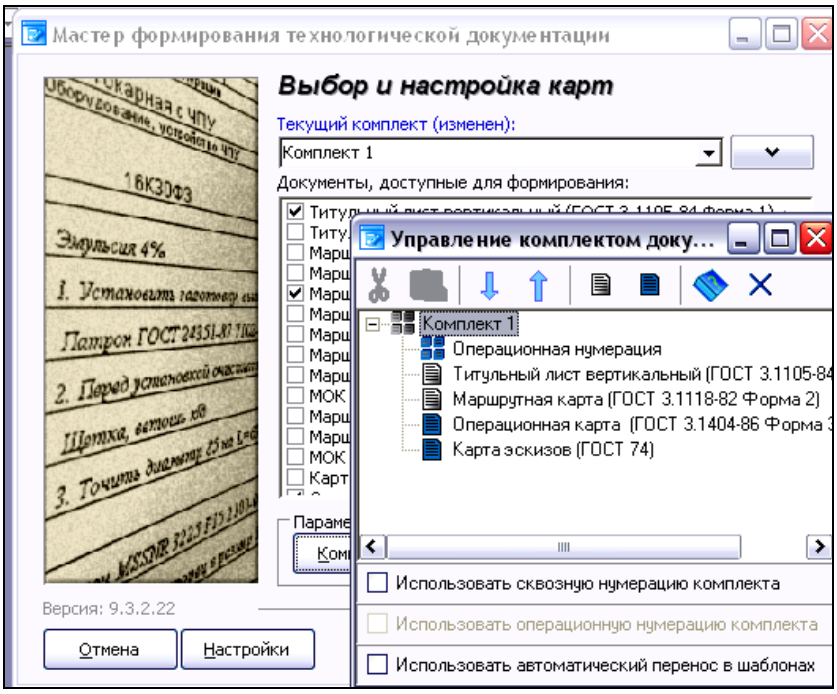

Рисунок 9.3 – Доступ до настройок комплекту карт

Наприклад, для того щоб листи карти ескізів були підібрані в комплекті з відповідними операційними картами слід виконати такі дії:

1. Натиснути на кнопку ***Выделить карты с подборкой***. Кожна карта, яка додана до комплекту, помічена в дереві карт піктограмою синього коліру.

2. Натиснути на кнопку ***Вырезать*** для переміщення карт у буфер обміну.

3. Натиснути мишею на елементі дерева «Операционная нумерация» і натиснути на кнопку ***Вставить***.

4. Встановити маркер напроти опції **Использовать операционную нумерацию комплекта**.

Після встановлення параметрів комплекту слід закрити вікно **Управление комплектом документов** і натиснути на кнопку ***Далее*** ≥. Відкриється друге вікно майстра **Формирование документов**. У верхню частину вікна програма виведе значення всіх параметрів, які вказані для формування комплекту. Потрібно перевірити задані параметри; при необхідності натиснути на кнопку ***≤Назад*** і змінити настройки.

Для запуску процесу формування карт слід натиснути на кнопку ***Готово*** Майстер виконає з'єднання з Microsoft Exel і сформує заданий комплект карт. Усі карти комплекту поміщаються в один файл package.xls і розподіляються по листах (Worksheets) файлу відповідно до типу карти (рис. 9.4). Переключення між сформованими картами здійснюється натисканням мишею на вкладки листів.

Сформований комплект карт міститься в каталозі *Мои документы\Мои технологии\Карты*.

10. МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ

Для виконання практичного заняття необхідно отримати у викладача індивідуальне завдання: маршрутні, операційні карти та карти ескізів техпроцесу виготовлення деталі.

За індивідуальним завданням слід виконати такі дії:

1. Запустити САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ та створити порожній техпроцес виготовлення деталі (див. розд. 2).

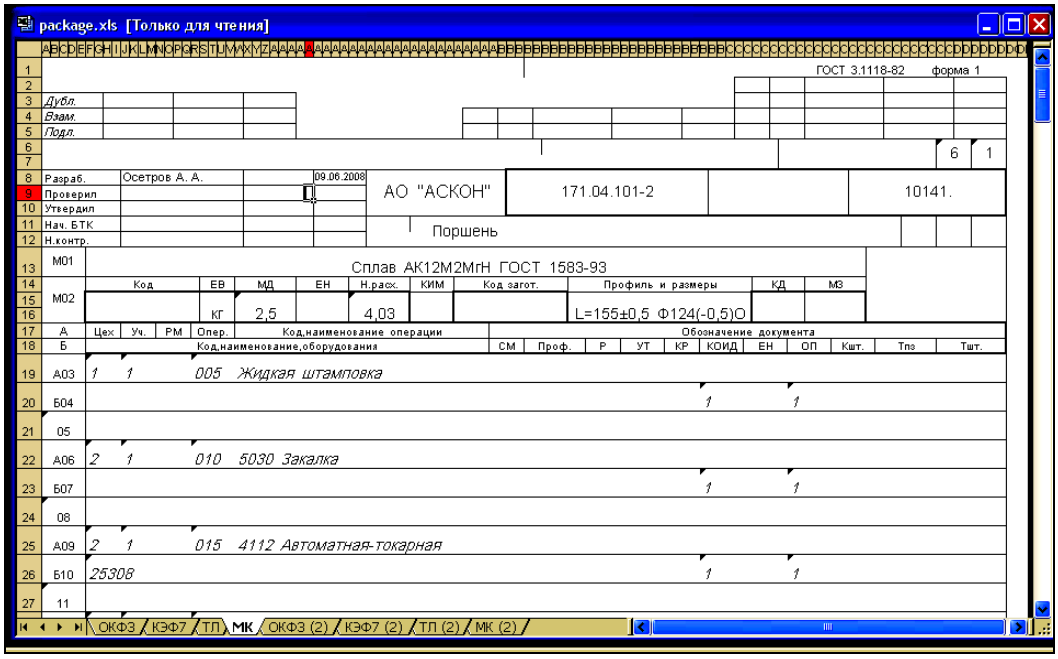

Рисунок 9.4 – Сформований комплект карт у Microsoft Exel

2. Відредагувати атрибути деталі (див. розд. 4).

3. Додати назви операцій до тексту техпроцесу (див. розд. 5). Відредагувати атрибути операцій.

4. Для кожної операції вказати обладнання та професію робітника. Відредагувати атрибути професії (див. розд. 5).

5. Сформувати текст переходів. Указати дані про технологічне оснащення (див. розд. 6 і 7).

6. В графічній системі КОМПАС-3D виконати креслення деталі, а також операційні ескізи, після чого додати їх відповідно до деталі та операцій техпроцесу (див. розд. 8).

7. З використанням відомостей розд. 9 сформувати комплект карт до технологічного процесу. Для цього викликати вікно майстра формування технологічних карт і поставити маркери напроти МК (ГОСТ 3.1118-82), ОК (ГОСТ 3.1404-86) і КЕ (ГОСТ 3.1105-84). Увести в поле **Текущий комплект** назву комплекту документів (наприклад, «Шестірня») і встановити параметри комплекту документа (див. розд. 9). Після формування комплекту документів виписати шлях до каталога з файлом комплекту. Якщо це потрібно, відредагувати дані комплекту документів.

8. Оформити звіт з практичного заняття

11. ЗВІТ З ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ

Звіт з практичного заняття повинен включати:

- найменування і мету роботи;
- друкування комплекту карт технологічного процесу, вклеєну у зошит;
- висновки.

Захист звіту з практичного заняття здійснюється на консультаціях, які призначаються для цієї мети викладачем. Звіт виконується індивідуально кожним студентом в окремому зошиті. При оформленні звіту потрібно керуватися вимогами стандарту СТВУЗ-ХПИ-3.01-2010 «Текстові документи в сфері навчального процесу». Написання тексту – ручкою або із застосуванням друкувальних пристроїв. Виконання ескізів – у системах автоматизованого проектування, наприклад КОМПАС-3D.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. ВЕРТИКАЛЬ. Система автоматизированного проектирования технологических процессов. Руководство пользователя. – 2006. – 271 с.

2. Универсальный технологический справочник. Руководство пользователя. – 2006. – 94 с.

3. СТВУЗ-ХПИ-3.01-2010. Текстові документи у сфері навчального процесу. Загальні вимоги до виконання. – Чинний від 01.07.2010.

4. СТВУЗ-ХПИ-3.08-2007. Технологические документы в сфере учебного процесса. Общие требования к выполнению. – Дата введения 01.01.2008.

ЗМІСТ

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичного заняття
«Знайомство з системою автоматизованого проектування
технологічних процесів ВЕРТИКАЛЬ»
з курсу «Технологія виготовлення двигунів внутрішнього згоряння»
для студентів спеціальності
142- Енергетичне машинобудування

Укладачі: ОСЕТРОВ Олександр Олександрович
ШЕНДРА Вячеслав Євгенович

Відповідальний за випуск проф. А. П. Марченко

Роботу до видання рекомендував проф. В.О. Пильов