

*МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П.КОРОЛЁВА  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»*

***РАЗМЕРНО-ТОЧНОСТНОЙ АНАЛИЗ  
ОПЕРАЦИОННОЙ РАЗМЕРНОЙ СХЕМЫ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДЫ ADEM CAPR***

*методические указания  
к курсовому проекту*

САМАРА  
2011

Составитель: *Рамзаева Е.А.*

Методические указания предназначены для работы над курсовым проектом по циклу дисциплин «Разработка стратегии создания инновационных технологических процессов»

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности: 151001 «Технология машиностроения» для дисциплин технологического цикла «Изучение теоретических основ и методики создания инновационных технологических процессов на основе сквозного моделирования этапов технологической подготовки производства».

Методические указания разработаны на кафедре производства двигателей летательных аппаратов.

## РАЗМЕРНО-ТОЧНОСТНОЙ АНАЛИЗ ОПЕРАЦИОННОЙ РАЗМЕРНОЙ СХЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДЫ ADEM CAPP

Возможности среды **ADEM CAPP** позволяют формировать исходные данные для расчета операционных размеров, используя обозначения, указанные в чертеже детали и операционных эскизах, созданных в модуле **ADEM CAD**.

Задача расчета операционных размеров предполагает выполнение специальных алгоритмов по построению размерных цепей, формированию и решению систем уравнений на их основе. Реализация этих алгоритмов требует использования довольно сложных структур данных, которые не применяются в языке алгоритмов среды **ADEM CAPP**. Поэтому алгоритмы расчета размерных цепей реализованы в дополнительном программном приложении, созданном с использованием стандартной среды программирования, имеющей более гибкие средства организации сложных структур данных.

Для передачи исходных данных из базы данных **ADEM CAPP** (БДА) в программу расчета используется текстовый файл. Программа расчета автоматически запускается в модуле **ADEM CAPP** и загружает данные файла. Аналогично, для отображения результатов расчета в БДА используется текстовый файл, данные из которого размещаются в параметрах объектов БДА после выполнения специального алгоритма среды **ADEM CAPP**.

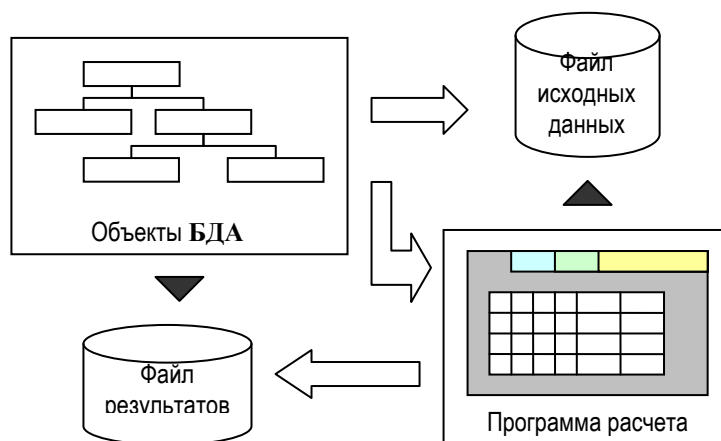


Рисунок 1-Схема реализации расчета размерных цепей технологического процесса с использованием среды ADEM CAPP

Для расчета операционных размеров необходимо анализировать графическую информацию конструкторского чертежа детали и операционных эскизов технологического процесса обработки заготовки. При этом технолог определяет соответствие изображения поверхностей конструкторского чертежа и изображения тех же поверхностей на операционных эскизах. Задача автоматического сопоставления разных графических схем (чертежей, эскизов) относится к плохо формализуемым задачам, решение которых вероятно, возможно на основе методов искусственного интеллекта. В традиционной практике для конкретизации некоторого элемента чертежа используется обозначение его с помощью символов (цифр, букв). Например, при задании технологических требований на расположение поверхностей – «радиальное биение поверхностей А и Б не более 0,02», или в описании содержания обработки – «Точить поверхности 1, 2, 3, выдерживая размеры...».

Программа расчета операционных размеров использует условное обозначение графических элементов чертежа детали и операционных эскизов с помощью цифр (кодирование). Числовые коды элементов чертежа повторяются при кодировании операционных размеров, что позволяет автоматически выявить размерные цепи.

Для хранения информации о кодах графических элементов чертежа детали и операционных эскизов в БДА создаются специальные объекты.

Задача расчета операционных размеров выполняется после определения конфигурации заготовки и последовательности операций ее обработки до соответствия требованиям конструкторского чертежа детали. Поэтому объекты кодирования размерной структуры проектируемого технологического процесса (ТП) встраиваются (добавляются) к объектам общей БДА «Получение документации технологического процесса».

Технологический процесс (ТП) состоит из операций. Операция содержит основные переходы, вспомогательные переходы, эскизы. Переходы содержат приспособления, режимы резания, мерительный инструмент, режущий инструмент и информацию о выдерживаемых операционных размерах, проставленных в операционном эскизе. Структура ТП носит иерархический характер, поэтому структура БДА в среде ADEM CAPP представляется в виде дерева.

На рис.2 приведена схема объектов ТП, дополненная объектами для расчета операционных размеров. Дополнительные объекты в схеме выделены жирной рамкой.

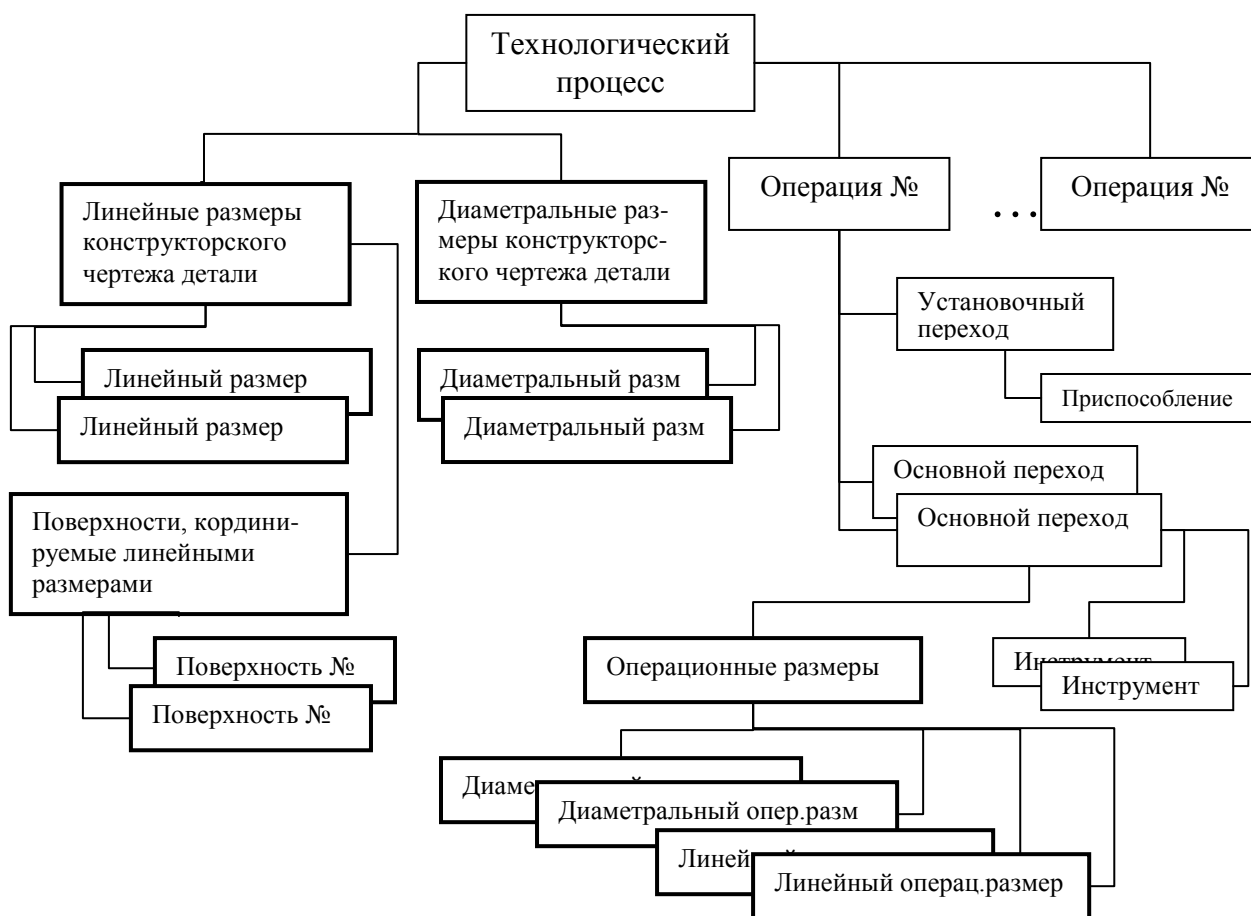


Рисунок 2- Схема объектов для расчета операционных размеров, встроенная в иерархию объектов ТП

На первом уровне располагается информация о технологическом процессе, на втором уровне находится информация об операциях, на третьем уровне хранятся данные о переходах и эскизах, на четвертом - данные об инструменте и режимах резания, на четвертом же уровне могут располагаться данные операционных размеров.

Кроме того, к схеме объектов технологического процесса добавляются объекты второго уровня, содержащие параметры кодирования конструкторского чертежа детали: размеры и некоторые геометрические параметры поверхностей детали, учитываемые при построении размерных цепей и расчете точностных значений операционных размеров.

Объекты БДА, созданные для расчета операционных размеров могут быть сохранены в ADM - файле (\*.adm) и в дальнейшем использоваться для текущего редактирования или как прототип для нового документа.

# 1. ДИАЛОГ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПРИ СОЗДАНИИ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ РАСЧЕТА ОПЕРАЦИОННЫХ РАЗМЕРОВ

Для создания или редактирования БДА расчета операционных размеров (Схема 2) в модуле ADEM CAPP организуется специальный «Диалог с пользователем», в котором применяются дополнительные алгоритмы и файлы настройки диалога для описания параметров объектов размерной схемы техпроцесса.

Для организации диалога с пользователем в модуле ADEM CAPP предназначены кнопки панели «Объекты»



**Эскиз.** Переход в модуль ADEM CAD для создания технологического эскиза.



**Редактировать.** Открытие диалога «Параметры объекта» для корректировки параметров текущего объекта.




**Создать.** Открытие диалога «Параметры объекта» для создания нового объекта и добавление его к списку объектов на том же уровне, что и текущий объект.



**Удалить.** Удалить выделенный объект. При удалении удаляются все объекты, которые входят в удаляемый объект.

Объекты для расчета операционных размеров могут создаваться в процессе разработки ТП или их можно добавить к структуре уже разработанного техпроцесса. В любом случае диалог с пользователем для выполнения расчета операционных размеров начинается после того, как в дереве объектов создан корневой объект **Технологический процесс механообработки**.

Корневой объект создается выбором соответствующего меню после нажатия кнопки  **Создать** на панели **Объекты** (рис.3).

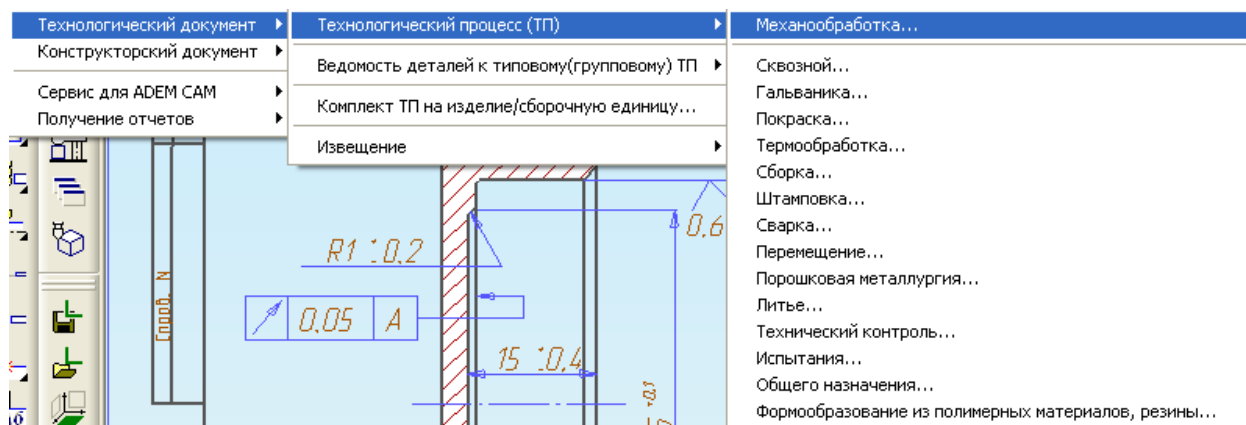



Рисунок 3- Создание корневого элемента дерева объектов ТП

## 1.1. Создание объектов «Конструкторская размерная схема»

Объекты **Конструкторская размерная схема** являются объектами второго уровня, находятся внутри объекта **Общие данные**. Конструкторская размерная схема составляется из двух иерархических подструктур объектов (рис.2): **Линейные размеры чертежа детали** и **Диаметральные размеры чертежа детали**. В дереве техпроцесса эти объекты содержатся в единственном экземпляре, т.е. создаются только один раз.

Для создания объектов **Конструкторская размерная схема** нужно

1. В дереве техпроцесс выделить строку корневого объекта;
2. Нажать кнопку  **Создать** на панели **Объекты** и выбрать соответствующий пункт из выпадающего меню (рис.4).

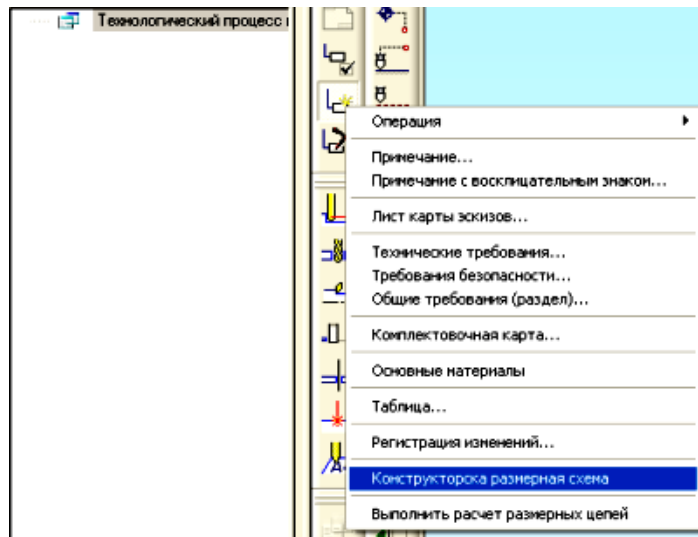


Рисунок 4-Меню объектов второго уровня

В результате выбора в меню пункта **Конструкторская размерная схема** откроется форма (рис.5), содержащая кнопку **ОК** для запуска алгоритма создания корневых объектов конструкторской размерной схемы.

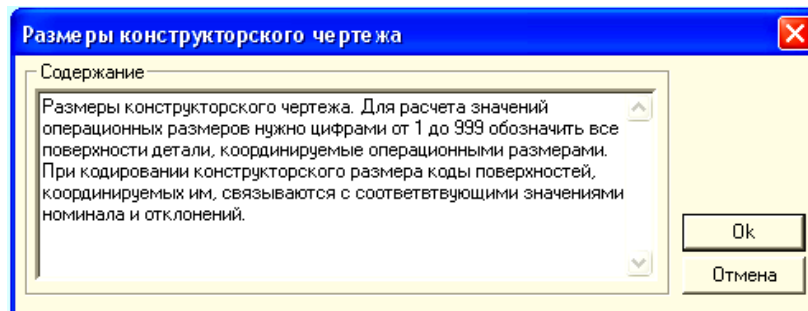


Рисунок 5- Окно добавления объектов для кодирования параметров конструкторского чертежа детали

После нажатия на кнопку **ОК** (рис.5) в дерево объектов ТП будут добавлены объекты для организации ввода параметров размеров конструкторского чертежа детали (рис.6).

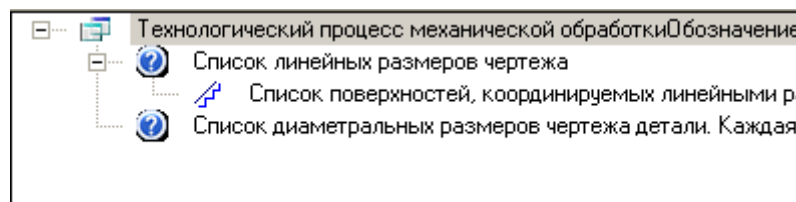



Рисунок 6- Объекты для кодирования данных конструкторского чертежа детали

Вновь созданные объекты **Список линейных размеров чертежа** и **Список диаметральных размеров чертежа** размещаются в дереве техпроцесса после последнего объекта второго уровня. На рис. 6 в дереве техпроцесса не имелось ни одного объекта второго уровня (операция), поэтому объекты конструкторской размерной схемы размещены сразу за корневой строкой. Положение объектов **Список линейных размеров** и **Список диаметральных размеров** в дереве техпроцесса не влияет на результаты расчета размерных цепей.

## 1.2. Кодирование чертежа детали

Для обозначения поверхностей детали с помощью цифр удобно использовать не исходный чертеж детали, а дополнительный эскиз, прикрепленный к строке объекта **Список линейных размеров чертежа** (рис.6).

Для этого,

1. Установить в дереве техпроцесса текущим объектом **Список линейных размеров чертежа**.
2. Нажать кнопку  **Эскиз** на панели инструментов **Объекты**,
3. В появившемся меню выбрать альтернативу **С чертежа** (рис.7).
4. В результате откроется окно модуля ADEM CAD, в котором будет содержаться копия исходного чертежа.
5. Средствами ADEM CAD внести в эскиз детали цифровые обозначением ее поверхностей (рис. 8).
6. Для возврата в модуль ADEM CAPP, в меню **Модуль** выберите пункт **ADEM CAPP**.

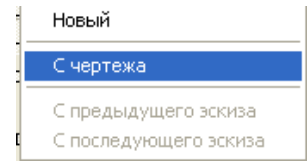


Рисунок 7

### 1.2.1. Порядок кодирования чертежа детали

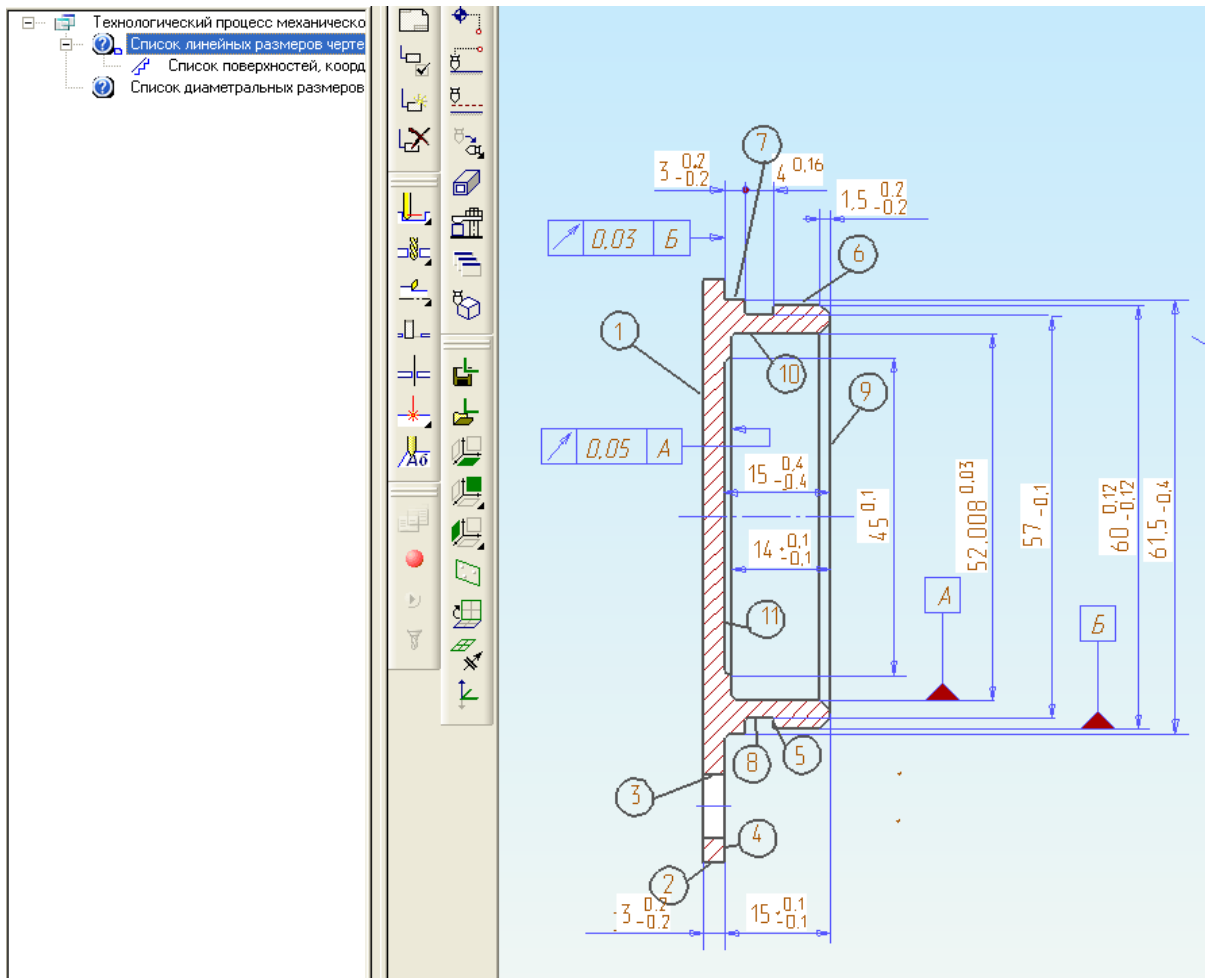


Рисунок 8- Пример кодирования чертежа детали.

На детали выделяются "независимые" координатные направления (X, Y, Z, ...) в соответствии с правилами черчения - координаты Z, X; вид сверху - Y, X; вид справа/слева - Z, Y. На все "производные" разрезы, сечения, виды, вырывы и т.д. полученные из основных видов, переносятся ранее определенные координаты по правилам черчения, либо (когда они заданы под углом отличным от 90 градусов) вводятся новые координаты. Например, для деталей типа тел вращения, таких координат будет три - X, Y, Z. Для корпусных деталей от трех и более (при наличии наклонных отверстий).

Для лопаток турбокомпрессора - пять; X - вдоль оси двигателя, Z - радиальная, Y - окружная, 4 - для образмеривания бандажа, 5 - для образмеривания хвостовика (размеры по елке).


Далее все геометрические элементы - ими могут быть: поверхность (торец, плоскость, цилиндр, конус, сфера и т.д.), линия пересечения поверхностей, ось, точка пересечения осей, координируемые линейными размерами или описываемые диаметральными - кодируются цифрами 1, 2, 3, ..., 999 на каждом виде в каждом координатном направлении в произвольном порядке оригинальной цифрой.

Обозначение соответствия цифрового кода и линии поверхности на чертеже можно выполнять произвольно, традиционно используется выделение цифр обозначения в окружность, которую связывают линией (отрезком, ломаной и т.п.) с линией поверхности (рис.8).

После перехода в модуль **ADEM CAPP** в рабочем окне будет отображаться созданный эскиз чертежа с кодами поверхностей. В дальнейшем его можно использовать для автоматического «скалывания» цифровой информации при записи параметров конструкторских и операционных размеров (рис.8).

### 1.3. Создание объекта «Линейный размер чертежа»

Конструкторский чертеж детали может содержать произвольное число линейных размеров, соответственно в дереве объектов ТП может быть создано произвольное число объектов **Линейный размер чертежа**, содержащихся в объекте **Линейные размеры чертежа**.

Создавать объекты **Линейный размер чертежа** можно после создания объекта **Линейные размеры чертежа** с помощью кнопки  **Создать**.

На рис.9 показана форма диалога создания объектов **Линейный размер чертежа**.

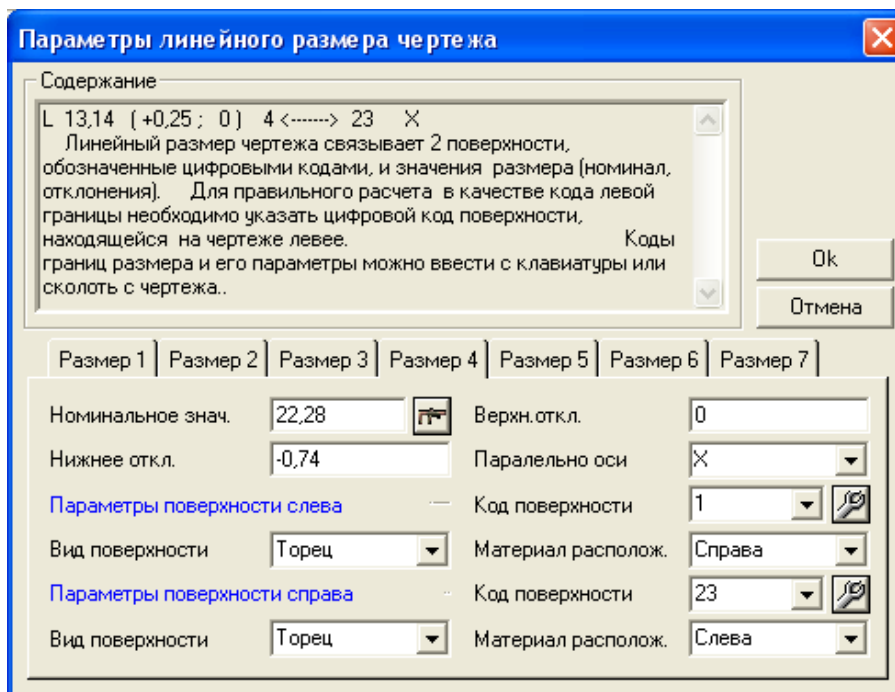


Рисунок 9- Форма ввода данных о линейных размерах конструкторского чертежа детали

Для ускорения процесса кодирования размеров чертежа детали, в одном диалоге можно записать данные о 7-ми линейных размерах. В результате могут быть созданы 7 объектов **Линейный размер чертежа**.



Если чертеж детали содержит меньше линейных размеров, параметры лишних вкладок **Размер** можно не заполнять.

### **Номинальное знач., Верхнее откл., Нижнее откл.**

Числовые параметры размера (номинальное значение, верхнее и нижнее отклонения) можно внести с клавиатуры, но удобнее использовать «скалывание размера» обозначенного в эскизе, для этого используется кнопка справа от поля **Номинальное знач.**

### **Параллельно оси**

Параметр задается выбором из меню обозначения координатной оси параллельной кодируемому линейному размеру.

### **Параметры поверхности слева**

Для каждого размера необходимо указать коды поверхностей, координируемых размером, и уточнить параметры геометрии этих поверхностей: Значения геометрических параметров выбираются из списка.

### **Код поверхности**

Цифровой код назначенный поверхности, координируемой данным линейным размером. Значение можно ввести скалыванием с эскиза.

В группе **Параметры поверхности слева** важно указать поверхность, которая на чертеже детали расположена левее поверхности, параметры которой будут указаны в группе **Параметры поверхности справа**. Нарушение этого правила приведет к ошибкам при составлении уравнений на основе размерных цепей.

Если в группе размеров диалога (рис.7) вносится несколько размеров, координирующих одну и ту же поверхность, ее параметры можно определить только один раз на первой вкладке **Размер**.

### **Вид поверхности**

Поверхность может быть вида: торец, плоскость, ось, линия пересечения, точка, радиус, окончание резьбы. Параметр используется для назначения допусков при расчете операционных размеров.

### **Материал располож.**

Параметр задает положение материала детали относительно поверхности вдоль координатной оси: слева или справа. Значение «вокруг» может соответствовать поверхностям типа «Ось» или «Точка». Значение этого параметра используется при формировании уравнений размерной цепи для определения знака составляющих размеров, т.е. этот параметр очень важен для правильности расчета.

В результате диалога «Создание линейных размеров чертежа» дополнительно будут созданы объекты **Поверхность, координируемая линейным размером**, которые содержатся в объекте **Список поверхностей, координируемых линейными размерами** (рис.10).

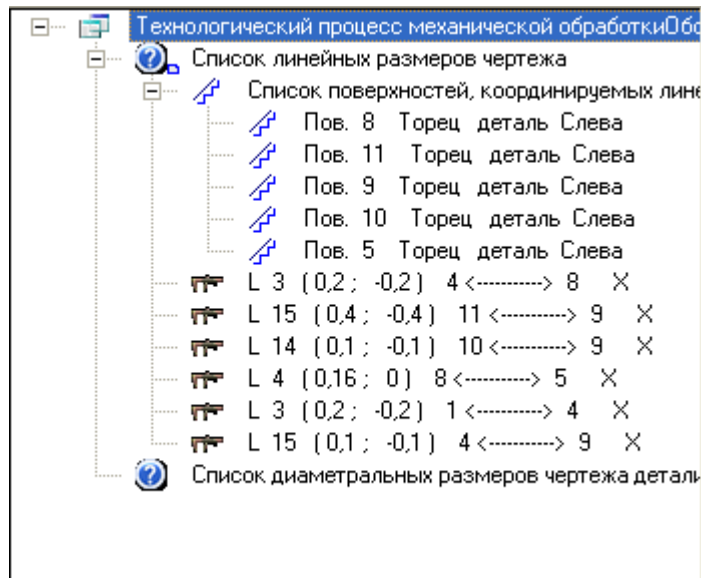



Рисунок 10- Результат выполнения диалога «Создание линейных размеров чертежа».

#### 1.4. Изменение объекта «Поверхность, координируемая линейным размером»

Объекты **Поверхность, ...** добавляются в дерево ТП автоматически при создании объектов **Линейный размер чертежа** и предназначены для корректировки параметров поверхностей, координируемых линейными размерами.

Изменение параметров поверхности с помощью объекта **Линейный размер чертежа** неудобно, когда поверхность координируется несколькими линейными размерами. Изменение параметров объекта **Поверхность, ...»** позволяет зафиксировать изменение значение во всех объектах **Линейный размер чертежа** для всех координирующих данную поверхность линейных размеров.

Открыть диалог для редактирования параметров объекта можно, используя команду

**Редактировать** контекстного меню или с помощью кнопки  **Редактировать** панели инструментов **Объекты**.

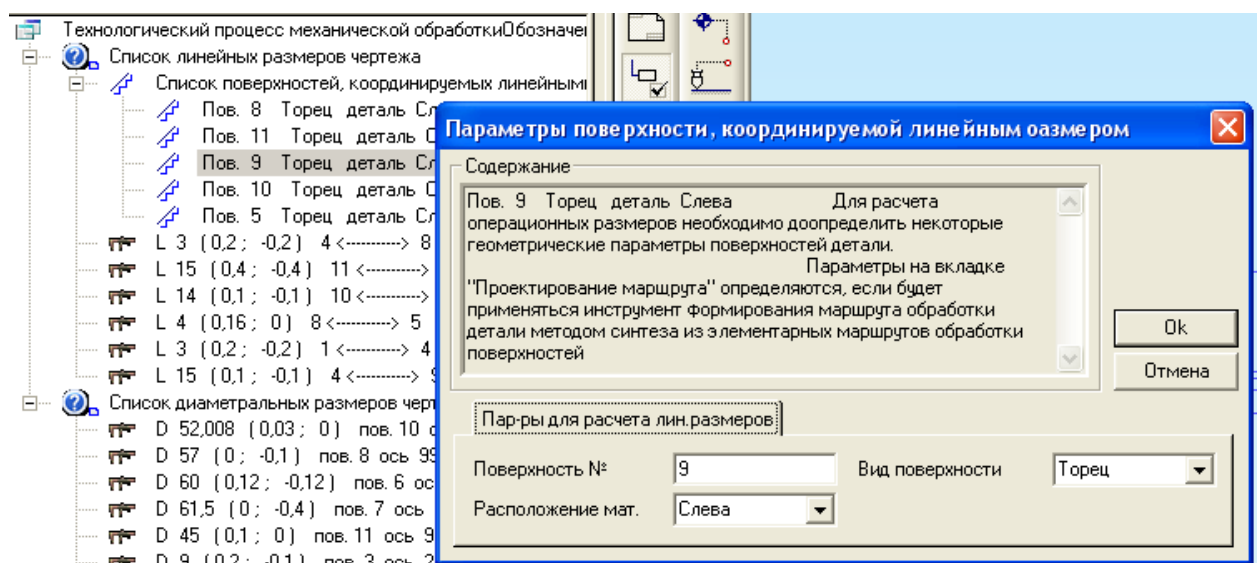



Рисунок 11-Диалог изменение параметров объекта «Поверхность, координируемая линейными размерами»


В строке объекта **Пов...** в дереве ТП (рис.11) указаны все значения параметров, установленные для поверхности, т.е. значения параметров можно сравнить с эскизом детали, не открывая форму диалога объекта.

### Поверхность №

Числовой код поверхности. Параметр устанавливается автоматически и не корректируется.

Ошибочно введенные объекты **Поверхность, координируемая линейным размером** можно удалить из дерева ТП с помощью кнопки  **Удалить панели Объекты**.

### 1.5. Изменение объекта «Линейный размер чертежа»

Открыть диалог для редактирования параметров объекта можно, используя команду **Редактировать** контекстного меню или с помощью кнопки  **Редактировать** панели инструментов **Объекты**. Форма диалога для изменения параметров объекта **Линейный размер чертежа** приведена на рис.12.

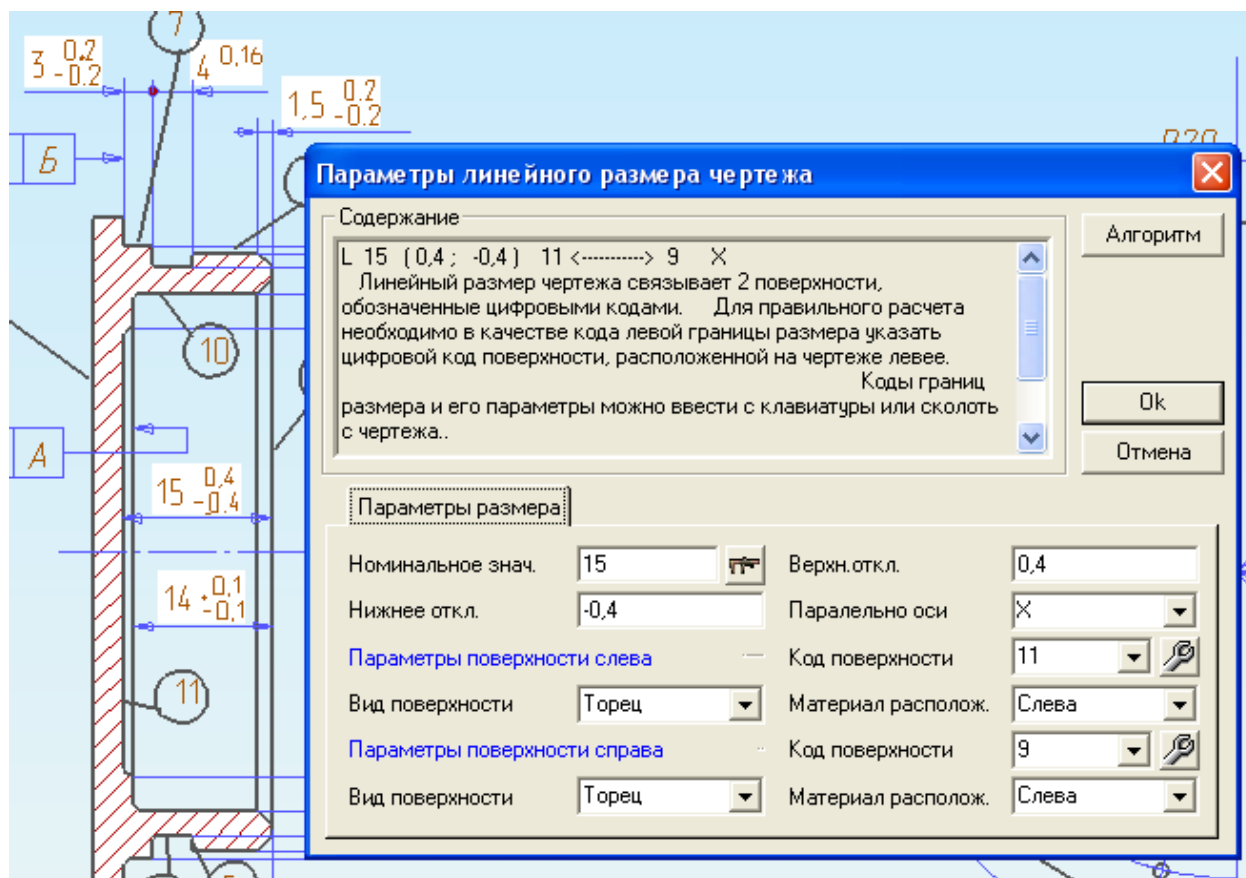


Рисунок 12-Форма диалога для изменения параметров линейного размера чертежа


### Алгоритм

Кнопка предназначена для запуска алгоритма чтения параметров, определенных в объекте **Поверхность, координируемых линейными размерами**. В результате выполнения алгоритма определяются параметры **Вид поверхности** и **Материал располож.**

### 1.6. Создание объекта «Диаметральный размер чертежа»

Конструкторский чертеж детали может содержать произвольное число диаметральных размеров, соответственно в дереве объектов ТП может быть создано произвольное число

объектов **Диаметральный размер чертежа**, содержащихся в объекте **Диаметральные размеры чертежа**.

Создавать объекты **Диаметральный размер чертежа** можно после создания объекта **Диаметральные размеры чертежа** с помощью кнопки  **Создать** на панели **Объекты**.

На рис.13 показана форма диалога создания объектов **Диаметральный размер чертеж**».

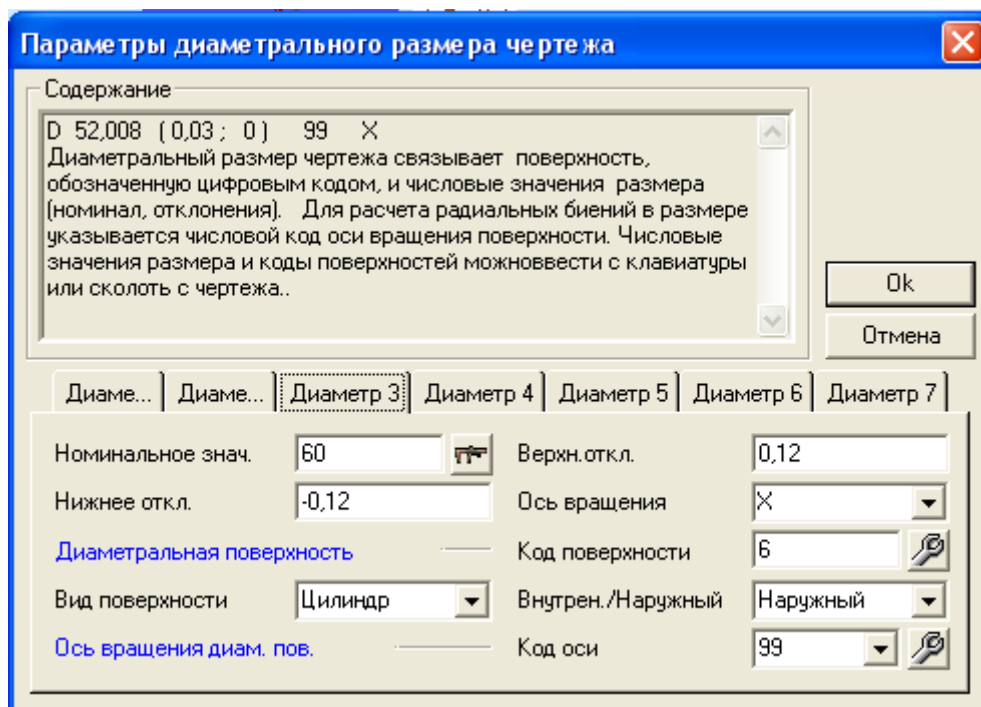


Рисунок 13- Форма ввода данных о диаметральных размерах чертежа детали

Для ускорения процесса кодирования размеров чертежа детали, в одном диалоге можно записать данные о 7-ми диаметральных размерах. В результате будут созданы 7 объектов «**Диаметральный размер чертежа**».

Если чертеж детали содержит меньше диаметральных размеров, параметры лишних вкладок **Диаметр** можно не заполнять.

### **Номинальное знач., Верхнее откл., Нижнее откл.**

Числовые параметры размера (номинал, верхнее и нижнее отклонения) можно внести с помощью «скалывания» с эскиза, для этого используем кнопку справа от соответствующего поля.

### **Ось вращения**

Обозначение координатной оси **параллельной оси вращения диаметральной поверхности**. Параметр задается выбором из меню. По умолчанию, задается ось X,

### **Диаметральная поверхность**

Для каждого размера необходимо указать код поверхности, определяемой размером, и уточнить параметры ее геометрии: Значения геометрических параметров выбираются из списка.

### **Код поверхности**

Цифровой код, связанный с поверхностью, определяемой данным диаметральным размером. Значение можно «сколоть» с эскиза.

### **Вид поверхности**

Поверхность может быть вида: цилиндр, конус, сфера, ось. Параметр используется для назначения допусков при расчете операционных размеров.

### Внутрен./Наружный

Параметр задает положение цилиндрической поверхности на контуре детали. Параметр используется для назначения допусков при расчете операционных размеров.

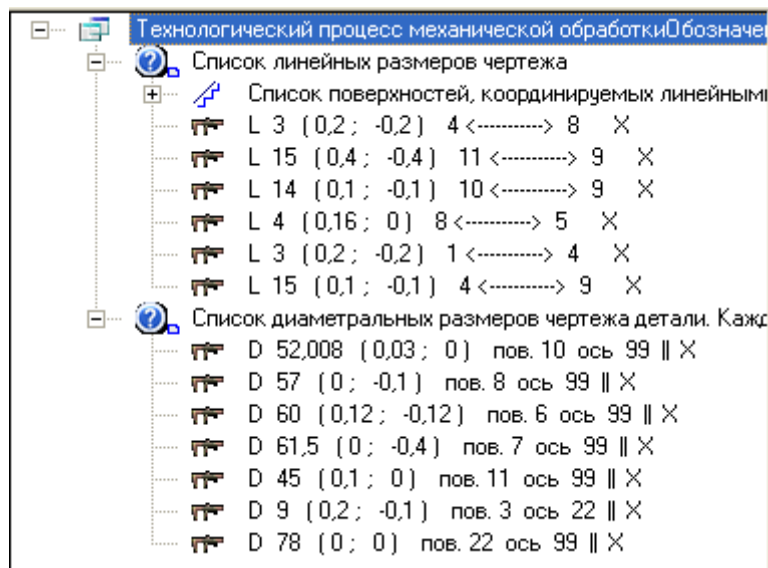



Рисунок 14- Результат выполнения диалога «Создание диаметральных размеров чертежа»


## 2 ФОРМИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ТЕХПРОЦЕССА ДЛЯ РАСЧЕТА РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ

Для решения задачи расчета размерных цепей необходимо описать последовательность операций обработки от исходной заготовки до окончательного контроля готовой детали.

### 2.1. Создание объектов «Операция»

В дереве техпроцесса создаются объекты **Операция**, это объекты второго уровня, т.е. содержатся в корневом объекте **Технологический процесс механической обработки**.

Для добавления объекта **Операция** в дерево техпроцесса можно использовать кнопку  **Создать** панели инструментов **Объекты**, если установить текущим элементом строку корневого объекта дерева техпроцесса. Создание объекта **Операция** выбирается из меню корневого объекта техпроцесса (рис. 15).

Удобнее использовать кнопку  **Операция** панели инструментов **Объекты техпроцесса**, в этом случае объект **Операция** добавляется в дерево техпроцесса не зависимо от того, где находится текущая строка.

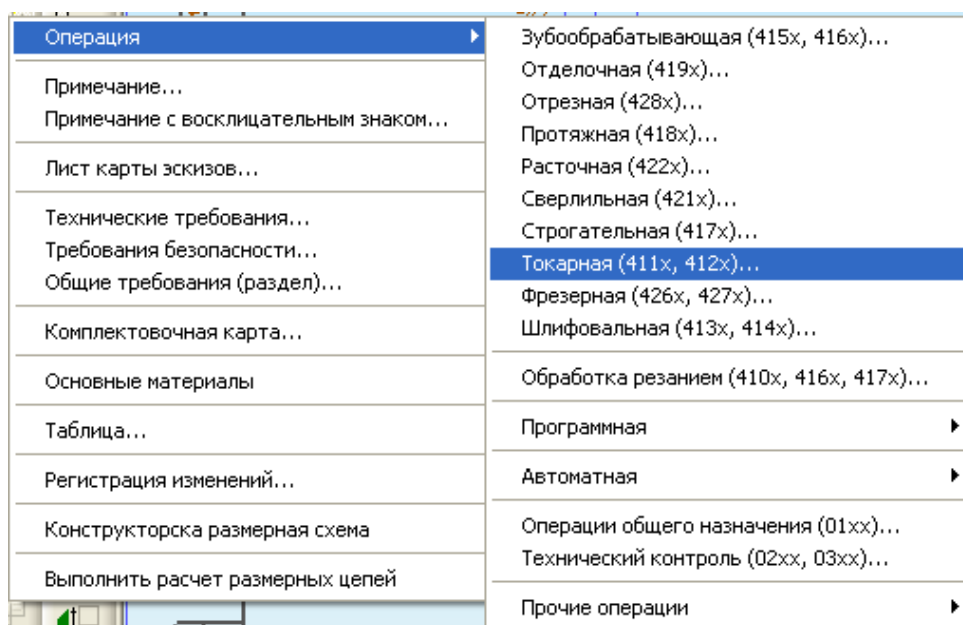


Рисунок 15- Меню выбора операции техпроцесса

Для решения задачи расчета операционных размеров необходимо правильно определить вид операции: токарная, сверлильная, фрезерная, операция с ЧПУ или на универсальном оборудовании и установить номер операции (рис. 15, 16). Другие параметры объекта **Операция**, предназначенные для решения задачи нормирования или получения комплекта документации при предварительном проектировании маршрута можно не рассматривать.

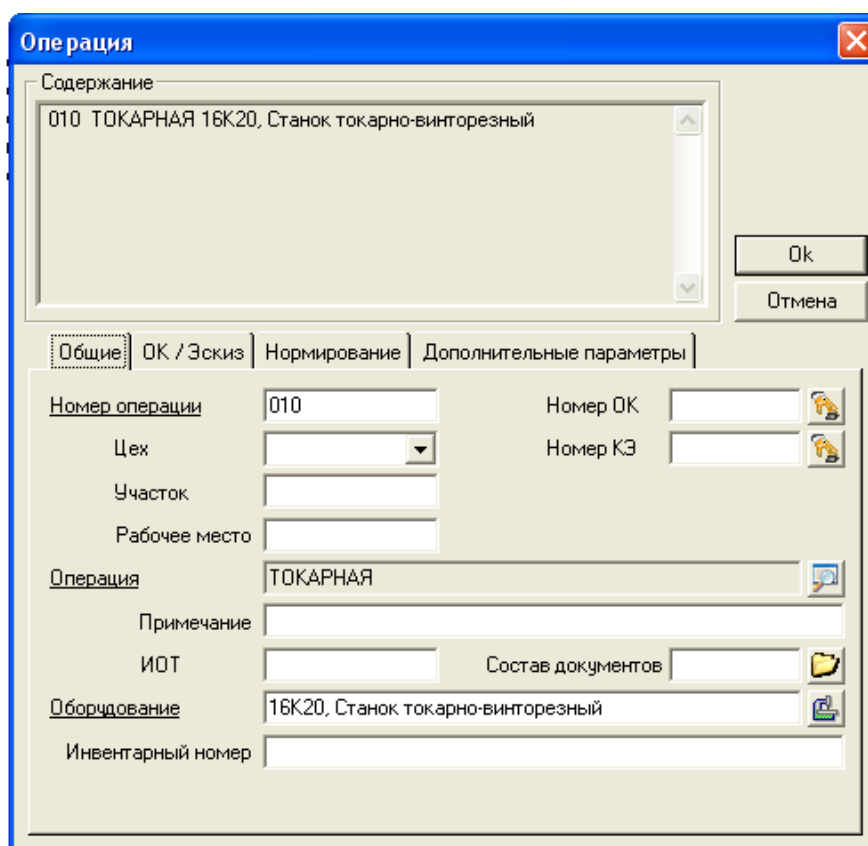


Рисунок 16- Форма диалога определение параметров операции

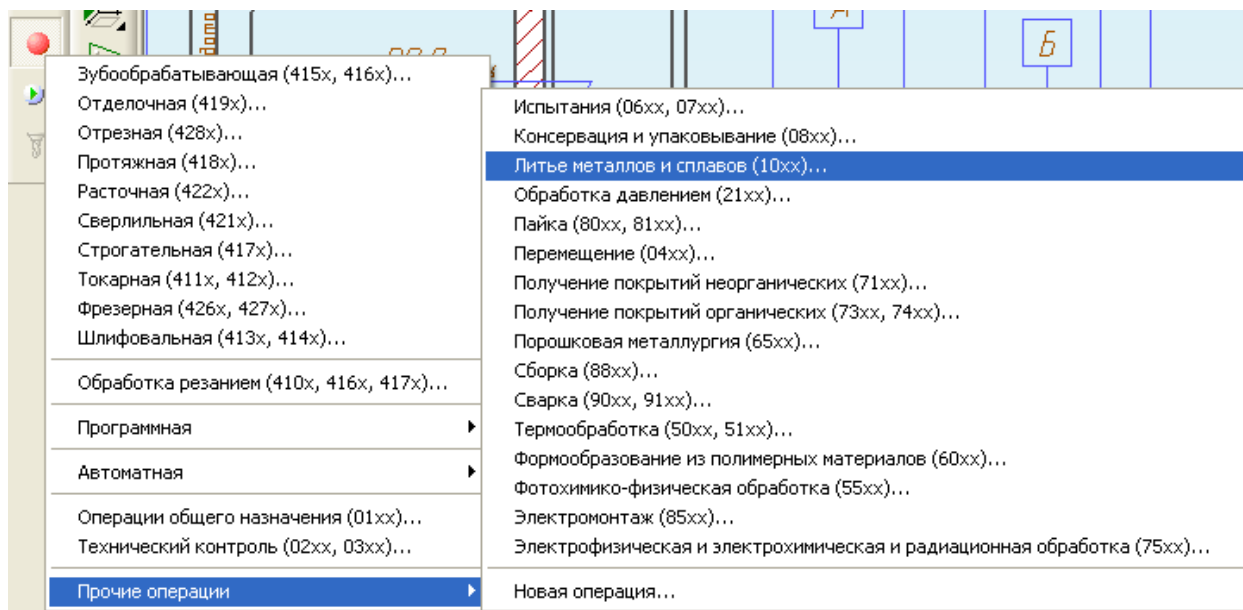


Рисунок 17- Добавление заготовительной операции. Группа заготовительных операций (Литье металлов и сплавов, Обработка давлением) в меню первого уровня вынесена в раздел «Прочие операции»

В дерево техпроцесса необходимо добавить объект заготовительной операции (рис.17), все объекты операций обработки резанием (рис.15), объекты операций термической (рис.17) или химико-термической обработки, т.е. описать всю последовательность преобразования заготовки в деталь.

При создании объекта **Операция** из раздела меню **Прочие операции** (рис.17) для указания конкретного вида обработки используется выбор из таблиц базы данных ADEM (рис.18).

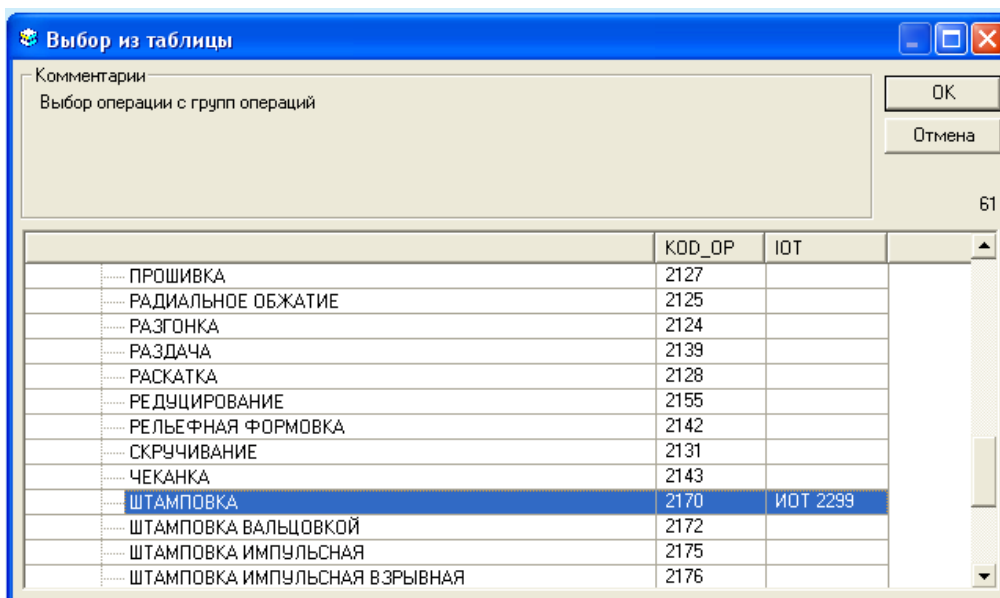


Рисунок 18- Пример определение вида заготовительной операции из раздела обработка давлением

Параметры операций, определяемые из таблиц базы данных, не влияют на расчет операционных размеров, но важны для задачи нормирования и оформления комплекта документации.

При создании объекта **Операция** из раздела меню **Новая операция** (рис.17) не формируется параметр, задающий вид обработки (заготовительная, контрольная, термическая, токарная, фрезерная и т.д.). Такие операции не должны содержать размерной обработки, т.к. параметр вида обработки используется при расчете операционных размеров для определения величин припусков на обработку.

Последовательность операций в дереве техпроцесса обязательно начинается заготовительной операцией и заканчивается операцией окончательного контроля. В меню создания объекта **Операция** для создания контрольной операции выбирается пункт **Операции общего назначения**.

## 2.2. Создание объектов «Переход»

Внутри каждого объекта **Операция** создаются объекты третьего уровня - **Переход**.

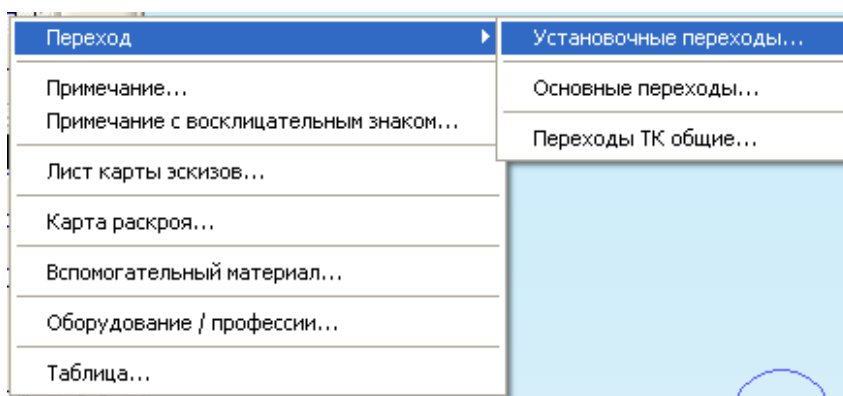


Рисунок 19- Меню объекта Операция для создания объекта Переход (установочный переход)

Если предполагается расчет диаметральных и линейных операционных размеров в операцию нужно добавить как минимум 1 установочный переход (рис.19, 20) и 1 или несколько основных переходов (рис. 21).

Содержание установочного перехода можно ввести с клавиатуры или определить из таблицы рис.20), расчет операционных размеров это не влияет.



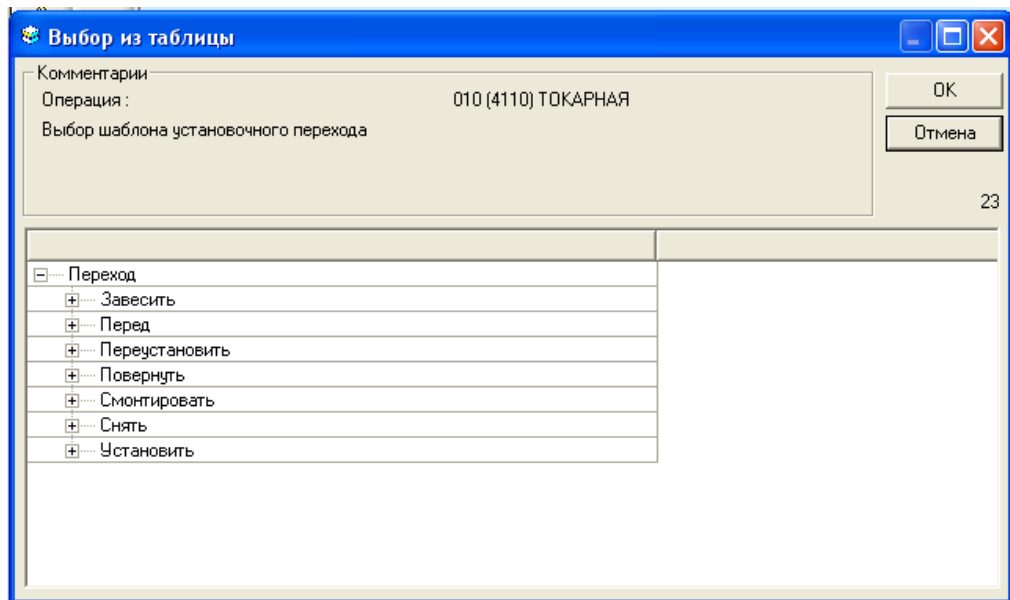


Рисунок 20- Выбор шаблона установочного перехода из имеющихся в базе данных

Если в техпроцесс добавлен установочный переход (объект 3-го уровня, рис. ), для него требуется создать объект четвертого уровня – **Приспособление** (рис.21). Программа расчета операционных размеров использует данные о принципиальной схеме закрепления заготовки в операции для оценки операционного радиального биения, и это учитывается при расчете диаметральных операционных размеров.

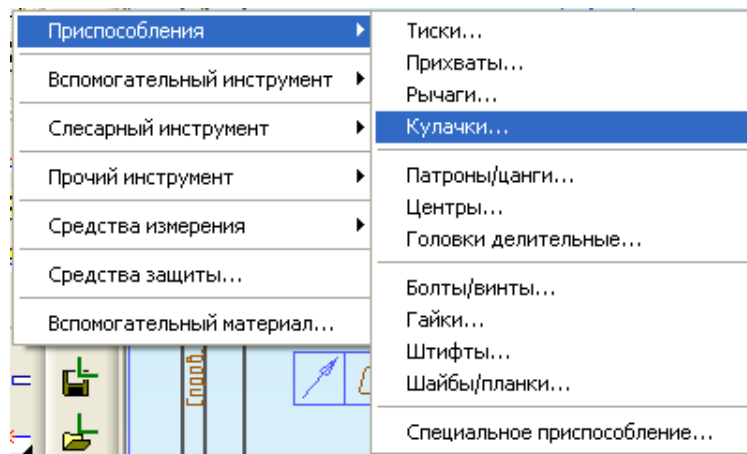


Рисунок 21- Выбор типа приспособления

Если выполняется только расчет линейных операционных размеров или в данной операции заготовка координируется только линейными размерами, внутри операции достаточно определить только основные переходы: точить, сверлить, фрезеровать и т.п. (рис. 22, 23).

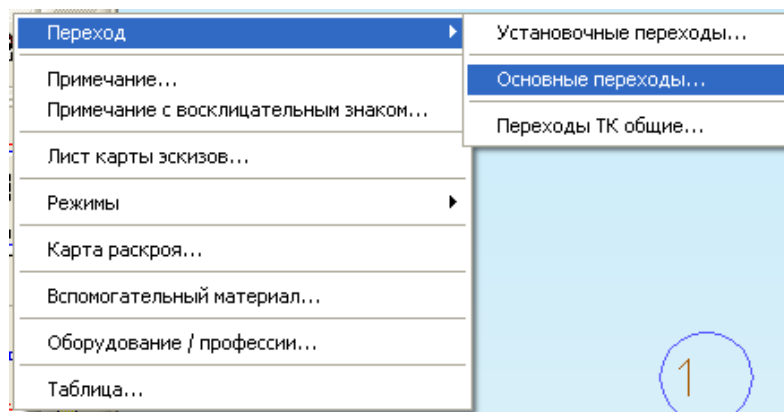


Рисунок 22- Меню объекта Операция для создания объекта Переход (основной переход)

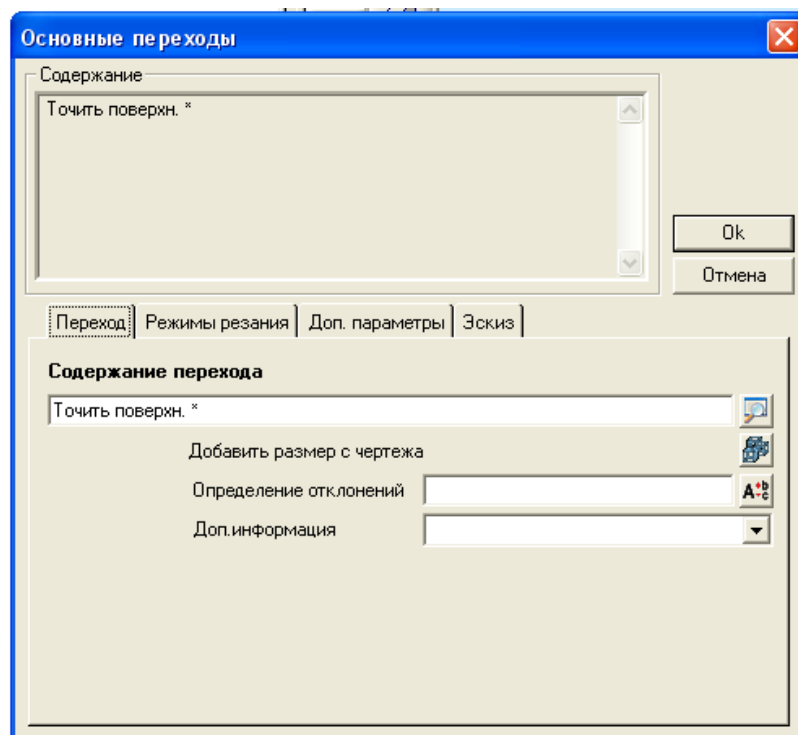


Рисунок 23- Форма объекта Переход (основной переход)

Для расчета операционных размеров достаточно определить параметр **Содержание перехода** (рис. 23), для этого можно использовать выбор по базе данных (кнопка справа от поля) или ввести описание действия перехода с клавиатуры. Другие параметры объекта **Переход** определять не обязательно.

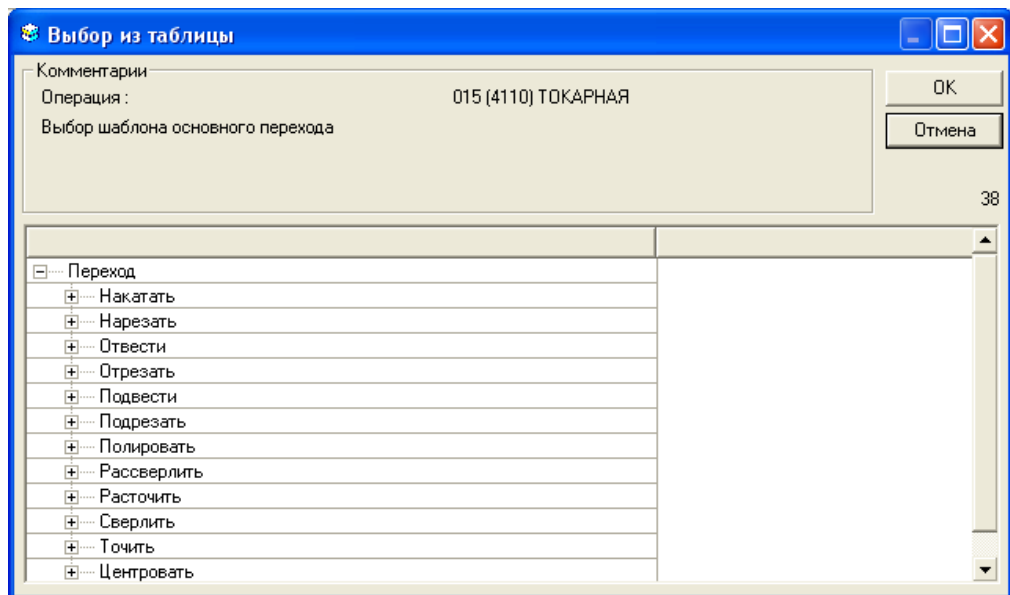



Рисунок 24- Выбор по базе данных содержания объекта Переход

### 2.3. Создание объекта «Операционный размер»

При обработке детали в переходе одновременно может быть выполнено несколько операционных размеров, соответственно в дереве объектов ТП для каждого перехода может быть создано произвольное число объектов **Операционный размер**, содержащихся в объекте **Список операционных размеров перехода**.

Объект **Список операционных размеров** в дереве техпроцесса содержится в объекте **Переход** (основной переход) только один раз. Создать объект **Список операционных размеров** можно после создания объекта **Переход** с помощью кнопки  **Создать** на панели **Объекты** выбором из меню основного перехода (рис.25).

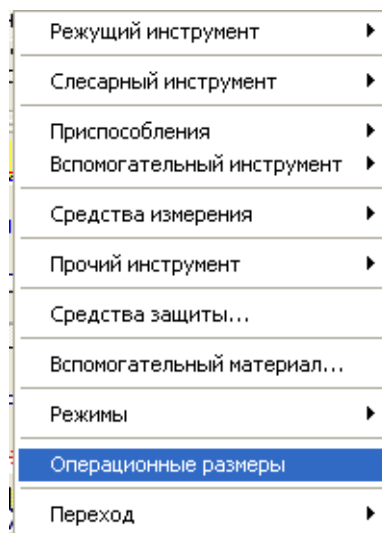


Рисунок 25- Меню создания объектов, содержащихся в основном переходе

В результате открывается форма диалога для ввода операционных размеров (рис.26).

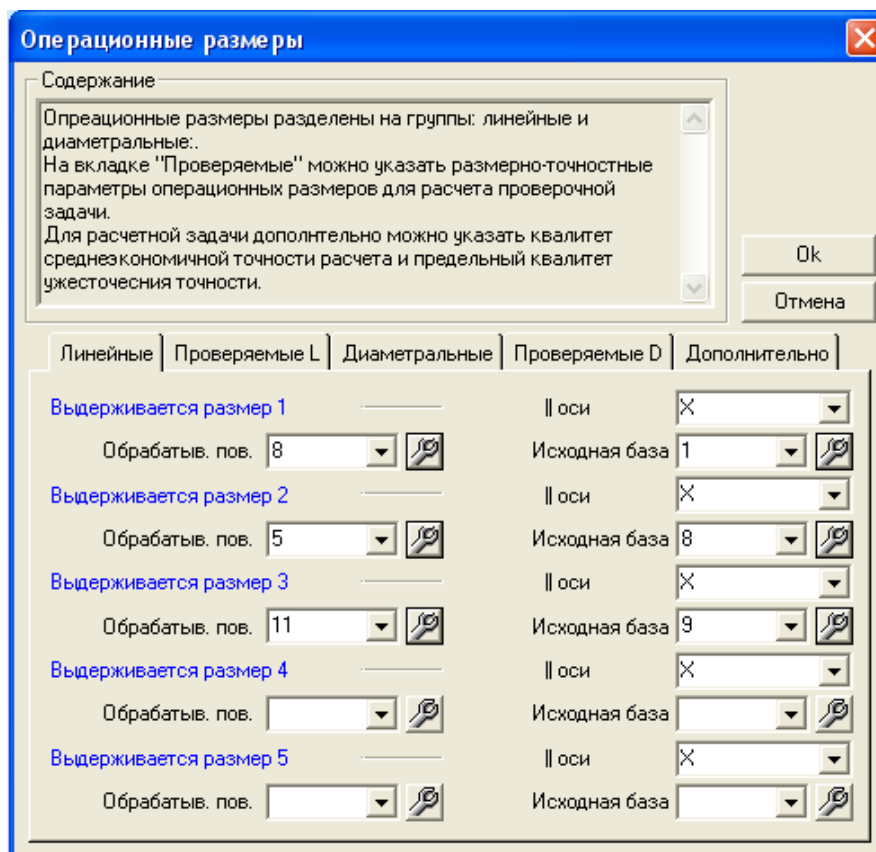


Рисунок 26 - Форма ввода данных об операционных размерах основного перехода

Для ускорения процесса кодирования операционных размеров, в одном диалоге можно записать данные о 5-ми линейных и о 5-ти диаметральных операционных размерах. В результате могут быть созданы 10 объектов **Операционный размер**.

Если операционный эскиз содержит меньше операционных размеров, лишние строки на вкладках **Линейные**, **Диаметральные** заполнять не нужно.

В процессе разработки ТП, когда определена принципиальная последовательность операций, но операционная технология окончательно не проработана, возможно, выполнить расчет операционных и анализ размерной схемы техпроцесса, присоединив несколько объектов **Операционный размер** к одному основному переходу.

В процессе доработки операционной технологии созданные объекты **Операционный размер** можно переместить к соответствующим им основным переходам (см. раздел 4).

### Вкладка **Линейные**

Содержит последовательность из 5-ти линейных операционных размеров (рис.26).

В случае, когда операционная технология окончательно не проработана, т.е. последовательность переходов в операции еще окончательно не определена, важно учитывать порядок записи размеров. Например, при выдерживании размера 2, исходной базой выбирается поверхность, обрабатываемая в той же операции (рис.26). В таком случае код поверхности (исходной базы) сначала должен быть указан в размере 1 как код обрабатываемой поверхности, а в следующих размерах этот же код можно использовать как код исходной базы. Ошибка может привести к неправильному построению размерных цепей.

В окончательно проработанной операционной технологии обработка исходной базы будет оформлена отдельным основным переходом (например, подрезать торец), в качестве исходной базы эта поверхность будет использоваться в следующих переходах.

## Выдерживается размер

Цифровые коды, указываемые в параметрах **Обрабатываемая пов** и **Исходная база** должны содержаться среди объектов «**Поверхности, координируемые линейными размерами**», т.е. в списке линейных размеров чертежа должны присутствовать размеры, координирующие эти поверхности. Ошибка будет выявлена автоматически при передаче данных в программу расчета. Для исправления необходимо добавить в группу **Линейные размеры чертежа** соответствующие объекты **Линейный размер чертежа**.

### || оси

Наименование координатной оси, которая параллельна операционному размеру

### Обрабатываемая пов.

Код обрабатываемой поверхности. Значение можно ввести с клавиатуры, выбрать из списка или «сколоть» с операционного эскиза.

### Исходная база

Код исходной поверхности, относительно которой выдерживается размер, координирующий обработку. Значение можно ввести с клавиатуры, выбрать из списка или «сколоть» с операционного эскиза.

Поверхность, принимаемая за исходную базу, к моменту записи размера должна быть «обработана», т.е. либо данный код упоминается среди размеров заготовительной операции, либо в предшествующих операциях и переходах данный код использовался как обрабатываемая поверхность объекта **Операционный размер**.

The image shows a software dialog box titled "Операционные размеры" (Operational Dimensions). It has a "Содержание" (Content) area at the top with explanatory text. Below this is a tabbed interface with four tabs: "Линейные" (Linear), "Проверяемые L" (Checkable L), "Диаметральные" (Diameter), and "Проверяемые D" (Checkable D). The "Проверяемые L" tab is currently selected. It contains five rows, each representing a dimension. Each row has a blue label "Выдерживается размер X" (Dimension X is maintained), a "Номинальное знач." (Nominal value) input field with a unit icon, and two "Отклонение" (Tolerance) input fields labeled "Верхнее" (Upper) and "Нижнее" (Lower). The "Дополнительно" (Additional) tab is also visible but empty.

Рисунок 27- Форма ввода данных об операционных размерах основного перехода.  
Параметры вкладки Проверяемые

## Вкладка Проверяемые

Вкладка (рис. 27) предназначена для ввода параметров ранее разработанного техпроцесса, для выполнения расчета проверочной задачи.

Параметры данной вкладки можно не заполнять, если при расчете операционных размеров решается только расчетная задача (прямая).

### Выдерживается размер

Форма содержит 5-ть групп «Выдерживается размер», соответствующих операционным размерам, параметры которых указаны на вкладке «**Линейные**». Важно обеспечить это соответствие.

### Номинальное знач., Верхнее отклонение, Нижнее отклонение

Известные числовые параметры операционного размера (номинальное значение, верхнее и нижнее отклонения) можно внести с клавиатуры или помощью операции «скалывания» с эскиза, для этого используется кнопка справа от поля. **Номинальное знач.**

Операционные размеры

Содержание

Операционные размеры разделены на группы: линейные и диаметральные.  
На вкладке "Проверяемые" можно указать размерно-точностные параметры операционных размеров для расчета проверочной задачи.  
Для расчетной задачи дополнительно можно указать качество среднэкономичной точности расчета и предельный класс точности.

Ok  
Отмена

Линейные | Проверяемые L | **Диаметральные** | Проверяемые D | Дополнительно

Деталь закреплена по код уст.поверхн 2

Обработка	Номинальное значение	Качество	оси	Отклонения
Обраб. цилиндр 1	7		оси	X
Обраб. цилиндр 2	6		оси	X
Обраб. цилиндр 3	10		оси	X
Обраб. цилиндр 4			оси	X
Обраб. цилиндр 5			оси	X

Рисунок 28- Форма ввода данных об операционных размерах основного перехода.  
Параметры вкладки Диаметральные

### Вкладка Диаметральные

Форма вкладки **Диаметральные** представлена на рис.28.

Для ускорения процесса кодирования операционных размеров, в одном диалоге можно записать данные о 5-ти диаметральном операционных размерах. Если операционный эскиз содержит меньше диаметральном размеров, параметры лишних строк на вкладке **Диаметральные** можно не заполнять.

### Деталь закреплена по

В технологической практике традиционно принято применять в операции один установ. Поэтому на вкладке **Диаметральные** предусмотрен один параметр для определения направляющей установочной базы. Если в операции предусмотрен переустанов заготовки,

диаметральные операционные размеры, выполняемые в другом установе следует описывать с помощью нового объекта **Операционные размеры**.

### Код уст.поверхн.

Код поверхности, которая в данной операции является установочной направляющей поверхностью. Значение можно ввести с клавиатуры, выбрать из списка или «сколоть» с операционного эскиза.

### Обраб. Цилиндр

Код обрабатываемой диаметральной поверхности. Значение можно ввести с клавиатуры, выбрать из списка или «сколоть» с операционного эскиза (кнопка справа от поля).

Цифровой код, указываемый в параметре **Обраб. цилиндр** должен содержаться среди объектов **Диаметральный размер чертежа**. Ошибка будет выявлена автоматически при передаче данных в программу расчета. Для исправления необходимо добавить в группу **Диаметральные размеры чертежа** соответствующий объект **Диаметральный размер чертежа**.

### || оси

Наименование координатной оси, которая параллельна оси вращения диаметральной поверхности.

Операционные размеры

Содержание

Операционные размеры разделены на группы: линейные и диаметральные.  
На вкладке "Проверяемые" можно указать размерно-точностные параметры операционных размеров для расчета проверочной задачи.  
Для расчетной задачи дополнительно можно указать качество среднэкономичной точности расчета и предельный уровень жесточесния точности.

Ok  
Отмена

Линейные | Проверяемые L | Диаметральные | **Проверяемые D** | Дополнительно

Въдерживается диаметр 1 — Верхнее отклонение  
Номинальное знач. [ ] [ ] Нижнее отклонение

Въдерживается диаметр 2 — Верхнее отклонение  
Номинальное знач. [ ] [ ] Нижнее отклонение

Въдерживается диаметр 3 — Верхнее отклонение  
Номинальное знач. [ ] [ ] Нижнее отклонение

Въдерживается диаметр 4 — Верхнее отклонение  
Номинальное знач. [ ] [ ] Нижнее отклонение

Въдерживается диаметр 5 — Верхнее отклонение  
Номинальное знач. [ ] [ ] Нижнее отклонение

Рисунок 29- Форма ввода данных об операционных размерах основного перехода.  
Параметры вкладки Проверяемые D

### Вкладка Проверяемые D

Вкладка (рис.29) предназначена для ввода параметров ранее разработанного ТП, для выполнения расчета проверочной задачи диаметральных операционных размеров.

Параметры данной вкладки можно не заполнять, если при расчете операционных размеров решается только расчетная задача (прямая).

### Выдерживается размер

Форма содержит 5-ть групп **Выдерживается диаметр**, соответствующих операционным размерам, параметры которых указаны на вкладке **Диаметральные**. При вводе данных важно обеспечить это соответствие.

### Номинальное знач., Верхнее отклонение, Нижнее отклонение

Известные числовые параметры операционного диаметрального размера (номинальное значение, верхнее и нижнее отклонения) можно внести с клавиатуры или помощью операции «скальвания» с эскиза, для этого используется кнопка справа от поля

### Номинальное знач.

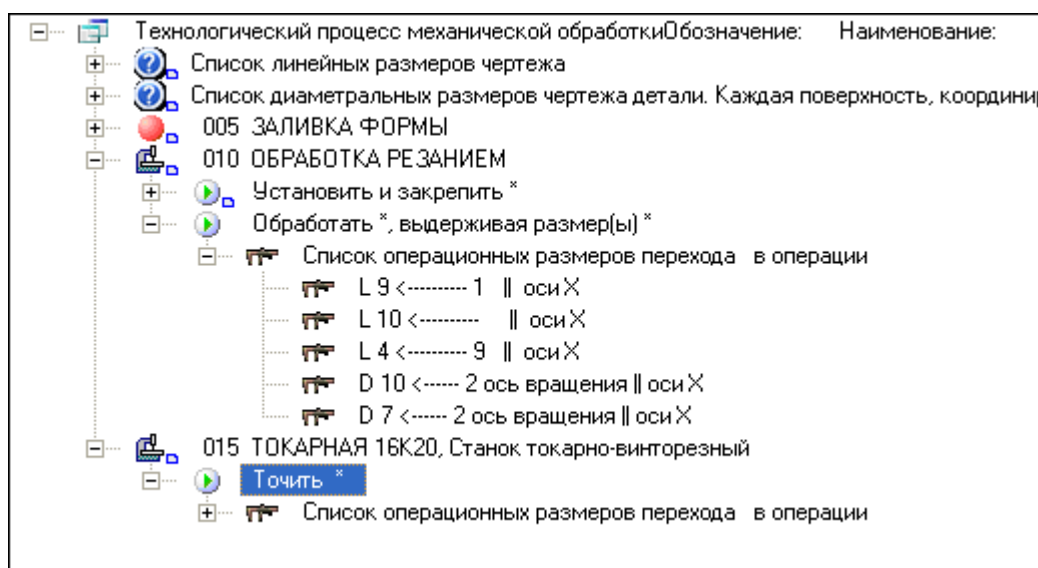




Рисунок 30- Результат выполнения диалога «Параметры операционных размеров»

При создании первого объекта **Операционный размер** автоматически создается объект **Список операционных размеров перехода**, который будет содержать все объекты **Операционный размер**, относящиеся к данному переходу. С помощью строки объекта **Список операционных размеров перехода** в дереве ТП можно скрыть (отобразить) строки объектов **Операционный размер** (рис.30).

Добавить новый операционный размер в **Список операционных размеров** можно с помощью кнопки  **Создать** на панели **Объекты**, если текущим объектом дерева техпроцесса выбрана строка объекта **Операционный размер** или строка **Список операционных размеров**. Если текущим объектом выбрана строка объекта **Переход**, то для добавления операционного размера нужно сделать выбор из меню (рис.25).

## 2.4. Корректировка объекта «Операционный размер»

В дереве техпроцесса для сохранения параметров операционных размеров создаются объекты двух видов: **Линейный операционный размер** и **Диаметральный операционный размер** (рис.30).

Для просмотра и корректировки этих объектов используется кнопка  **Корректировать** панели **Объекты**.



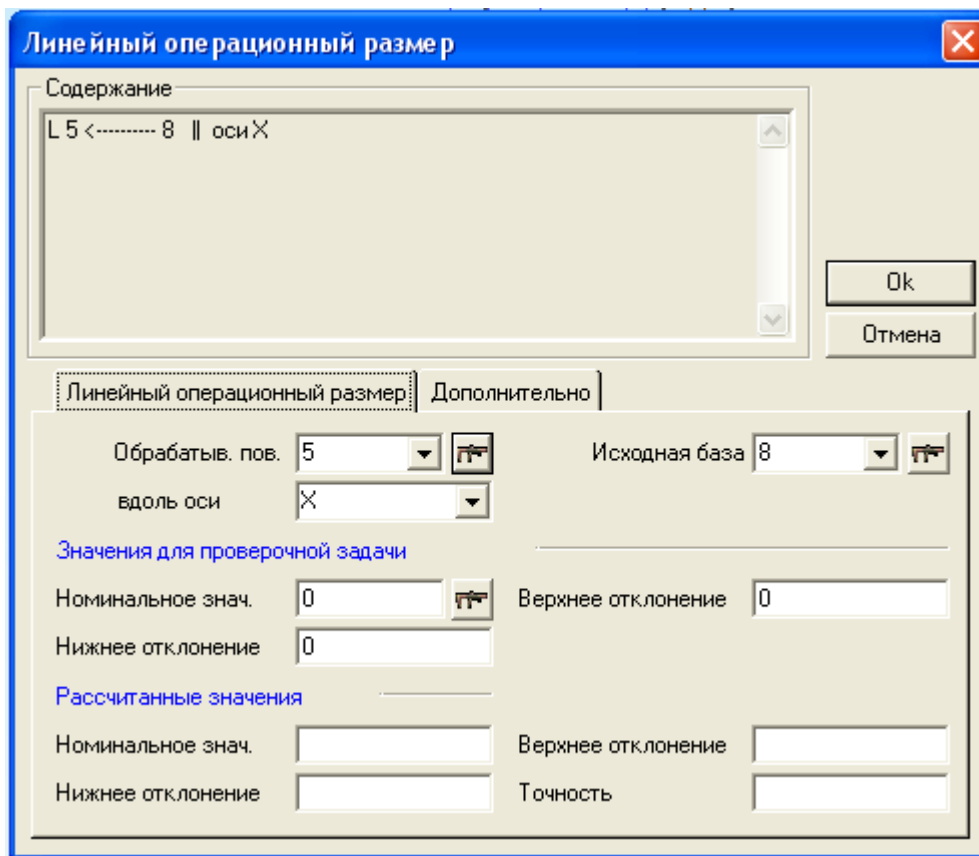


Рисунок 31- Форма объекта «Линейный операционный размер»

В форме **Линейный операционный размер** (рис. 31) представлены параметры, введенные при создании группы операционных размеров (см. пункт 2.2). Значения параметров можно изменить с клавиатуры, выбором из списка или скалыванием с эскиза.

### **Группа Рассчитанные размеры**

Значения параметров этой группы будут определены после выполнения расчета операционных размеров.


#### **Номинальное знач., Верхнее отклонение, Нижнее отклонение**

Рассчитанные значения операционного размера

#### **Точность**

Квалитет точности, соответствующий рассчитанным значениям номинала и допуска. Квалитетная точность определяется, исходя из средней экономической точности для данного вида обработки, и может быть ужесточена (повышена) для обеспечения точности линейных размеров конструкторского чертежа.

### 3. ВЫПОЛНЕНИЕ РАСЧЕТА ОПЕРАЦИОННЫХ РАЗМЕРОВ

Для выполнения расчета операционных размеров в дерево техпроцесса необходимо добавить специальный объект **Выполнить расчет операционных размеров**. Объект добавляется по кнопке  **Создать панели Объекты** и далее выбором из меню корневого элемента дерева техпроцесса (рис.32).

Объект **Выполнить расчет операционных размеров** добавляется в дерево техпроцесса только один раз, повторный расчет выполняется с помощью кнопки **Корректировать** на панели **Объекты**.

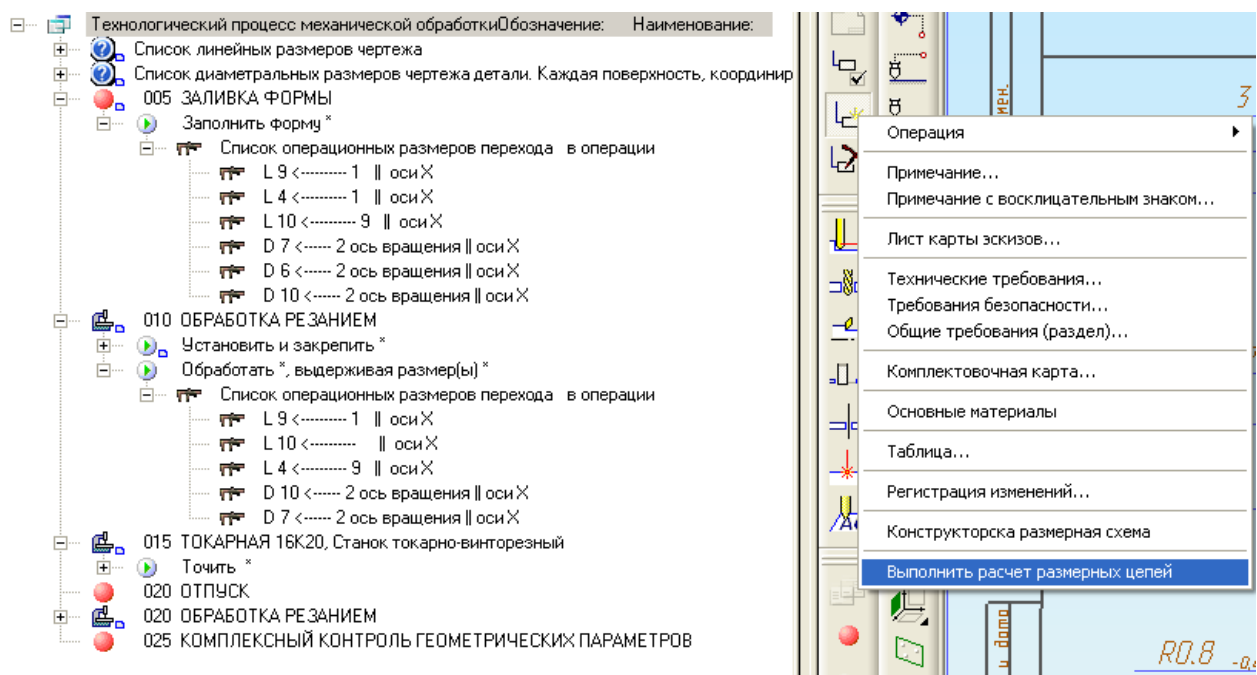


Рисунок 32- Запуск программы расчета операционных размеров, выбор пункта меню

В результате создания или корректировки объекта **Выполнить расчет операционных размеров** открывается форма (рис.33), содержащая информационное сообщение и кнопки управления расчетом.

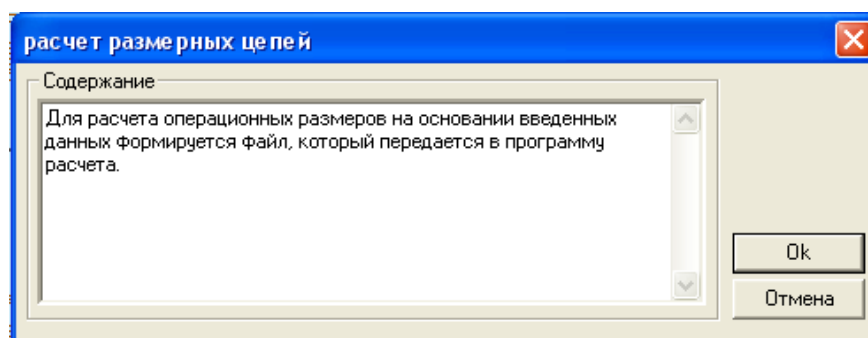


Рисунок 33- Информационная форма запуска алгоритма передачи данных в программу расчета операционных размеров

#### Кнопка ОК

Запускает алгоритм формирования текстового файла для передачи данных в программу расчета.

#### Кнопка Алгоритм

Запускает алгоритм передачи рассчитанных значений операционных размеров объектам дерева техпроцесса.

В результате выполнения алгоритма формирования файла данных могут быть выявлены ошибки в исходных данных. На рис.34 приведено сообщение о несоответствии закодированных данных чертежа детали и кодов, указанных в операционных размерах. Коды поверхностей, указанные в операционных размерах должны быть указаны при кодировании размеров чертежа детали.

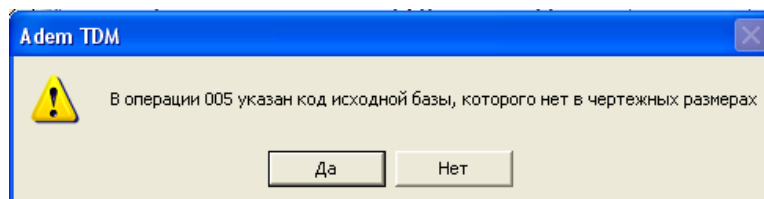


Рисунок 34- Сообщение об ошибке несоответствия кодирования размеров чертежа и операционных размеров

При обнаружении ошибки программа для расчета операционных размеров не запускается. Ошибку нужно исправить (в данном случае добавить пропущенный размер чертежа, (рис. 35) и запустить алгоритм формирования файла данных повторно.

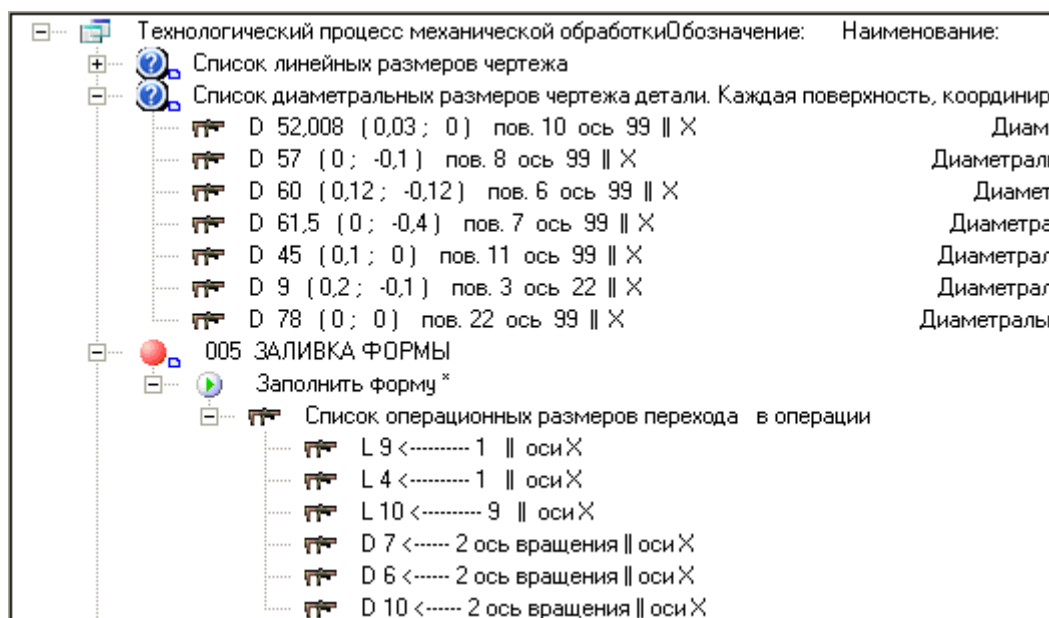


Рисунок 35- Демонстрация ошибки: диаметральные операционные размеры заданы от исходной базы 2, но среди диаметральных размеров чертежа поверхность 2 не указана

Если в процессе формирования файла данных ошибки не обнаружатся, то в среде модуля **ADEM CAPP** автоматически открывается форма программы для расчета операционных размеров (рис.36).

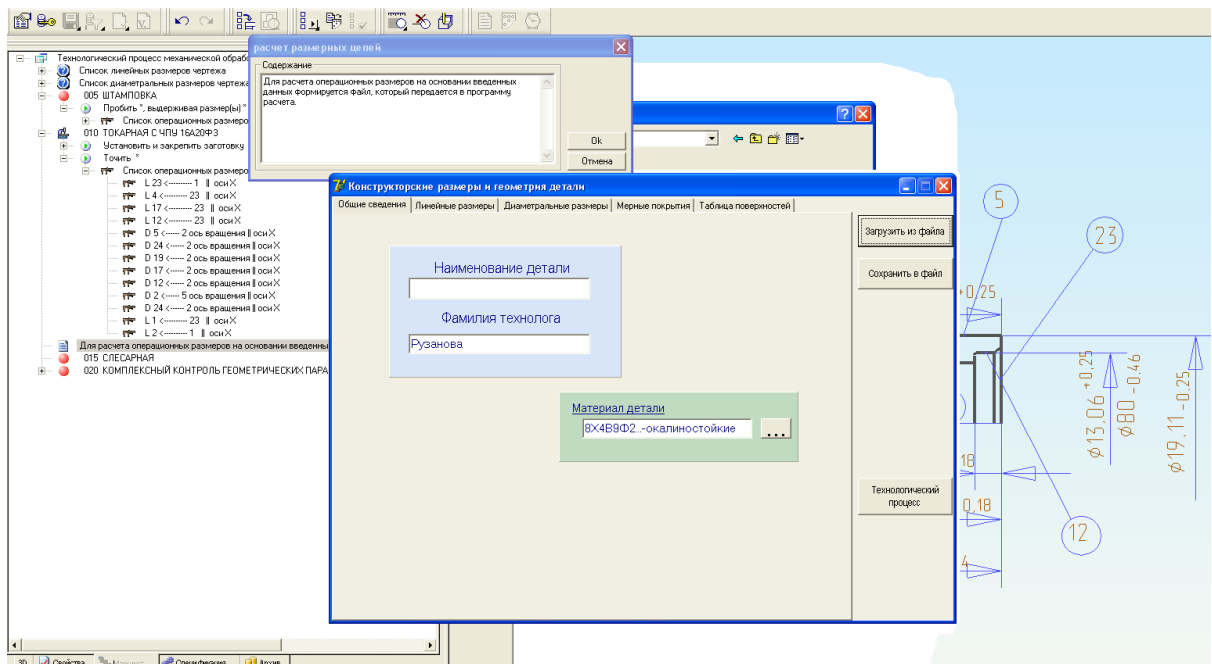


Рисунок 36- Запуск модуля расчета операционных размеров

Программа расчета операционных размеров может использоваться отдельно от модуля **ADEM CAPP**, поэтому имеет интерфейсные инструменты для ввода исходных данных с нуля.

Интерфейс программы расчета можно использовать для выявления структурных ошибок во введенных данных и оперативного их исправления.

Некоторые ошибки в исходных данных могут быть обнаружены в результате выполнения дополнительных алгоритмов, которые реализованы только в среде программы расчета операционных размеров, т.к. язык алгоритмов среды **ADEM CAPP** ограничен в средствах сложной организации данных.

## 4. ИНСТРУМЕНТЫ АНАЛИЗА РАЗМЕРНОЙ СХЕМЫ

### 4.1. Выбор схемы расчета

Запуск процесса расчета выполняется с помощью формы **Маршрут обработки** (рис.37) на которой предусмотрены кнопки для выбора режима расчета. При расчете операционных размеров последовательно решаются две задачи

- расчет размерно-точностных характеристик операционных размеров техпроцесса (проектная задача);
- анализ размерно-точностных характеристик (проверочная задача).

L/D	Обр. пов	Исх. база	Номинал	Верх. Откл.	Нижн. Откл.	Тосн.	Биение	X...
L	8	1	0	0	0	H11	0	X
L	5	8	0	0	0	H11	0	X
D	8	2	0	0	0	H11	0	X
D	10	2	0	0	0	H11	0	X
D	11	2	0	0	0	H11	0	X
L	10	9	0	0	0	H11	0	X
L	11	9	0	0	0	H11	0	X

Рисунок 37- Форма «Параметры маршрута обработки» программы расчета операционных размеров

#### Кнопка Расчет операционных размеров по нормативным данным

Выполняется расчет операционных размеров с учетом назначенной точности (в квалитетах). При расчете обратной задачи вычисляются величины припусков, которые соответствуют рассчитанным значениям операционных размеров. Рассчитанные значения припусков сопоставляются своим табличным значениям.

#### Кнопка Расчет операционных размеров по введенным допускам

Значения допусков операционных размеров определяются не по средней экономической точности метода обработки, а принимаются равными, указанным в параметрах операционных размеров. При расчете обратной задачи вычисляются величины припусков, которые соответствуют рассчитанным значениям операционных размеров. Рассчитанные значения припусков сопоставляются своим табличным значениям.

#### Кнопка Обратная задача по введенным значениям

Значения допусков операционных размеров принимаются равными, указанным в параметрах операционных размеров. При расчете обратной задачи вычисляются величины припусков, которые соответствуют введенным значениям операционных размеров. Рассчитанные значения припусков сопоставляются своим табличным значениям.

#### **Кнопка Проверка ошибок**

Выполняется проверка структуры операционных размеров техпроцесса.

Проверка ошибок выполняется автоматически при каждом запуске расчета (в любом режиме) после нажатия одной из кнопок «Расчет...».

Описание возможных ошибочных ситуаций и рекомендации по их исправлению (см. разделе 3,5).

### **4.2. Демонстрация результатов расчета**

В зависимости от цели расчета (какие заданы режимы расчета) на панели **Результаты расчета** можно просмотреть результаты расчета по проектной и проверочной задаче рассчитанных значений, или результаты проверочной задачи по введенным данным существующего ТП. Результаты расчета распределены по соответствующим страницам панели **Результаты расчета** (рис.38).

#### **4.2.1. Просмотр результатов расчетной задачи**

Демонстрация данных в таблице **Результаты расчета** управляется с помощью кнопок. Дополнительно в строке перед таблицей результатов выводится информационная строка с указанием режима выполненного расчета (рис.38)..

#### **Кнопка Рассчитанные параметры операционных размеров**

Переключает таблицу результатов для демонстрации рассчитанных значений операционных размеров (результаты прямой задачи).

#### **Таблица Рассчитанные параметры операционных размеров**

Содержит рассчитанные размерно-точностные характеристики операционных размеров одного перехода. Все результаты расчета можно просмотреть, перемещаясь по дереву маршрута обработки (с помощью мыши).

#### **L/D**

Обозначение типа операционного размера

L – линейный операционный размер; D-диаметральный операционный размер;; M-размер, регламентирующий глубину насыщения операции химико-термического упрочения (рис.39).

#### **Обр.пов., Исх.база**

Цифровые коды поверхностей детали, координируемых операционным размером

#### **Номинал, Верх.Откл., Нижн.Откл.**

Номинальное значение, Верхнее и Нижнее отклонения размера.

Глубина насыщения для результатов расчета химико-термической операции задается как верхнее отклонение, равное максимальной глубине насыщения и нижнее отклонение, равное минимальной глубине насыщения. Значения минимальной и максимальной глубин насыщения для разных поверхностей могут не совпадать, т.к. рассчитываются независимо по каждой поверхности (рис.39).

Реальные параметры операции ХТУ на основе анализа таблицы расчетных значений должен определить технолог и изменить параметр **Глубина насыщения** перехода химико-термической операции (см. раздел 2.4).

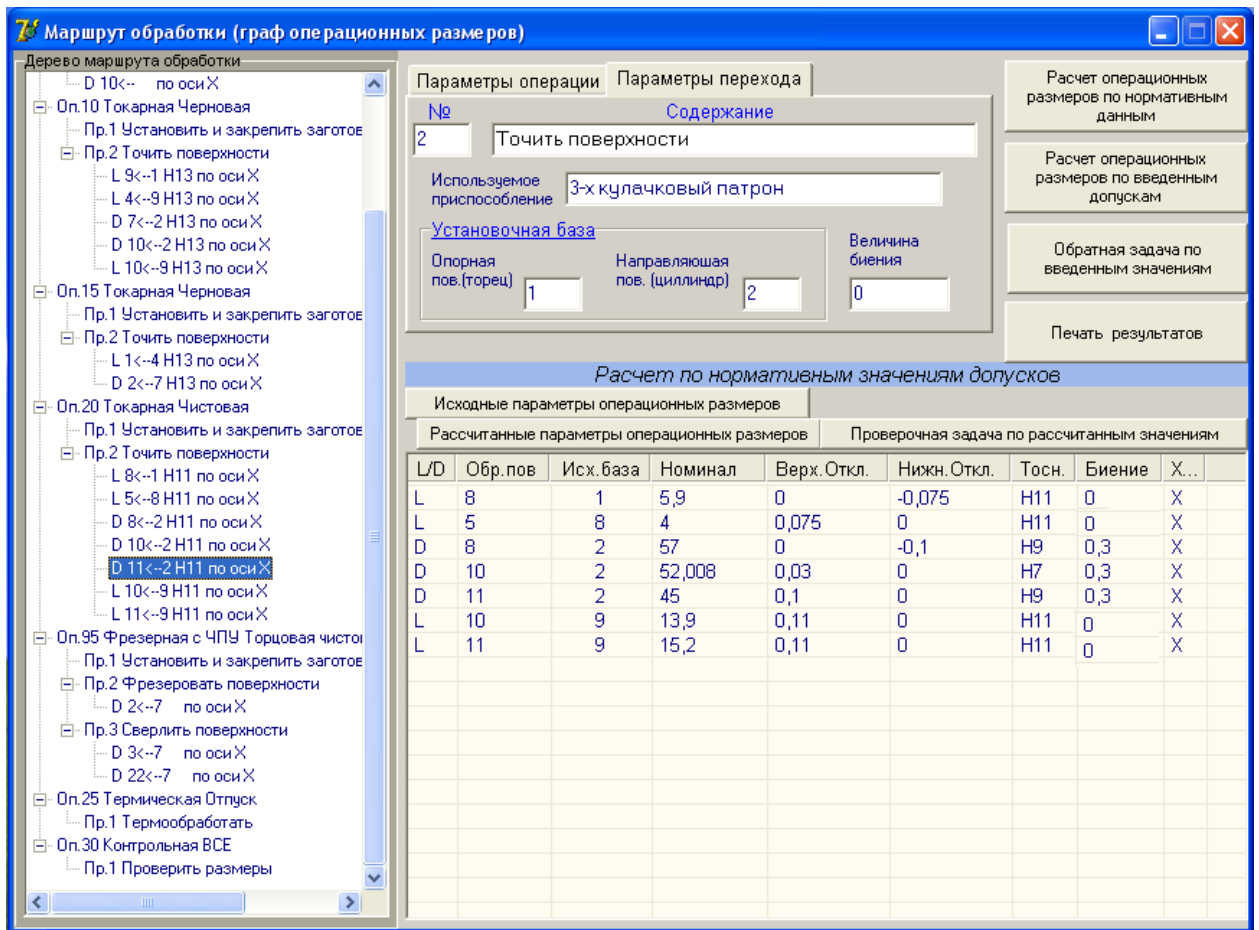


Рисунок 38- Форма «маршрут обработки» с результатами расчета

### Точн.

Квалитетная точность операционного размера, соответствующая его номинальному значению и допуску. Параметр может указывать на произведенное ужесточение точности операционного размера для обеспечения точности размеров чертежа детали (квалитетная точность указана выше средней экономической).

Для операции, выполняемой на станке с ЧПУ параметр Точн. не указывается. В этом случае при ужесточении размера уменьшается величина допуска на обработку.

### XYZ

Направление координатной оси операционного размера.

Расчитанные значения можно автоматически ввести в качестве исходных данных. После чего, исправив неудовлетворяющие вас предельные отклонения, можно выполнить повторный расчет, но уже в режиме указанных предельных отклонений. Тем самым будут скорректированы номинальные значения размеров. Таким способом можно получить результат более приближенный к реальным условиям техпроцесса изготовления рассматриваемой детали.

Программный расчет, возможно, страдает некоторой ограниченностью правил округления номинальных значений размеров до предпочтительных окончаний. Расчитанные значения можно ввести в качестве исходных, а затем, изменить неудовлетворяющие вас номиналы. Теперь нужно обязательно выполнить расчет по проверочной задаче, с помощью которого возможно оценить результаты влияния сделанных изменений на качество техпроцесса (см. выше). Такая процедура может быть повторена неоднократно для получения наилучшего результата.





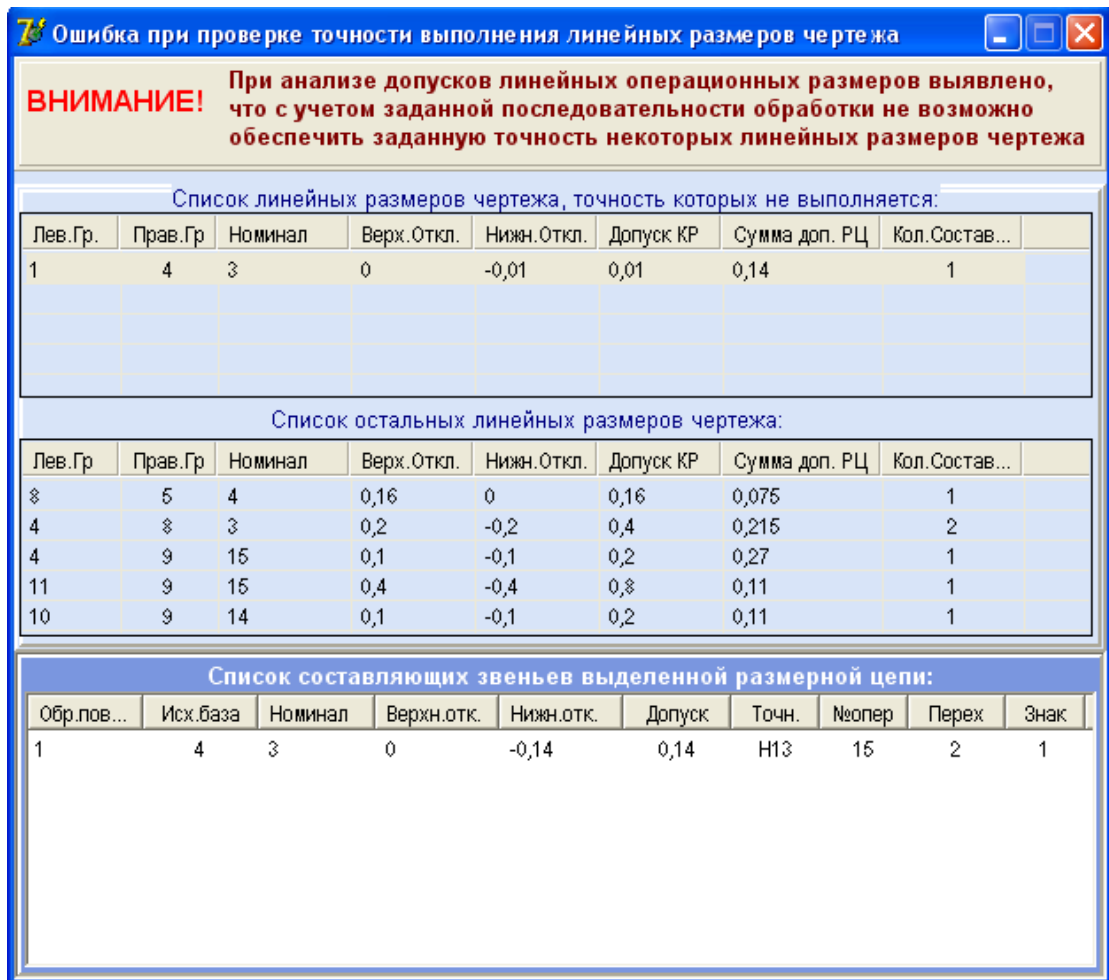


Рисунок 41- Форма просмотра размерных цепей на конструкторские линейные размеры

### Список линейных размеров чертежа, точность которых не выполняется

Содержит параметры линейных конструкторских размеров с указанием величины допуска, количества составляющих звеньев размерной цепи и суммы допусков составляющих звеньев. Сумма допусков превышает допуск конструкторского размера.

#### Лев.Гр., Прав.Гр.

Коды поверхностей, координируемых линейным конструкторским размером

#### Номинал, Верх.Откл., Нижн.Откл.

Номинальное значение, верхнее и нижнее отклонение линейного размера по чертежу.

#### Допуск КР

Допуск конструкторского линейного размера, определяется как: верхнее отклонение – нижнее отклонение.

#### Сумма доп.РЦ

Сумма допусков составляющих звеньев (операционных размеров) размерной цепи.

#### Кол.Состав.

Количество составляющих звеньев размерной цепи.

### Список остальных линейных размеров чертежа

Содержит параметры линейных конструкторских размеров с указанием величины допуска, количества составляющих звеньев размерной цепи и суммы допусков составляющих звеньев. Сумма допусков не превышает допуск конструкторского размера.

## **Список составляющих звеньев выделенной размерной цепи**

Таблица отображает параметры операционных размеров, которые входят в размерную цепь, замыкающим звеном которой является конструкторский размер, выделенный в таблице «Список линейных размеров чертежа, точность которых не выполняется» или в таблице «Список остальных линейных размеров чертежа»

### **Обр.Пов, Исх.база**

Коды поверхностей линейного операционного размера (составляющее звено).

### **Номинал, Верхн.Отк., Нижн.Отк.**

Номинальное значение, верхнее и нижнее отклонение линейного операционного размера.

### **Допуск КР**

Допуск составляющего звена, определяется как: верхнее отклонение – нижнее отклонение операционного размера.

### **Точн.**

Назначенная точность выполнения операционного размера. Точность назначается по нормативным данным как средней экономичной метода обработки, или может быть явно указана в параметрах операционного размера (раздел ).

### **№опер., Переход**

Номер операции, номер перехода в операции, при выполнении которого выдерживается операционный размер.

### **Знак**

Может иметь значения: 1 или -1. Увеличивающее звено размерной цепи имеет знак 1, уменьшающее звено – знак -1.

Форма (рис.41) содержит достаточно информации для принятия решения по исправлению ситуации. Изменить выявленную ситуацию можно либо увеличив допуск конструкторского размера, либо уменьшив сумму допусков составляющих звеньев.

Первое возможно, если заданная точность конструкторского размера не обосновано высока (возможно просто техническая ошибка при вводе данных).

Уменьшить сумму допусков составляющих звеньев можно сократив количество звеньев размерной цепи. Для этого возможно, потребуется:

- изменить схему простановки операционных размеров в переходе (совместить конструкторскую и исходную базы, раздел );
- изменить порядок выполнения операций (раздел );
- ввести дополнительную операцию, в которой по кратчайшей размерной цепи выдерживается точность конструкторского размера (раздел );

Кроме того, можно увеличить точность выполнения операционных размеров, для этого

- указать явно более точный квалитет выполнения операционного размера;
- ввести дополнительную операцию (переход) более качественной обработки (читовая, тонкая; раздел );
- выполнять обработку на станке с ЧПУ (раздел ). Суммирование допусков операционных размеров при обработке на станках с ЧПУ выполняется по иным правилам, в соответствии с физикой процесса. Обработка выполняется с более высокой точностью.

## **4.2.2.2. Анализ выполнения точности конструкторских размеров по результатам проверочной задачи расчетных значений**



На основании анализа рассчитанных данных, если есть неоправданный запас по точности конструкторских размеров (графы Зап.min, Зап.max), то можно расширить допуски соответствующих составляющих звеньев и выполнить расчет заново.

Для каждого конструкторского размера можно просмотреть состав размерной цепи (рис.41). Перейти в режим просмотра размерной цепи (параметров составляющих звеньев) можно двойным щелчком мышки по выбранной строке таблицы **Результатов выполнения точности....**

В таблице составляющий звеньев указываются все размерно-точностные параметры и знак составляющего звена: для увеличивающих звеньев размерной цепи и -1 – для – уменьшающих (рис.43).

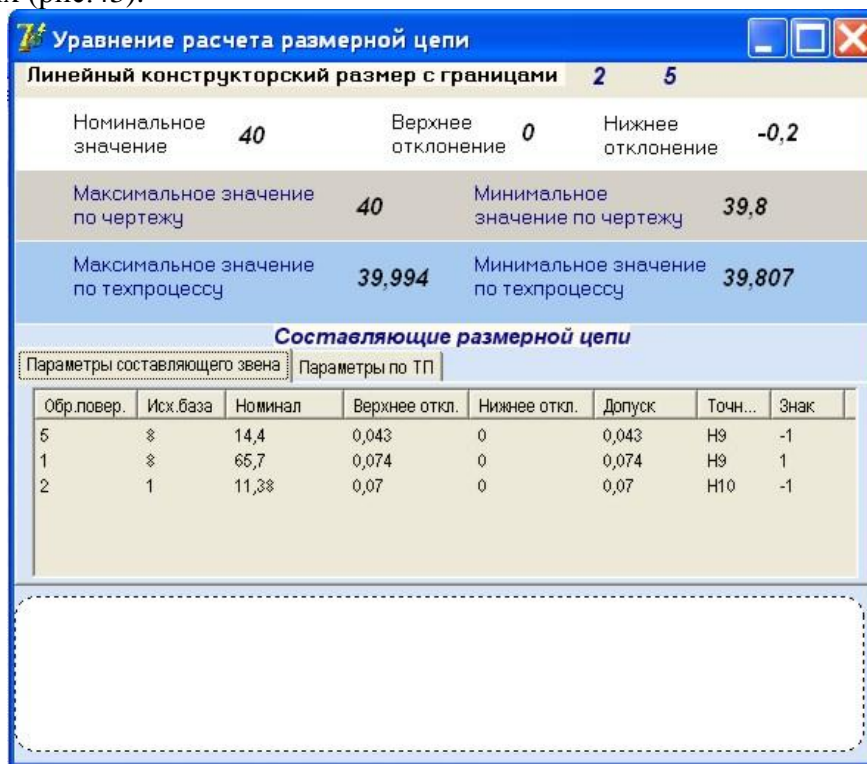


Рисунок 43- Параметры обеспечения точности линейного размера чертежа и список составляющих звеньев размерной цепи

Для расширения допуска операционного размера можно изменить точность выполнения операционного размера (см. раздел 2.4).

#### 4.2.3. Просмотр результатов проверочной задачи

При проверочной задаче дается заключение о качестве техпроцесса с позиций обеспечения точности конструкторских размеров и удаления  $Z_{min}$ .

Панель результатов расчета содержит вкладку **Таблица припусков (проверочный расчет)** (рис.44). Все результаты расчета можно просмотреть, перемещаясь по дереву маршрута обработки (с помощью мыши).

#### Кнопка Проверочная задача по рассчитанным значениям

Переключает таблицу результатов для демонстрации результатов проверочной задачи рассчитанных операционных размеров.

#### Кнопка Проверочная задача по введенным значениям

Переключает таблицу результатов для демонстрации результатов проверочной задачи введенных значений операционных размеров. Кнопка отображается, если выбран соответствующий режим расчета (раздел 4.1).



толщиной нормативного припуска. Может возникнуть брак из-за неправильной обработки детали. Подсчитанные значения указывают вероятный процент брака.

При отрицательном результате расчета по проверочной задаче в таблице припусков в столбцах «**Деф.min**» и «**Деф.max**» имеются ненулевые значения.

#### 4.2.3.1. Анализ выполнения точности конструкторских размеров по результатам проверочной задачи по введенным данным

В результате выполнения расчета по проверочной задаче, можно просмотреть таблицу выполнения точности размеров, заданных в чертеже детали.

При переходе в дереве маршрута обработки к строке «Контрольной операции» демонстрируется таблица (рис.42) исходных конструкторских размеров и их фактических значений, которые рассчитаны по значениям операционных размеров существующего техпроцесса.

Таблица содержит параметры

##### **Деф.Min, Деф.Max**

При расчете обратной задачи по введенным значениям техпроцесса определяется процент разницы минимально (максимально) допустимого значения размера по чертежу и значения в столбце Min (Max). Процент отнесен к величине допуска размера по чертежу.

Параметры вычисляются, если значения, рассчитанные по размерной цепи, выходят за пределы поля допуска конструкторского размера, это возможно при анализе введенных размерных данных операционных размеров.

Параметры указывают на то, что точность, заданная по чертежу, для некоторых деталей в партии выполнена не будет. Подсчитанные значения указывают вероятный процент брака.

Результат расчета положительный, если отсутствуют смещения фактических полей допусков конструкторских размеров относительно заданных по чертежу, т.е. отсутствуют ненулевые значения в графах **Деф.min** и **Деф.max**.

Если результат расчета отрицательный, то:

1. Необходимо выполнить расчет (проектной и проверочной задач) с точностью, заданной по базовому техпроцессу. При этом будут скорректированы величины номинальных значений (если было смещение фактического поля допуска относительно чертежного) и их допуска (если был брак по точности).

2. Если в пункте 1, цель не достигнута, то необходимо корректировать структуру техпроцесса следующими возможными способами:

- изменить схемы координирования обрабатываемых поверхностей без изменения технологических баз и последовательности обработки поверхностей;
- изменить технологические базы без изменения последовательности обработки поверхностей;
- ввести дополнительную ступень обработки поверхности в существующую операцию;

- ввести дополнительную ступень обработки путем организации новой операции,

Приведенные способы корректировки структуры техпроцесса можно применять в произвольной последовательности и комбинировать. Тестовое изменение структуры техпроцесса (например, по первым двум направлениям корректировки) можно выполнить, используя интерфейс программы расчета операционных размеров (см. раздел).

Изменение параметров операционных размеров будет в дальнейшем передано в структуру объектов модуля.

## 5. ПОЛУЧЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА

Объекты **БДА**, созданные для расчета операционных размеров могут быть сохранены в ADM - файле (\*.adm) и в дальнейшем использоваться для текущего редактирования или как прототип для нового документа.

### 5.1. Вывод на печать результатов расчета

Программа расчета операционных размеров формирует файл документа Word (\*.doc) в котором представлены введенные данные и результаты расчета. Документ содержит рассчитанные значения операционных размеров, операционных припусков, результаты проверки точности выполнения конструкторских линейных размеров чертежа, обеспечения технических требований радиальных биений и расчетные уравнения размерных цепей линейных размеров и операционных биений.

Файл результатов формируется после нажатия клавиши «Печать результатов» (рис.39).

Фамилия технолога Рамзаева Номер детали  
Расчет параметров по нормативным значениям  
5 Заготовительная Штамповка 5клт

Обраб. пов.	Исход. база	Номинальное значение	Верхнее отклонение	Нижнее отклонение	Точн. (квал.)	Биение	XYZ	Обознач.	Припуск табл.	Припуск Z <sub>min</sub>	Припуск Z <sub>max</sub>	Запас min(%)	Запас max(%)	Дефицит min(%)	Дефицит max(%)
D 3	3	51,4	0,7	-0,5			X	D1	0	0	0	0	0	0	0
L 1	2	102,1	1,1	-0,7			X	A1	0	0	0	0	0	0	0
D 4	3	81,4	0,9	-0,6			X	D2	0	0	0	0	0	0	0

10 Токарная Черновая

Пр.1 Установить и закрепить заготовку в приспособлении  
Приспособление 3-х кулачковый патрон

Пр.2 Точить поверхности

Обраб. пов.	Исход. база	Номинальное значение	Верхнее отклонение	Нижнее отклонение	Точн. (квал.)	Биение	XYZ	Обознач.	Припуск табл.	Припуск Z <sub>min</sub>	Припуск Z <sub>max</sub>	Запас min(%)	Запас max(%)	Дефицит min(%)	Дефицит max(%)
L 1	2	100,9	0	-0,54	H13		X	A2	0,5	0,5	2,84	0	0	0	0
D 4	3	80	0	-0,1	H9	0,56	X	D3	0,2	0,291	1,309	45,4	0	0	0
L 5	1	50,6	0	-0,39	H13		X	A4	0	0	0	0	0	0	0
L 9	5	20,3	0	-0,33	H13		X	A5	0	0	0	0	0	0	0
D 10	3	22	0	-0,01	H6	0,56	X		0	0	0	0	0	0	0

15 Токарная Чистовая

Пр.1 Установить и закрепить заготовку в приспособлении  
Приспособление 3-х кулачковый патрон

Пр.1 Точить поверхности

Обраб. пов.	Исход. база	Номинальное значение	Верхнее отклонение	Нижнее отклонение	Точн. (квал.)	Биение	XYZ	Обознач.	Припуск табл.	Припуск Z <sub>min</sub>	Припуск Z <sub>max</sub>	Запас min(%)	Запас max(%)	Дефицит min(%)	Дефицит max(%)
L 2	1	99,8	0	-0,22	H11		X		0,5	0,56	1,32	12	0	0	0
D 3	4	50	0	-0,16	H11	0,3	X		0,2	0,264	1,316	31,9	0	0	0
L 8	1	61,6	0,19	0	H11		X		0	0	0	0	0	0	0
D 11	4	12	0	-0,11	H11	0,3	X		0	0	0	0	0	0	0

20 Токарная Тонкая

## 6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА ДЛЯ ПРОВЕРКИ ОШИБОК И КОРРЕКТИРОВКИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Введенные из файла, сформированного в модуле, данные размещены в двух формах программы расчета:

- форме **Конструкторские размеры и геометрия детали** (рис. 43);
- форме «Дерево маршрутной технологии» (кнопка «Технологический процесс» открывает форму).

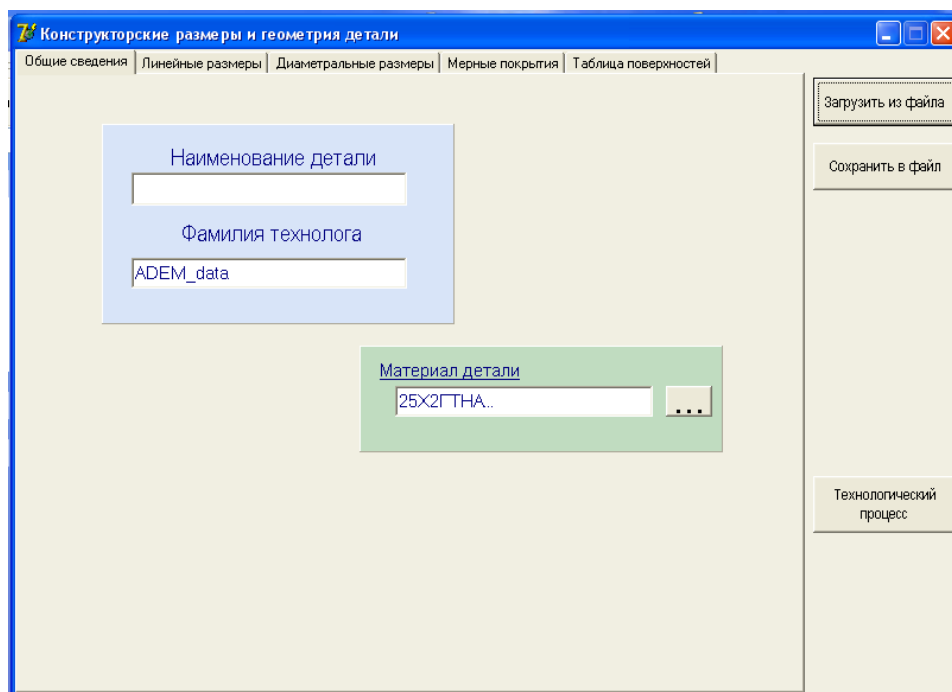


Рисунок 45- Форма Конструкторские размеры и геометрия детали

### 6.1. Использование формы «Конструкторские размеры и геометрия детали» для выявления ошибок и корректировки исходных данных

Форма (рис.45) содержит 5 вкладок для ввода и корректировки исходных данных конструкторского чертежа детали.

#### Страница Общие данные

Отметим параметр, который требует определения перед выполнением расчета.

#### Марка материала детали

Параметр используется для определения нормативных данных операционных припусков. В модуле параметр материала детали вводится произвольно с клавиатуры и используется для оформления пакета технологической документации. Для расчета операционных размеров нужно выбрать определенную группу, к которой относится материал детали. Выбор конкретной марки материала может соответствовать указанной в чертеже только по начальным символам. Справочник материалов открывается по кнопке «...»

#### Страница Линейные размеры

Эскиз страницы приведен на рис.46. Содержит таблицу линейных размеров чертежа детали, аналогично объекту **Список линейных размеров чертежа** в дереве техпроцесса в модуле **ADEM CAPP** (раздел 1.3).



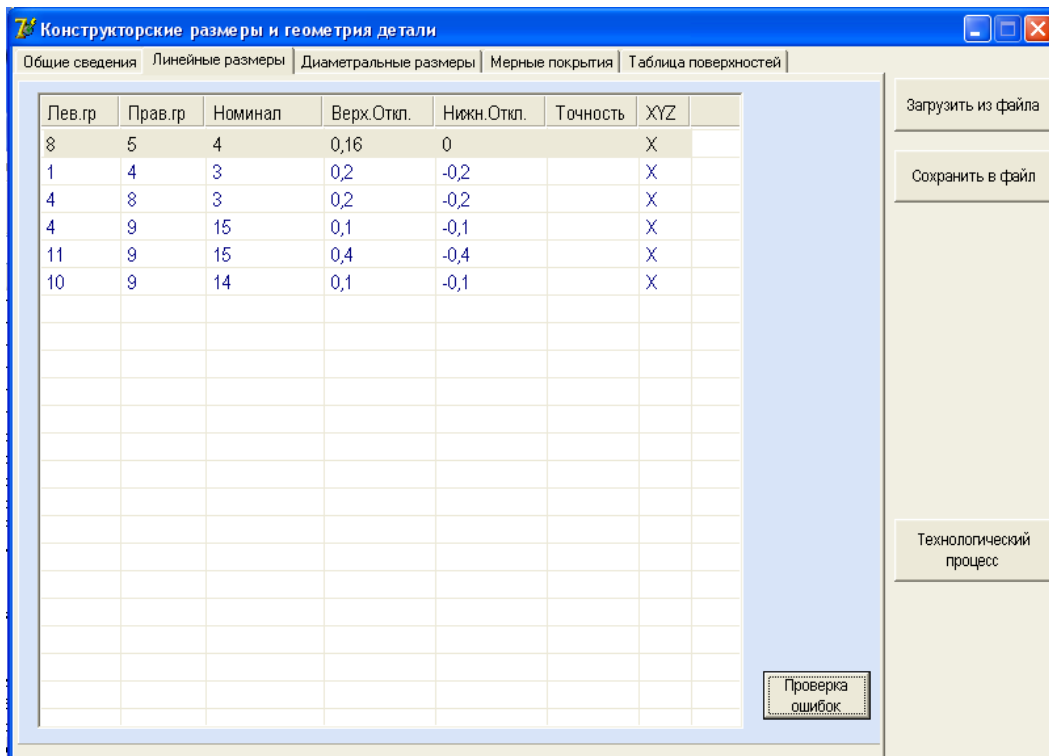


Рисунок 46- Форма Конструкторские размеры и геометрия детали. Страница Линейные размеры

### Кнопка Проверка ошибок

Запускает процедуру проверки структуры введенного списка линейных конструкторских размеров (см. раздел).

### Страница Диаметральные размеры

Содержит таблицу диаметральных размеров чертежа детали, аналогично объекту дерева техпроцесса **Список диаметральных размеров чертежа** (см. раздел 1.4).

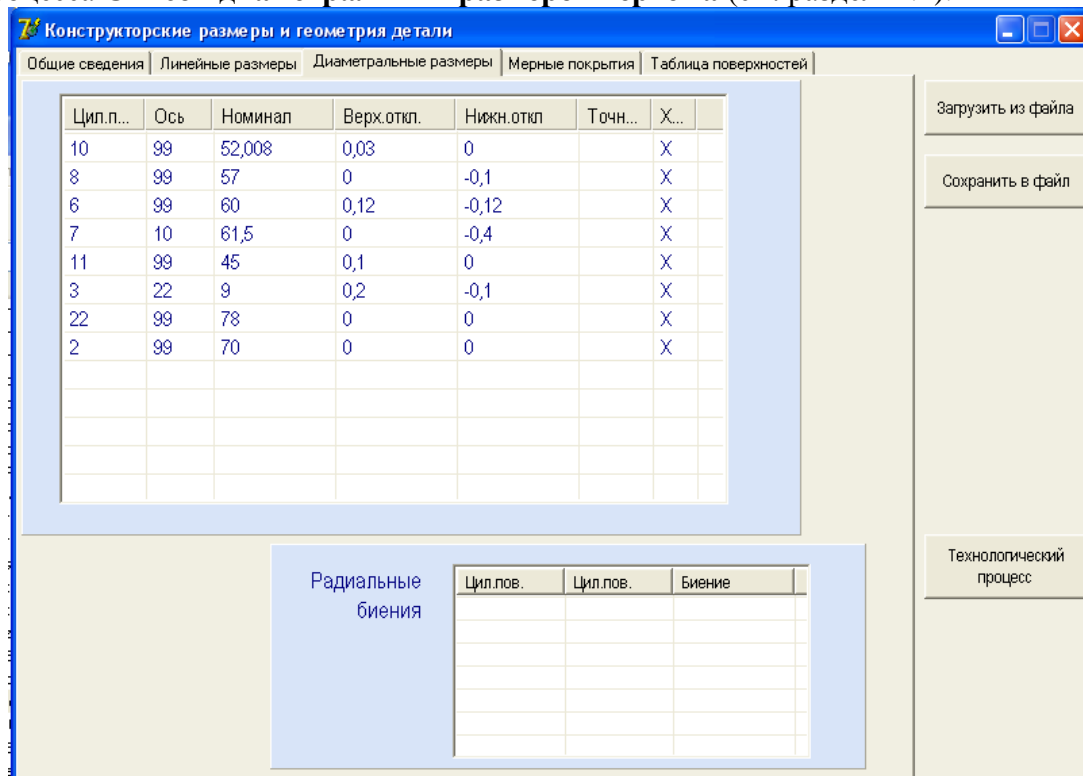


Рисунок 47- Страница Диаметральные размеры на главной форме программы

## Группа Радиальные биения

Содержит список регламентируемых радиальных биений, если он имеется в чертеже детали. Значения радиальных биений можно внести в соответствующую таблицу только, если в таблице диаметральных размеров заполнено хотя бы две строки.

## Страница «Мерные покрытия»

Содержит таблицу регламентируемых конструкторским чертежом детали мерных покрытий (рис.48).

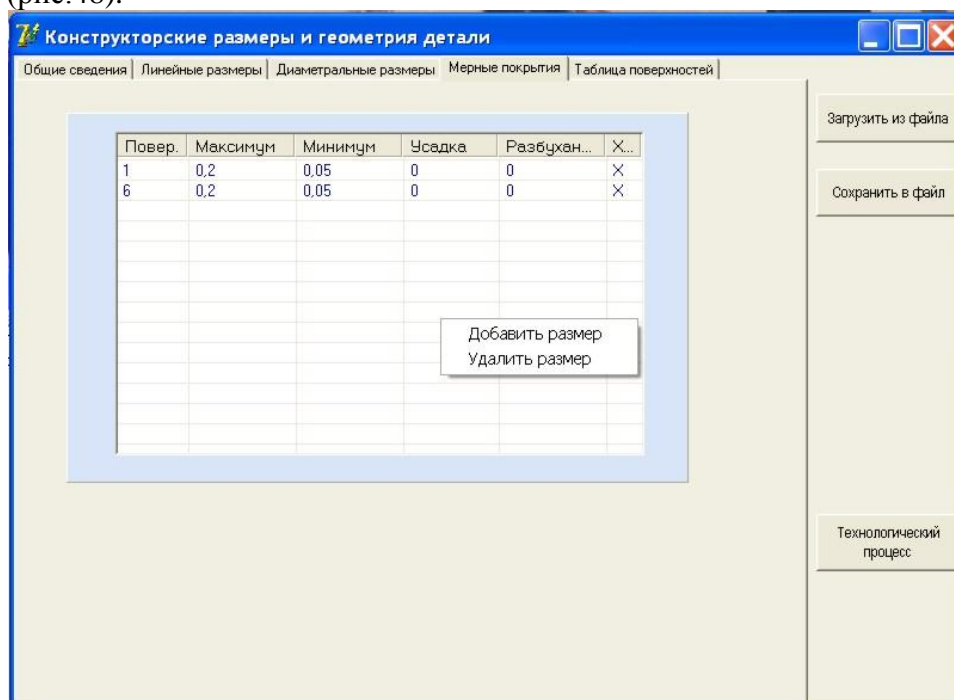


Рисунок 48- Страница Мерные покрытия

### Повер.

Цифровой код поверхности, для которой в чертеже детали указана глубина насыщения.

### Максимум, Минимум

Значения максимальной и минимальной глубины поверхностного насыщения

### Усадка/Разбухание

Статистические данные изменения состояния поверхностей детали после операции химико-термической обработки.

### Страница Таблица поверхностей

Предназначена для проверки последовательности кодов поверхностей линейных размеров и геометрических параметров всех поверхностей детали (рис.47)..

Ошибка влияет на определение знака составляющего звена в уравнении размерной цепи, номинальных значений и допусков операционных размеров.

Порядок записи кодов поверхностей, определяемых диаметральными размерами, значения не имеет.

Данные на странице **Таблица поверхностей** представлены в правильном порядке только после выполнения проверки на странице **Линейные размеры** (или после выполнения расчета).

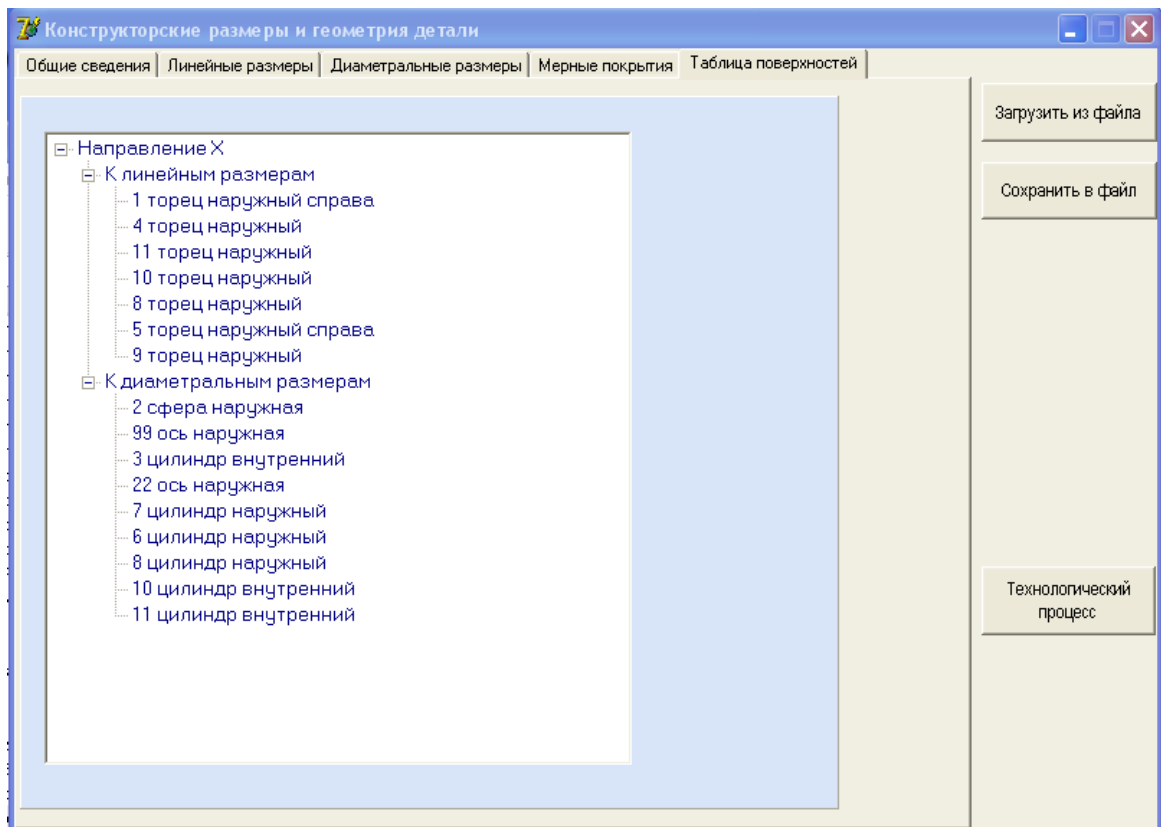


Рисунок 50- Форма Конструкторские размеры и геометрия детали. Страница Таблица поверхностей

В результате выполнения проверки (если выдано сообщение «Все в порядке») программа упорядочит коды поверхностей по каждому координатному направлению слева направо, как они нанесены на чертеже.

Просмотрев список на странице «Таблица поверхностей» можно выявить несоответствие: коды поверхностей, координируемых линейными размерами, перечислены иначе, чем по чертежу.

Ошибка может быть следствием двух причин

1. Нарушено правило записи кодов поверхностей линейных размеров (перепутаны правая и левая границы);
2. Неправильно указаны величины номинальных значений.

Для исправления ошибок можно использовать интерфейс программы расчета, или с помощью мыши перейти в окно модуля **ADEM CAPP** (см. раздел 2.4, 2.1).

### 6.1.1. Корректировка списка линейных размеров чертежа

При выполнении проверки структуры линейных размеров (кнопка Проверка ошибок, рис. ), могут быть выявлены следующие ситуации, требующие исправления:

#### Во-первых

Список линейных размеров, параллельных одному координатному направлению, должен быть связным, т.е. из любого кода границы можно построить последовательность чертежных размеров, приводящую к любому другому коду границы. Если при проверке выявлено нарушение этого правила, пользователь получит соответствующее сообщение об ошибке.

Ошибка может быть следствием того, что в список линейных размеров внесены не все размеры чертежа детали. По чертежу детали необходимо выявить недостающий размер (размеры) и добавить их.

Ошибка может возникнуть, если для некоторого размера (размеров) из списка неправильно указано направление координатной оси, т.е. размер «падает не в свое направление». Скорректировать параметры размера из списка можно двойным щелчком мыши по строке нужного размера, - загружается форма «Параметры линейного размера».

#### Во-вторых

В список линейных размеров внесены «лишние» размеры. Иногда конструкторский чертеж содержит размеры «для справки», явно указывающие расстояние между некоторыми поверхностями детали, хотя это расстояние может быть вычислено исходя из других линейных размеров чертежа.

Расчет значений операционных размеров выполняется путем решения системы уравнений. Для получения единственного решения системы уравнений необходимо чтобы количество неизвестных было равно количеству уравнений. Количество уравнений размерной схемы определяется количеством замыкающих звеньев, т.е. и количеством конструкторских размеров в том числе.

Из списка размеров следует удалить строки менее важных размеров «для справки», чтобы расчет выполнялся с учетом размеров конструкторского чертежа, параметры которых должны обеспечиваться по техпроцессу с заданной точностью.

#### В- третьих

Неправильное упорядочение кодов поверхностей, координируемых линейными размерами в сравнении с чертежом детали (см. описание таблицы поверхностей).

Для исправления ошибок можно использовать интерфейс программы расчета размеров, при передаче результатов расчета в модуль **ADEM CAPP** изменения будут отражены в объектах размерной схемы модуля (см. раздел 2.4, 2.1)..

Строки таблицы на вкладке **Линейные размеры** можно добавлять и удалять с помощью контекстного меню.

Рисунок51. Форма для ввода и корректировки параметров линейного размера чертежа и характеристик геометрии, координируемых им поверхностей

Корректировать введенные данные можно с помощью формы **Параметры конструкторского размера** (рис.51), которая загружается двойным щелчком мыши в соответствующей строке списка линейных размеров.

Назначение элементов формы «**Параметры линейного размера чертежа**» аналогично параметрам формы объекта «**Линейный размер чертежа**» модуля

### 6.1.2. Корректировка списка диаметральных размеров чертежа

Рисунок 52- Форма для внесения, корректировки параметров конструкторского диаметрального размера и характеристик геометрии, описываемой им поверхностью

Строки таблицы можно добавлять и удалять с помощью контекстного меню. Корректировать введенные данные можно с помощью формы **Параметры диаметрального конструкторского размера** (рис.52), которая загружается двойным щелчком мыши в соответствующей строке списка диаметральных размеров (стр.47).

### 6.1.3. Корректировка таблицы радиальных биений

Элементы таблицы добавляются и удаляются с помощью контекстного меню. При добавлении новой строки в список радиальных биений открывается форма **Параметры радиального биения** (рис.53). Для корректировки параметров биения эту форму можно открыть двойным щелчком мыши по строке таблицы в **Группе Радиальные биения** (рис.47).

Рисунок 53- Форма ввода и корректировки параметров радиального биения, указанного в чертеже детали

### Направление ориентации диаметральных поверхностей

Направления оси вращения диаметральных поверхностей, положение которых регламентируется радиальным биением. Первоначально установлена ось X.

## Коды цилиндрических поверхностей

Содержат коды диаметральных поверхностей, для которых регламентируется значение радиального биения. Значения выбираются из списка. Выпадающий список диаметральных поверхностей содержит список кодов поверхностей, ось вращения которых определена параметром формы.

### Величина биения

Числовое значение, указанное в чертеже детали. Вносится с клавиатуры.

#### 6.1.4. Добавление данных в таблицу Мерные покрытия

Для добавления нового размера (размеров), регламентирующих параметры поверхностного насыщения, применяется форма **Параметры химико-термического упрочнения** (рис.54). Форма вызывается по строке **Добавить размер** контекстного меню на странице **Мерные покрытия** (рис.48).

Параметры химико-термического упрочнения

Глубина покрытия

Max 0,2 Min 0,05

Статистика по усадке/разбуханию

Max Min

Все поверхности

Перечислить поверхности 1,6

Выбрать поверхность

Cancel OK

Рисунок 54- Форма определения параметров мерных покрытий

### Группа Глубина покрытия

#### Max, Min

Максимальное, минимальное значения глубины насыщения на окончательно обработанной поверхности

### Группа Статистика по усадке/разбуханию

#### Max, Min

Значения указываются при имеющейся статистике по усадке (разбуханию). Значения усадки указываются со знаком минус, значения разбухания - без знака (со знаком плюс).

### Все поверхности

Признак указывает, что для всех поверхностей детали выполняется контроль глубины мерного покрытия в указанном интервале. При выборе этого параметра в список мерных покрытий добавится строки размеров для каждой поверхности, внесенной в список поверхностей чертежа детали. Параметр удобно использовать, если в чертеже детали параметры насыщения указаны для многих поверхностей. Лишние размеры из списка мерных покрытий можно затем удалить с помощью контекстного меню.

### Перечислить поверхности

Содержит список поверхностей детали, которым соответствуют значения глубины покрытия.

### Выбрать поверхность

Содержит цифровой код поверхности, для которой глубина насыщения поверхностного слоя задана в параметрах глубины покрытия. Параметр устанавливается при загрузке формы.

## 6.2. Использование формы *Маршрут обработки (граф операционных размеров)* для выявления ошибок и корректировки исходных данных

Данные о технологическом процессе формирования детали представляются в виде дерева маршрута обработки аналогично дереву объектов модуля. Форма предназначена для ввода, корректировки исходных данных, выбора режима расчетной задачи и просмотра результатов расчета.

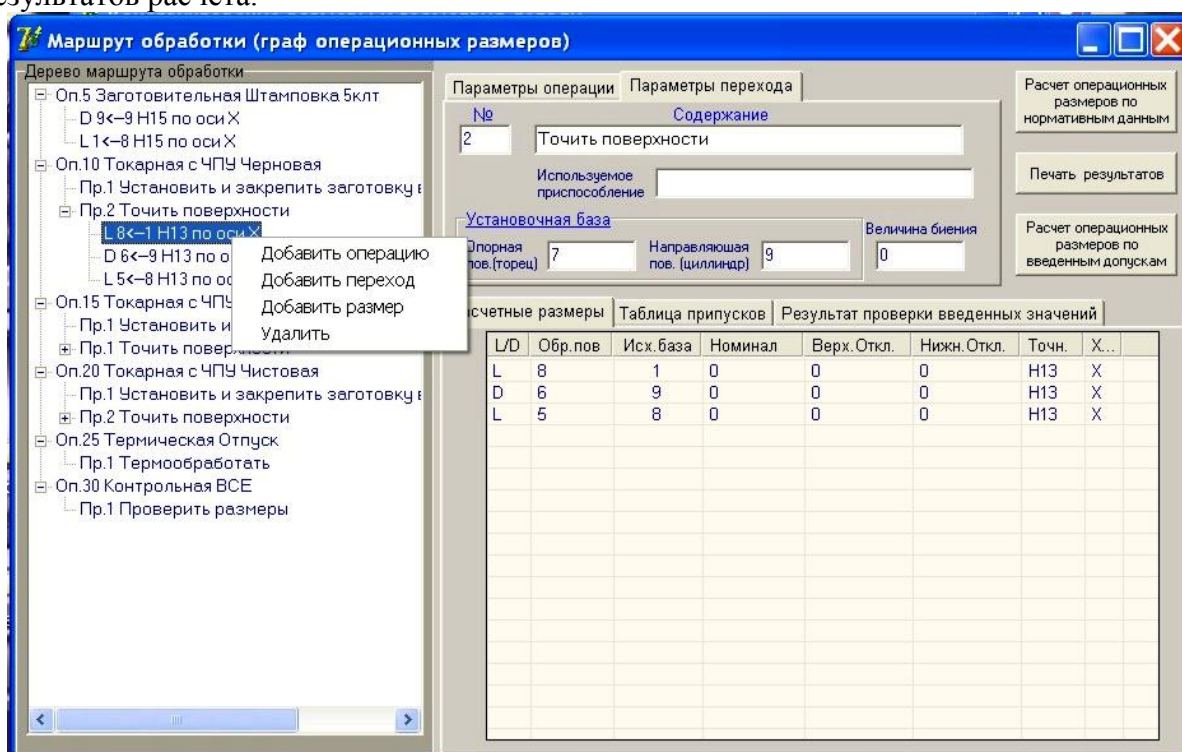


Рисунок 55- Форма корректировки дерева маршрута обработки и просмотра результатов расчета размерно-точностных характеристик операционных размеров

### Дерево маршрута обработки

Отображает иерархическое дерево маршрута обработки детали. Дерево состоит из операций, операции включают в себя переходы, в переходы обработки включаются операционные размеры.

### Вкладка **Параметры операции**

Отображает параметры операции, выделенной курсором в дереве техпроцесса (текущей операции). Параметры можно корректировать с клавиатуры.

### Вкладка **Параметры перехода**

Отображает параметры перехода, выделенного курсором в дереве техпроцесса (текущего перехода). Параметры можно корректировать с клавиатуры.

### Кнопка **Проверка ошибок**

Для выполнения принудительной проверки структуры операционных размеров в дереве маршрута обработки.

Выполняется проверка соответствия кодов поверхностей указанных в списках конструкторских размеров и кодов, указанных при записи операционных размеров в дереве маршрута обработки. Возможны следующие ошибочные ситуации

#### Во-первых

Коды поверхностей, указанные в конструкторских размерах не использованы в качестве обрабатываемой поверхности ни в одной строке операционного размера, т.е. поверхность по маршруту не обрабатывается и в исходной заготовке она так же не присутствует.

Вероятнее всего, пропущен некоторый операционный размер.

#### Во-вторых

В качестве исходной базы линейного операционного размера или установочной базы диаметального операционного размера указан код поверхности, которая по техпроцессу ранее не обработана, т.е. этот код не указан в размерах заготовительной операции и не указан в качестве кода обрабатываемой поверхности ни в каком операционном размере предшествующих операций.

### **6.2.1. Корректировка дерева маршрутной технологии**

Операции, составляющие дерево маршрутной технологии можно **переставлять, удалять, создавать новые.**

Переставить операцию (переход, размер) в другую позицию дерева техпроцесса можно с помощью мыши (методом «перетащить и отпустить»). Номер переставленной операции автоматически принимается на единицу больше номера предыдущей.

Создать новую операцию можно с помощью контекстного меню «Добавить операцию», при этом открывается форма определения параметров операции (см. раздел 6.2.2).

Любую операцию кроме первой («Заготовительная») можно удалить из дерева обработки с помощью контекстного меню (правая кнопка мыши).

### **6.2.2. Определение параметров новой операции. Корректировка параметров операции**

Для записи параметров новой операции открывается специальная форма «Параметры операции» (рис.55). Эта же форма может использоваться для корректировки параметров существующей операции, в этом случае форма открывается после двойного щелчка мыши по выбранной строке в дереве техпроцесса.

#### **Номер операции**

Определяется автоматически, может быть изменен с клавиатуры.

#### **Наименование операции**

Выбирается из значений базы данных. При выборе из базы данных определяются параметры группы Принимаем для расчета. Собственно наименование операции можно изменить вводом с клавиатуры.

#### **Группа Принимаем для расчета**

Параметры, используемые для назначения припуска и допусков обработки в операции. Список параметров различается для операций, выполняемых на универсальном оборудовании, и операций на станках с ЧПУ.



Скриншоты интерфейса для определения параметров операции. Вариант А (универсальное оборудование) имеет номер операции 35, наименование 'Токарная Чистовая', код действия 22, среднюю экономичную точность 11, минимальный припуск 0,06 и предельную точность 7. Вариант Б (станок с ЧПУ) имеет номер операции 25, наименование 'Токарная с ЧПУ Чистовая', код действия 22, минимальный припуск 0,06 и допуск 0,2. В обоих вариантах присутствуют кнопки 'Записать параметры' и 'Не записывать параметры'.

Рисунок 56- Форма для определения параметров операции маршрута обработки  
 А) вариант для записи параметров операции на универсальном оборудовании  
 Б) вариант для записи операции на станке с ЧПУ

### **Код действия операции**

Назначается при выборе наименования операции из базы данных. Параметр не доступен для корректировки.

### **Величина минимального припуска**

Назначается в соответствие с кодом действия операции. Соответствует статистически установленной величине дефектного слоя, возникающей при выполнении данного метода обработки. Параметр можно корректировать с клавиатуры (для нестандартных режимов обработки).

### **Средне экономичная точность обработки**

Назначается в соответствие с кодом действия операции. Соответствует статистически установленной средней экономической точности данного метода обработки. Используется для назначения допусков операционных размеров. Параметр можно корректировать с клавиатуры (для нестандартных режимов обработки).

### **Предельная точность обработки**

Назначается в соответствие с кодом действия операции. Используется в задаче автоматического ужесточения точности операционных размеров, если потребуется для обеспечения точности размеров чертежа детали. Корректируется с клавиатуры.

### **Допуск, назначенный для обработки**

Назначается в соответствие с кодом действия операции. Используется для назначения допусков операционных размеров. Параметр можно корректировать с клавиатуры (для нестандартных режимов обработки).

Параметры линейных операционных размеров в операциях на станках с ЧПУ рассчитываются с учетом середины поля допуска, т.е. отклонения операционных размеров не регламентируется квалитетной системой точности.

Если выбрана не формообразующая операция (термообработка, химико-термическое упрочнение, контрольная), в форме **Параметры операции** выводится только код выбранной операции.

### 6.2.3. Корректировка параметров операции в дереве маршрутной технологии

Изменить параметры операции из дерева маршрута можно с помощью вкладки **Параметры операции** в форме **Дерево маршрута обработки**.

Рисунок 57- Вкладка для просмотра и изменения параметров текущей операции

Параметры вкладки демонстрируют значения параметров, определенные для операции в форме **Определение параметров операции** (раздел 6.2.3). Все значения можно корректировать с клавиатуры.

### 6.2.4. Корректировка параметров операционных размеров

Добавление в дерево маршрута обработки строк операционных размеров возможно только после добавления к текущей операции переходов соответствующего типа (формообразующих). Для заготовительной операции возможно добавление строк размеров заготовки непосредственно после строки с названием заготовительной операции.

Рисунок 58- Форма для задания параметров операционного размера

При добавлении загружается форма «Параметры операционного размера» (рис.56).

#### Тип операционного размера

Операционный размер может быть линейным или диаметральный, устанавливается выбором признака

#### Группа координаты размера

В списке указано координатное направление, которому параллелен операционный размер.

#### Код обрабатываемой поверхности

Цифровой код поверхности, при обработке которой выдерживается операционный размер.

Значение определяется только из списка.

### **Код исходной базы**

Цифровой код поверхности, относительно которой координируется обработка. Значение определяется только из списка. Список исходных баз содержит только коды поверхностей, которые к данному моменту маршрута обработки уже сформированы на заготовке.

Для диаметральных размеров код исходной базы не указывается, но в форме выводится код цилиндрической поверхности, по которой в этой операции деталь закрепляется (направляющей установочной базы).

### **Размер выполняется с точность**

Автоматически указывается квалитет средней экономической точности применяемого в операции метода обработки. Корректируется выбором из списка. Параметр отсутствует, если операционный размер включен в операцию, выполняемую на станке с СПУ.

### **Значения для проверочной задачи**

Ранее рассчитанные параметры операционного размера

### **Номинальное значение, Верхнее отклонение, Нижнее отклонение**

Значения вводятся (корректируются) с клавиатуры.

### **Кнопка Записать размер**

Установленные параметры операционного размера сохраняются. Форма «Параметры операционного размера» закрывается.

### **Кнопка Записать и следующий**

После записи введенных параметров в дерево маршрута автоматически добавится строка следующего размера и откроется форма «Параметры операционного размера». Тип и точность следующего размера будут установлены в соответствии значениям предыдущего ввода.