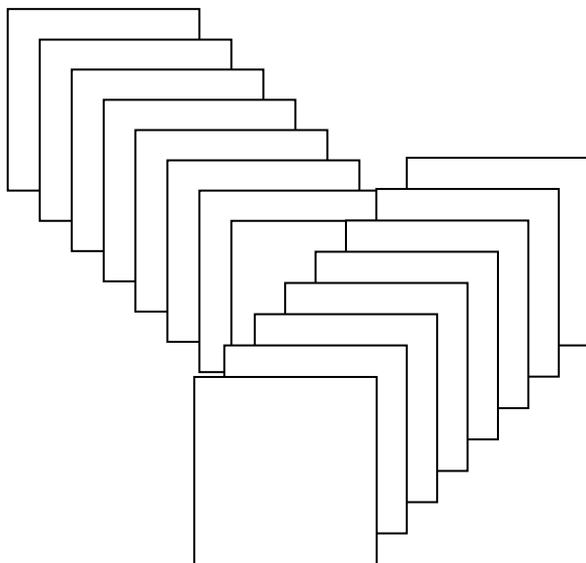


**АВТОМАТИЗАЦИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ В САПР  
ТехноПро**



**Тамбов  
◆ Издательство ГОУ ВПО ТГТУ ◆  
2010**

Учебное издание

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В САПР ТехноПро

Методические указания

2-е издание, исправленное

Составители:

ЛУЧКИН Вячеслав Кузьмич  
ВАНИН Василий Агафонович  
МАРКОВ Николай Николаевич

Редактор З.Г. Чернова  
Инженер по компьютерному макетированию М.С. Анурьева

Подписано к печати 21.06.2010  
Формат 60 × 84/16. 1,86 усл. печ. л. Тираж 50 экз. Заказ № 357

Издательско-полиграфический центр ГОУ ВПО ТГТУ  
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

Министерство образования и науки Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Тамбовский государственный технический университет»

# **АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В САПР ТехноПро**

Методические указания к работе с пакетом прикладных программ  
для студентов всех форм обучения специальности 151001

2-е издание, исправленное



---

Тамбов  
Издательство ГОУ ВПО ТГТУ  
2010

УДК 621.91(076)  
ББК К630.22-64я73-5  
Л874

Рекомендовано Редакционно-издательским советом университета

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент  
*И.В. Милованов*

Составители:

*В.К. Лучкин, В.А. Ванин, Н.Н. Марков*

**Лучкин, В.К.**

Л874 Автоматизация технологического проектирования в САПР ТехноПро : метод. указания к работе с пакетом прикладных программ / сост. : В.К. Лучкин, В.А. Ванин, Н.Н. Марков. – 2-е изд., испр. – Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 32 с. – 50 экз.

Даны методические указания к работе с пакетом прикладных программ по проектированию технологических процессов в САПР ТехноПро.

Предназначены для студентов всех форм обучения специальности 151001.

УДК 621.91(076)  
ББК К630.22-64я73-5

© Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет» (ГОУ ВПО ТГТУ), 2010

## ВВЕДЕНИЕ

Многолетняя история создания и эксплуатации различных систем автоматизации технологического проектирования показала, что простое моделирование труда технолога на компьютере мало привлекательно для самих технологов. В то же время ранее было принято считать, что автоматическое проектирование требует создания большого количества типовых или групповых технологических процессов (ТП). При этом якобы высока вероятность того, что новые детали, запускаемые в производство, не будут похожи на типовые или групповые предшественники.

В системе ТехноПро автоматическое проектирование основано на описаниях операций и переходов изготовления поверхностей деталей (элементов конструкции) на конкретном производстве. Чем больше внесено операций и переходов обработки поверхностей, тем выше вероятность, что технология изготовления новых деталей может быть спроектирована в ТехноПро.

В ТехноПро применён метод классификации деталей, противоположный методу типовых ТП. При классификации типовых ТП детали разбиваются на возможно большее количество групп, для которых создаются типовые ТП. В ТехноПро, напротив, как можно большее количество деталей объединяются в одну группу, по мере расширения группы возрастает гарантия того, что технология изготовления новых деталей, поступивших в производство, будет автоматически спроектирована ТехноПро.

В ТехноПро можно применять диалоговый режим проектирования или автоматический режим, а также их сочетание. При создании каждого ТП пользователь задаёт его тип «ТП изготовления» или «ТП сборки».

Каждый созданный конкретный технологический процесс (КТП) может быть скопирован и на его основе создан новый ТП. Копировать и редактировать можно как ТП целиком, так и отдельные операции и переходы различных технологических процессов. Из конкретных технологических процессов (КТП) можно создавать наборы типовых общих технологических процессов (ОТП), операций или переходов, из которых потом «набираются» требуемые ТП.

Для автоматизации расчётов в диалоговом режиме используются условия из базы условий и расчётов. Наборы условий можно сводить в сценарии. Сценарий устанавливает порядок выполнения условий и содержащихся в них операторов вычислений, логических выводов, получения данных из таблиц, запроса данных у пользователя.

Каждый текст перехода, наименование операции, оборудование и инструмент, вводимые в проектируемый ТП, запоминаются системой в информационной базе и в дальнейшем могут выбираться из неё. Это ведёт к постепенному расширению объёма технологических данных в базах системы и ускорению диалогового проектирования.

## **1. ОБЩИЙ ПОРЯДОК РАБОТЫ В АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ**

Для проектирования ТП достаточно создать описание конструкции детали, изображённой на конкретном чертеже. Описание можно создавать без использования графических средств, вводя необходимые данные с клавиатуры.

Для ускорения описания можно скопировать подобную деталь из уже имеющихся в базе КТП или скопировать Макет ОТП.

Описание чертежа детали (создание модели детали) заключается в заполнении общих сведений о детали (данные из штампа и технических условий на чертеже) и параметров элементов конструкции (поверхностей), имеющихся на чертеже детали.

После создания описания детали ей назначается ОТП соответствующей группы деталей. Затем запускается процесс автоматического формирования ТП.

В течение этого процесса ТехноПро выбирает из назначенного ОТП операции и переходы, необходимые для изготовления каждого элемента конструкции детали и переносит их в КТП. Затем из выбранного перечня система отбрасывает операции и переходы, обеспечивающие лучшее качество изготовления, по сравнению с указанным на чертеже.

После этого ТехноПро отбрасывает из КТП операции и переходы, в которых условия их выбора не выполнены. Далее система производит расчёты, имеющиеся в условиях оставшихся операций и переходов.

Затем система рассчитывает технологические размерные цепи с учётом значений припусков, указанных в переходах ОТП.

Далее система выполняет условия подбора оснащения операций и переходов и выполняет имеющиеся в этих условиях расчёты режимов обработки и норм изготовления.

В конце процесса проектирования система формирует тексты переходов, заменяя имеющиеся в них параметры на их значения. Значения параметров выбираются в зависимости от типа выполняемой обработки – предварительной или окончательной.

Последовательность и результаты проверок и вычислений, выполненных в условиях, можно просмотреть в «Журнале проектирования» КТП.

Результаты работы системы выводятся на печать в виде разнообразных форм технологических документов.

## 2. ПРАВИЛА КОДИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Каждая поверхность модели детали кодируется трёхэлементным шестипозиционным кодом, имеющим структуру: Вид–Тип–порядковый Номер.

Кодирование видов поверхностей деталей производится по приложению 1, по которому наружным поверхностям детали присваиваются числовые значения вида от 01 до 49 включительно, внутренним – от 50 до 89.

Тип поверхности детали определяется по её расположению относительно других поверхностей детали. Для *тел вращения* тип поверхности определяется по расположению поверхности относительно разделительной плоскости – справа от разделительной плоскости тип равен 01, слева – равен 02.

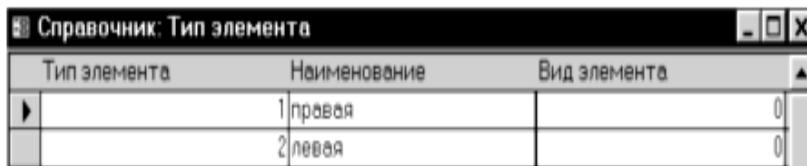
Разделительной является плоскость, разделяющая наружный контур детали на правую и левую стороны. Для определения по чертежу детали типа тела вращения, положения разделительной плоскости последовательно просматриваются диаметры поверхностей в направлении справа налево от торца детали. Если диаметр последующей поверхности меньше диаметра предыдущей или равен нулю, то разделяющая их плоскость является разделительной.

Порядковый Номер поверхностей одного вида и типа детали тела вращения установлен в последовательности обхода контура в направлении от разделительной плоскости к торцам детали.

Тип поверхностей *корпусных деталей* определяется по направлению плоскости детали, на которой она расположена. Например: 01 – левая плоскость, 02 – правая, 03 – верхняя, 04 – нижняя, 05 – передняя, 06 – задняя.

Порядковый Номер поверхностей одного вида корпусной детали в каждой плоскости устанавливается возрастающим от 1 до 99 обходом размерной цепи по чертежу детали в направлении от базовой поверхности. Применение порядкового Номера 0 не допускается.

Список Типов поверхностей (элементов конструкции) устанавливается в справочнике «Типы элементов». Для кодирования поверхностей механообрабатываемых деталей обычно применяется список Типов: 1 – правая, 2 – левая, 3 – верхняя, 4 – нижняя, 5 – передняя, 6 – задняя, 9 – заготовка:



Тип элемента	Наименование	Вид элемента
1	правая	0
2	левая	0

Это список введён со значением Вида элемента, равным 0. Это означает, что такой список Типов будет появляться для всех элементов, для Видов которых не заданы специальные Типы в справочнике «Типы элементов».

Список Типов можно изменить. В справочнике «Типы элементов» можно задать набор Типов для определённого Вида поверхности или элемента конструкции.

Например, можно определить в справочнике «Вид элемента» вид «47 Сварной шов»:

Вид элемента	Наименование
47	Сварной шов
48	nrОпределяемая
49	nrОпределяемая

Для этого типа элемента можно ввести в справочник «Типы элементов» такие Типы, как: 1 – нахлестовый, 2 – стыковой, 3 – угловой. При этом в каждой строке Типа элемента необходимо указать Вид элемента, равный 47:

Тип элемента	Наименование	Вид элемента
1	нахлестовый	47
2	стыковой	47
3	угловой	47

После этого, если в описании Детали КТП необходимо ввести параметры сварного шва, то после ввода Вида элемента «47 Сварной шов» появляется список его типов:

Параметры	Элемент
Код	470201
Вид	Сварной шов
Тип	стыковой
Номер	нахлестовый 1
	стыковой 2
Название	угловой 3

Таким образом, можно создавать классификацию элементов, ранее отсутствовавшую в базе системы ТехноПро. Например, классификацию радиоэлементов.

## **2.1. Особенности кодирования некоторых поверхностей**

Несмотря на приведённые в прил. 1 графические изображения поверхностей и их словесную интерпретацию, применение некоторых из них нуждается в пояснении.

Поверхности уступов (торцов) 02 и 60, 61, 62 вводятся в случае, если качество их обработки (точность и шероховатость) лучше качества цилиндров 03, 30 или 50, 51, 52, оканчивающихся этими уступами. Если качество изготовления по чертежу детали уступа 02 (60, 61, 62) хуже или равно качеству цилиндра, то такой уступ не вводится, так как он обрабатывается окончательно при обработке цилиндра и дополнительной обработки не требует.

Коды 06, 80, 81, 82 – резьба, профиль которой определяется формой режущего лезвия инструмента, поэтому профиль резьбы не кодируется.

Коды 11 и 55 зубчатой поверхности назначаются на зубья любого профиля, например эвольвентного.

Коды 08, 10, 15, 18 и 53 применяются вне зависимости от формы фаски, шлица, вида накатанной поверхности и фасонной канавки. Форма шлиц (эвольвентная, прямоугольная и др.), вид накатанной поверхности (прямая, наклонная, сетчатая накатка) определяются формой режущего лезвия или обрабатывающей поверхности инструмента, применяемого для их обработки. Размерные и геометрические параметры этих элементов конструкции учитываются при проектировании режущего инструмента.

Код 14, 84 – канавка, распространяется на все канавки прямоугольного профиля, независимо от их протяжённости.

Код 17 может быть применен для кодирования сегментных шпоночных канавок, обрабатываемых фрезерованием.

Коды 10, 20 и 21, 76 и 78 применяются для обозначения формы поверхности. Её размерные параметры задаются таблицами координат точек поверхности, используемыми при составлении управляющих программ для станков с программным управлением.

Коды 23, 85 применяются для обозначения торцовых канавок любой формы. Форма и размеры канавки устанавливаются формой режущего инструмента.

Код 26 распространяется на прямолинейные канавки любой формы, расположенные перпендикулярно относительно торцовой поверхности детали.

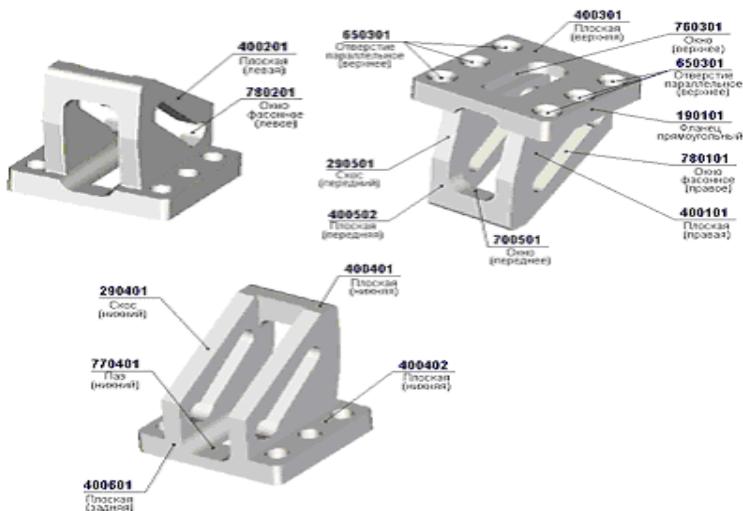
Код 27 применяется для обозначения торцовых поверхностей любой конфигурации при обработке фасонным инструментом.

Коды 70 и 71 применяются для обозначения поверхностей, используемых в качестве вспомогательных технологических баз. Их форма определяется ГОСТ и обеспечивается формой режущего лезвия инструмента.

Примеры кодирования поверхностей тела вращения и корпусной детали приведены на рис. 1, 2.



**Рис. 1. Кодирование поверхностей детали «Ось» с указанием разделительной плоскости**



**Рис. 2. Кодирование поверхностей корпусной детали «Кронштейн»**

### 3. СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ НОВОЙ ДЕТАЛИ

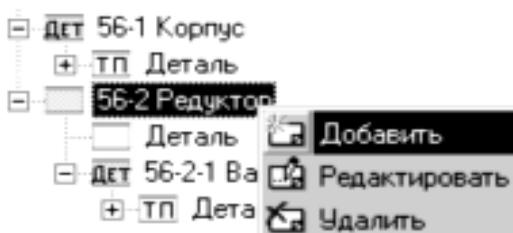
Проектирование технологических процессов (ТП) проводится в базе Конкретных ТП, для открытия которой необходимо *выбрать* пункт «Конкретные ТП» в основном меню системы.

Слева на экране в окне базы КТП появляется дерево классификации деталей и сборок. Описания деталей помечены иконками *Дет*, описания сборок иконками *Сб* если в описании ещё не введена информация, то оно отображается пустой иконкой \_\_.

Дерево классификации строится по принципу «вложенности», поэтому его удобно использовать для построения схемы членения изделия, в которой на первом уровне вводится описание изделия, а далее – описания узлов, сборочных единиц и деталей.

Для ввода новой детали необходимо в схеме классификаций *выбрать* иконку сборки, в которую она входит, и нажать *правую* кнопку на мыши.

Из появившегося меню необходимо *выбрать* пункт «Добавить». После этого справа в окне появляется пустая форма для заполнения сведений о детали, технологию изготовления которой необходимо спроектировать:



Форма содержит четыре закладки «Сведения1», «Сведения2», «Сведения3», «В карты»:

Сведения1	Сведения2	Сведения3	В карты
Наименование изделия	<input type="text"/>		
Обозначение сб. единицы	<input type="text"/>		
Обозначение детали	<input type="text" value="56-2-2"/>		
Наименование детали	<input type="text" value="Ось"/>		

В закладки «Сведения1», «Сведения2» вносятся сведения из штампа чертежа детали и из технических условий. Обязательными для заполнения являются поля «Обозначение детали» и «Наименование детали».

Большинство полей заполняются с клавиатуры, а поля закладки «Сведения1»: Материал, Заготовка, Профиль и размеры, Твёрдость связаны с Информационной базой (ИБ), поэтому их значения можно выбирать из выпадающих списков. Каждое новое значение, введённое

с клавиатуры в эти поля, после запроса вносится в ИБ и при создании следующей детали будет присутствовать в выпадающем списке.

Выпадающий список появляется при *выборе* кнопки со стрелкой, находящейся в поле справа.

Материал	03X17H8Г5МФАБ
Заготовка/Сортамент	03X17H8Г5МФАБ
Профиль и размеры	06X13H7Д2 ТУ14-1-3613-83 07 X16H4 ТУ14-1-3573-83
Твердость детали	08 X18H10Т-ВД ТУ14-1-2787-79

В выпадающем списке появляются все строки данных ИБ с определенным типом: Материал, Заготовка, Профиль и размеры, Твёрдость. Поэтому можно заранее ввести в ИБ все допустимые значения этих полей: перечни материалов, заготовок, типоразмеров заготовок, часто встречающиеся обозначения твердости.

Информационная База\Материалы\Металлы\Стали:	
Наименование	
▶	03X17H8Г5МФАБ
	06X13H7Д2 ТУ14-1-3613-83
	07 X16H4 ТУ14-1-3573-83

Все поля закладки «Сведения2» связаны с ИБ и их заполнение может производиться как с клавиатуры, так и выбором из выпадающих списков.

Поля закладки «Сведения3» заполняются с клавиатуры. В закладку «В карты» заносится информация для заполнения «шапок» технологических карт. Фамилии для заполнения граф «Разработал», «Проверил», «Нормировал», «Метролог», «Н.Контролер», «Утвердил» заполняются автоматически в момент проектирования ТП по данным регистрации пользователя. Остальные поля заполняются с клавиатуры.

В правой верхней части формы сведений о детали заполняются значения точности и шероховатости для поверхностей, у которых эти параметры не указаны на чертеже.

Для остальных поверхностей:

Шероховатость

Квалитет

- [-] Дет 56-1 Корпус
  - [+] ТП Деталь
- [-] 56-2 Редуктор
  - [-] Деталь
  - [-] Дет 56-2-1 Вал
    - [+] ТП Деталь
  - [-] 56-2-2 Ось
    - [-] Деталь

После заполнения полей сведений о детали необходимо в окне дерева классификации поставить курсор мыши на пустое пространство и нажать *левую* кнопку мыши. Появляется иконка с номером и наименованием создаваемой детали, курсор перемещается на неё.

### 3.1. Характеристики детали и изделия

Сведения1				Сведения2				Сведения3				В карты				Характеристики			
		Имя		Значение		Название													
▶		ЦехИзг		12															
✱																			

Если полей общих сведений о детали не хватает, чтобы описать все свойства детали, влияющие на проектируемый ТП, то их можно вносить в характеристики. Для этого надо *выбрать* закладку «Характеристики».

Каждой характеристике присваивается уникальное имя и задаётся значение. Значение характеристики может выдаваться в текст перехода, а также использоваться в Условиях, проверяемых в процессе автоматического проектирования.

Характеристики удобно применять и при проектировании сборочных или других немеханических ТП; в них описываются свойства изделия, которые оцениваются Условиями для подбора операций и переходов при проектировании ТП.

### 3.2. Описание конструкции детали

Для перехода к описанию конструкции детали необходимо *выбрать* иконку с подписью «Деталь». Справа в окне появится незаполненный список кодов поверхностей, входящих в деталь, и ниже – список параметров поверхности.

Для добавления поверхности (элемента конструкции) к списку необходимо перейти на закладку «Элемент» и выбрать из выпадающих списков Вид и Тип поверхности, а Номер поверхности по порядку присваивается автоматически или вводится с клавиатуры. Правила назначения Вида, Типа, Номера поверхности описаны в предыдущем разделе.

Параметры		Элемент	
Код	<input type="text" value="010101"/>		
Вид	<input type="text" value="нрТорцовая"/>		
Тип	<input type="text" value="правая"/>		
Номер	<input type="text" value="01"/>		
Название	<input type="text" value="нрТорцовая\правая\01"/>		
Шероховатость	<input type="text" value="Ra20"/> 5 Класс шероховатости		
Сопряжен	<input type="text"/>		

Заданные значения Вида, Типа и Номера поверхности определяют код поверхности, в данном случае 010101. Если принципы кодирования поверхностей уже освоены, то можно вводить код поверхности в поле «Код» с клавиатуры без выбора из выпадающих списков значений Вида, Типа и ввода Номера.

Здесь же вводится значение шероховатости, проставленное для этой поверхности на чертеже.

Назначение сопряженной поверхности необходимо только в том случае, если при проектировании ТП производится расчёт режимов обработки.

Для заполнения размеров поверхности и точности их выполнения необходимо перейти на закладку «Параметры». В ней выдан список параметров, соответствующий виду введенной поверхности.

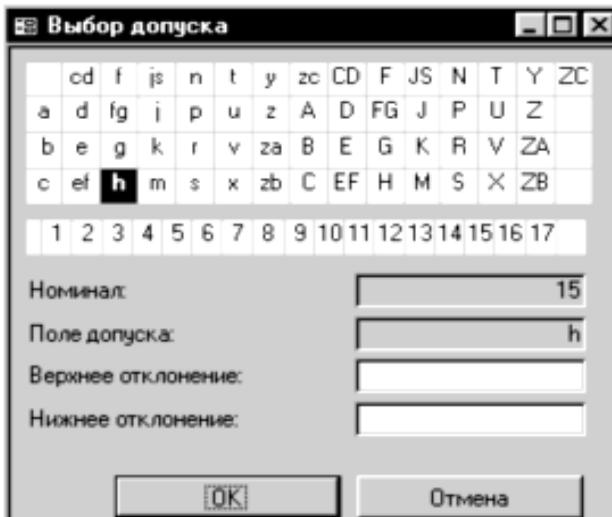
Имя	Значен	Вал. доп	Отв. доп	Верхн	Нижн	Квал	Текст.
D	30						
GB	120	h12		0	-0.4	12	
*		js12					
		h13					
		js13					

Для торцевой поверхности параметрами являются: D – диаметр поверхности, на которой находится торец и габаритный размер детали GB. Значения этих параметров (размеры) вносятся с клавиатуры в столбец «Значение». В столбцах «Вал. доп.» или «Отв. доп.» из выпадающего списка выбирается поле допуска в требуемой системе вала или отверстия. После выбора поля допуска на размер в столбцах «Верхний» и «Нижний» автоматически выдаются верхнее и нижнее отклонения по ГОСТ. На рисунке показано, что для поля допуска h12 на размер 30 мм выдано верхнее отклонение 0, а нижнее -0,25 мм, а квалитет 12 внесён в столбец «Квалитет».

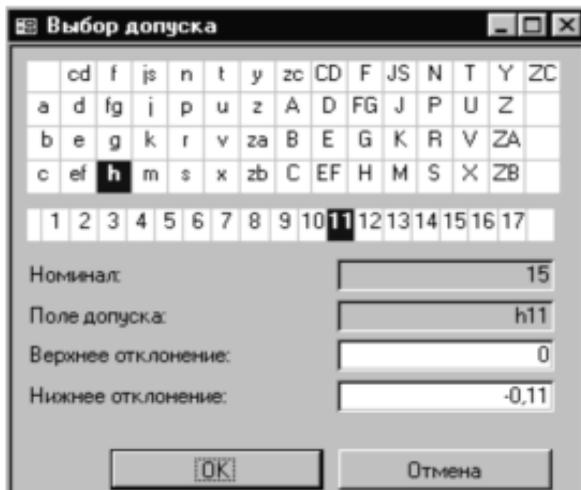
Если заполнить с клавиатуры значения верхнего и нижнего отклонений, то система автоматически попытается подобрать соответствующее поле допуска на размер по ГОСТ. В случае отсутствия в ГОСТ поля допуска с указанными отклонениями поле «Квалитет» необходимо заполнить с клавиатуры ближайшим значением.

Ещё один способ ввода поля допуска и отклонений задаётся двойным щелчком курсора мыши по одному из полей: «Вал. доп.», «Отв. доп.» «Верхний» или «Нижний». Появляется форма со списком полей допусков.

После *выбора* курсором требуемого поля допуска в горизонтальном поле появляется список допустимых квалитетов для указанного размера.



После *выбора* курсором требуемого квалитета появляются соответствующие нижнее и верхнее отклонения.



*Выбор* кнопки [OK] вызывает перенос всех значений в соответствующие поля.

Правее от описанных полей находится столбец «Текстовый параметр», предназначенный для добавления к размерам текстовой информации. Для перемещения к этому столбу можно воспользоваться горизонтальной полосой прокрутки.

Параметры		Элемент				
	Имя	Отв.доп	Верхн	Нижн	Квал	Текст. значение
	D					
▶	GB		0	-0.4	12	
*						

После перечисленных действий в списке поверхностей, находящемся в окне справа вверху, появился код введённой поверхности и её наименование:

		Код. наименование	Сопряжен
▶	010101	nrТорцовая\Правая\01	
*			

Этот список служит для отображения всех поверхностей, введённых для данной детали. Список служит только для перемещения по поверхностям, так как с клавиатуры в него нельзя ничего ввести.

Приведём пример заполнения списка поверхностями, описывающими деталь «Ось» и параметры поверхности кода 030101 nrЦилиндрическая\Правая\01.

		Код. наименование	Сопряжен
	010101	nrТорцовая\Правая\01	
	010201	nrТорцовая\Левая\01	
▶	030101	nrЦилиндрическая\Правая\01	
	030102	nrЦилиндрическая\Правая\02	
	030901	nrЦилиндрическая\Заготовка\01	
	060201	nrФаска\Левая\01	
	500101	vnЦилиндрическая\Правая\01	
*			

Параметры		Элемент				
	Имя	Отв.доп	Верхн	Нижн	Квал	Текст. значение
▶	L			-0.18	12	
	D			-0.12	12	
*						

Этот список поверхностей описывает чертеж детали «Ось», показанный на рис. 3.

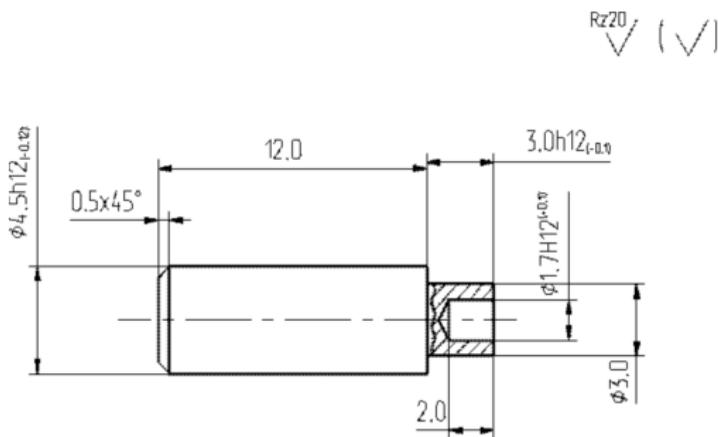


Рис. 3. Чертеж детали «Ось»

Приведём примеры заполнения параметров некоторых поверхностей детали «Ось».

Отверстие кода 500101 вЦилиндрическая\Правая\01:

Параметры		Элемент						
	Имя	Значен	Вал. доп	Отв. доп	Верхн	Нижн	Квал	Текст.
▶	L	2						
	D	1.7		H12	0.1		12	
*								

Фаска кода 080201 нрФаска\Левая\01:

Параметры		Элемент						
	Имя	Значен	Вал. доп	Отв. доп	Верхн	Нижн	Квал	Текст.
▶	D	4.5 h12				-0.12	12	
	F	45						
	L	0.5						
*								

F – угол фаски.

Поверхность кода 030102 нрЦилиндрическая\Правая\02:

Параметры	Элемент							
	Имя	Значен	Вал. доп	Отв. доп	Верхн	Нижн	Квал	Текст.
▶	D	3						
	L	3 h12				-0.1	12	
*								

Из примеров видно, что в значения параметров поверхностей вносятся только чертёжные размеры.

Количество параметров поверхностей ничем не ограничено, добавлять параметры можно в самой нижней пустой строке, помеченной справа звёздочкой. Наименования параметров можно выбирать из выпадающего списка или вводить с клавиатуры. Для появления выпадающего списка необходимо курсор мыши подвести к правому краю поля «Имя», (курсор примет вид стрелки) и нажать *левую* кнопку мыши.

	Имя	Значен	Вал. доп	Отв. доп	Верхн	Нижн	Квал	Текст.
	D	3						
	L	3 h12				-0.1	12	
▶								
	P	Размер						
	K	Количество						
	A	Вид, сечение на чертеже						
	V	Выдерживаемый размер						
	X	Выдерживаемый размер						
	Y	Выдерживаемый размер						
	Z	Выдерживаемый размер						
	GB	Габаритный размер						

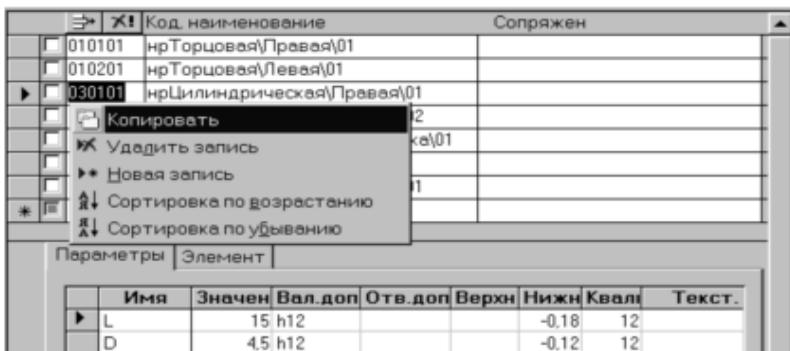
При вводе с клавиатуры можно задавать любые наименования параметров.

	Имя	Значен	Вал. доп	Отв. доп	Верхн	Нижн	Квал	Текст.
	D	3						
	L	3 h12				-0.1	12	
	K	2						
▶	Pdn							
*								

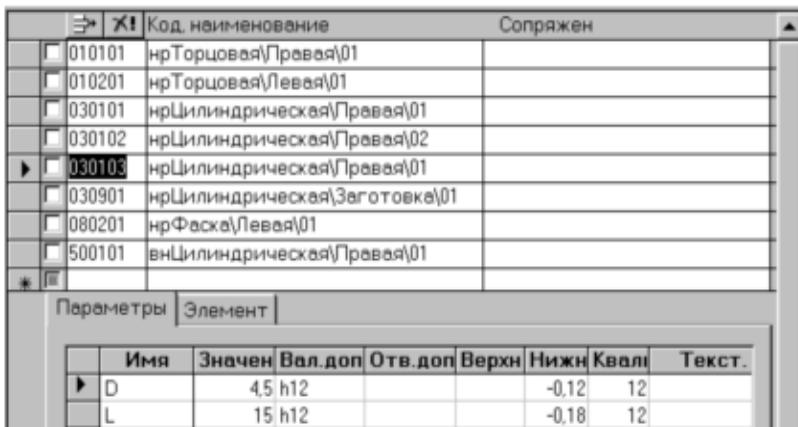
Наименования параметров, имеющих в выпадающем списке, приведены в прил. 2.

Если введены описания всех поверхностей, имеющих на чертеже, то на этом создание модели детали заканчивается и можно переходить к проектированию ТП. Пример детали «Ось» находится в базе, поставляемой вместе с системой ТехноПро.

Для ускорения заполнения списка поверхностей детали реализована функция их копирования. Для этого необходимо поставить курсор в списке на поверхность, которую необходимо скопировать и нажать *правую* кнопку мыши. Из появившегося меню необходимо *выбрать* пункт «Копировать».



Поверхность, её параметры и их значения будут скопированы, в коде поверхности номеру будет присвоено значение на 1 больше. Далее необходимо изменить значения параметров поверхности в соответствии с чертежом.



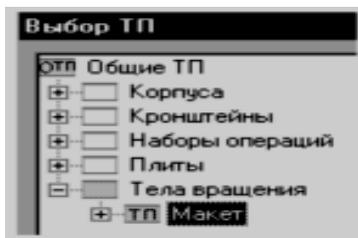
Пункты выпадающего меню, появляющегося по нажатию *правой* кнопки мыши позволяют: копировать, удалять поверхности, переходить к нижней – пустой строке списка для ввода новой поверхности, сортировать список по полям кода или наименования поверхностей.

## 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

### 4.1. Формирование технологических процессов

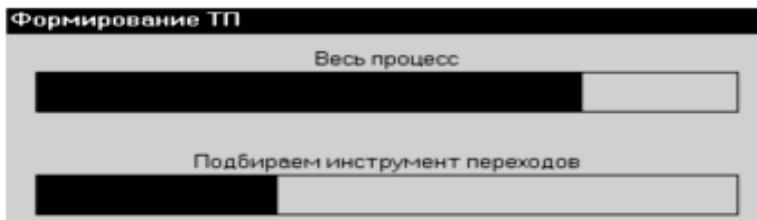
Автоматическое проектирование ТП основано на использовании информации операций и переходов, предварительно внесённых в базу Общих технологических процессов (ОТП). Поэтому необходимо указать – из какого ОТП выбирать операции и переходы.

Указание ОТП производится *выбором* кнопки [Назначить], находящейся в нижнем правом углу окна. На экране появляется окошко с базой ОТП. В этом окошке надо раскрыть нужный ОТП, *выбрать* иконку ТП и нажать кнопку [OK], находящуюся на правом краю окошка:



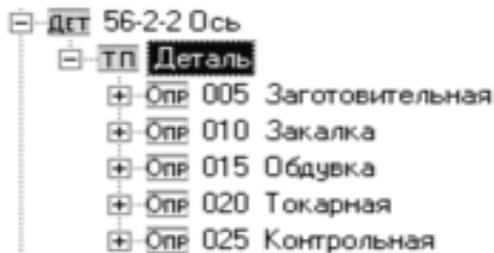
Если кнопка [Назначить] уже нажималась для копирования Макета ОТП, то в повторном нажатии нет необходимости, так как наименование ОТП запоминается в поле, внизу окна КТП.

Для запуска процесса автоматического проектирования ТП необходимо *выбрать* кнопку [Сформировать], после чего на экране появляется индикатор хода проектирования.

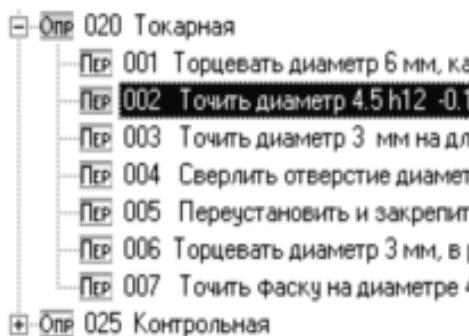


По окончании процесса проектирования раздаётся короткий звуковой сигнал и индикатор исчезает с экрана.

В окне дерева классификации открывается перечень спроектированных операций, которые можно просмотреть и отредактировать, как это описано в главе «Диалоговое проектирование ТП».



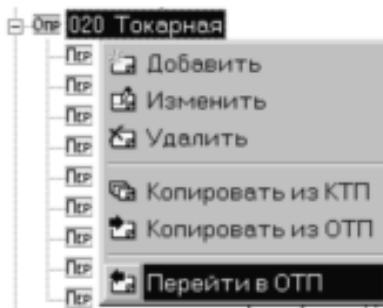
На рисунке показано, что из ОТП «Тела вращения», поставляемого вместе с системой ТехноПро, выбрано пять операций. Операции автоматически пронумерованы с шагом, указанным в пункте «Настройка» основного меню системы.



Для просмотра и редактирования переходов операции необходимо *выбрать* квадратик с крестиком внутри, находящийся слева от иконки «Опр» операции и затем *выбрать* иконку «Пер» требуемого перехода.

Так как после автоматического проектирования ТП просматривается в режиме диалога, то доступны все приёмы корректировки: перемещение операций или переходов; удаление, добавление, копирование операций и переходов, изменений их содержания выбором технологического оснащения из Информационной базы; изменений текстов переходов с клавиатуры; полуавтоматическое проектирование с использованием кнопки [Пересчет]. Все эти примеры описаны в главе «Диалоговое проектирование ТП».

Имеется возможность быстрого просмотра того, как выглядит сформированная операция или переход КТП в исходном виде в ОТП. Для этого надо нажать *правую* кнопку мыши и из появившегося меню *выбрать* пункт «Перейти в ОТП»:



#### 4.2. Журнал проектирования технологических процессов

В ходе автоматического проектирования ТП ТехноПро записывает сообщения о результатах проектирования в журнал.

Для вызова журнала на экран надо *выбрать* кнопку в форме просмотра КТП:



Каждая строка журнала содержит сведения о выполненных в Условиях расчётах, проверках, подборе оснащения. В журнал помещаются сообщения о нетехнологичности элементов конструкции (если в ОТП нет операций и переходов обработки поверхности указанного кода), или о том, что не может быть достигнута требуемая точность и шероховатость изготовления.

Например, на рисунке показаны два сообщения о том, что при проектировании ТП не достигнута требуемая (указанная в Детали КТП) точность выполнения торцов с кодами 010101 и 010201. При этом указано, что в Детали КТП для этих торцов указана точность 12 квалитет, а в ОТП имеются операции и переходы обработки этих торцов только до 14 квалитета.

Для устранения таких сообщений можно добавить в ОТП операции и переходы, позволяющие достигнуть требуемые параметры качества.

Может оказаться что в ОТП указаны ошибочные параметры качества на переходах обработки торцов:

№	Операция	Переход	Условие	С.	О.	Сообщение
019	020 Токарная	006 Сверл...	Сверление	5	0	Вычислено D:Режим*2
020	020 Токарная	006 Сверл...	Сверление	6	0	Вычислено L:Режим*2
021	020 Токарная	004 Точит...	Точение	1	0	Вычислено N:Режим*3185
022	020 Токарная	004 Точит...	Точение	2	0	Вычислено P:Режим*0.5
023	020 Токарная	004 Точит...	Точение	3	0	Вычислено P:Режим*1.5
024	020 Токарная	004 Точит...	Точение	4	0	Вычислено i:Режим*8
025	020 Токарная	004 Точит...	Точение	5	0	Вычислено i:Режим*9
026	020 Токарная	004 Точит...	Точение	7	0	Вычислено t:Режим*0.17
027	020 Токарная	004 Точит...	Точение	8	0	Вычислено L:Режим*5
028	020 Токарная			9	0	Вычислено To:Норма*0.14
029	020 Токарная			0	0	Вычислено Tв:Норма*3
030				0	0	Для пов-ти 010101 не достигнут квалитет 12, а только 14
031				0	0	Для пов-ти 010201 не достигнут квалитет 12, а только 14

Вычислено L:Режим\*5

Проанализировав такие сообщения, можно добавить недостающие операции и переходы обработки в диалоговом режиме.

### 4.3. Пересчёт технологических процессов

После формирования ТП его можно откорректировать в диалоговом режиме. При этом можно добавлять и удалять операции, переходы, оснащение. Это может привести к изменению маршрута (последовательности) обработки.

Для автоматического перерасчёта технологических размерных цепей (припусков на обработку), подбора оснащения и расчётов режимов и норм изготовления, можно воспользоваться кнопкой [Пересчитать].

После *выбора* кнопки [Пересчитать] ТехноПро осуществляет все расчёты и подбор оснащения, так же как и при формировании ТП при *выборе* кнопки [Сформировать]. Отличие заключается в том, что при «пересчёте» ТехноПро не изменяет маршрут обработки, оставляя последовательность операций и переходов в том виде, как они есть.

### 4.4. Выдача технологического процесса на печать

После просмотра и редактирования спроектированного ТП его можно выдать на печать. Для этого надо *выбрать* кнопку с изображением принтера, находящуюся справа внизу окна базы КТП.

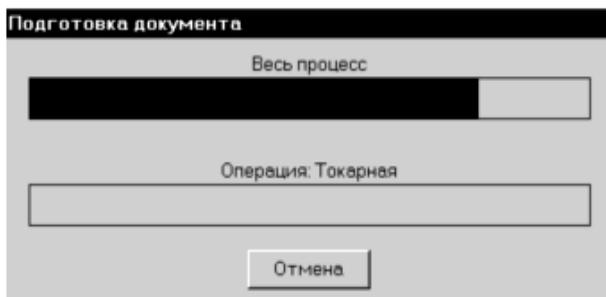
На экране появится меню доступных форм документов. Для формирования документа необходимо *выбрать* кнопку НИ, находящуюся в строке его описания. ТехноПро начнёт формировать документ для Microsoft Word:



Если необходимо сформировать сразу несколько документов, то можно их пометить флажками  , и *выбрать* большую кнопку  , находящуюся слева внизу меню.

Список документов и сами формы документов можно редактировать.

Процесс формирования документа может занять от нескольких секунд до нескольких минут. Ход процесса формирования каждого документа отображается на индикаторе:



При необходимости процесс формирования документа можно прервать *выбором* кнопки [Отмена].

По окончании формирования документа раздаётся короткий звуковой сигнал, и индикатор исчезает с экрана. Для открытия сформированного документа необходимо развернуть (*выбрать*) значок MS Word:



Сформированному документу автоматически присваивается имя файла и он сохраняется в папке, указанной в поле «Путь для готовых документов ТП» в меню настройки системы.

Сведения обо всех сформированных документах автоматически вносятся в закладку «Документы» общих сведений о детали и ТП:

№ Вариант		Наименование документа	Дата	Операция	
4	<input type="checkbox"/> 2	КТП ф.1 маршрутно-операционный ТП	11.03.2000 10:59	0	
4	<input type="checkbox"/> 1	КТП ф.1 маршрутно-операционный ТП	11.03.2000 10:27	0	
5	<input type="checkbox"/> 1	ОК ф.2 операционный ТП	11.03.2000 11:00	0	

Это позволяет быстро найти, открыть, просмотреть, отредактировать, распечатать или удалить сформированные документы каждого ТП.

Для просмотра карт в Microsoft Word удобно пользоваться кнопкой , выдача документа на печать производится *выбором* кнопки . Редактирование и сохранение документа можно производить обычными приёмами работы в текстовом редакторе.

В качестве примера в прил. 3 представлена распечатка фрагмента маршрутно-операционного ТП.

## 5. СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ДЕТАЛИ СЧИТЫВАНИЕМ С ЧЕРТЕЖА

При проектировании технологических процессов в системе ТехноПро имеется возможность создания модели новой детали, т.е. перечень элементов конструкции детали, их размеры, точность и шероховатость посредством считывания системой ТехноПро с электронного чертежа, открытого в системе T-FLEX CAD. Взаимодействие систем ТехноПро и T-FLEX CAD реализовано с помощью интерфейса ТехноКАД. Считанная с чертежа информация служит для автоматического проектирования технологических процессов в системе ТехноПро.

Интерфейс ТехноКАД устанавливает взаимосвязи между элементами чертежа и параметрами поверхностей в ТехноПро. Значения элементов чертежа передаются в систему ТехноПро в момент «считывания». Для «считывания» нет необходимости использовать ТехноКАД.

Считывание данных система ТехноПро производит или с открытого чертежа в системе T-FLEX CAD или из файла \TehnoCAD.txt.

Процесс считывания запускается *выбором* кнопки [Взять с чертежа] или кнопки [Взять из файла]. Кнопки располагаются в форме общих сведений о детали в ТехноПро.

Для считывания данных о детали необходимо создать в КТП ТехноПро новую деталь. Например, обозначение детали «001-002», наименование «Пластина». Затем открыть форму общих сведений о детали.

Взять с чертежа		Взять из файла		Для остальных поверхностей:	
...		...		Шероховатость	...
...		...		Квалитет	0
Сведения1		Сведения2		Сведения3	
В карты		Характеристики		Документы	
Наименование изделия		...			
Обозначение сб. единиц		...			
Обозначение детали		001-002			
Наименование детали		Пластина			

Открыть в системе T-FLEX CAD чертёж с внесёнными параметрами поверхностей.

*Выбрать* в ТехноПро кнопку [Взять с чертежа]. ТехноПро считывает данные с чертежа и внесёт полное имя файла чертежа в поле под кнопками [Взять с чертежа] и [Взять из файла]. В дальнейшем, чтобы открыть этот чертёж достаточно *выбрать* кнопку с красной стрелкой .

В дереве классификации КТП детали «001-002 Пластина» *выбрать* подгруппу «Деталь». Откроется форма с перечнем кодов элементов конструкции.

		Код	наименование	Сопряжен				
<input type="checkbox"/>	▶	240301	нрРадиусная\верхняя\01					
<input type="checkbox"/>		400301	нрПлоская\верхняя\01					
<input type="checkbox"/>		630301	внОтверстие перпендикулярное\ве					
*								

Параметры		Элемент						
	Имя	Значен	Вал. доп	Отв. доп	Верхн	Нижн	Квал	Текст.
▶	R	10						
*								

В форме видно, что система ТехноПро сосчитала с чертежа данные о трёх поверхностях с кодами 240301, 400301 и 630301.

Для радиусной поверхности 240301 считана величина радиуса  $K = 10$ .

На следующей иллюстрации показано, что для отверстий 630301 считаны параметры: диаметр отверстий  $D = 15$ ; выдерживаемый размер  $X = 80$ ; количество отверстий  $K = 4$ .

		Код	наименование	Сопряжен				
<input type="checkbox"/>		240301	нрРадиусная\верхняя\01					
<input type="checkbox"/>		400301	нрПлоская\верхняя\01					
▶	<input type="checkbox"/>	630301	внОтверстие перпендикулярное\ве					
*								

Параметры		Элемент						
	Имя	Значен	Вал. доп	Отв. доп	Верхн	Нижн	Квал	Текст.
▶	D	15						
	K	4						
	X	80						
*								

Для плоской поверхности 400301 ТехноПро сосчитала параметры: длина плоскости  $L = 200$  с полем допуска  $h12$ , нижним отклонением  $-0.46$ ; ширина плоскости  $B = 200$  с верхним отклонением  $0.2$ , нижним

отклонением  $-0.2$ ; допуск параллельности  $PRL=0.3$ ; параметр вид, сечение А с текстовым значением «Вид Б»; текст ТХ «Полировать»:

Код	наименование	Сопряжен
240301	нрРадиусная\верхняя\01	
400301	нрПлоская\верхняя\01	
630301	внОтверстие перпендикулярное\ве	

Имя	Значен	Вал. доп	Отв. доп	Верхн	Нижн	Квал	Текст. зн
B	200			0,2	-0,2		
L	200 h12			0	-0,46	12	
PRL	0.3						
X							
A							Вид Б
ТХ							Полировать

Считана шероховатость поверхности Rz20:

Параметры	Элемент
Код	400301
Вид	нрПлоская
Тип	верхняя
Номер	01
Название	нрПлоская\верхняя\01
Шерохов-сть	Rz20 5 Класс шероховатости
Сопряжен	



Таким образом, с чертежа считаны все значения элементов конструкции.

Созданное описание поверхностей и их параметров детали «001-002 Пластина» ничем не отличается от описаний, рассмотренных ранее. Поэтому можно переходить к проектированию технологического процесса.

### 5.1. Считывание данных из штампов чертежей

При создании любого КТП необходимо ввести сведения из штампа чертежа, такие как наименование и обозначение изделия, материал и др. С помощью интерфейса ТехноКАД можно настроить автоматическое считывание этих сведений с чертежей T-FLEX CAD.

В форматах чертежей, выполненных в T-FLEX CAD, содержание штампов задаётся текстовыми переменными.

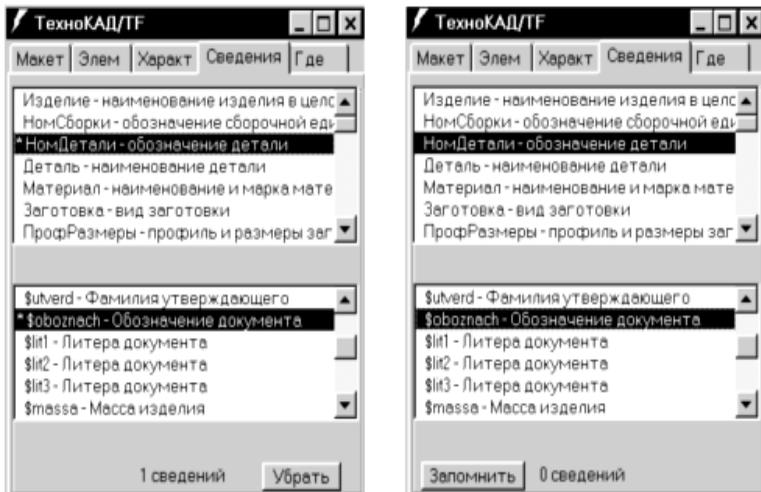
При заполнении конструктором штампа чертежа перечисленные текстовые переменные принимают соответствующие значения. Значения переменных могут быть считаны системой ТехноПро и внесены в требуемые поля общих сведений КТП. Для установления взаимосвязи между переменными форматки чертежа и полями общих сведений КТП ТехноПро необходимо запустить ТехноКАД. Форматка чертежа должна быть открыта в T-FLEX CAD.

При запуске ТехноКАД считает переменные форматки чертежа и выдаст их в нижнем списке закладки «Сведения». В верхнем списке выданы наименования полей общих сведений КТП.

Для того чтобы связать переменную в T-FLEX CAD с полем в ТехноПро, необходимо отметить их курсором и *выбрать* кнопку [Запомнить]. Данные о соответствии записываются в чертеж T-FLEX CAD, а переменная и поле в списке ТехноКАД помечаются звёздочками:



Соответствие можно разорвать, выбрав кнопку [Убрать]:



После установления соответствия всех необходимых переменных и полей, файл T-FLEX CAD необходимо сохранить. Так как данные сохраняются в этом файле, то соответствие достаточно установить только один раз для каждого файла форматки T-FLEX CAD. Это обеспечит считывание системой ТехноПро данных из штампов всех чертежей, созданных на основе таких форматов.

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1

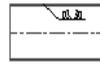
## Виды наружных поверхностей элементов



01 Торцовая



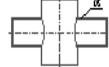
02 Уступ



03 Цилиндрическая



04 Цилиндрическая  
параллельная



05 Цилиндрическая  
перпендикулярная



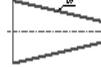
06 Резьбовая



07 Многогранная



08 Фаска



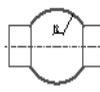
09 Конусная



10 Шлифовая



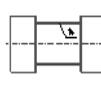
11 Зубчатая



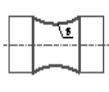
12 Сферическая



13 Лыска



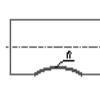
14 Канавка



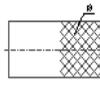
15 Канавка  
фасонная



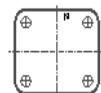
16 Шпоночная



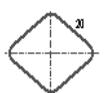
17 Сегментная



18 Накатная



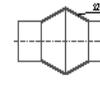
19 Фланец  
прямоугольный



20 Фланец  
фасонный



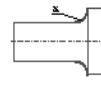
21 Кулачковая



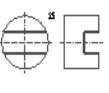
22 Выступ



23 Канавка



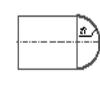
24 Радиусная



25 Шлиц



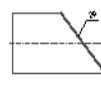
26 Торцовая  
фасонная



27 Сфера



28 Радиус



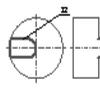
29 Скос



30 Цилиндрическая



31 Рейка



32 Выступ  
радиальный



33 Зона  
обработки



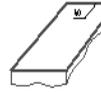
34 Ребро



35 Ребро  
фасонное



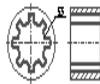
36 Центр



40 Плоская



50 Цилиндрическая  
51, 52



53 Шлицевая



54 Шпоночная



55 Зубчатая



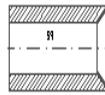
56 Сферическая



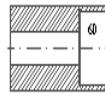
57 Фасонная



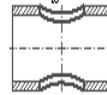
58 Многогранная



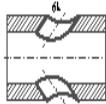
59 Фаска



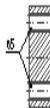
60 Торцовая  
61, 62



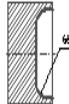
63 Отверстие



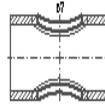
64 Отверстие  
наклонное



65 Отверстие  
параллельное



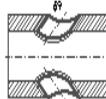
66 Радиусная



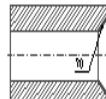
67 Резьба  
радиальная



68 Резьба  
параллельная



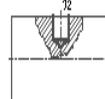
69 Резьба  
наклонная



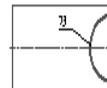
70 Центр



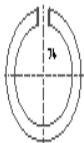
71 Центр



72 Отверстие  
стопорное



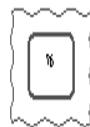
73 Выемка  
радиусная



74 Паз  
аксиальный



75 Выемка



76 Окно



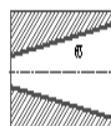
77 Паз



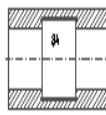
78, 79 Окно  
фасонное



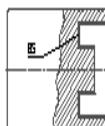
80 Резьбовая  
81, 82



83 Коническая



84 Канавка



85 Канавка  
торцовая



86 Карман

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Наименование параметров

Параметр	Наименование	Параметр	Наименование
D	Диаметр	NPL	Наклон и плоскостность
L	Длина	PLS	Плоскостность
B	Ширина	POZ	Позиционный допуск
H	Высота	PPL	Параллельность и плоскостность
G	Глубина	PPR	Перпендикулярность и плоскостность
S	Толщина	PRB	Полное радиальное биение
R	Радиус	PRF	Профиль продольного сечения
F	Угол	PRL	Параллельность
P	Размер	PRM	Прямолинейность
K	Количество	PRO	Пересечение осей
A	Вид, сечение на чертеже	PRP	Перпендикулярность
V	Выдерживаемый размер	PTB	Полное торцевое биение
X	Выдерживаемый размер	RAB	Радиальное биение
Y	Выдерживаемый размер	SIM	Симметричность
Z	Выдерживаемый размер	SMO	Смещение осей
GB	Габаритный размер	SOS	Соосность
GX	Габаритный размер	TOB	Торцевое биение
GY	Габаритный размер	RM	Тип резьбы "метрическая"
GZ	Габаритный размер	RD	Тип резьбы "дюймовая"
TP	Толщина твердого покрытия	RT	Тип резьбы "трубная"
TX	Текст	RS	Шаг резьбы
BN	Биение в заданном направлении	RN	Направление резьбы
CIL	Цилиндричность	RK	Количество заходов резьбы
FPR	Форма профиля	ZD	Диаметр делительной окружности зубьев D <sub>d</sub>
FPV	Форма поверхности	ZP	Длина общей нормали предварительная W <sub>p</sub>
KON	Конусность	ZW	Длина общей нормали W
KRU	Круглость	ZT	Степень точности зубьев
NAK	Наклон	ZB	Биение зубьев
		E	Позиция на операционном эскизе

ПРИЛОЖЕНИЕ 3  
Маршрутно-операционный технологический процесс (фрагмент распечатки)

ГОСТ 3.1118-82										Форма 1		САПР					
Дробл.																	
Плам.																	
Число про																	
Разраб.	Мелек																
Проверил	Лусчин				ТТУУ									3			
Нормир.	Иванов																
Метролог	Казьмин																
Н.контр.	Петров																
М 1	ОЗХ17Н83МФАБ																
Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.Раск.	КМ	Код заготовки	Профиль и размеры			КД	МЗ						
М 2							Листок № 65 мм										
А	Цех	Уч	РН	Опер.		Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования						СК	ПРОФ.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Клт	Тпа	Тшт
А01	18	3	2	005		Заготовительная											
02	Абразивно-отрезной																
В03	НР. Тиски 7200-0203 125 ГОСТ 14904-80																
04																	
Т05	1 Отрезать заготовку $\phi 6,5$ мм L=18 h14 (-0,43) мм (1 заготовка на 1 деталь).																
007																	
06	СИ. Линейка -500 ГОСТ 427-75																
Т09	10																
А11	17	3	12	010		Закалка											
12																	
В13	Электропечь камерная																
14																	
015	1 Термообработать по ТПН цеха, в соответствии с ту чертежа.																
16																	
А17	6	2	3	015		Обдувка											
18																	
В19	Аппарат гидрослесоструйный																
20																	
021	1 Обдуть корундом под высоким давлением																
22																	
А23	3	2	12	020		Токарная											
24																	
МК																	