

Особенности учебного процесса по технологической подготовке производства на основе программ "Компас-3D" и "FeatureCAM"

**инженер ГП ПО «Южмаш» Войчишен А.
Л.**

к. т. н., доцент

студент гр. Тм-08-2с

Пацера С.Т.

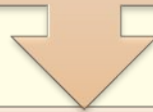
Агеев В.С.

В современных условиях подготовка производства новой детали в условиях автоматизированного производства , в рамках учебного процесса разделяться на четыре этапа:

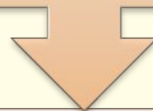
I. Конструкторская подготовка производства



II. Технологическая подготовка производства



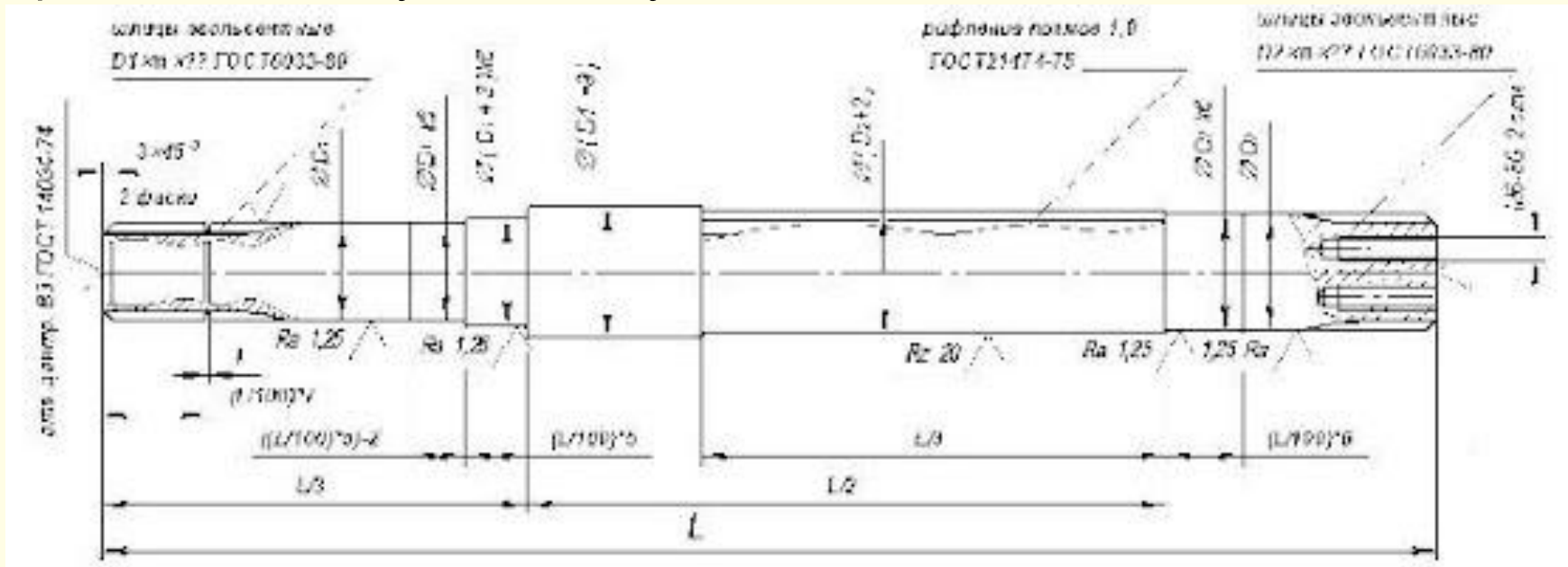
III. Автоматизированная разработка управляющей программы для станка с ЧПУ



IV. Автоматизированная разработка технологической документации

I. Конструкторская подготовка производства

При изучении дисциплины «Технологическая подготовка производства» студенты получают такое задание:

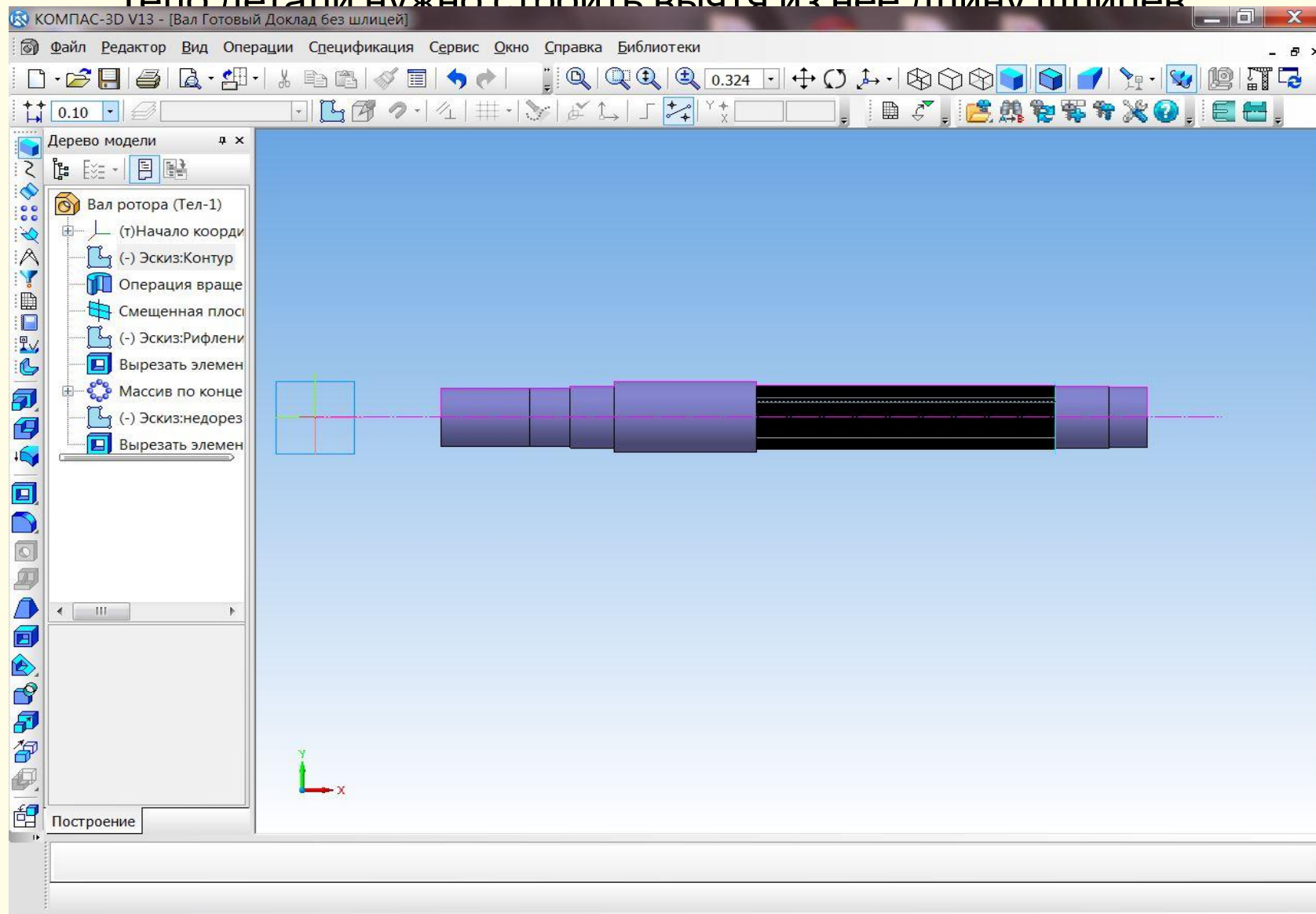


На первом этапе учащиеся выполняют конструкторскую часть подготовки производства: в программе КОМПАС- 3D проектируют 3D модель детали «Вал ротора» с внешними эвольвентными шлицами и разрабатывают чертеж. **Следует отметить, что выявлены определенные замечания к программе КОМПАС в части точности отрисовки элементов эвольвентных шлицев:**

При построении эвольвентных шлицев в "Компас-3D" нужно учитывать
что:

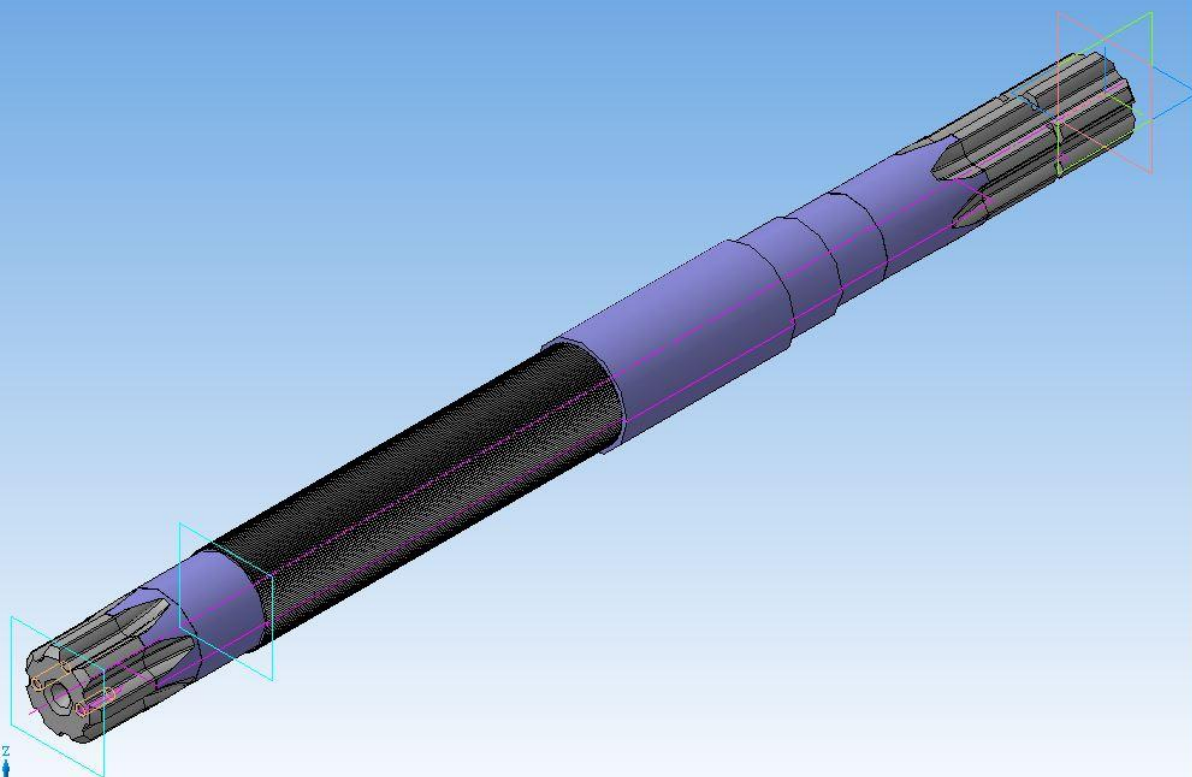
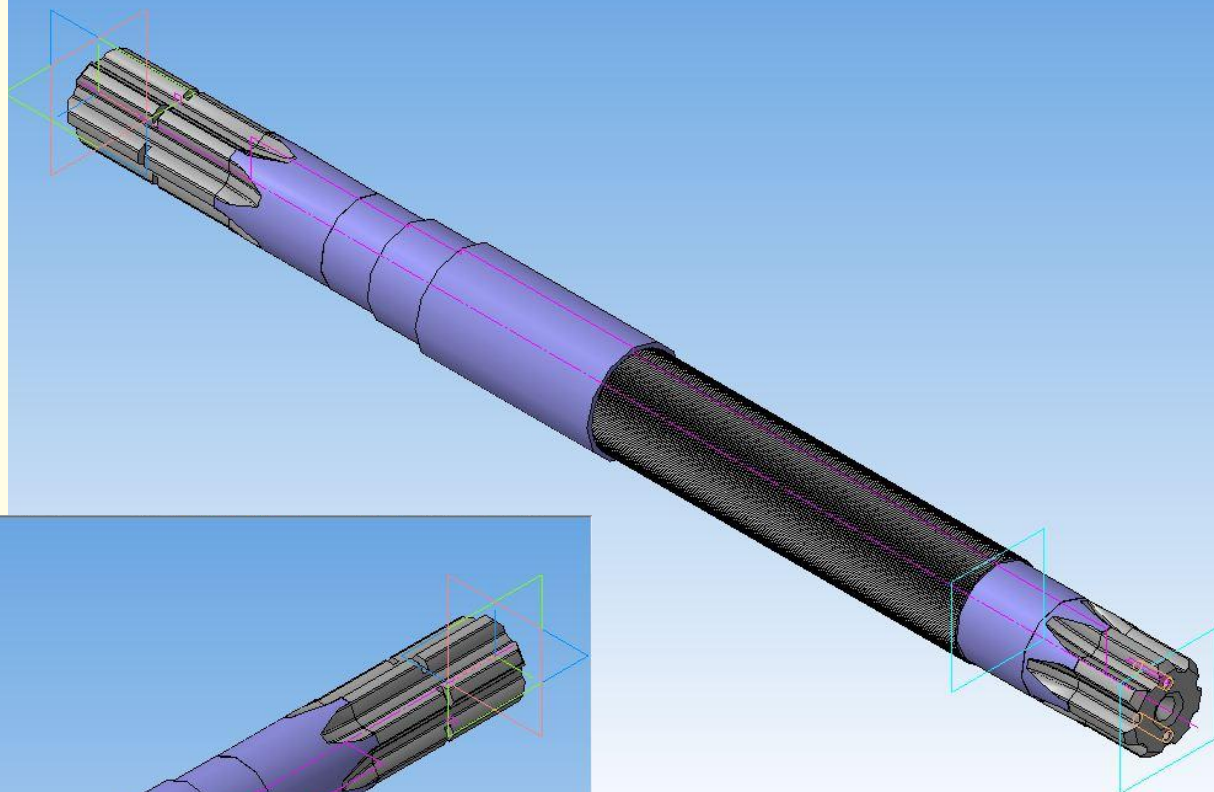
1. Шлицы достраиваться к существующей детали

Т.е. детали нужно строить вычитая из неё длину шлицев



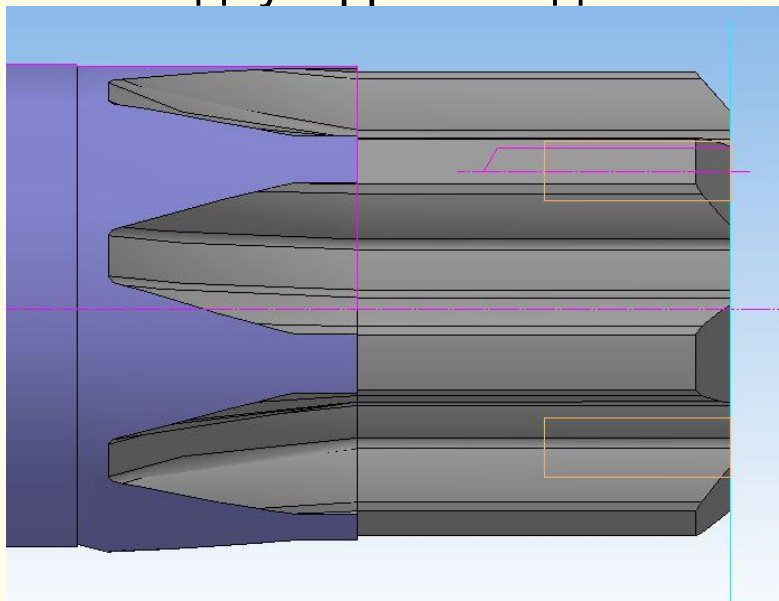
Щелкните левой кнопкой мыши на объекте для его выделения (вместе с Ctrl - добавить к выделенным)

Готовая 3D модель вала-ротора

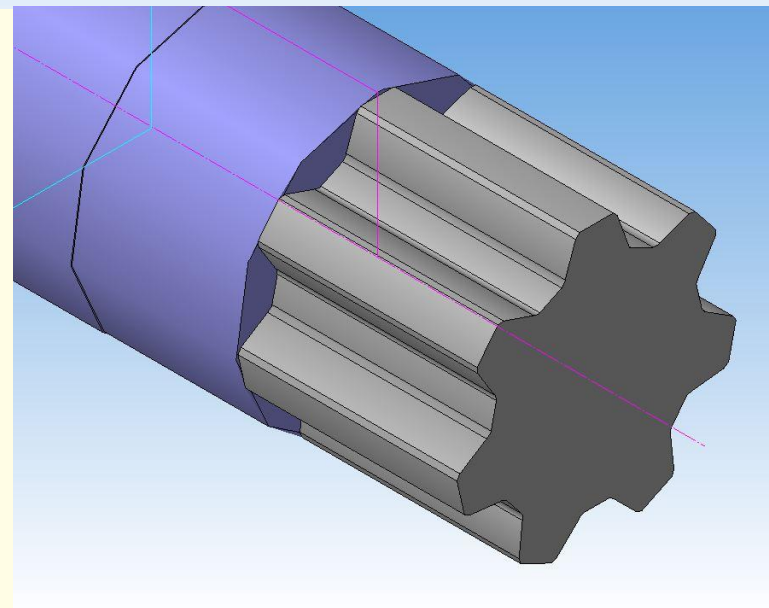
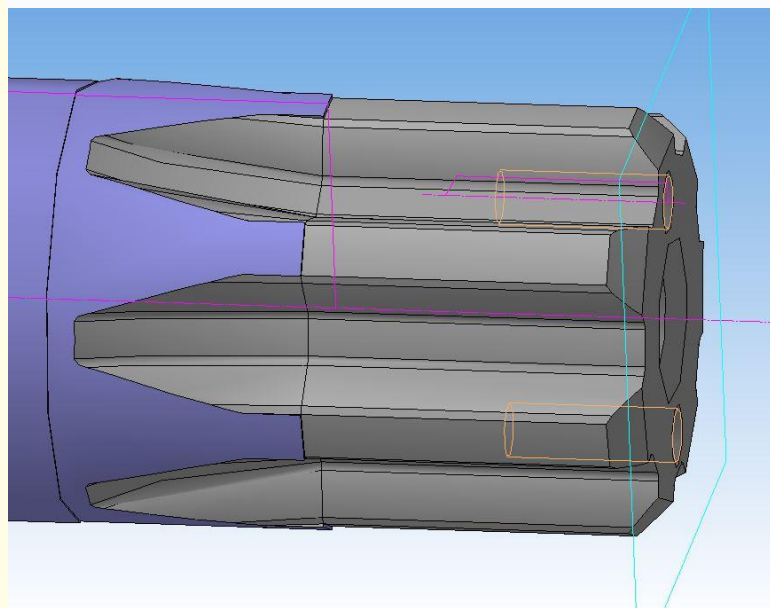
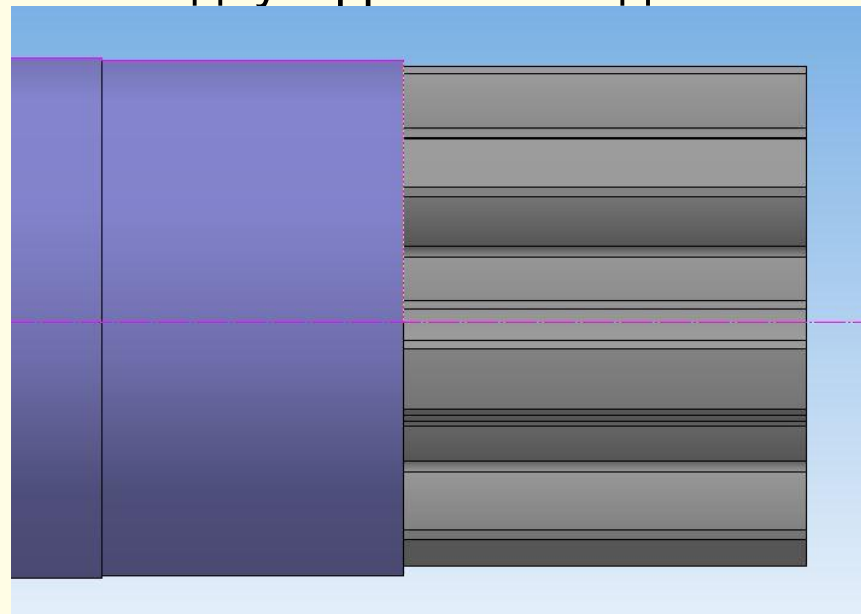


2. Поверхность образуемая при выходе инструмента вырезается из существующего тела детали

Радиус фрезы задан



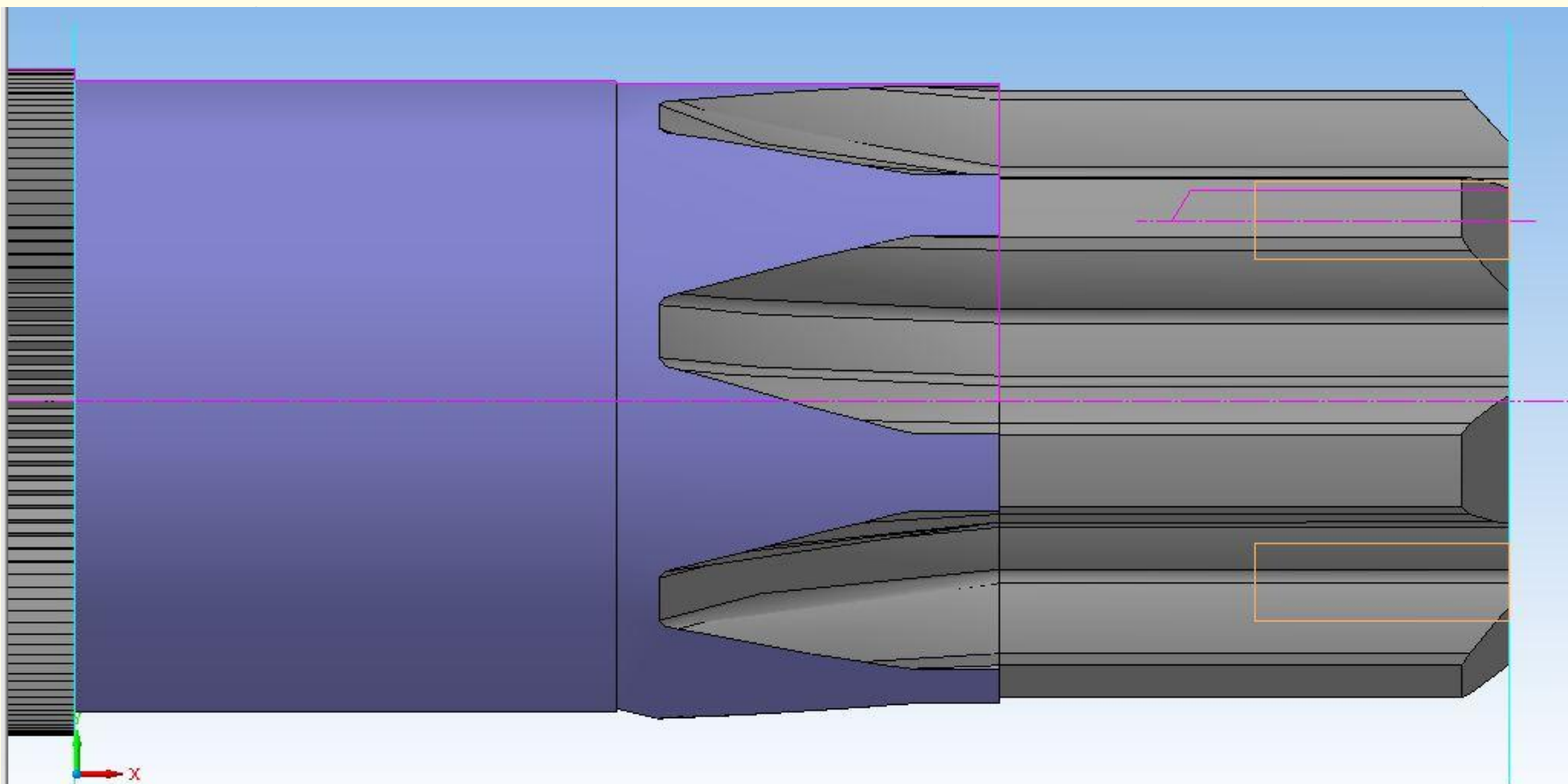
Радиус фрезы не задан



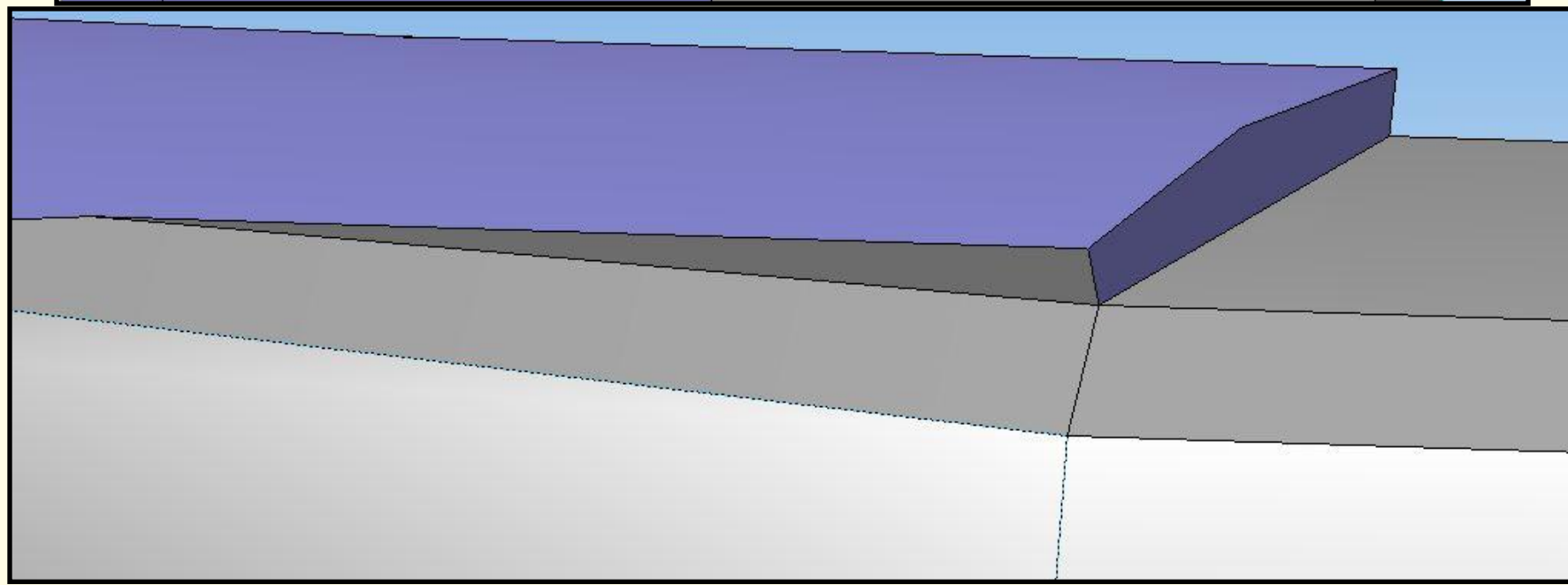
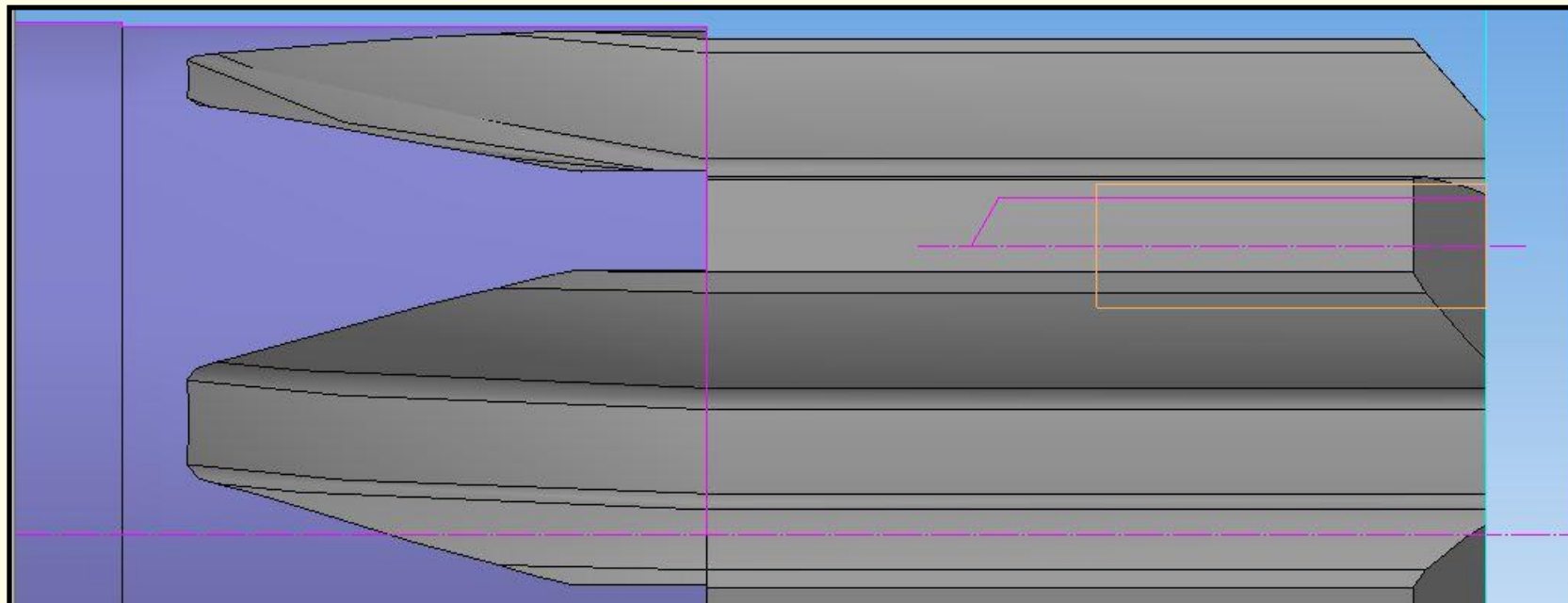
3. При построении шлицев с базированием по боковым поверхностям зубьев образуется уступ.

При построении шлицев с базированием по боковым поверхностям зубьев диаметр окружности вершин зубьев уменьшается.

Что, однако, не отражается на канавке выхода фрезы, в результате чего получается прямоугольная ступень небольшой

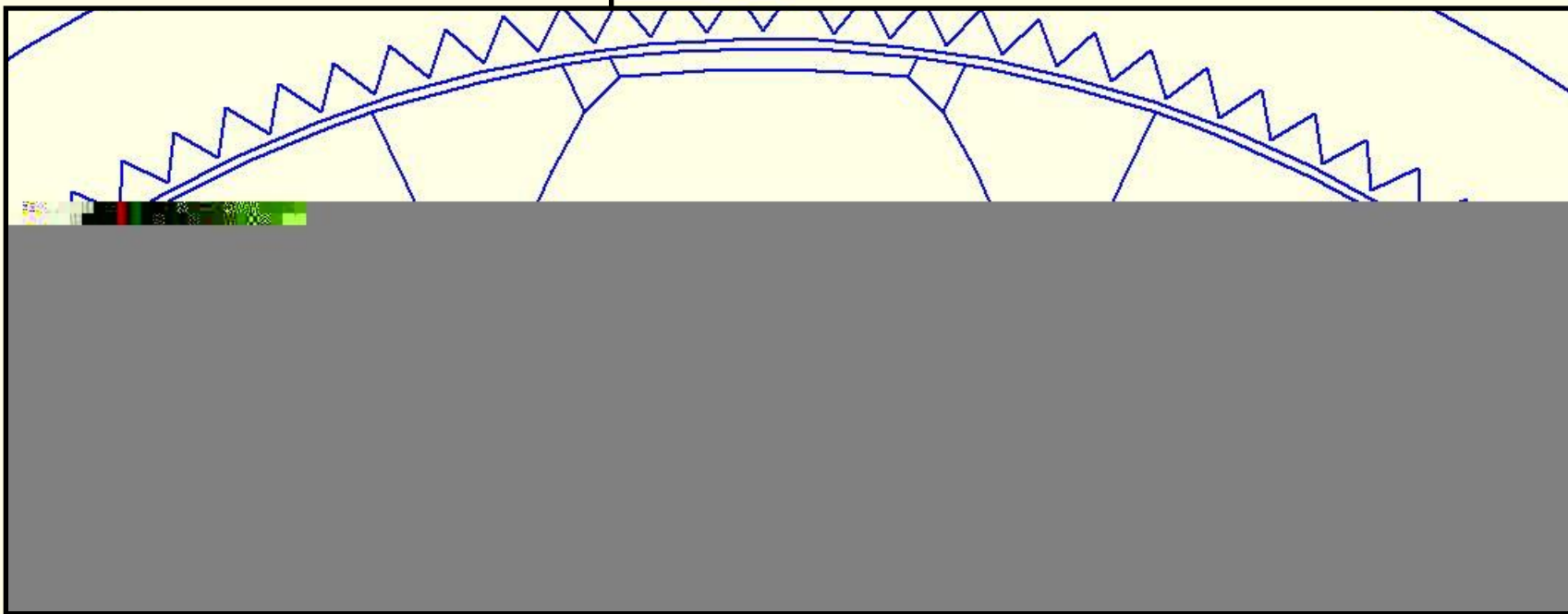
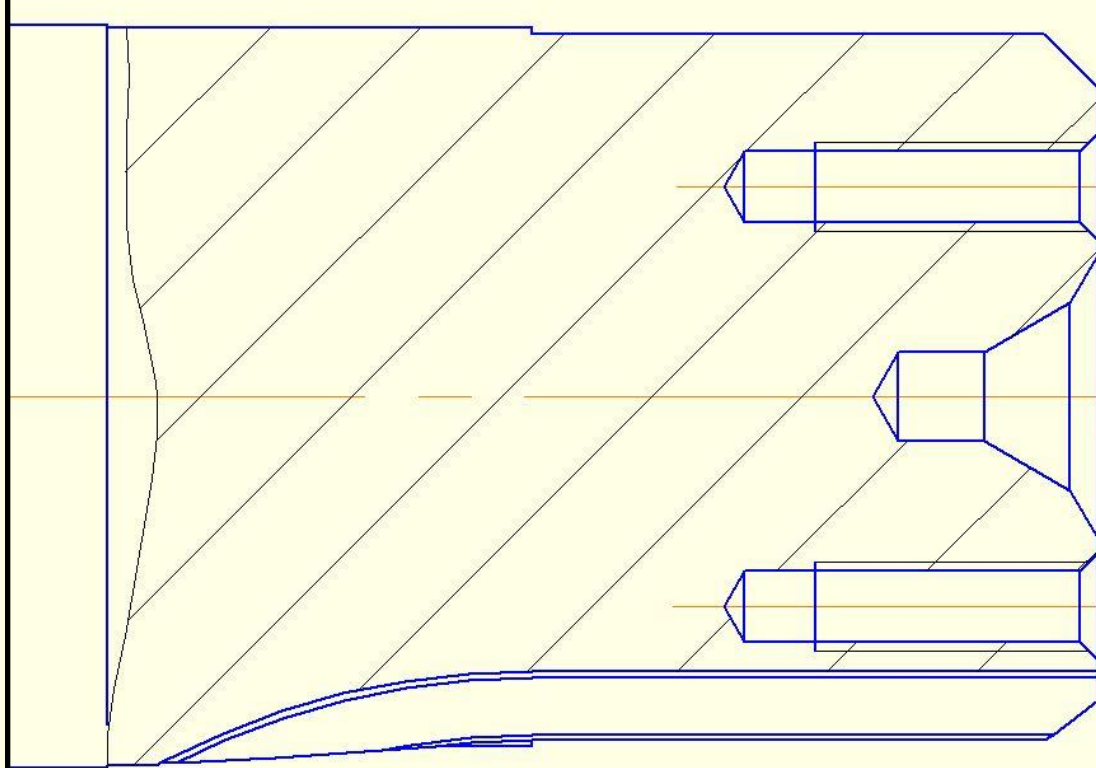


3. При построении шлицев с базированию по боковым поверхностям зубьев образуется уступ.



**Данный дефект
отображается на чертеже**

Следовательно будет
отображено на изделии,
выполненном с помощью
данной 3D модели без
корректировок



По ГОСТ 6033-88 «Соединения шлицевые эвольвентные с углом профиля 30°» - диаметр вершин зубьев вала d_a при центрировании по боковым поверхностям зубьев:

$$d_a = D - 0,2m$$

А при центрировании по наружному диаметру

$$d_a = D$$

Отсюда следует что диаметр окружности вершин зубьев уменьшается на величину $0,2m$.

Следствия данной особенности:

Нереальность данной конструкции; её не технологичность, а также сложность её изготовления.

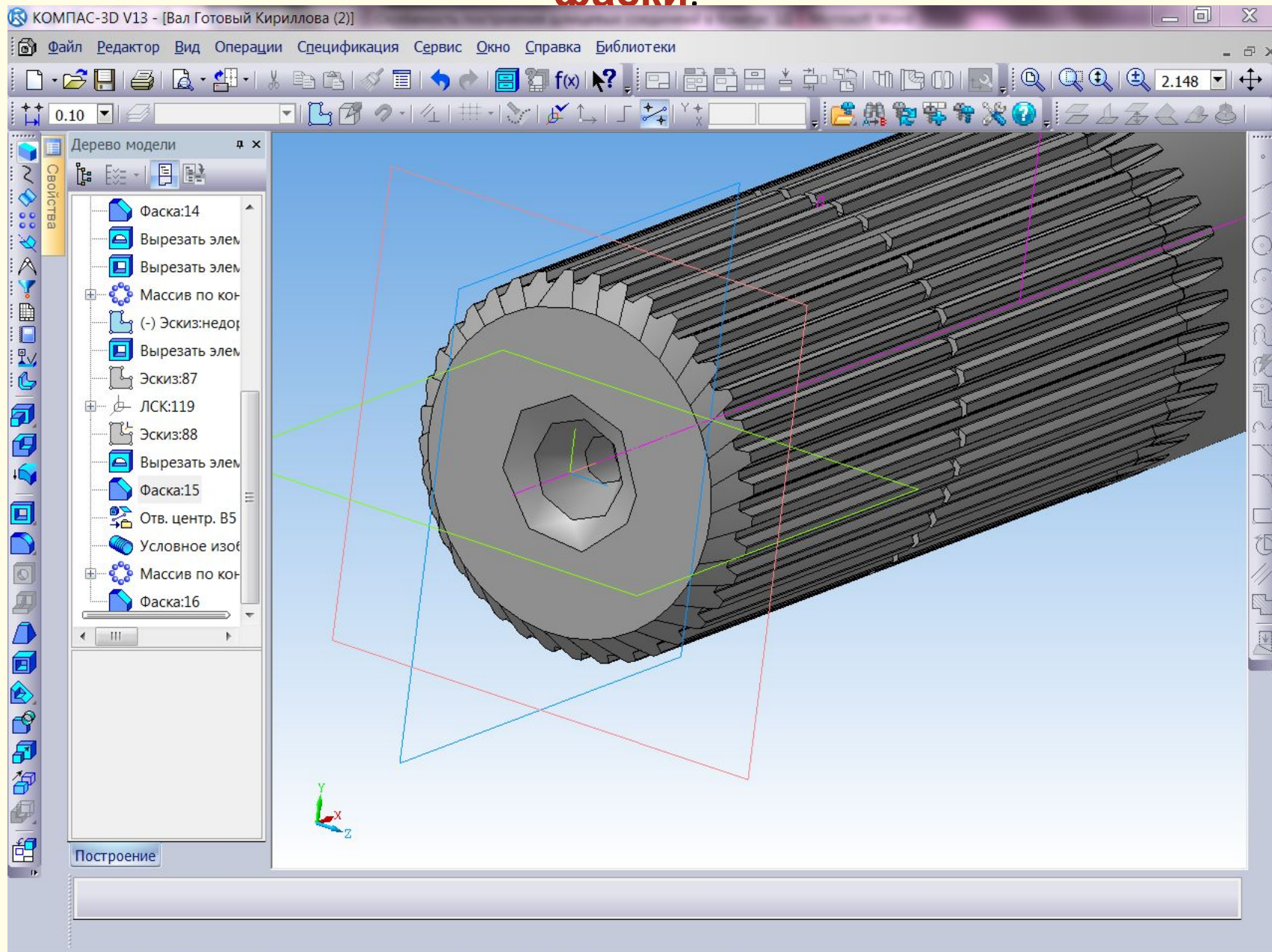
Данная особенность будет отражена в детали, если при её изготовлении будет использована данная 3D-модель, или чертеж из не без корректировок.

Увеличение времени затраченного на корректировку модели.

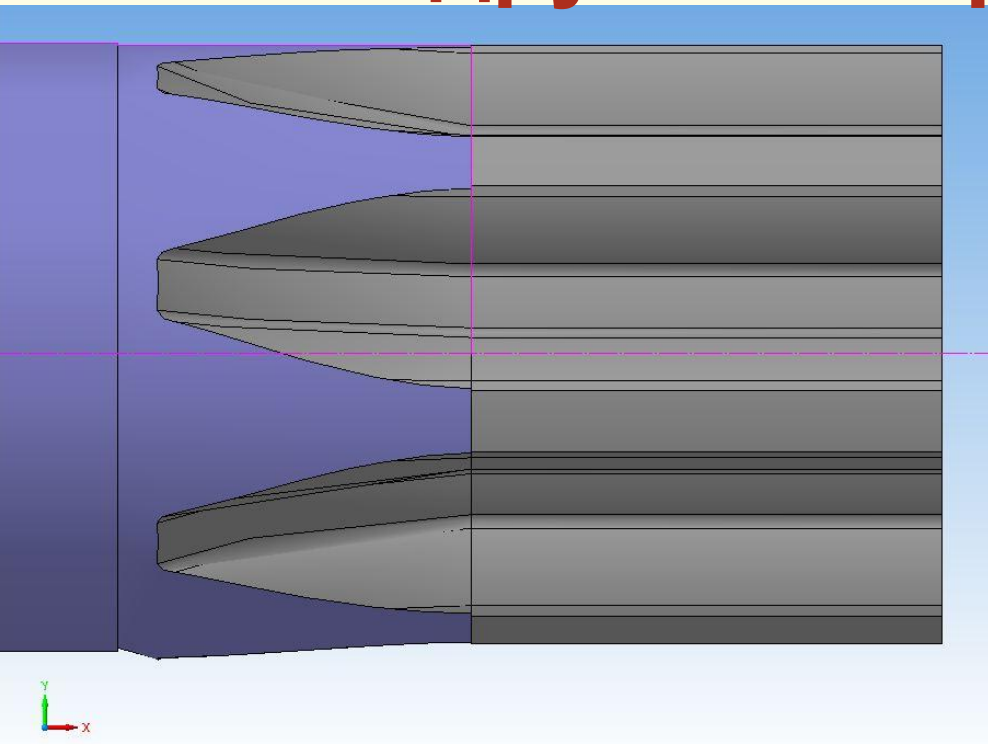
Прямой угол является концентратором напряжений.

По факту ГОСТ 6033-88 «Соединения шлицевые эвольвентные с углом профиля 30°» не нарушен, так как он рассматривает точность и правильность построения шлицев только в поперечном сечении.

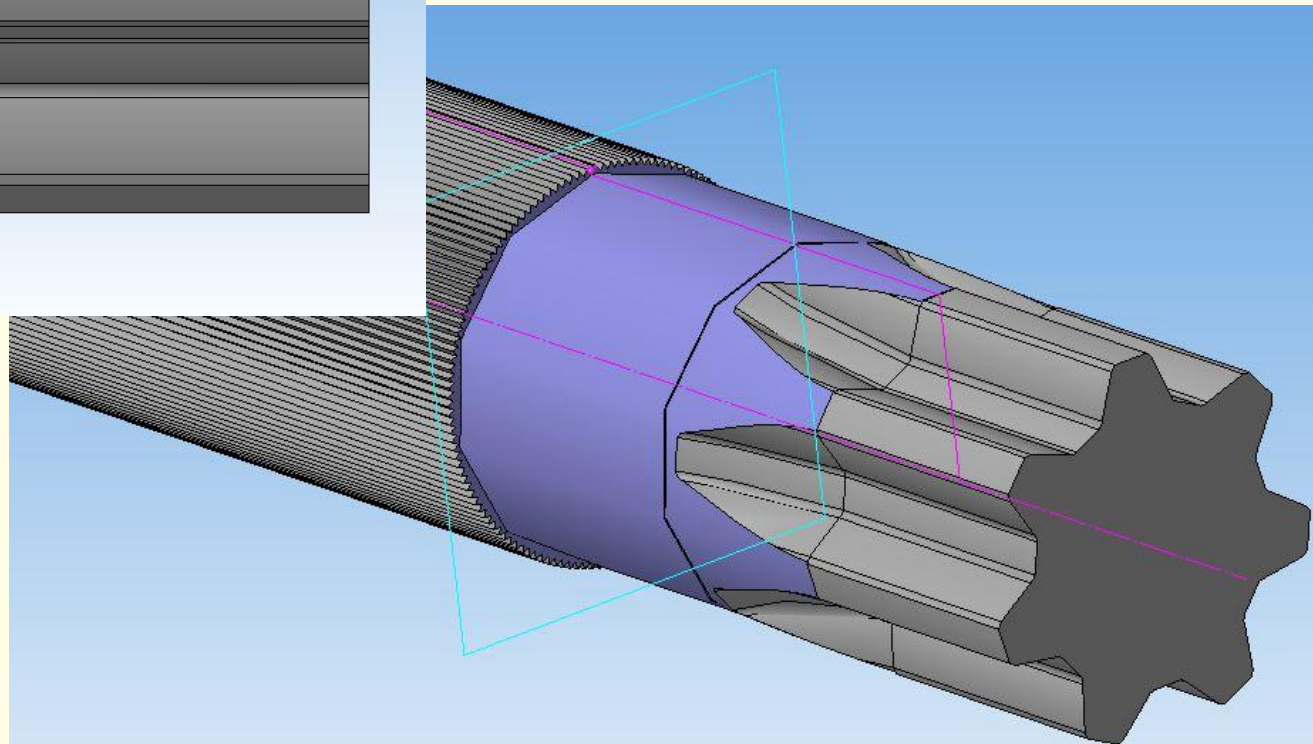
4. При построении фасок на шлицах появляется ребрение фаски.



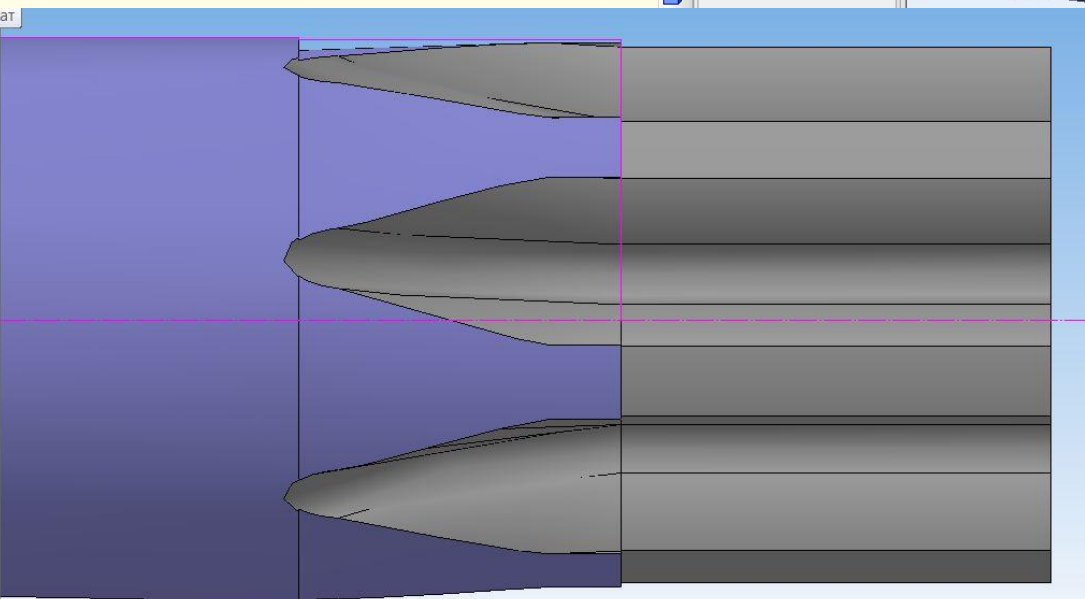
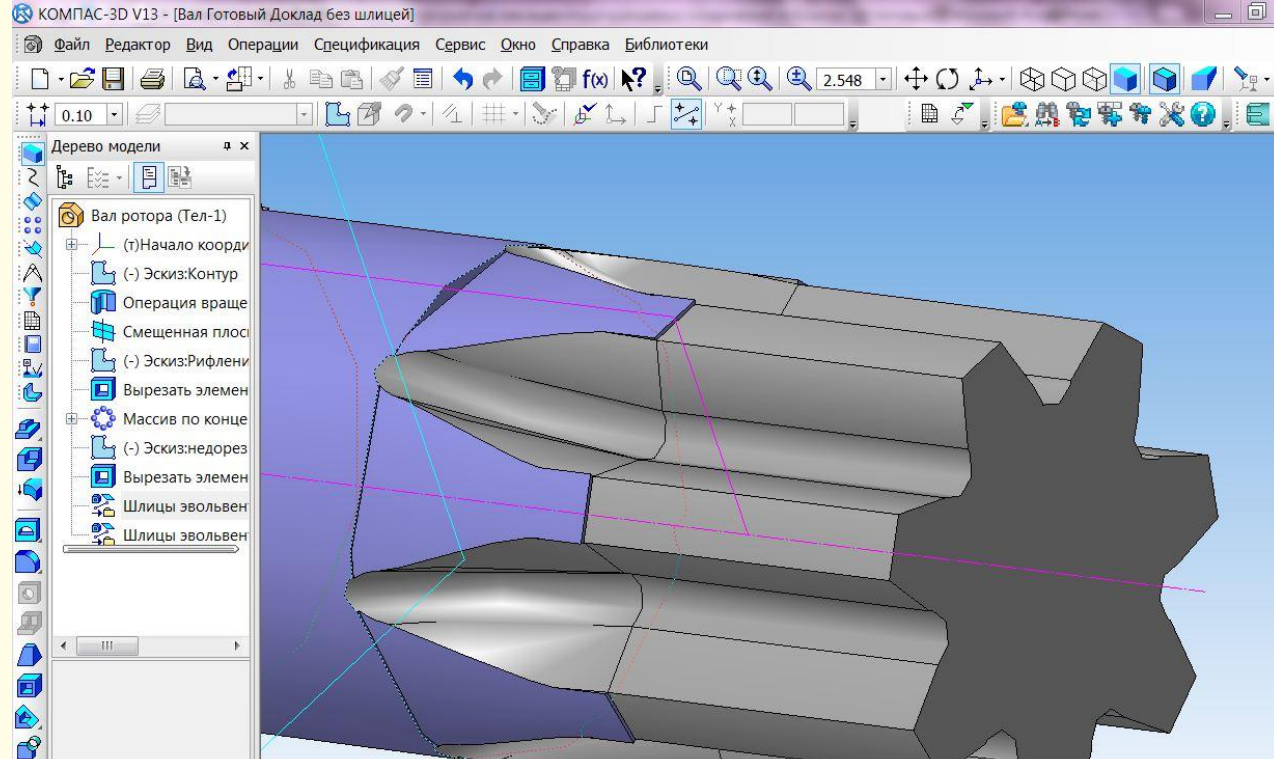
Примеры построения шлицев с другими параметрами



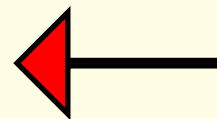
Эвольвентный шлиц с
центрированием по
наружному диаметру
зуба
(диаметр фрезы $\varnothing 90$ мм)



Эвольвентный шлиц
с центрированием
по боковой
поверхности зуба
без фаски с
закругленным дном



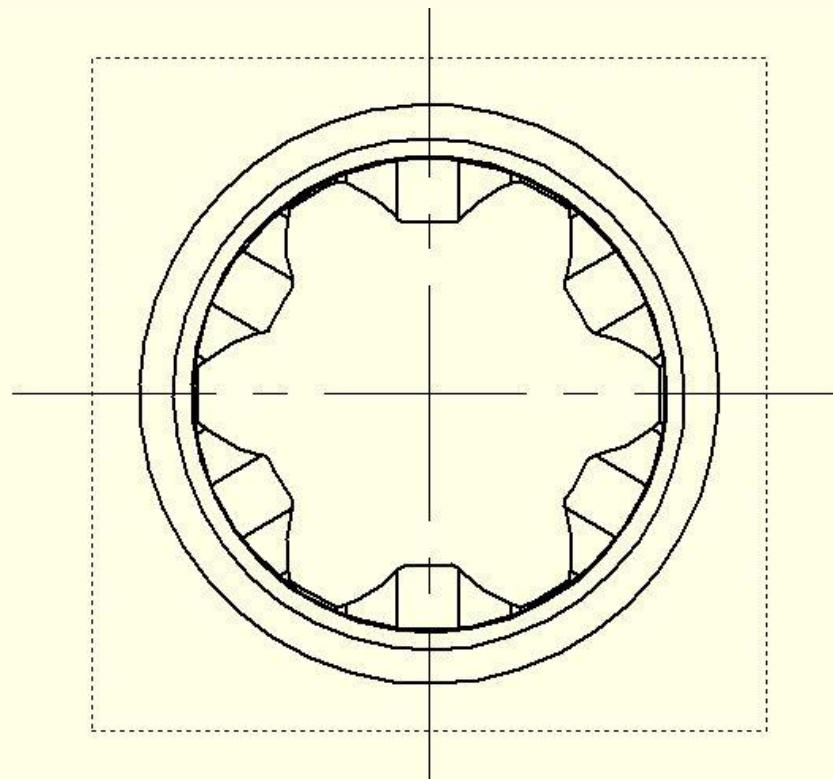
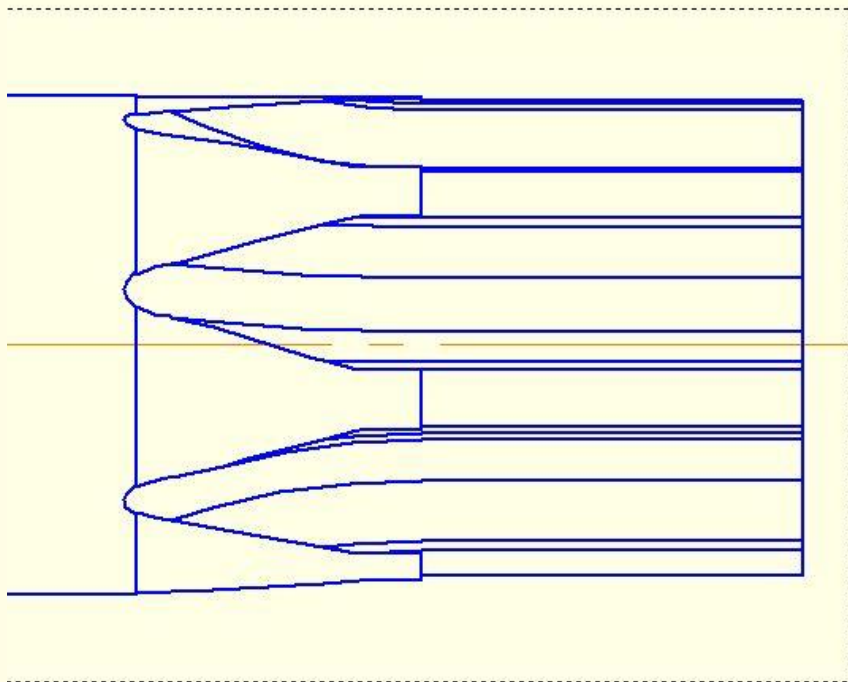
На данном виде видна
обратная конусность.



Команда
"перестроить" (F5) не
решает данную
проблему

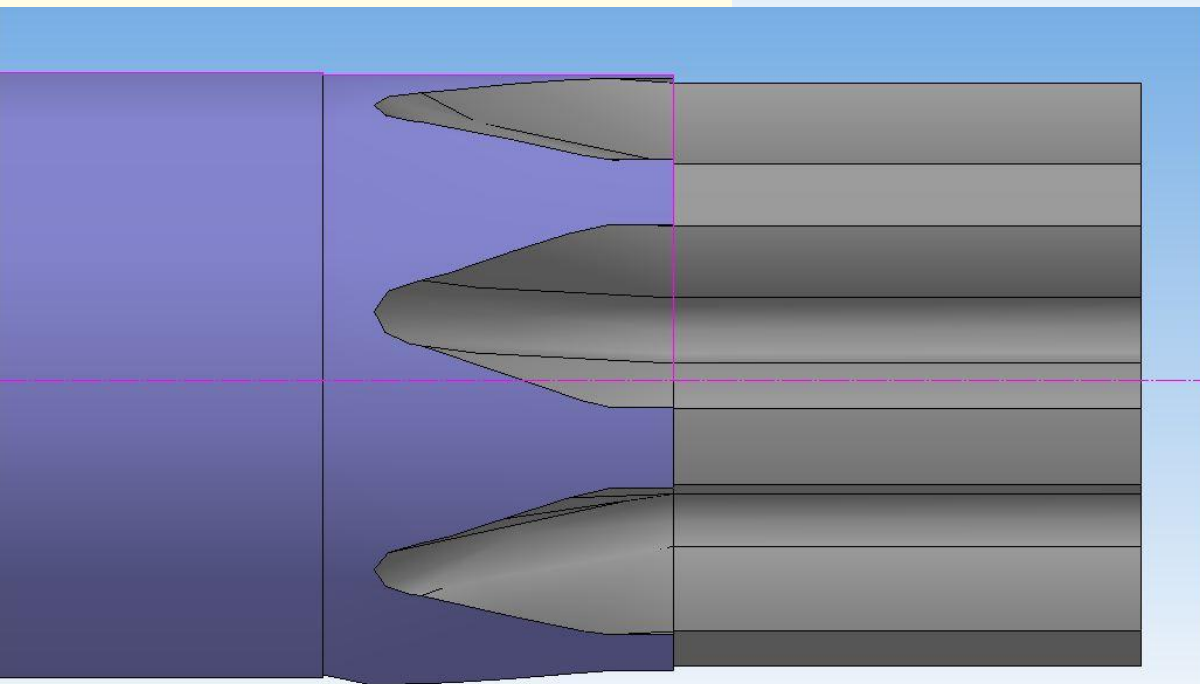
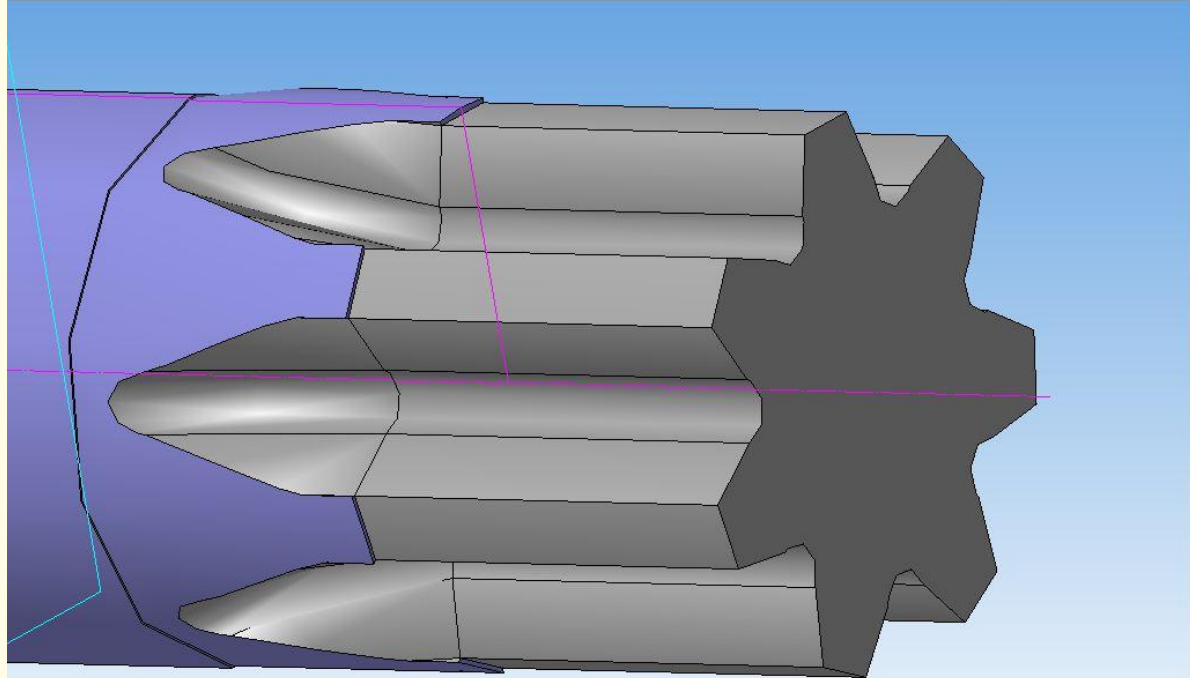


Эвольвентный шлиц с центрированием по боковой поверхности зуба без фаски с закругленным дном.



Обратная конусность на чертеже не отображается, следовательно это визуальная неточность отображения, которая не отражается на чертеже, а следовательно на модели и следовательно она не отразиться и на детали.

Эвольвентный шлиц
с центрированием по
боковой поверхности
зуба без фаски с
закругленным дном
(меньший диаметр
фрезы $\varnothing 63$ мм)



Выводы:

При построении 3D-модели в "Компас-3D" могут возникнуть два вида дефектов:

Визуальные Дефекты

- Не влияет на чертеж детали, следовательно и на правильность построения 3D-модели, а значит и на реальную деталь
 - Этот дефект может ввести в замешательство пользователей Компаса
 - Затраты времени на проверку, если не известно что это точно дефект данной категории.
- Часто устраняются командой "перестроить" (F5)

Реальные дефекты

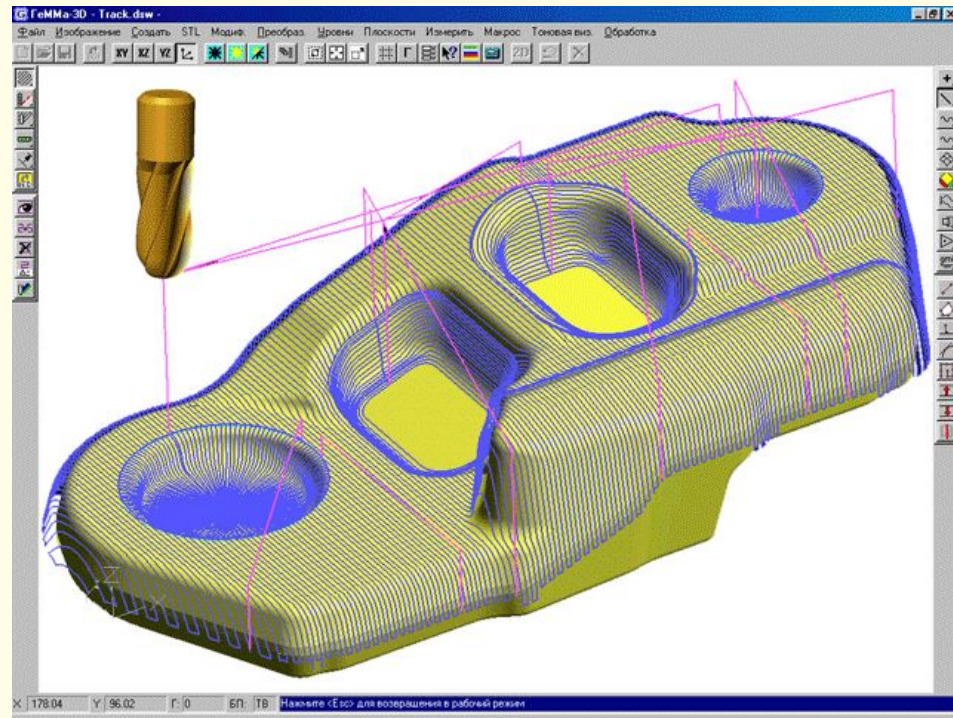
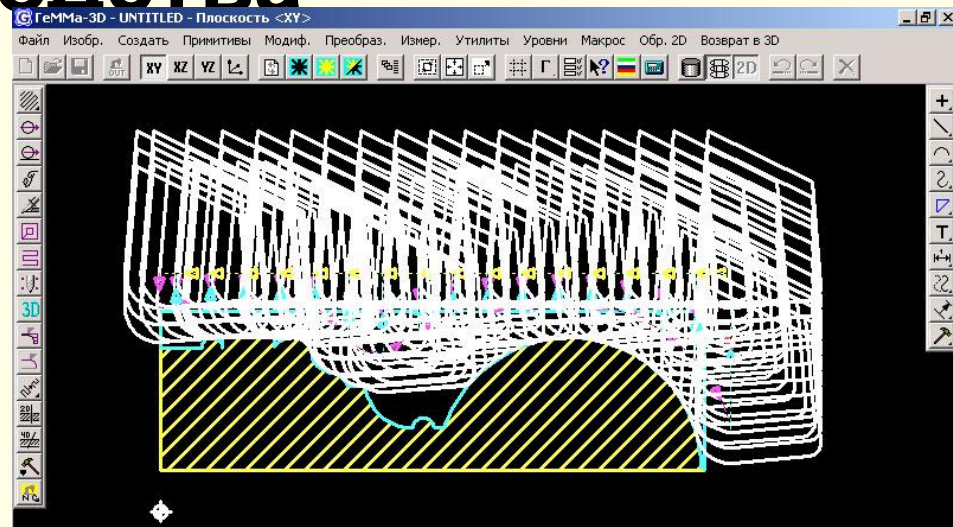
- Отражаться на чертеже, следовательно:
 - Могут повлиять на работоспособность детали
 - Могут усложнить обработку детали в САМ системе, например:
 - создание лишних рабочих и холостых ходов инструмента
 - создание ненужных нетехнологичны поверхностей
 - Устранения последствий данного дефекта при моделировании детали и её обработки (в случае если это возможно), потребует дополнительных затрат времени.

II. Технологическая подготовка производства

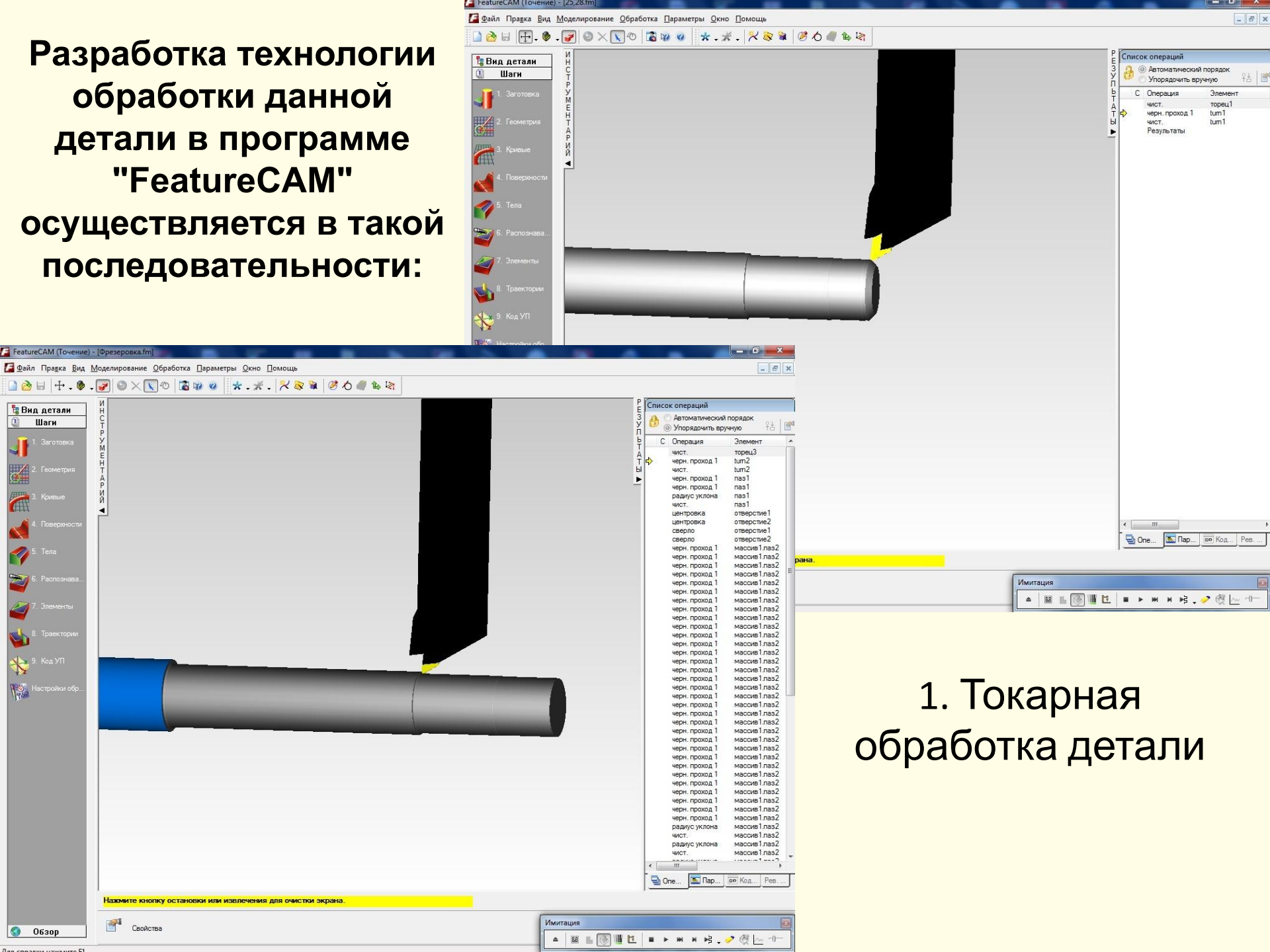
Следующим этапом является автоматизированная технологическая подготовка производства, которая состоит в разработке технологического процесса изготовления детали. В современной технологической подготовке производства принята стратегия применения систем автоматизированного проектирования (САПР).

При автоматизированной разработке технологического процесса было бы желательно иметь в компьютерном классе программу "ГеММа-3D" ЗАО "НТЦ ГеММа", которая совместима с программами "АСКОН".

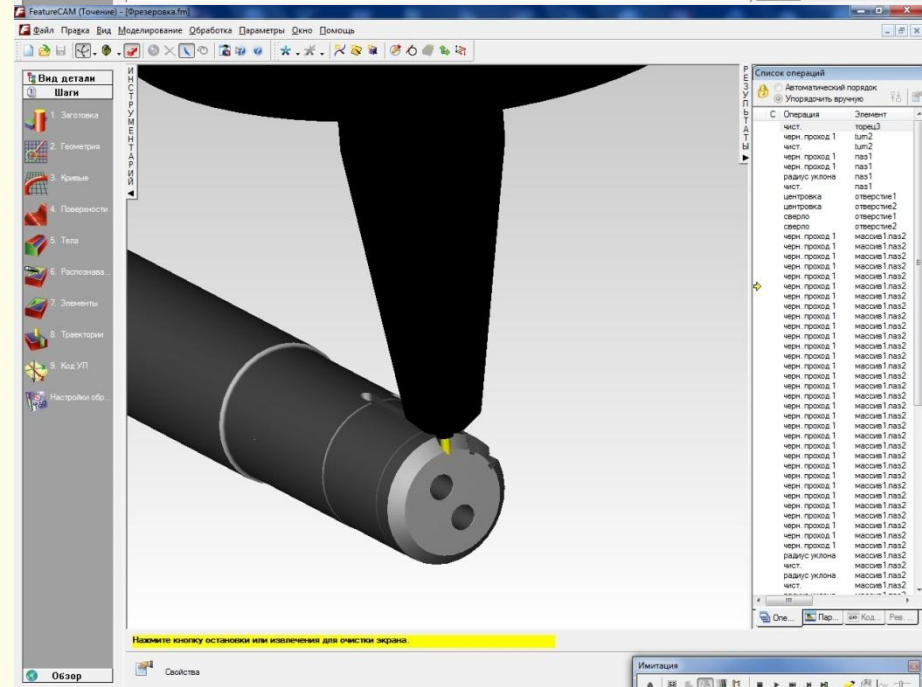
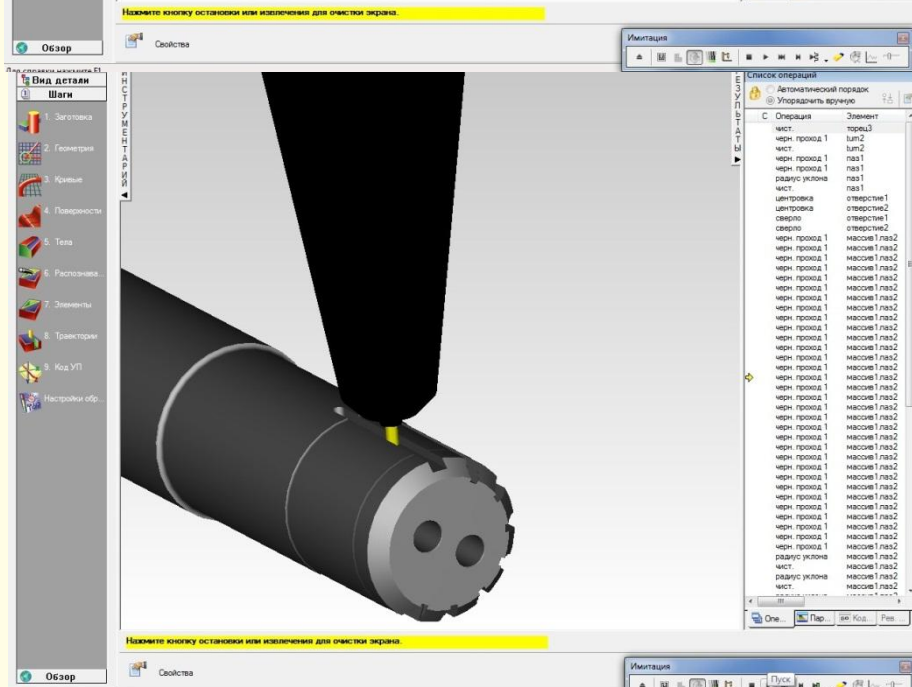
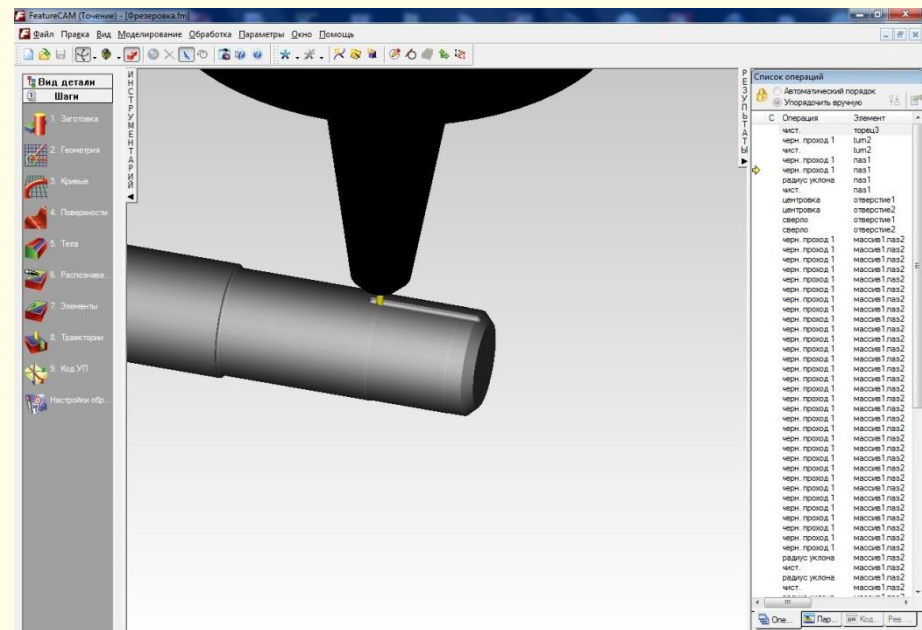
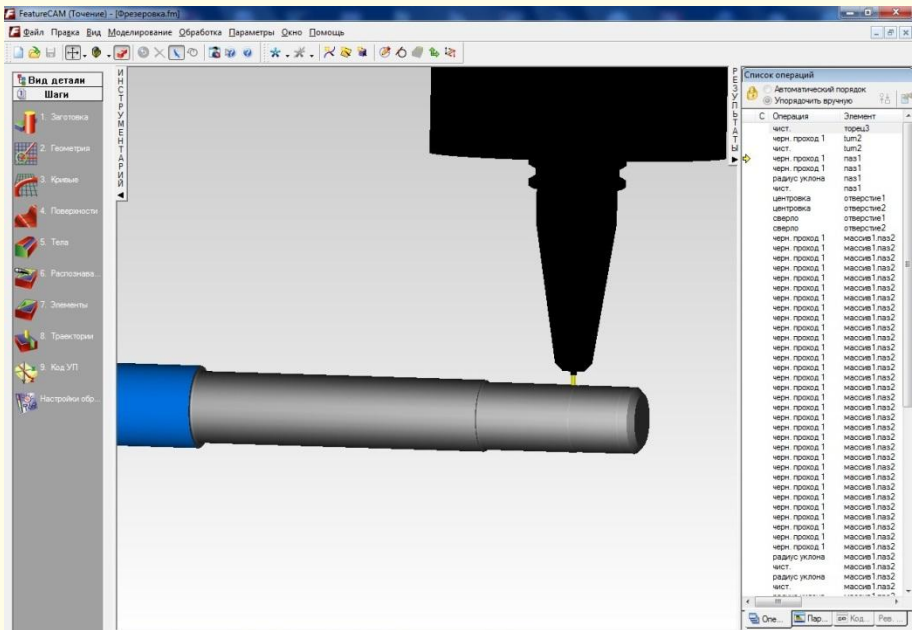
В учебном процессе нашли выход в применении программы



**Разработка технологии
обработки данной
детали в программе
"FeatureCAM"
осуществляется в такой
последовательности:**



3. Черновое фрезерование шлицев



III. Автоматизированная разработка управляющей программы для станка с ЧПУ

Разработка управляющей программы для станка с ЧПУ тоже выполняется в программе "FeatureCAMe" по причине отсутствия лицензии на программу "ГеММа-3D"

Автоматическая генерация управляющей программы

FeatureCAM (Точение) - [20,25.fm]

Файл Правка Вид Моделирование Обработка Параметры Окно Помощь

Вид детали
Шаги

1. Заготовка
2. Геометрия
3. Кривые
4. Поверхности
5. Тела
6. Распознава...
7. Элементы
8. Траектории
9. Код УП
- Настройки обр...

ИНСТРУМЕНТАРИЙ

Код УП

Верхняя рев. головка

```
(UA0,5)  
(UCG,3,Z-210Z90,X300X0)  
G95 T1.01 M6  
G97 S250 M4  
G0 X35.0 Z-1.0  
M8  
N40 G1 X-2.0 Z-1.0  
N45 G1 X3.657 Z1.828  
N50 G0 X250.0 Z125.0 T2/02/' CHANGE TO TOOL # 2  
N55 S250 M4 'SET RPM TO 250  
N60 G0 X27.08 Z2.778  
N65 G1 X27.08 Z-140.997  
N70 G1 X29.0 Z-140.997  
N75 G1 X29.707 Z-140.643  
N80 G0 X29.707 Z2.778  
N85 G1 X24.95 Z2.778  
N90 G1 X24.95 Z-19.491  
N95 G2 X25.2 Z-20.0 R1.1  
N100 G1 X25.213 Z-46.58  
N105 G2 X27.08 Z-47.667 R1.1  
N110 G1 X27.787 Z-47.313  
N115 G0 X27.787 Z2.778  
N120 G1 X18.566 Z2.778  
N125 G1 X18.566 Z-1.222  
N130 G1 X24.306 Z-4.092  
N135 G2 X24.95 Z-4.87 R1.1  
N140 G1 X25.657 Z-4.516  
N145 G0 X35.0 Z-4.516  
N150 G0 X35.0 Z1.536 T2/02/  
N155 S250 M4 'SET RPM TO 250  
N160 G0 X12.768 Z1.536  
N165 G1 X24.164 Z-4.163  
N170 G2 X24.75 Z-4.87 R1.0  
N175 G1 X24.75 Z-19.516  
N180 G2 X25.0 Z-20.0 R1.0  
N185 G1 X25.013 Z-46.669  
N190 G2 X26.88 Z-47.667 R1.0  
N195 G1 X26.88 Z-140.997  
N200 G1 X32.536 Z-138.169  
N205 G0 X35.0 Z-138.169  
N210 G0 X250.0 Z125.0  
N215 M05  
M30
```

Операции Параметры Код УП Рев. головки

Выберите элемент или геометрию

Обзор

Свойства

Имитация

Управляющая программа на стойку NC-210 (Вал ротора 20*25)

(UAO,5)

(UCG,3,Z-210Z90,X300X0)

G95 T1.01 M6

G97 S250 M4

G0 X35.0 Z-1.0

M8

N40 G1 X-2.0 Z-1.0

N45 G1 X3.657 Z1.828

N50 G0 X250.0 Z125.0 T2/02/ ' CHANGE TO TOOL # 2

N55 S250 M4 ' SET RPM TO 250

N60 G0 X27.08 Z2.778

N65 G1 X27.08 Z-140.997

N70 G1 X29.0 Z-140.997

N75 G1 X29.707 Z-140.643

N80 G0 X29.707 Z2.778

N85 G1 X24.95 Z2.778

N90 G1 X24.95 Z-19.491

N95 G2 X25.2 Z-20.0 R1.1

N100 G1 X25.213 Z-46.58

N105 G2 X27.08 Z-47.667 R1.1

N110 G1 X27.787 Z-47.313

N115 G0 X27.787 Z2.778

N120 G1 X18.566 Z2.778

N125 G1 X18.566 Z-1.222

IV. Автоматизированная разработка технологической документации

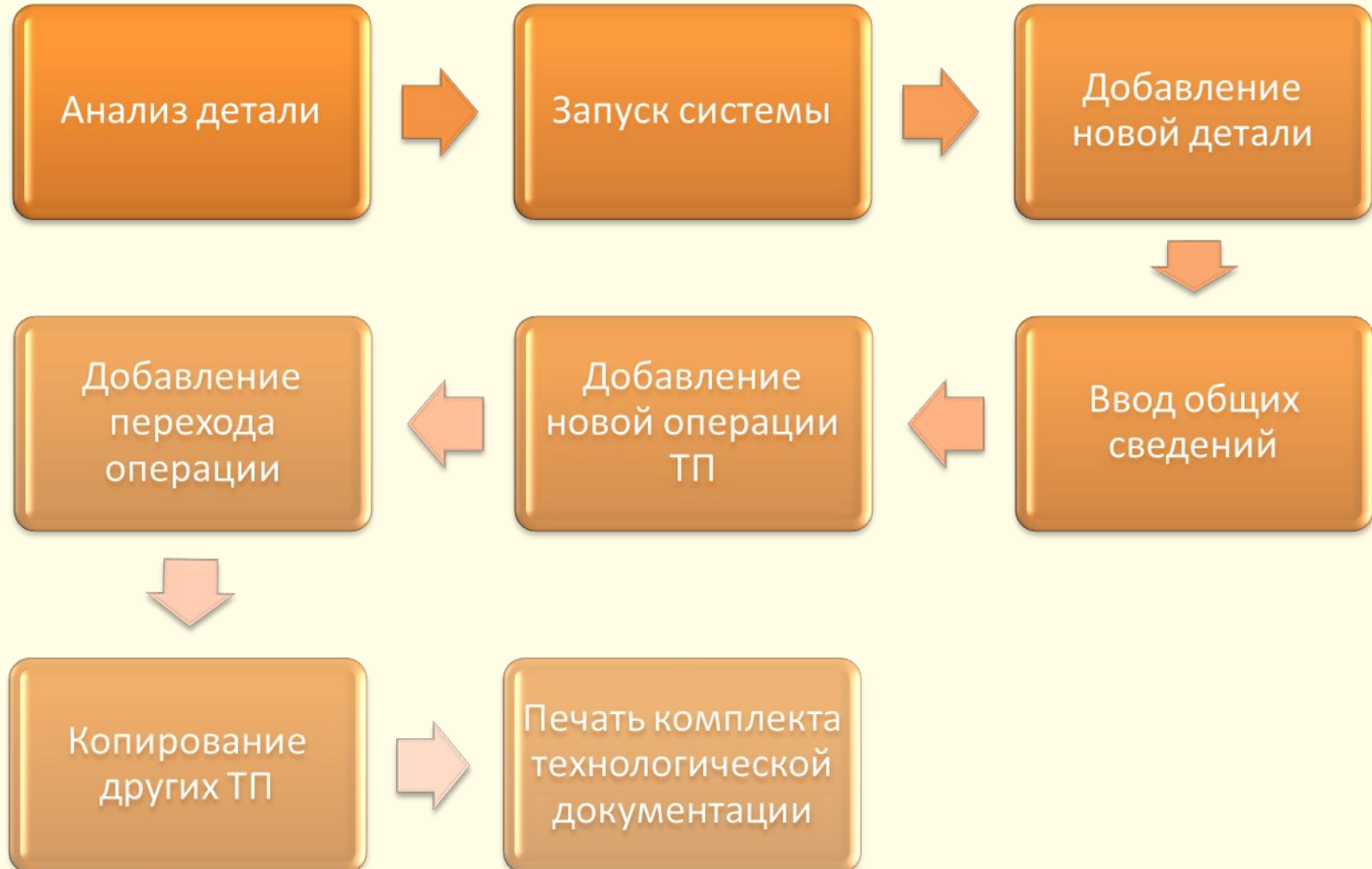
Разработку технологической документации лучше всего вести в программе «Вертикаль» входящей в комплекс программ "АСКОН". В компьютерном классе количество компьютеров, на которых есть данная программа недостаточно, нужно хотя бы два компьютерных класса.

Поэтому для выполнения этого задания мы должны обратиться к программам свободного распространения, но они устарели.

В рамках учебного процесса была использована бесплатная версия программы «*ТехноПро 5*» корпорации развития высоких технологий «Вектор-Альянс»

Алгоритм действий технолога в программе «ТехноПро» **Одинаковый** для всех видов технологий

Содержание алгоритма



То, чего нет в ТехноПро

Выбор методов обработки поверхностей (МОП)

Технологический маршрут обработки детали

Поверхность детали	Квалитет, Степень точности	Шероховатость, R _a , мкм	Операционные размеры при выполнении переходов механической обработки		
			черновой	чистовой	тонкой
Ø134 _{-0,62}	14	10	Точить Ø134 _{-0,62}	—	—
Ø122r7	6	2,5	Точить Ø125,7 _{-0,4}	Точить Ø122 _{+0,103 +0,063}	—
Ø120s7	6	2,5	Точить Ø123,7 _{-0,35}	Точить Ø120 _{+0,089 +0,054}	—
Ø110s7	6	2,5	Точить Ø113,7 _{-0,35}	Точить Ø110 _{+0,089 +0,054}	—
Ø105s7	6	2,5	Точить Ø108,7 _{-0,35}	Точить Ø105 _{+0,089 +0,054}	—
Ø100s7	6	2,5	Точить Ø103,7 _{-0,35}	Точить Ø100 _{+0,086 +0,054}	—
Ø95u8	8	2,5	Точить Ø98,7 _{-0,35}	Точить Ø95 _{+0,178 +0,124}	—
Ø90u8	8	2,5	Точить Ø93,7 _{-0,35}	Точить Ø90 _{+0,178 +0,124}	—
Ø85m6	6	1,25	Точить Ø88,7 _{-0,35}	Точить Ø85,4 _{-0,087}	Точить Ø85 _{+0,035 +0,013}

№ операции	Наименование операции и модель станка	Содержание операции	Способ установки	Технологические базы
005	Заготовительная	Ковка	□	□
010	Термическая	Отжиг материала поковки	□	□
015	Токарная черновая, станок модели 16K20П Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над суппортом 400 мм , наибольшая длина обрабатываемой заготовки 2000 мм, мощность электро-двигателя главного привода 11 кВт, габариты 3795x1190x 1500 мм .	<p>Подрезать торец в размер 1112_{-1,0} Сверлить Ø17,35_{+0,53} на глубину 42_{+3,0} Сверлить Ø21_{+0,52} на глубину 12,5□0,21 Нарезать резьбу М20-8Н</p> <p>Зенкеровать углы 60□ и 120□, выдерживая размеры 6□0,15 и 1,1□0,12 Точить начерно Ø134_{-0,62} напроход Точить начерно Ø103,7_{-0,35} выдерживая размер 420□0,5 и радиус 10□1 Точить начерно Ø93,7_{-0,35} выдерживая размер 364_{+1,4} и радиус 10□1 Точить начерно Ø88,7_{-0,35} выдерживая размер 288_{+1,0} , и радиус 10□1 Точить начерно Ø83,7_{-0,35} выдерживая размер 231_{+1,0} и радиус 5□0,5 Точить начерно Ø79_{-0,3} выдерживая размер 140□0,5 и радиус 5□0,5 Точить фаску 2x45□</p>	Патрон трехкулач-ковый	Кованые цилиндрические поверхности шеек вала

В результате получаем комплект технологической документации

Титульный лист

				ГОСТ 3.1105-84				Форма 2		САПР			
Дубл.													
Взам.													
Подл.													
ТехноПро										1			
				ВЕКТОР	2345-4789								
				Ось									
СОГЛАСОВАНО												УТВЕРЖДАЮ Технический директор	
КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ на технологический процесс 2345-4789 Ось													
Директор по качеству												Главный технолог	
Главный метролог													
Акт №												от	
ТИ													

Маршрутная карта

										ГОСТ 3.1118-82			Форма 1		САПР						
Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
ТехноПро													2		1						
Разраб.	Лихачев А.А.						ВЕКТОР			2345-4789											
Проверил	Иванов И.И.																				
Нормир.	Рабинович Р.Р.																				
Метролог	Сидоров С.С.																				
Н.контр.	Никонов Н.Н.						Ось														
М 1	10 ГОСТ 1050-88																				
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры					КД	МЗ							
М 2		10.04					Круг	10х39						10.06							
А	Цех	УЧ	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа											
Б	Код, наименование оборудования										СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
А01	06	05	13	005	Заготовительная					ИОТ N 5 / 325											
02																					
Б03	Абразивно-отрезной					12	12345	14	11	11	1	11	10001	1	4,61	0,06					
04																					
Т05	ПР. Тиски 7200-0008 160 ГОСТ 14904-80																				
06																					
С07	Рукавицы х/б ГОСТ 124010-75																				
08																					
009	1	Отрезать заготовку: Ф 10 мм					длиной L=39 ±14 (±0,31) мм					1	1,51	2							
10																					
Т11	РМ. Круг отрезной 150х2 х32 14А341 ВУ ГОСТ 21963-82																				
Т12	СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89																				
13																					
А14	3	2	12	010	Токарная																
15																					
Б16	Токарно-центровой 16К20					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4,5					
17																					
Т18	ПР. Патрон D160 7100-0005 ГОСТ 2675-80																				
19																					
020	А. Установить деталь на станке, закрепить и снять после обработки														1	0,2					
21																					
022	1	Торцевать диаметр с 10 мм, как чисто													1	0,391	0,2				
23																					
Т24	РМ. Резец 20х12 2112-0033 ГОСТ 18871-73																				
МК																					

МК лист2

										ГОСТ 3.1118-82				Форма 16		САПР				
Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
ТехноПро																2				
										2345-4789										
										Ось										
А	Цех	УЧ	РМ	Опер.	Код, наименование операции						Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования									СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тпз	Тшт
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала									Обозначение, код				ОПН	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх		
001	2	Точить диаметр до 8 h12 (-0,15) мм на проход														0,84	0,2			
02																				
T03		РИ. Резец 20x12 2100-0013 BK6 ГОСТ 18878-73																		
T04		СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1 ГОСТ 166-89																		
05																				
006	3	Точить диаметр до 6,5 мм на длине 7,5 мм														0,78	0,2			
07																				
T08		РИ. Резец 20x12 2100-0013 BK6 ГОСТ 18878-73																		
T09		СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1 ГОСТ 166-89																		
10																				
011	4	Сверлить отверстие диаметром 4 H12 (+0,12) мм на глубину 6,2 мм														0,3	0,2			
12																				
T13		РИ. Сверло D4 2300-7545 ГОСТ 10902-77																		
14																				
015		Б. Переустановить и закрепить															0,2			
16																				
017	5	Торцевать диаметр с 8 h12 (-0,15) мм, в размер 35,5 мм														0,39	0,1			
18																				
T19		РИ. Резец 20x12 2112-0033 ГОСТ 18871-73																		
T20		СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1 ГОСТ 166-89																		
21																				
022	6	Точить фаску на диаметре 8 мм, 1 x 45 град.														0,4	0,1			
23																				
T24		РИ. Резец 12x12 2136-0707 ГОСТ 18875-73																		
T25		СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1 ГОСТ 166-89																		
26																				
A27	3	БЦК	4	015	Контрольная															
28																				
B29		Стол контрольный																		
030	1	Проверить деталь на соответствие размеров, геометрии и требований чертежа.																		
МК																				

Выводы

Для подготовки высококлассных специалистов по специальности "технология машиностроения" университету нужно советующие программное обеспечение, а именно:

- "ГеММа – 3D"
- "Вертикаль" (в достаточном количестве)

