

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ВУЗ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

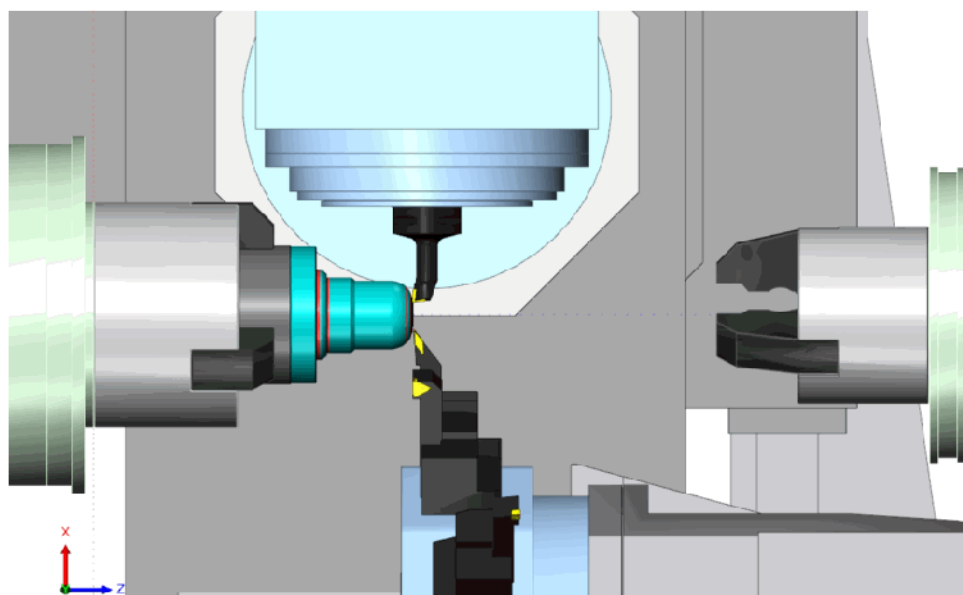


МЕХАНИКО-МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ ГОРНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*Автоматизированное программирование токарных
операций механической обработки детали «Вал»*

для выполнения индивидуального задания по дисциплине:
«Системно-структурная оптимизация процессов обработки на станках с ЧПУ»



Методические указания предназначены для студентов направления 131 «Прикладная механика» и специальности 7,8.05050201 «Технология машиностроения» очной и заочной формы обучения при выполнении индивидуального задания по дисциплине «Системно-структурная оптимизация процессов обработки на станках с ЧПУ».

Выполнение задания производится в инженерной программе “Feature CAM” компании Autodesk Delcam plc.

Разработанный проект технологии механической обработки детали типа «Вал», представляет собой оптимизацию технологического процесса благодаря компьютерному виртуальному моделированию с применением эффективных программных продуктов «Power Solution». Эффективность проекта технологии механической обработки достигается за счёт использования электронной технологической базы по подбору режимов резания, прогрессивных режущих инструментов, оснастки, станочных приспособлений и многоосевых станков с ЧПУ.

Авторы:

Пацера Сергей Тихонович
профессор кафедры технологии горного машиностроения
(Государственное высшее учебное заведение «НГУ»)

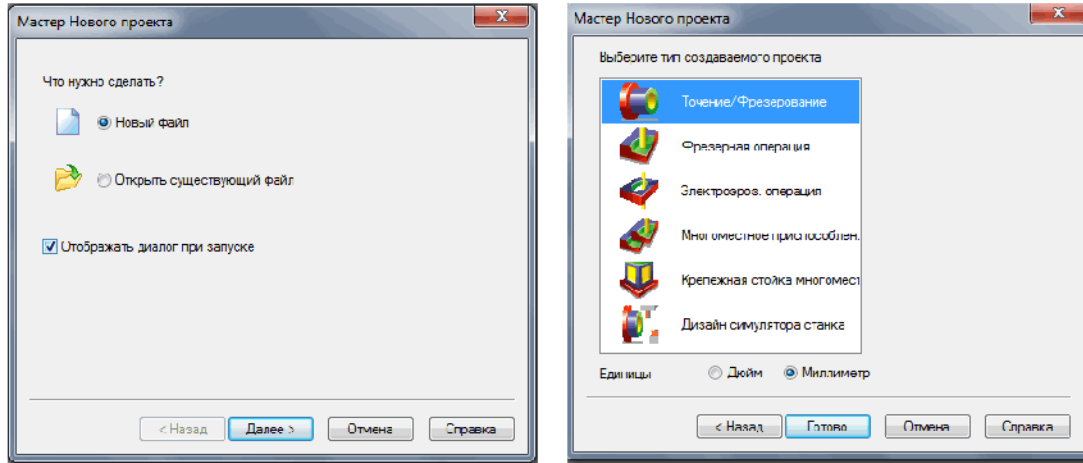
Дербаба Виталий Анатольевич
доцент кафедры технологии горного машиностроения
(Государственное высшее учебное заведение «НГУ»)

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I.....	3
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	7
РАЗДЕЛ II.....	8
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	18
РАЗДЕЛ III.....	19
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	23
ЛИТЕРАТУРА.....	23

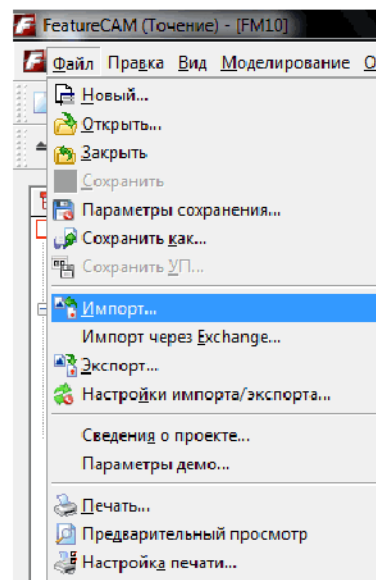
Рассмотрим пример токарной обработки Вала шестерни и одновременного расчета УП для станка с ЧПУ в программе Feature CAM.

1. Запускаем Feature CAM. Выбираем *Новый файл* → *Точение/Фрезерование*. Указываем единицы измерения – миллиметры → *Готово*.



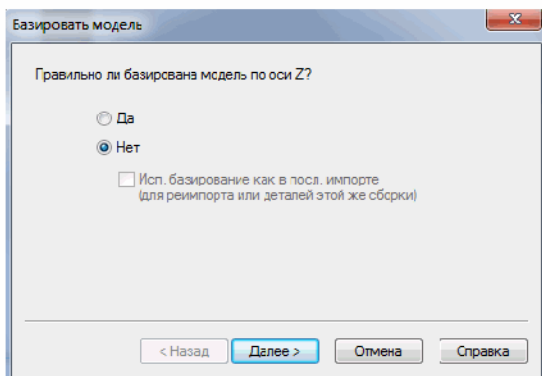
2. После создания проекта система сразу предложит вам выполнить расчет заготовки. На данном этапе расчет заготовки бесполезен, так как мы еще не импортировали деталь в текущий проект. К тому же при сложной конфигурации детали, расчет заготовки производится индивидуально, из кривой, строго по геометрии текущей детали, а система предложит вам рассчитать заготовку из простого цилиндра, что неизменно приведет к большому расходу материала заготовки и увеличению машинного времени на обработку.

3. Выполняем импорт детали в систему Feature CAM. Формат модели пользователь выбирает на свое усмотрение. В зависимости от того, в какой CAD-системе выполнялся расчет модели и какие варианты экспорта модели, в будущем, она предложит. Для примера используем формат *Parasolid *.x_t*.



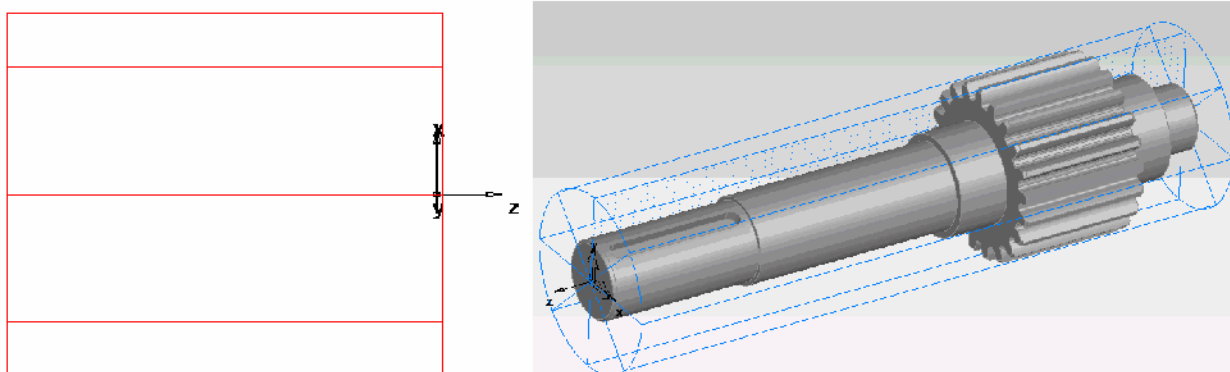
Примечание! Импорт деталей типа вал, **рекомендуется**, выполнять без центровых отверстий, во избежание, в дальнейшем конфликтов самопересечения поверхностей с созданными кривыми заготовки и ЛСК.

4. При импорте детали система спросит о корректности установки оси Z. При необходимости откорректируйте направление системы координат.

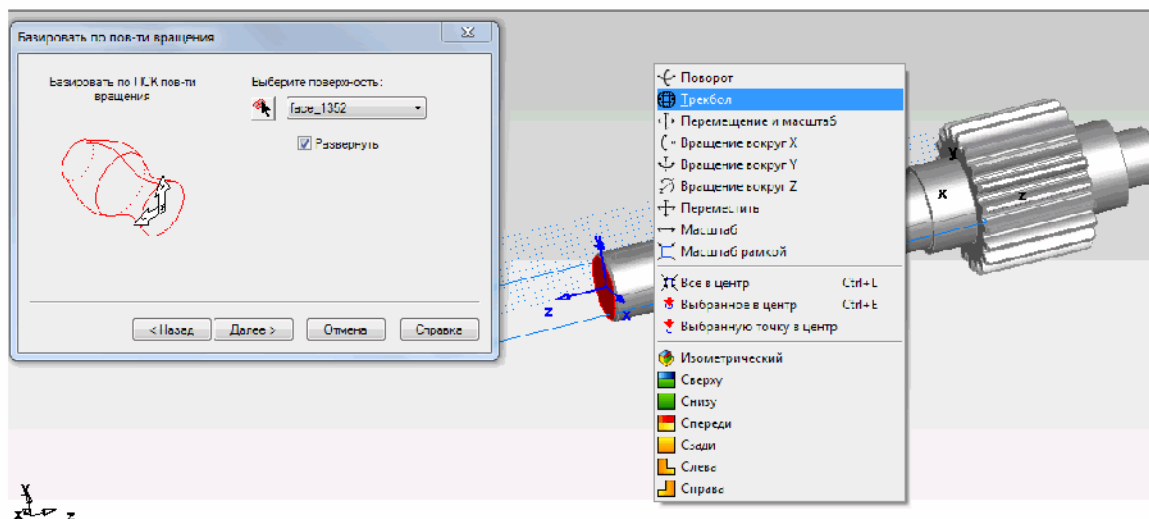


В нашем случае, мы отказываемся от предложенной базировки ЛСК и устанавливаем ось Z по левому торцу заготовки.

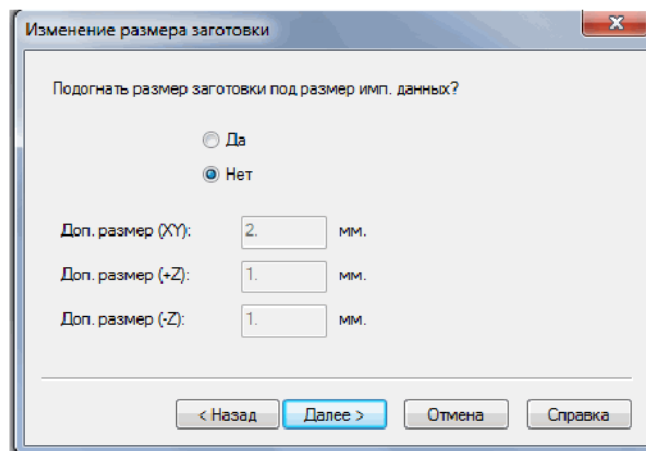
Примечание! Ось Z всегда должна быть направлена по оси заготовки от шпинделя в сторону заднего центра! Правильное расположение ЛСК показано ниже на рисунке.



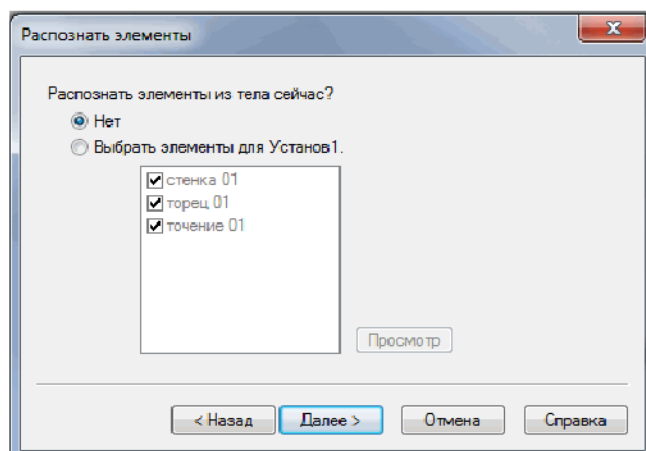
Для удобства выбора необходимой поверхности торца детали необходимо воспользоваться функцией *Вид* из контекстного меню.



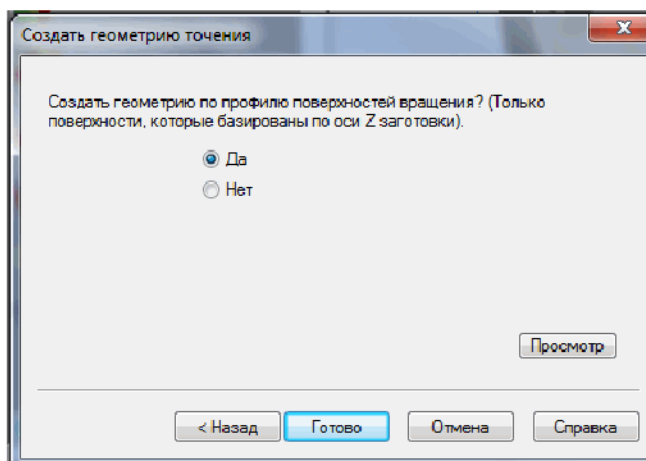
5. На следующем этапе нужно отказаться от автоматической подгонки размеров заготовки по детали. Выше упоминалось, что для рациональной обработки ступенчатых валов и шестерен необходимо формировать заготовку из кривой, по геометрии детали.



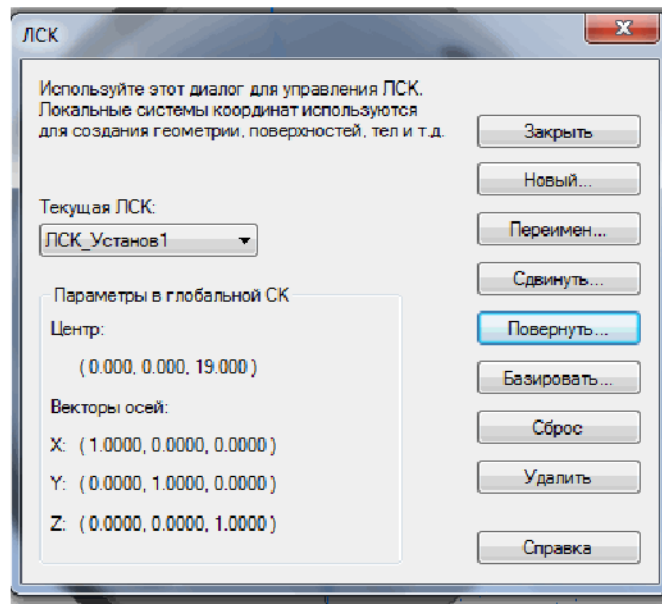
6. Далее, следуя мастеру, также необходимо отказаться от автоматического распознавания элементов. Распознавание создаст автоматически технологию обработки всех, без исключения, поверхностей детали, при этом во многих случаях не корректную, и каждую операцию из технологии придется переделать.



В окне *Создать геометрию точения* следует принять условия и нажать *Готово*.

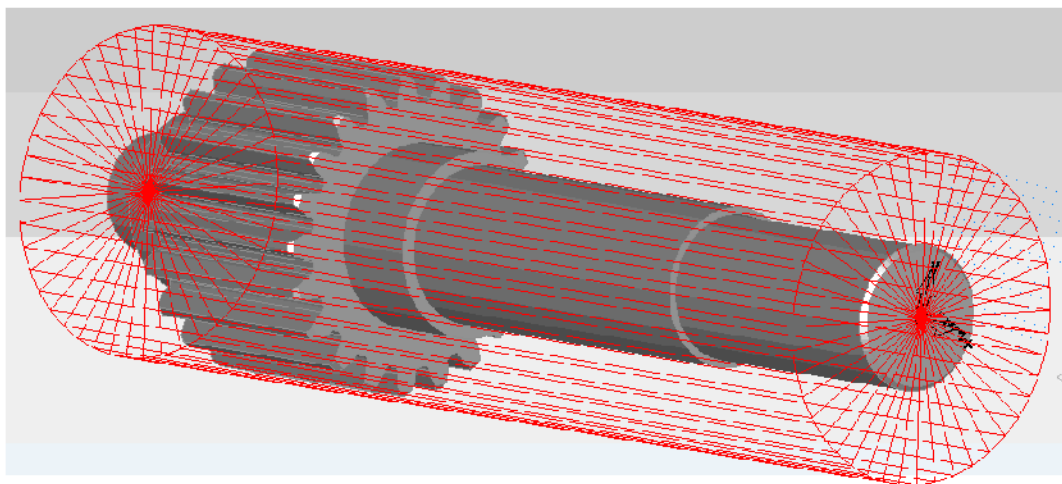


Если необходимо переместить или повернуть локальную систему координат детали, достаточно двойным щелчком мыши кликнуть по действующей системе и в открывшемся окне *ЛСК* выполнить необходимые действия.



7. После назначения заготовки и установки системы координат детали, необходимо продолжать расчет проекта обработки детали, используя панель *Шаги* (пункты 1-9).

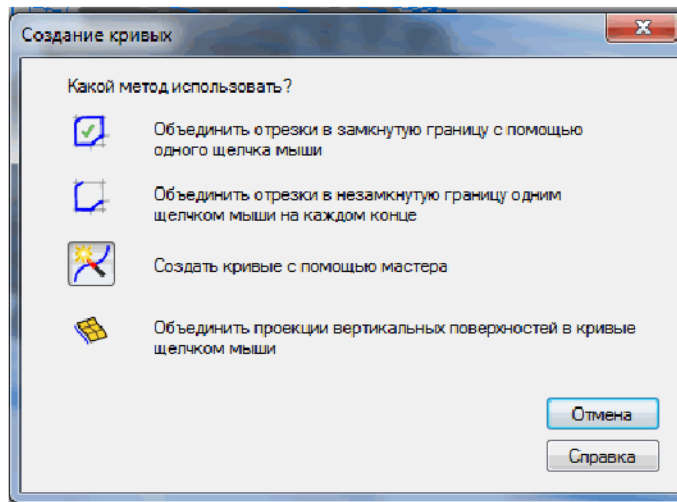
Перед началом расчета механической обработки детали, необходимо выполнить коррекцию заготовки. Так как получится, по умолчанию, приблизительно следующая картина (см. рис. ниже).



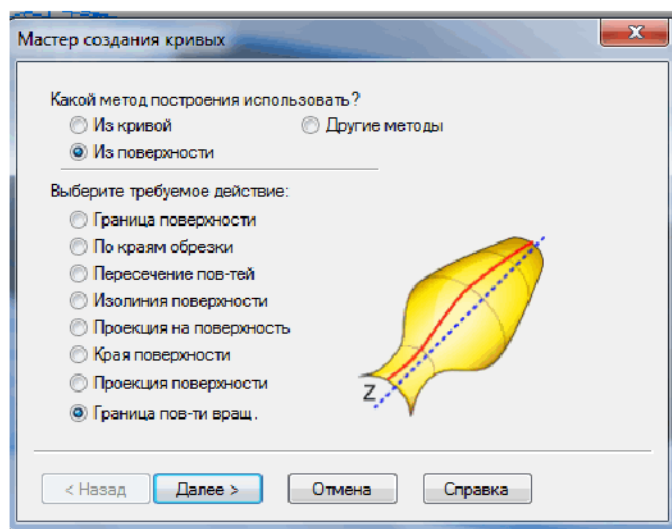
Заготовка в данном случае не рациональна для текущего вида механической обработки из-за огромного расхода материала в стружку, и следовательно, большого машинного времени.

Для коррекции заготовки нарисуем необходимую кривую заготовки, с учетом припуска, и заменим ей заготовку из стандартного цилиндра. Для этого выполним следующие шаги:

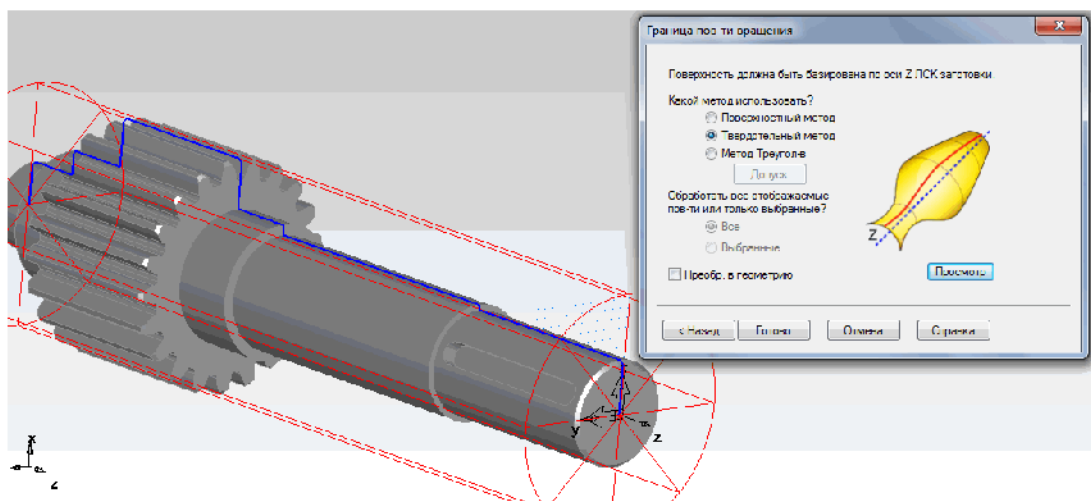
- ✓ на вкладке *Шаги* выберем функцию *3.Кривые* → *Создать кривые с помощью мастера*;



- ✓ в появившемся окне отмечем галочкой пункты: *Из поверхностей*; *Граница поверхности вращения*.



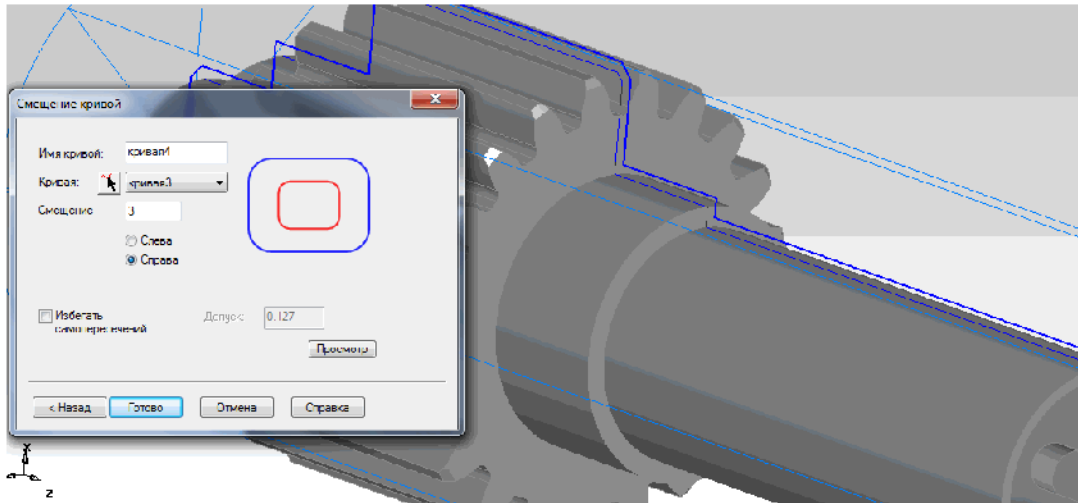
- ✓ далее отмечаем *Твердотельный метод* и ждем кнопку *Просмотр*. На экране появиться контур синего цвета по поверхности детали. Ждем *Готово*.



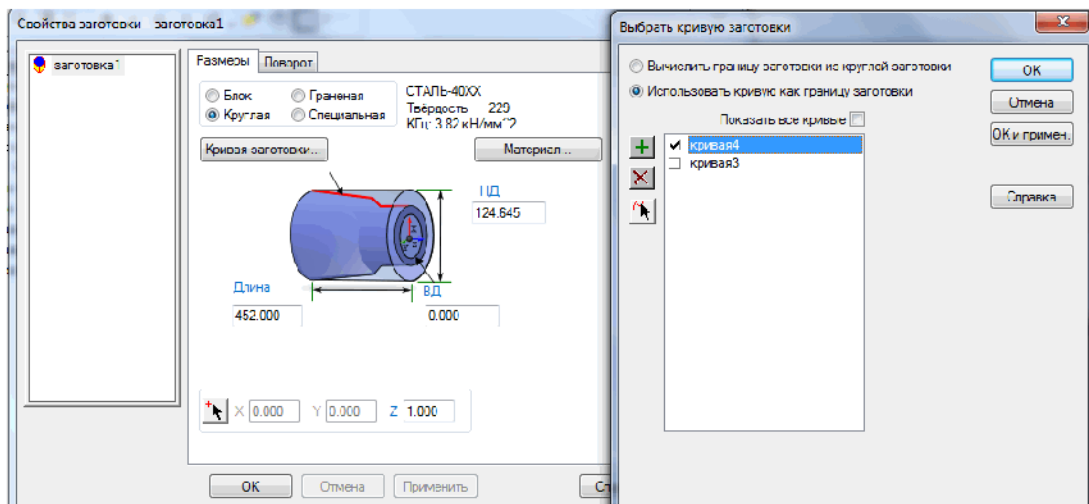
- ✓ переходим обратно в *Мастер кривых* на панели *Дополнительная* или на вкладке *Шаги* кнопка *3.Кривые*. Нам необходимо сдвинуть созданную

кривую по эквидистанте на величину расчетного припуска на механическую обработку;

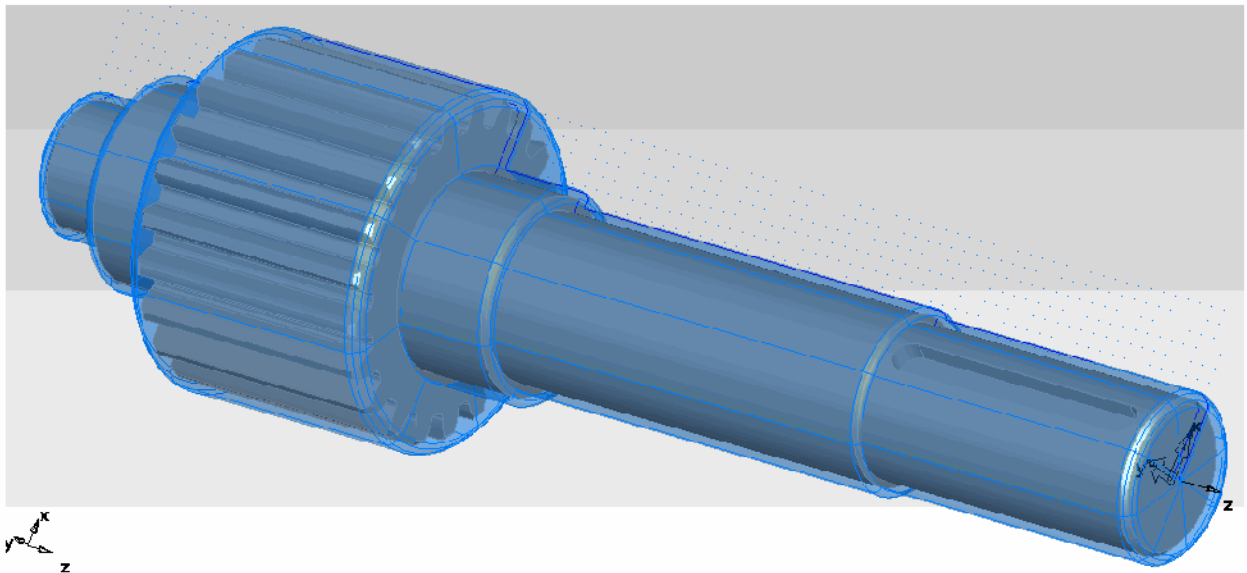
- ✓ в окне *Мастера кривых* делаем отметки на *Из кривой*; *Смещение*. Присваиваем имя кривой и указываем величину смещения, которая будет равна расчетному припуску на сторону, в миллиметрах. В этом же окне ставим галочку *Избегать самопересечений* и жмем *Готово*.



- ✓ созданную кривую мы и используем в качестве нового контура заготовки;
- ✓ далее на панели *Вид детали* в дереве находим *Заготовка1* → *Свойства* выбираем пункты *Размеры* → *Круглая* → кнопка *Кривая заготовки* ставим галку в новом окне напротив кривой, которая создана с учетом припуска на механическую обработку.

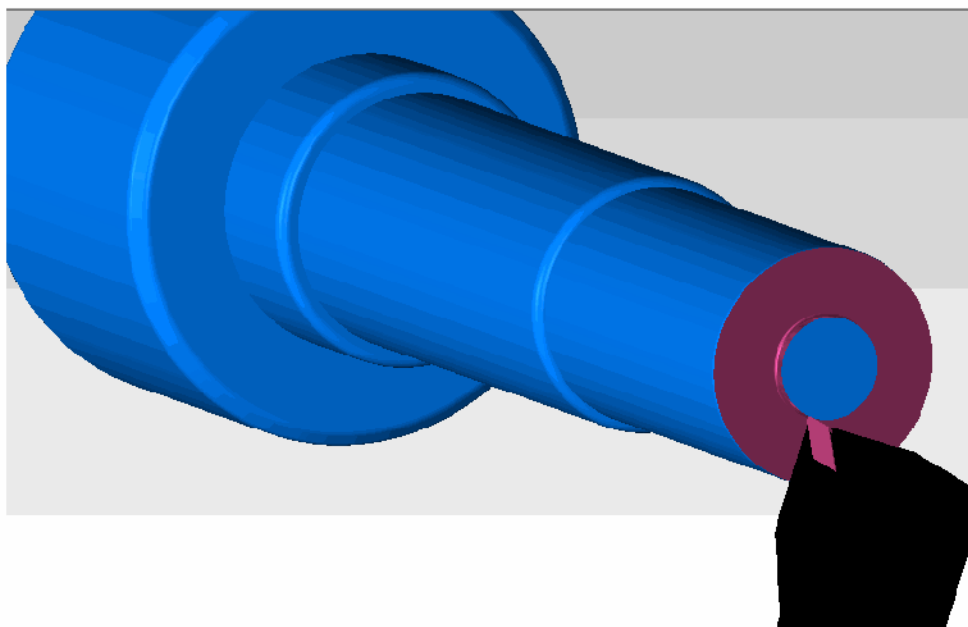


Примечание! При правильном построении кривой, контур заготовки построится без проблем, не взирая за сложность геометрии поверхности детали. Правильный контур заготовки, голубым цветом, указан на рисунке ниже!



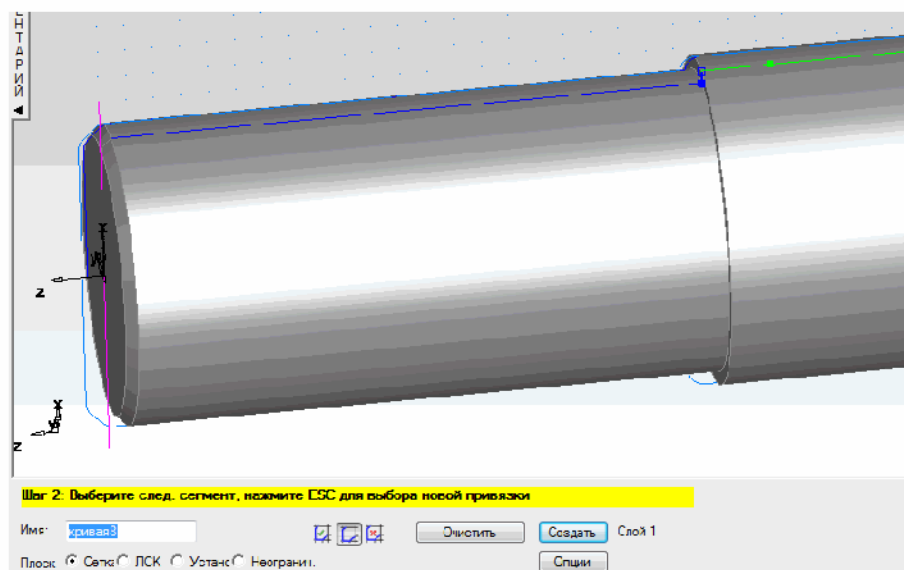
На этом создание новой заготовки из кривой закончено и можно приступать к расчету технологии обработки вала.

8. Применяем пункт 7. *Элементы*. В окне *Новый элемент* выбираем *Точение* → *далее* → *Торец* → *далее* → *Направление подачи* (индивидуально, в зависимости от типа обработки) → *Положение торца* → *далее* → *Стратегии* (количество проходов) → *далее* → *Готово*. Мастер предложит Вам еще несколько шагов настройки геометрии режущего инструмента, направления и скоростей шпинделя, подачу СОЖ и т.п. Это все можно пропустить и добавить отдельно, уточнив параметры со справочника или ГОСТа, нажать кнопку *Готово*.

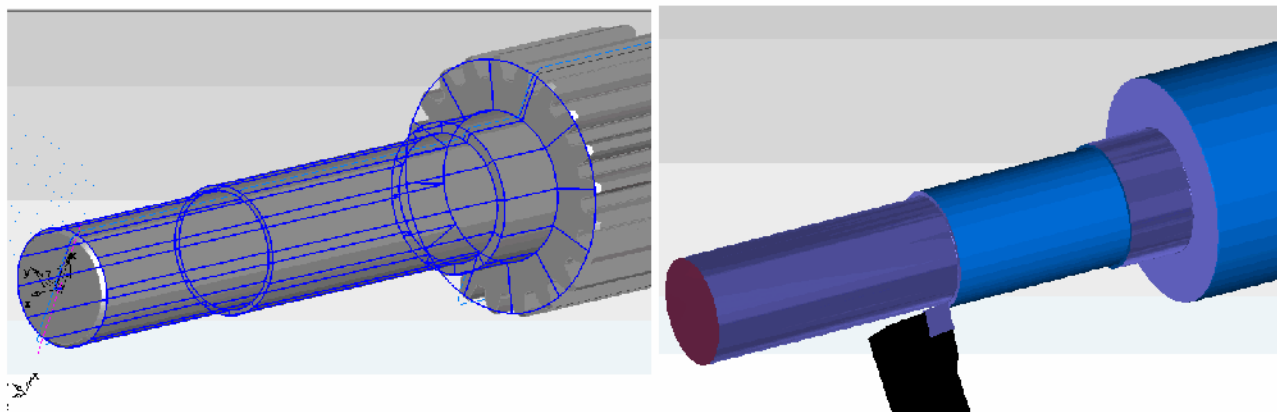


9. Следующим шагом будет точение детали до максимальной ступени за два прохода: черновой и чистовой. Для этого вновь строим кривую используя функцию *Объединить отрезки в незамкнутую границу...* параметра 3. *Кривые* на вкладке *Шаги*. Для выбора отрезка необходимо щелкнуть в конце кривой, которую подсвечивает система зеленым цветом. Далее, щелкая на конце следующей кривой, предыдущая линия объединяется с текущей образуя замкнутой кривую синего цвета. Такую процедуру необходимо продолжать до

самой большой ступени на валу. На последнем этапе создания кривой для токарной обработки следует присвоить имя кривой, например, кривая_токарная_1 и нажать кнопку *Создать*.



10. Далее применяем пункт 7. *Элементы* → *Точение* → далее → *От кривой*. *Точение* → далее → выбираем нашу кривую_токарная_1 → далее → *Смещение по Z* (если ходите оставить припуск после прохода) → далее → *Готово*. При корректном расчете токарной стратегии, деталь примет следующий вид (см. рис. ниже).



Примечание! Не забываем, что галтели между ступенями имеют определенный радиус. Этот факт необходимо учитывать при выборе геометрии токарного резца и его угла в плане, формы режущей пластины и величины ее режущей кромки!

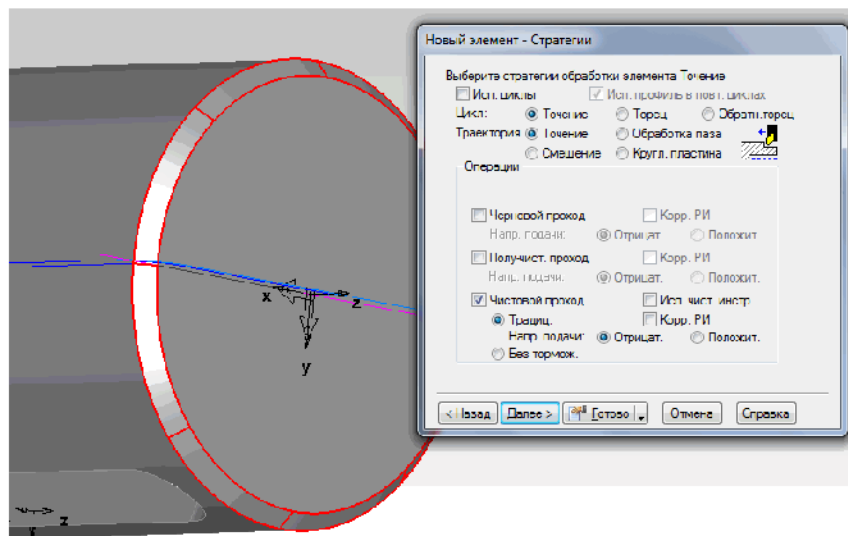
Не следует в расчет кривой обработки ступеней вала учитывать линию фаски (фасок). Фаски на валу обрабатывайте отдельно, стратегией – *От кривой*. *Точение* через функцию 7.*Элементы*.

11. Остальные ступени обрабатываем аналогичным образом, создавая кривую и применяя параметр 7.*Элементы* → *От кривой*. *Точение*. Важный пункт, который нужно будет учесть при обработке второй стороны вала – это

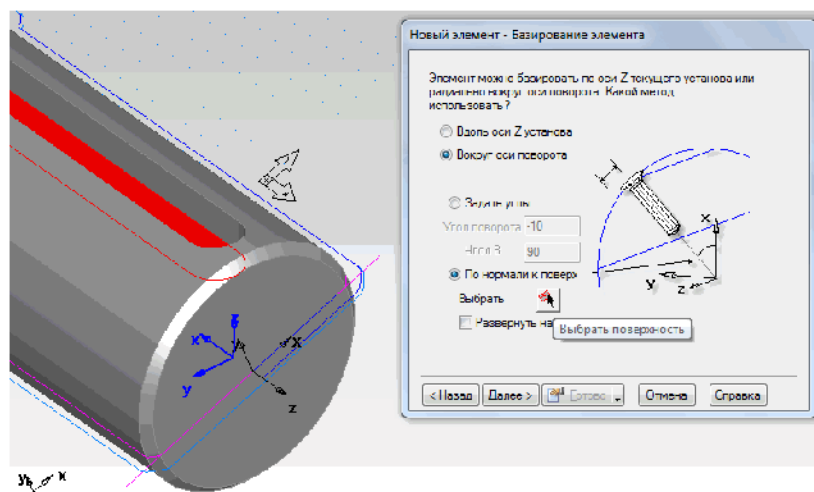
количество установов, направление ЛСК (нужно развернуть на 180° и переместить на другой торец) и использование шпинделя или протившпинделя (зависит от кинематики станка).

12. Фаски на валу обрабатываем в последнюю очередь. Обработку производим через известную функцию *7.Элементы* → *От кривой. Точение* → выбираем линию определяющую фаску, в нашем случае это *ln118*. В расчет принимаем только чистовой проход. Жмем *Готово*.

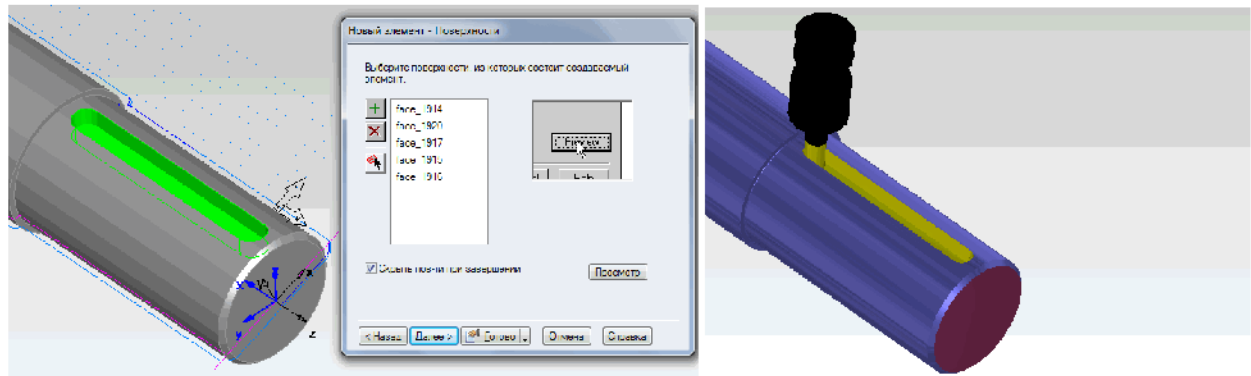
Если нужно обработать несколько фасок или радиусных галтелей на валу, то стратегии нужно назначить для каждой отдельно (см. рис. ниже).



13. Последней операцией за этот установ будет фрезерование закрытого шпоночного паза. Воспользуемся функцией *7.Элементы* → *Точение /Фрезерование* → *Паз* → параметр *Вокруг оси поворота* → параметр *По нормали к поверхности* (выбираем дно шпоночного паза). Ось *Z* должна повернуться по нормали к режущему инструменту, т.е. к концевой фрезе. Жмем *Далее* (см. рис. ниже).

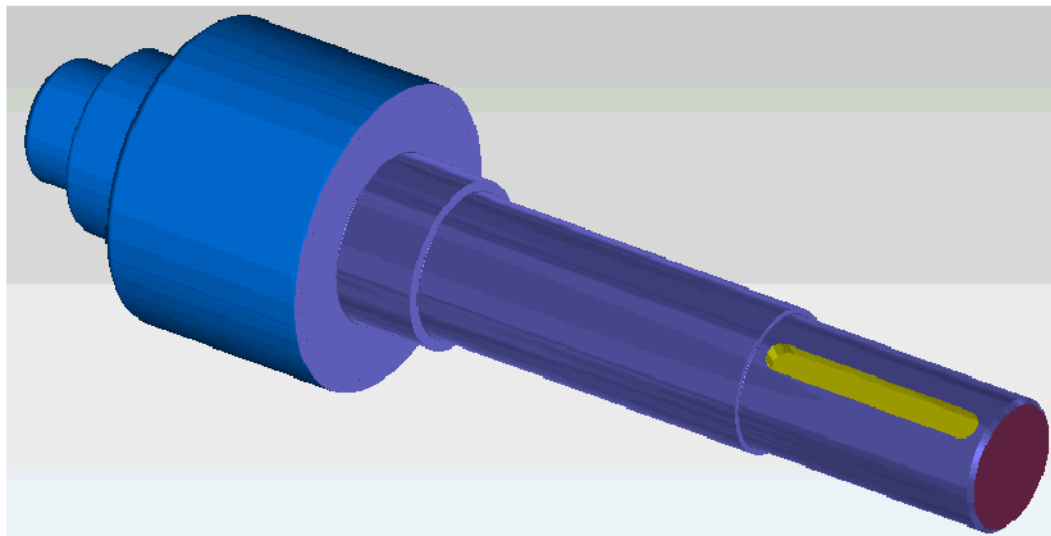


На следующем этапе выбираем все поверхности паза, которые обрабатываются и добавляем в окно мастера. Жмем *Далее*. В нашем случае пять поверхностей (выделены зеленым цветом, см. рис. ниже).



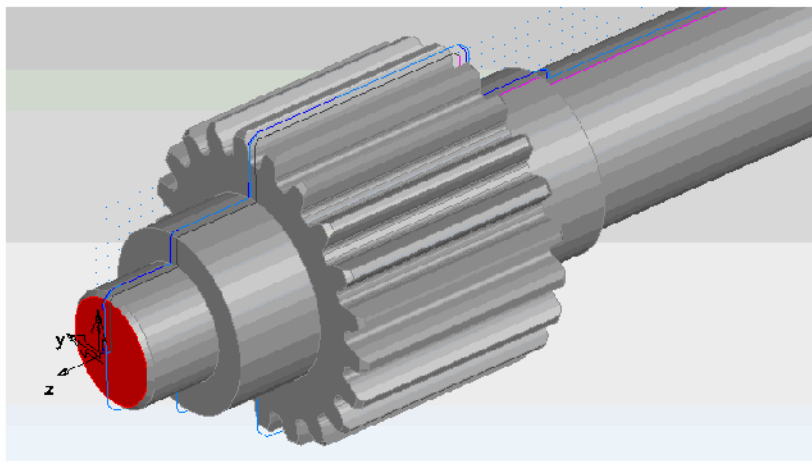
Далее следуя подсказкам мастера также можно выбрать стратегии обработки элемента, изменить геометрию режущего инструмента и инструментальный материал, режимы резания и подачу СОЖ. Но эти все параметры можно пропустить и изменить, по необходимости, дополнительно в окне создавшейся операции. Жмем *Готово*.

14. В итоге, после обработки вала шестерни до самой большой ступени, за один установ, должна получиться следующая картина (см. рис. ниже)

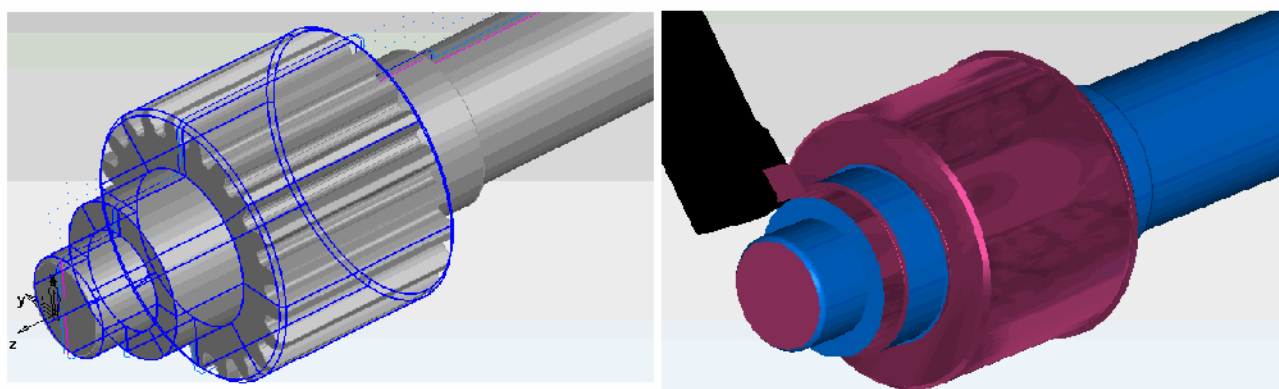


Синим цветом, отмечена еще не обработанная поверхность заготовки. Фиолетовым, сиреневым и желтым обработанные участки поверхности по заданным размерам, за один установ.

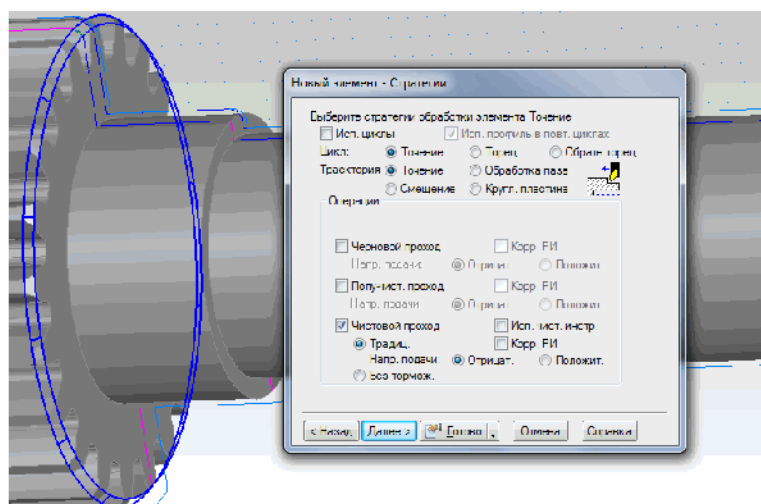
15. Приступаем к обработке второй стороны вала шестерни. Создаем второй установ, разворачиваем и перемещаем ЛСК на второй торец детали. *Обработка* → *Установы* → *Новый*. Базируем ось *Z* по торцу заготовки, присваиваем имя новому установу и указываем тип – токарный. Жмем *Готово* (см. рис. ниже).



16. Аналогично п. 9-10 создаем кривую_точения_2. Применяем стратегию *Точение. От кривой*. В итоге получаем обработку 3-х ступеней вала шестерни, без фасок, с обратной стороны за 2-й установ (см. рис. ниже).

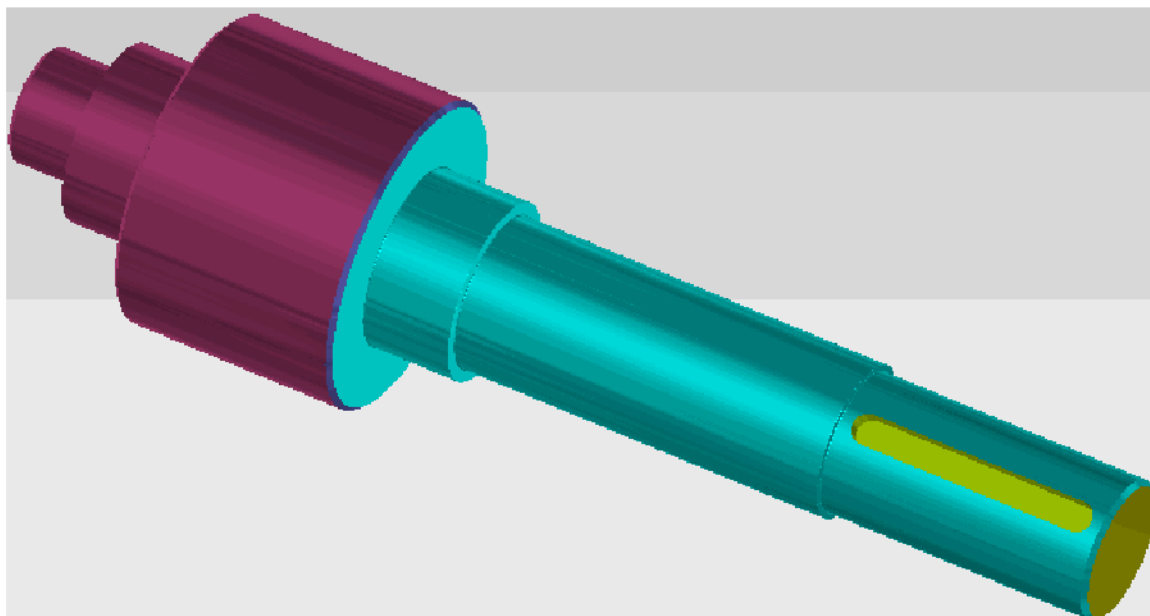


17. Обработку фаски производим через известную функцию *7.Элементы → От кривой. Точение* → выбираем линию определяющую фаску, в нашем случае это *лн104*. В расчет принимаем только чистовой проход. Жмем *Готово*.



18. Последнюю операцию снятие фаски с самой большой ступени производим в таком же порядке, что и п.17, но заменив направление подачи токарного резца относительно заготовки. В расчет принимаем только чистовой проход. Жмем *Готово*.

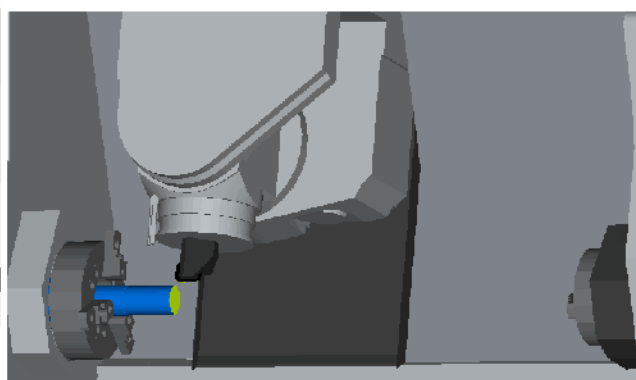
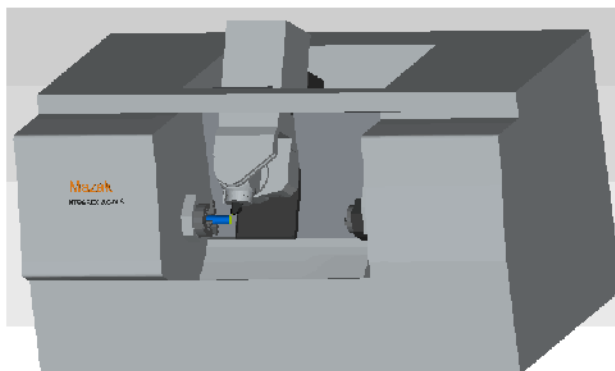
19. На данном этапе деталь вал шестерня обработана на 80%. Далее остается только фрезерование эвольвентных зубьев. Данный вид фрезерования, возможно рассчитать в Feature CAM, но требуется специальный режущий инструмент (концевая или дисковая модульная фреза), который необходимо дополнительно моделировать и загрузить в инструментальную базу Feature CAM.



20. На окончательном этапе выполним расчет управляющей программы для станка с ЧПУ.

В Feature CAM управляющая программа генерируется автоматически. Просмотреть код УП возможно во вкладке *Код УП* окна *Список операций* либо кнопка *Код УП* из вкладки *Шаги*.

Постпроцессор и симулятор станка в системе Feature CAM установлены по умолчанию. При необходимости, возможно, изменить и симулятор станка и постпроцессор, но только на те, которые предлагает база данных. В случае, если Ваш проект содержит определенный постпроцессор и станок, который отсутствует в списке предлагаемых, необходимо дополнять самостоятельно в базу данных Feature CAM.



ЛИТЕРАТУРА

1. Feature CAM. Feature MILL. Feature MILL3D. FeatureTURN. Руководство пользователя / Delcam USA // 13-я редакция. – 275 Ист Саус Темпл, Сьют 305, Солт Лэйк Сити, UT8411. – 2007. – 185с.
2. Начало работы с Feature CAM 2006. Учебный курс / Delcam USA // 12-я редакция. – 275 Ист Саус Темпл, Сьют 305, Солт Лэйк Сити, UT8411. – 2005. – 89с.
3. Методика программирования станков с ЧПУ на наиболее полном полигоне вспомогательных G-функций / Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. – 2005. – 101с.
4. Системы числового программного управления / Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. // Учебное пособие. – М.: Логос, 2005. – 296 с.
5. Черепашков А.А., Носов Н.В. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении. Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. – Волгоград: Издательский Дом «Ин-Фолио», 2009. – 640с: илл.
6. Ловыгин А.А., Теверовский Л.В. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM система. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 279 с: илл.