

## ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ТОКАРНО-ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ В SIEMENS PLM NX

**Поляков А.Н., д-р техн. наук, профессор,  
Никитина И.П., канд. техн. наук, доцент  
Оренбургский государственный университет**

В настоящее время на предприятиях авиационной и космической отраслей широко применяют станки с ЧПУ, функциональность которых напрямую зависит от качества подготовки используемых на них управляющих программ. Многие ведущие предприятия этих отраслей используют в своей практике наряду с отечественными PLM и САМ-системами зарубежные, в частности систему NX фирмы SIEMENS PLM SOFTWARE.

Большой сегмент рынка современных станков с ЧПУ составляют токарно-фрезерные станки. Функциональные возможности данных станков сопоставимы с функциональными возможностями одновременно работающих станков разных типов: токарных, сверлильных и фрезерных. Это находит отражение и в сложности подготовки управляющих программ в различных автоматизированных системах.

Применение PLM-системы NX для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ позволяет многократно повысить эффективность труда технолога-программиста.

Основная особенность подготовки управляющих программ для токарно-фрезерной обработки заключается в трех основных компонентах: реализация фрезерной обработки после выполнения всех токарных переходов; формирование траектории инструмента при вспомогательных перемещениях: отвод-подвод, отход-подход инструмента, движение врезания; выбор геометрии режущей пластины и типа используемого инструмента.

Особенности подготовки управляющей программы для токарно-фрезерного станка рассмотрим на примере детали-штуцера, модель которой представлена на рисунке 1.

*Первый этап* – создание двух 3D-моделей детали. Первая модель используется для токарной обработки, вторая модель – для фрезерной. Первая модель используется в качестве заготовки для фрезерной обработки.

Как всегда важной особенностью создания модели является ее ориентирование в пространстве еще на этапе подготовки эскиза – выбор плоскости эскиза ХС-УС. Ось ХС должна совпадать с осью вращения детали.

*Второй этап* – реализация всех токарных переходов. Для данной детали это: подрезка торца; контурная обработка и проточка канавки. При этом используются, по крайней мере, четыре резца трех типов: два проходных, один контурный и канавочный. Сформированная после токарных переходов модель *Штуцера* представлена на рисунке 2.

Особое значение на этом этапе имеет формирование траектории инструмента при вспомогательных перемещениях и выбор геометрии режущей пластины и типа используемого инструмента.

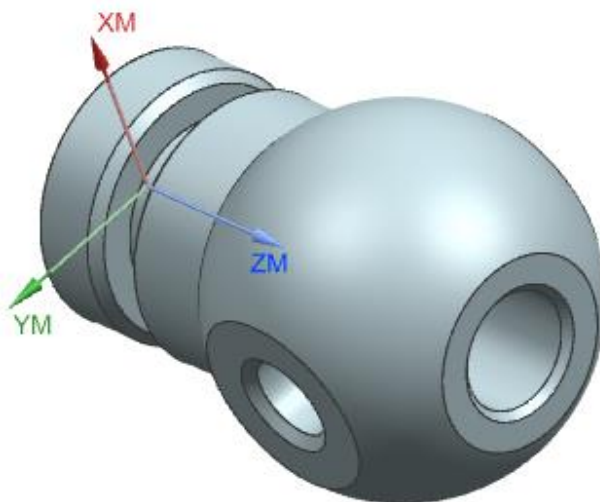


Рисунок 1 – Модель *Штуцера*

На формирование траектории инструмента при вспомогательных перемещениях в системе Siemens NX предусмотрены две геометрические группы: *AVOIDANCE* и *CONTAINMENT*.

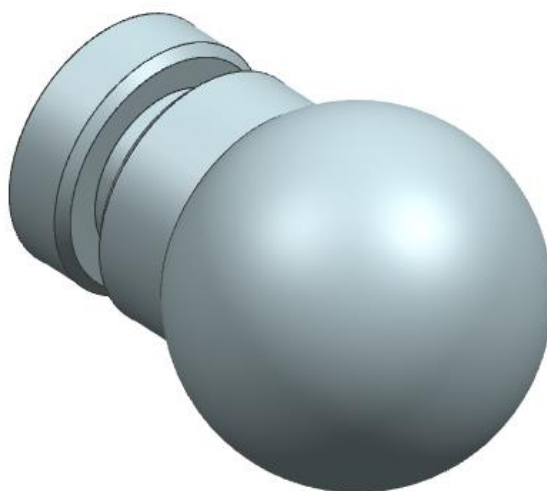


Рисунок 2 – Модель *Штуцера*, сгенерированная после токарной обработки

Первая группа *AVOIDANCE* или *МАНЕВРИРОВАНИЕ* определяет не просто эффективную траекторию инструмента при выполнении им вспомогательных перемещений, но формирует безопасную работу инструмента.

На рисунке 3 представлен эскиз траектории инструмента при маневрировании. Траектория инструмента определяется следующими точками:

FR/GH - исходная точка/точка возврата, ST/RT – начальная/конечная точка, AP/DP – точка подхода/отхода инструмента GH. Отдельно программируется перемещение в начало врезания. Задаются как положения всех названных характерных точек, так и траектории, по которым программируется перемещение инструмента. В качестве типовых траекторий в Siemens NX используются: по прямой, сочетание двух конфигураций движений : радиальное движение первичное, осевое вторичное и наоборот - осевое движение первичное, радиальное вторичное. Некорректное задание характерных точек и траекторий перемещения инструмента в группе AVOIDANCE приводит к поломке инструмента или столкновению подвижных органов станка с деталью, что недопустимо.

Вторая геометрическая группа CONTAINMENT задает осевые и радиальные ограничения на движения резания. В отдельных случаях это позволяет не только правильно сформировать траекторию инструмента, но и исключить возможные столкновения инструмента с патроном станка. На рисунке 4 представлено диалоговое окно группы CONTAINMENT и фрагмент копии экрана, иллюстрирующего заданные ограничения траектории инструмента.

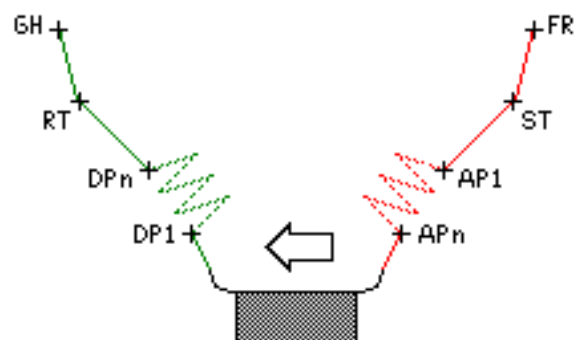


Рисунок 3 –Эскиз траектории инструмента при маневрировании

Важно отметить, что число групп CONTAINMENT, в общем случае, может совпадать с числом реализуемых технологических переходов. А уточнение траектории движения инструмента при вспомогательных перемещениях для каждого технологического перехода дополнительно может быть скорректировано путем задания дополнительных параметров в диалоговом окне **Вспомогательные перемещения** (рисунок 5).

*Третий этап* – формирование фрезерных переходов.

При формировании фрезерных переходов необходимо выполнить две процедуры: задать в сборке, как указывалось раньше, две модели. Одна модель – это модель итоговой детали, а вторая – модель детали, полученная после токарных переходов, которая принимается в качестве заготовки для фрезерных переходов. Остальные процедуры формирования фрезерных переходов достаточно подробно изложены в пособиях авторов [1,2].

Таким образом, в работе изложены основные аспекты, учет которых при подготовке управляющих программ для токарно-фрезерных станков с ЧПУ позволит избежать принципиальных ошибок и существенно сократит время на их формирование при использовании PLM-системы Siemens NX.

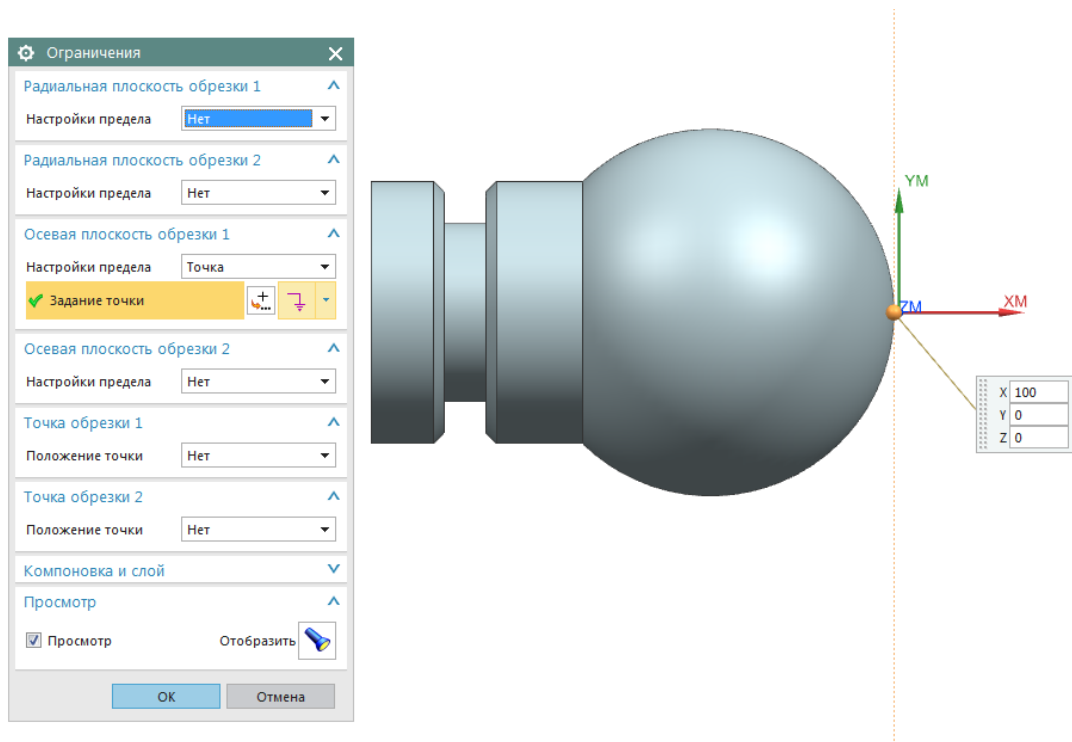


Рисунок 4 – Диалоговое окно группы CONTAINMENT и иллюстрация заданного осевого ограничения для перемещения инструмента

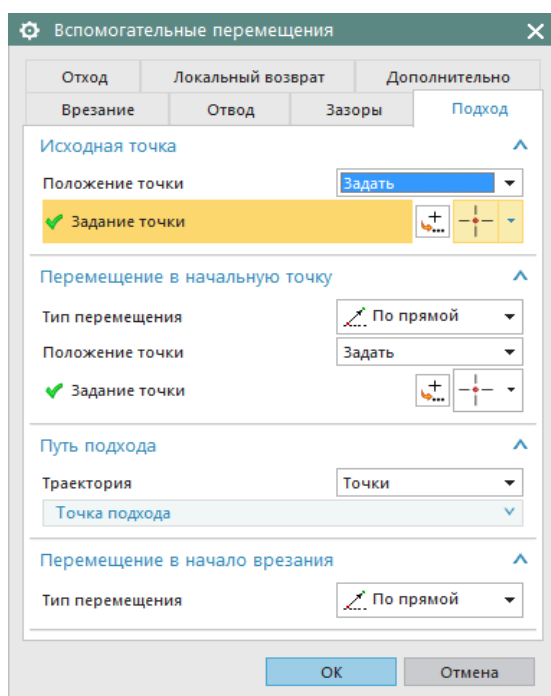


Рисунок 5 – Диалоговое окно *Вспомогательные перемещения*

### Список литературы

1. Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ. Система NX. Фрезерование [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 15.03.06 Мехатроника и робототехника / А. Н. Поляков, И. П. Никитина, И. О. Гончаров; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 6.67 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2016. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 6.0 - ISBN 978-5-7410-1314-4. – Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/9735\\_20160304.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/9735_20160304.pdf)

2. Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ. Система NX [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 15.04.01 Машиностроение / А. Н. Поляков, И. П. Никитина, И. О. Гончаров; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Ч. 2. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 47772 Кб). - Оренбург : ОГУ, 2016. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 6.0 - ISBN 978-5-7410-1590-2. – Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/32438\\_20161202.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/32438_20161202.pdf)