# УДК 621.9-114:004.9

# Автоматизированное программирование станков с ЧПУ с применением системы Siemens NX для изготовления деталей специального и общего машиностроения

**Басова Т.В., студент (бакалавр) группы Е-241,**

**Басова М.В., студент (бакалавр) группы ВЕ 246**

**Балтийский Государственный Университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова**

Использование станков с Числовым Программным Управлением в сравнении с универсальным оборудованием обусловлено многими преимуществами, такими как экономичностью, высоким качеством и точностью получаемых деталей, более высокой надежностью и минимальной трудоемкостью производства, доводки и сборки и т.д. Экономическая эффективность обработки деталей на станках с ЧПУ вызвана, в первую очередь, повышением производительности труда и снижением себестоимостью продукции. Это достигается за счет сокращения слесарной доработки и доводочных работ.

С развитием общего и специального машиностроения появилась необходимость в компьютерной автоматизации производства. Автоматизация производства повышает эффективность и производительность труда, особенно, в условиях реального предприятия, когда часто появляется потребность в изменениях или модификациях каких-либо уже разработанных изделий. Таким образом, на крупных предприятиях на передний план выходят вопросы организации взаимодействия проектировщиков и обеспечения интегрированного процесса, охватывающего все стадии — конструирование изделия, анализ, технологическое проектирование, получение программы для станка с ЧПУ.

Siemens NX (ранее Unigraphics) — интегрированная система САПР, предлагающая набор решений для конструкторско-технологической подготовки производства, обеспечивающая быстрое и эффективное создание высококачественных изделий. Разработка УП производится при помощи создания электронной модели детали в специальном CAD модуле и дальнейшем программировании в CAM-модуле.

CAM система NX поддерживает программирование на фрезерных, токарных, электроэрозионных станках и на оборудовании со сложной кинематикой. Так данная САПР поддерживает программирование на пятиосевых фрезерных обрабатывающих центрах и позволяет задавать команды управления сложной кинематикой станка, например, угол наклона и перемещения дискретной головы или координаты поворотного стола.

При разработке и изготовления деталей общего и специального машиностроения необходима тщательная проработка каждого этапа.

Написание управляющей программы через NXCAM производится через выбор типа обработки и последующих наборов параметров и соответствующей геометрии. Для обработки деталей с выраженной плоской геометрией наиболее подходящими являются операции Planar mill, Planar profile и Face Milling. Для обработки деталей сложного контура подходит Cavity Mill (Глубинное фрезерование), Zlevel Profile (контурное фрезерование по уровням) и Fixed contour (Фиксированная ось инструмента). В процессе написания УП обработки на портально-фрезерном 3+2 обрабатывающем центре в основном использовались операции плоского фрезерования. Перед созданием операции необходим выбор нуля детали, от которой будут отсчитываться все координаты траекторий перемещений инструмента. Выбор нулевой точки довольно ответственный этап, так как от него зависит как оператор станка ЧПУ будет привязываться к детали и как по координатам на станке он будет предварительно контролировать перемещения инструмента. Нулевая точка выбирается, в основном от чистовой базы детали, на чертеже, обычно, это конструкторская база. В некоторых случаях для привязки к нулю детали, при выборе ее от конструкторской базы необходима предварительная разметка детали, это часто используется для сборок. Ось Z должна совпадать с осью шпинделя станка, так например на данном портально-фрезерном станке у системы координат ось Z детали при обработке зеркала клина направлена вверх, а при фрезеровании казенника на горизонтально-фрезерно-расточном станке направлена, соответственно, горизонтально. После выбора системы координат необходимо задание заготовки. Часто для правильного написания съема припуска необходимо произвести замеры имеющейся в цеху на предприятии заготовки. В NX есть несколько методов задания заготовки: ограничивающий блок, цилиндр, заготовка в ЗВПО (Заготовка в процессе обработки), 3-D геометрия. Далее создается сама операция. Самый первый шаг написания программы- задание геометрии модели обрабатываемой детали, и выбор региона обработки. Для чернового торцевания поверхности клина был выбран подтип операции Face Milling, в качестве региона обработки прямоугольный эскиз или границы детали. После задания границ детали следует создание инструмента. В данном CAM решении существует возможность приблизительной прорисовки инструмента с учетом его конструктивных параметров, для осевого инструмента: диаметр инструмента, длина режущей кромки, вылет инструмента, радиус пластины, количество зубьев. В CAM системе необходимо присвоение каждому инструменту индивидуального номера, который потом выводится вместе с программой на стойке станка. В магазине станка с ЧПУ каждому инструменту присваивается индивидуальный номер, который прописан в памяти станка вместе с коррекциями по длине и по радиусу с учетом износа и конструктивных особенностей инструмента. Коррекция на длину-перерасчет координат перемещений относительно шпинделя станка или базового инструмента с прибавлением величины вылета конкретного инструмента. Так при запросе специальной командой Т1 M06/T2/…/G43 Z30 H2 M8/G41 X-10 Y0D1 будет вызван инструмент из первой ячейки, которому присвоена компенсация на длину H1и коррекция на диаметр D1. Например, в фрагменте программы чистовой обработки грани клина в N9 строке указывается присвоение инструменту T19 коррекции по длине H19.

Пример написания программы 020-1-Face Mill:

T19 M06-выбор инструмента с номером 19(Торцевая фреза 63)

N7 G97 G90 G56,-G97-обороты в минуту,G90-абсолютные координаты перемещений, G56-рабочая система координат3;

N8 C0.0 A0.0-углы поворота головы станка;

N9 G43 H19 S250 M03 M08, -G43-компенсация по длине инструмента с присвоением коррекции H19,S-частота вращения 250 об/мин. M03-вращение по часовой стрелке,M08-включение СОЖ.

В фрагменте УП 060-7-SKRUGLENIA дообработки углов в строках N9 и N26 инструменту T16 присвоена коррекция на длину и на радиус.

Пример программы обработки углов фрезой 060-7-SKRUGLENIA:

T16 M06

N7 G97 G90 G56

N8 C0.0 A0.0

N9 G43 H16 S0 M03 M08

N10 G94 G90 X-2.436 Y.6142 Z2.7559

...

N26 G41 G01 X-2.6142 Y.3321 D16

Коррекция на диаметр позволяет изменять траекторию обработки с учетом износа инструмента. Коррекцией на инструмент возможна замена инструмента на имеющийся соответственно прибавлением и вычитанием некоего значения из диаметра, присвоенного в памяти ЧПУ. После выбора региона обработки, находящегося в плоскости снимаемого слоя, выбирается в Face Milling расстояние от которого начинается резание, рабочий процент диаметра фрезы, обычно его задают от 51% до 75% (преимущественно несимметричное торцевание для уменьшения вибраций) и глубину резания. После ввода этих данных выбирается оптимальный метод фрезерования: вдоль детали, вдоль периферии, профиль, зигзаг, зиг, трохоидальный. При черновом фрезеровании наиболее подходящим типом является метод зигзаг, так как фреза работает не отрываясь от поверхности обработки, что является наиболее производительным методом, но при этом фреза работает попутно и встречно, что вызывает вибрации, которые оставляют на материале характерный след, что недопустимо для особо качественной поверхности. Для чистового фрезерования был выбран метод зиг со снятием припуска 0,2 мм. В конце операции необходимо выбрать ось инструмента, для обработки всех поверхностей клина ось инструмента направлена перпендикулярна обрабатываемой поверхности. В NX режимы резания рассчитываются автоматически при вводе двух параметров зависимостей скоростей и подач из предлагаемых: скорость резания, подача на зуб, частота вращения шпинделя и подача в мм/об. Вспомогательные перемещения, плоскость безопасности, траекторий врезания и отхода, а также возможность вывода траектории резания с учетом коррекции на диаметр рассчитываются при выборе параметров в вкладке Вспомогательные перемещения. После выбора всех параметров следует генерация траектории, на этом этапе происходит расчет координат перемещений относительно выбранной нулевой точки. Для получения программы необходимо пропустить полученный набор координат относительно нулевой точки через специальную согласующую программу, подходящую данной стойке станка-постпроцессор. Для вывода программы для данного 3+2 осевого портально-фрезерного станка необходимо использовать постпроцессор Mill 5 Axis.

Преимущество использования NX CAM является возможность верификации полученной программы на компьютере. Данная возможность является необходимой при пятиосевом программирования для станков со сложной кинематикой. Так, например, для фрезерования боковых поверхностей на первом установе необходим поворот головы станка с перерасчетом его углов поворота относительно нуля детали. Оси систем координат детали и головы шпинделя должны быть сонаправлены, если ориентация их не совпадет, то возможно столкновение на станке в процессе реальной обработки. Симуляция обработки в NX дает избежать подобные ошибки. Для фиксации, поворота, перемещения, запланированной остановки и т.д. стола, поворотного шпинделя станка в системе NX существует возможность добавлений дополнительных команд постпроцессора, задаваемых пользователем – события. События выбираются в начале операции или в конце. Так, например, событие Lock Axis позволяет зафиксировать выбранную ось.

Токарная обработка в NX имеет свои особенности. Перед набором операций необходимо создать токарную заготовку Turning Workpiece, систему координат Z0X, так чтобы ось z была направлена параллельно оси шпинделя. После собирается инструмент, проставляется его номер коррекции и выбирает точка начала трассировки-точка, от которой идет просчет траектории. Следующий этап- программирование самих операций. Для создания любой операции необходимо задание точек в регионе обработки, в плоскости Z0X. В NX существует возможность выбора следующих точек: радиальные, осевые, точки обрезки. Для растачивания отверстия в казеннике был написан ТП: предварительное сверление отверстия ⌀ 100H14 и последующая расточка отверстия на токарно-карусельном станке ⌀ 236 и создание конуса на другой стороне. Необходимо для задания данной обработки выбрать радиальные точки на подходящих диаметрах и точки обрезки. После следует задать вспомогательные перемещения инструмента так, чтобы они были минимальными и инструмент не врезался в материал и приспособления. Для контроля оптимальной проработки операций рекомендуется просмотреть визуализацию траектории инструмента вместе с отображением удаления материала с заготовки.

Технологи-программисты должны учитывать при написании УП допуски на размеры. При написании УП в номинальных размерах оператору станка с ЧПУ для получения размера в заданном допуске необходимо добавлять и вычитать компенсацию на инструмент, для деталей сложного профиля это является слишком затруднительно. В NX существует два метода написания обработки детали в допусках: путем смещения контура обработки в фрезерных операциях или прибавлением и вычитанием припуска на грань, радиус и т.д.

Технологи-программисты должны при написании УП руководствоваться технологичностью и оптимизировать свои программы для получения заданных конструктором набором характеристик с минимальным временем обработки и использованием имеющегося инструмента. Система NX обладает модульной структурой, то есть поддерживает выполнение всего жизненного цикла изделия, начиная от проектирования нового изделия до создания УП для изготовления либо самого этого изделия, либо инструментальной оснастки для его изготовления. При использовании подобным техническим решением, как NX на предприятии повышается производительность, скорость расчета и изготовления изделий, особенно при модификации уже разработанных деталей.

Список литературы:

1. Ведмидь П.А. Основы NX CAM. M. ДМК Пресс, 2012. -216 с.

2. Звонцов И. Ф,, Иванов К.М., Серебреницкий П. П. Разработка управляющих программ для оборудования с ЧПУ. -СПБ.:Лань,2017.- 88 с.

3. Данилов Ю., Артамонов И. Практическое использование NX. - М.: ДМК Пресс, 2011 -332 с.

4. Ведмидь П. А., Сулинов А. В. Программирование обработки в NX CAM. – М.:ДМК Пресс, 2014. – 304 с.

5. Гжиров Р. И., Серебреницкий П. П. Программирование обработки на станках с ЧПУ. –Л., 1990 – 91с.