

Задорожный Н.Ю.,

магистрант каф. ЭМ института Новых материалов и технологий УрФУ

Мирошин Д.Г.,

доцент каф. технологии машиностроения и методики профессионального

обучения РГППУ

Интеграция типовых технологических процессов в САМ – системах

Аннотация. В статье рассматриваются возможности системы для обеспечения типизации технологий изготовления деталей машин, рассматриваются основные принципы работы станков с ЧПУ и типовые циклы обработки поверхностей деталей машин. Делается вывод о том, что необходимо расширение цикловой структуры системы Siemens NX.

Ключевые слова: числовое программное обеспечение, CAD/CAM/CAE системы, механическая обработка, цикловая структура, типовые циклы обработки поверхностей деталей машин, система Siemens NX.

Integration of typical technological processes in CAM systems

Abstract. The article discusses the ability of the system to ensure the standardization of production technologies of machine parts, discusses the basic principles of operation of CNC machine tools and standard cycles of processing of surfaces of details of machines. It is concluded that it is necessary to expand the cyclic structure of the Siemens NX system.

Keywords: numerical software, CAD/CAM / CAE systems, mechanical processing, cyclic structure, typical cycles of surface treatment of machine parts, Siemens NX system.

Система Siemens NX, ее структура и особенности работы

NX – это интерактивная система, предназначенная для автоматизированного проектирования, изготовления и расчетов изделий. NX

является системой трехмерного моделирования, в которой инженер может создавать изделия любой степени сложности. Для обозначения систем такого класса используется аббревиатура CAD/CAM/CAE.

NX используется на всех этапах создания цифрового макета изделия и технологической подготовки производства:

- Промышленный дизайн
- Проектирование
- Инженерный анализ
- Создание технической документации
- Разработка инструментов, оснастки и управляющих программ
- Подготовка производства

Первоначально система носила название «Unigraphics» и была разработана американской компанией United Computing. В 1976 году компания McDonnell Douglas (сегодня Boeing) приобрела United Computing и впоследствии была образована McDonnell Douglas Automation Unigraphics Group. Компания EDS приобрела данный бизнес в 1991 году. После приобретения EDS компании Structural Dynamics Research Corporation в 2001 году, продукт Unigraphics был объединен с САПР I-DEAS, разработанной SDRC. Постепенное добавление функциональных возможностей I-DEAS в основной код системы «Unigraphics» стало основой существующей линейки продуктов NX.

Дополнительные функциональные возможности продукта «Imageware» были интегрированы в систему NX с целью развития функциональности по обработке сканированных данных (облаков точек и данных в формате STL) для поддержки процессов реверс-инжиниринга.

Подсистема CAD (Computer-Aided Design) – проектирование с помощью компьютера. Предназначена для разработки проектно-конструкторской документации (моделирование деталей и сборок, чертежи, анализ, оптимизация конструкции и т.д.).

Подсистема САМ (Computer-aided manufacturing) – изготовление с помощью компьютера. Она предназначена для автоматизированной подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ на основе математической модели детали, созданной в САД-подсистеме.

Подсистема САЕ (Computer-aided engineering) – инженерный анализ. Эта подсистема позволяет при помощи расчетных методов (метод конечных элементов, метод конечных разностей, метод конечных объемов) оценить, как поведет себя цифровая модель изделия в реальных условиях эксплуатации. Она обеспечивает симуляцию процессов и проверку работоспособности изделия без больших затрат времени и средств.

В NX объединены ключевые функции для быстрой, эффективной и гибкой разработки изделий:

- современные решения в области эскизного проектирования, 3D-моделирования и создания документации;
- средства численного моделирования: расчетов прочности, кинематики, теплопередачи, газогидродинамики и междисциплинарного анализа физических явлений;
- полнофункциональные решения для технологической подготовки производства деталей оснастки, проектирования процессов механической обработки и контроля качества.[2]

Проектирование в NX осуществляется следующим образом: сначала создаются трехмерные модели всех деталей изделия, затем они объединяются в сборки, и таким образом получается трехмерная модель любого изделия – от самолета или космического корабля до игрушки. После этого производится расчет основных деталей и узлов методом конечных элементов, уточняются размеры деталей, материал, из которого они должны быть изготовлены, возможна оптимизация различных параметров будущего изделия. Затем выполняется кинематический и динамический анализ всего механизма и его узлов с целью проверки работоспособности машины. После

этого из трехмерных моделей создаются рабочие чертежи всех деталей и узлов механизма.

NX имеет модульную структуру, которая разделена на приложения и общие функции. Каждое приложение NX может быть вызвано из управляющего модуля, который носит название «Базовый модуль». Все данные, которые созданы в NX, могут использоваться в любом его приложении.

Базовый модуль NX. Этот модуль открывается при первом запуске системы. Этот модуль является основным в системе. В нем не производится никаких геометрических построений или операций над моделями. Его главной функцией является обеспечение связи между всеми модулями NX, а также просмотр существующих моделей. Базовый модуль позволяет просматривать и анализировать существующие детали (а также выполнять динамические сечения, проводить измерения и т.д.).

Моделирование. Этот модуль предназначен для создания трехмерной модели детали. Он обладает широким набором инструментальных средств, при помощи которых можно построить геометрию любой сложности. Модуль содержит такие основные функции, как создание базовых и ассоциативных кривых, построение эскизов и твердотельных примитивов. В модуле имеются базовые операции над твердыми телами, такие как построение тел вращения, вытягивания заметаемых тел, булевы операции, работа с листовым металлом, моделирование поверхностей и ряд других.

Сборки. Этот модуль предназначен для конструирования сборочных единиц (узлов), моделирования отдельных деталей в контексте сборки.

Черчение. В этом модуле осуществляется построение различных видов чертежей деталей и сборок, сгенерированных из моделей, созданных в приложениях Моделирование и Сборки. Чертежи, созданные в модуле Черчение, полностью ассоциативны модели, на основе которой они построены.

Технические условия. Это набор инструментальных средств создания надписей, которые можно использовать для описания изделий в трехмерных средах. Это позволяет задавать технологическую информацию на модели, которая затем может быть обработана различным инструментарием, например провести анализ допусков и размерных цепочек, использовать информацию при разработке программ для ЧПУ и т.д. Также при создании чертежей данная информация может наследоваться с модели на чертежные виды. Всё это даёт возможность документировать модель на ранних стадиях разработки и вовлекать в процесс разработки других участников – технологов и расчётчиков, не дожидаясь пока модель будет полностью готова и будет оформлен чертеж.

Студия дизайнера. Это приложение предназначено для конструкторов-дизайнеров и включает в себя следующие базовые операции: концептуальное проектирование и визуализация будущего изделия, широкий набор функций для работы с поверхностями. Кроме того, в этом приложении доступны все функции модуля Моделирование.

Маршрутизация NX. Приложение Маршрутизация NX предназначено для проектирования деталей с сечением (электрические сечения, такие как провод, кабель, экран, или механические сечения, такие как труба, изоляция). Компоненты соединений (электрические компоненты, такие как соединители, устройства, или механические компоненты, такие как насосы, резервуары, клапаны). В стандартном приложении Маршрутизация NX доступны приложения Электрическая маршрутизация NX и Механическая маршрутизация NX.

Листовой металл NX. Приложение Листовой металл NX обеспечивает среду для разработки деталей из листового металла с последующей возможностью получения полной или частичной развертки детали.

Расширенная симуляция. Этот модуль предназначен для проверочных расчетов деталей и сборок на динамику и прочность, устойчивость, модального анализа, нелинейных расчетов, расчетов усталости/выносливости

конструкции и тепловых нагрузок. В качестве решателя здесь используется NX Nastran, MSC Nastran, Abaqus, ANSYS, LS-Dyna.

NX Nastran — инструмент для проведения компьютерного инженерного анализа (CAE) проектируемых изделий методом конечных элементов (МКЭ). NX Nastran вместе с дополнительными решателями предназначен для решения как статических, так и динамических линейных и нелинейных задач инженерного анализа.

MSC Nastran - это профессиональный инженерный пакет для конечно-элементного моделирования задач из множества областей.

ABAQUS — универсальная система общего назначения, предназначенная как для проведения многоцелевого инженерного многодисциплинарного анализа, так и для научно-исследовательских и учебных целей в самых разных сферах деятельности.

ANSYS — универсальная программная система конечно-элементного анализа, решает линейные и нелинейные, стационарные и нестационарные пространственные задачи механики деформируемого твёрдого тела и механики конструкций, задачи механики жидкости и газа, теплопередачи и теплообмена, электродинамики, акустики, а также механики связанных полей.

LS-DYNA — многоцелевая программа конечно-элементного анализа. Решает трёхмерные динамические нелинейные задачи механики деформируемого твёрдого тела, механики жидкости и газа, теплопереноса, а также связанных задач.

Симуляция движения. В этом приложении можно провести кинематический и динамический анализ механизма. Модули Расширенная симуляция и Симуляция движения связаны между собой. Динамические нагрузки, возникающие в узлах механизма, можно передавать для расчета отдельных деталей на прочность и устойчивость. В качестве решателя здесь используется RecurDyn или Adams.

RecurDyn - набор программного обеспечения, который предлагает сочетание Multibody Dynamics и анализа методом конечных элементов.

Обработка. Это приложение состоит из нескольких модулей. Модуль токарной обработки предназначен для черновой и чистовой обработки цилиндрических деталей, нарезания резьбы. Плоское фрезерование применяется к деталям с вертикальными стенками и плоскими островами. Набор средств получения траекторий для 3-осевой фрезерной обработки. Электроэрозионная обработка деталей проволокой в режиме 2-х и 4-х осей. Наблюдение за инструментом во время его движения, проверка правильности удаления материала заготовки. Преобразование исходной программы обработки в программу станка и использование постпроцессора. Симуляция работы станка.

Режимы работы современных станков с ЧПУ

Работа станков с ЧПУ зависит от кода управляющей программы, в большинстве случаев выводимой постпроцессорами САМ систем. Выводимый постпроцессором код зависит от того, как этот постпроцессор настроит технолог-программист. Ниже рассмотрим основные функции токарно-фрезерного обрабатывающего пятикоординатного центра Mori Seiki NT 4200. Данный станок был выбран т.к. он имеется на предприятии и способен выполнить требуемую обработку деталей.

Цикл цилиндрического резания

Циклы программируются в постпроцессорах для того чтобы сократить размер управляющей программы, а так же облегчить программирование и редактирование программы.

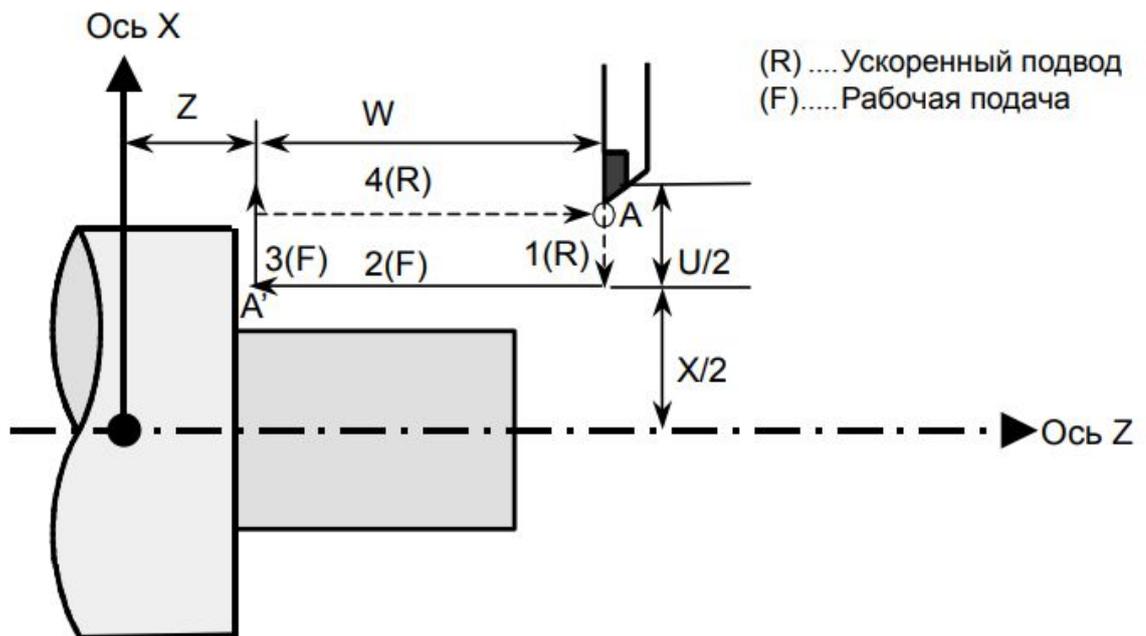


Рисунок 1- Цикл цилиндрического точения

Формат программирования:

G90X(U)_Z(W)_F_;

Расшифровка обозначений:

X_,Z_ : Координаты конечной точки резания (A') в направлении длины

U_,W_ : Расстояние перемещения до конечной точки обработки (A') в направлении длины

F_ : Скорость рабочей подачи

Цикл обработки конической поверхности

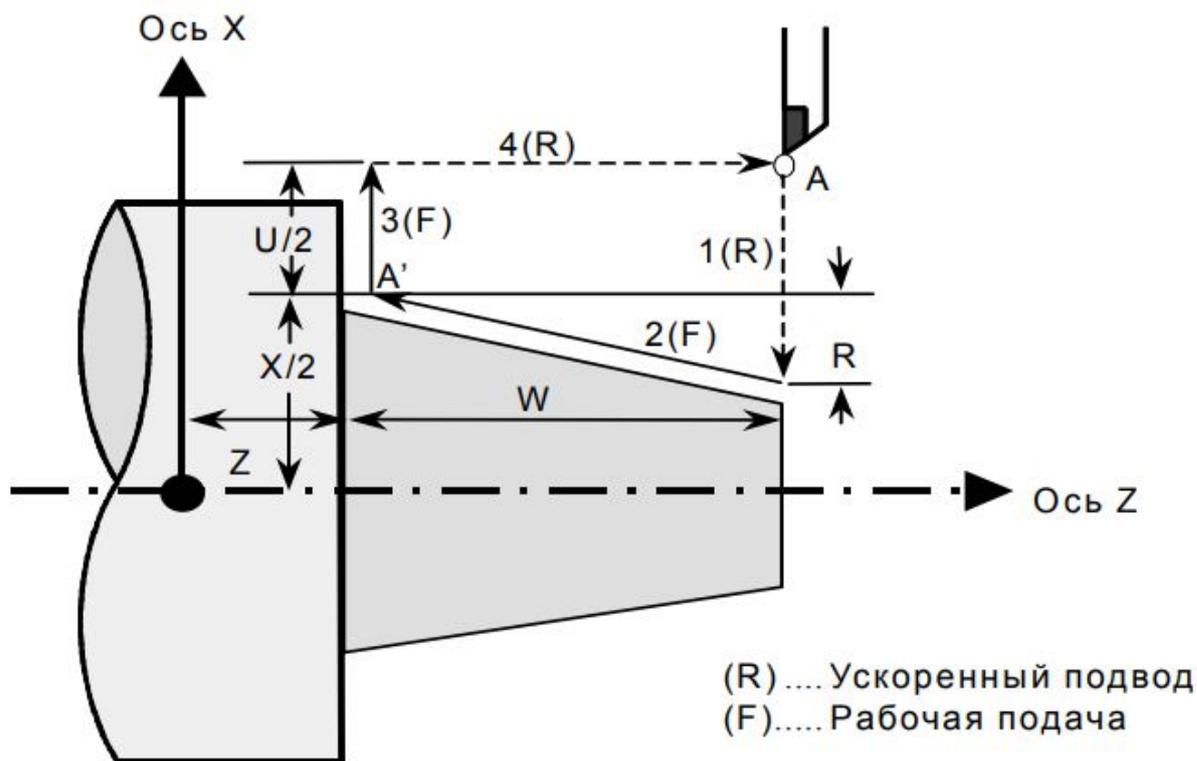


Рисунок 2 – Цикл обработки конической поверхности

Формат программирования:

G90X(U)_Z(W)_R_F_;

Расшифровка обозначений:

X_,Z_ : Координаты конечной точки резания (A') в направлении длины

U_,W_ : Расстояние перемещения до конечной точки обработки (A') в направлении длины

R_ : Величина конуса (R)

F_ : Скорость рабочей подачи

Цикл обработки торцевой поверхности

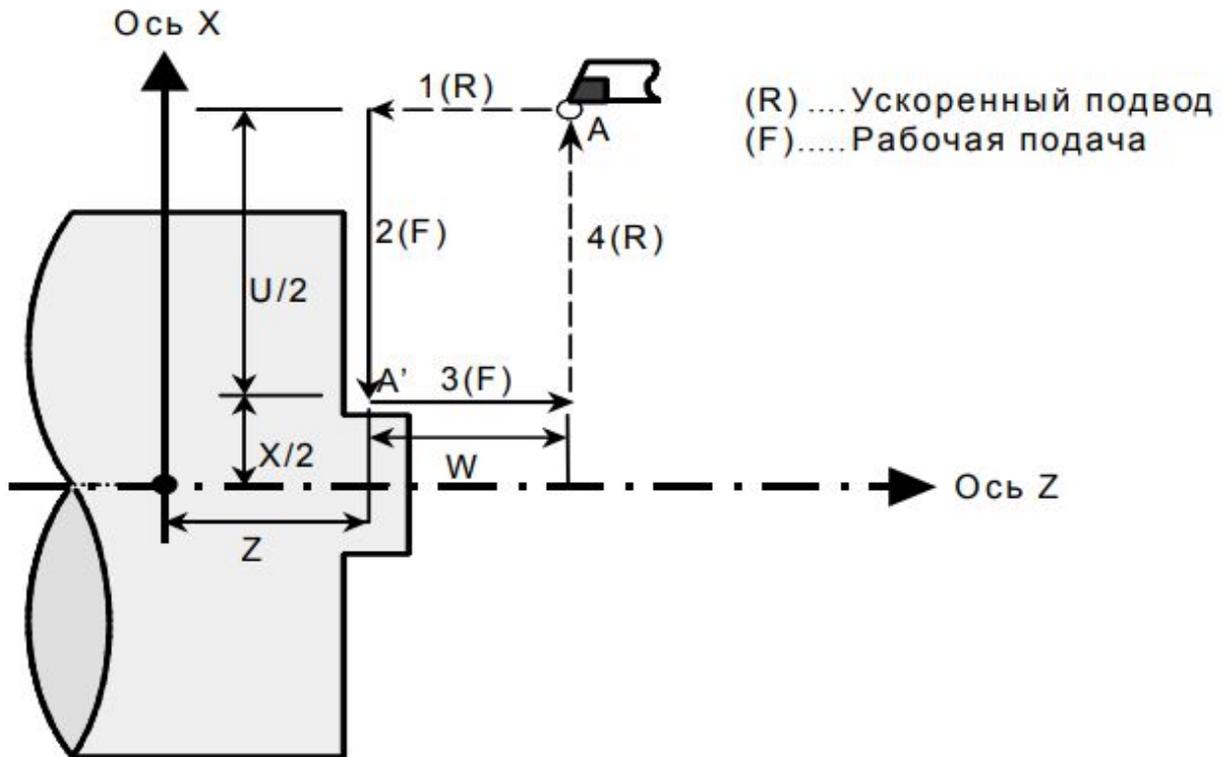


Рисунок 3 – Цикл обработки торцевой поверхности

G94X(U)_Z(W)_F_;

Расшифровка обозначений:

X_,Z_ : Координаты конечной точки обработки (A') в направлении торцевой поверхности

U_,W_ : Расстояние перемещения до конечной точки обработки (A') в направлении торцевой поверхности

F_ : Скорость рабочей подачи

Цикл обработки конической поверхности

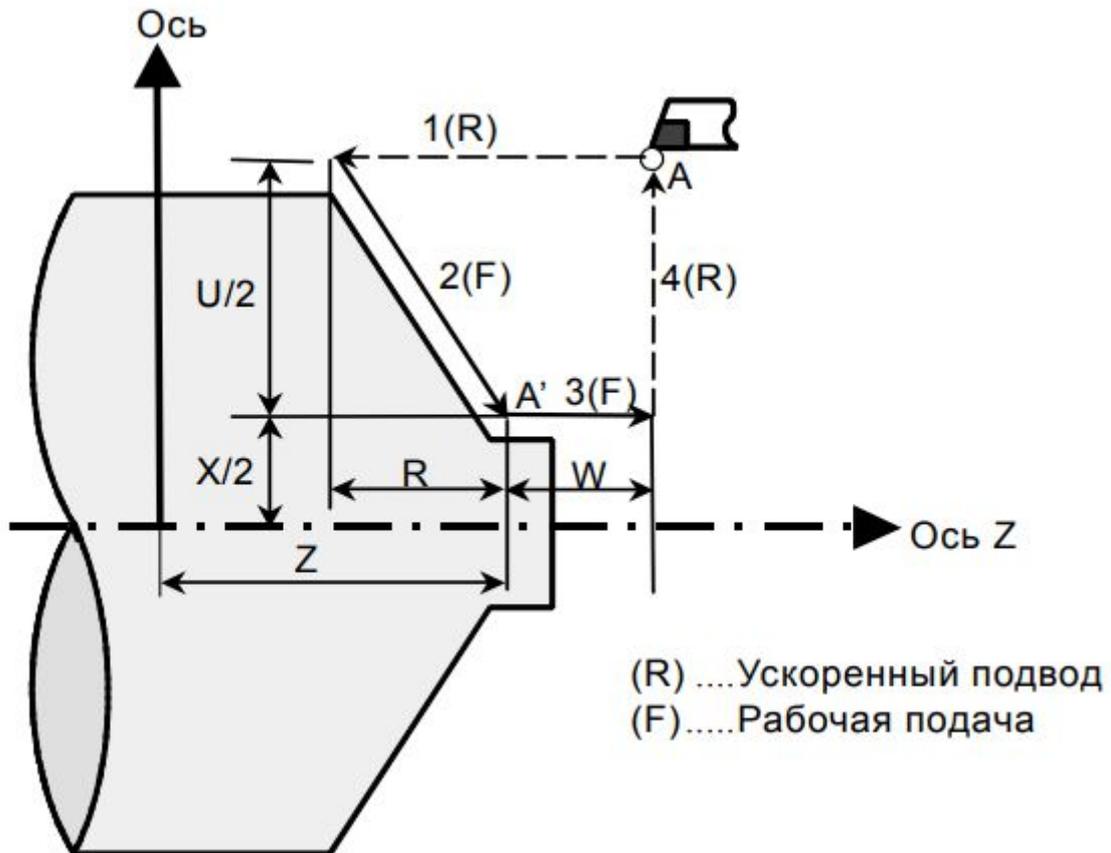


Рисунок 4 – Цикл обработки конической поверхности

Формат программирования:

G94X(U)_Z(W)_R_F_;

Расшифровка обозначений:

X_,Z_ : Координаты конечной точки обработки (A') в направлении торцевой поверхности

U_,W_ : Расстояние перемещения до конечной точки обработки (A') в направлении торцевой поверхности

R_ : Величина конуса (R)

F_ : Скорость рабочей подачи

Цикл сверления передней/боковой поверхностей

Программирование сверления передней поверхности при помощи G- кода G83 и сверления боковой поверхности при помощи G-кода G87.

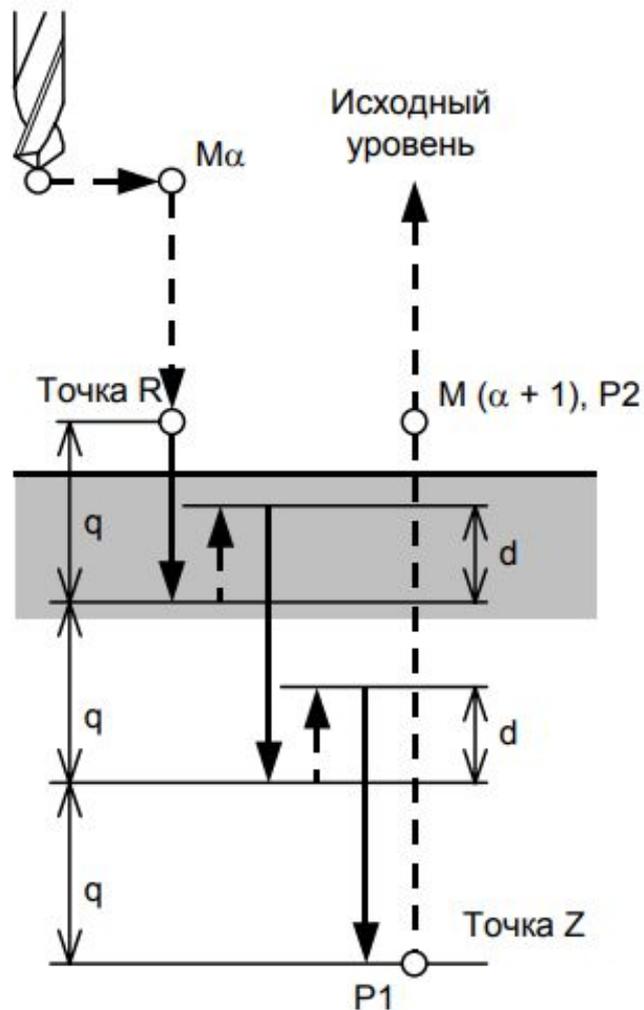


Рисунок 5 – Цикл сверления передней и боковой поверхностей

Формат программирования:

G83 X(U)_C(H)_Z(W)_R_P_Q_F_K_M_;

G87 Z(W)_C(H)_X(U)_R_P_Q_F_K_M_;

Расшифровка обозначений:

X_C_ или Z_C_ : Данные о положении отверстия

Z_ или X_C_ : Расстояние от точки R до дна отверстия

R_ : Расстояние от исходного уровня до уровня точки R

Цикл нарезания конической резьбы

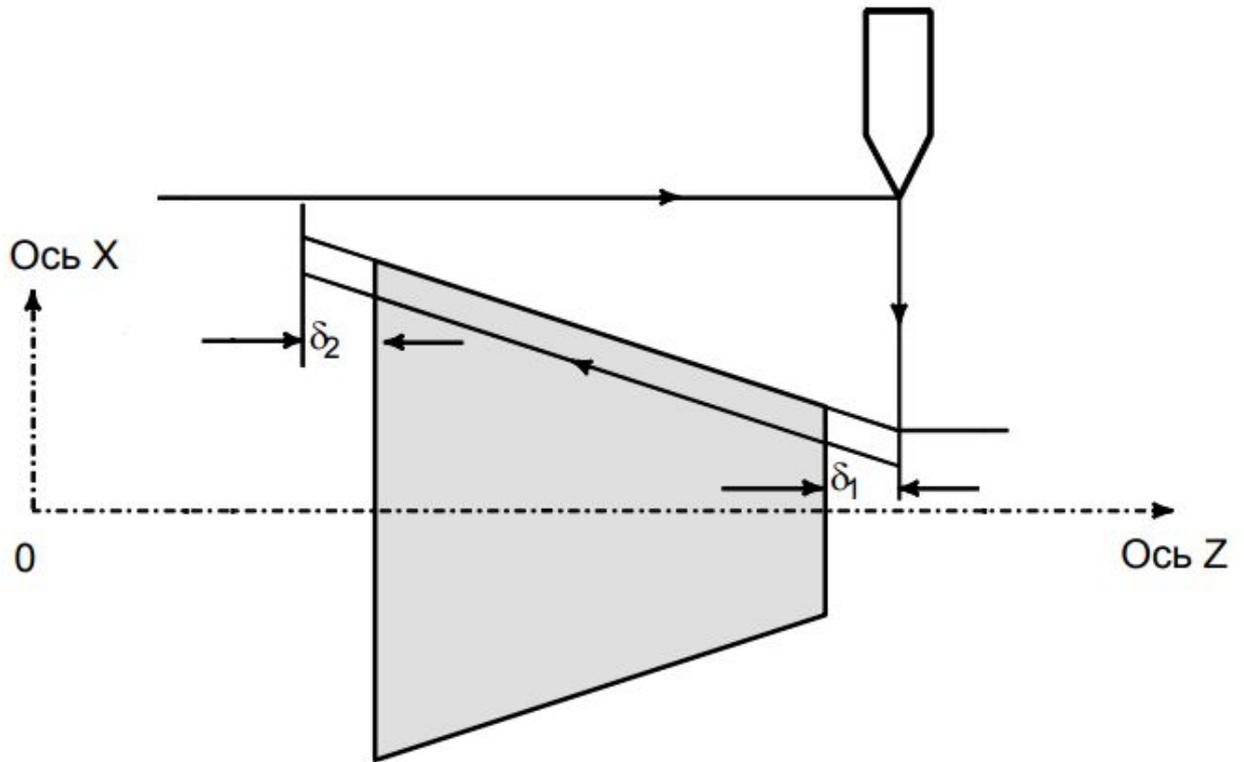


Рисунок 7 – Цикл нарезания конической резьбы

Формат программирования:

G92X(U)_Z(W)_R_F_Q;

Расшифровка обозначений:

X_,Z_ : Координаты точки резания в направлении длины

U_,W_ : Расстояние перемещения до конечной точки обработки в направлении длины

Q_ : Угол смещения начального угла нарезания резьбы

R_ : Величина конуса

F_ : Шаг резьбы

Вывод.

Цикловая структура обработки типовых конструктивных элементов деталей позволяет обеспечить точность и качество обработки и упрощает процесс программирования. Однако далеко не все технологические

особенности учтены в системе Siemens NX., поэтому потребуется развитие системы Siemens NX.в направлении проектирования новых циклов обработки деталей машин.

Список использованных источников

1. История развития систем автоматизации проектирования. Получено из <http://metodpro.ru/>
2. Siemens NX. Получено из <https://ru.wikipedia.org/wiki/NX>