Практические аспекты применения языка высокого уровня в системе ЧПУ для реализации групповой обработки

Р.Л. Пушков, Е.В. Саламатин, С.В. Евстафиева (ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»)

Рассмотрены вопросы использования групповой технологии при обработке деталей фрезерной группы. Приведен пример разработки групповой детали: выделены типовые поверхности, переменные. В системе ЧПУ «АксиОМА Контрол» реализована возможность использования языка высокого уровня для создания параметрических программ и реализации групповой обработки. Разработан механизм конфигурирования экранов для ввода параметров технологических циклов обработки поверхностей.

Ключевые слова: групповая технология, параметризация управляющих программ, управляющая программа для станков с ЧПУ, система числового программного управления, конфигурируемые экраны[1].

Введение

Групповой технологический процесс — технологический процесс изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками. В основу построения групповых технологических процессов положена комплексная деталь, состоящая из элементарных поверхностей, встречающихся у всех остальных деталей. Таким образом, детали, объединенные в группу, имеют полное или частичное сочетание поверхностей, составляющих готовое изделие. Признаком объединения деталей в группы является общность обрабатываемых поверхностей и их сочетаний, что определяет общность оборудования и оснастки, необходимых для полной обработки детали или отдельных ее поверхностей. Построение группового технологического процесса проводится в следующем порядке:

- группирование и классификация деталей;
- составление групповой технологии;
- конструирование групповых приспособлений;
- модернизация оборудования и специальных станков;
- проектирование групповых потоков.

Технологический процесс, составленный для комплексной детали, может быть использован при изготовлении любой другой детали данной группы.

Механизм конфигурирования масок ввода параметров технологических циклов

В современных системах ЧПУ для реализации различных стандартных видов обработки разрабатываются специализированные циклы, называемые станочными или пользовательскими [1]. В системах ЧПУ, имеющих развитый язык программирования высокого уровня, такие технологические циклы реализуются в виде параметрических подпрограмм, которые принимают входные параметры для расчета перемещений при технологических операциях в виде формальных параметров подпрограммы [2]. Основной проблемой, возникающей при создании управляющей программы (УП) программистом-технологом, является наличие большого числа входных параметров, тип и расположение которых необходимо изучать и задавать при вызове подпрограммы. Программист должен помнить, какие переменные используются, какие единицы измерения и системы координат могут быть использованы при задании значения переменной, существуют ли ограничения на диапазон принимаемых значений и каковы эти ограничения. Для решения подобной проблемы в системах ЧПУ существует специальный режим для создания экранов-масок станочных циклов и механизмов передачи параметров из этих экранов в УП [3].

Число переменных в цикле может быть достаточно большим, и в каждом цикле могут быть использованы разные переменные со своими возможными наборами значений.

В случае использования групповой технологии и наличия у детали большого числа разнообразных поверхностей для обработки программисту единовременно потребуется параметризовать всю деталь. Таким образом, задача программиста-разработчика УП по использованию подпрограмм групповой технологии еще более усложняется. Число входных параметров подпрограммы, реализующей групповую технологию, может существенно превышать число входных параметров обычных станочных циклов [4].

При задании параметров групповой обработки необходима возможность подсказать оператору или технологу-программисту назначение отдельных параметров, тип и ограничения на ввод данных. Таким образом, помимо разработки самой подпрограммы групповой технологии необходимо иметь возможность задавать ее параметры в диалоговом окне. С точки зрения разработчика системы ЧПУ это означает необходимость создания большого числа экранов, в которых будет осуществляться выбор параметров технологических циклов. При этом все эти экраны будут иметь однотипную структуру [8].

У подпрограммы групповой технологии должно быть описание, набор параметров, подпрограмма должна иметь определенный синтаксис в рамках принятой в системе ЧПУ нотации. Параметры подпрограммы могут быть следующими: название группы деталей, ее описание, типы параметров, используемых в подпрограмме, и их описания, ограничения

[1] Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках выполнения государственного задания (№ 2.1237.2017/ПЧ).

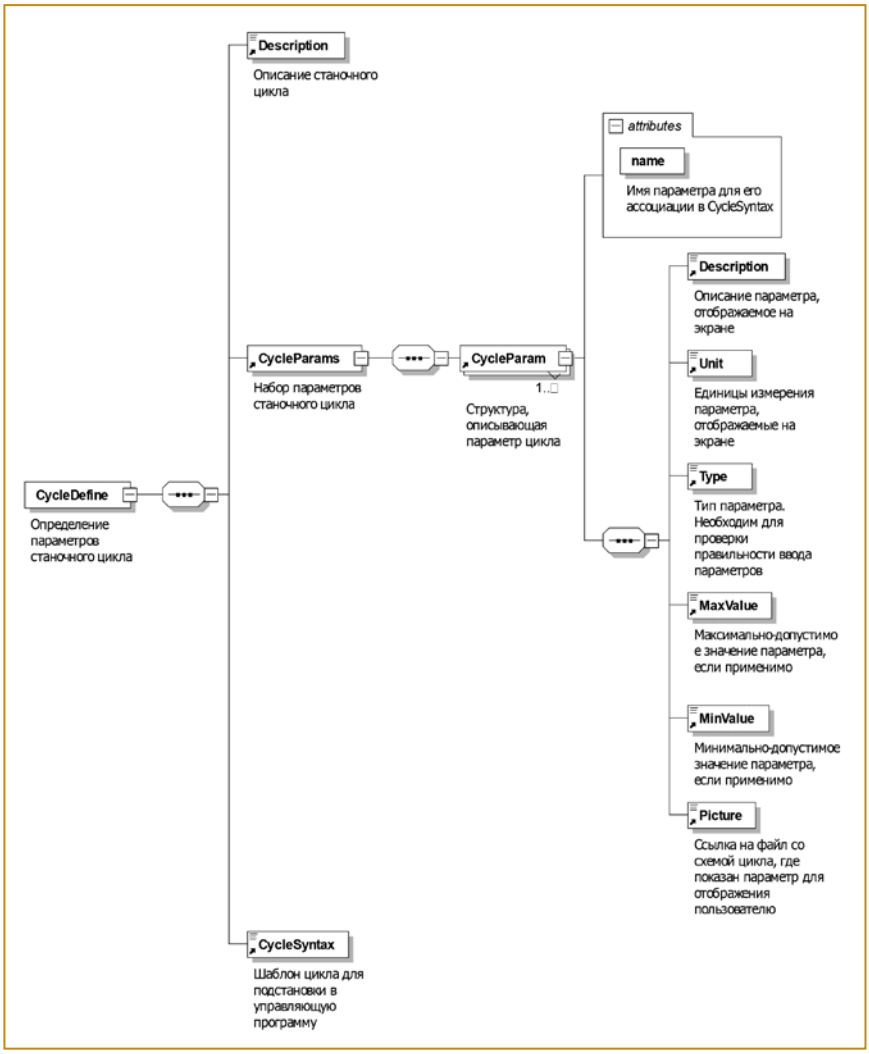

Рис. 1. Обобщенная XSD-схема параметризации экранов групповой обработки

на ввод данных в каждое параметрическое поле. Также необходимо предусмотреть графическое изображение детали с указанием на нем параметров для удобства ввода пользователем их значений. Для передачи параметров, введенных пользователем в экране групповой технологии, можно использовать различные механизмы. Вызов подпрограммы групповой обработки синтаксически не отличается от вызова технологических станочных циклов. Основным механизмом задания параметров технологических станочных циклов, а значит, и параметрических программ групповой технологии, является передача формальных параметров в подпрограмму цикла [5, 6].

С учетом того, что задачи подготовки параметров для групповой технологии и для станочных технологических циклов схожи, используем общий механизм экранов-масок для параметризации технологических циклов и для групповой технологии [8]. В общем случае используется один механизм параметризации. Набор параметров, их типы, ограничения, описания и подсказки сохраняются в привязанном к групповой технологии XML-документе, XSD-схема которого приведена на рис. 1. В зависимости от конкретной номенклатуры деталей из набора XML-документов выбирается нужный. Из него получаются все необходимые параметры, и производится заполнение экрана: выводится название детали, список параметров, загружается начальная картинка, показывающая привязку параметров к детали, и создаются необходимые поля для ввода параметров. Также отображается справка по параметрам групповой технологии [7].

Методика разработки групповой программы на примере детали типа «плита»

Рассмотрим пример разработки групповой программы обработки детали типа «плита», представленной на рис. 2 [8]. Групповая деталь сочетает все элементы, имеющиеся у деталей, входящих в эту группу. Если какой-то элемент, описанный для групповой детали, у обрабатываемой детали отсутствует, то при вызове цикла обработки эти параметры опускаются.

Разработка групповой подпрограммы становится возможной за счет использования языка высокого уровня системы ЧПУ «АксиОМА Контрол», в котором реализована возможность параметризации переменных. Таким образом, реализована обработка дета-

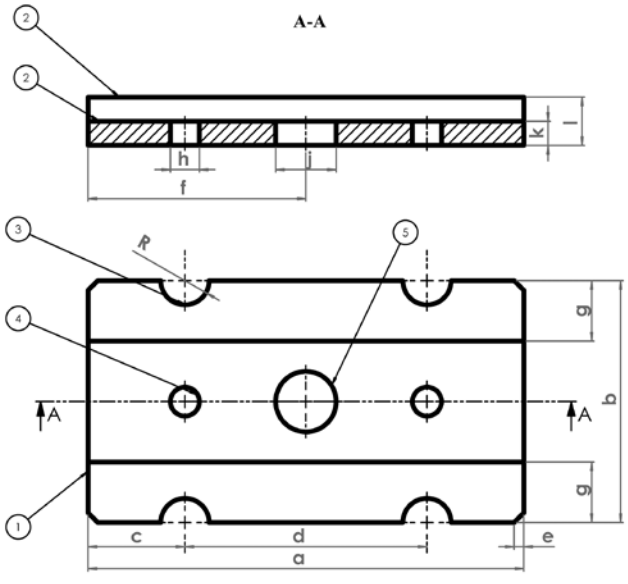

Рис. 2. Пример групповой детали типа «плита»

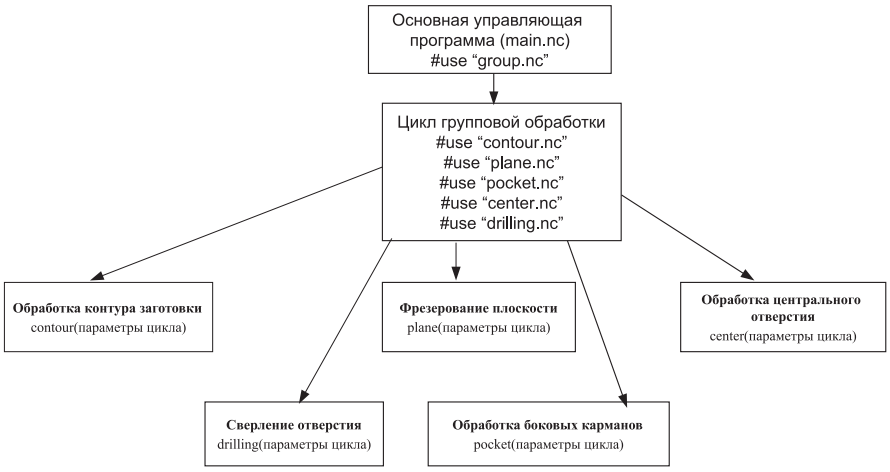

Рис. 3. Структурная схема управляющей программы для реализации цикла групповой обработки

лей с однотипными поверхностями или элементами обработки (например, круговые карманы, фаски, сопряжения и т. п.), которые имеют при этом разные размеры этих элементов. Подпрограмма групповой обработки будет вызываться в основной УП. При ее вызове будут передаваться конкретные размеры поверхностей, которые необходимо обработать. В зависимости от того, какие поверхности нужно будет обработать, будут вызываться те или иные функции обработки. Подпрограмма имеет возможность принимать параметры на языке высокого уровня. Такая подпрограмма может быть использована многократно с разным набором параметров в любом месте УП. В одном файле может быть определено несколько подпрограмм [9].

Рассмотрим операции подробнее (номера позиций соответствуют номерам элементов на рис. 2): 1) обработка контура заготовки; 2) фрезерование плоскости; 3) обработка боковых карманов; 4) сверление отверстия; 5) обработка центрального отверстия.

1. В общем случае контур заготовки может иметь произвольную форму. В рамках рассмотрения представленной комплексной детали заготовка представляет параллелепипед с заданными размерами. Размеры параллелепипеда могут быть произвольными. Фаски обрабатываются как элементы контура. Параметры, необходимые для обработки контура: координаты начальной точки детали, размеры детали по длине и ширине, высота детали и координата поверхности; если есть фаска, то указывается параметр наличия фаски в углу и размеры, подача и скорость резания при врезании и при обработке. Дополнительно могут программироваться стратегии отвода/подвода инструмента к контуру.

2. Для фрезерования плоскости используются следующие параметры: исходные точки по осям X и Y, безопасное расстояние, длина и ширина обрабатываемой плоскости, высота плоскости обработки, величина смещения инструмента для следующего прохода, глубина срезаемого слоя материала за один цикл обработки плоскости, число проходов по глубине, выход инструмента за пределы обрабатываемой детали, подача при врезании.

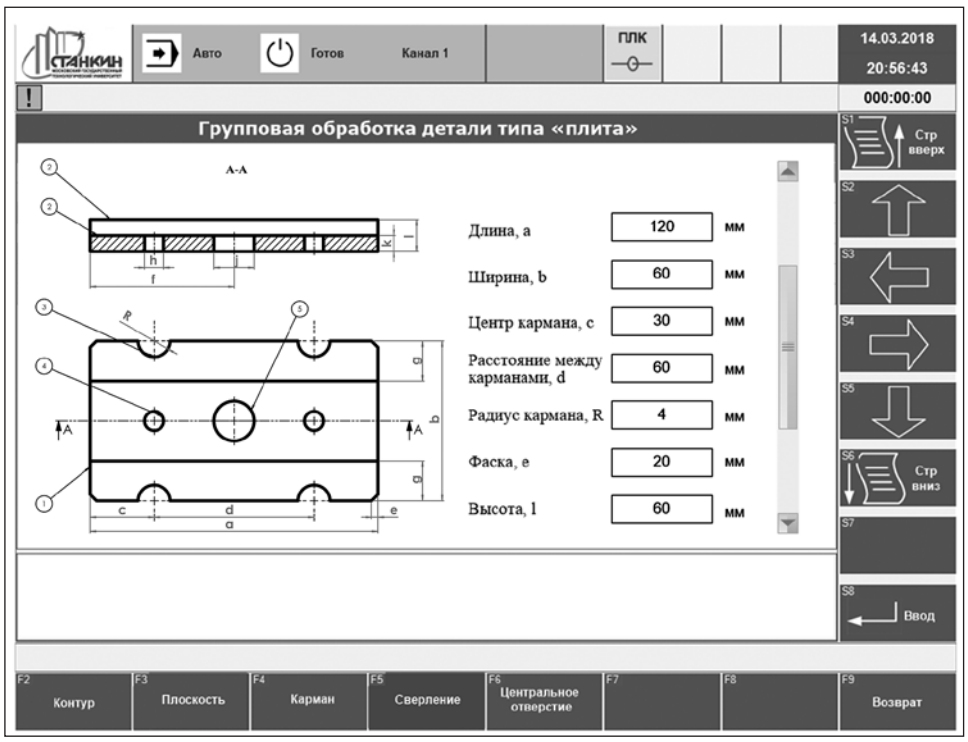

Рис. 4. Выбор поверхности для обработки

3. Для обработки боковых карманов задаются параметры: начальная точка и размеры детали, положение карманов (координаты по осям X и Y), радиус карманов, подача, используемая при обработке карманов и при врезании.

4. Для операции сверления отверстий необходимо указать в параметрах их положение, а также расстояние от начальной точки обработки до детали, глубину сверления, выдержку по времени на дне отверстия, запрограммировать подачу.

5. Для обработки центрального отверстия необходимо знать начальную

точку детали, безопасное расстояние над уровнем детали, координату поверхности детали, габариты заготовки, глубину и радиус обработки, указать подачу при врезании и при обработке. Следует заметить, что задавать координаты центра отверстия в качестве параметра цикла нет необходимости, так как эти координаты могут быть получены расчетным путем исходя из габаритных размеров детали.

Структурная схема УП для реализации цикла групповой обработки представлена на рис. 3.

С точки зрения выполнения УП используется следующая логика вызова подпрограмм. Сначала пользователь выбирает обработку детали с использованием групповой технологии. В появившемся диалоговом окне реализована возможность выбора необходимых подпрограмм для обработки конкретной детали. Выбирается первая подпрограмма, подгружается диалоговое окно с графическим изображением элемента обработки, подсказками к этой подпрограмме, перечнем переменных и полями для ввода значений параметров обработки. После ввода и проверки корректности введенных значений для первого элемента пользователь возвращается на экран выбора следующего элемента групповой обработки, производит выбор, и последовательность действий повторяется для следующего элемента. Когда будут заданы параметры для обработки всех элементов детали, завершается работа с этим диалоговым окном, и все параметры групповой подпрограммы разбираются системой ЧПУ и записывается в строку управляющей программы [9].

Пример реализации цикла групповой обработки

Для детали типа «плита» использование цикла групповой технологии состоит из следующих этапов [9].

1. Пользователь выбирает подпрограмму групповой технологии для обработки детали фрезерной группы.

2. Выбирается тип элемента — поверхности, которую необходимо обработать (рис. 4).

3. Вводятся параметры для выполнения этой обработки.

4. При необходимости выбирается следующий элемент для обработки, и вводятся соответствующие параметры.

5. Все выбранные подпрограммы и их параметры преобразуются системой ЧПУ в строку в УП.

Заключение

Унификация производства путем применения технологий групповой обработки позволяет организовать изготовление широкой номенклатуры деталей с использованием однородного, быстро переналаживаемого оборудования и оснастки.

Применение языка высокого уровня и технологии ввода параметров для групповых подпрограмм при помощи экранов-масок значительно упрощает разработку и применение УП для групповой обработки, что ведет к уменьшению числа ошибок в процессе разработки, а также уменьшению времени внедрения их в производство.

Список литературы

1. *Мартинов Г.М., Обухов А.И., Пушков Р.Л., Евстафиева С.В.* Особенности реализации и специфика применения функций многокоординатной обработки в системе ЧПУ «АксиОМА Контрол» // Автоматизация в промышленности. 2017. №5. с.17-22.
2. *Мартинов Г.М., Козак Н.В., Нежметдинов Р.А., Григорьев А.С., Обухов А.И., Мартинова Л.И.* Метод декомпозиции и синтеза современных систем с ЧПУ // Автоматизация в промышленности. 2013. № 5. С. 9-15.
3. *Нежметдинов Р.А., Пушков Р.Л., Евстафиева С.В., Мартинова Л.И.* Построение специализированной системы ЧПУ для многокоординатных токарно-фрезерных обрабатывающих центров // Автоматизация в промышленности. 2014. №6. с.25-28.
4. *Martinov G.M., Kozak N.V.* Specialized Numerical Control System for FiveAxis Planing and Milling Center // Russian Engineering Research. 2016. V. 36. No. 3. pp. 218–222.
5. *Мартинов Г.М., Козак Н.В.* Построение специализированной системы ЧПУ для 5-координатного строгально-фрезерного обрабатывающего центра // СТИН. 2015. №8. с.2-6.
6. *Мартинов Г.М., Никишечкин П.А., Григорьев А.С., Червоннова Н.Ю.* Организация взаимодействия основных компонентов в системе ЧПУ АксиОМА Контрол для интеграции в нее новых технологий и решений // Автоматизация в промышленности. 2015. №5. с.10-15.
7. *Нежметдинов Р.А., Пушков Р.Л., Любимов А.Б., Мартинова Л.И., Евстафиева С.В.* Числовое программное управление фрезерными обрабатывающими центрами с использованием высокоскоростных протоколов связи // Автоматизация в промышленности. 2015. №5. с.24-26.
8. *Мартинова Л.И., Козак Н.В., Нежметдинов Р.А., Пушков Р.Л., Обухов А.И.* Практические аспекты применения отечественной многофункциональной системы ЧПУ ""АксиОМА Контрол" // Автоматизация в промышленности. 2012. №5. с.36-40.
9. *Евстафиева С.В.* Разработка конфигурируемых экранов станочных циклов для терминала СЧПУ. Тр. международной научно-практической конференции "Машиностроение: инновационные аспекты развития". С.-Петербург: СПбФ НИЦ МС, 2018. №1. 136 с. с.59-63.

Пушков Роман Львович *– старший преподаватель,*
Саламатин Евгений Валерьевич *– заведующий лабораторией,*
Евстафиева Светлана Владимировна *– старший преподаватель,*
ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».
Контактный телефон (499) 972-9440.
E-mail: svetlana.evstafieva@gmail.com