

СИСТЕМА МАКРОПРОГРАММИРОВАНИЯ ТОКАРНЫХ ОПЕРАЦИИ САПТО/МАКРО

Шармазанашвили А.Н.

Практика эксплуатации ГПС свидетельствует что для полного раскрытия их потенциальных возможностей необходимы новые технологические разработки, так как несовершенство технологических решений не может быть компенсировано даже самыми современными техническими средствами.

Одним из перспективных направлений технологии ГПС является реализация безотладочной технологии, при которой не требуется проведение отладочных операций непосредственно на рабочих позициях.

Как обычно целью отладки является получение работоспособной управляющей программы (УП). Традиционно известные при этом циклы "пробного запуска", когда поэтапно путем нескольких итераций корректируется УП и обеспечивается ее работоспособность, характеризуется большими временными затратами и поэтому приводит к значительному снижению эффективности, особенно в условиях широкономенклатурных ГПС. В свидетельстве этому в работе /1/ приводятся результаты наблюдения на свыше 800 процессов наладки токарных и фрезерных операций на 4-х предприятиях с мелко и среднесерийным производством. (рис.1). Если к тому же учесть что 1 час простоя оборудования в составе ГПС оценивается в 150 рублей /2/, то можно сделать вывод об актуальности задачи разработки методов и средств позволяющих реализовывать безотладочную технологию.

Необходимость отладки УП является следствием нестабильностей производственных условий в результате чего исходные данные по которым проектируется УП, имеют случайные значения. В основном они обусловлены колебаниями геометрических параметров и твердости заготовок (особенно для высокопрочных и труднообрабатываемых

материалов), изменением фактических параметров инструмента и состояния технологической системы.

В этой связи могут существовать различные методы реализации безотладочной технологии; Наиболее реальным в этом направлении является стабилизация характеристик заготовок и инструмента путем разработки и совершенствования технологических процессов их получения. Однако это не всегда возможно а порой и нецелесообразно.

Другим методом является введение в производственный цикл изготовления детали дополнительной операции для предварительной обработки заготовок. Однако при этом возникают дополнительные затраты связанные с введением заготовительной операции, в частности на транспортирование, эксплуатацию, наладку, обработку и т.д.

Суть метода введения "запаса прочности" для обеспечения работоспособности УП заключается в проведении расчетов по самым неблагоприятным условиям: максимально возможному припуску, максимальной твердости заготовок, минимальной стойкости и прочности режущей кромки, минимальной жесткости технологической системы. В этом случае хотя и можно предположить устранение отладочных операции, однако метод приводит к значительному снижению производительности ГПС (в 2-3 раза).

Очевидно что наиболее эффективным в таком случае является компенсация производственных нестабильностей непосредственно на рабочих позициях с одновременной минимизацией отводимых для этого периодов времени. Решить эту задачу можно с помощью адаптивных систем управления. При этом следует отметить что в отличие от адаптивных систем текущего управления, компенсация указанных возмущении возможно не только в процессе реального времени а непосредственно до начала операционного процесса. Данная специфика задачи допускает возможность более простого решения с созданием меньшей избыточности программно-аппаратных средств.

Оно реализуемо методом адаптивного макропрограммирования при интеграции систем автоматизированного программирования операционной технологии, систем ЧПУ класса CNC (СЧПУ) и систем автоматического контроля (САК).

Идея метода адаптивного макропрограммирования заключается в формировании операционного процесса из отдельных элементов макроописания и обеспечении интерфейса между системой программирования операционной технологии и СЧПУ посредством макропрограмм, содержащих совокупность макроописания элементов операции и идентификаторы ее параметров. При этом управляющую информацию для технологического оборудования СЧПУ формирует на основе макропрограмм и количественных значения идентифицируемых параметров, часть которых определяет САК (рис.2).

Необходимым но не достаточным условием при этом является наличие систем автоматизированного программирования операционной технологии второго, третьего уровня сложности по характеру и объему решаемых задач позволяющих в автоматическом режиме производить:

1. расчет траектории режущего инструмента.
2. расчет режимов обработки; проектирование участков траектории.
3. проектирование структуры операции и полной траектории режущего инструмента.

Указанным требованиям удовлетворяет разработанная в МГТУ им. Н.Э. Баумана на кафедре РК-9 система автоматизированного программирования токарных операции (САПТО). Структурная схема САПТО представлена на рис. 3. Информация о структуре операции и плана выполнения инструментальных переходов заносится перед началом проектирования в командный файл. При этом реализуемы три режима работы: диалоговый по каждой задаче с возможностью возврата к любой предыдущей задаче, полуавтоматический с просмотром результатов проектирования на каждом этапе и возможностью прерывания и введения коррекции по запросу оператора и полностью

автоматический.

Задачи 1,2 решаются одновременно для всех переходов, задачи 3-7 - последовательно для каждого перехода и задачи 8-11 в целом для операции.

Для решения задач 3,4, и 5 разработаны специальные средства работы с информационными массивами Баз Данных (БД). Так в частности при выборе инструмента используется алгоритм поиска инструмента в БД по условию соответствия параметров инструментального блока, рабочей зоны станка и зоны обработки; Расчет режимов резания производится на основе выбора и уточнения типовых значений занесенных в БД с привязкой к конкретным инструментальным блокам и видам обработки; При синтезе траектории режущего инструмента используются средства выбора и интерпретации имеющихся в базе данных типовых схем перемещения инструмента.

При реализации метода адаптивного макропрограммирования возникают новые задачи при создании систем автоматизированного программирования технологической операции, которые в общем случае заключаются в следующем:

1. Формирование элементов макроописания операции;
2. Обеспечение возможности синтеза плана операции из элементов макроописания;
3. Генерация макропрограмм;

В этой связи в МГТУ им. Н.Э.Баумана на кафедре РК-9 была разработана система макропрограммирования токарных операции удовлетворяющая указанным требованиям.

С целью выделения элементов макроописания была проведена декомпозиция операции на три уровня. Первые два уровня характеризующие структуру операции включают соответственно описание последовательности выполнения инструментальных переходов и структуру каждого перехода - совокупность

конструкторского элемента (КЭ), режущего инструмента, схемы движения инструмента и законов управления режимами обработки; а третий уровень декомпозиции содержит описание управляющих геометрических и технологических координат (рис.3). На специально разработанной модели процесса механообработки исследовалось влияние случайных воздействии на элементы операции.

В результате установлено что наиболее подвержены случайным воздействиям параметры управления: траектория движения инструмента при черновой обработке - число проходов, координаты опорных точек; режимы резания - скорость V , подача S и глубина резания на черновых проходах. А структурные элементы операции практически не зависят от условий обработки в широком диапазоне изменения последних (рис.4).

Таким образом в элементы макроописания операции были введены типовые структуры операции. При этом в простейшем случае типовая структура операции может содержать структуру одного инструментального перехода, а в более сложном, несколько переходов с соответствующими типовыми структурами и с последовательностью их выполнения.

На основе полученных выводов была сформирована библиотека конструкторских элементов состоящая из полуоткрытых, закрытых ступеней, технология обработки которых поддается формализации и позволяющая описывать любой контур черновой обработки. Анализом апробированных технологических решении, а также в результате использования ряда методических рекомендации, для каждого КЭ были определены соответствующие альтернативные циклы обработки.

С целью обеспечения синтеза плана операции из типовых структур при автоматизированном программировании, КЭ и соответствующие альтернативные циклы были объединены в конструкторско технологические модули (КТМ) и помещены в базу данных САПТО (рис.5). Каждому циклу в КТМ предписано также условие выбора содержащее в основном правила соответствия

значении геометрических параметров КЭ и инструмента, обеспечивающие работоспособность принятого цикла. В процессе синтеза плана операции по условиям выбора устанавливаются допустимые варианты альтернативных циклов из которых далее по т.н. функции переключения определяется наилучший для заданных условий цикл обработки.

Для оперативного подключения и модификации библиотеки КТМ, а также соответствующего наполнения библиотеки циклов обработки CNC систем, в САПТО предусмотрены специальные средства интерпретации и проектирования циклов. В этой связи разработан специальный, настраиваемый на пользователя язык технологических команд, позволяющий программировать циклы обработки для дальнейшей их интерпретации в САПТО. Проектирование циклов осуществляется в интегрированной среде проектирования (ИСП/МАКРО) функционирующей автономно до начала цикла программирования операции (рис.5). ИСП/МАКРО позволяет получать проверенные циклы обработки, производить их экспертную оценку путем моделирования разных условий, а также для CNC систем имеющих свободно программируемую область генерировать соответствующие подпрограммы

Модификация библиотеки подпрограмм СЧПУ, порождает проблему автоматизированного формирования текста макропрограмм в САПТО. При этом необходимо разработать эффективный механизм адаптации средств генерации текста УП к библиотекам подпрограмм СЧПУ. Решением в данном направлении могут служить методы получения текста макропрограмм в обход промежуточного файла CLDATA непосредственно в коды СЧПУ. Одним из таких методов является система масок. В связи с этим было разработано формальное описание структуры управляющей программы из отдельных блоков обеспечивающих выполнение на станке определенных функции (рис.7); для каждого блока был составлен набор масок, представляющий собой незаполненный численными значениями постоянный массив кадров. Текст макропрограммы компонуется из

отдельных кусков, полученных путем выбора соответствующей маски и заполнения ее численными значениями. В результате для адаптации САПТО к библиотекеподпрограмм СЧПУ необходимо и достаточно генерация соответствующих масок макрокоманд в библиотеке масок.

С учетом вышеприведенных особенностей были разработаны специализированные системы макропрограммирования токарных операции для СЧПУ Sinumerik 3Т, МС 2106 и 2Р22.

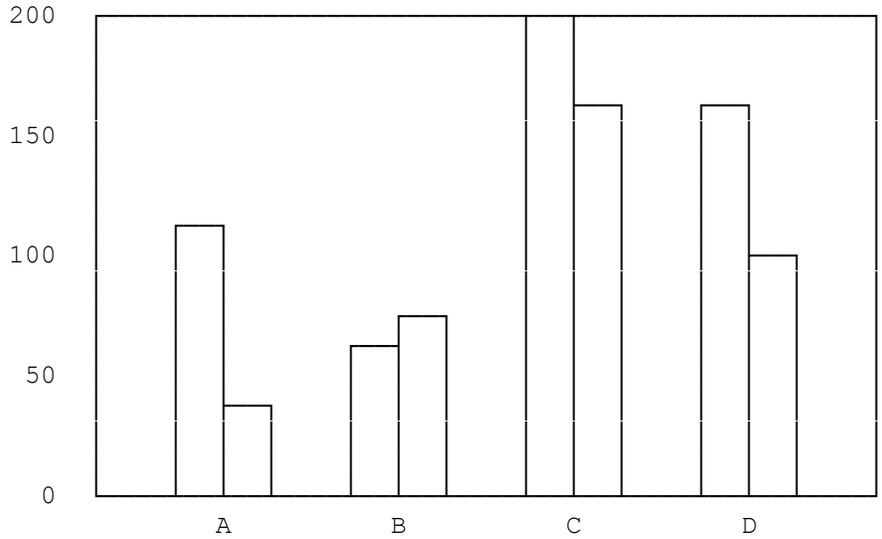
САПТО/МАКРО-2Р22 была внедрена на предприятии заказчика с годовым экономическим эффектом 9т. рублей. Составляющей данного эффекта является сокращение периодов отладки УП, обусловленное получением макропрограмм.

Л И Т Е Р А Т У Р А

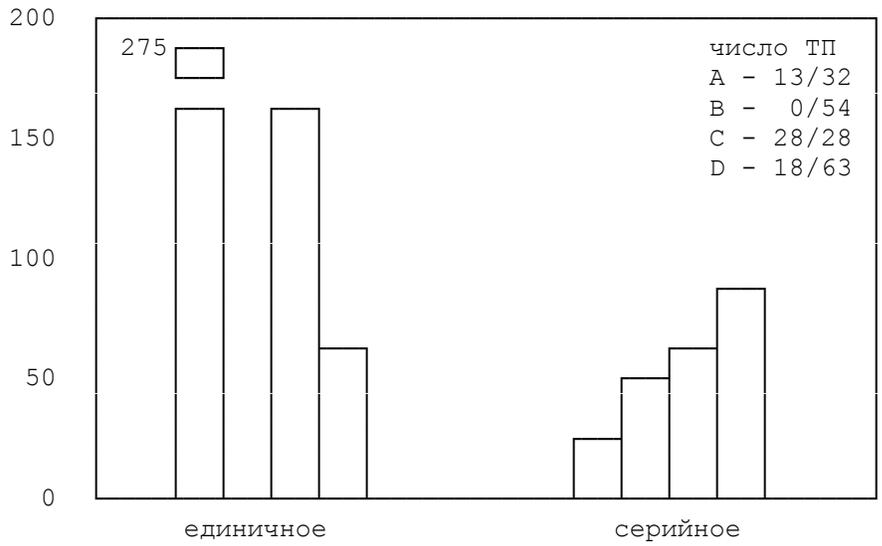
1.Fruhwald С. Furstzeiten in der spanabhebenden fertigung /Werkstallstechnik/ 1988 v.78 p.499-502

2.Панов А.А. Эффективность гибкой автоматизации механообрабатывающего производства. / Орг.-экономические проблемы гибких автомат. производств. материалы семинара /М.: 1988 с.22-25

3.Горнев В.Ф., Пузанов В.П., Савинов А.М. Автоматизация подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ/Учебное пособие по курсу "Автоматизация проектирования технологических процессов"/Москва 1983 с.48



а) Сопоставление фактического и планового времени обработки



б) отрезки времени отводимые на "пробный запуск" УП

рис. 1

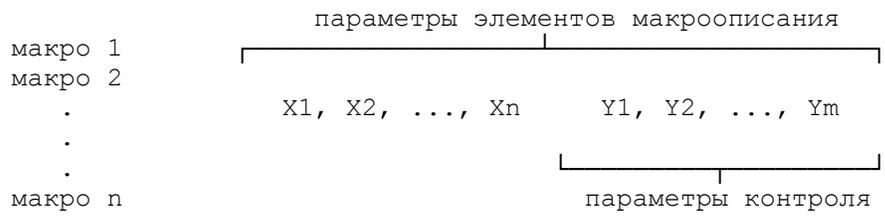


рис. 2

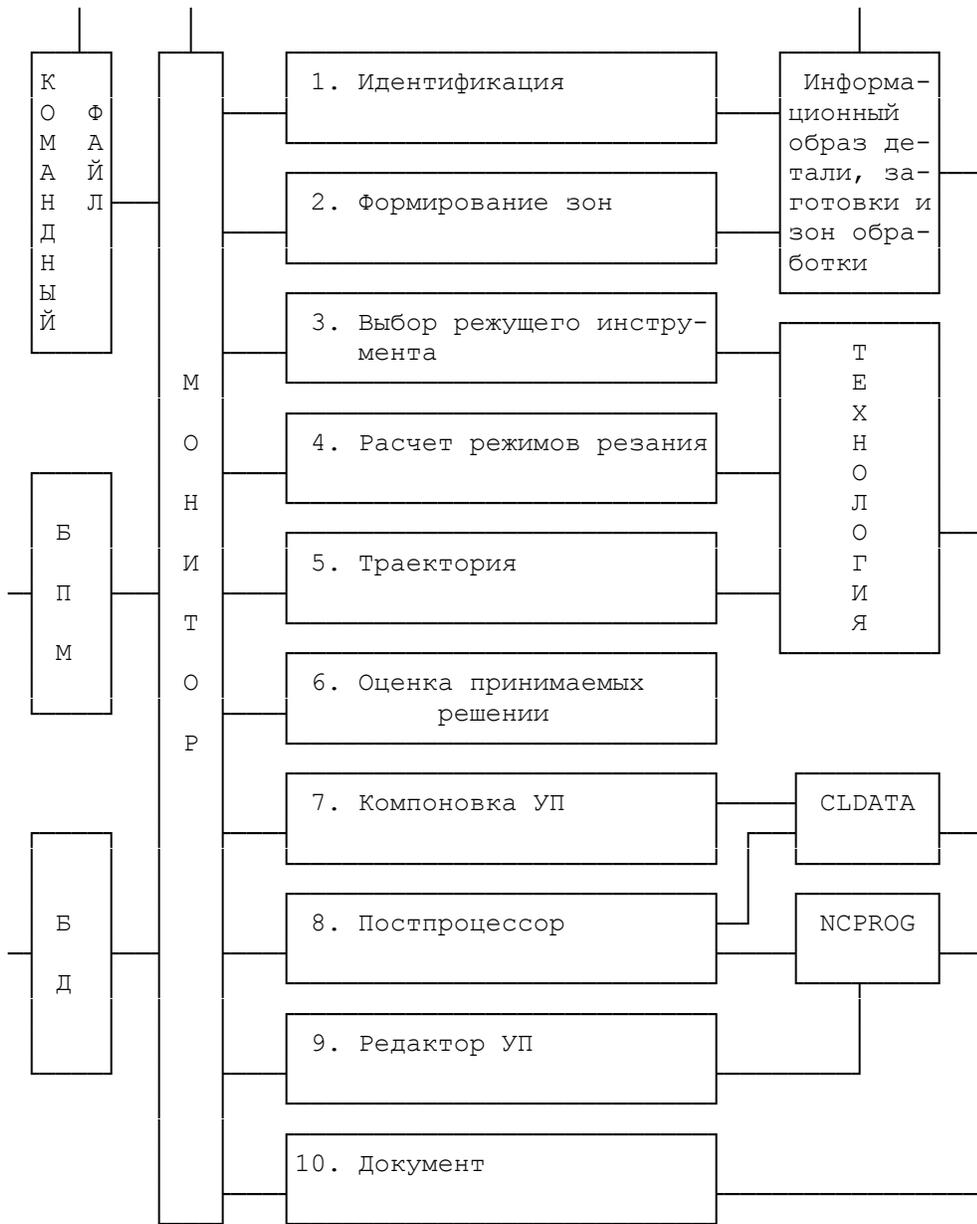


Рис. 3. Структурная схема САПТО