

институт совместно с предприятиями отрасли и головным технологическим институтом — НПО "НИИТавтопром" разрабатывал на каждую пятилетку план технического перевооружения сборочных производств и определял конкретные показатели на конец этого периода: снижение трудоемкости, повышение производительности труда, сокращение численности сборщиков, уровень их энерговооруженности и т. п., что делало весь процесс системным, целенаправленным, контролируемым и управляемым.

Работы по отраслевой специализации велись НПО "Автопромсборка" до 1992 г.

В конце 1991 г. отрасль автомобилестроения СССР как единое целое фактически перестала существовать. Но принятые решения не могли одновременно прекратить взаимоотношения и прервать связи между предприятиями. Поэтому и в 1992, и в 1993, и в последующие годы НПО "Автопромсборка" продолжало работать на автомобилестроение.

Так, в 1992—1995 гг. объединение разрабатывало оборудование для Ярцевского завода "Двигатель" (ПО "ЗИЛ"), Львовских заводов (автобусного и гидромеха-

нических передач), Заволжского, Харьковского и Минского моторных заводов, ГАЗа, КамАЗа, Павловского автобусного, МАЗа, БелАЗа и других предприятий.

Как видим, за годы своего существования НПО "Автопромсборка" внесло значительный вклад в дело развития автомобильной промышленности. И в этом большая заслуга принадлежит его коллективу, прежде всего — ведущим специалистам: Г. А. Амнуэлю, Л. Н. Аргюховскому, Л. В. Бунимовичу, В. А. Бабицкому, Т. В. Высоцкому, А. А. Войцеховскому, В. Д. Драпезо, В. А. Желаквичу, В. В. Иванову, В. Н. Иосифову, Л. П. Кособуцкому, Л. А. Кладиенко, А. А. Кудревичу, Е. А. Леонченко, М. Ф. Малышеву, Д. С. Мулеру, Б. В. Ногаеву, Б. И. Прессману, А. П. Сизову, В. М. Якунину и многим другим.

В 1994 г. произошло очередное переименование организации. В связи с тем, что все предприятия стали самостоятельными и вышли из объединения, институт стал Научно-производственным предприятием технологии и оборудования сборочных работ — НПП "Автопромсборка". Однако это не изменило сути и направления его работ.

УДК 629.002.5(ЧПУ)

## ОТКРЫТАЯ СИСТЕМА ЧПУ НА БАЗЕ ОБЩЕЙ МАГИСТРАЛИ

Канд. техн. наук Г. М. МАРТИНОВ

МГТУ "Станкин"

Быстрая перенастройка станков, на которых изготавливают детали для разных моделей и модификаций сложных изделий (например, автомобиля), требует применения систем ЧПУ. Это — аксиома, которой давно руководствуются создатели современных станков. Спрос рождает предложение, поэтому сейчас в мире существуют предприятия, для которых создание и производство систем ЧПУ стало основным направлением деятельности. Естественно, они уже накопили определенный опыт, выработали определенные принципы построения таких систем, научились создавать такую архитектуру последних, которая, упрощая их собственную работу, одновременно наилучшим образом удовлетворяет требования производителей и потребителей станков (автозаводы, к примеру). В частности, разработчикам систем ЧПУ удалось решить пробле-

му гибкости этих систем, причем решить для всех стадий их жизненного цикла. Так, для самих себя разработчики и производители решили проблему структурной гибкости систем ЧПУ, что позволяет им строить модификации этих систем в соответствии с изменениями запросов рынка, причем строить без больших затрат средств, труда и времени; для станкостроителей — проблему функциональной гибкости, что позволяет наиболее простыми способами адаптировать системы к разным станкам; для конечных пользователей — проблему технологической гибкости, что дает возможность учитывать специфику конкретного производства.

Принципов построения современных систем ЧПУ — три: модульность; открытая архитектура, базирующаяся на персональных системах; общая магистраль.

Принцип модульности означает то, что система ЧПУ состоит из модулей. При этом такие модули, как интерпретатор, интерполя-

тор, база данных реального времени, программируемый контроллер и пользовательский интерфейс, в ней присутствуют всегда.

Если модули стандартизировать, то реализуется второй принцип: архитектура системы становится открытой, позволяющей расширять, изменять ее аппаратную базу и программное обеспечение. В таких системах терминальная задача вынесена в персональный компьютер, а клиент-серверные отношения реализуются на базе стандартных протоколов (по типу ТСР/IP). Другими словами, они состоят из двух подсистем — сопроцессора реального времени и персонального компьютера, предназначенного для связи с оператором. Это разъединение терминальной задачи и сопроцессора реального времени повышает быстродействие системы, позволяет использовать графические интерфейсы, привычные для операторов.

Третий принцип — общая магистраль — предполагает наличие

общей для всех модулей так называемой виртуальной шины, посредством которой все модули, имеющие формат входных данных, обмениваются между собой информацией с помощью протоколов.

Таким образом, современная концепция построения системы ЧПУ с открытой архитектурой сводится к тому, что система должна обладать структурной, функциональной и технологической гибкостью, состоять из стандартных базовых внутренних структур данных и модулей, выполненных в виде гибких объектно-ориентированных командных процессоров.

Архитектура (блок-схема) одной из систем, выполненной на базе объектно-ориентированной магистрали, приведена на рис. 1. Она представляет собой совокупности базовых (контуры обведены сплошными линиями) и дополнительных (контуры обведены пунктирными линиями) модулей, выстроенных на основе покупных программно-аппаратных средств вычислительной техники. В ней используется и мощная программ-

ная проблемно-ориентированная компонента ЧПУ.

Как видно из рисунка, система состоит из двух подсистем. Первая из них, NC-подсистема (сопроцессор реального времени), является ведущей в системе. Она обеспечивает среду функционирования нескольких модулей NC-пользовательских приложений, ISO-процессора (интерпретатора), интерполятора программируемого логического контроллера и базы данных реального времени. При этом пользовательские приложения имеют формат входных данных NCUDt, позволяющий им подключаться к общей магистрали.

Каждый из входящих в подсистему модулей выполняет вполне определенные функции. Так, **интерпретатор** интерпретирует задание, рассчитывает эквидистантную коррекцию (в том числе особо сложные ее виды) и коэффициенты сплайна. Доказано, что наиболее эффективный способ его реализации, позволяющий системе ЧПУ работать с различными наборами команд, — построение по типу ISO-процессора. В ISO-процессоре используются два

принципа организации программно-аппаратной среды подготовки задания к исполнению: согласно первому ISO-процессор строится таким образом, чтобы он воспринимал операторы языка ISO-7bit как машинные инструкции; согласно второму в нем глобально используется объектно-ориентированное программирование, которое позволяет выстроить ISO-процессор в виде гибкой, перенастраиваемой, синтезируемой структуры. Функциональное наполнение алгоритмов обеспечивается конкретными подготовительными G-функциями, т. е. сама структура набора команд отображается в ресурсах системы управления.

При любом способе подготовки задания входной формат — ISODt, который предусматривает возможность использования любой версии кода ISO-7bit.

**Интерполятор** — открытый, т. е. допускает свободное наращивание алгоритмов интерполяции и произвольную их комбинацию при воспроизведении сложных траекторий в многокоординатном пространстве (в том числе с использованием сплайнов). Он содержит в себе шесть и более алгоритмов интерполяции, оптимизированных для входных форматов данных IPDt. Эти форматы определяются способом представления данных в управляющей программе, запросами терминала и характером траектории. Ключевым моментом при построении открытого интерполятора — умение удачно выбрать входные форматы.

В рассматриваемой системе ЧПУ можно применять **программируемый контроллер** двух типов — либо в виде внешней (приобретаемой по выбору станкостроителя) ЭВМ, либо встроенным в систему ЧПУ. Требование в обоих случаях одно — формат входных данных PLCDt должен быть стандартизованным.

Модуль "**База данных реального времени**" предназначен для хранения информации о размерах и типах инструментов, запрограммированных нулей и других данных, необходимых при обработке управляющих программ. Доступ к информации в нем — через входной формат данных DbRTDt.



Рис. 1

Терминальная РС-подсистема выполнена на персональном компьютере и обеспечивает среду функционирования пользовательского интерфейса, инструмента подготовки, тестирования управляющих программ (NC\_Editor) и РС-пользовательских приложений, а также внешний интерфейс, поэтому может выполнять функции как клиента, так и сервера (наиболее удачной средой для терминала на сегодня служит операционная система "Windows NT"). В эту подсистему входит один обязательный модуль — "пользовательский интерфейс" (ММИ), свой для каждого типа станка, разрабатывается производителями систем ЧПУ или станкостроителями с учетом специфики не только станка, но и потребностей конечного пользователя (язык, типовые операции и т. д.). Подключается к общей магистрали с помощью формата входных данных MMIDt.

Подсистему при необходимости можно дополнить и другими модулями, такими, как "Инструмент подготовки и тестирования управляющих программ (NC\_Editor)", который, по сути, представляет собой язык высокого уровня, маскирующий для пользователя функции языка ISO-7bit управляющих программ. Задачи этого модуля: создавать и редактировать файлы управляющих программ, объем которых превышает несколько десятков Мбайт; синтаксический и отчасти семантический контроль кадра; поддержка блоковых операций с подпрограммами, в том числе конвертирование, масштабирование и перенумерация кадров; эмуляция отработки управляющей программы до заданной точки и вычисление активных G-функций (G-вектора); использование графического меню для составления управляющих программ; полный сервис настройки пользовательского набора стандартных циклов (рис. 2).

Каждая из рассмотренных подсистем функционирует отдельно (как автономное приложение), но все они обмениваются между собой данными. Связующим звеном служит виртуальная шина. И в этом — главная особенность рассматриваемой системы ЧПУ. Дело

в том, что, во-первых, общая шина и клиент-серверные отношения между модулями есть лишь в некоторых современных системах ЧПУ. Но даже в них и то и другое находятся, можно сказать, в "зародышевом" состоянии. Во-вторых, при реализации общей шины и клиент-серверных отношений заложен чисто процедурный подход. Здесь же идея другая — организация магистрали, ориентированной на объекты, содержащие как необходимые данные, так и функции протоколов обмена между модулями. По сути, объектно-ориентированная магистраль — это абстракция более высокого уровня, чем обычная программная шина и ее протоколы, придающая структурность, надежность и программной среде функционирования системы ЧПУ в целом, и каждому модулю в отдельности при его работе с данной магистралью.

Все модули системы ЧПУ, подключенные к общей магистрали, могут запросить данные синхронным, асинхронным способом или по событию (как правило, событием является изменение данных). Причем механизмы реализации запросов — разные, зависящие от конкретной ситуации. Так, при синхронном запросе клиент (мо-

дуль, дающий запрос) останавливается в точке запроса и ждет ответа со стороны сервера (модуля, обслуживающего запрос). Свою работу он продолжает или после получения ответа, или после истечения контрольного времени ожидания. При асинхронном запросе клиент после точки запроса продолжает работать. Ответ со стороны сервера обрабатывается специальной callback-функцией независимо от того, когда этот ответ придет. При запросе по событию сервер пришлет ответ только при изменении запрашиваемых данных.

Некоторые данные в системах ЧПУ требуют циклического опроса сервера со стороны клиента (например, отображения на экране текущего положения координатных осей). Такой опрос реализуется следующим образом: сначала делается обычный асинхронный запрос; при обработке ответа в callback-функцию делается новый запрос той же величины, но по событию; после изменения опрашиваемой величины сервер присылает ответ, который обрабатывается той же callback-функцией. То есть получается своего рода "петля".

По своему функциональному назначению классы, образующие базовый уровень объектно-ориен-

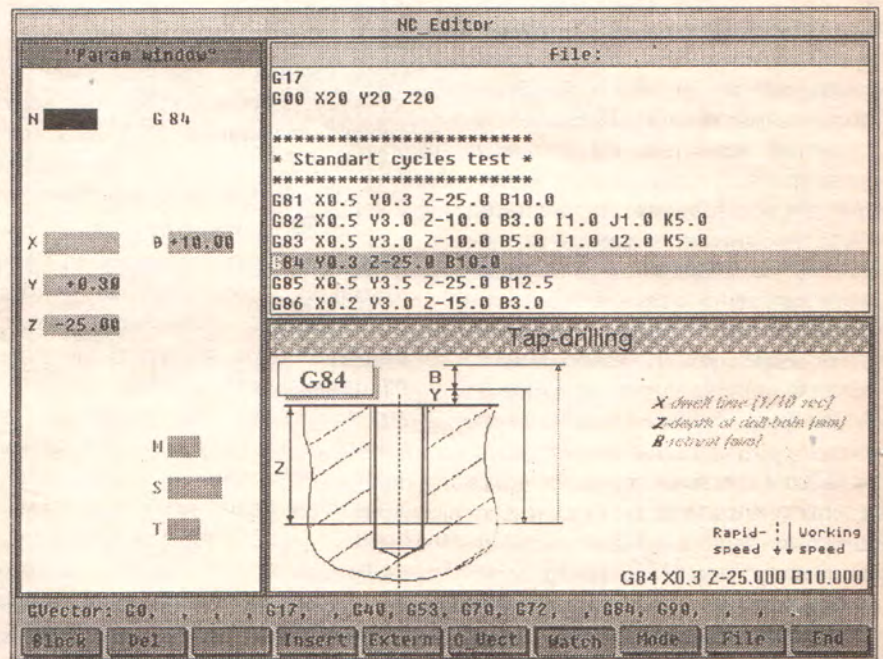


Рис. 2

тированной магистрали, разделяются на несколько групп. Первую из них образуют административные классы, которые обслуживают магистраль, открывают и закрывают ее, устанавливают предельное время ожидания при синхронном запросе, диагностируют и тестируют как отдельные модули, так и магистраль в целом. Вторая группа — коммуникационные классы. Они закладывают основные механизмы обмена данными. Третья — вспомогательные классы. Некоторые из них переводят данные из одной измерительной системы в другую, масштабируют

и форматируют эти данные; другие обрабатывают их при нестандартных ситуациях во время функционирования объектно-ориентированной магистрали.

Использование CASE-системы и инструментов визуального программирования для создания собственных пользовательских интерфейсов и приложений, базирующихся на объектно-ориентированной магистрали, повышает производительность труда и снимает психологический барьер, связанный с работой на сложных современных системах ЧПУ.

Таким образом, создана система ЧПУ из стандартизованных модульных элементов посредством подключения этих модулей к общей объектно-ориентированной магистрали. Рассмотренная схема построения системы ЧПУ обладает многими свойствами, делающими ее вполне конкурентоспособной, в том числе гибкостью в отношении коррекции, настройки, расширения, замены любого модуля, а также замены самой объектно-ориентированной магистрали.

УДК 629.113.621.9.079

## ПРОГРЕССИВНЫЕ СОТС НА ГАЗе

В. Н. ДОЛГОВ

АО "ГАЗ"

Современные смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС), как правило, представляют собой сложные многокомпонентные композиции, отвечающие комплексу требований к их технологическим и сопутствующим свойствам. Опыт показывает, что лучшие из них позволяют в 1,2—2 раза повысить стойкость инструмента и на 10—15 % — производительность механической обработки, на 20—60 % форсировать режимы резания. И главное — улучшить качество обработки и санитарно-гигиенические условия труда. Поэтому специалисты ГАЗа постоянно занимаются поиском, исследованием и внедрением смазочно-охлаждающих технологических средств, отвечающих современным требованиям, обладающих хорошей стабильностью, биологической стойкостью, антикоррозионными свойствами и экологически чистых для человека и окружающей среды. О результатах этой работы свидетельствует, например, номенклатура применяемых здесь СОТС: она включает средства и универсальные, т. е. применяемые в широком диапазоне операций механической обработки, и специальные, используе-

мые только на отдельных операциях.

Так, в механообрабатывающих производствах ГАЗа низкоэффективные эмульсолы ЭТ-2, ЭГТ сейчас заменены полусинтетическими смазочно-охлаждающими технологическими средствами "Велс-1" и СНПХ-СОЖ-1, которые очень хорошо себя зарекомендовали на всех операциях лезвийной и абразивной обработки различных материалов (сталь, чугун, алюминий), имеют хорошую биологическую стойкость, обеспечивают защиту от коррозии в течение всего срока эксплуатации (3—5 мес.), требуемое качество обработки деталей и стойкость режущего инструмента.

Наряду с концентратами промышленного изготовления на ГАЗе применяют эмульсию на основе отработанных очищенных масел, разработанную здесь же. Благодаря правильному подбору эмульгаторов, ингибитора коррозии и биоцида эта эмульсия по своим технологическим и сопутствующим свойствам не уступает смазочно-охлаждающим технологическим средствам промышленного изготовления. Ее состав защищен патентом и позволяет рационально использовать вторичные материальные ресурсы, снизить расход покупных концентратов, эмульсо-

лов и себестоимость выпускаемой продукции.

Специалисты ГАЗа особое внимание уделяют подбору смазочно-охлаждающих технологических средств для операций финишной обработки автомобильных деталей. И это понятно: такие СОТС должны обладать оптимальным сочетанием моющих, смазывающих и охлаждающих свойств, обеспечивать высокие точность и качество обрабатываемых поверхностей ( $R_a = 0,16$  мм). В итоге заводские производства в настоящее время имеют в своем распоряжении набор маловязких масляных (РЖ-8, РЖ-3) и синтетических ("Конвекс", "Синхо-2М", "ГАЗ-4") СОТС. Эти средства кроме обеспечения высокого качества механической обработки автомобильных деталей дают выигрыш и по другим направлениям. Например, позволили исключить из технологических процессов керосин и его смеси, т. е. снизить пожароопасность производства и улучшить санитарно-гигиенические условия труда.

На операциях с тяжелыми режимами обработки (таких, как зубонарезание, шлицефрезерование, резбонарезание, глубокое сверление, автоматная обработка) в машиностроении, как известно, широко применяются масляные