

ПРОГРАММНОЕ ГРАФИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Описывается опыт разработки и внедрения на ряде крупных промышленных предприятий России системы параметрической графики (аббревиатура АМГ), ориентированной на комплексную автоматизацию процессов проектирования изделий машиностроения и технологической оснастки.

Ключевые слова: АМГ, автоматизация, САПР

Дисциплины: инженерная графика, машиностроение, компьютерные технологии

Автоматизация проектно-конструкторских работ позволяет существенно повысить производительность труда в проектировании, освободить инженерно-технический персонал от выполнения огромного количества однообразных, рутинных графических операций при выполнении чертежей, повысить качество проектно-сметной документации, сократить сроки проектирования изделий, повысить качество и технико-экономический уровень проектируемых изделий как на стадии их проектирования, так и в эксплуатации. Можно с уверенностью говорить о том, что конкурентоспособность вновь создаваемых изделий в значительной степени определяется на стадии их проектирования, эффективность которого непосредственно связана с уровнем автоматизации всех этапов многоступенчатого процесса проектирования.

В автоматизации проектирования выделяют 2 уровня. Первый, более низкий, связан с автоматизацией, преимущественно, инженерно-графических работ и не затрагивает инженерных расчетов элементов конструкций, информационного обеспечения систем и ряда других важнейших вопросов проектирования изделий. Тем не менее, в настоящее время наибольшее распространение получили графические системы, обеспечивающие именно такой уровень автоматизации. Это интерактивные графические редакторы, используемые в качестве высокомеханизированных электронных кульманов. В машиностроении они успешно применяются при проектировании оригинальных изделий на стадии их детализации и реже в компоновочных работах. Примерами высокоразвитых графических систем, используемых для создания и редактирования чертежей, и получивших широкое распространение на Российском рынке, являются AutoCAD, КОМПАС и некоторые другие.

Более высокий уровень автоматизации проектирования связан с математическим описанием (моделированием) содержащейся в чертежах геометрической, текстовой, графической и других видов информации и обеспечивает комплексную автоматизацию процессов проектирования, включающих инженерные расчеты проектируемых изделий, информационное обеспечение прикладных САПР, автоматическое формирование текстов технических требований и спецификаций сборочных чертежей и решение ряда других вопросов, непосредственно связанных с проектированием изделий. Такой подход к автоматизации наиболее эффективен при проектировании типовых, унифицированных, стандартизованных изделий, имеющих в машиностроение широкое применение.

Опыт разработки и применения таких САПР свидетельствует о их исключительно высокой эффективности. Развитые графические системы, например, САПР штампов или осевого режущего инструмента, повышают производительность труда проектировщиков в 10...20 раз. Не менее важно то, что при этом многократно уменьшается количество допускаемых ошибок, существенно повышается качество проектной документации, снижаются квалификационные требования к проектировщикам.

При очевидной эффективности таких систем их распространение в инженерной практике существенно отстает от реальных потребностей производства. Объясняется это сложностью формализованного описания процессов проектирования изделий и отсутствием удовлетворительных инструментальных средств, доступных для практического применения в инженерных подразделениях.

Особой сложностью отличаются системы, ориентированные на автоматическое выполнение сборочных чертежей, а также чертежей составных деталей. К последним относится, в частности, широкая номенклатура режущего инструмента - развертки, метчики, зекеры, сверла и др. Отдельные элементы такого инструмента, например, хвостовики, режущая часть, направляющие, являются типовыми, а в целом инструмент, ввиду многообразия сочетаний типовых элементов - нетиповой. Например, хвостовики разверток могут иметь конус Морзе, квадратное сечение или лыску под ключ и т. д. Зенкер может быть цельным или насадным, проходным или торцовым, режущая часть метчика имеет 3 или 4 пера и т. д. и т.п.

Прикладная САПР должна отслеживать все эти особенности проектируемого инструмента, осуществлять поиск необходимых элементов в базе данных, выполнять их расчеты, назначать стандартизованным элементам размеры из таблиц нормативно-справочного

обеспечения, организованных в файлах базы данных, определять расположение элементов в составе проектируемого изделия, проставлять размеры, в том числе для замыкающих звеньев, определять масштабы и расположение выносных элементов на сборочном чертеже, программно назначать формат чертежа, учитывающий масштабы и размещение на поле чертежа основных и дополнительных изображений и многое другое. Отдельные подсистемы формируют состав технических требований и спецификаций сборочных чертежей. Практически ни один из отмеченных вопросов, например, автоматическое размещение изображений, по мнению автора, универсально не решается и в каждом конкретном случае требуется индивидуальный анализ и творчество разработчика прикладной САПР.

Задача инструментальной среды, ориентированной на решение задач информационного моделирования процессов автоматизированного проектирования, состоит в том, чтобы предложить разработчикам прикладной САПР широкий набор надежных, развитых средств решения отдельных, частных вопросов описания чертежей. В то же время эти средства должны быть доступны непосредственным пользователям прикладных САПР, выступающим одновременно в роли пользователей и разработчиков новых систем.

На кафедре графики Челябинского государственного технического университета разработана и успешно внедрена на ряде крупных промышленных предприятий России система параметрической графики (аббревиатура АМГ), ориентированная на комплексную автоматизацию процессов проектирования изделий машиностроения и технологической оснастки.

С помощью АМГ сравнительно просто разрабатываются интегрированные системы автоматизированного проектирования различных изделий, включающие инженерные расчеты элементов конструкций, информационное (нормативно-справочное и графическое) обеспечение системы проектирования, выполнение чертежей на графических устройствах ПЭВМ.

Наиболее полно возможности графической системы реализуются при вариантном проектировании изделий по обобщенным (комплексным) моделям чертежей (параметрическая графика). Широкое применение АМГ находит при разработке САПР типовых деталей машин и агрегатов, технологической оснастки.

ПРЕИМУЩЕСТВОМ АМГ по сравнению с известными инструментальными системами являются:

- компактность, модульность, расширяемость;
- широкий набор функций, связанных с программированием (описанием на специализированном языке) параметризованной графической информации и оформлением чертежей; наличие встроенной системы управления реляционной базой данных;
- гибкая связь с AutoCAD и другими графическими системами;
- наличие библиотек типовых графических изображений конструктивно-технологических элементов (шлифовальные канавки, резьбовые проточки, изображения сечений шлицевых валов, шпоночных пазов, канавок под уплотнительные элементы и т.д.). Размеры таких элементов хранятся в базе данных и назначаются автоматически (по одному или двум входным параметрам, например диаметру метрической резьбы и ее шагу). Такие библиотеки легко корректируются и дополняются непосредственными пользователями или разработчиками новых систем автоматизированного проектирования;
- большое количество прикладных САПР, разработанных на базе АМГ;
- удобный настраиваемый пользовательский интерфейс, доступность в освоении и эксплуатации.

КОМПОНЕНТЫ ГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ:

1. Высокоуровневый, структурированный язык описания графической информации (ядро системы), обеспечивающий:

- ввод в графическую систему исходной конструкторско-технологической информации;
- геометрическое моделирование плоских графических объектов (геометрический процессор);
- формирование основных и дополнительных изображений, штриховку разрезов и сечений, простановку размеров, знаков шероховатости, допусков формы и расположения поверхностей, обозначение швов сварных соединений, формирование текстов технических требований, спецификаций сборочных чертежей, основных надписей по форме 1, 2 и 2а и др.;

- аффинные преобразования параметризованных фрагментов чертежей(мультиплицированный перенос, масштабирование, симметричное отображение, поворот вокруг заданного центра);
- обработку каталогизированных параметрических фрагментов чертежей(макросредства языка);
- оформление чертежей в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД;

К специализированным средствам языка относятся структуры, обеспечивающие:

- анализ и модификацию изображений по заданным условиям (удаление невидимых или вырождающихся элементов и др.);
- автоматическое размещение и переконфигурирование размерной сетки чертежа в процессе преобразования обобщенной модели к форме конкретной детали;
- описатели, обеспечивающие формирование многосвязных или несвязных контуров, состоящих из отрезков прямых, дуг окружностей и спиралей Архимеда.

Средствами языка гибко реализуется модульный принцип конструирования составных деталей и узлов конструкций. Параметризованные фрагменты чертежей таких деталей описываются в локальной системе координат и хранятся в специальных проблемно - ориентированных архивах, образующих в совокупности информационное графическое обеспечение прикладной САПР.

Привлекательной особенностью языка является структурированность, позволяющая в сжатой форме описывать значительные объемы графической информации. Лингвистические структуры языка приближены к инженерной терминологии, просты в освоении и практическом применении.

Через файлы формата DXF система АМГ имеет связь с AutoCAD и другими графическими системами, что эффективно используется в необходимых случаях для дополнения и редактирования параметрических чертежей.

2. Встроенная реляционная система управления базой данных (СУБД) RDB для создания и ведения конструкторских баз данных. СУБД разработана на основе интерфейса RDB на языке Turbo C++. Интерфейс RDB имеет также выход на языки программирования Turbo

Pascal и Fortran 77. В отличие от баз данных в формате dBase, интерфейс RDB позволяет за счет способа хранения данных сократить объемы отношений в 3-5 раз и соответственно уменьшить время доступа к данным.

3. Средства формирования, ведения и эффективного использования архивов параметризованных фрагментов чертежей.

4. Встроенный калькулятор, позволяющий производить необходимые расчеты в процессе отладки графической программы.

5. Текстовый и графический редакторы.

6. Диалоговая оболочка, обеспечивающая необходимый сервис по управлению процессом автоматизированного проектирования, сохранению и выводу чертежей на разнообразные графические устройства ПЭВМ, связь с операционной системой.

7. Прикладные графические системы, разработанные на базе АМГ включают:

- САПР резьбовых крепежных деталей (болты, винты, гайки, шпильки), крышек и корпусов подшипника, муфт дисковых и кулачковых;
- САПР цилиндрических пружин растяжения-сжатия из проволоки круглого сечения;
- САПР измерительного инструмента - скобы, пробки, калибры, шаблоны, измерительные колеса и др.;
- САПР вырубных штампов простого и совмещенного действия;
- САПР осевого режущего инструмента типа разверток, зенкеров, сверл, метчиков;
- графическую подсистему проектирования червячных модульных фрез, долбяков, шеверов, токарных резцов;
- САПР цилиндрических прямозубых шестерен, червячных колес, шкивов клиноременных передач, звездочек и ряд других графических систем.

АМГ и ее приложения внедрены на ряде крупных промышленных предприятий: ПО «ЧТЗ им. В.И. Ленина», ПО «УРАЛМАШ», ПО «БАРРИКАДЫ» г.Волгоград, ПО

“ЮЖУРАЛМАШ” г.Орск, ПО “Станкостроительный завод им. С.Орджоникидзе” г. Челябинск, ПО “Восход” г.Павлово - на Оке, Высокогорский механический завод г.Нижний Тагил, Уралвагонзавод г. Нижний Тагил, Камеск-уральский литейный завод, ДОНГИПРОУГЛЕМАШ г.Донецк (Украина) и ряде других.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

АМГ функционирует под управлением операционной системы MS DOS. Для работы с системой требуется персональная ЭВМ класса IBM PC-AT(386,486) с графическим адаптером EGA/VGA/SVGA. Система использует клавиатуру и манипулятор "мышь". Вывод чертежей осуществляется на графопостроитель или принтер.