

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ И РАЗРАБОТКИ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Авилов А. В., Каминская Ю. О., Трусова Д. С.

Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ, Волжский, Россия (404121, Волжский, Волгоградской обл., ул. Энгельса, 42а, <http://volpi.ru>), e-mail: vpi-vm@mail.ru

Проведен анализ применения компьютерных систем для машиностроительного производства, которые позволяют эффективно экономить время и материальные ресурсы при проектировании технологий и производстве новой продукции, а также оптимизации существующих. Применение компьютерных технологий значительно расширяет возможности вычислительного эксперимента, что, в частности, дает возможность из множества вариантов технологии выбрать наиболее подходящую или прогнозировать результат. Это позволяет быстро находить оптимальные технологические решения при значительном снижении ресурсоемкости. Основным достоинством современного программного обеспечения является высокая точность расчетов и большой объем информации, которые они позволяют получать. Также решается проблема взаимосвязи различных подразделений предприятия, участвующих в изготовлении продукции. В данной статье рассмотрено применение компьютерных систем для автоматизации и разработки новых технологий в машиностроительном производстве.

Ключевые слова: компьютерные системы, автоматизация, системы CAM/CAD/CAE.

APPLICATION OF COMPUTER SYSTEMS AUTOMATION AND DEVELOPMENT OF NEW TECHNOLOGIES ENGINEERING PRODUCTION

Avilov A. V., Kaminskaya J. O., Trusova D. S.

Volzhskiy Polytechnic Institute (filial) VolgGTU, Volzhskiy, Russia (404121, Volzhskiy, Volgograd region., street Engelsa, 42a), e-mail: vpi-vm@mail.ru

The analysis of use of computer systems for machine-building production which allow saving effectively time and material resources at design of technologies and production of new production, and also optimization of the existing is carried out. Application of computer technologies considerably expands possibilities of computing experiment that, in particular, gives the chance to choose from a set of options of technology the most suitable or to predict result. It allows finding quickly optimum technological decisions at considerable decrease in resource intensity. The main advantage of the modern software is high precision of calculations and large volume of information which they allow to receive. Also the problem of interrelation of various divisions of the enterprise participating in production of production is solved. In this article use of computer systems for automation and development of new technologies in machine-building production is considered.

Key words: computer systems, automation, systems CAM/CAD/CAE.

Введение

Необходимость успешного функционирования промышленных предприятий в условиях жёсткой конкурентной среды мирового рынка диктует крайне высокие требования к оперативности исполнения заказов и качеству продукции [3]. Стремительное развитие программных средств, наделенных различными функциональными возможностями, способствовало формированию новых принципов организации машиностроительного производства. Использование современных компьютерных технологий для комплексной автоматизации позволит быстро находить оптимальные технологические решения при значительном снижении ресурсоемкости.

Применение компьютерных технологий значительно расширяет возможности вычислительного эксперимента, что, в частности, дает возможность из множества вариантов технологии выбрать наиболее подходящую или прогнозировать результат.

Основным достоинством современного программного обеспечения является высокая точность расчетов и большой объем информации, которые они позволяют получать.

Цель исследования

Анализ компьютерных систем для автоматизации и разработки сварных металлоконструкций.

Материал и методы исследования

В настоящий момент существует несколько классификационных подгрупп, из них три основных: машиностроительные САПР (MCAD – Mechanical Computer Aided Design), архитектурно-строительные САПР (CAD/AEC – Architectural, Engineering, and Construction), САПР печатных плат (ECAD – Electronic CAD/EDA - Electronic Design Automation) [4].

Российские и зарубежные программные продукты можно классифицировать по выполняемым функциям следующим образом:

- 1) подготовка технологической документации с помощью систем CAPP/PDM/PLM;
- 2) базы данных: основные материалы, сварочные материалы, нормативные документы и т.д.;
- 3) конструирование и проектирование конструкций с помощью систем CAD;
- 4) расчет прочности, долговечности, жесткости конструкций с помощью систем CAE;
- 5) моделирование тепловых и металлургических процессов с помощью систем CAE;
- 6) конструирование оборудования с помощью систем CAD/CAE;
- 7) числовое управление сварочными роботами с помощью систем CAM;
- 8) системы управления.

Классы программных продуктов перечислены в той последовательности, в которой их целесообразно внедрять на предприятии. Рассмотрим каждый класс систем [1].

Результаты исследования и их обсуждение

Системы CAPP (Computer Aided Process Planning – планирование технологических процессов с использованием компьютерных программ или автоматизированная технологическая подготовка) предназначены для построения последовательности технологических операций и оформления технологической документации в виде операционных и маршрутных карт. Данные системы представлены на рынке такими продуктами, как Компас – Вертикаль (АСКОН, Санкт-Петербург); Интермех – TechCard (Минск); ARMSW (Центр ComHighTech, Тула); ADEM CAM/CAPP (Москва); WeldOffice (CSPEC, USA); WeldPlan (Force Technology, Дания).

Компас-Вертикаль – система автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП). Данная программа позволяет:

- проектировать технологические процессы для различных видов производств в нескольких автоматизированных режимах;
- проводить необходимые инженерные технологические расчеты в специализированных приложениях;
- рассчитывать материальные и трудовые затраты на производство;
- формировать все необходимые комплекты технологической документации, используемые на предприятии;
- использовать «Универсальный технологический справочник», входящий в САПР ТП Вертикаль для организации и развития баз данных предприятия;
- организовывать на базе представленного программного обеспечения оптимальной схемы взаимодействия различных компонентов в комплексе Единого Информационного Пространства (ЕИП) предприятия;
- организовывать работу технолога с составом изделия, а также коллективную работу над всем проектом.

В результате электронное описание изделия содержит полную информацию, необходимую для поддержки всех этапов его жизненного цикла [4].

Интеграция САПР ТП Вертикаль с системой трехмерного моделирования КОМПАС-3D обеспечивает сквозное решение задач конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП). Система КОМПАС-3D позволяет организовывать классический процесс трехмерного параметрического проектирования – от идеи к ассоциативной объемной модели, от модели к конструкторской документации. В технологической системе Вертикаль реализована возможность работы со всеми видами графических документов – 3D-моделями, чертежами и эскизами изделий, разработанных в КОМПАС-3D.

В данном программном обеспечении представлен принципиально новый подход к автоматизации проектирования ТП, основанный на применении типовых конструкторско-технологических элементов (КТЭ) и связанных с ними планов технологической обработки. Любую деталь можно представить как совокупность типовых КТЭ, при этом каждому элементу соответствует определенный набор планов его обработки. Таким образом, КТЭ объединяют в себе и конструкторскую, и технологическую информацию об элементах, из которых состоит деталь. Это позволяет обеспечить автоматизированный переход от геометрии детали к технологии ее изготовления.

Таким образом, САПР ТП Вертикаль реализованы:

- тесная интеграция с КОМПАС-3D;

- работа со всеми видами графических документов – 3D-моделями, чертежами и эскизами изделий КОМПАС – непосредственно в окне Вертикаль;
- автоматизированный перенос данных с чертежа (и 3D-модели) в текст ТП;
- работа с различными документами, включая графические, разработанные в любой CAD-системе.

Системы CAD (Computer Aided Design – конструирование с использованием компьютерных программ) содержат модули моделирования трехмерной сварной конструкции (детали), оформления чертежей и текстовой конструкторской документации (спецификаций, ведомостей и т.д.). Выделяют три типа таких систем: 1) чертежно-ориентированные системы (Компас-3D, AutoCAD – программный пакет для подготовки конструкторской документации, разработанный фирмой AutoDesk. [2]); 2) системы объемного моделирования (SolidWorks, SolidEdge); 3) интегрированные системы, поддерживающие электронную информационную модель на протяжении всего жизненного цикла изделия, включая маркетинг, концептуальное и рабочее проектирование, технологическую подготовку, производство, эксплуатацию, ремонт и утилизацию (CATIA, Unigraphics, Pro/Engineer).

Компас-3D – система трёхмерного моделирования, ставшая стандартом для тысяч предприятий, благодаря удачному сочетанию простоты освоения и легкости работы с мощными функциональными возможностями твердотельного и поверхностного моделирования [5].

Рассмотрим подробнее программный продукт SolidWorks. Его преимущества:

- наличие собственной базы данных: основные виды сварных соединений, конструктивное оформление разделки, предельные отклонения и рациональные диапазоны толщин соединяемых элементов для швов всех типов, регламентированных государствами стандартами и отраслевыми нормативами;
- возможность проектирования сварных соединений в контексте сборки: сварной шов формируется как новый компонент сборки с привязкой к окружающей геометрии;
- проектирование рамных конструкций и ферм – профиль определяется параметрами «Стандарт» (ГОСТ, ISO или ANSI). «Тип» и «Размер». Каждый тип профиля включает несколько типоразмеров [6].

Система CAM (Computer Aided Modeling – подготовка производства с использованием компьютерных систем) представляют программные пакеты, управляющие движением роботов при сборке компонентов и перемещении их между операциями.

Например, ADEM (Россия, Москва) используется для лазерной обработки и резки. Для создания управляющих программ сварки в ADEM используется возможность движения

лазера вдоль объемной кривой с заданным фокусным расстоянием и вектором оси лазерного луча, что позволяет добиться пятикоординатной обработки лазером. Во время движения вдоль кривой допускается корректировка угла наклона луча на ее отдельных участках. Изменение углов может производиться дискретно, на каждом участке, или плавно меняться по ходу движения. Более широкие возможности доступны в режиме лазерной резки, которые применяются в основном для обработки тонкостенных оболочек. Для того чтобы задать положение инструмента в пространстве и обеспечить его удержание по нормали к обрабатываемой оболочке, достаточно указать поверхности движения, по которым скользит луч, и набор управляющих кривых.

Системы САЕ (Computer Aided Engineering – инженерные расчеты с использованием компьютерных программ) можно разделить на два класса в зависимости от сложности решаемых задач и квалификации пользователя.

Большой класс САЕ-программ ориентирован на рядового технолога и позволяет решать отдельные прикладные задачи для выбранного вида сварки – расчет параметров режима сварки, определения расхода сварочных материалов, прогноз ожидаемых механических свойств металла шва и зоны термического влияния, прогноз размеров сварного шва.

Немногочисленный, но важный класс САЕ-программ ориентирован на высококвалифицированных пользователей – аналитиков – и позволяет решать комплексные задачи (численное моделирование процессов тепло- и массопереноса, физико-химические реакции и металлургические процессы, анализ электрических полей). Такие программы могут быть построены по модульному принципу, выделяя определенные виды сварки. Примерами могут служить комплекс SPOTSIM, BUTTSIM, MAGSIM, LASIM, CUTSIM (ComHighTech – международный научно-образовательный центр «Компьютерные высокие технологии в соединении материалов», Россия, Тула); SysWeld (ESI Group, Франция); SOAR (Sandia Optimization and Analysis Routines for automated welding – национальная лаборатория Министерства энергетики США); SORPAS (Swantec, Дания); VirtualArc (ABB, Швеция).

ComHighTech – программное обеспечение, позволяющее моделировать основные сварочные процессы контактной, дуговой, лазерной сварки и резки (SPOTSIM, BUTTSIM, MAGSIM, LASIM, CUTSIM), а также автоматизировать рабочее место инженера-технолога (ARMSW).

Продукт ComHighTech состоит из нескольких пакетов программ, позволяющих выполнять определенные функции:

- пакет MAGSIM дает возможность наблюдать влияние параметров режима сварки на результат сварки. Проводит статистическую оценку влияния отклонений сварочной

установки на качество шва, а также автоматически определяет оптимальные параметры сварки с учетом выбранной цели;

- пакет SPOTSIM необходим для анализа формирования шва при контактной точечной сварке соединений из стальных низкоуглеродистых, нелегированных и хромоникелевых сталей толщиной 0,5–5 мм при использовании различных электродов и машин;

- с помощью пакета CUYSIM у пользователя появляется возможность наблюдать влияние параметров режима лазерной резки на результат процесса;

- программный пакет ARMSW – САПР сборочно-сварочного и заготовительного производств с автоматическим нормированием времени, расчетом режимов сварки, расхода материалов и выдачей комплекта текстовых документов и графических эскизов, отвечающих требованиям ГОСТа;

- MEXSW – программное обеспечение для анализа механических свойств ЗТВ сварного шва при дуговой сварке. Возможен анализ влияния параметров процесса на структурные составляющие шва, скорость охлаждения и механические свойства;

- FLUX 2.1 – программа для расчета параметров режима сварки под флюсом для соединения из низкоуглеродистых и низколегированных сталей и нормирования расхода сварочных материалов.

Расчет режима сварки производится на основе формул, приведенных в методике В. П. Демянцевича. Нормирование расхода сварочных материалов осуществляется на основе справочных данных.

Выводы

Компьютерные технологии являются важным инструментом создания современных технических объектов. Все более широкий круг предметов и явлений становятся объектами компьютерной симуляции. Она присутствует во всей инженерной деятельности. В настоящее время компьютерные технологии позволяют широко применять не только стандартные программы, но и комплекс специализированных компьютерных технологий. Большинство заводов применяют технологию пространственного моделирования, для некоторых она является главным инструментом разработки конструкторской документации и технологических процессов. Это способствует решению проблем взаимосвязи различных подразделений предприятия, участвующих в изготовлении продукции.

Список литературы

1. Каминская Ю. О. Применение современных компьютерных технологий для автоматизации сварочного производства [Электронный ресурс] / Ю. О. Каминская, А. В.

Авилов // 18-я межвузовская научно-практическая конференция студентов и молодых ученых г. Волжского (23–24 мая 2012 г.). Профильные секции: [матер. конф.] / ВПИ (филиал) ВолгГТУ. – Волгоград, 2012. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С. 120-122.

2. Россоловский А. В. AutoCAD. Настольная книга пользователя: учебное пособие. – М.: Нолидж, 2000. – 928 с.

3. Черепашков А. А. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении: учеб. для студ. высш. учеб. завед. / А. А. Черепашков, Н. В. Носов. – Волгоград.: Ин-Фолио, 2009. – 234 с.

4. АСКОН – комплексные решения для автоматизации инженерной деятельности и управления производством [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ascon.ru> (дата обращения: 19.04.2013).

5. Развитие автоматизированного проектирования [Электронный ресурс]. – URL: <http://engine.aviaport.ru/issues/45/page56.html> (дата обращения: 19.04.2013).

6. 3D CAD Design Software SolidWorks [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.solidworks.com> (дата обращения: 19.04.2013).

Рецензенты:

Гольцов Анатолий Сергеевич, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Автоматика, электроника и вычислительная техника», Волжского политехнического института (филиал) ГОУ ВПО ВолгГТУ, г. Волжский.

Тишин Олег Александрович, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Технологические машины и оборудование», Волжского политехнического института (филиал) ГОУ ВПО ВолгГТУ, г. Волжский.