

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ НА ФГУП ММП "САЛЮТ"

В последние годы необходимым условием устойчивого положения предприятий на внутреннем и внешнем рынках является интегрированное применение информационных технологий поддержки всех этапов жизненного цикла продукции, т. н. CALS-технологий. Применение CALS-технологий обеспечивает сокращение продолжительности производственного цикла, сокращение затрат и повышение качества продукции. Минимальный совокупный эффект от применения CALS-технологий оценивается в 30%. Для предприятия, выпускающего такие сложные и наукоемкие изделия, какими являются авиационные двигатели, отставание в освоении CALS-технологий может привести к ощутимым потерям как на внешнем, так и на внутреннем рынках.

Рассмотрим элементы CALS-технологий, применяемые на ФНПЦ ММП "Салют" для поддержки следующих основных этапов жизненного цикла продукции:

- проектно-конструкторские работы;
- технологическая подготовка производства;
- изготовление продукции;
- испытания;
- сервисное обслуживание и ремонт,

а также в финансово-экономической деятельности, управлении предприятием и маркетинге.

При проведении **проектно-конструкторских работ** современные компьютерные технологии применяются для решения таких задач, как тепловые и прочностные расчеты (ANSYS), расчеты газодинамики и процессов горения (STAR-CD), трехмерное моделирование (UNIGRAPHICS) и подготовка чертежной документации (Autocad). Все работы выполняются в соответствии с требованиями стандартов ИСО 9000, управление проектированием и подготовкой документации компьютеризованы.

Применяемые решения позволяют выполнять компьютерное макетирование двигателя и его узлов (эта процедура ранее проводилась на материальной части и была сопряжена с затратами на изготовление и переделку множества деталей, а также примерками двигателя на объекте). Работа организована в соответствии с сетевой архитектурой с четко выраженной иерархией задач и автоматизированных рабочих мест. Опытный проектант проводит контроль деталей и узлов, создаваемых на других рабочих местах, соединяя их в сборочные единицы, иногда насчитывающие сотни наименований. Центральные конструкторские места оснащены мощными рабочими станциями, позволяющими работать с графическими файлами больших размеров. Вокруг таких мощных станций группируются разработчики узлов с более простыми графическими системами.

В разработанной на ФНПЦ ММП "Салют" концепции **технологической подготовки производства** (ТПП) авиационных двигателей, применение компьютерных технологий основывается на двух основных положениях:

- ◆ Автоматизированное проектирование технологических процессов и технологического оснащения (CAD/CAM);
- ◆ Внедрение нового оборудования с ЧПУ, предусматривающего работу в контуре CAD/CAM.

Внедрение компьютерных технологий в ТПП выполнялось на ФНПЦ ММП "Салют" в несколько этапов:

- Электронное моделирование и создание управляющих программ для обработки медных электродов для полуступенчатой и ступенчатой обработки штампов после термообработки;
- Электронное моделирование модельной пресс-формы рабочей лопатки из стали и отработка технологии ее фрезерования по управляющей программе на станке Маho с минимальным припуском только под безразмерную полировку;
- Отработка методов проектирования оснастки при помощи CAD-системы Cimatron.

Полученный опыт позволил разработать новую технологию изготовления рабочих и сопловых лопаток для четырехступенчатой турбины энергоагрегата, реализуемую на базе отдела станков с программным управлением (ОСПУ):

- Электронное моделирование лопаток;
- Электронное моделирование отливок и штамповок с учётом припусков на мехобработку, усадки металла после литья и т. п.;

- Электронное моделирование элементов пресс-формы с определением поверхности разъема и оптимального направления разъема;
- Проектирование компоновочного чертежа пресс-формы;
- Электронное моделирование пресс-формы или медных электродов;
- Разработка управляющих программ обработки деталей пресс-формы или медных электродов;
- Обработка деталей пресс-формы или медных электродов на высокоскоростном фрезерном станке с ЧПУ;
- Контроль геометрических параметров деталей на КИМ с ЧПУ фирмы LK Limited с использованием электронных моделей;
- Обмер полученной отливки на КИМ с ЧПУ с использованием электронных моделей;
- Аттестация пресс-формы.

Применение этой технологии позволило сократить сроки ТПП в 2...3 раза.

Кроме компьютерной поддержки этой технологии в отделе Главного технолога организовано автоматизированное решение следующих основных задач:

- Проектирование оснастки и выпуск чертежей (Autocad, MDT, Cimatron);
- Расчет параметров круглорежущего и зуборезного инструмента;
- Получение полного комплекта технологической документации – операционных карт с эскизами (пакеты СИТЕП, ТЕХНОПРО, ТЕХСАРД);
- Разработка управляющих программ (UNIGRAPHICS, Cimatron).

На этапе **изготовления** деталей применение элементов CALS-технологий основывается на использовании оборудования с ЧПУ для формообразующих и контрольных операций. Наиболее сложное технологическое оборудование с ЧПУ сосредоточено в ОСПУ. Это, прежде, всего пятикоординатные фрезерные станки Starrag, Liechti и Willemin. Управляющие программы (обработка крыльчаток, моноколес, профиля пера лопаток) для этих станков разрабатываются в CAM-системах TS-CAM (TurboSoft AG) и PSI5D (Fluid Engineering).

Наряду с использованием покупных САМ-систем на ФНПЦ ММПП "Салют" ведётся разработка собственных специализированных САМ-процессоров для программирования обработки деталей турбомашин. К настоящему времени реализована первая версия процессора САМ-импеллер, позволяющая выполнять расчет управляющих программ всех технологических переходов фрезерной обработки крыльчатки центробежного компрессора. Система позволяет вводить геометрическое описание зоны обработки из внешних САД-систем в формате IGES. Имеется также прямой интерфейс с модулями расчета центробежного и осевого компрессоров, применяемыми в КБ ФНПЦ ММПП "Салют".

На этапе **испытаний** авиадвигателей применяются такие специализированные программно-технические комплексы, как:

- Автоматизированная система управления испытаниями изделий;
- Автоматизированная система управления технологическим процессом испытаний камер сгорания;
- Автоматизированный комплекс вибродиагностика ГТД (пакет "Динамика");
- Пакет "Расчет параметров изделий".

На этапе **эксплуатации и ремонта** с использованием информационных технологий выполняются такие работы, как учет состояния парка и дефектов изделий, учет выполнения доработок, а также учет поступлений изделий на завод, их движение, отгрузка и исследование. Применяются также интерактивные электронные технические руководства (ИЭТР).

На предприятии применяется информационно-аналитическая система **маркетингового** управления (Marketing Analytic, Marketing Expert Prof, Marketing GEO Info, Project Expert Prof), решающая задачи поддержки принятия решений по развитию продукции, по ценообразованию, по построению сбытовой сети, по организации комплекса продвижения и автоматизации процесса бизнес-планирования.

Функции **координации и управления** поддерживаются на ФНПЦ ММПП "Салют" информационно-вычислительным центром (ИВЦ), решающим задачи хранения данных по составу изделий, материалам и деталям, кадровым ресурсам, нормативам и трудоемкости. Одновременно ИВЦ является внутривзаводским провайдером Интернет-связи, что позволяет осуществлять оперативные контакты как с филиалами внутри России, так и с партнерами за рубежом. ИВЦ разработаны и развиваются такие автоматизированные подсистемы, как:

- подсистемы управления пропускным режимом, кадрами и заработной платой,
- складская подсистема,
- подсистема планирования поставок основных материалов,
- подсистема учета выпуска изделий,

а также компьютерные программы, решающие специальные задачи в различных подразделениях предприятия. На предприятии внедряется также комплекс программ для управления проектами Primavera Project Planner for Enterprise и Primavera Expedition.

Подготовка и переподготовка кадров по информационным технологиям ведётся на базе института целевой подготовки специалистов по двигателестроению (филиал “МАТИ – РГТУ” им. К. Э. Циолковского) и МГТУ “СТАНКИН” (филиал кафедры “Технологическое проектирование”). Занятия проводятся по офисным технологиям (MS Project, MS Access, MS Excel), CAD/CAM-системам (UNIGRAPHICS, MDT, Autocad, T-FLEX), функциональному и информационному моделированию (Vpwin, ERwin).

Внедрение CALS на предприятии предполагает, в частности, реорганизацию его информационной инфраструктуры. Такая реорганизация не должна быть революционной – наоборот следует максимально использовать уже имеющиеся на предприятии автоматизированные системы. Поэтому, первым этапом создания CALS-ориентированной инфраструктуры явился анализ уже имеющегося на предприятии и предлагаемого поставщиками программного обеспечения (ПО) с точки зрения возможности и целесообразности его использования в рамках CALS. Такой анализ проводился на ММПП “САЛЮТ” для ПО поддержки этапов конструкторской и технологической подготовки производства (КТПП). Проведенный анализ позволил выяснить текущее состояние CAD/CAM/CAE-систем и инфраструктуры виртуальной отрасли, объединяющей пользователей и производителей ПО КТПП. Результаты анализа используются при развитии CALS-ориентированной архитектуры информационной системы ФНПЦ ММПП “САЛЮТ”.

Программа разработки и внедрения элементов CALS-технологий реализуется на ФНПЦ ММПП “Салют” на базе персональных компьютеров начиная с 1996 года. За период 1996...2001 количество автоматизированных рабочих мест увеличилось в 20 раз и достигло 1000.

Реализация программы разработки и внедрения элементов CALS-технологий на всех основных этапах жизненного цикла авиационного двигателя позволила создать действенную систему управления предприятия на ФГУП ММПП “Салют”. Опыт, накопленный при разработке и внедрении элементов CALS-технологий, позволил сформулировать задачи, решение которых необходимо для комплексной информатизации предприятия:

1. Совершенствование и развитие программно-технических комплексов (ПТК), применяемых на всех стадиях жизненного цикла изделий (ЖЦИ), с учетом требований CALS-стандартов;
2. Формирование единого информационного пространства (ЕИП) предприятия на основе электронного описания изделий (ЭОИ);
3. Подготовка предприятия к ведению электронного бизнеса

Решение этих задач обеспечит достижение основной цели комплексной информатизации предприятия - повышение эффективности производства высокотехнологичной и конкурентоспособной продукции на основе применения современных информационных технологий.