

Использование возможностей современных PDM-систем при проектировании такого сложного технического объекта, как авиационный ГТД дает качественный скачок, позволяющий повысить общую эффективность процесса проектирования, организовать работу над проектом коллектива специалистов в параллельном режиме, минимизировать ошибки и затраты времени, возникающие при согласовании работ на различных этапах и при передаче работ между исполнителями и, в конечном итоге, сократить сроки выполнения проекта и технологической подготовки

Разработка и подготовка производства сложной, высокотехнологичной продукции - современного авиационного газотурбинного двигателя (ГТД) - процесс коллективный. В него вовлечены десятки и сотни специалистов предприятия или даже группы предприятий.

Перед коллективом предприятия постоянно ставится задача существенного сокращения сроков проектирования и технологической подготовки производства.

При этом, одной из основных проблем, влияющих на успех реализации проекта, является сложность организации совместной работы коллектива специалистов предприятия и компаний, поставляющих компоненты для разрабатываемого изделия. Решить ее позволят создание единого информационного пространства (ЕИП) предприятия - единого пространства данных о корпоративной продукции.

Параллельное выполнение работ и тесное взаимодействие всех участников процесса реализуется с помощью информационных систем специального класса - систем управления данными об изделии (PDM-систем). В ЕИП могут быть реализованы следующие функции [1]:

- получение и хранение проекта изделия в электронном виде;
- эффективное отслеживание текущего состояния процессов проектирования и конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП) изделия;
- организация быстрого авторизованного просмотра всех моделей и документов;
- обеспечение оперативного обмена информацией между пользователями и системами, выполняющими поддержку различных этапов жизненного цикла изделия;
- обеспечение информационной согласованности работы всех подсистем;

- поддержка открытости, удобства адаптации к меняющимся условиям проектирования и производства.

Главная задача PDM-системы заключается в предоставлении специалисту-участнику проекта необходимой информации в нужное время и в удобной для него форме (в соответствии с его правами доступа) [2]. Информация включает большие, постоянно обновляющиеся массивы инженерно-технических данных, необходимых на этапах проектирования, производства, поддержки эксплуатации и утилизации технических изделий для реализации PLM-решений (управление жизненным циклом изделия).

Жизненный цикл авиационного ГТД, как и практически любого сложного технического объекта, согласно ГОСТ Р 50.1.031-2001, можно разделить на следующие основные этапы: маркетинговые мероприятия и изучение рынка, составление технического задания, проектирование и разработка, производство, ввод в эксплуатацию, обслуживание – и т.д. вплоть до утилизации в конце полезного срока службы.

В проектировании сложного объекта, как правило, участвуют различные группы специалистов – в соответствии с его текущим этапом. Каждая из этих групп имеет свой взгляд на процесс и объект проектирования, т.е. описывает один и тот же объект в разных терминах на разных стадиях.

Для создания единого описания различных объектов в среде PDM определим термин “PDM-модель”. PDM-моделью будем считать совокупность определенным образом структурированных данных, которой описывается какой-либо сложный объект (техническое изделие) на соответствующих этапах его жизненного цикла (ЖЦ).

Таким образом, можно говорить о том, что PDM-модель – это совокупность различных представлений (взглядов на объект), которые наиболее эффективно могут быть реализованы только в виде объектно-ориентированной информационной модели при использовании функционала PDM-системы. А каждый такой “взгляд на объект проектирования” в терминах PDM-системы – это некий набор определенных классов объектов.

На рис. 1 схематично представлена базовая PDM-модель данных о проектируемом ГТД, используемая в сквозном конструкторском курсовом проекте (СККП), реализованном на факультете ДЛА СГАУ.

Здесь представлены два множества: объектов – объектов описание которых на этапе проектирования позволяет подготовить наборы данных для выполнения последующих этапов ЖЦ. И объектов-процедур, описание которых позволяет формализовать процесс управления и организовать этап

проектирования. Описание объектов-процедур в виде документов, присоединенных к самим процедурам, используя технологию WorkFlow.

Рассмотрим подробнее процесс проектирования авиационного ГТД. В нем можно выделить следующие составляющие:

- Составление технического задания на проектирование
- Функциональное проектирование, включающее:
 - Газодинамическое проектирование
 - Проектирование лопаточных машин
- Прочностное проектирование конструкции, включающее:
 - Расчеты на прочность
 - Проработку конструкции
- Технологическое проектирование, включающее:
 - Разработку технологии изготовления деталей
 - Разработку технологии сборки сборочных единиц



Рис. 1. PDM - модель данных о ГТД в СККП

В результате выполнения работ на каждом этапе проектирования в хранилище PDM-системы помещаются данные, формирующие состав проекта и полностью описывающие проектируемый ГТД. Таким образом, компонентное наполнение структуры, представленной на рис. 1 может быть различным и разнотипным. Это могут быть как электронные документы (файлы) CAD/CAM/CAE систем, используемых на предприятии (чертежи, пространственные и конечно-элементные модели, технологические карты и проч.), так и различная текстовая и атрибутивная информация, которую целесообразно хранить в среде PDM-системы.

Реализацию любого вида проектирования на современном этапе развития, невозможно без использования хранилища данных о реализованных на практике функциональных моделях, конструктивных решениях, технологических процессах, называемых прототипами.

Для реализации соответствующей процедуры в каждой составляющей проектирования используется, а при необходимости разрабатывается своя система классов, при помощи которой участники каждого такого этапа смогут выразить свой взгляд на объект проектирования, совместно работая над созданием PDM-модели ГТД.

Такая специализированная система классов представляется необходимой составляющей при построении интегрированной информационной системы управления ЖЦ изделия - PLM-решения.

Ввиду того, что проектирование ГТД в целом является весьма сложной для моделирования и описания задачей, проиллюстрируем описание этапов проектирования на примере одного из узлов ГТД – рабочего колеса турбины.

Газодинамическое проектирование лопаток турбины является частью газодинамического расчета ГТД в целом – сначала выполняется проектный термогазодинамический расчет ГТД [3], далее формируется проточная часть турбокомпрессора [4] и после этого производится газодинамическое **проектирование лопаточных машин**, определяется профиль пера лопатки [5].

На данном этапе проектирования возникает первоначальный вариант конструктивного исполнения, необходимый для вы-

полнения расчетов на прочность, зачастую этот вариант основывается на конструкции двигателя-прототипа.

Спроектированная лопатка рабочего колеса **рассчитывается на прочность** и производится оптимизация ее конструкции [6]. Следует обратить внимание на то, что при необходимости осуществляется пере-профилирование пера лопатки, в соответствии с требованиями по прочности и технологичности – что требует повторного проектирования лопаточной машины. Далее производится расчет на прочность диска турбины и всего рабочего колеса в целом (рис. 2).

На следующем этапе проектирования рабочего колеса выполняется более детальная **проработка конструкции** [7, 8, 9], выпускаются рабочие чертежи лопатки и диска, сборочный чертеж рабочего колеса.

В ходе **технологического проектирования** технолог решает ряд задач, наиболее важными из которых являются **проектирование технологии изготовления деталей** (в нашем случае – лопатки и диска) и **проектирование технологии сборки** рабочего колеса. Кроме того, технолог (или конструктор оснастки) выполняет **проектирование** специальной станочной **оснастки**, контрольно-измерительных и сборочных приспособлений [10]. Проектируя технологию изготовления детали (диска или лопатки), технолог анализирует разработанную конструкцию детали (условия ее работы, геометрические характеристики, характеристики заготовки и материала диска) и формирует **маршрутную и операционную технологии**. Далее выпускаются **маршрутно-операционные карты**, конструируется оснастка, выпускаются рабочие и сборочные чертежи оснастки. Проектирование технологии сборки также начинается с анализа конструкции, условий работы рабочего колеса и технических требований. После этого технолог может выполнить построение **принципиальной схемы сборки** и приступить к проектированию маршрутно-операционного техпроцесса и сборочных приспособлений.

Таким образом, использование возможностей современных PDM-систем при проектировании такого сложного технического объекта, как авиационный ГТД дает качественный скачок, позволяющий повысить общую эффективность процесса проектирования, организовать работу над проектом коллектива специалистов в параллельном режиме, минимизировать ошибки и затраты времени, возникающие при согласовании работ на различных этапах и при передаче работ между исполнителями и, в конечном итоге, сократить сроки выполнения проекта и технологической подготовки

Список литературы

1. Зильбербург Л.И., Молочник В.И., Яблочников Е.И. Реинжиниринг и автоматизация технологической подготовки производства в машиностроении. СПб: «Компьютербург», 2003. - 152 с.
2. Зыков Олег. «Промышленная автоматизация: движение от САПР к PLM», IT news № 5 (30) 8 марта 2005.
3. Кулагин В.В. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: Учебник. 2-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2003. – 616с.
4. Проектный расчет основных параметров турбокомпрессоров авиационных ГТД: Учеб. Пособие / В.С. Кузьмичев, А.А. Трофимов; Куйбышев: КуАИ, 1990 – 72с.
5. Мамаев Б.И., Мусаткин Н.Ф., Аронов Б.М. Газодинамическое проектирование осевых турбин авиационных ГТД: Учебное пособие. – Куйбышев: КуАИ, 1984 – 70с.
6. Расчет на прочность деталей машин: Справочник / Н.А. Биргер, Б.Ф. Шор, Г.Б. Иосилевич. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 702с.
7. Конструкция и проектирование авиационных ГТД. Под общ. редакцией Д.В. Хромина. - М.: Машиностроение, 1989. – 368с.
8. Скубачевский Г.С. Авиационные газотурбинные двигатели. – М.: Машиностроение, 1981. – 550 с.
9. Старцев Н.И. Проектирование авиационных ГТД: Учебное пособие по курсовому проектированию / Под ред. Проф. Белоусова. – Куйбышев: КуАИ, 1985. – 44 с.
10. Шманев В.А., Шулепов А.П., Анипченко Л.А. Приспособления для производства двигателей летательных аппаратов (конструкция и проектирование). М.: «Машиностроение», 1990. 256 с.

DESIGNING OF AIRCRAFT GTE IN PDM ENVIRONMENT

© 2006 S.S. Ganzha, M.E. Prodanov

Samara State Aerospace University

The problem of organizing a teamwork of experts, participating in the process of designing of an aircraft GTE is considered. The basic stages of an aviation GTE life cycle are resulted, components of a design stage and an modern PDM-systems' capabilities, allowing to raise general efficiency of process of designing are in detail analysed. It is shown, that designing of GTE in the PDM-system environment allows to reduce terms of design and technological preparation and execution of the project as a whole.