

Интерес вызвали исполнение и расчёт редуктора с передачей мощности 70000 л.с. и диаметром ходовой части более одного метра, выполненного в двух вариантах зацеплений: с прямым и с шевронным.

Обсуждался вентилятор с широкохордной лопаткой и диском с тремя ступицами и вывод привода агрегатов с наклонной рессорой по типу RB211 и «Трент».

Не удалось: показать размещение агрегатов на компрессоре ВД внутри оболочек II контура – студенты не справились с этим заданием; сделать конкретные предложения по управлению радиальными зазорами и в турбине и в компрессоре; профилировать рабочие и сопловые лопатки турбины по универ-

ситетской методике (были задействованы заводские программы).

Второй этап сотрудничества университета и ОКБ по подготовке специалистов реализовался в дипломном проектировании и не вызвал организационных затруднений: студенты уже имели рабочие места в конструкторских отделах ОКБ, где получили задание на дипломный проект и консультанта. Руководство дипломным проектированием осуществляли педагоги кафедры. Защиты проходили перед членами ГАК в стенах университета.

Учитывая положительный опыт, совместно было принято решение повторить выполнение курсовых проектов по заданию ОКБ.

УДК 62-762.001

## **СКВОЗНОЙ ГРУППОВОЙ КУРСОВОЙ ПРОЕКТ КАК ОСНОВА ПРЕДМЕТНОЙ ИНТЕГРАЦИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ-КОНСТРУКТОРОВ**

©2016 А.И. Ермаков, С.В. Фалалеев, Н.И. Старцев

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П.Королева

### **THE THROUGH GROUP COURSE PROJECT AS A BASIS FOR THE SUBJECT INTEGRATION IN A PROCESS OF DESIGN ENGINEER TRAINING**

Ermakov A.I., Falaleev S.V., Starzev N.I. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

*Here presents the experience of training during the design course on the department. In the 6th half-year receive a group task and an advisor. Projects are submitted by the commission, which is consisted of teachers and engineers.*

Идея концентрирования учебных программ по профилирующим предметам на создание конечного продукта – проекта объекта не нова. Но реально подойти к выполнению этой задачи не удавалось. Не удавалось потому, очевидно, что не было в этом крайней нужды.

Однако необходимость поиска новых подходов к обучению студентов пришла неожиданно в 1983 году при реализации Российской федеральной программы «Целевая интенсивная подготовка студентов» (программа ЦИПС), которая предусматривала в нескольких авиационных вузах выпуск инженеров с повышенным уровнем подготовки.

Первым шагом, сделанным на кафедре конструкции и проектирования двигателей

летательных аппаратов (КиПДЛА) Самарского государственного аэрокосмического университета, было введение группового курсового проектирования авиационного газотурбинного двигателя (ГТД).

Известно, что при обучении по обычной схеме студент успевает за семестр сделать проект только одного модуля (узла) двигателя. Обычно это компрессор или турбина двигателя с представлением самого двигателя в виде конструктивной схемы. А проектирование всего двигателя переносится на последний этап обучения – на дипломное проектирование.

Скажем прямо, при 4-5 месячной продолжительности дипломного проектирования создание проекта двигателя одним студентом-дипломником возможно или при

притягательной ориентации на двигатель-прототип или при создании заделов на этапе курсового проектирования, при чётком понимании, что студент эту задачу решает в первый раз.

Основная цель в начале группового курсового проектирования – попробовать научить студента проектированию всего двигателя в составе группы из 4-6 человек, когда каждый отвечает не только за 1-2 узла двигателя, но и за весь двигатель, то есть понимает принятые конструктивные решения по всем элементам двигателя.

Как показала последующая практика, в этом случае стало возможным давать студентам более сложные задачи, решается вопрос с реальностью выполнения задания во времени. И главное, у студента появлялся опыт создания проекта двигателя. Проект двигателя на этапе дипломного проектирования становился подкреплённым этим опытом. Не зря сказано «то, что сделано хорошо – сделано дважды».

В конце 80-х прошло еще одно нововведение – проектные работы по результатам изучения разделов курса «конструкция и проектирование двигателей»: компрессор, турбина, камера сгорания и др. Так, наряду с групповым проектированием в процесс обучения были введены 8 проектных работ, которые и сейчас выполняются – две – в 6-ом семестре и по три в 7 и 8 семестрах. Однако в состав группового проекта они не входили, а оформлялись курсовой работой «Формирование конструкции основных узлов авиационных ГТД по заданным критериям».

Долгое время кафедра КиПДЛА испытывала затруднения в назначении нужных образцов (прототипов) двигателей при разработке задания на групповой проект. «Нужный» отличался тем, что он при проектировании полностью воспроизводился и после завершения групповой работы над ним он вводился в базу данных кафедры (в базе данных кафедры около 100 отечественных и зарубежных ГТД). И затруднение состояло в том, что первая курсовая работа по термогазодинамическому расчёту по дисциплине «Теория двигателей», являющаяся первым этапом группового курсового проектирования, выполняется каждым студентом по ин-

дивидуальному заданию в 6 семестре – нет никаких групп.

Решение оказалось простым – в задании на групповой проект, которое разрабатывается кафедрой КиПДЛА и утверждается деканом, подписывались и прототип и студент – старший группы (главный конструктор), который будет вести термогазодинамическое проектирование нужного двигателя. Это произошло в 1997 г и с этого момента групповой проект получил статус сквозного группового курсового проекта (СГКП).

Работа над СГКП начинается в 6 семестре. Это означает, что учебная группа разделяется на группы по 4-6 человек, выбирается главный конструктор в каждой группе и оформляется общее задание группы на СГКП. Состав группы с самого начала определяют сами студенты и редко в разделение вмешивается педагог – только для того, чтобы исключить ситуацию: в группе – все «сильные» и в группе все «слабые». Учитывая, что изучение курса конструкции двигателей начинается с 2014г. тоже в 6 семестре, все проектные работы включаются в СГКП.

Первая часть курсового проекта защищается перед комиссией, составленной из ведущих специалистов ОКБ ОАО «Кузнецов» в декабре, вторая часть – в мае перед комиссией педагогов кафедр, которые вели курсовые проекты по предметам. Нельзя не отметить значение этого последнего решения. Педагоги видят результаты своей работы, отмечают свои недоработки и намечают пути к совершенствованию проектирования по своему предмету и по СГКП.

Задание на СГКП разрабатывается выпускающей кафедрой КиПДЛА, согласуется с другими кафедрами, утверждается деканом факультета и носит директивный характер.

Подведем итог. Цель сквозного группового курсового проектирования – выполнить проект авиационного ГТД или привода энергетической установки, скрепляя чёткой единой цепью все этапы проектирования от термогазодинамического расчёта, конструирования и до создания технологии изготовления деталей и сборки модулей и всего двигателя.

Для разработки всех узлов двигателя каждый член группы должен быть заранее подготовлен. Это необходимое условие

обеспечивается выполнением курсовых и лабораторных работ по профилирующим предметам и 8-и проектных работ по конструкции двигателей.

Такой подход к организации проектирования позволяет:

- моделировать обстановку и характер коллективного труда, с которым встречается будущий инженер в ОКБ и на производстве;

- повысить ответственность каждого члена коллектива за результаты и сроки выполнения своей работы – не сделаешь свою часть проекта добротнo и ко времени значит подведешь всю группу;

- получить навыки проектирования всех узлов двигателя от компрессора до регули-

руемого реактивного сопла и реверсивного устройства и двигателя в целом и, таким образом, подготовиться к выполнению квалификационной работы – дипломного проекта;

- решать в процессе проектирования ряд задач, которые при индивидуальном курсовом проектировании решить было нельзя: от выбора профиля полёта, конструкции всех модулей двигателя до создания системы управления компрессором и системы охлаждения турбины;

- провести проектирование системы управления двигателем с полным набором исходных данных.

УДК 621.6

## УСЛОВИЯ ВЫБОРА ХАРАКТЕРИСТИК АКУСТИЧЕСКИХ ГАСИТЕЛЕЙ КОЛЕБАНИЙ

©2016 А.Н. Головин

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

### ACOUSTIC SHOCK ABSORBERS CHARACTERISTICS SELECTION CONDITIONS

Golovin A.N. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

*The work presents relations between efficiency factor and summarized characteristics of acoustic dampers for liquid oscillations.*

При проектировании гасителя колебаний, построенного по типу акустического фильтра низких частот, одной из основных задач является оценка эффективности действия устройства, которая осуществляется сравнением параметров волнового процесса в трубопроводной системе без гасителя и с гасителем. По отношению к гасителю изменения волнового процесса происходят на участке системы до устройства (входной участок) и на участке системы после устройства (выходной участок). Оценку этого изменения осуществляют показателями эффективности действия гасителей на входном и выходном участках системы. В качестве таких показателей применяют соответственно коэффициент бегущей волны,  $K_б$ , и коэффициент вносимого затухания,  $K_{вн}$  [1]. Однако часто эти показатели эффективности рассматриваются независимо друг от друга. И

это является основным препятствием формированию методов расчёта устройств адекватных изменениям динамических процессов, происходящих в трубопроводных системах при размещении в них гасителей колебаний. Поэтому установление аналитических зависимостей между показателями эффективности  $K_б$  и  $K_{вн}$  является необходимым условием для определения стратегии расчётов и создания оптимальных гасителей колебаний для каждого варианта их применения.

Варианты размещения гасителя в трубопроводной системе приведены на рис. 1.

В схеме системы показано два положения гасителя. В одном случае устройство размещено между сечениями 1<sup>1</sup>(И)-2<sup>1</sup> – у источника колебаний, в другом – между сечениями 1-2 – на удалении "L" от источника колебаний.