

**НАПРАВЛЕНИЕ**  
**«ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» /**  
**«TRENDS IN AEROSPACE EDUCATION»**

УДК 621.45

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПЫТА ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ**  
**ПО АВИАЦИОННЫМ И РАКЕТНЫМ ДВИГАТЕЛЯМ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ**  
**КОНСТРУКЦИИ КРИОГЕННЫХ СИСТЕМ И ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК**

Новиков Д.К.,  
Самарский университет, г. Самара, [novikov.dk@ssau.ru](mailto:novikov.dk@ssau.ru)

*Ключевые слова: авиация, ракета, двигатель, конструкция, курсовой проект, криогенные системы, холодильные установки*

В настоящее время все большее применение находят криогенные системы и холодильные установки. Они применяются в самых разнообразных отраслях техники, в том числе в аэрокосмической промышленности. Одним из основных элементов этих систем являются компрессоры и турбины различных типов. Изучение их конструкции хорошо поставлено на кафедре конструкции и проектирования двигателей летательных аппаратов (КиПДЛА) института двигателей и энергетических установок (ИДЭУ) Самарского университета благодаря накопленному за годы работы опыту подготовки инженеров-конструкторов по двигателям летательных аппаратов (ДЛА), к которым относятся авиационные и ракетные двигатели. Поэтому, когда возникла необходимость подготовки инженеров по криогенному оборудованию, то у нас уже имелось достаточно информации и опыта для постановки курса по изучению конструкции этих систем.

Одним из основных понятий конструкции любой машины является ее конструктивно-силовая схема, которая показывает взаимное расположение компрессоров и турбин, а также расположение опор и силовых поясов. Поэтому практическое изучение холодильных машин начинается именно с конструктивных схем. Для ДЛА на кафедре КиПДЛА имеется достаточное количество методических указаний к лабораторным и практическим занятиям. Есть материалы и для изучения самих компрессоров и турбин, а также таких важных узлов, как опоры и уплотнения. На площадях кафедры КиПДЛА располагается материальная часть в виде разрезных макетов ДЛА, продольных разрезов двигателей и их элементов, а также их электронные модели.

Однако при изучении конструкции криогенных систем и холодильных машин проблема заключается в отсутствии к настоящему времени на кафедрах ИДЭУ материальной части. Но это компенсируется тем, что основные элементы таких машин, такие, как опоры, демпферы, крыльчатки турбонасосных агрегатов жидкостных ракетных двигателей (ЖРД), рабочие колеса, лопатки и ротора имеются и в ДЛА. Конечно, имеются и некоторые отличия. Например, в криогенной технике большое распространение получили подшипники скольжения, а не качения, как в ДЛА. Имеются также существенные отличия в конструкции корпусов и силовых поясов, которые определяют конструктивную схему статора. Все это пришлось учитывать при разработке лекционного курса по этому предмету.

В учебном плане группы была предусмотрена курсовая работа. Здесь также возникла проблема, поскольку курс по лопаточным машинам, который должен предшествовать нашему курсу, велся одновременно с ним, и у студентов фактически не было исходных данных для проектирования. Поэтому в заданиях делался упор на анализ и разработку конструктивной схемы своего узла (компрессора или турбодетандера) на основе прототипа. Необходимо также было разработать конструкцию опорных узлов с системой подвода-отвода смазки и уплотнения. Также нужно было создать спецификацию на спроектированный узел. Данные по прототипам брались на основе учебника И.П. Усюкина [1] и атласа конструкций [2] того же автора.

Несмотря на кажущийся небольшой объем работ в срок ее смогла сдать только половина студентов. Это объясняется сильной перегруженностью учебного плана. В этом семестре у студентов было 4 курсовых проекта. Они долго раскачивались и с трудом начали работу только в октябре. Однако те, кто взялись за работу раньше, без труда справились с заданием и половина студентов сдала ее в срок, получив отличные оценки. Оставшиеся студенты недооценили сложности и трудоемкости курсового проекта и многие завершили работу только к концу следующего семестра. В целом можно сказать, что студенты успешно справились с новым для них заданием.

Прохождение этого курса позволит студентам прийти на работу в криогенную промышленность более подготовленными к реальной деятельности.

### **Список литературы**

1. Установки, машины и аппараты криогенной техники, часть 2. Усюкин И.П. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982-296с.
2. Установки, машины и аппараты криогенной техники, часть 2. Атлас. Под ред. Усюкина И.П. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982-153с.

### **USING EXPERIENCE IN TRAINING AIRCRAFT AND ROCKET ENGINE ENGINEERS TO STUDY THE DESIGN OF CRYOGENIC SYSTEMS AND REFRIGERATION UNITS**

Novikov D.K. Samara University

The paper describes the development of a new course on the design of cryogenic systems and refrigeration machines. It is shown that this course could be formed on the basis of the courses on the design of aircraft and rocket engines that previously existed at the department, with some modifications.