

УДК 621.431.75+004.9

**О МЕТОДИКЕ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО КУРСУ  
«КОНСТРУИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ И СИСТЕМ ДВИГАТЕЛЕЙ»**

© 2012 В. А. Борисов, А. М. Жижкин

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва  
(национальный исследовательский университет)

В статье излагается методика выполнения лабораторных работ по курсу «Конструирование основных узлов и систем ракетных двигателей».

*Методика обучения, лабораторная работа, конструирование узлов ракетных двигателей.*

Лабораторные работы играют важную роль в усвоении конструкторских дисциплин, так как непосредственное изучение двигателя даёт образное представление об отдельных деталях и их связи между собой. При этом имеется возможность в задании поставить вопросы по анализу существующих конструкций, рассмотреть их преимущества и недостатки, области применения. Таким образом, можно подвести студентов к самостоятельной работе по созданию новых конструкций в курсовом или дипломном проектах.

Современные компьютерные технологии позволяют интенсифицировать этот процесс путём выполнения отдельных конструкторских разработок на лабораторных работах и в домашних заданиях. При этом целесообразно использовать 3D-моделирование, поскольку оно развивает пространственное воображение, а некоторые конструкторские разработки вообще затруднительно выполнить без него. К таким работам относится компоновка жидкостного ракетного двигателя (ЖРД).

Такой подход был применён в лабораторной работе по изучению ЖРД. Традиционное изучение двигателя включало освоение его пневмогидравлической схемы и компоновки по его макету.

В новой работе на основе изученного материала предлагается рассмотреть другие возможные компоновки основных агрегатов двигателя (камеры, ТНА и газогенератора) на компьютере.

При этом 3D-модели этих агрегатов студентам даются, их надо рационально расположить, соединить трубопроводами и определить объём, занимаемый двигателем,

который в данном случае является критерием лучшего решения задачи.

Для студентов, успешно справившихся с заданием, предусмотрен второй и третий уровень сложности работы, который может стать спецтемой курсового или дипломного проекта.

Второй уровень сложности предполагает самостоятельную разработку пневмогидравлической схемы и оптимальной компоновки заданного в курсовой работе ЖРД. При этом оболочечные 3D-модели камеры, ТНА и газогенератора берутся из ранее выполненных курсовых работ.

Необходимо также выполнить раму крепления двигателя. При этом студенты могут использовать типовую 3D-модель рамы и методику расчета её прочности с помощью пакета ANSYS.

Третий уровень сложности работы предполагает разработку в 3D более полной компоновки заданного ЖРД. При этом необходимо выполнить:

1) На компоновочной модели должны быть установлены основные клапаны, необходимые для управления двигателем при запуске и останове, а также регулирующие устройства для управления величиной тяги и соотношением компонентов. Упрощённые модели агрегатов необходимо брать с макетов двигателей.

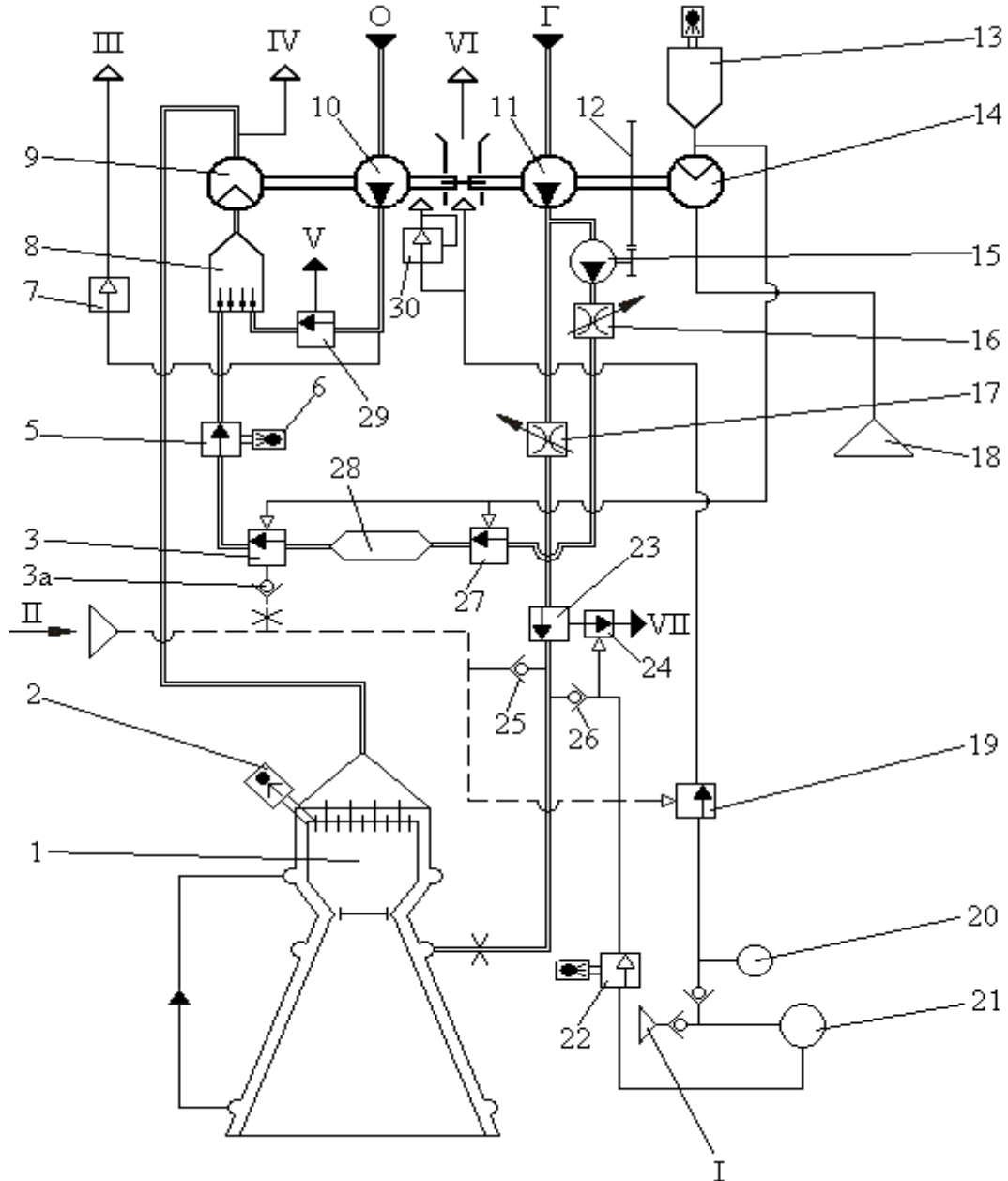
2) Необходимо обеспечить возможность компенсации температурных деформаций в системе «трубопроводы – ТНА – камера» (применять трубопроводы с изгибом, сильфонные вставки).

3) При выполнении компоновки необходимо учитывать технологические требования.

Основное содержание работы заключается в изучении пневмогидравлической схемы двигателя и компоновки его агрегатов. При этом студенты должны нарисовать эту схему и уметь объяснять назначение всех связей.

Как видно из рис. 1, пневмогидравлическая схема весьма сложная, и выполнение её трудоёмко.

Для упрощения работы студентам предлагаются готовые оболочечные модели агрегатов – камеры и ТНА (рис. 2, 3). Оболочечные модели газогенератора и главных клапанов выполняются самостоятельно.



*Рис.1. Пневмогидравлическая схема двигателя*



Рис.2. Камера

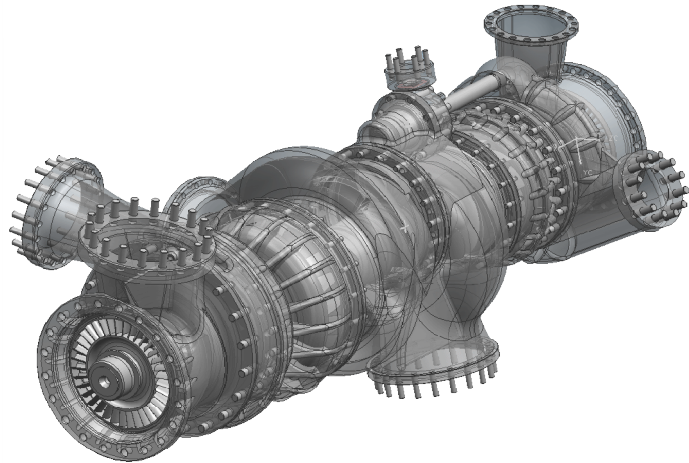


Рис.3. ТНА

Затем необходимо выполнить компоновку агрегатов по другим схемам и обосновать другие преимущества и недостатки рассмотренных схем.

Второй уровень работы предполагает разработку ПГС и компоновки заданного в курсовом проекте двигателя.

При выполнении разработки второго уровня необходимо скомпоновать только основные агрегаты двигателя: камера, ТНА и газогенератор. Внешний вид и основные размеры камеры и ТНА известны из ранее выполненных проектов. Модель газогенератора и его ориентировочные размеры принимаются на основании рекомендаций в литературе.

Третий уровень выполнения предполагает разработку в 3D усложнённой

компоновки заданного в курсовом проекте двигателя и его крепления.

При выполнении компоновки необходимо учитывать технологические требования, связанные с изготовлением трубопроводов и сборкой изделия.

Лабораторная работа тесно связана курсовым проектом, а использование проектирования в 3D позволяет студентам улучшить усвоение конструкции двигателя.

#### Библиографический список

1. Пичугин, Д.Ф. Частная методика проведения лабораторных занятий по изучению конструкции двигателей летательных аппаратов [Текст] / Д.Ф. Пичугин // Пути и средства совершенствования качества подготовки специалистов: сб. статей – Куйбышев: КуАИ, 1982. - 156с.

## ON A METHOD OF PRACTICAL TRAINING FULFILLMENT FOR COURSE OF STUDIES “DESIGN OF MAIN UNITS AND SYSTEMS OF ENGINE”

© 2012 V. A. Borisov, A. M. Zhizhkin

Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov  
(National Research University)

Problems of practical training fulfillment for course of studies “Design of Main Unit and Systems of Rocket Engines” by students are discussed.

*Methods of teaching, laboratory work, construction units of rocket engines.*

### **Информация об авторах**

**Борисов Валерий Александрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры конструкции и проектирования двигателей летательных аппаратов, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: [fdla@ssau.ru](mailto:fdla@ssau.ru). Область научных интересов: уплотнения на основе материала МР.

**Жижкин Александр Михайлович**, кандидат технических наук, доцент кафедры конструкции и проектирования двигателей летательных аппаратов, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: [fdla@ssau.ru](mailto:fdla@ssau.ru). Область научных интересов: виброизоляторы и уплотнения на основе материала МР.

**Borisov Valery Alecsandrovich**, candidate of Engineering Science, associated professor at the aircraft engines construction and projecting department of the Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: [fdla@ssau.ru](mailto:fdla@ssau.ru). Area of research: sealing made of MR material.

**Zhizhkin Alecsandr Mikhailovich**, candidate of Engineering Science, associated professor at the aircraft engines construction and projecting department of the Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: [fdla@ssau.ru](mailto:fdla@ssau.ru). Area of research: sealing made of MR material.