

# ЮБИЛЕИ ЦИАМОВСКИХ РАЗРАБОТЧИКОВ ТУРБОНАСОСОВ ЖРД

**Дмитрий Александрович Боев,**

помощник генерального директора ФГУП "ГНЦ ЦИАМ им. П.И. Баранова"

Юбилейный для ЦИАМ год ознаменован интересной датой: исполняется 45 лет совместной плодотворной деятельности специалистов мирового уровня по турбонасосам жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) - кандидата технических наук ведущего научного сотрудника Константина Никодимовича Шестакова и доктора технических наук начальника сектора Валерия Игнатьевича Гурова. Без малого 120 лет

суммарно они проработали в ЦИАМ, причем с 1970 года поочередно руководили и руководят коллективом сектора, созданного в 1957 году и нацеленного на исследование рабочих процессов турбонасосов ЖРД. В те далекие времена вновь организованный сектор (тогда отдел) возглавил кандидат технических наук Иван Федорович Гавриков, который провел большую методическую работу по формированию задач коллектива сотрудников и по расширению его состава. Заметен вклад тогдашнего начальника сектора в усовершенствовании турбин ЖРД с учетом опыта создания турбин воздушно-реактивных двигателей, что нашло отражение в монографии (1971 г.) под редакцией профессора В.Х. Абянца.

Много внимания уделялось связям с опытно-конструкторскими бюро (ОКБ) при совместном решении проблем улучшения работы ЖРД. Первым заметным результатом 1958 г. стали теоретические изыскания В.А. Шерстянникова по улучшению характеристик высокоперепадной турбины (подтвержденные испытаниями) двигателя РО-7, созданного в ОКБ, руководимом С.А. Косберг-

гом, для пилотируемой ракеты "Восток". Наш журнал многократно публиковал статьи Валентина Алексеевича, посвященные этому периоду работ. Спустя пять лет систематические испытания кислородного насоса того же двигателя РО-7 на холодной и горячей воде, жидких азоте и кислороде были начаты В.И. Гуровым, причем под кураторством

К.Н. Шестакова, работающего тогда в подразделении компрессоров. Константин Никодимович к тому времени разработал метод эффективного испытания насосов на предельно-срывных режимах их работы.

К 1970 году, когда сектор возглавил К.Н. Шестаков, сложился основной костяк коллектива "турбонасосников", упрочнились связи с ОКБ и окончательно определились направления исследований. В частности, проблема динамической устойчивости роторов криогенных турбонасосов успешно экспериментально и теоретически разрабатывалась Б.И. Герашенко. По результатам разработок Богданом Ивановичем сделано изобретение с приоритетом от 05.10.1979 г. на диагностический способ отслеживания изменения характера прецессионного движения ротора с последующим опубликованием обобщающей монографии. В.А. Зотов провел важное методическое исследование по стандартизации уплотнительных систем роторных машин. В.И. Гуров завершил комплексные испытания и обобщение кавитационных характеристик насосов при их работе на различных жидкостях с подготовкой диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук. К.Н. Шестаков совместно с К.К. Климовским опубликовали в 1967 г. монографию "Методика расчета шнекоцентробежных насосов ТНА ЖРД". Результаты этого обобщающего труда широко использовались специалистами всех ОКБ, создающих ЖРД. Сотрудники сектора обрели высокий авторитет в промышленности в связи с тем, что ТНА стал к этому времени ключевым агрегатом мощных ЖРД, использующих в качестве компонентов топлива криогенные жидкости. Это утверждение было убедительно проиллюстрировано опытом создания ЖРД НК-15 - прототипа уникального кислородно-керосинового двигателя НК-33 тягой 150 тс разработки ОКБ под руководством Н.Д. Кузнецова. Этот ЖРД предназначался для ракеты Н1-Л1, нацеленной на реализацию проекта пилотируемого полета на Луну.

70-е - 80-е годы ознаменовались большим напряжением работы зрелых сотрудников и заметным притоком молодых специалистов в коллектив сектора: Ю.М. Дорфмана, А.Л. Светлакова, В.В. Балепина, О.В. Мальцева, Е.В. Щербакова и др. В эти годы до пятидесяти процентов времени К.Н. Шестаков и В.И. Гуров находились в командировках по всем российским "двигателестроительным столицам". Опыт доводки двигателя НК-33 и анализ результатов аварийных исходов его огневых стендовых испытаний позволил сформулировать вывод о быстротечности (7...10 мс) развития разгара конструкции в потоке жидкого кислорода, когда аварийная ситуация становилась катастрофической для всего двигателя. Такой вывод привел к необходимости разработки безинерционных систем диагностирования технического состояния ЖРД. В сотрудничестве со специалистами различных ОКБ такие патентозащищенные системы были созданы на базе экспериментальных исследований электроннагреваемых металлических образцов в потоке жидкого кислорода, проведенных коллективом В.И. Гурова. Под руководством К.Н. Шестакова углублялась теория кавитационного обтекания плоских решеток, укреплялось её экспериментальное подтверждение. На основании полученных результатов разрабатывались рекомендации по совершенствованию работы ТНА. При этом исходили из достаточно обоснованного посыла, что улучшение антикавитационных показателей насоса, подтвержденных его испытаниями на холодной воде, сохранится и на другой жидкости. С 1976 года регулярно публиковались сборники статей сотрудников сектора, в том числе и с привлечением специалистов других подразделений ЦИАМ, а также работников ОКБ по проблемам кавитационных течений различных жидкостей (в том числе криогенных) в насосах и элементах ТНА. Было выпущено четыре таких сборника под редакцией начальника отдела профессора В.Р. Левина. В 1980 году опубликована монография под редакцией академика Н.Д. Кузнецова по обобщению опыта создания ЖРД НК-33.



Двигатель РД-0109 (РО-7) третьей ступени ракеты "Восток"



На фотографии В.И. Гурова 1976 г. из его архива, слева направо: М.И. Кузнецова, профессор В.Р. Левин и академик Н.Д. Кузнецов

В ней от ЦИАМ соавторами являлись В.Р. Левин, В.И. Гуров, К.Н. Шестаков. Эта монография внесла существенный вклад в формирование опережающего научно-технического задела по разработке последующих поколений ЖРД, в том числе и самого мощного в мире (тягой 740 тс) кислородно-керосинового двигателя РД-170, созданного в НПО Энергомаш им. академика В.П. Глушко (современное название).



Двигатель РД-170

Очередным важным достижением К.Н. Шестакова, который в 1986 году уступил должность начальника сектора В.И. Гурову, стала разработка методики расчета массы ТНА на основе использования параметров 13-и созданных отечественных ЖРД. Появившаяся возможность прогнозирования массы ТНА перспективных ЖРД усилила направление параметрических исследований, что в итоге позволило предложить концепцию трехкаскадных насосов по аналогии с трехвальными воздушно-реактивными двигателями (ВРД).

В нашем журнале (№ 5 за 2014 год) представлено описание этой концепции на примере кислородного насоса нового поколения для ЖРД тягой 200 тс. Показано, что выигрыш по массе достигает 40 процентов по сравнению с традиционными схемами насосов с одновременным повышением надежности системы.

Итогом совместной деятельности В.И. Гурова и К.Н. Шестакова за 30 лет плодотворного сотрудничества в составе упомянутого сектора явилась их книга "Разработка криогенных турбонасосов", в которой обобщен опыт ЦИАМ по созданию совершенных образцов ракетной техники. Применительно к лопаточным машинам последнее выражается в следующем:

- изучаемые системы исследуются преимущественно в предельном их состоянии, что позволяет резко сократить число определяющих

функцию отклика параметров, повысить точность получаемого результата и, главное, сравнивать системы как бы в одинаковых условиях;

- использование интегральных подходов в представлении свойств изучаемых объектов: для научного работника ЦИАМ типично употребляемым термином является, к примеру, "быстроходность" агрегата, а не его "высокооборотность";

- применение передовых теорий (трех- и четырехмерные модели течений) и численных методов высокого уровня.

В год 50-летия сектора (2007 год) три его начальника (И.Ф. Гавриков - до 1970 г., К.Н. Шестаков - до 1986 г., В.И. Гуров - с 1986 г. по настоящее время) встретились и поздравили друг друга со славным юбилеем. Вспоминали прежних сотрудников, оценили вклад каждого из них в общее дело. Подсчитали количество подготовленных кандидатов наук. За пятьдесят лет их оказалось 10, причем шестеро защитились в период с 1972 по 2003 годы. К этому числу добавили защиту докторской диссертации В.И. Гурова (1990 г.), посвященной, в том числе, и применению водорода в ЖРД и ВРД. С удовлетворением отметили, что из 13 книг, опубликованных специалистами ЦИАМ по ракетной тематике, 5 выпущены только сотрудниками сектора.



На снимке 2007 года, слева направо: И.Ф. Гавриков, К.Н. Шестаков, В.И. Гуров



На снимке 1989 года представлены сотрудники ЦИАМ, внесшие заметный вклад в решение проблемных вопросов кавитации: слева направо - сидят К.К. Климовский, В.А. Стефановский, Б.И. Герашенко; стоят - В.В. Карлушин, К.Н. Шестаков, В.И. Гуров, А.А. Сазонов, Г.С. Назаров

В заключение открою большой секрет, о котором меня просили не упоминать виновники. В мае юбилейного для ЦИАМ года с разницей в одиннадцать дней состоится юбилей К.Н. Шестакова и В.И. Гурова: Константину Никодимовичу исполнится 90 лет, а Валерию Игнатьевичу - 75! Редакция журнала поздравляет с наступающими юбилеями наших коллег - специалистов, несомненно, мирового уровня.

Этот уровень они подтвердили и в иной сфере деятельности - при разработке конверсионных проектов. В частности, в результате личной встречи в 1996 г. В.И. Гурова с В.С. Черномырдиным были одобрены представленные проекты газотурбинных установок нового поколения - КУРС-1 и КУРС-2. После утверждения проектов на совместном заседании НТС двух управлений РАО "Газпром" установки КУРС-1 и КУРС-2 были спроектированы на основе совмещения газогенератора двигателя АИ-20СТ с турбодетандером для снижения давления природного газа или воздуха при их поступлении к потребителю. Опытные образцы указанных установок были изготовлены в ОАО "Мотор Сич" (г. Запорожье) и успешно испытаны в НИЦ ЦИАМ в 2002-2003 годах (о чем журнал "Двигатель" сообщал в № 2 за 2002 г.).

В настоящее время юбиляры полны решимости продолжить свою деятельность в двух направлениях - при разработке инновационных проектов в общей промышленности и в области совершенствования турбонасосов созданных и перспективных ЖРД.

Пусть же вступление в зрелый возраст наших юбиляров с осознанием значимости полученных результатов поможет им продолжить плодотворную деятельность во благо страны.

