С.М.Ганин

Главный конструктор Анатолий Сергеевич Мевиус

Анатолий Сергеевич Мевиус - конструктор авиационных и ракетных двигателей, под руководством и при непосредственном участии которого в Ленинграде было создано несколько типов ЖРД с внедрением прогрессивных идей и оригинальных технических решений в конструкцию.

Долгие годы А.С.Мевиус - создатель ЖРД, выпускавшихся серийно и крупносерийно, не был известен соотечественникам в годы жизни, как и многие творцы отечественной науки и техники, с одной стороны, по причине высочайшей секретности проводимых работ, с другой стороны, многие созданные им и при его участии конструкции были "забыты" из-за прекращения работ в государстве по сложнейшим ракетным системам ПВО и ПРО. Однако, и спустя тридцать лет после смерти А.С.Мевиуса ракеты с его двигателями стоят на боевом дежурстве в нескольких государствах, а многие его работы не утратили актуальность…

Анатолий – сын-первенец Сергея Карловича и Анны Васильев-ны Мевиус, родился 7 декабря 1910 года в старинном приволжском городе Саратове. Через два года семья увеличилась с появлением еще одного ребенка - дочери Галины.

Отец – Мевиус Сергей Карлович – служащий Управления российской железной дороги - содержал семью и активно занимался воспитанием детей. После смерти Сергея Карлови-ча в 1924 году на руках у Анны Васильевны Мевиус (урожденная Носова), занимавшейся детьми и домаш

ЖРД конструкции А.С.Мевиуса

Жидкостный ракетный двигатель 5Д67

Развитием двигателя 5Д12 стал двигатель ампулизированной конструкции 5Д67 для ракет 5В28 (В-880) различных модификаций, работы над которым начались в 1967 году.

Использование конструкции хорошо отработанного к этому времени двигателя 5Д12 с применением только сварных соединений и стальных сплавов в качестве материала вместо применявшихся ранее алюминиевых привело к уменьшению массы двигателя с агрегатами со 130 кг для 5Д12 до 116 (в некоторых документах – 119) кг для 5Д67.

Объем новых конструкторских работ при создании ампулизированного двигателя не превысил 10% от общего объема работ при создании двигателя 5Д12.

В состав оборудования двигательной установки ракеты входили регулирующий механизм 5Ф45 (масса около 12 кг, в режиме предстартовой подготовки при нахождении ракеты на пусковой установке сжимал пру-жину исполнительного механизма регулирования тяги), турбонасосный агрегат массой около 32 кг.

Существенных дефектов конструкции двигателя представленного на испытания отмечено не было. В ходе летных испытаний выявилась ошибка, допущенная при проектировании двигателя. Большой впрыск топлива в камеру сгорания в предпусковой период при "пушечном" запуске двигателя привел к взрыву. После доработки была обеспечена взрывобезопасность двигателя при запуске. Колебания тяги на нижнем режиме были устранены в ходе доводки конструкции.

Двигатель 5Д67 был принят на вооружение в составе ракеты типа 5В28 системы С-200В после прове-дения Государственных испытаний по сокращенной программе на испытательной базе в Зеленогорске Ленинградской обл. Большой вклад в доводку двигателя внес С.П.Изотов.

Для двигателя 5Д67 были предусмотрены следующие программы работы: работа в режиме максимальной тяги до полной выработки топлива, работа в режиме максимальной тяги с последующим уменьшением тяги до минимальной с постоянным градиентом; работа в режиме промежуточной тяги (0,82 максимальной) с последующим уменьшением тяги до минимальной с постоянным градиентом. Применялись комбинации программ которые позволяли использовать максимальную или любую промежуточную (от максимальной до 8200 кг) тягу заданное время с последующим уменьшением тяги с постоянным градиентом. Программа со спадом тяги позволяла производить полет при максимальной тяге двигателя до прохождения команды на спад тяги от бортового программного устройства.

Работоспособность двигателя 5Д67, как и базового двигателя 5Д12, обеспечивалась в диапазоне температуры окружающей среды +/-50^0.

Анатолий Сергеевич Мевиус

ним хозяйством, остались Анатолий и двенадцатилетняя дочь Галина.

Из-за невозможности существования семьи без кормильца на пенсию, выплачиваемую на содержание детей, Анна Васильевна поступает на работу в костюмерную театра им. К.Маркса, что дает детям возможность бывать на спектаклях Саратовского театра. Музыкальность матери, общение с театром и литературой сыграли немалую роль в дальнейшей жизни детей.

В 1927 году Анатолий заканчивает девятилетку и поступает в Индустриальный техникум в Саратове, где встретился и подружился с Владимиром Пушковым. Закончив в 1931 году техникум по специальности "Силовые установки" механик по двигателям Анатолий Мевиус работает в различных организациях по проектирова-нию и эксплуатации силовых уста-новок. Желая продолжить образова- ние он поступил на вечернее отде-ление Саратовского технологичес-кого института и спустя некоторое время по рекомендации института переходит работать на Саратовский завод тракторных деталей. С 1932 по 1934 год А.С.Мевиус прошел на за-воде путь от техника-механика до начальника отдела ремонта оборудования.

Стремление работать в области авиационного двигателестроения заставляет Анатолия Сергеевича обратиться в Рыбинский авиационный институт с просьбой о предоставлении работы в области конструирования. Получив место конструк- тора в КБ института, он переводится в институт для продолжения обучения на дневном отделении. Одновременно с учебой Анатолий Сергеевич препо-дает в учебном комбинате при заводе "Дормашины".

В 1938 году А.С.Мевиус получает задание для дипломного проекта: "Спроектировать авиационный двигатель по типу М-100, перевернутый, W-образный с развалом между цилиндрами 80^0, мощностью 1300 л.с., с высотностью 5000 м". Блестящая защита диплома была первым шагом к всенародной известности - газета "Рыбинская Правда" напечатала статью о выпускниках авиационного инсти-тута, а через несколько дней публика-ция в городской газете была с сокра-щением воспроизведена газетой "Прав- да" от 30 ноября 1938 года. Запечат-ленные на газетной фотографии сту-денты В.Н.Пушков, А.И.Магрычев и А.С.Мевиус совместно проработают многие годы. В тяжелые военные и мирные послевоенные годы - Мевиус и Пушков – были неразлучны и верны дружбе до конца.

24 ноября 1938 г. РЫБИНСКАЯ ПРАВДА

ИНЖЕНЕРЫ-ВЫПУСКНИКИ ИНСТИТУТА. Справа — тт. Миловидов, Егоров, Мевиус, Пушков и Магрычев, защитившие дипломные работы отлично. (Фото А. Волкова).

Подготовка дипломного проекта велась под руководством видного советского конструктора авиадвигателей Владимира Яковлевича Климова. Первая встреча студента и главного конструктора оставила след в их дальнейшей жизни – творческое содружество, несмотря на восемнадцатилетнюю разницу в возрасте, продолжалось долгие годы.

После окончания с отличием института А.С.Мевиус был направлен на работу в конструкторское бюро рыбинского моторостроительного завода №26. С декабря 1938 года по апрель 1940 года молодой сотрудник прошел путь от начальника группы (инженера-конструктора) до начальника конструкторской группы (конструктора I категории). Июнь 1941 года с началом Великой Отечествен-ной войны перечеркнул многие планы не только личные, но и потребовал пересмотра всех работ, ведущихся в КБ для обеспечения авиапромышленности и потребностей завода. Рекомендация в аспирантуру ЦИАМ, выданная заводом молодому специалисту, осталась неиспользованной.

Осенью 1941 года сложилась угроза бомбардировок завода №26 и нарушения темпа выпуска продукции крайне необходимой фронту. Была проведена эвакуация завода и конструкторского бюро в Уфу (поселок Черниковск). На этой же площадке был размещен и эвакуированный из Ленинграда завод "Красный Октябрь".

В эвакуации конструкторским бюро продолжалась работа по разработке новых и совершенствованию серийных авиадвигателей с водяным охлаждением. В течении 1941-1945 годов под руководством В.Я.Климова и его сотрудников Н.Д.Кузнецова, С.А.Гаврилова, С.П.Изотова, А.С.Мевиуса двигатель М-105 модернизировался по мощности и высотности. были выпущены модификации для истребителей с размещением ствола пушки в полом валу редуктора - М-105П и М-105ПА; для бомбардировщиков М-105Р, М-105РА, в 1942 году М-105ПФ и М-105ПФ-2, в 1943 году - ВК-106 и ВК-107, в 1945 году ВК-108 и ВК-109. Анатолий Сергеевич в эти годы последовательно назначался начальником экспериментальной и конструкторской групп.

В 1943 году А.С.Мевиус по одному наградному списку с главным конструктором В.Я.Климовым за создание двигателя ВК-108 был награжден орденом "Трудового Красного Знамени". В 1945 году орденом "Знак Почета" был отмечен труд конструктора над двигателем ВК-107А. В производственной характеристике тех лет отмечался большой личный вклад конструктора в создании нагнетате-лей и приводов к ним для двигателей ВК-106, ВК-107А, ВК-109, установ-ленных на ряде опытных машин и на

высотных модификациях серийных самолетов ОКБ-22 главного конструктора В.М.Мясищева, ОКБ-115 главного конструктора А.С.Яковле-ва, ОКБ-301 главного конструктора С.А.Лавочкина.

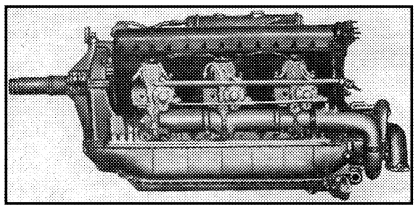
Все военные годы трудности жизни и работы в эвакуации с А.С.Мевиусом делили и члены его семьи – жена и дочь.

В 1945-1946 годах коллективу В.Я.Климова* было поручено внедрение в серийное производство немецкого трофейного реактивного двигателя Jumo-004 - двигатель был успешно освоен заводами и устанавливался на серийных и опытных истребителях А.С.Яковлева, С.А.Лавочкина и П.О.Сухого. В 1946 году моторостроительный завод и ОКБ во главе с В.Я.Климовым были переведены на новое место – в Ленинград на завод №466, а в следующем году на заводе создается ОКБ №117**.

А.С.Мевиус назначается ведущим конструктором, затем заместителем начальника конструкторского бюро №1 с сохранением обязанностей ведущего конструктора объекта.

С 1947 года начинается напряженная работа А.С.Мевиуса на ГСМЗ №117 МАП (организация п/я 141) в должности ведущего конструктора. Основная тематика ОКБ и завода №117 тех лет – внедрение в серию турбореактивного двигателя ВК-1 и его модификаций ВК-1А, ВК-1Ф (первый в СССР двигатель с форсажной камерой), создание новых ТРД: ВК-2 – 1947 год, ВК-3 – 1952 год, ВК-5 и ВК-5Ф – 1951-1953 годы и т.д. Конструк-торские группы, возглавляемые А.С. Мевиусом и С.П.Изотовым, занима-лась разработкой турбин и компрес-соров турбореактивных двигателей.

В соответствии с Постановлением СМ от 23 февраля 1953 года №599/302 на территории ленинградского завода "Звезда" имени К.Е.Ворошилова* Министерства транспортного маши-ностроения было создано ОКБ-800 под руководством Владимира Михай-ловича Яковлева. Распоряжением заместителя Министра авиапромыш-ленности (МАП) №С-20/4432 от 26 июля 1954 года А.С.Мевиус в июле 1954 года переводится на должность ведущего конструктора в ОКБ-800.



Авиадвигатель М-105П

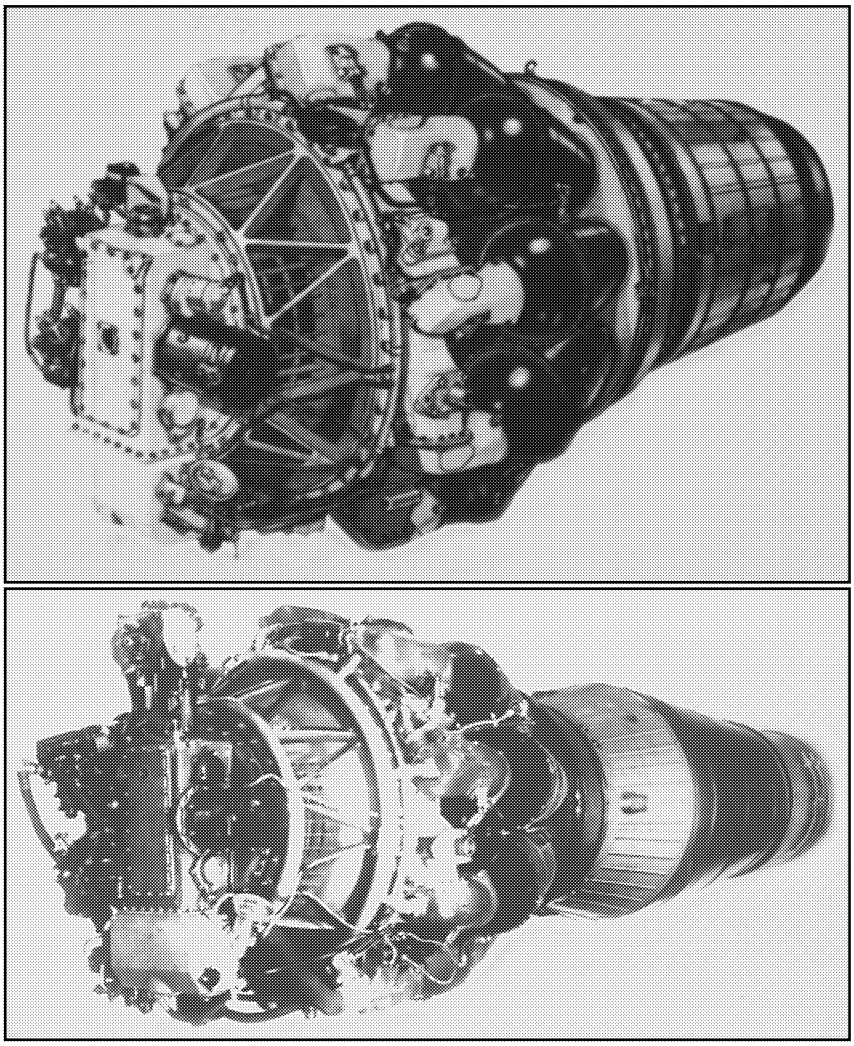
Новым конструкторским бюро решался вопрос доработки высокооборотных дизельных авиационных двигателей звездообразной конструкции для применения в составе силовой установки на быстроходных кораблях ВМФ. Коллектив талантливых конструкторов справился с поставленной задачей и серийный выпуск этих двигателей начался на заводе №800 в 1956 году.

Развитие авиационной техники в середине 1950-х годов позволило совершить резкий скачок в скоростных и высотных характеристиках боевых самолетов. Силовые установки летательных аппаратов нового поколения требовали наличия на серийных заводах высокотехнологичного производства и квалифицированной рабочей силы. Выпускавший реактивные двигатели первого поколения завод №466 ("Красный Октябрь") не смог ор-ганизовать выпуск двигателей АМ-

*В.Я.Климов одновременно с руководством ленинградским ОКБ-117 в 1947-1956 годах являлся главным конструктором и московского ОКБ-45.

* *В 1944 году в Ленинграде был восстановлен завод №274 (Ленинградский моторостроительный завод), вскоре на его территорию был переведен Горьковский завод №466. В 1946 году завод №466 был переведен на новую производственную площадку на Кушелевке, а на его старой площадке был образован Государственный союзный машиностроительный завод №117.

Группа ведущих сотрудников ОКБ-117 (первый ряд, четвертый слева - Главный конструктор В.Я.Климов, второй ряд крайний справа - А.С.Мевиус)



Турбореактивные двигатели ВК-1 и ВК-5Ф

9Б в соответствии с требуемыми техническими условиями. Выпуск авиадвигателей был полностью прекращен на заводе в декабре 1955 года и по рекомендации ЦИАМ завод №466 был переориентирован на выпуск вертолетных агрегатов. Однако выпуск предложенной серийному заводу новой продукции не мог обеспечить полной загрузки.

В 1956 году директором завода №466 был назначен генерал-лейте-нант в отставке Василий Иванович Тарасов**, который с момента заступления в должность стремился загрузить производственные мощности предприятия перспективной продукцией. Выход был найден в расширении номенклатуры производимых изделий. Тарасов добился размещения на заводе заказа на выпуск жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) конструкции ОКБ-2 главного конструктора А.М.Исаева и некоторых агрегатов конструкции для зенитных ракет семейства В-750. В 1958 году заводом №466 уже выполнялись плановые показатели по серийным двигателям С2.711 (изделие "1"), выпускались опытные образцы двигателей С2.720 (изделие "2") и С2.726 (изделие "3"). Завод №466 стал "пионером" по выпуску ЖРД не только в Ленин-граде, но и в МАПе. Освоение новых технологий, методик проверки, контроля и испытаний готовой продукции пришлись на начало бурного развития ракетостроения в СССР, инициированного руководителем Советс-кого Союза – Первым секретарем ЦК КПСС Н.С.Хрущевым.

Мечтой В.И.Тарасова была организация на заводе ОКБ, которое занималось бы собственными разработками. Тарасов предложил своему коллеге по работе в ОКБ-117 Мевиусу возглавить конструкторское бюро. После всесторонней оценки возможностей завода, необходимого для становления КБ объема работ в ближайшей перспективе, наличия опытных специалистов и многих, многих других факторов соответствующим образом подготовленное руководством завода предложение было передано в Министерство авиационной промышленности.

Решением МАП в 1956 году на заводе №466 (п/я 476, "Красный Октябрь") организуется конструкторское бюро – филиал Московского ОКБ-45. Приказом Министра авиационной промышленности №538 от 11 октября 1956 года А.С.Мевиус переводится из ОКБ-800 в ОКБ-45 на должность заместителя главного конструктора*. На новое место работы вместе с А.С.Мевиусом перешла и часть сотрудников ОКБ-800. Коллектив ОКБ на заводе №466 составлял несколько десятков человек, но в первое время его численный и персо-нальный состав сильно менялся до появления в бюро собственных разра-боток.

Силами ОКБ-45 и его Ленинградского филиала в эти годы ведутся работы над газотурбинными двигателями с диагональным входом воздуха в компрессор - изделиями "С" и "У" московской разработки. Ведущим конструктором по изделиям на ленинградском филиале был назначен Юрий Михайлович Лерман. Для испытаний двигателей на территории завода №466 были оборудованы стенды, обеспечивавшие измерение тяги опытного двигателя, расход топлива, температурный режим… Но, работа по газотурбинным двигателям была свернута после взрыва одного из изделий на испытательном стенде.

Приказом Министра авиационной промышленности №156 от 19 апреля 1957 года в связи с "передачей" ОКБ-45 в подчинение главному конструктору А.М.Люльке** все сотрудники ленинградского филиала переводятся в ОКБ-500 (филиал московского ОКБ-500, главный конструктор Н.Г.Мецхаришвили) при заводе №466, а Приказом №210 от 17 июня 1958 года Председателя Государственного комитета по авиационной технике П.В.Дементьева – в самостоятельное ОКБ-466 при заводе №466. Характерной чертой многочисленных "переводов" тех лет было то, что сотрудники многих организаций страны, работая на своем рабочем месте в одном и том же помещении, могли неоднократно "сменить" место работы по записям трудовой книжке. Так и в данном случае: при всех переводах за организацией сохранялся постоянным не только "закрытый" адрес – п/я 321, а, согласно записи в трудовых книжках, и работа в ОКБ-45, ОКБ-500 и ОКБ при заводе №466 – считалась работой в одной организации с непрерывным производственным стажем.

При организации ОКБ при заводе №466 А.С.Мевиус назначается исполняющим обязанности главного конструктора, а менее чем через год – 20

* завод п/я 853/4, до Великой Отечественной войны – завод №174 имени К.Е.Ворошилова)

** В.И.Тарасов, занимавший в годы войны должность начальника отдела кадров Народного комиссариата авиационной промышленности (НКАП), в 1946 году был назначен директором Казанского моторостроительного завода №16. В 1947-1956 годах работал на заводе №117 у В.Я.Климова в должности заместителя главного конструктора по науке и руководителя подразделения, занимавшегося экспериментальными работами.

апреля 1959 года Приказом по Государственному комитету Совета Министров СССР по авиационной технике за №61/К – главным конструктором организации ОКБ-466.

ОКБ-466 быстро росло чему, в немалой степени, способствовало следующее событие. К середине 1958 года главный конструктор ОКБ-2 А.М.Исаев ссылаясь с одной стороны на повышенную занятость своего конструкторского бюро разработ-ками ЖРД различного назначения и типажа, а с другой - на принадлеж-ность ОКБ-2 к ГКОТ отказался от сотрудничества с ОКБ-2 ГКАТ глав-ного конструктора П.Д.Грушина в области разработки двигателей для зенитных ракет***. В сложившейся ситуации наличие на заводе, серийно производящем двигатели для зенитных ракет, небольшого ОКБ с опытными конструкторами-двигателистами для П.Д.Грушина сыграло положительную роль. Тематикой работ для молодой конструкторской организации (численный состав сотрудников на момент создания – 16 человек) было определено создание ЖРД, а позднее и бортовых источников питания (БИП) для ракетной техники.

Одной из первых работ ОКБ-466 стала доработка и освоение в производстве ЖРД С2.726 или “726” (“Трой-ка”, изделие “З”) конструкции ОКБ-2 главного конструктора А.М.Исаева. Проектирование двигателя велось по заданию Президента Академии Наук СССР М.В.Келдыша для использо-вания на геофизических ракетах. Поступившие на завод к июню 1959 года чертежи были доработаны в ОКБ-466 и запущены в производство. В декабре 1959 года двигатели уже находились на испытаниях. Успешное и своевременное завершение конструкторских и доводочных работ позволило произвести на заводе “Красный Октябрь” немногим более 100 двигателей “726”, которые были смонтированы на геофизических ракетах****.

ОКБ-466 под руководством А.С. Мевиуса продолжало совершенствовать двигатель. В 1962 году заводом была выпущена серия из 24 усовершенствованных двигателей Л-726, доработанных ленинградскими конструкторами.

В первые же годы существования ОКБ-466 возникли организационные трудности – завод №466 перешел в подчинение ленинградского совнархоза (СНХ), а ОКБ завода находилось в ведении ГКАТ, однако это практически не повлияло на темпы и качество проводимых работ.

Развитие и становление ОКБ-466 взаимосвязаны с Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 4 июня 1958 года за № 608-273, оп-

А.С.Мевиус и В.И.Тарасов на первомайской демонстрации

ределившим широкий фронт работ по ракетам и авиационным средствам ПВО и задавшим разработку новой многоканальной зенитно-ракетной системы большой дальности С-200 с выходом полигонного образца на совместные летные испытания в III квартале 1961 года.

Начало проектирования на конкурсной основе с ОКБ-165 главного конструктора А.М.Люльки (Москва) двигателя для ракеты В-200 ОКБ-2 МАП (так на начальном этапе называлась ракета, которая сегодня хорошо известна под обозначениями В-860 или 5В21) потребовало расширения опытной производственной базы, развития экспериментального оборудования и строительства испытательных стендов. Численный состав инженеров и конструкторов ОКБ-466 был увеличен в несколько раз приемом на работу выпускников Ленинградского политехнического и Ленинградского военно-механического институтов. Были образованы бригады общей сборки, турбонасосных агрегатов, камер сгорания, расчетная, натурных испытаний и др.

Жидкостный ракетный двигатель для новой зенитной ракеты разрабатывался в ОКБ-466 под непосредственным руководством А.С.Мевиуса на базе однорежимного двигателя “726” с максимальной тягой 10 тонн. В первоначальной компоновочной схеме двигатель с диаметром сопла, соответствующим миделю ракеты, имел горизонтально расположенный в области критического сечения сопла турбонасосный агрегат (ТНА), что не позволяло вписать блок двигателя в мидель ракеты. Предложенная сотрудниками ОКБ-466 “шашлычная” компоновка двигателя с размещением ТНА вертикально над головкой камеры сгорания позволяла решить проблему с размещением двигателя на ракете в отведенных габаритах.

В ОКБ завода №466 достаточно быстро был разработан многорежимный двигатель, получивший обозначение “Л”. Проектировались не только двигатель, но и турбонасос-ный агрегат, арматура, клапана, аппаратура регулирования тяги. По ряду причин двигатель был отклонен для дальнейшей разработки, а конструкторские работы были продолжены над новым изделием.

Следующим шагом ОКБ-466 стала разработка на базе двигателя “Л” двигателя Л-2 (Л-2А), которым оснащались опытные ракеты В-860. По настоянию П.Д.Грушина в конструкцию двигателя были дополнительно введены теплообменники для охлаждения рабочей жидкости гидравлической системы привода рулей. Нагрев жидкости происходил из-за преобразования механической рабо-ты турбонасоса БИП по поддержа-нию давления рабочей жидкости при полете ракеты по траектории, не требовавшей корректировки за счет перекладки рулей. Избыток тепла от рабочей жидкости отдавался через специальный теплообменник окислителю. Летные испытания показали избыточность требования об охлаждении рабочей жидкости и от теплообменников в дальнейшем отказались. Чертежи двигателя были соответствующим образом доработаны и переданы в производство.

Выпуск первых опытных экземпляров двигателя Л-2 (заводом №466 в 1958-1961 годах было изготовлено

* В 1956 году произошла смена руководства ОКБ-45: Николай Георгиевич Мецхваришвили сменил В.Я.Климова.

** Главным конструктором ОКБ-45 был назначен заместитель А.М.Люльки - Э.Э.Лусс.

*** По воспоминаниям ветеранов ОКБ в этом, по всей видимости, немалую роль сыграли и личные взаимоотношения главных конструкторов.

**** Пуски геофизических ракет Советским Союзом производились в 1957, 1958 и частично в 1959-1960 годах в рамках проводившегося Международного Геофизического года с пусковых площадок в высоких широтах.

около 100 двигателей) потребовал срочного выделении на заводе опытного производства и решения вопроса о проведении стендовых испытаний.

Вопрос с организацией на заводе отдельного Опытного производства был решен очень быстро – уже в 1959 и 1960 годах двигатели изготавливались опытным производством ОКБ. Были выделены производственные и вспомогательные помещения, рабо-чие и технические специалисты для изготовления опытных изделий и их переборки после проведения испытаний на наземных стендах. Следует отметить, что конструкция двигателя Л-2 выполнялась с использованием резьбового соединения деталей и агрегатов, что позволило в ходе отработки конструкции при наземных испытаниях проводя дефектацию каждого опытного двигателя осущест-влять повторную сборку отдельных агрегатов или повторно исполь-зовать отдельные детали до 30-50 раз.

На ранних этапах работ по договоренности с А.М.Исаевым использовались испытательные стенды на базе под г. Загорском (в настоящее время – НИИ Химического машиностроения, г. Сергиев Посад Московской области). Однако, напряженная работа ОКБ-2 НИИ-88 (будущее КБ Химического машиностроения) по испытаниям и отработке собственных ракетных двигателей для баллистических ракет позволяла использовать только незначительные перерывы для монтажа, испытаний и демонтажа двигателей ОКБ-466. Крайне сжатые сроки, отведенные Постановлением Правительства на создание двигателя для зенитной ракеты, потребовали произвести смену испытательной базы. Выход был найден при разме-щении опытных двигателей на стен-дах ОКБ главного конструктора А.А.Микулина на испытательной базе в Фаустово Московской области. К проведению испытаний на уникаль-ных стендах в Загорске вернулись только при отработке температурных режимов запуска и эксплуатации двигателя.

Уже первый опыт использования Подмосковных испытательных баз показал, что перевозка двигателя, испытания, возврат для дефектации занимают недопустимо много вре-мени. В ОКБ-466 началось проектиро-вание и создание собственных испытательных стендов.

Несколько испытательных стендов было построено на территории завода №466. Проливочный стенд позволял проверить все топливные тракты двигателя и форсунки при обеспечении расхода жидкости от нескольких грамм до 50 кг в секунду при давлении в трубопроводах до 200 атмосфер.

Совместными усилиями А.С.Мевиуса и директора завода №466 Михаила Николаевича Ляпунова (назначен в 1959 году) удалось получить разрешение и средства на строительство испытательной базы под поселком Зеленогорск Ленинградской области. Предоставленная террито-рия с развитой инфраструктурой – достаточно удаленная от ближайшего населенного пункта площадка части Войск ПВО - подходила для размещения испытательных огневых стендов, испытательного, монтажного и механического корпусов, складов компонентов топлива.

В предельно сжатые сроки испытательная база, спроектированная “Гипроавиапромом”, была отстро-ена, оснащена стендами разработки ОКБ-466 и вступила в строй. В ходе отладки экспериментального обору-дования в ряде случаев возникали сложные проблемы. Так, например, при создании стенда огневых испы-таний двигателя особую трудность вызвала тарировка расходомеров окислителя и горючего, работающих на реальных компонентах топлива. Но к 1962 году испытания ЖРД практически полностью проводились на новой базе. При посещении завода №466 и испытательной базы предсе-датель Государственного комитета по авиационной технике П.В.Дементьев оценил создание базы и экспериментального оборудования в столь малые сроки как невероятное событие.

К текущим делам главного конструктора ОКБ-466 с 1958 года добавились хозяйственные проблемы организации и личные проблемы сотрудников, решение которых во многом определяло климат в коллективе и его отношение к руководству. Сотрудники ОКБ-466 отмечают, что А.С.Мевиуса отличала полная отдача работе, способность прове-дения анализа сложных ситуаций и результатов испытаний, смелость в принятии решений, хорошее конструкторское видение и здравый смысл. К недостаткам А.С.Мевиуса его сослуживцы относят тяжелый характер и трудность в общении с подчинен-ными, что в немалой степени не способствовало его успешной карьере и создавало трудности в работе.

Природа наделила Анатолия Сергеевича кроме конструкторских способностей, любви к теоретическому поиску решения проблемных вопросов еще и прекрасным голосом. Со школьной скамьи педагоги прочили ему сценическую карьеру, но увле-чение авиацией победило. Однако, в студенческие годы и в дальнейшей жизни он продолжает заниматься пением, участвует в художественной самодеятельности, и даже в долж-ности главного конструктора ОКБ принимает участие в выступлениях на праздничных вечерах коллектива. Да и то немногое свободное от работы время дома в семье его помнят или за чтением технической литературы, а в короткие минуты отдыха – у рояля.

В 1958-1959 годах на базе двигателя Л-2 был разработан двигатель Л-6 (и его вариант Л-6А) с оригинальной системой компонентов забора топлива из баков. Новым в двигателе Л-6 был ТНА, который часть компонентов топлива подавал в двигатель, а часть возвращал в топливные баки ракеты для привода гидромоторов. После проведения стендовых испытаний опытных двигателей серийным производством завода №466 было выпущено три двигателя Л-6 (изделие Л6.00.900), а конструкторы… вернулись к схеме двигателя Л-2.

Изменение приоритетов в разви-тии военной техники с усиленным внедрением ракет различных классов в войска привело к существенному перераспределению заказов для конструкторских бюро и на заводах. В данной ситуации ОКБ-466, имевшее сравнительно малую производственную базу, вело с каждым годом все больше и больше разработок, а другое ленинградское бюро - ОКБ-117 - частично простаивало из-за невостребованности разработок по авиационным двигателям. Слияние двух ленинградских конструкторских бюро было вызвано с одной стороны требованием ускорения работ по реактивным двигателям, а с другой - необходимостью сохранения коллектива опытных конструкторов.

По свидетельству очевидцев в начале 1960-х годов главный конструктор ОКБ-2 МАП, член ЦК КПСС П.Д.Грушин предложил главному конструктору ОКБ-466 - сложившейся и подтвердившей работами квалификацию и возможности организации - А.С.Мевиусу поехать на прием к заместителю председателя Совета Министров СССР Д.Ф.Устинову, обсудить и решить вопрос об объединении ленинградских конструкторские бюро, разрабатывавших двигатели для самолетов и ракет. На довольно неожиданное предложение Грушина стать руководителем объединенного ОКБ А.С.Мевиус ответил отказом и визит не состоялся.

Спустя некоторое время на совещании у П.В.Дементьева в присутствии А.С.Мевиуса, С.П.Изотова и их заместителей обсуждалось предложение об объединении двух ОКБ. Оба конструктора на вопросы Деметьева о целесообразности объединения и о возможности возглавить новую организацию поддержали идею объединения. Мевиус согласился возглавить ОКБ при обязательном условии назначения опытного специалиста С.П. Изотова его заместителем; Изотов не стал возражать против такого распределения «ролей» в объединенном конструкторском бюро. П.В.Дементьев был обрадован единодушием главных конструкторов, но отметил, что решение о руководстве ОКБ будет принято особо. Приказом ГКАТ №895

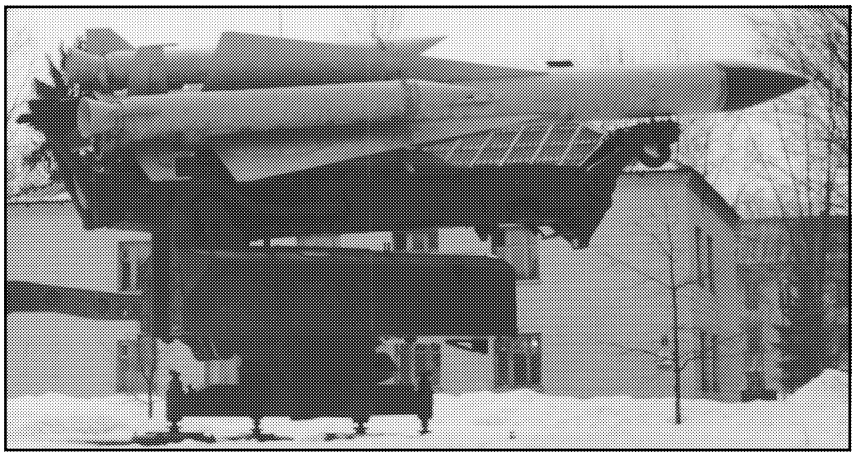
от 19 декабря 1962 года орга-низации ОКБ-466 и ОКБ-117 уже во второй раз за свою историю стано-вились единой организацией, руко-водителем объединенной организа-ции - ОКБ-117 - был назначен Сергей Петрович Изотов. Тем же Приказом А.С.Мевиус назначается главным конструктором по специзделиям (ЖРД), а Постановлением СМ СССР от 13 февраля 1963 года №175 пере-водится на Государственный союз-ный машиностроительный завод им. В.Я.Климова (предприятие п/я 141, завод №117). Для сопровождения серийного производства двигателей, разработанных ОКБ-466, на заводе №466 выделялась группа в СКО (се-рийном конструкторском отделе).

Работа главных конструкторов ОКБ-117 велась по двум основным нап-равлениям: С.П.Изотов возглавил ра-боты по реактивным авиадвигателям и газотурбинным двигателям для вер-толетов, а А.С Мевиус – по “специзде-лиям” - ЖРД различного назначения.

Сотрудники ОКБ-466 были пере-ведены на завод №117 с предостав-лением производственных помещений в новом корпусе на Кантемировской улице (часть сотрудников ОКБ-466 размещалась на площадке завода №117 еще с середины 1950-х годов). В состав ОКБ-117 было переведено от 100 до 120 конструкторов и инженер-но-технических работников ОКБ-466, которые значительно активизировали проектные работы объединенного ОКБ. Кроме того, были переведены до 200 производственников и группа обслуживания натурных испытаний, которая обеспечивала проведение испытаний двигателей на различных испытательных базах и на полигонах.

Разработка структурной схемы объединенного ОКБ-117 была пору-чена специальной комиссии, но пред-ложения комиссии не приняли. Были созданы специализированные брига-ды не по двум направлениям (ГТД и ЖРД), а объединенные укрупненные бригады без определения четкой специализации сотрудников. Тем не менее, с течением времени для повы-шения эффективности и качества разработок потребовалось опреде-лить круг людей, которые занимались только ЖРД или только ГТД.

Следует отметить, что на момент слияния в ОКБ-117 имелся заказ на из-готовление наземной системы запуска ЖРД конструкции Н.Д.Кузнецова и на проектирование ЖРД для лунного посадочного комплекса, разрабаты-вавшегося под руководством В.Н. Челомея, – изделие “Л” (не путать с изделием “Л” ОКБ-466). ОКБ-117 выполнило определенный объем работ по изделию “Л” – на ЖРД с расчетной тягой 12 тонн были выпу-щены чертежи, однако, изделие было признано неперспективным и для изготовления не передавалось.



Зенитная ракета 5В21 с маршевым ЖРД 5Д12 конструкции А.С.Мевиуса

После объединения ОКБ-466 с ОКБ-117 в 1962 году все силы объеди-ненного ОКБ были брошены на до-водку двигателя Л-2А и его подготов-ку к Государственным испытаниям.

Революционные нововведения, ре-ализованные конструкторами, позво-лили создать двигатель, обеспечив-ший предельную тяговооруженность ракеты, надежность силовой уста-новки очень высокий срок службы изделия. Конструкция двигателя к моменту его запуска в крупносерий-ное производство была хорошо отра-ботана. Разработчики двигателя получили до 10 авторских свиде-тельств на изобретения по отдельным техническим решениям и по двига-телю в целом.

Вклад А.С.Мевиуса в создание двигателя 5Д12 был отмечен Прави-тельственной наградой – орденом “Трудового Красного Знамени”.

По мнению специалистов созда-ние ЖРД Л-2А (в серии 5Д12) – явле-ние уникальное в мировом двигателе-строении, сравнимое в области во-оружения с созданием автомата Ка-лашникова.

Особая страница в работах ОКБ-117 - участие в создании двигателей для ракет систем противоракетной обо-роны (ПРО) и баллистических ракет.

Еще в 1960-1961 годах ОКБ-2 МАП разработало техническое зада-ние для ОКБ-466 на многорежимный ЖРД с максимальной тягой 16 т и минимальной – 2 т.

В качестве топлива для двигателя 5Д16 («114А», изделие «16») предпо-лагалось использовать самовоспламе-няющиеся компоненты. На темпе-ратурный диапазон использования двигателя и бортового источника питания 5И27 налагались “щадящие” для конструкторов условия – +/- 35 ^{0}С, что определялось возможностью термостатирования перспективных ракет при их нахождении в контей-нерах на пусковых установках либо в шахтных пусковых установках.

Построение системы наведения определило режимы работы двига-теля ракеты. При наведении ракеты наземными средствами должен был быть обеспечен полет на макси-мальной тяге с последующим вык-лючением или переводом двигателя на минимальную тягу. После захвата цели ГСН ракеты производился пов-торный запуск ЖРД или его перевод на максимальную тягу.

В ходе проектирования конструк-торским коллективом была решена казалось нереальная для однокамер-ных ЖРД задача обеспечения работо-способности при тяге от 2 до 16 тонн. Применение секционной головки, подающей компоненты топлива в камеру сгорания на режиме макси-мальной тяги через все форсунки, а на режиме минимальной – только через периферийные, позволило обеспечить устойчивую работу двигателя на двух режимах с величиной тяги, различаю-щейся практически на порядок.

Кроме того, двигатель должен был оснащаться турбонасосным агре-гатом особой конструкции. Часть компонентов топлива предполагалось возвращать в баки ракеты на гидро-моторы, осуществлявшие разгон жидкости в баках в периферийные области. Несколько опытных двига-телей было испытано до января 1963 года на опытной базе в Фаустово.

После проведения исследователь-ских работ (уже в ОКБ-117) было предложено проводить проектиро-вание перспективных двигателей по открытой схеме с давлением в камере сгорания 120 атм. с использованием двухступенчатых турбин ТНА для уменьшения потерь. Переход для дви-гателей с тягой 10-15 тонн на замкну-тую схему был признан нерентабель-ным.

В начале 1960-х годов в ОКБ-117 кроме работ по двигателю Л-2А (5Д12) под руководством ведущего конструктора Виктора Петровича Сигалова было выполнено эскизное проектирование двигателей Р1-117 для оснащения III ступени ракеты УР-200А,

разрабатываемой ОКБ-52 В.Н. Челомея, и Р2-117 для оснащения головной части межконтинентальной баллистической ракеты УР-500 (8К82).

В 1963 году главный конструктор объединенного ОКБ С.П.Изотов получил заказ на проектирование однорежимного двигателя с тягой 13,4 т (тяга регулировалась в диапазоне +/ -10% от номинала) в пустоте для второй ступени ракеты В.Н.Челомея (ракета УР-100 или 8К84 была принята на вооружение 21 июля 1967 года). С момента, по всей видимости, на-чался переход к единовластию в ОКБ и переподчинения основных направлений работ одному главному конструктору.

Под руководством Петра Дмитриевича Гавра велась разработка мощного однопускового двигателя с отсечкой 15Д13 (ведущий конструктор О.А.Соловьев, в 1965 году назначен начальником летно-эксплуатационного отдела) и рулевых двигателей 15Д14 (Л-14, ведущий конструктор П.А.Адамович) для двигательной установки 8Д419 ракет УР-100. Новая работа потребовала развития опыт-ного производства завода №117 и экспериментальной базы. Проектные работы и испытания велись под общим руководством С.П.Изотова в исключительно напряженном ритме - до 95% конструкторов работало только по этому направлению. Для испытаний двигателя 15Д13 в 1966-1967 годах использовалась база НИИТП в Нижней Салде. Двигатель испытывался в "земных" условиях без замеров тяги, а с моделированием "высотных" условий при использовании газодинамической трубы - с замерами тяги. Проведение всесторонних испытаний 324 опытных двигателей (около 500 испытаний отдельно маршевых двигателей и двигателей в связке) позволило сдать в производство надежный и отлаженную двигательную установку 8Д419 (изделие "Н") для баллистической ракеты в составе маршевого двигателя 15Д13, рулевого четырехкамерного двига-теля 15Д14, турбонасосного агрегата. В 1967 году двигатель был представ-лен на Государственные испытания.

Производство двигателей 15Д13 для ракет УР-100 (8К84), УР-100УТТХ (8К84УТТХ), УР-100К (15А20), УР-100У (15А20У) было организовано на заводе "Красный Октябрь" в Ленинграде (в 1964-1967 годах) и на заводе имени Баранова в Омске, производство рулевых двигателей 15Д14 было передано на завод "Стрела" в Оренбурге.

В ходе эксплуатации двигателей была обнаружена возможность возникновения высокочастотных колебаний с последующим разрушением конструкции. Для устранения этого явления потребовался трехмесячный срок, во время которого был остановлен выпуск двигателей и ракет на нескольких заводах страны. Конструкция маршевого двигателя была доработана и на 50 демонтированных с ракет блоках тяги. В результате проведенных работ серийное изделие "Н" (только маршевый двигатель) стало дороже двигателя 5Д16 в 1,6 раза.

Примерно в середине 1960-х годов (1963-1964 годы) С.П.Изотов - руководитель ОКБ-117 отказался работать над новыми ЖРД по заданиям П.Д. Грушина, но не исключал для изделий ОКБ-2 проведения разработок семейства двигателей на базе двигателя 15Д13, для которого использовались компоненты топлива НДМГ и АТ. П.Д.Грушин был вынужден отказаться от продолжения работ над двигателем 5Д16 и его развитием. Предложение С.П.Изотова приняли и на базе двигателей 15Д13 и 15Д14 было создано большое семейство жидкостных ракетных двигателей для ракет различного назначения со степенью унификации деталей от 65 до 82%.

Работа по ракетным двигателям в ОКБ-117 велась под руководством ряда ведущих конструкторов при формальном их подчинении А.С.Мевиусу, но работа С.П.Изотова с ведущими конструкторами велась напрямую.

Применительно к ракете, разрабатывавшейся для комплекса ПРО А-35, на базе двигателя 5Д13 в 1964-1967 го-дах в ОКБ-117 создавались маршевый двигатель II ступени 5Д22 (Р5-117) с максимальной тягой 13,4 т, рулевые двигатели 5А18 (на базе 5Д14) и бор-товой источник питания 5И28 – изделие "К". Работами руководили Вульф Самуилович Шкляр и Владимир Никитич Пушков. Для проведения полного цикла отработки потребовалось выпустить и испытать 109 двигателей 5Д22, которые были унифицированы по деталям с базо-вым двигателем на 71%.

В соответствии с техническим заданием маршевый двигатель в ходе полета ракеты должен был запускаться дважды – при старте и после захвата цели ГСН ракеты, по этому двигатель оснащался двумя пусковыми камерами, а ТНА после остановки двигателя автоматически опорожнялся. Полет на средней части траектории осуществлялся с использованием тяги только рулевых двигателей. Рулевой двигатель проектировался как двухрежимный с тягой 2,0 и 3,2 тонны. Полет ракеты на последнем этапе производился при работе маршевого двигателя в режиме пониженной тяги – 12 т, одновре-менно осуществлялся перевод руле-вого двигателя с минимальной тяги к максимальной. БИП 5И28 предназначался для создания давления в рабочей жидкости для роторных внутрибаковых систем, питания рабочей жидкостью с высоким давлением рулевых машин конструкции ОКБ Н.И.Зверева, выработки электроэнергии для бортовых систем ракеты. Изделие "К" в соответствии с техническим заданием проектировалось с ресурсом вдвое меньшим, чем у изделия "Н".

Для проектирования ракеты были предусмотрены крайне сжатые сроки: проект – май 1966 года, изготовление первых образцов – январь 1967 года, поставка – IV квартал (в некоторых документах – III квартал) 1967 года.

Заводом "Красный Октябрь" после выпуска партии опытных двигателей производился выпуск серийных изделий "К".

На одном из партийных собраний предприятия в 1964 году беспартий-ный главный конструктор А.С.Меви-ус выступил с рядом предложений по улучшению деятельности ОКБ. В конце выступления прозвучали слова: "В нашей практике остается принцип: сыпь деньгами только бы что-нибудь получилось. Стоимостная оценка не берется во внимание, отсюда дорогостоящие материалы, сложнейшая конструкция. Нет стремления к простой конструкции. Нет стремления к использованию дешевых материалов. Такую нагрузку может вынести только наше социалистическое государство. Пройдет некоторое время и мы будем покупать лицензии, а наши изделия могут отойти на второй план..."

Развитием двигателя 5Д12 стал двигатель 5Д67 ампулизированной конструкции для ракет 5В28 (В-880) различных модификаций, работы над которым начались в 1967 году.

Двигатель 5Д67 был принят на вооружение в составе ракеты типа 5В28 системы С-200В после прове-дения Государственных испытаний по сокращенной программе на испытательной базе в Зеленогорске Ленинградской обл.

Во время одной из многочисленных командировок на полигон для участия в испытаниях нового образца двигателя в самолете Анатолию Сергеевичу Мевиусу стало плохо. Самолет был посажен в Куйбышеве и А.С.Мевиуса перевезли в ведомственную больницу, принадлежавшую заводу авиадвигателей и ОКБ-216. Диагноз врачей - инфаркт. Николай Дмитриевич Кузнецов - руководитель куйбышевского ОКБ и сослуживец Мевиуса на конструкторскому бюро в Уфе "курировал" больного.

Несколько месяцев Анатолий Сергеевич был полностью оторван от дел в ОКБ, а после возвращения к конструкторской деятельности по понятным причинам не смог работать с прежней интенсивностью и напряжением. Работы по ЖРД в ОКБ на

заводе имени В.Я.Климова продолжались под руководством П.Д.Гавра. Были завершены работы по начатым еще при А.С.Мевиусе проектам, продолжалось совершенствование серийных двигателей, велась разработка новых двигателей.

Работы по созданию ЖРД на заводе имени В.Я.Климова проводились в 1970-х и 1980-х годах с различной интенсивностью и были полностью завершены в 1991 году.

Анализ конструктивных особенностей и характеристик двигателей, проведенный в конце 1980-х годов, показал достоинства конструкций созданных в Ленинграде ЖРД. Ракетные двигатели, разработанные в ОКБ-466 и в ОКБ-117, были самыми "легкими" в своем классе (отношение собственной массы двигателя с агрегатами к максимальной тяге) из разработанных в СССР и США в аналогичный период времени.

Развертывание во второй поло-вине 1960-х годов работ по ракетам различных типов с большой продолжительностью полета потребовало создания нового поколения бортовых источников питания (БИП) большой мощности.

После совещания с привлечением ведущих специалистов и главных конструкторов ОКБ – разработчиков ракетного оружия на Правительственном уровне было решено при заводе М.Н.Ляпунова (директор ленинградского завода "Красный Октябрь") организовать ОКБ. Новому ОКБ совместно с ОКБ-670 главного конструктора М.М.Бондарюка было поручено проводить разработку (проектирование), изготовление и доводку БИП. Головной организацией в этих работах было определено ОКБ М.М.Бондарюка.

В 1968 году А.С.Мевиус Приказом Министра авиапромышленности №14 от 9 января назначается начальником организованного на заводе п/я А-8006 ("Красный Октябрь") филиала МКБ "Красная Звезда" (такое наименование получило ОКБ-670) и заместителем М.М.Бондарюка. Вместе с А.С. Мевиусом на новое место работы из ОКБ-117 пришел коллектив из 20 человек.

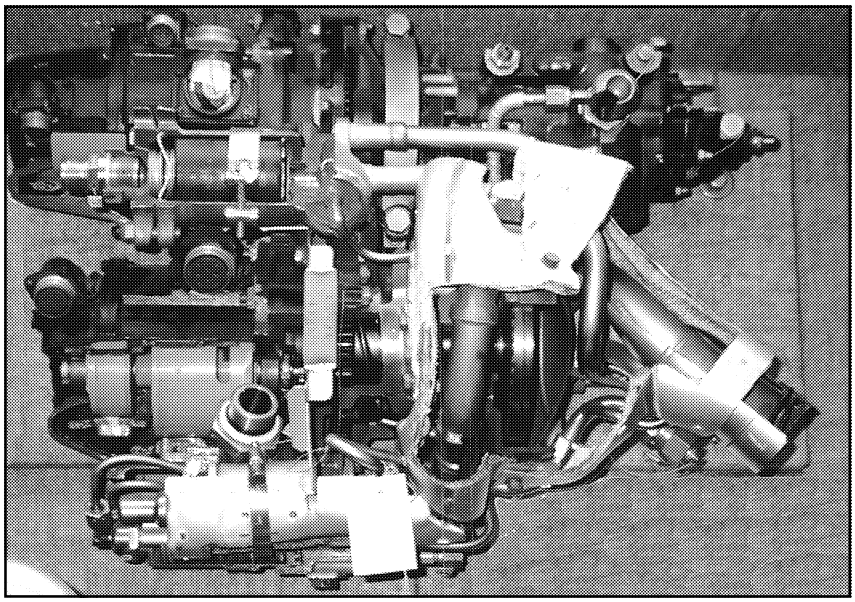
В ОКБ велась доводка бортовых источников питания (БИП) 5И43 для зенитной управляемой ракеты 5В21 и 4Е60 для ракеты 4К60 зенитного ракетного корабельного комплекса М-11 "Шторм", велась подготовка для запуска в производство докумен-тации на БИП 5И47 (5И47Н) для ракеты ПВО 5В28.

БИПы этого поколения представляли собой газотурбинные установки с редукторами для приводов электрогенераторов и гидронасосов. Электрогенераторы обеспечивали бортовое оборудование ракет различным напряжением (общая мощность потребителей до 3,5 кВт), а гидронасосы создавали давление жидкости ЛЗМГ-2 достаточное для привода рулевых машин. БИП 5И43 и 5И47 работали на компонентах топлива, что и маршевые двигатели ракет.

Зенитная ракета 5В28, маршевая ступень которой оснащена ЖРД 5Д67 (мемориальный комплекс на территории «Ленинградский Северный завод»)

Коллективом филиала был проведен большой объем конструкторских, исследовательских и натурных работ для обеспечения работоспособности БИП во всем оговоренном по техническому заданию температур-ном диапазоне. Для БИП 5И43 был разработан новый газогенератор, обеспечивший его надежную работу при температурах до −50 °С.

Твердотопливный БИП 4Е60 для ракеты 4К60 был разработан под руководством Л.С.Душкина, доводился и дорабатывался в МКБ "Красная Звезда" и филиалом МКБ при заводе "Красный Октябрь". Пуски опытных газогенераторов производились с учетом возможного температурного диапазона использования изделия: на 6 июня 1968 года было произведено 9 пусков при темпера-туре



Бортовой источник питания 5И47 (Музей завода «Красный Октябрь»)

-50 ^{0}С, – 9 пусков, +65 ^{0}С - 2 пуска, +15 ^{0}С – 1 пуск. Особые сложности испытывали сотрудники ОКБ при проведении конструкторских, исследовательских работ и натурных испытаний для обеспечения надежной работы БИП при температурах до – 50 ^{0}С. Серия испытаний проводилась для определения потребной величины пороховой навески, обеспечивавшей привод БИП. С июля 1968 года заводом "Красный Октябрь" опытные БИП выпускались уже с доработками, произведенными по результатам испытаний.

Конструкторская документация на БИП 5И43 и 4К60 была откорректирована по результатам доводки, переиздана и предъявлена МВК для утверждения к серийному производству.

Директором завода М.Н.Ляпуновым и заместителем главного конструктора ОКБ А.С.Мевиусом предполагалось создать при заводе "Красный Октябрь" самостоятельное конструкторское бюро. Была согласована структура и с согласия руководства МАП подготовлен соответствующий Приказ по Министерству, но внезапная смерть Анатолия Сергеевича 20 мая 1969 года прервала исполнение этих планов.

Последняя завершенная работа А.С.Мевиуса - доклад, в котором освещались основные этапы работ по ЖРД и предлагались решения по повышению эффективности ракетных двигателей. Доклад был подготовлен к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по совокупности выполненных работ, защита предполагалась в середине 1969 года….

Филиал МКБ "Красная Звезда" просуществовал на заводе "Красный Октябрь" до 1970 года и был закрыт по причине отсутствия в малочисленном коллективе явного лидера, способного возглавить работу, а так же отсутствия заказов на перспективу.

При сборе информации о жизни и деятельности Анатолия Сергеевича Мевиуса автору большую помощь оказали Людмила Анатольева Боднар - дочь Анатолия Сергеевича и ее муж - Юрий Николаевич; сотрудники Завода им. В.Я.Климова (ОКБ-117): В.С.Шкляр, В.Х.Декстер, Д.П.Изотов; сотрудница ОКБ-800 И.Л.Лойцянская. Были использованы материалы архива музея завода «Красный Октябрь», предоставленные директором музея В.Д.Рахманиной и А.Е.Макеевым.

В процессе работы над статьей были многочисленные контакты со специалистами, знавшими А.С.Мевиуса и работавшими с ним. Не у всех сложились хорошие отношения с Анатолием Сергеевичем, но никто не отрицал его конструкторской эрудированности, заслуг как Главного Конструктора ракетных двигателей.

Большое спасибо всем за помощь в работе над статьей.

Жидкостный ракетный двигатель 5Д12

Двигатель 5Д12 для ракеты В-860 был создан в ОКБ-117 (работы были начаты в ОКБ-466) как развитие двигателя Л-2 под руководством А.С.Мевиуса.

Одновременно с разработкой двигателя для ракеты В-860, проводившейся согласно первоначально выданным ТТТ, ОКБ-2 МАП выдвига- ло новые и новые требования к нему.

Кроме возможности работы двигателя на двух режимах тяги (10 и 3,2 тонны) с плавным переходом на режим минимальной тяги требовалось обеспечить возможность запуска двигателя в режиме пониженной тяги (около 8 тонн). Позднее было выставлено требование об обеспечении резкого сброса тяги двигателя с мак-симальной до минимальной.

Обеспечение режима минималь-ной тяги в принятой однокамерной схеме двигателя было чрезвычайно трудной конструкторской задачей, т.к. снижение подачи топлива в ка-меру сгорания за счет снижения обо-ротов ТНА приводило к низкочастот-ному срыву в камере сгорания. Боль- шое внимание было уделено отра-ботке конструкции форсунок (исследовались форсунки центробежного и струйного типа и их комбинации) для обеспечения устойчивой работы камеры сгорания на всех режимах.

В ходе отработки конструкции двигателя и его систем было проведено 266 стендовых испытаний, из них: 170 - по "этажам" для получения информации о работе двигателя на различных высотах и скоростях; примерно 40 - на работоспособность при температуре -50 ^{0}С, 18 испытаний – при температуре +50 ^{0}С.

Заданный техническими условиями температурный диапазон перекрывал возможный диапазон годовых колебаний температур для любого из возможных районов размещения ракет на территории СССР.

Особые сложности были при обеспечении испытаний двигателя при температурах –50 ^{0}С. До начала испытаний двигатель и топливная система помещались в термостатическую камеру для охлаждения (нагрева) изделия до требуемой температуры. Переохлаждение изделия грозило существенными неприятностями, т.к. при температуре –53 ^{0}С начиналось замораживание компонентов топлива с переходом в твердую фазу. При снижении температуры происходила кристаллизация воды в компонентах топлива, а попадание кристалликов льда в двигатель приводило к его остановке или к не запуску из-за забивания форсунок. Испытания при температурах +50 ^{0}С принесли также немало "сюрпризов". Пороховая шашка запуска турбонасосного агрегата (ТНА) сгорала слишком быстро, ТНА не успевал выйти на расчетный режим и двигатель не запускался на штатном режиме. При высоких температурах на входе ТНА наблюдалась кавитация в трубопроводе окислителя, система охлаждения работала на пределе и т.д. и т.п.

Как показала практика, за годы эксплуатации системы С-200 реальных пусков ракет при температурах – 50 ^{0}С не было, при температуре +50 ^{0}С пуски производились только в полигонных условиях. Реализация возможности использования двигателя при температурах до +50 ^{0}С позволила значительно позднее без особых проблем использовать ракеты в Сирии и Ливии*.

Проведенный цикл испытаний двигателя Л-2А позволил создать конструкцию и развернуть серийное производство надежного ракетного двигателя для зенитной ракеты, получившего обозначение 5Д12.

Двигатель работал на компо-нентах, ставших традиционными для отечественных ЗУР - азотной кислоте с добавкой четырехокиси азота в качестве окислителя и триэтиламинксилидине (ТГ-02, "тонка"), используемом как горючее.

С целью обеспечения максимальной дальности полета ракеты и полета на максимальной скорости при обстреле целей на малой дальности предусматривалось несколько режимов работы двигателя и программы их корректировки, которые выдава-лись перед стартом ракеты на регуля-тор тяги двигателя 5Ф45 и програм-мное устройство на основании выработанного ЦВМ "Пламя" (входила в состав аппаратуры зенитно-ракетной системы С-200) решения.

Режимы работы двигателя с постоянной тягой обеспечивали макси-

* При организации поставок ракет 5В28 в Сирию и Ливию эти страны просили рассмотреть возможность использования ракет при температуре до + 60 ^{0}С.

мальную 10000+/-300 кг (в нештатном режиме - при отключении системы ре-гулирования тяги – 10500-10800 кг, а в аварийном режиме с последующим взрывом двигателя - до 13000-14000 кг) или минимальную 3200+/-180 кг тягу. Режимы переменной тяги обеспечи-вали снижение тяги от максимальной до минимальной со средним градиен-том 97+/-8 кг/с или резкий спад тяги за 16 секунд до минимальной. Температура газов в камере сгорания двигателя достигала 2500-3000 ^{0}C,

Комбинация режимов позволяла реализовать несколько программ изменения тяги двигателя в полете. Основная программа: запуск двигателя с максимальной тягой и через 43+/-1,5 секунды полета спад тяги с остановкой двигателя по выработке топлива через 6,5-16 секунд с момента подачи команды “Спад”. Вторая основная программа: запуск двига-теля с промежуточной тягой 8200+/-350 кг со снижением ее с постоянным градиентом до минимальной тяги и работой двигателя до полной выработки топлива на 100 секунде полета. Две промежуточные программы позволяли использовать максимальную тягу двигателя любое время в интервале 0,2-50,8 секунды с последующим спадом с постоянным градиентом до полной выработки топлива или производить запуск двигателя с тягой 8200-10000 кг с последующим сниже-нием тяги с постоянным градиентом до полной выработки топлива в ходе полета.

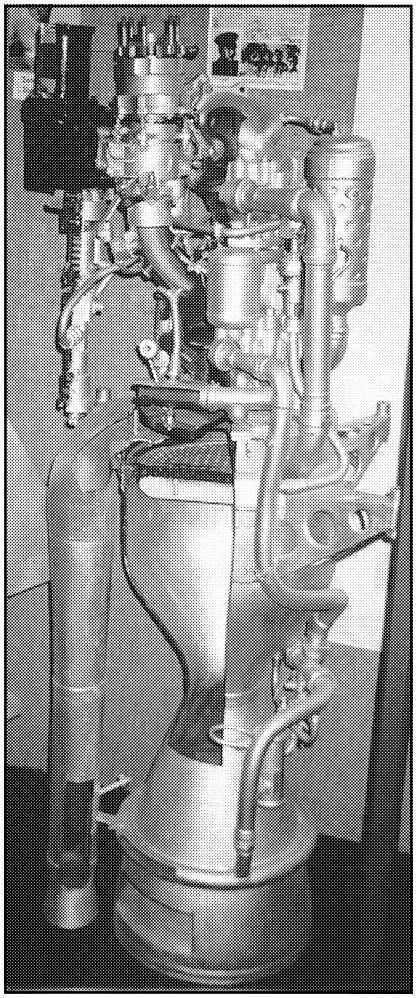
В баках окислителя и горючего размещались специальные заборные устройства, обеспечивающие при подаче сжатого воздуха из ВАБ подачу топлива при больших знакопеременных поперечных перегрузках. Трубопровод подачи окислителя проходил под прикрытием короба по правому борту ракеты, а короб для проводки бортовой кабельной сети размещался с противоположной стороны корпуса.

Турбонасосный агрегат (ТНА) с высокими для того времени оборотами турбины (17300 об/мин) обеспечивал питанием компонентами топлива двигатель маршевой ступени и бортовой источник питания. Привод агрегата осуществлялся с использованием газогенератора, работавшего на тех же компонентах топлива, что и маршевый ЖРД. Запуск ТНА производился с использованием пороховой шашки (пороховой навески). Газогенератор двигателя – автономная камера сгорания компонентов топлива, продукты сгорания которых используются для вращения турбина ТНА.

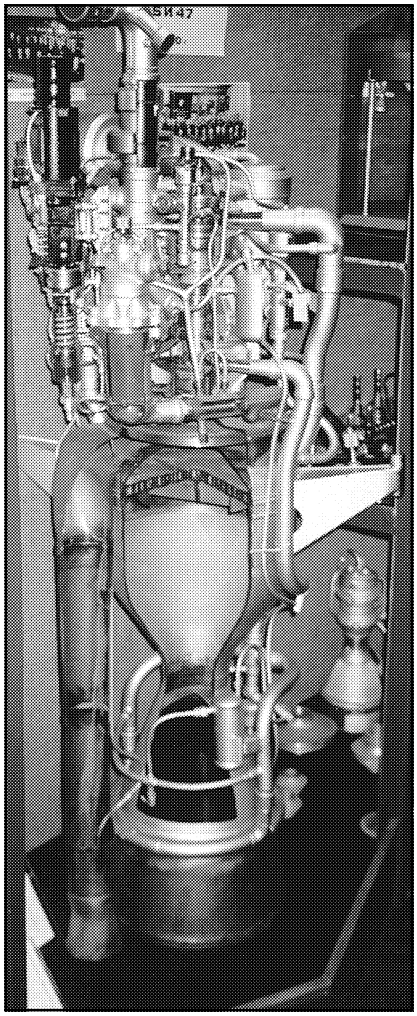
Двигатель 5Д12 проектировался как двигатель с одноразовым включением, но еще во время проведения стендовых испытаний была отмечена возможность его самозапуска. Использование самовоспламеняющихся компонентов топлива при их попадании в камеру сгорания ТНА приводило к его запуску с медленным выходом на режим и запуском двигателя. Несколько раз нарушение или несоблюдение инструкций о проведении работ на испытательном стенде и его консервации после проведения испытаний приводило к запуску двигателя на стенде.

В ходе полигонных испытаний ракет 5В21 (телеметрических вариантов) при полете по траектории со знакопеременными перегрузками из-за неравномерного поступления компонентов топлива в ТНА и в камеру сгорания отмечалось многоразовое отключение и самозапуски двигателя.

Двигатель 5Д12 для ракет 5В21А (В-860), 5В21В, серийно выпускался ленинградским заводом “Красный Октябрь” (так с 1966 именовался завод №466) с 1963 по 1974 годы.



ЖРД 5Д12 (Музей завода «Красный Октябрь»)



ЖРД 5Д67 (Музей завода «Красный Октябрь»)

Конструкция двигателя к моменту его запуска в крупносерийное производство была хорошо отработана, что обеспечило его исключительную надежность при эксплуатации в любых климатических условиях.

Жидкостный ракетный двигатель 5Д12 с турбонасосной системой подачи компонентов топлива в камеру сгорания одноразового действия (без повторного включения) выпускался заводом в оснащении топливной, воздушной и газовой систем.

Серийные двигатели после поагрегатной проверки на заводе-изготовителе представлялись военной приемке – Представителю Заказчика на заводе. Обычной практикой проверки качества серий изделий были огневые испытания. По мере освоения выпуска серийной продукции на испытания представлялся каждый пятый, а позднее - каждый десятый… двадцать пятый…пятидесятый двигатель.

Жидкостный ракетный двигатель 5Д67

Развитием двигателя 5Д12 стал двигатель ампулизированной конструкции 5Д67 для ракет 5В28 (В-880) различных модификаций, работы над которым начались в 1967 году.

Использование конструкции хорошо отработанного к этому времени двигателя 5Д12 с применением только сварных соединений и стальных сплавов в качестве материала вместо применявшихся ранее алюминиевых привело к уменьшению массы двигателя с агрегатами со 130 кг для 5Д12 до 116 (в некоторых документах – 119) кг для 5Д67.

Объем новых конструкторских работ при создании ампулизированного двигателя не превысил 10% от общего объема работ при создании двигателя 5Д12.

В состав оборудования двигательной установки ракеты входили регулирующий механизм 5Ф45 (масса около 12 кг, в режиме предстартовой подготовки при нахождении ракеты на пусковой установке сжимал пру-жину исполнительного механизма регулирования тяги), турбонасосный агрегат массой около 32 кг.

Существенных дефектов конструкции двигателя представленного на испытания отмечено не было. В ходе летных испытаний выявилась ошибка, допущенная при проектировании двигателя. Большой впрыск топлива в камеру сгорания в предпусковой период при “пушечном” запуске двигателя привел к взрыву. После доработки была обеспечена взрывобезопасность двигателя при запуске. Колебания тяги на нижнем режиме были устранены в ходе доводки конструкции.

Двигатель 5Д67 был принят на вооружение в составе ракеты типа 5В28 системы С-200В после прове-дения Государственных испытаний по сокращенной программе на испытательной базе в Зеленогорске Ленинградской обл. Большой вклад в доводку двигателя внес С.П.Изотов.

Для двигателя 5Д67 были предусмотрены следующие программы работы: работа в режиме максимальной тяги до полной выработки топлива, работа в режиме максимальной тяги с последующим уменьшением тяги до минимальной с постоянным градиентом; работа в режиме промежуточной тяги (0,82 максимальной) с последующим уменьшением тяги до минимальной с постоянным градиентом. Применялись комбинации программ которые позволяли использовать максимальную или любую промежуточную (от максимальной до 8200 кг) тягу заданное время с последующим уменьшением тяги с постоянным градиентом. Программа со спадом тяги позволяла производить полет при максимальной тяге двигателя до прохождения команды на спад тяги от бортового программного устройства.

Работоспособность двигателя 5Д67, как и базового двигателя 5Д12, обеспечивалась в диапазоне температуры окружающей среды +/-50^0.