

# ТРИДЦАТЬ ТРИ ГОДА В РАКЕТНОЙ ТЕХНИКЕ: УСПЕХИ, РАЗНОГЛАСИЯ, КОНФЛИКТЫ

Вячеслав Фёдорович Рахманин,  
Лауреат Государственной премии СССР, к.т.н.

(Продолжение. Начало в 4-6 - 2015, 1-5 - 2016)

## ПЕРВАЯ МЕЖКОНТИНЕНТАЛЬНАЯ И ПЕРВАЯ КОСМИЧЕСКАЯ РАКЕТА Р-7

История разработки Р-7 широко и подробно освещена практически всеми средствами массовой информации, изложена в мемуарной и художественной литературе, а также в документальном и художественном кино. Так что излагать эту историю достаточно просто - имеется множество информационных материалов. Но в то же время и трудно - повторяться не стоит, а "откопать" что-нибудь новое очень сложно. Но, используя основную канву этой истории, сделаем попытку обратить внимание читателя на некоторые мало исследованные моменты создания Р-7.

Перспектива создания ракеты межконтинентальной дальности была определена на этапе утверждения эскизного проекта по ракете Р-3 на дальность 3000 км выпуском правительственного Постановления от 4 декабря 1950 г., которым предусматривалось проведение работ по теме Н-3: "Исследование перспектив создания РДД различных типов с дальностью полёта 5000 - 10 000 км с массой боевой части 1 - 10 т". К выполнению работ привлекались ведущие ОКБ оборонной и авиационной промышленности, отраслевые и академические НИИ. В работах участвовали коллективы ОКБ-1, ОКБ-456, НИИ-1, НИИ-885, НИИ-3, НИИ-4, ЦИАМ, ЦАГИ, НИИ-6, НИИ-125, НИИ-137, НИИ-10, НИИ-49, Математический институт им. А.Н. Стеклова и др.

Кооперация предприятий интенсивно работала в рамках принятых решений, причём многие работы были начаты ещё на стадии проведения работ по ракете Р-3 и теме Н-3.

В результате проведённых работ был сделан выбор схемы ракеты, её оптимальные размеры, начальная масса, топливо, количество ступеней, величина тяги двигателей и другие характеристики. В продолжение работ по теме Н-3 была открыта тема Т-1 (правительственное Постановление от 13 февраля 1953 г.): "Теоретические и экспериментальные исследования по созданию двухступенчатой баллистической ракеты с дальностью полёта 7000-8000 км". Завершением работ по этой теме планировался выпуск эскизного проекта двухступенчатой баллистической ракеты массой до 170 т с отделяющейся головной частью массой 3000 кг и дальностью полёта 8000 км. Этим эскизным проектом были начаты практические конструкторские работы по созданию межконтинентальной баллистической ракеты (МБР).

Далее в хронологической последовательности приводятся правительственные Постановления, организационные и технические решения и происходящие в соответствии с ними события в истории создания ракеты Р-7 и её модернизированного варианта Р-7А.

2 июня 1952 г. - утверждён итоговый научно-технический отчёт по работе по теме Н-3.

16 июля 1952 г. - ОКБ-1 направило в ОКБ-456 ТЗ на разработку двигателей для баллистической ракеты дальностью полёта 7...8 тыс. км.

13 февраля 1953 г. - вышло правительственное Постановление о проведении работ по созданию МБР Р-6 (тема Т-1).

4 июля 1953 г. - ОКБ-1 направило в ОКБ-456 уточнённое ТЗ на разработку двигателей для МБР Р-6.

30 сентября 1953 г. - в ОКБ-456 выпущен в пяти томах эскизный проект двигателей РД-105 и РД-106 для ракеты Р-6.

Октябрь 1953 г. - внесены изменения в ТЗ на разработку МБР в части увеличения массы доставляемого груза.

5 января 1954 г. - на совещании Главных конструкторов принято решение о завершении нового эскизного проекта к 1 мая 1954 г.

30 января 1954 г. - на совещании Главных конструкторов согласованы основные характеристики МБР с новой головной частью и установлен индекс новой ракеты - Р-7.

май 1954 г. - ОКБ-1 направило в ОКБ-456 на согласование проект ТЗ на двигатели для ракеты Р-7.

20 мая 1954 г. - вышло Постановление СМ СССР о разработке МБР Р-7.

28 июня 1954 г. - вышло Постановление СМ СССР "О плане НИР по специальным изделиям", в котором уточнены порядок и сроки работ по ракете Р-7.

30 июня 1954 г. - в ОКБ-456 выпущен в пяти томах эскизный проект двигателей РД-107 и РД-108 для ракеты Р-7.

24 июля 1954 г. - на совещании Главных конструкторов утверждён эскизный проект ракеты Р-7.

20 ноября 1954 г. - эскизный проект ракеты Р-7 одобрен СМ СССР.

12 февраля 1955 г. - вышло Постановление СМ СССР о строительстве ракетного полигона в районе железнодорожного полустанка Тюратам (Казахская ССР).

15 февраля 1956 г. - Королёв и Глушко утвердили ТЗ об использовании рулевых камер на всех двигательных блоках.

20 марта 1956 г. - вышло Постановление СМ СССР о мероприятиях, проводимых в обеспечение лётных испытаний ракеты Р-7.

Февраль-сентябрь 1956 г. - проведены пуски экспериментальных ракет МБРД и Р-5Р с целью отработки систем управления ракет Р-7 и наземной системы управления её полётом.

С 15 августа 1956 г. по 26 января 1957 г. - огневые испытания на стенде в Загорске трёх боковых и трёх центральных блоков ракеты Р-7.

31 августа 1956 г. - СМ СССР утвердил состав Госкомиссии по проведению лётных испытаний ракет Р-7 во главе с председателем ВПК В.М. Рябиковым.

11 января 1957 г. - вышло Постановление СМ СССР о проведении лётных испытаний ракет Р-7.

20 февраля и 30 марта 1957 г. - проведены огневые стендовые испытания двух "пакетов" ракеты Р-7.

7 марта 1957 г. - первая лётная ракета Р-7 доставлена на полигон.

15 марта 1957 г. - Глушко дал согласие на разработку новых рулевых камер к 1 января 1958 г.

15 мая 1957 г. - первый пуск ракеты Р-7.

21 августа 1957 г. - четвёртый пуск, он же первый успешный пуск Р-7 на расчётную дальность полёта.

27 августа 1957 г. - сообщение ТАСС о проведении в СССР успешных запусков межконтинентальных баллистических ракет.

4 октября 1957 г. - запуск первого ИСЗ "Спутник".

2 июля 1958 г. - вышло Постановление СМ СССР о разработке ракеты Р-7А.

14 марта 1959 г. - вышло Постановление СМ СССР "О работах по izdelию Р-7 и лётно-конструкторских испытаниях изделия Р-7А".

24 декабря 1959 г. - проведён первый пуск ракеты Р-7А.

20 января 1960 г. - ракета Р-7 принята на вооружение.

12 сентября 1960 г. - ракета Р-7А принята на вооружение.

От выпуска 4 декабря 1950 г. решения о начале проведения первых научно-исследовательских работ по созданию РДД до принятия на вооружение МБР Р-7 20 января 1960 г. прошло немногим более 9 лет. За эти годы произошло множество событий, в которых Королёв и Глушко принимали непосредственное участие и проявили свои выдающиеся научно-технические и организаторские способности, а также сложность своих характеров при совместном решении возникающих технических, а, бывало, и этических вопросов.

Разработка любой ракеты после получения технического задания начинается с выбора её схемы, в первую очередь с определения количества ступеней. Как показали баллистические расчёты, подтверждённые последующим опытом создания жидкостных ракет, для достижения дальности до 4...4,5 тыс. км достаточно одной ступени, для полёта на большую дальность или выведения объектов в космическое пространство необходимы составные ракеты из двух и более ступеней.

Теоретическими вопросами создания составных ракет применительно к космическим полётам в первой половине XX века занимались Р. Годдард, Ю.В. Кондратюк, Г. Оберт и другие пионеры космической техники. Большое внимание созданию составных ракет уделял К.Э. Циолковский. Так, в его работах "Космические ракетные поезда" (1929) и "Наибольшая скорость ракеты" (1935) представлены научные основы принципа построения составных ракет. В конце 1940-х - начале 1950-х годов много и продуктивно по составным ракетам работала группа исследователей под руководством М.К. Тихонравова. Так что до фактического начала разработки жидкостной ракеты на дальность полёта в пределах 7000...8000 км имелись теоретические рекомендации о необходимом количестве ступеней. В связи с этим перед разработчиками из ОКБ-1 стоял только вопрос правильного выбора расположения ступеней - последовательного ("тандем") или параллельного ("пакет").

Оба типа расположения ступеней использовались в практическом ракетостроении. Большинство жидкостных ракет как боевого, так и космического назначения, начиная с середины 40-х годов XX века и кончая первым десятилетием XXI века, во всём мире создавались по тандемной схеме. В этот же период времени применялась и схема "пакет": было разработано семейство ракет на базе Р-7 и РН "Энергия" в СССР, а также "Атлас", "Титан", Спейс-Шаттл и "Фалькон" в США. Представляется интересным отметить, что первая американская РДД "Атлас", разрабатываемая практи-

чески одновременно (первое лётное испытание состоялось в июне 1957 г.) и независимо от работ по Р-7, запускалась при одновременном включении обеих ступеней на земле. По американской терминологии такая схема расположения ступеней называется полтораступенчатой.

Преимущества тандемной схемы очевидны - сравнительная простота компоновки и разделения ступеней, возможность применения различного топлива на каждой из ступеней. К недостаткам следует отнести сравнительное увеличение длины ракеты, наличие "пассивной" массы второй ступени во время работы первой и организация запуска второй ступени после отстыковки первой ступени.

У пакетной схемы расположения ступеней недостатков больше, чем достоинств, но значимость каждого из них зависит от конкретных условий разработки и эксплуатации ракеты. Основные недостатки этой схемы заключаются в увеличенном диаметре ракеты в месте установки двигателей, а также в повышенном времени работы двигателя второй ступени, включая время работы с пониженным удельным импульсом тяги из-за неоптимальной степени расширения сопла камеры на начальном и конечном участках полёта ракеты.

К достоинствам этой схемы следует отнести повышенную тягу при одновременной работе двигателей первой и второй ступеней, сокращение длины ракеты, относительное уменьшение пассивной массы благодаря работе двигателя второй ступени с момента старта ракеты, возможность унифицировать двигатели обеих ступеней.

Однако основным фактором при выборе схемы МБР стали обстоятельства, не относящиеся к перечисленным выше достоинствам и недостаткам каждой из схем.

Применение казавшейся более привлекательной тандемной схемы вызвало бы необходимость обеспечения надёжного запуска двигателя второй ступени, работающего на несамовоспламеняющемся топливе, в условиях окружающего вакуума и невесомости. Но как это сделать? При обсуждении выбора схемы Глушко открыто сказал, что он этого не знает и, более того, не представляет, как создать или моделировать подобные условия при наземной отработке запуска двигателя. Королёву такая ситуация тоже не нравилась - если отработка запуска двигателя второй ступени переносится на этап лётных испытаний, то она попадает в зону ответственности ОКБ-1. О сложности запуска ЖРД на высоте Глушко и Королёв знали не понаслышке, они затратили много времени и сил, когда в 1943-1945 гг. в Казани отработывался способ зажигания топлива в двигателе-ускорителе РД-1 на самолёте Пе-2Р в условиях полёта на высотах от 3,5 до 11 км. Королёв даже получил лёгкое повреждение глаз при неудачном запуске двигателя РД-1 на высоте 7000 м.

Пакетная схема позволяла осуществлять контролируемый запуск двигателя второй ступени на земле, практически одновременно с запуском первой ступени, однако попутно возникают проблемы с расстыковкой "боковушек"... Но это уже область решения инженерно-конструкторских задач, а не сфера неизведанных физических процессов. Так предполагаемые сложности с запуском второй ступени на высоте стали одним из главных доводов в пользу выбора пакетной схемы ракеты.

Следующим шагом в работах по созданию МБР был выбор ракетного топлива. От используемого топлива во многом зависят основные характеристики ракеты - полётная дальность, масса доставляемого груза, удобство эксплуатации и т.д. Баллистические расчёты, проведённые в ОКБ-1 в рамках подготовки эскизного проекта ракеты Р-3, показали, что для ракет дальностью полёта в тысячи км необходимо применять кислородно-керосиновое топливо. В докладе на НТС НИИ-88 в декабре 1951 г. Королёв отметил, что *"топлива на основе высококипящих окислителей для решения задач по достижению больших скоростей и дальностей полёта оказались неприемлемыми"*. В пользу такого выбора был ещё один существенный довод - наличие в стране широкой производственной базы для получения этих компонентов топлива. Все Главные конструкторы, входящие в кооперацию по предстоящей разработке МБР, поддерживали такой выбор: по применению в ракетной технике кислорода уже имелся опыт работы с ракетами Р-1 и Р-2, а керосин широ-



Двухступенчатая РДД "Атлас"

ко применялся в технике, и от его использования не ожидалось каких-либо осложнений. Последнее утверждение не относится к предстоящим работам двигателистов из ОКБ-456, но это исключение подробнее рассмотрим ниже. Так что выбор топлива был принят разработчиками новой ракеты единогласно, требования военных заменить кислород на другой высококипящий окислитель опять были игнорированы.

В чём же состояли особенности применения керосина вместо спирта для разработчиков ЖРД? Трудности, возникающие от применения в ЖРД керосина, являются следствием его достоинств. Керосин горит в кислородной среде с температурой почти на 1000 К выше, чем спирт, что существенно повышает энергетические характеристики двигателя. Но при этом у керосина по сравнению со спиртом значительно хуже охлаждающие свойства, а именно керосин используется для охлаждения камеры ЖРД. Кроме охлаждения задача создания надёжно работающей камеры осложнялась необходимостью увеличения внутреннего давления продуктов сгорания до 60 атм, что почти в 3 раза выше, чем в камере двигателя РД-101 ракеты Р-2. Так что от успешного решения этой новой научно-технической задачи зависела реализация всего проекта создания МБР.

Конструкторы ОКБ-456 решали эту задачу с использованием задела конструкторских разработок камер ЖРД, выполненных лично Глушко или под его техническим руководством в ГДЛ, РНИИ, КБ-2 ОКБ-16, ОКБ-РД и в ОКБ-456 в течение 1930-1950 гг. Использовался так же опыт работы КБ под руководством А.М. Исаева.

После длительных поисков конструкции и технологии изготовления камеры применительно к новым условиям её работы вызрела конструкция, которая стала фундаментальной конструкцией камеры ЖРД, открывшей пути дальнейшего развития отечественного ракетного двигателестроения.

Для обеспечения надёжного охлаждения камеры используемый с начала 30-х годов материал стальной внутренней оребрённой стенки был заменён на высокотеплопроводный медный сплав, а силовую наружную стенку, воспринимающую высокое внутреннее давление в камере, стали изготавливать из высокопрочной стали. Для повышения прочности внутренней стенки, находящейся под перепадом давлений в тракте охлаждения и камере сгорания, эту стенку припаивали в электронагревательной шахтной печи твёрдым припоем по вершинам рёбер к наружной стенке. Из медного сплава изготавливалось и плоское внутреннее днище смесительной (по наименованию тех лет - форсуночной) головки.

Для получения паяного соединения нужной прочности технологи ОКБ-456 опробовали несколько марок припоев, различные виды их нанесения на поверхность спаиваемых деталей, разные типы печей для пайки, совместно с конструкторами определили оптимальные зазоры между деталями в местах пайки, различные способы прижатия деталей в процессе пайки и т.д. Паяная конструкция камеры не только полностью сняла проблему обеспечения надёжного охлаждения, но и позволила выдерживать любое давление газов в камере в пределах вязкости мощности ТНА. Эта конструкция камеры дала возможность создавать ЖРД практически любой тяги в пределах её технической целесообразности.

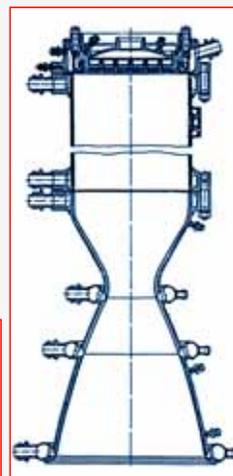
Первая экспериментальная модельная камера такой конструкции была разработана в 1948 г. и получила обозначение КС-50 (по номинальной тяге 50 кгс), а её малые размеры послужили основанием для неформального наименования "Лилипут". Практически без изменения конструкции такие камеры в течение десятка последующих лет использовались для экспериментального определения эффективности различных компонентов топлива.

Следующим этапом отработки основных элементов конструкции камеры будущего мощного двигателя стала разработка в 1949-1950 гг. конструкции и проведение огневых испытаний экспериментальной камеры ЭД-140 тягой 7 тс. Она предназначалась

для проведения испытаний при внутреннем давлении до 60 атм с целью выбора типа, схемы расположения и сочетания перепадов давления на смесительных элементах для получения максимально возможной полноты сгорания, а также опробования новых поясов щелевых завес с тангенциальной закруткой горючего для стабилизации плёнки на внутренней поверхности цилиндрической камеры.



Разрез и чертёж камеры ЭД-140



Все эти разработки проводились применительно к созданию двигателя РД-110 ракеты Р-3, они же легли в основу эскизного проекта двигателя ракеты Р-6. Преемственность проведенных работ по двигателю ракеты Р-3 распространялась и на выбор однокамерного варианта двигателей, комплектующих ступени ракеты Р-6.

Принятая в ОКБ-1 пакетная схема ракеты Р-6 с расположением 4-х двигателей первой ступени вокруг одного двигателя второй ступени позволила конструкторам ОКБ-456 в эскизном проекте максимально унифицировать конструкцию и основные характеристики двигателей РД-105 (первая ступень) и РД-106 (вторая ступень). Двигатель РД-105: давление в камере 60 атм, тяга земн./пуст. - 55/64 тс, удельный импульс тяги: земн./пуст. - 260/302 с, масса - 782 кг, диаметр камеры сгорания - 600 мм, диаметр среза сопла - 1400 мм, высота двигателя - 4200 мм. Те же характеристики у двигателя РД-106: 60 атм., 53/56 тс, 250/310 с, 802 кг, 600 мм, 1400 мм и 4500 мм, соответственно.

Во время развёртывания экспериментальных работ по созданию ракеты Р-6 неожиданно для ракетчиков в октябре 1953 г. на правительственном уровне было пересмотрено техническое задание в части массы боезаряда: были учтены предложения физиков-ядерщиков использовать их новые разработки, в связи с чем вместо 3000 кг масса боезаряда вместе с конструкцией головной части увеличивалась до 5,5 тонн.

В ноябре-декабре 1953 г. в ОКБ-1 велись расчетные исследования имеющихся резервов энергетики и запасов прочности конструкции ракеты Р-6 для её использования в новых условиях. Так как положительных результатов получить не удалось, проектанты ОКБ-1 определили характеристики новой ракеты и выдали новые, уточнённые требования к техническому заданию на разработку эскизного проекта ракеты по теме Т-1. Новые требования - новый проект ракеты. А как же быть с уже директивно установленными сроками сдачи ракеты? На этот вопрос Королёву на правительственном уровне объяснили: если нуж-



ЖРД РД-105



Модель первого варианта межконтинентальной баллистической ракеты Р-6



Модельная камера сгорания КС-50

но переделывать, то переделывайте и делайте это быстро.

В январе 1954 г. в ОКБ-1 состоялся ряд совещаний Главных конструкторов, которые обсудили и согласовали основные характеристики новой ракеты и, в связи с необходимостью срочного выполнения работ, взяли обязательства по ускоренному выпуску эскизного проекта, а также установили обозначение новой ракеты - Р-7.

Отличия технических характеристик двигателей ракеты Р-7, получивших обозначение РД-107 (первая ступень) и РД-108 (вторая ступень), от двигателей ракеты Р-6 заключались в увеличении тяги и удельного импульса до следующих величин: двигатель РД-107 - тяга земн./пуст. - 83/102 тс, удельный импульс - земн./пуст. - 256/313 с, у двигателя РД-108 эти же характеристики составляли 76/96 тс и 248/315 с. Изменения только тяговых характеристик позволили при разработке нового эскизного проекта максимально использовать материалы, изложенные в эскизном проекте двигателей ракеты Р-6, что существенно сократило сроки разработки нового эскизного проекта. 30 июня 1954 г. Глушко утвердил пять томов эскизного проекта двигателей РД-107 и РД-108 ракеты Р-7.

Разрабатывая эскизный проект, конструкторы ОКБ-456 отчетливо понимали сложность предстоящих работ. Об этом свидетельствует их оценка в эскизном проекте: *"Двигатели РД-107 и РД-108 по всем параметрам превосходят существующие двигатели РД-100, РД-101 и РД-103 и являются двигателями качественно нового класса, требующие высокого уровня теоретической и конструкторской разработки"*. А для выполнения работы в директивно назначенные сжатые сроки и с высоким качеством предложили вести разработку двигателей в двух вариантах: *"В интересах максимального обеспечения надёжности конструкции при наименьшей продолжительности доводки двигателей, ОКБ-456 предприняло параллельную разработку двух типов конструкции двигателей: однокамерного и четырёхкамерного. При этом имеется в виду, что для стендовых и лётных испытаний будет поставаться только один из указанных типов двигателей, а именно тот, который в процессе разработки конструкции будет найден наиболее надёжным"*. Симптоматично, что ОКБ-456 априори не определилось с выбором типа двигателя.

Чем же вызвано решение разрабатывать в качестве одного из вариантов четырёхкамерный двигатель? К этому времени в ракетном двигателестроении выявилась новая научно-техническая проблема: с ростом давления в камере сгорания и увеличением её размеров горение высокоэффективного топлива сопровождалось возникновением развитых по амплитуде высокочастотных колебаний давления, приводящих к прогарам и разрушениям корпуса камеры.

Первый случай возникновения в практике отечественного ракетного двигателестроения разрушающих камеру высокочастотных колебаний (ВЧ колебаний) был зафиксирован в 1948 г. при огневых испытаниях камеры тягой в 8 тс, разрабатываемой под руководством Исаева для двигателя зенитной управляемой ракеты. Самый коварный "джин" ракетных двигателей вырвался из исаевской "бутылки". По воспоминаниям Исаева (*"Первые шаги к космическим двигателям"*, Москва, Машиностроение, 1979 г.) *"скрывающийся ранее "зверь" рыкнул на первом же пуске так, что вылетели стёкла и чуть не рухнула крыша сборочного ангара, находящегося рядом"*. В связи с отсутствием специальных измерительных средств это новое явление долго не могли даже правильно квалифицировать. Спонтанное развитие ВЧ колебаний давления газов в камере, за сотые доли секунды приводивших к большим разрушениям - сложный процесс, который в то время только начинал проявляться и изучаться. Было выяснено, что такой тип колебаний проявляется чаще при увеличении давления в камере, при увеличении её диаметра, в большой степени зависит от системы смесеобразования и чем лучше полнота сгорания, тем вероятнее развитие таких колебаний. Далеко не сразу, но было выяснено, что природа этих колебаний - в развитии ударных детонационных волн, распространяющихся со звуковой скоростью - отсюда и высокая частота. Особенности этого явления, ставшего серьёзным препятствием при создании камер большой тяги, разработчики камер были вынуждены изучать экспериментальным путём. Не понимая причин и механизма разрушения, практически невозможно найти методы для его устранения. И пока

в КБ Исаева занимались выяснением причин разрушения камеры, было реализовано предложение взамен одного однокамерного двигателя тягой 8 тс использовать "связку" четырёх двигателей тягой 2 тс каждый, которые работали без замечаний. Так была получена первая практическая рекомендация: для обеспечения устойчивого горения камера ЖРД должна иметь минимально возможный диаметр цилиндрической части.

С этой, как оказалось, трудноразрешимой научно-технической проблемой в ракетном двигателестроении конструкторы ОКБ-456 столкнулись на первых же испытаниях кислородно-керосиновых двигателей. В начале 1950-х годов, в процессе подготовки эскизного проекта двигателей для ракеты Р-6, в ОКБ-456 с использованием технологического оборудования и матчасти находящегося в производстве двигателя РД-103 были изготовлены и испытаны несколько экспериментальных двигателей с "очковой" (без сопла) камерой, имеющей диаметр цилиндрической части 600 мм, равный диаметру камеры двигателя РД-105. Характерной особенностью этих испытаний стало разрушение камер от возникших в полости сгорания ВЧ колебаний. Хотя такой исход испытаний не стал откровением для конструкторов ОКБ-456, они имели информацию об аварийных испытаниях в других КБ, но вид разрушенной камеры и обгоревшего стендового оборудования произвёл на них обескураживающее воздействие и побудил к поиску вариантов обеспечения устойчивого горения в камере. Пути решения этой проблемы они связывали с организацией рабочего процесса в камере и совместно с научными сотрудниками НИИ-1 исследовали процесс смесеобразования различными типами форсунок и схемами их расположения в модельных и экспериментальных камерах.

Другой путь обеспечения устойчивого горения предложили начальник конструкторской группы бригады камер ОКБ-456 А.Д. Вебер и военпред при ОКБ-456 инженер-капитан Н.П. Селяев. Они 2 марта 1954 г. направили В.П. Глушко докладную записку, в которой, опираясь на известные частные конструкторские решения по устранению неустойчивого режима горения, предложили разрабатывать двигатели с четырьмя камерами, диаметры цилиндрической части которых можно уменьшить до минимально допустимого по научным канонам того времени в части организации смесеобразования размера 430 мм.

Такое же предложение, независимо и без упоминания о докладной записке, получило широкое обсуждение на расширенном совещании у Глушко с приглашением специалистов из НИИ-1 МАП. Предложение было принято и включено в эскизный проект двигателей для ракеты Р-7 в качестве альтернативного варианта однокамерному двигателю.

События по разработке МБР с новыми требованиями по массе головной части развивались в ускоренном темпе. Не дожидаясь выпуска эскизного проекта по двигателям, ОКБ-1 в мае 1954 г. направило на согласование в ОКБ-456 проект технического задания на разработку двигателя для ракеты Р-7. В этом задании основные параметры и характеристики двигателей не отличались от выданного задания для выпуска эскизного проекта. После проработки проекта технического задания ОКБ-456 15 июня 1954 г. направило его доработанный вариант на окончательное утверждение в ОКБ-1. Главным из предлагаемых изменений исходного проекта технического задания являлась параллельная разработка двигателей в однокамерном и четырёхкамерном виде с последующим выбором основного варианта.

Предложенный ОКБ-456 проект технического задания был подписан в ОКБ-1 4 июля 1954 г. Королёв согласился с предложением ОКБ-456, но всё-таки однокамерный двигатель определил основным вариантом, а четырёхкамерный - резервным. Приоритетность однокамерного двигателя была отражена и в эскизном проекте ракеты Р-7, который был выпущен 24 июля 1954 г., а 20 ноября 1954 г. одобрен СМ СССР.

Ускоряя процесс разработки межконтинентального оружия, правительство СССР ещё до завершения работ по эскизному проекту ракеты Р-7, на основе тактико-технических требований, сформированных для ракеты Р-6, но с учётом дополнения по увеличению

массы головной части, 20 мая 1954 г. выпустило Постановление о разработке ракеты Р-7.

Это послужило основанием для составления ОКБ-456 планграфика технологической подготовки производства к изготовлению однокамерного двигателя. В процессе определения сроков выполнения работ было установлено, что для изготовления камер с соплами нужного размера в стране нет готового крупногабаритного технологического оборудования, его необходимо спроектировать, изготовить и довести до кондиции, чтобы обеспечивать требуемую точность изготавливаемых крупногабаритных деталей. Длительность этого процесса существенно затягивала разработку двигателя, что приводило к срыву срока поставки двигателей для лётных испытаний ракеты Р-7. Но переходить на резервный вариант двигателя Королёв не соглашался. Ракетчиков ОКБ-1 беспокоила сложность организации синхронного контролируемого зажигания и последующего выхода на основной режим 20 камер 5 двигателей, работающих на несамовоспламеняющемся кислородно-керосиновом топливе. В ОКБ-456 эта ситуация воспринималась несколько по-другому. По воспоминаниям работников тех лет Глушко не раз говорил, что *"не лежит душа у Сергея Павловича к четырёхкамерному двигателю"*.

Чтобы переубедить заказчика, а в этом случае им был Королёв, Глушко использовал характерный для него метод. Следует заметить, что и Глушко, и Королёв умели добиваться реализации своих предложений. Но методы у каждого из них были разные.

Королёв добивался успеха методом "лобовой атаки". Только вместо боевого оружия он использовал методы пропагандистов-агитаторов: неопровержимыми доводами умел заинтересовать своих партнёров и убедить оппонентов, яркими примерами привлечь внимание высокого начальства к своему предложению. Его уверенность в правильности предлагаемого решения каким-то мистическим способом превращала слушателя в его единомышленника. Если же его "атака" не имела успеха, он не чувствовал себя побеждённым или проигравшим, он воспринимал это по поговорке "сегодня не его день", несостоявшееся решение откладывалось до следующего разговора - "атаки".

Глушко тоже обладал способностью добиваться желаемого успеха. Но он в отличие от Королёва использовал метод "осады". До того, как начать обсуждение или своё выступление по интересующему его вопросу, Глушко "обкатывал" свои доводы в беседах с людьми, причастными к принятию нужного решения. Он использовал логику профессорско-академического стиля, его речь была насыщена научными терминами, в связи с чем ему удобнее было общаться в научно-технической среде. Сдержанная манера речи, тихий голос заставлял слушателей концентрировать внимание на содержании излагаемого им предложения. Взяв в союзники авторитетных партнёров, Глушко выходил на совещания и при поддержке созданных им единомышленников добивался принятия своего предложения.

И "атака", и "осада" - оба метода хороши, когда приносят успех, но в таком случае "атака" обеспечивает более быстрое получение положительного результата.

Готовясь к обсуждению варианта двигателя, Глушко предварительно переговорил с В.П. Мишиным и Н.А. Пилюгиным и заручился их поддержкой. Мишина, отвечающего в ОКБ-1 за конструкцию всей ракеты, устраивало сокращение высоты двигателя в четырёхкамерном варианте на 1335 мм, что позволяло заметно уменьшить длину ракеты, а Пилюгин согласился поддержать предложение Глушко, посчитав, что для разрабатываемой под его руководством системы управления количественное увеличение камер с 5 до 20 не имеет принципиального значения. Имея таких союзников, Глушко на очередном совещании Главных конструкторов сделал доклад о целесообразности разработки только четырёхкамерного двигателя. В этом докладе Глушко не упоминал о трудностях обеспечения устойчивого горения топлива в однокамерном двигателе. Это были его трудности и зона его ответственности за своевременную отработку двигателя с заданными параметрами и характеристиками. Он использовал другие аргументы, не связанные с качеством своей

работы: отсутствие в стране необходимого технологического оборудования для изготовления сопла "большой" камеры, что объективно приведёт в конечном итоге к срыву срока создания ракеты Р-7. О вероятности задержки разработки однокамерного двигателя было известно в Министерстве, его работники вместе с технологами завода № 456 безуспешно разыскивали крупногабаритное оборудование на заводах других министерств. В сложившейся ситуации "крайним" мог оказаться Королёв, настаивающий на разработке однокамерного двигателя. Учитывая совокупность аргументов Глушко, поддержку его предложения Мишиным и Пилюгиным и нейтральное отношение других Главных конструкторов, Королёв не решился взять на себя ответственность за прогнозируемый Глушко срыв правительственного срока сдачи ракеты Р-7 на вооружение и согласился на четырёхкамерный вариант двигателей.

После принятия решения об использовании в составе ракеты Р-7 четырёхкамерных двигателей авторы докладной записки А.Д. Вебер и Н.П. Селяев, основываясь на приоритете своего предложения в выборе варианта двигателя, оформили рационализаторское предложение, которое при регистрации 4 марта 1955 г. получило № 256.

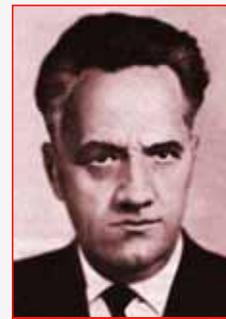
Однако главная идея авторов, изложенная в докладной записке - упрощение отработки устойчивого горения в камере, что позволит сократить время и средства на разработку двигателя - не могла быть предметом рацпредложения, также как и сокращение времени, потребного для подготовки производства однокамерных двигателей. В рацпредложении требовалось изложить конкретные изменения конструкции двигателя или его агрегатов, обеспечивающие экономический эффект для завода-изготовителя, реализующего рацпредложение. Таким изменением стало изготовление для четырёхкамерного двигателя камер меньшего размера по сравнению с "большой" камерой однокамерного двигателя. А это, по мнению авторов, не только уменьшало трудоёмкость изготовления камеры, но и исключало необходимость разработки и изготовления специального крупногабаритного технологического оборудования, включая крупные электронагревательные печи для пайки сопловой части камеры.

В соответствии с существующим порядком авторам реализованных в производстве рацпредложений выплачивается денежное вознаграждение, величина которого зависит от экономического эффекта, полученного от внедрения рацпредложения.

В апреле 1956 г., по истечению года после принятия рацпредложения № 256, авторы провели расчёт экономического эффекта от производства четырёхкамерного двигателя вместо однокамерного. Поскольку "большая" камера однокамерного двигателя не изготавливалась, трудоёмкость её изготовления была определена условно, по экспертной оценке. В расчёт экономического эффекта вошло изготовление и огневые испытания 90 экспериментальных однокамерных сборок, 15 двухкамерных сборок и 18 четырёхкамерных двигателей. Автономность работы каждой из четырёх камер на основном режиме в составе двигателя позволило конструкторам вести отработку надёжности охлаждения, величины тяги и удельного импульса, а также устойчивого горения при испытаниях экспериментальных сборок в начале с одной, а затем и с двумя камерами. Такая этапность проведения испытаний существенно сократила затраты на изготовление матчасти и расход компоненты топлива по сравнению с испытаниями для этих целей экспериментальных полнокомплектных двигателей. При последующих огневых испытаниях четырёхкамерных двигателей отработывался режим их запуска и велось дальнейшее совершенствование конструкции и обеспечение основных характеристик двигателей.



В.П. Мишин



Н.А. Пилюгин

Расчёт экономического эффекта авторы рацпредложения направили директору завода № 456, а он распорядился подвергнуть этот расчёт ревизии в технологическом подразделении завода, в конструкторском бюро и лаборатории огневых испытаний (ЛОИ) двигателей.

Работники технологической службы завода в своём заключении указали, что принятая авторами рацпредложения величина условной трудоёмкости "большой" камеры завышена и по их расчётам меньше, чем суммарные трудозатраты на изготовление комплекта камер для четырёхкамерного двигателя. Кроме того, из расчёта экономического эффекта были исключены предполагаемые затраты на создание крупногабаритного оборудования для изготовления "большой" камеры: такие затраты не имеют отношения к заводским, они являются статьёй расхода Министерства и Госплана, т.к. такое оборудование изготавливается на заводах других министерств. Вывод: экономический эффект отсутствует.

Отдел научно-технических расчётов КБ дал заключение, что в случае выбора однокамерного двигателя в качестве основного варианта исключалось бы изготовление и огневые испытания экспериментальных однокамерных и двухкамерных сборок с "малыми" камерами. Таким образом, эти затраты могут быть включены в расчёт экономического эффекта от использования рацпредложения только со знаком "минус". В заключении ЛОИ выражалась солидарность с позицией расчётного отдела КБ и приводился расчёт стоимости компонентов топлива и трудозатрат на проведение огневых испытаний экспериментальныхборок.

Общий итог ревизии расчёта экономического эффекта - использование рацпредложения № 256 не дало заявленного авторами эффекта. Вспоминаю цикл анекдотов из "армянского радио" - авторы не выиграли, а проиграли. В то же время двигатели продолжали изготавливаться в соответствии с рацпредложением. Как же такое могло случиться? И был ли экономический эффект или работы действительно велись в убыток? Сделаем некоторый анализ выводов из "ревизионных" заключений.

Заключение технологов - работа методически проведена верно, разногласия только в величине условных затрат на изготовление "большой" камеры. Вопрос дискуссионный, каждая сторона имеет право на свой вариант экспертной оценки. Учитывая незначительные отличия в конечном результате расчёта по этой статье затрат, оставим их без комментариев.

Исключение из расчёта экономии в связи с ненадобностью изготовления крупногабаритного оборудования - позиция завода правомерна, хотя именно это давало главный выигрыш - существенное сокращение времени на разработку двигателя, но это не было предметом рационализации.

Заключения расчётного отдела КБ и ЛОИ аналогичны, проанализируем их совместно. Главной ошибкой в этих заключениях явилось превращение достоинства в недостаток. Выбор четырёхкамерного варианта двигателя позволил конструкторам провести отработку конструкции и рабочих характеристик камер, используя только одну из четырёх камер двигателя в составе сборки с пригодными в этом случае ТНА и клапанами находящегося в производстве двигателя РД-103, не дожидаясь их изготовления в "штатном" исполнении. Это безусловно дало солидную экономию трудозатрат на изготовление экспериментальныхборок и подготовку их испытаний, а также стоимости затраченного топлива. А таковых было проведено 90+15 испытаний. В случае проведения работ с двигателями, имеющими "большую" камеру, такой экономии не могло быть по определению.

Сделанные выводы очевидны сейчас, они не могли быть иными и во время выпуска заключений. Так чем же руководствовались начальник расчётного отдела Н.А. Желтухин и начальник ЛОИ В.Л. Шабранский, подписывая такие заключения? Предположить в недостаточном знании ими предмета нет оснований: оба участвовали в подготовке эскизного проекта двигателей для ракеты Р-7, в котором четырёхкамерный двигатель представлен равнозначным вариантом однокамерному двигателю. Оба участвовали в совещаниях у Глушко, на которых четырёхкамерный двигатель был выбран

и рекомендован ОКБ-1 в качестве основного для ракеты Р-7. Нельзя заподозрить их в недостаточном техническом образовании - Желтухину и Шабранскому в 1959 г. за их научно-технический вклад в разработку двигателей для первой космической ракеты была присуждена степень докторов технических наук, а Желтухин после перехода в 1959 г. на работу в Сибирское отделение АН СССР, был избран членом-корреспондентом АН СССР. Так чем же вызвано такое неадекватное отношение к техническому предложению коллег по разработке двигателя?

Ответ на заданный себе вопрос я пытался найти у ныне здравствующих ветеранов ОКБ-456, принимавших участие в разработке двигателей для ракеты Р-7. Два из трёх опрошенных вспомнили, что интересующее меня событие имеет свою предысторию. Обсуждение проблемы обеспечения устойчивого горения в двигателе с "большой" камерой начались после первого аварийного испытания экспериментального двигателя при проведении работ в рамках создания двигателя для ракеты Р-6. Эффект от этой аварии в некоторой степени опроверг поговорку: "Лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать". Громоздкий звук от разрушения камеры ассоциировался со взрывом крупной авиабомбы и оказал сильнейшее психологическое воздействие на конструкторов, даже на тех, кто не видел искорверканные останки двигателя. О таких авариях от возникновения в камере ВЧ колебаний конструкторам ОКБ-456 было известно из опыта работ других КБ, но в практике ОКБ-456 такая авария произошла впервые.

Обеспечение устойчивости горения путём организации оптимального смесеобразования было делом специалистов и замыкалось на обсуждение внутри бригады камер с участием научных сотрудников НИИ-1. Более широкое поле предложений основывалось на рекомендациях уменьшения диаметра цилиндрической части полости сгорания в камере. Такое решение проблемы обеспечения устойчивого горения обсуждалось не только на технических совещаниях, но и в "курилках" на всех этажах корпуса КБ. Выдвигались предложения установить вместо одного двигателя с "большой" камерой "связку" из трёх, а лучше из четырёх однокамерных двигателей, или один двигатель, но с тремя-четырьмя камерами. Дальше всех в конкретных поисках варианта нового двигателя для ракеты Р-7 продвинулся конструктор бригады камер А.Д. Дарон. Используя опыт разработки четырёхкамерного двигателя в своём дипломном проекте в МАИ в 1948 г., он начал по собственной инициативе компоновать на кульмане такой двигатель. Однако участвовать в подаче докладной записки он отказался, посчитав такой шаг не этичным, т.к., по его мнению, эта работа входила в его обязанности конструктора, а идея предложения была уже известна.



А.Д. Дарон

Обсуждая различные варианты нового двигателя, конструкторы ОКБ-456 исходили из прогноза длительной и трудоёмкой отработки двигателя с одной "большой" камерой. Однако переход к многокамерному двигателю непременно приводит к существенным изменениям конструкции ракеты, а рассчитывать в этом случае на согласие конструкторов ОКБ-1 было проблематичным: переделывать свою конструкцию из-за сложностей, возникших у соседа, никто не любит. Но недаром в русском языке существуют пословицы, являющиеся обобщением различных сторон жизни человеческого общества. На этот раз сработала пословица "Не было бы счастья, да несчастье помогло". В связи с изменением массы головной части ракеты ОКБ-1 вынуждено было переделывать свой эскизный проект, при этом были повышены требования по тяговым характеристикам двигателей. Это позволило двигателям выйти с предложением вести разработку форсированных двигателей в новом конструкторском облике.

Этим и воспользовались по словам одного из ветеранов ОКБ-456 "наши доморощенные умники - Вебер и Селяев. Они подсуети-

лись со своей докладной запиской и потащили одеяло приоритета создания четырёхкамерного двигателя на себя". Если эти воспоминания соответствуют действительности, а у меня нет оснований в них сомневаться, то в моём представлении причина отрицательных заключений по рацпредложению № 256 не имеет технической основы, а лежит в области человеческого фактора - авторы заключений имели цель лишить денежного вознаграждения за экономический эффект в их понимании псевдоавторов четырёхкамерного варианта двигателя. На завершающий вопрос, касающийся этого рацпредложения: "Получили ли авторы вознаграждение?" - ответ положительный. Документов в получении вознаграждения в архиве не обнаружено, но по воспоминаниям одного из ветеранов они получили по 4000 рублей. Много ли это или мало - судить читателю. Для ориентировки сообщу, что месячный оклад молодого инженера-конструктора без категории в то время составлял 1100 руб. И ещё один момент, связанный с рацпредложением. После принятия на вооружение ракеты Р-7 Министерство выделило предпринятиям-разработчикам денежные средства для премирования членов коллектива. В представленных списках была и фамилия Вебера - начальника конструкторской группы по разработке камер двигателей РД-107 и РД-108. Но Глушко перед подписанием приказа на выплату премии конструкторам лично вычеркнул эту фамилию со словами: "Он своё уже получил". Думается, что это явилось отголоском отношения коллектива конструкторов к одному из авторов рацпредложения № 256.

Параллельно с решением принципиальных технических вопросов в ОКБ-456 шёл выпуск конструкторской и технологической документации, велась подготовка производства, строились недостающие стенды. В связи с большой сложностью одновременного запуска пяти двигателей был сооружён отдельный стенд для отработки совместного запуска двигателей и обеспечения устойчивого горения на переходных режимах работы двигателей, для выбора средств контроля за ходом набора давления в процессе запуска и других технических характеристик. На этом стенде было проведено более тысячи кратковременных пусков двигателей без выхода на номинальный режим.

Как и предполагалось, самым трудным оказалось обеспечение работоспособности камеры. Первые огневые испытания начались в апреле 1955 г. в составе экспериментальных двигателей с одной камерой, затем с двумя и, наконец, в январе 1956 г. состоялось первое испытание штатной сборки с четырьмя камерами. Конструкторам ОКБ-456 пришлось затратить много времени и интеллектуальных сил для обеспечения надёжного охлаждения, получения заданной величины тяги и удельного импульса. Не ошиблись они и в ожиданиях неустойчивого горения топлива в камере. ВЧ колебания возникали как на режимах запуска, так и на основном режиме работы. Устранение этой "хронической болезни" ЖРД на основном режиме работы велось при испытаниях экспериментальных двигателей с одной и двумя камерами. На этом этапе отработки была проведена оптимизация двухкомпонентных эмульсионных форсунок в части улучшения внутреннего смешения компонентов топлива. Отработка устойчивости рабочего процесса на переходных режимах запуска велась только при испытаниях четырёхкамерной сборки. На это потребовалось более года интенсивной работы конструкторов ОКБ-456 и научных сотрудников НИИ-1.

Создание работоспособных маршевых двигателей обеспечило выполнение одной из главных задач ракеты Р-7 - доставку ядерного боезаряда на расстояние 7...8 тыс. км. Но кроме дальности полёта имелось ещё требование по точности попадания в цель. А для этого необходимо было организовать прекращение тяги маршевых двигателей в момент достижения ракетой расчётной скорости полёта. Но маршевые двигатели не всегда могут обеспечить выполнения этого требования, т.к. после исполнения команды на выключение двигателя в камерах продолжается неуправляемое догорание топлива и возникает так называемый импульс последствия, влияющий на точность попадания в цель. Эту одну из основных характеристик боевого оружия можно было бы обеспечить выключением двигателя с низкого режима по тяге, но о возможности глубо-

кого дросселирования режима работы маршевых двигателей в ту пору не имелось представлений и такое предложение даже не обсуждалось.

Выход нашли конструкторы ОКБ-1, предложив в эскизном проекте ракеты Р-7 изящное решение этой технической задачи - установить на второй ступени ракеты дополнительные двигатели тягой 3...5 тс, которые будут некоторое время работать после отключения маршевого двигателя, заменив его работу на режиме дросселирования перед отключением. Попутно эти камеры рассматривались в качестве второго варианта управления вектором полёта второй ступени наряду с первым вариантом: графитовыми газоструйными рулями, которые применялись на ракетах Р-1, Р-2, Р-5 и в эскизном проекте ракеты Р-6. На первой ступени ракеты в соответствии с эскизным проектом ракеты Р-7 предполагалась установка только газоструйных рулей. Позднее, в процессе разработки конструкции ракеты Р-7 выяснилась недостаточная работоспособность газоструйных рулей в условиях повышенной температуры и скорости газа на выходе из камер маршевых двигателей, в связи с чем вариант применения дополнительных двигателей для управления полётом второй ступени ракеты был признан основным и распространён и на первую ступень.

Метод управления вектором полёта ракеты качанием маршевого или дополнительных рулевых двигателей был известен с давних пор. Первым таким проектом, имеющим документальное подтверждение, была разработка русского революционера-народовольца Н.И. Кибальчича. Находясь в тюрьме за подготовку покушения на императора Александра II, Кибальчич в марте-апреле 1881 г. разработал проект пилотируемого ракетного аппарата, управление полётом которого осуществлялось качанием маршевого двигателя. Проект осел в архивах царской охранки и получил известность спустя много лет.

О возможности управления полётом ракеты путём качания маршевого двигателя упоминали в своих работах в 20-х годах К.Э. Циолковский, Г. Оберт, имелся засекреченный патент Р. Годдарда. Наиболее подробно о возможном решении этой проблемы изложил француз Р. Эсно-Пельтри в докладе Французскому физическому обществу 15 ноября 1912 г.: *"Недостаточно только обеспечивать движение летательного аппарата, нужно им управлять. Чтобы заставить тело изменить траекторию, достаточно повернуть двигатель так, чтобы направление развиваемой силы было наклонным к траектории полёта. Если поворот двигателя не может быть осуществлён во всех направлениях, то можно применить один или два малых вспомогательных двигателя, которые смогут обеспечить необходимую управляемость летательного аппарата"*.

Внедрение нового, а на самом деле, как видно из истории ракетной техники, "хорошо забытого старого" метода управления полётом ракеты стало поводом для некоторого разногласия между Глушко и Королёвым и в большинстве мемуарных произведений излагается в искажённом виде. Один из биографов Королёва, журналист Я.К. Голованов в своём весьма объёмном труде "Королёв: факты и мифы" (Том 2, Москва, 2007 г.) так изложил историю разработки рулевых двигателей. Предполагаемый по мысли автора разработчик рулевых двигателей Глушко *"заявил, что идея дурацкая, и проектировать эти двигатели он не будет. Что делать? Искать нового смежника? Уламывать, уговаривать и при этом безо всяких гарантий, что всё будет сделано в срок"*. Такая трактовка событий выдумана Головановым на основе известности конечного результата: *"Королёв решает сам создать эти двигатели управления. Первые "семёрки" летали со своими "родными" движками конструкции М.В. Мельникова. Это "задело" Глушко и он, в конце концов, отработал более совершенный движок. Но когда? Когда ракета уже летала"*.

Как же на самом деле развивались события по созданию рулевых двигателей, а затем камер в составе рулевых агрегатов?

В эскизном проекте ракеты Р-7 управление вектором полёта ракеты рассматривалось в двух вариантах: газоструйными рулями и рулевыми двигателями, при этом оба варианта по аналогии с предыдущими ракетами рассматривались относящимися к ракетной системе управления. В выданном в ОКБ-456 в мае 1954 г. техниче-

ком задании оговаривалось, что в случае выбора варианта рулевых двигателей, ОКБ-456 подключается к отработке их запуска на стадии проведения огневых испытаний маршевых двигателей второй ступени совместно с рулевыми после выпуска НИИ-88 технического отчёта об автономной отработке этих двигателей.

Так что Глушко не было необходимости отказываться от реализации "дурацкой идеи". Тем более что Глушко сам в 1932 г. использовал такую идею управления полётом ракеты в своём проекте РЛА-100 (ракетный летательный аппарат для достижения высоты 100 км). Обвиняя Глушко в непринятии идеи применения рулевых двигателей, Голованов проявляет незнание характера Глушко, который не позволял себе критиковать чужие предложения исходя из положения: "Мне не нравится, значит это плохо", хотя неоднократно демонстрировал свою незаурядную интуицию при выборе перспективного варианта конструкции или технического решения. Он всегда руководствовался принципом: если критикуешь - предлагай свой вариант решения. Это же требование распространялось и на ведущих работников ОКБ-456 при обсуждениях технических вопросов на совещании у Глушко.

В выданном ОКБ-1 в конце 1953 г. техническом задании на разработку в ОКБ-456 эскизного проекта двигателей для ракеты Р-7 с уточнёнными характеристиками принятое ранее решение о разработке органов управления полётом ракеты в ОКБ-1 будь то рулевые двигатели или газоструйные рули - не пересматривалось. Однако в процессе дальнейших работ в ОКБ-1 определились с тяговыми характеристиками рулевых двигателей, составивших от 2,5 до 3,7 тс, и пришли к выводам, что хотя эти двигатели и выполняют функции управления траекторией полёта ракеты, но по размерам и конструкции являются ЖРД, в связи с чем их разработку следует вести специалистам, т.е. в ОКБ-456. Такое решение вызвало возражение у Глушко, и он настаивал на сохранении первоначального распределения работ.

Причиной возражений была не прихоть или упрямство, а обеспокоенность за сроки разработки маршевых двигателей. Подтверждение этому мы находим в книге Б.Е. Чертока "Ракеты и люди", том 2: "Глушко отказался делать рулевые двигатели. Ему хватало забот с основными двигателями, так как сроки их доводки находились под угрозой срыва". К этому времени, а была уже вторая половина 1955 г., в ОКБ-456 провели ряд экспериментальных работ, в процессе которых определились трудности с обеспечением охлаждения камер, с получением требуемого удельного импульса тяги и, главное, выявилась неустойчивость горения кислородно-керосинового топлива. Учитывая малочисленность конструкторского подразделения, разрабатывающего камеры в ОКБ-456, дополнительные работы по рулевым камерам выполнять было некому. В то же время в ОКБ-1 имелась разработанная под руководством М.В. Мельникова экспериментальная камера, по техническим характеристикам близкая к камере рулевого двигателя. Имелся в ОКБ-1 и огневой стенд для проведения автономных испытаний рулевых двигателей. Оставалось разработать узел подачи компонентов топлива через подвижные элементы крепления рулевой камеры. Такую конструкцию необходимо было создать впервые, но квалификация работников ОКБ-1 не вызвала сомнения в успешном решении этой задачи. Однако Королёв с предложением Глушко не соглашался, и тому пришлось снова и снова настаивать на сохранении договорённости о разработке рулевых двигателей в ОКБ-1. После очередного обсуждения уставший от этой тяжбы Королёв принял решение: "Не хотите делать свою работу? Обойдёмся без вас, сами всё сделаем". Принимая такое решение, Королёв рассчитывал на технические возможности подразделения под руководством Мельникова, в котором работала группа перешедших из НИИ-1 молодых инженеров, среди них были получившие позднее известность в среде разработчиков ракетной техники Б.А. Соколов



М.В. Мельников

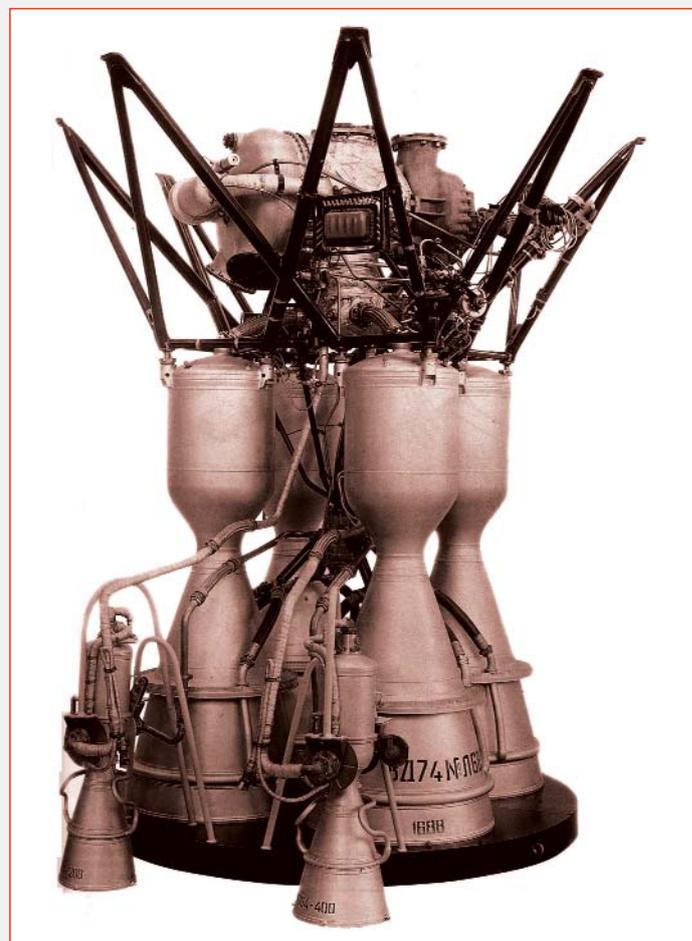
и И.И. Райков. Борис Александрович Соколов и сейчас в строю - продолжает работать в РКК "Энергия" имени С.П. Королёва.

Принятие в качестве основного варианта четырёхкамерного двигателя породило трудности с выбором места размещения и крепления газоструйных рулей. Конструкторы ОКБ-1 успешно справились с этой задачей, предложив установить на первой ступени, как и на второй, рулевые двигатели. В конце 1955 г. работники ОКБ-1 предложили заменить рулевые двигатели рулевыми агрегатами (РА), состоящими из качающейся рулевой камеры, трубопроводов подвода топлива и отсечных клапанов. Топливо в камеру поступало из ТНА маршевого двигателя. Замена рулевых двигателей на РА была оформлена в качестве рацпредложения, зарегистрированного в ОКБ-1. Авторы рацпредложения: работники ОКБ-1 и ОКБ-456. Подача указанного рацпредложения подтверждается воспоминаниями нескольких ветеранов разработки ракеты Р-7, а вот фамилии всех авторов однозначно определить не удалось. 15 февраля 1956 г. Королёв и Глушко подписали техническое решение о подаче топлива в рулевые камеры от основных ТНА и креплении РА к маршевым двигателям первой и второй ступеням вместо газоструйных рулей.

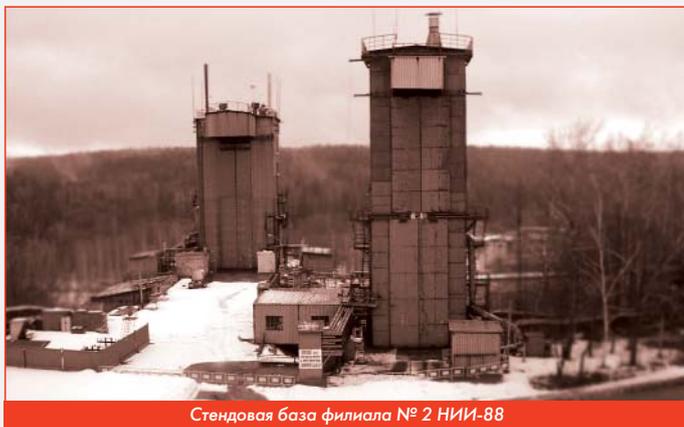
Разработка и доводка рулевых агрегатов проводилась в два этапа: автономные огневые испытания в ОКБ-1 и испытания в составе двигателей на стенде ОКБ-456. Глушко оказался прав, прогнозируя большой объём работ. Конструкторам ОКБ-1 пришлось решить ряд научно-технических проблем. В процессе автономной отработки было проведено около 500 огневых испытаний, проверено более двух десятков различных вариантов конструкции. Доводка конструкции продолжилась в составе двигателей РД-107 и



Общий вид рулевой камеры



РД-107 с рулевыми агрегатами



Стеновая база филиала № 2 НИИ-88



Испытание РД-107 с рулевыми двигателями

РД-108 на стенде в ОКБ-456. Этими испытаниями было выявлено, что на переходных режимах запуска основных двигателей в рулевых камерах периодически возникают высокочастотные колебания давления, разрушающие камеру. Внедрением предложенных работниками ОКБ-456 изменений конструкции рулевых камер этот дефект был устранён и 15 марта 1957 г. Королёв и Глушко подписали итоговое заключение о допуске системы управления полётом ракеты рулевыми агрегатами к лётным испытаниям. В тот же день Глушко в соответствии с данным Королёву обещанием подписал план-график работ на разработку рулевых камер усовершенствованной конструкции к 1 января 1958 г.

В 1957 г. отработка маршевых двигателей РД-107 и РД-108 практически была завершена и у конструкторов ОКБ-456 появилась возможность заняться совершенствованием разработанной в ОКБ-1 конструкции рулевых камер. Это диктовалось необходимостью повышения работоспособности камер в части ликвидации периодически появляющихся "пролизов" внутренней стенки, а также использования более совершенных технологий специализированных двигательных заводов по сравнению с возможностями экспериментального производства ОКБ-1. Новая конструкция рулевой камеры обеспечивает высокую устойчивость сгорания топлива и надёжное охлаждение, а по экономичности на 15...18 с превосходит первоначальный вариант.

Новые рулевые камеры прошли необходимые стендовые проверки в ОКБ-456 и конструкторская документация была передана для товарного производства на серийный завод. Ракета, поднимающая в космос Ю.А. Гагарина, была оснащена рулевыми камерами новой конструкции. Но, несмотря на существенное изменение конструкции камеры, исходный индекс рулевых агрегатов, в состав которых входит камера, остался прежним, данным им в ОКБ-1. Этим Глушко, видимо, хотел подчеркнуть, что рулевые агрегаты всё-таки являются принадлежностью ракетной системы и не входят в состав двигателей. Совместные испытания двигателей с рулевыми агрегатами стали заключительной частью отработки двигателей на стенде ОКБ-456.

Следующий этап отработки ракеты - испытания двигателей в составе ступени, а затем испытания всего "пакета" ракеты, т.е. одновременная работа всех пяти двигателей. Для проведения испытаний на стендовой базе филиала № 2 НИИ-88 близ Загорска был построен специальный стенд, по тому времени крупнейший в мире.

В период с 15 августа 1956 г. по 26 января 1957 г. было испытано 3 боковых и 3 центральных блока ракеты. Выявленные в процессе этих испытаний многочисленные замечания к работе отдельных систем ракеты были проанализированы и устранены. Решение о проведении огневых испытаний всего "пакета" ракеты принималось на совместном совещании по докладам Главных конструкторов о готовности каждой ракетной системы к полёту.

О достигнутых результатах и ближайших планах ведения работ на заключительной стадии создания ракеты Р-7 регулярно докладывались председателем Государственной комиссии по подготовке и проведению лётных испытаний ракеты Р-7 В.М. Рябиковым лично Первому секретарю ЦК КПСС Н.С. Хрущёву, который придавал огромное военно-политическое значение получению на вооружение

межконтинентальной баллистической ракеты с ядерной боеголовкой. Приведём некоторые фрагменты такой докладной записки, направленной 10 апреля 1957 г. В.М. Рябиковым и С.П. Королёвым в адрес Н.С. Хрущёва "О состоянии подготовки к первому пуску межконтинентальной баллистической ракеты Р-7":

*"1. 20 февраля на огневом стенде впервые проведено испытание ракеты в целом ("пакет"). Двигательные установки пакета развили тягу 398 тонн. При этом центральная ракета работала полный ресурс времени (283 сек.), а четыре боковых, в целях предосторожности, работали 20 сек. (полное время работы 115 сек.). Испытание прошло с удовлетворительными результатами.*

*2. 30 марта с.г. проведено второе испытание ракеты в целом на полный ресурс времени при максимальной тяге двигательных установок центральной и боковых ракет. Работа прошла также удовлетворительно. Эти два пуска дают возможность приступить к лётным испытаниям на полигоне.*

*3. 2 марта с.г. ... первая лётная ракета отправлена на полигон. С 12 марта ведутся подготовительные работы к запуску этой ракеты.*

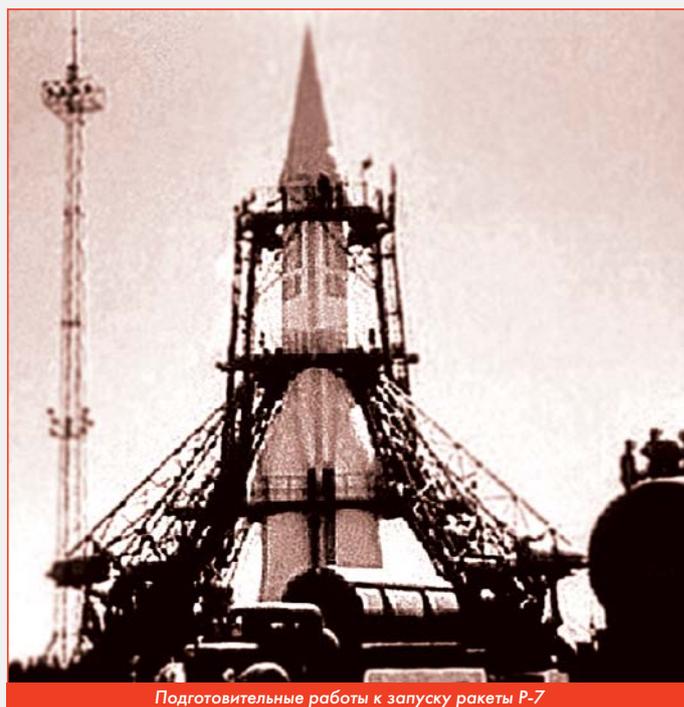
*4. В период с 5 по 13 марта с.г. на полигон отправлено 450 специалистов для подготовки ракеты к пуску, остальные отбывают в ближайшие 7-8 дней.*

*5. Комиссия по проведению испытаний ракеты с августа 1956 г. ведёт систематическую работу по подготовке к пуску и 10-15 апреля с.г. отбывает на место испытаний.*

*О дате готовности к пуску доложим с места испытаний..."*

Остаётся и мне "доложить" читателям, что изложение истории создания ракеты Р-7 продолжится в следующем номере. ▶

*(Продолжение следует.)*



Подготовительные работы к запуску ракеты Р-7