

# 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, 1-2 - 2016)

## ПЕРВЫЕ СОБСТВЕННЫЕ РАКЕТЫ ДАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

Правительственное Постановление от 13 мая 1946 г. о развёртывании в СССР работ по созданию ракетного вооружения дальнего действия воодушевило Королёва, Глушко, Пилюгина и других участников разработки в институте "Нордхаузен" форсированного варианта ракеты А-4. Баллистические расчёты показали, что при существенном снижении сухого веса ракеты и увеличении тяги двигателя с 25 тс до 35...37 тс ракета способна доставить боеголовку массой около 1,5 тонны на расстояние до 600 км, т.е. более чем в 2 раза дальше по сравнению с исходным вариантом А-4. В декабре 1946 г. конструкторско-аналитические работы по созданию такой ракеты были завершены и оформлены в виде эскизного проекта, участники его разработки в декабре 1946 г. - январе 1947 г. возвратились в СССР.

Хотя работы по изготовлению ракеты Р-1 ещё только начинались, предложение о реальной возможности создания более дальнобойной ракеты было доложено И.В. Сталину. 14 апреля 1947 г. у Сталина состоялось совещание, на котором с участием членов Спецкомитета по реактивной технике обсуждались перспективы развития ракетостроения в СССР. После доклада Королёва присутствующие обсудили его предложение вместо изготовления ракеты Р-1 приступить к работам по созданию ракеты Р-2. Подводя итоги обсуждения, Сталин указал на целесообразность последовательного освоения новой для советской промышленности ракетной техники в соответствии с принятым Постановлением от 13 мая 1946 г. Что же касается создания новой ракеты, то её нужно разрабатывать "в затылок" за ракетой Р-1 и начинать работы с завтрашнего дня, а также продумать возможность создания следующей ракеты большей дальности.

В течение 25-28 апреля 1947 г. в НИИ-88 состоялась заседания НТС, на которых присутствовал министр Д.Ф. Устинов. С развёрнутым докладом о проведении работ по созданию ракеты дальностью 600 км выступил Королёв. Перечисляя трудности, стоящие перед разработчиками новой ракеты, он упомянул и проблемы у двигателей: "К сожалению, надо отметить, что камера сгорания двигателя А-4 довольно неудачно сконструирована, поэтому мы чрезвычайно связаны в вопросе увеличения удельной тяги. [...] Следующая крупная трудность - это вопрос форсирования двигательной установки. Работа ведётся в интенсивном порядке. Такая двигательная установка будет создана в МАП г. Глушко... В результате этой работы будет увеличено число оборотов турбины, увеличена подача топлива, повышено давление в камере и особое внимание уделяется повышению удельной тяги до 210 и выше".

Итоги совещания, состоявшегося 14 апреля 1947 г. у И.В. Сталина, и положительное заключение НТС НИИ-88 о разработке новой ракеты нашли своё отражение в Постановлении СМ СССР от 7 мая 1947 г., определившим основные задачи плана опытных работ на 1947 г. по разработке и изготовлению образцов реактивного вооружения. Этим постановлением, наряду с изготовлением ракет Р-1, поручалась разработка проектов более совершенных образцов ракет дальностью полёта 600 км и 3000 км, при

этом к разработке технического проекта двигателя для ракеты дальностью 3000 км привлекались ОКБ-456 и НИИ-1 МАП.

Изложенные в правительственных постановлениях планы освоения ракетной техники строго выполнялись, и в октябре-ноябре 1947 г. были проведены лётные испытания ракет А-4. Освоение технологии сборки ракет из материальной части, привезённой из Германии, и последующая подготовка и проведение лётных испытаний этих ракет вселили уверенность в успешном выполнении работ по созданию новых ракет. Оценивая значимость проведённых испытаний, Глушко сделал оптимистические выводы: "Кадры советских специалистов получили первый опыт полигонной эксплуатации и лётных испытаний двигателей А-4 и освоили эту технику в достаточной степени, чтобы уверенно вести работу над созданием советских образцов ракетных двигателей".

Более конкретные оценки сделала Госкомиссия по проведению лётных испытаний ракет А-4. В докладной записке от 28 но-



Перед пуском А-4 на полигоне Капустин Яр

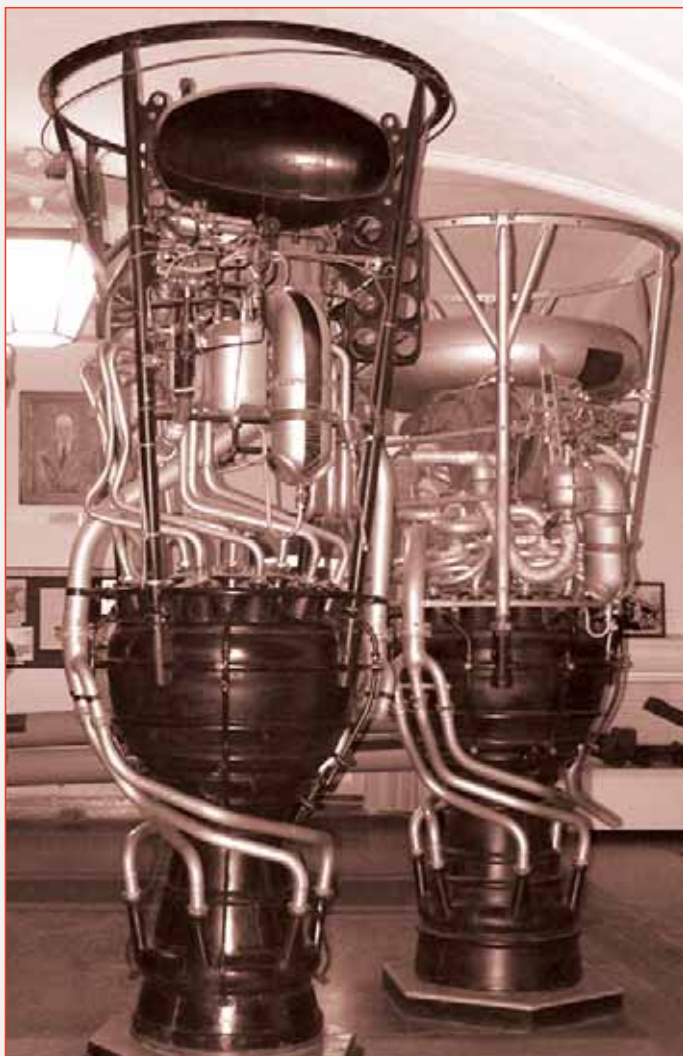
ября 1947 г., направленной И.В. Сталину, отмечалось: "Необходимо параллельно с созданием отечественной ракеты Р-1 с дальностью полёта 250 - 270 км форсировать разработку, проведение научных и экспериментальных работ по изготовлению ракеты Р-2 с дальностью полёта 600 км и разработку проекта ракеты Р-3 с дальностью полёта 3000 км, учтя опыт, полученный при опытных пусках немецких ракет А-4".

Вот так, ещё не изготовив ни одной ракеты Р-1 по заимствованной конструкторской документации, специалисты положительно оценивали свою готовность к разработке более дальнобойных ракет. А ещё несколько лет назад, на их памяти, за невыполнение обещания И.В. Сталину разработать к установленному сроку образцы нового вооружения некоторые конструкторы получили свои "сроки". На чём же теперь основывалась уверенность в успехе?



Транспортировка ракеты Р-1

В предлагаемом варианте ракета Р-2 представляла собой усовершенствованный вариант ракеты А-4, который форсировался по тяге и облегался по массе. Как уже упоминалось, технические новшества были разработаны советскими специалистами во время командировки в 1945-1946 гг. в Германии. Двига-



ЖРД РД-100 (на переднем плане) ракеты Р-1 и РД-101 ракеты Р-2

тели там же успешно прошли ряд стендовых испытаний на повышенных режимах работы и подтвердили возможность их модернизации. С учётом реализации разработанных предложений новая ракета имела отделяемую в конце активного участка полёта ракеты боеголовку и несущий бак горючего. С целью снижения сухой массы ракеты ряд стальных деталей выполнялся из алюминиевых сплавов. Более лёгкими стали и бортовые приборы системы управления.

Существенным изменениям подвергся двигатель, получивший обозначение РД-101. Его характеристика и параметры: номинальная тяга, удельный импульс и давление в камере сгорания составили 37 тс, 210 кгс/кг и 22 атм., в то время как у двигателя ракеты А-4 эти величины составляли соответственно 25 тс, 203 кгс/кг и 16 атм. Кроме повышенных энергетических характеристик новый двигатель имел более совершенную пневмогидравлическую и электрическую схемы, твёрдый катализатор разложения перекиси водорода вместо жидкого с его системой подачи, количество агрегатов автоматики было сокращено с 26 до 20. Всё это позволило существенно снизить массу двигателя.

Изготовление ракетных систем и ракеты Р-2 в целом проходило несколько легче, чем это было при производстве ракеты Р-1. Всё-таки многие неизвестные до воспроизводства ракеты А-4 технологии к этому времени были успешно освоены, а внесённые конструкторские изменения не требовали разработки новых методов изготовления.

Лётные испытания новой ракеты решили начать с малой экспериментальной партии. Испытания проводились в сентябре-октябре 1949 г., из 5 пусков ракет два оказались аварийными. При пусках всех ракет экспериментальной партии, включая успешные, отмечались замечания к работе различных агрегатов, проявление которых вполне естественно при испытаниях экспериментальных промышленных объектов нового типа. Однако эти испытания имели одну особенность - это был первый опыт в практике советского промышленного ракетостроения, в процессе которого проверялась работоспособность ракет дальнего действия с внедрёнными в их конструкцию разработками советских инженеров. Полученная 40 % аварийность не превышала статистику отказов при пусках ракет А-4, но изменения конструкции базового варианта подавались их авторами как существенное улучшение не только лётных характеристик ракеты, но и надёжности её работы.

Всякая авария вызывает негативную реакцию и приводит к дополнительному напряжению в работе участников создания ракетного комплекса. Каждый Главный конструктор ракетной системы болезненно воспринимает любые замечания к работе системы, разрабатываемой под его руководством. Лётные испытания выявили неудачные изменения и бортовой части ракеты А-4, предложенные Королёвым. На этом фоне обострились отношения между ним и Глушко, вылившиеся в претензии Королёва к организации в ОКБ-456 стендовой проверки работоспособности газовых рулей, предназначенных для управления вектором полёта ракеты.

Напомню, что у ракет А-4, Р-1 и Р-2 имелись графитовые рули, установленные в потоке газа на его выходе из сопла камеры двигателя. В связи с увеличением температуры газового потока из-за повышения содержания спирта в горючем, а также роста скорости истечения газов из сопла, работоспособность графитовых рулей подлежала проверке. В наземных условиях такую проверку рулей, являющихся элементом конструкции борта ракеты, можно провести только при стендовых огневых испытаниях двигателя. В техническом отношении эти испытания не представляют сложности, но программа их проведения имела отличия от программы доводочных испытаний двигателя и это создавало неудобство как для ракетчиков, так и для двигателистов. Подобная кооперация работ практически всегда является источником взаимных претензий, т.к. в её основе заложен конфликт интересов каждого из участников работ.

По сегодняшним оценкам этот случай в истории совместных разработок ракетных систем выглядит незначительным, но он представляет интерес не с технической стороны, а по форме вза-

имных отношений между Королёвым и Глушко по этому поводу. Проиллюстрируем это приведением писем, составленных и подписанных лично Королёвым и Глушко.

"ГЛАВНОМУ КОНСТРУКТОРУ ОКБ-456 МАП  
Тов. ГЛУШКО В.П.  
Копия: ЗАМЕСТИТЕЛЮ МИНИСТРА ВООРУЖЕНИЯ СССР  
Тов.ЗУБОВИЧ И.Г.  
НАЧАЛЬНИКУ 14-го ГЛАВНОГО УПРАВЛЕНИЯ  
Тов. ЕРЕМЕЕВУ А.И.

1. До настоящего времени Вами упорно не выполняются экспериментальные работы по исследованию графитовых рулей при огневых испытаниях двигателя РД-101 с повышенной концентрацией спирта. Последнее обстоятельство может в дальнейшем послужить причиной для серьёзных изменений в системе управления и сорвать своевременную подачу рулей для ракеты Р2 (технологический процесс изготовления графитовых рулей длится 4-5 месяцев).

Имевшие место устные переговоры и переписка об огневых испытаниях рулей не привели к каким-либо положительным результатам.

2. До настоящего времени Вами, несмотря на многократные напоминания, не высылаются материалы по техническому проекту двигателя РД-101, что лишает нас возможности провести защиту технического проекта ракеты в целом.

Невыполнение Вами этих 2-х условий ставит под угрозу срыва выпуск серии ракет Р-2 к испытаниям в августе месяце с.г.

Ввиду создавшегося положения мы вынуждены приостановить дальнейшее согласование технической документации по двигателю РД-101 до выполнения Вами Ваших обязательств по указанным работам.

ГЛАВНЫЙ КОНСТРУКТОР (КОРОЛЁВ)

Письмо отправлено 22 марта 1950 г., получено в ОКБ-456 25.03.1950 г., приведённый ниже ответ отправлен 2.04.1950 г.

"ГЛАВНОМУ КОНСТРУКТОРУ НИИ-88 МВ  
Тов. КОРОЛЁВУ С.П.  
Копия: ЗАМЕСТИТЕЛЮ МИНИСТРА ВООРУЖЕНИЯ СССР  
Тов. ЗУБОВИЧУ И.Г.  
НАЧАЛЬНИКУ ГЛАВНОГО УПРАВЛЕНИЯ  
РЕАКТИВНОГО ВООРУЖЕНИЯ МАП  
Тов. ЕРЕМЕЕВУ А.И.

1. Испытания рулей по возможности совмещаются с доводочными испытаниями двигателей, зачастую с ущербом для испытуемого двигателя и стенда, а также с ущербом для темпов проводимых работ по двигателю. Тем не менее эти работы проводятся.

Поскольку Вы выражаете неудовольствие темпами этих работ, рекомендовал бы Вам продумать организацию и проведение этих работ на Вашем стенде в Загорске, который практически совершенно не загружен, в то время как стенд ОКБ-456 перегружен, ибо на нём проводятся технологические, доводочные и исследовательские работы по двигателям РД-100 и РД-101. Количество двигателей, необходимых Вам для отработки рулей, можете заказать заводу № 456 МАП.

2. Ваши претензии по срокам предоставления технического проекта двигателя РД-101 приняты быть не могут, так как в своё время Вы были письменно и устно поставлены в известность, что этот проект будет предоставлен Вам в середине апреля с/г.

3. Ваше заявление, что, впредь до проведения испытания рулей и представления технического проекта, Вы приостановили согласование документации по двигателю, по-видимому, задумано как угроза или санкция, без учёта интереса дела, и характеризует Ваш стиль работы, который принимаю к сведению.

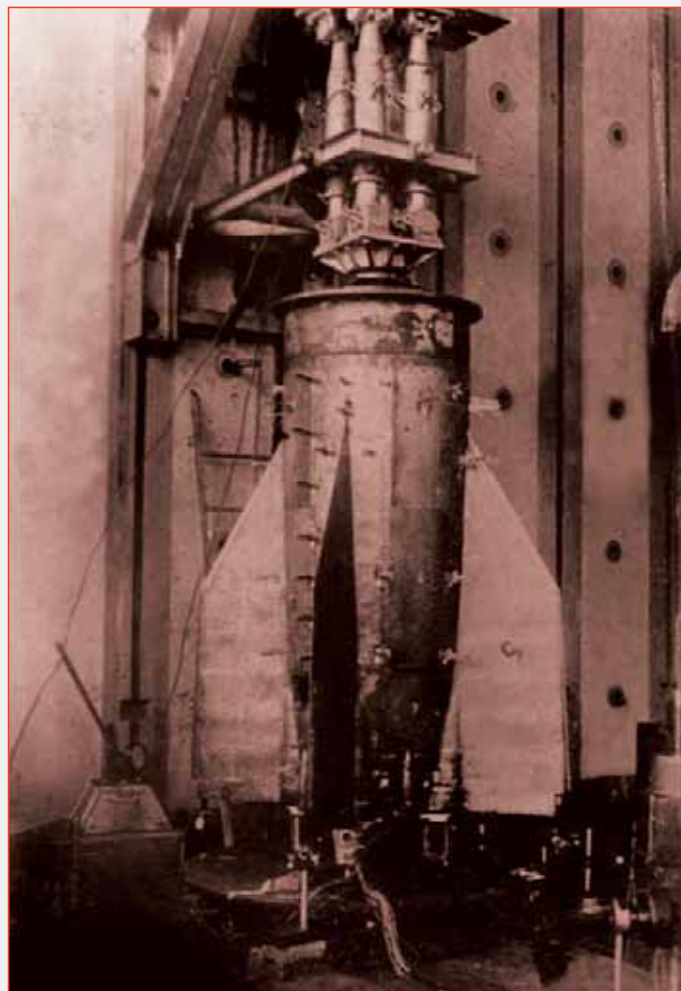
ГЛАВНЫЙ КОНСТРУКТОР ОКБ-456 МАП (ГЛУШКО)



В.П. Глушко

По результатам лётных испытаний экспериментальной партии ракет Р-2 был составлен план-график устранения выявленных замечаний в работе ракетных систем и ракеты Р-2 в целом. Устранение замечаний и стендовые проверки эффективности принятых мер проводились в течение года, после чего было принято решение изготовить первую партию ракет Р-2 для проведения официальных лётно-конструкторских испытаний (ЛКИ) под руководством комиссии Минобороны. Одновременно с устранением выявленных технических недоработок, для повышения точности попадания боеголовки в цель вводилось двухступенчатое отключение двигателя, что существенно снижало импульс последействия.

Официальные лётные испытания ракет Р-2 в штатном, как считалось, исполнении проводились в октябре-декабре 1950 г. Все 12 пусков оказались аварийными, причём отказы или серьёзные нарушения работы наблюдались практически во всех ракетных системах, включая головные части, которые разрушались из-за перегрева при входе в плотные слои атмосферы. А ведь каза-



Испытания хвостового отсека ракеты Р-1 на осевое сжатие в ЦНИИМаш. 1949 г.



Установка Р-2 на стартовый стол

лось, что технологически производство ракет уже освоено, вносимые изменения хорошо продуманы.

Вообще лётные испытания ракетной техники - это и кнут, и хлеб для конструкторов и производственников. Только при работе в реальных условиях полёта проявляются все скрытые конструкторские недоработки и дефекты изготовления. Как бы тщательно и всесторонне не проверялась на земле работа ракетных агрегатов, вначале в режиме автономных испытаний, потом при огневых испытаниях двигателя, а затем и в составе ступени ракеты при работающем двигателе, всё равно всех возможных в полёте взаимосвязей различных ракетных систем воспроизвести на стенде не удаётся. Лётное испытание - это одновременная работа в режиме эксплуатации всех ракетных систем, это главный тест на соответствие требованиям технического задания. Это в некотором виде подтверждение философского закона: "Практика - критерий истины".

Столь негативные результаты лётных испытаний потребовали внимательного изучения всех конструкторских и технологических нововведений. Для разработчиков ракеты Р-2 сложилась трудная, неприятная обстановка. Вновь подняли головы противники вооружения Советской Армии жидкостными ракетами дальнего действия в предлагаемом исполнении. Да и сторонники ракетного вооружения всё более жёстко ставили вопрос об отказе от криогенного окислителя и замены его на высококипящий компонент топлива.

Такое отношение к применению в ракетной технике жидкого кислорода имело почти 15-летнюю предысторию. Напомним, что в ноябре 1936 г. директор НИИ-3 И.Т. Клеймёнов приказом по институту закрыл направление работ с использованием жидкого кислорода как бесперспективное для боевой ракетной техники. В 1939 г. при обсуждении на НТС НИИ-3 целесообразности продолжения работ по тематике присоединённого к институту коллектива КБ-7 также отказались от разработки боевых баллистических ракет на кислородно-спиртовом топливе. В 1946 г. сторонники разработки ракет дальнего действия негативно относились к использованию кислорода в ракете Р-1, но этот выбор был сделан в правительственном Постановлении и недовольные ограничивались ворчанием при ведении частных разговоров. А поскольку ракета Р-2 считалась новой разработкой и каких-либо предварительных условий по сохранению топлива при модернизации Р-1 не оговаривалось, военные из Главного артиллерийского управления (ГАУ) посчитали в праве официально поставить вопрос о замене жидкого кислорода на один из высококипящих окислителей.

Переписка по этому поводу продолжалась с 8 декабря 1949 г. по 23 марта 1950 г., стороны обменялись тремя парами писем. Письма на бланке Заместителя Начальника ГАУ подписывал генерал-майор инженерно-артиллерийской службы А.И. Соколов, отвечал ему Главный конструктор ОКБ-456 В.П. Глушко. Предложения заменить жидкий кислород обосновывались большими потерями кислорода на испарение при эксплуатации, транспортировке и хранении. Приводимыми в письмах расчётами

показывалось, что замена окислителя не скажется на основных характеристиках ракет Р-1 и Р-2. В ответных письмах Глушко указывал на методические ошибки и неправомочность использования в расчётах некоторых допущений, приводящие к завышению дальности полёта ракеты, а также на сложность использования токсичного и химически агрессивного топлива. Однако военное ведомство продолжало настаивать на замене окислителя и в письме от 14 марта 1950 г., опровергая критические замечания Глушко и его выводы о невозможности равноценной замены жидкого кислорода на высококипящий окислитель для ракет типа Р-1 и Р-2, предложило провести в 1950-1951 гг. научно-исследовательские работы с использованием высококипящих окислителей для последующей разработки двигателей для ракет дальнего действия типа Р-1 и Р-2.

Такая постановка вопроса о замене окислителя переводила теоретические обсуждения эффективности различных топлив в плоскость практической работы: промышленности предлагалось стать инициатором проведения работ по применению в ракетах дальнего действия нового топлива. Это предложение стало основной темой в письме от 23 марта 1950 г., ставшим последним в этом цикле переписки по замене топлива. В нём Глушко привёл доводы, заставившие оппонентов взять временный перерыв. Приведём фрагменты из этого письма: *"В письмах 4 Управления ГАУ указывается... на необходимость "замены жидкого кислорода на другие окислители в двигателях ракет Р-1 и Р-2". При этом упускается из вида, что при переходе на высококипящий окислитель вместо Р-1 и Р-2 получаются другие по конструкции ракеты, которые подлежат разработке заново. Правильной может являться лишь постановка вопроса о создании новых двигателей и новых ракет на высококипящих окислителях с заданными дальностью полёта и величиной полезного груза. Такая постановка вопроса понятна и может быть мотивирована лишь испарением жидкого кислорода, затрудняющим эксплуатацию. Поэтому вопрос о необходимости создания ракет с использованием высококипящих окислителей должен решаться Генеральным Штабом и Военным Министрством исключительно по эксплуатационным соображениям. [...] Таким образом, если компетентными и полномочными организациями будет положительно и официально решён вопрос о необходимости создания ракет на высококипящих окислителях с дальностью несколько сот километров, то дальнейшим этапом должно явиться составление согласованных и утверждённых ТТ на ракету и реактивный двигатель, на основании которых можно было бы приступить к разработке проекта. В этом случае ОКБ-456, имеющее опыт работы в этой области, не отказывается от разработки двигателя на азотном окислителе, при условии, что МАП усилит ОКБ-456 кадрами и построит стенд, необходимый для отработки двигателя на новом окислителе"*.

Приведённая переписка имела промежуточное значение, предложение замены кислорода на высококипящий окислитель на этом не было снято и поэтому о переписке можно было бы и не упоминать, но она характеризовала некоторые аспекты того времени. Первое, на что следует обратить внимание, это стремление военного ведомства свои проблемы эксплуатации ракетного вооружения, а они действительно были и объективно достаточно серьёзные, решить руками промышленности. В ответ на это Глушко сделал встречное предложение: военное ведомство оформляет тактико-технические требования на разработку новой ракеты дальнего действия и добивается выпуска правительственного Постановления на её разработку, однако это предложение в то время не получило дальнейшего развития. Военные предпочли взять паузу. Что же им помешало? Страх проявить несогласие с решением, принятым бывшим Главнокомандующим? А может они понимали, что их авторитета для замены топлива недостаточно? Можно предположить и другие мотивы такого поведения, но имеет ли это какое-либо значение. Ситуация с выбором топлива началась и развивалась следующим образом.

Топливо для ракеты Р-1 было определено правительственным Постановлением, ракета Р-2 создавалась путём модернизации

конструкции Р-1, дальнейшие разработки планировалось вести с максимальным использованием полученного опыта. Так и сложилось, что на первом этапе создания в СССР ракет дальнего действия их технические характеристики, включая состав топлива, определяли конструкторы-разработчики, а не военное ведомство.

Вторым аспектом переписки о замене окислителя стало обращение военных к Глушко, Главному конструктору двигателя, а не к Королёву, которому письма адресовались как "Главному конструктору НИИ-88" в "копии". Это свидетельствовало о том, что в текущий период времени в военном ведомстве Королёв ещё был мало известен и не имел достаточного авторитета для решения этого вопроса. Глушко же в те годы уже был признанным специалистом в области ракетного топлива. Кроме личного опыта исследования в ГДЛ эффективности различных компонентов топлива, им в 1935 г. была выпущена в соавторстве с Г.Э. Лангемаком книга "Ракеты, их устройство и назначение", в которой имела глава "Жидкое топливо для ракетного двигателя", а несколько позднее Глушко прочитал в ВВА им. проф. Жуковского курс лекций "Жидкое топливо для реактивных двигателей", которые также были опубликованы в печатном виде. В 1945-1944 гг. в Германии, в среде технических и военных специалистов в области реактивного вооружения Глушко получил известность как Главный конструктор двигательного ОКБ-РД, а затем ОКБ-456 по воспроизводству двигателей для ракет дальнего действия.

Немаловажным обстоятельством при выборе адресата для решения вопроса о замене окислителя являлась и значимость ракетного двигателя - "потребителя" топлива, в котором потенциальная химическая энергия топлива преобразуется в кинетическую энергию продуктов сгорания, вытекающих из сопла и создающих тягу - движущую силу ракеты. А ракета с точки зрения участия в создании тяги рассматривалась как "хранилище" топлива.

Второй этап ЛКИ ракеты Р-2 проводился в период со 2 по 27 июля 1951 г. Работы по устранению недостатков дали положительный результат - из 13 пущенных ракет Р-2 12 достигли цели. Единственный аварийный пуск произошёл из-за производственного дефекта. Такой результат позволил комиссии сделать заключение о целесообразности заказа следующей партии ракет, результаты пусков которой должны определить возможность принятия ракеты Р-2 на вооружение.

Заключительный этап лётных испытаний ракет Р-2 состоялся в период с 8 августа по 18 сентября 1952 г., из 14 пущенных ракет 12 выполнили полётное задание. По совокупности положительных результатов двух последних этапов лётных испытаний ракета Р-2 с комплексом наземного оборудования в 1952 г. была принята на вооружение.

В соответствии с порядковым обозначением разрабатываемых ракет подошла очередь изложения истории создания ракеты Р-3. Разработка этой ракеты дальностью полёта до 3000 км прошла малозаметной тенью в истории отечественной ракетной техники как несостоявшийся проект, который своей незавершённой разработкой по существу подвёл итог первому этапу советского промышленного ракетостроения, основанного на успешном использовании немецкого опыта организации ракетостроительной промышленности и дальнейшем творческом развитии конструкции исходного образца - ракеты А-4. Но и незавершённый проект имел свой положительный эффект. Созданная в процессе работ по Р-3 экспериментальная ракета Р-3А после некоторой модернизации превратилась в ракету Р-5 дальностью полёта до 1200 км. Это был удачный выход из щекотливой ситуации с разработкой ошибочного проекта Р-3.

Разработка ракеты Р-3 была задумана как завершение ряда боевых ракет Р-1, Р-2 и Р-3 с последовательно нарастающей дальностью полёта, соответственно 300 км, 600 км и 3000 км. Каждый из указанных вариантов ракет дальнего действия представлял не только образец вооружения, но в ещё большей степени являлся этапом развития промышленного ракетостроения в СССР: создание ракеты Р-1 - аттестация готовности советских заводов к изготовлению и последующим лётным испытаниям ра-

кет на полигоне; ракета Р-2 - демонстрация научно-технической готовности к творческой модернизации ракетной техники; ракета Р-3 - экзамен конструкторов и технологов на самостоятельную разработку ракет дальнего действия.

Следует напомнить: если предложение приступить к созданию ракет Р-2 основывалось на успешно проведённом комплексе расчётно-экспериментальных работ по исследованию возможности модернизации ракеты А-4, то предложение о начале работ по созданию Р-3, сделанное до освоения технологии производства и формирования кооперации научных организаций и промышленных предприятий для изготовления ракеты Р-1, выглядит авантюрой.

Но это оценка с позиций сегодняшнего дня, зная конечный результат. А в тот период времени международная обстановка заставляла спешить и правительство СССР положительно отнеслось к предложению увеличить дальность ракетного вооружения. 14 апреля 1948 г. вышло Постановление Совета Министров СССР о начале работ по созданию ракеты Р-3 дальностью действия 3000 км.

Словно навёрстывая упущенное в 30-40-е годы время, преодолев психологический барьер в разработке ракет дальнего действия с мощными ЖРД и в порядке самоутверждения наши конструкторы, ещё ничего не сделавшие самостоятельно, но подталкиваемые требованиями военных, взялись за создание ракеты с 10-кратным увеличением дальности полёта на основе хотя уже и существующего, но разработанного другими конструкторами образца новой техники.

Однако выбранные явно завышенные технические характеристики ракеты Р-3 вошли в противоречие с имеющимися в то время научно-техническими достижениями, а иной по масштабу геометрических размеров двигатель пытались уложить в прокрустово ложе существующих технологических процессов и оборудования. Всё это сопровождалось "кавалерийскими" сроками отработки. Сказались, видимо, эйфория победителей, научно-технический азарт и опры работы в военные годы, когда, казалось бы, в невозможные сроки создавались новейшие образцы вооружения.

Ракеты Р-1 и Р-2 хотя и назывались ракетами дальнего действия, но во время их принятия на вооружение фактически таковыми не были. В сложившейся международной обстановке при обострении политического противостояния США и СССР требовалось ракетное вооружение дальностью в тысячи километров. Принятое правительством СССР Постановление о разработке ракеты Р-3 дальностью в 3000 км воспринималось не только как создание оружия для европейского театра военных действий, но и как первый, начальный этап разработки ракет дальностью 10 000 км и более. Это нашло своё отражение в разработанном эскизном проекте, который можно условно разделить на два уровня по значимости рассматриваемой тематики: первый - разработка общих вопросов создания ракет дальнего действия; второй - предложения по конструкции ракеты Р-3 и комплектующих её систем.

Первый том проекта, подготовленный в отделе №3 СКБ НИИ-88 под руководством Королёва, имел название "Принципы и методы проектирования ракет большой дальности". В нём был обобщён опыт конструкторских работ и лётных испытаний ракет Р-1 и Р-2 и далее, цитируя эскизный проект, "в качестве следующего этапа, могущего решать значительно большие задачи, намечена дальность полёта порядка 8 тыс. км. В качестве одного из решающих критериев оценки при выборе направления дальнейших работ принималась их реальность и осуществимость в ближайшее время".

В декабре 1949 г. в НИИ-88 состоялся НТС, на котором обсуждался представленный эскизный проект ракеты Р-3. Официальные рецензенты проекта основное внимание уделили значимости представленных материалов для дальнейших разработок ракет дальнего действия. Так, А.А. Космодемьянский отметил, что "обсуждение представленного проекта есть обсуждение дальнейших путей развития ракетной техники у нас в стране". Эту же мысль поддержал М.К. Тихонравов: "Нельзя рассматривать такой

проект, как проект Р-3, вне перспектив дальнейшего развития ракетной техники".

В процессе защиты эскизного проекта рассматривались и предложения по конструкции двигателя. Правительственным Постановлением разработка двигателя для ракеты поручалась на конкурсной основе ОКБ-456 и НИИ-1, входящему в то время в состав ЦИАМ. ОКБ-456 возглавлял Глушко, уже признанный лидер отечественного ракетного двигателестроения, в НИИ-1 разработку двигателя возглавил А.И. Полярный, который до этого без заметных успехов работал последовательно в ГИРД, РНИИ и возглавлял вместе с Л.К. Корнеевым бесплодное КБ-7. Привлечение к конкурсу исследовательского института, не имеющего производственной базы, и назначение ответственным за разработку двигателя для перспективной и важной для обороноспособности страны ракеты специалиста с таким предыдущим опытом работы показывает, что в то время руководство ракетостроением в стране плохо представляло, какие научно-технические трудности предстоит преодолеть для успешного создания ракет с более высоким уровнем технических характеристик по сравнению с ракетами Р-1 и Р-2.

В эскизном проекте ракеты Р-3 Королёв использовал проект двигателя, разработанный в ОКБ-456. При защите проекта он так ответил на вопрос о причине такого выбора: *"Согласно Постановлению правительства этот проект выполняли две организации. Я должен сказать, что у нас (в проекте ракеты) везде фигурирует двигатель ОКБ-456 и этому были причины, известные Вам: колоссальный опыт ОКБ-456, а также то, что мы с Глушко работаем не один десяток лет вместе. Оба проекта рассматривались на секции, были приняты определённые решения, а дальше - воля начальства. Я только могу сказать, что А.И. Полярный, являющийся одним из старейших двигателистов, не имеет базы для работы, а ЦИАМ по своему профилю не желает этот двигатель строить. Мне кажется, что в решении сегодняшнего пленума было бы целесообразным отметить желательное осуществление обоих двигателей. Все наши работы и расчёты мы сделали под двигатель В.П. Глушко"*.

В конструкцию двигателя для ракеты Р-3, получившего обозначение РД-110, конструкторы ОКБ-456 внесли существенные новинки, которые явились следствием повышенных параметров и характеристик двигателя РД-110 в сравнении с двигателем РД-100 (приведены в скобках): топливо - кислород+керосин (кислород+спирт), тяга двигателя - 120 тс (26 тс), удельный импульс - 244 с (203 с), давление в камере - 60 атм (16 атм), габариты в мм - 5200/1800 (3700/1650) и т.д.

Продолжающееся использование теперь уже в новой разработке жидкого кислорода вызвало негативную реакцию у участвующего в работе НТС представителя Министерства обороны полковника А.Г. Мрыкина: *"Я должен заявить, что с точки зрения ГАУ жидкий кислород для ракеты Р-3 нас совершенно не устраивает. Мы настойчиво будем просить автора проекта двигательной установки заменить жидкий кислород на другой окислитель"*. Опять с "настойчивой просьбой" заменить кислород военные обращаются к двигателисту, хотя необходимость использования кислорода обосновывалась в одном из томов эскизного проекта, выпущенном отделом № 3 НИИ-88 под руководством Королёва. Правильность выбора подтверждалась приведенными баллистическими расчётами, выбор кислорода устраивал и двигателистов,

т.к. это позволяло использовать имеющийся опыт разработки конструкции всего окислительного тракта двигателя.

Однако на этот раз мнение военных было всё-таки услышано. И хотя в проекте ракеты Р-3 оно не получило реализации, в решении НТС была отмечена необходимость начать расчётно-экспериментальные работы по применению высококипящих окислителей и высококалорийных горючих, обеспечивающих дальность полёта ракет более 10 000 км.

Наиболее существенные изменения конструкции агрегатов двигателя были вызваны заменой спирта на керосин. Эта замена дала возможность получить требуемую величину удельного импульса тяги для выполнения заданной дальности действия ракеты. Однако использование керосина одновременно породило трудности с обеспечением надёжного охлаждения камеры двигателя, т.к. температура продуктов сгорания керосина в кислородной среде по сравнению со спиртом повысилась примерно на 1000 К, а охлаждающие свойства керосина, которым охлаждается внутренняя стенка камеры, значительно хуже, чем у спирта. В связи с этим для обеспечения работоспособности камеры её внутреннюю стенку в отличие от камер двигателей ракет Р-1 и Р-2 предлагалось выполнять оребрённой и из медного сплава. Глушко вернулся к собственной конструкции тракта охлаждения, которую он успешно применял в камерах многочисленных ОРМ, а также в камерах двигателей РД-1, РД-1ХЗ, РД-2 и РД-3. Однако эта конструкция в части технологичности её выполнения вызвала замечания у рецензирующего эскизный проект А.М. Исаева.

В "Рецензии на эскизный проект двигателя РД-110 для ракеты Р-3", подписанной Исаевым 25 ноября 1949 г., отмечается: *"Получилась конструкция, которую, вопреки уверениям авторов, невозможно признать технологичной и удобной для серийного производства. Трудно представить себе, что может быть найден скоростной и дешёвый способ образования рёбер на медной штампованной камере. Хотелось бы получить исчерпывающее разъяснение...чем оправдано такое большое усложнение технологии"*.

Несколько неожиданное замечание. Напомним: Исаев, по его собственным воспоминаниям, консультировался у Глушко в 1942-1944 гг. и много почерпнул из имеющегося у него опыта конструирования ракетных двигателей. И вдруг такая критика используемой им самим же конструкции. Что же произошло, что изменилось в оценке Исаевым общепринятой в то время конструкции камеры ЖРД?

Указанное в рецензии Исаева замечание о нетехнологичности для серийного производства конструкции камеры двигателя РД-110 хотя и не привело к каким-либо последствиям при проектировании камеры, но показало различный подход к конструкции камеры ЖРД в ОКБ-456 под руководством Глушко и КБ под руководством Исаева. Поскольку вклад конструкторов указанных КБ оказал определяющее значение на развитие отечественного ракетного двигателестроения, рассмотрим это подробнее.

А.М. Исаев в августе 1941 г. был назначен ведущим конструктором в КБ В.Ф. Болховитинова ракетного двигателя для истребителя-перехватчика БИ-1. Вскоре, в сложившейся обстановке в начале 1942 г. он возглавил стендовую отработку этого двигателя, разработанного в НИИ под руководством Л.С. Душкина. В те годы для тракта охлаждения камеры использовалась разработанная Глушко в 1933 г. в ГДЛ оребрённая внутрен-



РД-110

няя стенка. К такой конструкции Глушко пришёл экспериментальным путём после ряда неудач с охлаждением "гладкой" стенки. После объединения ГДЛ и ГИРД в РНИИ оребрённая стенка стала общепринятой конструкцией. Она изготавливалась из стальной поковки на токарных и фрезерных станках и имела высокую трудоёмкость. Исаев все эти годы работал либо в КБ при самолётостроительном заводе, либо в НИИ в условиях ограниченных технологических и производственных возможностей и для него поиск более технологичной конструкции являлся принципиальной необходимостью. В своей книге *"Первые шаги к космическим двигателям"* (изд. "Машиностроение", 1979 г.) он вспоминал: *"Если бы КБ располагало хорошей производственной базой, а его работники имели представление о возможностях хорошо налаженного серийного производства с высоким уровнем технологии, наверное, другими были бы их конструкции. [...] Поэтому первой задачей конструктора было добиться максимальной простоты, создать конструкцию, которая бы не требовала специальной оснастки, была бы изготовлена из подручных материалов, не требовала бы освоения новых технологических процессов"*. В этом плане наибольший эффект можно было получить от замены оребрённой стенки на гладкую, но это по имеющемуся практическому опыту должно было отрицательно сказаться на надёжности охлаждения. Нужно было найти оптимальный баланс между обеспечением высокой технологичности конструкции и её работоспособностью в натурных условиях. Для принятия неординарного решения - отказаться от оребрённой стенки - Исаеву нужен какой-нибудь внешний побудительный толчок. И он нашёлся.

При исследовании в августе 1944 г. привезённых из Польши фрагментов упавшей ракеты А-4 Исаев обратил внимание, что охлаждаемая поверхность внутренней стенки камеры выполнена гладкой, а сам тракт охлаждения представляет собой щелевой зазор между внутренней и наружной стенками. Положительный опыт эксплуатации немецкой конструкции воодушевил Исаева, позднее, в вышеупомянутой книге, отметил: *"У двигателистов ещё больше окрепла вера в необходимости разработать свои ракетные двигатели - простейшие по конструкции... С переходом с оребрённого сопла на сопло с щелевым охлаждением стало ясно, что можно делать камеру сгорания из листового материала. [...] Впервые камера сгорания из листа была изготовлена осенью 1944 г."* Внутренняя и наружная стенки такой камеры изготавливались из стального листа путём его свёртывания в цилиндр с последующей сваркой продольным швом. Однако при такой технологии изготовления получить строго цилиндрические стенки практически невозможно, а это приводит к неравномерному зазору между стенками, что отрицательно влияет на охлаждение камеры. Для получения гарантированно равномерного зазора на наружную поверхность внутренней стенки стали укладывать калибрующий зазор вначале толстые проволоки, а затем длинные пластины прямоугольного сечения, получившие в обиходе наименование "лапшины". Проволоку и "лапшины" на концах прихватывали к стенке сваркой. Казалось бы, задачи равномерного охлаждения успешно решены. Но первые же огневые испытания таких камер выявили их неработоспособность.

Тонкостенная внутренняя стенка, без оребрения, играющего в прочностном отношении роль рёбер жёсткости, по достижению в тракте охлаждения перепада давления 13...15 атм. теряла устойчивость, деформировалась в полость сгорания и прогорала. Стало ясно, что это хронический порок конструкции и что без прочного подкрепления внутренней стенки такая конструкция имеет порог по допустимому перепаду давления на внутреннюю стенку, а это существенно ограничивает размеры и тяговые характеристики камер и ЖРД в целом.

Для решения задачи повышения работоспособности такой конструкции необходимо было "заставить" всю конструкцию работать как монолитную трубу только на внутреннее давление газов. Для этого нужно было соединить в прочностном отношении внутреннюю и наружную стенки через "лапшины", которые имели удобное для этого случая прямоугольное сечение. Но для этого нужно

было преодолеть господствующее все годы проектирования камер ЖРД, начиная с работ К.Э. Циолковского, убеждение о недопустимости силовой связи между оболочками камеры сгорания в связи с разницей в их температурном расширении во время работы ЖРД. Конструкторы КБ Исаева провели специальное экспериментальное исследование при огневых испытаниях камеры и убедились, что жёсткое соединение стенок не приводит к разрушению такой конструкции. Сомнений в возможности применения гладких стенок, прочно соединённых между собой, больше не оставалось. Предстояло выбрать оптимальный способ их соединения.

Контактная электросварка требовала плотной подгонки свариваемых деталей, что практически было невыполнимо и от неё отказались. Попытка применить папку твёрдым припоем с использованием пламенной печи не привела к положительному результату. Остановились на точечной сварке, хотя и она не обеспечивала стабильной прочности соединения. Дальнейшие усилия были направлены на создание иной конструкции камеры, обеспечивающей надёжную силовую связь оболочек.

Новая конструкция связей предусматривала выполнение на наружной стенке местных выштамповок заданной глубины, выполняющих двоякую роль: они гарантировали требуемый зазор между стенками для течения охлаждающей жидкости и обеспечивали силовую связь посредством точечной сварки в месте соприкосновения стенок. В технологическом отношении эта конструкция была более прогрессивна, т.к. она позволяла проконтролировать наличие и качество сварки в каждой выштамповке.

Камеры с выштамповками показали достаточную надёжность в работе при давлениях газов в полости сгорания до 30 атм и использовались в двигателях, разработанных под руководством Исаева для зенитных ракет и ракеты Р-11 конструкции ОКБ-1. Кроме этого аналогичную конструкцию камер ЖРД использовал Л.С. Душкин в первой половине 50-х годов в разрабатываемых им двигателях для самолётов.

Ограничение по допустимой величине давления газов в камере не позволило использовать эту конструкцию для разработки перспективных ЖРД, но рождение самого принципа и выполнение исходной конструкции связанных оболочек в КБ под руководством Исаева открыли дальнейшие пути создания отечественных ракетных двигателей.

Однако в ноябре 1949 г., в момент выдачи *"Рецензии на эскизный проект двигателя РД-110 для ракеты Р-3"* работоспособной конструкции камеры со связанными оболочками ещё не существовало, и представленная в эскизном проекте конструкция двигателя РД-110 была принята для дальнейших работ.

Создание первого отечественного мощного ЖРД в ОКБ-456 началось с проверки работоспособности новых конструкторских решений на специально построенных стендах, затем последовала отработка основных агрегатов двигателя на модельных режимах. Предварительную автономную отработку прошли ТНА, газогенератор, агрегаты автоматики, были начаты огневые испытания экспериментальных камер на модельных режимах. На этом дальнейшие работы по созданию двигателя были остановлены, т.к. проведенные более глубокие расчётно-экспериментальные исследования выявили наличие большого количества трудноразрешимых научно-технических проблем по созданию двигателя с заявленными характеристиками. Подводя итог проведенным экспериментальным работам по двигателю РД-110, Глушко в письме в адрес министра М.В. Хруничева отметил, что *"создание двигателя на 120-140 тонн тяги связано с решением ряда проблем, которые находятся на границе посильного современной науке и технике"*.

При разработке других ракетных систем и ракеты Р-3 в целом столкнулись с аналогичными трудностями и были вынуждены остановить дальнейшее проведение работ. Создание ракеты Р-3 было прекращено на стадии проведения предварительных работ, но сама постановка задачи, проведенные конструкторские работы и расчётно-экспериментальные исследования оказали существенное влияние на отечественное ракетостроение. ■

(Продолжение следует.)