

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, 1-6 - 2016, 1-5 - 2017)

ПЕРЕОХЛАЖДЁННЫЙ КИСЛОРОД И ПРОВЕДЕНИЕ ЛКИ

Формально наземная отработка ракетных систем завершилась, теперь предстояло проверить и подтвердить выполнение требований Тактико-технического задания циклом лётно-конструкторских испытаний (ЛКИ). Но фактически по некоторым ракетным системам, включая двигатель первой ступени, требовалось продолжить автономную наземную отработку.

Выявленное при подготовке и проведении ОСИ несоответствие температуры кислорода, заправляемого в бак ракеты и на входе в двигатель, а также проведении всей наземной отработки двигателя на кипящем кислороде, показало, что один из основных технических факторов для начала проведения ЛКИ на переохлаждённом кислороде оказался неподготовленным. Письмо Королёва в адрес Глушко от 13 февраля 1961 г. свидетельствует, что он узнал о сложившемся положении слишком поздно. При подготовке письма по имеющимся в ОКБ-1 документам он мог выяснить, что такая ситуация является следствием требований технической документации, выпущенной ОКБ-1, и что на протяжении всей отработки двигателя в ОКБ-456 об этом было известно работникам ОКБ-1. Более того, в ответ на его письмо от 13.02.61 г. Глушко в своём ответе от 17.02.61 г. продолжает отстаивать принятую им методику заключительного этапа тестирования двигателей, отработанных на кипящем кислороде, используя для этого стенды НИИ-229. Отказ же Курбатова в письме в Главное управление ГКОТ от разработки и монтажа в ОКБ-456 оборудования для получения переохлаждённого кислорода Королёв мог расценивать как подрыв основ его технической политики о перспективах разработки последующего ряда кислородных ракет. А этого он даже в мыслях допустить не мог и 20 марта 1961 г. Королёв сам подготовил текст письма в адрес Глушко. В этом письме он демонстративно, чего не бывало раньше, обращается к адресату "академик", впрочем, и сам подписывается в ранге этого высшего научного звания. Текст письма приводится полностью:

"Главному конструктору ОКБ-456 ГКОТ академику тов. Глушко В.П. Копия: Начальнику ГУРВО генерал-лейтенанту тов. Семёнову А.И.

Непонятна и труднообъяснима неожиданная позиция ОКБ-456 в части применения переохлаждённого жидкого кислорода для изделия Р-9А.

Вы, видимо, позабыли, что в нашем совместном докладе ЦК КПСС в апреле месяце 1959 года, подписанном Вами, в качестве основного и единственного варианта топлива для Р-9А докладывался именно переохлаждённый жидкий кислород и керосин.

Вызывает удивление, что за прошедшие два года ОКБ-456 не удосужилось создать у себя соответствующие установки для переохлаждения жидкого кислорода, хранилища и системы с малыми потерями. Вы пытались отмахнуться от этих важнейших вопросов и даже прямо противодействовали первым огневым испытаниям 8Д716 на стенде на 1 ступени Р-9А, ссылаясь на "некий риск" первого запуска.

Но именно ОКБ-456 само и во всём виновато, что заблаговременно, и даже до сих пор не провело ни одного испытания на переохлаждённом жидком кислороде у себя на стендах и даже сейчас для этого не имеет у себя необходимой базы.

Мы настаиваем на скорейшем создании в ОКБ-456 необходимой технической базы для этих работ. Мы категорически отвергаем Ваши перестраховочные письма по этому вопросу.

20.03.61 Главный конструктор ОКБ-1 академик С. Королёв."

Письмо вызывает ряд вопросов. Первый из них относится к содержанию, явно выходящему за принятые рамки деловой переписки, да ещё с копией в Управление МО, что можно расценивать как "вынос сора из ведомственной избы".

Второй вопрос касается агрессивного стиля письма Королёва, но упрекать его в несдержанности или восхищаться остротой постановки вопросов бессмысленно. Такой он был человек и это одна из черт его характера. Как относиться к такому проявлению в сфере служебной переписки - дело сугубо индивидуальное, каждый из нас имеет право на собственную оценку.

Вот с одной такой оценкой, сделанной заслуженным лётчиком-



М.Л. Галлай

испытателем и писателем М.Л. Галлаем в его очерке "С человеком на борту", ознакомим читателя: *"Однако в интересах истины нельзя не сказать, что Королёв обладал немалым умением сам создавать себе недругов и что бывало ещё досаднее - ссориться с друзьями. Обидно было видеть, как из-за своей вспыльчивости, ревности, властности он иногда создавал конфликты между собой и людьми, бывшими для него без преувеличения, родными братьями по таланту, по масштабу мышления, по сложившейся судьбе, наконец, по одному и тому же делу, которому оба преданы служили. Конфликты - для обеих сторон тяжёлые,*

но тем не менее затяжные - на многие месяцы и годы".

Однако пора вернуться к реакции Глушко на этот образец "делового эпистолярного жанра". Глушко поручил конструкторам подобрать всю переписку ОКБ-456 по вопросу работ с переохлаждённым кислородом. Об основных документах, включая правительственные Постановления, ТЗ ОКБ-1 и переписку ОКБ-456 с ОКБ-1, ГКОТ и ГУРВО, в которой изложена принятая ОКБ-456 методика наземной отработки двигателя 8Д716, читатель знает из предыдущих статей нашего цикла. В совещании у Глушко участвовали ведущие конструкторы и испытатели, включая Курбатова. Глушко внимательно прочитал все представленные ему документы, обращая внимание на сделанные им "адресовки" на этих документах и задал только один вопрос: начиная с выдачи 10 апреля 1959 г. ТЗ на разработку двигателя и до письма Королёва от 13 февраля 1961 г. кто-нибудь из ОКБ-1 в устной или письменной форме возражал против проведения испытаний двигателя 8Д716 в ОКБ-456 на кипящем кислороде? Получив отрицательный ответ, Глушко отпустил всех собравшихся на совещание, кроме Курбатова. Ни на совещании, ни после разговора с Курбатовым поручений подготовить ответ не последовало.

Ответа не было, но и не было принято каких-либо решений по организации работ для проведения испытаний двигателя на переохлаждённом кислороде на стенде ОКБ-456. Этому, видимо, способствовало успешное проведение второго ОСИ на переохлаждённом кислороде - методика ОКБ-456 сработала! Не лишне напомнить, что в конце марта - начале апреля 1961 г. у всей королёвской кооперации были "горячие денёчки". Шла подготовка к пуску Гагарина, на полигоне готовилась к проведению ЛКИ первая ракета Р-9А. К этому следует добавить, что в конце марта 1961 г. оборудования для получения переохлаждённого кислорода на полигоне ещё не имелось, в связи с чем было принято решение проводить первые пуски ракет 8К75 на кипящем кислороде. Об этом Королёв информировал Глушко письмом 3 марта 1961 г.: "Ставлю вас в известность, что, начиная с изделия 8К75 №13 (8-й пуск ракет по плану проведения ЛКИ - В.Р.) ОКБ-1 принимает для заправки в бак и работы изделия переохлаждённый кислород с температурой минус 188 ± 2 °С. Прошу также сообщить, когда будут окончательно уточнены "Основные характеристики двигателя 8Д716".

В этой обстановке Глушко, видимо, решил не поднимать брошенную ему "перчатку" и не усугублять ситуацию переводом технических неувязок между двумя ОКБ в русло личного конфликта, хотя поводов для выдвижения встречных обвинений в адрес ОКБ-1 и лично Королёва было более чем достаточно. Агрессивный стиль письма Королёва невольно свидетельствовал о стремлении автора перевести стрелку ответственности на другого участника, опять требование внесения изменений в ТУ-ОХ вместо уточнения собственного ТЗ. Принцип - "Нападение - лучшая защита" в действии.

В качестве информации о реальном положении дел с отработкой двигателя 8Д716 воспользуемся "Заключением военного представительства 1-го Управления ГУРВО при ОКБ-456 о состоянии отработки двигателя 8Д716 и пригодности его к проведению ЛКИ изделия 8К75" и приведём некоторые фрагменты этого заключения: "До настоящего времени разработка камер сгорания для мощных ЖРД, особенно кислородного класса, связана с большими трудностями по обеспечению устойчивого процесса горения в камерах, что обусловлено отсутствием научно обоснованных рекомендаций и методики инженерного расчёта рабочего процесса в камере.

Вся обработка камер ведётся преимущественно экспериментальными путём, а полнота её оценивается по результатам большого количества огневых испытаний двигателей.

К настоящему времени в процессе доводочных работ набрана статистика огневых испытаний двигателей с камерами, имеющими схему установки форсунок, близкую к сотовой. На 15-ти таких двигателях проведено 26 огневых испытаний, из них на шести отмечено появление ВЧ-колебаний давления газов: на 2-х случаях за пределами рабочего режима, 2 случая - на запуске. Схема запуска изменена, дефект устранён.

ОКБ-456 проведён анализ материалов огневых испытаний и выдано предварительное заключение по устойчивости, которым двигатель 8Д716 допускается к установке на изделие 8К75 и проведению лётных испытаний.

Военное представительство согласно с этим заключением и считает, что двигатели, поставленные для первых лётных испытаний, по своим характеристикам и параметрам соответствуют требованиям технической документации и ТТЗ, за исключением номинальной величины удельной тяги, средняя величина которой на 1 % ниже требований ТЗ.

Таким образом, разработка двигателя 8Д716 ОКБ-456 в основном завершена.

Однако в настоящее время ещё не полностью решён ряд вопросов:

- не завершена доводка камеры, как в части обеспечения необходимого запаса по устойчивости, так и в части получения требуемой экономичности;

- отработка двигателя проведена на кипящем кислороде.

Проверка работы двигателя на переохлаждённом кислороде проведена лишь при одном стендовом испытании блока изделия 8Д75".

Главным выводом заключения на основании изложенного материала стало:

"Решением главного конструктора ОКБ-456 от 11 марта 1961 г. двигатели 8Д716 допущены к ЛКИ в изделиях 8К75.

На основании положительного результата 13-ти огневых испытаний доводочных и 7 испытаний товарных двигателей 8Д716, а также 2-х стендовых испытаний блоков "А" изделия 8К75, военное представительство с этим решением ОКБ-456 согласно".

Несмотря на согласие военного представительства с допуском двигателя 8Д716 к проведению ЛКИ, Глушко опасался, что указанные замечания могут вызвать негативную реакцию в ОКБ-1 и послужить поводом для задержки начала проведения ЛКИ. Чтобы исключить такое нежелательное для него развитие событий, Глушко 15 марта 1961 г. обращается к Королёву с письмом (приводится с сокращениями): "В настоящее время двигатели 8Д716 имеют несколько сниженную удельную тягу: на земле - 268 сек (по ТЗ - 269 сек), в пустоте - 309,5 (по ТЗ - 312 сек). ОКБ-456 продолжает вести работы для обеспечения требований ТЗ, однако имеется задел камер с указанным уровнем удельной тяги. В связи с этим ОКБ-456 просит согласия ОКБ-1 на поставку двигателей с указанными камерами для 17-ти первых лётных изделий 8К75 (из общего числа 25-ти изделий)".

Кроме указанного в письме несоответствия требованиям ТЗ по удельному импульсу тяги, нужно было бы отметить ещё и отдельные случаи возникновения неустойчивого горения в камерах как на режиме запуска двигателя, так и на основном режиме работы. Но об этом в письме ОКБ-456 ничего не говорится, т.к. предлагать для проведения ЛКИ двигателя, разрушающиеся в процессе их работы, было бы по меньшей мере странно. Специалисты ОКБ-456 исходили из предположения, что "неустойчивые" экземпляры двигателей с сегодняшним вариантом камеры будут отбраковываться после КТИ по осциллографическим записям переменной составляющей давления в камере, либо по факту разрушения камер, а проводимые работы с новой камерой внушали надежду на скорое положительное решение проблемы, как по обеспечению экономичности, так и устойчивости рабочего процесса.

Этим письмом Глушко предложил Королёву компромисс: ЛКИ начать с тем, что имеется, а полученное дополнительное время использовать для стендовой отработки кондиционных двигателей. Королёв ответил письмом 31 марта 1961 г., в котором согласился с предложением Глушко, но количество двигателей с пониженным удельным импульсом сократил с 17 до 10, при этом не преминул напомнить, что Глушко на совещании Главных конструкторов гарантировал поставку двигателей с заданным удельным импульсом тяги.

С такой вот весьма ограниченной положительной статистикой стендовых испытаний, с рядом ещё не решённых технических вопросов подошли к началу ЛКИ двигатели ОКБ-456. Но это не противоречило принятой в то время в ОКБ-1 методике "Научим ракету летать". Считалось, что имеющиеся недоработки автономной доводки ракетных систем и выявленные в процессе ЛКИ новые дефекты будут быстрее устраняться, чем это было бы при продолжении только автономной наземной отработки. Но если в начале



Двигатель 8Д716 в составе первой ступени ракеты Р-9А

1961 г. все ракетные системы имелись в наличии и ракету можно было испытывать, то штатная наземная стартовая позиция ещё не была построена. В связи с этим для ускорения начала ЛКИ в 1 квартале 1961 г. был сооружён "Приспособленный наземный стартовый комплекс (площадка № 51)". С целью экономии времени и средств на сооружение этой временной стартовой позиции место её расположения было выбрано примерно в полукилometре от основного старта № 1 для ракет Р-7. Это позволило широко использовать имеющуюся наземную инфраструктуру коммуникаций топливных трубопроводов и электросиловых кабелей для питания стартовых сооружений площадки № 51. По сравнению с грандиозным сооружением старта № 1 для пусков ракет Р-7, площадка № 51 имела упрощённое оборудование: пусковой стол представлял собой стартовую "гумбу" с газорассекателем, к которой по рельсам специально разработанный установщик доставлял горизонтально расположенную ракету и устанавливал её в вертикальное положение, после чего начиналась заправка баков топливом. В период проведения ЛКИ на кипящем кислороде заправка проводилась из вагонов-заправщиков и вагона-подпитчика. На этапе работ с переохлажденным кислородом заправка баков велась через передвижную переохлаждающую установку.

Первый экземпляр ракеты 8К75, предназначенный для проведения ЛКИ, поступил на полигон в НИИП-5 в марте 1961 г. По графику подготовительных работ, а он при ежесуточном контроле строго выполнялся, пуск "вышел" на 9 апреля 1961 г., на полгода позже определённого Постановлением срока начала ЛКИ. Не нужно, наверное, напоминать, что в эти же дни на соседней площадке № 1 параллельно велась подготовка пуска ракеты Р-7 "Восток" с первым космонавтом Земли. Учитывая огромное международное и политическое значение этого пуска, основное внимание главных конструкторов ракетных систем Р-7, а они же - разработчики систем ракеты 8К75, уделялось подготовке пилотируемого полёта.

В связи с этим некоторые члены Госкомиссии по проведению ЛКИ ракет 8К75 предлагали начать ЛКИ после пуска ракеты "Восток". Но Королёв считал, и не без основания, что, во-первых, при такой последовательности, первый пуск ракеты 8К75 пройдёт незамеченным у высшего руководства страны, а это нежелательно, и, во-вторых, в неизбежно возникшей эйфории после успешного полёта первого космонавта возможны ошибки на заключительной стадии подготовки ракеты 8К75 к пуску, что недопустимо. В этом Королёва поддержал председатель Госкомиссии по проведению ЛКИ ракет 8К75 генерал-лейтенант А.И. Семёнов, хотя новый Главком РВСН маршал К.С. Москаленко склонялся к решению отложить пуск до окончания работ с "Востоком".

Возобладала позиция Королёва и Семёнова, и график пусков ракет 8К75 не пересматривался. Благодаря территориальной близости площадок № 1 и № 51, Главные конструкторы, являясь одновременно членами двух Госкомиссий, успевали решать все технические вопросы, возникающие при подготовке ракет "Восток" и 8К75. Основную работу выполняли представители предприятий, которые только в необходимых случаях подключали своих "Главных".

Первый пуск ракеты 8К75 состоялся 9 апреля 1961 г. в 12 часов 15 мин. Первая ступень ракеты, отработав свои 100 секунд,

после разделения потеряла скорость и закружилась в зону отчуждения в районе падения ступеней. Вторая ступень, нормально включившись, на 55 секунде работы потеряла стабилизацию и была отключена задолго до штатного окончания работы. Поэтому успешным первым пуск оценить нельзя, но считать его положительным результатом есть все основания, т.к. была проверена совместная работа всех систем как самой ракеты, так и наземного комплекса, включая работу полигонной команды по подготовке и обслуживанию пуска.

Второе ЛКИ ракеты Р-9А состоялось 21 апреля 1961 г., замечаний к работе двигателей не зарегистрировано. Людей, не задействованных в технологических работах по проведению пуска, присутствовало ещё меньше, чем при первом пуске. Большинство всё ещё находилось в Москве, участвовало в торжествах по поводу полёта Ю.А. Гагарина.

К концу апреля ажиотаж в связи с полётом Гагарина поутих и при проведении третьего пуска ракет 8К75 присутствовали Королёв, Глушко и другие Главные конструкторы ракетных систем. Пуск проводился 25 апреля 1961 г. всё с той же временной 51-й площадке на кипящем кислороде. Для верящих в существование "генеральского эффекта" (возникновение аварии из-за присутствия высокого начальства) этот пуск является подтверждением их веры в приметы. На выходе на режим одна из камер двигателя 8Д716 на 4-й секунде работы разрушилась. Потеряв необходимую тягу, едва приподнявшись с пускового стола, ракета упала на стартовое сооружение и основательно его разрушила.

Падение ракеты 8К75 с разрушением временного стартового сооружения поставило под сомнение правомерность расположения площадки № 51 вблизи стартовой позиции № 1. Рассматриваемая ранее как положительный фактор близость площадки № 51 и старта № 1, дающая возможность иметь общие коммуникации, теперь становилось недостатком. Повторение подобных аварий ракеты 8К75, а их исключение нельзя было гарантировать, могло привести к временному выходу из строя старта № 1 и этим сорвать плановое ведение пусков ракеты Р-7.

Однако построенная к этому времени на полигоне НИИП-5 по проекту ГСБ "Спецмаш" штатная стартовая позиция типа "Десна" оказалась малоприспособленной для пусков ракет 8К75. Главным недостатком этой стартовой позиции являлась длительная, более двух часов, подготовка ракеты к пуску из-за отсутствия автоматизированной системы установки ракеты на пусковой стол и последующей заправки.

Такое время подготовки к пуску не соответствовало требованиям к боеготовности ракеты 8К75: по правительственному Постановлению - не более 40 мин, и по требованиям технического задания ОКБ-1 - не более 25 мин. Королёв настоял на изменении проекта этой стартовой позиции, потребовав широкого применения автоматизации технологических процессов подготовки ракеты к пуску. А до сооружения новой стартовой позиции ЛКИ продолжались с площадки № 51.

Но до продолжения ЛКИ нужно было разобраться в причинах аварийной работы двигателя. Председателем комиссии по выявлению причин аварийного пуска ракеты совместным приказом Госкомитета и Минобороны был назначен главный конструктор ОКБ-456 Глушко. Кроме пофамильно указанных в приказе специалистов, к работе комиссии широко привлекались сотрудники подразделений предприятий и организаций, принимающих участие в разработке и изготовлении аварийной ракетной системы, в данном случае - двигателя 8Д716.

По сложившейся в ракетостроительной отрасли практике, назначение председателя комиссии и формирование её состава опре-



Ракета Р-9А на пусковом устройстве



Транспортировка ракеты Р-9А на стартовый стол

делялось по результатам аварийной работы соответствующей ракетной системы. А до определения очередных "именинников" сразу же после падения ракеты все участники пуска лихорадочно всматривались в результаты записей телеметрических измерений, пытались определить степень их достоверности, внимательно исследовали остатки матчасти, доставленной с точки падения, придирчиво изучали положение дел у "соседей". Так, двигателистов в аварийных ситуациях всегда интересовала работа ракетных систем питания двигателя и качания камер, температура компонентов топлива, подача команд системой управления на органы регулирования режима работы двигателя и ещё ряд характеристик работы различных ракетных систем, могущих привести к нерасчётному режиму работы двигателя. "Соседи" занимались тем же. В подготовке и анализе пусков ракет от каждого ОКБ-разработчика ракетных систем принимали участие хорошо технически подготовленные специалисты, знающие в подробностях особенности функционирования элементов "своих" систем. В то же время они имели достаточно полное представление и о работе смежных систем и могли почти профессионально определить нарушения в их работе. Такой перекрёстный анализ работы практически всех ракетных систем поощрялся руководством Госкомиссии по проведению ЛКИ, т.к. это позволяло достаточно быстро и объективно выявить ракетную систему, вызвавшую аварию ракеты.

На заседании Госкомиссии рассматривались все предлагаемые версии причин аварии, из них выбиралась одна, наиболее подкреплённая фактическими материалами и определялся состав комиссии для выявления причин аварийного пуска. После выхода приказа о назначении комиссии, в работу включались специалисты: конструкторы, технологи, изготовители матчасти, научные сотрудники НИИ, представители заказывающих и контролирующих структур Минобороны.

Аварийные комиссии обычно работали достаточно продолжительное время, как правило, до трёх недель, иногда имелись случаи и более месяца. За это время на основе первичного анализа разрабатывалась одна или несколько версий причин аварийной работы двигателя и проводилось углублённое исследование возможности реализации каждый из них, пытались определить степень их достоверности. Необходимость устранения технических недостатков являлось мощным стимулом для научного изучения процессов, ранее не известных. В ходе работ аварийной комиссии происходило объединение трёх составляющих научно-технического исследования: научный анализ - разработка конструкторских или технологических решений - экспериментальная проверка эффективности устранения причин аварии. В некоторых случаях для подтверждения правильности определения предполагаемой причины аварии проводились огневые испытания экспериментальных двигателей с провоцированием получения аварии по предполагаемой причине. На заключительном этапе работы комиссии проводится несколько испытаний двигателей с разработанными мероприятиями дня исключения повторения аварийных ситуаций и выпускается заключение с выводами и рекомендациями по дальнейшему ведению изготовления двигателей и продолжению ЛКИ.

В процессе работы комиссии, как правило, вскрываются и недостатки организационно-технологического порядка, не имеющие прямого отношения к причинам аварии. Они тоже включались комиссией в перечень мероприятий по устранению недостатков. Так расследование аварий даёт вторичный положительный эффект в сфере организации работ и выполнения требований различных инструкций, стандартов и других нормативно-технических документов.

В утвержденном 18 мая 1961 г. председателем Госкомиссии по проведению ЛКИ заключении по аварии указывалось, что *"причиной аварийного полёта ракеты 8К75 № 02Т является разрушение камеры двигателя 8Д716 вследствие появления пульсаций давления высокой частоты, причину возникновения которых однозначно установить в настоящее время не представилось возможным"*.

Тем не менее были разработаны конструкторские мероприятия, эффективность которых была проверена проведением 2-х

стендовых испытаний. Доработанные двигатели были установлены в ракеты и ЛКИ продолжены. Следующий, четвёртый по порядку пуск, состоялся 29 мая 1961 г. и прошёл без замечаний к работе двигателя. А вот в процессе полёта ракеты при пятом пуске 2 июня 1961 г. на 30-й секунде по данным телеметрических измерений одна из камер двигателя 8Д716 разрушилась, что привело к последующему падению ракеты.

На этот раз председателем комиссии по выявлению причин аварийной работы двигателя был назначен заместитель главного конструктора ОКБ-456 по лётным испытаниям двигателей В.С. Радутный. На эту должность в ОКБ-456 он был назначен в ноябре 1960 г., заменив погибшего 24 октября 1960 г. при аварии ракеты Р-16 заместителя главного конструктора Г.Ф. Фирсова.

Радутный пришёл на работу в лабораторию огневых испытаний ОКБ-456 после окончания МАИ в 1949 г., затем работал в отделе стендовых измерений. С февраля 1958 г. по июнь 1959 г. работал на авиационном предприятии в Тушино, а в июле 1959 г., вернувшись в ОКБ-456, возглавил отдел лётных испытаний двигателей. В этой должности он основное внимание уделял работам по двигателям ракеты Р-7.

В связи с этими особенностями биографии Радутный подробностями стендовой отработки двигателя 8Д716 практически не владел, что быстро выяснилось в процессе работы комиссии. Установив эту "слабину", присутствующие на одном из заседаний комиссии Королёв и Мишин сразу же начали "воспитательную" работу в присутствии всей комиссии. Попав под "королёвский пресс" конкретных вопросов, Радутный пытался выйти из положения путём общих рассуждений, что ещё больше раздражало Королёва. В этой обстановке заседание комиссии пришлось прервать, но и это не спасло её председателя от продолжения неприятного разговора: Мишин в присутствии работников ОКБ-456, не выбирая выражений, употребляя ненормативную лексику, давал характеристики профессиональным способностям Радутного и другим руководителям ОКБ-456. Главный мотив недовольства руководителями ОКБ-1 - назначение председателем аварийной комиссии некомпетентного по их мнению работника свидетельствует о нежелании ОКБ-456 серьёзно заниматься повышением надёжности двигателя 8Д716.

В результате этого разговора Королёв позвонил Глушко и потребовал заменить Радутного в качестве председателя аварийной комиссии и предложил Глушко самому её возглавить. Но поскольку председателем комиссии Радутный был назначен приказом ГКОТ, согласованным с Минобороны, то заменять его не стали, приняли во внимание заверения руководства ОКБ-456 оказывать техническую помощь в руководстве работой комиссии. В дальнейшем, при организации межведомственных комиссий, связанных с работой двигателей 8Д716, председателями комиссий назначались либо Глушко, либо Курбатов, ставший после ухода в августе 1961 г. В.А. Витки на пенсию первым заместителем Главного конструктора ОКБ-456, сохранив за собой руководство экспериментальными работами. И в то же время, по предложениям руководства ОКБ-456, с учётом занимаемой должности, а может быть и в "пику" руководству ОКБ-1, в состав практически каждой комиссии наряду с другими работниками ОКБ включался и Радутный.

Основное бремя анализов результатов аварийной работы двигателя, выявления причин аварии и составления технического заключения ложилось на ведущего конструктора по разработке двигателя А.Д. Дарона и начальника отдела лётных испытаний двигателей ОКБ-456 А.П. Июдина. Следует отметить, что к докладом на аварийных комиссиях Дарона и Июдина, к их оценкам работы двигателя и других ракетных систем Королёв относился с доверием и не раз подчёркивал объективность и принципиальность их подхода к выявлению причин аварии. На положительное отношение Королёва к этим работникам ОКБ-456 оказывало влияние, видимо, и то, что с Июдиным он был знаком с ноября 1942 г. по совместной работе в Казани (Июдин не был в заключении, он работал в ОКБ-16 4-го Спецотдела НКВД СССР в качестве вольнонаёмного), а с Дароном познакомился в период лётной отработки двигателей для Р-7.

На мой взгляд, представляет интерес оценка положения дел в тот период, сделанная А.А. Голубевым, бывшим ведущим конструктором ОКБ-154 по разработке двигателя 8Д715 для второй ступени ракеты 8К75, в докладе на чтениях в 1998 г., посвящённых 90-летию со дня рождения В.П. Глушко: *"Мы с Дароном всегда знали, что и как нужно докладывать на комиссиях после очередного падения ракеты, но не всегда знали, что нам нужно делать"*.

Несмотря на острую конфронтацию руководства ОКБ-1 и ОКБ-456 по поводу кандидатуры председателя аварийной комиссии, главный вопрос по определению причин аварии и рекомендациям по дальнейшему изготовлению двигателей и проведению ЛКИ удалось разрешить относительно просто. Анализ телеизмерений однозначно свидетельствовал о разрушении камеры от ВЧ-колебаний давления. Имелись случаи возникновения неустойчивого горения и при стендовых испытаниях, при этом причины этого явления установить не удавалось. Однако в рассматриваемом нами случае вопрос о принятии мер для повышения устойчивости был хорошо подготовлен. В ОКБ-456 с марта 1961 г. велась отработка двигателей с новой смесительной головкой, оснащённой большим количеством мелких однокомпонентных форсунок, устанавливаемых по шахматной схеме. Применение нового смесеобразования позволило существенно увеличить удельный импульс тяги двигателя и, как попутно выяснилось, запасы по устойчивости горения топлива на основном режиме. К концу мая 1961 г. было проведено более десяти стендовых огневых испытаний двигателей с новой смесительной головкой, показавших хорошую стабильность внутрикамерных характеристик рабочего процесса. Наиболее нетерпеливые участники доводки двигателя предлагали прекратить дальнейшие работы со "старыми" камерами, однако руководство ОКБ-456, уже столько раз обжигавшееся на послешном выборе "окончательного" варианта смесеобразования, не спешило с внедрением новой смесительной головки, стремилось проверить её в как можно более широком диапазоне изменения параметров и увеличить статистику успешных стендовых испытаний двигателя.

Такой подход к оценке первых результатов нашёл понимание и у руководителей ОКБ-1. На этом этапе работ ОКБ-1 в первую очередь беспокоило пониженное значение удельного импульса тяги и поэтому полученные повышенные результаты по экономичности были восприняты с удовлетворением. Я специально обращаю внимание на эту, казалось бы, естественную реакцию, т.к. в декабре 1959 г. на заседании "Комиссии К.Н. Руднева", при обсуждении проектов двигателей 8Д716 и НК-9 Королёв заявил, что для ракеты Р-9А повышения удельного импульса тяги у двигателя 8Д716 не требуется. Видимо, тогда это было сказано сгоряча, в полемическом запале, т.к. повышенная экономичность ЖРД никогда не вредила ракетчикам. Так было и на этот раз. Руководство ОКБ-1, разделяя позицию ОКБ-456 о необходимости более глубокой проверки работоспособности двигателей с новым смесеобразованием, в то же время было вынуждено доводку двигателя увязывать с жёсткими сроками отработки ракеты 8К75. Это нашло своё отражение в письме ОКБ-1 от 27 мая 1961 г., направленном в ОКБ-456 на имя Глушко и, в копии, председателю ГКОТ К.Н. Рудневу. Приводим фрагмент этого письма: *"В связи с сокращением количества пусков до сдачи изделия 8К75 в наземном варианте заказчику и целесообразностью проверки двигателей с улучшенными характеристиками не менее, чем на 3-х изделиях до испытаний на предельную дальность, ОКБ-1 считает необходимым с изделия 8К75 № 18 (что соответствует с 14 двигателя от начала поставок для лётных испытаний - В.Р.) устанавливать двигатели 8Д 716 с удельной тягой 276 сек у земли и 318 сек в пустоте"*.

Учитывая, что до 27 мая 1961 г. было испытано в составе ракет 8К75 всего 3 двигателя 8Д716, предложение внедрить новую смесительную головку с 14-го поставочного двигателя давало возможность ОКБ-456 набрать представительную статистику стендовых испытаний двигателей 8Д716. Но авария при ЛКИ 2 июня 1961 г. показала необходимость немедленного перехода на новое смесеобразование, что нашло своё отражение в выводах и предложениях аварийной комиссии.

Решение аварийной комиссии послужило основанием для Глушко направить 19 июня 1961 г. письмо Королёву с информацией о положении дел с отработкой камер двигателя с новым смесеобразованием. Письмо приводится с сокращениями.

"В соответствии с выводами комиссии по выявлению причин аварийного полёта изделия 8К75, двигателя 8Д716 с камерами, изготовленными по штатной документации, признаны недостаточно надёжными и потому дальнейшее их изготовление, поставка и испытания прекращены. Впредь будут поставляться двигатели 8Д716 с камерами, имеющими новые форсуночные головки."

Накопленная до настоящего времени статистика показывает, что в этих двигателях обеспечивается достаточная устойчивость рабочего процесса и что удельная тяга по результатам испытаний 19-ти двигателей 8Д716 имеет следующие осреднённые величины: у земли - 276,9 сек, в пустоте - 319,4 сек."

Не перечисляя причин, по которым ОКБ-456 не может считать статистику испытаний двигателей достаточной, предлагается временно для первых поставочных двигателей 8Д716 с новыми камерами принять значение удельной тяги равными: для земли - 276 сек, для пустоты - 318 сек. По накоплению статистики Вам будут сообщены уточнённые значения удельной тяги, которые безусловно будут не меньше указанных".

В финальной части письма высказывается просьба ускорить согласование временного документа на изменение основных характеристик двигателя, т.к. при работе двигателя с новыми камерами расходы компонентов топлива и величина удельного импульса тяги не соответствовали указанным в конструкторской документации, что препятствовало приёмке этих двигателей заказчиком. В соответствии с принятыми решениями весь задел двигателей был переоснащён камерами с новыми смесительными головками. Этому способствовало хорошо отработанная на заводе № 456 технология замены смесительных головок на готовых камерах.

Следующий пуск ракеты 8К75 по программе ЛКИ был проведён 25 июля 1961 г. Это было первое лётное испытание двигателя 8Д716 с новым смесеобразованием и, начиная с этого пуска, претензий к работе двигателя на основном режиме больше не отмечалось как при проведении ЛКИ, так и при последующих экспериментальных отстрелах ракет 8К75.

Однако этого нельзя сказать о работе двигателя на режиме запуска. При испытании 3-го августа 1961 г. на выходе на режим в одной из камер возникли ВЧ-колебания давления газов, камера разрушилась и ракета упала вблизи стартового сооружения площадки № 51. Эта авария произошла при первом пуске ракеты 8К75 на переохлаждённом кислороде.

Аварийную комиссию возглавил Глушко. Работа комиссии не имела побочных организационных эксцессов, представители ОКБ-456 вынуждены были согласиться с предложенной работниками ОКБ-1 причиной аварии - неотработанность принятой схемы запуска. Надежды на повышение устойчивости на режиме запуска установкой новой смесительной головки не оправдались и двигателисты продолжили поиски более надёжной схемы запуска.



Старт ракеты Р-9А

Так уж получилось, что авария ракеты 8К75 третьего августа 1961 г. завершила первый этап проведения ЛКИ. В связи с этим 11 августа в ГКОТ состоялось совещание Главных конструкторов в расширенном составе: С.П. Королёв, В.П. Глушко, М.С. Рязанский, Н.А. Пилюгин, В.П. Бармин, Ю.А. Ишлинский, В.П. Мишин, Б.Е. Черток, Л.А. Воскресенский, С.С. Крюков, В.И. Курбатов и др., на котором были подведены промежуточные итоги отработки боевого ракетного комплекса 8К75, проанализированы вскрытые в процессе ЛКИ недоработки отдельных ракетных систем и ракеты в целом, а также отмечено отсутствие штатного наземного стартового комплекса. Не будем касаться других систем, сконцентрируем внимание на работе двигателя 1 ступени.

Из восьми пусков три завершились авариями по причине отказа двигателя 8Д716. Такой процент отказов только по одной ракетной системе недопустимо высок даже для первого этапа лётной отработки ракеты. Тем более, что отказы двигателей явились следствием конструктивных недостатков, проявившихся в неустойчивом горении, причина которого оставалась не выясненной. То же наблюдалось и при проведении испытаний двигателей на стендах в ОКБ-456. Объективная и бескомпромиссная статистика показывала, что, несмотря на все принимаемые меры, обеспечить устойчивый запуск двигателя не удаётся. Такое положение дел вызвало серьёзные опасения за успешное завершение отработки всего ракетного комплекса. В связи с этим одним из главных вопросов на совещании Главных конструкторов стало сообщение Глушко "О ходе отработки двигателей 8Д716 для изделия 8К75".

В своём выступлении Глушко высказал уверенность, что внедрение новой смесительной головки гарантированно обеспечивает как существенное повышение удельного импульса тяги, так и устойчивое горение на основном режиме работы двигателя. По запуску двигателя ведётся отработка новой схемы. В итоге этого сообщения совещание постановило: *"Принять к сведению заявление Глушко, что к 16 августа с.г. ОКБ-456 примет решение об изменениях в схеме запуска для товарных двигателей. Просить В.П. Глушко 17.08 с.г. информировать Главных конструкторов о принятых мерах по обеспечению надёжности двигателя"*.

Был ещё один вопрос по отработке двигателя, не вошедший в протокол совещания. В конце выступления Глушко Королёв спросил о готовности ОКБ-456 вести стендовые испытания двигателя на переохлаждённом кислороде. Ответить на этот вопрос Глушко поручил Курбатову. Однако вместо выступления у Курбатова произошёл диалог с Барминым, который в связи с разработкой в ГСКБ "Спецмаш" наземного оборудования для хранения переохлаждённого кислорода в ёмкостях стартового сооружения, из всего состава Главных конструкторов был наиболее подготовлен по этой технической проблеме.

Первое же упоминание Курбатова, что для получения переохлаждённого кислорода в ОКБ-456 необходимо провести длительную реконструкцию стендовых систем с введением теплообменника и дополнительного хладагента вызвало бурное возмущение у Бармина, который в достаточно грубых выражениях, с использованием ненормативной лексики, отозвался об уровне знаний законов физики и технической подготовке работников ОКБ-456. Закончив с критикой, Бармин сразу же изложил простой способ получения переохлаждённого кислорода путём вакуумирования газовых подушек в стендовых баках. Упоминание Курбатова об отсутствии вакуумных насосов немедленно было парировано репликой Королёва: *"Давно надо было их иметь. Я думаю, что мы поможем Вам добыть вакуумный насос"*. Но и после этой реплики Бармин не успокоился и продолжал "добывать" Курбатова: *"Не нужны ОКБ-456 вакуумнасосы"*.

Каждая новая ссылка Курбатова на сложность создания стендового оборудования вызывала бурный протест у Бармина. Poleмическое напряжение с каждой минутой нарастало... Участники совещания с интересом слушали Курбатова, но при этом с любопытством поглядывали на Глушко. А он сидел с непроницаемым видом и смотрел прямо перед собой, как будто происходящее его вовсе не касалось. Глушко, конечно, понял, в какую ситуацию он попал

вместе со своим "главным испытателем". И, видимо, решил, в наказание дать возможность Курбатову испытать всю чашу позора до дна. Наконец, попытки Курбатова "сохранить лицо" надоели Глушко, и он спокойным тихим голосом предложил закончить "обсуждение" вопроса о внедрении в ОКБ-456 стендовой системы для получения переохлаждённого кислорода. В заключение своего выступления Глушко заверил, что Курбатов всё понял и теперь примет самые энергичные меры для обеспечения испытаний двигателей в ОКБ-456 на переохлаждённом кислороде.

Известно, что после совещания Глушко беседовал с Курбатовым, но поскольку разговор шёл без свидетелей, то остаётся только догадываться, как шла эта "беседа". Во всяком случае, на следующий день Курбатов провёл оперативное совещание с руководителями испытательных подразделений и объявил, что создание системы переохлаждения кислорода является первоочередной задачей и будет им контролироваться самым жёстким образом ежедневно.

Специалисты ОКБ-456 по разработке стендового оборудования оперативно ознакомились с имеющимися наработками по системе переохлаждения кислорода в ОКБ-1, НИИ-229, на предприятиях Главкислорода и разработали приемлемое для огневого стенда ОКБ-456 оборудование. Разработка схемы и конструкции, изготовление и монтаж системы вакуумирования заняли не более полутора месяцев и в начале октября 1961 г. состоялось первое в ОКБ-456 стендовое огневое испытание двигателя 8Д716 на переохлаждённом кислороде. Дальнейшие испытания показали, что в ряде случаев запуск двигателей по отработанной для кипящего кислорода циклограмме приводит к возникновению неустойчивого горения и разрушению камер.

Положение дел указывало на необходимость отработки схемы запуска двигателя заново, а для этого требовалось определение фактического диапазона уровня температур кислорода, поступающего в двигатель в момент его запуска. Разумеется, ОКБ-1 должно было определить это экспериментально ещё до начала испытаний двигателей на переохлаждённом кислороде, однако методическим планом наземной отработки ракеты такие работы не предусматривались. Но не одному же ОКБ-456 ошибаться в проведении работ с переохлаждённым кислородом...

Вернёмся, однако, к сообщению Глушко. Его уверенность в возможности уже через две недели после аварии 3-го августа принять решение о новой схеме запуска основывались на том, что уже с середины июля в ОКБ-456 велись работы в этом направлении. В течение месяца, с 19-го июля по 15-е августа, были проведены десятки укороченных огневых испытаний двигателей. Не всё шло гладко, но к 15-му августа схема была выбрана и её надёжность подтверждена 20-ю укороченными испытаниями двигателей. Столь убедительная статистика безаварийной схемы запуска позволила аварийной комиссии выпустить заключение со следующими выводами:

"1. В ОКБ-456 принята и достаточно надёжно проверена новая схема запуска, обеспечивающая более "мягкий" выход двигателя на режим. Работоспособность новой схемы запуска подтверждена 39 стендовыми испытаниями 17 двигателей, из которых 15 испытаний 7 двигателей производства серийного завода № 24.

2. Состояние отработки новой схемы запуска и положительные результаты испытаний двигателей 8Д716 принятой в настоящее время модификации позволяют рекомендовать продолжить лётные испытания изделий 8К75".

Генерал А.И. Семёнов это заключение утвердил 6 сентября 1961 г.

В соответствии с рекомендациями комиссии 10 сентября 1961 г. началось проведение второго этапа ЛКИ. Этот этап продолжался до 26 сентября 1961 г. и включал 7 пусков ракет 8К75, из них два аварийные: в двигателях 8Д716 на выходе на режим разрушились камеры. Создаётся комиссия: В.П. Глушко - председатель.

Предварительное заключение было подготовлено достаточно быстро, т.к. сомнений в причинах аварии ни у кого не было: наличие ВЧ-колебаний давления газов на запуске двигателя. И опять вопрос - что делать дальше?

Поскольку следующая подготовленная к пуску ракета впервые была укомплектована двигателем 8Д716, изготовленным в составе установочной партии на серийном заводе, принимается решение провести этот пуск. Стремление как можно раньше опробовать при лётных испытаниях продукцию серийного завода закономерно и в данном случае оправдывает нарушение сложившейся методики - не проводить пуски ракет, пока не будет определена и устранена причина предыдущей аварии.

Шестой пуск второго этапа с двигателем завода № 24 прошёл без замечаний и это в какой-то мере сгладило негативное впечатление от предыдущего аварийного пуска и вселило надежду, что причиной аварии явилось неблагоприятное для запуска сочетание отдельных параметров, присущих только аварийному двигателю.

Видимо, это позволило Госкомиссии принять решение продолжить ЛКИ и 26 октября 1961 г. был проведён очередной пуск ракеты 8К75. Запуск двигателя, отделение ракеты от пускового стола, кратковременный полёт и падение вблизи стартового сооружения - полная аналогия предыдущего аварийного пуска 8 октября. По результатам пуска 26 октября полигоном был выпущен оперативный отчёт, в выводах которого указывается, что "причиной аварийного пуска изделия явилось разрушение двигателя вследствие возникновения и развития ВЧ-колебаний давления газов". Новую комиссию создавать не стали, поручили продолжавшей работать комиссии под председательством Глушко объединить оба аварийных пуска в одно расследование причин аварии.

Первое, на что обратили внимание члены комиссии, было проведение обоих аварийных пусков с заправкой баков ракеты переохлаждённым кислородом. О том, что это могло явиться причиной возникновения ВЧ-колебаний давления газов свидетельствовало появление в момент зажигания в камерах жёсткого "хлопка", наблюдавшегося при запусках двигателя в составе ракеты на переохлаждённом кислороде, в то время как такого явления при запусках двигателей на кипящем кислороде не происходило... Основываясь на слуховом восприятии "хлопков", за неимением на ракете малоинерционных датчиков для регистрации быстропеременной составляющей давления в период запуска, были сделаны выводы о существенных отличиях в протекании процессов в камере в момент зажигания при работе двигателя на переохлаждённом или кипящем кислороде. Здесь не лишне напомнить, что все предыдущие сдвиги запуска двигателя отработывались на кипящем кислороде, но, судя по результатам разрушения камер на запуске на переохлаждённом кислороде, оказались не пригодными. Это наблюдение легло в основу дальнейшей работы аварийной комиссии.

Однако эти планы не были реализованы, работа аварийной комиссии была прекращена и дальнейшее развитие событий пошло по другому сценарию. Не удовлетворившись только определением фактов возникновения аварий, изложенных в предварительном заключении аварийной комиссии и оперативном отчёте полигона, Председатель Госкомитета Л.В. Смирнов решил в ноябре 1961 г. на заседании коллегии Госкомитета заслушать состояние дел с отработкой двигателя. Это был не первый случай подключения руководства Госкомитета к отработке двигателя 8Д716. И К.Н. Руднев, и Л.В. Смирнов, в недавнем прошлом руководители предприятий, интересовались ходом отработки, критиковали руководство ОКБ-456 за срывы графика работ, но одновременно стремились оказать помощь и дать технические советы по устранению недостатков в работе двигателя.

На этот раз на коллегии Госкомитета основной доклад от ОКБ-456 было поручено сделать ведущему конструктору разработки двигателя А.Д. Дарону, содокладчиками были директор НИИ-229 Г.М. Табаков и начальник лаборатории №8 НИИ-1 А.П. Ваничев. Кроме них выступили также представители ОКБ-1, ОКБ-2, НИИ-4 МО и ГУРВО. Все отмечали, что организовать запуск несамовоспламеняющихся компонентов топлива без промежуточной ступени (для обеспечения пусков ракет из шахтного сооружения) с впервые используемым переохлаждённым кислородом является сложной научно-технической задачей. Предложения выступающих были практически единые: дать ОКБ-456 возмож-

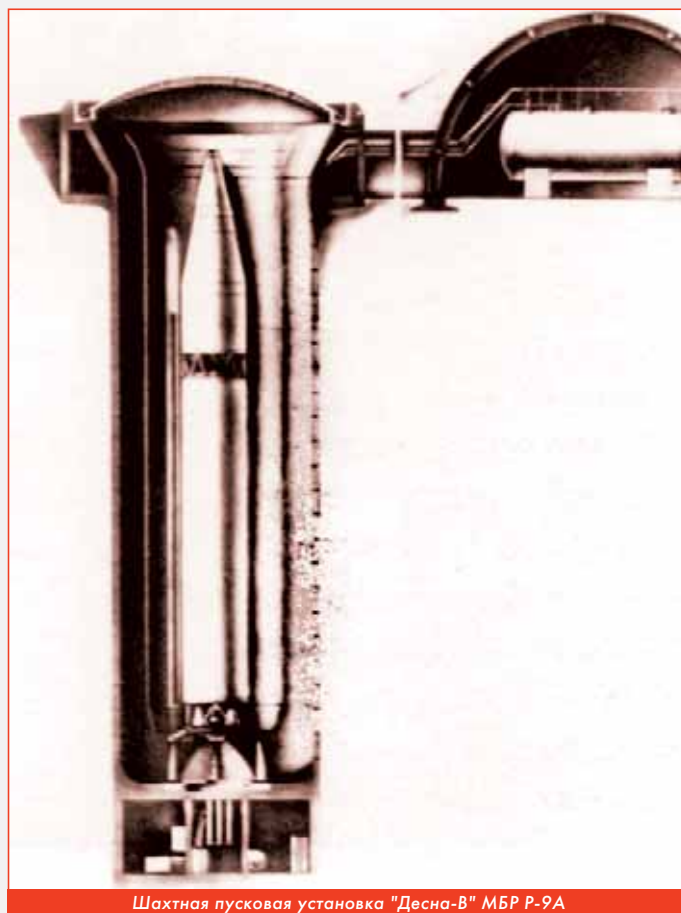
ность в разумно назначенный жёсткий срок с участием специалистов отраслевых НИИ провести отработку запуска двигателя 8Д716 на соответствие требованиям технического задания ОКБ-1. Кроме того, в процессе проведения ЛКИ было установлено, что при задержках пуска, даже в пределах, оговорённых документацией, происходит "разогрев" кислорода, находящегося в баках без вакуумирования, и на входе в двигатель переохлаждённый кислород, вопреки мнению, господствующему в ОКБ-1, переходит в состояние кипящего. В связи с этим, по предложению Глушко, коллегия Госкомитета поручила ОКБ-1 по специально разработанной программе провести "холодные" испытания блока "А" ракеты 8К75 для уточнения требований к температуре кислорода, поступающего в двигатель в момент запуска в зависимости от времени начала пуска с учётом его задержки в пределах, оговорённых в эксплуатационных документах ОКБ-1.

В результате проведенных экспериментальных работ по "Программе испытаний по определению параметров окислителя в магистралях блока "А" было установлено, что в зависимости от вида кислорода его температура на входе в двигатель составляет:

- у переохлаждённого кислорода - минус 184,5 °С;
- у кипящего кислорода - минус 178,5 °С.

Учитывая допустимую по документации задержку пуска ракеты на 1,5-2 часа, была определена температура кислорода на входе в двигатель и для этого случая. Она составила минус 173 °С. На основании этих экспериментальных результатов в конструкторскую документацию был внесён эксплуатационный диапазон температуры кислорода на входе в двигатель от минус 184,5 °С до минус 173 °С. Представляется интересным отметить, что это изменение ОКБ-1 внесло не в ТЗ на разработку двигателя, а в "Положение по эксплуатации изделия 8К75".

В дополнение к этому хочется обратить внимание читателя, насколько отличается экспериментально определённая температура переохлаждённого кислорода на входе в двигатель (минус 184,5 °С) от температур, полученных в результате расчётов, а скорее всего, путём "экспертной оценки" (минус 189 °С... минус 203 °С), которые настоятельно предлагались для использования



Шахтная пусковая установка "Десна-В" МБР Р-9А

при отработке двигателя (письмо Королёва от 13 февраля 1961 г. в адрес ОКБ-456).

Экспериментально установленный достаточно узкий эксплуатационный диапазон температуры кислорода позволил существенно упростить отработку схемы запуска двигателя на стенде. И в то же время, учитывая определяющее значение температуры кислорода на безопасность запуска, двигатели ОКБ-456 отработали запуск в расширенном диапазоне температур от минус 189 °С до минус 172 °С.

Объявленная пауза в проведении ЛКИ ОКБ-456 использовало максимально продуктивно. Выявленная возможность поступления в двигатель при его запуске как переохлаждённого, так и кипящего кислорода потребовала от двигателистов отработать унифицированную схему запуска, одинаково надёжную при любом состоянии кислорода в пределах определённого температурного диапазона. Отработка унифицированного запуска велась с октября 1961 г. по март 1962 г.

Кроме заново и на этот раз окончательно отработанной схемы запуска, с целью дальнейшего повышения устойчивости рабочего процесса как на основном режиме работы, так и на запуске, цилиндрическая часть камеры подверглась очередному укорачиванию, её длина стала всего 130 мм. Это привело к повышению запаса устойчивости, но удельный импульс тяги уменьшился на 2 сек.

Результаты проведенных работ в ОКБ-456 и ОКБ-1 были заслушаны на коллегии Госкомитета. Представленные материалы позволили принять решение о возобновлении ЛКИ.

Третий завершающий этап ЛКИ начался пуском 21 марта 1962 г. и продолжался до 4 февраля 1964 г. В течение этапа было проведено 39 пусков, а за всё время проведения ЛКИ состоялось 54 пуска.

Для двигателистов этот этап ЛКИ характерен использованием в ракетах двигателей, изготовленных на серийном заводе № 24. Кроме подключения к лётным испытаниям продукции серийного завода, на третьем этапе ЛКИ была начата отработка штатных наземных стартовых сооружений: 19 июня 1962 г. состоялся первый пуск со стартовой позиции - "Десна Н" (правая), 11 февраля 1963 г. с позиции "Десна Н" (левая), а 22 февраля 1963 г. - со стартовой позиции - "Долина". Двигатели с унифицированной схемой запуска надёжно запускались в любой стартовой позиции и без замечаний работали на активном участке полёта. Это позволило в течение марта-августа 1962 г. провести сертификационные испытания двигателей с выводами комиссии о пригодности двигателей 8Д716 к эксплуатации в составе ракет 8К75.

Казалось бы, теперь сделано всё, имеющиеся недостатки в работе двигателей за два с лишним года доводки уже все проявились и надёжно устранены. Работает серийный завод, его обслуживают инженеры Приволжского филиала ОКБ-456, само ОКБ переключилось на разработку новых двигателей. Однако такое течение событий продолжалось до середины октября 1962 г., когда двигатель 8Д716 опять напомнил о себе.

Для лучшего понимания происходящих событий необходимо сделать небольшое отступление. Появление и дальнейшее совершенствование ударного ракетно-ядерного оружия обязательно должно было привести к появлению средств противоракетной обороны (ПРО). После недолгих поисков специалисты в области ПРО пришли к выводу, что наиболее эффективным средством для предотвращения нанесения ракетно-ядерного удара является нарушение средств управления полётом ракеты вероятного противника и последующая "блокировка" летящих боевых головок с ядерными зарядами. И для выполнения этих задач лучше всего годятся поражающие факторы ядерного взрыва (ПФЯВ). Ведь давно известно, что клин лучше всего вышибать клином!

С целью определения помехоустойчивости бортовых и наземных устройств радиоуправления от воздействия ПФЯВ в 60-х годах в СССР проводились специальные работы по так называемым "Программам К". Две из этих программ предусматривали взрыв ядерного заряда мощностью 300 кт над Семипалатинским ядерным полигоном на высотах 300 км (Программа К-3) и 150 км

(Программа К-4). Участие и задача ракеты 8К75 в этих программах - пролететь в момент взрыва вблизи его эпицентра. Ядерный заряд доставлялся в расчётную точку взрыва ракетой Р-12, запускаемой с ГЦП Капустин Яр. Для обеспечения чёткого выполнения временного графика "Старт Р-12 - старт 8К75 - ядерный взрыв на заданной высоте - прохождение ракеты 8К75 вблизи эпицентра взрыва" была проведена громадная работа, в которой приняли участие сотни военных и гражданских специалистов.

При подготовке к пуску первой ракеты 8К75, участвующей в "Программе К-3", было допущено небольшое отступление от штатного графика работ: с целью гарантированной синхронизации запуска с ракетой Р-12 заправка баков кислородом была проведена с некоторым опережением расчётного времени. Как потом оказалось, эта "гарантия" более чем в 3 раза превышает допустимое по эксплуатационной документации время задержки пуска после окончания заправки ракеты кислородом. Имелись и запланированные отличия от штатных комплектаций предыдущих ракет: на этом пуске исследовалось влияние некоторых факторов на запуск двигателя, в том числе усиленный пиростартёр.

Первая часть достаточно сложного и важного для дальнейшего совершенствования военной техники эксперимента прошла успешно. Ракета Р-12 стартовала 22 октября 1962 г., точно в назначенное время на расчётной высоте произошёл ядерный взрыв. А вот вторая часть эксперимента, определяющая комплексное воздействие ПФЯВ на летящую ракету, не состоялась.

В согласованный с полигоном Капустин Яр момент времени была подана команда на запуск двигателя, ракета 8К75 медленно, словно нехотя, поднялась на несколько метров над стартовым столом, затем на какое-то мгновение зависла в неподвижности, опираясь на свой ослепляюще-огненный "хвост" и тяжело рухнула вниз. Взрыв, море огня.... "Десна Н" (правая) практически была уничтожена и больше не восстанавливалась.

Была авария - появилась и комиссия: В.И. Курбатов - председатель. Первичный экспресс-анализ показал, что градиент набора давления в камерах аварийного двигателя выпадает из статистики изменения этого параметра при стендовых и лётных испытаниях двигателей с последней схемой запуска. Это могло быть следствием установленного комиссией факта ошибочного проведения настройки на заниженный номинальный режим работы этого двигателя по методике, не откорректированной по последним данным.

На более глубокий анализ причин аварии двигателя времени не хватило, т.к. на 28 октября была запланирована операция по "Программе К-4". Срочно перенастроили очередную ракету 8К75 и началась подготовка к следующему совместному с ракетой Р-12 пуску. На этот раз пуск готовился с временной площадки № 51, выдержавшей до этого 22 пуска. Учитывая опыт предыдущего пуска, время гарантийного опережения заправки баков ракеты кислородом было несколько сокращено, но всё равно, как оказалось, оно почти в 2 раза превышало допустимое. Вторая ракета должна была восполнить несостоявшееся участие в "Программе К-3", а также завершить запланированные исследования по запуску двигателя. Таким образом, получалось полное повторение программы предыдущего аварийного пуска. И хотя в среде специалистов ракетной техники, связанных с испытаниями двигателей и, особенно, пусками ракет, широко распространена традиция соблюдения различных примет, воспроизводство программы пуска, ставшего аварийным, не входило в сложившийся перечень таких суеверий. Да и меры по устранению выявленных недоработок на новой ракете были приняты. Сомнений в благополучном исходе очередного пуска ни у кого не было.

О том, что произошло при этом пуске, вспоминает участник этих событий, ведущий конструктор по разработке двигателя 8Д716 А.Д. Дарон: *"В момент пуска я находился на наблюдательном пункте (НП) более, чем в километре от старта. Из тех, кто был рядом, помню только И.И. Райкова. Смотрели в бинокли, слушали трансляцию команд со старта. Пошёл запуск. Ракета поднялась чуть-чуть, зависла на мгновение и... как и прежде, совсем как в предыдущем случае, осела на "тумбу". Последовал взрыв. Не помню,*

как всё произошло далее, но я пошёл прямо от НП к старту, выражение лица у меня было, видимо, такое, что ни один из солдат меня не остановил (а может быть, они все попрятались?). Помню, пришёл на старт, там всё горит, головная часть небрежно валяется в нескольких метрах от догорающих обломков, среди которых заметны камеры двигателя. Что-то раскалено и пышит жаром, что-то догорает, картина конца света. Меня издали увидел Королёв, пошёл навстречу, посмотрел прямо в лицо сочувствующим взглядом - я всё это отчётливо помню в деталях - взял за пуговицу тужурки и твёрдым голосом сказал: "Это не ВЧ! Я сам смотрел в камеры!". Этого я никогда не смогу забыть. Он увидел моё состояние и понял, что меня необходимо вернуть к нормальной жизни. Потом уже, конечно, стало мне ясно, что он никак не мог посмотреть в камеры, это было просто невозможно. Кроме того, даже если бы он посмотрел, мог ли он понять по виду камер, были ли в них ВЧ-колебания давления, не имея в этом собственного опыта, а только по рассказам специалистов? Но как он, в тяжелейший для себя и всех нас момент, повёл себя как чуткий товарищ, как проявил своё отношение ко мне, виновнику аварии - этого забыть невозможно.

Дальше - работа в аварийной комиссии. Анализы, эксперименты, выводы... И в завершение всего чувство глубокого удовлетворения - больше аварий ракеты из-за двигателя не было, ни по его "вине", ни с его косвенным участием".

История проведения работ по "Программам К-3 и (К-4)", завершившаяся аварийными пусками ракет 8К75, имеет, в моём представлении, ряд несуразностей. В "Программе К" принимали участие ряд Министерств и ведомств и её результаты имели общевоинское значение. Выбор в качестве "подопытной" ракеты 8К75, хотя ещё находящейся на стадии ЛКИ, представляется правильным: если проверять стойкость и работоспособность - то на перспективной ракете. Но кому в голову пришла мысль совмещать эту ответственную научно-техническую и военную операцию с продолжением исследований по программе ЛКИ? Других, уже проверенных ранее при ЛКИ вариантов ракет разве не было? Вот и "прославились" на все Вооружённые Силы СССР! Авария при ЛКИ - конечно, неприятность, но сколько их уже было, и информация о них замыкалась на руководство ГКОТ и РВСН, а тут на все ВС...

Комиссия по этим авариям работала более 3-х месяцев. Имеющуюся информацию "рыли" вглубь ивширь, исследовали вдоль и поперёк, провели 52 коротких огневых испытаний на 15 двигателях. Однако причину возникновения ВЧ-колебаний давления на запуске аварийных двигателей установить не удалось. В то же время эти испытания показали работоспособность двигателей при широком изменении различных условий, параметров и характеристик, влияющих на режим запуска двигателя. В результате проведённых работ аварийная комиссия сделала вывод: "Причина ненормального запуска двух изделий 8К75 однозначно не установлена. (И, видимо от безысходности, далее констатировала -В.Р.) Наиболее вероятной причиной является сочетание при пусках этих изделий ряда неблагоприятных факторов".

Не установив причину аварийных исходов при пусках ракет путём проведения хотя и многочисленных, но всё-таки автономных испытаний двигателей, комиссия приняла решение провести ОСИ двух блоков "А" с целью:

- подтвердить работой двигателей в составе блока "А" положительные результаты автономных стендовых испытаний двигателей на режиме запуска;

- проверить работоспособность двигателей в составе ракетной ступени при сочетании предельных величин параметров и характеристик, исследованных в процессе проведения ЛКИ.

Оба испытания, состоявшиеся 25 января и 1 февраля 1963 г., прошли успешно, замечаний к работе двигателей и состоянию матчасти не было, и 13 февраля председатель Госкомиссии генерал А.И. Семёнов принял решение о продолжении проведения ЛКИ.

Так как же оценить работу аварийной комиссии? Причину аварии выявить так и не удалось и получается, что её трёхмесячная работа прошла впустую. Но в данном случае уместно вспомнить поговорку: "Нет худа без добра". Проведённые комиссией исследова-

ния не только укрепили веру в надёжность отработанного запуска, но и обогатили специалистов ОКБ-456 научно-техническими знаниями о влиянии различных условий на кинетику процессов при запуске двигателя, цена полученных знаний и опыта превышала все материальные и временные затраты на проведение экспериментальных работ.

В мемуарной литературе принято считать, что задержка в сдаче в эксплуатацию ракетного комплекса 8К75 произошла из-за затянувшихся сроков отработки двигателя 8Д716. Действительно, правительственным Постановлением от 13 мая 1959 г. предусматривалось завершение работ по созданию ракетного комплекса в 1962 г. Постановление же о принятии его на вооружение вышло только 21 июля 1965 г. Из чего же сложилось такое отставание от директивного срока разработки и какую лепту в это внесли работы с двигателем?

Для ответа на этот вопрос приведём календарь свершения значимых событий, имеющих отношение к разработке двигателя.

1. В апреле 1959 г. ОКБ-456 получило техническое задание на разработку двигателя.

2. 13 мая 1959 г. вышло Постановление о разработке ракеты Р-9, ОКБ-456 назначено главным разработчиком двигателя 8Д716.

3. В конце октября 1959 г. ОКБ-456 направило в ОКБ-1 эскизный проект двигателя 8Д716.

4. 25 ноября 1959 г. Королёв направил письмо Л.И. Брежневу с предложением прекратить разработку двигателя 8Д716. 8 декабря 1959 г. он направил аналогичное письмо в Отдел оборонной промышленности ЦК КПСС.

5. 18 января 1960 г. "Комиссия К.Н. Руднева" приняла решение продолжать разработку двигателя 8Д716.

6. 2 февраля 1960 г. вышло заключение Министерства Обороны по эскизным проектам двигателей 8Д716 и НК-9, практически определившим выбор двигателя 8Д716 для ракеты Р-9.

7. В мае 1960 г. состоялось первое огневое испытание полно-размерного двигателя 8Д716.

8. 30 мая 1960 г. вышло Постановление о разработке ракеты Р-9 с двигателем 8Д716 для запусков из шахтного сооружения, сохранив требование пусков с открытой позиции. Это привело к необходимости создания универсальной схемы запуска двигателей.

9. В феврале 1961 г. Королёв в письме в ОКБ-456 потребовал вести отработку двигателя на переохлаждённом кислороде.

10. В феврале и марте 1961 г. успешно проведено два ОСИ с двигателями 8Д716 на стенде в НИИ-229, второе ОСИ - на переохлаждённом кислороде.

11. 9 апреля проведено первое ЛКИ ракеты Р-9А, двигатель 8Д716 отработал без замечаний.

12. 25 апреля 1961 г. при проведении третьего ЛКИ произошла первая авария двигателя 8Д716 в составе ракеты.

13. В марте 1961 г. начались стендовые испытания двигателей 8Д716 с малоразмерными однокомпонентными форсунками, что обеспечило на всех последующих испытаниях устойчивость процесса горения на основном режиме работы и высокий уровень удельного импульса. Этот вариант стал штатной конструкцией.

14. Третьего августа 1961 г. произошёл первый аварийный запуск при ЛКИ на переохлаждённом кислороде.

15. В октябре 1961 г. на стенде ОКБ-456 началась отработка запуска двигателя на переохлаждённом кислороде.

16. В марте-августе 1962 г. проведена серия сертификационных испытаний двигателей 8Д716, подтвердившая их надёжную работу на запуске и на основном режиме как на кипящем, так и на переохлаждённом кислороде. Этими испытаниями была официально завершена отработка двигателей.

В результате был создан уникальный по своим техническим характеристикам двигатель. Он имел универсальный "пушечный" запуск как с наземной позиции, так и из шахты, надёжно запускался и работал на основном режиме как на кипящем, так и на переохлаждённом кислороде, боеготовность ракеты Р-9А не превышала 15 минут, причём это время определялось, в основном, продолжитель-

ностью выхода на рабочий режим приборов системы управления.

Дальнейшие ЛКИ проводились с целью набора статистики пусков и окончательной отработки шахтных пусковых установок. Отработка двигателя 8Д716 велась со времени получения ТЗ в апреле 1959 г. до завершения сертификационных испытаний в августе 1962 г., что действительно дольше намеченного времени, но уже в марте 1962 г. его конструкция полностью определилась и соответствовала требованиям ТЗ по техническим характеристикам, работоспособности и надёжности. Так что временем разработки двигателя нельзя объяснить столь позднее принятие ракетного комплекса 8К75 на вооружение. Объективные и субъективные трудности, сопровождающие создание двигателя, только частично объясняют сложившуюся ситуацию, были задержки в разработке и других ракетных систем, включая корпус самой ракеты, систему управления, строительство и оснащение шахтных сооружений, создание системы получения и длительного хранения переохлаждённого кислорода. В целом, "шахтный" этап отработки ракетного комплекса 8К75 фактически завершился в феврале 1964 г.

В августе 1964 г. состоялось подписание "Акта Межведомственной комиссии по согласованию конструкторской, технологической и эксплуатационной документации двигателя 8Д716" и пригодности его к серийному производству и эксплуатации. Однако командование Гурьво и руководство ГКОТ утвердили этот Акт только 27 марта 1965 г.

На задержке принятия на вооружение сказалась обстановка тех лет в ракетных войсках. Ко времени окончания работ по комплексу 8К75 на боевом дежурстве уже стояли ракеты на высококипящем топливе Р-16 М.К. Янгеля и УР-100 В.Н. Челомея, на завершающей стадии отработки находились новые ракеты тяжёлого класса разработки этих же Главных конструкторов. На этом фоне ряд высокопоставленных военных не проявлял интереса к "кислородной" ракете. Королёв в это время был полностью поглощён развёртыванием работ по новой сверхтяжёлой ракете Н1.

При подготовке правительственного Постановления о принятии на вооружение комплекса 8К75 вновь возник вопрос о целесообразности эксплуатации боевых ракет, работающих на жидком кислороде. В заключении головного отраслевого НИИ-88, наряду с традиционным перечислением достоинств нового ракетного комплекса, отмечалось: "Перспективы развития ракетного вооружения лежат на пути создания ракет, работающих на высококипящих ком-



Сборочный цех ракет Р-9А

понентах и находящихся на боевом дежурстве в заправленном состоянии. Именно такие ракеты должны составлять основу наших РВНС..., т.к. применение жидкого, хотя и переохлаждённого кислорода... обусловит значительное снижение эксплуатационных характеристик и не позволит обеспечить высокую живучесть и боеготовность ракетного комплекса".

И всё-таки решение о принятии в эксплуатацию ракет Р-9А было принято. История принятия этого решения имела не традиционный характер. После смены в октябре 1964 г. политического лидера СССР, Л.И. Брежнев энергично исправлял не оправдавшие себя экономические нововведения в народном хозяйстве и ошибки организационного строения Вооружённых Сил страны. В этой обстановке бывший секретарь ЦК КПСС, курирующий военно-промышленный комплекс и этим причастный к разработке ракеты Р-9А, счёл целесообразным подтвердить правильность своей прежней деятельности и 21 июля 1965 г. ракетный комплекс 8К75 был принят на вооружение. Но в отличие от ракет разработки ОКБ Янгеля и Челомея, количество изготавливаемых ракет составляло около 70 экземпляров. И ещё, по моим сведениям, это была единственная ракетная разработка, не отмеченная государственными наградами. Но по техническим характеристикам ракетный комплекс Р-9А достоин хорошей оценки. **П**

(Продолжение следует.)

ИНФОРМАЦИЯ

Исследователями из Мичиганского университета при участии специалистов НАСА и американских ВВС создан ионный двигатель ХЗ, который во время испытаний создал тягу порядка 0,55 кгс (5,4 Н). Испытания проводились в вакуумной камере Исследовательского центра НАСА имени Гленна. Предыдущий рекорд силы тяги был равен 3,3 Н.

Двигатель ХЗ является ионным двигателем, в котором используется эффект Холла. Тяга вырабатывается путём ускорения электрически заряженных ионов, получаемых при ионизации атомов топлива. Пока двигатель ХЗ работает на уровне мощности до 100 кВт, потребляя электрический ток силой до 260 А. Максимальная мощность, на которую рассчитывалась конструкция двигателя ХЗ, составляет 200 кВт. Масса двигателя - 227 кг. Он оснащен тремя каналами выхода плазмы, что позволило значительно сократить его габариты.

В 2018 г. будут проведены испытания, во время которых двигатель ХЗ будет работать на полной мощности непрерывно в

течение 100 часов. Для этого разрабатывается новая магнитная система, которая будет препятствовать контакту потока плазмы со стенками двигателя. Без этой дополнительной магнитной защиты ресурс работы существующего варианта двигателя ХЗ составляет несколько тысяч часов, а новая магнитная защита позволит двигателю работать на полной мощности непрерывно в течение нескольких лет.

По предварительным расчетам двигатель ХЗ сможет разогнать космический аппарат до 40 км/с. При этом, двигатель ХЗ имеет минимум десятикратное превосходство перед традиционным "химическим" реактивным двигателем по эффективности использования топлива.

Двигатель ХЗ станет частью электрической силовой установки XR-100, которую разрабатывает Aerojet Rocketdyne для программы NextSTEP. На разработку XR-100 в 2016 г. НАСА выделило компании Aerojet Rocketdyne \$6,5 млн, из которых \$1 млн был выделен Мичиганскому университету на двигатель ХЗ.

Основным преимуществом ионных двигателей является высокий удельный импульс, равный примерно 40 км/с, тогда как у ЖРД он не превышает 5 км/с. В результате для достижения одной и той же скорости ионному двигателю потребуется гораздо меньше топлива, чем ЖРД. Однако, из-за того, что тяга у них маленькая (так, у SPT-140, используемого для межорбитальной транспортировки, тяга порядка 0,29 Н при массе двигателя 8,4 кг), для разгона космических аппаратов требуется много времени.

Ученые надеются, что мощность ХЗ, которая сейчас составляет всего 100 кВт, в ближайшие годы можно будет довести до 0,5...1 МВт, которой будет уже вполне достаточно для полёта человека на Марс и успешного возвращения на Землю. **П**

