

# «Корни» ДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ «Семерки»

Эксклюзивный материал

Окончание.  
Начало в НК №7, 2005

**И.Афанасьев.** «Новости космонавтики»  
Фото автора

Помимо представленных выше ЖРД, в конце 1940-х – начале 1950-х гг. в ОКБ-456 была предпринята попытка разработать на базе немецкой конструкции еще более мощный ЖРД. Работы выполнялись в рамках постановления Правительства от 14 апреля 1948 г. Двигатель, получивший обозначение РД-110, должен был работать на кислороде и керосине\*; его планировалось поставить на ракету Р-3 дальностью 3000 км, разрабатываемую ОКБ С.П.Королева.

РД-110 должен был дать тягу 120 тс (1176 кН) на уровне моря и 140 тс (1372 кН) в вакууме при давлении 60 кгс/см<sup>2</sup> в камере; удельный импульс тяги на уровне моря планировался не менее 243 сек [4].

Полностью собранный двигатель имел максимальный диаметр 1800 мм, длину 5200 мм и массу в залитом состоянии 2.1 т! По внешнему виду камера напоминала созданные до этого кислородно-спиртовые двигатели [4].

Уже первые огневые испытания отдельных агрегатов будущего двигателя показали наличие множества проблем, присущих «немецкой» конструкции со сферической камерой, и вообще бесперспективность создания более мощного ЖРД путем прямого увеличения масштабов. В.П.Глушко, го-

воря о работах по РД-110, подчеркивал, что «создание двигателя на 120...140 тс тяги связано с решением ряда проблем, которые находятся на границе посильного современной науке и технике» [2].

Главный конструктор ракетных двигателей А.М.Исаев также придерживался отрицательного мнения в отношении РД-110: «Полученная конструкция была слишком сложной и не подходила для серийного производства». Не «завязался» и конкурсирующий двигатель Д2 А.И.Полярного\*\*. [4]

Упомянувшийся выше Вернер Баум, на чьем проекте «номер 4» в известной степени базировалась конструкция РД-110, также был настроен критически: «Я не верил в его создание и убежден, что он не функционировал бы. Я не мог представить систему демпфирования, которая сможет справиться с колебаниями в камере сгорания» [4].

Отработка РД-110 выявила массу проблем, например обеспечение высокочастотной устойчивости рабочего процесса в масштабной камере сгорания. Какой-то опыт уже имелся, но это были частные решения для небольших камер конкретных конструкций. В то же время было известно, что рост давления продуктов сгорания и увеличение поперечного размера камеры стимулируют развитие колебаний [2].

Прежде всего, из-за неудач разработки двигателя программа Р-3 в 1951 г. была приостановлена и затем в конечном счете отменена двумя годами позже [3].

Было принято решение прекратить дальнейшие разработки на базе немецких ЖРД и форсировать работы, которые велись параллельно, с использованием экспериментальной камеры ЭД-140. Именно в результате работ с этой камерой открылась возможность применения в ЖРД высокоэффективных топлив, а ее конструкция и технология стали широко применяться во всех последующих разработках НПО «Энергомаш» и других опытно-конструкторских бюро СССР [2].

Основная задача, поставленная перед депортированными немецкими специалистами, – оказать техническую помощь в выпуске конструкторской до-

кументации, адаптированной к возможностям промышленности СССР, а также в воспроизведении ЖРД на советском заводе – была выполнена. Начинаясь следующий этап работ, и необходимости использовать в этих работах немецких специалистов не было.

31 марта 1948 г. В.П.Глушко направил министру авиапромышленности М.В.Хрунчеву письмо, в котором обращал внимание на нецелесообразность дальнейшего нахождения немецких специалистов в ОКБ-456 «ввиду их недостаточной квалификации для участия в перспективных разработках, а также невозможности их допуска к секретным работам» [2].

13 августа 1950 г. вышло постановление Совмина, в соответствии с которым немецкие специалисты, в т.ч. и находившиеся в ОКБ-456, должны были быть отправлены в ГДР. Немцам выдали финансовое обеспечение, для их переезда сформировали специальные поезда, в Германии им гарантировались жилье и работа [2].

Нет сомнений, что ЖРД немецкой управляемой ракеты А-4 был основой конструкции двигателей В.П.Глушко для советских ракет Р-1, Р-2 и Р-5, которые стали плодом последовательного (и очень эффективного) совершенствования оригинального ЖРД Пенемюнде [3].

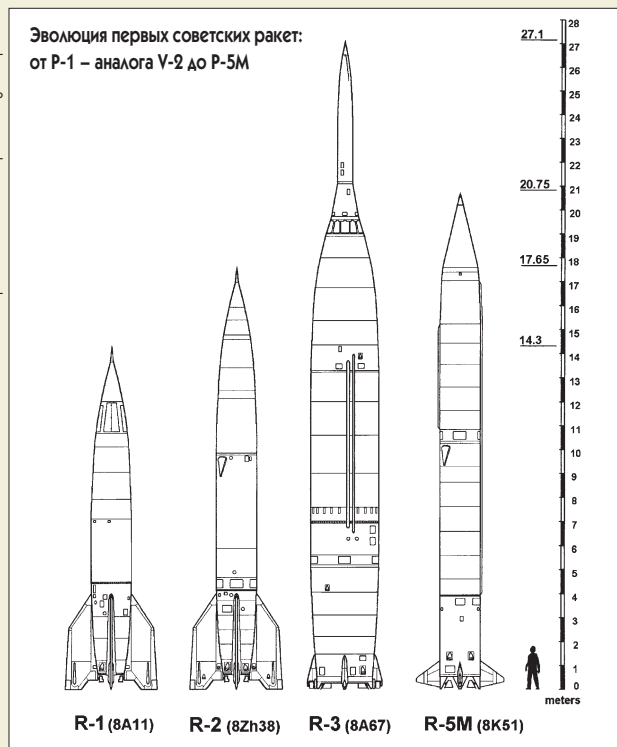
Освоение немецкого опыта создания мощных ЖРД способствовало ускорению реализации отечественных технических идей и конструкторских решений, задел которых был создан в годы работы наших специалистов, в частности под руководством В.П.Глушко, в составе ГДЛ, РНИИ и ОКБ-РД [2].

В последнее время появились публикации западных авторов о том, что немцы в ОКБ-456 участвовали не только в налаживании производства и испытаниях ЖРД, но и в проектировании «критически важной камеры экспериментального двигателя» периода 1948–50 гг., и что эта камера послужила основой практически для всех советских ЖРД, наивысшим достижением которых стали двигатели знаменитой МБР Р-7 [3].

В качестве доказательств приводятся схемы и чертежи нескольких агрегатов, выполненные немецкими специалистами. Первый – охлаждаемая водой камера КС-50 (неофициально называемая «Лилипут») с тягой от 50 до 100 кгс, предназначенная в качестве испытательного стенда для определения предполагаемых топливных комбинаций. Второй – камера сгорания ЭД-140, работающая на жидком кислороде и керосине (в противоположность кислородно-спиртовому решению ракеты А-4) с тягой 7 тс при давлении в камере 60 кгс/см<sup>2</sup> [3].

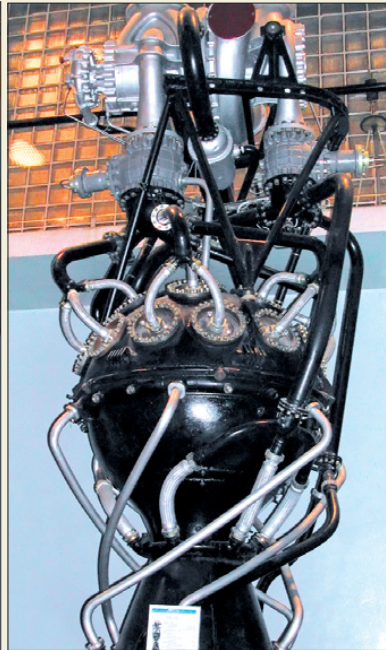
Работа началась в 1948 г. с испытаний форсунок новой конструкции и проверки ряда комбинаций компонентов топлива, в частности авиационного керосина в каче-

Рис. П.Горнио из книги А.Стэдлэй «Challenge to Apollo»



\* Вначале рассматривался и вариант ЖРД на кислороде и спирте. Но, поскольку спирт не обеспечивал заданного удельного импульса тяги, от этого варианта двигателя отказались.

\*\* С.П.Королев при защите проекта Р-3 отметил, что в расчетах по нескольким причинам рассматривался только двигатель В.П.Глушко [4].



RD-110 представлял собой по существу масштабно увеличенный двигатель ракеты «Фау-2»: он имел большие габариты и сложную конструкцию

теплоотвод от стенок. Пайка велась твердым припоем в печах. В дальнейшем для упрощения и удешевления изготовления камер на менее теплонапряженных участках вместо ребер стали применять гофрированные прокладки, а огневое днище смесительной головки изготавливать из медных сплавов [2].

Без особых изменений эту камеру эксплуатировали долгие годы. Были изготовлены десятки КС-50, в них проверялись различные топлива вплоть до фторсодержащих окислителей и таких экзотических горючих, как суспензия гидрида бериллия [2].

Известно, что один из возможных путей увеличения эффективности двигателя (повышения его характеристик) – это рост давления в камере сгорания. Рост давления, однако, приводит к увеличению теплового потока через охлаждаемую стенку камеры. Специалисты ОКБ-456 решили эту проблему, используя конструкцию, названную позже «интегрированной паяно-сварной».

Отечественные источники указывают: в 1933 г. в ГДЛ В.П.Глушко разработал двигатель ОРМ-48 с оребренной стальной стенкой сопла для водного охлаждения. Почти одновременно и независимо от него немец Эйген Зенгер (Eugen Sanger\*) в 1934 г. также проверил (и позже запатентовал) камеру сгорания подобной конструкции.

В 1944 г. в НИИ-1 конструктор А.М.Исаев впервые создал в полной мере интегрированную паяно-сварную конструкцию: внутренняя и внешняя стенки экспериментальной камеры, изготовленные из листового металла, спаивались друг с другом через искусственные ребра («лапшу») из проволоки. В конце 1940-х годов Глушко и его

коллеги возродили проект оребренной стенки, используя в производстве камер КС-50 (и далее в ЭД-140) развитие «метода Исаева».

В такой интегрированной паяно-сварной конструкции с частыми связями огневая стенка могла иметь малую толщину благодаря многочисленным тонким ребрам, образующим индивидуальные каналы для охладителя. Таким образом, последнюю можно было изготовить из относительно непрочного, но высокотеплопроводного сплава... [3].

Красная медь, из которой изготавливалась огневая стенка двигателя «Лилипут» (КС-50), имела высокий коэффициент теплопроводности при сравнительно невысокой теплостойкости. Немцы утверждают, что именно они предложили использовать сплав «бронза-хром» (с 2% Cr). В то время металлургическая промышленность СССР не могла выпускать такой сплав требуемой чистоты. Но, в конечном счете, отечественные материаловеды справились с созданием сплава с необходимыми теплофизическими свойствами [4].

Следующим этапом отработки основных элементов конструкции будущего мощного ЖРД явилось создание модельной экспериментальной 7-тонной камеры ЭД-140 цилиндрической формы диаметром 240 мм. Камера предназначалась для выбора наилучших смесительных элементов с точки зрения обеспечения предельно возможной полноты сгорания. В ней проверялись и другие узлы, например новые пояса щелевых завес с закруткой горючего, которая была введена для стабилизации охлаждающей пленки на внутренних поверхностях стенок камер.

Были испытаны десятки вариантов смесительных головок, в результате для дальнейшей работы в составе большой камеры выбрали вариант двухкомпонентных форсунок с начальным смещением компонентов топлива внутри них (т.н. «эмульсионные» форсунок). В этой камере, как и в



Начальник отдела информации НПО «Энергомаш» В.С.Судаков с экспериментальной камерой КС-50

стве ракетного горючего. Основной причиной стала оптимизация конструкции смесительного элемента – двухтопливной форсунки [4].

Группа Баума, базируясь на немецких исследованиях по двигателю А-4, предложила форсунки на основе т.н. «сопла Мерца» (Mertz).

Вместе с рекомендуемой конструкцией ЖРД немцы предлагали (как это сейчас трактуется на Западе) следующий план разработки:

1 испытательная камера с одиночной форсункой для оптимизации процессов термодинамики;

2 камера тягой 4 тс со старой смесительной головкой для испытания новых внутренних (огневых) стенок из медного сплава и внешних (силовых) – из высокопрочной стали;

3 камеры тягой 7 и 25 тс для испытания различных смесительных головок с новыми стенками;

4 стендовое изделие тягой 120 тс [4].

Первоначально «Лилипут» имел конструкцию камеры с внутренней стенкой из меди с ребрами, спаянными в самых верхних точках с внешней силовой стальной оболочкой [3]. Канавки между ребрами предназначались для протока охлаждающей жидкости. Ребра интенсифицировали

\* Позже приобрел известность как разработчик межконтинентального ракетного бомбардировщика-«антипода».

«Лилипуте», удалось достичь близкой к предельной полноты сгорания и подтвердить результаты термодинамических расчетов. Этому в значительной мере способствовала цилиндрическая форма камеры, в которой поток газа минимально размывал «пристенки», благодаря чему обеспечивалось надежное охлаждение стенок при минимальной толщине слоя газа с уменьшенной температурой («внутреннего охлаждения»).

Конструкция головки, разработанная для достижения этих результатов, используется и в настоящее время. Головка имеет три дна: внутреннее (огневое) и среднее – плоские и спаянные с форсунками в один узел; наружное – силовое, выполнено в форме участка сферы и сварено со средним. Полость между наружным и средним днами предназначена для одного компонента, между плоскими днами – для другого, обычно уже прошедшего межстеночный тракт охлаждения [2].

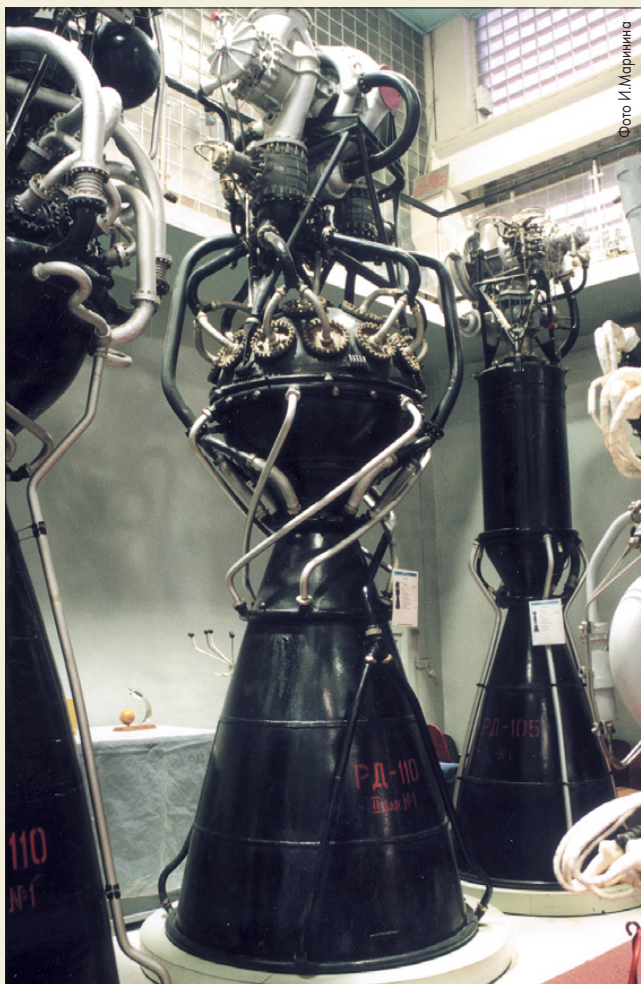
Архитектура камеры ЭД-140 позволяла моделировать процессы, происходящие в намного более мощном двигателе тягой 120 тс (РД-110). В частности, РД-110 должен был использовать 19 смесительных головок камеры ЭД-140 [3].

Испытания ЭД-140 были успешными. Используя опыт, полученный на КС-50 и ЭД-140, советские специалисты представили ряд новшеств для следующего поколения ЖРД, включая улучшенные методы охлаждения и смесеобразования компонентов топлива. В кооперации с научно-исследовательскими институтами были разработаны улучшенные методы сварки (включая вакуумную пайку в нейтральной защитной среде типа азота) и гофрированные вставки вместо ребер для охлаждения на соплах двигателя.

В общей сложности все эти новшества, особенно проект паяно-сварной камеры, были крайне важны для разработки двигателей РД-107 и РД-108, использованных на ракете Р-7. Паяно-сварная конструкция позволила увеличить рабочие давления и уменьшить относительные габариты и удельную массу новых ЖРД.

Но сначала (и это очевидный случай применения в СССР немецкого опыта) была попытка построить двигатель РД-110. Здесь В.П.Глушко использовал (без успеха) именно немецкий план резкого увеличения масштаба оригинального двигателя А-4 (включая сферическую камеру сгорания), чтобы выйти на тягу 120 тс [3].

В 1951–52 гг., почти одновременно с отменой программы РД-110, в ОКБ-456 начались работы над тремя новыми двигателями, которые значительно отличались от раннего А-4. Первыми двумя были РД-105 и РД-106 с тягой на уровне моря 55 и 53 тс соответственно, предназначенные для первой советской МБР. Третьим был РД-211 для ускорителя крылатой ракеты «Бу-



Камеры сгорания двигателей РД-110 и РД-105. Оба проекта реализованы не были

Фото И.Морозина

ран» разработки В.М.Мясищева. Эти ЖРД строились на базовой конструкции ЭД-140 – с цилиндрической камерой сгорания и плоской смесительной головкой [3].

Однокамерный двигатель РД-105 (для первой ступени МБР) имел тягу 55 тс (вакуумную тягу 64 тс), сухую массу 782 кг. Вторая (маршевая) ступень МБР оснащалась адаптированным к высотной работе двигателем РД-106 тягой на земле 53 тс (в вакууме 65.8 тс) с сухой массой 802 кг. Ожидалось, что их разработку можно успешно завершить через несколько лет [4].

20 мая 1954 г. было принято решение о создании МБР с увеличенной до 5 т массой боеголовки. Эта ракета – ставшая в конце концов знаменитой «семеркой» (Р-7) – имела значительно большую стартовую массу по сравнению с заложенной в проект ранее и потребовала более мощных двигателей. РД-105/106 внезапно остались «за бортом» [4].

Но, как говорится, не было бы счастья, да несчастье помогло. Оказавшись в определенной мере пленником высокочастотных колебаний в камере сгорания, В.П.Глушко выбрал консервативное, но

очень эффективное конструктивное решение. Он решил группировать четыре аналогичные камеры сгорания тягой по 23 тс (каждая – увеличенный в масштабе модифицированный вариант ЭД-140) в единый блок с общим ТНА. При этом высота двигателя значительно уменьшилась, снизилась масса как хвостового отсека, так и всей ракеты в целом. Кроме того, основные принципы модульной конструкции позволяли начать серийное производство двигателя без значительных изменений в существующем производственном оборудовании [3].

Концепция многокамерного мощного двигателя стала на долгие годы «коньком» ОКБ-456 – ведь требуемые для достижения стратегической цели значения тяги все увеличивались и увеличивались [2]. И хотя многокамерные ЖРД обычно считаются неэффективными из-за повышенной удельной массы, инженеры В.П.Глушко реализовали в них ряд мер, благодаря которым данные двигатели долгие годы оставались наиболее экономичными в своем классе [3].

Итак, для Р-7 в ОКБ-456 были созданы два почти идентичных двигателя – РД-107 и РД-108; каждый имел четыре основные (маршевые) камеры. На центральном блоке стоял РД-108, на каждом из четырех боковых блоках-ускорителях – РД-107 [3].

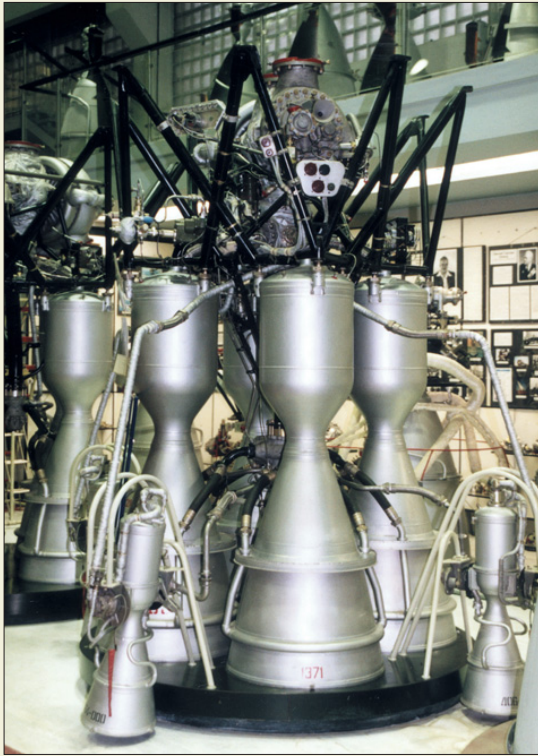
В ЖРД, работающем на топливе «кислород – керосин», из-за высокой температуры продуктов сгорания сложно обеспечить управление полетом ракеты посредством газовых рулей. Поэтому для Р-7 было решено использовать рулевые камеры относительно малой тяги [2]. РД-108 отличался от РД-107 наличием четырех (вместо двух) рулевых камер и другой конструкцией дросселя. Оба ЖРД использовали паяно-сварную конструкцию – как с ребрами, так и с гофром в отдельных местах [3].

В ОКБ-1 С.П.Королева существовало подразделение двигателистов во главе с М.В.Мельниковым, которое уже имело работающий прототип требуемой рулевой камеры, а также соответствующую производственную базу. В последующем, при подготовке к серийному производству, все работы по рулевым агрегатам были переданы в ОКБ-456, где в конце 1950-х годов были созданы новые рулевые камеры уменьшенной массы, с ребренными стенками, новыми смесительными элементами, что позволило поднять их удельный импульс тяги более, чем на 15 сек [2].

В мощных серийных ЖРД уже были применены: подача компонентов топлива в камеру – насосная, с приводом от турбины, работавшей от пара газа – продуктов разложения 80%-й перекиси водорода на твердом катализаторе, причем подача перекиси водорода – от насоса, который входил в основной турбонасосный агрегат; управление пуско-отсечными клапа-

#### Характеристики двигателей [4]

Параметр	РД-110	РД-105	РД-106
Расход горючего, кг/с	131.3	55	55
Расход окислителя, кг/с	347.9	149	149
Соотношение компонентов ок/гор	2.65	2.7	2.7
Удельный импульс на уровне моря, сек	244	260	250
Удельный импульс в вакууме, сек	285	302	310
Тяга на уровне моря/в вакууме, тс	120/140	55/64	53/66



Триумфом отечественного двигателестроения 50-х годов стал РД-107

нами – с помощью пневмоавтоматики, для чего использовался сжатый воздух, поступавший к автоматике после воздушного редуктора и электропневмоклапанов [2].

Важным требованием к двигателям для новой сверхдальней ракеты стала их регулируемость в полете как по тяге, так и по соотношению расходов компонентов топлива [2]. Сложная синхронная работа пяти ЖРД была также значительным достижением для 1956 г. [4].

При доводке двигателя на основном режиме пришлось изрядно потрудиться, чтобы обеспечить стабильные характеристики устойчивости. Была найдена защитная завеса допустимого уровня для камер двигателя РД-107 и несколько уменьшенная с соответствующим увеличением удельного импульса тяги для камер двигателя РД-108, что стало возможным благодаря меньшему номинальному давлению газов в камере двигателя РД-108. Из-за этого камеры двух двигателей не унифицированы по смешительным головкам [2].

В январе 1958 г. производство двигателей РД-107 и РД-108 было передано на завод №24 имени М.В.Фрунзе (в настоящее время – АО «Моторостроитель») в Куйбышеве (ныне Самара) при конструкторском сопровождении Приволжского филиала ОКБ-456, учрежденного в том же году [3].

Вернер Баум «недавно вспомнил», что В.П.Глушко по существу приспособил проект «бумажной разработки 25-тонной камеры», которую немцы «выполнили в

спешке в середине 1950 г. непосредственно перед возвращением в Германию». Подобно 23-тонной камере Глушко, 25-тонная камера Баума была увеличенным в масштабе вариантом ЭД-140 (поэтому неудивительно, что они были похожи). Однако необходимо обратить внимание, что ЭД-140 сам по себе включал как оригинальные советские, так и воспринятые немецкие новшества. Советские новшества были сосредоточены на конструкции сопла, турбонососа, системы охлаждения, методах смесеобразования и металлургии [3].

Когда в 1967 г. на авиасалоне в Ле Бурже СССР представил РН «Восток» и ее двигатели, Вернер Баум заявил: «Мы могли видеть, исследуя модели двигателей «Востока» в разрезе, как были использованы все наши предложения, испытания и т.п. [Русские] двигатели были увеличенными в масштабе копиями немецких проектов. Советы решили, что через 20 лет после начала разработки все забудут, как создавался двигатель. Те, кто работал над первоначальными конструкциями, могли бы разоблачить так называемых изобретателей, но они не сделали этого...» [4]

По мнению ряда западных «экспертов», ранние успехи СССР в космосе идут от работ немецких двигателистов, «развивших кипучую деятельность в Химках». По их словам, основные идеи разработчиков «Фау-2» были восприняты «хорошо осведомленными русскими специалистами». Русские завершили работу, начатую немцами, которая привела к появлению семейства ЖРД, имевшего очень малое сходство с оригинальной технологией А4/V2. Однако источник этого успеха были проекты из Пенемюнде» [4].

Что можно на это сказать? Да и нужно ли? История расставила на свои места и победителей, и побежденных, и первый старт в космос, и имена тех, что подарил человечеству дорогу во Вселенную...

История расставила на свои места и победителей, и побежденных, и первый старт в космос, и имена тех, что подарил человечеству дорогу во Вселенную...

История расставила на свои места и победителей, и побежденных, и первый старт в космос, и имена тех, что подарил человечеству дорогу во Вселенную...

#### Источники:

1. В.И.Прищеп. «Из истории создания первых космических ракетных двигателей» (1947–1957), в книге «Исследования по истории и теории развития авиационной и ракетно-космической науки и техники». М., «Наука», 1981, стр.123-137.
2. «Двигатели РД-100 (8Д51), РД-101 (8Д52), РД-103М (8Д71), РД-110 (8Д55)» в книге «НПО «Энергомаш» имени академика В.П.Глушко: Путь в ракетной технике» Под ред. академика РАН Б.И.Каторгина. М., «Машиностроение», 2004, стр.54-61.
3. Asif A. Siddiqi. «Rocket Engines from the Glushko Design Bureau: 1946-2000», *Journal of the British Interplanetary Society*, v. 54 (2001), pp. 311-334.
4. Olaf H. Przybilski. «The Germans and the Development of Rocket Engines in the USSR», *Journal of the British Interplanetary Society*, v. 55 (2002), pp.404-427.

#### Характеристики «германского 25-тонника» [4]

Расход горючего, кг/с	20.8
Расход окислителя, кг/с	52.2
Соотношение компонентов ок/гор	2.51
Удельный импульс на уровне моря, сек	263
Удельный импульс в вакууме, сек	320
Тяга на уровне моря/в вакууме, тс	23

#### Сообщения

⇨ Распоряжением Правительства РФ от 10 июня 2005 г. №752-р за большой личный вклад в развитие ракетно-космической техники и в связи с 60-летием со дня рождения руководителя Федерального космического агентства Анатолий Николаевич Перминов награжден Почетной грамотой Правительства Российской Федерации.

Распоряжением Президента РФ от 16 июня 2005 г. №257-рп за заслуги в развитии отечественной космонавтики и многолетнюю добросовестную работу А.Н.Перминову объявлена благодарность. – П.П.

⇨ Указом Президента РФ от 18 июня 2005 г. №704 за большой вклад в разработку и создание специальной техники и многолетний добросовестный труд почетное звание «Заслуженный работник ракетно-космической промышленности Российской Федерации» присвоено генеральному директору ФГУП «НИИ космического приборостроения» Юрию Николаевичу Королеву, почетное звание «Заслуженный машиностроитель Российской Федерации» – заместителю начальника цеха ФГУП «НПЦ автоматики и приборостроения имени академика Н.А.Пилюгина» Роману Евгеньевичу Медведеву, «Заслуженный конструктор Российской Федерации» – ведущему конструктору ФГУП «НПЦ автоматики и приборостроения имени академика Н.А.Пилюгина» Валерию Евгеньевичу Марцинкевичу. Медали 2-й степени ордена «За заслуги перед Отечеством» удостоены сотрудники НПЦ автоматики и приборостроения С.И.Веденин, О.Н.Глебова, Н.П.Кичигин, Г.И.Хлуднева. – П.П.

⇨ Указом Президента РФ от 1 июня 2005 г. №628 за большой вклад в обеспечение работы космодрома Байконур, укрепление российско-казахстанской дружбы и сотрудничества орденом Дружбы награжден Узак Улмаханов, Республика Казахстан. – П.П.

⇨ Распоряжением Президента РФ от 1 июня 2005 г. №235-рп за заслуги в развитии социальной сферы города Байконура, укрепление российско-казахстанской дружбы и сотрудничества объявлена благодарность Альназиеву Бекбосыну Бимурзаевичу – старшему ординатору хирургического отделения городской больницы; Игембаеву Серику Куандыковичу – главному врачу городского противотуберкулезного диспансера; Хасановой Сарсенкуль Абжапбаровне – директору начальной школы №11. – П.П.

⇨ Как сообщило агентство Синьхуа, 1 июня был введен в эксплуатацию китайский геостационарный метеоспутник «Фэньюнь-2С». С 15 июня он должен постоянно передавать информацию об облачном покрове, ветрах и осадках. Снимки помогут Китаю отслеживать метеорологическую обстановку, особенно в районах наводнений. Осенью 2006 г. планируется запустить следующий геостационарный метеоспутник – «Фэньюнь-2D». – П.П.

⇨ Распоряжением от 27 июня 2005 г. №881-р Правительство РФ разрешило использовать для вывода на околоземную орбиту экспериментального спутника оптической связи ОICETS и микроспутника INDEX (Япония) ракету РС-20, запускаемую с космодрома Байконур в целях подтверждения технической надежности группировки аналогичных ракет и утилизации данной ракеты. – П.П.