

## РОССИЙСКИЕ ДВИГАТЕЛИ НА АМЕРИКАНСКИХ РАКЕТАХ

СУДАКОВ Владимир Сергеевич,

главный специалист

АО «НПО Энергомаш им. академика В.П. Глушко», Химки

DOI: 10.7868/50044394820050096

**В** 2020 году исполнилось 20 лет со дня первого пуска новой американской ракеты-носителя «Атлас-3» с российским ЖРД РД-180 разработки «НПО Энергомаш».

Установление сотрудничества «НПО Энергомаш» в области разработки жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) с иностранными компаниями в 1950–1980 гг. было невозможно. Это было

прерогативой высшего руководства страны и в условиях противостояния двух лагерей практически исключалось. Правда, можно отметить, что еще в 1930-х гг. в рамках деятельности авиазавода № 84 в г. Химки шло освоение лицензионного производства транспортных самолетов Ли-2 (ПС-84) – копии американского самолета «Дуглас DC-3» (для чего некоторые специалисты из Химок побывали в командировке в США). Можно также отметить участие группы специалистов предприятия (совместно с представителями ОКБ-1 и ряда других предприятий отрасли) в оказании научно-технической помощи Китаю в 1950-е гг. в освоении баллистической ракеты Р-2 (8Ж38) с двигателем РД-101, созданным в ОКБ-456 под руководством В.П. Глушко (ЗиВ, 1998, № 5; 2018, № 6). Но эту работу нельзя в полной мере отнести к области внешнеэкономической деятельности, как и проводимую в 1970-е гг. работу по экспорту снегокатов «Чук и Гек» производства «НПО Энергомаш» в ряд стран Европы и Америки.

С начала 1990-х гг. практически прекратилось финансирование многих космических программ, в частности, программы «Энергия» – «Буран», поэтому «НПО Энергомаш» осталось без госзаказа на производство только что разработанных, совершенных, самых мощных в мире ЖРД семейства РД-170/171 тягой в вакууме 806 тс, созданных для РН «Энергия» и «Зенит» (ЗиВ, 2009,



Ракетно-космическая система «Энергия» – «Буран». Космодром Байконур, октябрь 1988 г.



Жидкостные ракетные двигатели семейства RD-170/171: а – полноразмерный макет ЖРД RD-170 в павильоне «Космос» на ВДНХ, б – выставочный масштабный макет ЖРД RD-171

№ 5; 2016, № 3). Около 12 тысяч сотрудников предприятия месяцами не получали зарплату, она выдавалась с многомесячным отставанием, на весьма мизерном уровне. Возникли предпосылки к полному прекращению деятельности предприятия.

Руководству предприятия (генеральный директор и генеральный конструктор с 1991 г. Б.И. Каторгин) пришлось приложить много сил, чтобы получить разрешение всех государственных органов на проведение самостоятельной внешнеэкономической деятельности, на получение права на посещение иностранными специалистами ранее закрытого города Химки Московской области и еще более секретного «НПО Энергомаш».

При обсуждении возможных перспектив сотрудничества с такими ведущими фирмами-производителями аэрокосмической техники США, как: «Дженерал Дайнемикс», «Аэроджет», «Рокетдайн», «Пратт энд Уитни» – были получены весьма высокие оценки достижений «НПО Энергомаш» в области создания ЖРД. По их оценкам, раз-

работка четырехкамерного ЖРД RD-170 опередила аналогичные разработки в США на 8–10 лет. В этой связи был понятен интерес к продукции «НПО Энергомаш» ряда зарубежных компаний, в первую очередь из США и Франции.

За 1990–1992 гг. было заключено несколько контрактов с фирмами США и Франции. И хотя они были небольшими по суммам, но оказались очень важны для предприятия как подтверждение того, что на зарубежные рынки можно и нужно выходить.

Ключевым моментом в международной деятельности следует считать подписание 26 октября 1992 г. Соглашения по совместному маркетингу и лицензированию технологий с компанией «Пратт энд Уитни». В 1995 г. был подписан контракт с компанией «Мартин Мариетта» на разработку и испытания кислородного насоса. Кроме того, осенью 1995 г. на огневом стенде компании «Пратт энд Уитни» во Флориде были проведены три демонстрационные огневые испытания ЖРД RD-120, созданного в 1985 г. в «НПО Энергомаш» для второй ступени РН «Зенит». Успех

этих испытаний стал весомым доказательством реальной осуществимости плодотворного сотрудничества российских и американских специалистов.

В этот период были решены многие проблемы политического, юридического и технического характера, которые позволили в «НПО Энергомаш» создать мощный кислородно-керосиновый двухкамерный ЖРД РД-180 с дожиганием окислительного генераторного газа для американского семейства ракет-носителей «Атлас-3» и «Атлас-5». Двигатель имеет управляемый вектор тяги при помощи качания каждой камеры в двух плоскостях и возможность глубокого дросселирования тяги двигателя в полете. Двигатель содержит две камеры сгорания, турбо-насосный агрегат (состоит из турбины, насосов горючего и окислителя), газогенератор, бустерные насосы горючего и окислителя. Основные характеристики РД-180: масса – 5950 кг, сухая масса – 5480 кг, высота – 3,6 м, диаметр – 3,2 м, диаметр выходного сечения сопла – 1,43 м, тяга на уровне моря – 390,2 тс, тяга в вакууме – 423,2 тс, удельный импульс на уровне



Жидкостный ракетный двигатель РД-120 разработки «НПО Энергомаш»

моря – 311,9 с, удельный импульс в вакууме – 338,4 с, давление в камере сгорания – 261,7 кгс/см<sup>2</sup>. В декабре 2003 г. за работы по программе создания

Жидкостный ракетный двигатель РД-180: а – полноразмерный макет ЖРД РД-180 в демонстрационном зале «НПО Энергомаш», б – общий вид





Старт РН «Атлас-Центавр» AC-69 с ДУ МА-5 на первой ступени. Космодром на Мысе Канаверал, 25 июля 1990 г. Фото «Локхид Мартин», NASA

РД-180 работникам предприятия Б.И. Каторгину, В.К. Чванову, Ф.Ю. Челькису, С.С. Головченко, В.Н. Худякову и В.И. Семёнову присуждена Государственная премия РФ по науке и технике.

Основой модернизации семейства ракет-носителей «Атлас» явилась замена на первой ступени двигательной установки МА-5А разработки компании «Рокетдайн», производящей ЖРД, на двигатель РД-180 разработки «НПО Энергомаш». Значительно более высокий удельный импульс (на 40 сек больше в пустоте) РД-180 по сравнению с МА-5А, возможность глубокого дросселирования российского двигателя и совершенство его конструкции позволили существенно увеличить энергетические возможности ракет-носителей всего семейства, повысить их эксплуатационные качества, уменьшить стоимость пуска. Решение о выборе ЖРД РД-180 было принято по резуль-

татам конкурса, проведенного в 1995 г. компанией «Локхид Мартин». В конкурсе, кроме РД-180, участвовали вариант кислородно-керосинового ЖРД МА-5 компании «Рокетдайн» и российский ЖРД НК-33 компании СНТК им. Н.Д. Кузнецова. О победе РД-180 в конкурсе было объявлено 13 января 1996 г.

Создание двигателя новой и столь значительной размерности осуществлено в сжатые сроки, а отработка – на малом количестве материальной части (более 100 доводочных огневых испытаний было проведено на 10 доводочных ЖРД).

Подписав 14 июля 1996 г. контракт на полномасштабную разработку двигателя, «НПО Энергомаш» провело первое огневое испытание прототипа двигателя 14 ноября 1996 г., а первое огневое испытание штатного двигателя 14 апреля 1997 г. В течение 1997–1998 гг. успешно было проведено три испытания двигателя в составе ступени ракеты-носителя в Космическом центре им. Дж. Маршалла NASA. С 9 декабря 1998 г. по 29 апреля 1999 г. успешно проведена сертификация двигателя для РН «Атлас-3», 2 января 1999 г. начата передача США товарных двигателей. Первый пуск РН «Атлас-3А» с РД-180 состоялся 24 мая 2000 г., РН «Атлас-3В» – 21 февраля 2002 г. Сертификация двигателя РД-180 для РН «Атлас-5» завершена 11 августа 2001 г., первый пуск РН «Атлас-5» с двигателем РД-180 произведен 21 августа 2002 г. Лицензионное соглашение на экспорт в США полного комплекта конструкторской, технологической и испытательной документации по двигателю РД-180 подписано 27 сентября 2002 г. К настоящему времени «НПО Энергомаш» поставил около 120 товарных (летных) ЖРД. Годовое ожидание перед первым пуском РН «Атлас-3» с РД-180 было обусловлено проблемами, возникшими в американском двигателе RL-10 второй ступени «Центавр» этой ракеты-носителя.



Огневые испытания ЖРД РД-180 в составе первой ступени РН «Атлас» в США. 1997 г. Фото «Пратт энд Уитни», NASA

Ракета-носитель «Атлас-3» имела две версии, «Атлас-5» – множество версий, позволяющих запускать грузы на низкую орбиту ИСЗ массой до 18.8 т. Это следующие 10 версий: 401 (первый запуск 21 августа 2002 г.), 411 (20 апреля 2006 г.), 421 (10 октября 2007 г.), 431 (11 марта 2005 г.), 501 (22 июля 2010 г.), 511 (запусков не было), 521 (17 июля 2003 г.), 531 (14 августа 2010 г.), 541 (26 ноября 2011 г.), 551 (19 января 2006 г.). В зависимости от модификации РН «Атлас-5» по бокам первой ступени могут быть установлены до пяти твердотопливных ускорителей AJ-60A компании «Аэроджет», а также имеется возможность использовать обтекатели полезного груза различного диаметра (4.2 или 5.4 м). Кроме того, имеется вариант РН «Атлас-5» с двумя ЖРД RL-10 на верхней ступени «Центавр».



Схема ракеты-носителя «Атлас-5» конфигурации 401. Рисунок NASA

## Основные сведения о РН «Атлас-3» и «Атлас-5»

Характеристики	«Атлас-3»	«Атлас-5»
Длина, м	52.8	58.3
Диаметр, м	3.05	3.81
Стартовая масса, т	214.3–216.0	334.5–546.7
Масса полезной нагрузки на низкой орбите ИСЗ, т	8.6–10.2	9.8–18.8
Масса полезной нагрузки на геостационарной орбите ИСЗ, т	4.0–4.5	4.75–8.9
Запуски, годы	2000–2005	с 2002 по н. вр.
Количество полетов	6	85*

\* Последний пуск состоялся 30 июля 2020 г.

Пуск РН «Атлас-3» с российским ЖРД РД-180 был первоначально назначен на 15 мая 2000 г. с космодрома на Мысе Канаверал во Флориде. Руководство во главе с генеральным директором и генеральным конструктором Б.И. Каторгиным и ведущие специалисты «НПО Энергомаш» уехали в США. Пуск должен был произойти в ночное время по московскому времени. Мы знали, что предусмотрена возможность его проведения 16 и 17 мая. В «НПО Энергомаш» было назначено время (23.00) для приезда российских телекомпаний с посещением демонстрационного зала для съемки полноразмерного макета РД-180, только что там установленного. Отметим, что несколько ранее в этот же день демонстрационный зал посетила съемочная группа международного агентства «Ассошиэйтед Пресс».

Несколько позже восемь съемочных групп переехали в офис предприятия, где все было готово к проведению предстартовой пресс-конференции и включению прямого телеканала с американского космодрома. К телегруппам присоединились представители СМИ из газет и журналов. После пресс-конференции все внимание было сосредоточено на телеэкране, где появлялась информация об этапах подготовки РН «Атлас-3» к пуску. Одновременно в соседнем помещении наши

сотрудники имели возможность получать оперативную информацию от технических специалистов «НПО Энергомаш», находящихся на космодроме.

Итак, получена информация, что все идет по графику. Затем прошла информация о задержке пуска на 30 минут, но вновь операции подготовки возобновились, и уже прошла заправка кислородом второй ступени. Но практически сразу после этого все работы были остановлены и было объявлено о переносе пуска на следующий день из-за проблем с радаром на Бермудских островах.

Все вновь повторяется 16 мая. Все собираются в офисе около 11 часов ночи. Рабочая группа получает информацию, что в районе полигона ветер достаточно сильный, но работы идут практически по графику. Однако вскоре мы уже по интернету получаем информацию об отмене пуска из-за сильного ветра по всей трассе полета ракеты-носителя, хотя наши специалисты в США еще не получили этой информации.

17 мая 2000 г. – третий день (вернее, третья бессонная ночь). Сбор гостей идет заметно медленнее. Только самые активные пришли около 11 часов ночи и убивали время, наблюдая за футбольным матчем на Кубок УЕФА. Когда время матча стало плавно перетекать в добавленные два тайма, появилась



*Выгрузка первой ступени РН «Атлас-5» для ее установки в здание вертикальной сборки на космодроме на Мысе Канаверал. 17 февраля 2015 г. Фото NASA*



*Первые товарные ЖРД РД-180 в транспортировочных контейнерах со снятыми кожухами, поставленные в США. Цех фирмы «Локхид Мартин» в Денвере. Фото Локхид Мартин*



Российский двигатель РД-180 на первой ступени РН «Атлас-5». Космодром на Мысе Канаверал. Фото NASA

информация, что погода в США прекрасная, все операции идут строго по графику. Прошла заправка второй ступени, началась заправка первой ступени, и тут возникла проблема с клапаном в наземной линии заправки кислородом. Задержка. Наконец, эта проблема решена, но возникла новая причина, не позволяющая продолжать подготовку: в зоне полигона обнаружен самолет. Надо ждать, пока его не выдворят из зоны. Время пуска вновь сдвигается. Наконец, и этот вопрос решен, процедуры продолжают. В репортаже по телевидению из США начали пускать рекламные блоки с выступлениями руководителей «Локхид Мартин» о хорошей новой РН семейства «Атлас» и РД-180, предназначенных не только для РН «Атлас-3», но и для будущей РН «Атлас-5», о важности совместных работ «НПО Энергомаш» и «Пратт энд Уитни». Новый этап подготовки достигнут: время Т-5 (5 минут до времени старта). Вроде бы все готово, но идет задержка. Опять сдвигка времени старта. Наконец цифры на табло стали меняться: 4.59, 4.58, 4.57... Но опять на экране горят замершие цифры Т-5, а голос из телевизора говорит о каких-то проблемах с датчиками в баках и магистралях ракеты. Время идет быстро, и уже прибли-

жается граница окна пуска. В центре управления решаются повторить попытку пуска. Остаются три минуты, две... И как всегда – исчезает картинка с экрана телевизора, все ждут в тишине, наконец картинка появилась, но не видно признаков радости. Оказалось, остановка процесса произошла на Т-29 (за 29 секунд до старта). Без промедления назначается новое время старта. Это последняя возмож-

ность старта за минуту до окончания окна пуска. Вроде бы все готово. Опрос руководителей служб о готовности, все готовы, но руководитель полетом принимает решение об отбое – риск, по его мнению, слишком велик.

Сразу же при завершении репортажа дается информация, что возможна новая попытка пуска 20 или 21 мая, поскольку другие дни отведены на подготовку к запуску космического корабля «Атлантис» STS-101 с экипажем из семи человек (в их числе российский космонавт Ю.В. Усачёв) для работы на МКС, старт которого состоялся 19 мая 2000 г.

Наше руководство принимает решение вернуться из США в Москву, не тратить время на ожидание новой попытки пуска, поскольку и названные даты остаются под вопросом.

Нам пришлось провести ночные часы 20 мая в ожидании еще одной попытки пуска, когда она была отменена после нескольких задержек из-за попадания 73 яхт в запретную зону. Оказывается, близко к запретной зоне проводился рыболовный турнир, о проведении которого сотрудники космодрома не были оповещены. Некоторые яхты смогли вовремя покинуть зону, некоторые остались в угрожающей близости



Первый пуск РН «Атлас-3» с российским ЖРД РД-180. Космодром на Мысе Канаверал, 24 мая 2000 г. Фото NASA

с этой зоной, а одна яхта не смогла самостоятельно покинуть запретную зону из-за возникших поломок. Хотя береговая гвардия активно старалась удалить все суда из запретной зоны.

Наконец, 24 мая 2000 г., когда с пятой попытки (вернее в пятый пусковой день) состоялся – таки пуск американской РН «Атлас-3» с российским ЖРД РД-180 на первой ступени, был выведен спутник связи «Еутелсат» (EUTELSAT G4), который долгое время успешно работал для стран Азии и Африки.

И в завершение несколько цитат:

Вице-президент фирмы «Локхид Мартин» Джон Кэррос: «Я рад назвать ракетный двигатель РД-180 лучшим ракетным двигателем на планете».

Посол США в России Александр Вершбау: «Это прекрасный пример сотрудничества в области освоения космоса».



а



б

Старты ракет-носителей «Атлас-5»: а – АМС «Марсианский орбитальный разведчик» 12 августа 2005 г., б – АМС «Юнона» 5 августа 2011 г. Фото NASA



Пуски продолжаются... Один из пусков РН «Атлас-5» с ЖРД РД-180 с космодрома на Мысе Канаверал. Фото «Локхид Мартин», NASA

*Я рад присутствовать на фирме, создавшей самый мощный на планете двигатель».*

Сотрудничество между США и Россией по ЖРД РД-180 является уникальным примером экспорта Россией высокотехнологической продукции в США.

Напомним, что на начало 2020 г. в США поставлено около 120 серийных двигателей, успешно выполнено 90 пусков РН «Атлас-3» и «Атлас-5» с РД-180 разработки и производства «НПО Энергомаш».

В списке космических объектов, запущенных с помощью РН «Атлас-5» с российскими ЖРД РД-180, можно отметить такие значимые для исследования космоса полеты, как АМС «Марсианский орбитальный разведчик» (Mars Reconnaissance Orbiter, MRO), отправленный 12 августа 2005 г. на

орбиту Марса (ЗиВ, 2005, № 6); АМС «Новые горизонты» 19 января 2006 г. к Плутону и объектам пояса Койпера (ЗиВ, 2006, № 6; 2015, № 6, с. 94–98; 2016, № 1, с. 16–20); космическая «Обсерватория солнечной динамики» (Solar Dynamics Observatory) 11 февраля 2010 г. для исследования Солнца (ЗиВ, 2010, № 6); два космических аппарата «Лунный орбитальный разведчик» (LRO) и LCROSS 18 июня 2009 г. на орбиту Луны и исследования лунной поверхности при падении (ЗиВ, 2009, № 6), АМС «Юнона» (Juno) 5 августа 2011 г. на орбиту Юпитера (ЗиВ, 2011, № 6, с. 31) и АМС «Марс-2020» с марсоходом «Персевиэрэнс» (Perseverance, настойчивость) и дроном «Марсианский вертолет-разведчик» Ingenuity (изобретательность) 30 июля 2020 г.

В декабре 2019 г. был выполнен первый запуск нового американского КК «Старлайнер» (Starliner CST-100) компании «Боинг» в беспилотном варианте массой 13 т с использованием РН «Атлас-5» с российским РД-180. В планах NASA начало эксплуатации с 2021 г. этого пилотируемого корабля для полетов на МКС. 10 февраля 2020 г. с помощью РН «Атлас-5» (вариант 411) с ЖРД РД-180 запущен научный КА «Солар орбитер» (Solar Orbiter) для исследования гелиосферы Солнца. Планируются пуски РН «Атлас-5» с российским РД-180 для вывода других спутников связи и дистанционного зондирования Земли, ряда космических аппаратов в интересах национальной безопасности США. Пуски РН «Атлас-5» продолжаются...

В скором времени история РД-180 продолжится в России, этот уникальный двигатель будет применяться на первой ступени РН «Союз-6», которая в перспективе может прийти на замену ракеты-носителя среднего класса «Союз-2», а также в центральной блоке ракеты сверхтяжелого класса. В «НПО Энергомаш» начаты активные работы по адаптации РД-180 к новой версии ракеты. В нем будет применен весь лучший опыт, полученный при создании РД-180 и РД-191. Есть и еще одно важное достоинство двигателя РД-180, которое обязательно должно быть применено в будущем. Двигатели «НПО Энергомаш» можно использовать до 10 раз, поэтому специалисты предприятия продолжают разрабатывать необходимый задел для создания многократных ракет.