



**Владимир Рачук,**  
генеральный конструктор -  
генеральный директор КБХА

# "БУДЕТ ПРОТОН"

## ЛЕТАТЬ "ПРОТОН"?

*Гарантией качественного изготовления и высокой надежности ракетных двигателей в эксплуатации является сохранение производственного и научно-технического потенциала российского двигателестроения с обеспечением достаточных и стабильных объемов производства. Эта задача становится важной составной частью ведомственных и федеральных программ, направленных на преодоление кризисного состояния экономики России.*

В последнее время в прессе и на телевидении со ссылкой на различные источники появлялись различные комментарии к авариям РН "Протон", произошедшим 5 июля и 27 октября 1999 г. из-за отказов двигателей РД-0210. Иногда эти сообщения содержали технические неточности, "вольные" толкования, в том числе и неверные оценки надежности ракеты в целом и двигателей в частности.

Обратимся к фактам.

Жидкостные ракетные двигатели РД-0210/РД-0211 (II ступень) и РД-0212 (III ступень) для РН "Протон" были разработаны КБ "Химавтоматики" в 1962-1965 гг. и ныне изготавливаются серийно Воронежским механическим заводом (ВМЗ).

У этих двигателей славная 35-летняя история. Они обеспечили вывод на околоземные орбиты тяжелых научных станций, облет Луны автоматическими возвращаемыми станциями "Зонд", доставку исследовательских аппаратов - "Луноходов" и аппаратов, взявших пробы лунного грунта, полеты межпланетных станций на Марс и Венеру, вывод в космос долговременных орбитальных станций "Салют", "Мир", функционального блока и служебного модуля международной космической станции и многих других объектов различного назначения.

Конечно, две последние аварии серьезно "подмочили" репутацию РН "Протон". Обе они явились следствием возгорания и разрушения газового тракта турбины ТНА одного из четырех двигателей второй ступени РН с последующим самопроизвольным отключением трех остальных двигателей. Характер изменения параметров отказавших двигателей аналогичен при обеих авариях.

Комиссия под председательством академика В.Ф. Уткина, исследовавшая причины аварии РН "Протон" 27 октября 1999 г., констатировала, что фактическая надежность двигателей РД-0210, рассчитанная по результатам стендовых и летных испытаний, составляет 0,9967 с учетом двух последних аварий. Этот показатель существенно превышает требования технического задания - не менее 0,99. Как видно из сравнения приведенных цифр, двигатель РД-0210 нельзя отнести к разряду "безнадежных".

Комиссия, используя самые современные методы, изучила материальную часть аварийных двигателей, провела серию имитационных испытаний, тщательно проанализировала конструкцию двигателей (и особенно ТНА) и пришла к заключению, что причиной возгорания газового тракта турбины не могли быть конструктивные особенности. Однако они создают потенциальную возможность возгорания газового тракта при случайном попадании в него различного рода загрязнений.

Механизм возгорания конструкционных сталей и сплавов при контакте с горячей окислительной средой высоких давлений изучен в настоящее время еще недостаточно, но специалистам хорошо изве-

стно, что наличие металлических посторонних частиц способно инициировать возгорание элементов конструкции при более низких температурах газовой среды. Этот факт был неоднократно подтвержден экспериментами, проведенными в двигательных фирмах, Исследовательском Центре им. М.В. Келдыша и других институтах.

При дефектации двигателей РН "Протон" в их агрегатах были обнаружены посторонние частицы. Комиссия пришла к выводу, что именно попадание минеральных и металлических частиц привело к возгоранию узла турбины ТНА первого двигателя РД-0210 второй ступени и явилось наиболее вероятной причиной аварии РН "Протон". Комиссия считает, что, вероятнее всего, загрязнение внутренних полостей дви-

гателей произошло при сборке на ВМЗ.

Оба аварийных двигателя изготовлены ВМЗ в 1992-1993 гг. Именно в этот период из-за отсутствия госзаказа резко уменьшились объемы производства ЖРД, составив 19% объемов 1986 г., а в тех же недогруженных производственных подразделениях началось освоение конверсионной продукции. Это не могло не отразиться на качестве, и комиссия, проверившая соблюдение технологии при изготовлении ЖРД на ВМЗ в этот период, получила убедительный материал, подтверждающий факты снижения качества и технологической дисциплины на предприятии.

Причина аварии квалифицируется как производственная. Опуская подробности, следует подчеркнуть, что в июле-ноябре 1999 г. были подвергнуты тщательной ревизии все техпроцессы, оборудование и материальная часть двигателей, РН и систем стартового комплекса, которые потенциально, в случае нарушения технологии, могли бы привести к загрязнению внутренних полостей двигателя или топлива. По результатам ревизии был выполнен ряд конструктивно-технологических мероприятий:

- концевые фильтры наземной стартовой системы заправки баков РН окислителем заменены новыми, более совершенными;
- установлены фильтры в заправочных топливных магистралях РН;
- КБХА и ВМЗ с участием специализированных институтов разработали и внедрили методику неразрушающего контроля внутренних полостей двигателей РД-0210, РД-0211 и РД-0212, изготовленных ранее и находящихся в составе РН на различных стадиях подготовки к полету. Методика позволила не только осмотреть с помощью эндоскопа внутренние полости двигателей и внутренние сварные швы в определенных местах, но и удалить





обнаруженные в некоторых случаях металлические и минеральные частицы недопустимых размеров;

- многие операции технологических процессов изготовления двигателей и подготовки РН "Протон" переведены в разряд особо ответственных, и качество их выполнения контролируется специальной комиссией.

С учетом указанных мер эксплуатация двигателей РД-0210, РД-0211 и РД-0212 была продолжена, и при пяти пусках (12 февраля, 12 марта, 18 апреля, 24 июня, 1 июля 2000 г.) РН "Протон" успешно вывел на орбиту космические объекты.

Комиссия под председательством В.Ф. Уткина в период своей работы рассмотрела, одобрила и рекомендовала ускорить внедрение модернизированного узла турбины ТНА и фильтров в линии окислителя газогенератора, которые к этому моменту были разработаны КБХА в плановом порядке, освоены в производстве ВМЗ и подтверждены экспериментально.

В модернизированном узле турбины ТНА:

- сопловой аппарат выполнен как единое целое с корпусом турбины для исключения концентрации загрязнений при изготовлении и возможности их перемещения в процессе работы;

- для корпуса турбины применен сплав, обладающий более высокой стойкостью к возгоранию благодаря повышенному содержанию никеля;

- исключены застойные зоны и возможные места скопления посторонних частиц путем изменения конструкции крышки турбины и выхлопного патрубка.

Указанные усовершенствования ТНА и газогенератора позволяют сохранить работоспособность РД-0210, РД-0211 и РД-0212 даже в условиях, ранее считавшихся недопустимыми по засорению, при возможных случайных нарушениях технологического процесса изготовления этих двигателей.

Понимая важность и ответственность вывода в космос служебного модуля (СМ) международной космической станции, руководство КБХА вышло с предложением использовать для выполнения этой задачи именно модернизированные двигатели. Надежность модернизированных двигателей подтверждалась двумя пусками РН "Протон" с российскими космическими объектами, проведенными перед началом работ с СМ. Руководство Росавиакосмоса поддержало предложение КБХА и постоянно оказывало содействие при решении этой чрезвычайно сложной задачи. Для ее реализации пришлось изготовить модернизированные двигатели и в чрезвычайно короткие сроки заменить ими ранее смонтированные на РН. Все это - не нарушая график запланированных полетов, и в том числе международные обязательства.

К чести коллективов ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, КБ "Химавтоматики", ВМЗ и многих других участников этой работы нужно отметить, что задача была выполнена в плановые сроки и с требуемым качеством.



РД-0210

Пуски РН "Протон" 6 июня и 5 июля 2000 г. подтвердили надежность модернизированных двигателей, а 12 июля 2000 г. в космос был успешно выведен служебный модуль "Звезда" международной космической станции.

Пример выхода из этой труднейшей для КБХА и ВМЗ ситуации подтверждает, что качество продукции самым непосредственным образом зависит от стабильности производства, ритмичности его работы, наличия постоянных долгосрочных заказов. В этом - важнейший залог успешной деятельности любого предприятия. Для российского "космического" двигателестроения она практически неразрешима без поддержки государства.

## DIGEST

In recent year a series of comments and reports appeared in mass media and TV relating to accidents occurred on July 5 and October 27, 1997 with "Proton" launcher which were caused by RD-0210 engine failure. Sometimes this information contained technical inaccuracies, "unrestrained" commentaries including a wrong evaluation of the rocket and, in particular, engine reliability.

Both crashes were caused by fire and damage in l.p. turbine of the launcher second stage followed by spontaneous cut-off of the rest 3 engines. A commission headed by Academician V.F Utkin making investigation of the accident dated 27 October, concluded that fire in the gas flowpath was a result of the foreign metal and mineral object ingestion happened at Voronezh facility during the engine assembling. The same is the cause of the 2nd accident.

After re-designing works and technological corrections aiming at an increase of the engine reliability, operation of RD-0210, RD-0211 and RD-0212 was resumed. By mid-2000, "Proton" successfully put five satellites into orbit and on July 12, 2000 "Zvezda" service module of an international space station was launched.

## WILL "PROTON" BE FLYING?