Яков Федорович Савченко (1913 – 1984 гг.),
генеральный директор НПО «Алтай» (1959 – 1984 гг.),
дважды Герой Социалистического Труда,
лауреат Ленинской премии, кавалер трех орденов Ленина,
двух орденов Трудового Красного Знамени и ордена Красной Звезды,
заслуженный деятель науки и техники РСФСР, профессор,
почетный гражданин г. Бийска

УЧАСТИЕ ФНПЦ «АЛТАЙ» ПОД РУКОВОДСТВОМ Я.Ф. САВЧЕНКО В СТАНОВЛЕНИИ И РАЗВИТИИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО РАКЕТОСТРОЕНИЯ

А.С. Жарков, А.В. Яскин

Более трёхсот лет назад Указом Петра I был основан город Бийск Алтайского края, в настоящее время это самый восточный наукоград России. Его ядром является ОАО «Федеральный научно-производственный центр «Алтай» (ФНПЦ «Алтай»), созданный в 1958 г. как НИИ-9 для разработки ракетных топлив и их компонентов, зарядов ракетных двигателей на твёрдом топливе (РДТТ) и боевых частей неядерного снаряжения. Первым директором НИИ-9 был Т.Г. Корняков. С 1959 по 1984 гг. предприятие возглавлял выдающийся организатор оборонной промышленности и конструктор, профессор Яков Фёдорович Савченко, столетие со дня рождения которого отмечается в октябре 2013 г. Прошедшие 55 лет для ФНПЦ «Алтай» знаменательны не только работами на оборону страны. Среди конверсионных разработок – высокопредохранительные взрывчатые вещества, средства пожаротушения на низкотемпературных газогенерирующих источниках газа, наноразмерные алмазы, синтезируемые взрывом, и технологии их использования, газогенераторы для интенсификации нефтяных и газовых скважин, синтез редких лекарственных субстанций и др. Много ярких страниц в истории ФНПЦ «Алтай», некоторые из них, связанные с созданием твёрдотопливной ракетной техники, обеспечившей стратегический паритет по ядерным вооружениям между СССР и США в конце XX в., раскрываются перед читателем. Основополагающую роль в становлении этих работ на предприятии сыграл Я.Ф. Савченко. Важным моментом является факт, что за этот период сложилось тесное научно-производственное сотрудничество ФНПЦ «Алтай» с великими Главными конструкторами ракетной техники, академиками С.П. Королёвым, М.К. Янгелем, В.Ф. Уткиным, В.П. Макеевым, А.Д. Надирадзе.

Различные наименования нашего научного центра – НИИ-9 – Алтайский научно-исследовательский институт химической технологии (АНИИХТ) – научно-производственное объединение «Алтай» (НПО «Алтай») – ФГУП «ФНПЦ «Алтай» – ОАО «ФНПЦ «Алтай» – свидетельствуют о том, как эволюционировало предприятие за годы его славной истории.

В книге «Стратегические ракетные комплексы наземного базирования» (2007 г.), посвящённой 60-летию отечественного ракетостроения, в разделе «Рождение кооперации создателей ракетных комплексов» среди плеяды великих конструкторов ракетно-космической техники, начавшейся с академика С.П. Королёва, 17-й помещена статья о Я.Ф. Савченко. Впереди Я.Ф. Савченко 13 конструкторов баллистических ракет, затем трое известнейших разработчиков жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) для первых боевых и космических ракет «Восток», «Протон», «Энергия» и др. – знаменитые отечественные учёные и конструкторы В.П. Глушко (1908 – 1989 гг.), А.М. Исаев (1908 – 1971 гг.), С.А. Косберг (1903 – 1965 гг.). А среди создателей РДТТ для стратегических ракет первой по праву его первопроходства находится большая статья про Я.Ф. Савченко.

Генеральный директор НПО «Алтай» (с 1959 по 1984 гг.), профессор Я.Ф. Савченко

Заглянем немного в историю. Во второй половине XX в. научные познания человечества и технологический базис промышленного производства обеспечили стремительное развитие ракетной техники и космонавтики.

Находясь в плену сил гравитации, люди с древнейших времён мечтали о полётах и в атмосфере, подобно птицам, и к другим космическим объектам. Но как преодолеть всемогущее тяготение, которое формирует звёзды и галактики, удерживает на орбитах все наблюдаемые в пространстве космические тела, человечество на поверхности планеты Земля?

Парадоксально, но, например, пешеход двигается за счёт реактивной силы, отбрасывая Землю в качестве рабочего тела. Винт самолёта отбрасывает внешнюю, не принадлежащую самолёту массу вещества – воздуха. Наконец, только ракета в полёте не «отталкивается» от окружающей среды, но, выбрасывая рабочее тело, непрерывно теряет свою исходную массу, получая при этом перемещение в пространстве. И вот на этом ракетном принципе мечта человечества о дальних космических полётах в XX в. обрела технологическое воплощение в ракетоносителях, способных вырваться из объятий гравитационного поля Земли.

Любопытно, что в 1740 г. по приказу короля Франции из гигантской пушки, специально отлитой для этой цели, было послано огромное ядро в... небо. Выстрел был произведён по просьбе нескольких ученых, которые были убеждены, что ядро станет искусственным спутником Земли. В последующем математиками было доказано, что это сделать такими средствами невозможно. Данная неудачная попытка интересного в своей постановке эксперимента имела и положительную сторону – именно она натолкнула французского писателя Жюля Верна на мысль написать роман «Из пушки на Луну».

В 1921 г. газета «Нью-Йорк Таймс» с сомнением писала: «***Абсурдным было бы утверждать, что профессор Годдард[1] может не знать об отношении действия к противодействию или что он не подозревает, что для противодействия необходимо что-то получше, чем вакуум»***. Это свидетельствует о том, что всего век назад некоторые образованные люди просто не понимали принципа движения ракеты, когда не надо ни от чего отталкиваться!

Из курса физики известно, что реактивная тяга не является результатом взаимодействия с окружающей средой, её источником нельзя считать отталкивание от среды или какое-либо другое воздействие последней, подобное, например, тому, которое имеет место для воздушного винта. Ракетный двигатель может работать в совершенно пустом пространстве и создавать тягу.

[1] Профессор Р. Годдард (1882 – 1945 гг.) – основоположник американского ракетостроения, один из пионеров ракетной техники.

В реактивном снаряде (ракете) газообразные продукты горения топлива в камере со сверхзвуковой скоростью выбрасываются из отверстия в хвостовой части ракеты (из сопла ракетного двигателя). Действующие при этом силы внутрикамерного давления будут силами внутренними для ракетного двигателя, и они не могут изменить суммарное количество движения системы «ракета – продукты горения топлива». Но так как вырывающиеся газы имеют известное количество движения, направленное назад, то ракета получает при этом соответствующую скорость движения вперёд.

Окно для полётов в космос начало реально открываться чуть более 50 лет назад через становление и развитие стратегического ракетного вооружения. После второй мировой войны в Советском Союзе из-за нарастания угрозы нападения со стороны США, обладавших ядерным оружием, наряду с форсированными исследованиями по атомной бомбе, велись и интенсивные работы по ракетным средствам доставки такого оружия. Начало разработкам было положено совершенно секретным Постановлением Совета Министров СССР № 1017-419 сс от 13 мая 1946 г. «Вопросы реактивного вооружения». Этим Постановлением, подписанным И.В. Сталиным как Председателем Совета Министров нашей страны, был создан Специальный комитет по реактивной технике при Совете Министров СССР. Согласно этому документу, работы по развитию ракетной техники считались важнейшей государственной задачей, а все министерства и организации были обязаны выполнять задания по реактивной технике как первоочередные. Одной из задач комитета по реактивной технике стало ***«определение и утверждение ежеквартальной потребности в денежных ассигнованиях и материально-технических ресурсах для работ по реактивному вооружению»***. Подобные работы проводились и в США под техническим руководством интернированного американцами немецкого специалиста Вернера фон Брауна (1912 – 1977 гг.), создавшего в период второй мировой войны баллистические ракеты ФАУ-2 для нацистской Германии, которыми осуществлялся обстрел Великобритании, а в США реализовавшего техническое руководство созданием ракеты «Сатурн-5». В Советском Союзе практические работы начались с создания ракеты Р-1, во многом похожей на немецкую ФАУ-2, отдельные экземпляры которой были захвачены в оккупированной Германии.

Безусловно, эти работы начинались не на пустом месте, теоретические и экспериментальные исследования по ракетам велись в СССР и ранее. Например, первая советская ракета на жидком топливе «ГИРД-Х» была запущена в августе 1933 г. Она была разработана группой изучения реактивного движения (ГИРД). Вначале ГИРД, образованную в июле 1931 г., возглавил Ф.А. Цандер, а в июле 1932 г. её начальником назначается С.П. Королёв. Всем известно эффективное применение нашей страной твёрдотопливных ракетных систем залпового огня «Катюша» во время Великой Оте-

чественной войны. Их создание стало прямым следствием начатых ещё в 1921 г. практических работ по реактивным снарядам на бездымном порохе изобретателя Н.И. Тихомирова в лаборатории самодвижущихся в воде и воздухе мин, получившей в 1928 г. наименование газодинамической лаборатории (ГДЛ). С 1929 г. в ГДЛ началась разработка В.П. Глушко электротермических и жидкостных двигателей для ракет, а затем и реактивных летательных аппаратов.

КОРОЛЕВ СЕРГЕЙ ПАВЛОВИЧ

Первый успешный пуск ракеты Р-1 состоялся 10 октября 1948 г. Потом были разработаны новые оригинальные конструкции ряда баллистических ракет, но особое место среди них занимает ракета Р-7 и особенно её модернизация Р-7А.

Как известно, первым **Главным конструктором** отечественных баллистических ракет стал **Сергей Павлович Королёв** (1907 – 1966 гг.), который своими практическими работами в последующем обогнал Вернера фон Брауна. Под руководством С.П. Королёва были созданы **первые искусственные спутники Земли, осуществлены первые полёты беспилотных космических аппаратов на Луну и к планетам Солнечной системы, первые орбитальные полёты человека вокруг Земли.**

При С.П. Королёве был создан независимый орган коллективного мышления для координации сложнейших работ при разработке ракетно-космической техники – **Совет Главных Конструкторов (СГК)**. Решения СГК не имели обязательной юридической силы, не утверждались приказами министров, но обязательно воплощались в конкретные дела, способствующие скорейшей реализации новых технических решений и созданию новых ракет.

В 1960 г. на вооружение был принят боевой межконтинентальный ракетный комплекс с двухступенчатой ракетой Р-7А, разработанный ОКБ-1[2], ко-

[2] Особое конструкторское бюро-1, основано в 1946 г., сначала как отдел в составе НИИ-88, который в 1956 г. выделился в самостоятельное ОКБ-1. В настоящее время – Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С.П. Королёва.

торое возглавлял С.П. Королёв как Главный конструктор. В дальнейшем эта ракета стала базовой для создания космических ракетоносителей, в том числе «Востока». 12 апреля 1961 г. она вывела космический корабль с первым в истории человечества космонавтом – Ю.А. Гагариным на околоземную орбиту. Суммарная мощность жидкостных ракетных двигателей ракетоносителя «Восток» составила 20 миллионов лошадиных сил! Тяготение колыбели человечества – Земли удалось преодолеть! Так при разработке стратегических ракетных вооружений появилась возможность решить и сопутствующую задачу – начать космические полёты. На основе ракет Р-7 и Р-7А создана самая массовая в мире серия космических ракетоносителей «Восток», «Восход», «Молния», «Союз» и их модификаций.

Возглавлял разработку теоретических предпосылок вывода искусственных тел на околоземные орбиты, а в дальнейшем полётов к Луне и планетам Солнечной системы как **Главный Теоретик** академик **Мстислав Всеволодович Келдыш** (1911 – 1978 гг.).

Боевой вариант межконтинентальной баллистической ракеты Р-7А заправляли компонентами топлива (жидкий кислород + керосин) перед пуском. При норме 170 т требовалось подвести к ракете 400 т жидкого кислорода, так как охлаждённый до низких температур, он, соприкасаясь со стенками баков, выкипал и испарялся. Общее время подготовки к пуску составляло 7 – 8 ч, а боеготовность ракетного комплекса сохранялась не более 8 ч, после чего компоненты топлива необходимо было сливать, что для военной техники оказалось не слишком приемлемым.

Королёв С.П. неоднократно подчёркивал, что двигатели космических ракет надо делать на жидком кислороде, а боевых ракет – **на твёрдом топливе**. Прежде чем дальше обсуждать историю создания твёрдотопливных межконтинентальных баллистических ракет и появления среди разработчиков ракетной техники вновь образованного **НИИ-9** (АНИИХТ), коротко рассмотрим становление и развитие применения порохов и твёрдых топлив в артиллерии и ракетостроении.

На протяжении почти 700 лет метательный заряд для артиллерийских снарядов и ружейных пуль выполнялся из черного пороха. В конце XIX в. были созданы бездымные пороха, основным компонентом которых являлась нитроцеллюлоза. Пластифицированная нитроглицерином она легла в основу запатентованного А. Нобелем пороха «баллистит».

Особенно стремительно промышленность боеприпасов развивается в XX в. Баллиститное топливо эффективно применялось в ракетных системах залпового огня («Катюша») во время Великой Отечественной войны, на нем были разработаны в НИИ-125 (в настоящее время ФЦДТ «Союз») вкладные заряды РДТТ опытной твердотопливной ракеты РТ-1, имевшей стартовую массу 34 т и дальность полета всего 2400 км (начало разработки 1959 г.).

Ракета РТ-1 значительно уступала по техническим характеристикам уже отработанной твёрдотопливной ракете США «Минитмен-1». Последняя при стартовой массе 29,5 т имела дальность полета 9300 км. Было очевидным, что требуется революционный прорыв в создании эффективных новых твердых топлив и технологий снаряжения РДТТ. Причем топливо, наряду с выделением энергии по необходимому для баллистики ракетной камеры закону, должно обладать рядом специфических вязкоупругих свойств конструкционного материала, испытывающего значительные нагрузки, сохраняя стабильность характеристик в течение длительного времени нахождения ракеты на боевом дежурстве.

К этому моменту основные задачи стратегического ракетостроения в Советском Союзе решались с использованием ЖРД, уже имелась значительная статистика успешных пусков ракет с ЖРД, в том числе космических. Вместе с тем в США военные баллистические ракеты сначала морского, затем и наземного базирования стали разрабатываться только на твердом топливе.

Учитывая определенные эксплуатационные преимущества твердотопливных ракетных двигателей, перед отечественными учеными и конструкторами была поставлена важнейшая государственная задача – создать межконтинентальные баллистические ракеты с приемлемыми характеристиками на твердом топливе. Постановлением ЦК КПСС и Совета министров СССР, вышедшем в 1959 г., предполагалось создание высокоимпульсных твердых ракетных топлив широкого назначения. По результатам выполнения этого задания и по инициативе С.П. Королёва, буквально накануне знаменательного первого полёта человека в космос, выходит новое Постановление Правительства от 4 апреля 1961 г. по разработке серии **твёрдотопливных ракет**, в том числе межконтинентальной баллистической ракеты на твёрдом топливе **РТ-2** и двухступенчатой ракеты **РТ-15** с подвижным стартом.

В разработку топлив и зарядов РДТТ для ракет серии РТ активно включился НИИ-9. Компонентной базой для смесевых твёрдых ракетных топлив (СРТТ) в то время являлись **перхлорат аммония – алюминий – связующее**. К этим работам были привлечены пять топливных НИИ. Рецептуры топлив, предложенных различными организациями, не обладали необходимым комплексом механических характеристик и в условиях прочного скрепления топлива с корпусом ракетного двигателя для снижения массы тепловой защиты не обеспечивали работоспособности заряда и РДТТ в целом.

Революционным достижением НИИ-9 в разработке СРТТ стало решение использовать в качестве горючего-связующего пластифицированный высокомолекулярный **бутилкаучук** (БК). Творческое соревнование молодого

НИИ-9 со сложившимися организациями страны, которые уже имели опыт создания твёрдых ракетных топлив, было выиграно. Критическая ситуация, имевшая место в 1963 г. с отработкой двигателей первой и второй ступеней ракеты РТ-2, разрешилась после принятия на заседании **СГК** под председательством **С.П. Королева** предложений НИИ-9 (директор **Я.Ф. Савченко** и первый заместитель директора по науке **Г.В. Сакович**) о создании зарядов из топлива на основе БК, заливаемого непосредственно в корпус двигателя. Одновременно с разработкой топлив типа БК были решены проблемы, связанные с проектированием и изготовлением крупногабаритных (до 30 т) зарядов, прочно скрепленных с корпусом ракетного двигателя, созданы научно-методические основы формирования СРТТ. Топлива типа БК имели достаточно высокие энергетические характеристики, не уступающие зарубежным аналогам того времени и, в отличие от жесткого баллистита, являлись высокоэластичными. Поэтому возникающие напряжения в конструкции заряда, скрепленного с корпусом РДТТ, даже при высокой плотности заряжания и различии коэффициентов температурного расширения топлива и корпуса не приводили к разрушению заряда в условиях эксплуатационных нагрузок. Идея использования пластифицированных олигомеров успешно применялась в последующем и другими разработчиками твёрдых топлив.

По мнению И.Н. Садовского (одного из соратников С.П. Королева, впоследствии руководителя проектной разработки многоразовой космической системы «Энергия-Буран»), возглавлявшего разработку ракет серии РТ: ***«… создание топлива на основе бутилкаучука было одним из величайших достижений отечественной топливной науки. Оно предопределило выход нашей страны из положения отстающих в создании ракет на твердом топливе»***.

Как отметил Л.В. Забелин (заместитель министра машиностроения с 1975 г., заместитель министра оборонной промышленности с 1989 г.): ***«…НИИ-9 своими разработками рецептуры СРТТ, комплексного технологического процесса, систем контроля и испытаний совершил подвиг, позволив ОКБ-1 успешно завершить разработку ракетного комплекса»***.

С использованием топлив разработки НИИ-9 на основе БК были отработаны заряды для всех трех ступеней ракеты РТ-2П (1972 г.). Кстати, завершающие лётные испытания ракеты РТ-2 и её модернизации РТ-2П проводились с ракетного полигона Плесецк, названного позднее **космодромом**.

Дальнейшее развитие ракетной техники, разработка новых образцов, необходимость серийного производства ракет привели к включению в ракетную кооперацию С.П. Королёва других НИИ, КБ, заводов. Но первые создатели ракетной техники всегда останутся первыми!

Среди пионеров отечественного ракетостроения важное место занимает **ФНПЦ «Алтай»** как **создатель первых твёрдых топлив и крупногаба-**

ритных зарядов из них, совершенных по энергетическим возможностям и конструкциям, для межконтинентальной баллистической ракеты РТ-2 основателя отечественного ракетостроения и практической космонавтики Главного конструктора, **академика Сергея Павловича Королёва**.

В этом большая заслуга первых руководителей ФНПЦ «Алтай» – генерального директора, дважды Героя Социалистического Труда, профессора **Якова Фёдоровича Савченко**, бюст которого установлен в центре г. Бийска, и его первого заместителя по науке в то время – Героя Социалистического Труда, академика РАН **Геннадия Викторовича Саковича**.

Практическое применение в маршевых ступенях ракет РТ-2, РТ-2П скрепленных с корпусом в процессе формования зарядов, а также технологическая простота и массовое совершенство такой конструкции РДТТ стало основанием для экспериментальной проверки работоспособности скрепленного с корпусом заряда из топлива на основе БК в одном из двигателей стоящей на вооружении ракеты «Темп-С», имевшей отработанные ступени с вкладными зарядами.

На опытном стенде НИИ-9 были успешно проведены огневые стендовые испытания таких РДТТ совместно с **Московским институтом теплотехники** (в настоящее время ОАО «Корпорация «Московский институт теплотехники», куда входит и ФНПЦ «Алтай»), который возглавлял в то время известный Главный конструктор твёрдотопливных ракет, академик **Александр Давидович Надирадзе** (1914 – 1987 гг.), после термостатирования зарядов вплоть до температуры минус 40 °С. Полученные результаты послужили толчком и научно-техническим базисом при последующей разработке этим институтом (в кооперации с ФЦДТ «Союз» по топливам и зарядам) современных маршевых РДТТ для ракетных комплексов подвижного грунтового базирования «Темп-2С», «Пионер», «Тополь», «Тополь-М». Следует отметить, что самая первая ракета средней дальности с подвижным стартом **РТ-15** (из серии РТ, предложенных С.П. Королёвым) с топливами и зарядами маршевых ступеней разработки **НИИ-9** прошла летные испытания и ещё в 1968 г. была предъявлена для принятия на вооружение (Главный конструктор ракеты РТ-15 **Пётр Александрович Тюрин**, 1917 – 2000 гг.) и некоторое время находилась в опытной эксплуатации (два учебных пуска в 1969 и 1970 гг.).

---

[3] Гребёнкин В.И. Роль Я.Ф. Савченко в становлении нового направления развития РДТТ в ракетных комплексах разработки ФГУП «Московский институт теплотехники» // Сб. докладов III Всероссийской научно-практической конференции (25 – 27 сентября 2003 г., г. Бийск). – Бийск: ФГУП «ФНПЦ «Алтай», РА РАН, 2004. – С. 30.

Как известно, развитие твердотопливного ракетостроения в СССР сопровождалось значительной оппозицией ряда руководителей и учёных военно-промышленного комплекса. Основной довод – твёрдое топливо в процессе хранения стареет и не может обеспечить требуемые гарантийные сроки эксплуатации. **История нас рассудила...** За период с 1970 по 1994 гг. запущено около 100 ракет РТ-2П. Пуски неизменно подтверждали высокую надежность ракеты. Твердотопливные двигатели сохранили работоспособность и после 18,5 лет эксплуатации (при первоначально заданном гарантийном сроке эксплуатации 7–10 лет). Ещё одним примером служит произведенный 29 ноября 2005 г. успешный пуск твёрдотопливной баллистической ракеты **РТ-2ПМ** подвижного грунтового комплекса «Тополь» разработки Московского института теплотехники, находившейся на боевом дежурстве 20 лет.

В 1966 г. не стало С.П. Королёва, и в ОКБ-1, которым он руководил как Главный конструктор, на фоне космических достижений наметилась тенденция по сворачиванию работ по боевой твёрдотопливной тематике. В частности, ракета РТ-2П, имевшая на всех трёх ступенях заряды разработки НИИ-9 (ФНПЦ «Алтай») из топлив на основе пластифицированного БК, уже создавалась при научно-методическом руководстве со стороны ОКБ-1, но в другом конструкторском бюро под руководством П.А. Тюрина, Главного конструктора КБ «Арсенал» им. М.В. Фрунзе (г. Ленинград).

ТЮРИН ПЕТР АЛЕКСАНДРОВИЧ

С этим КБ связана ещё одна важная и интересная работа – создание первой отечественной двухступенчатой баллистической ракеты РСМ-45 средней дальности, базирующейся на атомном подводном ракетоносце (Главный конструктор П.А. Тюрин). Научно-технический задел по топливам и технологиям, полученный при создании ракет РТ-2, РТ-2П, РТ-15, в полной мере был использован при разработке этой ракеты.

Для разработки эффективных зарядов к маршевым РДТТ межконтинентальных баллистических ракет (МБР) необходимо обеспечить:

– максимально достижимый коэффициент объёмного заполнения камеры сгорания ракетного двигателя K_v, равный отношению объёма, занимаемого зарядом, к свободному объёму камеры двигателя до заполнения топливом;

– минимальное воздействие продуктов сгорания на стенки камеры для снижения массы пассивной тепловой защиты.

На первых отечественных зарядах к маршевым РДТТ ракет серии РТ были разработаны канально-щелевые конструкции зарядов в корпусах с отъёмными днищами и K_v = 0,89 на первой ступени до 0,91 на третьей.

В заряде к двигателю первой ступени ракеты РСМ-45 использовали основные конструктивные решения, отработанные для ракет РТ-2, РТ-2П. Конструкция заряда – канально-щелевой моноблок, скреплённый со стенками металлического корпуса.

Для двигателя второй ступени впервые в отечественной практике создания МБР был разработан заряд в виде канально-щелевого моноблока, скрепленного с высокодеформативным корпусом типа «кокон» в оболочке из композиционного материала разработки ЦНИИСМ (г. Хотьково Московской области). Передний и задний торцы заряда имели раскрепляющие манжеты, выполнявшие одновременно роль бронировок торцов. Щелевой компенсатор горящей поверхности был представлен разновысокими щелями, расположенными в районе соплового днища, а размах больших щелей превышал диаметр полюсного отверстия. Для изготовления заряда использовалась технологическая оснастка с разъёмными элементами, извлекаемыми после вулканизации и охлаждения заряда. Принятая конструкция заряда обеспечила очень высокое значение K_v = 0,94 при использовании высокодеформативных (по сравнению со стальными) корпусов. В тесном содружестве с НПО «Искра» (разработчик корпуса и двигателя второй ступени) и ЦНИИСМ были решены основополагающие вопросы работоспособности системы «заряд – корпус», такие как:

– выбор расположения элементов частичного раскрепления заряда от корпуса;

– отработка допустимых перемещений корпуса и его днищ;

– обеспечение требуемого уровня механических характеристик топлива.

ЛАВРОВ ЛЕВ НИКОЛАЕВИЧ

Создание и отработка заряда второй ступени ракеты РСМ-45 положили начало новому поколению зарядов РДТТ в органопластиковых корпусах типа «кокон», а также пониманию теснейшей взаимосвязи характеристик заряда и корпуса. Вторая ступень этой ракеты знаменательна тем, что на ней впервые в СССР кооперацией НПО «Искра» (разработчик двигателя и корпуса, Главный конструктор, член-корреспондент АН СССР **Лев Николаевич Лавров,** 1933 – 1994 гг.), ЦНИИСМ (разработчик органопластиковой оболочки корпуса, Главный конструктор, член-

корреспондент АН СССР **Виктор Дмитриевич Протасов**, 1931 – 1997 гг.) и НПО «Алтай» (разработчик топлива и заряда, генеральный директор, профессор **Я.Ф. Савченко**) был создан РДТТ с органопластиковым корпусом типа «кокон» и скреплённым зарядом, с утопленным в камеру соплом. По существу, этот двигатель был прообразом всех современных отечественных РДТТ. По сравнению с топливами на основе БК, использованными для ракет РТ-2, РТ-2П, составы топлива для ракеты РСМ-45 были оптимизированы по содержанию окислителя, алюминия, связующего, а также по степени его пластификации, что позволило повысить удельный импульс тяги и плотность топлива.

Для увеличения прочности в топливо в качестве адгезионной добавки ввели эпоксидную смолу, а для увеличения его деформационных характеристик и снижения разбросов механических характеристик по объему заряда гетерогенную окислительно-восстановительную систему заменили на хиноловый эфир, синтезированный в НИИ-9 (ФНПЦ «Алтай»). Идея использования хиноловых эфиров была признана в отрасли и с успехом применялась в других топливных институтах.

Для этой опытной ракеты морского базирования также разработали другие специальные двигатели, газогенераторы, в том числе заряд к пороховому аккумулятору давления (ПАД) выброса ракеты из шахты подводной лодки. Оригинальное решение реализовано в заряде ПАД выброса ракеты из шахты. Для требуемого прогрессивного характера расходной кривой использовался многоканальный заряд из безметального топлива типа БК, скреплённый с подкрепляющей оболочкой. Заряд семикратно увеличивал расход продуктов сгорания за одну секунду.

Первый пуск ракеты РСМ-45 состоялся в декабре 1974 г. А в 1981 г. ракетный комплекс Д-11 с ракетой РСМ-45 был принят в опытную эксплуатацию.

А теперь перенесёмся в конец 60-х годов прошлого века. Под руководством легендарного **Главного конструктора**, академика **Михаила Кузьмича Янгеля** (1911 – 1971 гг.), КБ «Южное» (г. Днепропетровск, Украина) при создании боевых ракет добилось выдающихся успехов всего за немногим более чем полтора десятка лет своего существования. Были сданы Заказчику несколько баллистических ракет на жидких ракетных топливах, в том числе орбитальная ракета **Р-36орб**.

ЯНГЕЛЬ МИХАИЛ КУЗЬМИЧ

В этот же период заканчивалось первое десятилетие с момента создания (1958 г.) в г. Бийске Алтайского края НИИ-9 (НПО «Алтай»). Топлива типа БК использовались в маршевых зарядах первой и второй ступеней ракеты РТ-2 и не уступали по своим характеристикам лучшим зарубежным аналогам. Генеральный директор НПО «Алтай» Яков Фёдорович Савченко родился 23 октября 1913 г. на Украине, в селе Ивоты Шосткинского района Сумской области. В 1949 – 1954 гг. он работал на Украине директором Павлоградского химического завода в Днепропетровской области. За восстановление этого предприятия, организацию выпуска мирной продукции в 1952 г. Я.Ф. Савченко наградили третьим для него орденом – орденом Трудового Красного Знамени. Савченко Я.Ф. поставил задачу установить творческие связи с КБ «Южное», полагая, что совместные работы в ракетной технике с такой крупной и творческой организацией будут способствовать продолжению научно-технического становления и развития НИИ-9 (ФНПЦ «Алтай»).

Янгель М.К. понимал, что в дальнейшем стратегическая боевая ракетная техника будет создаваться с использованием твёрдых топлив как для маршевых двигательных установок, так и для вспомогательных двигателей оснащения жидкостных стратегических ракет. Поэтому он посчитал необходимым начать сотрудничество с молодым твёрдотопливным институтом, первым в стране добившимся выдающихся успехов по новым СРТТ при разработке первой твёрдотопливной межконтинентальной баллистической ракеты РТ-2.

Вскоре следствием установленных связей между КБ «Южное» и НПО «Алтай» стало создание и проведение совместных научно-исследовательских работ на опытном крупногабаритном твёрдотопливном двигателе со стальным корпусом. Уже в 1969 г. был разработан чертёж согласования, устанавливающий облик этого опытного двигателя с канальным зарядом в форме пятилучевой звезды из топлива типа БК массой около 19300 кг, с частично утопленным в камеру сопловым блоком и клапанами вдува продуктов сгорания в закритическую часть сопла для отработки такой схемы управления вектором тяги РДТТ. Схема ракетного двигателя с частично утопленным в камеру сопловым блоком позволяет сократить продольные габариты РДТТ, а следовательно, и ракеты, но при этом усложняется для проектных расчётов картина течения продуктов сгорания на входе в сопло, повышаются уносы теплозащитных материалов.

В мае 1969 г. были выпущены технические условия на изготовление зарядов. Экспериментальные работы были запланированы с размахом – методический план предусматривал проведение 28 огневых стендовых испытаний на двух разновидностях бутилкаучукового топлива. Заряд изготавливался (топливо заливалось непосредственно в корпус и затем полимеризова-

лось в нём) на опытном заводе НИИ-9 (ФНПЦ «Алтай») и отправлялся для огневых стендовых испытаний в г. Павлоград Днепропетровской области, где находился опытный испытательный стенд КБ «Южное».

На этом двигателе специалисты КБ «Южное» одними из первых в стране начали отработку перспективной схемы частично утопленного в камеру РДТТ соплового блока с клапанами вдува для управления вектором тяги. Примерно в это же время подобные работы проводились и в Московском институте теплотехники при отработке маршевых двигателей ракеты «Темп-2С». Этой первой совместной работой на опытном крупногабаритном твёрдотопливном двигателе началось многолетнее творческое сотрудничество КБ «Южное» и ФНПЦ «Алтай», которое сопровождалось уникальными новыми разработками, зачастую не имевшими аналогов.

Для понимания масштабов совместной работы с КБ «Южное» надо подчеркнуть, что в течение многих лет до распада Советского Союза курсировали поезда Министерства путей сообщения «Днепропетровск – Бийск» и «Бийск – Днепропетровск». В г. Бийске функционировало большое представительство КБ «Южное», а ответственные представители Юрий Петрович Нещадим и потом Иван Петрович Балицкий, на протяжении ряда лет постоянно находившиеся в Бийске для участия в испытаниях, увезли на Украину своими жёнами бийских девчат.

Постановлением Правительства от второго сентября 1969 г. КБ «Южное» (Генеральный конструктор М.К. Янгель) была поручена разработка новых жидкостных ракет Р-36М (15А14) и МР-УР-100 (15А15) с использованием разделяющихся головных частей индивидуального наведения (РГЧ ИН), так как в США такие работы уже велись полным ходом. Для этих ракет, имевших по две маршевых ступени на ЖРД, по заданию КБ «Южное» в АНИИХТе (ФНПЦ «Алтай») были разработаны твёрдотопливные заряды разных габаритов к ряду управляющих двигателей специального назначения, в том числе оригинальные импульсные двигатели на несущих основаниях, твёрдотопливные заряды к двигателям РГЧ. На последних остановимся подробнее.

Очень сложной проблемой, которую пришлось решить КБ «Южное» под руководством М.К. Янгеля, был выбор принципиальной схемы и характеристик РГЧ. В отработку была заложена схема головной части с автономной двигательной установкой для перенацеливания и построения боевых порядков боевых блоков и ложных целей. При проектировании было отдано предпочтение твёрдотопливным двигательным установкам, как имеющим более оптимальные энергомассовые параметры и эксплуатационные преимущества. Для ракет 15А14, 15А15, 15А16 КБ «Южное» и ФНПЦ «Алтай» разработали четыре модификации двигательных установок ***«…в конструкции которых были реализованы следующие принципиально новые решения:***

– скреплённые с корпусом заряды торцевого горения на основе эластичных безметальных низкотемпературных смесевых твёрдых топлив, что позволило обеспечить массовое совершенство, необходимое длительное время работы и приемлемые условия по работоспособности органов управления;

– высокоэффективные (максимальное управляющее усилие до 45 % от осевой тяги) маломоментные вращающиеся сопла, позволяющие осуществлять сложные эволюции РГЧ в пространстве и не требующие рулевого агрегата с чрезмерной массой».

Скрепление заряда с корпусом – один из путей повышения качества ракетного двигателя, т.е. снижения его пассивной массы. При схеме полного скрепления бесканального торцевого заряда достигается высокое массовое совершенство двигателя, но в этом случае сложно удовлетворить требованиям механической надёжности заряда, поскольку изменение объёма заряда под воздействием температурного перепада и внутрикамерного давления может компенсироваться только перемещением торцевой поверхности. Поэтому в конструкции корпусов двигателей для снижения напряжений в заряде твёрдого топлива была разработана оригинальная схема продольного полосового раскрепления заряда. Внедрению такой схемы в первые заряды и двигатели ракет 15А14 и 15А15 предшествовали обширные экспериментальные работы на модельном двигателе с зарядом массой 120 кг, завершившиеся в 1971 г. Всего было проведено 16 испытаний и проверено четыре разновидности схемы скрепления заряда с корпусом. По результатам анализа выбрали трёхполосовую схему продольного раскрепления и именно её внедрили на всех разработанных двигателях.

Совместными работами ФНПЦ «Алтай» под руководством Я.Ф. Савченко и КБ «Южное» под руководством М.К. Янгеля была подтверждена работоспособность твёрдотопливных двигателей с зарядами торцевого горения, частично скреплёнными с корпусом. Благодаря успешным результатам этих работ, возникло новое направление в создании эффективных РДТТ. До реализации этих пионерских работ в РДТТ использовались только вкладные заряды торцевого горения.

Создание скреплённых зарядов торцевого горения потребовало проведения целого ряда дополнительных исследований, связанных с изучением физических процессов, ранее мало проявлявшихся при разработке крупногабаритных канальных зарядов. Основное место в этих исследованиях занимали вопросы формирования физических свойств прилегающих к корпусу слоёв топлива, оказывающих решающее влияние на величину горящей поверхности и, следовательно, на диаграмму «тяга – время». Сама схема частично скреплённого заряда бесканальной формы накладывает свои особенности на работу двигателя, так как наличие зон скрепления и раскрепления с концен-

траторами напряжений на границах приводит к зависимости формирования горящей поверхности от схемы скрепления вследствие повышения скорости горения в области концентраторов. Но, как показали экспериментальные работы, определяющее влияние на поле скоростей горения оказывают диффузионные процессы, приводящие к избытку окислителя в пристеночных слоях топлива. Выбором начальной конфигурации заряда и рациональной схемы частичного продольного его раскрепления все технические проблемы были разрешены, и по результатам отработки была показана работоспособность и соответствие опытных характеристик двигателей требуемым.

В 1974 – 1975 гг. совместные экспериментальные работы подтвердили работоспособность заряда торцевого горения, полностью скреплённого с цилиндрической частью стеклопластикового корпуса типа «кокон». Работоспособность такого заряда была обеспечена при использовании вновь разработанного в НПО «Алтай» топлива, содержащего хиноловый эфир, с повышенной деформацией.

Особенностью процесса изготовления зарядов к двигателю РГЧ ракеты 15А15 было их одновременное параллельное формование по четыре заряда в пакете на одной технологической плите. Скорость горения всех четырёх зарядов была одинаковой, а на стендовых испытаниях имела место высокая воспроизводимость внутрибаллистических характеристик двигателя, так как заряды были как близнецы-братья. Поэтому для ракеты 15А16 в модифицированном двигателе РГЧ для уменьшения разбросов тяги внедрили индивидуальный подбор критических сечений сопел по результатам контрольно-выборочного испытания в составе двигателя одного из зарядов пакета. Это мероприятие, наряду с другими, позволило на ракете 15А16 в два раза улучшить точность попадания в цель по сравнению с ракетой 15А15.

За совместные работы с КБ «Южное» по созданию ракетных комплексов 15А14, 14А15 НПО «Алтай» (ФНПЦ «Алтай») было награждено **орденом Трудового Красного Знамени**, а генеральный директор предприятия Я.Ф. Савченко был удостоен **Ленинской премии**[4].

Общеизвестны и дальнейшие достижения КБ «Южное» в ракетостроении – значительная часть ракетного стратегического оружия Советского Союза разработана кооперацией предприятий во главе с КБ «Южное», когда Генеральным конструктором в 1971 г. стал В.Ф. Уткин после кончины М.К. Янгеля. Гордость коллектива КБ «Южное» – ракетные комплексы с жидкостными ракетными двигателями вплоть до не имеющего себе равных современного ракетного комплекса «Воевода» (по западной классификации – «Сатана») с управляющими твёрдотопливными двигателями совместной с

[4] Ленинская премия в Советском Союзе присуждалась за научные и технические достижения, превосходящие мировые.

УТКИН ВЛАДИМИР ФЕДОРОВИЧ

ФНПЦ «Алтай» разработки, который до сих пор является одной из важнейших составляющих сил сдерживания Российской Федерации.

Многогранное содружество КБ «Южное» и ФНПЦ «Алтай», начатое ещё в 1969 г. при М.К. Янгеле, в дальнейшем активно продолжалось при **Генеральном конструкторе Владимире Фёдоровиче Уткине** (1923 – 2000 гг.). А венчается оно разработкой твёрдотопливного ракетного комплекса **РТ-23УТТХ** с ракетой 15Ж60, сданного на вооружение в 1989 г. и по характеристикам не уступавшего американскому комплексу **МХ**. Одновременно отработанный и сданный на вооружение в том же 1989 г. вариант боевого железнодорожного комплекса РТ-23УТТХ с ракетой 15Ж61 не имел аналогов в мировом ракетостроении. Как сказано в книге «Стратегические ракетные комплексы наземного базирования», ***«…этому способствовали возросшие возможности советской промышленности по производству надёжной и стойкой элементной базы, высокоэнергетических стойких смесевых твёрдых топлив, конструкционных, эрозионно стойких и теплозащитных материалов»***.

Вот на этой работе, связанной с созданием ракетного комплекса РТ-23 УТТХ и всегда находившейся под особым контролем Генерального конструктора, академика В.Ф. Уткина остановимся подробнее.

Ещё 29 августа 1969 г. М.К. Янгель на заседании Совета Обороны СССР под руководством Л.И. Брежнева, где выбирались направления дальнейшего развития боевого ракетостроения СССР, предложил, наряду с описанными выше жидкостными ракетами 15А14 и 15А15, разработку твёрдотопливной ракеты[5].

Как известно, твёрдотопливная ракетная промышленность Советского Союза для производства межконтинентальных баллистических ракет создавалась более чем на 10 лет позднее, чем промышленное ракетостроение, базирующееся на ЖРД. Энергетические возможности твёрдых топлив ниже, чем жидких, особенно криогенных (например, пара жидкий водород + жидкий кислород), но в эксплуатации твёрдые топлива проще. При очевидной внешней итоговой простоте РДТТ главная проблема при разработке – это

[5] Андреев Л.В., Конюхов С.Н., Янгель М.К. Уроки и наследие. – Днепропетровск: Арт-Пресс, 2001.

создание стабильного высокоэнергетического топлива, содержащего в своём составе горючее и окислитель, и надёжного твёрдотопливного заряда, основного элемента конструкции твёрдотопливного двигателя. В этой проблеме тесно взаимоувязаны химия топлива и процесс изготовления заряда, конструкция и технология двигателя в целом.

При разработке современных эффективных РДТТ с коэффициентом массового совершенства около 0,1 и ниже (отношение пассивной массы конструкции к массе твёрдого топлива в двигателе) с многотонным зарядом возникают не только технологические и рецептурные трудности. Имеются и серьёзные производственные риски, связанные с проблемой обеспечения безопасности изготовления заряда из пожароопасной (в отдельных случаях и взрывоопасной) топливной массы и возможной дефектностью уже изготовленного заряда, когда эти дефекты невозможно исправить. Поэтому в брак может уйти не только собственно дефектный твёрдотопливный заряд, но и скреплённый с топливом при изготовлении дорогостоящий корпус ракетного двигателя. Вот такой узел проблем необходимо преодолевать при создании РДТТ.

К моменту начала сотрудничества с КБ «Южное» НИИ-9 (АНИИХТ) уже имел первый опыт создания зарядов твёрдого топлива массой до 30 т, полученный при разработке ракеты РТ-2.

Отметим, что первая ступень ракет РТ-2, РТ-2П с зарядом массой около 30 т имела стальной корпус с отъёмными днищами. Переход на высокодеформативные корпуса типа «кокон» из композиционного материала разработки ЦНИИСМ для первых ступеней ракет РСМ-52 (ракетный комплекс «Тайфун»), 15Ж44 и 15Ж52 (ракетный комплекс РТ-23), кроме ряда основополагающих вопросов обеспечения работоспособности системы скрепления «заряд – корпус», потребовал решения проблемы бездефектного изготовления крупногабаритных зарядов массой до 50 т.

Все эти задачи были успешно решены учёными и инженерами КБ «Южное», НПО «Алтай» и ЦНИИСМ при проведении совместных экспериментальных работ на модельном двигателе с зарядом массой 43,5 т.

В октябре 1982 г. завершились лётные испытания твёрдотопливной ракеты морского базирования РСМ-52 (о ней будет рассказано ниже) для атомных подводных ракетоносцев (ракетный комплекс «Тайфун»), создание которой потребовало слаженной работы большой кооперации предприятий военно-промышленного комплекса и значительных финансовых затрат. Центр тяжести работ по созданию твёрдотопливных межконтинентальных ракет, а следовательно, и выделяемые объёмы финансирования, переместились на новый ракетный комплекс РТ-23УТТХ с ракетами 15Ж60 и 15Ж61. И не случайно накануне этих событий состоялась знаменательная поездка первых лиц КБ «Южное» (май 1982 г.) во главе с Генеральным конструктором В.Ф. Уткиным в НПО «Алтай», когда были приняты важнейшие технические решения по ракетному комплексу РТ-23УТТХ.

Июнь 1986 г., НПО «Алтай». После обсуждения хода работ по отработке ракетного комплекса РТ-23УТТХ. Первый ряд слева направо: Г.В. Сакович – генеральный директор НПО «Алтай», В.В. Бахирев – министр машиностроения, Ю.П. Максимов – главком Ракетных войск стратегического назначения (РВСН), О.Д. Бакланов – министр общего машиностроения, Н.А. Шахов – зам. заведующего оборонным отделом ЦК КПСС, А.А. Ряжских – начальник главного управления ракетного вооружения РВСН. Второй ряд справа налево: Л.В. Забелин – зам. министра машиностроения, В.Ф. Уткин – Генеральный конструктор КБ «Южное»

Для ракеты РСМ-52 комплекса «Тайфун» КБ «Южное» и НПО «Алтай» создали двигатель первой ступени с зарядом на топливе Т9-БК-8Э, во многом унифицированный с двигателем первой ступени ракеты шахтного базирования 15Ж44 и железнодорожного варианта 15Ж52 ракетного комплекса РТ-23. Этот двигатель в свою очередь применили и для первой ступени железнодорожного мобильного комплекса РТ-23УТТХ с ракетой 15Ж61. Такое решение Генерального конструктора В.Ф. Уткина по использованию надёжной и отработанной ступени для старта с железнодорожной платформы ракетного поезда было оправдано стремлением обеспечить повышенную безопасность при старте, так как ракетные топлива на связующем типа БК и заряды из них разработки НПО «Алтай» уже хорошо зарекомендовали себя в других ракетных комплексах.

Для ракеты 15Ж60 шахтного базирования предстояло в кратчайшие сроки создать новый двигатель первой ступени на топливе типа ОПАЛ[6], содержащем октоген, впервые с использованием корпуса типа «кокон» разработки КБ «Южное». Такой двигатель с минимальным объёмом стендовых испытаний был отработан, и ракета 15Ж60 успешно летала уже на новом двигателе первой ступени. Научно-техническое руководство разработкой твёрдотопливного заряда для этого двигателя осуществлял как генеральный директор НПО «Алтай» Г.В. Сакович после кончины в 1984 г. Я.Ф. Савченко. Эти две ракеты 15Ж60 и 15Ж61 ракетного комплекса под общим наименованием РТ-23УТТХ («Скальпель» по западной классификации за высокую точность стрельбы, предельное отклонение 0,5 км) были сданы на вооружение ракетных войск стратегического назначения в 1989 г.

Остановимся ещё на одной грандиозной задаче, которую решили учёные ФНПЦ «Алтай» в обеспечение повышенных энергетических возможностей ракет 15Ж60, 15Ж61. На вторых и третьих ступенях этих ракет применялся в качестве окислителя смесевых топлив, из которых изготавливались заряды разработки ФЦДТ «Союз», новый продукт – аммониевая соль динитрамида. Это позволило не только увеличить на 100 – 120 м/с удельный импульс тяги по сравнению с топливами, использующими в качестве окислителя перхлорат аммония, но и улучшить экологическую безопасность продуктов сгорания, так как в них не стало хлористого водорода. На третих ступенях этих ракет в составе топлива применяли и гидрид алюминия.

Академик РАН Г.В. Сакович, первый заместитель генерального директора с 1961 по 1984 гг., генеральный директор НПО «Алтай» с 1984 по 1997 гг., в настоящее время почётный директор ФНПЦ «Алтай», научный руководитель ИПХЭТ СО РАН (г. Бийск)

[6] Жарков А.С. Опыт создания составов топлива и зарядов для БРПЛ / А.С. Жарков, В.И. Марьяш, Г.В. Сакович, В.А. Шандаков, А.В. Яскин // Ракетно-космическая техника: Расчёт, экспериментальные исследования и проектирование баллистических ракет с подводным стартом: научно-технический сборник. – Сер. 14. Вып. 1(44). – ГРЦ «КБ им. академика В.П. Макеева», 2000. – С. 89 – 97.

В 70-е годы прошлого века в Советском Союзе была создана новая компонентная база для СРТТ, включающая в себя аммониевую соль динитрамида и гидрид алюминия. Впервые в мировой практике неорганический синтез аммониевой соли динитрамида и запуск (1977 г.) первого в мире опытно-промышленного производства были проведены в НПО «Алтай». Определяющим стало и активное участие НПО «Алтай» совместно с ГНИИХТЭОС, ГИПХ, ЦНИИХМ в создании технологии и производства гидрида алюминия (г. Исфара в Таджикистане, г. Навои в Узбекистане)[7]. Значительный личный вклад внёс Г.В. Сакович, первый заместитель генерального директора НПО «Алтай» в то время.

На протяжении более чем 20 лет тесного содружества ФНПЦ «Алтай» и КБ «Южное» практически ежегодно проводились испытания новых топлив в модельном двигателе с зарядом массой около четырёх тонн, в том числе топлив с высоким содержанием взрывчатых веществ, топлив на активном связующем, с гидридом алюминия, новым бесхлорным окислителем – аммониевой солью динитрамида.

Такие пионерские совместные работы с ФНПЦ «Алтай», которые всегда поддерживались В.Ф. Уткиным, позволили КБ «Южное» «прочувствовать» эффективность новых компонентов, оценить их влияние на материальную часть РДТТ и далее уверенно использовать на вторых и третьих ступенях ракет 15Ж60, 15Ж61 (в кооперации по зарядам твёрдого топлива с ФЦДТ «Союз») аммониевую соль динитрамида в качестве окислителя, а на третьих ступенях этих же ракет и гидрид алюминия в составе топлива. Во многом применение почти на всех ступенях ракетного комплекса РТ-23УТТХ новых высокоэнергетических топлив помогло Генеральному конструктору В.Ф. Уткину создать, по словам ведущих специалистов, шедевр боевого твёрдотопливного ракетостроения, не уступающий по своим характеристикам стратегическим ракетам США на твёрдом топливе.

МАКЕЕВ ВИКТОР ПЕТРОВИЧ

Историческое соревнование СССР с США в создании смесевых ракетных топ-

[7] Сакович Г.В. Жарков А.С., Яскин А.В. Научный подвиг Алтая: Твёрдое топливо для первых отечественных ракет РВСН С.П. Королёва создано на Алтае // Родина. – 2009. – Вып. 12 . – С. 62 – 63.

лив, стартовавшее в начале 60-х годов, было с честью завершено. И, как следствие, ракета 15Ж60 по своей эффективности не уступала американской МХ. Во многом это было обеспечено основополагающими работами ФНПЦ «Алтай» под руководством профессора Я.Ф. Савченко и академика РАН Г.В. Саковича.

А теперь остановимся подробнее на том чуде техники – упомянутой выше ракете РСМ-52, макет которой с 10 октября 2012 г. украшает площадь перед центральной проходной ФНПЦ «Алтай».

Ракета РСМ-52 (в составе ракетной системы «Тайфун») была создана кооперацией предприятий ракетной промышленности во главе с **Государственным ракетным центром** (ГРЦ, г. Миасс Челябинской области) при активном участии **ФНПЦ «Алтай»** для оснащения тяжёлых атомных подводных ракетоносцев (АПР) проекта 941 (**«Акула»**). Тяжёлый подводный крейсер проекта 941 – самый большой в мире – занесён в Книгу рекордов Гиннеса (Генеральный конструктор АПР С.Н. Ковалёв).

По конструкции это многокорпусная подводная лодка, внутри её легкого корпуса находятся пять прочных обитаемых корпусов, из них два главных параллельны друг другу.

Перед рубкой расположены в два ряда двадцать шахт для межконтинентальных баллистических ракет. Всего на подводной лодке девятнадцать отсеков. **Генеральный конструктор** ракетного комплекса – академик **Виктор Петрович Макеев** (1924 – 1985 гг.), ученик С.П. Королёва, по его предложению в 1955 г. назначенный Главным конструктором СКБ-385 на Урал под задачи разработки ракетных вооружений для Военно-Морского Флота, создал отечественную школу морского ракетостроения, которая достигла мирового приоритета в ряде тактико-технических характеристик и конструктивно-компоновочных решений по ракетам.

Стартовая масса ракеты РСМ-52 с десятиблочной головной частью – 90 т, дальность полёта – 8300 км.

Первые проектные работы по этой ракете начались в 1971 г. До этого времени все баллистические ракеты для подводных лодок, разработанные в СССР, были на жидкостных ракетных двигателях, хотя в США для подводных лодок ВМФ использовались только твёрдотопливные ракеты (системы «Поларис», «Посейдон»). В то время АНИИХТ уже успел сказать своё веское слово, создав отечественные твёрдые топлива (на основе связующего – бутилкаучука) и заряды маршевых ракетных двигателей для первых боевых твёрдотопливных ракет С.П. Королёва РТ-2, а на опытном заводе и опытных стендах предприятия разворачивались экспериментальные работы по двигателям на твёрдом топливе первой отечественной морской двухступенчатой твёрдотопливной ракеты РСМ-45 средней дальности.

Макет ракеты РСМ-52 у проходной ФНПЦ «Алтай»

Поэтому было логичным решение Правительства СССР поручить АНИИХТу ответственнейшую работу по созданию основных твёрдотопливных зарядов для ракеты РСМ-52. Главным конструктором зарядов для ракетных двигателей первой, второй ступеней и большой гаммы специальных двигателей для управления движением ракеты РСМ-52, в том числе на подводном участке траектории в специально создаваемой газогенератором газовой каверне, определили Я.Ф. Савченко. Заряды изготавливались на опытном производстве НПО «Алтай» и Бийском химическом комбинате. Специальная экспериментальная отработка и огневые стендовые испытания ракетных двигателей проводились на опытном испытательном стенде НПО «Алтай».

На ракетных двигателях использовались наиболее совершенные твёрдые ракетные топлива, разработанные в то время. Впервые в отечественной практике был отработан самый крупный моноблочный скрепленный заряд для первой ступени на бутилкаучуковом топливе с учетом требований по высокой надежности (подобный заряд, в основном унифицированный по топливу и конструкции, использовался позднее для железнодорожного мобильного комплекса), а для заряда второй ступени было применено высокоимпульсное топливо, содержащее в своем составе такой высокоэнергетический компонент, как октоген. Конструкции зарядов к первой и второй ступеням в корпусах типа «кокон» – моноблоки с каналом типа «многолучевая звезда». Их применение было обусловлено необходимостью обеспечения программированного участка спада давления в конце работы дви-

гателей. Конструкции таких зарядов просты, технологичны, не требуют больших трудозатрат на фазах «концевых» операций и обеспечивают приемлемые параметры эффективности двигателей.

Для амортизационной ракетной системы старта были разработаны вкладные заряды к не имеющим аналогов в отечественном ракетостроении торовым конструкциям двигателей увода, съёма, газогенератора каверны, при этом решались сложные внутрибаллистические и газодинамические вопросы обеспечения работоспособности и необходимых выходных характеристик. В этом комплексе были также разработаны заряд торцевого горения, скреплённый с корпусом, к двигателю крена второй ступени и ряд зарядов к специальным ПАД и газогенераторам.

Ракетный комплекс с ракетой РСМ-52 был сдан на вооружение в мае 1983 г. Это стало, пожалуй, наиболее важным достижением НПО «Алтай» в доперестроечные годы с учётом масштабов последующего серийного производства ракеты (более 120 штук). Очень престижной оценкой успехов нашего предприятия со стороны государства в то время стало присвоение звания «Лауреат Ленинской премии» заместителю генерального директора по опытно-конструкторским работам **Н.А. Макаровцу** (за изделия разработки ФНПЦ «Алтай») и первому заместителю генерального директора по научно-исследовательской работе **Г.В. Саковичу** (за новые топлива и технологии). В настоящее время Н.А. Макаровец – Герой России и генеральный директор всемирно известного ГНПП «Сплав», разрабатывающего системы залпового огня, а Г.В. Сакович – выдающийся российский учёный, академик РАН, организатор и научный руководитель Института проблем химико-энергетических технологий СО РАН. Большая группа сотрудников НПО «Алтай» была награждена государственными наградами СССР; работающий сейчас на должности заместителя главного конструктора ФНПЦ «Алтай», а в то время только-только оперившийся молодой специалист **Г.П. Коваленко** стал лауреатом премии Ленинского Комсомола. Генеральный директор НПО «Алтай» **Я.Ф. Савченко** был награждён второй медалью Героя Социалистического Труда и третьим орденом Ленина.

Серийное производство, строительство и развёртывание шести ракетоносцев (с 20 ракетами РСМ-52 на каждом) завершились в 1989 г. В составе стратегической морской ракетной системы «Тайфун», помимо ракетного комплекса и подводной лодки проекта 941, создана система берегового базирования для ракетного комплекса и подводных лодок. Ракетная система «Тайфун» с ракетами РСМ-52 на борту атомных подводных ракетоносцев эксплуатировалась на Северном флоте.

Вот некоторые любопытные факты. 25 августа 1995 г. из района Северного полюса произведён успешный учебный пуск твёрдотопливной ракеты РСМ-52. В 1998 г. подтверждена высочайшая надёжность твёрдотопливных

зарядов разработки ФНПЦ «Алтай» одновременным пуском всех 20 ракет РСМ-52 с борта атомного подводного ракетоносца «Акула»!

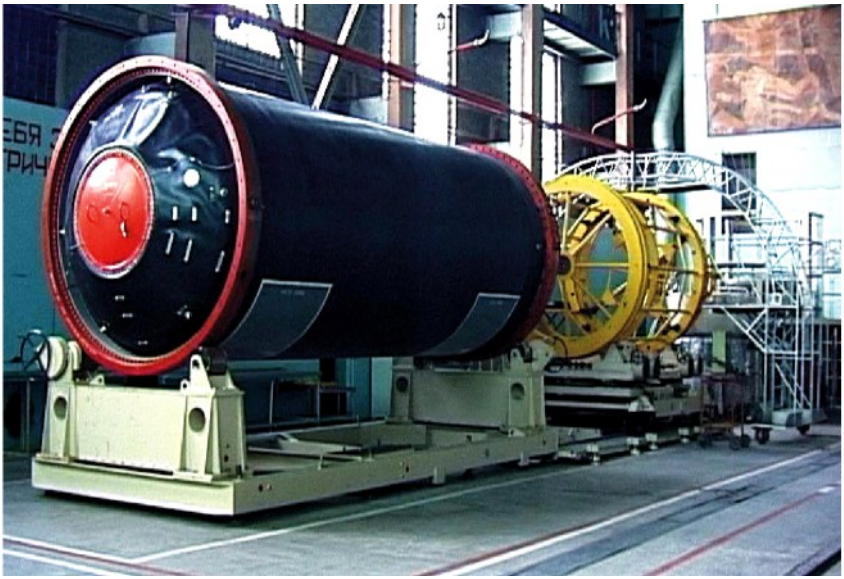
По оценке Исследовательского центра им. М.В. Келдыша (одной из головных организаций в России по ракетостроению, в прошлом – создатели «Катюш» Великой Отечественной войны), завершение работ и принятие на вооружение ракетного комплекса означало формирование современного научно-методического и производственно-технологического фундамента создания и производства современных ракетных двигателей твёрдого топлива.

Характерной чертой Я.Ф. Савченко как руководителя было умение разглядеть в молодых инженерах и учёных, составлявших основной костяк коллектива того времени, потенциальных творцов и руководителей, вовремя поддержать их, продвинуть на более высокую должность и сплотить для решения стоящих перед предприятием задач.

А задачи стояли в то время масштабные и сложные. Многие ветераны ФНПЦ «Алтай» хорошо помнят те далёкие, но бурные и насыщенные важными событиями годы создания этого ракетного комплекса (лётные испытания с января 1980 г. по октябрь 1982 г.). Прошло более тридцати лет после успешного завершения лётных испытаний ракеты, и вот уже первая отечественная межконтинентальная твёрдотопливная ракета РСМ-52, принятая на вооружение ВМФ для оснащения подводных лодок, ушла в историю, превратившись из грозного оружия в символ наших великих достижений прошлого. Первая отечественная межконтинентальная БРПЛ РСМ-52 на твёрдом топливе, сданная на вооружение ВМФ, безотказно прослужила около 20 лет на боевом дежурстве. При этом первоначально установленные гарантийные сроки по зарядам твёрдого топлива были превышены почти вдвое.

Силуэт ракеты РСМ-52 у центральной проходной ФНПЦ «Алтай» будет всегда олицетворять героический труд бийских учёных, инженеров и рабочих того времени под руководством Я.Ф. Савченко по созданию технически совершенного творения человеческого разума и служить доказательством того, что и в настоящее время бийчанам по плечу не менее сложные и грандиозные задачи во многих отраслях науки и техники. Об этом свидетельствует второй раз подтверждённый статус наукограда нашего города Бийска.

Пристальное личное внимание Генерального конструктора, академика В.П. Макеева к ходу отработки топлив и зарядов БРПЛ «Тайфун», техническая и организационная помощь по поставкам материальной части во многом определили своевременное завершение необходимого объёма испытаний и сдачу в серийное производство. Большую роль в конечном успехе этой грандиозной работы сыграли деловые, основанные на взаимном уважении, отношения В.П. Макеева и Я.Ф. Савченко, неформальные связи руководите-



РДТТ в цехе сборки ФНПЦ «Алтай»

лей и специалистов разного уровня кооперации ГРЦ – НПО «Искра» – ФНПЦ «Алтай» – КБ «Южное».

Продолжением выполненных при **Я.Ф. Савченко** задельных научных и экспериментальных работ по новым топливам, технологиям снаряжения РДТТ, конструкциям маршевых зарядов стало дальнейшее развитие тесного сотрудничества ФНПЦ «Алтай» под руководством генерального директора как Главного конструктора зарядов, академика РАН **Г.В. Саковича** с ГРЦ им. академика В.П. Макеева и НПО «Искра» по всем трём ступеням новой ракеты РСМ-52 (вариант) темы **«Барк»**.

Применение РДТТ в условиях баллистических ракет подводных лодок (БРПЛ) требует более высокого энергетического потенциала маршевых двигателей по сравнению с двигателями ракет наземного базирования (по данным ГРЦ, на 20 – 25 %) для выполнения одной и той же боевой задачи по дальности стрельбы и массе полезной нагрузки. Это связано с ограничениями по габаритам ракеты, повышенными требованиями к безопасности и надежности, особенно в начальное время работы маршевого двигателя первой ступени, условиями старта ракеты из подводного положения.

Повышение энергомассового совершенства маршевых РДТТ в условиях ограниченных объемов для БРПЛ характеризуется не только применением более энергетических составов твердых топлив, но и оптимизацией кон-

структивно-компоновочных схем двигателей (корпуса типа «кокон» из полимерных композиционных материалов с удлиненными узлами стыка, утопленная в камеру дозвуковая часть сопла и др.). Это накладывает определенные ограничения на конструкцию зарядов и возможность повышения объемного заполнения камеры маршевого РДТТ топливом.

Вместе с тем одно из очевидных направлений повышения энерговооруженности РДТТ для БРПЛ в условиях дефицита габаритов – это увеличение количества топлива в заданном объеме двигателя без ухудшения его внутрибаллистических и энергетических характеристик, надежности, безопасности эксплуатации, т.е. обеспечение максимально достижимого коэффициента объемного заполнения камеры сгорания топливом K_v.

На РДТТ ракет РТ-2, РТ-2П, РСМ-45, РСМ-52, ракетного комплекса РТ-23 УТТХ, американских ракетах «Поларис», «Минитмен», «Посейдон», «Трайдент», МХ используются конструкции зарядов канального типа с компенсаторами поверхности горения в виде различных щелей. Для дальнейшего энергомассового совершенствования РДТТ при разработке твердотопливной ракеты РСМ-52 (вариант), наряду с использованием высокоэнергетического топлива, содержащего гидрид алюминия, на второй и третьей ступенях; повышением рабочего давления в камерах сгорания; увеличением степени расширения сопел, были спроектированы новые конструктивные схемы маршевых зарядов с частично горящими торцами у днищ корпусов, защищённые рядом авторских свидетельств на изобретения.

Использование в РДТТ новых высокоэнергетических топлив, содержащих высокочувствительные компоненты и, как следствие, имеющих повышенную чувствительность к механическим воздействиям, обусловило необходимость применения простейших формообразующих поверхность заряда оснасток для его дистанционной распрессовки за один технологический прием без применения разъемных элементов. Такой концепции удовлетворяет конструкция заряда с поперечным сечением в виде многолучевой звезды. Но для повышения работоспособности сопла с разгорающимся критическим сечением и снижения потерь удельного импульса тяги необходимо обеспечить равномерный по окружности поток продуктов сгорания на входе в сопло.

Однородный поток продуктов сгорания на входе в сопло формируется при использовании канальных зарядов с поперечной кольцевой щелью или продольными щелями, расположенными у переднего днища, но для таких зарядов необходима сложная технологическая оснастка. Во всех канальных зарядах с перфорациями «резервным» объемом под топливо являются собственно сами щели.

Канальные заряды маршевых РДТТ с различными видами перфораций имеют полное скрепление по цилиндрической части корпуса и раскрепле-

ны по одному или двум днищам в зависимости от соотношения длины и диаметра корпуса. Торцы заряда, примыкающие к днищам, если они с ними не скреплены, забронированы специальными раскрепляющими манжетами от канала до цилиндрической части корпуса. При действии внутрикамерного давления после запуска РДТТ заряд и корпус деформируются, а между манжетой и днищем появляется зазор. Для маршевых зарядов РСМ-52 (вариант) были предложены конструкции зарядов, имеющие в этом зазоре специально сформированную дополнительную поверхность горения, что позволило отказаться от перфораций канала и тем самым использовать их объем под дополнительное топливо.

Конструкции зарядов были выполнены в виде канальных моноблоков, на которых вместо традиционных щелевых компенсаторов (продольные или поперечные щели) использовалась часть открытой поверхности, прилегающей к переднему днищу корпуса для первой и второй ступеней и к заднему днищу для третьей ступени.

Несмотря на внешнюю простоту такого подхода, при разработке элементов корпуса, заряда и технологической оснастки было необходимо решить ряд сложных конструкторских и технологических проблем, чтобы одновременно обеспечить:

– герметизацию заманжетной полости корпуса при формовании заряда, т.е. обеспечить непопадание топлива в зазор между днищем корпуса и укороченной манжетой;

– одновременное вакуумирование внутреннего объема корпуса и заманжетной полости при формовании заряда;

– «сверхнадежное» внедрение законцовки манжеты в топливо для исключения её «скальпирования» при запуске за счет газодинамических сил при деформировании заряда в первоначально очень узком зазоре;

– «антиадгезию» топлива в зоне открытого торца с теплозащитным покрытием днища;

– торцевую разгрузку заряда (разрыв связей укороченной манжеты с днищем корпуса) при работе РДТТ без повреждения бронирующей укороченной манжеты;

– гарантированное попадание газов в зазор между зарядом и днищем при запуске за счет конструктивного оформления клинообразного входа в эту полость специальным элементом технологической оснастки, в конструкции которого размещаются также клапан-фильтры для вакуумирования;

– оптимальные толщины теплозащитного покрытия днища в зоне открытого торца.

В тесном содружестве со специалистами НПО «Искра» под руководством Генерального конструктора, члена-корреспондента РАН **Михаила Ивановича Соколовского** эти задачи были успешно решены. Традицион-

ная для канальных зарядов манжета торцевого раскрепления выполнялась укороченной до некоторого диаметра, превышающего диаметр полюсного отверстия корпуса и определяемого из внутрибаллистического расчета. Специальное оформление укороченной манжеты позволило внедрять её законцовку в топливо с одновременной герметизацией заманжетного пространства для исключения попадания в него топлива при формовании заряда.

Новые конструкции зарядов с горящими торцами обеспечили:

– безопасную распрессовку зарядов, т.е. дистанционное извлечение иглы, формирующей центральный канал, за один технологический приём;

– однородный поток продуктов сгорания на входе в сопло;

– снижение требований к деформационным характеристикам топлива на канале и высокую степень «расчетности» действующих деформаций в опасных сечениях круглого канала, не имеющего концентраторов напряжений;

– достижение высоких значений K_v на уровне 0,92; 0,95 и 0,97 для первой, второй и третьей ступеней соответственно.

Корпус двигателя третьей ступени близок к сферическому. Заряд имеет небольшой глухой канал и задний горящий торец. Раскрытие и воспламенение торца обеспечиваются после запуска РДТТ деформированием корпуса и заряда за счет полного скрепления передней полусферы корпуса с зарядом. На этом двигателе достигнут наивысший в отечественной и зарубежной практике коэффициент заполнения двигателя топливом ~ 0,97.

На первой ступени БРПЛ РСМ-52 (вариант) использовалось топливо типа ОПАЛ, имеющее более низкие деформационные характеристики, чем топлива типа Т9-БК. Но, благодаря конструкции заряда, запас прочности по деформациям на канале был достаточен, чтобы гарантировать вероятность безотказной работы заряда в первые пять секунд его работы не ниже 0,99999 в целях обеспечения повышенной безопасности для атомного подводного ракетоносца при старте ракеты.

Крупномасштабная экспериментальная отработка таких перспективных схем зарядов с горящими передними торцами началась ещё в 1980 г. при активной поддержке **Я.Ф. Савченко** и **Л.Н. Лаврова** на модельном двигателе с массой заряда около шести тонн в габаритах второй ступени ракеты РСМ-45 и продолжилась на различных модельных двигателях от сравнительно небольших (с массой зарядов менее одной тонны) до габаритов второй ступени. Проведено свыше 100 стендовых испытаний РДТТ маршевых ступеней и их крупномасштабных моделей. В процессе работ широко использовался для анализа метод рентгенотелевизионной визуализации динамики раскрытия зазора между зарядом и корпусом РДТТ и характера перемещения фронта горения в зоне горящего торца.

Характерной особенностью отработки РДТТ маршевых двигателей БРПЛ **РСМ-52 (вариант)** по теме **«Барк»** была реализация новых методических подходов (методологии) к проверке физической работоспособности зарядов в заданных условиях эксплуатации. Их теоретической базой стали численные методы механики деформируемых тел, позволяющие учитывать пространственную сложность конфигураций твердотопливных зарядов, особенности их технологии изготовления и механического поведения используемых топлив.

Ключевыми элементами экспериментальной отработки прочности стали многоцелевой высокоинформативный натурный и модельный эксперименты.

Методологический акцент был сделан на проведении предельных, ресурсных и форсированных прочностных испытаний РДТТ, которые оснащались индивидуальными средствами измерения перемещений, напряжений и деформаций. Решение проблемы проверки конструкционной прочности заряда (особенно в зонах концентрации напряжений) возлагалось на полномасштабный макетный (инертное топливо) эксперимент.

Результатом практической реализации возможностей разработанной методологии явилась целая серия новых, интересных в научном отношении исследований.

Хотя эта работа проводилась уже после безвременного ухода из жизни Генерального конструктора В.П. Макеева, специалисты ГРЦ и новый **Генеральный конструктор Игорь Иванович Величко** в лучших традициях В.П. Макеева поддерживали и активно участвовали в новаторских предложениях ФНПЦ «Алтай» и НПО «Искра» по отработке и внедрению новых технических решений (по зарядам) в маршевые двигатели ракеты РСМ-52 (вариант). В конечном счете эти РДТТ не уступали, а во многом и превосходили лучшие зарубежные аналоги.

В конце 1997 г. работы по завершению отработки этой ракеты в силу ряда организационных и финансовых причин были сначала приостановлены, а потом прекращены на этапе лётных испытаний.

Оценки российских специалистов показывают[9], что сопоставление по энергомассовому совершенству последних американских морских баллистических ракет с РСМ-52 (вариант), определяемому величиной забрасываемой массы на дальность 10 тысяч километров (в килограммах), отнесённой к стартовой массе ракеты (в тоннах), дают следующие величины: РСМ-52В – 37,7; «Трайдент-1» – 34,7; «Трайдент-2» – 37,2.

---

[8] Анисимов И.И. Совершенствование конструкций зарядов маршевых РДТТ для повышения энерговооруженности БРПЛ РСМ-52 (вариант) / И.И. Анисимов, С.Н. Вагичев, А.С. Жарков, А.П. Жуков, В.И. Марьяш, А.В. Яскин // Ракетно-космическая техника: Расчёт, экспериментальные исследования и проектирование баллистических ракет с подводным стартом: научно-технический сборник. Сер. 14, Вып. 1(50). – ГРЦ «КБ им. академика В.П. Макеева», 2004. – С. 118 – 128.

Из этих данных следует, что ракета **РСМ-52 (вариант), разработанная по теме «Барк», не только не уступала по энергомассовому совершенству американским разработкам, но и несколько превосходила их.**

В настоящее время существенную основу ракетного щита России в триаде стратегических ядерных сил составляют твёрдотопливные ракетные комплексы «Тополь» и «Тополь-М» разработки **Московского института теплотехники** как головной ракетной организации, единственного разработчика в числе главных создателей отечественного ракетно-ядерного оружия, специализирующегося только на твёрдотопливных ракетных комплексах. Разработке этого эффективного оружия предшествовала многоплановая и многолетняя работа ряда предприятий страны, в том числе и ФНПЦ «Алтай», по становлению промышленности, способной создавать твёрдотопливные заряды из высокоэнергетических топлив. Наработанный за годы бурного развития ракетно-космической техники потенциал в основном удалось сохранить и даже приумножить.

В последнее десятилетие ФНПЦ «Алтай» (генеральный директор А.С. Жарков) под руководством **Генерального конструктора Московского института теплотехники, академика РАН Юрия Семёновича Соломонова** принимал участие в качестве одного из основных исполнителей в создании ракетного комплекса «Булава».

В процессе этих и других работ полностью реконструирован и модернизирован единственный за Уралом научно-производственный комплекс для снаряжения и испытаний маршевых РДТТ, позволяющий отрабатывать широкую номенклатуру энергоустановок из смесевого твердого топлива, необходимых для отечественной ракетно-космической техники, и проводить испытания РДТТ в условиях, моделирующих их реальную эксплуатацию[10].

Научный и технологический поиск продолжается. Синтез новых энергоёмких окислителей и создание базовых опытных производств, разработка технологий использования активных связующих и принципов обеспечения технологической безопасности, физико-химической стабилизации структурного состояния и эксплуатационных свойств показывают реальную возможность создания твёрдых топлив, приближающихся по уровню энергетических характеристик к высококипящим топливам ЖРД, а также дают возможность разрабатывать новые мощные ВВ для модернизации ракетных боевых частей обычного снаряжения.

В заключение хочется сказать, что, наряду с великими Главными конструкторами ракетной техники **С.П. Королёвым, М.К. Янгелем,**

[9] Морские стратегические ракетные комплексы.– М.: Военный парад – ГРЦ «КБ им. академика В.П. Макеева», 2011.

[10] Жарков А.С. ФНПЦ «Алтай»: энергия твёрдого топлива /А.С. Жарков, А.В. Литвинов, А.В. Яскин// Национальная оборона № 4 (61), апрель 2011. – С. 16 – 20.

Генеральный конструктор Московского института теплотехники, академик РАН Ю.С. Соломонов и генеральный директор ФНПЦ «Алтай», член-корреспондент РАН А.С. Жарков в выставочном зале ФНПЦ «Алтай»

В.Ф. Уткиным, В.П. Макеевым, **А.Д. Надирадзе**, **П.А. Тюриным, Л.Н. Лавровым,** на Алтае, в г. Бийске, хорошо помнят всех их соратников из разных городов нашей Родины, которые всегда с большим уважением и теплотой относились к коллективу НПО «Алтай» во главе с **Я.Ф. Савченко**, и высоко ценят тот большой вклад наших общих работ для отечественного ракетостроения в становление и развитие Федерального научно-производственного центра «Алтай».

Достойное продолжение и приумножение славных традиций Якова Фёдоровича Савченко – **доскональность и обстоятельность в сочетании с высочайшей ответственностью за безусловное получение требуемого конечного результата в любом деле, за которое пришлось взяться,** – будет самой лучшей памятью о нём и примером для будущих поколений сотрудников предприятия.

Об авторах

Жарков Александр Сергеевич родился 6 августа 1947 г. в с. Соусканиха Алтайского края. Окончил Томский институт радиоэлектроники и электронной техники (1970 г.), Академию народного хозяйства (г. Москва, 1991 г.).

С 1973 г. работает в ФНПЦ «Алтай» (ранее Алтайский НИИ химической технологии, НПО «Алтай») – инженером, начальником лаборатории, начальником конструкторского отдела, директором опытного завода, входящего в состав объединения, главным инженером. С 1997 г. – генеральный директор ФНПЦ «Алтай».

Член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор. Крупный ученый в области специальной химии, технологии и автоматизации управления процессами получения высокоэнергетических веществ и материалов, проектирования и изготовления на их основе специальных изделий оборонного назначения.

Под его руководством создано более 300 видов новой продукции, конкурентоспособной на внутреннем и внешнем рынках, и более 30 базовых технологий для производства этой продукции. Под руководством А.С. Жаркова предприятию удалось развить внешнеэкономическую деятельность по экспорту современных научно-технических разработок в такие страны, как Индия, Нидерланды, США, Япония, Корея, Вьетнам и др.

Жарков А.С. является научным руководителем и организатором большой серии работ конверсионного направления в области наноматериалов, газогенераторов, катализаторов, синтеза субстанций лекарственных препаратов, новых конструкционных и теплоизоляционных материалов и др.

Является председателем правления объединения работодателей «Союз промышленников Алтайского края», председателем Совета директоров предприятий г. Бийска, председателем попечительского совета Демидовского фонда г. Бийска. Выступил инициатором и организатором работ по присвоению и продлению г. Бийску статуса наукограда.

Лауреат премии Совета Министров СССР (1990 г.) и Государственной премии РФ (1999 г.). Награжден орденом Дружбы (1999 г.), орденом «За заслуги перед Алтайским краем» (2007 г.), орденом Почета (2008 г.), медалями СССР и РФ, памятными медалями Федерации космонавтики России. С 2009 г. является почетным гражданином г. Бийска.

Яскин Алексей Васильевич родился 4 марта 1945 г. в г. Прокопьевске Кемеровской области, окончил с отличием в 1967 г. физико-технический факультет Томского госуниверситета (кафедра математической физики) по специальности «Баллистика». Кандидат технических наук (1981 г.), старший научный сотрудник по специальности «Тепловые двигатели летательных аппаратов» (1985 г.).

До 1971 г. работал в ракетно-космической организации «НПО прикладной механики» (г. Красноярск-26) в отделе тепловых процессов (в настоящее время ОАО «Информационные спутниковые системы» им. академика М.Ф. Решетнёва).

С 1971 г. работает в ФНПЦ «Алтай», с 1978 г. – начальник головной лаборатории, а с 1986 по 2003 гг. – начальник головного отдела опытно-конструкторских работ. В настоящее время – главный специалист-советник главного конструктора. С 1999 г. – доцент кафедры РД ВУАС БТИ АлтГТУ им. И.И. Ползунова по совместительству, а с 2011 г. – профессор этой кафедры. Ряд образцов ракетной техники разработан при его личном участии, а по некоторым из них он был научным руководителем проектирования и стендовой отработки зарядов маршевых РДТТ.

Награждён орденом Почёта, медалями РФ, знаком ЦК ВЛКСМ «Трудовая доблесть», тремя памятными медалями Федерации космонавтики РФ, лауреат премии И.И. Ползунова, премии Ленинского Комсомола Алтая, заслуженный конструктор РФ.