



НАУКА @ ТЕХНИКА

12+

№ 10 (149)

ОКТАБРЬ, 2018

www.naukatehnika.com

— ЖУРНАЛ для ПЕРСПЕКТИВНОЙ МОЛОДЕЖИ —

АВИАЦИОННЫЙ
КАТАЛОГ

НЬЮПОР
НА БИС

БОЕВЫЕ КОРАБЛИ

АВИАНОСЦЫ
КИТАЯ

БРОНТЕХНИКА

БРАЗИЛЬСКИЙ
ЗМЕЙ
«КАСКАВЕЛ»

ИСТОРИЯ И АРХЕОЛОГИЯ

ИМПЕРАТОР
МОНТЕСУМА I

КОРАБЕЛЬНЫЙ
КАТАЛОГ

ДОЛГИЙ ПУТЬ
К ДРЕДНОУТУ

СУММА
ТЕХНОЛОГИЙ
КБ «ЮЖНОЕ»

 **YUZHNOYE**
design office

СИНЕРГИЯ КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

УЧРЕЖДЕНА

«АССОЦИАЦИЯ ВИСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ УКРАИНЫ «КОСМОС»

Украина — космическая держава. Это утверждение, принимавшееся до недавних пор как постулат, констатация очевидного факта, в последнее время все чаще приобретает тревожно-вопросительное звучание. Что неудивительно в условиях системного кризиса, когда развитая прежде экономика страны трещит по швам и катастрофически теряет позиции, а успешно работающие предприятия можно пересчитать по пальцам. И все же одна из немногих уцелевших и даже развивающихся вопреки обстоятельствам отраслей — космическая — и сейчас остается бесспорным локомотивом промышленности страны. И сегодня этот «локомотив» не просто движется, но и берет на прицеп все больше сохранившихся «составов».

Возможно, это определение ситуации кому-то покажется слишком образным. Но за символикой нарисованной картины стоит картина вполне реальная: созданная в этом году Ассоциация высокотехнологичных предприятий и организаций Украины «Космос» определилась с ближайшими планами и наметила ряд мероприятий для выхода из кризиса собственными силами.

Почему Ассоциация, в которую вошли приборостроительные заводы, металлургические и химические предприятия, конструкторские бюро, вузы и институты Национальной академии наук Украины, носит название «Космос»? Да потому, что украинская космическая отрасль продолжает работать даже в условиях кризиса. Как известно, одна из черт мирового рынка — протекционизм. Какой бы проект ни планировался на государственном уровне, в него прежде всего будут вовлечены отечественные предприятия. Много ли самостоятельных космических проектов реализует сегодня Украина? Увы, нет! А космическая отрасль «на стороне» — на внешних рынках — зарабатывает и приносит в копилку страны в разы больше средств, чем получает из бюджета за счет госзаказов. И такая ситуация уникальна и характерна только для Украины. Ведь производственные мощности отечественных космических предприятий существенно превышают размеры госзаказа. И некоторые из них (например, ГП «КБ «Южное») научились успешно ре-



ализовывать невостребованный потенциал на международном рынке.

Еще одна «износостойкая» особенность космической отрасли — более или менее стабильная ситуация с кадрами. Отток квалифицированных инженеров, конструкторов и рабочих, ставший в последние годы бичом украинской промышленности, наименее заметен в ракетостроении. Здесь сокращение штатных работников в последнее время составляет примерно 0,3 % в квартал. А средняя зарплата постепенно растет (к началу года она превышала 8,2 тыс. грн), работают социальные программы, направленные на привлечение молодых специалистов, да и перспективы карьерного роста по-прежнему остаются привлекательной чертой космической отрасли.

Впрочем, не космосом единым жива экономика. И Ассоциация с неземным названием стремится объединить как можно большее число предприятий, производящих продукцию вполне земного назначения. Их отличительная черта — высокая наукоемкость и технологичность производства. Смысл их кооперации — в том, что, дополняя возможности друг друга, украинские производители становятся более конкурентоспособными как на внутреннем, так и на внешнем рынке.



На фото слева направо: Вице-президент НАНУ Владимир Горбулин, директор Наблюдательного совета ПАО «ЭЛМИЗ» Вадим Васильев, генеральный директор КБ «Южное» Александр Дегтярев

Как только идея создания Ассоциации была озвучена, у нее сразу же появились сторонники. Инициативная группа начала работу над формированием круга задач и принципов членства, проводила консультации и обсуждения, результатом которых стало первое координационное совещание, которое прошло 5 апреля с. г. в КБ «Южное».

— Сейчас трудно определить, как возникла идея Ассоциации, но КБЮ всегда ее поддерживало, на протяжении двух-трех последних лет мы ее обдумывали, обсуждали, в результате идея выкристаллизовалась, — рассказывает генеральный директор ГП «КБ «Южное» им. М. Янгеля» Александр Дегтярев. — Я уверен, что наши цели соответствуют целям всех участников Ассоциации. Во-первых, мы вынуждены сегодня решать очень сложную задачу — создания расширенной измененной новой производственной кооперации. Раньше мы об этом не задумывались, делали чертежи, отдавали их на «Южный машиностроительный завод» и больше ни о чем не беспокоились. Сегодня в силу разных причин у нас здесь получается провал, который мы вынуждены закрыть, создав новую кооперацию. Чертежи, «бумага» — это важная часть проекта, но всем нужен «металл» — конечный продукт. И мы рассчитываем, что Ассоциация будет способствовать решению этих задач.

С первых дней инициативу о создании Ассоциации поддержали и украинские академики. В этом объединении они видят систему противодействия негативным тенденциям в отечественной экономике последних лет.

Первое координационное совещание Ассоциации неслучайно проводилось в стенах КБ «Южное». Ведь именно КБЮ уже не первый год успешно создает кооперационные связи для создания ракетно-космической техники.

— В 2010 г. у нас была кооперация из 70 украинских предприятий, а в 2015-м — уже из 120. Порядка сотни договоров с разными предприятиями у нас работают ежегодно, — поделился опытом генеральный директор КБЮ Александр Дегтярев. — Сейчас перед нами стоит задача расширения кооперации на этапе разработки. Стоит вопрос перевооружения, освоения новых технологий производства. И ведь это не только на производстве — новые станки, технологии. Нам же надо еще научиться проектировать под эти технологии. Поэтому сегодня создаем опытное производство. Но все не ку-

пишь, поэтому хорошо бы, чтобы мы знали возможности друг друга и кооперировались в этом плане. У нас есть положительный опыт кооперации. В 2012 г. мы заключили соглашение с Академией наук — план генеральных работ на пять лет, а сегодня мы уже подписали второй пятилетний план. Мы качественно изменили уровень взаимодействия. И сегодня мало того, что мы опираемся на базовую науку, но институты Академии участвуют в решении сугубо прикладных проблем. У нас заключены договоры с 34 институтами, вузами. Это наша кооперация... Хочу заметить, что при создании таких Ассоциаций есть определенная опасность: провозгласим, а наполнить реальным содержанием не сможем. Образно говоря, надо чтобы пар из паровозной топки не уходил в свисток, а заставлял крутиться колеса.

Надежда, что «колеса будут крутиться», сегодня кажется вполне обоснованной. 31 июля Учредительное собрание основателей Ассоциации утвердило Устав организации. И вот, наконец, 21 сентября в Киеве на общем собрании Ассоциации принят ряд важных организационных решений.

— Прошло время, изменилась страна, изменилась система управления страной. Все больше забот, связанных с организацией производства, с новыми технологиями, ложится на плечи бизнеса, на плечи предприятий, — говорит директор Ассоциации, председатель Наблюдательного совета ПАО «ЭЛМИЗ» Вадим Васильев. — И, конечно, создание такого организационного координирующего органа очень важно, это позволит объединить возможности высокотехнологичных предприятий, скоординировать их действия. Это европейская практика, когда профессиональные ассоциации частично берут на себя функции, которые раньше были у министерств. Речь не идет об абстрактной дружбе, создание Ассоциации имеет под собой абсолютно деловые основы.

Цель создания Ассоциации провозглашена как объединение возможностей высокотехнологичных отечественных предприятий на условиях равноправного партнерства, формирование межотраслевой кооперации для повышения конкурентоспособности национального промышленного производства.

Главные задачи Ассоциации — продвижение конкурентоспособной национальной космической продукции на международный рынок, которое дает возможность обеспечить рентабельную работу и уровень финансовых поступлений достаточный для модернизации и обновления производственно-испытательной инфраструктуры предприятий ракетно-космической кооперации, а также предприятий смежных отраслей промышленности: металлургической, энергетической, химической и др.

Участники собрания обсудили Декларацию Ассоциации и основные направления ее деятельности, приняли план работ и бюджет Ассоциации на 2018 г., избрали Совет Ассоциации, утвердили директора (председатель Наблюдательного совета ПАО «ЭЛМИЗ» Вадим Васильев), руководителей региональных представительств (в Днестре и Запорожье — заместитель генерального директора КБ «Южное» Анатолий Агарков, в Харькове и восточных областях — председатель правления — директор ПАО «АО Научно-исследовательский институт радиотехнических измерений» Александр Верещак),

выбрали Ревизора Ассоциации (ведущий специалист КБ «Южное» Валентин Стрельцов), утвердили логотип организации и порядок уплаты членских взносов.

На сегодня «Ассоциация высокотехнологичных предприятий и организаций Украины «Космос» насчитывает 37 участников, в том числе 33 действительных и четыре ассоциированных. НАН Украины представляют шесть институтов, Министерство образования и науки Украины — три университета, Государственное космическое агентство Украины — четыре предприятия, Государственный концерн «Укроборонпром» — четыре организации, остальные 16 действительных участников — украинские акционерные и частные предприятия.

Среди заданий Совета Ассоциации на 2018 г. — формирование комитетов и утверждение плана работы дирекции, рассмотрение и принятие плана работы на 2019 г. Утвержден и план работы трех комитетов Ассоциации.

Комитет космической политики и законодательства планирует разработать предложения для формирования концептуальных принципов космической политики, разработать и организовать обсуждение изменений к Закону Украины «О космической деятельности», разработать изменения и обеспечить сопровождение Закона Украины «О спутниковой навигации» и соответствующих подзаконных актов.

Задачи эти — сверхактуальные, на них акцентировал внимание участников общего собрания директор Института космических исследований НАН Украины и ГКА Украины Олег Федоров:

— Если мы даже посмотрим на утвержденную космическую программу, то это программа развития технологий, когда мы пытаемся добиться результата, который другие страны получили уже 10–15 лет тому назад. В ней нет ответа, что мы будем делать в технологическом плане, как выживет отрасль. Ассоциация ни в коей мере не должна подменять работу государственных органов в сфере государственной политики. Но есть необходимость выработки промышленной политики вообще и инновационной политики с точки зрения высокотехнологичной отрасли. Такие организации существуют практически во всех странах, даже в тех, которые не называют себя космическими. Язык госполитики — это язык программ — общегосударственных, целевых и т. д., а язык отраслевой промышленной политики — это поиск технологических решений. Отрасль должна сформулировать для себя, какие технологические решения ей нужны. Главная цель — чтобы отрасль стала не объектом, а субъектом управления собственным развитием.

Поддержал коллегу и президент Корпорации «Укринмаш» Виталий Немилостивый:

— Я два года возглавлял Совет генеральных конструкторов Украины. Неформально за чашкой чаю за час-другой 17 участников этого Совета решали вопросы, которые государство не могло решить годами. Боюсь, и сегодня никто не сделает за нас того, что необходимо в сфере подготовки законодательных нормативных актов. Задача лоббировать развитие законодательства, приводить его в соответствие с лучшими мировыми практиками — от этого зависит успех нашей работы во всех остальных направлениях. Я считаю, что у нас умышленно — на структурном, институциональном уровне — разрушено сотрудничество науки и производства. Доживают и исчезают самолетостроение, танкостроение, космическая отрасль. Многие производ-

ственные объединения исчезают после разрыва старых производственных связей. К сожалению, Верховной Радой до сих пор не принята шестая Общегосударственная программа развития космической отрасли. Не вносятся изменения к законам о военно-техническом сотрудничестве, о госзаказе, публичных закупках, космической деятельности. В Комитете по национальной безопасности Минобороны нет профильных специалистов. И страна покупает подержанные французские вертолеты за 550 миллионов евро — это больше, чем весь предполагаемый бюджет на разработку и закупку на весь следующий год. Между тем есть директивы ЕС в сфере закупок оборонной продукции, есть европейские директивы и в области космической деятельности, их можно было бы взять за основу для соответствующих отечественных документов.

О важности законодательной деятельности Ассоциации говорила и представитель Международного центра космического права Наталия Малышева:

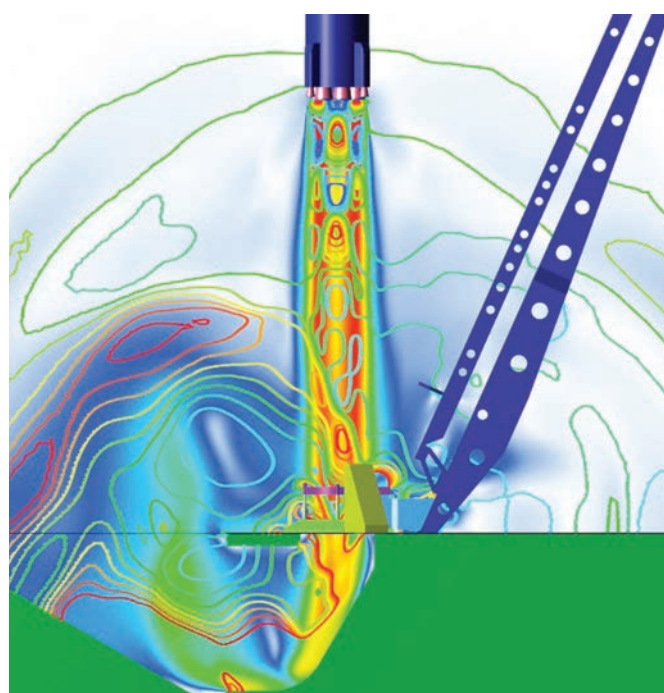
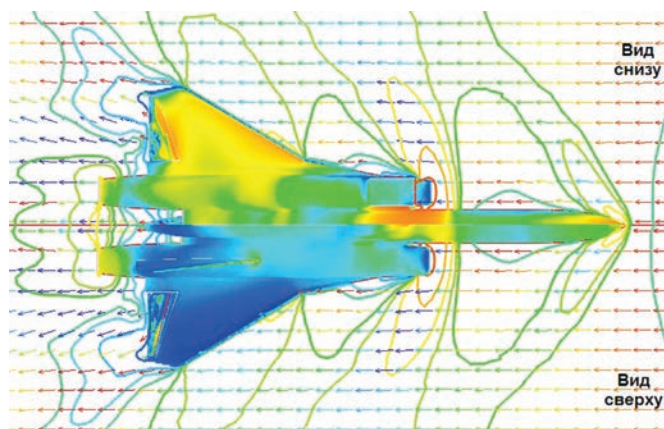
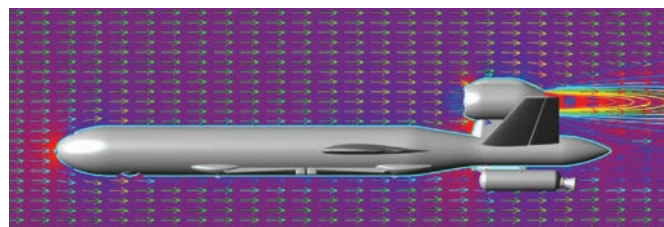
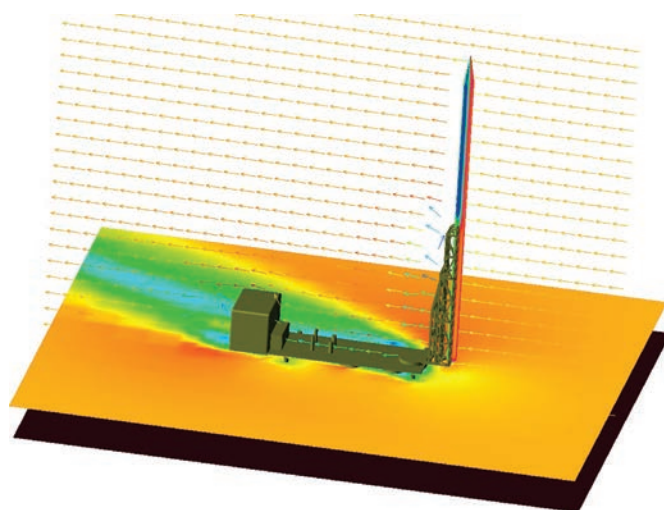
— Наше космическое законодательство устарело и с точки зрения внутренних потребностей отрасли, и с точки зрения соответствия нормам международного права, европейского права в частности. Украина в недостаточной степени участвует в международных космических программах. В Концепции Общегосударственной целевой научно-технической космической программы Украины на 2018–2022 гг., которая была принята 5 сентября с. г., право вообще не прописано. Поэтому мы с энтузиазмом воспринимаем создание Ассоциации, ее космического комитета, который должен стать в хорошем смысле слова лоббистом продвижения идей космической политики с учетом интересов членов Ассоциации, участником разработки нового космического законодательства Украины.

С необходимостью законотворческой деятельности Ассоциации «Космос» согласился и присутствовавший на собрании народный депутат Украины, член межфракционного объединения «Украина — космическая держава» Александр Романовский:

— Нужно создавать лобби в Верховной Раде, которое работало бы и с Кабинетом Министров. Я готов работать над этим. И очень важна информационная политика. У нас мало кто знает, какие проблемы решает космическая отрасль, над чем работает. А это очень важно.

Комитету совместных проектов в ракетно-космической сфере Ассоциации «Космос» предстоит организовать мониторинг рынков космических услуг, обсудить совместные проекты Лунной базы и космических





Моделирование процессов с помощью компьютера

аппаратов орбитального сервиса, разработать Программу партнерства участников Ассоциации.

Задел в этой области уже есть. Так, заместитель генерального директора КБЮ Анатолий Агарков представил участникам собрания анализ современного рынка ракет-носителей и пусковых услуг, который имеет ряд устойчивых и характерных тенденций: это динамично растущая потребительская среда, особенно в сегменте космических аппаратов; кластерные пуски, которые не позволяют эффективно использовать энергетику ракет-носителей, что вызвало бум в сегменте сверхлегких РН; появление стартапов и новых коммерческих компаний; растущий рынок в области создания новых, в том числе многоразовых средств выведения; высочайший уровень конкуренции, особенно по пусковым услугам на переходную геостационарную орбиту. Анатолий Агарков отметил, что цена все больше оказывает влияние на рынок пусковых услуг: высокая стоимость доступа в космос — основной ограничитель для рынка спутников. Поэтому с целью снижения себестоимости компании стараются применять инновационные технологии при разработке средств выведения, а многоразовость ракет-носителей становится требованием операторов пусковых услуг. Отмечается интенсификация международного сотрудничества в сфере ракетостроения и пусковых услуг, а также недогрузка имеющихся космодромов — при высоком спросе и конкуренции.

Анатолий Агарков определил и задачи кооперации в перспективных проектах ракетно-космической техники: обеспечить ценовую конкурентоспособность украинских образцов ракетно-космической техники путем снижения затрат на этапах разработки и изготовления матчасти благодаря применению инновационных технологий, минимизации не прямых затрат, привлечению государственной фискальной поддержки; обеспечить высокую надежность РКТ путем построения единой для кооперации системы менеджмента качества; обеспечить решение проблемных вопросов импортозамещения; обеспечить решение на высоком конкурентоспособном уровне задач, возникающих в ходе реализации наукоемких инновационных проектов создания РКТ.

Для этого членам Ассоциации необходимо определить перечень направлений и проектов возможного участия предприятий в ракетно-космической сфере и провести ряд встреч-совещаний по конкретным направлениям деятельности.

В Комитете научно-технической и промышленной кооперации Ассоциации будут изучаться возможности взаимного обмена производственными и технологическими ресурсами, готовиться предложения по расширению существующей кооперации для производства составляющих РКТ, определяться приоритеты технологического обновления и переоснащения производств участников Ассоциации и перечень критических технологий для организации импортозамещения.

Характеризуя специфику работы этого комитета генеральный директор КБ «Южное» Александр Дегтярев рассказал случай из своей практики:

— Помню, я был на конференции по малым спутникам в штате Юта. Разговорился с одним поставщиком устройств: «Это вы производите? — Да. — Но тут же очень много механических устройств. У вас есть цех? — Нет, я выбрасываю чертеж в Сеть, получаю десяток предложений, выбираю лучшее и через неделю получаю нужные узлы по почте». Вот, я думаю, и нам бы

не помешало создать электронную базу и электронную биржу, проводить аукционы и т. д.

Заместитель главного инженера КБ «Южное» Игорь Снегирев проинформировал участников собрания о новых технологических возможностях КБЮ. В области полимерных композиционных материалов в КБ используются: изготовления препрега; мокрая намотка; вакуумно-автоклавное формование; нанесение внутреннего теплозащитного покрытия; изготовление углерод-углеродных армирующих каркасов 3D-структуры; полимеризация; механическая 5-осевая обработка крупногабаритных изделий из ПКМ; клеесборочные работы; прочностные испытания. Планируются к внедрению: нанесение наружного теплозащитного и лакокрасочного покрытий; нанесение многофункционального покрытия (МФП-92); аддитивные технологии (FDM).

В сфере металлических материалов в КБЮ используются аддитивные технологии (SLM-280x280x350); планируются к применению: аддитивные технологии (SLM-800x400x500); получение металлических порошковых материалов методом «атомизации»; ротационная вытяжка; лазерная сварка, наплавка и резка; ротационная раскатка.

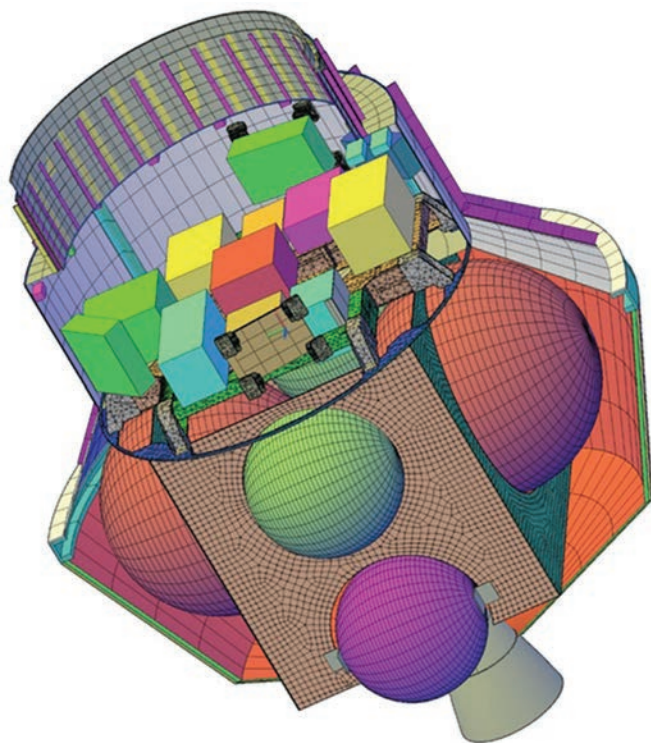
— Качество конструкторской документации, ее конкурентоспособность на рынке во многом определяется теми технологиями, которые мы имеем, — подчеркнул Игорь Снегирев. — Мы не можем сегодня купить все самое передовое оборудование, которое и завтра будет участвовать в создании РКТ, но будем к этому стремиться и надеемся, что остальные предприятия также будут это делать.

— Мы развиваем и инженерные технологии, — добавил генеральный директор КБ «Южное» Александр Дегтярев. — Купили программно-технический комплекс (ПТК) высокопроизводительной ЭВМ Apollo-6000. Этот компьютер обеспечит высокую точность аэродинамических, тепловых и прочностных расчетов. По оценкам специалистов, при решении этих задач производительность ПТК будет около 300 терафлоп. Чтобы представить, что это такое можно сравнить быстродействие этого комплекса с быстродействием одной из самых мощных ЭВМ в СССР — БЭСМ-6, которая использовалась при создании ракетной техники. Быстродействие устанавливаемого ПТК будет в 300 миллионов раз больше. К концу года мы вводим этот комплекс и предлагаем его для использования всем членам Ассоциации, у кого есть в этом потребность.

— Импортозамещение — это колоссальный пласт проблем, колоссальная нагрузка на предприятия, — подчеркнул директор Ассоциации «Космос», председатель Наблюдательного совета ПАО «ЭЛМИЗ» Вадим Васильев. — Эта нагрузка не должна быть некоординированной. Ее надо привязать к проектам, которые ищут развития. Поэтому еще одним серьезным направлением работы комитета будет как раз консолидация всех членов Ассоциации вокруг этой проблемы

Задача региональных представительств Ассоциации — налаживание связей с родственными ассоциациями, объединениями и союзами, привлечение новых участников. Представительство в Европе (руководитель — представитель КБ «Южное» в Брюсселе Олег Венцовский) займется установлением деловых контактов с родственными ассоциациями ЕС.

Дирекция Ассоциации будет работать над многочисленными организационными вопросами, в числе которых — создание сайта Ассоциации, подготовка общего



Пример построения геометрических тепловых моделей ракет

собрания по итогам работы в 2018 г., налаживание связей с родственными организациями в Украине и многие другие задания.

В принятой Декларации Ассоциации «Космос» провозглашаются основные направления ее работы: определение направлений и приоритетов развития космической деятельности в Украине, развитие партнерства, содействие взаимодействию участников в совместных космических проектах, развитие национального рынка космических услуг и интеграция в мировой рынок космической деятельности.

Как подчеркивается в Декларации, выработка новой космической стратегии, поиск новых сфер применения, проектов, партнеров и расширения международного сотрудничества требует инновационного подхода к осуществлению космической деятельности в Украине. Один из факторов такого подхода — организация совместной активности предприятий и организаций, которые заинтересованы в прогрессе отечественной космонавтики, создании нового лица космической отрасли.

И это лицо украинские предприятия будут создавать в тесном сотрудничестве с академической наукой, о всемерной и всесторонней поддержке которой заявляют представители НАН Украины.

— Создание Ассоциации «Космос» — это историческое событие, — сказал директор Главной астрономической обсерватории НАН Украины, заместитель председателя Совета по космическим исследованиям НАН Украины Ярослав Яцкив. — Мы несем ответственность за то, что делается в нашей стране. Думаю, в Устав Ассоциации следует добавить вопросы образования, подготовки кадров. Иначе в наших научных институтах скоро некому будет работать. Много молодежи уехало из страны. 20 октября мы будем проводить первый форум украинской научной диаспоры — так много наших уже за рубежом. Эту ситуацию надо менять. А наука всегда готова сотрудничать, ведь без высокотехнологичных предприятий невозможно и развитие современной науки.

• ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Все виды деятельности КБ «Южное» отличают высокий научно-технический уровень, высокая культура производства — внедряются передовые технологии, постоянно обновляется экспериментальная и производственная материально-техническая база. Эти принципы распространяются и на создаваемое опытно-промышленное производство.

Успешное развитие ракетно-космической отрасли в значительной степени связано с использованием новых материалов и применением передовых технологий, поскольку элементы и системы ракетно-космической техники работают в экстремальных условиях: в вакууме, при высоком давлении, криогенных и сверхвысоких температурах, в агрессивных средах, в условиях высокого уровня механических нагрузок. КБ «Южное» создает новые материалы, технологии и конструкции в кооперации с НИИ, лабораториями и заводами страны.

ПРОИЗВОДСТВО СПЕЦИАЛЬНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Производство специальных сталей и сплавов



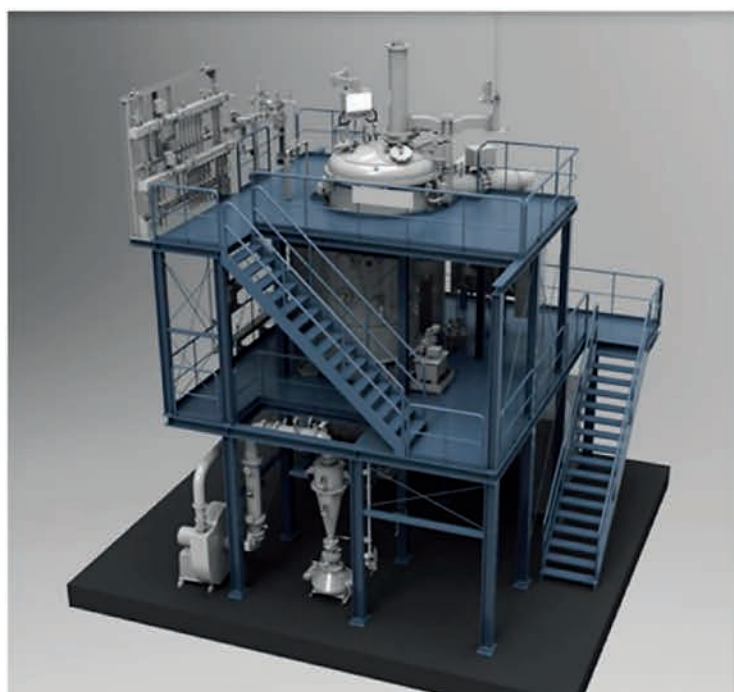
Производство методом
индукционно-
вакуумной плавки



Производство методом
электрошлакового
переплава



Производство методом
вакуумно-дугового
переплава



Производство металлических порошков из сталей и сплавов специального назначения - это замкнутый технологический процесс включающий индукционную вакуумную плавку, распыление и атомизацию в среде инертного газа.



Схема получения
порошков металлов

Установка для производства
металлических порошков

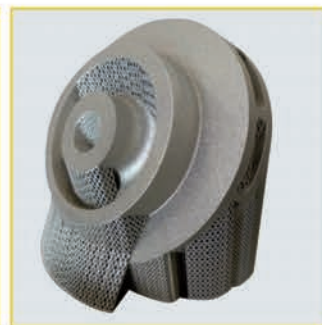
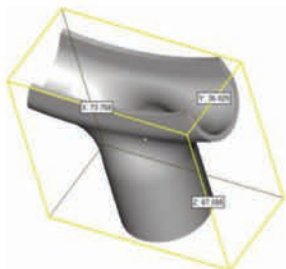
АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В производстве современной ракетно-космической техники начинают применять аддитивные технологии, с помощью которых можно изготовить сложные детали ракет-носителей и космических аппаратов, в том числе и компоненты двигателей.

Технология аддитивного производства дает возможность получать детали с техническими характеристиками в несколько раз лучшими, чем при стандартном литейном процессе. 3D-печать позволяет реализовать трехмерные компьютерные модели деталей любой геометрии. Этот процесс значительно сокращает время, необходимое для производства опытных и мелкосерийных деталей.



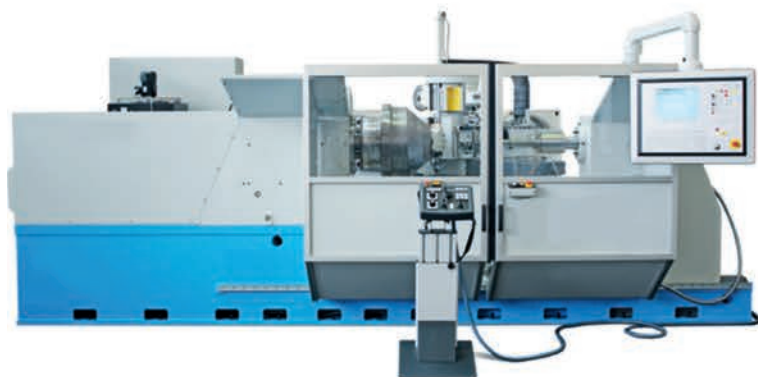
3D-принтер
Изготовление деталей из металлических порошков



3D-принтер
Изготовление деталей из неметаллических материалов

• ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ТЕХНОЛОГИИ РОТАЦИОННОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

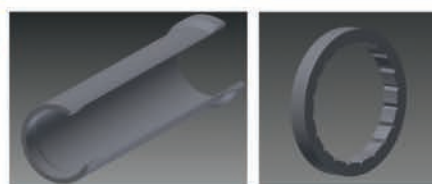


При помощи технологий ротационной вытяжки и ротационной раскатки изготавливаются детали сложной формы (в виде тел вращения) для РКТ, в том числе для ракетных двигателей.

Станок для ротационной вытяжки компании Leifeld, Германия



6-роликовая машина свободной раскатки компании REPKON, Турция



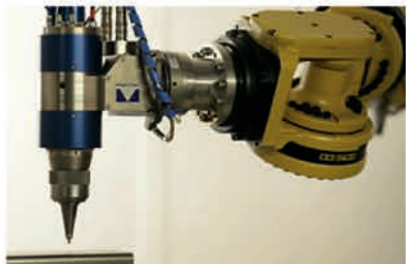
ТЕРМООБРАБОТКА



Установки для вакуумной термообработки изделий



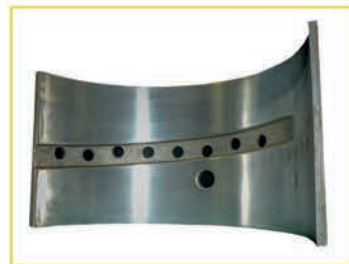
ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ МЕТАЛЛОВ



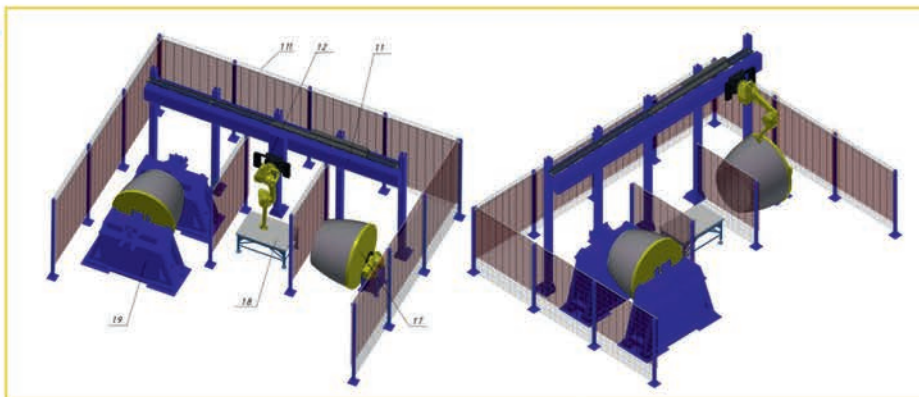
Процесс роботизированной лазерной сварки и наплавки



Участок лазерной резки, сварки и наплавки сопловых блоков ЖРД



Подшипник скольжения изготовлен с помощью сварки взрывом



ФОРМООБРАЗУЮЩАЯ ОБРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ



Вертикальный 5-координатный обрабатывающий центр VERTIRAM 2000 TT



Комплекс лазерной резки, сварки для изготовления камер ЖРД



Ленточнопильная резка металла



Установка механической обработки электрическим разрядом



Газоплазменная резка металла

А. А. Прокопчук, В. А. Шульга, Е. В. Стрельченко,
А. В. Дибривный, Н. П. Ковальчук

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ЖРД КБЮ

В составе современных мощных космических ракет, наверное, нет более сложной системы, требующей самой тщательной дорогостоящей отработки, чем ракетный двигатель. На самом деле управлять колоссальной энергией, образованной во время сгорания нескольких сотен килограммов топлива в секунду в камере ЖРД под давлением нескольких сотен атмосфер, при температуре выше тысячи градусов, — очень сложное задание, над решением которого работают высококвалифицированные специалисты-двигателисты.

В настоящее время, несмотря на огромный спрос на космические услуги, в мире насчитываются единицы компаний, обладающие соответствующими знаниями и опытом создания ракетных двигателей. Одной из таких компаний является Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное».

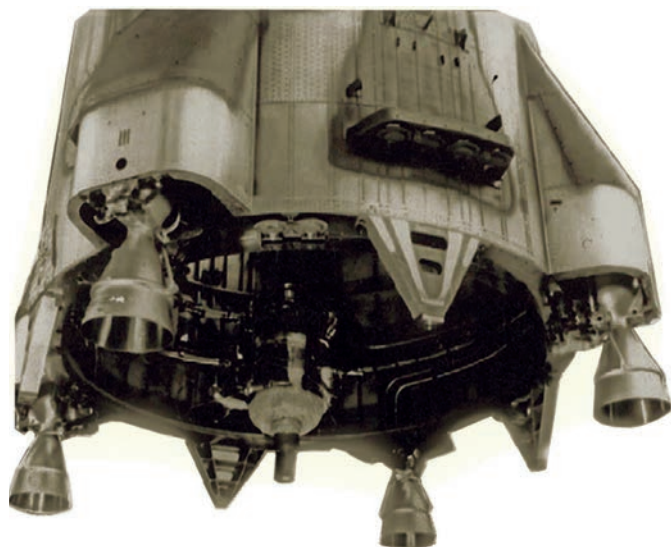
История развития ракетного двигателестроения в КБ «Южное» неразрывно связана с разработкой ракет-носителей боевого и космического назначения. Во время создания двухступенчатой ракеты 8К64 возникла необходимость в разработке рулевых двигателей для первой и второй ступеней. Для этого в июле 1958 г. было организовано «двигательное» КБ, как самостоятельное подразделение КБ «Южное».

В этом году КБ по разработке жидкостных ракетных двигателей отмечает свой юбилей. За 60 лет специалистами этого подразделения разработано более 40 двигателей и двигательных установок с тягой от десятков килограммов до 50 тонн. Из них 20 двигателей прошли полный цикл наземной отработки, в том числе 17 двигателей серийно изготавливались и устанавливались на ракеты, созданные КБ «Южное». Ряд двигателей, созданных специалистами КБ, являются уникальными по схемным решениям, обладают непревзойденными энергомассовыми характеристиками и не имеют аналогов в мировом двигателестроении.

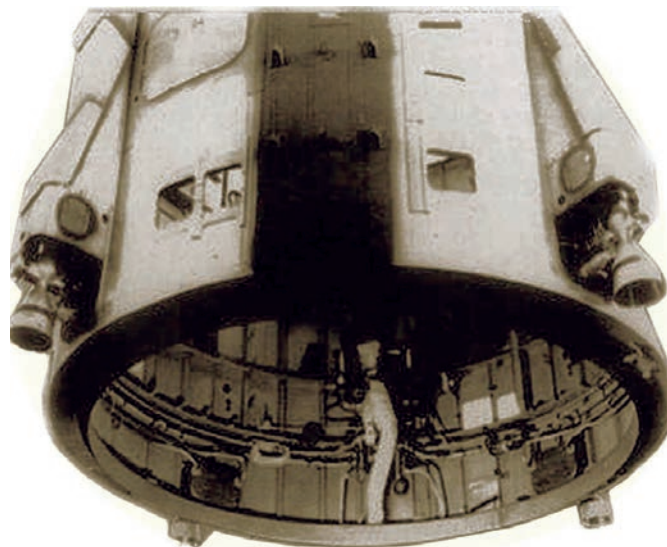
Первыми разработками «двигательного» КБ стали рулевые ЖРД РД851 (тяга ~28,9 тс) и РД852 (тяга ~4,9 тс) ракеты 8К64, предназначенные для управления полетом первой и второй ступеней ракеты по всем каналам стабилизации. Двигатели четырехкамерные, однократного включения, с турбонасосной системой подачи самовоспламеняющихся при контакте компонентов топлива, выполнены по схеме без дожигания генераторного газа. Основные достоинства двигателей — простота конструкции и высокая надежность. Это была первая творческая победа молодого коллектива КБ. Высокая надежность двигателей обеспечена как большим объемом наземной отработки, так и летными испытаниями в составе РН.

В мае 1960 г. КБ поручается разработка маршевого двигателя РД853 второй ступени ракеты 8К66 (Р-26) с камерой сгорания разработки В. П. Глушко. Двигатель РД853 (тяга ~47 тс) был предназначен для второй ступени ракеты и обеспечивал заданную тягу и управляющие усилия по всем каналам стабилизации. Управление полетом ступени осуществлялось поворотом рулевых сопел, работавших на генераторном газе. Требуемую величину тяги рулевых сопел на режиме главной ступени обеспечивали выхлопные газы турбонасосного агрегата (ТНА) и газ, вырабатываемый дополнительным газогенератором. При переходе на режим конечной ступени камера двигателя и дополнительный газогенератор прекращали работу. Требуемую тягу обеспечивали только выхлопные газы ТНА. Работы по данному двигателю были остановлены на этапе конструкторских испытаний ввиду прекращения работ по ракете в целом.

В 1962 г. КБ приступило к проектированию и отработке ЖРД РД854 тягой 8 тс на топливе АТ+НДМГ, открытой схемы, для тормозной двигательной установки орбитальной головной части ракеты 11К67 (Р-36Орб). К двигателю предъявлялись высокие требования по экономичности, массе и надежности, так как он был пред-

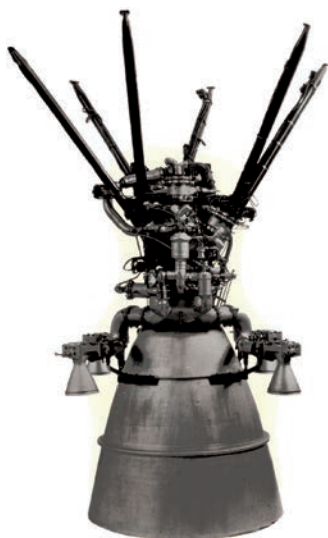


РД851



РД852

назначен для торможения и управления полетом изделия по всем каналам стабилизации. Отработанные на турбине газы поступали в систему выхлопа, состоящую из четырех сопел: одна пара сопел — для управления по каналам «тангаж», вторая пара — для управления по каналам «рыскание». Сопла для управления по каналам «тангаж» и «рыскание» крепились к нижней части бака горючего. Сопла для управления по каналу «крен» были объединены попарно и попарно крепились к соплам по каналу «тангаж». Расход газа к каждому из сопел регулировался газораспределителями, приводимыми в движение приводами по командам системы управления.

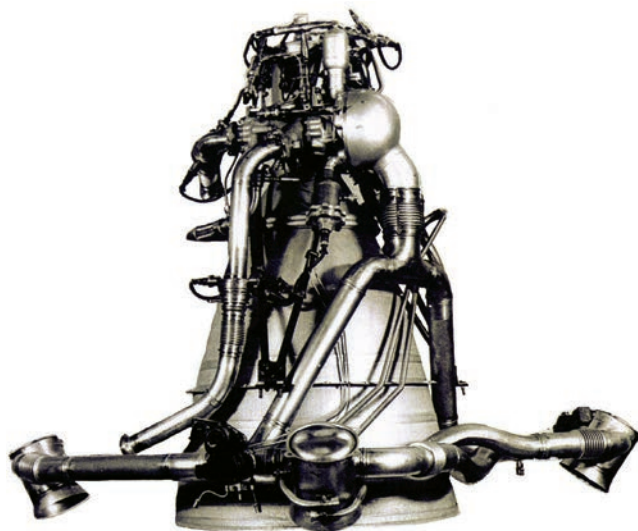


РД853

Следует отметить, что при проектировании этого ЖРД было применено смелое конструктивное решение: впервые в практике отечественного двигателестроения была разработана и освоена в производстве конструкция трубчатого сопла камеры двигателя. Кроме того, впервые для охлаждения камеры двигателя были применены оба компонента ракетного топлива.

В 1961 г. в КБ «Южное» начались работы по созданию ракеты 8К67 (Р-36). «Двигательному» КБ была поручена разработка рулевых двигателей для первой и второй ступеней: РД855 (тяга 29,1 тс) и РД856 (тяга 5,53 тс). Двигатели создавались на базе прототипов РД851 и РД852 с внесением конструктивных изменений для повышения экономичности при сохранении высокой надежности. Кроме того, в отличие от прототипов, новые двигатели работали уже на новом окислителе — азотном тетраоксиде (АТ). Основные достоинства этих двигателей — простота конструкции и высокая надежность. Они успешно эксплуатировались в составе РН типа «Циклон».

В 1964 г. наряду с продолжающейся отработкой двигателя РД854 были начаты работы по созданию двигателя РД857 (тяга 14 тс) второй ступени для ракеты 8К99 (РТ-20). Это был для КБ двигатель нового технического уровня. Впервые была разработана схема с дожиганием восстановительного генераторного газа в камере двигателя, причем необходимо было обеспечить два режима работы двигателя — основной и глубокого дросселирования. Камера двигателя РД857 была концентральной



РД854

наиболее современных технических и конструкторских идей во всех ее элементах.

При первых же испытаниях двигателя появились разрушения усталостного характера, свидетельствующие о высоких вибрационных перегрузках.

Совместными усилиями специалистов КБ и отраслевых НИИ все-таки удалось «успокоить» газогенератор, являющийся основным источником этих перегрузок, снизив уровень опасных с точки зрения его работоспособности колебаний давления. После этого за все время работы в составе двигателя РД862 замечаний к газогенератору и двигателю в целом не возникало.

Разработанный в 1960-х гг. данный газогенератор и на сегодня является единственным образцом газогенератора для двигателя восстановительной замкнутой схемы, работающего на НДМГ и АТ.

Для управления полетом второй ступени ракеты 8К99 по каналам «тангаж» и «рыскание», в отличие от предыдущих разработок, применен газодинамический способ, основанный на вдуве генераторного газа с избытком горючего в сверхзвуковую часть сопла камеры двигателя. По каналу «крен» установлены реактивные сопла.

Создание двигателя РД857 стало знаменательной вехой в творческой деятельности коллектива КБ, технический уровень двигателя до сих пор остается выдающимся достижением ракетного двигателестроения.

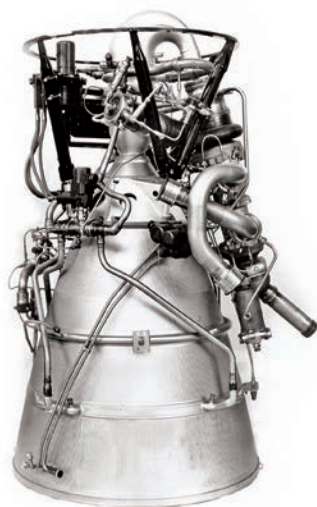
В 1965 г. КБ было поручено весьма почетное и ответственное задание — разработка двигательного блока лунного корабля 11Д410 для посадки на Луну и взлета с поверхности Луны. Он входил в состав блока Е ком-



РД855



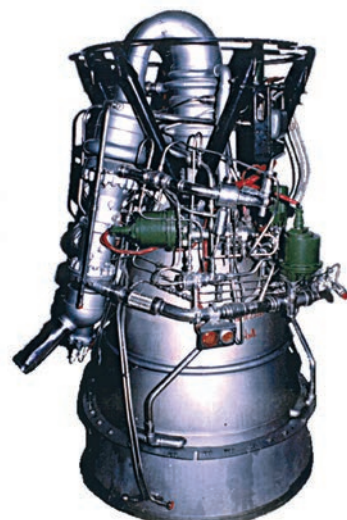
РД856



РД857



РД861



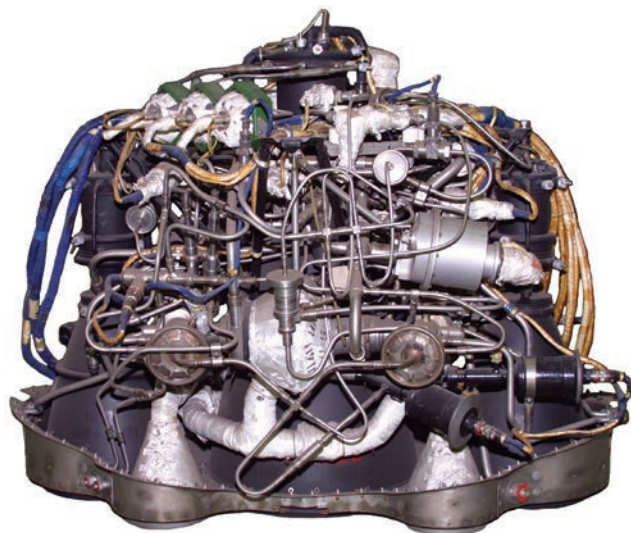
РД862

плекса Н-1, который должен был решить национальную задачу покорения спутника Земли.

Блок двигателей 11Д410 состоял из основного двигателя РД858 (тяга ~ 2 тс) и резервного РД859 (тяга ~ 2 тс) и решал следующие задачи: осуществление мягкой посадки на поверхность Луны, взлет с поверхности Луны и выведение лунного корабля на эллиптическую орбиту искусственного спутника Луны.

Так как предусматривался полет лунного корабля с космонавтом на борту, то понятно, что к надежности двигателей предъявлялись самые высокие требования. Для обеспечения мягкой посадки на Луну и взлета с ее поверхности двигатель РД858 должен был иметь два режима тяги: основной режим и режим глубокого дросселирования (торможения), и обеспечить два включения. Глубокое дросселирование требовало применения особых конструктивных мер для обеспечения устойчивости работы камеры двигателя и газогенератора. Резервный двигатель РД859 — однорежимный.

В результате отработки удалось обеспечить высочайшую надежность работы двигателей РД858 и РД859. Нарботки двигателя до отказа так и не удалось добиться, так как для подтверждения высоких показателей надежности нужно было провести большое количество испытаний в ограниченный период времени. А двигатели никак «не хотели отказывать».



11Д410

К сожалению, из-за прекращения работ по созданию ракеты-носителя Н-1 надежный и хорошо отработанный блок двигателей 11Д410 остался невостребованным, но опыт его проектирования и отработки не пропал. Он пригодился при работе над созданием последующих двигателей.

В целом блок двигателей лунного посадочного модуля считался одним из самых надежных среди своего класса двигателей. Три блока двигателей прошли успешные испытания на околоземной орбите в составе специальных космических аппаратов Т-2К, запущенных ракетой Р-7.

В 1968 г. КБ выдано техническое задание на проектирование ЖРД РД861 (тяга ~ 8 тс) для третьей ступени ракеты-носителя «Циклон-3». Двигатель предназначался для создания тяги и управляющих усилий при полете третьей ступени на активном участке траектории по всем каналам стабилизации. Двигатель разрабатывался на базе уже существующего ЖРД РД854. Отличия от прототипа обусловлены необходимостью обеспечения двукратного включения. С этой целью на двигатель были установлены два пиростартера (необходимые для раскрутки турбины ТНА в процессе запуска) и система управления автоматикой.

В 1969 г. была начата разработка двух двигателей: рулевого четырехкамерного — РД863 (тяга ~ 28 тс) и маршевого однокамерного — РД862 (тяга ~ 14,5 тс) для первой и второй ступеней ракеты МР-УР100, соответственно.

Двигатель РД863, выполненный по схеме без дожигания генераторного газа, обеспечивал на первой ступени ракеты создание тяги и управляющих усилий. Управление полетом ступени осуществлялось качанием камер двигателя в одной плоскости.

Камера двигателя являлась модифицированной камерой двигателя РД861, но, в отличие от прототипа, ее охлаждение производится одним компонентом — горючим.

Двигатель РД862 был разработан на базе конструкции двигателя РД857, выполнен по схеме с дожиганием восстановительного генераторного газа и обладал высокими энергетическими и массовыми характеристиками. Высокая надежность двигателей РД863 и РД862 была подтверждена при летных испытаниях ракеты.

В последующие годы на основе накопленного опыта был создан ряд двигателей для космических буксиров: РД864 (тяга ~ 2 тс), РД869 (тяга ~ 2 тс) и РД866 (тяга

~ 0,5 тс). Двигатели выполнены по открытой схеме. Каждый из этих двигателей имеет уникальные возможности:

- ✓ двигатели РД864 и РД869 обладали возможностью ступенчатого изменения тяги более чем в 2 раза. В зависимости от полетного задания была возможность многократно переходить с основного режима работы на режим дросселирования и обратно;

- ✓ многофункциональный двигатель РД866 с комбинированной системой подачи компонентов топлива обеспечивал любое количество включений в невесомости при полете ступени, имея непревзойденные характеристики по энергетической эффективности.

Новым этапом для ГП «КБ «Южное» явилась разработка ракеты-носителя «Зенит», которая началась в 1976 г. КБЮ предстояло разработать рулевой двигатель РД-8 (тяга 8 тс) для второй ступени. Для «двигателей» новизна заключалась в применении компонентов топлива: керосина и жидкого кислорода.

Рулевой двигатель РД-8 второй ступени ракеты «Зенит» был разработан в двух вариантах: первоначально это был двигатель открытой схемы, а окончательно — уникальный в своем роде четырехкамерный рулевой двигатель замкнутой схемы с дожиганием окислительного газа.

Благодаря накопленному опыту конструирования ЖРД, внедрению передовых и смелых технических решений на двигателе РД-8 удалось получить прекрасные энергомассовые характеристики, обеспечить высокую надежность и длительный ресурс работы.

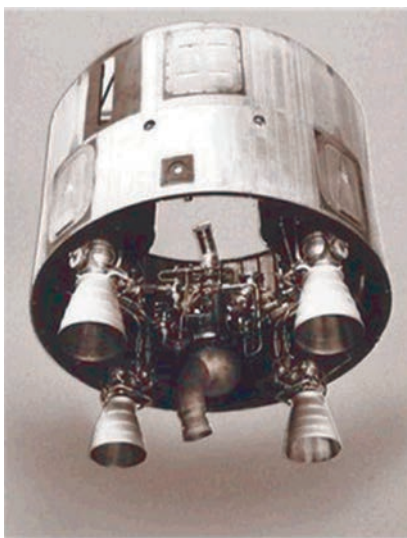
На сегодняшний день этот двигатель остается одним из самых лучших в мире в своем классе и вызывает интерес у зарубежных специалистов. В процессе эксплуатации двигатель был модернизирован путем введения возможности безопасного выключения по выработке любого из компонентов топлива из баков ракеты.

В 90-х гг. прошлого века, в период после распада Советского Союза специалисты КБ продолжили активно заниматься разработкой и испытаниями двигателей. Ввиду отсутствия государственного финансирования на первый план вышел поиск иностранных заказчиков для ЖРД разработки КБ «Южное». Результатом этих работ стала начавшаяся в 2004 г. разработка блока маршевого двигателя тягой 0,25 тс для двигательной установки четвертой ступени европейской РН «Вега» по контракту с фирмой «Авио» (Италия).

Блок маршевого двигателя (VG143) входит в жидкостную двигательную установку управляющего модуля четвертой ступени европейской ракеты-носителя «Вега». Разработан на базе агрегатов серийных двигателей. Блок предназначен для создания тяги, управления по каналам «тангаж» и «рыскание», маневрирования управляемого модуля, схода с орбиты управляемого модуля.

Блок маршевого двигателя — двухкомпонентный однокамерный жидкостный ракетный двигатель многократного включения с вытеснительной системой подачи компонентов топлива.

Двигатель обладает лучшими энергомассовыми характеристиками в своем классе.



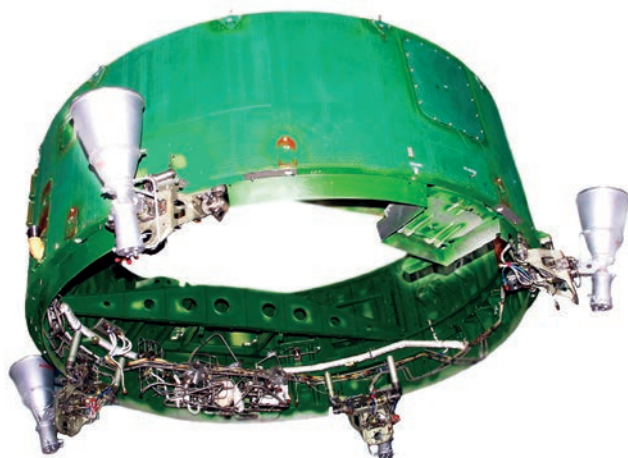
РД863

Параллельно с блоком маршевого двигателя четвертой ступени европейской РН «Вега» в том же 2004 г. коллектив КБ приступил к разработке новой модификации двигателя РД861 — РД861К. Двигатель РД861К предназначен для создания тяги и управления вектором тяги третьей ступени РКН «Циклон-4» на активном участке полета по каналам «тангаж» и «рыскание». Модернизация существующего серийного двигателя была вызвана необходимостью доведения его характеристик до уровня лучших мировых аналогов. С этой целью было увеличено количество включений с двух до пяти и существенно повышена экономичность. Теперь обновленный двигатель будет обеспечивать управление полетом ступени путем поворо-

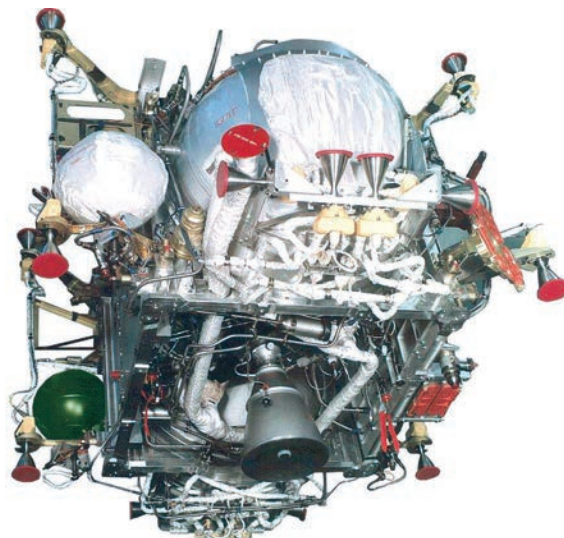
та в карданном подвесе в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Отработка двигателя была начата в январе 2007 г. На сегодняшний день ведется наземная отработка двигателя, завершение которой планируется в 2018 г.

В период с 1974 по 2006 г. в КБ разработано пять двигательных установок различного назначения и проведена экспериментальная отработка большинства из



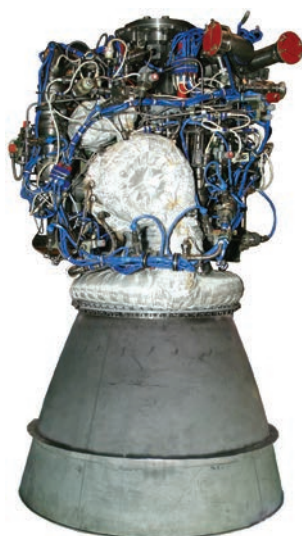
РД864, РД869



РД866



Блок маршевого двигателя четвертой ступени европейской РН «Вега»



РД861К



ЭСУ Л905

них в объеме, достаточном для их летно-конструкторских испытаний в составе ракет:

- ✓ газодинамическая двигательная установка Б36, работающая на холодном газе (аргон), предназначенная для создания управляющих усилий в системе успокоения, ориентации и стабилизации (СУОС) и в блоке стабилизации переворотов (БСП) спускаемых аппаратов;

- ✓ энергосиловая установка Л905, предназначенная для управления аппаратами на внеатмосферном участке полета и в атмосфере до момента приземления. Установка включает двигательную установку СУОС и бортовой источник мощности (БИМ). В качестве рабочего тела в системе СУОС и рабочего тела БИМ используется подогретый газ CO₂. В этой установке впервые вместо турбонасоса применен пневмонасосный агрегат (ПНА);

- ✓ двигательная установка ДУ373, работающая на монотопливе.

Установка предназначена для обеспечения управляющих усилий по каналу крена при полете твердотопливной ракеты на участке работы маршевого двигателя первой ступени.

Уникальность двигательной установки в том, что она:

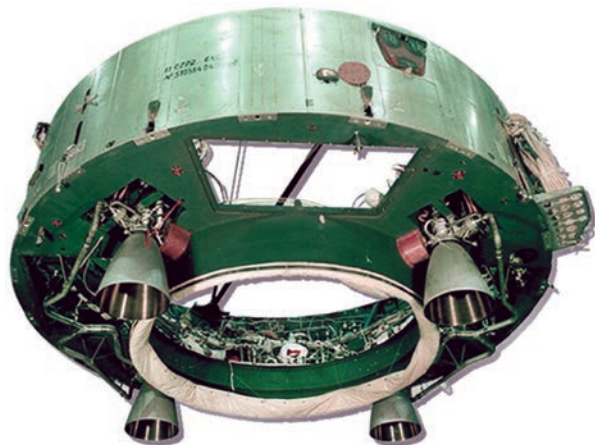
- ✓ позволяет получить необходимый суммарный импульс тяги без непроизводительных потерь топлива за счет многократных включений и выключений блоков газогенераторов (камер) и перехода их на требуемые режимы работы в любой момент времени;

- ✓ обеспечивает пятикратное регулирование тяги;
- ✓ для хранения жидкого монотоплива применен бак, имеющий жесткую сфероцилиндрическую разделительную диафрагму и твердотопливный генератор, предназначенный для вытеснения монотоплива.

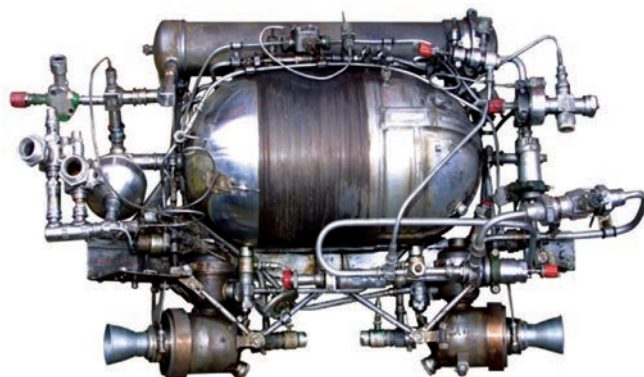
Кроме того, в период с 1970 по 1992 г. Конструкторским бюро разработано девять бортовых источников мощности для ракетных двигателей твердого топлива и двигателей, работающих на жидких компонентах топлива, в частности для двигателей первой ступени РН «Зенит». Из них шесть БИМов прошли полный цикл отработки и сданы в серийное производство, работы по двум другим прекращены на этапе летно-конструкторских испытаний в составе РН, по третьему — на этапе доводочных испытаний.

Опыт и знания, накопленные специалистами КБ в процессе разработки и отработки собственных изделий, позволяют сегодня вести разработки двигателей различного назначения на самом высоком техническом уровне любой сложности и размерности. А востребованность двигателей КБ «Южное» на мировом рынке и высокий авторитет их разработчиков в полной мере содействует повышению престижа Украины как высокоразвитой индустриальной державы.

Информация о разработке современных и перспективных двигателей для использования в составе автономных космических буксиров, лунных посадочных модулей, различных ступеней ракет-носителей семейств «Маяк» и «Циклон» будет представлена в следующих статьях.



РД-8



ДУ373

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗРАБОТКАХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ КОНСТРУКТОРСКОГО БЮРО «ЮЖНОЕ»

Широкое использование космического пространства в интересах мирового сообщества является характерной чертой современности. Наблюдение за процессами на земной поверхности, решение задач метеорологии, обеспечение связи и навигации уже немислимо без использования космических средств, которые непрерывно совершенствуются.

Эффективное использование космического пространства требовало развития инновационных спут-

никовых технологий, которые изначально внедрялись в разработках конструкторского бюро «Южное».

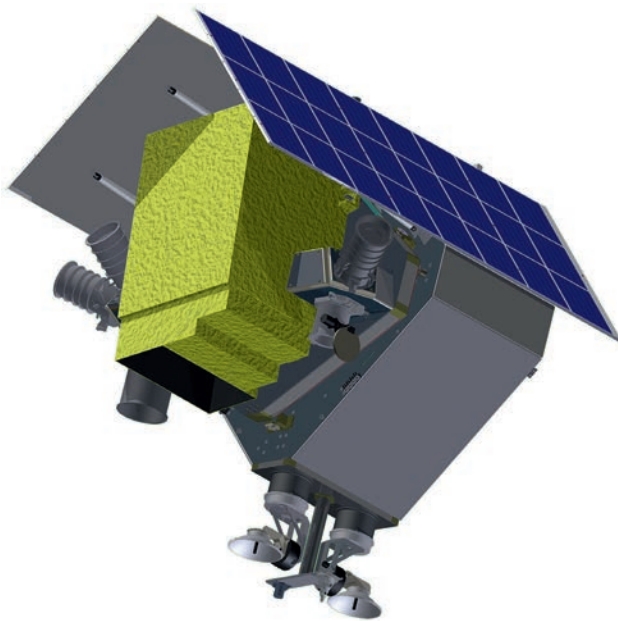
Так, КБ «Южное» первыми в мире стало создавать серийные космические аппараты на основе унифицированных платформ.

Созданные на базе унифицированных платформ малые космические аппараты стали инструментальной основой для организации международного сотрудничества в области исследований космического пространства по программе «Интеркосмос».

В начале 2000-х гг. КБ «Южное» разработало платформу МС-2 в негерметичном исполнении для создания на ее основе малых космических аппаратов прикладного и научного назначения. На базе платформы были разработаны и запущены спутники Egyptosat-1 и «Січ-2», создаются космические аппараты «Січ-2-1» и «Мікросат-М».

Дальнейшее повышение эффективности использования космического пространства требует новых инновационных спутниковых технологий. Для снижения стоимости решения современных задач необходимы спутники малой массы и габаритов.

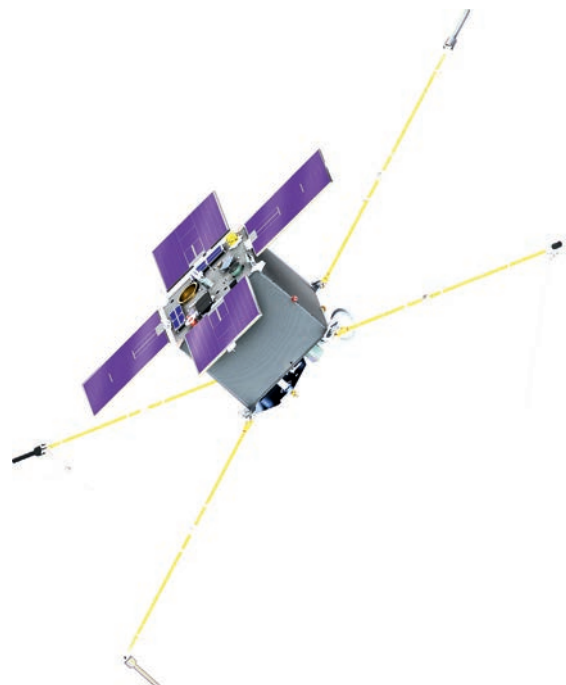
Так, если масса первого коммерческого спутника оптического наблюдения Земли Ikonos 1 с пространственным разрешением 1 м (запущен в 1999 г.) составляла 726 кг, то масса



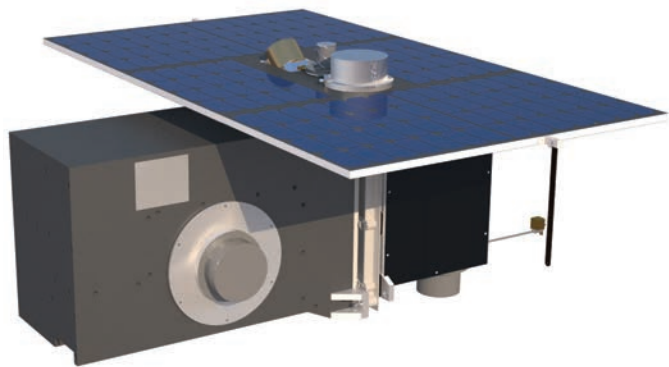
Січ-2М, вид 2



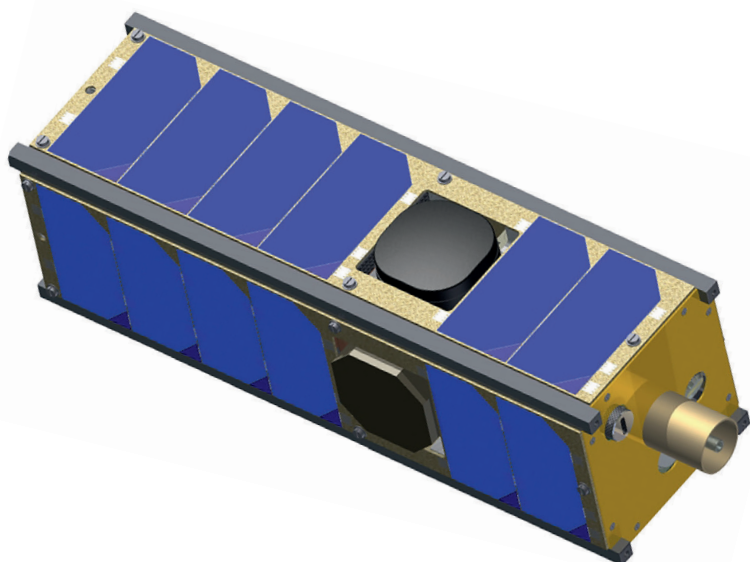
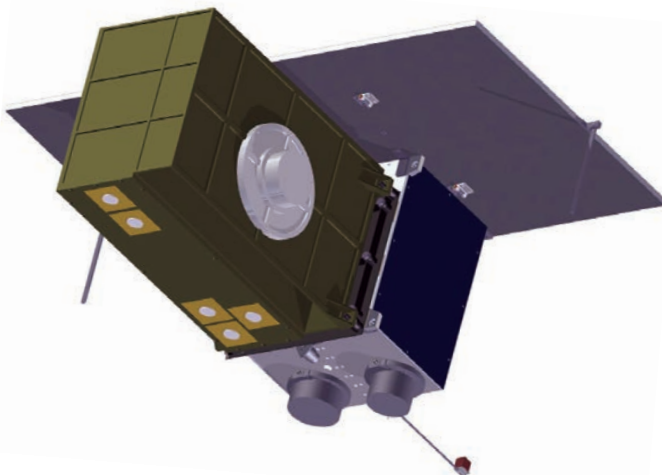
Січ-2-1



Microsat1



YuzhSat



Cubesat 1

современных спутников оптического наблюдения с пространственным разрешением 0,5 м составляет ~200 кг.

Учитывая высокие современные требования в 2015 г. КБ «Южное» приступило к созданию малобюджетной микроспутниковой платформы YuzhSat, которая разрабатывается с использованием современных наноспутниковых технологий (CubeSat).

Первый микроспутник YuzhSat-1 на основе данной платформы предназначен для проведения космического эксперимента по исследованию атмосферных аэрозолей (проект Aerosol-UA).

Необходимость повышения эффективности космических аппаратов и снижения стоимости их создания диктует высокие требования к производству.

После ликвидации в 2016 г. цеха главной сборки и испытаний космических аппаратов ГП «Производственное объединение «Южный машиностроительный завод» им. А.М. Макарова», КБ «Южное» было вынуждено в кратчайшие сроки создавать собственное производство.

В период с мая 2017-го по август 2018 г. в КБ «Южное» был создан цех сборки и испытаний космических аппаратов, отвечающий современным стандартам и включающий чистое помещение площадью 300 м² высокого класса чистоты воздуха (ISO 8).

Создание такого цеха обеспечило в КБ «Южное» замкнутый цикл разработки, изготовления и испытаний космических аппаратов, отвечающих современному мировому уровню.



Цех сборки и испытаний космических аппаратов