

## **Решение технического совещания в рамках круглого стола**

**«Перспективные технологии, и направления новых технологических разработок для преодоления имеющихся барьеров при создании РН СЛК, орбитальных буксиров»,**

**проведенного на годовом Съезде Аэронет 27.11.2020 г.**

Анализ перспективного рынка ракет-носителей сверхлегкого класса (РН СЛК) и малых межорбитальных ракетных буксиров (МРБ) показывает значительный интерес участников этого рынка к инновационным технологиям, ведущим к снижению стоимости вывода полезной нагрузки на орбиту. С целью консолидации усилий отечественной науки и промышленности для решения этой задачи Аэронет провёл техническое совещание по теме: «Перспективные технологии, и направления новых технологических разработок для преодоления имеющихся барьеров при создании РН СЛК, орбитальных буксиров».

Обзор и анализ представленных на данном техническом совещании результатов новых отечественных исследований и разработанных технологий показывает, что на сегодняшний день имеется научно-технический задел и предпосылки, позволяющие двигаться в сторону снижения стоимости вывода полезной нагрузки на орбиту и создания эффективных РН СЛК и МРБ с более высокими абсолютными и удельными рабочими характеристиками в сравнении с существующими носителями.

**Наиболее перспективными для первоочередного развития представляются следующие технологии:**

1. Аддитивные технологии изготовления:
  - a. статорных, роторных деталей электрических двигателей, насосов и турбонасосный агрегатов;
  - b. форсуночных головок и камер сгорания целиком жидкостных ракетных двигателей;
  - c. силовых каркасов агрегатных и двигательных отсеков;
  - d. баков из углеволокна или иных композиционных материалов.
2. Современное состояние российских аддитивных технологий позволяет двигаться по следующим направлениям (ИЛИСТ СПбГМТУ, ООО «Титан-Авангард», AddSol):
  - a. Цельно выращенные корпуса блока полезной нагрузки, баков (топлива и окислителя) с микро-ферменными стенками, сосудов сверхвысокого давления, сложных пространственных кронштейнов;



- b. Биметаллические и градиентные охлаждаемые и неохлаждаемые ракетные сопла из различных материалов (щелевые, с внезапным расширением и другие);
  - c. Детали турбонасоса;
  - d. Ракетный двигатель, как одна деталь;
  - e. Охлаждаемые детали камер сгорания ЖРД из хромистой бронзы, биметаллические детали системы охлаждения ЖРД.
3. Термобарьерные покрытия с рабочей температурой 3200°C с экстремально низкой теплопроводностью для лопаток и жаровых элементов, с перспективой выхода на 4200°C. Данная технология позволяет рассматривать конструктивные решения двигателей, камер сгорания, жаровых труб, сопел без охлаждения, потенциально сочетается с системами термоэмиссионного охлаждения (ФПиМ СО РАН и Томский Госуниверситет, СПбГМТУ, БГТУ ВОЕНМЕХ);
  4. Различные типы термоэмиссионного охлаждения (ТЭО) доказали свою работоспособность в ускорительной технике, отсутствуют фундаментальные препятствия их применения для охлаждения камер сгорания и сопел ЖРД. Системы ТЭО обладают рекордными характеристиками теплосъема и могут использоваться для обеспечения электроэнергии РН СЛК в полёте.
  5. Материалы с уникальными механическими и физическими характеристиками, позволяющими рассматривать (в сочетании с термобарьерными покрытиями см. п.3) новые конструктивные решения двигателей и подшипников без смазки (АО «ЦНИИМ», Томский Госуниверситет, «ОКБ Кулон»), в частности, перспективный композиционный материал «скелетон»;
  6. Технологии детонационного горения (Военмех, «Проблемная Лаборатория «Турбомашины»), основанные на управлении детонационной волной и применении нового перспективного топлива на основе ацетилена (ацетам);
  7. Применение порошка из наноалюминия в качестве добавок к твёрдым и жидким ракетным топливам для увеличения удельного импульса. (Томский Госуниверситет);
  8. Сверхкомпактные электроприводы насосов ЖРД с рабочей температурой до 900°C (без охлаждения) (АО «СМКБ»), либо, напротив, криогенных компактных решений (МАИ);

*Наличие такого научно-технического задела создаёт реальные предпосылки для разворачивания программы НИР и ОКР для создания высокоэффективных решений РН СЛК и орбитальных буксиров.*

## **Решение участников совещания:**

1. Одобрить инициативу Аэронет, СПбГМТУ и БГТУ «ВОЕНМЕХ» по проведению в дальнейшем целевых научно-технических семинаров в аналогичном формате.
2. Рекомендовать СПбГМТУ под эгидой Аэронет (с привлечением ООО "Титан-Авангард", БГТУ «ВОЕНМЕХ») подготовить и провести в марте 2021 г. расширенное совещание по применению аддитивных технологий в космическом и авиационном машиностроении и формированию перечня необходимых НИР и ОКР;
3. Рекомендовать СПбГМТУ и ООО «Проблемная Лаборатория Турбомашин» до конца 2020 г. изготовить методом аддитивных технологий экспериментальные колеса турбины из жаропрочного сплава и компрессора из титана.
4. Аэронет обратиться в АО «ТВЭЛ» с предложением присоединиться к работам по созданию керамик и керамических покрытий с уникальными рабочими характеристиками (теплопроводности, коэффициента скольжения, жаропрочности, иным);
5. Рекомендовать Томскому Государственному Университету под эгидой Аэронет подготовить и провести в марте 2021 г. расширенное совещание по ракетным топливам для РН СЛК и формированию перечня необходимых НИР и ОКР;
6. Рекомендовать ФПИМ СО РАН (с привлечением Томского Госуниверситета и СПбГМТУ) под эгидой Аэронет подготовить и провести в марте 2021 г. расширенное совещание уникальным материаловедческим решениям для космического машиностроения и формированию перечня необходимых НИР и ОКР;
7. Рекомендовать ФПИМ СО РАН и БГТУ «ВОЕНМЕХ» в декабре 2020 г. – январе 2021 г. изготовить объекты экспериментальных исследований с нанесенными термобарьерными и термоэмиссионными покрытиями.
8. Опубликовать материалы совещания на сайте Аэронет;

Секретарь и модератор совещания,

Директор департамента развития судостроения Санкт-Петербургского Морского  
Технического Университета

Ф.А. Шамрай