

**Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)**



**МАТЕРИАЛЫ  
XI ВСЕРОССИЙСКОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ-СЕМИНАРА**

**«АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ ДЕКАДА»**

**26 сентября — 02 октября 2018 г.**

**ОУЦ «Алушта», Республика Крым, Российская Федерация**

**Москва, 2018**



Рис. 3. Форсунка после обработки

ЖРД малой тяги обеспечивает существенную экономию при выведении малых спутников на околоземную и геостационарную орбиту. Применение ЖРДМТ в качестве маршевых двигательных установок для ракет лёгкого класса является выгодной альтернативой многотонным ракетам-носителям и позволяет существенно сократить расходы при их строительстве и запуске за счет малых размеров и простоты метода изготовления (SLM-метод) по сравнению с традиционным методом изготовления ЖРД.

#### Литература

1. *Добровольский М.В.* Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: Учебник для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп./ Под ред. Д.А. Ягодникова. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. — 488 с.: ил.
2. Основы теории и расчета жидкостных ракетных двигателей. В 2 кн. Кн. 1. Учеб. для авиац. спец. вузов/А. П. Васильев, В. М. Кудрявцев, В. А. Кузнецов и др.; Под ред. В. М. Кудрявцева. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1993. — 388 с.: ил.
3. *Бережинский Р. А., Горохов В. Д., Коробченко В. А.* Основы проектирования камер сгорания ЖРД: Учеб. пособие / Под общ. ред. В. С. Рачука. Воронеж. гос. техн. ун-т, 2004. 129 с.

#### ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

**Падалка М.А., Кохтырев А.С., Кузьмин Г.Н., Соколов Е.И., Побелянский А.В.**

*Балтийский государственный технический университет*

*«Военмех» им. Д.Ф. Устинова*

Мировая промышленность находится в состоянии постоянных изменений, что обусловлено появлением новых и развитием существующих производственных и

вычислительных технологий. В частности, с появлением аддитивного производства происходит постепенная смена принципов проектирования.

Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) — летательный аппарат, пилотируемый дистанционно или выполняющий полёт автономно без помощи пилота. На данный момент 75% созданных в России БПЛА используются в военных целях. БПЛА применяются в разведке местности, наблюдении, геодезии, а также для атаки условного противника. Сейчас в производстве БПЛА занято около 1500 человек. Но через пару десятков лет производство и обслуживание БПЛА будет обеспечивать около полумиллиона человек.

Одним из перспективных направлений применения аддитивных технологий является направление по созданию БПЛА различного назначения. Изменения подходов к облику и конструктивным элементам таких аппаратов под аддитивные технологии потенциально может дать выигрыш в тактико-технических характеристиках.

Первым объектом исследования в работе стал микро-БПЛА «VAFT-10» ближнего радиуса действия и массой до 5 кг (рис. 1). При его разработке сделан акцент на технологические особенности, такие как: толщина слоя, направление построения, ограниченность печатной камеры 3D-принтера и детальная проработка трехмерной модели. Одним из критериев оценки работ является нерациональность использования аддитивных технологий во всей конструкции БПЛА. Из этого можно сделать вывод, что необходимо проводить поиск элементов конструкции с высоким потенциалом повышения тактико-технических характеристик БПЛА от применения аддитивных технологий.



Рис. 1. БПЛА «VAFT – 10»

Вторым объектом исследований в работе стал БПЛА «Anser-2» (рис. 2). Особенностью конструкции является изготовление методом 3D-печати силового корпуса.

Данный элемент конструкции выбран из-за высокого уровня детализации.

Проектирование внешних обликов обоих беспилотных летательных аппаратов проведено с нуля. По методике проектирования сверхлегких самолетов получены массовые и габаритные характеристики.



Рис. 2. БПЛА «Anser-2»

Новые подходы к проектированию с учетом возможностей аддитивных технологий могут дать существенные улучшения технологичности и тактико-технических характеристик БПЛА.

#### Литература

1. Чумак П.И., Кривокрысенко В.Ф. Расчет проектирование и проектирование и постройка сверхлегких самолетов. — М.: ПАТРИОТ, 1991. — 240 с.
2. Комаров В.А. Концептуальное проектирование легких самолетов. — Самара: Изд-во СГАУ, 2007. — 87 с.
3. Афонин П.М. Беспилотные летательные аппараты. — М.: Изд-во Машиностроение, 1967. — 440 с.
4. Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи. — Санкт-Петербург: Изд-во БХВ-Петербург, 2012. — 448 с.

<i>Кривоносов З.Р., Рыжков В.В.</i> Применение технологии ротационной вытяжки в авиастроении .....	24
<i>Крылова М.А., Хромихин Д.А.</i> Решение задачи оптимизации количества контрольных точек крупногабаритной космической антенны с помощью моделирования в ANSYS .....	26
<i>Ларионова А.А.</i> Оптимизация узла крепления лопасти вертолета из композиционных материалов с учетом условий долговечности .....	29
<i>Мокрова М.И., Евдокименков В.Н., Ким Н.В.</i> Мониторинг пожарной обстановки беспилотными летательными аппаратами .....	30
<i>Морозов А.И., Николаев А. И., Соколов Н.С.</i> Концепция БПЛА .....	31
<i>Носова В.С., Меньших В.В., Башарина Т.А., Ильина А.К., Шилов В.Н., Шматов Д.П.</i> Разработка жидкостного ракетного двигателя малой тяги для ракет сверхлегкого класса .....	32
<i>Падалка М.А., Кохтырев А.С., Кузьмин Г.Н., Соколов Е.И., Побелянский А.В.</i> Применение аддитивных технологий в производстве беспилотных летательных аппаратов.....	35
<i>Пыжикова А.А., Долгов О.С.</i> Исследование параметров авиационной техники для эффективного пожаротушения в условиях глобального изменения климата .....	38
<i>Ракитский М.Ю.</i> Радиосистема передачи информации с борта БПЛА на КА-ретранслятор .....	39
<i>Ратькина Д.С.</i> Использование самооценки для анализа деятельности предприятия ..	40
<i>Савельев А.В., Рыжков В.В.</i> Применение ротационной вытяжки при изготовлении ложемента .....	42
<i>Севоян В. А., Трушляков В.И.</i> К разработке экспериментального стенда по осушке капиллярно-пористой структуры конструкционных элементов ракет .....	44
<i>Сидельников В.В., Рупецкий А.В.</i> Алгоритм поиска компоновочного решения электронной модели для аддитивного производства .....	46