

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИ РАКЕТИ „БИО”

Христофор Скандалиев^{1,3}, Калин Крумов^{1,2},
Нели Сивева^{1,2}, Томислав Скандалиев^{1,3}

¹Клуб за аерокосмически технологии “Зодиак” – Кюстендил
²Химикотехнологичен и металургичен университет – София
³Школа по ракетомоделизъм при ОДК, Кюстендил
e-mail: fori2ivanov@yahoo.com; kalin_krumov@mail.bg

Ключови думи: *Експериментални изследователски ракети, аерокосмически технологии, биотехнологии, екология, „зелени” ракетни горива, любителски проекти*

Резюме: *Представени са последните резултати от проведените експериментални изследвания за създаване на ракетни прототипи, направени изцяло от биоразградими материали и композити. Дискутирани са някои аспекти, свързани с употребата на нови «зелени» горивни състави за тези ракети. Възможните приложения на предложените технологични решения са свързани със създаване на ново поколение екологично чисти ракети за гражданска употреба.*

EXPERIMENTAL SOUNDING ROCKETS “BIO”

Hristofor Skandaliev^{1,3}, Kalin Krumov^{1,2},
Neli Siveva^{1,2}, Tomislav Skandaliev^{1,3}

¹Club for aerospace technology “Zodiac” – Kyustendil
²University of Chemical Technology and Metallurgy – Sofia
³Study group of space modelling, ODK, Kyustendil
e-mail: fori2ivanov@yahoo.com; kalin_krumov@mail.bg

Keywords: *Experimental sounding rockets, aerospace technologies, biotechnologies, ecology, green rocket propellants, amateur projects*

Abstract: *The results of recent experimental studies on the establishment of rocket prototypes, built entirely from biodegradable materials and composites are presented. Certain aspects related to the use of new “green” propellant compositions for such rockets are discussed. The possible applications of the proposed technological solutions related to the creation of a new generation of environmentally friendly rockets for civilian use.*

Въведение

Дистанционните изследвания /ДИ/ на Земята и околоземното пространство са многостранен и многоцелеви начин за провеждане на наблюдения, измервания и мониторинг. Събира се информация за геофизични и метеорологични процеси и явления, природно и антропогенно замърсяване на околната среда, екологични бедствия и катастрофи, пожари и въздействия на някои фактори с космически произход. В практиката се използват основно околоземни орбитални космически апарати и станции, микроспътници, изследователски ракети, стратосферни балони, както и летателни апарати, движещи се в плътните слоеве на атмосферата – самолети, вертолети и безпилотни летателни апарати /БЛА/. [1,2,3]

Провеждането на ДИ става чрез национални, международни и глобални научни програми, а също и чрез регионални, частни и неправителствени проекти, изпълнявани от фирми, учебни заведения и други организации. Големите космически агенции като NASA и ESA имат стройни дългосрочни програми за обучение на студенти и ученици, и включването им в подготовката на технически средства и последващата експлоатация на такива системи за ДИ.

Такива са различните по същност академии и конкурси на NASA, програмите AREES, APL Internship, Astro Camp, DIME, First robotics, GSRP, Student Launch и много други. [3,4]

Европейската Космическа Агенция обръща огромно внимание към ангажирането на млади хора в своя проект за професионална ориентация и научна кариера в инженерни специалности, наречен ESERO. В него се предлагат атрактивни теми от сферата на аерокосмическите технологии, като база за обучение, практически занимания и конкурси за ученици и студенти. Други подобни научни програми са Can Sats, Mission X, REXUS/BEXUS, Cube Sats, Fly Your Thesis, European Student Earth Orbiter. [5]

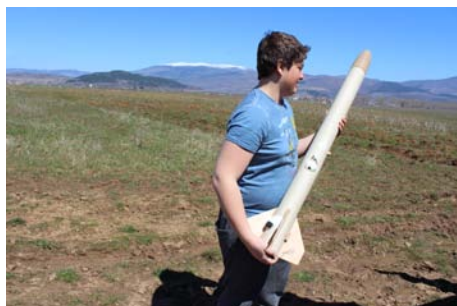
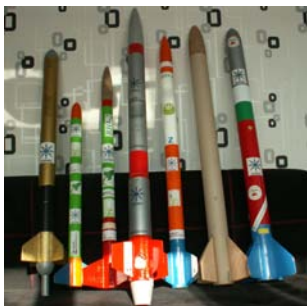
В нашата страна съвременното виждане за провеждане на актуални ДИ е свързано с промяна на концепциите за събиране на научна информация в посока към използване за целта на високотехнологични микросателити и БЛА, вместо големи и скъпи спътници и специализирани самолети. Сравнително малката територия на България позволява провеждането на наблюдения и мониторинг с леки и евтини летателни апарати, летящи както в приземните плътни атмосферни слоеве, така и в суборбиталното пространство, или на ниска околоземна орбита. Примери за разработката на такива платформи са безпилотният летателен апарат „Ястреб“ и проектът „Балкансат“, изпълнявани от Институтът за Космически Изследвания и Технологии на БАН и Руската Академия на Науките. [3,6]

От десетилетия в световната практика за събиране на данни в горните слоеве на атмосферата, в диапазона от 20км до 200км надморска височина, са се наложили за употреба изследователски ракети от различен калибър, или така наречените Sounding Rockets. Те позволяват достигането на посочените височини в рамките само на няколко минути, на сравнително ниска цена и провеждането на неограничени по вид научни измервания и наблюдения. Посоченият височинен обхват на ракетите е недостижим нито за самолети, нито за балони, или пък за орбитални космически апарати, като това е основното им предимство пред много други средства за провеждане на ДИ. [7]

Същност на проекта „Биоракети“

Проект „Биоракети“ е замислен и се осъществява като част от дългосрочна екологична програма на Клуба за аерокосмически технологии „ЗОДИАК“ в Кюстендил, наречена „Зелени простори“. В дейността на този клуб от години се експериментира с различни видове изследователски ракети, каквито в България не са били използвани досега и не е имало научни програми за подобни експерименти. През последните 10 години членовете на клуб „ЗОДИАК“ са осъществили множество конструктивни и полетни проекти за оптимизация на дизайна, използваните материали, горивата и електрониката на ракетните модели. [8]

Актуална и все по-необходима тенденция в усъвършенстването на прототипите е те да бъдат проектирани и изпълнени като абсолютно безопасни и безвредни за хората, животните и околната среда при тяхната експлоатация. За целта конструкцията им трябва да е изпълнена от разградими в природна среда материали, а горивата им да са нетоксични при изгаряне. Проектът на клуба, наречен „Биоракети“, или за кратко „БИО“, има за задача да гарантира, че целият жизнен цикъл на тези изделия ще бъде природосъобразен, в симбиоза с всички компоненти на природните екосистеми. Той се изпълнява съвместно със студенти и преподаватели от ХТМУ-София, чийто ценен опит и смели новаторски идеи позволяват получаването на много добри резултати в изключително кратки срокове.



Основни направления в процеса на експериментите „БИО“

Работата по проект „БИО“ може да се разглежда като съвкупност от дейности в следните основни три направления:

- разработване на иновативни разградими конструктивни материали и композити, на базата на природни продукти и отпадъчна биомаса
- получаване на работещи формули на твърди ракетни горива, използващи в състава си безвредни съставки и отделящи при изгарянето си само нетоксични продукти
- усъвършенстване и миниатюризация на бордовите компютърни и измервателни системи чрез влагане на модерни високотехнологични компоненти в тях

Задачата за създаване и внедряване в практиката на нови „зелени“ конструктивни материали не е самоцел, а логично следствие и необходимост, продиктувана от световната тенденция към ограничаване използването на продукти, производни на петрола, както и такива, които не могат да се рециклират успешно. Към тази група на първо място може да се посочи многообразието от пластмаси и синтетични полимери, но също и някои модерни и широко използвани материали, като фибростъклени и въглеродни композити. Въпреки, че тяхното производство има много по-нисък въглероден отпечатък от този на металната индустрия и като цяло якостните им качества са отлични, техният основен недостатък е невъзможността да бъдат успешно рециклирани и да се разградят в разумни срокове при попадане в природна среда. Погледите на множество изследователи са насочени към замяна на компонентите, влагани в пластмасите, синтетичните полимери и традиционните композити с такива, които са с натурален произход и не създават предпоставки за натрупване в отпадъчни депа, където да престояват десетки и стотици години преди да се разградят. [9]

Разбира се, при сегашното състояние на науката, новите природосъобразни материали са до голяма степен компромис по отношение на якостните и механичните си показатели, за сметка на бързата разградимост и способността им да бъдат рециклирани. Затова е целесъобразно тяхното създаване да бъде с конкретна насоченост, за точно определена област на приложение, която да определя специфични изисквания към тях, които по-лесно могат да се постигнат.

На този принцип се провеждат изследванията на клуб „ЗОДИАК“ – за всеки конкретен детайл се търси оптималната формула, според изискванията за механична якост, температурна издръжливост, надеждност, стареене, съвместимост с другите системи на конструкцията и получаване на необходимата скорост на разграждане. Този евристичен подход позволява получаването на бързи решения, които не винаги са идеалните, но са реално работещи и в множеството случаи се оказват най-близките възможни, като позволяват прогресивно придвижване на проектите в правилната посока. На следващи етапи от работата почти винаги се получава добра оптимизация на първоначалните резултати и достигане на нови съществено подобрени варианти в конструктивния дизайн и параметрите.

Пример за успешно получени композитни материали от натурални суровини са корпуси за моделни ракетни двигатели с диаметри до 50мм от ленена тъкан, желатин и добавки, които издържат работни налягания до 8MPa, при 40% намалена собствена маса спрямо алуминиева тръба със същите показатели. По аналогичен начин са направени серия корпусни тръби за телата на ракетните прототипи и плоскости за стабилизаторите им, изградени от ленини, памучни и конопени влакна и тъкани в матрици от желатин, ПВА, водно стъкло, нишесте и добавки.



За носовите обтекатели на моделите са разработени широка гама композити от отпадъчна биомаса, дървени стърготини, корков гранулат, кюспе и смлени плодови костилки, споени с натурални продукти и смоли. Подходящото процентно съотношение на влаганите компоненти позволява да бъдат получени най-добрите масови и механични характеристики при всеки отделен детайл, спрямо функциите, които той изпълнява в системата на прототипа.



Отлични показатели са получени при експериментите с листовата и тръбна високотемпературна изолация на ракетните двигатели, с използването на продукти от корк, магнезиев окис, природни влакна и тъкани, смоли и водно стъкло. От същите съставки са направени соплови блокове за някои от ракетните двигатели, издържащи работни температури до над 2000° С и устойчиви на абразивното действие от продуктите на изгаряне.

Тъй като основната идея на новополучените материали е тяхната способност да се разграждат в естествена среда, са проведени дългосрочни тестове с образци от тях, оставени в природата за период от 12 месеца. Установено е, че всичките проби се разграждат напълно за срокове от 3 до 12 месеца, според вида на конкретния композит.



Един от най-важните проблеми при използването на ракети от всякакъв вид е отделянето на огромни количества токсични вещества в продуктите от изгарянето на ракетното гориво. Специално при твърдите ракетни горива, най-голям дял в това замърсяване имат хлорните съединения, заради масово използваният окислител амониев перхлорат /АП/. За преодоляване на този проблем се търсят подходящи начини за замяна на АП с други видове окислители, които не образуват вредни емисии при работа в двигателите. [10,11,12,15]

В клуб „Зодиак“ до момента са получени повече от 10 работещи формули за екологично чисти горивни ракетни състави. Използван е диференциран подход при тяхната разработка, като в зависимост от конкретното предназначение се акцентира върху точно определени характеристики. При твърдите горива, насочени към употреба за състезателни ракетни модели и хоби ракети от любители, се наблюдава изключително на тяхната безопасност при приготвяне и експлоатация, достъпността им и ниската цена. На базата на окислители калиев, натриев и амониев нитрат и горивен елемент от захари, смоли и технологични добавки са създадени рецептурите „Изомалтов карамел“, „АНСИАЛ“, „ХЕЛИОС“, „ПЛАЗМА“, „ДРАКОН-Ф“, които притежават достатъчно добра енергетика за любителски цели. [14]



Когато се търси решение за екологични заместители в индустриалния и военния сектор, водещи са изискванията за високи енергетични показатели, надеждност и дълготрайност при съхранение и употреба. Използват се химически реактиви с много по-високо качество,

високомолекулни съединения, прахообразни метали, както и окислителни, които могат да бъдат и доста „екзотични“ химични съединения с висока цена. В много случаи се работи върху пиротехнически състави с възможна двойна употреба, при което решението е до голяма степен компромис между изискванията на отделните сектори от потенциални потребители. Независимо от приложенията, определящи са ограниченията, свързани с недопускането на токсични и замърсяващи вещества, както в изходните съставки на горивата, така и в продуктите на тяхното изгаряне. [11,13,15]

Уникални по своята същност и актуалност са успешните експерименти с твърдогоривни състави на базата на директно извлечени нерафинирани природни захари в комбинация с евтектични смеси от окислителни, провеждани в дейността на клуба от 2014 година насам. Използвани са некачествени и негодни за продажба плодове от череши, ябълки и грозде. Тяхната фруктова смес от захари има достатъчен енергетичен потенциал за получаване на твърдо биогориво, което е нетоксично, евтино и безопасно за боравене и употреба, особено в средите на аматорските организации за ракетомоделизъм. Проведена е програма за предварителна оценка на химико-физичните и балистични характеристики на фруктовите твърди биогорива. Получените данни са допълнени от полетни тестове с помощта на ракетни прототипи от фамилията „БИО“. [12]



В зависимост от процента на използваните конструктивни материали в тези модели е направена класификация и поредната им номерация. При ракетите от серията „БИО-3“ вече над 90% от използваните материали са с натурален произход, като само някои закрепващи детайли и бордови електронни компоненти са неразградими. Тенденцията при поредните модели „БИО-4“ е да се постигне почти 100% изпълнение от природни суровини.

В тази връзка е изследователската работа по максимално ограничаване на броя и размерите на бордовите електронни схеми, чрез оптимизация и миниатюризация на градивните им компоненти до степен, при която дори и след изгубване на изделието, да няма сериозен риск от замърсяване на околната среда.

Заклучение

Постигнатите до момента резултати са многообещаващи и са добра база за по-нататъшно развитие на тези иновативни технологии. Чрез създаване и внедряване на нови екологични продукти може да се постигне значителен напредък при изделията от следните области на приложение:

- Спортно-състезателни и хоби ракетни модели;
- Изследователски ракети;
- Противораждови ракети;
- Геофизични и метеорологични ракети;
- Ракети и газгенератори против мъгли, пожари и за модифициране на времето;
- Аерокосмическа индустрия;
- Гражданска и индустриална пиротехника, военно дело.

Като цяло, тази развойна дейност бързо и успешно дава решения на проблеми, когато те са насочени към конкретна и специфична сфера на употреба. Бързата направа на прототипи ускорява значително процеса на изследвания и получаване на ценни практически резултати. Важни са целенасочените действия на всеки един екип и всеки отделен човек, което се явява част от колективната еволюция на отношението към заобикалящия ни свят и устойчивото бъдеще на човечеството.

Литература:

1. Мишев ,Д., Дистанционни изследвания на Земята от Космоса. БАН, София, 1981
2. Мардирисян, Г. От Космоса срещу екологичните катастрофи, БАН, София, 1993
3. <http://infocall.bg/institut-za-kosmicheski-izsledvaniia-i-tehnologii-21647/uslugi/distantcionni-izsledvaniia-na-zemiata-v-sofiia-12197.html>

4. https://www.nasa.gov/offices/education/programs/descriptions/All_Alpha.html
5. http://www.esa.int/Education/Rocket_Balloon_Experiments_for_University_Students
6. Гецов, П. С., Национална аерокосмическа система за дистанционни изследвания на земята и приложението и за мониторинг и защита от природните екокатастрофи., Автореферат, София, 2012
7. Goddard Space Flight Center, Sounding Rocket Program Handbook, NASA, 1999
8. Любителска космическа програма „ЗОДИАК“, Кюстендил, 2011
9. Kalia, S., Biodegradable Green Composites., Indian Military Academy, 2016
10. Васянина, А. Ю., А. А. Тонких, Т. Н. Антоновский, Д. С. Швецова, Влияние продуктов сгорания жидкого и твердого ракетного топлива на окружающую среду., СГАУ, Красноярск, 2014
11. Lempert, D. B. , G. B . Manelis, and G. N . N echiporenko, The Ways for Development of Environmentally Safe Solid Composite Propellants., EDP Sciences, 2009
12. Галеев, А. Г., Экологическая безопасность при испытаниях и отработке ракетных двигателей., МАИ, Москва, 2005
13. Цуцуран, В. И., Военно-технический анализ состояния и перспективы развития ракетных топлив., МОРФ, Москва, 1999
14. Камбурова, Г., Основни свойства и изисквания към най-употребяваните окислители в пиротехническите състави и изделия., МГУ, София, 2010
15. Klapötke, T. M., “Perchlorate and Halogen-Free High Energy Dense Oxidizers (HEDO)”, Ludwig-Maximilian University Munich, 2011