

# Перспективные конструкции топливных элементов для беспилотных летательных аппаратов

**Проект подготовили обучающиеся  
детского объединения «Первый  
полет»:**

Коваленко Данил Сергеевич  
Чебан Илья Артурович

п. Харп  
2019г.

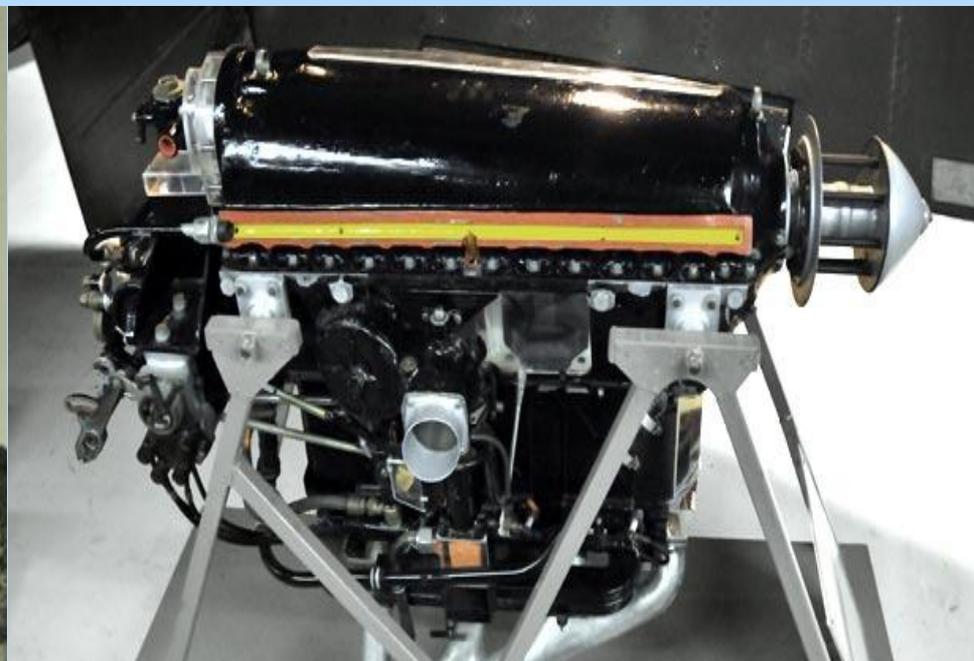
## *История развития беспилотных летательных аппаратов*

В 1922 году Георгий Александрович Ботезат построил свой четырехвинтовой вертолёт в авиационном центре в Дейтоне, Огайо. Аппарат, имевший вес 1600 килограммов (благодаря алюминиевой раме), двигатель мощностью 170 л. с. и способный нести трех пассажиров успешно поднялся в воздух на высоту в несколько метров и устойчиво управлялся





**«H.82B Queen Bee»**



**Двигатель внутреннего сгорания  
De Havilland Gipsy III  
Вид топлива: бензин А 80**



**Фау-1 «Физелер-103»**



**Воздушно-реактивный двигатель  
As109-014  
Вид топлива: бензин А 80 + воздух**



«Ryan Firebee»



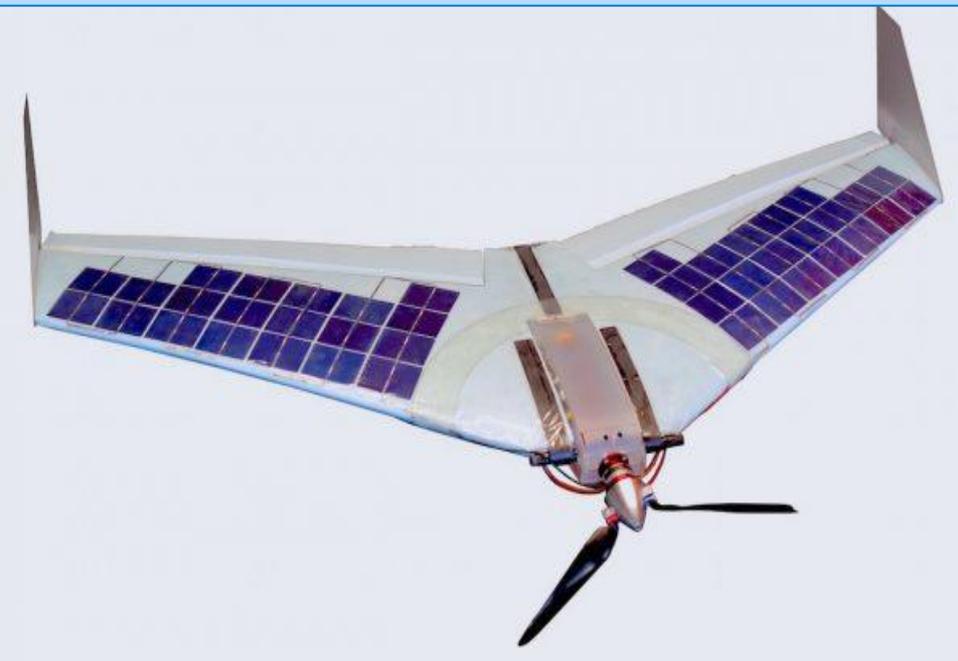
Турбореактивный двигатель  
Continental J69-T-29A  
Вид топлива: реактивное



**«Eagle Hero-VTOL»**



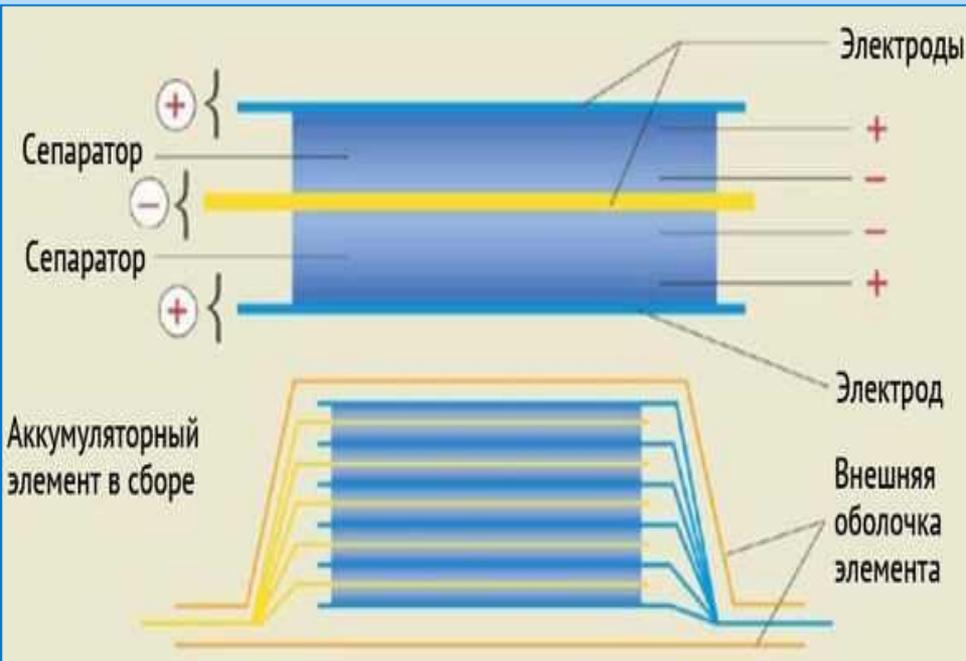
**Двигатель внутреннего сгорания  
и аккумулятор  
Вид топлива: бензин А 95 +  
батарея LiPo**



**«Водно-воздушный аппарат  
Шербрукского университета»**

**Солнечная батарея**





**Литиево-полимерный аккумулятор**

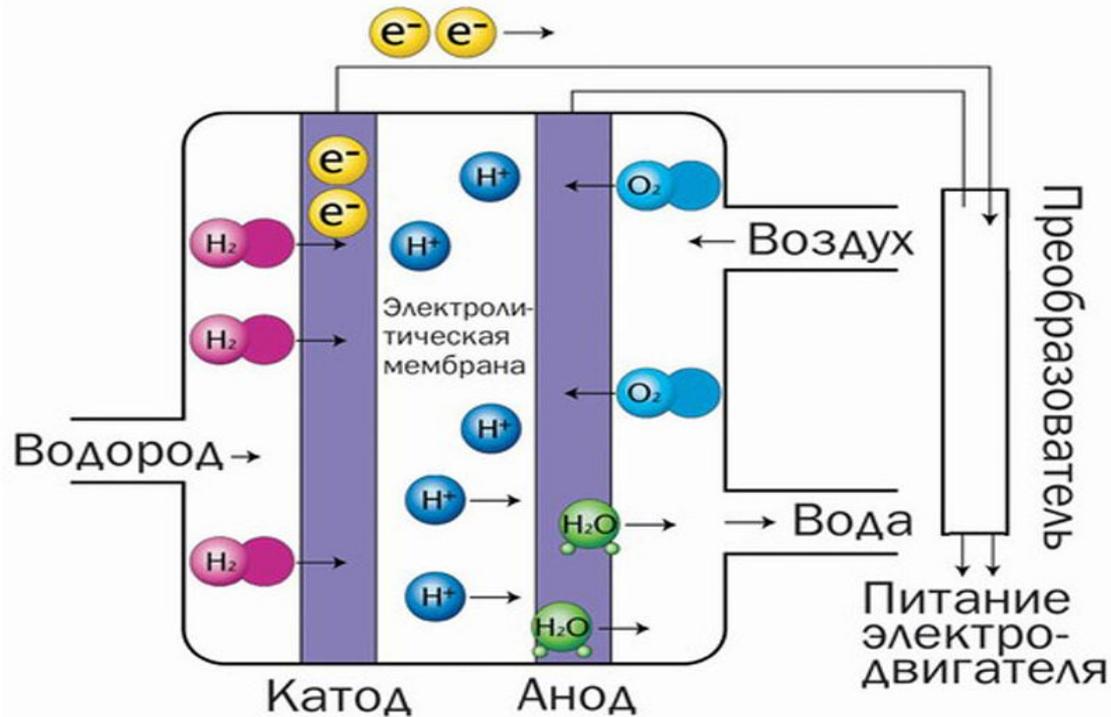


**Октакоптер «НЕЛК»**



**«Инспектор – 1»**

**Водородно-воздушный топливный элемент нового поколения**



В водородно-воздушном топливном элементе ток вырабатывается в результате электрохимической реакции водорода, поступающего из баллона, с кислородом воздуха (эти процессы протекают на разных сторонах мембраны, покрытой каталитическим слоем с добавлением платины). Схематично это можно описать так. С одной стороны, в электрод ТЭ подается водород - где он разделяется на протоны и электроны, а с другой стороны — кислород или воздух. От анода к катоду протоны двигаются через специальную мембрану, а электроны — через внешнюю цепь, создавая электрический ток. На катоде они вступают в реакцию с атмосферным кислородом, в результате чего получается вода.

## Водородно-воздушный топливный элемент

## НОВАЯ СИСТЕМА ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

На основе новой технологии водород-воздушных топливных элементов для беспилотных летательных аппаратов и иных роботизированных комплексов.



ATEnergy

**Принцип работы водородно-воздушного топливного элемента  
на примере продукции компании ATEnergy**



АТЭС-10

## ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Это альтернатива аккумуляторным батареям, позволяющая хранить до **10 раз больше** энергии.





Батарея  
топливных  
элементов

Топливная  
система



## ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Осуществляют превращение химической энергии водорода в электричество, минуя малоэффективные процессы горения и превращения тепловой энергии в механическую.





ATEnergy

## ПРИНЦИП РАБОТЫ

В топливном элементе происходит электрохимическая реакция окисления водорода.

$\square$   $H_2$   
Водород

$\circ$   $O_2$   
Кислород из воздуха



$H_2O$   
Вода

Единственный побочный  
продукт работы  
топливного элемента.

## ПРИНЦИП РАБОТЫ

**На аноде** водород отдает электроны во внешнюю цепь, а протоны проводятся через мембрану.  
**На стороне катода** протон и пришедший электрон соединяются с молекулой кислорода



Удельная энергоёмкость, Вт\*ч/кг



Время полета, ч



Полезная нагрузка, кг



## ХОЛОДНЫЙ ЗАПУСК

Особые свойства мембраны позволяют осуществлять запуск и эксплуатацию при температурах от  $-40^{\circ}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$



REC  
1920x1080

MNL

1/125  
OPEN  
3dB

ATEnergy

Более  
**10** часов  
полета



## ПАРАМЕТРЫ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Мощность: **300 – 5000 Вт**

Удельная  
энергоемкость: **500 – 1000 Вт\*ч/кг**

Срок службы: **> 1000 часов полета**

Температура запуска: **от -40 °С**

Уровень вибрации: **< 60 Гц**

