



**Проектирование, разработка,
изготовление и изучение ДУ
микротяги малых космических
аппаратов.**

Разработали проект:

ПО "Полет"-филиал ФГУП "ГКНПЦ
им. М.В.Хруничева"

Цель

Проектирование, разработка и изготовление ДУ на разных принципах создания тяги, а также изучение фундаментальных процессов, происходящих в микродвигателе.

Задачи

1. *Проведение обзоров в области исследований лаборатории.*
2. *Разработка новых принципов создания микротяги ДУ малого космического аппарата.*
3. *Проектирование микродвигателей.*
4. *Изготовление микродвигателей.*
5. *Экспериментальные исследования.*
6. *Обработка результатов экспериментов.*



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДУГОВОГО
ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОГО МИКРОДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ МАЛЫХ
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

*Разработали проект:
Омский государственный технический университет*

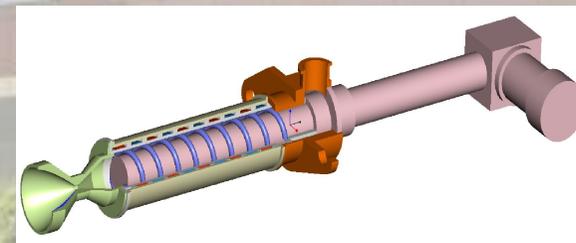
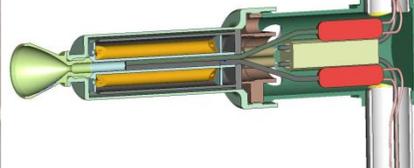
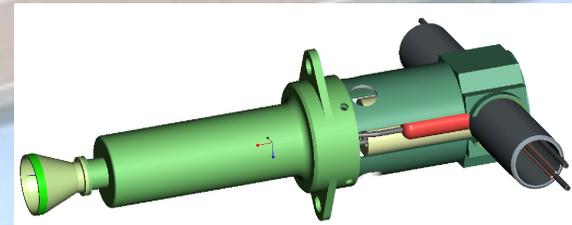
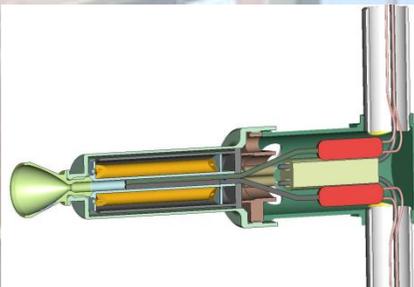
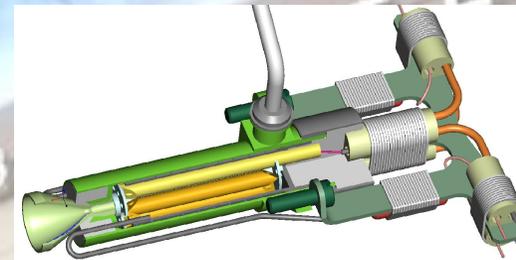
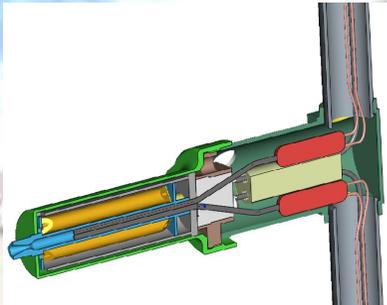
Цель работы

Создание электродугового ЭТМД с низким энергопотреблением (до 70 Вт) и высоким удельным импульсом тяги (до 350 с).

Постановка задачи

- .Определение работоспособности электродугового ЭТМД на азоте (аргоне) с визуализацией электрической дуги;*
- . Определение температуры нагрева рабочего тела на входе в критическое сечение сопла и конструкции электродугового ЭТМД при энергопотреблении 68 Вт;*
- .Изучение изменения геометрии катода в процессе функционирования электродугового ЭТМД.*

Опыт создания КДУ МКА



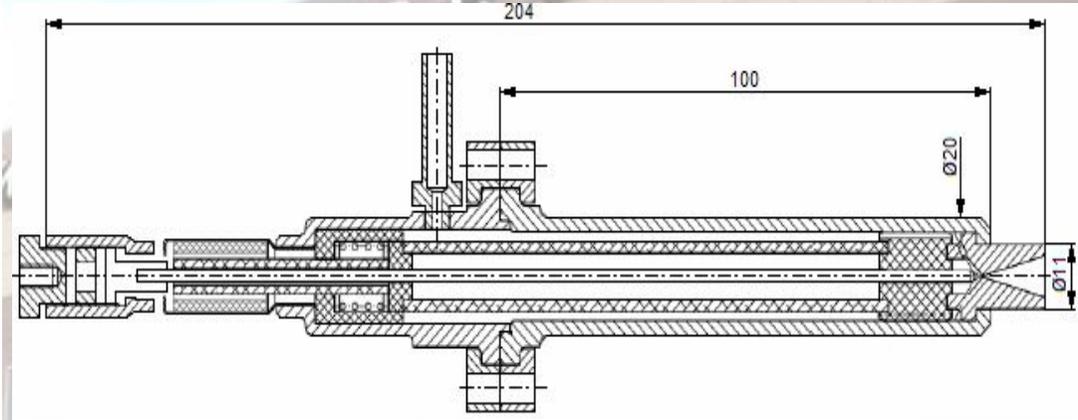
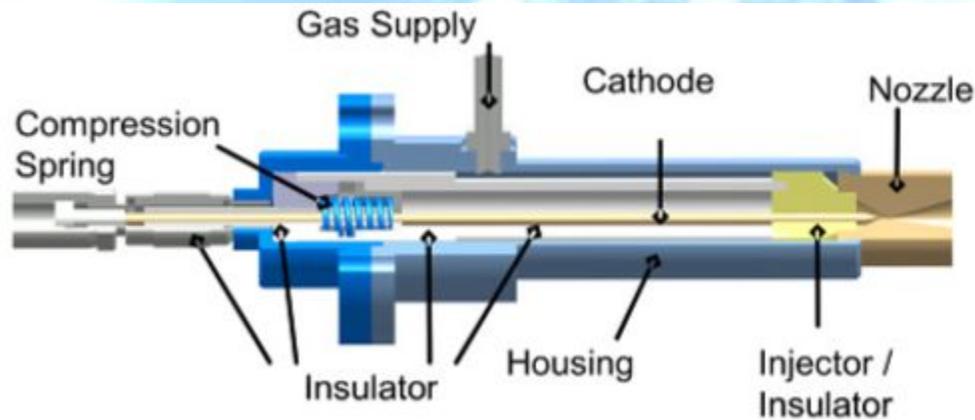
Тяга двигателя, мН – 30

Топливо – жидкий аммиак

Удельный импульс тяги, м/с - 2300-2500

Потребляемая мощность, Вт – до 100

Аналоги



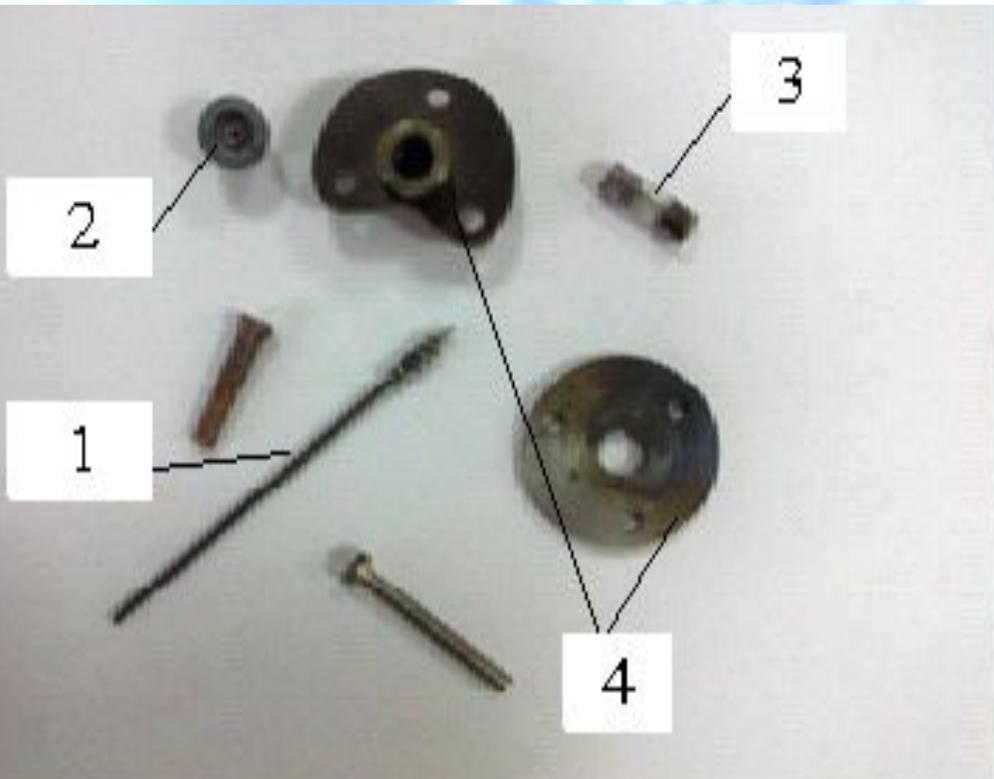
TALOS

VELARC

Рабочее тело	аммиак
Расход рабочего тела, мг/с	20-30
Тяга, мН	100
Мощность, кВт	1
Удельный импульс, с	500

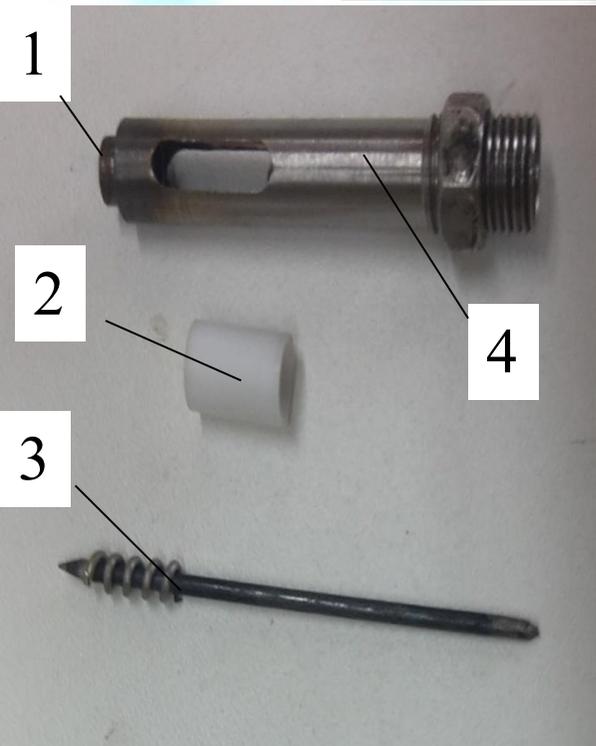
Рабочее тело	аммиак
Расход рабочего тела, мг/с	12,7
Тяга, мН	27,5
Мощность, Вт	375
Удельный импульс, с	520

Демонстрационный образец электродугового ЭТМД №1



Конструкция экспериментального образца электродугового ЭТМД №1
1 – катод с завихрителем газа; 2 – анод в корпусе;
3 – трубка визуализации дуги;
4 – конструктивные корпусные элементы

Демонстрационный образец электродугового ЭТМД №2



- 1 – сопло;
- 2 – держатель катода;
- 3 – катод с завихрителем;
- 4 – корпус;
- 5 – трубка визуализации дуги;
- 6 – подводящий трубопровод;
- 7 – штуцер ввода газа;

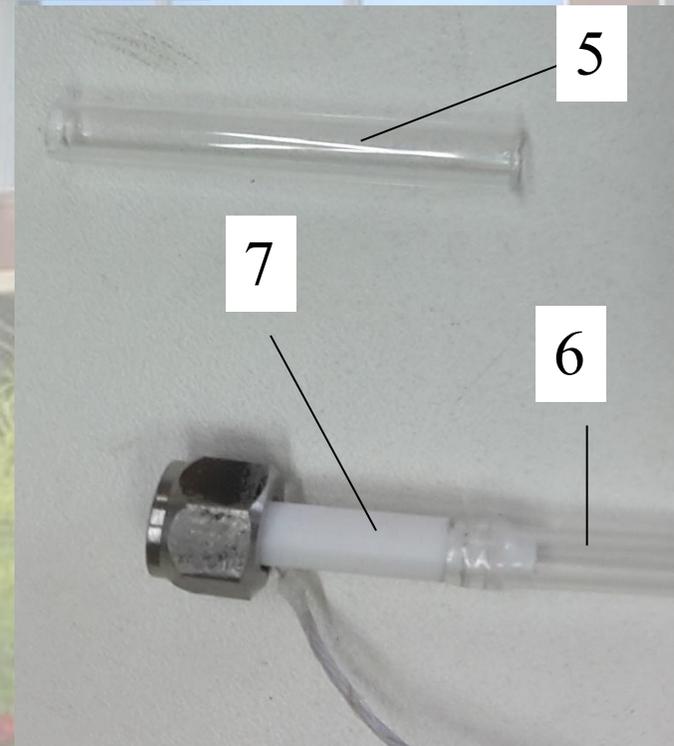
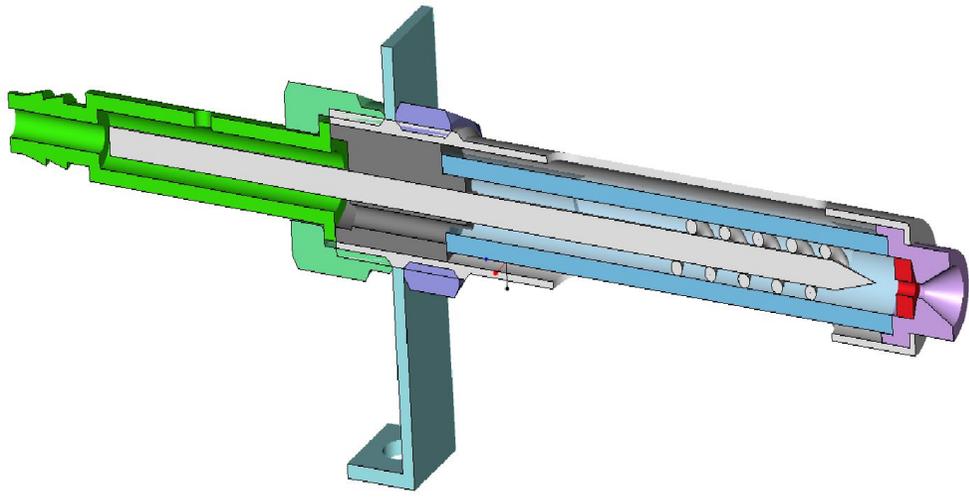
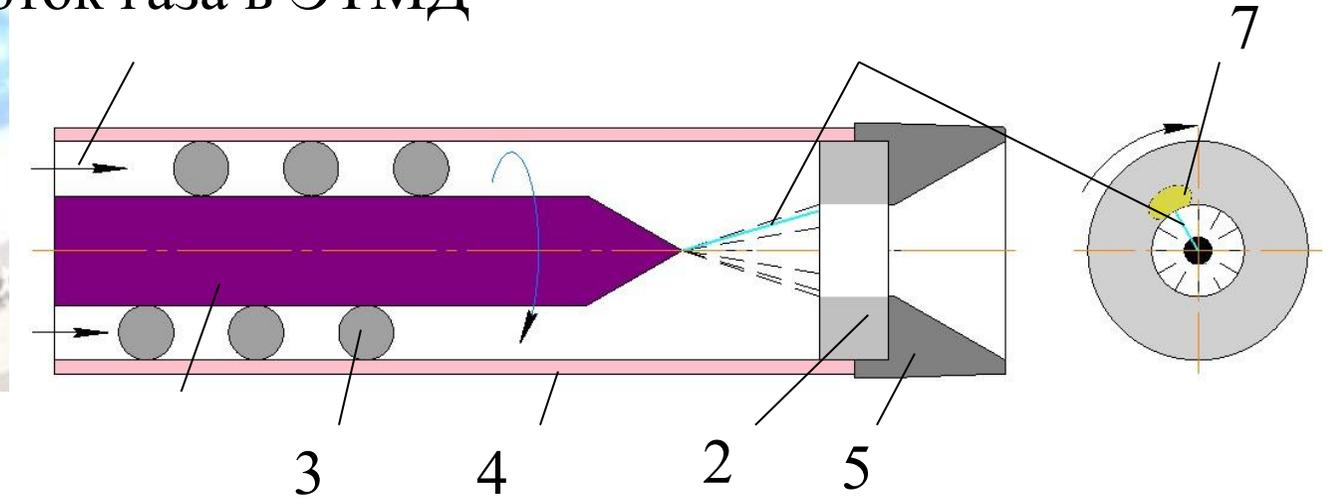


Схема работы электродугового ЭТМД

Поток газа в ЭТМД



Разрез электродугового ЭТМД: 1 – катод; 2 – анод; 3 – завихритель;
4 – корпус; 5 – сопло; 6 – мгновенная дуга; 7 – анодное пятно.

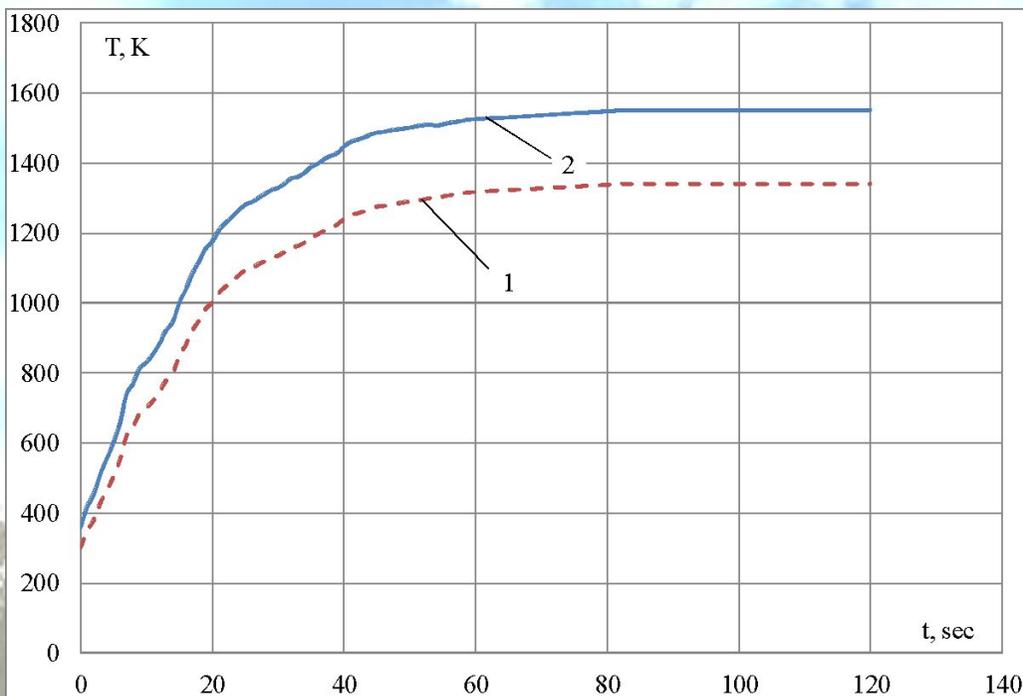
Испытания демонстрационного образца №2



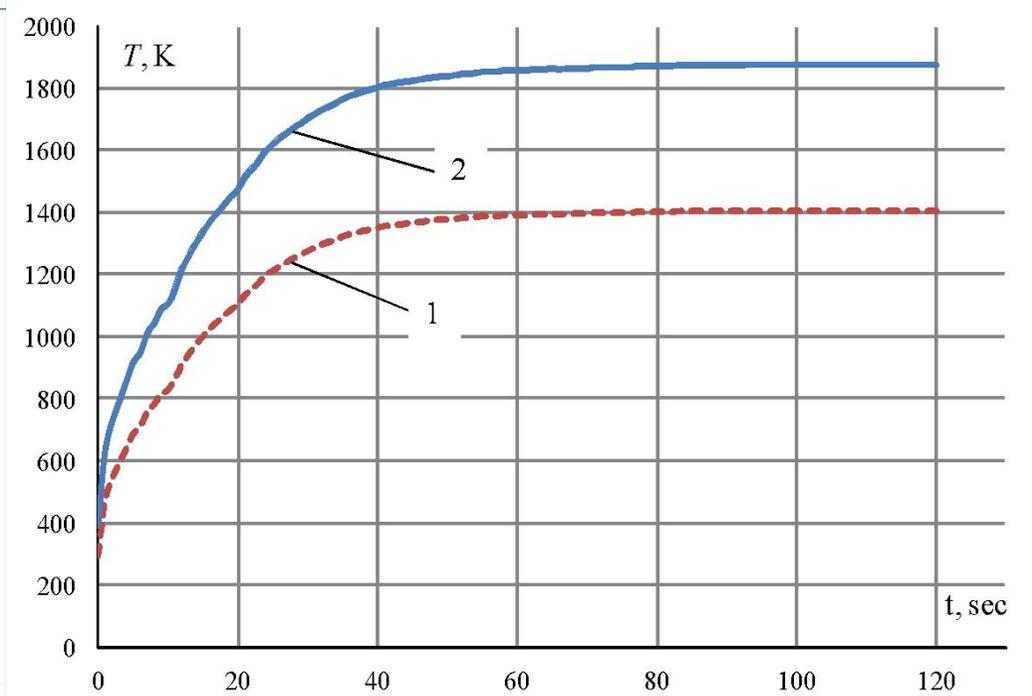
Характеристики электродугового микродвигателя

Азот	Рабочее тело	Аргон
69	Потребляемая мощность, Вт	69
23,7	Расход рабочего тела, мг/с	28,4
23	Напряжение, В	23
120	Время работы, с	120

Температурные исследования электродугового ЭТМД



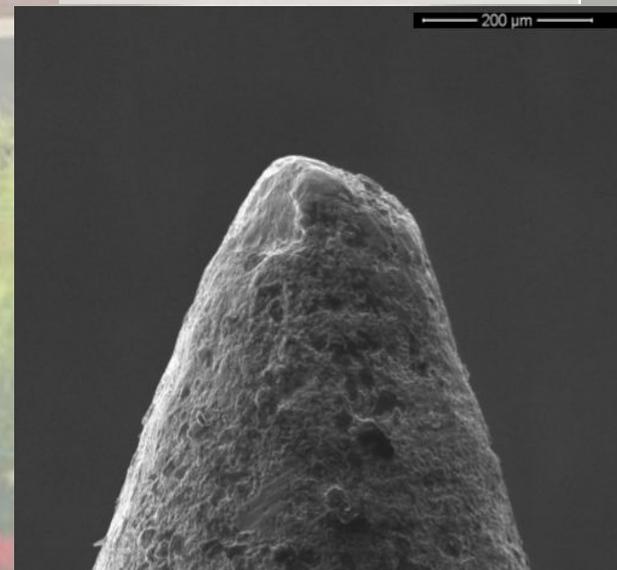
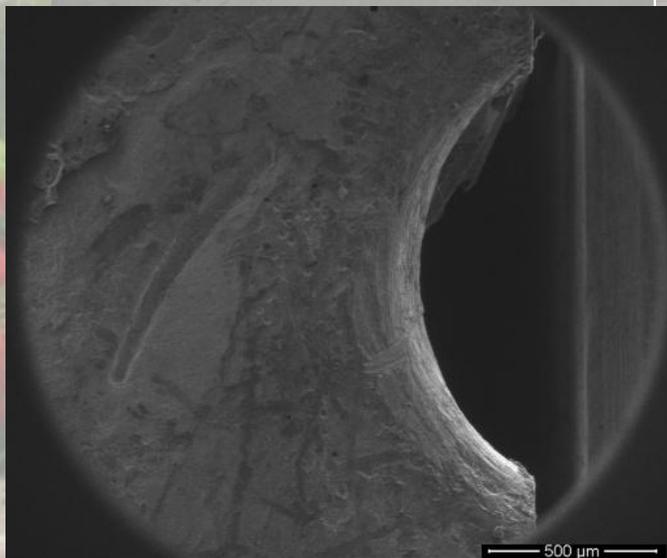
Азот



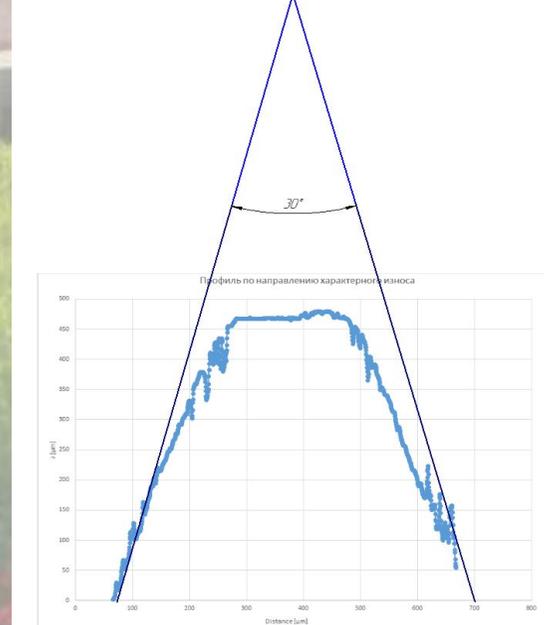
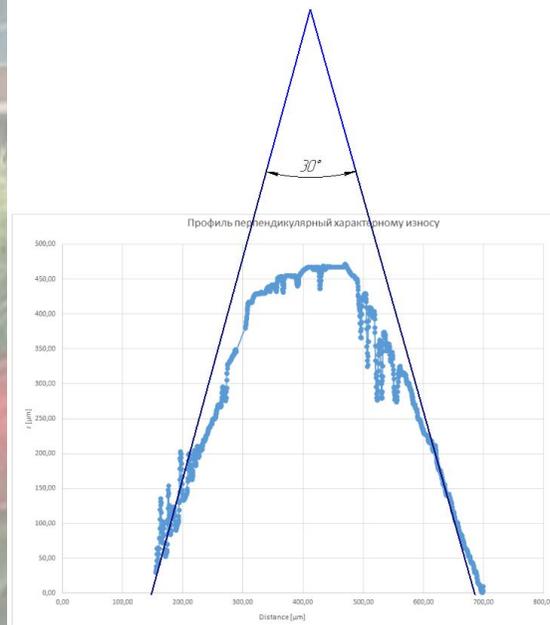
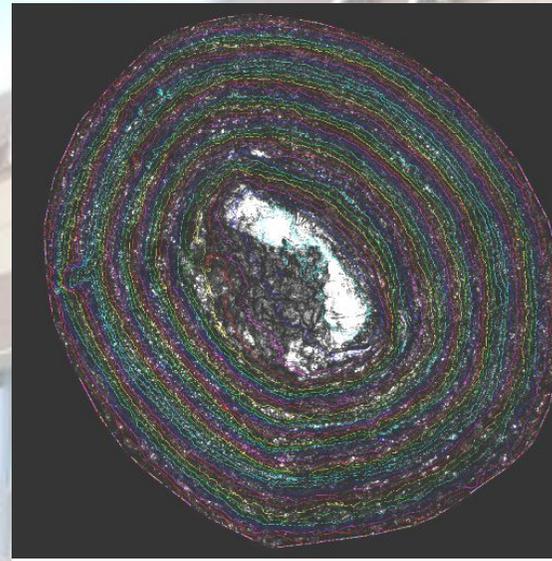
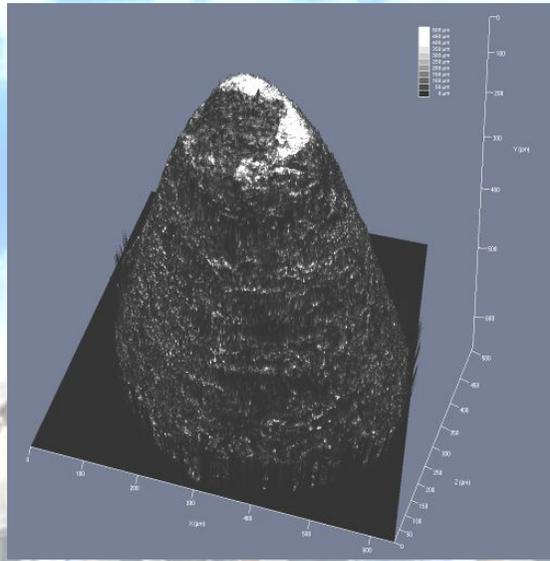
Аргон

Изменение температуры газа в сопле в районе критического сечения (1) и расчетная температура рабочего тела в камере (2) электродугового ЭТМД

Опытные образцы элементов конструкции электродугового ЭТМД для проведения исследования по износостойкости электродов



Исследование геометрического профиля анода



Выводы:

- в результате экспериментальных исследований электродугового ЭТМД на азоте и аргоне при потребляемой мощности 68 Вт подтверждена работоспособность ЭТМД путем визуализации устойчивой электрической дуги.
- температура рабочего тела в сопле в районе критического сечения составила для азота – 1340 К, для аргона – 1400 К;
- на основе экспериментов рассчитана температура рабочего тела в камере на входе в критическое сечение сопла для азота – 1580 К, для аргона – 1840 К;
- из расчетных данных следует, что при работе на аммиаке возможно достижение удельного импульса тяги не менее $P_{уд} = (300...350) \text{ с}$;
- полученные размеры высоты изношенной поверхности катода (по перпендикулярному направлению – 359 мкм, по направлению площадки износа – 516 мкм) свидетельствуют о неравномерном характере износа, который предположительно может быть объяснен:
 - особенностями исходной формы катода, которая может отличаться от заданной геометрии;
 - особенностями конструкции системы катод-анод;
 - неоднородными свойствами материала.



Спасибо за внимание!