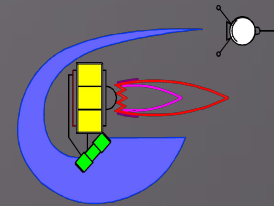


ФГУП ОКБ «Факел»



**ОТДЕЛЕНИЕ
ИСПЫТАНИЙ 04**

Виды испытаний

- ▣ Параметрические испытания
- ▣ Испытания по определению отклонения осевой составляющей вектора тяги
- ▣ Огневые испытания на тепловые циклы (запуск и работа изделий в условиях температуры приближенной к орбитальной)
- ▣ Стыковочные (интеграционные) испытания ЭРДУ с СПУ/РРУ, БПК/РМА, БХК
- ▣ Ресурсные испытания
- ▣ Автономные испытания катодов и модуль газораспределения



Стендовая база

Вакуумный стенд КВУ-120-2005



Объем вакуумной камеры – 120 м³

Диаметр вакуумной камеры – 3,8 м

Статическое вакуумное давление $< 5.0 \times 10^{-6}$ Torr

Динамическое вакуумное давление $< 2.0 \times 10^{-4}$

Torr

Скорость откачки (по воздуху) – около 100 м³/с

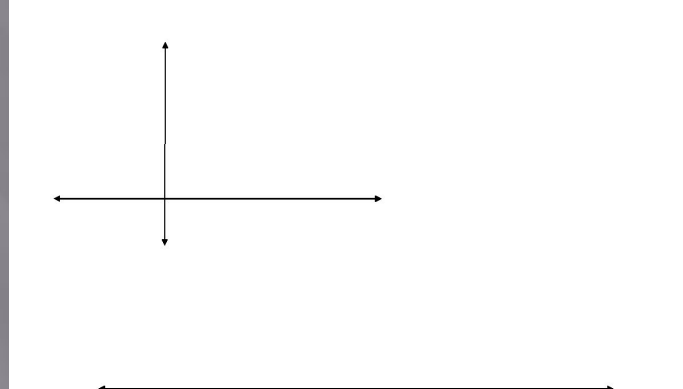
Количество измерительных каналов – более 60

Количество измерительных каналов температур



Стендовая база

Вакуумный стенд КВУ-120-2005



Проведение всех видов испытаний (параметрические, тепловакуумные, отклонения осевой составляющей вектора тяги, ресурсные) изделий с расходом до 40 мг/с.

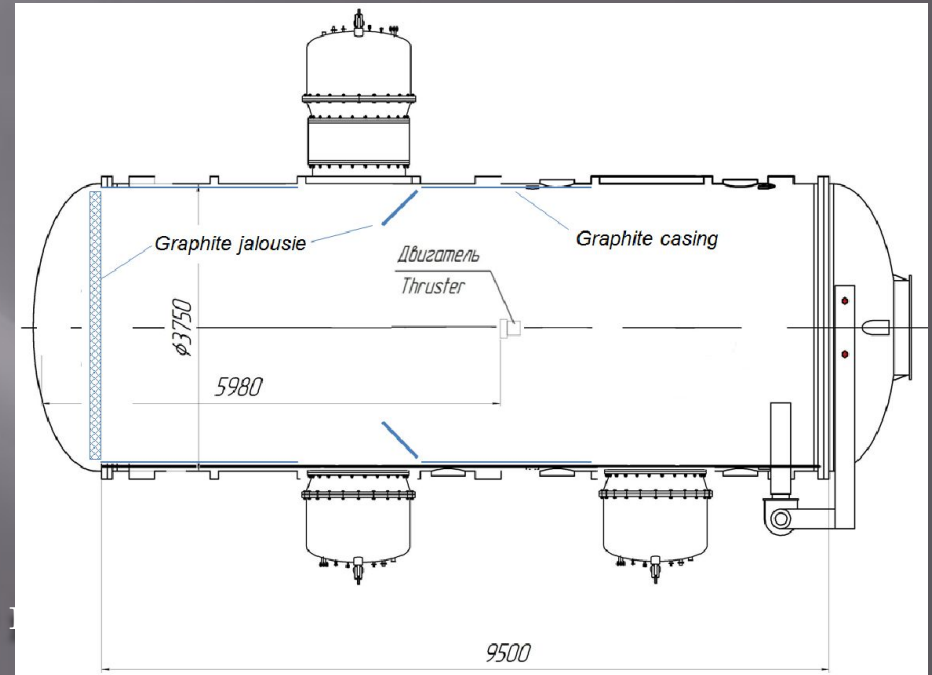
Проведение исследования параметров струи плазмы.

Основные испытываемые изделия: СПД-140 и его модификации.



Стендовая база

Вакуумный стенд КВУ-165



Объем вакуумной камеры – 120 м³

Диаметр вакуумной камеры – 3,8 м

Статическое вакуумное давление $< 5.0 \times 10^{-6}$ Torr

Динамическое вакуумное давление $< 2.0 \times 10^{-4}$

Torr

Скорость откачки (по воздуху) – около 100 м³/с

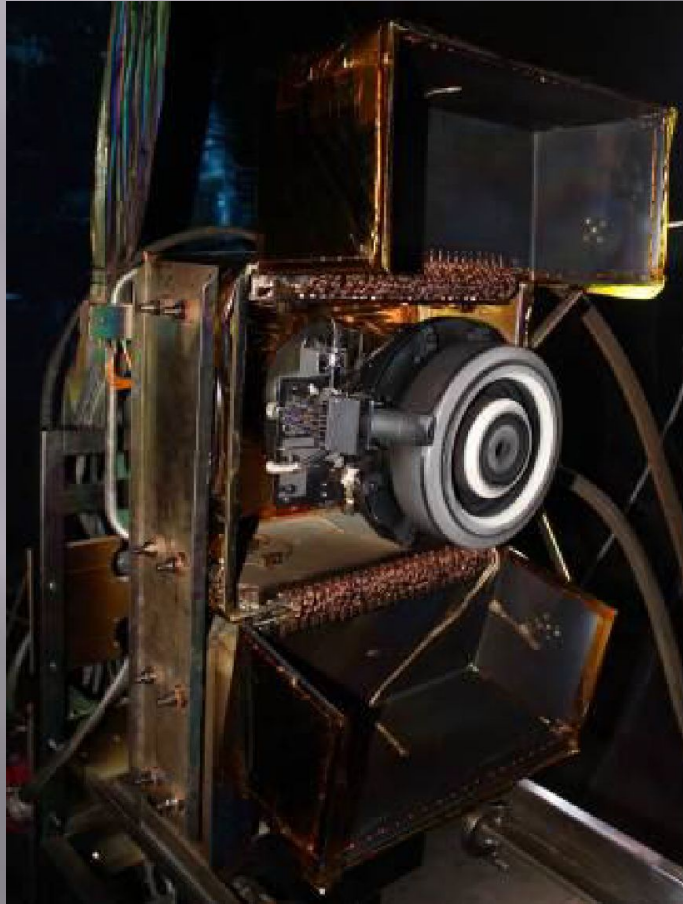
Количество измерительных каналов – более 60

Количество измерительных каналов температур



Стендовая база

Вакуумный стенд КВУ-165

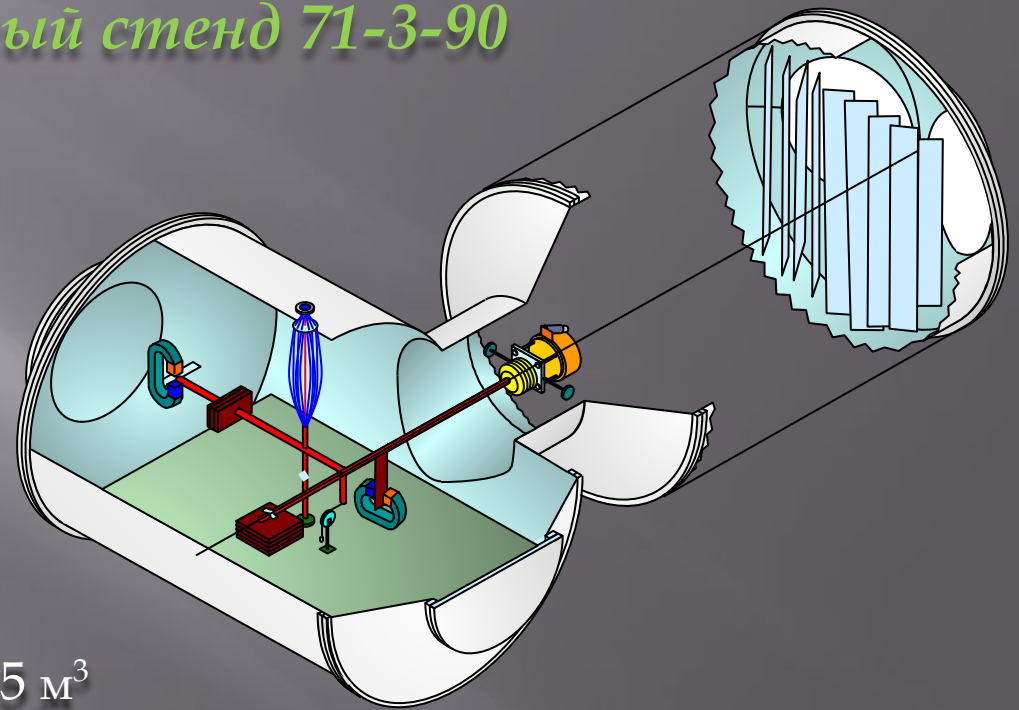


Проведение тепловакуумных, ресурсных и огневых испытаний без измерения тяги изделия и с расходом до 40 мг/с.
Основные испытываемые изделия: СПД-140 и его модификации.



Стендовая база

Вакуумный стенд 71-3-90



Объем вакуумной камеры – 45 м³

Диаметр вакуумной камеры – 2,5 м

Статическое вакуумное давление < 5.0×10^{-6} Torr

Динамическое вакуумное давление < 2.0×10^{-4}
Torr

Скорость откачки (по воздуху) – около 60 м³/с

Количество измерительных каналов – более 50

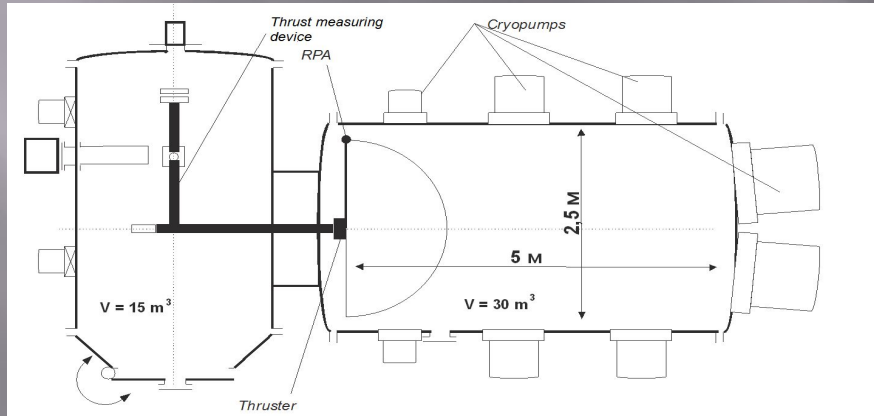
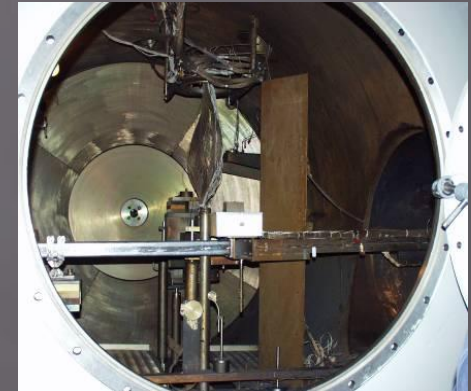
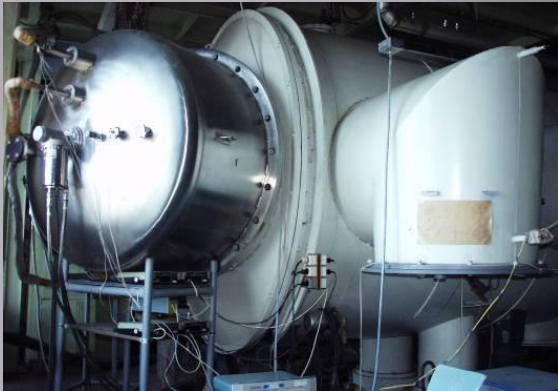
Количество измерительных каналов

температур – 33



Стендовая база

Вакуумный стенд 71-3-90

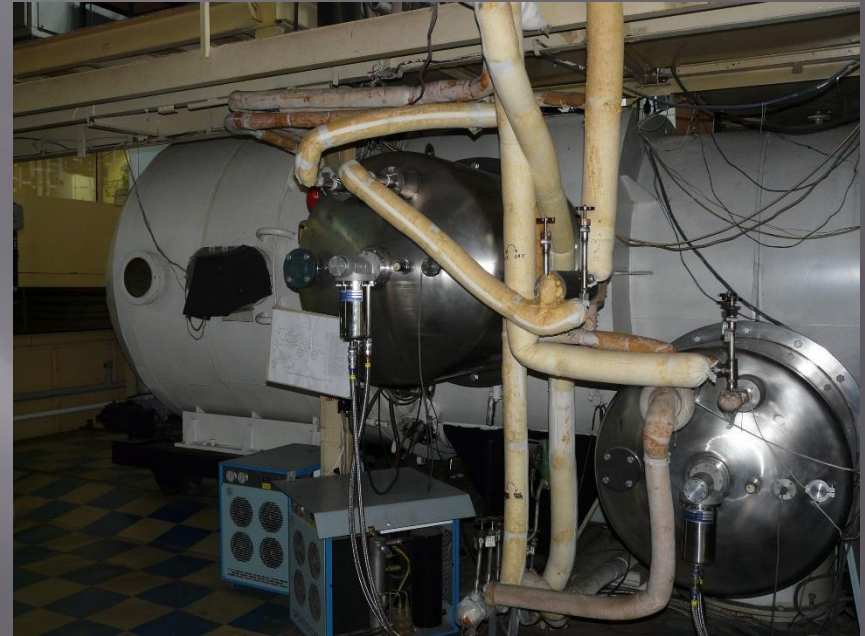


Проведение параметрических, тепловакуумных, ресурсных испытаний изделий с расходом рабочего тела до 20 мг/с.
Проведение исследования параметров струи плазмы.
Основные испытываемые изделия: СПД-140 и его модификации.



Стендовая база

Вакуумный стенд 33-7-11А



Объем вакуумной камеры – 22 м³

Диаметр вакуумной камеры – 1,5 м

Статическое вакуумное давление < 5.0×10^{-6}

Torr

Динамическое вакуумное давление < 2.0×10^{-4}

Torr

Скорость откачки (по воздуху) – около 25 м³/с

Количество измерительных каналов – 50

Количество измерительных каналов



Стендовая база

Вакуумный стенд 33-7-11А

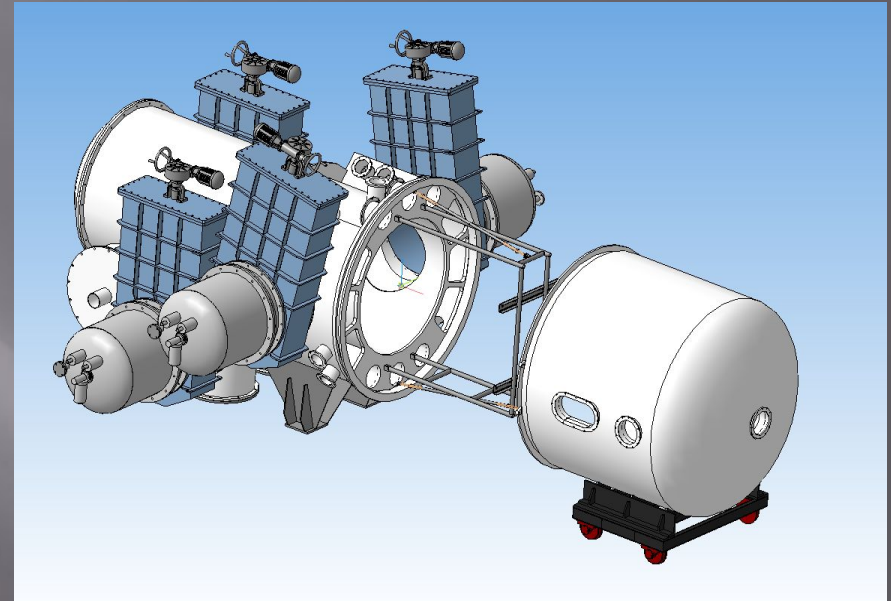


Проведение параметрических испытаний изделий с расходом рабочего тела до 10 мг/с. Основные испытываемые изделия: СПД-100, СПД-70, СПД-50 и их модификации.



Стендовая база

Вакуумный стенд 33-7-11



Объем вакуумной камеры – 22 м³

Диаметр вакуумной камеры – 1,5 м

Статическое вакуумное давление < 5.0×10^{-6} Torr

Динамическое вакуумное давление < 2.0×10^{-4}

Torr

Скорость откачки (по воздуху) – около 55 м³/с

Количество измерительных каналов – более 60

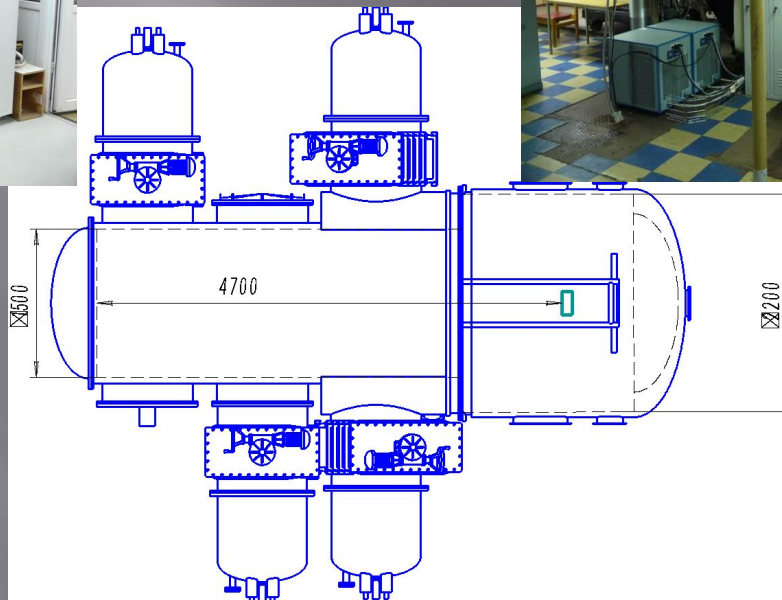
Количество измерительных каналов температур

- 120



Стендовая база

Вакуумный стенд 33-7-11



Проведение тепловакуумных и параметрических испытаний без измерения тяги изделия с расходом рабочего тела до 20 мг/с.

Проведение исследования параметров струи плазмы.

Основные испытываемые изделия: СПД-140, СПД-100, СПД-70, СПД-50 и их модификации.



Стендовая база

Вакуумный стенд 71-4-90



Объем вакуумной камеры – 13,5 м³

Диаметр вакуумной камеры – 1,2 м

Статическое вакуумное давление $< 5.0 \times 10^{-6}$ Torr

Динамическое вакуумное давление $< 2.0 \times 10^{-4}$

Torr

Скорость откачки (по воздуху) – около 30 м³/с

Количество измерительных каналов – 60

Количество измерительных каналов температур

- 120



Стендовая база

Вакуумный стенд 71-4-90

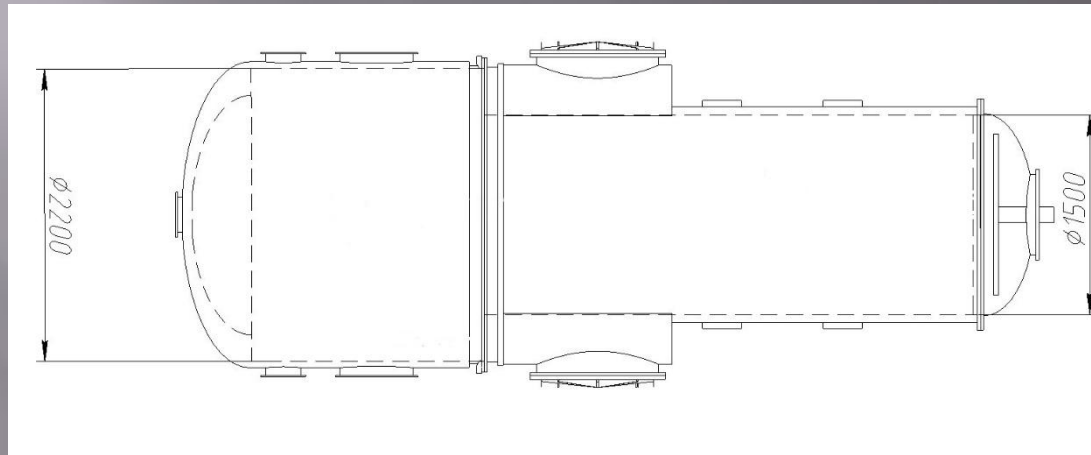


Проведение автономных испытаний катодов, а также тепловакуумных и параметрических испытаний изделий (без измерения тяги) с расходом рабочего тела до 10 мг/с. Основные испытываемые изделия: Блок К, СПД-100, СПД-50 и их модификации.



Стендовая база

Вакуумный стенд 33-5-9



Объем вакуумной камеры – 20 м³

Диаметр вакуумной камеры – 1,5 м

Статическое вакуумное давление < 5.0×10^{-6}

Torr

Динамическое вакуумное давление < 2.0×10^{-4}

Torr

Скорость откачки (по воздуху) – около 50

м³/с



Стендовая база

Вакуумный стенд 33-5-9

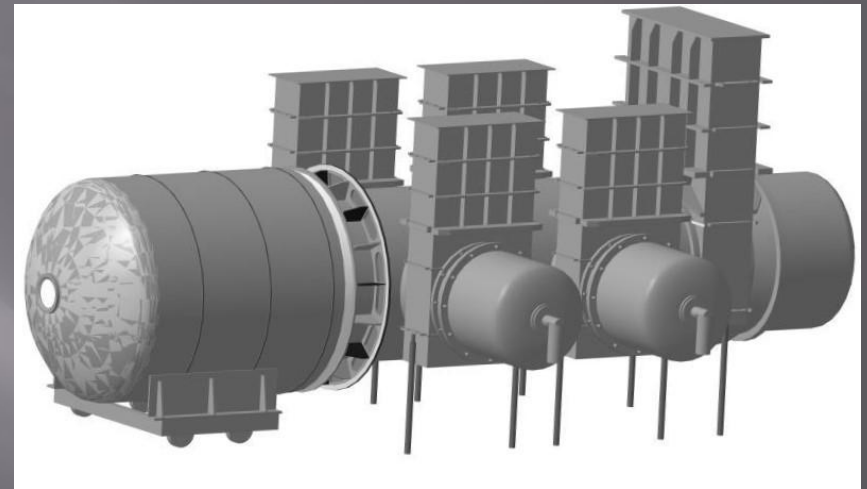


Проведение испытаний по измерению отклонения вектора тяги изделий с расходом рабочего тела до 10 мг/с. Основные испытываемые изделия: СПД-100, СПД-70, СПД-50 и их модификации.



Стендовая база

Вакуумный стенд 71-1-84



Объем вакуумной камеры – 20 м³

Диаметр вакуумной камеры – 1,5 м

Статическое вакуумное давление < 5.0×10^{-6} Torr

Динамическое вакуумное давление < 2.0×10^{-4}

Torr

Скорость откачки (по воздуху) – около 55 м³/с

Количество измерительных каналов – 50

Количество измерительных каналов температур



Стендовая база

Вакуумный стенд 71-1-84



Проведение тепловакуумных и параметрических испытаний изделий с расходом рабочего тела до 10 мг/с.

Проведение исследования параметров струи плазмы.

Основные испытываемые изделия: СПД-100, СПД-70, СПД-50 и их модификации.



Стендовая база

Вакуумный стенд 33-9-13-1



Объем вакуумной камеры – 4 м³

Диаметр вакуумной камеры – 0,9 м

Статическое вакуумное давление < 5.0×10^{-6}

Torr

Динамическое вакуумное давление < 2.0×10^{-4}

Torr

Скорость откачки (по воздуху) – около 36

м³/с



Стендовая база

Вакуумный стенд 33-9-13-1



Проведение автономных испытаний катодов, определение неравномерности распределения расхода в аноде и научно-исследовательские работы с изделиями с расходом рабочего тела до 6 мг/с.

Основные испытываемые изделия: различные модификации катодов.



Стендовая база

Вакуумный стенд 5-3-23

Объем вакуумной камеры – 0,7 м³

Диаметр вакуумной камеры – 0,9 м

Статическое вакуумное давление < 5.0×10^{-6}

Torr

Динамическое вакуумное давление < 2.0×10^{-4}

Torr

Скорость откачки (по воздуху) – около 5 м³/с

Количество измерительных каналов – 45



Стендовая база

Вакуумный стенд 5-3-23



*Проведение без расходных циклических испытаний катодов.
Основные испытываемые изделия: различные модификации
катодов.*



Стендовая база

Вакуумный стенд КВ-1.9



Объем вакуумной камеры – 1,9 м³

Диаметр вакуумной камеры – 0,9 м

Статическое вакуумное давление < 5.0×10^{-6} Torr

Динамическое вакуумное давление < 2.0×10^{-4}

Torr

Скорость откачки (по воздуху) – около 15 м³/с

Количество измерительных каналов – 40

Количество измерительных каналов



Стендовая база

Вакуумный стенд КВ-1.9



Проведение автономных испытаний катодов с расходом рабочего тела до 1 мг/с. Основные испытываемые изделия: различные модификации катодов.



Стендовая база

Вакуумный стенд 71-2-85



Объем вакуумной камеры – $13,5 \text{ м}^3$

Диаметр вакуумной камеры – $1,6 \text{ м}$

Статическое вакуумное давление $< 5.0 \times 10^{-6} \text{ Torr}$

Динамическое вакуумное давление $< 2.0 \times 10^{-4} \text{ Torr}$

Скорость откачки (по воздуху) – около $65 \text{ м}^3/\text{с}$

Количество измерительных каналов – 60

Количество измерительных каналов температур –

160



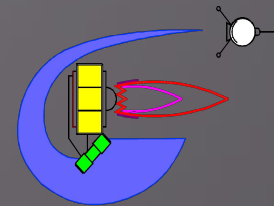
Стендовая база

Вакуумный стенд 71-2-85



*Проведение параметрических испытаний без измерения тяги изделия с расходом рабочего тела до 10 мг/с.
Основные испытываемые изделия: СПД-100, СПД-50 и их модификации.*





ЛАБОРАТОРИЯ ИСПЫТАНИЙ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ



Виды испытаний

- Испытания на воздействие внешних факторов, свойственных условиям хранения и транспортирования в наземных условиях как автономно, так и в составе КА
- Испытания на воздействие внешних механических нагрузок, свойственных условиям выведения в составе КА на орбиту
- Испытания на воздействие внешних факторов, свойственных условиям эксплуатации в составе КА на орбите



Виды воздействий

- ❖ вибрационные (синусоидальные и случайные) воздействия;
- ❖ ударные воздействия;
- ❖ линейные ускорения;
- ❖ воздействие влажности;
- ❖ воздействие температуры среды
- ❖ термоциклы при атмосферном давлении.

Все имеющееся испытательное и измерительное оборудование аттестовано и поверено по действующей на предприятии документации в соответствии с требованиями стандартами РФ и требованиями зарубежных заказчиков.



Стендовая база

Вибрационный стенд TV 57315/L-340

«малой мощности»

Год изготовления – 2010 г.

Производство - TIRA GmbH, Германия

Номинальное толкающее усилие – 15 кН

Диапазон частот – (5 ... 2500) Гц

Размеры вертикального стола - \varnothing 340 мм



Стендовая база

Вибрационный стенд TV
57315/L-340

«малой мощности»



Год изготовления – 2017 г.

Производство - TIRA GmbH, Германия

Номинальное толкающее усилие – 15 кН

Диапазон частот – (5 ... 3000) Гц

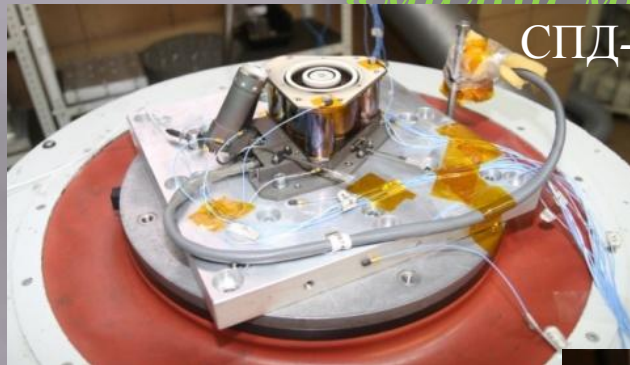
Размеры вертикального стола - \varnothing 340 мм



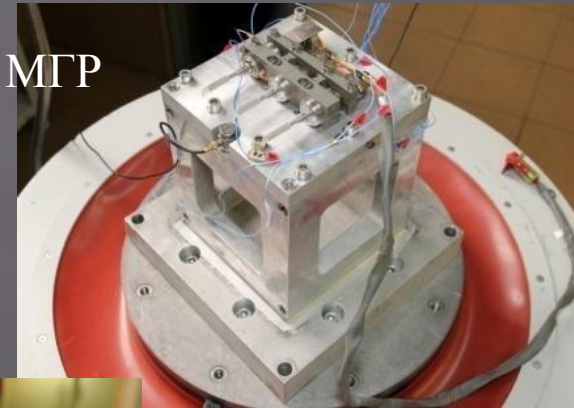
Стендовая база

Вибрационный стенд TV
57315/L-340

«малой мощности»



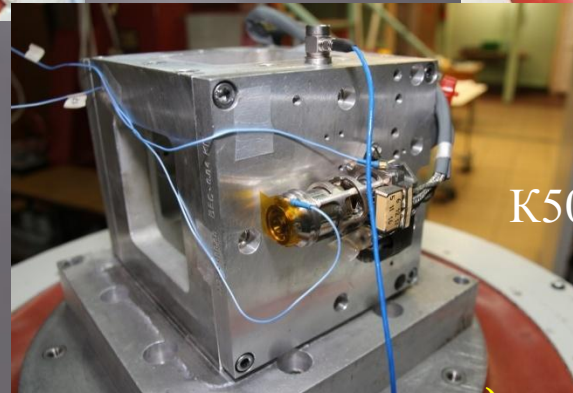
СПД-50



МГР



МЭК



К50-10.6

Проведение испытаний на вибрационную прочность, исследование резонансных характеристик изделий массой до 10 кг и габаритными размерами не более (300 x 300 x 300) мм с максимальным ускорением до 30 g (малогабаритная арматура, МГР, СПД-50 и др.).



Стендовая база

Вибрационный стенд ES50-445/DA-50/BT600M-2 «средней мощности»

Год изготовления – 2008 г.

Производство - Dongling, Китай

Номинальное толкающее усилие – 50 кН

Диапазон частот – (5 ... 2500) Гц

Размеры столов:

Ø 440 мм (вертикальный)

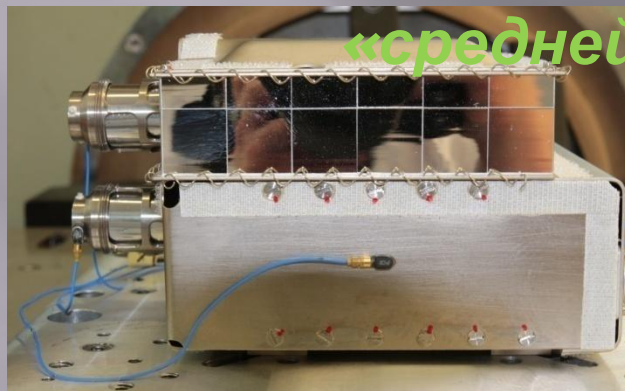
(600 x 600) мм (горизонтальный)



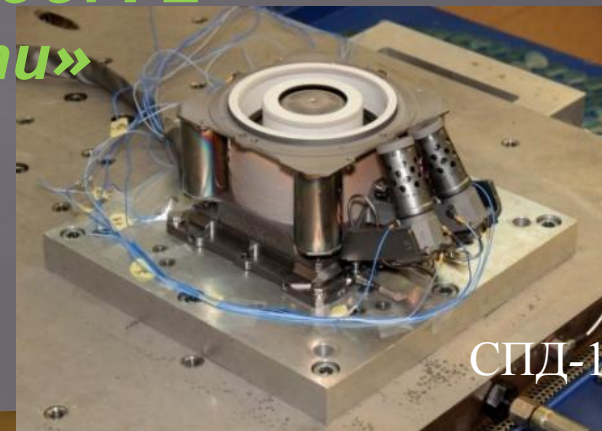
Стендовая база

Вибрационный стенд
ES50-445/DA-50/ВТ600М-2

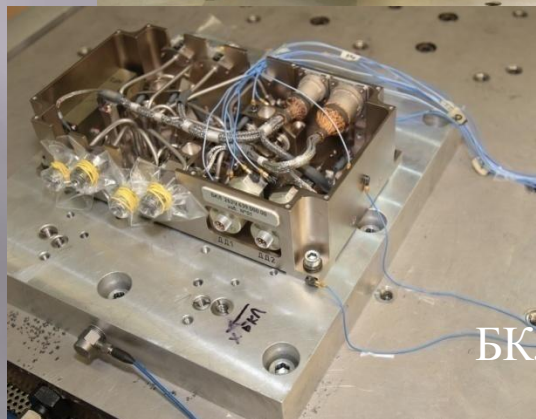
«средней мощности»



ДБ



СПД-100



БКЛ



СПД-50

Проведение испытаний на вибрационную прочность, исследование резонансных характеристик изделий массой до 20 кг и габаритными размерами не более (500 x 500 x 500) мм с максимальным ускорением до 30 g (изделия СПД-100В, ДБ1, БПК и др.).



Стендовая база

Вибрационный стенд V 894-440/НВТ900 COMBO «средней мощности»

Год изготовления – 1990 г.

Производство - LDS,
Великобритания

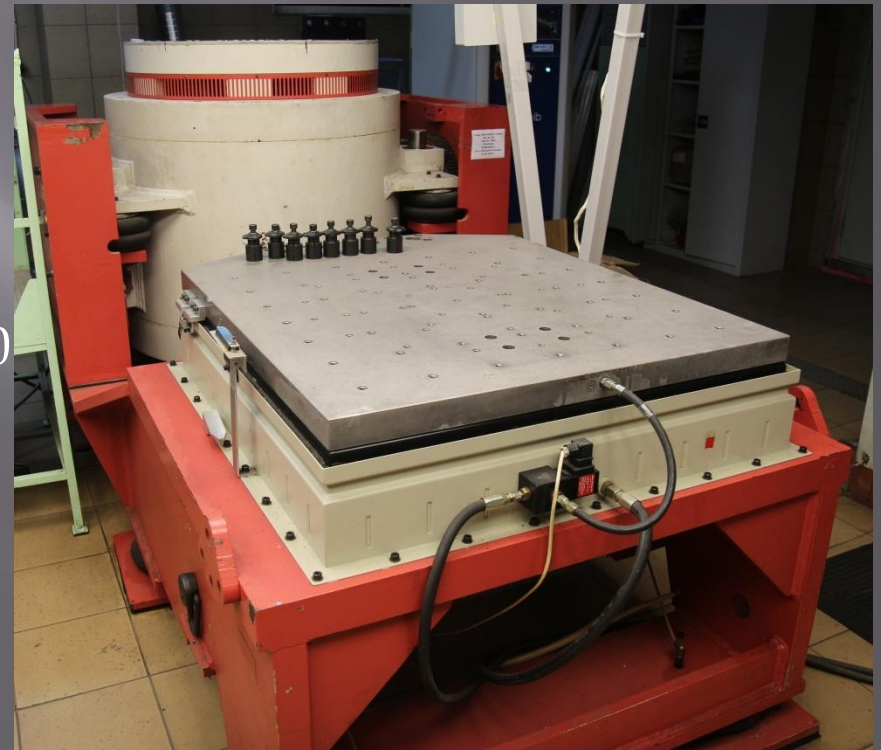
Номинальное толкающее усилие – 50
кН

Диапазон частот – (5 ... 2000) Гц

Размеры столов:

Ø 440 мм (вертикальный)

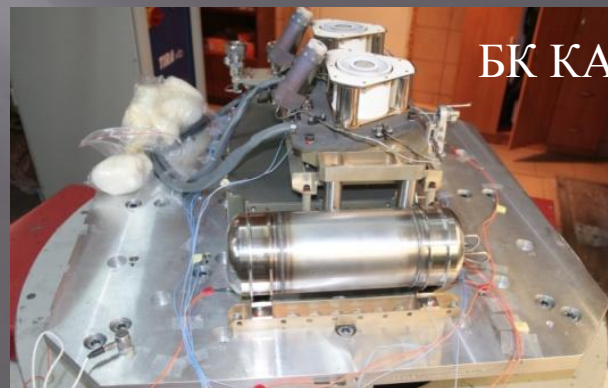
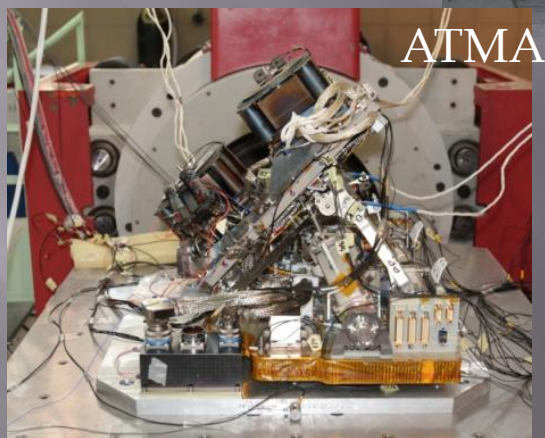
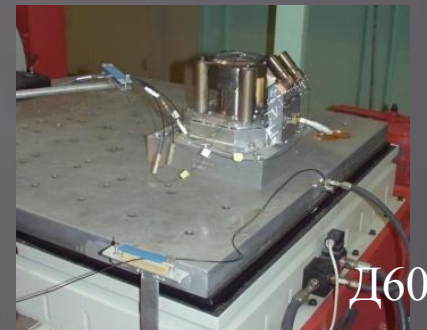
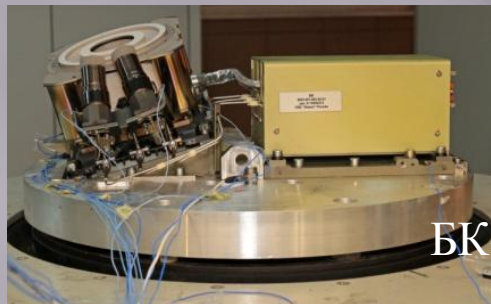
(900 x 900) мм (горизонтальный)



Стендовая база

Вибрационный стенд V 894-440/НВТ900 COMBO

«средней мощности»



Проведение испытаний на вибрационную прочность, исследование резонансных характеристик изделий массой до 20 кг и габаритными размерами не более (700 x 700 x 700) мм с максимальным ускорением до 25 g (изделия СПД-140, БК, АТМА и др.)



Стендовая база

Стенд ST-800 для испытаний на ударную прочность

Год изготовления: 1985 г.

Производство : Frits Heckert, ГДР

Ускорение полусинусоидального импульса до 700 g

Длительность полусинусоидального импульса
– от 0,2 до 20 мс

Масса испытываемого объекта (с учетом оснастки)
до 800 кг

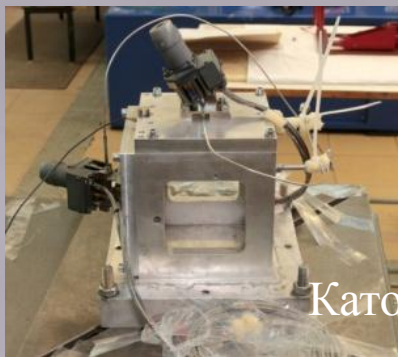
Максимальный габаритный размер (с оснасткой):

не более 1000 мм

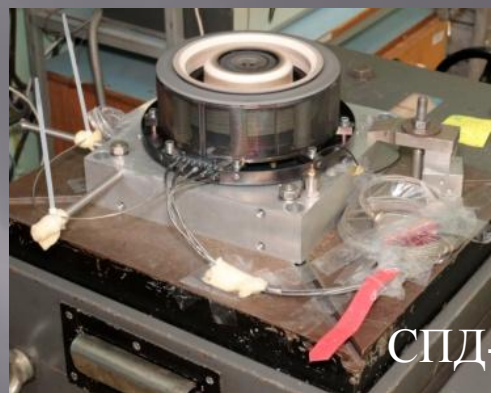


Стендовая база

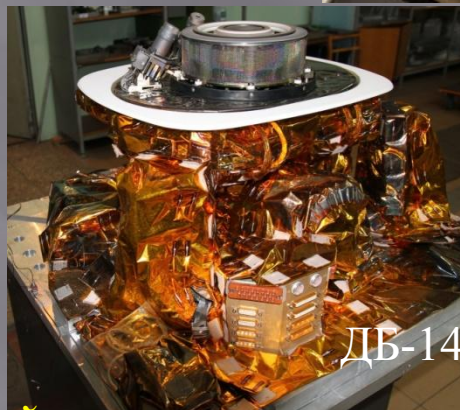
Стенд ST-800 для испытаний на ударную прочность



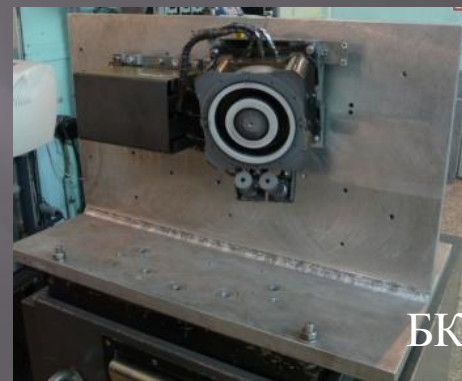
Катод К-15



СПД-140



ДБ-140



БК

Проведение испытаний на транспортирование и ударную прочность, двигателей, двигательных установок и элементов, входящих в их состав с массой до 30 кг и габаритными размерами не более (1000 x 1000 x 1000) мм с максимальным ускорением до 700 g.



Стендовая база

Ударная установка УИУ-1

для испытаний на высокоинтенсивные ударные нагрузки

Разработка и изготовление: ФГУП ОКБ «Факел»

Ускорение ударного спектра до 7000 g

Длительность ударного воздействия
– от 0,1 до 1 мс

Масса испытываемого изделия до 10 кг

Максимальный габаритный размер:

не более 300 мм



Стендовая база

Ударная установка УИУ-1

для испытаний на высокоинтенсивные ударные

нагрузки



Проведение испытаний на высокоинтенсивные ударные нагрузки, двигателей и элементов двигательных установок, с массой до 10 кг и габаритными размерами не более (300 x 300 x 300) мм со значением спектра отклика удара до 7000 г.



Стендовая база

Испытательные климатические камеры EXCAL 14023 HE

Годы изготовления: 2011, 2015 гг.

Производство : Climats, Франция

Влажность до 98 %

Рабочий диапазон температуры

от минус 70 до +100 °С

Рабочий объем – 1500 л



Проведение испытаний на влажность, изменение температуры, термоциклы двигателей, двигательных установок и элементов, входящих в их состав с массой до 30 кг и габаритными размерами не более (1000 x 1000 x 1000) мм.



Перспективные изделия



ДБ140

Ограничения существующего оборудования для вибрационных и ударных испытаний перспективных изделий:

- по величине ускорения из-за массы системы «подвижная система стенда + оснастка + изделие»
- по габаритам устанавливаемой системы «изделие + оснастка»
- по допустимым опрокидывающим моментам
- по точности поддержания режимов вибрационных нагрузений при испытаниях крупногабаритных изделий

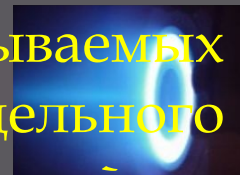


СПД-230



Имеющееся оборудование позволяет проводить вибрационные испытания существующей номенклатуры изделий ОКБ «Факел» (двигатели и двигательные блоки на их основе, блоки подачи и т.д.) с массой до 20 кг при воздействии вибрационных нагрузок с уровнями, отвечающими требованиям эксплуатации на космических аппаратах нового поколения, таких как Глонасс-К, Луч-5А, Экспресс-АМ, Канопус-В-ИК, и др.

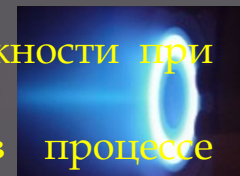
Для проведения вибрационных испытаний перспективных двигателей и ДУ (ДУ140/100, МДУ, СПД-230, РТМ и др.) для перспективных КА параметры существующего стендового вибрационного оборудования недостаточны для обеспечения необходимых требований по условиям проведения испытаний, с учетом необходимости использования крупногабаритной оснастки для крепления к стенду (величина толкающего усилия, опрокидывающих моментов, отклонение в испытательных нагрузках, масса и габариты испытываемых изделий и др.), вследствие чего требуется создание отдельного рабочего места по проведению вибрационных испытаний на



Ожидаемые результаты от создания отдельного рабочего места по проведению вибрационных испытаний на основе вибрационной установки «большой» мощности

Создание дополнительного рабочего места на основе вибростенда с горизонтальным столом и толкающим усилием 160 кН позволит обеспечить проведение вибрационных испытаний перспективных двигателей и ДБ на их основе, отличающихся большими габаритными размерами, значительными опрокидывающими моментами и обеспечивающих перспективные КА средствами довыведения с опорной орбиты на рабочую, а также маршевыми двигательными установками. Использование указанного оборудования позволит ОКБ «Факел» выйти на более высокий качественный уровень прочностной отработки изделий в условиях современных повышенных требований по точности поддержания режимов испытаний, детального контроля состояния изделия в процессе испытаний и предотвращения повреждения изделий и стендового оборудования при аварийных ситуациях, а кроме того, будет способствовать:

- созданию задела по организации участка механических испытаний в непосредственной близости от конструкторско-технологического и производственного комплексов ОКБ «Факел», тем самым сокращению непроизводственных материальных и временных затрат на перемещение изделий;
- увеличению нагрузки на испытываемое изделие с существующих 50 кН до 160 кН;
- созданию возможности проведения прочностных испытаний габаритных изделий (габариты до 1000 x 1000 x 1000 мм, масса до 50 кг) со значительными опрокидывающими моментами;
- увеличению точности поддержания заданных режимов испытания при вибрационных испытаниях габаритных изделий;
- обеспечению все возрастающих требований по чистоте, температуре и влажности при проведении механических испытаний;
- осуществлению детального контроля состояния габаритных изделий в процессе испытаний в целях предотвращения повреждения изделий и стендового оборудования при



КИС «Неман»

Виды испытаний

- Огневые испытания жидкостных термокаталитических двигателей малой и сверхмалой тяги, работающих на гидразине
- Огневые испытания жидкостных термокаталитических двигателей малой и сверхмалой тяги, работающих на экологически чистом монотопливе («зеленом топливе»);
- Проверки функционирования газовых двигателей
- Тепловакуумные испытания тепловых макетов двигателей
- Тепловакуумные испытания двигательных блоков, двигательных установок, блоков хранения и подачи компонента
- Огневые испытания двигательных блоков и двигательных установок

Стендовая база

Стенд 9А1



Объем вакуумной камеры $V=9,5\text{м}^3$
Вакуумная система – паромасляная
Вакуум в безрасходном режиме 5×10^{-4} мм рт.ст.
Вакуум в расходном режиме 1×10^{-2} мм рт.ст.
Скорость откачки – 37200 л/с
Количество одновременно испытываемых изделий – два

Положение изделий на стенде при отработке – горизонтальное

Расход топлива – $0 \dots 0,28$ г/с

Тяга испытываемых изделий – до 70 гс

Проведение огневых испытаний жидкостных термokatалитических двигателей малой и сверхмалой тяги (доводочные, контрольно-выборочные, приемочные, типовые, ресурсные) и газовых двигателей работающих на ксеноне (с тягой до 1 гс) и на холодном газу – азоте (проверка функционирования)

Основные испытываемые изделия типа К50-10



Стендовая база

Стенд 9А2



Стенд имеет два рабочих места

Рабочее место 1

Объем вакуумной камеры $V=15\text{м}^3$

Вакуумная система - паромасляная

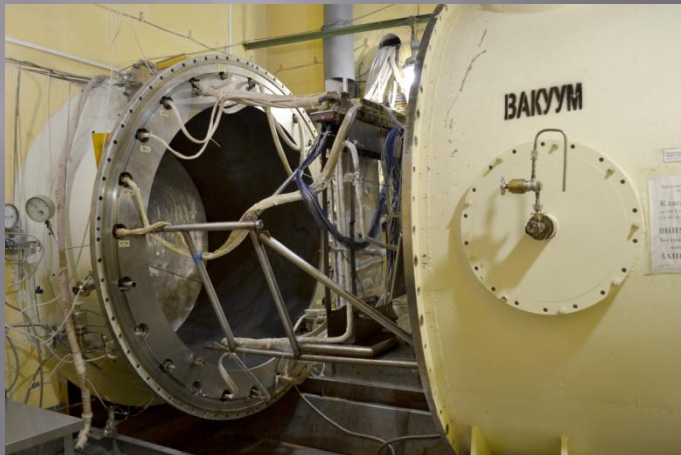
Вакуум в безрасходном режиме 1×10^{-4} мм рт.ст.

Вакуум в расходном режиме 1×10^{-2} мм рт.ст.

Скорость откачки – 37200 л/с

Максимальное количество одновременно испытываемых двигателей в составе изделий – четырнадцать

Проведение огневых и тепловвакуумных испытаний двигательных блоков и автономных двигательных установок на базе жидкостных термokatалитических двигателей малой тяги (доводочные, предварительные, типовые)



Стендовая база

Стенд 9А2

Рабочее место 2



Объем вакуумной камеры $V=16\text{м}^3$
Вакуумная система - паромасляная
Вакуум в безрасходном режиме 1×10^{-4} мм рт.ст.
Вакуум в расходном режиме 1×10^{-2} мм рт.ст.
Скорость откачки – 37200 л/с
Количество одновременно испытываемых изделий – одно
Положение изделия на стенде при отработке – горизонтальное
Расход топлива – 0...2,8 г/с
Тяга испытываемых изделий – до 700 гс
Проведение огневых испытаний жидкостных термодинамических двигателей малой тяги (доводочные, контрольно-выборочные, приемочные, типовые, ресурсные)
Основные испытываемые изделия: ТК500 и его модификации, ТК300.

Стендовая база

Стенд 3Т



Рабочий объем вакуумной камеры $V=2,0\text{м}^3$
Вакуумная система – безмасляная сухая
Вакуум в безрасходном режиме 1×10^{-3} мм рт.ст.
Вакуум в расходном режиме 1×10^{-2} мм рт.ст.
Количество одновременно испытываемых изделий – одно
Положение изделия на стенде при отработке – горизонтальное
Расход топлива – $0 \dots 1,8$ г/с
Тяга испытываемых изделий – до 500 гс



Проведение огневых и тепловакуумных испытаний действующих макетов и моделей жидкостных термokatалитических двигателей малой тяги на экологически чистом монотопливе (доводочные, предварительные, типовые)
Основные испытываемые изделия: К1Э, К5Э

Стендовая база

Стенд ТВС



Рабочий объем вакуумной камеры $V=1,3\text{м}^3$

Вакуум максимальный 1×10^{-4} мм рт.ст.

Средняя скорость нагрева - $3^\circ\text{C}/\text{мин}$;

Средняя скорость охлаждения - $2^\circ\text{C}/\text{мин}$;

Температура в камере – минус $170 \dots 150^\circ\text{C}$

Количество одновременно испытываемых объектов – 12

Количество измерительных каналов температуры – 75

Проведение тепловакуумных испытаний нагревателей, тепловых макетов и моделей жидкостных терموкаталитических двигателей малой тяги, тепловых макетов двигательных блоков и двигательных установок, блоков хранения и подачи компонента.

Стендовая база

ВК-1000



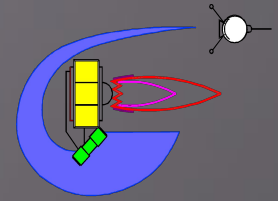
Рабочий объем вакуумной камеры $V=1,0\text{м}^3$
Вакуум максимальный 5×10^{-5} мм рт.ст.
Средняя скорость нагрева - $3^\circ\text{C}/\text{мин}$;
Средняя скорость охлаждения - $2^\circ\text{C}/\text{мин}$;
Температура в камере – минус 70 ... 120°C
Количество одновременно испытываемых объектов – 12
Количество измерительных каналов температуры – 75
Проведение нестандартных тепловакуумных испытаний материалов и комплектующих применяемых при изготовлении элементов изделий.

Стендовая база

Для проведения огневых испытаний перспективных двигателей и ДУ работающих на экологически чистом монотопливе («зеленом топливе») параметры существующего стендового оборудования недостаточны. Для обеспечения необходимых требований по условиям проведения испытаний, учитывая перспективы развития данной тематики с последующим расширением номенклатуры обрабатываемых изделий, требуется создание испытательного вакуумного стенда с объемом вакуумной камеры $V=20\text{м}^3$, на два посадочных места под изделия, системой измерения усилия до 1 кгс и повышенной производительностью вакуумной системы.

Ожидаемые результаты:

- создание задела по испытаниям всей номенклатуры изделий, работающих «зеленом топливе»
- уменьшение стоимости проведения испытаний за счет уменьшения времени на подготовку стендовых систем и сокращения непроизводительных материальных и временных затрат;
- увеличение пропускной способности ЭИБ.



Спасибо!

