



Московский авиационный институт



Факультет двигатели летательных аппаратов

Экспериментальная огневая отработка жидкостных ракетных двигателей малых тяг на стенде МАИ

*Хохлов А.Н. студент 4 курса факультета «Двигатели
летательных аппаратов» Московского авиационного института 1*

Основные направления развития ЖРДМТ в МАИ

Использование экологически чистых компонентов топлива: ВПВ+керосин, кислород+керосин, кислород+метан и др.

Использование различных систем зажигания: электроискровая, каллильная, каталитическая.

Использование материалов и покрытий, позволяющих работать при высоких температурах стенки

Применение окислительной завесы с целью более эффективного распределения компонентов в камере сгорания

Техническое задание на модернизацию стенда

В конце 2008 года по инициативе МАИ совместно с ФКП «НИЦ РКП» начались работы по модернизации испытательного стенда.

Основная причина: необходимость в собственной современной экспериментальной базы для исследовательских и учебных работ.

Было составлено техническое задание на модернизацию стенда:

- разработка ПГС стенда на четыре автономные магистрали подачи экологически чистых компонентов:
- окислители:
 - высококонцентрированная перекись водорода (ВПВ, 96%), с расходом до 170 г/с,
 - кислород (газообразный), с расходом до 45 г/с,
- горючие:
 - керосин, с расходом до 20 г/с,
 - метан (газообразный), с расходом до 15 г/с.
- разработка системы управления стендом,
- разработка системы измерений расходов, давлений, температур и тяги двигателей с требуемой частотой опроса датчиков,
- разработка системы безопасности стенда.

Структура стендов отработки ЖРД МТ

Вакуумный стенд



Огневой стенд



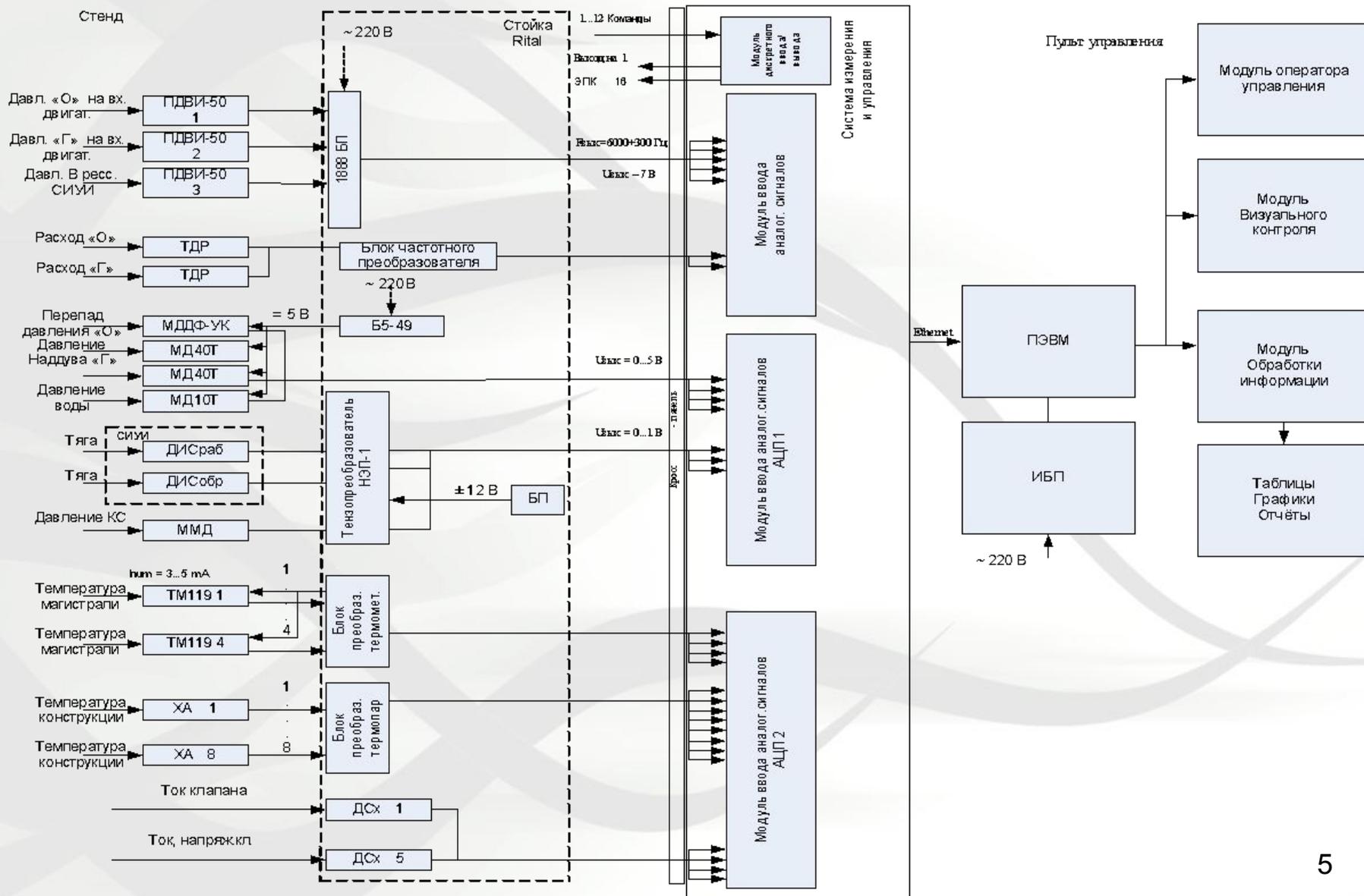
Стенд для исследования
распыливания компонентов



Мобильный стенд для
испытания зажигания в
вакууме и исследования
распыливания

Система сбора и обработки
информации

Структурно-функциональная схема системы измерения и системы управления



Блоки измерения температуры, тока и напряжения клапанов



Схема подключения измерительного температурного блока.

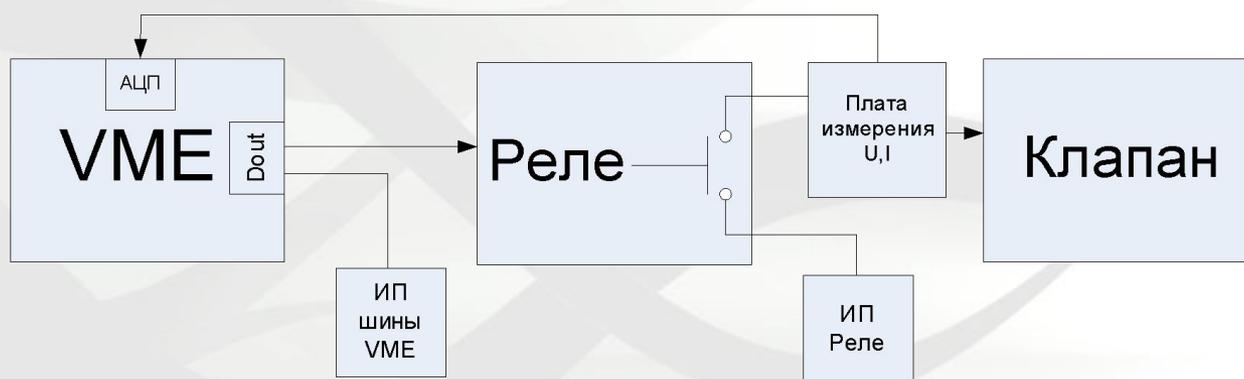


Схема подключения клапана с номинальным током 5 А к плате измерения тока и напряжения

Таблица измеряемых и регистрируемых параметров стенда и двигателя

| Наименование параметра, условное обозначение, единица измерения | Диапазон измерения | Погрешность измерения | Частота регистраций, Гц |
|---|--------------------|-----------------------|-------------------------|
| Давление в камере сгорания, P_K , кгс · см ⁻² | 1...20 | ± 0,5 % | 1—10 |
| | | ± 6 % | 1000 |
| Давление наддува расходного бака окислителя, $P_{Б,О}$, кгс · см ⁻² | 1...25 | ± 0,03 % | 1—10 |
| Давление наддува расходного бака горючего, $P_{Б,Г}$, кгс · см ⁻² | 1...20 | ± 0,03 % | 1—10 |
| Давление окислителя на входе в двигатель, $P_{вх, О}$, кгс · см ⁻² | 1...25 | ± 0,03 % | 1—10 |
| | | ± 0,5 % | 1000 |
| Давление горючего на входе в двигатель, $P_{вх, Г}$, кгс · см ⁻² | 1...20 | ± 0,5 % | 1—10 |
| | | ± 0,05 % | 1000 |
| Давление окружающей среды, $P_{ОС}$, мм рт. ст. | 730...780 | ± 1 % | — |
| Расход окислителя, , г · с ⁻¹ | 0...60 | ± 0,5 % | 500 |
| Расход горючего, , г · с ⁻¹ | 0...36 | ± 0,5 % | 500 |
| Температура окислителя на входе в двигатель, $T_{вх, О}$, К | 278...398 | ± 2,5 % | 10 |
| Температура горючего на входе в двигатель, $T_{вх, Г}$, К | 278...398 | ± 2,5% | 10 |
| Температура конструкции, $T_{констр, i}$, К | 273...1373 | ± 50 | 1—10 |
| Ток клапана О, i_O , А | 0...0,5 | ± 0,03 | 1000 |
| Ток клапана Г, i_G , А | 0...0,5 | ± 0,03 | 1000 |
| Напряжение питания клапанов, U , В | 0...30 | ± 2 % | 1000 |

Мобильный стенд для испытания зажигания в вакууме и исследования распыливания

Назначение:

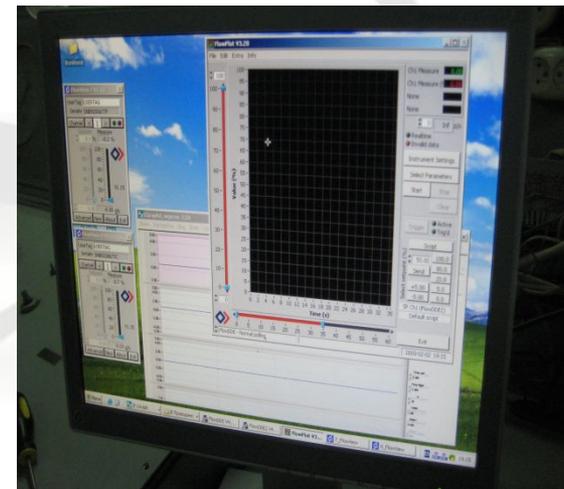
- проведение гидравлических испытаний,
- отработки систем зажигания ЖРД МТ (окислитель: кислород (газ), перекись водорода; горючее: керосин),
- испытания в вакуумной камере,
- исследования распыливания компонентов

Особенности:

- отработана система сбора данных с помощью ЦАП L-Card,
- возможность является мобильным стендом



Фронтальная часть Спец стенда



Программы для работы с расходомерами

Заключение

Модернизирован огневой стенд кафедры 202:

- Выполнен монтаж системы питания газообразным кислородом, ВПВ, керосином, метаном;
- Заменена система вентиляции огневого бокса
- Внедрены современный измерительно-вычислительный комплекс и автоматизированная система управления стендом

Выполнены первоэтапные исследования по контрактам с отечественными и зарубежными организациями (НПО «Энергомаш», ЧНУ- Южная Корея, ПАКУ-КНР), связанные с созданием перспективных ЖРД МТ на экологически чистых КРТ.

Огневой стенд используется в учебном процессе в качестве лабораторной базы по специальностям «Ракетные двигатели» (экспериментальное исследование тяговой характеристики ЖРД) и «Инженерная защита окружающей среды» (эффективность перевода ЖРД с токсичных на экологически чистые компоненты топлив).