

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД ЖРДМТ

Чижев А.А., Матвеев И.П.

Самарский университет, г. Самара, tchizhov.aptemui@yandex.ru

Ключевые слова: жидкостный ракетный двигатель, топливная система, конструкция, топливо, параметры.

В настоящее время в большинстве космических аппаратов в качестве испытательных органов системы движением КА применяются жидкостные ракетные двигатели малой тяги (ЖРДМТ). В процессе разработки такой сложной системы необходимо проводить множество испытаний, для чего используют испытательные стенды. Стенды удобны тем, что они компактны, относительно дешёвые и позволяют измерить все интересующие параметры. Так как их изготовление не требует много времени, можно сразу создать несколько вариаций составных частей, чтобы сравнить параметры и подобрать наилучшую конфигурацию под те или иные цели.

Ключевым элементом стенда является ЖРДМТ, работающий на газообразных компонентах (пропан/метан-воздух). Топливная система состоит из двух газовых баллонов под давлением, кранов механических, редукторов давления с манометрами, ЭМ клапанов, обратных клапанов. Общая схема изображена на рис. 1. В магистрали воздуха установлен редуктор на постоянное выходное давление, в магистрали пропана – редуктор баллона на постоянное давление.

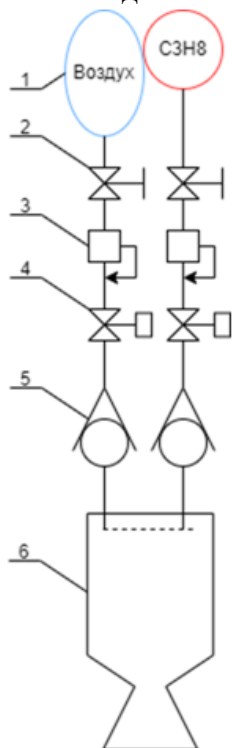


Рис. 1. Схема установки
1 – баллоны топливные,
2 – краны механические,
3 – редуктора давления,
4 – клапан
электромагнитный,
5 – клапан обратный,
6 – камера сгорания.

Двигатель закрепляется на устойчивой платформе вертикально, соплом вверх. Клапаны же будут закреплены на платформе, а от них трубки к смесительной головке при условии минимальной длины для обеспечения требования минимального заклапанного давления. Платформу можно закреплять на любых плоских поверхностях (столах, асфальте, грунте и т.д.). Баллоны устанавливаются на расстоянии ≥ 1 м. от двигателя.

В стенде предусмотрена модульная конструкция, что позволяет заменять составляющие, например:

1. Типы сопла;
2. Камеры сгорания;
3. Добавление системы охлаждения;
4. Средств измерения параметров двигателя.

К топливу предъявлялись повышенные требования к безопасности и доступности. Поэтому стенд работает на сжатом воздухе и пропан-бутановой смеси 80/20 или метане. Воздух в отличие от кислорода имеет меньшую коррозионную активность и пожаробезопасность. Пропан-бутановая смесь 80/20 пожароопаснее метана, но преимуществом пропан-бутановой смеси является практически постоянное давление в баллоне. Топливо, как и остальные части двигателя, можно заменить для проведения испытаний с разным типом топлива.

Для простоты изготовления и сборки используется фланцевое соединение на болтах М4х12. Для герметичности в фланцевом соединении выполнено лабиринтное уплотнение и проставка медного отожжённого кольца, то есть канавка лабиринтного уплотнения ближе к камере сгорания, а после выполнена канавка с проставкой [1].

Зажигание проводится с помощью высоковольтного преобразователя постоянного тока на 1-2 мА, мощностью 2 В с двумя преобразователями в переменный ток мощность 5 и 50 кВ соответственно. преобразователи так же можно менять.

С помощью данного стенда можно измерить следующие параметры двигателя:

Тяга. Измеряется с помощью тензометров, расположенных под самим двигателем на платформе.

Расход топлива. Измеряется либо по весу баков, что не так практично, либо расходомерами в топливной сети, что значительно автоматизирует процесс.

Температура в камере сгорания. Измеряется с помощью обычной термопары, щупы которой закрепляются внутри камеры сгорания.

Давление в камере сгорания. Измерение давления в КС производится при помощи высокотемпературных пьезоэлектрических датчиков давления, которые устанавливаются в головку цилиндра через специальное отверстие.

Работа стенда производится по следующим этапам: сборка на месте работы по схеме, проверка герметичности соединений (например, мыльной водой), холодное включение, проверка площадки, включение, двигатель работает не более 30 секунд, выключение проводится перекрытием магистралей электромагнитными клапанами, после убеждения в остановке двигателя перекрываются краны на топливных баках. Отключение двигателя производится при выработке времени работы или регистрации критической температуры по светимости металла.

Представленный стенд подойдет для измерения необходимых параметров ЖРДМТ, например, необходимых для выяснения закономерности их изменения от геометрии камеры сгорания или формы сопла. По этой причине стенд может служить для учебных целей, например, для проведения лабораторных работ или практик для студентов или учеников старших классов в школах с техническим уклоном. Его доступность обуславливается дешевизной и относительной простотой производства, понятным управлением самого процесса и безопасностью.

Список литературы

1. Мосолов С.В., Лозино-Лозинская И.Г., Позвонков Д.М., Слесарев Д.Ф. Результаты испытаний модельной кислородно-метановой камеры сгорания жидкостного ракетного двигателя, созданной с использованием методов аддитивного производства // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение. 2021. №3 (138).

Сведения об авторе

Матвеев Илья Павлович, студент. Область научных интересов: экспериментальное исследование ракетных двигателей.

Чижов Артём Алексеевич, студент. Область научных интересов: экспериментальное исследование ракетных двигателей.

TEST BENCH FOR LIQUID ROCKET ENGINE

Chizhov A.A., Matveev I.P.

Samara National Research University, Samara, Russia, tchizhov.aptemui@yandex.ru

Keywords: liquid rocket engine, fuel system, design, fuel, parameters.

The stand for testing a liquid-propellant rocket engine with a modular design is considered.

The simplest scheme of a test stand for a liquid-propellant rocket engine is considered. The design of the stand is based on modularity. This allows you to quickly and easily change certain components of the engine.