

**УДК 621.454.2**

**Е.В. Воронцова, Д. И. Белоцерковец**

Днепропетровский национальный университет им. Олесь Гончара, Украина

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДИАПАЗОНА РЕГУЛИРОВАНИЯ ЖРД  
(ЖИДКОСТНЫЙ РАКЕТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ) С ПОМОЩЬЮ СТАТИЧЕСКОЙ  
МОДЕЛИ В СИСТЕМЕ MATHCAD**

**E.V. Vorontsova, D.I. Belotserkovets**

**INVESTIGATION OF THE RANGE OF LRE (LIQUID ROCKET ENGINE)  
REGULATION USING A STATIC MODEL IN THE MATHCAD SYSTEM**

При проектной проработке нового ЖРД необходимо создание математической модели для соблюдения балансной увязки параметров. В таком случае уместно использовать статическую математическую модель со следующими допущениями: движение жидкости и газа происходит с постоянными скоростями, частота вращения валов турбонасосного агрегата и бустерного насосного агрегата постоянна, газовые и жидкостные емкости отсутствуют. В данной работе на основе пневмогидравлической схемы (ПГС) была составлена конструктивная схема, а в следствии которой – расчетная с учетом всех входных, выходных и новообразующих параметров. Важными параметрами двигателя являются давление в камере и на срезе сопла, входные давление окислителя и горючего, массовые расходы, перепады давления по трактам, удельный импульс. Так ЖРД представляется как пневмогидравлическая сеть, которую можно описать нелинейной системой алгебраических уравнений.

Поскольку сеть ЖРД является достаточно сложной, ее математическую модель целесообразно строить по блочному принципу. В соответствии с этим принципом, сложная модель ЖРД составляется из моделей отдельных, более простых и автономных блоков (узлов), которые затем соединяются в одну общую сеть. Совокупность математических моделей узлов, объединенных в общую сеть, представляет математическую модель ЖРД. Которая впоследствии будет записана в виде системы уравнений и решена при помощи Mathcad.

Для самого узла соблюдается принцип инкапсуляции. Вход и выход содержит вектор сосредоточенных параметров. Параметр узла является объектом, который используется как неизвестная при составлении системы уравнений. Если в каждом узле определить приведенные параметры (в зависимости от типа), то система уравнений будет решена. Таким образом могут быть определены все остальные параметры, характеризующие ЖРД. Для связи узлов используются соединения, которые снабжены дополнительной функцией. Система уравнений будет формироваться из зависимостей, которые порождаются в узлах и объектах соединения. Количество зависимостей, которые порождает узел, не фиксировано и зависит от количества и типа входящих и выходящих параметров. Узел может и вовсе не порождать зависимости, в таком случае выходные параметры будут ссылаться на входные. Данным способом была построена статическая математическая модель в системе Mathcad, которая позволила определить основные параметры системы питания, агрегатов автоматики и камеры сгорания на режиме глубокого дросселирования, диапазон регулирования ЖРД.

**Литература**

1. Сидоренко М. В. Особенности построения математической модели для синтеза схем ЖРД / М. В. Сидоренко, И. Н. Никищенко // Авиационно-космическая техника и технология. - 2015. - № 7. - С. 111–120. - Режим доступа: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/aktit\\_2015\\_7\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/aktit_2015_7_19)