

Уравнения прямых, ограничивающих поток (см. рис. 1)

$$x = a \text{ или } x - a = 0;$$

$$x = -a \text{ или } x + a = 0;$$

$$y = a \text{ или } y - a = 0;$$

$$y = -a \text{ или } y + a = 0.$$

Эти уравнения являются граничными условиями для уравнений Навье-Стокса.

Решение уравнения (2) сводится к следующему виду

$$V(x, y) = \frac{\Delta p}{4ml_1 a^2} (y^2 - a^2)(x^2 - a^2). \quad (3)$$

Расход через поперечное сечение винтовой канавки определяется по уравнению

$$Q = \iint V(x, y) dx dy, \quad (4)$$

После проведенных вычислений получаем итоговую формулу для определения расхода

$$Q = \frac{4 \cdot a^4 \Delta p}{9mH \sqrt{\left(\frac{p \cdot d_d}{h}\right)^2 + 1}}, \quad (5)$$

где  $a$  - половина стороны квадратного сечения винтовой части дросселя;  $\Delta p$  - перепад

давления на дросселе;  $\mu$  - кинематическая вязкость жидкости;  $H$  - длина винтовой части дросселя;  $h$  - шаг винтовой части дросселя;  $d_d$  - диаметр винтовой части дросселя.

По формуле (5) можно рассчитать сопротивление дросселя, задаваясь его геометрическими параметрами, что очень удобно при проектировочных работах.

Проливки дросселя на гидростенде показали адекватность полученной формулы.

#### Библиографический список

1. Шорин, В.П. Устранение колебаний в авиационных трубопроводах / В.П. Шорин. - М.: Машиностроение, 1980. - 156с.

2. Брудков, Л.И. Исследование демпферов для снижения пульсаций рабочей среды в трубопроводных системах двигателей летательных аппаратов / Л.И. Брудков // Дисс. ... канд. техн. наук. - Куйбышев, 1978. - 169с.

3. Шейпак, А.А. Гидравлика и гидропневмопривод Часть 1. Основы механики жидкости и газа / А.А. Шейпак. - М.: МГИУ, 2005. - 192с.

УДК 669.713

### МЕТОД 3D МАЛОРАКУРСНОГО ТОМОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В КС ТВЕРДОТОПЛИВНОГО РД

Филонин О.В.<sup>1</sup>, Валицкий С.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Самарский государственный аэрокосмический университет

<sup>2</sup>ФГУП ГНПРКЦ "ЦСКБ-Прогресс", г. Самара

### METHOD ONLY A FEW PROJECTIONS 3D – TOMOGRAPHY RESEARCH THE NONSTATIONARY PROCESS ON THE COMBUSTION CAMERA OF THE SOLID FUEL JET ENGINE

*Phylonin O.V., Valickiy S.S. For study of the physical processes running in missile engine on solid fuels is offered use the method an only a few projections 3D – tomography reconstruction. By means of multifunction x-ray and optical method possible study as solid fuel charge and element to designs engine so and gas dynamic processes in camera of combustion.*

Нестационарные процессы горения ТТ, протекающие в начальный этап работы РДТТ и во время воспламенения твердотопливного заряда так же выход двигателя на стационарный режим работы изучены отно-

сительно слабо. Процесс воспламенения топлива в начальный этап времени имеет большое значение для устойчивого выхода двигателя на стационарный режим работы. Сложность газодинамических и физико-

химических процессов в том числе протекающих в К-фазе не позволяет решить эту задачу лишь аналитическими методами.

Предлагаемый метод совмещенного рентгеновского и оптического томографического исследования может дать информацию о скорости воспламенения ТТ заряда с помощью воспламенительного состава, распространении фронта пламени по поверхности заряда, устойчивости процесса горения до выхода на стационарный режим. Предлагается применение исследовательской установки на основе метода как во время лабораторных, так и стендовых огневых испытаний РД, так как последние наиболее информативны. Рентгеновское исследование может дать сведения о процессах выгорания топлива, состоянии теплозащитных покрытий, соплового блока и других элементах конструкции РД. Оптическое исследование применимо для регистрации процессов горения в КС: формы факела, газодинамических процессах, акустических колебаниях, регистрации крупных частиц в продуктах горения и т.п.

Суть метода 3D малоракурсного томографического исследования состоит в математической реконструкции трехмерной структуры объекта исследования, будь то объемная структура твердотопливного заряда или факел в результате его горения. Установка состоит из двух систем регистрации смонтированных на вращающемся вокруг корпуса РД основании под углом 90° друг к другу для исключения взаимного влияния. Основание в свою очередь может перемещаться по направляющим вдоль корпуса РД. Рентгеновская система состоит из источника коллимированного, «монохроматизированного» рентгеновского излучения (50 ÷ 150) кэВ, оптического преобразователя на основе стекловолоконных планшайб с напыленным люминофором типа ZnS, CdS, системы линз и высокоскоростной фотокамеры. Оптическая система регистрации состоит из оптической системы и высокоскоростного спектрографа. Предполагается одновременная работа обеих систем сбора информации. Во время испытаний система производит сбор данных для заданного числа сечений корпуса РД, перемещаясь вдоль него, вращаясь во-

круг корпуса, регистрирует необходимое для обработки количество двумерных проекций для каждого сечения, 5-7 обычно вполне достаточно для восстановления форм. Дальнейшее увеличение числа собираемых проекций значительно повышает требования к системам сбора и обработки информации. Дальнейшая восстановительная обработка информации происходит в вычислительном комплексе.

Для решения обратных задач по реконструкции конфигурации формы поверхности зон сублимации, восстановления пространственного распределения локальных значений интенсивностей, температур, концентраций компонент, авторами разработана совокупность методов, основанная на сферотангенциальной геометрии регистрации и реконструкции. Это дает возможность с помощью унифицированных алгоритмов Фурье – преобразований, свертки и т.д. производить восстановление искомых параметров в задаваемых элементах объема исследуемых образцов. Отличительной особенностью математического обеспечения является то обстоятельство, вычислительные средства в основном работают с одномерными массивами проекционных данных, их Фурье – образов, это дает возможность значительно разгрузить вычислительный комплекс. Как показала практика, в качестве последнего удобно использовать кластеры и компактные СуперЭВМ высокой производительности.

#### **Библиографический список**

1. Филонин, О.В. Исследование процессов воспламенения и горения с помощью методов малоракурсной компьютерной томографии / О.В. Филонин // Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, - Самара, 2005, - с. 58.
2. Ерохин, Б.Т. Теория внутрикамерных процессов и проектирование РДТТ / Б.Т. Ерохин. - Машиностроение, - Москва, 1991. - 560 с.
3. Ерохин, Б.Т. Нестационарные и квазистационарные режимы работы РДТТ / Б.Т. Ерохин, А.М. Липанов. - Машиностроение, - Москва, 1977. - 200 с.