

УДК53.01
УДК621.45.023

Реактивная сила, природа появления в ракетном двигателе. Работа сил инертности ускоряемого рабочего тела в закритической части сопла

Клишев Борис Владимирович
Клишев Федор Борисович
г. Анапа

Аннотация. В результате анализа существующих теорий работы сверхзвукового сопла Лавала и на основании новой теории о гравитации определен природный механизм появления реактивной силы ракетного двигателя. Непрерывную механическую работу по перемещению космического аппарата выполняет постоянно расширяющаяся порция рабочего тела, которая своим давлением отталкивает продукты сгорания в критическом сечении и элементы корпуса сверхзвукового сопла, от ускоряющейся порции рабочего тела, обладающей силой инертности направленной противоположно расширяющейся порции.

Ключевые слова: реактивная сила, внешние гравитационные силовые линии, сила инертности (инерции), сопло Лавала, рабочее тело, ракетный двигатель.

Keywords: reactive force, external gravitational power lines, force of inertness, the Laval nozzle, working medium, the rocket engine.

1. Существующие положения теории сопла и теории ракетных двигателей.

1.1. Цитата №1 «Сила тяги реактивного двигателя возникает непосредственно в двигателе за счет реакции элементов его конструкции на давление рабочего тела – вещества, выбрасываемого в окружающую среду», Введение [1].

1.2. Цитата №2 «В реактивном двигателе сила возникает как реакция элементов конструкции двигателя на действие протекающего в нем газообразного или жидкого вещества, отбрасываемого для создания тяги, так называемого *рабочего тела*», Введение [1].

1.3. Цитата №3 «Известно, что поток газа может быть ускорен при движении по соплу – конфузурно-диффузурному каналу. Такое сопло называют соплом Лавала по имени его изобретателя. Причем, если перепад (отношение) давления на входе в сопло и в среде, куда происходит истечение, достаточный, в минимальном сечении сопла устанавливается скорость движения газа, равная местной скорости звука, а в расширяющемся раструбе сопла поток ускоряется до сверхзвуковых значений», Глава 3 [1].

1.4. Цитата №4 «Равнодействующая газо- и гидродинамических сил, приложенных к внутренней поверхности проточного тракта при течении по нему рабочего тела, является реактивной силой. Природа появления реактивной силы – изменение вектора количества движения потока», Глава 6 [1].

2. Существующие теоретические положения об инертности (инерции), инертной массе, силе инерции и ускорении.

2.1. Инертность (инерция) - «свойство материальных тел, проявляющееся в том, что тело сохраняет неизменным состояние своего движения или покоя по отношению к т.н. инерциальной системе отчета, когда внешние воздействия на тело (силы) отсутствуют или взаимно уравновешиваются». [2]

2.1.1. Инерция (инертность) — свойство тела в большей или меньшей степени препятствовать изменению своей скорости относительно инерциальной

системы отсчёта при воздействии на него внешних сил [3].

2.2. Инертная масса m , это - «Инертная масса, - мера инертности тела в физике, показатель того, в большей или меньшей степени данное тело будет препятствовать изменению своей скорости относительно инерциальной системы отсчёта при воздействии внешних сил...» [4].

Согласно второму закону Ньютона, тело, двигаясь с ускорением, имеет инертную массу, $m=F/a$. [4].

2.3. «Сила инерции - векторная величина, численно равная произведению массы m материальной точки на ее ускорение ω и направленная противоположно ускорению». [2].

2.3.1. Сила инерции F , это - «Сила инерции (также инерционная сила) - многозначное понятие, применяемое в механике по отношению к трём различным физическим величинам. Одна из них...

- «*эйлерова сила инерции*» — используется при рассмотрении движения тел в неинерциальных системах отсчёта...» [5].

2.3.2. Природный механизм возникновения силы инерции в нуклоне вещества материальной точки при взаимодействии с внешними гравитационными силовыми линиями (ВГСЛ), изложен, (п. 3.2., [6]).

2.4. Ускорение a , которое при постоянно ускоренном прямолинейном движении с нулевой начальной скоростью и конечной скоростью v определяется уравнением, $a=v/t$, при этом предполагается, что время отсчитывается от начала движения, $t_0 = 0$ [7].

3. Анализ существующей теории сопла и теории ракетных двигателей.

Существующая теория сопла не дает ответы на вопросы.

3.1. Какие силы фактически совершают работу по перемещению космического аппарата (КА) и отбрасыванию в обратном направлении рабочего тела в окружающую среду?

3.2. Что является опорой рабочему телу (РТ) истекающему из сопла ракетного двигателя в космический вакуум, для создания реактивной силы?

4.2.7. КА начинает движение противоположно движению рабочего тела при условиях, когда масса и сила инертности КА, становятся меньше чем сила инертности рабочего тела в закритической части сопла.

4.2.8. В связи, с чем предлагается перефразировать формулировку силы тяги п. 1.1., *Сила тяги реактивного двигателя возникает непосредственно в двигателе за счет реакции элементов его конструкции на давление* создаваемое силой инертности расширяющегося и ускоряющегося рабочего тела, которое перемещается в закритической части сопла.

5. Пример.1.

Расчет силы инертности рабочего тела, основной составляющей силы тяги ракетного двигателя.

Числовые значения параметров взяты произвольно.

Плотность ρ РТ в расчетном сечении

$$\rho = 1,0 \text{ кг/м}^3.$$

-Площадь F расчетного сечения диаметром 1,0 м расширяющегося сопла

$$F = 3,14 \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 0,785 \text{ м}^2.$$

-Скорость W слоя порции РТ в расчетном сечении

$$W = 2500 \text{ м/с}.$$

-Расстояние S от критического до расчетного сечения

$$S = 1,0 \text{ м}.$$

-Время T , перемещения одного слоя порции РТ от критического до расчетного сечения

$$T = S / W = 1,0 / 2500 = 0,0004 \text{ с}.$$

-Ускорение g слоя порции РТ на пути от критического до расчетного сечения

$$g = W / T = 2500 / 0,0004 = 6250000 \text{ м/с}^2.$$

-Масса m_c слоя РТ длиной $S_c = 0,01 \text{ м}$ вдоль оси x

$$m_c = \rho \cdot S_c \cdot F = 1,0 \cdot 0,01 \cdot 0,785 = 0,00785 \text{ кг}.$$

-Сила инертности F_c одного слоя РТ

$$F_c = m_c \cdot g = 0,00785 \cdot 6250000 = 490625 \text{ Н}.$$

-Сила инертности F_n порции РТ длиной в 10 слоев

$$F_n = F_c \cdot 10 = 490625 \cdot 10 = 4\,906\,250 \text{ Н}.$$

-Давление P в расчетном сечении расширяющегося сопла

$$P = F_n / F = 4\,906\,250 \text{ Н} / 0,785 \text{ м}^2 = 62,5 \text{ кг/см}^2, \text{ или } 6,25 \text{ МПа}.$$

6. Выводы.

6.1. В результате понимания сложнейших рабочих процессов появились новые фундаментальные результаты, возможность создания ракетного двигателя без выброса рабочего тела в окружающую среду, например ядерный ракетный двигатель с последующей криоконденсацией и рециркуляцией водорода, для передвижения КА в космическом вакууме.

6.2. Возможна оптимизация проектирования различных типов (профилированного, кольцевого, штыревого, тарельчатого и т.д.) сверхзвукового сопла на основе нового понимания физических процессов происходящих в сверхзвуковой части сопла ракетного двигателя с учетом силы инертности.

6.3. Возможно создание более экономичного и скоростного ракетного двигателя на различных видах топлива, ЖРД, РДТТ и ЯРД.

6.4. При удалении КА от естественного гравитирующего космического объекта плотность ВГСЛ уменьшается, и также уменьшается зависящая от плотности ВГСЛ сила инертности РТ, в связи, с чем уменьшается реактивная сила ракетного двигателя, пример, эффект Оберта [10].

Литература:

1. Основы теории тепловых ракетных двигателей. Теория, расчет и проектирование : учебник / А. А. Дорофеев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 571, [5] с. : ил. ISBN 978-5-7038-3746-7, <http://baumanpress.ru/books/446/446.pdf>

2. ФИЗИЧЕСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ. Глав. ред. А.М. Прохоров. Москва. «Советская энциклопедия» 1988

3. Инерция. <https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Инерция&oldid=96915505>

4. Масса. <https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Масса&oldid=97354924>

5. Сила инерции. https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Сила_инерции&oldid=96594992

6. Клишев Б.В. Кварк-глюонная модель гравитационных сил в Природе и механизмы гравитационных эффектов. <http://jurnal.org/articles/2013/phis1.html>

7. Ускорение. <https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Ускорение&oldid=96910113>

8. Основы теории расчета жидкостных ракетных двигателей А.П. Васильев. Кн.1. - 4-е изд. М.; Высш. шк., 1993 - 383 с., <https://mexalib.com/view/19958>

9. Теория устройства ракетных двигателей: учебное пособие / А.В. Яскин; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. □ Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2013. □ 262 с.

10. Эффект Оберта. https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Эффект_Оберта&oldid=96161603