

## О ПРОТИВОРЕЧИИ УРАВНЕНИЙ КОЛИЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ АБСОЛЮТНО НЕУПРУГОГО УДАРА МАСС ГАЗА И ТВЁРДЫХ ТЕЛ И ПЕРСПЕКТИВАХ ЕГО РАЗРЕШЕНИЯ

Богданов В.И.<sup>1</sup>, Холманова М.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ПАО «Объединённая двигателестроительная корпорация-Сатурн»,  
г. Рыбинск, bogdanov-vasiliy@yandex.ru

*Ключевые слова: уравнение количества движения, уравнение энергии, потери на удар, инерциод, присоединённая масса, колебательный процесс.*

В последние десятилетия многочисленными экспериментальными исследованиями подтверждена возможность создания тяги у двигателей без выброса массы, что является актуальным, особенно для космической техники. Проблемой здесь, прежде всего, является объяснение этого явления или эффекта без нарушения законов сохранения. Понимание физики процесса возникновения тяги без выброса массы позволит качественно поднять его эффективность. В общей физике [1] уравнение количества движения для двух взаимодействующих твёрдых тел (примем, что тело  $m_2$  до удара покоится, а после удара тела движутся вместе, а тело  $m_2$  становится присоединённой массой) при абсолютно неупругом ударе изначально принято таким:

$$w_1 m_1 = w_2 (m_1 + m_2) \text{ или } w_2 (m_1 + m_2) / w_1 m_1 = 1 \quad (1)$$

т.е. в нём не отражены потери на удар.

В прикладной газовой динамике [2], в частности для эжекторного усилителя тяги (ЭУТ) в уравнении количества движения имеется КПД  $\eta$ , учитывающий потери на удар.

В подтверждение уравнения (1) приводится эксперимент [1] с попаданием пули в ящик с песком, подвешенным как маятник, масса которого в 1000 раз больше массы пули. При этом установлено, что КПД процесса равен 0,001. Возникает вопрос насколько это корректно: эксперимент – единственный, а полученный КПД составляет всего тысячную долю от максимального значения и что было бы с результатами, если ящик заполнить материалом с другим сопротивлением проникновению пули или увеличить её массу.

Выведем уравнение (1), как и в теории ЭУТ из уравнения энергии

$$w_2^2 (m_1 + m_2) / w_1^2 m_1 = \eta \quad (2)$$

Преобразуем это соотношение для энергий в соотношение для количеств движений

$$w_1 (m_1 + m_2) / w_1 m_1 = \sqrt{(m_1 w_1) \eta / m_1} \quad (3)$$

неравным 1, что противоречит уравнению (1). Данное отношение определяется соотношением масс и КПД, соответствует уравнению количества движения для ЭУТ, которое получено таким же образом. Как частный случай (тождество), при определённых значениях  $m_1$ ,  $m_2$  и  $\eta$  оно может быть равно 1 (т.е. соответствовать уравнению (1)).

Известны многочисленные эксперименты с устройствами, создающими тягу без выброса реактивной массы. Некоторые из устройств называют инерциодами. Их конструкция, как правило, имеет колеблющуюся массу. Здесь возможно создание импульса, когда появляется неуравновешенная сила из-за разных значений КПД процессов отбрасывания и присоединения одной и той же массы. Т.е. в устройстве, создаваемом в соответствии с уравнением (3) должна быть жёсткостная (упругая) асимметрия.

Целесообразно рассмотреть, как гипотезу возможность применения принципа механизма инерциода для создания движущей силы на атомарном уровне. Известно, что все атомы твёрдого тела совершают тепловые колебания. Между атомами твёрдого тела имеются сильные взаимодействия. Ядро, в котором сконцентрирована масса атома, колеблется в системе: «ядро – электронная оболочка». Жёсткостная асимметричность этой системы может быть создана за счёт деформации электронной оболочки магнитным полем или смещением ядра под действием ускорения. Влияние ускорения подтверждается экспериментами с гироскопическими

устройствами. При экспериментах следует учитывать возможность влияния эффекта на атомарном уровне на результаты всего эксперимента с устройством (отмечено авторами в экспериментах). Можно предполагать, что и в эксперименте с пулей [1] были реализованы и другие варианты его исполнения, но они не дали однозначных результатов, не получили объяснения и поэтому в [1] не приведены. Возможно, также это является причиной имеющегося расхождения экспериментальных и расчётных результатов (полученных с использованием современных численных методов) исследований высоконестационарных газодинамических процессов.

### Список литературы

1. Китайгородский А.И. Введение в физику. Изд.-во «Наука». Москва: 1973. 688 с.
2. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. Изд.-во «Наука». Москва: 1969. 824с.

### Сведения об авторах

Богданов Василий Иванович, д-р техн. наук, ПАО «ОДК-Сатурн» эксперт. Область научных интересов: теоретическая механика.

Холманова Марина Александровна, ПАО «ОДК-Сатурн», ведущий инженер-конструктор. Область научных интересов: теоретическая механика.

## ABOUT CONTRADICTIONS OF EQUATIONS FOR THE QUANTITY OF MOTION FOR ABSOLUTELY INELASTIC IMPACT OF MASSES OF GAS AND SOLIDS AND PROSPECTS OF ITS RESOLUTION

Bogdanov V.I.<sup>1</sup>, Kholmanova M.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>PJSC «UEC-Saturn», Rybinsk, bogdanov-vasiliy@yandex.ru

*Keywords: momentum equation, energy equation, impact losses, inercoid, added mass, oscillatory process.*

To assess the effect of mass attachment during an absolutely inelastic impact of solids on their characteristics, a comparative analysis of the equations of momentum for the interacting masses of gas and bodies is carried out. A theoretical study has shown the need to take into account in the equation of the momentum of interacting deformable bodies the effect of mass addition and impact losses, as well as for gas masses. The theoretical relations for determining the impact loss are obtained. From the standpoint of Newtonian mechanics, the possibility of the emergence of a driving force without ejection of reactive mass, due to the difference in efficiency (losses) in the processes of separation and attachment of the same oscillating mass, for example, in «inerzoids», is shown. The obtained theoretical positions are confirmed by the results of numerous studies. Directions for further research are proposed.