

Рис.3. Спектральная фоточувствительность р – n перехода на основе тонких пленок PbTe.

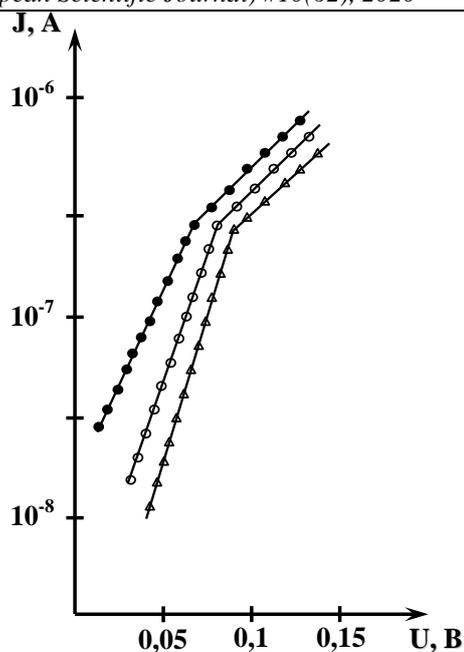


Рис. 4. Прямые ветви ВАХ от р-n структур на основе пленок PbTe легированной кислородом во время роста 77 К, 100 К, 120 К

ЛИТЕРАТУРА

1. N. Yamazoe, N. Miura. Chemical Sensor Technology, ed. by S. Yamauchi (Amsterdam, Elsevier, 1992) v. 4, p. 4.
2. V. Demarne, R. Sanjines. Gas Sensors: Principles, Operation and Developments, ed. by G. Sberveglieri (Dordrecht, Kluwer, 1992) ch. 3, p. 89.
3. Weaver C. Physics of Thin Films, Vol.b., eds.M.H.Francombe, R.W.Hoffman, Academic Press, New York, 1977
4. А.А. Добровольский, Т.А. Комиссарова, Влияние окисления на проводимость

нанокристаллических пленок PbTe(In) в переменном электрическом поле. Физика и техника полупроводников, 2009, том 43, вып. 2

5. Green M., Lee M.J., Chem Solids, 27, 797 (1966)
6. Романенко В.Н., Сергеева Я.В. Физика кристаллизации. Изучение некоторых характеристик р-n переходов в PbTe и PbS с целью оптимизации технологии выращивания соответствующих пленок. Сборник научных трудов Твер. Гос. Университет. 2002, с.95-96

УДК 531.612

Богданов В.И.

Публичное акционерное общество
«Объединённая двигателестроительная корпорация-Сатурн»
Пр. Ленина, 163, Рыбинск, 152903, Россия

ОБ УРАВНЕНИИ КОЛИЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ АБСОЛЮТНО НЕУПРУГОГО УДАРА ТВЁРДЫХ ТЕЛ

Аннотация. Для оценки влияния присоединения массы при абсолютно неупругом ударе твёрдых тел на их характеристики выполнен сравнительный анализ уравнений количества движения для взаимодействующих масс газа и тел. Теоретическим исследованием показана необходимость учёта в уравнении количества движения взаимодействующих деформируемых тел эффекта присоединения масс и потерь на удар, также как и для масс газов. Получены теоретические соотношения для определения потери на удар. С позиции ньютоновой механики показана возможность возникновения движущей силы без выброса реактивной массы, за счёт разности КПД (потерь) в процессах отделения и присоединения колеблющейся одной и той же массы, например в «инерцоидах». Полученные теоретические положения подтверждаются результатами многочисленных исследований.

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 [1]. 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 существующих публикациях признаётся это явление, и делаются попытки объяснить его [1]. Однако учитывая, что научный мир находится в начале пути познания данного явления, целесообразно внимательно рассматривать и другие версии, даже на уровне гипотез, которые могли бы и дополнять друг друга. В статье рассмотрено объяснение этого явления с позиции ньютоновой механики. Показана необходимость учёта в уравнении количества движения взаимодействующих деформируемых тел и масс газов потери силы на удар (аналог сил трения). Тогда при разных потерях в процессах отделения и присоединения колеблющейся одной и той же массы (без выброса массы) возможно создание неуравновешенной движущей силы.

В прикладной газовой динамике [2] для струи газа с учётом силы трения для сечений 1 – 2 с постоянной площадью F и без совершения работы, в интегральной форме уравнение количества движения запишется так:

$$p_2 - p_1 + \rho_1 w_1(w_2 - w_1) = -P_{тр} / F, \text{ где} \quad (1)$$

p – давление; ρ – плотность; $P_{тр}$ – сила трения; w – скорость газа.

В соотношении для определения тяги сопла [3], полученным общепринятым для ВРД методом из уравнения количества движения, вводится коэффициент скорости, учитывающий внутренние потери, вследствие трения, скачков уплотнения.

Для эжекторного усилителя тяги [2], в котором взаимодействуют активная (эжектирующая) и эжектируемая струи, в соотношении, определяющим коэффициент увеличения тяги введено КПД, учитывающий потери на удар взаимодействующих масс.

$$P/P_0 = \sqrt[n]{(n + 1)\eta}, \quad (2)$$

где: P/P_0 – отношение тяг с эжекторным усилителем тяги и без него (коэффициент увеличения тяги);

$n = G_2/G_1$ – отношение расходов эжектируемого воздуха и эжектирующего газа (коэффициент эжекции), определяет присоединение массы газа, повышающее тягу;

η – КПД эжекторного усилителя тяги.

Соотношение (2) путём несложных математических преобразований получено из уравнения энергии:

$$(G_1 + G_2)w_3^2 / G_1w_1^2 = \eta,$$

где: w_1 – скорость истечения газа из сопла;

w_3 – скорость истечения смеси из эжектора.

При этом воздух эжектируется из атмосферы, $w_2 = 0$.

Увеличение тяги за счёт присоединения массы поясним на следующем примере.

Присоединение внешней массы (воздуха из атмосферы) для увеличения тяги реализуется, например в ТРДД и обусловлено следующими основными теоретическими предпосылками в упрощенной форме.

Исходная кинетическая энергия струи газа газогенератора ТРДД пропорциональна квадрату скорости c^2 :

$$W = Gc^2/2,$$

где: G – расход газа;

c – скорость истечения газовой струи.

А тяга газогенератора пропорциональна скорости c

$$P = Gc$$

Рассмотрим изменение P при $W = \text{const}$ за счёт присоединения массы воздуха во

втором контуре ТРДД (при допущении КПД процесса равным 1.0). Присоединение массы здесь определяется степенью двухконтурности. Благодаря зависимости W от c^2 , увеличение G , например в 4 раза, при $W = \text{const}$ ($Gc^2 = \text{const}$) вызовет снижение c только в 2 раза. Т.е. тяга в итоге увеличится в 2 раза без увеличения энергии.

$$4Gc/2 = 2P$$

В работах [2,3], представленные соотношения с учётом КПД процессов взаимодействия масс газа при течении подтверждены многочисленными экспериментами и широко используются в практике.

В общей физике [4] закон сохранения 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 выглядит следующим образом:

$$w_1 m_1 = w_2 (m_1 + m_2) \text{ или, } w_2 (m_1 + m_2) / w_1 m_1 = 1 \quad (3)$$

При неупругом ударе часть кинетической энергии переходит в тепло, т.е. кинетическая энергия уменьшается. Таким образом, здесь, как и в эжекторном усилителе тяги [4] это отношение кинетических энергий можно принять за КПД неупругого удара

$$w_2^2 (m_1 + m_2) / w_1^2 m_1 = \eta \quad (4)$$

Преобразуем это соотношение для энергий в соотношение для количеств движений. Извлечём квадратный корень из левой и правой частей уравнения:

$$w_2\sqrt{(m_1+m_2)}/w_1\sqrt{m_1} = \sqrt{\eta}$$

и умножим на

$$\sqrt{(m_1+m_2)/m_1}$$

Получим отношение количества движений

$$w_2(m_1+m_2)/w_1 m_1 = \sqrt{(m_1+m_2)\eta}/m_1 \quad (5)$$

неравным 1, что противоречит уравнению (3). Данное отношение определяется соотношением масс и КПД, соответствует (2), которое получено таким же образом. Как частный случай (тождество), при определённых значениях m_1 , m_2 и η оно может быть равно 1.

Сторонники достоверности уравнения (3) доказывают это следующим образом:

из него же определяют

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

и формируют уравнение энергии в виде

$$w_2^2(m_1 + m_2)/2 = ((m_1^2 w_1^2 / (m_1 + m_2)^2) (m_1 + m_2))/2 = (m_1 / (m_1 + m_2)) m_1 w_1^2 / 2, \text{ где}$$

$$m_1 / (m_1 + m_2) = \eta \quad (6)$$

При подстановке данного выражения в уравнение (5) оно конечно становится равным 1, но это, как показано выше, является частным случаем.

Анализ выражения (6) показывает, что КПД процесса смещения определяется только соотношением масс. Т. е. не учитываются вязкость, упругость тел, которые определяют тепловыделение – потери механической энергии. А вывод данного выражения при заранее заданном отсутствии потерь на удар представляется некорректным.

Выведем соотношение для определения величины потерь на удар, как потери силы на удар P_{ny} (по аналогии с силой трения) для эжекторного усилителя тяги и для абсолютно неупругого взаимодействия твёрдых тел:

идеальная тяга с эжекторным усилителем ($\eta = 1, 0$)

$$P_{ид} = P_0 \sqrt{n + 1},$$

тогда

$$P_{ny} = P_{ид} - P = P_0 (\sqrt{n + 1} - \sqrt{(n + 1)\eta}) \quad (7)$$

После преобразований получим:

$$P_{ny} = P_0 (\sqrt{(n + 1)} (1 - \sqrt{\eta})),$$

Для абсолютно неупругого взаимодействия твёрдых тел из соотношения (5): $w_2(m_1+m_2)/w_1 m_1 = \sqrt{(m_1+m_2)\eta}/m_1$ путём преобразований, аналогичных для получения соотношения (7), получим уравнение для определения потери силы на удар:

$$P_{ny} = w_1 m_1 (\sqrt{(m_1+m_2)/m_1}) (1 - \sqrt{\eta}),$$

Справедливость полученных теоретических положений подтверждают следующие примеры:

1. В теории взрыва показана возможность увеличения импульса в воздухе, примерно, в 3 раза по сравнению с импульсом при истечении продуктов детонации в вакуум [5]. Здесь присоединённая масса воздуха примерно в 40 раз превышает массу продуктов детонации. Это можно назвать волновым присоединением массы.

2. Научное открытие №314 [6], сущность которого, заключается в том, что обнаружено явление необычного аномально высокого прироста реактивной силы при эжектировании атмосферного воздуха пульсирующей активной струей (до 120-140 % к исходной тяге). Появление этого эффекта связано с реализацией при определенных условиях особой формы нестационарного движения газа с эжектированием дополнительной массы, определяющей существенно меньшие потери. Научное значение открытия состоит в том, что оно существенно расширило представление о природе формирования нестационарных течений газа.

3. В Институте механики МГУ, в ОКБ имени А. Люльки проведены экспериментальные исследования пульсирующего рабочего процесса на экспериментальной установке с газодинамическим сферическим резонатором. В сферической полости, вследствие соударения радиальных струй газа происходит возбуждение колебательного рабочего процесса с образованием сложных ударно-волновых структур и волновым присоединением массы [7], обеспечивающим повышение тяги. При этом, чем выше температура газа, тем больше эффект, т.к. растёт его упругость и соответственно уменьшаются потери на удар.

4. В ПАО «ОДК-Сатурн» проведены экспериментальные и расчётно-теоретические исследования по реализации в реактивных двигателях пульсирующих рабочих процессов с присоединением масс газа для качественного повышения их тяговой эффективности [8], объяснены и подтверждены результаты исследований [7]. Получены значения КПД пульсирующих эжекторных усилителей тяги, значительно большие, чем в стационарных усилителях при тех же коэффициентах эжекции.

5. Известны многочисленные эксперименты с устройствами, создающими тягу без выброса реактивной массы [9]. Количество их так велико, что можно применить закон из диалектики о переходе количества в качество. Некоторые из устройств называют инерцоидами. 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. должна быть жёсткая (упругая) асимметрия.

Целесообразно рассмотреть как гипотезу возможность применения принципа механизма инерцоида 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». Асимметричность этой системы может быть создана за счёт деформации электронной оболочки магнитным полем или смещением ядра под действием ускорения. Это может проявляться в космосе, подтверждается экспериментами с гироскопическими устройствами [9,10]. В дальнейшем представляют интерес: исследования процесса взаимного влияния собственных частот колебания ядер и внешнего колебательного силового воздействия, а также воздействия высокого давления, которое имеет место в недрах планет.

Заключение

В прикладной газовой динамике в результате многочисленных исследований признан эффект увеличения тяги за счёт присоединения масс газа. Согласно научному открытию №314 наибольший эффект наблюдается при пульсирующем истечении активной струи, реализующем минимальные потери. При этом в уравнении количества движения учитываются потери на удар.

Теоретически обоснована необходимость учёта присоединения масс, потерь на удар и в уравнении количества движения при взаимодействии абсолютно неупругих твёрдых тел. В замкнутой системе, если будут созданы разнонаправленные и неравные силы трения (потери на удар), например в колебательном процессе массы, то возникает неуравновешенная (движущая) сила без выброса реактивной массы. Это может проявляться в так называемых «инерцоидах». Определены некоторые направления дальнейших исследований.

Список литературы

1. Лопота В.А., Глушко В.П., Глушко В.В. О движителях без выброса массы в «пустом»

космическом пространстве // Робототехника и техническая кибернетика. 2018. № 2. С. 66 – 76.

2. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. Изд.-во «Наука», 1969. - 824 с.

3. Нечаев Ю.Н., Фёдоров Р.М. Теория авиационных газотурбинных двигателей. Ч. 2. М.: «Машиностроение», 1978, -336 с.

4. Китайгородский А.И. Введение в физику. Изд.-во «Наука», 1973. - 688 с.

5. Баум Ф. А., Орленко Л. П., Станюкович К. П., Шехтер Б. И. Физика взрыва. – М.: Наука, 1975.

6. Кудрин О.И., Квасников А.В., Челомей В.Н. Явление аномального высокого прироста тяги в газовом эжекторном процессе с пульсирующей активной струей: описание открытия №314. Вестник АН СССР. №10,1986.

7. Левин В.А., Смехов Г.Д., Тарасов А.И., Хмелевский А.Н. Расчётное и экспериментальное исследование пульсирующей детонации в модели двигателя. – М.: Институт механики МГУ, 1998. Препринт № 42-98. – 34 с.

8. Богданов В. И. Взаимодействие масс в рабочем процессе пульсирующих реактивных двигателей как средство повышения их тяговой эффективности // Инженерно-физический журнал. 2006. Т. 79. № 3. С. 85-90.

9. Богданов В.И. Эффект создания движущей силы без выброса реактивной массы в согласии с механикой Ньютона и реализация его в технике // Sciences of Europe. Praha, Czech Republic. VOL 1, No. 48, 2020, pp. 10-15.

10. Bogdanov V.I. Effect of Occurrence of Propulsive Force with no Reaction Mass Ejection. International Technology and Science Publications (ITS). Submitted to Applied Physics. Volume 3, Issue 4, 2020, pp.36-47.

Богданов Василий Иванович, д.т.н., ПАО «ОДК-Сатурн» эксперт.

м.т. 8-910-974-47-63

Агаларов Дж.Г.

*Институт Математики и Механики
Национальной Академии Наук Азербайджана,
Баку, Азербайджан*

Мамедова Г.А.

*Институт Математики и Механики
Национальной Академии Наук Азербайджана,
Баку, Азербайджан*

СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПОДВЕШЕННЫХ КОНЦЕНТРИЧЕСКИХ ПЛАСТИН

J. H. Agalarov,

*Institute of Mathematics and Mechanics
National Academy of Sciences of Azerbaijan,
Baku, Azerbaijan*

G. A. Mammadova

*Institute of Mathematics and Mechanics
National Academy of Sciences of Azerbaijan,
Baku, Azerbaijan*