

УДК 536.2.02

СИЛА ТЕПЛОВОГО ПОТОКА

Улитин Сергей Анатольевич,
кандидат физико-математических наук,
независимый исследователь,
ulitin.sergey@rambler.ru

Аннотация

В данной работе описываются эксперименты по взвешиванию остывающей алюминиевой пластинки, в которых проявляется эффект силы теплового потока. Сила проявляется при наличии направленного теплового потока в образце и вызывает изменение показаний весов. Представлена модель для объяснения эффекта. Результаты можно использовать в космических исследованиях, например, при создании двигателей малой тяги для космических аппаратов в дальних перелетах и в борьбе с космическим мусором.

Ключевые слова: термодинамика, тепловой поток, теплота, температура, сила.

HEAT FLOW STRENGTH

Sergey A. Ulitin,
Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
independent researcher,
ulitin.sergey@rambler.ru

ABSTRACT

This paper describes experiments on weighing a cooling aluminum plate, in which the effect of the force of the heat flow is manifested. The force manifests itself in the presence of a directed heat flow in the sample and causes a change in the readings of the scales. A model is presented to explain the effect. The results can be used in space research, for example, when creating low-thrust engines for spacecraft on long-distance flights and in the fight against space debris.

Keywords: thermodynamics, heat flow, heat, temperature, force.

ВВЕДЕНИЕ

В опытах Козырева Н.А. при взвешивании тел, в которых идут термодинамические процессы, впервые был обнаружен «эффект изменения массы» [1]. Максимальное относительное «изменение массы» составило около 10⁻⁴. В настоящей статье описаны

эксперименты по проверке этих результатов на современной экспериментальной базе с объяснением в рамках традиционной физики.

ЭКСПЕРИМЕНТ

Схема эксперимента показана на рисунке 1. Использовались аналитические весы «Vibra-НТ», имеющие точность взвешивания 0,1мг с автоматической регистрацией на компьютере. В герметичный сосуд помещали последовательно теплоизолятор, нагретую алюминиевую пластинку, термостат (толстая алюминиевая пластина) для создания выделенного направления теплового потока. Сосуд закрывали, и проводили запись показаний весов в автоматическом режиме. При взвешивании такой пластинки с массой 6,4499 г. был обнаружен эффект уменьшения показаний весов. Положения теплоизолятора, термостата и пластинки в течение опыта не менялись. Результаты представлены на рисунках 2 и 3 линией 1 (нижняя линия). Для удобства данные представлены в разных временных масштабах. На графике представлено отклонение показаний весов массы пластины от ее нормального значения 6,4499г как функция времени. Относительная величина максимального эффекта порядка 10^{-3} . Это больше, чем в работе [1].

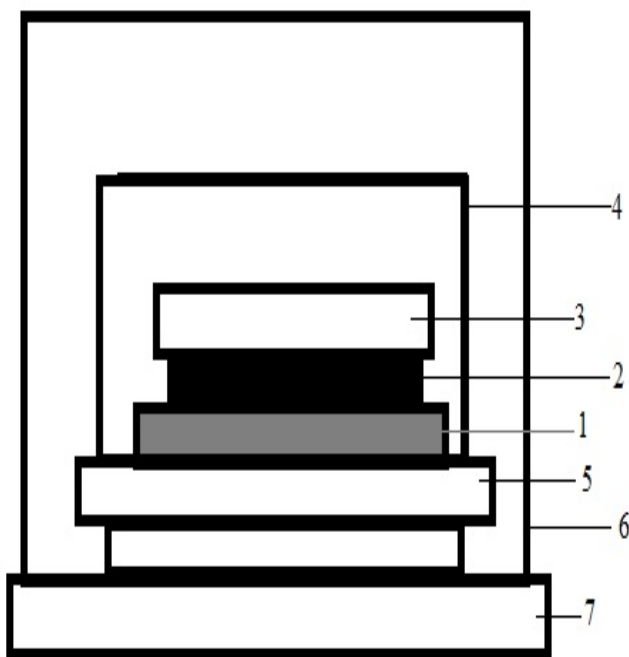


Рисунок 1. 1-теплоизолятор, 2-алюминиевая пластина, 3-термостат, 4-герметичный сосуд, 5-платформа весов, 6- колпак весов, 7-корпус весов.

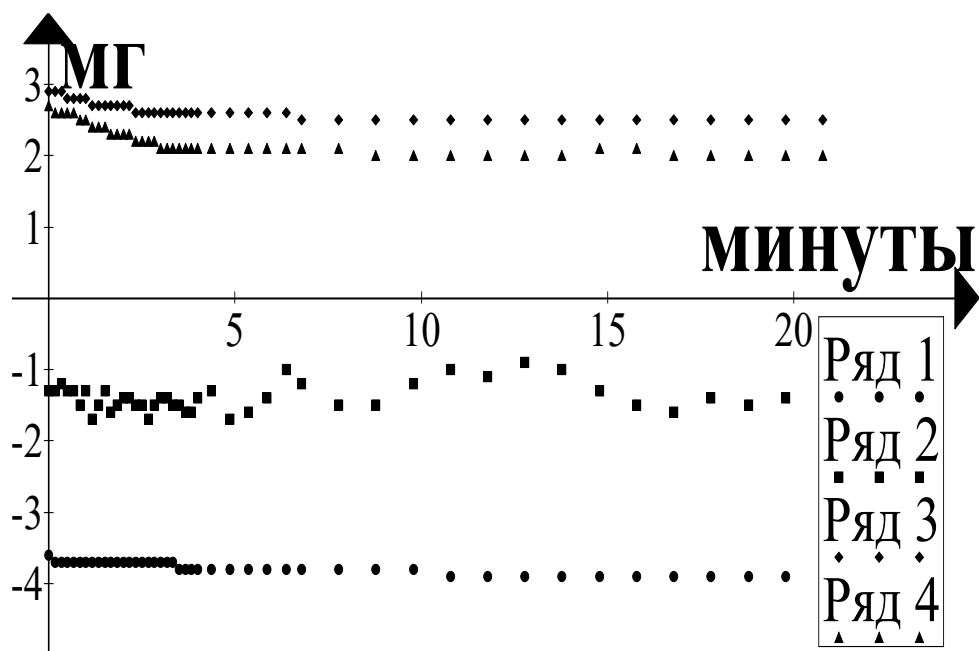


Рисунок 2. Изменение показаний весов во времени.

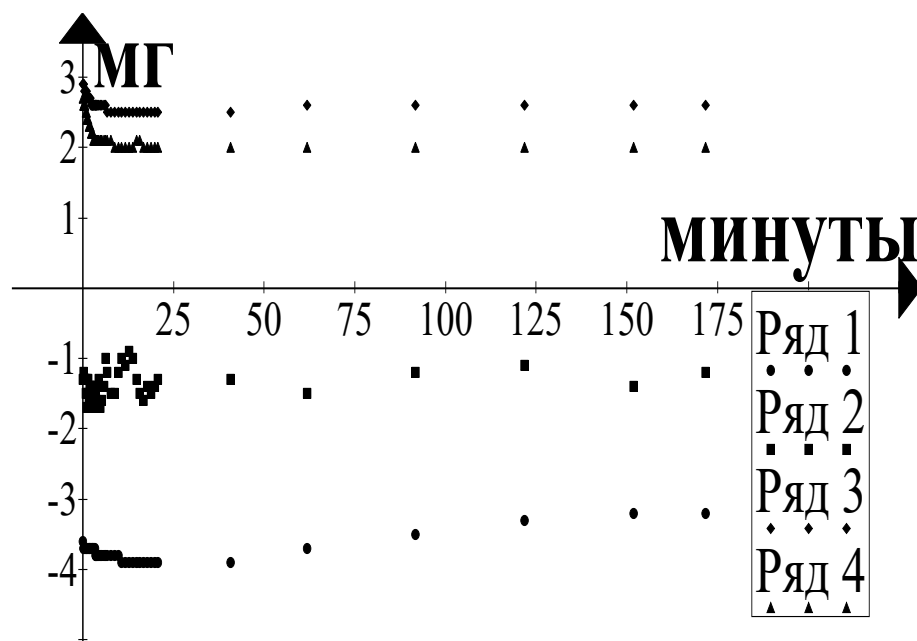


Рисунок 3. . Изменение показаний весов во времени на большом интервале.

С целью выяснения причины эффекта были проведены дополнительные эксперименты по другой схеме, отличающейся от схемы рис.1 изменением положений термостата и нагретой пластины. Внизу располагался теплоизолятор 1, затем термостат 3 и сверху нагретая пластина 2. Все находилось в том же герметичном сосуде 4. Условия этих экспериментов были те же: температура нагрева пластинки $T=49.80\text{C}$, температура воздуха 23.20C , пластинка, теплоизолятор и термостат те же. Отличается направление оттока тепла от нагретого тела. Результаты показаны на рисунках 2 и 3 линией 2 (вторая снизу). Из

графиков видно, что изменение показаний весов в этом случае меньше. Несовпадение линий 1 и 2 показывает влияние направления теплового потока на показания весов. Изменения показаний в течение опыта, представленные линией 1, порядка 1мг при точности измерений 0,1мг. По тем же схемам были проведены эксперименты с охлажденной пластинкой. Результаты представлены линиями 3 и 4 на рисунках 2 и 3. В этом случае трудно отделить влияние конденсированных паров воды, и линии приведены для иллюстрации. Несовпадение этих линий также показывает наличие эффекта силового воздействия теплового потока на пластинку. В опытах с тефлоновой пластинкой по схеме (рис.1) эффекта не обнаружено в пределах точности измерения весов. Коэффициенты теплопроводности алюминия 237 Вт м⁻¹ К⁻¹, у тефлона 0.25 Вт м⁻¹ К⁻¹, эффект не виден ввиду отсутствия теплового потока.

ГИПОТЕЗА

Как тепловой поток может создавать силу? Рассмотрим простую одномерную задачу о потоке тепла в однородной металлической пластине больших размеров, расположенной горизонтально. Как известно, тепловой поток в металле переносится, в основном, за счет теплопроводности «электронного газа». Передача тепла от электронов проводимости атомам решетки происходит в течение пикосекунд. Следовательно, энергия движения атомов будет определяться текущей температурой. Пусть верхняя сторона пластины находится при температуре T₀ – температуре окружающей пластинку среды, а нижняя при T₁, причем T₁>T₀. Внутри пластины через любое сечение, параллельное основанию, нет направленного переноса импульса атомами решетки. Оценим изменение импульса атомов на разных сторонах пластины. Концентрация атомов

$$n = N_0 \rho / \mu = N_0 / \mu \times (M/S/l) \quad (1)$$

M – масса пластины, μ – молекулярный вес металла, N₀ – постоянная Авогадро, ρ – плотность металла пластинки, S, l – поперечная площадь и толщина пластинки.

Будем считать, что по направлению теплового потока колеблется 1/6 часть всех атомов прилегающего к краю пластинки слоя. Для оценки эффекта изменение импульса будем считать равным 2*m*v. Средняя тепловая скорость v связана с температурой T уравнением (2), m – масса атома решетки.

$$T = m \cdot v^2 / (3 \cdot k) \quad (2),$$

где k – постоянная Больцмана.

Тогда сила F₁, обусловленная изменением среднего импульса атомов у нижней стороны пластины с учетом (1, 2), будет направлена вверх и равна

$$F_1 = n / 6 \cdot S \cdot v^2 \cdot m \cdot v = M \cdot T_1 \cdot R / (\mu \cdot l) \quad (3),$$

где R – универсальная газовая постоянная R = N₀ · k.

На верхней стороне пластинки сила F₀ будет направлена вниз и равна

$$F_0 = -M \cdot T_0 \cdot R / (\mu \cdot l) \quad (4)$$

Суммарная сила F, действующая на пластинку, равна

$$F = F_1 + F_0 = M \cdot R \cdot \text{grad}(T) / \mu \quad (5)$$

Направление силы F совпадает с направлением градиента температуры. Результаты экспериментов это подтверждают. Изменение показаний весов в эксперименте, которое ошибочно можно принять за изменение массы dM, будет

$$dM = M \cdot R \cdot \text{grad}(T) / (\mu \cdot g) \quad (6)$$

g – ускорение свободного падения.

Изменение импульса и, соответственно, силовое воздействие на пластинку будут ненулевыми, пока в металлической пластинке есть разница температур. Из формулы (5) видны возможности для усиления эффекта: увеличение градиента температуры, использование материалов с меньшим молекулярным весом, увеличение массы. Необходимая величина grad(T) для появления силы F = 10н (это характерная величина тяги

для малых двигателей космических аппаратов) для алюминиевой пластины $M=103\text{кг}$, $\mu=27 \cdot 10^{-3}\text{кг моль}^{-1}$ из (4) будет $3 \cdot 10^{-5}$ град м-1.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТА

На основе этого эффекта возможно создание и применение простых и недорогих двигателей малой тяги для космических аппаратов (КА) в дальних перелётах. Их используют для ориентации и коррекции движения.

Для коррекции движения КА нужен источник энергии (например, солнечная батарея) и нагревательные элементы, расположенные на корпусе КА в нужном месте. Схема устройства показана на рисунке 4.

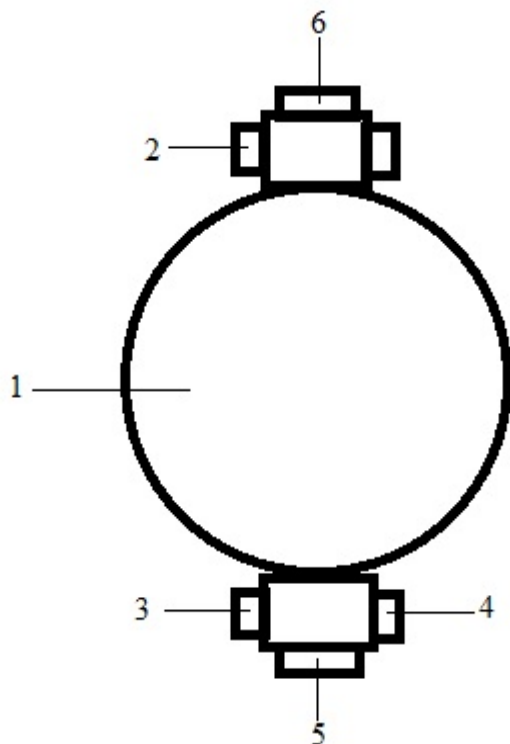


Рисунок 4. 1-космический аппарат, 2-6-нагревательные элементы на корпусе аппарата.

При нагреве элемента 2 или совместном нагреве 2 и 3 и возникновении теплового потока вправо появится изменение импульса атомов металла этих элементов, направленное вправо. При одновременном нагреве элементов 2 и 4 КА будет вращаться относительно своего центра масс. Это можно использовать для поддержки ориентации. Для движения вниз или вверх используются элементы 5 или 6. Для движения прямо по курсу нужно расположить аналогичные элементы на торцевых сторонах КА. Использование таких двигателей позволит сэкономить топливо и увеличить полезную нагрузку КА.

Проблема космического мусора возникла в 70-е годы XX века. Связанные с ним проблемы подробно освещены в [2-4]. Борьбу надо вести и со «старым» мусором и не допускать «нового», связанного с запуском КА. Кроме вышеописанного метода, можно предложить дешевый способ борьбы с «новым» космическим мусором. Эффект изменение импульса из-за теплового потока можно использовать для «подталкивания» отделяемых частей КА к сходу с орбиты. Схематично все просто. На внешнюю сторону ступени ракеты-носителя наносится темное покрытие какой-то длины вдоль корпуса. Поскольку солнечный свет падает с одной стороны, тепло будет уходить к холодной неосвещенной стороне. В

результате появится изменение импульса, подталкивающее эту ступень ракеты с орбиты вниз. Остатки атмосферы на орбите ускорят этот процесс. Ускорение действует во время движения по освещенной стороне витка. Если нанести покрытие на все отделяемые при выводе на орбиту и ненужные в процессе эксплуатации части ракеты, они все уйдут с орбиты вниз. Без покрытия внешней стороны корпуса эффект будет значительно меньше из-за отражения света.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Результаты опытов наглядно показывают наличие эффекта силового воздействия теплового потока на металлическую пластинку, в которой этот поток течёт.
2. На основе эффекта можно создать двигатели малой тяги для космических аппаратов в дальних перелетах.
3. На основе этого эффекта предложен дешевый способ удаления космического мусора.

Список литературы:

1. Козырев Н. А. О возможности уменьшения массы и веса тел под воздействием активных свойств времени //Еганова И. А. Аналитический обзор идей и экспериментов современной хронометрии. Новосибирск, 1984, С. 88-92. Деп. в ВИНТИ 27.09.84, № 6423-84 Деп.
2. Вениаминов С. С., Червонов А.М. Космический мусор - угроза человечеству, ИКИ РАН, 2012, 278 с.
3. Вениаминов С. С. Введение в теорию планирования поиска космического объекта по неточной априорной информации о его орбите / Под ред. Назирова Р. Р. М.: ИКИ РАН, 2010. (Сер. Механика, управление, информатика).
4. Гаврилин Е. В. Эпоха классической РКО. М.: Техносфера, 2008.

References:

1. Kozyrev N. A. On the possibility of reducing the mass and weight of bodies under the influence of the active properties of time // Eganova I. A. Analytical review of ideas and experiments of modern chronometry. Novosibirsk, 1984, pp. 88-92. Dep. in VINITI 27.09.84, No. 6423-84 Dep.
2. Veniaminov S.S., Chervonov A.M. Space debris is a threat to humanity, IKI RAS, 2012, 278 p.
3. Veniaminov S. S. Introduction to the theory of planning search
4. of a space object from inaccurate a priori information about its orbit, Ed. Nazirova R. R. M.: IKI RAN, 2010. (Ser. Mechanics, control, informatics).
5. Gavrulin E. V. The era of classical RSC. M.: Technosphere, 2008.