

3, соединяющих между собой торцевые диски 4 и 5.

Положительной стороной такой конструкции можно назвать также приближенное к нулю значение прогиба. Сложность конструкции состоит в изготовлении, сохранении соосности и параллельности плоскостей, так как необходимо, чтобы при проворотах мы имели максимально зафиксированные расположения базовых осей фланцев и положения координат центра масс.

Создание эталонного образца проведено методом подбора. Решение этих проблем мы видим в создании универсальных программ для наиболее точного расчета элементов конструкции и учитывающих физико-механические свойства, реальных не остро дефицитных материалов. Задача эта многоцелевая.

Мы будем рады сотрудничать как с академическими, так и с прикладными научно-исследовательскими технологическими институтами для решения этой сложной задачи, которая позволит упростить выбор конструкции и расчет эталона на жесткость и прогиб, позволит более точно определять положение координат центра масс космической техники.

1. Ачеркан Н. С. Справочник металлурга. — М.: Машиностроение, 1965.—Том 1.
2. Беляев Н. М. Сопротивление материалов. — М., 1953.

ENGINEERING AND TECHNOLOGICAL PROBLEMS
IN MAKING LARGE-SIZED WEIGHT STANDARDS USED
FOR CERTIFICATION OF TEST BENCHES CONTROLLING
POSITIONS OF CENTRE OF GRAVITY OF SPACE-SYSTEM

M. V. Kylymnyk

Stability and controllability in flight, the accuracy of a trajectory, the fuel consumption, the injection of the big masses into orbit with smaller expenses and an other major operational characteristics of space-rocket engineering in many respects depend on the degree of the conformity of the actual and calculated values characterizing the distribution of their masses. The mass and positions of centre of gravity are determined by special test benches. The certification of the test benches is executed with the use of large-sized weight standards. There are engineering and technological problems in making such standards. To eliminate the problems, it is necessary to solve a triunit task which consists in ensuring the necessary rigidity of design, as well as in manufacturability and effectivity of overall-weight standard production.

УДК 530.12:531.18

О РАЗРАБОТКЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ВЛИЯНИИ ПОТОКА ЭНЕРГИИ
НА ФОРМИРОВАНИЕ АНИЗОТРОПНОЙ ПЛОТНОСТИ
КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

© В. А. Домрачева, В. А. Ладиков

Український науково-дослідний інститут технологій машинобудування

Встановлено зв'язок між густинною потоку енергії та густинною речовини в системі, а також визначено характер цієї залежності. Представлену залежність можна використовувати при розробці нових матеріалів і технологій.

Теоретические и экспериментальные исследования в областях термоградиентной сушки узлов ракетно-космических систем, термодиффузационного разделения газовых смесей, восстановления корпусов ядерных реакторов путем тепловой опрессовки, технологии изготовления отливок направленным затвердеванием, показали наличие связи между плотностью потока энергии и плотностью вещества в системе.

Термодиффузационное разделение газовых смесей. Термодиффузия — перенос компонентов среды, обусловленный градиентом температуры среды. При термодиффузии концентрация компонентов, а

следовательно, и плотность, в областях повышенной и пониженной температуры становится различной (эффект Cope) [3]. При создании температурного градиента потока тепловой энергии смеси двух газов более тяжелые молекулы устремляются в направлении понижения температуры, а более легкие — в направлении ее повышения (рис. 1).

Степень разделения смесей тем больше, чем большее значение температурного градиента.

Термоградиентная сушка. Для удаления влаги из определенного объекта необходимо создать внутри него температурный градиент, в направлении которого и устремляется влага, подлежащая удалению

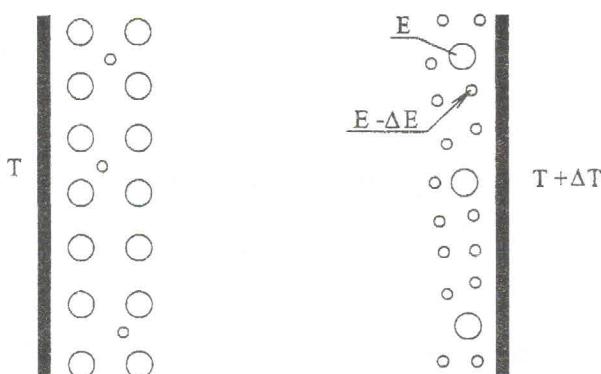


Рис. 1. Термодиффузионное разделение газовых смесей.



Рис. 2. Термоградиентная сушка

из пор и капилляров объекта. Таким образом, под воздействием теплового потока, обусловленного перепадом температур, происходит перераспределение молекул жидкости внутри капилляров детали, то есть изменение плотности (рис. 2).

Технология изготовления отливок направленным затвердеванием. Заготовка и форма нагреваются каждая по заданной программе: заготовка — до температуры, не превышающей температуры плавления, форма — с заданным по высоте тепловым градиентом (рис. 3). После полного заполнения формы расплавленным металлом осуществляется принудительный теплоотвод в окружающее пространство.

Таким образом, плавление заготовки, обработка жидкого металла и заполнение формы совпадают во времени, а в заполненной металлом форме обеспечивается расчетное значение температурных градиентов (тепловых потоков). Технология позволяет достичь равнопрочности металла отливок в продольном и поперечном направлениях, то есть получить почти теоретическую (молекулярную) плотность вещества в отливках.

Обобщение вышеперечисленных наблюдений привело к качественному утверждению о наличии связи плотности потока энергии с плотностью вещества в системе. Для уточнения характера этой зависимости были использованы фундаментальные

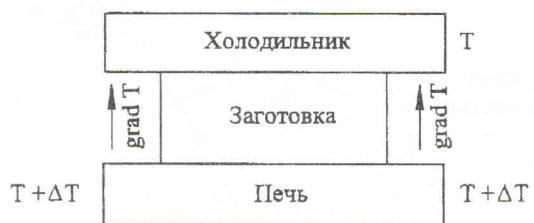


Рис. 3. Технология изготовления отливок направленным затвердеванием

физические определения и законы [3]: полная энергия системы $E = \sum(E_n; E_k; E_{bh}; \dots) = mc^2$; поток энергии — мощность энергии, перенесенной через какую-либо поверхность; плотность потока энергии — отношение потока энергии к площади поверхности, расположенной перпендикулярно к направлению переноса:

$$J = N/S \text{ [Вт/м}^2\text{]}; \quad (1)$$

объемный расход — отношение объема вещества, перемещаемого через сечение, перпендикулярное к направлению потока, к промежутку времени, за который этот перенос происходит: $G = V/t = Sc$. Выполнив некоторые математические преобразования:

$$Sc = V/t, St = V/c$$

и подставив их результаты в (1):

$$J = \frac{N}{S} = \frac{E}{St} = \frac{Ec}{V} = \frac{mc^2 c}{V},$$

получаем:

$$J = \gamma c^3. \quad (2)$$

Формула (2) показывает, что плотность вещества γ и плотность потока энергии J не являются независимыми величинами. А из соотношения

$$\Delta J = \Delta \gamma c^3$$

следует, что всякому изменению плотности потока энергии ΔJ соответствует изменение плотности вещества в системе $\Delta \gamma = \Delta J / c^3$ и наоборот. Однако для большинства физических процессов и химических реакций изменение плотности вещества вследствие изменения плотности потока энергии является незначительным. Исключение составляют реакции и процессы, протекающие с чрезвычайно большим энергетическим эффектом. Установленная зависимость может быть использована при разработке новых материалов и технологий. По всей видимости, для решения задачи изменения (увеличения)

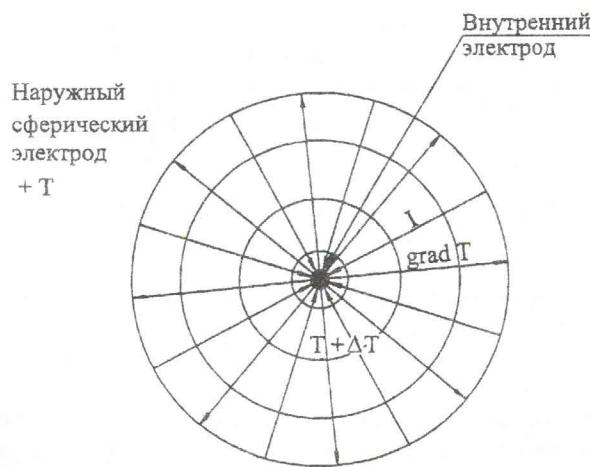


Рис. 4. Энергопоглощающая система

плотности вещества необходимо обеспечить выполнение следующих условий:

1. Система должна потребить энергию E .
2. Необходимо обеспечить достаточно высокую плотность потока энергии, подбрав соответствующие геометрические параметры системы.

Поиск ответа на вопрос о потреблении энергии системой привел к термоэлектричеству, представляющему совокупность трех взаимосвязанных явлений — эффект Зеебека, Пельтье и Томсона [4].

В качестве системы, потребляющей энергию, будем рассматривать термоэлектрическую систему, в которой наблюдается явление Томсона — выделение или поглощение в зависимости от направления тока теплоты в проводнике с током, в котором есть перепад температур: $Q_{\text{томс}} = \tau I \Delta T t$, где I — сила тока; t — время; ΔT — перепад температур; τ — коэффициент Томсона, зависящий от материала проводника.

Кроме тепла Томсона, в проводнике выделяется также тепло в соответствии с законом Джоуля—Ленца:

$$Q_{\text{дж}} = I^2 R t, \text{ где } R \text{ — сопротивление в системе.}$$

Поскольку оба эффекта имеют место в одной электрической цепи, происходящий в системе термодинамический процесс описывается следующим уравнением:

$$Q_{\Sigma} = Q_{\text{дж}} + Q_{\text{томс}} = I^2 R t - \tau I \Delta T t. \quad (3)$$

Складывая кривые $Q(I)$, соответствующие эффектам Джоуля и Томсона, получаем результирующую кривую $Q_{\Sigma}(I)$, которая характеризует тепловой баланс цепи (рис. 5). Исследуя кривую $Q_{\Sigma}(I)$ на

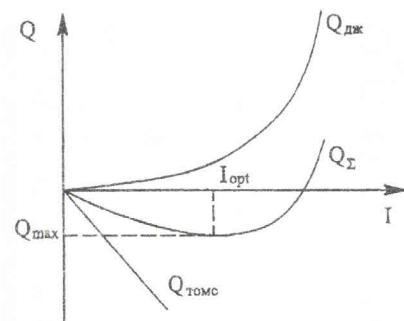


Рис. 5. Термодинамические процессы в томсоновской сети

экстремум, определяем оптимальное значение тока:

$$I_{\text{opt}} = \frac{\tau \Delta T}{2R},$$

при котором поглощение системой тепла достигает максимального значения

$$Q_{\text{max}} = \frac{(\tau \Delta T)^2}{4R} t.$$

Рассмотрим работу томсоновской термоэлектрической цепи с геометрическими параметрами, подобранными с учетом требования высоких значений плотности потока (рис. 4).

1. В начальный момент времени в системе отсутствуют ток ($I = 0$) и перепад температур ($\Delta T = 0$). Следовательно, ни выделения, ни поглощения тепла не происходит ($Q_{\Sigma} = 0$).
2. Начинаем создавать между наружным и внутренним электродами разность потенциалов, постепенно ее увеличивая.
3. Поскольку в соответствии с законом Джоуля — Ленца в системе начинает выделяться тепло $Q_{\text{дж}} = I^2 R t$, а плотность тока $i = I/S$ к центру системы увеличивается (вследствие уменьшения величины площади поверхности S , через которую проходят линии тока), возникает температурный градиент от центра системы.
4. В системе имеются электрический ток и температурный градиент, то есть созданы предпосылки поглощения системой энергии по Томсону.
5. Поскольку температурный градиент системы направлен наружу, тепловую энергию она потреблять не в состоянии. Возможно лишь поглощение электрической энергии, так как других видов энергии к системе не подведено.
6. Увеличение тока в системе при неизменных напряжениях и геометрических параметрах приводит к увеличению его плотности, и следовательно, к увеличению температурного градиента.

Дальше этапы 2—6 повторяются, провоцируя друг друга. Это повторение кажется бесконечным, и возникает вопрос о том, что могло бы его остановить. С увеличением перепада температуры ΔT потребление системой энергии достигает достаточно высоких значений. Следовательно, и плотность потока энергии к центру системы значительно возрастает. А из соотношения (2) очевидно, что и плотность вещества в системе увеличивается. Следствие изменения плотности вещества — изменение его структуры, а значит, и физических свойств (тепло- или электропроводности) [1].

В результате потребление системой тепловой или электрической энергии может быть ограничено благодаря изменению структуры и свойств составляющего ее вещества и получению нового вещества с новыми свойствами.

1. Говертон М. Т. Термодинамика для инженеров. — М.: Металлургия, 1966.

2. Коленко Е. А. Термоэлектрические охлаждающие приборы. — М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1963.
3. Политехнический словарь / Под ред. А. Ю. Ишлинский. — М.: Сов. энциклопедия, 1980.
4. Прямое преобразование энергии / Под ред. С. В. Тимашева, Е. Н. Янтовского. — М.: Мир, 1969.
5. Савельев И. В. Курс общей физики — М.: Наука, 1987.—Т. 1.

ON ELABORATION OF NEW TECHNOLOGIES
DEVELOPMENT ON THE BASIS OF NOTIONS
OF THE INFLUENCE OF ENERGY FLOW
ON FORMING ANISOTROPIC DENSITY
OF CONSTRUCTIVE MATERIALS

V. A. Domracheva, V. A. Ladikov

We found the relation between the energy flow density and the material density in the system, as well as we determined the nature of this relation. In our opinion, the relation can be used for elaboration of new materials and technologies.

УДК 629.76/.78.062.02:778

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТОЧНОСТИ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ОБЪЕКТОВ ПО КОСМИЧЕСКИМ
СНИМКАМ

© Р. С. Дымарчук, Г. А. Борщева, Е. Д. Ярмольчук

Державне конструкторське бюро «Південне»

Пропонується методика розрахунку похибок географічних координат об'єкта та його координат у напрямку дотичної і бінормалі до орбіти за космічними знімками поверхні Землі, що не містять реперних точок. Враховується дія похибок вимірювання чи прогнозування положення центра мас КА, конструктивних похибок КА, похибок вимірювання кутів орієнтації КА. Наводиться приклад розрахунку похибок для космічної системи «Січ-2».

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

При решении различных практических задач использования снимков заданных участков поверхности Земли, полученных съемочной аппаратурой космического аппарата, возникает необходимость координатной привязки снятых объектов.

Координатная привязка позволяет определить координаты любого объекта (цели) на полученном снимке заданного участка поверхности.

Достижимое значение точности привязки снятых объектов является одним из важных показателей целевой эффективности космической системы наблюдения Земли [2].

Если снимок содержит достаточное количество

опознанных объектов (реперных точек), координаты которых априорно известны, то возможно изменение положения исследуемого объекта относительно этих опознанных объектов и вычисление его относительных координат. Далее не представляет сложности рассчитать и абсолютные (географические) координаты цели.

В случае, когда снимок не содержит таких реперных точек или их число и расположение не позволяют осуществить привязку цели с приемлемой точностью, используется метод координатной привязки по элементам внешнего ориентирования снимающего прибора при съемке и положению цели на снимке. В дальнейшем предполагаем, что съемка осуществляется мгновенной экспозицией всего кад-