

$$Nu = C(Gr_d Pr)^n.$$

Если же свойства около греющей проволоки меняются немонотонно по радиусу, то в этом случае зависимость для теплообмена носит более сложный характер. Как показано в [7], при так называемом псевдокинении, указанным выше уравнением можно обобщить данные, относящиеся к области до максимума. В области за максимумом это уравнение дает заниженные значения коэффициента теплоотдачи.

На рис. 3 нанесены также данные по теплообмену при свободном движении от труб ($d = 30$ мм) к воде и воздуху при атмосферном давлении [8]. Проведенные нами измерения с жидким нонаном позволили получить данные, лежащие близко к результатам опытов с газами. Аналогичный результат получился и для жидкой двуокиси углерода. Таким образом, изменение в очень широких пределах плотности вещества или диаметра нагреваемого цилиндра не вызывает существенных отступлений от зависимости $Nu = f(Gr_d Pr)$.

Уральский научный центр
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
9 VII 1971

ЛИТЕРАТУРА

1. Э. Н. Дубровина, В. П. Скрипов. ПМТФ, № 1, 115, 1965.
2. Э. Н. Дубровина, В. П. Скрипов. ПМТФ, № 5, 152, 1969.
3. В. Р. Боровский, А. С. Чавдаров, Т. А. Усик. Сб. Теплофизика и теплотехника. «Наукова думка», Киев, 1969.
4. H. Senftleben. Z. angew. Phys., 3, 364, 1951.
5. В. С. Мак-Адамс. Теплопередача. Гостехиздат, 1961.
6. М. А. Михеев. Основы теплопередачи. Госэнергоиздат, 1949.
7. Э. Н. Дубровина, В. П. Скрипов, Н. А. Шурваненко. Теплофизика высоких температур, 7, № 4, 1969.
8. Теплопередача и тепловое моделирование. Изд. АН СССР, стр. 226, 1959.

УДК 535.39

НОВЫЕ ЛАМПОВЫЕ ИСТОЧНИКИ ЧЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Д. Я. Свет, Н. С. Вдовин, Б. Г. Абрамович

Применяемые в настоящее время вольфрамовые ленточные лампы в качестве образцовых излучателей не удовлетворяют требованиям объективной пирометрии в инфракрасной области спектра.

Известно, что излучательная способность вольфрама сильно уменьшается с длиной волны [1—4]. Кроме того, для ленточных тел накала структурные изменения поверхности при различных режимах работы лампы оказывают сильное влияние на спектральную излучательную способность, это приводит к значительным методическим ошибкам при использовании ленточных ламп. Поэтому весьма важно создание более совершенного излучателя. Таким излучателем, безусловно, является абсолютно черное тело. Очевидно, что в лампах, реализующих и имитирующих абсолютно черное тело, влияние структурных изменений излучающей поверхности относительно меньше, чем у ламп с ленточным телом накала.

Наиболее близка по своим свойствам к абсолютно черному телу нагретая до определенной температуры полость с небольшим отверстием для выхода излучения. Отклонение излучения от абсолютно черного тела зависит от размеров и формы полости и отверстия, оптических характеристик внутренней поверхности и от степени равномерности распределения температуры по поверхности полости.

Для лампового варианта модели абсолютно черного тела конструктивно и технологически наиболее просты цилиндрические полости в виде тонкостенных трубок с внутренней перегородкой, которые помещены в стеклянные колбы.

В [5—11] описываются конструкции ламповых моделей абсолютно черного тела. Описанные в [5, 6, 8, 9] лампы не получили практического применения из-за большой величины потребляемой мощности и прилагаемого напряжения, непродолжительного срока службы и недопустимого перепада температур вдоль тела накала.

Большая работа по созданию ламповых моделей абсолютно черного тела проведена в последнее время в отделе стандартов английской национальной физической лаборатории [10, 11]. Эти лампы представляют собой стеклянный баллон из тугоплав

Таблица 1

Длина тела накала, мм		Диаметр тела накала, мм		I, a при $T_{я} = 1800^{\circ} C$		V, e при $T_{я} = 1800^{\circ} C$		Максимальный температурный градиент вдоль тела накала, $^{\circ}C$	
[11]	Авт.	[11]	Авт.	[11]	Авт.	[11]	Авт.	[11]	Авт.
45	50	2	3	29	38	5	8	100	20

Таблица 2

Время горения, час							
0	10	100	200	300	400	500	600
1200	1197,5	1200,7	1199,3	1196,5	1194,5	1198,2	1197,5
1400	1400,7	1403,3	1403,2	1400	1399,4	1402,2	1404,3
1600	1594,4	1599,6	1596,3	1590,5	1597	1593	1590,5
1800	1813	1814,6	1814,6	1811,2	1806,8	1814	1812,3

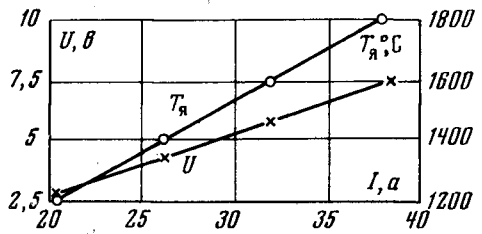
кого стекла пирекс, внутри которого помещен излучатель в виде вольфрамовой трубки. В середине трубки расположен моток тонкой вольфрамовой проволоки, закрученной и подрезанной таким образом, что поверхность мотка, обращенная в сторону, с которой ведутся измерения, имеет вид щетки. По обеим сторонам внутри трубки на расстоянии 5 мм от концов имеются диафрагмы. Однако эти лампы имеют значительный градиент температуры вдоль трубки ($\Delta T = 100^{\circ} C$) [12].

Авторы разработали ламповую модель абсолютно черного тела, представляющую собой колбу из стекла С 49-1 эллипсоидной формы, внутри которой помещен цилиндрический излучатель. Колба заканчивается цилиндрическими отбортками, к которым перпендикулярно оси трубки приварены смотровые окна — плоскопараллельные полированные пластины из стекла С 49-1 или лейкосапфира. В табл. 1 приводятся для сравнения параметры излучателей типа абсолютно черное тело, описанного в работе [11] и разработанного авторами.

Наибольшая трудность при создании таких излучателей — изготовление и способ крепления вольфрамовой трубки, обеспечивающий минимальные потери через токоподводы. Трубка изготавливается из фольги (ТУ № 449-61), точно раскроенной и затем свернутой. Для образования замкнутой полости на расстоянии 25 мм от края трубки помещается перегородка из пучка вольфрамовой проволоки. Для улучшения распределения температуры вдоль трубки, т. е. приближения к условиям черного излучения, «эффективная» длина тела накала увеличена до 80 мм. Концы трубки длиной 15 мм разрезаны вдоль на лепестки и загнуты под углом 90° . Лепестки через танталовую фольгу приварены к молибденовым кольцам, которые в свою очередь приварены к траверсам. Лампа имеет плоскую штампованную ножку с доколом бипост, обеспечивающим надежный электрический контакт. Патроны, в которые вставляется лампа с таким доколом, позволяют обеспечивать водяное охлаждение, дающее возможность контролировать температуру штифтов докола и режим теплоотвода от электродов, что является необходимым при проведении точных измерений.

Проведено исследование лампы вакуумного исполнения (давление в лампе 10^{-5} мм рт. ст.). На рисунке приведены вольт-амперная характеристика и зависимость температуры полости от силы тока лампы. В табл. 2 представлены данные исследования лампы на стабильности. Измерения температуры полости проводились через определенные промежутки времени горения при яркостной температуре полости, равной $1800^{\circ} C$. При этих испытаниях лампа питалась переменным током. Срок службы ламп при яркостной температуре полости $1800^{\circ} C$ составляет более 1000 час.

Из табл. 2 видно, что в интервале от 10 до 600 час горения стабильность ламп находится в пределах точности оптического яркостного пирометра типа ОП-48 (0,2%), которым измерялась температура. Перепад температуры вдоль тела накала лампы составляет $\sim 20^{\circ} C$ при яркостной температуре полости $1160^{\circ} C$. Измерения температуры проводились при длине волны излучения 650,0 нм. Коэффициент излучения цилиндрической полости при длине волны 650 нм, составляет примерно 0,92.



Предварительные исследования убеждают в пригодности разработанных излучателей для применения в пирометрии и спектрофотометрии.

Институт металлургии
Академии наук СССР
им. А. А. Байкова

Поступило в редакцию
26 VII 1971

ЛИТЕРАТУРА

1. Hulbert. *Astroph. J.*, 45, 149, 1917.
2. Coblenz. *Bur. Stand. Bull.*, 14, 312, 1918.
3. Weniger, Pfund. *Phys. Rev.*, 14, 427, 1919.
4. J. C. De Vos. *Physica*, 20, 669, 1954.
5. К. Агте, И. Зацек. Вольфрам и молибден. «Энергия», 1964.
6. С. И. Левиков. Труды ГОИ, 14, стр. 128, 1941.
7. H. Snoei. *Ein neues Strahlungenorvat «ETZ»*, *Ausg.* 7, 225, 1956.
8. К. С. Вульфсон, И. И. Либин. *Ж. техн. физики*, 22, вып. 3, 1952.
9. В. П. Лазарев, Г. С. Попов. Авт. свид. 48/3-4441/446195, заявл. 13.02 1954 г., опубл. 28.02.1955 г.
10. C. R. Barber, T. I. Quinn. *Nature*, 202, 16 may, 1964.
11. T. I. Quinn, C. R. Barber. *Metrologia*, 3, 1, 1967.
12. И. И. Киренков, Г. А. Крахмальникова. Тр. метрологических ин-тов СССР, вып. 105 (165). Изд. стандартов, 1969, стр. 125.

УДК 536.621/627

ГРАФИТОВЫЙ КАЛОРИМЕТР

Г. А. Беда, И. П. Даниленко

Для измерений тепловых потоков в газодинамических установках широко используются нестационарные калориметры, изготовленные из металлов (серебро, медь).

Основные результаты по конвективному теплообмену получены в основном при помощи медных калориметров. При соблюдении определенных требований ($Bi \leq 0,1$ и др.) данные, полученные с использованием нестационарных калориметров, отличаются малой погрешностью.

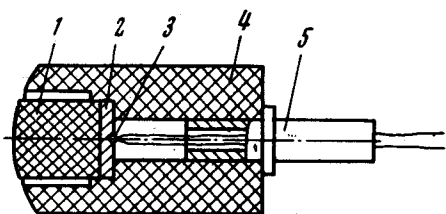


Рис. 1. Конструкция калориметра:

1 — калориметр; 2 — слой меди; 3 — термопара;
4 — корпус; 5 — державка

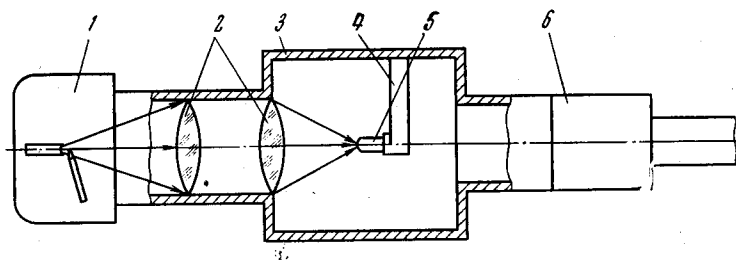


Рис. 2. Схема экспериментальной установки:

1 — дуговая лампа; 2 — конденсор; 3 — рабочая часть; 4 — державка;
5 — калориметрическая модель; 6 — система вакуумирования

Однако такое простое и доступное средство как нестационарный калориметр из меди становится малоприменимым при измерении радиационных тепловых потоков. Основной недостаток медных калориметров в этом случае — сильная зависимость спектральных характеристик меди от температуры. Так, для меди излучательная способность в интервале температур 20—400° С меняется почти в пять раз [1]. Это вносит значительные погрешности в определение радиационных тепловых потоков.