

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ
ИСТОЧНИКОВ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

Беликов А. С., д.т.н., проф., Рагимов С. Ю., инж., Шаломов В. А., к.т.н., доц.

Ключевые слова: *термодинамическая напряженность, моделирование, теплоизлучение, оптическая освещенность, энергетическая освещенность.*

Актуальность. Анализ состояния горячих производств различных отраслей показывает, что на рабочих местах рабочие подвергаются значительной термодинамической нагрузке, что не отвечает санитарным нормам и часто является причиной профессиональных заболеваний работающих. Поэтому совершенствование системы контроля термодинамической напряженности пространства производств с источниками высокотемпературного излучения и разработка эффективных мер по защите работающих является важным и актуальным для Украины.

Анализ последних исследований и публикаций. В ряде работ отечественных и зарубежных авторов разработаны методические основы проведения замеров при оценке тепловых источников. Однако отсутствие надлежащих приборов, не учет целого ряда факторов на рабочих местах, подверженных тепловому излучению не позволяет качественно оценить термодинамическую напряженность на рабочих местах.

Цель работы. Совершенствование методики исследования термодинамической напряженности на рабочих местах с использованием физического моделирования и энергетической освещенности с учетом параметров источников теплового излучения.

Материал и результаты исследований. Проведенные исследования показали необходимость обоснования и разработки экспериментальной установки для исследования терморadiационной напряженности на рабочих местах.

Проведенный нами анализ показал, что предложенные рядом авторов способы определения интенсивности теплового излучения по номограммам и формулам дают большую погрешность. Значительная погрешность обусловлена принятием целого ряда допущений многих переменных параметров, тесно связанных между собой. К ним относятся температура внутреннего пространства печи, размер окон в печах и колодцах и т.д. При этом возникает необходимость определять интенсивность теплового облучения на расстояниях 1-2 метра и т.д. В то же время, для решения задач по теплозащите рабочих мест необходимы фактические данные терморadiационных параметров на всех рабочих местах. Проводить такие исследования, например, у открытого окна термической печи на расстоянии 1,5-2 метра явно не безопасно и, главное снижается достоверность данных за счет уменьшения производительности замеров в экстремальных условиях труда. На рис.1 – 2 приведена диаграмма облучения рабочих мест термических процессов: а – контроль температуры при плавке базальта; б – при загрузке стекловаренной печи; в – обжиг извести; г – каменное литье в интегральном диапазоне по дуге 360° через 45° .

На рис.3 приведены расчетные и экспериментальные данные зонального распределения энергии термических печей.

При этом, для определения интенсивности облучения тепловым потоком необходимо производить значительное количество промежуточных расчетов либо использовать несколько графиков или номограмм, что делает эти расчеты трудоемкими и мало удобными для практического использования.

Нами сделана попытка обобщить результаты проведенных в этом направлении исследований, улучшить условия труда, значительно уменьшить число переменных и более эффективно использовать при проведении замеров существующие приборы.

На основании проведенных нами теоретических исследований терморadiационной напряженности на рабочих местах было установлено, что с большой точностью можно определить расстояние до источника теплоизлучения от точки замера, угол под которым виден источник теплового излучения, при этом, точка замера может располагаться на безопасном для исследователя расстоянии, что и было положено нами в основу при разработке экспериментальной установки для исследования терморadiационной напряженности на рабочих местах.

Нами было принято решение использовать световое моделирование при оценке термической облученности на рабочих местах, т.к. оптическая и энергетическая освещенность изменяются по одним законам, то в качестве источника теплового излучения использовался равномерно

освещенный полупрозрачный экран. В качестве модели элементарной площадки тела человека использовалась фотоголовка с датчиком теплового потока ИТТФ АН Украины. В основном исследовалась зависимость местного углового коэффициента облучения и максимальных энергонагрузок, а также переход от косвенных измерений к прямым. Это позволяет, также, прогнозировать условия труда по тепловому фактору на рабочих местах. При этом, методом светового моделирования можно отобразить полученные результаты исследования в виде возможных полей облучения с целью обеспечения проектантов универсальным методическим пособием.

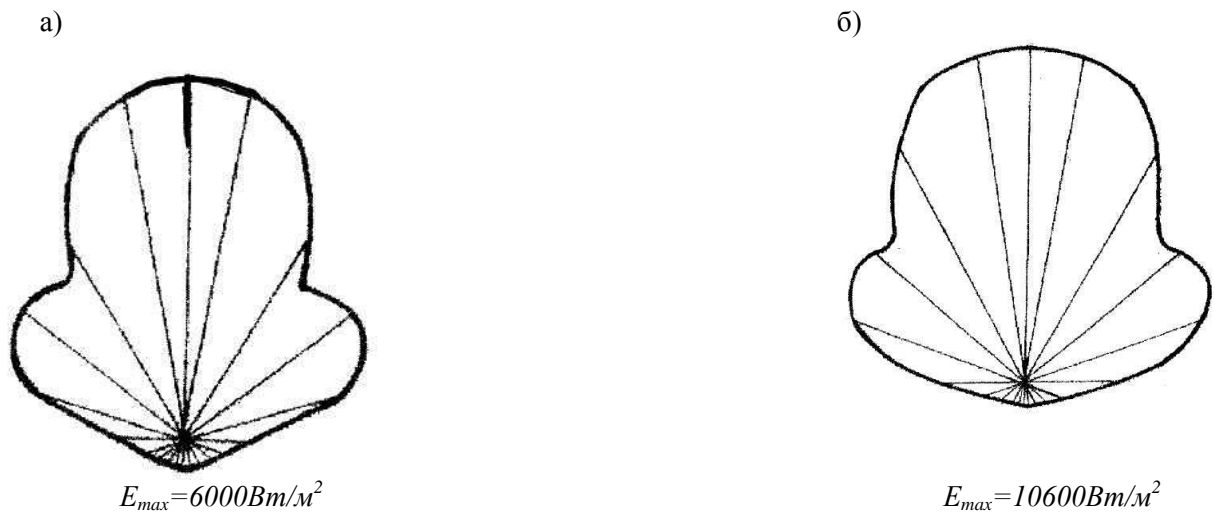


Рис.1 Диаграммы теплового облучения на рабочих местах плавки базальта и загрузки стекловарочной печи.

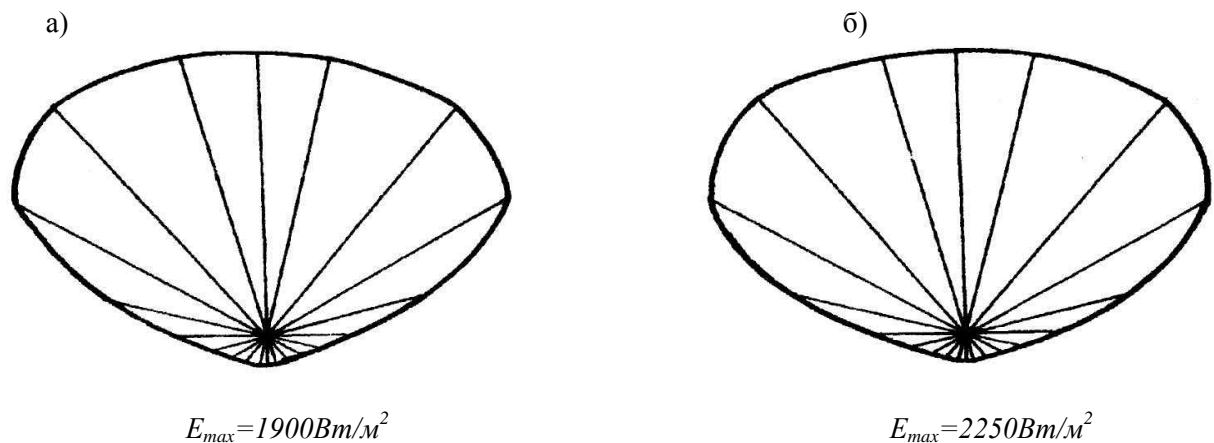


Рис.2 Диаграммы термического облучения на рабочих местах обжига извести и каменного литья.

Величина отношения угла зрения (видимости источника излучения) φ_1/φ_2 имеет физический смысл отношения плотности теплового потока излучения в данной и расчетной точке пространства, что позволяет решать поставленную задачу прогнозирования тепловой облученности на поверхности объекта облучения и обладает рядом преимуществ при проведении измерений.

Экспериментальная задача определения относительного теплового коэффициента облучения по физической дуге совпадает с физической задачей моделирования, для которой определяется отношение величин в произвольных точках пространства с последующим переходом к искомому

единицам с помощью реперной точки. В нашем случае репером может служить освещенность излучающего экрана и освещенность объекта.

Измерения проводились на разработанной нами установке светового моделирования (рис.4.). Измерения можно разбить на следующие этапы:

- изготовление модели;
- воспроизведение явления подобия;
- проведения измерений и перевод измеренных величин в графические изображения.

При этом, необходимо учитывать, что световое моделирование на разработанной установке включает в себя две экспериментальные задачи: воспроизведение явления, подобного натуре, и проведение измерений. Каждая из этих задач формирует свои погрешности, которые в сумме дают погрешность метода.

Анализ погрешностей позволяет выявить и учесть систематические составляющие, связанные с подобием световой модели и угловой ориентацией датчика, - приемной головки фоновой засветки. Средняя квадратичная погрешность, обусловленная этими источниками составляет не более 6-8 % для всего пространства, а для угловой ориентации, не превышающей 72° , для угловой ориентации в интервале 72° - 86° не более 19%. Измерения в интервале углов 86° - 90° теряют смысл из-за значительной погрешности.

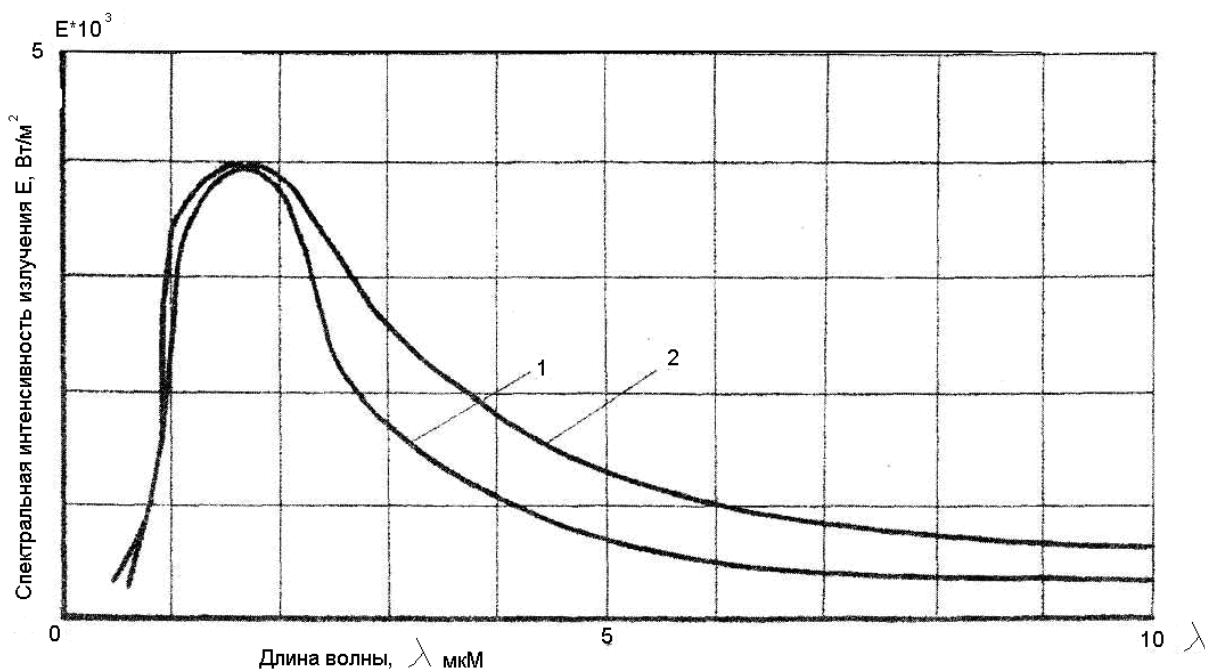


Рис.3 Экспериментальные данные и расчетные данные зонального распределения энергии излучения плавильных печей базальта при открытых окнах:
1 – расчетные данные; 2 – экспериментальные данные.

Определение ϕ_1/ϕ_2 с физической точки зрения можно корректно осуществлять только для равномерно светящегося экрана модели, т.к. ϕ определяется для изотермических теплообменных полей. Однако результаты измерения можно применять с достаточной точностью для инженерных расчетов на довольно широкий класс неравномерно нагретых поверхностей.

Этот класс охватывает поверхности, допускающие деление на примерно равные участки, разность температур точек, которых не превышает 20° С; средние температуры соседних участков не отличаются более 20° С; при переходе от одного участка к соседнему допускается изменение температур скачками. Определение плотности потока измерения в этом случае осуществляется через величину ϕ_1/ϕ_2 для элементарной площадки, помещенной в заданную точку, от всей излучающей поверхности с помощью светового моделирования.

Систематизация и отбор основных форм и размеров, расположение рабочих мест около них принимались по типовым размерам (с учетом фиксированных рабочих мест).

При этом, рассматривалось распределение тепловых полей по горизонтали, а вертикальная составляющая принималась с учетом расположения рабочих мест - 2м, Высота рассматриваемых промышленных зданий и сооружений принималась равной $h = 10 - 14$ м.

Для помещений с источниками подвижного инфракрасного излучения с ограниченным объемом и наличием дополнительного оборудования, строительных конструкций необходимо учитывать отражение тепловой энергии и ее перераспределение на рабочих местах. При этом, необходим дифференцированный подход, который и учитывает наша методика в физическом моделировании при оценке терморadiационной напряженности на рабочих местах горячих производств.

Следующим этапом возникла необходимость с помощью математического анализа вывести закон изменения зависимости φ_1/φ_2 от энергетической облученности.

Предложенная нами установка для светового моделирования (рис.4.) состоит из световой камеры 1; полупрозрачного экрана 2; матрицы ультраярких светодиодов 3.



Рис.4 Функциональная схема установки физического моделирования энергетической освещенности.

1 – световая камера; 2 – полупрозрачный экран; 3 – матрица ультраярких светодиодов; 4 – подвижные шторки; 5 – оптическая скамья; 6 – размерная шкала; 7 – приемная головка; 8 – светозащитная бленда.

Максимальный размер полупрозрачного экрана 300x340мм. При помощи подвижных шторок (4) размер светящегося окна можно уменьшить до 20x30мм.

Ультраяркие диоды в количестве 700 шт. яркостью 10-15 кандел питаются от источника напряжением 4,5В. Которое возможно регулировать от 2,0 до 3,0 В, потребляемый ток при максимальной яркости 35-40 А.

Световая камера располагалась на оптической скамье 5, которая имеет размерную шкалу 6 и приемная головка 7 имеет возможность по ней перемещаться на ползках.

Однако, при работе с большими углами обнаружилась погрешность измерения, связанная с фоновой засветкой.

Для уменьшения этого явления было предложено использовать разработанную светозащитную бленду (8) с подвижными диафрагмами, т.к. очень часто необходимо было изменять угол визирования головки, то было предложено ее сделать подвижной. Подобные усовершенствования привели к необходимости изготовить специальную приемную головку для измерения энергетической освещенности.

Для уменьшения помех фоновой засветки и повышения, вследствие этого, точности измерения необходимо было уменьшить сечение пружины по мере приближения и приемнику, что делает ее равножесткой по всей длине.

Предлагаемая конструкция приемной головки для измерения лучистых потоков позволяет изменять угол визирования от 5° до 140° , обойтись одним корпусом и снизить материалоемкость, переналадку и настройку в 10-15 раз, за счет того, что расстояния между витками пружины (диафрагмами) будет оптимальным.

Устройство состоит из полого корпуса, плоской цилиндрической пружины, подвижной системы с установленным приемником.

Устройство работает следующим образом. В положении на рис.1 приемная головка имеет минимально-допустимый угол визирования φ_1 . Для увеличения угла визирования подвижная система 3 с приемником 4 перемещается вдоль полого корпуса головки 1, сжимая ветки пружины плоской цилиндрической пружины. При этом расстояние между витками пружины (диафрагмами) уменьшается, сохраняя равное межвитковое расстояние, которое уменьшается с увеличением угла визирования φ_2 .

Выводы. Предложенная конструкция приемной головки для оптических измерительных приборов позволяет для измерения с углами визирования от 5° до 140° обойтись всего одним корпусом и снизить материалоемкость, а полное -- время переналадки сократить в 10-15 раз, и главное, при равной жесткости пружины достичь более высокой точности измерения.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.- К.: – МОЗ, – 1999.
2. **Геращенко О. А. Царенко Н. В., Сажина С. А., Грабовский В. В.** Измерения лучистой составляющей в диапазоне спектра 1-8 мкм. Вестник Киевского политехнического института. Серийного приборостроения, 1977,– Вып.7, – С.40-42.
3. Методические рекомендации по применению теплозащитных средств в горячих цехах металлургической промышленности. К.: Минздрав УССР. – 1983, 33с.

УДК 614.89:669

Моделирование изменения энергетической освещенности источников высокотемпературного излучения / А. С. Беликов, С. Ю. Рагимов, В. А. Шаломов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ: ДВНЗ «ПДАБА», 2010. – № __. – С. –. – рис.4 Бібліогр.: (3 назв).

Рассматривается усовершенствование методики исследования термодинамической напряженности на рабочих местах с использованием физического моделирования и энергетической освещенности с учетом параметров источников теплового излучения. Предложена конструкция приемной головки для оптических измерительных приборов.

Ключевые слова: термодинамическая напряженность, моделирование, теплоизлучение, оптическая освещенность, энергетическая освещенность.

Моделювання зміни енергетичної освітленості джерел високотемпературного випромінювання / А. С. Бєліков, С. Ю. Рагімов, В. А. Шаломов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ: ДВНЗ «ПДАБА», 2010. – № __. – С. –. – рис.4 Бібліогр.: (3 назв).

Розглядається удосконалення методики дослідження термодинамічної напруги на робочих місцях з використанням фізичного моделювання та енергетичної освітленості з урахуванням параметрів джерел теплового випромінювання. Запропонована конструкція приймальної голівки для оптичних вимірювальних приладів.

Ключові слова: термодинамічна напруга, моделювання, тепловипромінювання, оптична освітленість, енергетична освітленість.

Design of change of power luminosity of sources of high temperature radiation / A. S. Belikov, S. U. Ragimov, V. A. Shalomov // Visnyk Pridneprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture. - Dnepropetrovsk: PGASA. – 2010. -- № __ – P. – . - Fig. 4. – Bibliogr.: (3 names).

The improvement of method of research of thermodynamics tension on workplaces with the use of physical design and power luminosity taking into account the parameters of sources of thermal radiation is examined. Construction of receiving head for measuring scopes is offered.

Keywords: thermodynamics tension, design, thermal radiation, optical luminosity, power luminosity.