

УДК 612.591+628.586

К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ ИЗБЫТОЧНОГО ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

БЕЛИКОВ А. С.¹, *д.т.н., проф.*,
 РАГИМОВ С. Ю.², *к.т.н., доц.*,
 ШАРАНОВА Ю. Г.³, *ст. преп.*,
 КОРЖ Е. Н.⁴, *аспирант.*

¹ Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24а, Днепр, Украина, 49600, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

² Кафедра организации и технического обеспечения аварийно-спасательных работ Национальный университет гражданской защиты Украины, ул. Чернышевского 94, 61023, Харьков, Украина, тел +38 (057) 370-50-52, e-mail: sergragimov@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0572-4465

³ Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-я, 49600, Днепр, Украина, 49600, тел. 067 995-38-77, e-mail: Sharanova2013@mail.ua, ORCID ID: 0000-0002-4626-0327

⁴ Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24 а, г. Днепр, 49600, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua.

Аннотация. *Цель.* Обеспечение безопасности жизнедеятельности на рабочих местах с повышенным тепловым излучением. *Методика.* При проведении исследований по оценке избыточного теплоизлучения на рабочих местах были использованы экспериментальные стандартные методы и предложенные автором подходы, что позволило снизить погрешность измерений от 2 до 5%. *Результаты.* Проведенные исследования показали, что на рассмотренных рабочих местах горячих производств, металлургических комплексах и стройиндустрии эффективность снижения вредного фактора от теплового излучения достигается применением комплексного использования теплоотражающих экранов, а также их комбинированного применения. *Научная новизна.* Впервые на основании исследований эффективности защитных материалов от влияния ИК – излучения, их отражающей и пропускной способности, предложен новый подход в создании эффективных защитных средств с учетом спектральной составляющей ИК – излучения. *Практическая значимость.* Предложена методика проведения измерения интенсивности теплового потока на рабочих местах и обеспечения приборами, которое позволяет проводить измерения интенсивности теплового потока от 10 Вт/м² и до 20000 Вт/м² при спектральной возможности измерений от 0,76 мкм до 10 мкм, разрешающей способности 5 Вт/м² с погрешностью измерения не больше 5%. В результате теоретических исследований разработана экспериментальная установка для физического моделирования термической напряженности на рабочих местах с интенсивным тепловыделением.

Ключевые слова: жизнедеятельность; избыточного теплоизлучения; интенсивности теплового потока

ДО ПИТАННЯ ВПЛИВУ НАДМІРНОГО ТЕПЛОВИДІЛЕННЯ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

БЕЛІКОВ А. С.¹, *д.т.н., проф.*,
 РАГИМОВ С. Ю.², *к.т.н., доц.*,
 ШАРАНОВА Ю. Г.³, *ст. викл.*,
 КОРЖ Є. М.⁴, *аспірант.*

¹ Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 7563-4-73, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

² Кафедра організації та технічного забезпечення аварійно-рятувальних робіт Національний університет цивільного захисту України, вул. Чернишевського 94, 61023, Харків, Україна, тел +38 (057) 370-50-52, e-mail: sergragimov@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0572-4465

³ Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24а, м. Дніпро, Україна, 49600, тел. 067 995-38-77, e-mail: Sharanova2013@mail.ua, ORCID ID: 0000-0002-4626-0327

⁴ Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 7563-4-73.

Анотація. *Мета.* Забезпечення безпеки життєдіяльності на робочих місцях з підвищеним тепловим випромінюванням.

Методика. При проведенні досліджень за оцінкою надмірного тепловипромінювання на робочих місцях були використані експериментальні стандартні методи і запропоновані автором підходи, що дозволило понизити погрішність вимірів від 2 до 5%. **Результати.** Проведені дослідження показали, що на розглянутих робочих місцях гарячих виробництв, металургійних комплексах і будиндустрії ефективність зниження шкідливого впливу від теплового випромінювання досягається насамперед застосуванням комплексного використання тепловідбивних екранів, а також їх комбінованого застосування. **Наукова новизна.** Вперше на підставі досліджень ефективності захисних матеріалів від впливу ІЧ – випромінювання, їх відбивної й пропускну здатності запропоновано новий підхід у створенні ефективних захисних засобів з урахуванням спектральної складової ІЧ – випромінювання. **Практичне значення.** Запропонована методика проведення вимірювання інтенсивності теплового потоку на робочих місцях і приладове забезпечення, яке дозволяє проводити виміри інтенсивності теплового потоку від 10 Вт/м² і до 20000 Вт/м² при спектральній можливості вимірювань від 0,76 мкм до 10 мкм, роздільної здатності 5 Вт/м² з похибкою вимірювання не більше 5%. В результаті теоретичних досліджень розроблена експериментальна установка для фізичного моделювання термічної напруженості на робочих місцях з інтенсивним тепловиділенням.

Ключові слова: життєдіяльність; надлишкового тепловипромінювання; інтенсивність теплового потоку

TO THE QUESTION OF THE IMPACT OF EXCESSIVE HEAT ON THE HUMAN BODY

BELIKOV A. S.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
 RAHIMOV S. Yu.², *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,
 SHARANOVA U. G.³, *senior teacher*,
 KORZH E. N.⁴, *graduate student*.

¹ Department of Life Safety, State Higher Education Establishment «Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo st., Dnipro 49600, Ukraine, phone +38 (056) 756-34-57, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

² Department of Organization and technical support rescue operations National University of Civil Defence of Ukraine, st. Chernyshevsky 94, Kharkiv, 61023, Ukraine, phone +38 (057) 370-50-52, e-mail: sergragimov@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0572-4465

³ Department of Life Safety, State Higher Education Establishment «Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo st., Dnipro, 49600, Ukraine, phone +38 (056) 7563-4-57, Sharanova2013@mail.ua, ORCID ID: 0000-0002-4626-0327

⁴ of Life Safety, State Higher Education Establishment «Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo st., Dnipro, 49600, Ukraine, phone +38 (056) 7563-4-73, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua.

Abstract. *Aim* is to provide safety of life in workplaces with increased heat radiation. **Methodology.** The experimental standard methods and proposed by authors approaches were used at carrying out researches of excessive thermal radiation on workplaces estimation. These researches reduced measurement error of 2 to 5%. **Results.** The carried out researches have shown that at the workplaces of hot industries, metallurgical complexes and construction industry considered, the efficiency of reducing the harmful factor from thermal radiation is achieved through the use of a complex use of heat-reflecting shields, as well as their combined application. **Scientific novelty.** A new approach has been proposed in the creation of effective protective devices with allowance for the spectral component of IR radiation for the first time on the basis of researches of the effectiveness of protective materials against the influence of IR radiation, their reflectivity and throughput. **Practical significance.** A technique for measuring the intensity of heat flow at workplaces is proposed. Proposed instruments providing allows measurements of the heat flow intensity from 10 W/m² and up to 20.000 W/m² with a spectral capability of measuring from 0.76 μm to 10 μm, resolution of 5 W/m² with a measurement error of not more than 5%. Experimental setup for the physical modeling of thermal stress in workplaces with intense heat generation has been developed as a result of theoretical researches.

Keywords: life activity; excessive thermal radiation; intensity of heat flow

Введение

В настоящее время в металлургической промышленности и строительной индустрии происходят значительные изменения в технологическом производстве, что влечет за собой необходимость реконструкции объектов. Проведенный анализ показал, что указанные производства связаны с значительным выделением на рабочих местах избыточного теплового излучения. Это влечет за собой возникновение целого ряда отклонений в состоянии здоровья человека. Поэтому

проведение исследования направленные на оценку терморadiационной напряженности на рабочих местах и принятие необходимых мер по снижению его негативного влияния является важной актуальной задачей.

Цель

Таким образом, целью работы являлось повышение безопасности на рабочих местах с повышенным тепловым излучением.

Материал

Как показывает проведенный анализ особо энергоемкими являются: производство цемента, стекла, процессы тепловой обработки бетона, цеха подготовки арматуры для железобетона; производство кирпича, силикатных изделий и шифера; цеха обжига сантехнической керамики и т.д.

К производствам с интенсивным тепловыделением необходимо отнести рабочие места стекольных заводов. Так, стекловаренная печь и машина вертикального вытягивания стекла являются источниками лучистого тепла в пределах 3000 Вт/м^2 – 7000 Вт/м^2 . Поверхность стекловаренной печи при температуре $90-190^\circ\text{C}$ являются источником лучистого тепла 500 Вт/м^2 – 2000 Вт/м^2 на расстоянии 1 м от ее поверхности. Температура воздуха при работе на полуавтоматах стеклоизделий летом составляет 40°C при относительной влажности 23-70%. Температура воздуха у загрузочных карманов этих печей у рабочего места засыщика шахты летом достигает $60-63^\circ\text{C}$ при тепловом излучении до 3000 Вт/м^2 . Также высок уровень запыленности и шума. Причем, продолжительность облучения превышает 5-15 минут, что сказывается на работниках [12, 13, 15].

В печных цехах цементного производства поверхности вращающихся печей достигают 250°C . Средняя температура воздуха у головки печи в теплый период достигает $31-54^\circ\text{C}$, на участках шихтоподачи $31-54^\circ\text{C}$. Футеровка печи производится во время работы при температуре воздуха $40-60^\circ\text{C}$ и выше. Тепловое облучение достигается 3500 Вт/м^2 .

В кирпичном производстве садчики кирпича работают при температурах $30-40^\circ\text{C}$, а выставщики – $40-50^\circ\text{C}$. Причем до 70% рабочего времени они проводят внутри печи. Интенсивность теплового излучения достигается $400-700 \text{ Вт/м}^2$. Обжиг кирпича проводят при температуре $850-1350^\circ\text{C}$. В помещениях кольцевых печей при выставлении изделий температуре воздуха составляет в рабочей зоне $50-60^\circ\text{C}$ при излучении до 15000 Вт/м^2 . При садке кирпича температура доходит до $40-50^\circ\text{C}$ при теплоизлучении $1000-2000 \text{ Вт/м}^2$. Температура поверхности агрегатов достигает $60-96^\circ\text{C}$. Интенсивность теплового излучения $300-1000 \text{ Вт/м}^2$, но при работе на угле – на площадках золоудаления $100-3500 \text{ Вт/м}^2$.

Как показывает анализ состояния охраны труда на предприятиях стройиндустрии, где присутствует избыточное тепловое излучение, при комплексном подходе оценки условий труда наиболее значимым является тепловой фактор.

Методика и результаты

Медиками в ряде работ [1, 4, 5] доказано значение спектрального состава излучения при формировании физиологических реакций. Так, проф. Левицким В.А.

была выдвинута концепция различия воздействия на человека лучистого и конвективного тепла, и оно определяется различными механизмами восприятия этих видов тепла, а также специфическим действием длинноволновой части спектра. Отличие заключается в следующем: местом приложения конвекционного тепла является поверхность тела - тело нагревается в результате соприкосновения кожи с окружающей воздушной средой; местом приложения ИК радиации служит не только кожа, но глубже лежащие ткани организма вследствие прозрачности кожи (рис. 1) для различных участков спектра оптического излучения.

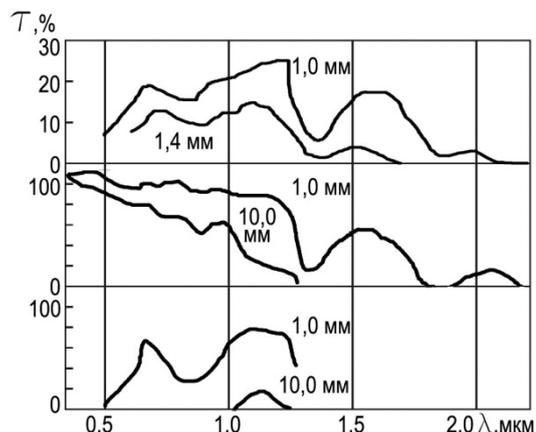


Рис. 1. Отражательная способность человеческой кожи /

Reflective ability of human skin

В зависимости от степени проникновения излучения в ткани и компонентов крови организма, развивающиеся ответные реакции обеспечиваются различными терморегуляторными механизмами (рис. 2).

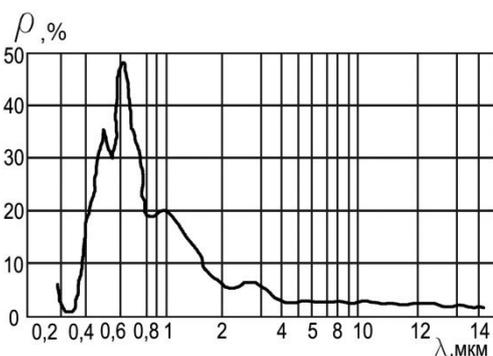


Рис. 2. Спектральное пропускание человеческой кожи, воды и оксигемоглобина /

Spectral transmission of human skin, water and oxyhaemoglobin

Исследованиями в ряде работ [3, 4, 7, 8] Левицкого В. А., Никитского И. Н., Зайдшура И. А., Летавета А. А. и Малышевой А. Е., Жирновой Г. Е., Еловской А. Т., Познанской И. Б., Курляндской И. Б. и др. при изучении реакций организма на облучение оптическим излучением с $\lambda = 1,1 \text{ мкм}$, $3,0 \text{ мкм}$ и $4,5 \text{ мкм}$ была установлена различная динамика повышения кожной и подкожной температуры в

зависимости от спектрального состава излучения при одной и той же интенсивности излучения. Наиболее сильно выражено ощущение тепла при $\lambda = 3$ мкм. Исследования времени переносимости при действии ИК радиации с $\lambda = 3,6$ мкм и $\lambda = 1,07$ мкм показали ту же зависимость: так, при интенсивности $1395,6$ Вт/м² время переносимости излучения с $\lambda = 3,6$ мкм составило 159 с, а излучение с $\lambda = 1,07$ мкм – 305 с т.е. время переносимости уменьшения почти в 2 раза. Наблюдается различная степень затруднения передачи нервного возбуждения в синапсах в зависимости от спектрального состава излучения и его интенсивности различного действия на тонус сосудов. ИК облучение поверхности тела человека обуславливает образование биологически активных веществ, концентрация которых в крови и качественный состав зависит от спектрального состава излучения.

Проведенные исследования [9, 10] биологических эффектов длинноволнового облучения с длиной волны 8-10-20 мкм показывают качественные различия в динамике выброса катехоламинов, ацетилхолина, активности ацетилхлинэстеразы. Выявлена более низкая тепловая чувствительность кожи и гипоталамуса к длинноволновому тепловому излучению, длинноволновое излучение обладает более сильным раздражающим эффектом при субъективной оценке в сочетании с большей выраженностью отраженных сосудистых реакций, все это свидетельствует о том, что при исследовании тепловой облученности рабочих мест в производственных условиях для правильной оценки воздействия излучения на организм рабочего и выбора рациональных методов защиты [1, 11, 14], необходимо знать спектральный состав воздействующего излучения. На основании анализа имеющихся литературных данных, целесообразно измерение интенсивности интегрального потока излучения, проводить в диапазонах: 1,5 мкм – 3,0 мкм – 4,5 мкм. В отношении длинноволнового участка спектра данных очень мало, однако необходимо измерения проводить в следующих диапазонах спектра: 1,5-3,0-6,0-10 мкм.

Дальнейшее дробление длинноволновой части спектра для измерения нецелесообразно, так как при температуре источников ниже 35°C ($\lambda = 10$ мкм) человеческое тепло само будет излучателем тепла.

Исследования, проведенные в Киевском институте гигиены труда и профзаболеваний, подтвердили, что имеются различия в биологическом воздействии I теплового излучения с длиной волны 6,7 и 9 мкм. Все вышесказанное подтверждает различие в воздействии на организм теплового облучения с различными длинами волн, а также в предельно допустимых уровнях теплового облучения, что необходимо всегда учитывать при оценке условий труда.

Результаты

Проведенные исследования показали, что на рассмотренных рабочих местах горячих производств, металлургических комплексах и стройиндустрии эффективность снижения вредного фактора от избыточного теплового излучения достигается применением огнезащитных составов и комплексного использования теплоотражающих экранов, а также их комбинированного применения.

Научная новизна и практическая ценность

Впервые на основании исследований эффективности защитных материалов от влияния ИК – излучения, их отражающей и пропускной способности, предложен новый подход в создании эффективных защитных средств с учетом спектральной складовой ИК – излучения.

Предложенная методика проведения измерения интенсивности теплового потока на рабочих местах и обеспечение приборами, которое позволяет проводить измерения интенсивности теплового потока от 10 Вт/м² и до 20000 Вт/м² при спектральной возможности измерений от $0,76$ мкм до 10 мкм, разрешающей способности 5 Вт/м² с погрешностью измерения не больше 5%. В результате теоретических исследований разработана экспериментальная установка для физического моделирования термической напряженности на рабочих местах с интенсивным тепловыделением.

Выводы

1. Проведенный анализ условий труда в горячих цехах предприятий стройиндустрии, металлургии, машиностроения и других, показал, что одним из наиболее неблагоприятных факторов является избыточное тепловое излучение, величины которого составляют $2500-14000$ Вт/м², что в $17,8-100$ раз превышает предельно допустимые нормы.

2. Установлено, что работающие в горячих цехах в большей степени, чем в холодных подвержены к профессиональным заболеваниям. Рабочие горячих цехов в $1,5$ раза больше склонны к неврозу, вегетативным расстройствам в 2 раза, заболеваний органов дыхания, пищеварения, кровообращения у рабочих горячих цехов встречается в $2-3$ раза чаще, чем в среднем по предприятиям данной отрасли.

3. Установлено, что одной из причин неэффективного использования средств защиты от теплового излучения в горячих производствах является отсутствие объективной оценки терморadiационной напряженности на рабочих местах, что не позволяет проводить должным образом обоснование, выбор и разработку эффективных средств защиты.

4. В результате теоретических исследований разработана экспериментальная установка для физического моделирования термической напряженности на рабочих местах с интенсивным тепловыделением.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Жирнова Г. Е. Инфракрасное излучение на производстве и роль спектрального состава его в действии на организм человека : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Жирнова Г. Е. ; Киев. мед. ин-т им. акад. А. А. Богомольца. – Киев : [б. и.], 1955. – 10 с.
2. Кныш К. П. Действие инфракрасного излучения различного спектрального состава на симпато-адреналовую систему / К. П. Кныш // Гигиена населенных мест : респ. межведомств. сб. / М-во здравоохранения УССР, Киев. науч.-исслед. ин-т общей и коммун. гигиены. – Киев, 1973. – Вып. 12. – С. 141–147.
3. Левицкий В. А. Проблема лучисто-конвекционной теплоты / В. А. Левицкий // Гигиена и безопасность труда. – 1934. – № 6. – С. 22–31.
4. Курляндская Ю. Б. К механизму действия лучистой энергии : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Курляндская Ю. Б. – Москва, 1959.
5. Уквольберг Л. Я. О влиянии инфракрасных радиации разных интегралов длин волн на организм человека / Уквольберг Л. Я., Яшумова З. А. // Физические факторы производственной среды и их влияние на состояние здоровья работающих : сб. науч. тр. / под ред. Т. В. Каляды. – Москва, 1973. – С. 122–129.
6. Познанская И. Б. Кожная чувствительность к видимому и инфракрасному облучению / И. Б. Познанская // Физиологический журнал СССР им. И. М. Сеченова. – 1938. – Т. 24, вып. 4. – С. 474–783.
7. Зайдшнур И. А. Материалы по механизму действия на организм человека инфракрасной радиации / И. А. Зайдшнур // Физические факторы внешней среды : [тр. сессии] / Ин-т гигиены труда и проф. заболеваний Акад. Наук СССР ; под общ. ред. А. А. Летавета. – Москва : [б. и.], 1960. – С. 282–290.
8. Еловская А. Т. Влияние инфракрасной радиации на некоторые физиологические функции организма человека : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Еловская А. Т. ; М-во здравоохранения РСФСР, Ленинград. санитар.-гигиен. мед. ин-т. – Ленинград : [б. и.], 1955. – 9 с.
9. Шахбазян Г. Х. Гигиена производственного микроклимата / Шахбазян Г. Х., Шлейман Ф. М. – Киев : Здоров'я, 1977. – 135 с.
10. Борхерт Р. Техника инфракрасного нагрева / Борхерт Р., Юбиц В. – Москва ; Ленинград : Госэнергоиздат, 1963. – 278 с.
11. Гордон Э. В. Температурная реакция кожи на воздействие лучистого тепла / Э. В. Гордон // Изменения в организме при действии лучистой энергии и при охлаждении : [сб. статей] / под ред. Н. Д. Кроль, Я. Д. Сахновского ; Упр. ин-та Гигиены труда и профзаболеваний. – Харьков, 1940. – Т. 23. – С. 45–78. – (Тр. и материалы Укр. центр. ин-та гигиены труда и профзаболеваний, т. XXIII).
12. Справочник по приборам инфракрасной техники / Л. З. Криксунов, В. А. Волков, В. К. Вялов [и др.] ; под ред. Л. З. Криксунова. – Киев : Техніка, 1980. – 232 с.
13. Стрежекуров Э. Е. Особенности исследования терморadiационной напряженности в металлургических цехах / Стрежекуров Э. Е., Гашко С. В. // Гигиена труда и профессиональные заболевания. – 1981. – № 5. – С. 24–27.
14. Стрежекуров Э. Е. Повышение безопасности труда рабочих в местах с повышенным тепловым излучением : дис. ... канд. техн. наук : 05.26.01 : защищена 23.05.2002 / Э. Е. Стрежекуров ; науч. рук. В. В. Сафонов. – Днепропетровск, 2002. – 178 с.
15. Гусева Л. И. Комплексные исследования теплофизических характеристик теплоизоляционно-теплозащитных материалов длительного и многоразового применения : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 01.04.14 / Л. И. Гусева ; Моск. лесотехн. ин-т. – Москва, 1981. – 20 с.

REFERENCES

1. Zhimova G.E. *Infrakrasnoe izluchenie na proizvodstve i rol' spektral'nogo sostava ego v dejstvii na organizm cheloveka: avtoref. dis. kand. med. nauk* [Infrared radiation in the industry and the role of its spectral composition in effect on the human body: author's abstract of PhD dissertation]. Kiev. med. in-t im. akad. A.A. Bogomol'ca [Kiev Medical Institute named after A.A. Bogomolec]. Kiev: [s. n.], 1955, 10 p. (in Russian).
2. Knysh K.P. *Dejstvie infrakrasnogo izlucheniya razlichnogo spektral'nogo sostava na simpato-adrenalovuyu sistemu* [The infrared radiation effect of different spectral composition on the sympathetic-adrenal system]. *Gigiena naseleennykh mest* [Hygiene of populated places]. M-vo zdavoohraneniya USSR, Kiev. nauch.-issled. in-t obshhej i kommun. gigeny [Ministry of Healthcare Service of the USSR, Kiev Scientific and Research Institute of General and Municipal Hygiene]. Kiev, 1973, iss. 12, pp. 141–147. (in Russian).
3. Levickij V.A. *Problema luchisto-konvekcionnoj teploty* [The problem of radiant-convection heat]. *Gigiena i bezopasnost' truda* [Hygiene and work safety]. 1934, no. 6, pp. 22–31. (in Russian).
4. Kurlyandskaya Yu.B. *K mexanizmu dejstviya luchistoj energii: avtoref. dis. kand. med. nauk* [To the mechanism of of radiant energy effect: the dissertation author's abstract of Cand. Sc. (Med.)]. Moskva, 1959. (in Russian).
5. Ukvol'berg L.Ya. and Yashumova Z.A. *O vliyaniy infrakrasnykh radiacii raznykh integralov dlin voln na organizm cheloveka* [The infrared radiation impact of wavelengths different integrals on the human body]. *Fizicheskie faktory proizvodstvennoj sredy i ix vliyanie na sostoyanie zdorov'ya rabotayushchix* [Physical factors of the working environment and their impact on the health of workers]. Moskva, 1973, pp. 122–129. (in Russian).
6. Poznanskaya I.B. *Kozhnaya chuvstvitel'nost' k vidimomu i IK oblucheniyu* [Skin sensitivity to the visible and infrared radiation]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR im. I.M. Sechenova* [The physiological journal of the USSR named after IM. Sechenov]. 1938, vol. 24, iss. 4, pp. 474–783. (in Russian).
7. Zajdshnur I.A. *Materialy po mexanizmu dejstviya na organizm cheloveka infrakrasnoj radiacii* [Materials on the mechanism of infrared radiation effect on the human body]. *Fizicheskie faktory vneshnej sredy* [The environment physical

- factors]. In-t gigieny truda i prof. zabolevanij akad med. nauk SSSR [Institute of Occupational Health and Occupational Diseases of the Academy of Medical Sciences of the USSR]. Moskva: [s. n.], 1960, pp. 282–290. (in Russian).
8. Elovskaya A.T. *Vliyanie infrakrasnoj radiacii na nekotorye fiziologicheskie funkcii organizma cheloveka: avtoref. dis. kand. med. nauk* [The infrared radiation impact on some physiological functions of the human body: the dissertation author's abstract of Cand. Sc. (Med.)]. M-vo zdravooohraneniya RSFSR, Leningrad. sanitar.-gigien. med. in-t [The Ministry of Healthcare Service of the RSFSR, Leningrad Sanitary and Hygienic Medical Institute]. Leningrad: [s. n.], 1955, 9 p. (in Russian).
 9. Shaxbazyan G.X. and Shlejman F.M. *Gigiena proizvodstvennogo mikroklimata* [Hygiene of the industrial microclimate]. Kiev: Zdorov'ya, 1977, 135 p. (in Russian).
 10. Borxert R. and Yubic V. *Texnika infrakrasnogo nagreva* [Infrared heating technique]. Moskva, Leningrad: Gosenergoizdat, 1963, 278 p. (in Russian).
 11. Gordon Ye.V. *Temperaturnaya reakcija kozhi na vozdejstvie luchistogo tepla* [Temperature skin reaction on the radiant heat effect]. *Izmeneniya v organizme pri dejstvii luchistoj energii i pri oxlazhdenii* [Changes in the body under the radiant energy effect and cooling]. Upr. in-ta gigieny truda i profzabolevanij [Ministry of the Institute of Occupational Health and Occupational Diseases]. Xar'kov, 1940, vol. 23, pp. 45–78. (in Russian).
 12. Kriksunov L.Z., Volkov V.A., Vyalov V.K. et al. *Spravochnik po priboram infrakrasnoj texniki* [Guide on the infrared equipment]. Kiev: Texnika, 1980, 232 p. (in Russian).
 13. Strezhekurov E.E. and Gashko S.V. *Osobennosti issledovaniya termoradiacionnoj napryazhennosti v metallurgicheskix cexax* [Research specialty of thermal radiation intensity in metallurgical shops]. *Gigiena truda i professional'nye zabolevaniya* [Work hygiene and occupational diseases]. 1981, no. 5, pp. 24–27. (in Russian).
 14. Strezhekurov E.E. *Povyshenie bezopasnosti truda rabochix v mestax s povyshennym teplovym izlucheniem: dis. kand. texn. nauk: 05.26.01: zashhishhena 23.05.2002* [Workers safety improving in places with increased heat radiation: dissertation of Cand. Sc. (Tech.): 05.26.01: protected on 23.05.2002]. Dnepropetrovsk, 2002, 178 p. (in Russian).
 15. Guseva L.I. *Kompleksnye issledovaniya teplofizicheskix xarakteristik teploizolyacionno-teplozashhitnyx materialov dlitel'nogo i mnogorazovogo primeneniya: avtoref. dis. kand. texn. nauk: 01.04.14* [Complex researches of thermophysical characteristics of heat-insulating and heat-shielding materials of long and reusable application: the dissertation author's abstract of Cand. Sc. (Tech.)]. Mosk. lesotexn. in-t [Moscow Forest Engineering Institute]. Moskva, 1981, 20 p. (in Russian).

Стаття рекомендована до публікації д-ром. техн. наук, проф. С. З. Поліщуком (Україна).

Стаття надійшла в редколегію 06.04.2017