

БЕЛИКОВ А. С., д-р техн. наук, профессор,

КАПЛЕНКО Г. Г., канд. техн. наук

Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, г. Днепропетровск,

РАГИМОВ С. Ю., подполковник службы гражданской защиты

Украинский научно-исследовательский институт пожарной безопасности, г. Харьков

## ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СРЕДСТВАМ ЗАЩИТЫ ОТ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

*Для выполнения производственных процессов в среде с повышенными температурами необходим ряд дополнительных мер для создания нормальных условий работы. Выбор средств защиты от инфракрасного излучения на рабочих местах подчиняется определенным требованиям.*

*Ключевые слова: инфракрасное излучение, повышенные температуры, условия труда, средства защиты.*

*Для виконання виробничих процесів у середовищі з підвищеними температурами потрібна низка додаткових заходів для створення нормальних умов роботи. Вибір засобів захисту від інфрачервоного випромінювання на робочих місцях підкоряється певним вимогам.*

*Ключеві слова: Інфрачервоне випромінювання, підвищені температури, умови праці, засоби захисту.*

*For implementation of processes of productions in an environment with the heightened temperatures the row of additional measures is needed for creation of normal terms of work. The choice of facilities of protecting from an infra-red radiation in the workplace submits certain requirements.*

*Keywords: infra-red radiation, promoted temperatures, terms of labour, facilities of defence.*

Вопросы борьбы с негативным влиянием высоких температур в горячих цехах на предприятиях стройиндустрии (производство цемента, извести, гипса, кирпича, каменное литье и т. д.), на пред-

приятнях черной и цветной металлургии, химической промышленности, машиностроения и т. д. занимают одно из важнейших мест [1].

Для улучшения условий труда на рабочих местах с повышенным тепловыделением в настоящее время применяют различные средства защиты от теплового излучения согласно ГОСТ 12.4.123-83 «Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений (ИК). Общие технические требования». Средства защиты от инфракрасных излучений по своему назначению подразделяют на устройства: оградительные; герметизирующие; теплоизолирующие; для вентиляции воздуха; автоматического контроля и сигнализации; дистанционного управления; диски безопасности.

К основным способам защиты относят: устранение источника высокотемпературного излучения; охлаждение горячих поверхностей; теплоизоляция поверхностей высокотемпературных источников; экранирование; хранение средств душирования; крепление вентиляции и воздухообмена; применение средств индивидуальной защиты; организация рационального режима труда и отдыха.

Снижение температуры в источнике возможно за счет совершенствования технологий (что не всегда возможно с учетом экономических затрат и технического уровня) автоматизации и дистанционного усовершенствования производственных процессов и т. д.

Согласно ГОСТ 12.1.005-88 интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования не должна превышать: 35 Вт/м<sup>2</sup> при облучении более 50% поверхности тела; 70 Вт/м<sup>2</sup> при облучении от 25 до 50% поверхности тела; 100 Вт/м<sup>2</sup> при облучении не более 25% поверхности тела от открытых источников (нагретые металл и стекло, открытое пламя). Интенсивность теплового облучения не должна превышать 140 Вт/м<sup>2</sup> при облучении не более 25% поверхности тела и с обязательным использованием средств индивидуальной защиты.

Нормы ограничивают и температуру нагретых поверхностей оборудования в рабочей зоне, которая не должна превышать 45°С, а температура на его поверхности должна быть не выше 35°С.

Поэтому одним из эффективных средств снижения интенсивности инфракрасного излучения и температуры на поверхности источника излучения является теплоизоляция оборудования (печи, аппараты, трубопроводы). В качестве теплоизоляции принимают материалы с широкой теплопроводностью. Однако теплоизоляция тепловых агрегатов требует значительных затрат и не всегда приемлема. Вентиляция

воздуха не защищает от излучаемой теплоты, так как инфракрасные лучи мало поглощаются воздушной средой и при достижении поверхности других тел превращаются в тепловую энергию.

Одним из широко применяемых способов снижения от действия тепловых излучений является применение ограждающих устройств экранирования (устройство термического сопротивления на пути теплового потока).

Ограждающие экранирующие устройства занимают одно из основных мест при защите рабочих мест от ИК излучений. Ограждающие устройства подразделяются на:

- в зависимости от вида материала: непрозрачные, полупрозрачные и прозрачные;

- по способу крепления на объекты: съемные и встроенные;

- по принципу действия: теплоотражающие, теплоотводящие, теплопоглощающие и комбинированные.

Поглощаемая энергия в непрозрачных экранах электромагнитных колебаний, взаимодействуя с материалом экрана, превращается в тепловую энергию. Это ведет к нагреванию экрана, и он становится источником теплового излучения. Экранируемая энергия в виде излучения направлена в сторону источника излучения, ее условно рассматривают как пропущенное излучение источника. К непрозрачным экранам относятся: металлические (в том числе алюминиевые), альфолевые (алюминиевая фольга), футерованные (пенобетон, пеностекло, керамзит, пемза), асбестовые и др.

В прозрачных экранах, выполненных из различных стекол: силикатного, кварцевого, органического; металлизующего, а также пленочных водяных завес (свободные и стекающие по стеклу), вододисперсных завес и т. д., излучение, взаимодействуя с веществом экрана, минует стадию превращения в тепловую энергию и распространяется внутри экрана по законам геометрической оптики, что и обеспечивает видимость через экран.

Полупрозрачные экраны занимают промежуточное положение между непрозрачными и прозрачными экранами. К ним относятся металлические сетки, цепные завесы, экраны из стекла, армированные металлической сеткой.

Деление экранов по принципу действия является условным, так как каждый экран обладает одновременно способностью отражать, поглощать и отводить тепло. Отнесение экрана к той или иной группе производится в зависимости от того, какая его способность более выражена.

Наиболее эффективными являются отражательные экраны. Они обладают низкой степенью черноты поверхности, вследствие чего основную часть падающей на них лучистой энергии отражают в обратном направлении. В качестве теплоотражающих материалов экранов используют: фольгу, листовую алюминий, оцинкованную сталь, алюминиевую краску.

Температура наружной поверхности экрана должна быть близка к температуре окружающей среды, так как при этом конвективный нагрев воздуха помещения от поверхности экрана будет минимальным. Заданное относительное снижение температуры с помощью защитного экрана может быть определено по зависимости:

$$M = \frac{T - 273}{T_{\text{эк}} - 273}, \quad (1)$$

где  $T$  — температура источника излучения, °К;  $T_{\text{эк}}$  — температура энергии, °К;  $M$  — заданное относительное снижение температуры.

Отражательные экраны могут быть разнообразны по конструкции: стационарные, передвижные и т. д. Температура экрана со стороны рабочего места не должна превышать, 318°К согласно ДСН 3.36.042-99 и ДНАОП 0.03.1.23-82.

В теплопоглощающих экранах в качестве материалов используют: минеральную и стекловату, асбест, вспученный керамзит, пемзу и т. д. Применяемые материалы обладают высоким термическим сопротивлением и малым коэффициентом теплопроводности. Уравнение поглощения лучистой энергии какой-либо средой определяется зависимостью:

$$P = P_0 \cdot e^{-k\delta}, \quad (2)$$

где  $P$  и  $P_0$  — интенсивность излучения в данной точке, соответственно при отсутствии среды, Вт/м<sup>2</sup>;  $k$  — коэффициент поглощения теплоты среды;  $\delta$  — толщина среза, мм.

Теплоотводящие экраны устанавливают на пути выхода лучистой энергии с активной зоны (лотки печей, горные участки контроля за качеством и т. д.).

В качестве теплоотводящих экранов применяются водяные завесы, свободно падающие в виде пленки, орошающие другую экранную поверхность (например, металлическую), либо заключенные в специальный кожух из стекла (акварельные экраны), металла (змеевики) и др.

Эффективность защиты от теплового излучения с помощью защитных экранов можно определить по формуле:

$$n = \frac{Q - Q_3}{Q}, \quad (3)$$

где  $Q$  — интенсивность теплового излучения без применения защиты, Вт/м<sup>2</sup>;  
 $Q_3$  — интенсивность теплового излучения с применением защиты, Вт/м<sup>2</sup>.

Теплосберегающие экраны часто выполняют многослойными, со свободным или принудительным просасыванием воздуха между слоями. При этом толщина прослоек должна быть не менее 10 и не более 20–25 мм. За счет просасывания воздуха значительно возрастает эффективность экранирования. При применении теплоотводящих полостных экранов с проточной водой температура отводящей воды не должна превышать 35°C.

В последние годы в большей степени находят применение комбинированные экраны с большим эффектом отражения и поглощения тепловой энергии.

Как показал анализ, при подборе экранов следует учитывать спектр и интенсивность излучения, облученности рабочих мест и температуру влияния. С учетом характеристик излучателя оценивается температура, отражательные, поглощающие или отводящие способности материала.

На участках производств, где невозможно применить защитные экраны, единственно возможным средством уменьшения неблагоприятного воздействия теплового излучения, способствующим быстрой отдаче с избытком поступающего тепла, является душирование рабочих мест или рабочего производства.

Воздушное душирование эффективно при спектральном составе излучения, которое в основном поглощается кожей. При воздействии излучения, которое проникает вглубь тела, эффективность воздушного душирования снижается.

Как правило, воздушное душирование применяют в горячих цехах на рабочих местах, находящихся под воздействием лучистого потока теплоты большой интенсивности (более 350 Вт/м<sup>2</sup>).

При этом поток воздуха направляют непосредственно на рабочего, что позволяет увеличить отвод тепла от его тела в окружающую среду. Скорость потока воздуха зависит от тяжести выполняемой работы, а также от интенсивности облучения, но она не должна превышать 3,5 м/с, так как это вызывает у рабочего неприятные ощущения (например, шум в ушах). Эффективность воздушных душей появляется при охлаждении подаваемого на рабочее место воз-

духа или же при подмешивании к нему мелко распыленной воды (водо-воздушный душ).

Для защиты персонала, работающего на горячем производстве, важное место имеет применение средств индивидуальной защиты. Рекомендуются использовать для защиты глаз и лица щитки и очки со светофильтрами, для защиты поверхности тела — спецодежду из льняной и полужльняной пропитанной парусины. Также необходимы лечебно-профилактические мероприятия (организация рационального режима труда и отдыха, организация периодических медосмотров и др.).

Сочетание приведенных выше мер и средств (СЗТИ) в комплексе позволяет решить задачу — обеспечение безопасных условий труда на рабочих местах с инфракрасным тепловым излучением, снижение возникновения профессиональных заболеваний, уменьшение утомляемости работающих, максимальное снижение теплопотерь технологического оборудования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Беликов А. С., Рабич Е. В., Шлыков Н. Ю. Основы охраны труда: Учебн. / Под ред. Беликова А. С. — Днепропетровск: изд-во Свидлер А. Л., 2006. — 462 с.