Инфракрасное электромагнитное излучение

Инфракрасное излучение представляет собой невидимое электромагнитное излучение с длиной волны от 760 нм до 25 000 нм.

По длине волны инфракрасное излучение делят на:

Коротковолновую область, $\lambda < 1\ 400$ нм,

Средневолновую область, $\lambda = 1\ 400 – 3\ 000$ нм,

Длинноволновую область, $\lambda > 3\ 000$ нм.

Единицы измерения интенсивности инфракрасного излучения:

Вт/м^2,

Кал/см^2•мин.

Источником инфракрасного излучения является любое нагретое тело.

Инфракрасные лучи, проходя через воздух, его не нагревают, но, поглотившись твёрдыми телами, лучистая энергия переходит в тепловую, вызывая их нагревание.

Основные законы инфракрасного излучения

1. Закон Кирхгофа.
2. Закон Стефана-Больцмана.
3. Закон Вина.

Закон Кирхгофа

Лучеиспускание обусловливается только состоянием излучающего тела и не зависит от окружающей среды.

Лучеиспускательная способность любого тела пропорциональна его лучепоглощательной способности.

Тело, поглощающее все падающие на него лучи (абсолютно черное тело), обладает максимальным излучением.

На этом законе основано применение отражающей защитной одежды, светофильтров, окраска оборудования, устройство приборов для измерения теплового излучения.

Закон Стефана-Больцмана

С повышением температуры излучающего тела мощность излучения увеличивается пропорционально 4-й степени его абсолютной температуры:

$$E = \sigma \times T^4,$$

где: E – мощность излучения;

σ - постоянная Стефана-Больцмана, равна $5{,}67032 \times 10^{-8}$ Вт×м$^{-2}$×К$^{-4}$;

T – абсолютная температура тела, К (кельвин).

Значение закона Стефана-Больцмана

В соответствии с этим законом даже небольшое повышение температуры тела приводит к значительному росту отдачи тепла излучением.

Используя этот закон, можно определить величину теплообмена излучением в производственных условиях.

Расчёт тепловой энергии, передаваемой излучением

Количество тепловой энергии, передаваемое излучением, определяется законом Стефана-Больцмана по формуле:

$$E=C_1 \times C_2 \times \sigma \times (T^4_1 - T^4_2),$$

где: E – теплоотдача, вт;

C_1 и C_2 - константы излучения с поверхностей;

σ - постоянная Стефана-Больцмана;

T_1 и T_2 – температура поверхностей (К), между которыми происходит теплообмен излучением.

При расчёте теплоотдачи излучением учитывают температуру стен и других поглощающих тепловую радиацию поверхностей (среднерадиационная температура).

Закон Вина

Произведение абсолютной температуры излучающего тела на длину волны излучения ($\lambda_{мах}$) с максимальной энергией величина постоянная:

$$\lambda_{мах} \times T = C,$$

где: C=2880;

T – абсолютная температура, К;

λ – длина волны, мкм.

Значение закона Вина

Исходя из закона Вина, длина волны максимального излучения нагретого тела обратно пропорциональна его абсолютной температуре:

$$\lambda = C / T.$$

По температуре источника можно ориентировочно определить длину волны максимального излучения и оценить биологический эффект его воздействия.

Факторы, влияющие на интенсивность инфракрасного излучения на рабочих местах

1. Характер технологического процесса.
2. Температура источника излучения.
3. Расстояние рабочего места от источника излучения.
4. Степень теплоизоляции.
5. Наличие индивидуальных средств защиты.
6. Наличие коллективных средств защиты.
7. Состояние погоды, имеющее значение для строителей и сельскохозяйственных рабочих.

Интенсивность теплового излучения на рабочих местах

Интенсивность инфракрасного излучения на рабочих местах может колебаться от 175 Вт/м^2 до 14 000 Вт/м^2.

Горячие цехи

К горячим цехам относятся цехи, в которых тепловыделения превышают 23 Дж/м^3:

доменные,

конверторные,

мартеновские,

электросталеплавильные,

прокатные и другие цехи.

Одна из особенностей действия лучистого тепла на организм человека:

инфракрасные лучи различной длины волны проникают на различную глубину и поглощаются соответствующими тканями, оказывая тепловое действие.

Зависимость биологического действия инфракрасного излучения от длины волны

1. Короткие инфракрасные лучи (до 1 400 нм) проникают в ткани на глубину нескольких сантиметров, поглощаются кровью и водой в слоях кожи и подкожной клетчатки, а также способны проникать через кости черепной коробки и воздействовать на мозговые оболочки, мозговую ткань.
2. Длинные инфракрасные лучи (1 400 – 10 000 нм) поглощаются верхним 2-миллиметровым слоем кожи. Особенно сильно поглощаются лучи с длиной волны 6 000 – 10 000 нм, вызывая «калящий эффект».

Местная реакция

Местная реакция сильнее выражена при облучении длинноволновыми ИК лучами, поэтому при одной и той же интенсивности облучения время переносимости коротковолнового облучения больше, чем длинноволнового.

Коротковолновое инфракрасное облучение обладает более выраженным общим действием за счёт большей глубины проникновения в ткани тела.

Степень повышения температуры кожи зависит от интенсивности облучения и проявляется ощущением жары → жжения → повышением температуры кожи → нетерпимым жжением кожи.

Рефлекторное действие инфракрасного излучения

Наряду с ростом температуры облучаемой поверхности тела наблюдается рефлекторное повышение температуры на удалённых от области облучения участках.

Наблюдается также рефлекторное изменение частоты пульса на фоне неизменной температуры тела.

Механизм биологического действия инфракрасного излучения

1. Рефлекторный процесс, связанный с чисто тепловым эффектом.
2. Сдвиги в молекулярной структуре клетки, вызванные поглощением квантов инфра- красного излучения.

Поглощение вызывает внутримолеку - лярные колебания, значительно увеличи- вающие скорость протекания биохимичес -ких реакций.

Фотохимические реакции

В коже, крови, цереброспинальной жидкости образуются высокоактивные вещества белкового происхождения типа гистамина, холина, аденозина.

Снижается потребление кислорода,

повышается содержание азота,

натрия и фосфора в крови,

снижается поверхностное натяжение крови,

снижается титр антител и

фагоцитарная активность лейкоцитов.

Сосудистая реакция

Сосудистая реакция протекает в зависимости от спектрального состава инфракрасного излучения: коротковолновая область вызывает расширение сосудов, длинноволновая область – сужение сосудов.

Повышение артериального давления обусловлено, видимо, некоторым сужением периферических сосудов и увеличением минутного объёма крови.

Факторы, влияющие на интенсивность реакции организма на инфракрасное облучение

Изменения в организме под воздействием инфракрасного излучения зависят от его интенсивности,

спектрального состава,

площади и

зоны облучения.

Например, наибольший эффект наблюдается при облучении области шеи, верхней половины туловища.

Значение режима облучения

Существенное значение имеет

повторяемость облучения.

Так, при одинаковом суммарном времени облучения реакция организма в значительной степени зависит от

продолжительности

однократного облучения и

соотношения

времени облучения и пауз.

Действие инфракрасного излучения на глаза

Конъюнктивиты,

помутнение роговицы,

васкуляризация роговицы,

инфракрасная катаракта

(у сталеваров, прокатчиков, кузнецов, кочегаров),

«катаракта стеклодувов»

(у стеклодувов)

Действие инфракрасного излучения на кожу

Изменения на коже характеризуются эритемой,

при интенсивном облучении может быть ожог,

при длительном воздействии на коже может развиться

коричнево-красная пигментация.

Солнечный удар

Солнечный удар
может возникнуть при работах на открытом воздухе
(строители, геологи, сельскохозяйственные рабочие и др.)
в результате интенсивного прямого облучения головы
инфракрасным излучением
коротковолнового диапазона
(1 000-1 400 нм),
следствием чего является тяжёлое поражение оболочек
и мозговой ткани вплоть до выраженного
менингита и энцефалита.

Клиническая картина солнечного удара

Общая слабость, головная боль, головокружение, шум в ушах, беспокойство, расстройство зрения, тошнота, рвота.

В тяжёлых случаях: помрачнение сознания, резкое возбуждение, судороги, галлюцинации, бред, потеря сознания.

Температура тела в отличие от теплового удара нормальная или незначительно повышена.

Санитарная оценка интенсивности инфракрасного излучения

Санитарные нормативы дифференцированы в зависимости от производимых работ, времени облучения и др.

Например, для предприятий черной металлургии тепловое облучение не должно превышать 140 Вт/м^2.

Режим работы в зависимости от интенсивности теплового облучения

Максимальная продолжительность облучения	Интенсивность теплового облучения, Вт/м^2							
	350	700	1050	1400	1750	2100	2450	2800
Однократно максимально, мин.	20	15	12	9	7	5	3,5	2,5
Суммарно (в течение часа)	45		30		15			

Конец лекции