



*The description of infrared radiations, their influence on human organism is given. The results of investigation of infrared (heat) radiation intensity on the workers in foundries are given.*

А.М. ЛАЗАРЕНКОВ, С.А. ХОРЕВА, БНТУ

УДК 621.74:658.382

## ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА ЛИТЕЙЩИКОВ ПО ИНФРАКРАСНОМУ (ТЕПЛОВОМУ) ИЗЛУЧЕНИЮ

Тепловое или инфракрасное излучение как одна из составляющих микроклимата наряду с повышенными уровнями шума и вибрации, запыленностью воздуха рабочей зоны, комплексом вредных химических веществ, высокой тяжестью труда литейщиков является одним из основных неблагоприятных факторов производственной среды. Характерной особенностью теплового (инфракрасного) излучения является то, что этот фактор формирует микроклимат на рабочем месте вместе с параметрами температуры воздуха, относительной влажности и скорости движения воздуха. С другой стороны, интенсивное тепловое излучение – это самостоятельный фактор производственной среды, оказывающий непосредственное и специфическое воздействие на работающих. Формирование и воздействие на литейщиков инфракрасного излучения происходит при многих технологических процессах литейного производства (изготовление стержней по нагреваемой оснастке, сушке форм, сушке заливочных ковшей, плавке и заливке металла, выбивке отливок из форм, кокилей и т. д.).

Тепловое излучение (инфракрасное излучение) представляет собой невидимое электромагнитное излучение с длиной волны от 0,76 до 540 нм, обладающее волновыми и квантовыми свойствами. По длине волны инфракрасные лучи делятся на коротковолновую (менее 1,4 мкм), средневолновую (1,4–3 мкм) и длинноволновую (более 3 мкм) области.

Инфракрасное излучение генерируется любым нагретым телом, температура которого определяет интенсивность и спектр излучаемой электромагнитной энергии. Нагретые тела, имеющие температуру выше 100 °С, являются источником коротковолнового инфракрасного излучения (0,7–9,0 мкм). С уменьшением температуры нагретого тела (50–100 °С) инфракрасное излучение характеризуется в основном длинноволновым спектром.

При нагреве до 1600 °С (расплавленная сталь) 22% энергии приходится на коротковолновый диапазон. При температуре электрической дуги 2730 °С коротковолновая часть спектра,  $\lambda_{\max} = 0,96$  мкм, уже составляет 43%.

В зависимости от длины волны изменяется проникающая способность инфракрасного излучения. Наибольшую проникающую способность имеет коротковолновое инфракрасное излучение (0,76–1,4 мкм), которое способно проникать в ткани человеческого тела на глубину в несколько сантиметров. Инфракрасные лучи длинноволнового диапазона задерживаются в поверхностных слоях кожи. Биологический эффект тепловой энергии, ее воздействие на организм человека проявляются только при поглощении тканями организма падающей на них энергии. Количество энергии и возможный тепловой эффект определяются интенсивностью потока, спектром излучения, величиной облучаемой поверхности и временем облучения, углом падения, используемых средств защиты, одежды и т. д. Чем выше температура источника, тем короче длина волны и глубже может проникать в ткани организма инфракрасное излучение. При воздействии на работающих повышенных уровней излучений в организме человека происходит интенсивное теплонакопление, обильное потоотделение. Интенсивное потоотделение (до 6–10 л за смену) при работе в условиях воздействия высокой температуры воздуха приводит к обезвоживанию организма, потере минеральных солей и водорастворимых витаминов (С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>). У работника учащается сердцебиение, повышается максимальное и понижается минимальное артериальное давление, появляются головная боль, слабость, возникает опасность теплового удара и др. Инфракрасные лучи, оказывая тепловой эффект на глаза, могут вызвать ряд патологических изменений: конъюн-

ктивиты, помутнение хрусталика глаза и васкуляризация роговицы и др. Длительное воздействие (10–20 лет) коротковолновой инфракрасной радиации большой интенсивности на глаза может вызвать поражение хрусталика – «инфракрасная катаракта» у сталеваров, прокатчиков, кузнецов.

В производственных помещениях с большими тепловыделениями (горячие цехи) на долю инфракрасного излучения может приходиться до 2/3 выделяемого тепла и только 1/3 – на конвекционное тепло.

К горячим цехам относятся цехи, в которых тепловыделения превышают 23 Дж/м<sup>3</sup>: основные цехи заводов черной металлургии (доменные, конверторные, мартеновские, электросталеплавильные, прокатные и др.), где интенсивность инфракрасной радиации колеблется в пределах 348–13920 Вт/м<sup>2</sup>. В горячих цехах машиностроительной промышленности (литейных, кузнечных, где происходит плавка, заливка металла, нагрев и обработка деталей) интенсивность теплоизлучения колеблется в широких пределах (табл. 1).

Основными документами, регламентирующими параметры интенсивности теплового (инфракрасного) излучения, являются СанПиН 9-80-98 «Санитарные нормы микроклимата производственных помещений» и СанПиН 11-6-2002 «Гигиенические критерии оценки и классификации условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса». СанПин 9-80-98 регламентирует величины интенсивности теплового излучения на рабочих местах в зависимости от характеристик источника излучения – нагретые до белого или красного свечения (раскаленный или расплавленный металл, пламя) или до темного свечения (нагретые поверхности оборудования, металла).

Интенсивность теплового облучения от открытых источников (нагретый металл, открытое пламя и т. д.) не должна превышать 140 Вт/м<sup>2</sup>. При этом облучению не должно подвергаться более 25 % поверхности тела и обязательным является использование средств индивидуальной защиты. Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, материалов и изделий должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 2. Температура наружных поверхностей технологического оборудования, ограждающих устройств, с которыми соприкасается в процессе труда человек, не должна превышать +45 °С. Методические особенности измерений параметров инфракрасного излучения определяются

Т а б л и ц а 1. Интенсивность инфракрасного (теплового) облучения на рабочих местах литейщиков

Участок цеха, рабочее место, оборудование	Интенсивность облучения, Вт/м <sup>2</sup>
<i>Шихтовый двор</i>	
Сушило барабанное	280–1050
<i>Плавильно-заливочный участок</i>	
Сушка ковшей на стенде	350–1050
Электродуговая печь:	
у пульта	70–350
при чистке летки	1400–2100
подготовка ванны к загрузке шихты (правка печи)	7000–7700
при загрузке шихты	1050–1500
у печи при плавке	350–700
загрузка флюса	4200–5600
наполнение ковша металлом	3000–4500
Заливка форм металлом	3500–5600
Стенд разливочный	4200–6300
Слив остатков металла в шлаковни	3500–4500
Вагранка:	
у летки	1050–1800
у летки при выпуске металла	2100–3500
наполнение раздаточного ковша металлом	2800–4200
счистка шлака из ковша	4200–5600
Печь индукционная (плавка чугуна):	
загрузка шихты	1400–2100
наполнение ковша металлом	700–1050
снятие шлака	4900–5600
у пульта печи	350–1050
Печь индукционная (плавка алюминиевых сплавов):	
работа у печи при плавке	490–700
снятие шлака	760–1200
наполнение ковша металлом	780–1540
заливка металла в кокили	660–1180
Печь газопламенная (плавка бронзы):	
загрузка шихты	810–990
наполнение ковша металлом	1850–2400
снятие шлака	2100–2800
заливка форм металлом	1750–2100
<i>Стержневой участок</i>	
Сушило вертикальное:	
при загрузке стержней	210–420
при выгрузке стержней	650–1200
Съем и передача высушенных стержней	140–280
Автомат стержневой (по нагреваемой оснастке):	
от стержневого ящика	210–490
от извлекаемых стержней	280–910
Сушило проходное для подсушки окрашенных стержней	280–490
<i>Выбивной участок</i>	
Решетка выбивная	210–350
Извлечение отливок из опок	1400–2100
Навеска отливок на навесной конвейер	2100–3500
<i>Термообрубной участок</i>	
Печь обжига:	
при загрузке отливок в печь	1050–2800
выгрузка отливок из печи	350–700

СанПиН 9-80-98 и СанПиН 9-29.9-95 «Методика измерений интенсивности инфракрасного и видимого диапазона излучений». Замеры параметров инфракрасного излучения проводились с использованием радиометра энергетической освещенности РАТ-2П с диапазоном измерений до 20 000 Вт/м<sup>2</sup>. Анализ результатов распределения интенсивности теплового излучения по участкам литейных цехов позволил выявить некоторые особенности распределения тепловых потоков в зависимости от характера производства.

**Т а б л и ц а 2. Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих от производственных источников**

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м <sup>2</sup> , не более
50 и более	35
25–50	70
Не более 25	100

Так, в литейных цехах массового производства тепловые зоны у рабочих мест имеют практически постоянные размеры. Причем длительному воздействию значительных тепловых потоков подвергаются практически все работающие в плавильно-заливочных отделениях. На других участках литейных цехов массового производства тепловое воздействие разной интенсивности отмечается только на отдельных рабочих местах (выбивальщики залитых форм, стерженщики у машин с нагреваемой оснасткой, рабочие у эпрон-конвейеров). Значительные тепловые потоки от залитых форм не попадают на рабочие места, так как они находятся в охладительном кожухе в течение всего времени остывания отливок. Данная тепловая обстановка на участках сохраняется в течение двух-трех смен работы литейных цехов массового производства.

Особенностями литейных цехов серийного производства является то, что на участках этих цехов концентрируется большое число технологических процессов получения отливок (в сырых песчано-глинистых формах, в кокили, цветное литье, литье под давлением и т. д.). Разный уровень, как правило, меньший, механизации и автоматизации технологических процессов в этих литейных цехах приводит к тому, что тепловому воздействию подвергается большее число работающих. Работа цехов проводится в параллельном или ступенчатом режиме. Причем при ступенчатом режиме ра-

боты цеха воздействию тепла будут подвергаться в основном плавильщики и заливщики.

В цехах кокильного литья мелкосерийного производства тепловому воздействию также подвергаются в основном плавильщики и особенно заливщики, которые составляют большую часть работающих. При этом следует отметить, что заливщики подвергаются тепловому облучению при наполнении ковша жидким металлом, транспортировке его, заливке кокилей, выбивке отливок, окраске кокилей, а также от извлеченных остывающих отливок. Интенсивность теплового потока при этих операциях изменяется в пределах 350–6000 Вт/м<sup>3</sup>. Если в цехах с другими характеристиками производства воздействие тепла на работающих происходит циклично, то в данном цехе постоянно, изменяется только величина интенсивности теплового облучения, что приводит к значительному влиянию на организм человека.

Таким образом, инфракрасное излучение является значимым фактором условий труда, поскольку при многих технологических процессах литейного производства его параметры превышают санитарные нормы. Это предопределяет необходимость систематического контроля за состоянием данного фактора, соблюдением необходимых правил охраны труда, разработки комплекса санитарно-технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий по оптимизации условий труда, предупреждению заболеваний, оздоровлению работников, занятых во вредных, опасных и тяжелых условиях труда. К мерам по профилактике неблагоприятного влияния инфракрасного излучения на работающих можно отнести следующие: внедрение современных технологических процессов с использованием механизации, автоматизации и дистанционного управления; укрытие источников излучения с использованием отражающих или поглощающих экранов; использование средств индивидуальной защиты органов зрения, кожных покровов; применение воздушного душирования рабочих мест с соблюдением параметров температуры и скорости движения воздуха в зависимости от интенсивности инфракрасного излучения; обеспечение работающих газированной подсоленной водой; оборудование специальных мест для отдыха с оптимальными параметрами микроклимата; регламентированные перерывы при выполнении работ с повышенными интенсивностями теплового излучения.