

УДК 628.87:697.245.386

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ ТРУДА И ЗАЩИТА ОПЕРАТОРОВ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ С ИЗБЫТОЧНЫМ ТЕПЛОИЗЛУЧЕНИЕМ

*д.т.н., проф. Беликов А.С., доц., к.т.н. Рабич Е.В.,  
доц., к.т.н. Чумак Л.А., доц., к.т.н. Чередниченко Л.А.,  
к.т.н. Рагимов С.Ю.*

*ГВУЗ «Приднепровская государственная академия  
строительства и архитектуры»*

**Постановка проблемы.** Оценка условий и характеристика труда операторов с избыточным теплоизлучением производственной среды по показателям микроклимата является необходимым критерием создания безопасных и безвредных условий труда. Для оценки микроклимата используются или результаты измерений его составляющих согласно ДСН 3.3.6.042-99, или интегральный показатель тепловой нагрузки среды [1].

Проведенный нами анализ [2] установил, что применяемые приборы и методы исследования высокоинтенсивных источников теплового излучения на рабочих местах горячих производств не позволяют оценить реальные условия. Это не дает возможности объективно подходить к составлению санитарно-гигиенической характеристики условий труда, а также установлению уровней профессионального риска для разработки профилактических мероприятий и обоснования мер специальной защиты работающих. Поэтому возникла необходимость в создании новых методик и проведении собственных исследований.

**Цель исследований** – установить критерии оценки условий труда на рабочих местах операторов по показателям микроклимата путем экспериментальных исследований распределения избыточного теплоизлучения на рабочих местах операторов с последующей математической обработкой распределения тепловых полей в рабочем пространстве источников избыточного теплового излучения технологического оборудования.

**Материалы и методы исследования.** Критерии оценки условий труда на рабочих местах операторов по показателям микроклимата устанавливаются для нагревательного микроклимата [1], при котором наблюдается нарушение теплообмена человека с окружающей средой. Это нарушение проявляется накоплением тепла в организме выше верхней границы оптимальной величины ( $> 0,87$  кДж/кг) и (или) увеличением доли потерь тепла испарением пота ( $> 30\%$ ) в общей структуре теплового баланса, а также появлением общих или локальных дискомфортных теплоощущений (немного тепло, тепло, жарко).

Исследования условий труда работающих в условиях повышенного теплового излучения проводились на ряде предприятий: на Запорожском заводе по изготовлению режущих инструментов им. Войкова (обследовано 8 рабочих мест), на заводе строительных материалов в Ново-Александровке (об-

следовано 4 рабочих места), а также в отделении цеха по изготовлению строительных изделий из стекломассы (обследовано 2 рабочих места). На Запорожском заводе «Сантехника ЗАЗ» в термическом цехе было обследовано 11 рабочих мест. Всего было обследовано более 25 рабочих мест, однако для последующего анализа были выбраны рабочие места с максимальной облученностью  $800 \text{ Вт/м}^2$  (рис.1).

По стандартной методике при обследовании рабочих мест измерялась интенсивность теплового облучения только от источника теплового излучения. По предложенной методике [2], было проведено сканирование теплового поля по дуге  $360^\circ$  с использованием спектральных фильтров. При этом, были выявлены неявные скрытые источники теплового излучения, недоступные при обычных исследованиях. При прямом излучении от деталей, нагреваемых в индукторе установки ТВЧ, облученность достигала  $560 \text{ Вт/м}^2$  при нахождении в зоне индуктора набора нагретых изделий, при этом спектральный максимум длины волны излучения приходится на  $1,4\text{-}2,5 \text{ мкм}$ .

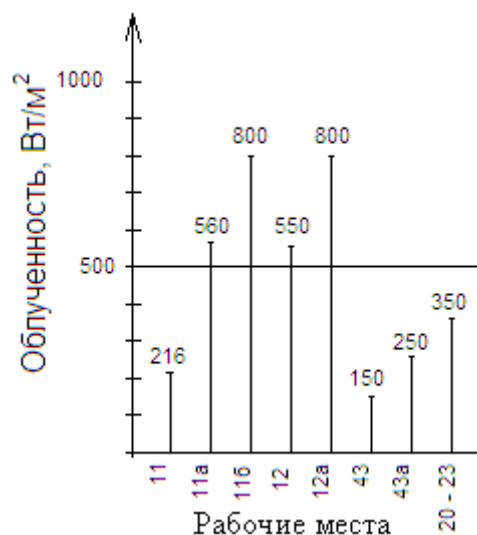


Рис.1. Рабочие места участка термической обработки режущих инструментов

При исследовании теплового поля в рабочей зоне был найден неявный дополнительный источник периодически пульсирующего действия – движение нагретых изделий по лотку для сброса в корзину. При этом, величина облученности тела оператора в районе поясицы периодически менялась от  $216 \text{ Вт/м}^2$  до  $560 \text{ Вт/м}^2$  в зависимости от размера изделия (резец или фреза) и одновременно от количества изделий в желобе (детали имеют температуру в пределах  $500\text{-}600^\circ\text{C}$ , максимум спектрального излучения приходится на диапазон  $5\text{-}7 \text{ мкм}$ ). Также неявным источником теплового излучения является корзина с остывающими изделиями, общий вес которых может достигать  $200 \text{ кг}$ , а облученность может достигать  $800 \text{ Вт/м}^2$ , т.е. больше, чем прямое излучение от изделий в индукторе установки ТВЧ.

Проведенные экспериментальные исследования при работе двух установок ТВЧ позволили установить, что на операторов в рабочей зоне одновременно оказывают воздействие до 3-х источников излучения: от установки

при разогреве деталей –  $E_1=560\text{Вт/м}^2$ , от корзины с накоплением разогретых заготовок –  $E_3$  до  $800\text{Вт/м}^2$ , от катков и участков желоба при передаче заготовок в корзину  $E_2$  до  $560\text{Вт/м}^2$ . При этом, наблюдается тепловое излучение со следующими спектрами:  $\lambda_1=1,4-2,5\text{мкм}$  и  $\lambda_3=5-7\text{мкм}$ , т.е коротковолновое и длинноволновое, что является одной из причин возможно целого ряда заболеваний. Интенсивность излучения в рабочей зоне (радиус 2м), значительно превышает допустимое значение ( $140\text{Вт/м}^2$ ) при допустимой площади облучения тела до 25%. При этом, отмечено, что спинка вращающего сидения, которое выполнено из черного железа, нагревается тепловым излучением от корзины с остывающими изделиями (величина излучения доходит до  $800\text{Вт/м}^2$ ).

На предприятии ранее не учитывалось влияние неявных источников избыточного теплового излучения на оператора, не симметричного типа.

**Обсуждение результатов и выводы.** Нами было выявлено воздействие на операторов 3-х источников теплового излучения с разным спектральным составом (рис.2). Следует отметить, что в аналогичных исследованиях, проводимых ранее, неявные или вторичные источники теплового излучения не учитывались.

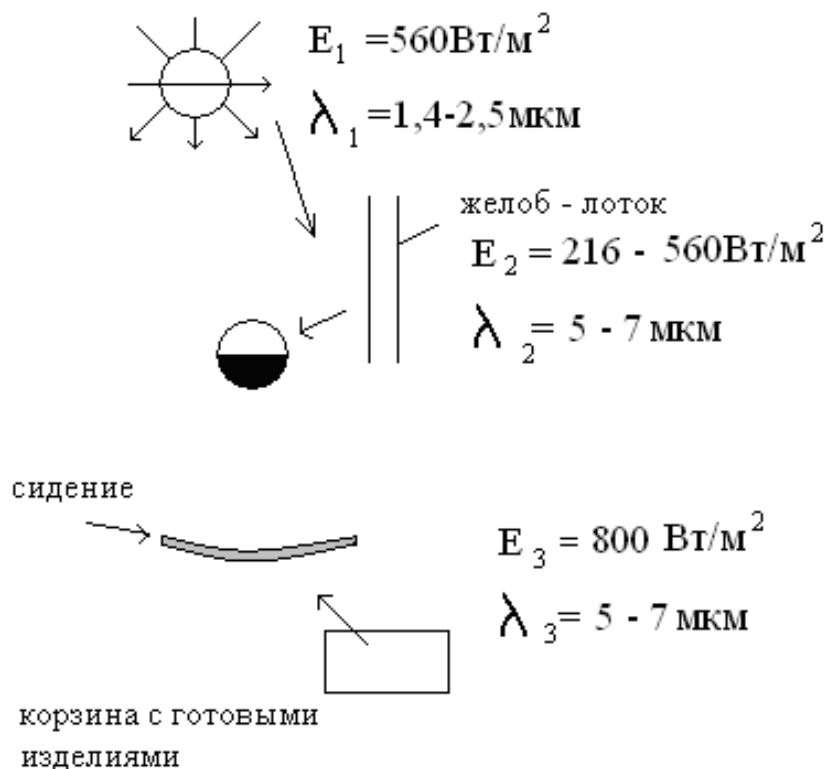


Рис.2. Схема воздействия тепловых полей на рабочие места.

Особенно неблагоприятные условия труда проявляются в переходной период. Возникает неоднородный температурный градиент как по высоте от пола до уровня головы оператора, так и в рабочем пространстве. Критерии оценки условий труда на рабочих местах операторов с избыточным тепловым

излучением должны содержать и параметры выявленных следующих вредных и опасных производственных факторов:

- электромагнитное излучение от индуктора установки ТВЧ, вызывающее разогрев кистей рук;

- световое излучение точечного источника места сварки, вызывающего слепящее действие на оператора;

- показатели нагревательного микроклимата.

На основании комплексного обследования условий труда по данной методике, предложены средства защиты оператора от избыточного теплового излучения.

В качестве коллективной защиты рабочего места оператора предусмотрено применение экранирования (рис.3)

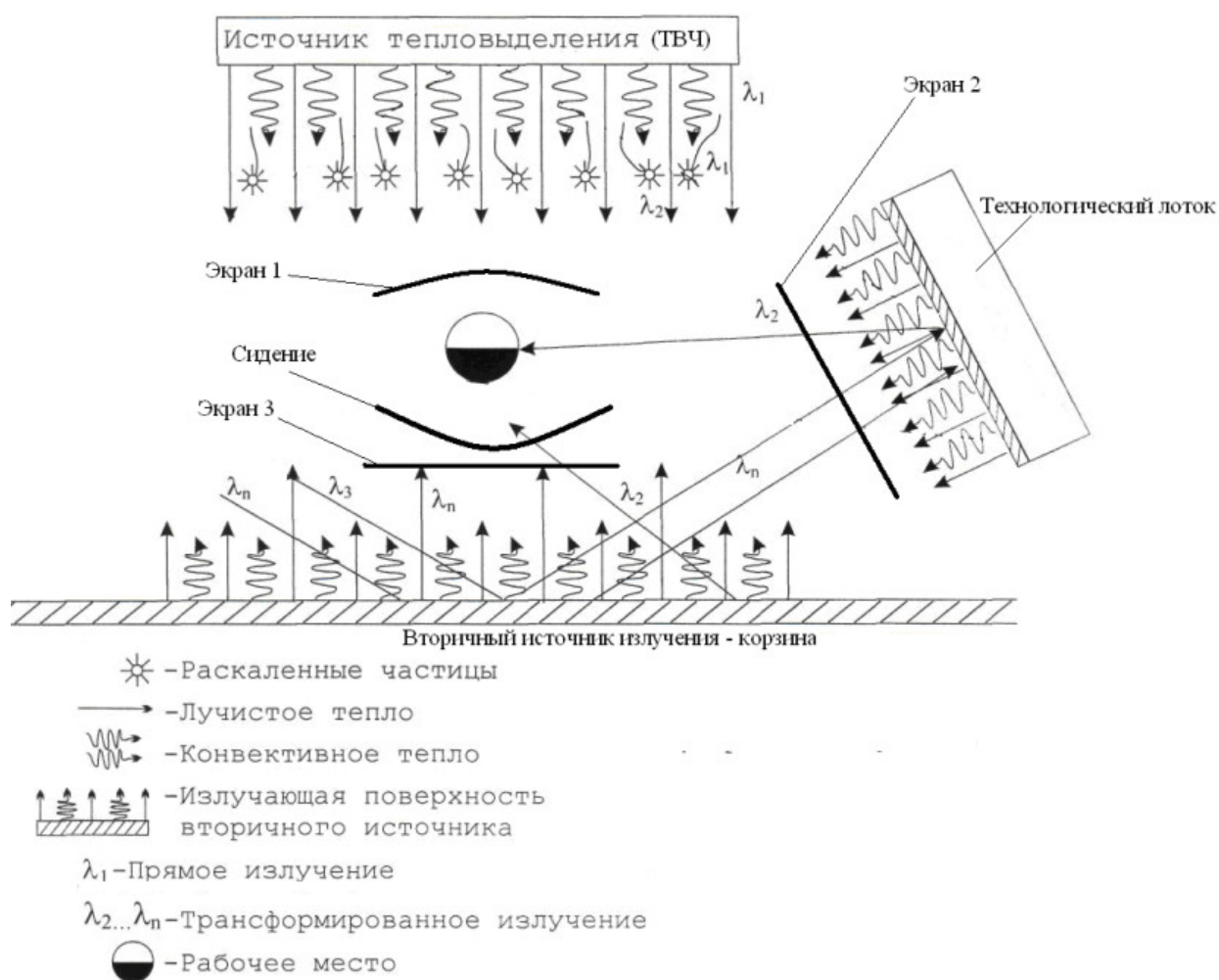


Рис.3. Экранирование рабочего места оператора.

Экран 1 – устройство, состоящее из теплозащитных стекол с воздушной прослойкой 20-30мм и естественным охлаждением. Экран 2 и 3 – комбинированное устройство: теплоотражающий и теплопоглощающий экран.

Предложено на металлическом экране использовать в качестве покрытия алюминиевую фольгу с минеральной ватой ( $\delta=50\text{мм}$ ) – УРСА ДСТУ Б.В.2.7-

56-2010 (коэффициент отражения до 97%, коэффициент теплопроводности изоляционного слоя 0,038-0,051Вт/м<sup>2</sup> °С, группа горючести Г1, температура воздействия на экран 250<sup>0</sup>С). Также возможно применение экрана из алюминиевого полированного листа с изоляцией минеральной или стекловатой толщиной  $\delta=50$ мм.

Исследования показали, что при защите рабочих мест операторов ТВЧ от негативного влияния не только непосредственных но и неявных второстепенных источников ИК-излучения на данном производстве применение металлических стальных экранов не оправдано. Более эффективно использование экранов из алюминиевой фольги или отполированного алюминия, а также окрашенного стального листа титаномагниевыми алюминиевыми белилами или напыленного алюминия. Так, установлено, что эффективность защиты экранов с алюминиевым покрытием открытых рабочих мест в начальной стадии достигает 90-94% при интенсивности излучения от 0,7 до 3,5кВт/м<sup>2</sup> (при использовании однослойных экранов) и при интенсивности 3,5-8,5кВт/м<sup>2</sup> (при использовании комбинированных экранов – отражающая пленка и теплопоглощающий материал: асбест, минеральная вата, вспученные теплозащитные материалы). Однако в процессе эксплуатации в течение 1 года в реальных условиях производств защитные свойства таких экранов снижаются до 65-70%. В дальнейшем по истечении примерно 1 года эксплуатации при обновлении покрытия (нанесение повторного слоя алюминиевой фольги или напыление краски на экран), практически, сохраняется контроль эффективности защиты рабочих мест.

#### **Использованная литература.**

1. ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002. Гігієнічна класифікація умов праці за показниками шкідливості та небезпечності виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу.
2. Беликов А.С., Рабич Е.В., Рагимов С.Ю., Мещерякова И.В. Оценка условий труда на рабочих местах операторов с избыточным теплоизлучением производственной среды // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. научн. трудов. Вып №74. – Дн-вск, ПГАСА, 2014. – С.201-205