

УДК 697.7

Н. Н. БОЛОТСКИХ, канд. техн. наук

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры,  
г. Харьков**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНФРАКРАСНОГО ОТОПЛЕНИЯ  
В ЦЕХЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «СПЕЦКРАН»**

*В статье описаны результаты экспериментальных исследований параметров микроклимата в помещении механосборочного цеха предприятия «Спецкран», отапливаемого с помощью темных инфракрасных излучателей. Приведены характер распределения и сопоставление их с нормативными значениями.*

**Ключевые слова:** инфракрасные нагреватели, интенсивность облучения, рабочая зона.

*У статті описані результати експериментальних досліджень параметрів мікроклімату у приміщенні механозбірного цеху підприємства «Спецкран», який опалюється за допомогою темних інфрачервоних випромінювачів. Приведені характер розподілення та зіставлення їх з нормативними значеннями.*

**Ключові слова:** інфрачервоні нагрівачі, інтенсивність опромінення, робоча зона.

**Введение**

Машиностроительное частное предприятие «Спецкран» занимается ремонтом и выпуском различного механического оборудования для обслуживания железнодорожных путей. Помещение механо-сборочного цеха является зданием старой постройки и имеет размеры в плане 72 x 48 м. Его высота вместе с кровлей и осветительными фонарями составляет около 8 м. Три стены цеха кирпичные, имеют оконные проемы. Они построены из красного кирпича с укладкой в два ряда. Четвертая стена имеет большие стеклянные витражи. Через различные неплотности, например, в месте расположения ворот, а также через существующие различные отверстия в ограждающих конструкциях, вследствие недостаточного утепления имеется возможность доступа воздуха с улицы в помещение. Вентиляция помещения естественная. Перекрытие цеха железобетонное с установкой крышных фонарей. Внутри цеха по всей его длине и ширине расположены три ряда колонн с шагом 12 м. Помещение цеха насыщено различным металлообрабатывающим оборудованием. Кроме того, имеются площадки вблизи станков, на которых складывается металл или обработанные детали.

Для целей отопления цеха применены энергосберегающие инфракрасные трубчатые газовые нагреватели (ИТГО), выпускаемые ООО «НЕОН» (г. Днепропетровск), оснащенные автоматическими газовыми горелками ДВМ-25 м, разработанными КНПП «Энергокомплекс» (г. Днепропетровск). Тепловая мощность каждого установленного в цехе нагревателя соответствует 30 кВт. Газовая горелка ДВМ-25м с автоматикой в защищенном кожухе имеет габаритные размеры 600x300x340 мм. Излучающие трубы имеют диаметр 102 мм.

Для целей экспериментов была выбрана площадка, расположенная в правом углу от колонн до наружной ограждающей стены. Этот участок обогревался одним инфракрасным нагревателем, подвешенным на колоннах под углом и обращенным в сторону к стене. Влияние других нагревателей, расположенных в цехе, практически невелико, так как нет прямого попадания на эту территорию инфракрасных лучей от других нагревателей.

Из-за большой стесненности на территории цеха и наличия постоянно работающего кранового оборудования газовые трубчатые инфракрасные нагреватели закреплены на колоннах на высоте 3,5 м от пола под углом 45° к горизонтали.

**Цель статьи**

Согласно стандартов по охране труда [2] микроклимат в производственных помещениях,

отапливаемых инфракрасными системами, характеризуется следующими параметрами: температура воздуха; влажность воздуха; скорость движения воздуха; интенсивность облучения. С целью выявления величин этих параметров, а также характера их распределения, были проведены экспериментальные исследования, описание которых приведено в статье.

### Основная часть

Проведение широкомасштабных экспериментов на выбранном экспериментальном участке было затруднено тем, что по линии около колонн стояли на достаточно близком расстоянии друг к другу металлообрабатывающие станки. Здесь же рядом складировались готовые обработанные изделия и металл. Таким образом, разместить измерительное оборудование и произвести замеры параметров в период интенсивной работы в цехе представилось возможным только вдоль прохода на расстоянии от колонны примерно 3,5 м.

На рис. 1 представлена схема расположения трубчатого инфракрасного нагревателя. На этом рисунке указана точка «7», через которую проходит линия, параллельная оси нагревателя (вдоль прохода). На участке этой линии длиной 10 м через каждый 1 м проводили замеры интенсивности облучения и температуры воздуха.

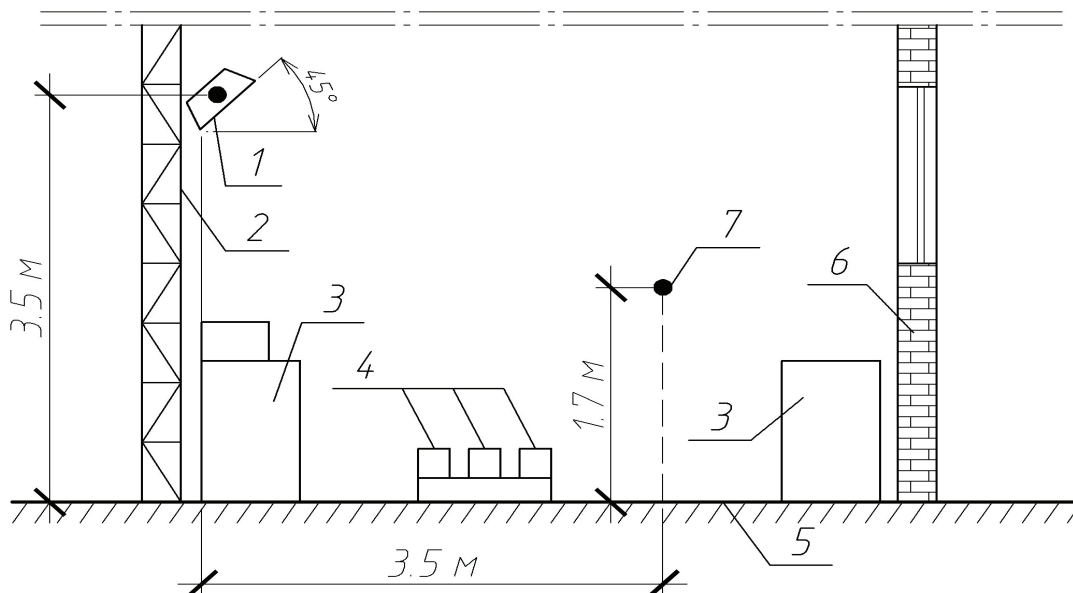


Рис. 1. Схема расположения инфракрасного трубчатого нагревателя и различного оборудования на участке проведения экспериментальных работ (поперечный разрез):

1 – инфракрасный нагреватель; 2 – колонна; 3 – металлообрабатывающее оборудование; 4 – местный склад готовых обработанных деталей; 5 – пол; 6 – кирпичная наружная стена цеха; 7 – линия, вдоль которой производились замеры параметров

При проведении экспериментов использовались следующие измерительные приборы: радиометр переносной РАТ-2П-Кварц-41 – для измерения интенсивности облучения (погрешность – не более  $\pm 6\%$ ); фото-пирометр RAU MX 6 Photo Temp – для измерения температуры поверхности излучателей (погрешность –  $\pm 0,75\%$ ); термометр технический жидкостной ТТЖ-М – для измерения температуры воздуха (погрешность – не более  $\pm 0,3\text{ }^\circ\text{C}$ ); переносной психрометр механический МВ-4-2м – для измерения относительной влажности воздуха в помещении (погрешность –  $\pm 0,5\%$ ); переносной кататермометр АПП-01 – для измерения скорости движения воздуха в помещении (погрешность –  $\pm 0,007\text{ м/с}$ ).

Большое количество металлических изделий и пол в помещении при постоянном лучистом нагреве имеют достаточно стабильную и высокую температуру. Вследствие интенсивного конвективного теплообмена внутри помещения поддерживается стабильная температура

воздуха.

С помощью термометра производились замеры температуры воздуха в различных точках пространства цеха на участке проведения экспериментальных работ. Замеры показывают ее достаточно высокую стабильность. В пределах рабочей зоны помещения температура воздуха лежала в пределах  $+9 \div 10$  °С.

Скорость движения воздуха в рабочей зоне, измеренная кататермометром, составляла  $0,06 - 0,075$  м/с. Большие значения скорости соответствуют зоне, расположенной ближе к окнам и воротам. Относительная влажность воздуха в цехе составляла 65 %.

Интенсивность облучения, как показали многочисленные исследования, при использовании для целей отопления трубчатых инфракрасных нагревателей в пределах рабочей зоны изменяется весьма существенно.

Для более глубокого изучения характера распределения интенсивности облучения были предварительно проведены исследования распределения температуры по поверхности излучающей трубы нагревателя, а затем интенсивности облучения на уровне головы человека по линии, параллельной оси излучателя. С этой целью с помощью оптического пирометра производились замеры температуры поверхности излучающей трубы вдоль ее оси через каждый метр последовательно, начиная от места установки газовой горелки, на длине 10 м. По полученным данным замеров построен график изменения температуры излучающей поверхности нагревателя (рис. 2).

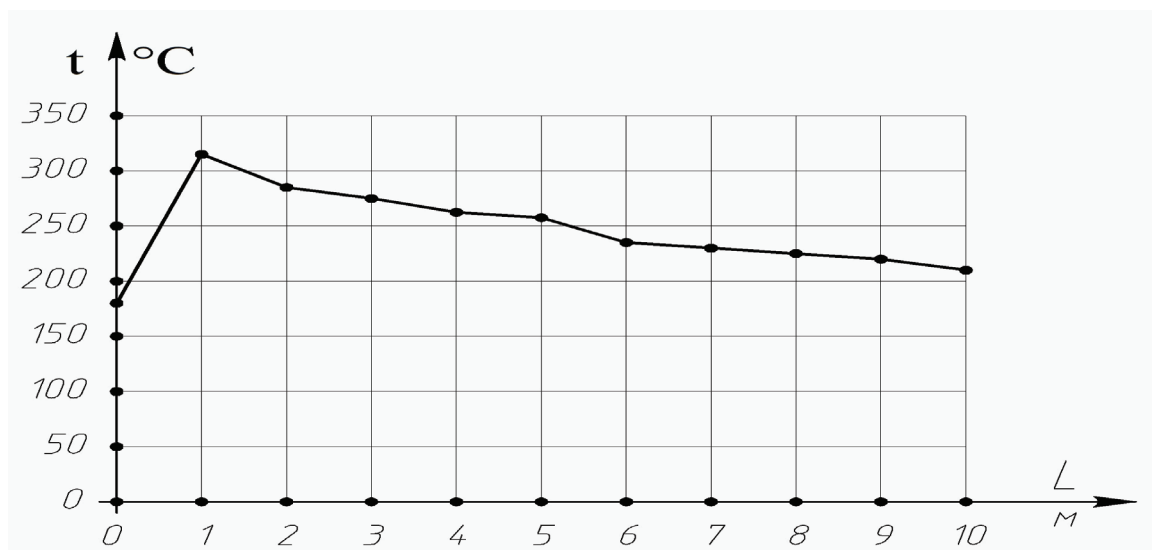


Рис. 2. Экспериментальный график изменения температуры поверхности излучающей трубы по ее длине

Рассмотрение этого графика показывает стабильное снижение температуры на большей части излучающей поверхности нагревателя по мере продвижения дымовых газов и отдачи тепла отапливаемому пространству. Лишь на небольшом участке от места установки газовой горелки на расстоянии до 1 м по длине трубопровода наблюдается рост температуры поверхности излучающей трубы. Это обстоятельство объясняется тем, что на начальном участке трубы внутри ее распространяется горящий факел (мягкое, вытянутое вдоль пламя), а далее продукты сгорания газа. Известно, что по своей физической природе теплоотдача факела не идентична с теплоотдачей продуктов сгорания, перемещающихся вдоль излучающей трубы.

С помощью радиометра произведены замеры интенсивности облучения по линии, проходящей через точку «7» (рис. 1) и параллельной оси нагревателя, через каждый метр его длины, начиная от места установки газовой горелки. По данным замеров построен график распределения интенсивности облучения (рис. 3).

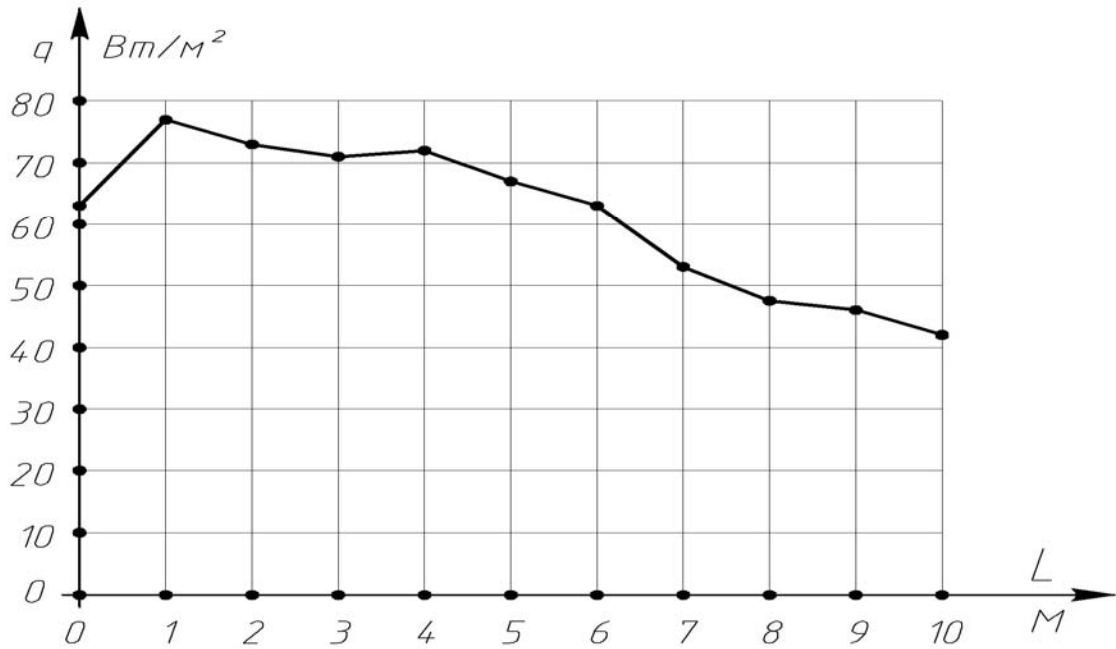


Рис. 3. Экспериментальный график распределения интенсивности облучения вдоль линии, параллельной оси трубчатого нагревателя

Рассмотрение этого графика показывает снижение интенсивности облучения на большей части длины нагревателя по мере продвижения горячих дымовых газов по излучающей трубе и лишь на небольшом участке трубы от места подсоединения газовой горелки к излучающей трубе на длине около 1 м наблюдается рост этого показателя.

С использованием разработанных в ХГТУСА методики расчета и компьютерной программы [1] для условий цеха предприятия «Спецкран» построен теоретический график распределения интенсивности облучения на уровне головы человека вдоль оси нагревателя с наложенными на него точками фактически полученных экспериментальных данных (рис. 4).

Сопоставление экспериментальных и теоретических значений интенсивности облучения показывает, что их среднее отклонение составляет 5,3 %.

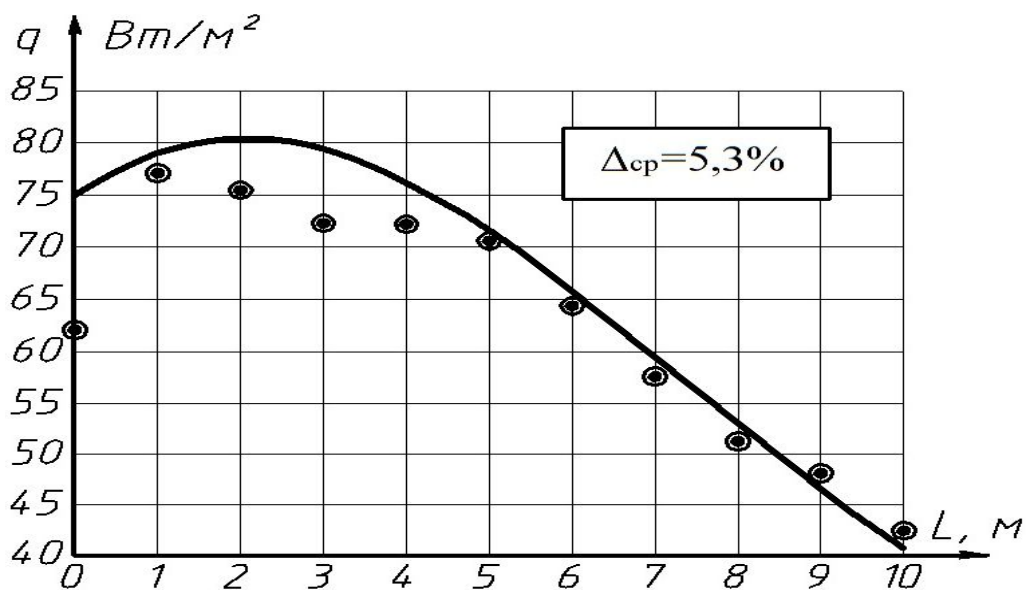


Рис. 4. График распределения интенсивности облучения на уровне головы человека (теоретический) и расположение экспериментальных точек

Кроме того, с использованием разработанных в ХГТУСА методики и компьютерной программы [1] для условий цеха предприятия «Спецкран» построена поверхность распределения интенсивностей облучения в рабочей зоне на уровне головы человека вдоль оси нагревателя (рис. 5).

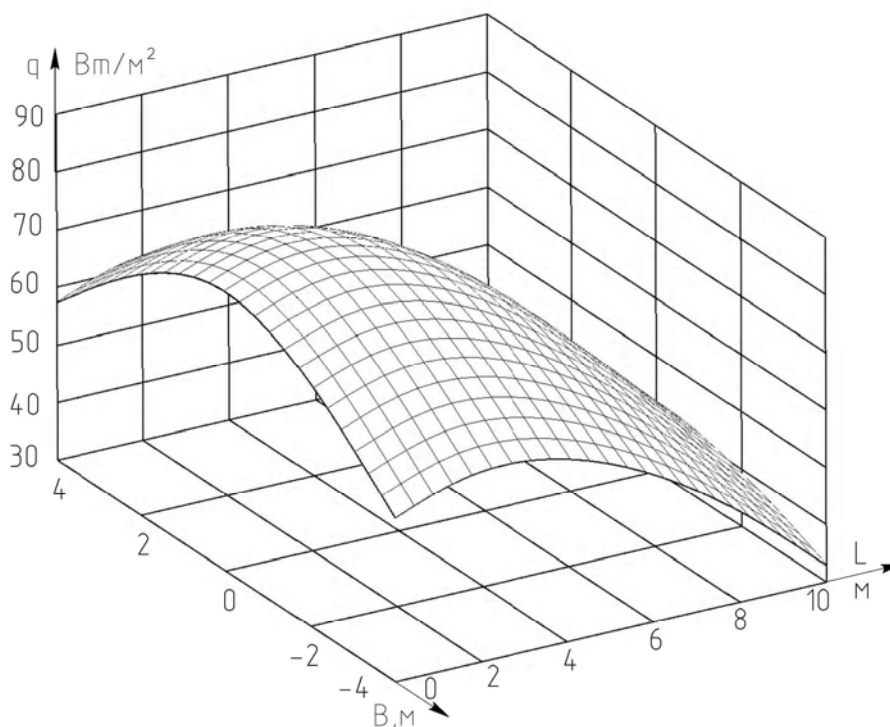


Рис. 5. Поверхность распределения интенсивностей облучения на уровне головы человека вдоль оси нагревателя в условиях помещения промышленного предприятия ЧП «Спецкран»

Рассмотрение экспериментальных и теоретических графиков, а также поверхности (Рис. 3, 4 и 5), показывает, что в рабочей зоне помещения цеха предприятия «Спецкран», отапливаемого с помощью газовых трубчатых инфракрасных нагревателей, интенсивность облучения распределяется неравномерно и вдоль оси нагревателя на уровне головы человека она лежит в пределах от 40 до 76 Вт/м<sup>2</sup>. Наибольшее значение интенсивности облучения на уровне головы человека находится по линии, параллельной оси нагревателя, на расстоянии от 1 до 2 м от места установки газовой горелки. В пределах рабочей зоны помещения значения интенсивности облучения не превышают нормативные, обусловленные ГОСТом [2].

### Выводы

1. Применение газовых трубчатых инфракрасных нагревателей для целей отопления помещения цеха на предприятии «Спецкран» позволило обеспечить надежный и экономичный обогрев рабочих зон с параметрами микроклимата, отвечающими требованиям ГОСТа 12.1.005-88 [2].
2. Температура воздуха в рабочей зоне помещения, отапливаемого трубчатыми инфракрасными нагревателями, вследствие интенсивного конвективного теплообмена является стабильной и в различных точках отличается незначительно.
3. Относительная влажность и скорость движения воздуха в пределах рабочей зоны помещения, отапливаемого трубчатыми инфракрасными нагревателями, при естественной вентиляции в пределах рабочей смены изменяется не существенно.
4. При использовании газовых инфракрасных нагревателей для целей отопления помещения цеха интенсивность облучения в пределах рабочей зоны изменяется существенно.

Наибольшее ее значение на уровне головы человека наблюдается на расстоянии от 1 до 2 м от места установки газовой горелки по линии, параллельной оси нагревателя.

5. Интенсивность облучения в рабочей зоне помещения, отапливаемого с помощью инфракрасных трубчатых нагревателей, следует строго контролировать. Ее величина не должна превышать допустимых значений, обусловленных ГОСТом 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

#### Список литературы

1. Болотских Н. Н. Совершенствование методики расчета систем отопления газовыми трубчатыми инфракрасными нагревателями. // Науковий вісник будівництва: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, вип. 54, 2009. – С. 76–91.

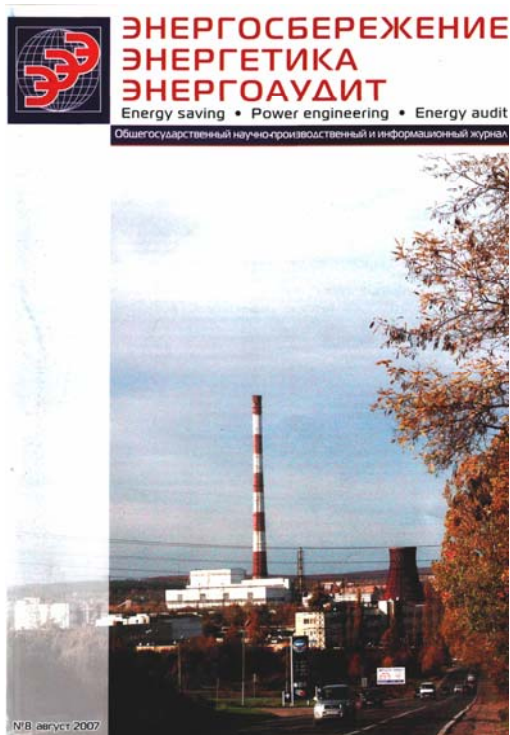
2. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». Система стандартов безопасности труда. Государственный стандарт СССР, 1988 (переиздан в мае 1991 г.).

### EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF INFRA-RED HEATING SYSTEM OF WORKSHOP OF MACHINE-BUILDING PLANT «SPECKRAN»

N. N. BOLOTSKIИ, Cand. Tech. Sci.

*The results experimental investigations of microclimate factors within of mechanoerecting workshop of plant «Speckran», heated with dark gas infra-red radiators are described in the article. Nature of the distribution and their comparison with normative value are given.*

*Поступила в редакцию 19.03 2010 г.*



**Уважаемые предприниматели!  
Подписчиками журнала  
«Энергосбережение·Энергетика·  
Энергоаудит»  
являются руководители  
государственных предприятий  
промышленности и энергетики,  
жилищно-коммунального хозяйства,  
агропромышленного  
комплекса, ВУЗов.**

**Разместив свою рекламу на страницах  
журнала,**

**Вы построите еще одну ступеньку к  
вершине своего бизнеса!**

**Постоянным подписчикам журнала  
скидка на размещение рекламной  
информации.**