

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА ЧЕЛОВЕКА С ВНУТРЕННЕЙ СРЕДОЙ ПОМЕЩЕНИЯ

*к.т.н., доц. Петренко А.О., к.т.н., доц. Петренко В.О.,
к.т.н. Голякова И.В., студ. Патоня Е.В.*

Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»

Постановка проблемы. Здоровье и работоспособность человека в основном зависит от условий микроклимата и параметров воздушной среды внутри помещений жилых и административно-бытовых зданий. Нормальное состояние и работоспособность человека находящегося в помещении, в основном зависит от созданных и поддерживаемых условий микроклимата при помощи систем микроклимата.

Основой для выбора параметров микроклимата в помещении являются условия жизнедеятельности человека или требования технологического процесса [1, 2, 3, 4].

Таким образом, повышение комфортности в помещении за счет поддержания оптимальных параметров микроклимата в любой точке помещения, направленное на улучшение условий жизнедеятельности человека, повышения производительности труда, снижения расходов тепловой энергии на обеспечение параметров микроклимата, является актуальным научно-практическим заданием нынешнего времени.

Анализ последних исследований и публикаций. Формирование микроклимата помещений жилых и общественных зданий происходит под воздействием большого количества факторов, что отмечалось уже раньше, тепловые процессы в помещении связаны с влиянием лучистого теплообмена [5, 6]. Изучение процесса влияния лучистого теплообмена на самочувствие человека имеет большую сложность. Если рассматривать каждый процесс отдельно, то и в этом случае в настоящее время они не поддаются четкому теоретического описания.

Изложение основного материала исследования. Известные методы моделирования данного процесса являются приближенными и имеют недостатки, которые приводят к снижению точности и ограничивают область применения [7]. Поэтому одним из путей получения эффективных тепловых решений есть моделирование тепловых процессов с дальнейшим анализом полученных результатов.

Как показали исследования, проще всего и с достаточной точностью удастся экспериментально исследовать электрическое поле в жидкой проводящей среде как аналог теплового поля.

Тепловое поле в помещении моделируется электрическим полем в электролитической ванне, а плотность теплового потока между любыми поверхностями пространства помещения имеет своим аналогом плотности тока

между соответствующими поверхностями модели. При этом чем меньше расстояние выбрано между точками измерения, тем точнее будет воспроизводиться действительная картина электрического поля в модели и, следовательно, теплового поля в помещении.

Для уменьшения погрешности было предложено проводить измерения следующими способами:

- использовать при измерениях компенсационный метод;
- использовать вольтметр с потенциальным входом.

При первом способе от постороннего источника создается разность потенциалов равная измеряемой и ток вольтметра не искажает модифицируемое поле, что фиксируется чувствительным микроамперметром и в этот момент измеряется величина напряжения, подаваемого от стороннего источника, которое компенсирует измеряемое напряжение. Картина электрического поля вне зонда при малых его размерах практически не изменяется и погрешности измерения очень малы.

При втором способе используется вольтметр, имеющий на входе измерительный элемент управляемый не током, а разностью потенциалов. Входное сопротивление такого вольтметра обычно очень большое, а потребляемый ток ничтожно мал, т.к. его величина в основном определяется сопротивлением изоляции между входными клеммами и соединительными проводниками.

Для проведения экспериментальных работ по изучению влияния лучистого теплообмена на теплоощущения человека нами была разработана и смонтирована физическая моделирующая установка.

Для исследования пространственной модели был использован метод моделирования в электролитической ванне (диэлектрическом баке).

Исследование проводилось в диэлектрическом баке (Рис. 1). Бак имитирует комнату, выполненную в масштабе 1:10 и имеет размеры 500х400х300.

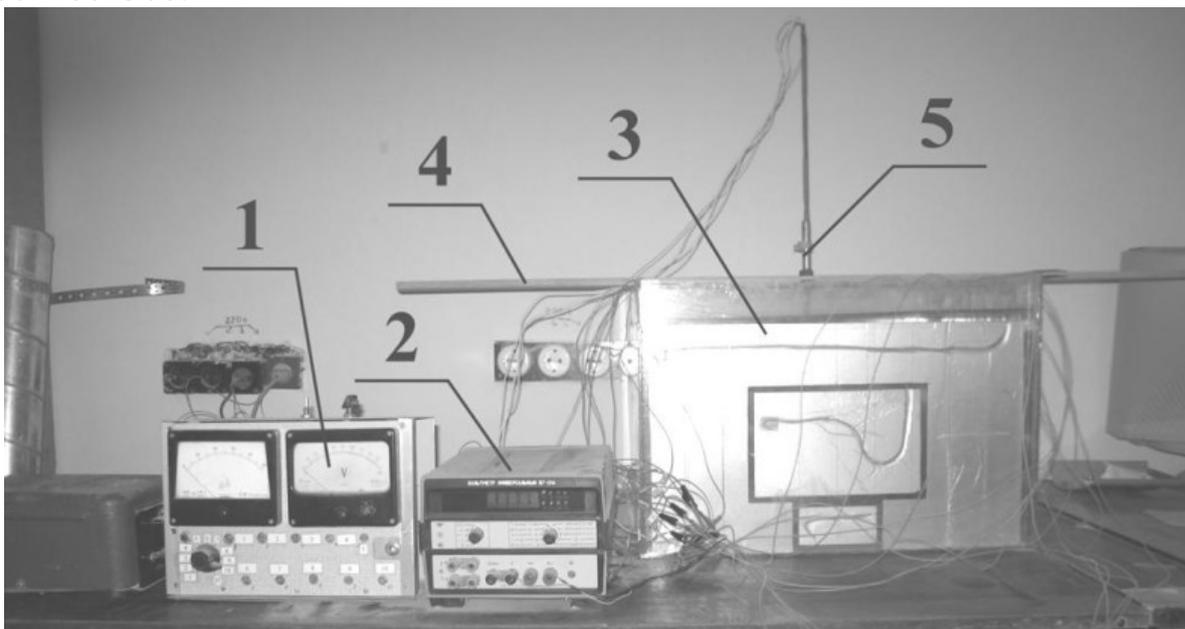


Рис. 1. Экспериментальный стенд для исследования лучистого теплообмена при оценке радиационной составляющей на микроклимат в помещении

1 – устройство для регулирования потенциалов, 2 – вольтметр универсальный В7-21А, 3 – модель помещения, 4 – устройство для перемещения зонда, 5 – устройство для закрепления зонда.

Бак с внутренней стороны (поверхности ограждающих конструкций) покрыты металлической фольгой для подвода к ним потенциалов соответствующих температурам на поверхностях. Имеется устройство, обеспечивающее перемещение и закрепление четырехэлектродного зонда (Рис. 2), служащего для измерения потенциалов. Устройство снабжено шкалой для отсчета глубины погружения четырехэлектродного зонда, а также шкалами для определения положения зонда по отношению к стенкам модели комнаты и модели человека находящегося внутри. На четырехэлектродном зонде, а также на каждой поверхности имитирующей ограждающие конструкции (пол, потолок, окно, стены) имеются зажимы для подвода потенциала. Напряжение обмотки $W2$ после выпрямления используется для установки (с помощью переменных сопротивлений $R1, R2, \dots, R10$) на различных элементах помещения потенциалов, соответствующих их температурам. Контроль и регулирование потенциалов осуществляется вольтметром с помощью переключателя ПЗ. Все элементы модели изолированы друг от друга.

В качестве модели человека используется покрытый фольгой эллиптический цилиндр (Рис. 3) с контактом для подвода потенциала, соответствующего температуре на поверхности тела человека. Высота фигуры 17 см. Измерения проводились на высоте 15 см от уровня пола.

Моделирование лучистого теплообмена внутри помещения проводилось при помощи разработанной и смонтированной модели, которая включает в себя: устройство для установки потенциалов соответствующих температурам на поверхности ограждающих конструкций; четырехэлектродного зонда и универсального вольтметра В7-21А для измерения напряжения (разности потенциалов).

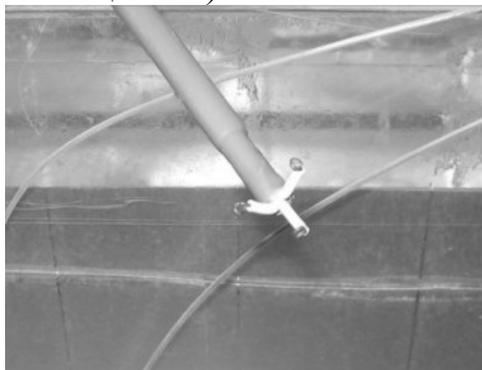


Рис. 2. Измерительный четырехэлектродный зонд

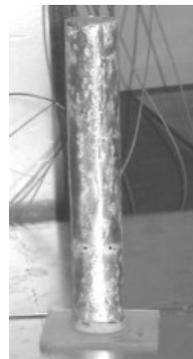


Рис. 3. Экспериментальная модель человека для проведения эксперимента

При проведении эксперимента, модель комнаты с залитым «электролитом» погружается модель человека. К каждой поверхности и к модели человека прикрепляется провод, по которому подается потенциал, соответствующий температуре.

Температуру на поверхностях моделей выбирали по следующему принципу.

Температура на поверхности тела человека была принята равной $36\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Температура на поверхностях «внутренних» стен принимаем равной температуре внутреннего воздуха. Температура на поверхностях «наружных» стен и окон принимаем исходя из аналитически-инструментального определения реального коэффициента теплопередачи ограждающих конструкций зданий.

В результате проведенных замеров и расчетов объемной плотности теплового потока в точках на поверхность тела человека показали, что она имеет разные значения в зависимости от ориентации на ограждающие конструкции, обращенные во внутрь помещения, которые имеют различную температуру внутренней поверхности.

А также было установлено, что измерения проекций на оси координат вектора напряженности электрического поля в любой точке пространства модели, дает возможность получить полную картину о величинах и направлениях тепловых потоков в помещении (см. рис. 4).

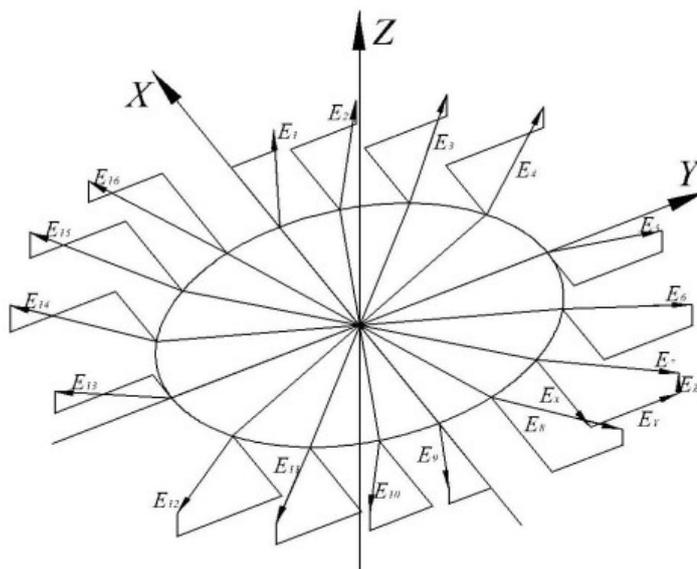


Рис. 4. Схема построения проекций объемной плотности теплового потока воздействующей у поверхности модели человека на оси координат

Вывод. Анализ результатов проведенных лабораторных исследований показали, что неравномерность распределения объемной плотности теплового потока по поверхности тела человека зависит от температуры ограждающих поверхностей обращенных во внутрь помещения.

Литература

1. Енергетичні ресурси та потоки. Т. 1 / Шидловський А.К., ред. - К. : "Українські енциклопедичні знання., 2003. - 472 с.
2. Богословский В.Н., Новожилов В.И., Симаков Б.Д., Титов В.П., Отопление и вентиляция: Учеб. пособие для ВУЗов.-М., Стройиздат, 1976.
3. СНиП 2.04.05-91*У. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Киев, 1991.
4. Чесанов Л.Г., Петренко В.О. Состояние микроклимата в помещениях при различных технологиях отопления. // Сб. научн. Тр.: Строительство. Материаловедение. Машиностроение.; Вып. 13. –Днепропетровск: ПГАСА. - 2001. –С. 22-25.
5. Стронг Д. Техника физического эксперимента. – Л.: Лениздат. – 1948. - 220 с.
6. Бабов Д.М., Надворный Н.И. Руководство к практическим занятиям по гигиене с техникой санитарно-гигиенических исследований. – М.: Медицина. – 1976. - 288 с.
7. Богословский В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха): Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа. – 1982. - 415 с.