

ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ И НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ

Рассмотрены принцип и конструкция спецодежды, аккумулирующей энергию солнечного излучения. Ее использование является альтернативным направлением компенсации недостатка солнечного света, наблюдаемого в Средней полосе России в течение некоторых периодов года.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: энергоэффективная спецодежда, солнечное излучение, тепловой поток, ячеистая структура.

¹канд. техн. наук, доц. Госуниверситет – УНПК, г. Орел, Россия;
e-mail: tikshi@ostu.ru

²канд. техн. наук, доц. Госуниверситет – УНПК, г. Орел, Россия;
e-mail: bgdgtu@mail.ru

³аспирант, Госуниверситет – УНПК, г. Орел, Россия

⁴ассистент, Госуниверситет – УНПК, г. Орел, Россия

ВВЕДЕНИЕ

Оптический спектр солнечного излучения оказывает положительное воздействие на многие физиологические процессы в организме человека. Под действием ультрафиолетового излучения в коже синтезируются различные группы веществ. Видимая часть спектра благоприятно воздействует на кровь, инфракрасное излучение стимулирует иммунную систему, интенсифицирует циркуляцию крови.

Эффект воздействия солнечного излучения характеризуется величиной биодозы. При ярком солнце и облучении значительной поверхно-

сти тела дневная биодоза может быть получена за 15-20 минут облучения. В октябре – январе в средней полосе России наблюдается снижение числа ясных и малооблачных дней (рис. 1а – данные за 2012 г.) и интегральной интенсивности солнечного облучения при ясной погоде (рис. 1б – данные за 2012 г.). Достигая минимума в январе, эти показатели начинают возрастать. Наиболее резкий рост интегральной интенсивности наблюдается в весенние месяцы (март-май).

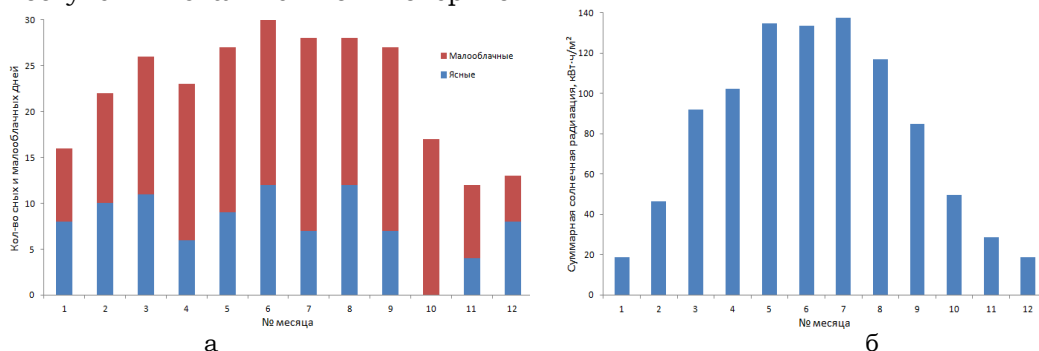


Рисунок 1 – Параметры солнечной активности:
а – число ясных и малооблачных дней;

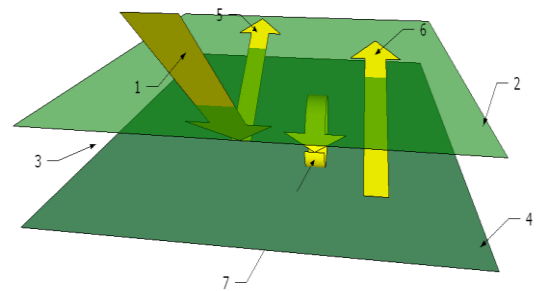
б – динамика интегральной солнечной радиации на поверхности земли

Уменьшение дозы облучения может привести к снижению иммунитета, развитию утомляемости и т.д. Поэтому в переходные периоды года актуальной является задача эффективного использования солнечного излучения. Общей особенностью этих периодов года являются пониженные температуры. Для обеспечения оптимального теплообмена человека с окружающей средой, в этих условиях используется теплозащитная одежда. Ее традиционные образцы покрывают более 90% поверхности тела, что снижает площадь облучаемой поверхности. Поэтому актуальной задачей является проектирование одежды, аккумулирующей энергию солнечного излучения в пододежном пространстве. В конструкции такой одежды необходимо реализовать противоречивые требования – пакет должен иметь прозрачную оболочку и, одновременно, формировать требуемый уровень теплозащитных свойств. Эти требования могут быть реализованы при использовании парникового эффекта.

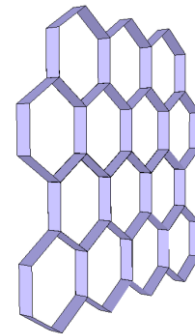
Известно, что парниковый эффект характеризуется повышением температуры облучаемой поверхности по сравнению с ее эффективной температурой. Это явление проявляется в основном в многослойных структурах, представленных внешней прозрачной и внутренней облучаемой поверхностями которые разделены воздушной прослойкой (рис. 2а).

Солнечное излучение (поз. 1) беспрепятственно проходит через верхнюю прозрачную поверхность (поз. 2) и воздушный объем (поз. 3). Поток, падающий на нижнюю поверхность (поз. 4), частично поглощается, частично отражается в окружающую среду (поз. 5). При поглощении потока, нижняя поверхность нагревается и начинает отда-

вать тепло за счет излучения (поз. 6) и естественной конвекции (поз. 7).



а



б

Рисунок 2 – Многослойные структуры с воздушными прослойками и прозрачными оболочками:

а – схема тепловых потоков;
б – ячеистая структура

Интенсивность теплоотдачи меньше плотности потока солнечной энергии, что выражается в постепенном повышении температуры нижней непрозрачной поверхности до некоторого предельного значения. Однако применительно к одежде, аккумулирующей солнечную энергию, таких величин может быть недостаточно. Поэтому необходимо найти конструктивное решение многослойной структуры, при котором повышение температуры внутренней непрозрачной поверхности было бы более суще-

ственным. Эта задача может быть решена за счет уменьшения конвективной теплоотдачи.

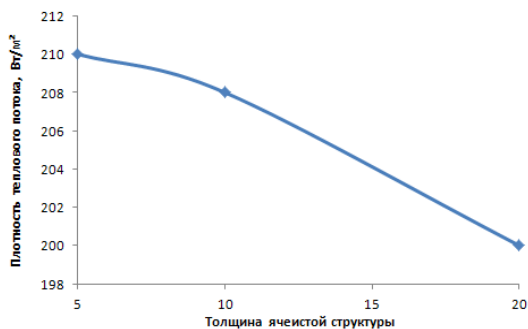
Известно, что конвективные течения в воздушных прослойках между различно нагретыми поверхностями имеют регулярную структуру [1]. Поэтому снижение интенсивности конвективных потоков в воздушной прослойке возможно за счет ее разбиения на малые воздушные объемы.

Ранее авторами предложена конструкция ячеистого материала для специальной одежды (рис. 2б), а также технология ее изготовления. Введение ее в качестве промежуточного слоя в многослойный пакет одежды, предположительно позволит сделать эффект повышения температуры внутренней поверхности более выраженным.

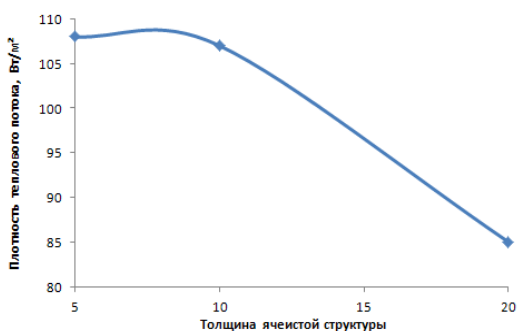
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Для численной оценки этих эффектов, были изготовлены три варианта ячеистых структур с длиной и шириной ячейки по 20 мм, при толщине 5 мм, 10 мм, 20 мм. На их основе разработаны элементы пакетов одежды с верхней прозрачной оболочкой, изготовленной из латексной пленки.

Согласно результатам их испытаний в условиях умеренного холода (температура окружающего воздуха около $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$), плотность теплового потока на поверхности тепловой модели элемента тела человека составляет $200\text{--}210\text{ Вт/м}^2$ (рис. 3а), что соответствует величине суммарного теплового сопротивления $0,2\text{ м}^2\text{К/Вт}$. При облучении солнечным светом с интенсивностью $700\text{--}800\text{ Вт/м}^2$ наблюдается поглощение поверхностью тепловой модели потока $100\text{--}120\text{ Вт/м}^2$, что выражается в снижении интенсивности собственной теплоотдачи до $110\text{--}85\text{ Вт/м}^2$ (рис. 3б).



а



б

Рисунок 3 – Результаты исследований

Такое соотношение потоков обеспечивает повышение величины суммарного теплового сопротивления пакетов до $0,4\div 0,5\text{ м}^2\text{К/Вт}$, в то время как для традиционных пакетов теплозащитной одежды эта величина составляет $0,35\div 0,4\text{ м}^2\text{К/Вт}$. Поэтому при интенсивном солнечном облучении одежда на основе ячеистых структур и прозрачных оболочек обеспечит необходимый уровень теплозащитных свойств.

Предложенный принцип реализован авторами в конструкции одежды, аккумулирующей энергию солнечного излучения (рис. 4).

Ячеистый слой изделия (рис. 4а) выполнен из лавсана и полипропиленовой пленки, что позволяет обеспечить баланс между жесткостью, необходимой для поддержания формы ячеек и гибкостью для обеспечения облегания поверхности

тела человека. Верхний прозрачный слой (рис. 4б) также плотно облегает ячеистый элемент одежды, что препятствует воздухообмену между ячейками.



а

б

Рисунок 4 – Внешний вид одежды, аккумулирующей солнечное излучение

Согласно результатам опытной носки, в условиях яркого солнечного света одежда позволяет обеспечить оптимальные тепловые ощущения человека при температурах до -10°C и ярком солнце. Однако, в ряде случаев, интенсивное солнечное облучение, даже в условиях пониженных температур приводит к подключению механизмов потоот-

деления человека. Предложенная конструкция – пакет энергоэффективной одежды – не обеспечивает вывод продуктов кожного дыхания из пододежного пространства. Поэтому дальнейшие усилия проектирования будут направлены на решения этой задачи.

В то же время, ячеистая конструкция демонстрирует повышенные теплозащитные свойства в условиях холода, поэтому может быть использована в качестве утеплителя в образцах высокотехнологичной теплозащитной одежды. Можно утверждать, что предложенное авторами конструктивное решение пакета одежды и отдельных ее слоев является перспективным, может быть использовано в конструкции спецодежды различного назначения.

Список литературы

1. Теплопередача / [В.П. Исаченко и др.] – М.: Энергия, 1965. – 424 с.
2. Солнечная энергия и здоровье человека [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://alternativenergy.ru>.

Поступила в редакцию 05.11.2013 г.

Rodicheva M.V., Abramov A.V.,
Tatarinova G.Yu., Tipunova N.S.
(State University – UNPC; Oryol)

THE DESIGN APPROACH AND USAGE DIRECTIONS OF ENERGY PROTECTIVE CLOTHES

The given article considers the principle and design of working clothes accumulating solar radiation. Its usage is an alternative direction noticed in central part of Russia during some periods of the year.

Key words: energy effective working clothes, solar radiation, heat flow, cellular structure.