

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И РЕШЕНИЕ ПЕРЕНОСА ТЕПЛА И ВЛАГИ В ПАКЕТЕ ОДЕЖДЫ

*Саинов Амон Султанович*

*Центр Развития Нанотехнологий при Национальном  
Университете Узбекистана*

**Аннотация:** В статье рассматривается общезначимая задача переноса тепла и влаги в многослойных структурах. Приведены дифференциальные уравнения описывающие такие процессы. Предложены методы решений таких уравнений

**Abstract:** The article deals with the general physical problem of heat and moisture transfer in multilayer structures. Differential equations describing such process are given. Methods for solving such equations are proposed.

**Ключевые слова:** теплообмен, дифференциальные уравнения, жидкость, пар.

Физический механизм переноса влаги во влажном материале существенно зависит от влагосодержания и температуры. При неполном насыщении тела водой она может переноситься в виде пара в газовой фазе и в форме влаги.

При сравнительно высоком влагосодержании, когда существенны капиллярные эффекты, при сушке в различных по размеру порах образуются мениски с разной кривизной поверхности жидкости. Разность давлений в воздухе  $p_v$  и в капиллярной жидкости внутри пористого тела  $p_{ж}$  определяется уравнением Лапласа:

$$p_v - p_{ж} = \sigma K = \sigma \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

где  $\sigma$  — поверхностное натяжение жидкости;  $K$  — кривизна поверхности;  $r_1, r_2$  — главные радиусы кривизны поверхности

Текстильные материалы смачиваются жидкостью, так что преобладают вогнутые мениски и  $p_{ж} < p_v$ . Более низкое давление в жидкости наблюдается в соответствии с уравнением Лапласа (4.71) под теми менисками, кривизна которых больше по абсолютной величине, что характерно для более мелких пор. Под действием разности капиллярных давлений жидкость перетекает из более крупных пор в мелкие. Как показывает опыт, жидкость при сушке в первую очередь удаляется из более крупных пор и дольше сохраняется в мелких.

Теплообмен влияет на влагообмен, а последний в свою очередь изменяет теплосодержание, поэтому, перенос тепла и влаги рассматриваются в

комплексном виде системы дифференциальных уравнений к различным расчетным схемам.

При выводе системы дифференциальных уравнений тепло- и влагопереноса используется закон сохранения и превращение энергии. Разность количества тепла и влаги, притекающих вследствие наличия разности потенциалов в элементарный слой за время  $dt$  и уходящих из него, равно изменению тепло- и влагосодержания этого слоя с учетом внутренних источников или стоков тепла.

При выводе уравнений к расчетной схеме водно теплового режима обычно принимают следующие допущения:

- расход тепла на нагревание пара можно не учитывать, поскольку вес паровоздушной смеси в парах по сравнению с весом жидкообразной влаги очень мал.

- диффузией сухого воздуха в процессе перемещение паровоздушной смеси можно пренебречь.

В соответствии с этим для описания теплообмена используется следующее дифференциальное уравнение.

$$C\gamma_d \frac{\partial t}{\partial T} \frac{\partial}{\partial z} \left( \lambda \frac{\partial t}{\partial z} \right) + \rho_n \gamma_d \frac{\partial d}{\partial T} - c_n \gamma_n v_n \frac{\partial t}{dz}$$

Где:

$c$ -удельная теплоемкость (ккал/кг×град)

$c_n$ - удельная теплоемкость пара (ккал/кг×град)

$\rho_n$ -теплота конденсации пара (ккал/кг)

$\lambda$ -коэффициент теплопроводности одежды (ккал/м×ч×град)

$v_n$ -линейная скорость переноса пара (м/с)

$\gamma_d$ -плотность материала одежды (кН/м<sup>3</sup>)

$d_n$ -плотность пара(кН/м<sup>3</sup>)

С учетом переноса миграции двухфазной влаги уравнение можно переписать следующим виде.

$$C\gamma_d \frac{\partial t}{\partial T} \frac{\partial}{\partial z} \left( \lambda \frac{\partial t}{\partial z} \right) + \rho_n \gamma_d \frac{\partial w}{\partial T} - c_n \gamma_n v_n \frac{\partial t}{dz} - c_m \gamma_m v_m \frac{\partial t}{dz}$$

Здесь:  $c_m, \gamma_m, v_m$ -удельная теплоемкость, плотность и скорость переноса жидкой фазы соответственно.

$W$ -общее(двухфазное) влагосодержания.

Для решения этих уравнений можно применить методы: аналитический, численный с использованием компьютеров а также метод физического моделирования. Наибольший эффект дает применение численных методов, позволяющих оперативно анализировать влияние различных факторов.

**Литература:**

1. ДельР.А., АфанасьевР.Ф., ЧубароваЗ.С. Гигиена одежды Москва Легпромбытиздат 1991.
2. ЧубароваЗ.С. Методы оценки качества специальной одежды М., 1988.
3. ОсиповаВ.А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена. М; Л., 1964.
4. Кокеткин П.П. и др. Промышленное проектирование специальной одежды М; 1982.
5. Дифференциальные Уравнения и Процессы Управления ISSN 1817-2172