



Abbildung 1: Construction to be modeled.

Master thesis:

Extension of the Farnworth's model to the case with the near body layer.

Supervisors: Prof. Dr.-Ing. Nikolai Kornev, Prof. Dr.-Ing. Irina Cherunova

The subject of the project is the development of the mathematical model to calculate the heat, moisture transition through the sandwich textile construction (see Fig.??). The mathematical models includes the temperature transport equation:

$$C_v(x, t) \frac{\partial T}{\partial t} = -\varepsilon u C_{vv}(x, t) \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(k(x, t) \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial F_R}{\partial x} - \frac{\partial F_L}{\partial x} + \lambda(x, t) \Gamma(x, t) \quad (1)$$

the moisture transport equation:

$$\varepsilon \frac{\partial C_a}{\partial t} = -\varepsilon u \frac{\partial C_a}{\partial x} + \frac{D_a \varepsilon}{\tau} \frac{\partial^2 C_a}{\partial x^2} - \Gamma(x, t) \quad (2)$$

the free water transport:

$$\rho(1 - \varepsilon) \frac{\partial \tilde{W}}{\partial t} = \rho(1 - \varepsilon) D_1 \frac{\partial^2 \tilde{W}}{\partial x^2} + \Gamma_{ce}(x, t) \quad (3)$$

The designations and details see in [1]. At present there is a code which simulates the sandwich without air and undershirt as well as the code based on the Gibson model [3]. The task is to add the air, the undershirt as well as reflecting layer. The radiation is modeled using the simple model developed originally by Farnworth [2] and described in [1]. The model should include

- Fan- Gibson model from the body to the first reflecting layer,
- boundary conditions at the first reflecting layer:
both to the left und to the right

$$-k \frac{\partial T}{\partial x} = \zeta \frac{T_{right} - T_{left}}{R} \quad (4)$$

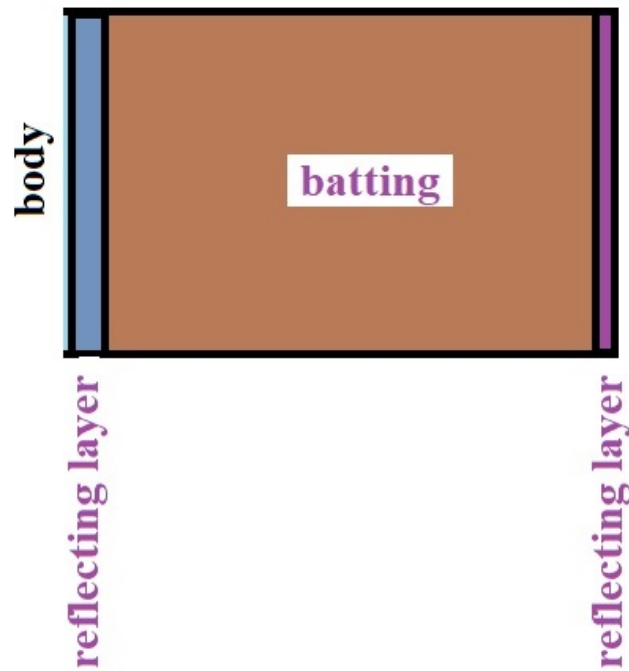


Abbildung 2: Construction which is modeled so far.

- Fan model from the first reflecting layer to the second reflecting layer.
The work includes the following stages:
- Study of the Gibson [3] model,
- Study of the Fan [1] model,
- Study of my code with implementation of the Gibson [3] model,
- Study of my code with implementation of the Fan [1] model,
- Extension of the model,
- Illustrating calculations.

Literatur

- [1] Fan, J., Cheng, X., Wen, X., and Sun, W. (2004) An improved model of heat and moisture transfer with phase change and mobile condensates in fibrous insulation and comparison with experimental results, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 47, 2343–2352.
- [2] Farnworth, B. (1983, Dec.) Mechanics of heat flow through clothing insulation. *Text. Res. J.*53, 717–725.
- [3] Gibson, P. and Charmchi, M. (1997) The Use of Volume-Averaging Techniques to Predict Temperature Transients Due to Water Vapor Sorption in Hygroscopic Porous Polymer Materials, 493–505.

Master thesis:

Erweiterung des Farnworth'schen Modells auf den Fall mit der körpernahen Schicht.

Supervisors: Prof. Dr.-Ing. Nikolai Kornev, Prof. Dr.-Ing. Irina Cherunova

Gegenstand des Projektes ist die Entwicklung eines mathematischen Modells zur Berechnung des Wärme- und Feuchtedurchgangs durch die textile Sandwichkonstruktion. (see Fig.??).

Die mathematischen Modelle enthalten die Temperaturtransportgleichung:

$$C_v(x, t) \frac{\partial T}{\partial t} = -\varepsilon u C_{vv}(x, t) \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(k(x, t) \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial F_R}{\partial x} - \frac{\partial F_L}{\partial x} + \lambda(x, t) \Gamma(x, t) \quad (5)$$

die Transportgleichung für die Feuchtigkeit:

$$\varepsilon \frac{\partial C_a}{\partial t} = -\varepsilon u \frac{\partial C_a}{\partial x} + \frac{D_a \varepsilon}{\tau} \frac{\partial^2 C_a}{\partial x^2} - \Gamma(x, t) \quad (6)$$

und den freien Wassertransport:

$$\rho(1 - \varepsilon) \frac{\partial \tilde{W}}{\partial t} = \rho(1 - \varepsilon) D_1 \frac{\partial^2 \tilde{W}}{\partial x^2} + \Gamma_{ce}(x, t) \quad (7)$$

Für Bezeichnungen und Details siehe [1].

Zurzeit existiert sowohl ein Code, der das Mehrschicht-Modell ohne Luft und Unterhemd simuliert, als auch ein Code, der auf dem Gibson-Modell basiert [3]. Die Aufgabe besteht darin, die Luft, das Unterhemd und die reflektierende Schicht hinzuzufügen. Die Strahlung wird anhand des einfachen Modells modelliert, das ursprünglich von Farnworth entwickelt wurde [2] und in beschrieben [1] wird.

Das Modell sollte folgendes beinhalten :

- das Fan-Gibson-Modell vom Körper bis zur ersten reflektierenden Schicht,
- die Randbedingungen an der ersten reflektierenden Schicht:
sowohl nach links als auch nach rechts

$$-k \frac{\partial T}{\partial x} = \zeta \frac{T_{right} - T_{left}}{R} \quad (8)$$

- das Fan-Modell von der ersten Reflexionsschicht bis zur zweiten Reflexionsschicht.

Die Arbeit umfasst die folgenden Schritte:

- Untersuchung des Gibson [3] -Modells,
- Untersuchung des Fan [1] -Modells,
- Untersuchung meines Codes mit Implementierung des Gibson [3] -Modells,
- Untersuchung meines Codes mit Implementierung des Fan [1] -Modells,
- Erweiterung des Modells,
- Visualisierung der Berechnungen

Literatur

- [1] Fan, J., Cheng, X., Wen, X., and Sun, W. (2004) An improved model of heat and moisture transfer with phase change and mobile condensates in fibrous insulation

and comparison with experimental results, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 47, 2343–2352.

- [2] Farnworth, B. (1983, Dec.) Mechanics of heat flow through clothing insulation. *Text. Res. J.* 53, 717–725.
- [3] Gibson, P. and Charmchi, M. (1997) The Use of Volume-Averaging Techniques to Predict Temperature Transients Due to Water Vapor Sorption in Hygroscopic Porous Polymer Materials, 493–505.