Лекція 18.

Моделювання систем з розподіленими параметрами при переміщенні матеріальних мас

Ще раз ускладнимо задачу з попередньої лекції.

Розглянемо процеси нагрівання, сушіння й одночасно переміщення неоднорідної маси. Тепер (див. мал. 18.1) будемо масу не тільки сушити, але й у процесі сушіння пересувати її по конвеєрі до споживача. Нехай довжина конвеєра — L, а лінійна швидкість його переміщення — V. Для реалістичності вдосконалимо модель, з огляду на два параметри «купи» — температуру T і вологість W кожної її ділянки. Вихідний стан сировини, що перебуває в бункері 1, позначимо як T_0 й W_0.

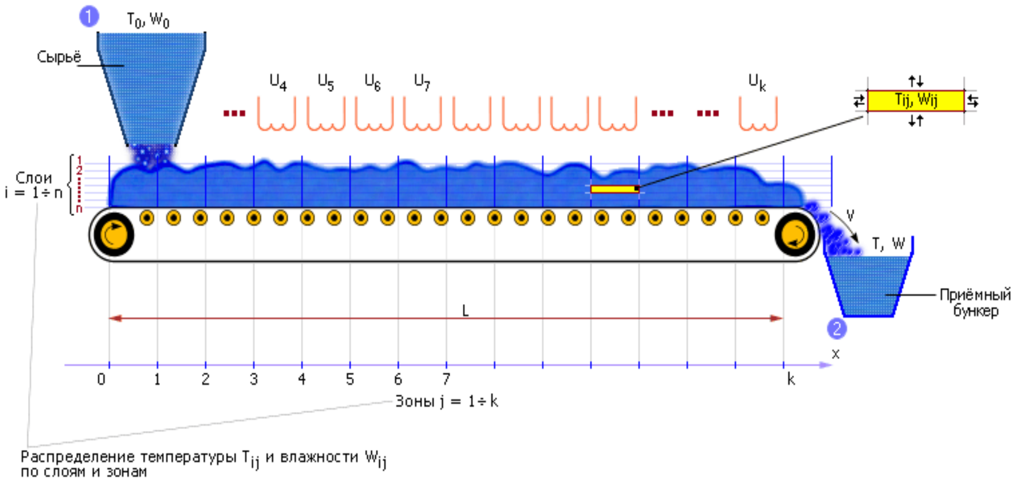

Рис. 18.1. Схема процесу сушіння й переміщення сировини

Для відмінності різних фрагментів маси не тільки по шарах, але й на різних ділянках конвеєра введемо ділення маси на зони. Нехай усього буде *n* шарів й *k* зон.

Час h, протягом якого стрічка пересувається на одну зону, становить:

$$h = \frac{L}{k} \cdot \frac{1}{V}$$

Ідея моделювання полягає в тому, що ми будемо здійснювати при тимчасово нерухомому конвеєрі нагрівання й сушіння (розрахунок температури й вологості) по зонах і шарам, а потім переміщати сировина із зони в зону одномоментно, імітуючи переміщення конвеєра.

Тобто для комп'ютерної імітації **на цифрових машинах** корисно розділити процес сушіння й процес переміщення. Так на одному такті часу Δt має сенс здійснити кілька **МІКРОТАКТІВ** сушіння a. Саме стільки мікротактів стрічка **як би** коштує на місці. Після цього відбувається різке зрушення конвеєра, і сировина з однієї зони попадає в наступну зону ривком. Після цього знову здійснюється процес сушіння в новому положенні конвеєра.

Зв'язок величин Δt, h й a задається формулою: $\Delta t = h \cdot a$ або так:

$$\Delta t = \frac{L \cdot a}{k \cdot V}$$

Далі: $T_{ср.}$ — температура середовища; $T_{Н}$ — температура нагрівача ($T_{Нj} = g \cdot U_j$); $T_{тр.}$ - температура транспортерной стрічки.

$$\frac{dT_{1\,j}}{dt} = k_1 \cdot (T_{Н\,j} - T_{1\,j}) + k_2 \cdot (T_{ср.} - T_{1\,j}) + k_3 \cdot (T_{2\,j} - T_{1\,j}) \quad (1)$$

…

$$\frac{dT_{i\,j}}{dt} = k_3 \cdot (T_{i+1,\,j} - T_{i\,j}) + k_3 \cdot (T_{i-1,\,j} - T_{ij}) + k_3 \cdot (T_{2\,j} - T_{1\,j}) \quad (2)$$

…

$$\frac{dT_{n\,j}}{dt} = k_4 \cdot (T_{тр.} - T_{n\,j}) + k_3 \cdot (T_{n-1,\,j} - T_{n\,j}) \quad (3)$$

$$\frac{dW_{1\,j}}{dt} = k_5 \cdot (W_{2\,j} - W_{1\,j}) + k_6 \cdot (T_{\text{ср.}} - T_{1\,j}) \cdot \mathrm{W}_{1\,j} \quad (4)$$

$$\ldots$$

$$\frac{dW_{i\,j}}{dt} = k_6 \cdot (W_{i+1,\,j} - W_{i\,j}) + k_6 \cdot (W_{i-1,\,j} - W_{i\,j}) \quad \text{или} \quad [k_6 \cdot (T_{i+1,\,j} - T_{i\,j}) \cdot W_{i\,j} \quad (5)$$

$$\ldots$$

$$\frac{dW_{n\,j}}{dt} = k_6 \cdot (W_{n-1,\,j} - W_{n\,j}) \quad (6)$$

Тоді поводження системи «купи сировини» опишеться системою диференціальних рівнянь, кожне з яких опише окремий шар і зону «купи» як по температурі, так і по вологості.

Алгоритм розрахунку такої системи показаний на мал. 18.2. Особливістю алгоритму є те, що він містить, на додаток до циклу за часом і по шарі (див. алгоритм на мал. 17.2), ще один вкладений цикл по номері зони. Дійсно, на кожному такті необхідно окремо прорахувати зміни не тільки в кожному із шарів «купи», але в кожній зоні.

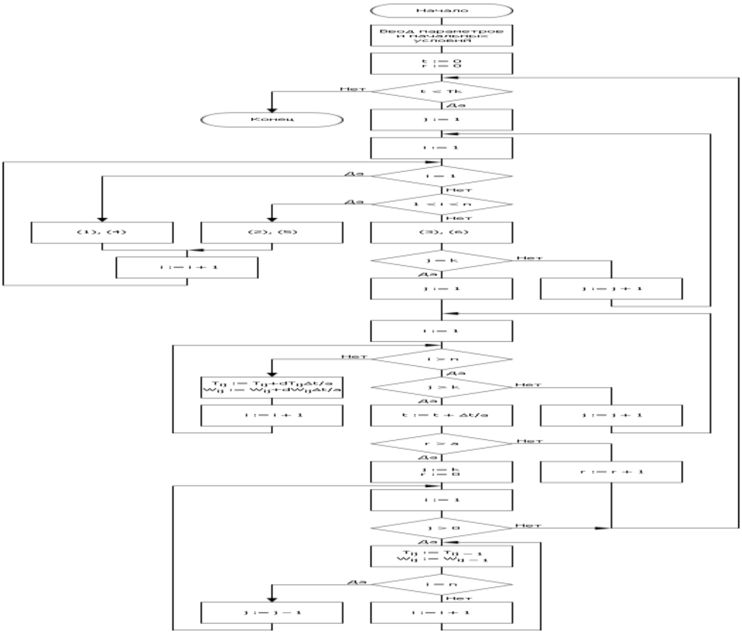

Рис. 18.2. Блок-схема моделювання розподіленого динамічного процесу з переміщенням мас

Отже, ***інструментом моделювання систем, розподілених по декількох координатах***, є ***багаторазово вкладені цикли*** — усередині циклу «за часом» утримується цикл «по одній осі простору», усередині цього циклу — ще цикл «по іншій осі простору» і так далі. Процеси, якщо по можливості, розділений — цикл сушіння відділений від циклу руху мас, **цикли процесів коштують послідовно один за одним**.