

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СВЧ СУШКИ МАТЕРИАЛА

Довнар М. А.

Кафедра вычислительных методов и программирования
 Научный руководитель: Сеницын А. К., доктор физ.-мат. наук, профессор
 e-mail: mary111e@yandex.ru

Аннотация – Получена одномерная модель и разработана программа расчета нестационарного процесса высушивания тонкого слоя влажного материала. Рассчитаны кривые сушки слоя влажного песка при различных значениях СВЧ мощности.

Ключевые слова: моделирование, СВЧ сушка.

Теория процессов высушивания материалов была заложена в работах А.В.Лыкова еще в 60-е годы [1]. Однако, ввиду сложности происходящих при СВЧ сушке физических процессов, разработка математических моделей, с использованием которых возможно их эффективное моделирование на современных ЭВМ в настоящее время особенно актуально. В настоящей работе предложена удобная для расчетов одномерная модель, основанная на уравнениях из работ [1,2].

Математическая модель

Система трех безразмерных дифференциальных уравнений, описывающих процесс высушивания «тонкого» слоя материала:

$$\rho_T \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} (\Lambda \frac{\partial T}{\partial z}) + q_e - q_{wp} \frac{\partial u}{\partial t}; \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho_P P) = \frac{\partial}{\partial z} (K_P \frac{\partial P}{\partial z}) - q_p \frac{\partial u}{\partial t}; \quad (2)$$

$$\rho_u \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} (D_w \frac{\partial u}{\partial z}) + \frac{\partial}{\partial z} (D_w^T \frac{\partial T}{\partial z}) + \frac{\partial}{\partial z} (D_w^P \frac{\partial P}{\partial z}). \quad (3)$$

Граничные условия запишем в виде ($0 < z < 1$)

$$\lambda \frac{\partial T}{\partial z} \Big|_{z=0,1} = \pm \alpha_T^{0,1} (T|_{z=0,1} - T^{0,1}); P|_{0,1} = 1; \quad (4)$$

$$\lambda_w \frac{\partial u}{\partial z} \Big|_{z=0,1} = \pm \alpha_u^{0,1} (u|_{z=0,1} - u^{0,1}).$$

При получении уравнений использовалась модель двухфазного переноса (жидкость-пар) в капиллярно пористом теле [1].

Разработана эффективная программа решения сформулированной системы дифференциальных уравнений относительно основных определяющих параметров – температуры T , давления P и влагосодержания u пористого материала. Все безразмерные коэффициенты выражены через основные теплофизические параметры капиллярно пористого материала заполненного влагой и паром.

Пример одного из вариантов расчета

На граф. 1-3 представлено в виде 11 кривых рассчитанное изменение распределений основных параметров через равные интервалы времени в процессе высушивания влажного слоя, расположенного между двумя сухими слоями песка за время 8 минут.

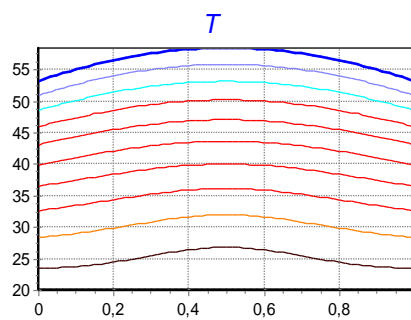


Рис.1. График температуры

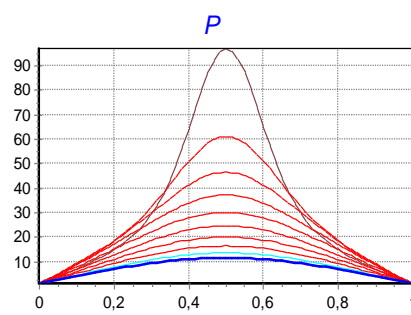


Рис.2. График давления

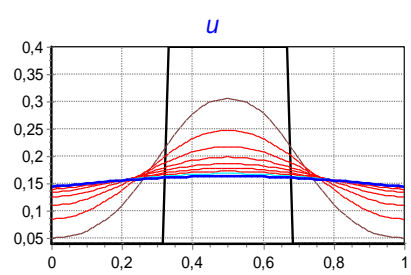


Рис.3. График влагосодержания

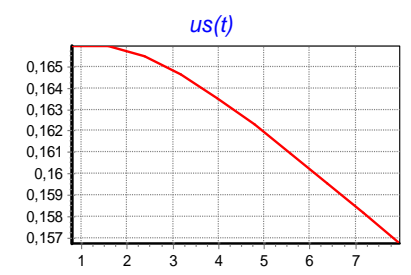


Рис.4 Кривая сушки в течении 8 минут

Разработанная программа позволяет выявить основные закономерности, происходящие при СВЧ сушке материалов и на основе сравнения с экспериментом уточнить значения определяющих теплофизических параметров.

- [1]. Лыков А.В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968.
- [2]. Кундас С.П., Гринчик Н.Н., Гишкелюк И.А., Адамович А.Л. Моделирование процессов тепловлагопереноса в капиллярно-пористых средах. - Минск. ИТМО НАН Беларуси. 2007.С.292.