

Афанасьев А.М., Михайлов В.К., Сипливый Б.Н. Решение одномерной задачи теории электромагнитной сушки в среде с переменными коэффициентами тепломассопереноса // Materials of the I International scientific and practical conference «Science and Education», 5-6 September 2014. Volume 17. Physics. – Sheffield, Science and education LTD. – P. 15-19.

MATERIALS

OF THE I INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND PRACTICAL CONFERENCE

«SCIENCE AND EDUCATION - 2014»

5-6 September 2014

Volume 17
Physics

Belgorod - Sheffield
Science and Education LTD.
2014

Science and Education LTD.

Registered in ENGLAND & WALES
Registered Number: 08878342

OFFICE 1, VELOCITY TOWER, 10 ST. MARY'S GATE, SHEFFIELD, S
YORKSHIRE, ENGLAND, S1 4LR

**Materials of the I International scientific and practical
conference, «Science and Education», - 2014.**
Volume 17. Physics. Sheffield. Science and education LTD - 72 стр.

Editor: Michael Wilson

Manager: William Jones

Technical worker: Daniel Brown

Materials of the I International scientific and practical conference, «Science
and Education», 5-6 September 2014 on Physics.

For students, research workers.

ISBN 978-0-9930712-0-1

© Authors, 2014

© Science and Education LTD., 2014

CONTENTS

PHYSICS

THEORETICAL PHYSICS

Фролов В.П. Причина устойчивости элементов материи – электромагнитный резонанс.....	3
Попович М.Л., Фролов В.П. Вселенная не расширяется!	10
Афанасьев А.М., Михайлов В.К., Сипливый Б.Н. Решение одномерной задачи теории электромагнитной сушики в среде с переменными коэффициентами теплопереноса.....	15
Харитонов А.С. Теория симметрии хаоса и порядка: закон предустановленной гармонии.....	19

SOLID-STATE PHYSICS

Davletshina A.D., Yakshibaev R.A., Bikkulova N.N. The band structure of solid solutions of copper and silver chalcogenides.....	28
Макаров А., Кузнецов А., Рыбакова В., Галичева М. Законы излучения абсолютно черного тела и больших газовых объемов печей, топок, камер сгорания.....	31
Северюков П.Ф. О дополнительных аналитических первых интегралах задачи о движении спутника трёхосной планеты.....	38
Еремина В.В., Ланина С.Ю. Моделирование дипольной поляризации жидкого диэлектрика (H ₂ O).....	41
Абрамов Л.М., Абрамов И.Л. Напряженно-деформированное состояние элементов системы узла контакта, имеющих различные свойства в условиях силового магнитного поля.....	45
Кононова Е.Ю., Семенова Г.В., Сушкова Т.П. Формирование твердых растворов в тройной системе Sn – As – P	50

OPTICS

Krivosheev I., Ignatyeva M. Seismoacoustic sensor dynamic characteristics' quick estimation.....	55
--	----

MOLECULAR PHYSICS

Alkhasov A.B., Dvoryanchikov V.I., Rabadanov G.A. and Ramazanova D.P. Isochoric Heat Capacity and T–p Dependence of Cooling Agents along the Phase Equilibrium Line	57
Еремина В.В., Ланина С.Ю., Ризен Е.Ю. Моделирование характеристик упругой электронной поляризации воды.....	67

Литература

1. Теребиж В.Ю. «Красное смещение» // Физическая энциклопедия (ФЭ). М.: 1990. т. 2, с. 487, и Советская энциклопедия.
2. Чернин А.В. «Космология. Большой Взрыв». Фрязино: Изд-во. Век-2, 2005. с. 26. 4.
3. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. // Фейнмановские лекции по физике. М.: Наука. 1967. т. 3. с. 176.
4. Р.А.Сюняев «Микроволновое фоновое излучение», ФЭ, т. 3, с. 135, (1988)
5. Новиков И.Д. «Горячей вселенной теория», ФЭ т. 1, с. 518, (1988)
6. Новиков И.Д. «Космология», ФЭ, т. 2, с. 476, (1988)
7. Зельманов А.Л. «Гравитационный парадокс», ФЭ, т.1,с. 531, (1988)
8. Милюков В.К. «Изменяется ли гравитационная постоянная?», «Природа», 1986, №6, с. 96

Афанасьев А.М., Михайлов В.К., Спливий Б.Н.

РЕШЕНИЕ ОДНОМЕРНОЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СУШКИ В СРЕДЕ С ПЕРЕМЕННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА

Одним из основных приближений при моделировании сушки электромагнитным излучением [1-2] является постоянство теплофизических характеристик материала, однако правомерность такого подхода до сих пор никем не доказана. Актуальность этой проблемы становится очевидной при обращении к опытным фактам, которые говорят о существенном изменении свойств большинства материалов в процессе сушки [3]. Так, коэффициент теплопроводности глины может изменяться за время сушки в 3,5 раза, а коэффициенты диффузии и термодиффузии влаги – в 10 и более раз (рис. 1). Здесь мы предлагаем результаты исследований, в которых такие изменения учитываются.

Искомыми величинами при сушке электромагнитным излучением (рис. 2) являются распределения температуры $T(x, \tau)$ и влагосодержания $U(x, \tau)$ по глубине образца (здесь τ – время). Характеристики материала λ , a_m и a_m^1 мы будем считать известными функциями T и U (рис. 1), а изменениями удельной теплоемкости c и коэффициента испарения γ будем пренебрегать. Начально-краевая задача для расчета полей температуры и влагосодержания при этих условиях имеет следующий вид [1-3]:

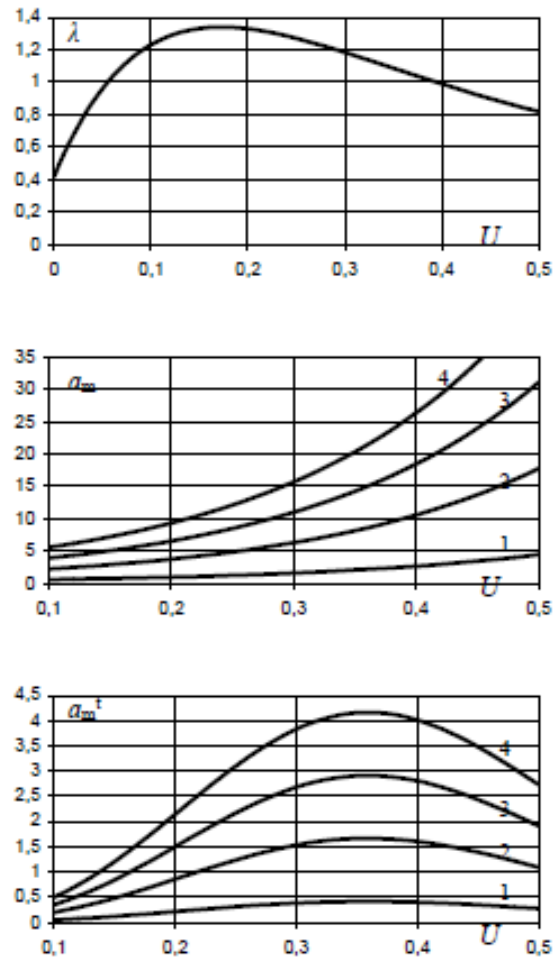


Рис. 1. Коэффициенты теплопроводности λ [Вт/(м·°С)], диффузии влаги a_m [$\times 10^{-8}$ м²/с] и термодиффузии влаги a_m^t [$\times 10^{-10}$ м²/(с·°С)] как функции температуры T [°С] и влагосодержания U [кг/кг] при сушке глины. $T=15$ (1); 30 (2); 45 (3); 60 (4).

$$c\rho_0 \frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \gamma \rho_0 \frac{\partial U}{\partial \tau} + \frac{S(1-R)}{\Delta} \cdot \exp\left(-\frac{x}{\Delta}\right); \quad (1)$$

$$\frac{\partial U}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(a_m \frac{\partial U}{\partial x} + a_m^t \frac{\partial T}{\partial x} \right); \quad (2)$$

$$\begin{aligned} & \sigma \tilde{A} \left[(T(0, \tau) + T_0)^4 - (T_B + T_0)^4 \right] + r(1-\gamma) \cdot \alpha_m [P(T(0, \tau)) - \varphi \cdot P(T_B)] = \\ & = \lambda \Big|_{x=0} \frac{\partial T}{\partial x}(0, \tau) + \alpha_w [T_B - T(0, \tau)]; \end{aligned} \quad (3)$$

$$\alpha_m [P(T(0, \tau)) - \varphi \cdot P(T_B)] = \rho_0 \left[a_m \Big|_{x=0} \frac{\partial U}{\partial x}(0, \tau) + a_m^t \Big|_{x=0} \frac{\partial T}{\partial x}(0, \tau) \right]; \quad (4)$$

$$\frac{\partial T}{\partial x}(d, \tau) = 0; \quad \frac{\partial U}{\partial x}(d, \tau) = 0; \quad (5)$$

$$T(x, 0) = T_m; \quad U(x, 0) = U_0. \quad (6)$$

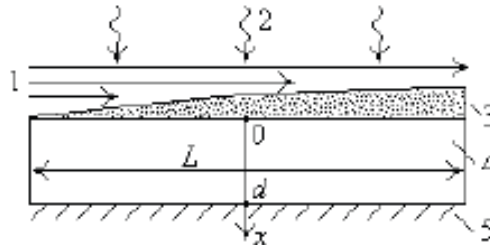


Рис. 2. Влажный образец в электромагнитном поле: 1 – воздушный поток; 2 – плоская электромагнитная волна; 3 – пограничный слой; 4 – пластина из влажного материала; 5 – тепло- и влагонезащита.

Здесь ρ_0 – плотность материала в сухом состоянии; r – теплота парообразования воды; S и Δ – интенсивность электромагнитной волны и ее глубина проникновения; R – коэффициент отражения излучения; σ – постоянная Стефана-Больцмана; \tilde{A} – коэффициент теплового излучения; T_B и φ – температура и влажность воздуха за пределами пограничного слоя; U_0 – начальное влагосодержание материала; $T_0 = 273^\circ \text{C}$ – постоянная; a_w и a_m – коэффициенты тепло- и массообмена (зависят от длины пластины L и скорости воздуха за пределами пограничного слоя V ; расчет этих коэффициентов см. в работе [4]); T_m – температура мокрого термометра (рассчитывается по алгоритму, изложенному в [4]).

Функция

$$P(T) = 6,03 \cdot 10^{-3} \cdot \exp \frac{17,3 \cdot T}{T + T_1}, \quad T_1 \cong 238^\circ \text{C}$$

моделирует зависимость относительного парциального давления насыщенного водяного пара от его температуры T при общем нормальном давлении.

Зависимость коэффициента диффузии влаги от переменных T и U (рис. 1) аппроксимируется формулой

$$a_m(T, U) = 10^{-8} \cdot 0,329 \cdot \exp(5,2 \cdot U) \cdot [1 + 0,2 \cdot (T - 15)] \text{ м}^2 / \text{с},$$

где U – в долях единицы, T – в $^\circ \text{C}$. Аналогичные аппроксимации применяются и для двух других функций на рис. 1.

Для численного решения сформулированной начально-краевой задачи использовался метод баланса, или интегро-интерполяционный метод [5]. В рамках этого метода для аппроксимации вторых производных применялась неявная симметричная схема Кранка-Николсона с шеститочечным шаблоном, а системы линейных алгебраических уравнений относительно неизвестных сеточных функций решались методом прогонки. Детали численного алгоритма подробно описаны в работе авторов [6].

Результаты численных экспериментов показаны на рис. 3. Вычисления проводились при следующих исходных данных. Характеристики материала (глина): $c=1,9 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°C); $\gamma=0,1$; $\rho_0=1,5 \cdot 10^3$ кг/м³; $U_0=0,4$; λ , a_m , a_m^t – согласно рис. 1; состояние воздушного потока: $T_{\infty}=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=0,5$; $V/L=5$ с⁻¹; параметры излучения: $S=30,7 \cdot 10^3$ Вт/м²; $R=0$; $\Delta/d=10$; $\tilde{A}=0,75$; толщина пластины $d=2$ см. Результаты приведены на рис. 3 для двух случаев. В первом случае (сплошные линии на рисунке) коэффициенты λ , a_m и a_m^t оставались постоянными и равными тем значениям, которые они имели при $\tau=0$ (их можно рассчитать по известным начальной температуре и начальному влагосодержанию), а во втором случае (разреженные линии на рисунке) эти коэффициенты изменялись в соответствии с рис. 1. Как видно из рис. 3, температурные и влажностные изменения коэффициентов переноса не оказывают заметного влияния на температурное поле, однако влияние этих изменений на поле влагосодержания имеет принципиальный характер. Согласно схеме с постоянными коэффициентами переноса, сушка должна происходить при значительном перепаде влагосодержания между границами пластины $\Delta U=0,2$, что свидетельствует о низком качестве сушки и о большой величине внутренних механических напряжений, которые могут привести к разрушению образца. Напротив, схема с переменными коэффициентами предсказывает хорошее качество и умеренные напряжения, поскольку перепад влагосодержания ΔU оказывается здесь на порядок меньше.

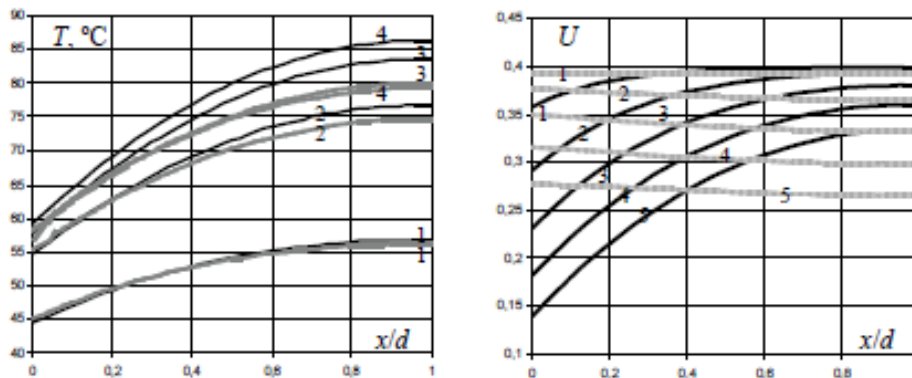


Рис. 3. Распределения температуры и влагосодержания в различные моменты времени τ (мин) при сушке глины. Температура T : $\tau=16,17$ (1); $32,34$ (2); $48,52$ (3); $161,7$ (4). Влагосодержание U : $\tau=16,17$ (1); $32,34$ (2); $48,52$ (3); $64,69$ (4); $80,86$ (5). Начальные распределения при $\tau=0$: $T(x,0)=14,8$ °C=const (температура мокрого термометра); $U(x,0)=0,4$ =const. Сплошные и разреженные линии – соответственно постоянные и переменные коэффициенты переноса.

Таким образом, расчет по схемам с постоянными и с переменными коэффициентами переноса может приводить к различиям принципиального характера, что решающим образом может сказаться на организации всего процесса сушки.

Литература

1. Афанасьев А.М., Подгорный В.В., Сипливый Б.Н., Яцышен В.В. Математическое моделирование взаимодействия СВЧ излучения с влагосодержащими плоскими слоистыми средами. Часть 1 // Известия вузов. Электромеханика. – 2001. – № 2. – С. 14-21.
2. Афанасьев А.М., Подгорный В.В., Сипливый Б.Н., Яцышен В.В. Математическое моделирование взаимодействия СВЧ излучения с влагосодержащими плоскими слоистыми средами. Часть 2. Численный расчет // Известия вузов. Электромеханика. – 2001. – № 4-5. – С. 32-38.
3. Лыков А. В. Теория сушки. М.-Л.: Энергия, 1968.
4. Афанасьев А.М., Сипливый Б.Н. О краевых условиях массообмена в виде законов Ньютона и Дальтона // Инженерно-физический журнал. – 2007. – Том 80. – № 1. – С. 27-34.
5. Тихонов А. Н., Самарский А. А. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1966.
6. Афанасьев А.М., Сипливый Б.Н. Применение консервативных разностных схем для анализа уравнений электромагнитной сушки с переменными коэффициентами переноса // Известия вузов. Электромеханика. – 2008. – № 4. – С. 3-8.

К.ф.-м.н, с.н.с. Харитонов Анатолий Сергеевич,
РГСУ, Москва, Россия.

ТЕОРИЯ СИММЕТРИИ ХАОСА И ПОРЯДКА: ЗАКОН ПРЕДУСТАНОВЛЕННОЙ ГАРМОНИИ

Аннотация

В докладе рассматривается синтез моделей равновесия вещества поровну и равновесия структур по золотой пропорции в теории симметрии хаоса и порядка. Показано, что гармония отношений структурных параметров является объективным условием выживания организации круговорота энергии. Организации возникают сразу двух типов за счёт упрощения и усложнения структурных параметров. Развитие организаций происходит по тройной золотой спирали. Обосновывается использование этих закономерностей для социально-экономического управления.