

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

за матеріалами
XVIII Всеукраїнської науково-технічної
онлайн-конференції
**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ»**

29-30 вересня 2020 року



Одеса
Видавець Бондаренко М. О.
2020

УДК 621.31(075.8)

ББК 31.2я73

3-41

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Одеської національної академії харчових технологій,
протокол № 3 від 6 жовтня 2020 р.*

Відповідальний редактор:

Тітлов О. С., завідувач кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики, д-р. техн. наук, професор.

*За достовірність інформації
відповідає автор публікації*

Збірник наукових праць за матеріалами XVIII Всеукраїнської 3-41 науково-технічної онлайн-конференції «Актуальні проблеми енергетики та екології» 29-30 вересня 2020 року / ред. О. С. Тітлов. – Одеса : ФОП Бондаренко М. О., 2020. – 280 с.

ISBN 978-617-7829-81-1

До збірника включені матеріали сучасних наукових досліджень, що представлені вченими України, Білорусії, Молдови, Росії, а також роботи студентів.

Розглянуто наступні напрямки досліджень: тепломасообмін; теплофізичні властивості робочих тіл енергетичного обладнання; нанотехнології в холодильній техніці; екологічні проблеми енергетики; теплові насоси. Системи опалення та кондиціонування; теплообмінні апарати; енергетичні та екологічні проблеми нафтогазової галузі; енергетичні та екологічні проблеми холодильної техніки; енергетичні та екологічні проблеми харчової промисловості; екологічна безпека; екологічні проблеми сучасності; раціональне використання природних ресурсів.

УДК 621.31(075.8)

ББК 31.2я73

ISBN 978-617-7829-81-1

© Одеська національна академія
харчових технологій, 2020

Секція 1:

**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ЕНЕРГЕТИКИ»**

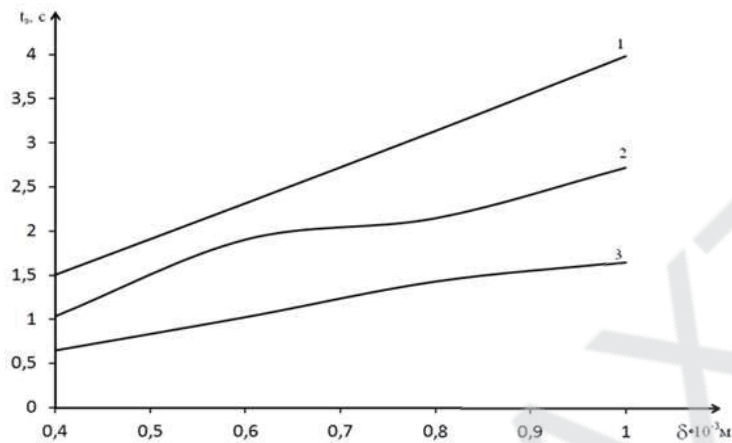


Рис. 3 – Залежність часу затримки запалювання частинок ВВП (у різних конфігураціях) від характерного розміру, при температурі зовнішнього середовища. 1-часточка в вигляді куба, що описує сферу; 2-часточка в вигляді, вписаного в сферу, куба; 3-часточка в вигляді сфери

УДК 633.15:631.36

КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЛАГО- И ТЕПЛОПЕРЕНОСА В ПЛОТНОМ СЛОЕ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССАХ СУШКИ

Альтман Э.И., к.т.н., доцент, Георгиев Е.В., к.т.н., ст. преподаватель,
Мукминов И.И., аспирант
Одесская национальная академия пищевых технологий

Исследование коэффициентов переноса влаги и теплоты в различных материалах является одним из этапов системного подхода к изучению процессов сушки. Сведения об этих коэффициентах, характеризующих материал как объект сушки, необходимы при расчетах распределений влагосодержаний и температур в теле по аналитическим зависимостям, потоков влаги и теплоты, переносимых с помощью различных механизмов, при обобщении данных по кинетике сушки. Для определения указанных характеристик разработаны как расчетные, так и экспериментальные методы. Влажный дисперсный материал является гетерогенной многокомпонентной системой, содержащей твердый компонент (частицы), влагу в различных состояниях, газ (воздух). При расчетных и экспериментальных исследованиях определяют эффективные коэффициенты переноса, характеризующие слой влажного материала как квазигомогенную среду. Такие коэффициенты зависят не только от свойств материала, влагосодержания, температуры, но и от структурных характеристик слоя, его порозности.

А.В. Лыков на основе модели капиллярно-пористого тела, как системы цилиндрических каналов, связанных между собой, получил теоретические зависимости для коэффициентов капиллярного переноса жидкой и парообразной влаги в изотермических и неизотермических условиях [1]. Аналитические формулы для коэффициентов массопроводности и диффузии влаги, изотермической массоемкости для модельного тела, состоящего из сферических частиц, приведены в [2]. В [3] для разных вариантов структур

получены выражения для коэффициента диффузии влаги при изотермической сушке, которые представлены в виде суммы двух составляющих, учитывающих перенос жидкости и пара. В [4, 5] анализируется влияние реальной структуры тела на коэффициенты переноса. В [6] введен эмпирический коэффициент сопротивления, зависящий от гидравлического радиуса, функции распределения пор, их формы.

Аналитические зависимости для расчета коэффициентов массопереноса не отражают всего многообразия факторов, влияющих на перемещение влаги в теле. В них рассматриваются идеализированные структуры, учитываются лишь некоторые из имеющихся механизмов переноса, к ним применяется гипотеза аддитивности без учета взаимного влияния. Эти зависимости содержат ряд величин, сведения о которых крайне ограничены или либо отсутствуют (например, краевой угол смачивания, функция распределения пор). Поэтому такие формулы используются в большинстве случаев не для расчетов коэффициентов переноса, а лишь для качественной оценки их зависимости от температуры, давления, свойств компонентов. В связи с этим первостепенное значение приобретают экспериментальные методы определения этих коэффициентов.

Для реализации данной методики разработаны экспериментальные установки, позволяющие из двух парных опытов находить λ , a_m , δ и их зависимость от температуры и влагосодержания при кондуктивной, конвективной и кондуктивно-конвективной сушке плотного слоя дисперсных материалов при различных режимных параметрах (температурах греющей поверхности, температурах и влажностях сушильного агента, начальных влагосодержаниях образца) [131-133]. Из этих же опытов получают сведения о кинетике сушки.

Схема одной из таких установок представлена на рис. 1. Она содержит замкнутую аэродинамическую трубу, в рабочем участке которой устанавливается измерительная кассета с исследуемым материалом. Кассета снабжена электронагревателем, мощность которого может регулироваться. Для создания одномерных полей влагосодержаний и температур в слое боковые поверхности кассеты выполнены из влагонепроницаемого материала и теплоизолированы. Установка снабжена приборами и устройствами для измерения во время опыта следующих величин: веса кассеты, температуры поверхности, на которой размещен исследуемый материал, температуры слоя в различных сечениях по высоте и на его свободной поверхности, температуры и относительной влажности воздуха над свободной поверхностью слоя, расхода воздуха (измеряется только при конвективно-кондуктивной сушке). При кондуктивной сушке теплота к слою подводится только от электронагревателя кассеты, циркуляция воздуха в трубе отсутствует. При комбинированной сушке теплота подводится и от электронагревателя кассеты, и от продуваемого над кассетой воздуха, подогретого электронагревателем 2. Процесс сушки разбивают на небольшие промежутки времени, в течение которых влагосодержание изменяется незначительно ($\Delta u \approx 0,005$ кг/кг). По результатам измерений рассчитывают средние по высоте влагосодержание и температуру слоя, скорости сушки и нагрева, характерный перепад температур. Подставляя эти величины, полученные при одинаковых текущих влагосодержаниях образцов в обоих опытах, в формулы (5.5-5.7), вычисляют λ , a_m , δ , относить их к значениям \bar{u} , \bar{t} в данном промежутке времени. Данные, полученные для разных промежутков времени, позволяют определить изменение коэффициентов переноса в процессе сушки, обусловленное изменением влагосодержания и температуры слоя. Вариант графической обработки данных приведен на рис. 5.2.

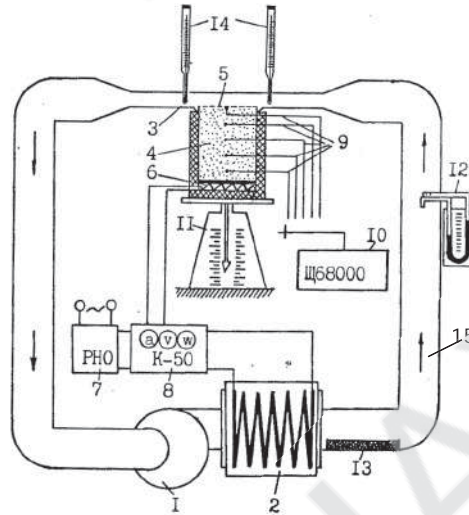


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для комплексного определения коэффициентов переноса слоя дисперсных материалов при различных способах подвода теплоты.
 1 – вентилятор, 2 – калорифер, 3 – рабочий участок, 4 – измерительная кассета, 5 – влагонепроницаемое покрытие, 6 – электронагреватель, 7 – регулятор напряжения, 8 – измерительный комплект, 9 – термопары, 10 – вольтметр, 11 – весы, 12 – трубка Пито с микроманометром, 13 – емкость с силикагелем, 14 – термометры, 15 – аэродинамическая труба.

Способ и устройство для определения коэффициентов тепло- и влагопереноса в капиллярно-пористых телах при интенсивных процессах сушки, в которых существенна роль фильтрационного переноса, предложены в [7]. Погрешность определения коэффициентов переноса по разработанной методике зависит от влагосодержания и температуры образца и составляет 9-17% при определении a_m , 2-4 % при определении δ . Максимальные погрешности относятся к областям среднеинтегральных температур выше 70 °С и влагосодержаний ниже 0,06 кг/кг. Наибольший вклад в суммарную погрешность вносят погрешности определения среднеинтегрального влагосодержания, скорости сушки и нагрева, а также показателей степени в формулах, аппроксимирующих распределения влагосодержаний и температур. Режимные условия парных опытов следует выбирать так, чтобы параметры, от которых наиболее существенно зависят коэффициенты переноса, различались незначительно. Для исследованных условий таким параметром является температура.

Результаты экспериментов, проведенных при различных влагосодержаниях и температурах для дисперсных материалов разных фракций, позволили установить влияние указанных факторов на эффективные коэффициенты переноса.

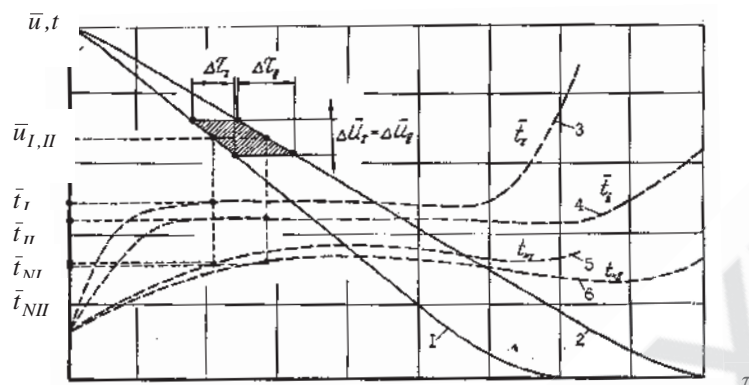


Рис. 2 Кривые кинетики сушки (1,2) и нагрева (3,4,5,6) в парных опытах.

Информационные источники

1. Лыков А.В. Тепломассообмен. Справочник. – М.: Энергия, 1978. – 479с.
2. Чураев Н.В. Коэффициенты изотермического массопереноса пористого тела, сложенного из сферических частиц. – Инж.-физ. журнал 1972, 23, № 5, с.807-813.
3. Evans A.A., Keey R.B. Definitions and variation of diffusion coefficients when drying capillaryporous materials. – Chem. Eng. J., 1975, 10, 2, p.135-144.
4. Куц П.С. Метод определения коэффициента диффузии влаги по температурному коэффициенту сушки. – В кн.: Процессы переноса тепла и массы при сушке различных материалов. Минск, 1974, с.16-19.
5. Krisher O., Sommer E. Kapillare Flüssigkeitsleitung in porigen Stoffen bei Trocknungs- und Befeuchtungsvorgängen. – Chem. – Ing. – Tec., 1971, 43, 17, s.967-974.
6. Eckert E.R., Faghri M. A general analysis of moisture migration caused by temperature differences in an unsaturated porous medium. – Int. J. Heat and Mass Transfer, 1980, 23, 12, p.1613-1623.
7. Sommer E. Beitrag zur Frage der kapillaren Flüssigkeitsbewegung in porigen Stoffen bei Be- und Entfeuchtungsvorgängen. – Darmstadt, 1971.-1978.
8. Корнараки В.В., Календерьян В.А., Мельник Н.С. Способ определения коэффициентов тепло- и массопереноса дисперсных материалов при сушке и устройство для его осуществления. А.С. СССР № 1120230, БИ, 1984, №39.

UDC 66.045.13: 635.621.3

A SOIL REGENERATOR WITH A GRANULAR NOZZLE FOR GREENHOUSES

I. Boshkova, dr. of techn sc, prof., I. Mukminov, graduate student.
Odessa National Academy of Food Technologies

The need to develop energy-efficient methods for heating and cooling the premises increases every year.

The efforts of many researchers are aimed at finding effective solar energy batteries to heat the premises under conditions of a significant daily temperature difference. It is advisable to use a dense layer of granular materials as an accumulating body. Due to the developed heat exchange

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАСТИНЫ МИКРОКАНАЛЬНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА С ОТВЕРСТИЯМИ ЖАЛЮЗИЙНОГО ТИПА	
<i>Новицкая М.П.</i>	32
ЩОДО СПОСОБІВ ЗМІНИ СТРУКТУРИ КРАПЕЛЬНОГО ПОТОКУ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ПЛОСКОФАКЕЛЬНИХ СТРУМЕНЕВИХ ФОРСУНОК	
<i>Пересьолков О.Р., Круглякова О.В.</i>	36
ВПЛИВ ФОРМИ ВОДОВУГІЛЬНОГО ПАЛИВА НА ЧАС ЗАТРИМКИ ЙОГО ЗАПАЛЮВАННЯ	
<i>Степовик М.С., Буличов В.В., Коломісць О.В.</i>	38
КОЭФИЦИЕНТЫ ВЛАГО- И ТЕПЛОПЕРЕНОСА В ПЛОТНОМ СЛОЕ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССАХ СУШКИ	
<i>Альтман Э.И., Георгиеви Е.В.</i>	41
A SOIL REGENERATOR WITH A GRANULAR NOZZLE FOR GREENHOUSES	
<i>I. Boshkova, I. Mukminov.</i>	44
THE DRYING OF GRAIN MATERIALS USING A MICROWAVE ELECTROMAGNETIC FIELD	
<i>Volgusheva N.V., Diachenko T.V.</i>	46
A MICROWAVE DEVICE FOR THE TREATMENT OF PLANT MATERIALS	
<i>Volgusheva N.V., Potapov M.D.</i>	49
STUDYING THE HEAT EXCHANGE OF A DENSE LAYER OF GRANULAR MATERIAL WITH THE AIRFLOW	
<i>Solodka A.V., Bondarenko O.</i>	51
ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ ТИПУ «ПОВІТРЯ-ПОВІТРЯ» ДЛЯ ОПАЛЕННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ (М. ОДЕСА)	
<i>Квасницький В.А., Зубкова З.С., Хлісва О.Я.</i>	53
ВИКОРИСТАННЯ МЕТАЛОГІДРИДНИХ АКУМУЛЯТОРІВУ СКЛАДІ АВТОНОМНИХ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА БАЗІ ПАЛИВНИХ КОМІРОК	
<i>Чорна Н.А.</i>	55
КОАКСІАЛЬНІ ТЕПЛОВІ ТРУБИ, ПРИЗНАЧЕНІ ДЛЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	
<i>Шаповал А.А., Панов Є.М., Шаповал І.В.</i>	57
СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕННЯ «ТЭЦ-ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ НА ДИОКСИДЕ УГЛЕРОДА»	
<i>Шум М.Л.</i>	60

Наукове видання

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

за матеріалами
XVIII Всеукраїнської науково-технічної
онлайн-конференції

«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ»

29-30 вересня 2020 року

(українською, російською, англійською мовами)

Підписано до друку 6.10.2020
Формат 60×84/16. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Друк офсетний. Ум. др. арк. 16,27. Наклад 100 прим.
Зам № 231120/2

Надруковано з готового оригінал-макету у друкарні «Апрель»
ФОП Бондаренко М.О.
65045, м. Одеса, вул. В.Арнаутська, 60
тел.: +38 048 700 11 55
www.aprel.od.ua

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців ДК № 4684 від 13.02.2014 р.