

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
75 НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
ВИКЛАДАЧІВ АКАДЕМІЇ**

Одеса 2015

СЕКЦІЯ ПРОЦЕСИ, АПАРАТИ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕХАНІЗМУ КАПІЛЯРНОГО ГАЛЬМУВАННЯ

Зиков О.В., канд. техн. наук, Смірнов Г.Ф., д.т.н. проф.
Одеська національна академія харчових технологій

У науковій групі, що очолює проф. Бурдо О.Г. вивчалися можливості розвитку теорії процесу сушіння з концентрацією уваги в запропонованих моделях на деталях тепло-гідродинамічних процесів, що є ключом до розуміння глибинних закономірностей. Низкою раніше виконаних в цьому колективі досліджень було показано, що вельми перспективна організація процесу сушіння зерна з введенням в ланцюжок підведення тепла теплопередаючих пристроїв і теплообмінних апаратів на їх основі різних конструктивних форм. Ефективним виявилось застосування випарних термосифонів (ВТС), що оберталися, для сушіння зерна. У роботі, що представляється, автори пропонують підхід до моделювання процесів сушіння з урахуванням механізмів капілярного гальмування. Конкретний зв'язок роботи з дослідями виконувався стосовно умов сушіння зерна від випарного термосифону, що обертався і забезпечував адресну доставку енергії зерновому шару. Важливим елементом загальної методики розрахунку повинен стати облік часу загального початкового прогрівання ВТС і прилеглого до нього зернового шару. Цьому відповідає рішення задачі сумісного розігрівання ВТС, що обертається, і прилеглого до нього зернового шару. На підставі попередніх розрахунків витікає, що весь початковий період сушіння пов'язаний з несталим температурним режимом нагріву, коли температури на контактній поверхні теплообміну і в зерновому шарі, починаючи від зон, прилеглих до контактної поверхні і, включаючи решту шарів; істотно змінюються. Цю обставину потрібно враховувати в результуючій моделі розрахунку процесу сушіння. Окрім названих особливостей розрахунків теплових режимів сушіння в початковий її період слід взяти до уваги, що в цей період помітна частка теплового потоку, що підводиться, відводиться в навколишнє середовище від тієї частини поверхні ІТС, яка не контактує із зерновим шаром, але омивається повітрям навколишнього середовища.

Ця інформація є первинною основою переходу до поетапного розрахунку процесу сушіння зернового шару, що обертається. В рамках прийнятого авторами підходу, приймається, що початковим процесом, що передуює випаровуванню вологи усередині зернового шару, є його прогрівання. Це процес нестационарної теплопровідності. В ході цього процесу розвивається паралельно з нагрівом зерна випаровування вологи з тих частин нагрітої зони, в яких температура досягла рівня, при якому тиск насичення, відповідний цій температурі виявляється більш ніж парціальний тиск водяної пари в пароповітряній суміші над нагрітою поверхнею. Волога, що утворюється при цьому, підвищує тиск над вологою поверхнею і, з одного боку декілька знижує рушійний натиск процесу массоотдачи, а, з іншого боку, створює основу для фільтрації пароповітряної суміші з порового простору і видалення в цьому процесі вологи. Таким чином, на цьому етапі, слід вирішувати спільно рівняння массоотдачи, рівняння рівноваги над поверхнею випаровування і рівняння фільтрації пароповітряної суміші з порового простору, внеском якого визначається видалення маси вологи, тобто результат процесу сушки. Все це слід виконувати для кожного малого елемента нагрітої частини шаруючи. Автори прийняли, що елементи нагрітої зони можна розглядати, як деякі рухомі в часі шари, товщина кожного з яких може бути знайдена з відомого рішення для динаміки температури напівобмеженому масиві. Що визначається наступною формулою:

$$\delta_s = \sqrt[2]{C_0 \cdot a_{skv1} \cdot \tau}. \quad (1)$$

Де C_0 , a_{skv1} , τ - постійна для розрахунку; умовний коефіцієнт температуропровідності, що враховує вплив перемішування на турбулентність процесу перенесення в елементах нагрітої зони, час від початку процесу.

Оскільки інформація про такий облік не була виявлена, то авторами було припущено, що вплив перемішування на цей процес є аналогічним процесу в турбулентних струменях. Тобто можна записати, що:

$$a_{ekv1} = a + \epsilon_x \cdot W_{xS1} \cdot \delta_{e30} \tag{2}$$

Де: a , ϵ_x , W_{xS1} , δ_{e30} - дійсний середній коефіцієнт теплопроводності зернового шару; емпіричний коефіцієнт; середня швидкість руху перемішуваного шару; його характерний розмір (в даному випадку була прийнята повна товщина шару). Емпіричний коефіцієнт ϵ_x - прийнят рівним $0.1 \cdot 10^{-3}$; величина коефіцієнта теплопроводності слоя принята равной $0.92 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$, інші величини знайдені за даними дослідів. У розрахунках необхідно було врахувати, що отриманий раніше результат рішення задачі нагріву дає значення середньої температури по товщині шару, при цьому в розрахунках температурного режиму по елементах нагрітої зони слідувало середнє значення надмірної температури домножати на відношення δ_{e30}/δ_e . Загальний алгоритм розрахунку тепло – вологісного режиму сушіння зернового шару враховує зміну параметрів вологого повітря в зерновому шарі внаслідок прогрівання випаровування і фільтрації. Так само враховується зниження парціального тиску водяної пари над поверхнею матеріалу внаслідок капілярного гальмування. Типові результати основних параметрів представлені на наступних рисунках:

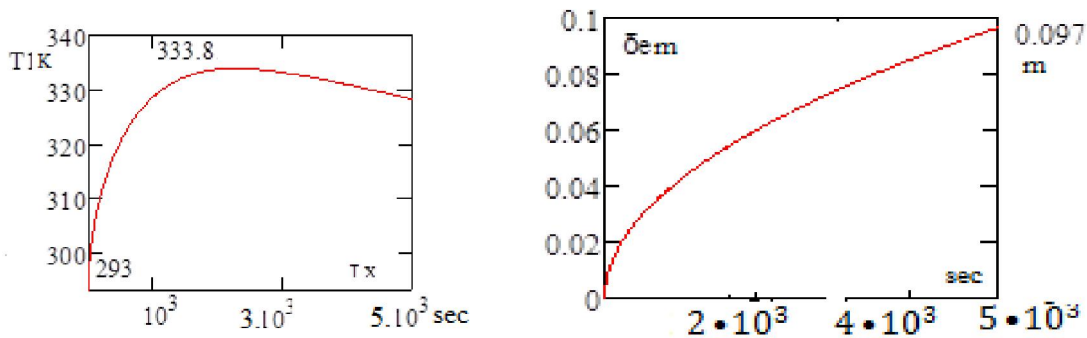


Рис.1. – Температури елементів нагрітої зони T K і зміна товщини ділянок нагрітої зони δ_e залежно від часу в секундах

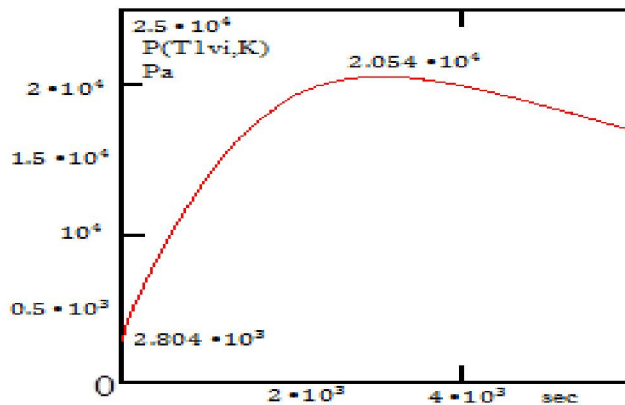


Рис.2 – Залежність тиску водяної пари над вологою поверхнею зерен залежно від часу

Порівняння результатів розрахунків з даними експериментів, показує якісну відповідність. Це означає, що такий підхід має сенс і може бути використаний в майбутньому в якості основи для подальших кроків розвитку моделювання процесів сушіння з адресною доставкою енергії.

ЗМІСТ

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ АДРЕСНОЇ ДОСТАВКИ ЕНЕРГІЇ ПРИ УДОСКОНАЛЕННІ ПРОЦЕСІВ РЕКТИФІКАЦІЇ	
Зиков О.В.	189
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕХАНІЗМУ КАПІЛЯРНОГО ГАЛЬМУВАННЯ	
Зиков О.В., Смірнов Г.Ф.	191
УЗАГАЛЬНЕННЯ БАЗИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ ПРИ ЕКСТРАГУВАННІ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ПОЛІ	
Капетула С.М.	193
КОНЦЕНТРУВАННЯ КАВОВИХ ЕКСТРАКТІВ В МІКРОХВИЛЬОВІЙ ВАКУУМ-ВИПАРНІЙ УСТАНОВЦІ	
Ружицька Н.В., Макаренко Т.А.	195
РЕЗУЛЬТАТИ ВИРОБНИЧИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВАКУУМНОЇ МІКРОХВИЛЬОВОЇ СУШАРКИ ЛЕЦИТИНУ	
Мординський В.П., Светлічний П.І.	196
СУШІННЯ СОЇ В СТІЧКОВІЙ ІНФРАЧЕРВОНІЙ УСТАНОВЦІ	
Паламарчук В.І., Бандура В.М.	197
ПЕЛЕТИ З ВИНОГРАДНИХ ВИЧАВКІВ	
Перетяка С.М.	199
СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТЕПЛОНАСОСНОЇ ВАКУУМ-ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ	
Резніченко Д., Зиков О.В., Смірнов Г.Ф.	200
СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВАКУУМ-ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ НА ОСНОВІ ТЕПЛООВОГО НАСОСУ	
Резніченко Д. М., Мординський В.П.	202
КОНСТРУКЦІЇ ВАКУУМ-ВИПАРНИХ АПАРАТІВ НОВОГО ТИПУ	
Ружицька Н.В., Макаренко Т.А., Малашевич С.А.	203
ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ ДЕМІНЕРАЛІЗАЦІЇ ВОДИ	
Бурдо О.Г., Трішин Ф.А., Орловська Ю.В.	205
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ВОДИ В УЛЬТРАЗВУКОВОМУ ПОЛІ	
Бурдо О.Г., Трішин Ф.А., Трач О.Р.	206
ГІДРАВЛІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАСООБМІННИХ МОДУЛІВ ЕКСТРАКТОРА КАВИ	
Терзієв С.Г., Левтринська Ю.О.	207
ПЕРСПЕКТИВИ ВАКУУМНИХ МІКРОХВИЛЬОВИХ СУШАРОК	
Яровий І.І., Першина Л.І.	208

СЕКЦІЯ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ І УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ

МАТЕМАТИЧНА ТЕОРІЯ ВІБРАЦІЙНОГО ГОРІННЯ	
Волков В.Е.	210
НЕЧІТКА ЛОГІКА ТА КЕРУВАННЯ СКЛАДНИМИ СИСТЕМАМИ	
Волков В.Е., Макоєд Н.О.	211
СУТІСНІСТЬ І ФУНКЦІЇ ЕЛЕКТРОННОГО ПІДРУЧНИКА В ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ	
Лобода Ю.Г., Орлова О.Ю.	212
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРКОЛЯЦІЙНОГО ТИПУ	
Герера О.М.	214

СЕКЦІЯ РОЗРАХУНОК ТА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРА З РУХЛИВИМ ДНОМ ЖОЛОБА	
Амбарцумянц Р.В., Орлова С.С.	215
ДИНАМІКА ІМПУЛЬСНОГО РЕДУКТОРА З КУЛІСНИМ ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ РУХУ	
Амбарцумянц Р.В., Субботіна М.І.	217
ЗАХОПЛЮЮЧИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПОТРОШІННЯ КАЛЬМАРІВ	
Амбарцумянц Р.В., Горкавенко Е.А.	218
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ НОГИ КРОКУЮЧИХ МАШИН	
Амбарцумянц Р.В., Арабаджи О.Д.	219
РОЗРАХУНОК ТА ПРОЕКТУВАННЯ ВІДЦЕНТРОВОЇ ФРИКЦІЙНОЇ МУФТИЗ КЛИНОВИДНИМИ ПЕРЕТВОРЮВАЧАМИ ЗУСИЛЬ	
Делі І.І.	221
УЗАГАЛЬНЕНІ КРИВІ ЛІССАЖУ	
Рибін Б.С.	223
ВИКОРИСТАННЯ ЕКСЕНЕРГЕТИЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ПЛОДООВОЧЕВИХ СХОВИЩ	
Кирилов В.Х., Худенко Н.П.	223

Наукове видання

Збірник тез доповідей 75 наукової конференції викладачів академії
20 – 24 квітня 2015 р.

Матеріали, занесені до збірника, друкуються за авторськими оригіналами
За достовірність інформації відповідає автор публікації

Під загальною редакцією Заслуженого діяча науки і техніки України,
д-ра техн. наук, професора Б.В. Єгоров
Укладач Т.Л. Дьяченко

Редакційна колегія

Голова

Єгоров Б.В., д.т.н., професор

Заступник голови

Капрельянц Л.В., д.т.н., професор

Члени колегії:

Бельтюкова С.В., д.х.н., професор

Бурдо О.Г., д.т.н., професор

Волков В.Е., д.т.н., доцент

Гладушняк О.К., д.т.н., професор

Гапонюк О.І., д.т.н., професор

Іоргачова К.Г., д.т.н., професор

Павлов О.І., д.е.н., професор

Станкевич Г.М., д.т.н., професор

Савенко І.І., д.е.н., професор

Ткаченко Н. А., д.т.н., професор

Хобін В.А., д.т.н., професор

Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор

Черно Н.К., д.т.н., професор