

SCI-CONF.COM.UA

EUROPEAN SCIENTIFIC CONGRESS



**PROCEEDINGS OF XII INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
DECEMBER 25-27, 2023**

**MADRID
2023**

EUROPEAN SCIENTIFIC CONGRESS

Proceedings of XII International Scientific and Practical Conference
Madrid, Spain
25-27 December 2023

**Madrid, Spain
2023**

UDC 001.1

The 12th International scientific and practical conference “European scientific congress” (December 25-27, 2023) Barca Academy Publishing, Madrid, Spain. 2023. 705 p.

ISBN 978-84-15927-34-1

The recommended citation for this publication is:

Ivanov I. Analysis of the phaunistic composition of Ukraine // European scientific congress. Proceedings of the 12th International scientific and practical conference. Barca Academy Publishing. Madrid, Spain. 2023. Pp. 21-27. URL: <https://sci-conf.com.ua/xii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-european-scientific-congress-25-27-12-2023-madrid-ispaniya-arhiv/>.

Editor

Komarytskyy M.L.

Ph.D. in Economics, Associate Professor

Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine and from neighbouring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

e-mail: madrid@sci-conf.com.ua

homepage: <https://sci-conf.com.ua>

©2023 Scientific Publishing Center “Sci-conf.com.ua” ®

©2023 Barca Academy Publishing ®

©2023 Authors of the articles

39.	Піотровський В. С. МЕТОДИ КЛАСИФІКАЦІЇ ДАНИХ В СИСТЕМАХ МЕДИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ	188
40.	Присяжний Ю. О. МЕТОДИКА СТЕЖЕННЯ ЗА АВТОМОБІЛЯМИ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ДАНИХ ДОРОЖНІХ КАМЕР	190
41.	Пузій Б. А., Тесленко О. К. МАЙБУТНЄ ВЕБ-СКРЕПІНГУ: ТЕНДЕНЦІЇ ТА НОВІ МОЖЛИВОСТІ	193
42.	Романюк О. Д., Телітко Л. П., Романюк Я. О., Невстакай О. С. ЗАДАЧА ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ МАШИННОГО АГРЕГАТУ ПО КРИТЕРІЮ КОЕФІЦІЄНТА КОРИСНОЇ ДІЇ	196
43.	Сеник А. П., Ільяшук Т. Т. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ DENOISING МОДЕЛЕЙ ГЛИБИННОГО НАВЧАННЯ	201
44.	Синяк О. Г., Науменко М. С., Мукоїд Р. М. ХОЛОДНЕ ОХМЕЛЕННЯ ЯК СПОСІБ ПОКРАЩЕННЯ ПИВА	205
45.	Суранов О. О. ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ ДОБАВОК ШТУЧНИХ ВУГЛЕЦЕВИХ СПОЛУК ФУЛЕРЕНІВ ТА НАНОТРУБОК ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ МАСТИЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ІНДУСТРІАЛЬНИХ ОЛИВ	209
46.	Усенко Р. В., Реп'ях С. І., Кулеба А. В., Чорнокнижний О. С. МАТЕРІАЛИ ТЕХНОГЕННОГО ПОХОДЖЕННЯ В ТОЧНОМУ ЛИТВІ	211
47.	Чимшир В. В. ВИКОРИСТАННЯ РЕКУРЕНТНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ	214
48.	Шевченко С. М., Потапчук І. Ю., Жевжик О. В. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОМАСООБМІНУ В РОЗПИЛЮВАЛЬНІЙ СУШАРЦІ	217
49.	Янко У. В., Падун А. О. РЕКРЕАЦІЙНА ЦІННІСТЬ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ЛІСІВ ЛЬВІВЩИНИ	223
PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES		
50.	Janchuk P. APPROXIMATION BY SUMS OF QS-FOURIER SERIES	227
GEOGRAPHICAL SCIENCES		
51.	Koval R. FIRE DANGER INDEX FOR UKRAINE	235

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОМАСООБМІНУ В РОЗПИЛЮВАЛЬНІЙ СУШАРЦІ

Шевченко С. М.

Студент

Потапчук І. Ю.,

к.т.н., доцент

Жевжик О. В.,

к.т.н., доцент

Український державний університет науки і технологій
м. Дніпро, Україна

Вступ. Сушіння розпилюванням застосовується для одержання порошкоподібних продуктів із різних матеріалів: розчинів, суспензій і паст в хімічній, медичній, мікробіологічній, харчової промисловості.

Такий спосіб сушіння не дивлячись на значні габарити апарати порівнянні з іншими установками, має ряд переваг: стабільність і простота здійснення процесу диспергування і сушіння в одному апараті, однорідність кінцевого продукту, збереження цінних складових та інші. Це призвело до широкого розповсюдження розпилювальних сушарок як в Україні, так і за кордоном.

Вибір типу розпилюючого пристрою обумовлюється конструктивною простотою і витратами енергії на розпилювання.

Зараз найбільш поширене розпилювання за допомогою відцентрованого диску і форсунок. Конструктивно більш простий спосіб розпилювання – саме за допомогою форсунок. Витрати енергії на розпилювання 1000 кг продукту у дискових складає – 15 кВт, механічних форсунок 10 – 13 кВт. Тобто з точки зору енерго- та ресурсозбереження більш привабливе і перспективне також форсункове розпилювання.

В той же час недоліком такого розпилювання для високов'язких емульсій є необхідність створення високого тиску на розпилювання. Математичне моделювання процесу сушіння диспергованої емульсії дозволяє вибрати

оптимальні розміри розпилювача і зменшити тиск розпилювання. Це дозволить, як наслідок, зменшити витрати енергії на одержання сухого продукту.

Ціль роботи. Побудувати математичну модель сушіння краплин емульсії (згущеного молока) та виконати розрахунки температури і вологості частинок; провести аналіз результатів.

Матеріали та методи. Сушильна камера рис 1. виконана у вигляді прямокутного короба з двосхилим конічним днищем. У торцевої частини сушильної камери змонтовані два кільцевих повітророзподільники, що мають спеціальні отвори для 16 форсунок, об'єднаних загальним колектором. У нижній частині сушильної камери змонтований шнек для видалення висушеного порошку. На верхньому перекритті сушильної камери змонтовані фільтри, калорифер і вентилятори.

Сушильна установка облаштована батареєю з 16 паралельно діючих циклонів і пневмотранспортною лінією.

Сушіння здійснюється в такий спосіб: продукт, що розпилюється форсунками, підхоплюється потоком повітря, висушується і частково осідає на вертикальній і конічній внутрішній поверхнях сушильної камери. Взаємодія потоку з нагрітим повітрям камери обумовлює рівень випареної води.

Під дією пневматичних вібраторів молочний порошок струшується зі стінок і шнеком виводиться із сушильної камери.

Інша частина порошку разом з відпрацьованим повітрям, надходить у циклони. З циклонів порошок надходить у проміжні шнеки, звідки через розвантажувальний шлюз подається в шнек і потім надходить у пневмотранспортну лінію і далі на фасування.

Виходячи з такого уявлення про сушильну установку та процеси, які в ній протікають, була розроблена математична модель тепломасообміну краплинного потоку.

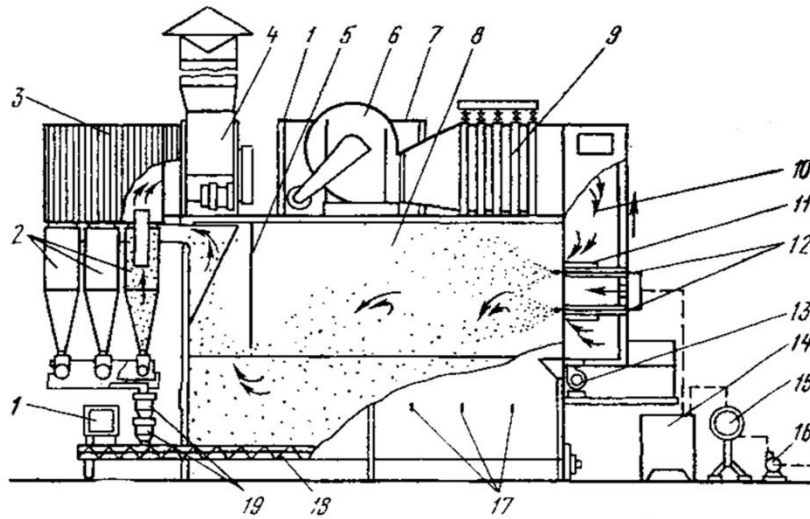


Рис. 1. Принципова схема сушарки

1 – повітряний фільтр; 2 – циклони; 3 – повітряний колектор; 4 – витяжний вентилятор; 5 – перегородка; 6 – нагнітальний вентилятор; 7 – камера повітряних фільтрів; 8 – сушильна камера; 9 – калорифер; 10 – повітропровід; 11 – направляючі пластини; 12 – форсунки; 13 – допоміжний вентилятор; 14 – плунжерний насос високого тиску; 15 – трубчастий підігрівник; 16 – відцентровий насос; 17 – пневматичні вібратори; 18 – шнек; 19 – розвантажувальний шлюз; 20 – вентилятор пневмотранспорту; 21 – розвантажувальний циклон; 22 – сито; 23 – пневмотранспортна лінія; 24 – проміжні шнеки.

Математична модель складається з рівняння руху центра мас краплини в повітрі у полі сили тяжіння [1, 2]:

$$\frac{d(m\vec{V})}{d\tau} = -\vec{F}_{\text{ac}} + m\vec{g}, \quad \frac{d\vec{X}}{d\tau} = \vec{V},$$

де m – маса краплини; τ – час; $\vec{V} = \{V_x, V_y, V_z\}$ – вектор швидкості краплини; $\vec{U} = \{U_x, U_y, U_z\}$ – вектор швидкості повітря в камері; $\vec{X} = \{x, y, z\}$ – радіус-вектор центра мас краплини; d – діаметр краплини; $\vec{F}_{\text{ac}} = -C_K \pi d^2 \rho_{\text{в.п}} |\vec{V} - \vec{U}| (\vec{V} - \vec{U}) / 8$ – сила аеродинамічного опору; $C_K = 24 / \text{Re} + 4,4 / \sqrt{\text{Re}} + 0,32$ – коефіцієнт аеродинамічного опору кулі;

$Re = \rho_{\text{в.н.}} d \left| \vec{V} - \vec{U} \right| / \mu_{\text{в.н.}}$ – число Рейнольдса.

Рівняння матеріального балансу для краплини суспензії:

$$\frac{dm}{d\tau} = -I,$$

де $I = \beta_{pf} f_k (\rho_n^\theta - \rho_n)$ – потік пари від краплини; β_{pf} – коефіцієнт масовіддачі від краплини; f_k – поверхня нагрівання краплини; ρ_n^θ , ρ_n – густина насиченої пари біля краплини; ρ_n – густина пари в камері.

Рівняння для зміни температури краплини на траєкторії:

$$\frac{d}{d\tau} \theta = - \frac{f_k}{m \cdot Cp} [\alpha_f (\theta - T) + \beta_{pf} (\rho_n^\theta - \rho_n) L],$$

де θ , T – температури краплини і повітря в камері; Cp – теплоємність краплини; α_f – коефіцієнт тепловіддачі; L – питома теплота випаровування краплин.

Рівняння зміни температури повітря:

$$\frac{d}{dz} T = - \frac{S_z f_{num}}{G_{c.n} Cp_{\text{в.н}}} [\alpha_f (\theta - T) + \beta_{pf} (\rho_n^\theta - \rho_n) (Cp \theta - Cp_n T)],$$

де S_z – площа поперечного перерізу камери; $f_{num} = \pi d^2 \cdot n$ – питома поверхня краплин в 1 м³ камери; n – кількість краплин в 1 м³; G_{cn} – витрата сухого повітря через камеру; $Cp_{\text{вн}}$, Cp_n – питомі теплоємності вологого повітря та пари відповідно.

Рівняння зміни абсолютної вологості пари в краплинному потоці

$$\frac{d}{dz} \rho_n = \frac{\rho_{c.n} S_z f_{num}}{G_{c.n}} \beta_{pf} (\rho_n^\theta - \rho_n).$$

Ця система диференціальних рівнянь доповнюється залежностями для визначення коефіцієнтів тепло- і масовіддачі, теплофізичних властивостей речовин, швидкостей газу в камері, а також відповідними початковими і граничними умовами.

Розв'язати систему диференціальних рівнянь можна, наприклад, методом Рунге-Кутти.

Результати та обговорення. Розрахунки за рівняннями математичної моделі (рис. 2, 3) виконані для витрати згущеного молока 1745 кг/год, витрати сухого повітря 25000 кг/год, фактичної густини частинок кінцевого продукту 1200 кг/м³, початкового діаметру краплин 50...200 мкм, температури повітря перед сушильною камерою 140...240 °С, початкової вологості згущеного молока 40–70 %, потрібної кінцевої вологості частинок 4 %, температури атмосферного повітря перед повітряпідігрівачем 25 °С, відносної вологості 60 %, атмосферного тиску повітря 101325 Па, початкової радіальної швидкості краплин на виході з розпилювача 0, осьової швидкості 25,2 м/с, 18,6 м/с, кута розкриття факелу розпилювача 45°.

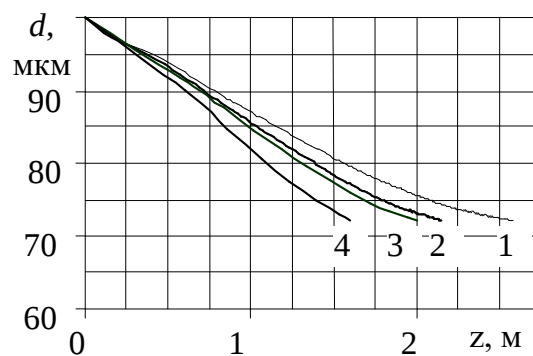


Рис. 2. Розмір частинок на траєкторії при температурі повітря, °С:

1 - 170, 2 - 190, 3 - 200, 4 - 240

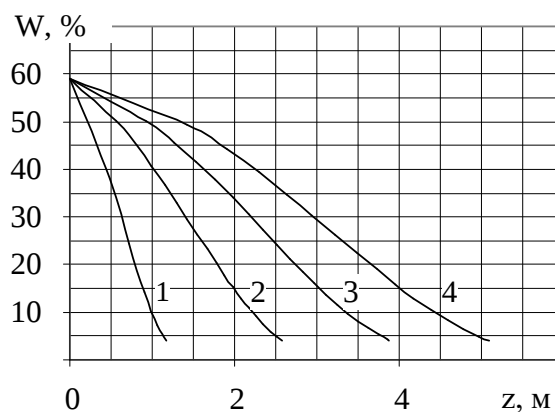


Рис. 3. Вологість частинок при дисперсності d , мкм:

1 - 50, 2 - 100, 3 - 150, 4 - 200

На рис. 2 наведена залежність розміру частинки (краплини) на траєкторії польоту для температурі повітря на вході в камеру сушіння 170...240 °С. Із графіку на рис. 2 випливає, що краплина з початковим діаметром 100 мкм має

кінцевий діаметр 72 мкм при вологості 4 %. Збільшення температури повітря на вході в сушарку зменшує потрібну для висушування дальність польоту частинок з 2,55 м при $T = 170\text{ }^{\circ}\text{C}$ до 1,6 м при $T = 240\text{ }^{\circ}\text{C}$, що обумовлене більш інтенсивним випарюванням. Тобто збільшення температури T дозволяє зменшити габарити апарата, але необхідно враховувати можливість збільшення температури частинок до критичної $T_{\text{кр}} = 95\text{ }^{\circ}\text{C}$, при якій втрачається якість кінцевого продукту. На рис. 3 наведена вологість частинок молока по довжині камери в залежності від дисперсності розпилювання. Високодисперсне розпилювання дозволяє суттєво скоротити довжину сушарки. Так, потрібна вологість 4 % для краплин із діаметром $d = 200\text{ мкм}$ досягається на довжині 5,1 м, а при $d = 50\text{ мкм}$ – на 1,2 м, що обумовлено збільшенням поверхні тепломасообміну краплинного потоку. В той же час зменшення дисперсності пов'язане зі збільшенням тиску на розпилювання і, як наслідок, збільшенням витрат енергії на сушіння.

Висновки. Побудована математична модель дозволяє провести дослідження температур та вологості частинок і повітря по довжині камери сушарки в залежності від дисперсності розпилювання та інших параметрів. Визначені потрібна дисперсність розпилювання для досягнення потрібної кінцевої вологості частинок на визначеній довжині сушарки та початкова температура повітря, яке подається на сушіння, коли кінцева температура частинок не перевищує заданої максимальної.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рівномірність розподілу рідини в розпилювальних градирнях з плівковими відцентровими розпилювачами / Б. О. Блюсс, С. В. Дзюба, О. В. Жевжик, І. Ю. Потапчук // Вісник Дніпровського університету. Серія: Механіка. / ДНУ. – Дніпро : Ліра ЛТД, 2021. – №6. Т.29. Вип. 25. – С. 3-10.
2. Мележик О. І., Кобець А. С., Жевжик О. В. Відцентровий розпилювач пестицидів: рух і випаровування краплин у факелі / Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2007. -№1, -с. 97-101.