

Харківський державний політехнічний університет

На правах рукопису


Абелетов Володимир Ілліч

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ КОНВЕКТИВНОЇ БАГАТОСЕКЦІЙНОЇ
СУШАРКИ ЩІЛЬНОГО ФІЛЬТРОВАНОГО ЗЕРНИСТОГО ШАРУ

05.17.08 - процеси й апарати хімічної технології

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків - 1994



66.0



00330505 (G)

Дисертація є рукопис.

Робота виконана в Харківському державному господарстві.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Успенський Володимир Андрійович

Науковий консультант: кандидат технічних наук, доцент
Шульга Микола Олександрович

Офіційні опоненти:

- 1. Доктор технічних наук, професор
Задорський Вільям Михайлович
- 2. Кандидат технічних наук, ведучий науковий співробітник
Корчаков Валерій Георгійович

Провідна установа: Український науково-дослідний інститут
хімічного машинобудування, м. Харків

Захист відбудеться " 9 " березня 1995 р. о 11⁰⁰ год.
на засіданні спеціалізованої вченої ради К 068.39.03
в Харківському державному політехнічному університеті
/ ЗІ0002, м. Харків, МСП, вул. Фрунзе, 21 /.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці
Харківського державного політехнічного університету.

Автореферат розісланий " 3 " лютого 1995 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Якименко Г.Я.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Сушіння є однією з найбільш поширених технологічних операцій в різних галузях народного господарства. Незважаючи на значні успіхи, досягнуті в розробці високоефективних апаратів, техніка сушіння залишається проблемною галуззю, що у більшості випадків пояснюється низькою інтенсивністю процесу. Особливо актуальна ця проблема при змінній технологічній задачі сушіння високовологих зернистих матеріалів з розміром часток 1 - 10 мм, що складають значну питому вагу в загальному балансі об'єктів сушіння. Особливе значення має ця проблема для термолабільних матеріалів.

Найбільш поширеними є конвективні сушарки, в яких одним з основних принципів інтенсифікації процесу є підвищення відносної швидкості твердої та газової фаз. Аналіз існуючих конструкцій конвективних сушарок для обробки зернистих матеріалів показав, що вони не дозволяють використання цього способу.

Важливим завданням техніки сушіння є підвищення якості готового продукту та інтенсифікація процесу за рахунок створення нових конструкцій сушарок, що забезпечують значну відносну швидкість у двофазному потоці.

Робота виконувалась згідно плану науково-дослідних робіт по загальнодержавній програмі ресурсозбереження на 1991-1995 роки та на період до 2005 року, проблема 7.5.

Мета роботи. Розробка математичної моделі процесу сушіння в щільному фільтрованому зернистому шарі (ЩФЗШ) при змінній технологічній задачі. Отримання на основі теоретичних та експериментальних досліджень закономірностей процесу сушіння в ЩФЗШ. Створення методики розрахунку сушарки ЩФЗШ. Розробка конструкції високоінтенсивної конвективної сушарки ЩФЗШ та її модифікації для обробки матеріалів при високій відносній швидкості

твердої та газової фаз.

Наукова новизна. Розроблено математичну модель процесу сушіння в ЦФЗШ при змішаній технологічній задачі. Отримано на основі теоретичних та експериментальних досліджень закономірності сушіння в ЦФЗШ. Створено методику розрахунку сушарки ЦФЗШ. Розроблено на рівні винаходів конструкцію високоінтенсивної конвективної сушарки ЦФЗШ та її модифікації.

Практична цінність. Результати досліджень застосовані при створенні апаратурно-технологічного оформлення процесів сушіння зернистих будівельних матеріалів. Розроблена сушарка пройшла промислові випробування й здана в експлуатацію на ділянці будівельних матеріалів товариства "Фінко" (м. Харків)

Апробація роботи. Основні положення дисертації доповідались й обговорювались на науково-технічних конференціях Харківської державної академії міського господарства.

Публікації. По матеріалам роботи існують 3 статті та 3 позитивних рішення з виходу патенту Російської Федерації на винахід.

Структура та об'єм роботи. Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку використаної літератури, який містить 159 праць, додатку. Робота виконана на 169 сторінках, містить 125 сторінок машинописного тексту, 33 рисунка, 1 таблицю

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі приведено літературний огляд й аналіз гідродинамічних режимів процесу сушіння, основних конструкцій конвективних сушарок для обробки зернистих матеріалів та основних методик розрахунку апаратів.

Аналіз показав, що дуже перспективною є ідея створення установки, яка поєднувала б головні переваги сушарок ЦФЗШ й виваженого шару, одночасно усунувши основні недоліки цих типів апаратів. Сформульовані такі вимоги до перспективної конструкції

конвективної сушарки: 1) сушіння матеріалу проходить в Π ЗШ, а його подальше транспортування - в умовах виважуваного шару, 2) робота в режимі наближеному до ідеального витискування, 3) відносна швидкість твердої та газової фаз повинна бути високою, 4) час перебування матеріалу в робочій зоні може легко регулюватися у широкому діапазоні, 5) універсальність, 6) простота конструкції, 7) низька матеріалоемкість.

Розроблений апарат є вертикальна багатосекційна циліндрична труба-сушарка, в якій окремі робочі зони росташовані одна над другою й розділені між собою сітковими перегородками, що мають можливість повороту на 180° відносно діаметральної осі, яка перпендикулярна поздовжній осі корпусу (рис. 1).

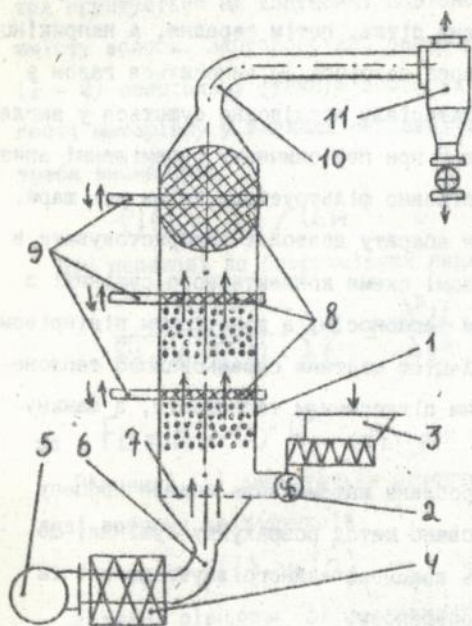


Рис. 1. Конвективна багатосекційна труба-сушарка, де: I - корпус, який складається з окремих секцій, 2 - закидувач, 3 - бункер, 4 - калорифер, 5 - вентилятор, 6 - вхідний патрубок, 7 - газорозподільна решітка, 8 - сіткові перегородки, 9 - вали, 10 - вихідний патрубок, II - циклон.

Сушарка працює так. В нижню частину корпусу I за допомогою закидувача 2 з бункеру 3 надходить вологий матеріал. Газ, що

нагрівається в калорифері 4, вентилятором 5 через патрубок 6 та решітку 7 нагнітається в сушильну камеру, підхоплює й транспортує матеріал угору до нижньої сітки 8. Розмір вічок сіток 8 менш ніж мінімальний діаметр часток матеріалу. Під тиском газу гранули рівномірним шаром укладаються знизу на горизонтальну сіткову перегородку 8 у вигляді ЦКЗШ. По закінченні заданого часу сітки 8, що закріплені на валах 9, здійснюють поворот на 180° відносно діаметральної осі. При повороті сіток 8 між ними й стінками корпусу I створюються розвантажувальні течії й частки матеріалу в режимі виважуваного шару переносяться газом на другу по висоті сітку 8, де знов формується ЦКЗШ. Щоб вологий матеріал не змішувався з обробленим, спочатку поворот на 180° робить верхня сітка, потім середня, а наприкінці нижня. Готовий продукт через патрубок 10 вивозиться газом в циклон II. Кожна порція матеріалу послідовно сушиться у вигляді ЦКЗШ під кожною сіткою 8 при періодичному переміщенні знизу догори, а теплоносії послідовно фільтрується крізь усі шари.

Розроблена конструкція апарату дозволяє використовувати в разі необхідності усі відомі схеми конвективного сушіння: з одноразовим використанням теплоносія, з додатковим підігрівом газу по зонам, з рециркуляцією частини спрацьованого теплоносія, з додатковим позонним підведенням теплоносія, з замкнутою циркуляцією.

У другому розділі розроблена математична модель процесу сушіння в ЦКЗШ. Запропоновано метод розрахунку сушіння, що полягає в рішенні рівнянь взаємозв'язаного внутрішнього та зовнішнього тепло- й масопереносу.

Для вологих матеріалів зі значним опірм переносу теплоти та маси розрахунок сушіння здійснюється рішенням системи диференціальних рівнянь внутрішнього тепло- й масопереносу

$$\frac{\partial u_m}{\partial t} = a_m \cdot \Delta u + a_m \cdot \delta \cdot \Delta T_m \quad (1)$$

$$\frac{\partial T_m}{\partial t} = a_m \cdot \Delta T_m + \frac{E \cdot r}{c_m} \cdot \frac{\partial u}{\partial t} \quad (2)$$

Аналитичне рішення системи рівнянь (1 - 2) з граничними умовами 1-го й 2-го роду отримано, а з умовами 3-го роду ні. В даній ситуації доцільно піти на деякі допущення, які спростують систему рівнянь, щоб одержати розрахункові формули у квадратурах, тим більш, що часто для інженерних розрахунків необхідно знати середні по об'єму значення температур та вмісту вологи.

Систему рівнянь (1 - 2) можна розв'язати штучно. Такий метод ґрунтується на допущенні подібності полей температури та вмісту вологи. Запропоновано застосувати для рішення рівнянь (1 - 2) спеціальну функцію взаємозв'язку температури та вологості матеріалу у вигляді похідної функції часу, яку надалі треба визначити.

$$f(t) = T_m / u_m \quad (3)$$

При переході до безрозмірних параметрів рівняння (1) виглядає

$$\frac{1}{F_0 \cdot (1 + \delta \cdot f)} \cdot \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \frac{2}{z} \cdot \frac{\partial u}{\partial z} \quad (4)$$

де $F_0 = a_m \cdot r / R^2$ - критерій Фур'є.

Рівняння (4) вирішується методом розділення змінних у вигляді добутку двох функцій

$$u_m = f(t) \cdot \psi(z) \quad (5)$$

Рішення рівняння (5) має вигляд

$$u_m = \frac{E_1}{\sqrt{z}} \cdot [A_1 J_p(\sqrt{\lambda} \cdot z) + A_2 N_p(\sqrt{\lambda} \cdot z)], \quad p = \frac{3}{4} \quad (6)$$

$$E_1 = \exp \left[- \int F_0 \cdot \lambda \cdot (1 + \delta \cdot s) dt \right], \quad (7)$$

де λ - константа розділення змінних, а A_1 й A_2 - константи інтегрування, усі вони визначаються рішенням рівняння (6) з такими початковими та граничними умовами:

$$\begin{array}{lll} t=0 & z=1 & u = u_n \\ t=1 & z=z_1 & u = u_k \\ t=1 & z=z_2 & u = u_s \end{array} \quad (8)$$

При переході до безрозмірних параметрів рівняння (2) виглядає

$$\frac{\partial T_M}{\partial t} \cdot M_1 - T_M \cdot M_2 = \frac{\partial^2 T_M}{\partial z^2} + \frac{z}{2} \cdot \frac{\partial T_M}{\partial z} \quad (9)$$

$$M_1 = 1 - \frac{E \cdot r}{H_0 \cdot c_m} \cdot \frac{1}{s}, \quad M_2 = \frac{E \cdot r}{H_0 \cdot c_m} \cdot \frac{1}{s^2} \cdot \frac{\partial s}{\partial t}, \quad (10)$$

де $H_0 = a_m \cdot \tau / R^2$ - критерій гомохронності.

Рішення рівняння (9) здійснюється методом розділення змінних у вигляді добутку двох функцій

$$T_M = f_1(t) \cdot \psi_1(z) \quad (11)$$

Рішення рівняння (11) має вигляд

$$T_M = \frac{E_0}{\sqrt{2}} \cdot \left[A_3 \cdot J_p(\sqrt{\lambda_0} \cdot z) + A_4 \cdot N_p(\sqrt{\lambda_0} \cdot z) \right], \quad p = \frac{3}{4} \quad (12)$$

$$E_0 = \exp \left[- \int \left(\frac{\lambda_0}{M_1} - \frac{M_2}{M_1} \right) dt \right], \quad (13)$$

де λ_0 - константа розділення змінних, а A_3 та A_4 - константи інтегрування, усі вони визначаються рішенням рівняння (12) з такими початковими й граничними умовами:

$$\begin{array}{lll} t=0 & z=1 & T_M = T_{Mn} \\ t=1 & z=z_1 & T_M = T_{Mk} \\ & z=z_2 & T_M = T_{Ms} \end{array} \quad (14)$$

$$t = 1 \qquad z = z_2 \qquad T_M = T_{M5}$$

Функцію $f(t)$ визначаємо по співвідношенням (3), (6), (12) після знаходження констант розділення змінних та констант інтегрування при граничних умовах на початку сушіння. Початок сушіння мало залежить від функції $f(t)$, тому що випарування вологи з поверхні гранули є стаціонарний процес, який залежить тільки від початкової вологості матеріалу.

Зведення припущень: ПЗШ - псевдосуцільне середовище з сферичних гранул, усі вони мають однакові тепло- й масопроводні властивості, порізність та швидкість газу розподілені рівномірно, пристінним ефектом нехтуємо, потік газу є стаціонарним й одномірним, температура газу перед зернистим шаром розподілена рівномірно, α й β дорівнюють середнім значенням.

Рівняння зовнішнього тепло- й масопереносу мають вигляд

$$u_x \cdot \frac{\partial T_r}{\partial x} = \alpha_r \cdot \frac{\partial^2 T_r}{\partial x^2} - T_r \cdot f_1 \tag{15}$$

$$u_x \cdot \frac{\partial C_r}{\partial x} = D \cdot \frac{\partial^2 C_r}{\partial x^2} + C_r \cdot f \tag{16}$$

де f - функція-стік маси, а f_1 - функція-джерело теплоти, вони розподілені по усьому об'єму газу й залежать від часу.

Переходимо до безрозмірних параметрів й розв'язуємо рівняння (15) у вигляді

$$T_r = B_1 \cdot \exp\left(\frac{Pe + \theta}{2} \cdot x\right) + B_2 \cdot \exp\left(\frac{Pe - \theta}{2} \cdot x\right) \tag{17}$$

$$\theta = \sqrt{Pe^2 + 4 \cdot f_1 \cdot L^2 / \alpha_r} > 0,$$

де $Pe = u_x \cdot L / \alpha_r$ - критерій Пекле.

Для визначення B_1, B_2, f_1 використано граничні умови:

$$\begin{array}{lll} x = 0 & x = 1 & x = 0,1 \\ T_r = 1 & T_r = T_{rk} & T_r = 0,9 \end{array} \quad (18)$$

$$B_1 = 1 - B_2, \quad B_2 = \frac{0,9 - \alpha}{\theta - \alpha}, \quad (19)$$

$$\alpha = \exp\left(\frac{Pe + \theta}{2} \cdot 0,1\right), \quad \theta = \exp\left(\frac{Pe - \theta}{2} \cdot 0,1\right)$$

Якщо вилучити з розгляду функцію f_1 й припустити, що тепло-
та переходить за рахунок λ_{ef} , то $\alpha_r = \alpha_{ef} = \lambda_{ef,r} / (C_{pr} \cdot g_r)$.
Відомо, що $\lambda_{ef,r} = \lambda_r + 0,0061 \cdot C_{pr} \cdot g_r \cdot \nu_r \cdot d / \epsilon$.

$$T_r = \alpha_3 \cdot Pe^{-1} \cdot \exp(Pe \cdot x) + \beta_3$$

$$\alpha_3 = \frac{0,1 \cdot Pe}{1 - \exp(Pe \cdot 0,1)}, \quad \beta_3 = 1 - \frac{0,1}{1 - \exp(Pe \cdot 0,1)} \quad (20)$$

Переходимо до безрозмірних параметрів й розв'язуємо рівняння
(16) у вигляді

$$C_r = B_3 \cdot \exp\left(\frac{Pe_d + \theta_1}{2} \cdot x\right) + B_4 \cdot \exp\left(\frac{Pe_d - \theta_1}{2} \cdot x\right) \quad (21)$$

$$\theta_1 = \sqrt{Pe_d^2 - 4 \cdot f \cdot L^2 / D},$$

де $Pe_d = \nu_x \cdot L / D$ - критерій Пекле дифузійний.

Для визначення B_3, B_4, f використано граничні умови:

$$\begin{array}{lll} x = 0 & x = 1 & x = 0,1 \\ C_r = C_{rn} & C_r = C_{rk} = 1 & C_r = 0,1 \end{array} \quad (22)$$

$$\theta_1 < 0$$

$$C_r = \exp\left(-\frac{1}{2} \cdot Pe_d \cdot x\right) \cdot \left(B_5 \cdot \cos\frac{1}{2} \cdot \theta_1 \cdot x + B_6 \cdot \sin\frac{1}{2} \cdot \theta_1 \cdot x\right) \quad (23)$$

$$B_5 = C_{rn}, \quad B_6 = \frac{1 - \exp(-Pe_d) \cdot C_{rn} \cdot \cos\frac{1}{2} \cdot \theta_1}{\exp(-Pe_d) \cdot C_{rn} \cdot \sin\frac{1}{2} \cdot \theta_1}$$

$$\theta_1 > 0 \quad B_3 = C_{rH} - \frac{1 - C_{rH} \cdot a_4}{b_4 - a_4}, \quad B_4 = \frac{1 - C_{rH} \cdot a_4}{b_4 - a_4} \quad (24)$$

$$a_4 = \exp\left(\frac{Pe_d + \theta_1}{2}\right), \quad b_4 = \exp\left(\frac{Pe_d - \theta_1}{2}\right)$$

Якщо вилучити з розгляду функцію f й припустити, що,
 $D = D_{\text{еф}} = D_r + D_{\text{турбулент}}, \quad D \approx \nu \cdot d$ то

$$C_r = B_7 \cdot Pe_d^{-1} \cdot \exp(Pe_d \cdot x) + B_8$$

$$B_7 = \frac{Pe_d \cdot (C_{rK} - C_{rH})}{\exp(Pe_d)^{-1}}, \quad B_8 = C_{rK} - \frac{C_{rK} - C_{rH}}{\exp(Pe_d)^{-1}} \quad (25)$$

Інтенсивний обдув часток вологого матеріалу теплоносієм відповідає випадку, коли граничні умови 3-го роду переходять в умови I-го роду при $Bi \gg 20$.

Критерій Біо - $Bi = d \cdot R / \lambda_M$

Критерій Нуссельта - $Nu = \frac{d \cdot R}{\lambda_r} = \frac{\left. \frac{\partial T_M}{\partial z} \right|_{z=\bar{z} \cdot R=1}}{T_r - T_M} \quad (26)$

Критерій Шервуда - $Sh = \frac{\beta \cdot R}{D} = \frac{\left. \frac{\partial u_M}{\partial z} \right|_{z=\bar{z} \cdot R=1}}{u_M - u_r} \quad (27)$

$$-\frac{1}{E_0} \cdot \left. \frac{\partial T_M}{\partial z} \right|_{z=1} = A_3 \cdot J_{p+1}(\sqrt{\lambda_0}) + A_4 \cdot N_{p+1}(\sqrt{\lambda_0}) + \frac{3}{4} [A_3 \cdot J_p(\sqrt{\lambda_0}) + A_4 \cdot N_p(\sqrt{\lambda_0})] \quad (28)$$

$$-\frac{1}{E_1} \cdot \left. \frac{\partial u_M}{\partial z} \right|_{z=1} = A_1 \cdot J_{p+1}(\sqrt{\lambda}) + A_2 \cdot N_{p+1}(\sqrt{\lambda}) + \frac{3}{4} [A_1 \cdot J_p(\sqrt{\lambda}) + A_2 \cdot N_p(\sqrt{\lambda})] \quad (29)$$

Величини $T_m, T_r, U_m, U_r, E_0, E_1$ визначаються з рівнянь (12), (17 або 20), (6), (21 або 24, 25), (13), (7) відповідно.

Функцію $\varphi(t)$ по результатам розрахунку й з урахуванням даних експерименту можна визначити чисельно та зобразити графічно, а потім й апроксимуючими многочленами як функціями часу.

Третій розділ присвячен експериментальному дослідженню сушіння матеріалу в апараті ШФЗШ. Дано опис дослідної установки та контрольно-вимірних приладів, наведена методика проведення експерименту. Визначені поля швидкостей, тиску, температур та вмісту вологи в сушильній камері, α та β .

Дослідження проводились на установці, схема якої приведена на рис. 1. Корпус сушарки складався з 4 скляних секцій діаметром 90 мм й висотою 100 мм кожна. Швидкість повітря в апараті регулювалась у діапазоні 10 - 76 м/с. Дослідження проводились з кам'яним вугіллям з середньомасовим еквівалентним діаметром 6 мм. В процесі експерименту визначались витрата та швидкість газу, перепад тиску в ШФЗШ, температура та вологість повітря й матеріалу до й після сушіння, час обробки матеріалу.

За результатами досліджень одержано графіки (рис. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9).

Треба відмітити добру відповідність теоретичних та експериментальних даних, що підтверджує адекватність математичної моделі процесу сушіння в ШФЗШ.

У четвертому розділі викладено інженерний метод розрахунку запропонованої сушарки, розроблений на основі математичної моделі та одержаних експериментальних даних. Подано приклад розрахунку апарату.

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз існуючих гідродинамічних режимів процесу сушіння, основних конструкцій конвективних сушарок для обробки.

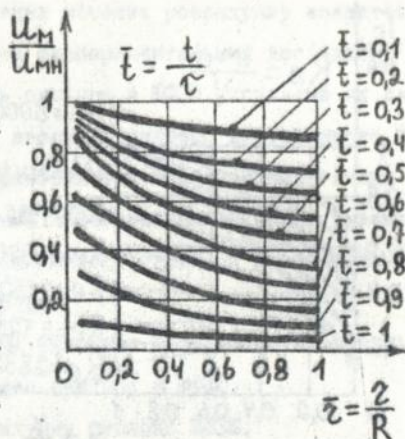
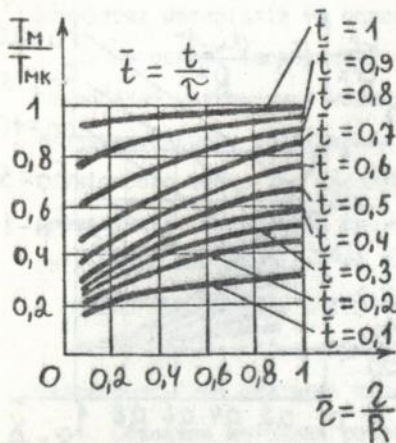


Рис. 2. Змінення температури по шарах гранули. Розрахунок здійснено по рівнянню (12)

Рис. 3. Змінення вмісту вологи по шарах гранули. Розрахунок здійснено по рівнянню (6)

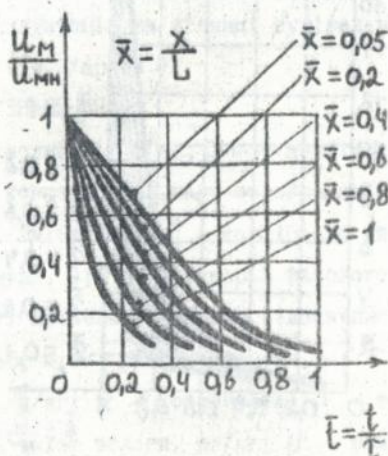
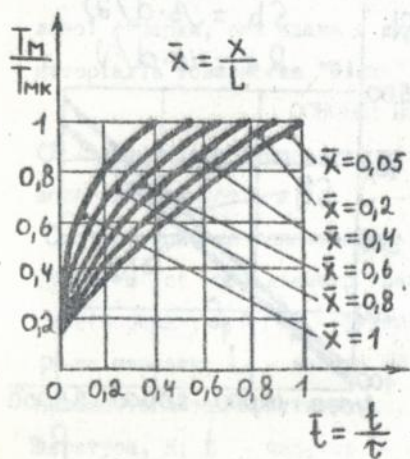


Рис. 4. Змінення температури матеріалу по висоті зернистого шару

Рис. 5. Змінення вмісту вологи матеріалу по висоті зернистого шару

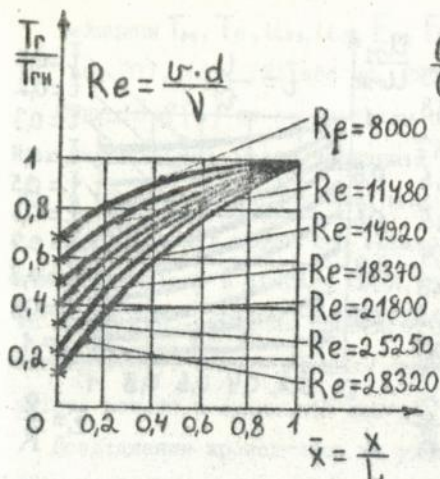


Рис. 6. Змінення температури газу по висоті ЦМЗШ.

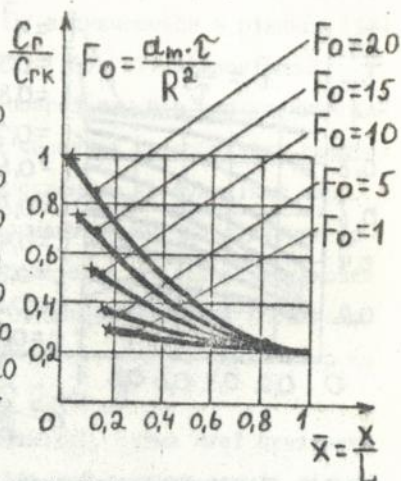


Рис. 7. Змінення вмісту вологи по висоті ЦМЗШ.

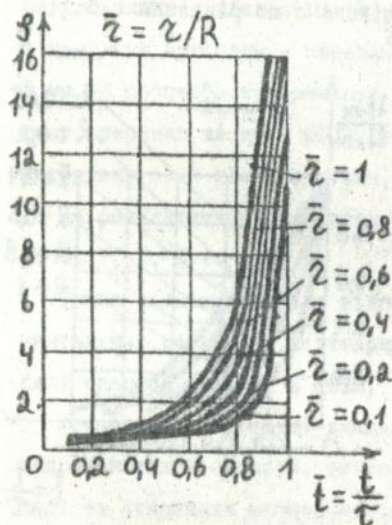


Рис. 8. Графік функції $S(\bar{z})$.

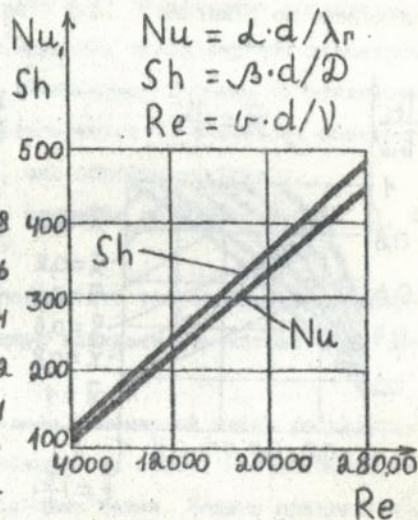


Рис. 9. Залежність чисел Нуссельта та Шервуда від числа Рейнольдса при $\epsilon = 0,4$ й $L = 0,03$ м.

зернистих матеріалів та основних методик розрахунку апаратів.

2. На основі теоретичних та експериментальних досліджень розроблена математична модель сушіння в ЩФЗШ, придатна як для фундаментального дослідження взаємозв'язаного внутрішнього й зовнішнього тепло- та масопереносу, так й для технологічних розрахунків. Розв'язана система диференціальних рівнянь взаємозв'язаного внутрішнього та зовнішнього тепло- й масопереносу з граничними умовами 3 - го роду.

3. За результатами експериментальних досліджень одержано залежності, які описують процес сушіння в ЩФЗШ.

4. Створена методика розрахунку сушарки ЩФЗШ.

5. Розроблено на рівні винаходів конструкцію високоінтенсивної конвективної сушарки та її модифікації для обробки зернистих матеріалів при змішаній технологічній задачі.

6. Результати досліджень використано при створенні промислової сушарки, яка здана в експлуатацію на ділянці будівельних матеріалів товариства "Фінко" (м. Харків).

ОСНОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

α - коефіцієнт температуропроводності, $\text{м}^2/\text{с}$; α_m - коефіцієнт вологопроводності, $\text{м}^2/\text{с}$; C - концентрація пари вологи, $\text{кг}/\text{м}^3$; C_p, C_r - питома теплоємність, $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$; D - коефіцієнт дифузії, $\text{м}^2/\text{с}$; d - діаметр гранули, м ; E - критерій фазового перетворення; J_p й N_p - функції Бесселя й Неймана відповідно p -го порядку; L - висота ЩФЗШ, м ; R - радіус гранули, м ; Γ - питома теплота пароутворення, $\text{Дж}/\text{кг}$; ζ - координата; T - температура, К ; t - час, с ; U - вміст вологи, $\text{кг}/\text{кг}$; U' - швидкість, $\text{м}/\text{с}$; X - координата.

Грецькі символи

λ - коефіцієнт тепловіддачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$; β - коефіцієнт масовіддачі, $\text{м}/\text{с}$; δ - термоградієнтний коефіцієнт, К^{-1} ; Δ - опе-

ратор Лапласа; ϵ - порізність шару; λ - коефіцієнт теплопроводності, Вт/(м·К); ν - коефіцієнт кінематичної в'язкості, м²/с; ρ - густина, кг/м³; τ - час сушіння, с.

Нижні індекси

Г - газ, еф - ефективний, К - кінцеве значення, М - матеріал, Н - початкове значення, S - поверхня поділу фаз.

Основний зміст роботи відображено у таких публікаціях:

1. Абелешев В.И., Успенский В.А. Исследование сушки сыпучего материала // Сб. научн. тр. Повышение эффективности и надёжности городского хозяйства. - Киев: ИСИО, 1993. С. 115-121.

2. Абелешев В.И. Сушка сыпучего материала // 27-я научно-техническая конференция преподавателей, аспирантов и сотрудников Харьковского института инженеров городского хозяйства: Тез. докл. - Харьков, 1994. С. 51.

3. Абелешев В.И. Разработка сушильного агрегата топочного устройства для сжигания твёрдого топлива в пылевидном состоянии // 27-я научно-техническая конференция преподавателей, аспирантов и сотрудников Харьковского института инженеров городского хозяйства: Тез. докл. - Харьков, 1994. С. 51-52.

4. Абелешев В.И., Успенский В.А. Сушилка. Положительное решение ВНИИГПЭ от 21.03.94 г. о выдаче патента Российской Федерации на изобретение по заявке № 5021647/06 от 09.12.91 г.

5. Абелешев В.И., Успенский В.А. Сушилка. Положительное решение ВНИИГПЭ от 17.03.94 г. о выдаче патента Российской Федерации на изобретение по заявке № 5021648/06 от 09.12.91 г.

6. Абелешев В.И., Успенский В.А. Сушилка. Положительное решение ВНИИГПЭ от 17.03.94 г. о выдаче патента Российской Федерации на изобретение по заявке № 5021657/06 от 03.12.91 г.

REZUME

Abeleshev V. Designing and Investigation of the Convection Multisectional Dryer of the Dense Filter Grainy Bed. The dissertation is nominated for scientific degree of candidate of technical sciences on speciality 05.17.08 - processes and apparatuses of chemical technology. The Kharkov state politechnic university, Kharkov, 1994.

3 Scientific publications and 3 patens of R.F., are defended. The containing the mathematical model of the drying process in the dense filter grainy bed, theoretical and experimental investigations of the drying process of grainy materials also dryer designs. Established that use the propositional apparatus allow consid rably intensify of the drying process by means of gain relative velocity of solid and gas phases. The designing dryer was being assaying and was being applied on the bransh of building materials of the company „Finko“ (Kharkov).

Аннотация

Абелешев В.И. Разработка и исследование конвективной многосекционной сушилки плотного фильтруемого зернистого слоя. Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.17.08 - процессы и аппараты химической технологии. Харьковский государственный политехнический университет, г. Харьков, 1994 г.

Защищаются 3 научные работы и 3 положительных решения о выдаче патента РФ на изобретение, которые содержат математическую модель процесса сушки в плотном фильтруемом зернистом слое, теоретические и экспериментальные исследования процесса сушки зернистых материалов, а также конструкции разработанных аппаратов. Установлено, что применение предложенного аппарата позволяет значительно интенсифицировать процесс сушки путём увеличения относительной скорости твёрдой и газовой фаз. Разработанная сушильная установка прошла промышленные испытания и сдана в эксплуатацию на участке стройматериалов общества „Финко“ (г. Харьков).

Ключові слова: сушіння, інтенсифікація, щільний фільтрований зернистий шар, швидкість, тепло- й масоперенос, дифузія, волога, концентрація.

Відповідальний за випуск докт. техн. наук Успенський В.А.

Підп. до друку 23.01.1995 р. Формат 60 х 90 I/16

Папір друк. №1. Ум. друк. арк. 1,0. Обл.-вид. арк. 1,0

Тираж 90 прим. Зам. № 500.

Ротапринт Інституту проблем машинобудування НАН України

310046, Харків, вул. Пожарського, 2/10.

AB 31.893