

## 3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ ЛІСОВИРОБНИЧОГО КОМПЛЕКСУ

УДК 66.047

*Проф. Я.М. Ханик, д-р техн. наук; пошукувач Г.О. Мазяр;  
ст. викл. І.О. Гузьова, канд. техн. наук; асист. Я.Д. Ярош,  
канд. техн. наук – НУ "Львівська політехніка"*

### ГІДРОДИНАМІКА ПРИ СУШІННІ НЕРІВНОМІРНОГО НЕРУХОМОГО ШАРУ ДИСПЕРСНОГО МАТЕРІАЛУ

Наведено результати досліджень гідродинаміки при русі теплоносія через нерівномірний (клиноподібний) нерухомий шар дисперсного матеріалу.

**Ключові слова:** гідродинаміка, полідисперсний склад, гідравлічний опір, швидкість руху теплоносія.

*Prof. Ya.M. Khanyk; competitor H.O. Mazyar; senior teacher I.O. Huziyova;  
assist. Ya.D. Yarosh – NU "L'vivs'ka Politekhnika"*

### Hydrodynamics at the process of drying uneven steady-state layer of the dispersive material

The results of researches of hydrodynamics by the heatcarrier movement through the uneven (wedge-type) steady-state layer of the dispersive material are given.

**Keywords:** hydrodynamics, polydispersive content, hydraulic resistance, heatcarrier movement velocity.

**Постановка завдання.** Важливою стадією багатьох технологічних процесів, які застосовуються в хімічній та інших галузях промисловості є сушіння, на яке витрачається значна кількість енергоресурсів. Понад 80 % різноманітних продуктів, які підлягають сушінню, становлять дисперсні матеріали [3].

Одним з вискоєфективних методів є сушіння дисперсних матеріалів у щільному шарі. Суть такого методу полягає в профільтовуванні теплоносія в напрямку "шар вологого матеріалу – перфорована перегородка" під дією перепаду тисків. Цей метод має ряд істотних переваг: наявність механічного винесення вологи, контакт теплоносія з розвинутою внутрішньою поверхнею каналів у шарі матеріалу, відсутність стадії очищення теплоносія. Проте, для досягнення максимального ефекту від впровадження такого способу сушіння, необхідною умовою є створення рівної зовнішньої поверхні шару дисперсного матеріалу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Незважаючи на значні переваги методу сушіння дисперсних матеріалів у нерухомому шарі [2, 3], він має недолік, а саме в умовах багатотоннажного виробництва часто розподіл дисперсного матеріалу по перфорованій перегородці сушарки є нерівномірним. Таке явище призводить до нерівномірного протікання сушіння і, як наслідок, збільшення його тривалості. Таким чином, значно зростають енерговитрати на процес, які залежать від швидкості руху теплоносія крізь шар дисперсного матеріалу та його гідравлічного опору.

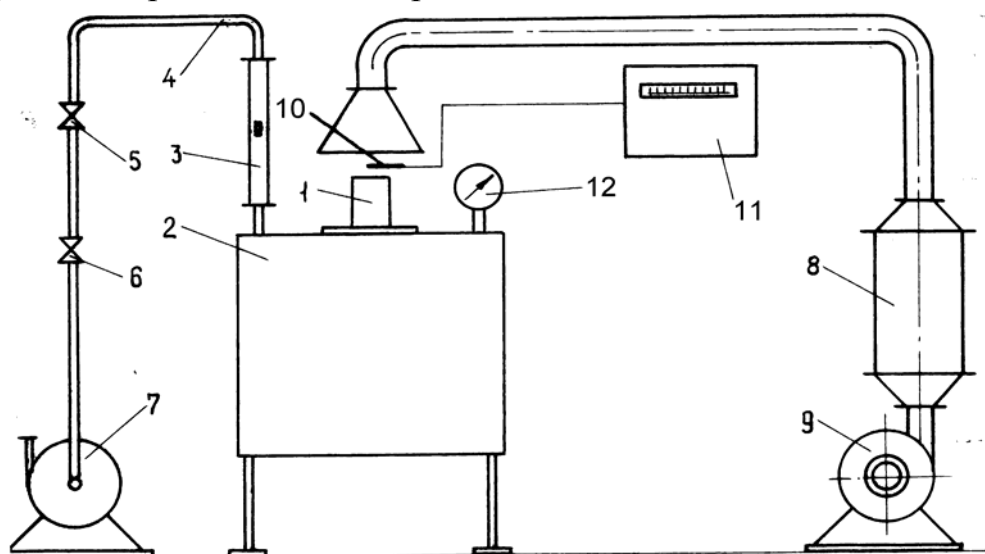
Нерівна зовнішня поверхня шару дисперсного матеріалу при сталій витраті теплоносія буде мати неоднаковий гідравлічний опір по всій довжині сушарки.

Формулювання мети статті. На основі експериментальних даних встановити розподіл гідравлічного опору через клиноподібний нерухомий шар дисперсного матеріалу (наприклад: піску), коли теплоносій рухається у напрямку "поверхня шару матеріалу → перфорована решітка". А також дослідити характер зміни гідравлічного опору сухого похилого шару дисперсного матеріалу по довжині.

Виклад основного матеріалу. Для встановлення характеру зміни гідравлічного опору через клиноподібний шар дисперсного матеріалу були проведені дослідження на установці, показаній на рис. 1. Дослідження проводились наступним чином:

За допомогою регулювального вентиля 5 (рис. 1) встановлювали певну витрату теплоносія при відкритому запірному вентилі 6. Для визначення втрат напору під час фільтрування теплоносія в процесі сушіння, завантажували в контейнер 1 сухий дисперсний матеріал (пісок) з певною наважкою та висотою шару, включали вакуумний насос 7. При цьому фіксували втрати напору вакууметром 12 та витрату теплоносія ротаметром 3. Після отримання експериментальних даних закривали запірний клапан 6, контейнер 1 знімали з установки і формували іншу висоту шару піску з певною наважкою.

Наступні досліди проводились аналогічно, висоти змінювались з кроком 5 мм, внаслідок була сформована похила поверхня шару піску з початковою висотою  $H = 70$  мм, довжиною  $L = 2$  м, кутом нахилу  $2^{\circ}$  (рис. 2). Таким чином була проведена ціла серія дослідів, де фіксувалася зміна гідравлічного опору похилої поверхні шару піску по всій його довжині. Регулювальний клапан 5 весь час лишався в тому самому положенні, отже, всі експерименти відбувалися при постійній витраті теплоносія.



**Рис. 1. Схема експериментальної установки:** 1 – контейнер; 2 – ресивер; 3 – ротаметр; 4 – система трубопроводів; 5, 6 – регулювальний і запірний клапани; 7 – вакуумний насос; 8 – калорифер, 9 – вентилятор; 10 – термореле; 11 – потенціометр; 12 – вакууметр

Характер зміни гідравлічного опору шару по всій його довжині зображено на рис. 3. Як і слід було очікувати, що зі зменшенням висоти клиноподібного шару його гідравлічний опір буде зменшуватися при сталій витраті теплоносія.

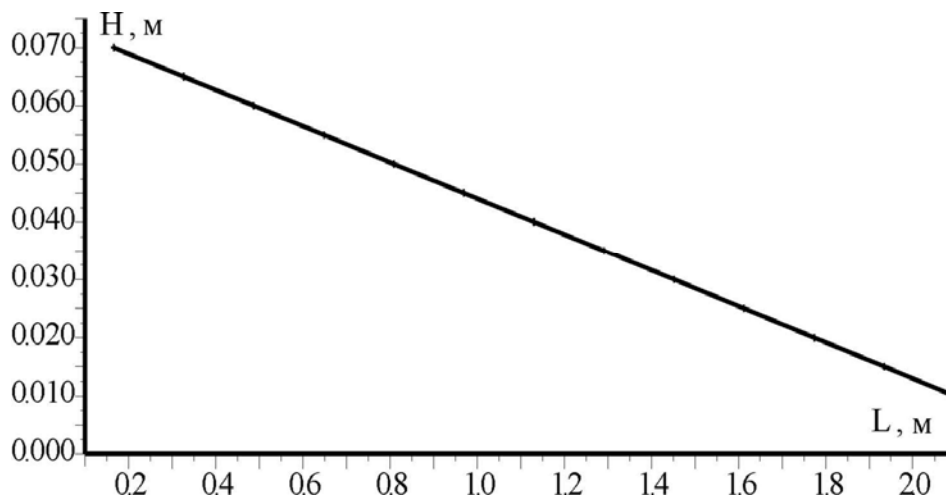


Рис. 2. Сформована похила поверхня шару піску висотою  $H = 70$  мм, довжиною  $L = 2$  м, кутом нахилу  $2^\circ$

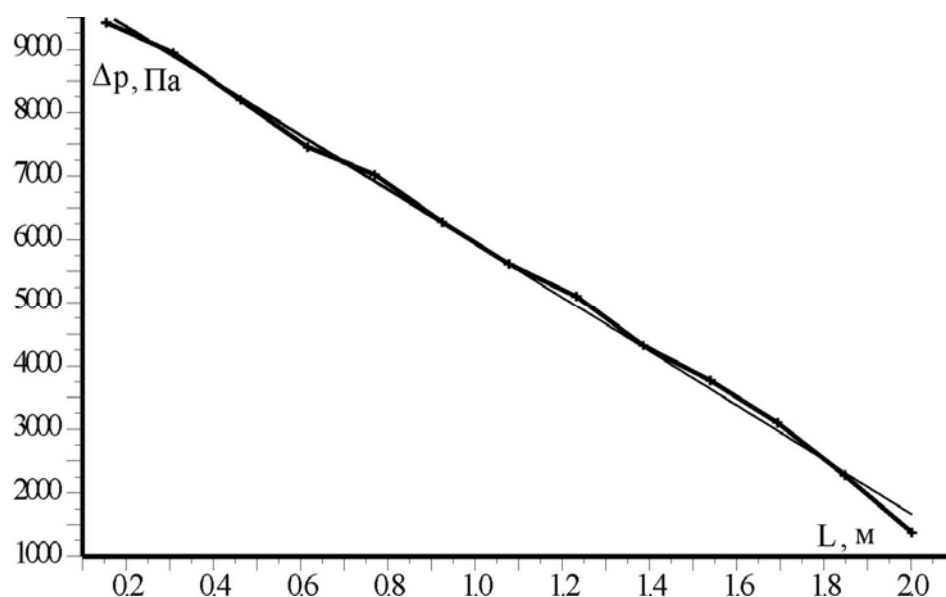


Рис. 3. Зміна гідравлічного опору шару по всій його довжині (висотою  $H = 70$  мм, довжиною  $L = 2$  м, кутом нахилу  $2^\circ$ ):  $\Delta P$  – гідравлічний опір окремих ділянок шару, Па;  $L$  – довжина сушарки

**Висновок.** Проведені дослідження дали змогу встановити характер зміни гідравлічного опору при сталій витраті теплоносія через клиноподібний шар дисперсного матеріалу.

Із результатів проведення досліджень гідродинаміки випливає, що нерівномірність шару матеріалу матиме негативний вплив на кінетику сушіння як з точки зору тривалості зневоднення, так і з точки зору збільшення питомих енерговитрат.

Негативний вплив на масообмінний процес буде зростати із збільшенням кута нахилу поверхні клину до перфорованої решітки.

## Література

1. **Аэров М.Э., Годес О.М., Наринский Д.А.** Аппараты со стационарным зернистым слоем// Химия. – 1979. – 176 с.
  2. **Ханык Я.Н.** Фильтрационная сушка плоских проницаемых материалов: Автореф. дис. ... д-ра тех. наук. – Львів, 1993. – 36 с.
  3. **Гузьова І.О.** Гідродинаміка та тепломасообмін при фільтраційному сушінні матеріалів кристалічної та аморфної структури: Дис. канд. техн. наук. – Львів, 2001. – 236 с.
- 
-