

УДК 66.047

О.В. Станіславчук, Я.М. ХаникНаціональний університет «Львівська політехніка»,
кафедра хімічної інженерії та промислової екології**ПРОБЛЕМИ СУШІННЯ ТЕРМОЛАБІЛЬНИХ
ПАСТОПОДІБНИХ МАТЕРІАЛІВ**

© Станіславчук О.В., Ханик Я.М., 2000

Наведено дослідження з кінетики сушіння термолабільних пастоподібних матеріалів (дріжджів) конвективним методом, конвективно-кондуктивним – в суцільному шарі матеріалу, а також конвективно-кондуктивним – з формуванням в суцільному шарі матеріалу штучної пористості.

The experimental results are presented for kinetics of drying of the yeast.

Сушіння таких об'єктів являє собою не тільки складну тепломасообмінну проблему, але й технологічну. Особливо це стосується таких матеріалів, як живі організми в стані ферментативної активності. Їх сушіння вимагає як невисокої температури так і певних гідродинамічних режимів.

Сьогодні такі матеріали сушаться по-різному, однак відсутні обґрунтування щодо доцільності їх використання. Дуже часто матеріали такого роду (дріжджі) сушать в сушарках з киплячим шаром, як одноступінчастих, так і багаступінчастих установок. Тривалість сушіння дріжджів у цих установках є достатньо велика, оскільки розміри частинок значно перевищують розміри, які рекомендовані для сушіння у таких апаратах. Разом з тим, має місце значне стирання підсушеного матеріалу і винесення його із зони сушіння. Існуючі методи очищення газового потоку від дрібнодисперсної фази не дають бажаного результату, що призводить з одного боку – до високих матеріальних втрат готового продукту, а з другого – до порушення однорідності певного штаму, що своєю чергою призводить до технологічних ускладнень та погіршення якості продукції.

З метою вдосконалення сушіння досліджуваного матеріалу, підвищення його якості (таких показників, як підйомна сила, мальтозна активність, сума кислот, кількість мертвих клітин), нами були проведені дослідження з кінетики сушіння інвективним методом, конвективно-кондуктивним у суцільному шарі матеріалу, а також конвективно-кондуктивним з формуванням в суцільному шарі матеріалу штучної пористості. Результати досліджень сушіння шару матеріалу конвективним методом графічно зображені на рис. 1, із якого видно, що процес характеризується наявністю першого та другого періодів, і швидкість сушіння у першому періоді залежить від температури і швидкості руху теплоносія.

Тривалість сушіння при допустимій температурі (36⁰С) для Н=2.5 мм, швидкості теплоносія 4,2 м/с становить 7260 с, для Н=2.5 мм і швидкості теплоносія 3,6 м/с становить 10500 с, а для Н=2,5 мм і w=2,4 м/с – 15600 с.

Порівняно з існуючими методами сушіння у киплячому шарі тривалість процесу при конвективному методі і Н=2.5 мм є значно меншою і разом з тим виключаються втрати матеріалу у навколишнє середовище, виникає можливість використання менш енергоємного та металоємного обладнання.

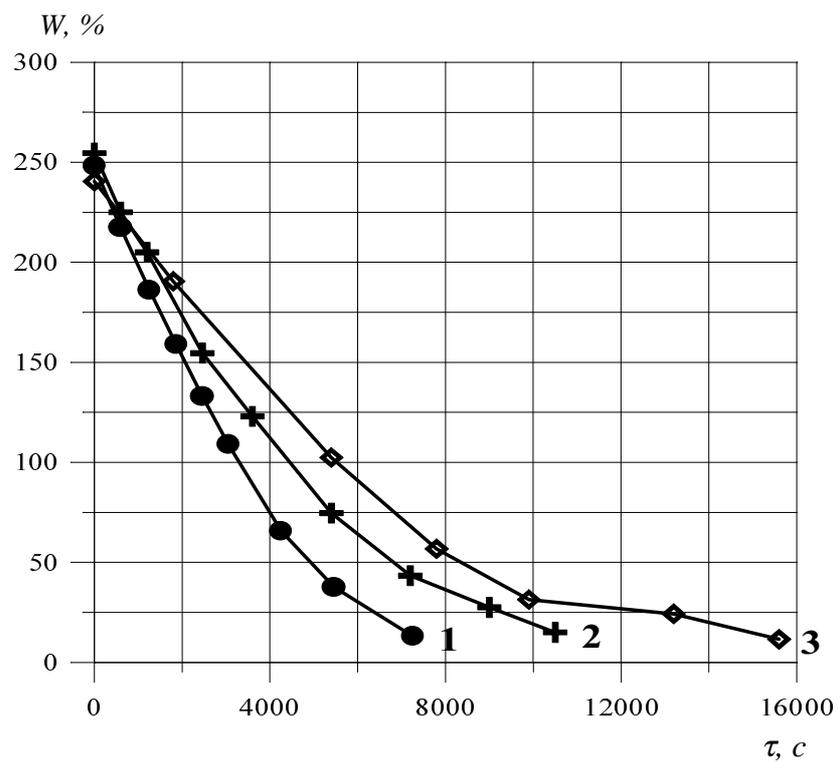


Рис. 1. Кінетика сушіння шару матеріалу дріжджів конвективним методом:
 1 – швидкість теплоносія 2,4 м/с; 2 – швидкість теплоносія 3,6 м/с;
 3 – швидкість теплоносія 4,2 м/с

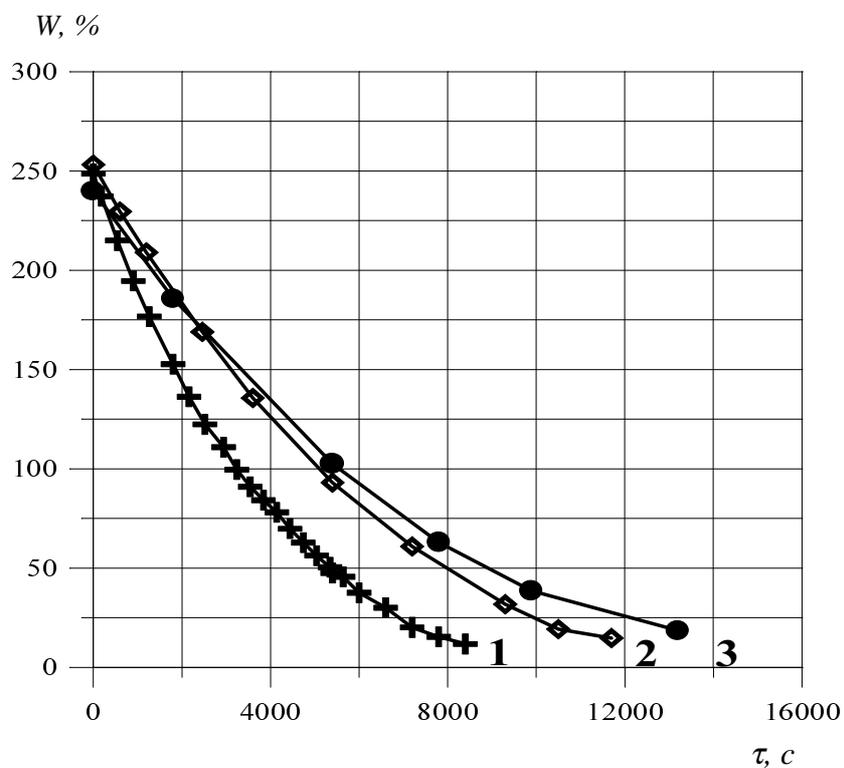


Рис. 2. Кінетика сушіння шару матеріалу дріжджів кондуктивним методом:
 1 – швидкість теплоносія 2,4 м/с; 2 – швидкість теплоносія 3,6 м/с;
 3 – швидкість теплоносія 4,2 м/с

При конвективно-кондуктивному сушінні, яке полягало у тому, щоб тепло до матеріалу підводилось кондуктивним методом, а випаровування вологи відбувалось на відкритій поверхні матеріалу. Результати досліджень такого типу сушіння показані на рис. 2 ($H=2.5$ мм; $T=36$ °C), з якого видно, що кінетичні криві за своєю формою аналогічні до вищенаведених при конвективному сушінні.

Необхідно відзначити певні особливості сушіння досліджуваного матеріалу конвективно-кондуктивним методом. У період постійної швидкості інтенсивність сушіння дещо перевищує аналогічну величину при конвективному сушінні. Однак у другому періоді інтенсивність сушіння є нижчою, ніж при конвективному. Таке явище можна пояснити так. У першому періоді за рахунок кондуктивного нагрівання шару внаслідок термодифузії і зменшення концентрації на відкритій поверхні шару концентраційна дифузія і термодифузія діють в одному напрямку від закритої до відкритої поверхні. Однак у міру сушіння шари матеріалу, що лежать ближче до відкритої поверхні, мають більшу концентрацію вологи, ніж у нижчих шарах, де матеріал значно змінює свій стан (пориста структура порушується) за рахунок замулювання мікропористої структури. Такі шари з високою концентрацією вологи чинять високий опір дифузії вологи до поверхні матеріалу. А це, своєю чергою, призводить до пароутворення у нижніх шарах матеріалу і виникнення «подушки» між металевою поверхнею і поверхнею матеріалу. Через певний проміжок часу з'являються тріщини на поверхні шару і порушується його цілісність, зростає вільний об'єм на верхньому відкритому шарі, а це також негативно впливає на вологопровідність верхніх шарів.

Тому можна вважати, що дослідження висушуваного матеріалу конвективно-кондуктивним методом при $H>3$ мм є недоцільним.

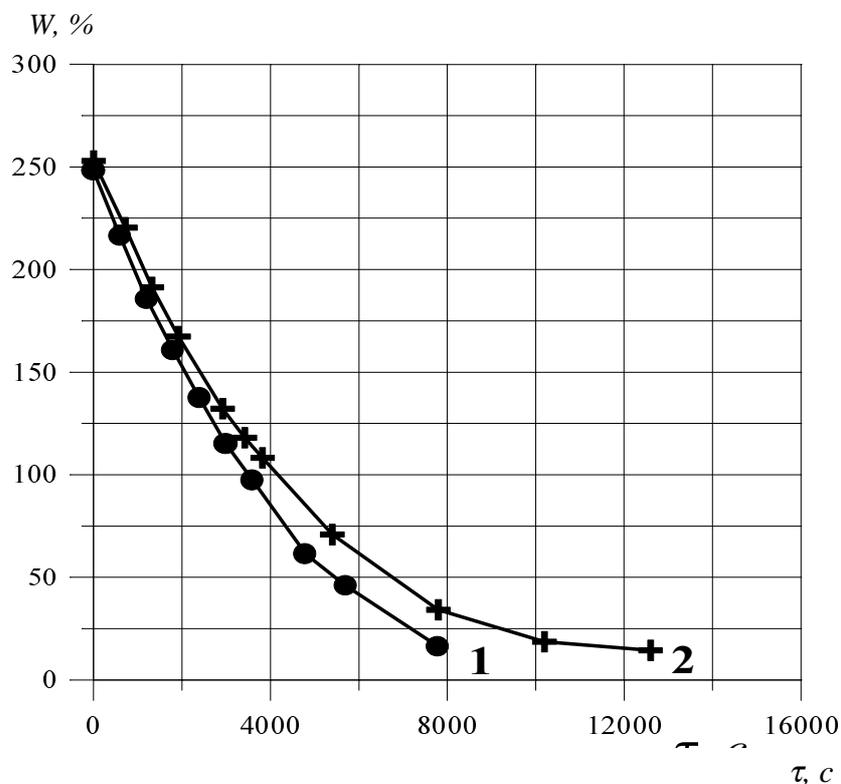


Рис. 3. Кінетика сушіння шару матеріалу дріжджів конвективно-кондуктивним методом ($t=36$ °C; $h=2,5$ мм; $w=4,1$ м/с):

1 – при створенні штучної пористості; 2 – суцільний шар

Цікавими є результати досліджень сушіння шару дріжджів при створенні штучної пористості у ньому шляхом утворення вертикальних каналів перпендикулярно до площини шару. Такі канали повинні відігравати роль макрокапілярів, якими пересувається паровий потік вологи з нижніх шарів до відкритої поверхні. Результати таких досліджень показані на рис 3, які свідчать, що навіть при незначному каналоутворенні швидкість сушіння перевищує аналогічну величину при звичайному конвективно-кондуктивному методі.

Результати досліджень з утворенням штучного вільного об'єму в шарі матеріалу дають підставу для проведення досліджень з сушіння таких шарів матеріалу фільтраційним методом, що з одного боку зменшить гідравлічний опір шару, а з другого – забезпечить високоінтенсивний масообмін по усій висоті шару.

Для усіх перерахованих випадків – дослідження кінетики сушіння конвективним методом; конвективно-кондуктивним і конвективно-кондуктивним з утворенням штучного вільного об'єму – отримані розрахункові залежності, які дають можливість прогнозувати процес сушіння.

Крім кінетичних залежностей нами проводились аналізи, які фіксували якість продукту. Заводські лабораторні аналізи показують, що активність готового продукту не є гіршою, а у деяких випадках кращою (вищою), ніж після сушіння на заводському пристрої киплячого шару. Отримані результати є основою для створення сушарок, які можуть бути використані у промислових умовах, режим роботи яких і їх конструкція впливають з отриманих кінетичних закономірностей.

УДК 66.047

В.М. Атаманюк

Національний університет «Львівська політехніка»,
кафедра хімічної інженерії та промислової екології

ГІДРОДИНАМІКА БЕЗПЕРЕРВНОГО ФІЛЬТРАЦІЙНОГО СУШІННЯ ХІМІЧНОГО ВОЛОКНА

© Атаманюк В.М., 2000

Проведено комплексне дослідження гідродинаміки безперервного фільтраційного сушіння вологих шарів хімічного волокна. Наведені залежності дають можливість розрахувати оптимальний час сушіння і швидкість фільтрування теплоносія.

The experimental results are presented for predicting hydrodynamics of the wet layers chemical fibres. To achieve the rate of filtration through the humid and dry parts of material constant the method of different perforation was used.

При безперервному фільтраційному сушінні хімічного волокна у зоні сушіння одночасно знаходиться вологий матеріал, який поступає у зону сушіння, та сухий матеріал, який її залишає. Для дослідження безперервного фільтраційного сушіння нами проводився такий експеримент. У зону сушіння поміщали п'ять контейнерів, у які завантажували зразки матеріалу з різною початковою вологістю (18 %, 40 %, 72 %, 124 %, 600 %). Сушіння проводили при 80 °С і $\Delta P = 980$ Па, товщина матеріалу – $H = 11 \cdot 10^{-2}$ м.