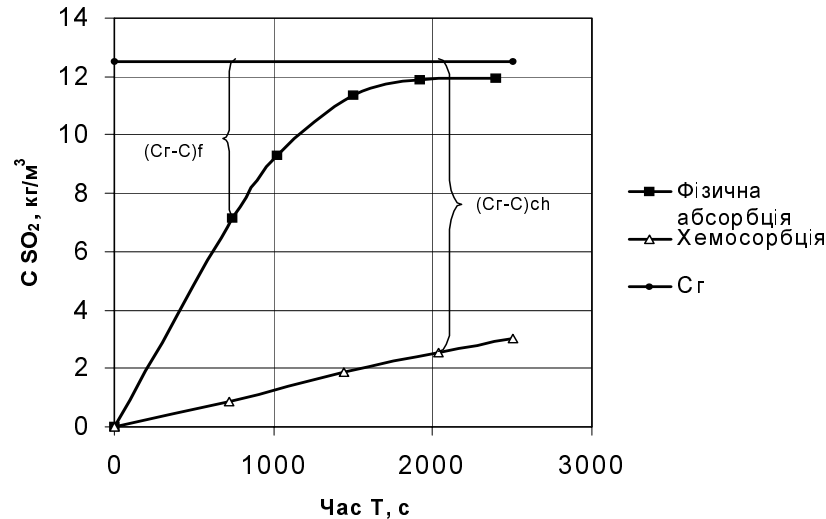


Залежність зміни концентрації  $\text{SO}_2$  в розчині з часом при фізичній абсорбції та хемосорбції для одного з експериментальних досліджень наведена на рисунку.



Зміна концентрації  $\text{SO}_2$  в розчині в процесі фізичної абсорбції та хемосорбції

Як видно з рисунку, величина  $E$  залежить від часу контакту газової фази з рідиною. При малому часі  $\tau$  рушійна сила фізичної абсорбції є досить велика, тому значення  $E$  буде малим (наприклад, для  $\tau=250$  с  $E=1,26$ ). Якщо процес фізичної абсорбції наближається до рівноваги (великий час  $\tau$ ), тоді значення  $E$  будуть великими (наприклад, при  $\tau=2\ 000$  с  $E=14,43$ ).

1. Мадоян А.А., Базаянц Г.В. Сероулавливание на ТЭС. К., 1992. 2. Рамм В.М. Абсорбция газов. М., 1976. 3. Данквертс П.В. Газо-жидкостные реакции. М., 1973.

УДК 66.047

Гузьова І.О., Ханик Я.М., Білецька Л.З.  
ДУ "Львівська політехніка", кафедра ХІПЕ

## ГІДРОДИНАМІКА ФІЛЬТРАЦІЙНОГО СУШІННЯ КРОХМАЛЮ

© Гузьова І.О., Ханик Я.М., Білецька Л.З., 2000

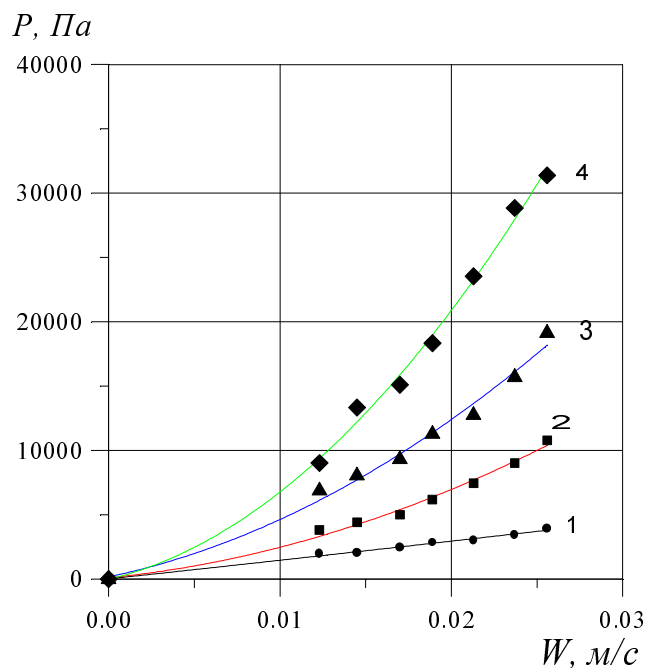
Запропоновано зміну існуючих методів сушіння крохмалю на фільтраційне сушіння. Проведено комплексне дослідження гідродинаміки сухого і вологого матеріалу.

The substitution of traditional drying methods on filtration drying of materials. The experimental results are presented for predicting hydrodynamics of the dry and wet layers.

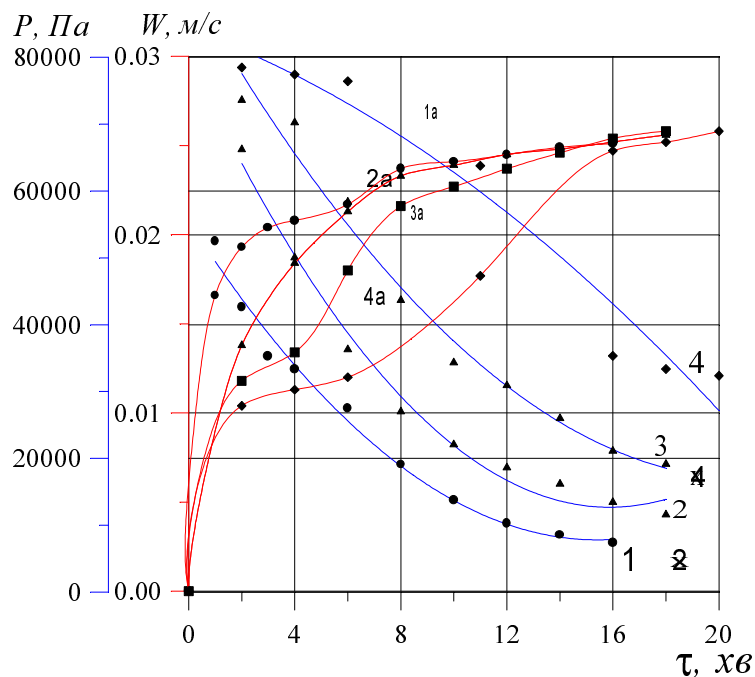
Фільтраційний процес сушіння як листових газопроникних, так і дрібнодисперсних матеріалів має цілу низку переваг перед іншими методами сушіння. Останнім часом зростає зацікавленість з боку промисловості в методах сушіння дрібнодисперсних газопроникних матеріалів, бо існуючі методи мають багато недоліків. Одним з них є значне винесення дрібнодисперсного матеріалу потоком теплоносія і проблема очищення газового потоку (барабанні сушарки, киплячий шар, фонтануючий шар). У деяких випадках втрата твердої фази досягає 20 % [1]. Разом з тим, інтенсивність сушіння, рівномірність процесу, якість кінцевого продукту не є високими.

Це стосується і сушіння крохмалю. Проблема ускладнюється і тим, що допустима температура теплоносія при сушінні крохмалю не повинна перевищувати 40 °С [2]. Забезпечити високу інтенсивність сушіння і високу якість кінцевого продукту при таких умовах існуючими методами практично неможливо.

Для вирішення цієї важливої для виробництва проблеми, було запропоновано фільтраційне сушіння крохмалю у щільному шарі, коли теплоносій рухається в напрямку “зовнішня поверхня шару – перфорована перегородка”. При цьому, не спостерігається винесення сухого матеріалу. Зростає внутрішня поверхня тепломасообміну, частково виноситься волога практично без затрати тепла. Інтенсивність сушіння навіть при такому низькотемпературному режимі зростає за рахунок як великої внутрішньої поверхні тепломасообміну, так і значних градієнтів концентрації вологи. Однак, фільтраційне сушіння має той недолік, що при значних висотах шару матеріалу, що сушиться, необхідно забезпечити відповідний перепад тисків, що пов'язано із значними енергетичними затратами [3]. Відомо, що фільтраційне сушіння носить зональний характер – процес тепломасообміну відбувається на елементарній товщині шару і рухається в напрямку руху теплоносія. Тобто в процесі сушіння одночасно існують сухий шар над зоною тепломасообміну і вологий шар

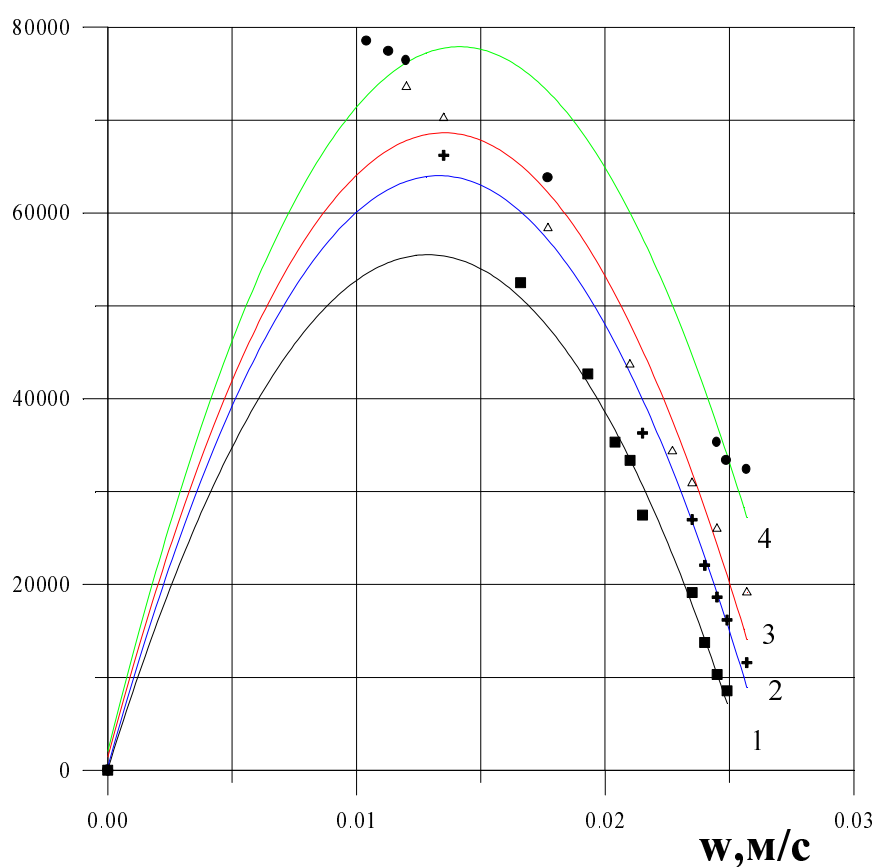


**Рис.1.** Зміна гідралічного опору шарів матеріалу різної товщини залежно від швидкості руху теплоносія.  
1 –  $H=0,5$  мм, 2 –  $H=1$  мм, 3 –  $H=1,5$  мм, 4 –  $H=2$  мм.



**Рис.2.** Зміна гідравлічного опору шарів вологого матеріалу (1-4) і швидкості руху теплоносія (1a-4a) залежно від часу.

1, 1a –  $H=0,5$  мм; 2, 2a –  $H=1$  мм; 3, 3a –  $H=1,5$  мм; 4, 4a –  $H=2$  мм



**Рис.3.** Зміна перепаду тисків різних шарів матеріалу залежно від зміни швидкості руху теплоносія.

1 –  $H=0,5$  мм; 2 –  $H=1$  мм; 3 –  $H=1,5$  мм; 4 –  $H=2$  мм

матеріалу під цією зоною. Водночас гідравлічний опір шару складається з опору як вологого, так і сухого матеріалу. Значною мірою можна зменшити енергозатрати за рахунок зменшення перепаду тиску. Це здійснюється шляхом видалення із зони тепломасообміну шару висушеного матеріалу. Такий процес мусить відбуватися синхронно, з поглибленням зони сушіння, тобто практично на межі сухий – вологий матеріал.

Для вирішення цього завдання необхідно провести комплексне дослідження гідродинаміки, динаміки і кінетики сушіння. Першим етапом такого комплексного дослідження є вивчення гідродинаміки як сухого, так і вологого матеріалу. Для цього було проведено серію досліджень, які свідчать про вплив збільшення товщини шару на його опір в певному діапазоні зміни швидкостей теплоносія (рис.1). Як і слід було очікувати, незначне збільшення шару дисперсного матеріалу призводить до різкого збільшення гідравлічного опору. Так, при швидкості 0,02 м/с і зростанні товщини від  $0,5 \cdot 10^{-3}$  до  $2 \cdot 10^{-3}$  м гідравлічний опір зростає з 3 000 до 20 100 Па, тобто майже в сім разів. Тобто, дослідження підтверджують думку про те, що при зворотній операції в процесі сушіння гідравлічний опір буде зменшуватися, а швидкість сушіння і енергетичні затрати будуть збільшуватися. Результати вивчення зміни гідравлічного опору і швидкості руху теплоносія крізь шар вологого матеріалу показано на рис.2, з якого випливає, що наші уявлення про механізм процесу сушіння є правильними. Тобто із зменшенням гідравлічного опору шару зростає швидкість руху теплоносія крізь матеріал, що власне підтверджує механізм фільтраційного сушіння. Отже, в промислових умовах при запропонованому методі сушіння зменшення гідравлічного опору і збільшення руху теплоносія буде відбуватися не тільки за рахунок зменшення висоти шару матеріалу, але й за рахунок зменшення вологості. Взаємозв'язок зміни перепаду тисків залежно від зміни швидкості руху теплоносія через шар показано на рис.3. Узагальнення отриманих результатів з врахуванням кінетики процесу сушіння покладені в основу обґрунтування параметрів процесу і конструктивних особливостей сушарки.

1. Муштаев В.И., Ульянов В.М. Сушка дисперсных материалов. М., 1988. 2. Разладин Ю.С., Сагань И.И., Стабников В.Н. Использование вторичных энергоресурсов в пищевой промышленности. М., 1984. 3. Ханик Я.М., Аль-Ашкар Ясер. Гідродинаміка фільтраційного процесу сушіння піску // Хімічна промисловість України. К., 1996. № 6. С.33.

УДК 553.061

Одноріг З.С., Мальований М.С.  
ДУ “Львівська політехніка”, кафедра ХІПЕ

## КИСЛОТНА МОДИФІКАЦІЯ КЛИНОПТИЛОЛІТУ

© Одноріг З.С., Мальований М.С., 2000

**Визначено ефекти фізичної та хімічної обробки на катіонний обмін та хімічну структуру клиноптилоліту. Значення катіонообмінної здатності коливаються в межах від 1 до 35 мг-екв / 100 г.**

**We determined the effects of physical and chemical treatment on cation exchange and chemical structure. Cation exchange capacity values ranged from 1 to 35 mg-eq/100 g.**