

Література

1. Пичугин А.П. Переработка нефти / А.П. Пичугин. – М.: Гостопттехиздат, 1960. – 182 с.
2. Суханов В.П. Каталитические процессы в нефтепереработке / В.П. Суханов. – М.: Химия, 1973. – 350 с.
3. Технические средства автоматизации химических производств: Справ. изд. / В.С.Балакирев, Л.А.Барский, А.В.Бугров и др. – М.: Химия, 1991. – 272 с.
4. www.siemens.ru/ad/as
5. Ульев Л.М. Экстракция потоковых данных на установке первичной переработки нефти на АВТ А12/2 при работе с вакуумным блоком / Л.М. Ульев, А.П. Юзбашьян // Вестник НТУ "ХПИ" – 2011 №21, с. 118-125
6. Ульев Л.М. Экономическое обоснование теплоэнергетической интеграции на установке первичной переработки нефти / Л.М. Ульев, М.А. Рахманиан // Вестник НТУ "ХПИ". Серія: Інноваційні дослідження в наукових роботах студентів. Х.: НТУ "ХПІ". 2013. - №55 (1028). С. 48-58
7. Вершинин О.Е. Применение микропроцессоров для автоматизации технологических процессов. Л.: Энергоатомиздат. 1989. – 208 с.
8. Микропроцессорные автоматические системы регулирования. Основы теории и элементы: Учеб. пособие / В.В.Солодовников, В.Г. Кльнов, В.А. Суханов, О.В. Шевяков; под ред. В.В. Солодовникова. – М.: Высшая школа, 1991. – 225 с.
9. Проектування систем автоматизації технологічних процесів: Навч. посібник / В.І.Тошинський, М.О.Подустров та ін. – Харків НТУ "ХПІ", 2006. – 412 с.

УДК 66.047

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ВИДАЛЕННЯ ВОЛОГИ З ЗЕРНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ В БАГАТОСТУПЕНЕВІЙ ГРАВІТАЦІЙНІЙ ПОЛИЧНІЙ СУШАРЦІ

Артюхова Н.О., асистент
Сумський державний університет, м. Суми

Наведено результати експериментальних досліджень кінетики видалення вологи з зернистих матеріалів в багатоступеневих поличних сушарках. Показано вплив конструкції багатоступеневої сушарки на ефективність кожного ступеню. Визначено зміни кінетичних параметрів процесу видалення вологи залежно від кута нахилу полиці. Результати досліджень можуть бути застосовані в методиці інженерного розрахунку гравітаційних поличних сушарок.

The experimental studies results of the moisture removal kinetics from the grained materials in multistage shelf dryers are presented. The influence of the multistage dryer design on the efficiency of each stage is shown. The changes of the kinetic parameters of moisture removal process depending on the shelf's angle are determined. The research results can be used in the engineering calculation methodology of gravitational shelf dryers.

Ключові слова: полична сушарка, кінетика, ефективність, конструкція

Процеси зневоднення дисперсних матеріалів досить ефективно можна здійснювати в апаратах з активним гідродинамічним режимом, до яких відносять багатоступеневі поличні сушарки зваженого шару [1,2].

При застосуванні активного гідродинамічного режиму в апараті істотно інтенсифікується технологічний процес без зниження економічної ефективності його роботи і забезпечується висока якість готового продукту з необхідною залишковою вологістю.

Підвищення активності гідродинамічної обстановки в сушильному апараті пов'язано із збільшенням міжфазних відносних швидкостей, рухливості і зіткнення частинок дисперсного матеріалу, а, відповідно, середнього коефіцієнта тепловіддачі, що інтенсифікує процес, однак вимагає зростання витрат. В кожному конкретному випадку необхідно вирішувати задачу оптимізації - пошуку умовного мінімуму витрат при накладенні ряду зв'язків, які визначаються з математичного опису сушильного процесу та ряду експериментальних досліджень. Для цього слід розглянути і порівняти оптимальні варіанти роботи декількох можливих для сушки даного матеріалу конструкцій багатоступеневої поличної сушарки зваженого шару.

Визначимо ефективність сушіння у вигляді простої експоненціальної функції, по аналогії з іншими описами тепломасообміну, хоча в принципі може бути використана інша емпірична, теоретична або інша адекватна апроксимація, яка враховує характер процесу [3]:

$$E_i = \frac{x_i - x_{i+1}}{x_i - b_{i+1}} = \frac{1 - \exp[-A_i \tau_i (1 + Q_i^{-1})]}{1 + Q_i^{-1}} \quad (1)$$

У чисельнику - різниця вологості матеріалу до й після сушіння (фактична), у знаменнику - максимальна різниця вологості матеріалу та сушильного агента (рушійна сила процесу), де $Q^{-1} = \frac{q}{Q}$ - відношення витрат дисперсного матеріалу, який висушують, до витрати сушильного агента на i -ому ступеню сушарки.

Для визначення максимальної ефективності процесу на кожному зі ступенів гравітаційної полицної сушарки в експериментальному стенді створені такі умови, при яких сушіння проводилось до моменту відсутності зміни вологості зернистого матеріалу. Відповідно до формули (1) можливо досягти одиниці в чисельнику при нескінченному часі перебування матеріалу на ступені. В такому разі в експериментальному стенді полиця встановлювалась горизонтально без розвантажувального зазору і проводився забір навівки зернистого матеріалу з визначенням його вологості.

Враховуючи теоретичні викладення і те, що на кожному зі ступенів властивості сушильного агента (вологість та температура) є різними, при постійному співвідношенні потоків зернистого матеріалу і сушильного агента у формулі (1) змінюється лише чисельник. Тому доцільним є визначення відносної ефективності процесу при постійному співвідношенні потоків.

Результати обрахунку максимальної різниці вологостей, які на кожному ступені сушарки відповідають максимальній ефективності, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Максимальна різниця вологостей, яка відповідає максимальній ефективності ступеню сушарки

Номер ступеню (по ходу матеріалу)	Максимальна різниця вологостей Δx , мас. долі
1	0,083
2	0,076
3	0,069
4	0,06

Відповідно до порядку проведення експерименту досліджено вплив таких конструктивних характеристик гравітаційної полицної сушарки на ефективність видалення вологи:

- кут нахилу полиці до горизонту;
- зазор між кінцем полиці та стінкою сушарки (розвантажувальний зазор);
- площа вільного перерізу полиці;
- діаметр отворів перфорації в полиці.

Також встановлено закон зміни параметрів потоків залежно від початкової температури сушильного агента.

Експериментальні дослідження проводились при зміні одного з параметрів, який досліджується, зі збереженням значення інших параметрів.

Результати досліджень по кожній конструктивній характеристиці гравітаційної полицної сушарки та температурі сушильного агента представлені у вигляді графічних залежностей, що відображають зміну вологості і температури зернистого матеріалу та сушильного агента. За результатами порівняння одержаних значень вологості зернистого матеріалу на кожному ступені сушарки та їх порівняння з даними табл. 1 побудовано графічні залежності, які відображають ефективність ступенів залежно від конструкції апарату.

Проаналізуємо вплив зміни конструктивних елементів полицної сушарки на характер зміни параметрів зернистого матеріалу та сушильного агента на прикладі кута нахилу полиці.

Зміна кута нахилу полиці до горизонту впливає на перерозподіл складових сили тяжіння: збільшення його призводить до збільшення скокуючої складової сили тяжіння і навпаки. При цьому необхідно враховувати, що кут нахилу полиці може мати мінімальне значення, яке відповідає куту природного відкосу матеріалу. Цей випадок було розглянуто, але внаслідок того, що в такому разі відбувалось руйнування матеріалу внаслідок перегріву, розрахунок ефективності не проводився. При такому значенні кута нахи-

лу матеріал висушувався з ефективністю, яка наближалась до одиниці, але його руйнування не дає можливості для застосування в якості товарного продукту.

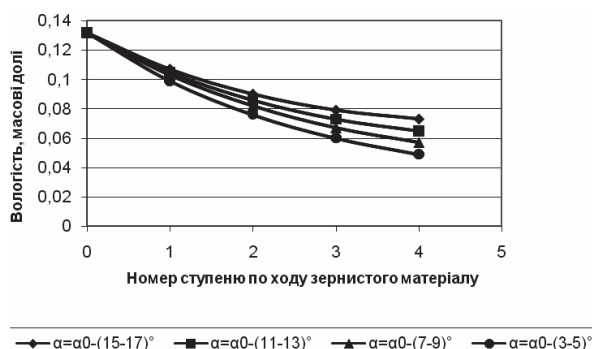


Рис. 1 – Вплив кута нахилу полиці на зміну вмісту вологи в зернистому матеріалі

При зменшенні кута нахилу полиці у вказаному на графічних залежностях діапазоні час перебування зернистого матеріалу поступово збільшується, що призводить до більш тривалого його контакту з потоком сушильного агента. Внаслідок цього відбувається більш повне видалення вологи з матеріалу і крутизна кривої, яка показує зміну вологи в ньому, збільшується зі зменшенням кута нахилу полиці (рис. 1), відповідно, збільшується крутизна кривої, яка показує зміну вологи сушильного агента по ступеням сушарки (рис. 2). Внаслідок збільшення часу контакту з сушильним агентом підвищення температури матеріалу відбувається інтенсивніше (рис. 3,4).

Загальна ефективність ступенів при зміні кута нахилу полиці відносно кута природного відкосу матеріалу, одержана за результатами аналізу даних зміни вологості зернистого матеріалу, наведена на рис. 5.

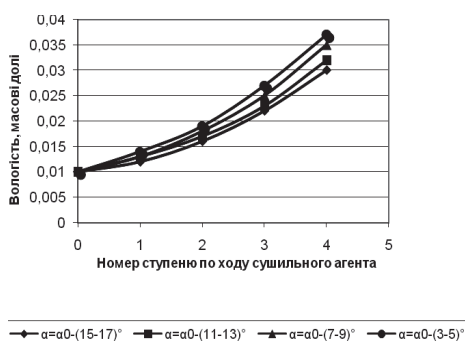


Рис. 2 – Вплив кута нахилу полиці на зміну вмісту вологи в сушильному агенті

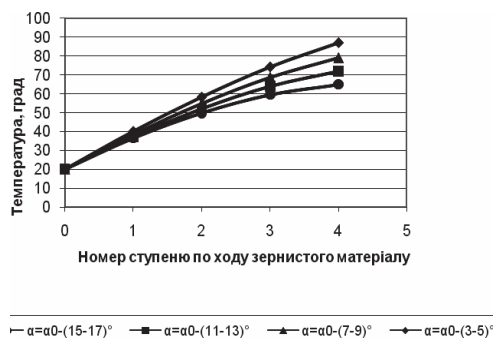


Рис. 3 – Вплив кута нахилу полиці на зміну температури зернистого матеріалу



Рис. 4 – Вплив кута нахилу полиці на зміну температури сушильного агента

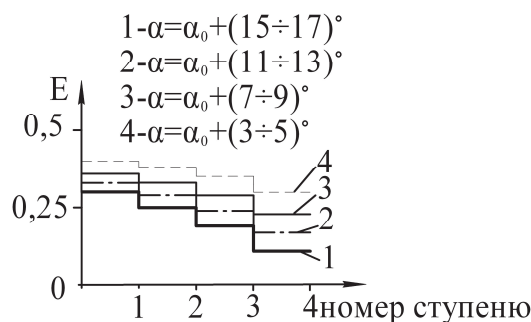


Рис. 5 – Вплив кута нахилу полиці на ефективність процесу сушіння

Аналіз наведених рисунків показує, що зміна характеристик зернистого матеріалу та сушильного агента відбувається за одним законом. З рисунків видно, що екстремум функції на графічних залежностях

тях відсутній, що пояснюється закономірностями кінетики конвективного сушіння – зміна параметрів контактуючих потоків у кожному з періодів відбувається монотонно, що підтверджується численними результатами експериментальних досліджень.

Накоплений експериментальний матеріал дозволяє підвищити ефективність кожного ступеню сушарки шляхом підбору оптимального кута нахилу полиці, який забезпечить необхідний час перебування дисперсного матеріалу в межах ступеню.

Одержані в результаті експерименту результати в подальшому стають частиною методики інженерного розрахунку багатоступеневих гравітаційних полицних сушарок.

Література

1. Артюхова Н.О. Гравітаційні полицні апарати для сушіння зернистих матеріалів / Н.О. Артюхова, М.П. Юхименко, М.О. Кочергін // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – Луганськ. – 2012. – № 17(188). – Ч.1. – С. 234-239.
2. Artyukhova N.A. Multistaged drying-classification apparatus of energy recovery / N.A. Artyukhova, N.P. Yukhimenko // II International Kazakhstan-Russian Conference on Chemistry and Chemical Engineering. – Karaganda, Kazakhstan. – 2012. – Vol. 1. – pp. 41-43.
3. Артюхова Н.О. Оцінка енергетичної ефективності багатоступінчастого конвективного сушіння концентратів і мінеральної сировини / Н.О. Артюхова, О.Б. Шандиба, А.Є. Артюхов // Науковий вісник Національного гірничого університету. – Дніпропетровськ. – 2014. - №1. – С. 92-98.

УДК 66.099

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ СЕПАРАЦІЇ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ ГРАНУЛ У ВИХРОВИХ ГРАНУЛЯТОРАХ

Артюхов А.Є., канд. техн. наук, доцент, Фурса О.С., студент,
Москаленко К.В., студент, Покотило В.М., провідний фахівець
Сумський державний університет, м. Суми

Наведено актуальність застосування вихрових апаратів в технології одержання гранульованих продуктів. Обґрунтовано можливість проведення процесів сепарації та класифікації під час проведення гранулювання у вихровому газовому потоці. Представлена експериментальна база для проведення досліджень, особливості конструкції газорозподільних пристроїв. Описано основні закономірності руху гранул у вихровому газовому потоці.

The relevance of the vortex devices usage in technologies for granulated products producing is shown. The possibility of separation and classification processes conducting during granulation in a vortex gas flow is determined. The experimental base for research, features of gas distribution devices design are presented. The basic regularities of granules motion in the vortex gas flow are described.

Ключові слова: вихровий гранулятор, класифікація, сепарація, експеримент

Серед різноманіття способів інтенсифікації теплообміну закрутка потоків робочих середовищ є одним з найбільш простих і поширених способів. Це пов'язано з тим, що застосування закручених потоків призводить до поліпшення ефективності тепломасообмінних процесів, вирівнюванню температурних нерівномірностей і стабілізації течій.

Важливими задачами, які потребують вирішення на етапі моделювання процесу гранулювання у вихрових апаратах, є:

- закономірності класифікації гранул в робочому просторі гранулятора;
- механізми сепарації дрібних гранул.

Мета роботи - вивчення гідродинаміки вихрових потоків в малогабаритних апаратах при проведенні процесів сепарації та класифікації гранул.

Гранулятори з постійною площею поперечного перерізу не забезпечують в повній мірі процеси класифікації гранул та сепарацію нетоварної фракції в об'ємі гранулятора. Це пояснюється тим, що в робочому просторі вихрового гранулятора зберігається постійність висхідної швидкості газового потоку, яка відповідає робочій швидкості руху гранули (або фракції гранул у вузькому діапазоні). Проводити процеси класифікації гранул в апаратах з постійною площею поперечного перерізу можливо у разі введення