

АНАЛІЗ СХЕМ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ВОЛОГИХ ДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У доповіді розглядаються різні типи обладнання для сушіння вологих дисперсних матеріалів, пропонується схема ефективної сушарки для зневоднення відходів харчових виробництв.

Ключові слова: барабанні, стрічкові, розпилювальні, конвекційні сушарки, вологі дисперсні матеріали, відходи харчових виробництв.

Abstract

The different types of the equipment for drying of damp disperse materials are considered in the report, the scheme of an effective dryer for dehydration of a waste of food manufactures is offered.

Keywords: drum-type, tape, spray, convective dryers, damp disperse materials, a waste of food manufactures.

Вступ

Процеси сушіння вологих дисперсних матеріалів є достатньо поширеними в різних галузях промисловості та сільського господарства. Зокрема, для вітчизняних підприємств харчової промисловості актуальною задачею є зневоднення таких відходів як спиртова барда, пивна дробина, буряковий жом, кавовий та ячмінний шлам, що також відносяться до вологих дисперсних матеріалів та після зневоднення можуть використовуватись як цінні високопоживні добавки до сільськогосподарських кормів або в якості палива [1]. Пропонований у роботі [1] спосіб віброударного зневоднення відходів харчових виробництв забезпечує їх кінцеву вологість в межах 20 – 25%, що дозволяє використовувати ці відходи як паливо та добавку до кормів, але без можливості їх тривалого зберігання. Якщо ж виникає потреба у перевезенні відходів на значні відстані або у зберіганні на складах, їх вологість не повинна перевищувати 8%, що змушує здійснювати додаткове сушіння відходів. У зв'язку із цим, виникає потреба у аналізі відомого обладнання для сушіння вологих дисперсних матеріалів для вибору найбільш раціонального або у створенні спеціальної сушарки для перероблення відходів харчових виробництв.

Результати дослідження

У роботі [2] наведені схеми основних видів обладнання для сушіння вологих дисперсних матеріалів.

Барабанні сушарки, незважаючи на їх просту конструкцію відрізняються досить великою матеріалоемністю і не забезпечують рівномірного сушіння всього об'єму оброблюваного матеріалу.

Стрічкові сушарки, особливо з декількома виконавчими елементами є значно складнішими, потребують створення особливого режиму для кожної робочої зони. Для підвищення рівномірності сушіння матеріалу їх оснащують перегрівачами. Основні параметри ефективності даного обладнання [2]: продуктивність за видаленою з матеріалу рідиною – 10 – 50 кг/(м²·год); витрати тепла на 1 кг випареної рідини - 6 – 7 МДж (1666,7 – 1944,4 кВт·год/т); витрати повітря на 1 кг випареної рідини – 20 – 30 кг.

Розпилювальні сушарки [2] забезпечують високу продуктивність робочого процесу але мають дуже значну енергоемність. Апарати даного обладнання, що забезпечують розпилювання (механічні або пневматичні форсунки, відцентрові розпилювальні диски) можуть забиватись частинками оброблюваного матеріалу, що змушує зупиняти обладнання та здійснювати їх періодичне чищення. Недоліком є також абразивне зношування розпилювальних апаратів.

У односекційних сушарок з псевдозрідженим шаром, незважаючи на компактність робочої зони досить великі загальні габарити, тоді як багатосекційні сушарки даного типу при порівняно невеликій матеріалоемності відрізняються помітно більшою конструктивною складністю [2].

Сушарка для зневоднення сульфата амонію [2] має просту конструкцію, але для її використання потрібно попередньо зневоднити матеріал до вологості 4%, що вимагає додаткових енерговитрат.

Як відзначається в роботі [2], вібраційні сушарки забезпечують істотну інтенсифікацію робочого процесу, оскільки дозволяють поєднати контактне та конвективне підведення тепла, що сприяє кращому видаленню вологи в тому числі з колоїдних матеріалів, до яких відносяться вказані вище відходи харчових виробництв. При роботі вібраційних сушарок у середовищі оброблюваного матеріалу створюється псевдозріджений або віброкиплячий шар [3]. Але запропоновані раніше конструкції обладнання даного типу основані на безперервному одноразовому проходженні оброблюваного матеріалу через робочу зону, таким чином, для забезпечення заданих показників його кінцевої вологості, необхідне інтенсивне підведення тепла, що збільшує енергоємність обладнання.

Пневматичні сушарки мають досить високі економічні та експлуатаційні показники [2], але у більшості випадків мають вузькоспеціалізоване призначення та вимагають відповідної підготовки оброблюваного матеріалу. Одноступінчасті та двоступінчасті пневматичні установки з трубами-сушарками являють собою складні і дорогі багатокорпусні технологічні комплекси і мають досить низький коефіцієнт використання займаного простору.

Більш досконалими слід вважати сушарки зі спіральними каналами для проходження суміші оброблюваного матеріалу та теплоносія [2]. Але використання даного обладнання є доцільним тільки для сушіння дрібнодисперсних попередньо зневоднених і добре диспергованих матеріалів оскільки в іншому випадку високо ймовірним є швидке забивання робочого каналу.

Циклонні сушарки [2] потребують складної системи підведення теплоносія, а також ретельного попереднього зневоднення та подрібнення оброблюваного матеріалу.

Комбіновані сушарки [2] є найбільшими за габаритами, мають досить складну конструкцію та високу вартість.

З врахуванням результатів вищенаведеного аналізу, обладнання для сушіння відходів харчових виробництв повинно оснащуватись пристроями для попереднього подрібнення оброблюваного матеріалу, наприклад, молотковими дробарками або дезінтеграторами [2], а також віброкамерами.

Нижче на рис. 1 наведена розроблена нами схема сушарки, що спеціально призначена для перероблення відходів харчових виробництв. Працює сушарка таким чином. Порція попередньо зневоднених до вологості 20 – 25% відходів подається по похилій трубі 8 через відкриту заслінку 7 до циліндра шнекового живильника 5 (заслінка 7 відкривається за допомогою гідроциліндра 6 і після завершення завантаження порції закривається). Шнек живильника, що приводиться в обертання за допомогою електродвигуна 24 та редуктора 23, подає відходи через насадку 4 з отворами, яка забезпечує їх подрібнення, до циліндра горизонтального шнекового живильника 3. Шнек останнього приводиться в обертання від електродвигуна 1 через редуктор 2 і подає відходи через насадку 9 для їх повторного подрібнення до робочої камери молоткової дробарки 10 [4]. Під час обертання ротора дробарки, закріплені на ньому молотки розбивають грудки відходів, частинки яких проходять через грубе сито 11 та потрапляють до робочої камери вібраційного подрібнювача 13. Дебалансні віброзбуджувачі подрібнювача безперервно обертаються і створюють просторові коливання його камери. Необхідні ступені вільності останньої забезпечуються за рахунок того, що з камерою дробарки 10 вона пов'язана гнучким гумовотканинним рукавом 12. Просторові рухи камери подрібнювача обмежуються чотирма пружинами 14, розташованими під кутами 90° одна відносно одної. Ці рухи забезпечують ефективне розпушування, розпорошування та попереднє підсушування відходів, що проходять через камеру подрібнювача і далі скрізь дрібне сито 15 рівномірно висипаються в основну камеру 17 сушарки. В трьох перерізах по висоті основної камери та під кутами 90° одне відносно одного в кожному перерізі установлені сопла 18 для подачі гарячого повітря. Таким чином, частинки відходів, що проходять через камеру 17 підсушуються у струменях повітря та падають на похиле дно камери. У випадку, якщо відходи після одноразового просушування у камері 17 досягають заданої вологості відкриваються електромагнітний замок 22 та утримувана ним кришка 20, через яку порція підсушених відходів скидається на стрічковий конвеєр 21. Далі кришка 20 піднімається у вихідне положення за допомогою поворотного електромагніта 19 та фіксується у замку 22. Якщо ж після одноразового проходження через камеру 17 відходи не досягли необхідної вологості вони повторно захоплюються шнеком живильника 5 та знову проходять скрізь насадки 4, 9, камеру молоткової дробарки 10, сита 11, 15, камеру подрібнювача 13 та камеру 17.

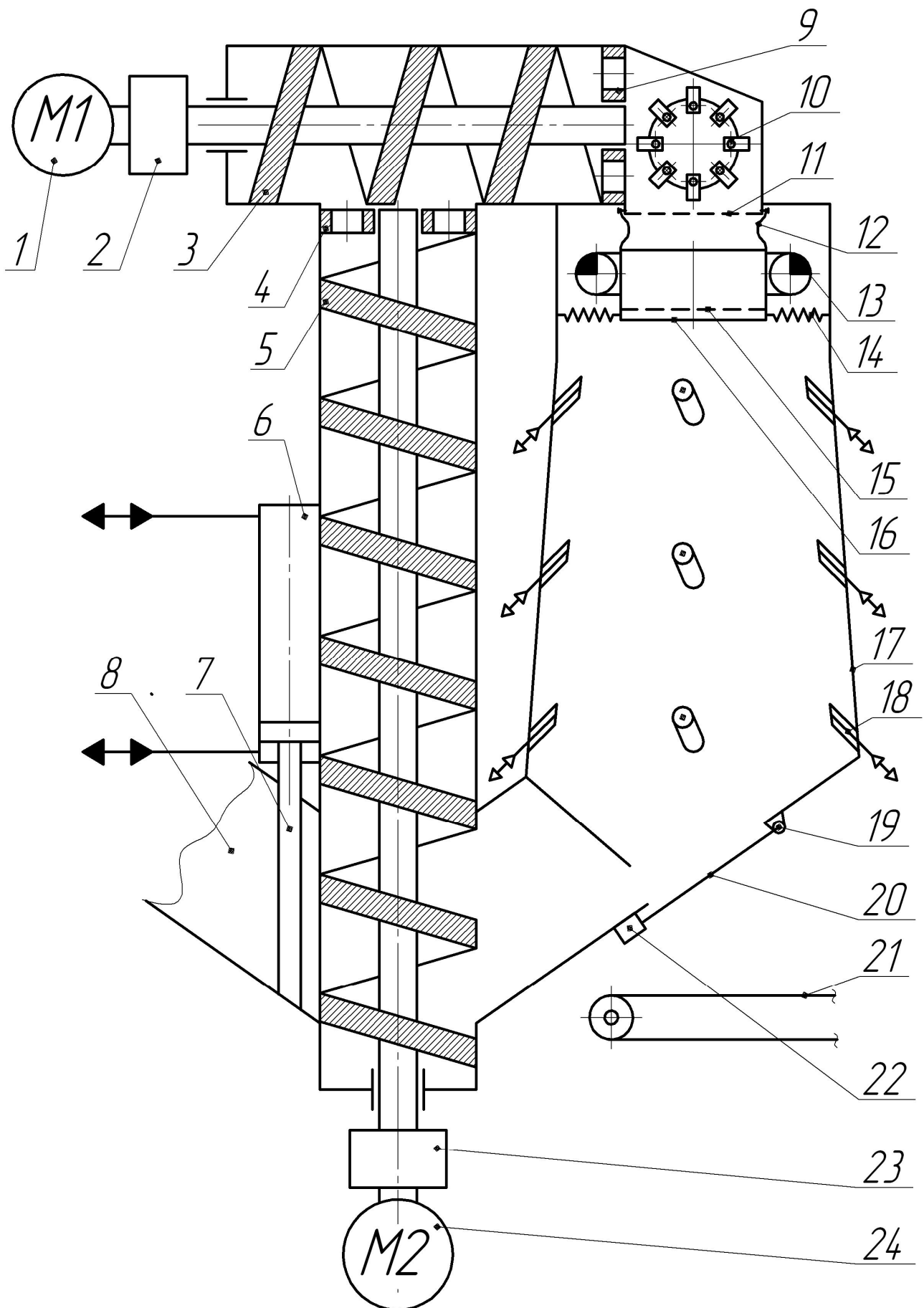


Рисунок 1 - Схема сушарки для перероблення відходів харчових виробництв

Висновки

1. Для ефективної утилізації відходів харчових виробництв, таких як спиртова барда, пивна дробина, буряковий жом, кавовий шлам потрібно здійснювати їх сушіння до вологості 8%, що дозволяє використовувати відходи як цінні добавки до сільськогосподарських кормів або в якості палива.

2. Відомі види обладнання придатного для сушіння вказаних відходів мають кожен свої недоліки, такі як: високі енергоємність або матеріалоємність, складність конструкції або експлуатації, що обумовлено дещо іншою спеціалізацією даних сушарок.

3. Аналіз останніх показав, що найбільш ефективними є вібраційні сушарки, що при роботі створюють у середовищі оброблюваного матеріалу псевдозріджений або віброкиплячий шар, в якому видалення рідини відбувається найбільш інтенсивно.

4. У зв'язку із цим, у доповіді пропонується сушарка, яка спеціально призначена для зневоднення відходів харчових виробництв і забезпечує декілька стадій їх механічного подрібнення та розпушування, в тому числі під впливом складно просторових вібрацій, що сприяє інтенсивному та з мінімальними енерговитратами видаленню з відходів рідини. Остаточне підсушування відходів здійснюється за допомогою струменів гарячого повітря. При тому у сушарці передбачена можливість багаторазового підсушування відходів, що дозволяє використовувати в якості сушільного агента навіть прохолодне повітря з основного виробництва, яке підігрівати є трубах, улаштованих навколо котлів, баків і резервуарів з гарячою основною або вторинною продукцією. Все це також дозволить суттєво знизити витрати енергії на сушіння відходів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Севостьянов И. В. Процессы и оборудование для виброударного разделения пищевых отходов. Монография/ И. В. Севостьянов. - Saarbrücken: LAB LAMBERT Academic Publishing, 2013. - 417 с.
2. Сажин Б. С. Основы теории сушки / Б. С. Сажин. – М. : Химия, 1984. – 320 с.
3. Гончаревич И. Ф. Вибрационная техника в пищевой промышленности/ Гончаревич И. Ф., Урьев И. Б., Талейсник М. А. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 279 с.
4. Антипов С. Т. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 1: Учеб. для вузов / С. Т. Антипов, И. Т. Кретон, А. Н. Остриков и др.; Под ред. акад. РАСХН В. А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2001. – 703 с.

Іван Вячеславович Севостьянов – доктор технічних наук, професор, професор кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ivansev70@gmail.com.

Ivan V. Sevostyanov – doctor of technical science, professor, professor of the industrial engineering department, Vinnitsa national technical university, Vinnitsa, ivansev70@gmail.com.