

Ляшенко А. В.

Інститут
технічної
теплофізики
НАН України

УДК 66. 047; 541. 18. 053

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ПРОЦЕСУ СУШКИ ВІДХОДІВ ПТАХІВНИЦТВА З МЕТОЮ ОТРИМАННЯ КОМПЛЕКСНИХ ДОБРІВ ДЛЯ РОСЛИН

В статті представлена технологія по утилізації органічних відходів птицеводства, включающая установку, работающую по способу совмещения процессов сушки и диспергации обрабатываемого материала. Приведены результаты экспериментальных исследований по кинетике сушки отходов птицеводства, проведенные в институте технической теплофизики НАН Украины. Получены новые данные по кинетике сушки и для создания методики расчета этих установок.

In this paper presented technology for utilization of organic offcuts of the poultry farming, including power plant working on the method of combination of processes of drying and pounding of the processing material. The results of experimental investigations for kinetics drying of waste poultry farming which conducted at Institute of Engineering Thermophysics of National Academy of Sciences of Ukraine have been leaded. The new data for kinetics drying and creation of method of calculation these power plants has been received.

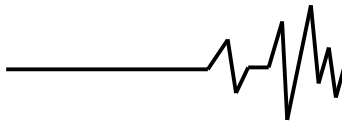
Вступ

На сьогодні швидкими темпами розвивається птахівництво, як в Україні так і в усьому світі. В Україні нараховується близько 250 птахофабрик різних форм власності та з різною кількістю птиці. За даними Держкомстату України станом на 1 січня 2008 р. нараховувалось майже 157 млн. курей. З них приблизно 55 % припадає на підприємства галузі. Це призводить до великого скупчення відходів птахівництва на обмеженій території, що представляє собою низку проблем з їх утилізацією та погіршує екологічний стан довкілля.

Відходами птахівництва перш за все являється курячий послід. Курячий послід [1, 2], представляє собою колоїдне капілярно – пористе тіло темно сірого кольору. У ньому містяться необхідні для живлення рослин

елементи в сприятливій кількості і поєднанні. В результаті діяльності мікроорганізмів, органічні сполуки посліду перетворюються на легкодоступну для рослин форму з додатковим накопиченням азоту, тому вони здатні засвоюватися рослинами навіть з повітря. За своєю дією на рослини, послід більше близький до мінеральних добрив, чим до гною. Проте, у відмінності від мінеральних добрив велика частина азоту і фосфору в ньому знаходиться в органічній формі. Фосфор, у курячому посліді, практично не закріплюється у ґрунті у вигляді фосфатів заліза, алюмінію або кальцію, а у міру мінералізації органічної речовини засвоюється рослинами. Тому фосфор посліду використовується краще в порівнянні з фосфором мінеральних добрив.

Але при його зберіганні та переробці виникає багато технологічних труднощів, особливо на великих птахокомплексах. Азот в



посліді знаходиться у формі сечової кислоти, яка швидко розкладається з утворенням аміаку. Свіжий послід дуже сильно окислює ґрунт, пригноблює мікроорганізми і гумус, порушуючи природну екосистему біоценозу. Він містить насіння бур'янів, збудників інфекцій і т.п. При випаровуванні посліду в повітрі утворюються оксид азоту і аміак - речовини викликають різкий неприємний запах і є забруднювачами навколишнього середовища. Послід має адгезійні властивості, що потребує додаткових затрат енергії при його обробці.

Сьогодні найбільш поширені наступні способи його обробки та утилізації: вивіз на поля нативного посліду, компостування, переробка на корм, застосування методів біоенергетики і нових технологій утилізації посліду.

Перші два способи сьогодні малоефективні і в основному використовуються у приватних невеликих господарствах. Третій спосіб набув деяке використання оскільки близько 40% живильних речовин корму не перетравлюється і виділяється з послідом. Одержаний продукт, що містить 20–30% сирого протеїну, в суміші з комбікормом додають у корм тваринам [3]. Цей спосіб вирішує частину проблеми але являється маловивченим і не досить ефективним для вирішення загальної проблеми зберігання та утилізації посліду і небезпечним у зв'язку з поширенням хвороб (наприклад пташиного грипу, туберкульозу і т. п.).

Методи, які використовуються за четвертим способом вирішують одразу декілька задач: збору і переробки відходів птахокомбінатів з уловлюванням і нейтралізацією шкідливих газів, отримання екологічно чистих добрив, а також з можливістю отримання біогазу [4,5].

В ІТТФ НАНУ також проводяться дослідження високотемпературної обробки курячого посліду з розробкою технології та устаткування. Найбільш перспективною та маловивченою на даний час являється технологія, що включає установку яка працює з суміщенням процесів сушки та диспергування. Переваги даного методу та можливості його використання описані в літературі [6].

Експериментальних даних з сушки відходів птахівництва за даним методом та методик розрахунку описаної установки у літературі не знайдено. Тому і були проведені дослідження для того, щоб отримати експериментальні дані для створення методики розрахунку та підтвердження можливості використання даного методу сушки для обробки відходів птахівництва.

Предметом досліджень був курячий послід з початковою вологістю $W=80\%$. Досліджувалась кінетика сушки частин курячого посліду у широкому діапазоні зміни теплових навантажень та розмірів частинок досліджуваного матеріалу.

Вплив температури та швидкості теплоносія на досліджуваний матеріал було проведено на експериментальному стенді, складеному з сушильної камери, електродвигача лабораторної SNOL 7,2/1100, ділянки підготовки теплоносія, відцентрового вентилятора, повітропроводу з регулюючою заслінкою, щита керування, контрольно – вимірюючих приладів. Були проведені експерименти при температурах теплоносія від 70 °C до 700 °C та його швидкостях від 1 м/с до 5 м/с, розмір частинок становив від 1 до 6 мм. У процесі сушіння, через визначені проміжки часу частини матеріалу звішувались на вагах фірми «AXIS» моделі А500. Частини досліджуваного матеріалу формувалися на алюмель – копелевому термоелектричному перетворювачі діаметром 0,3 мм, що дозволяло визначати їх поточну температуру. Для цього використовувався цифровий регулятор температури фірми «ENDA» марки ETC 442.

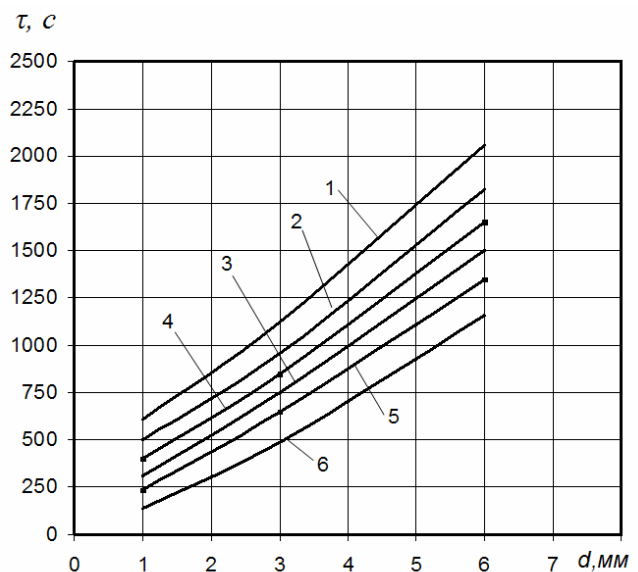
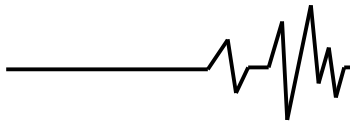


Рис. 1. Залежність часу сушки курячого посліду від розміру частин $t=f(d)$: 1 – при $T=70^\circ\text{C}$ і $V=1\text{ м/с}$; 2 – при $T=70^\circ\text{C}$ і $V=3\text{ м/с}$; 3 – при $T=70^\circ\text{C}$ і $V=5\text{ м/с}$; 4 – при $T=100^\circ\text{C}$ і $V=1\text{ м/с}$; 5 – при $T=100^\circ\text{C}$ і $V=3\text{ м/с}$; 6 – при $T=100^\circ\text{C}$ і $V=5\text{ м/с}$

Аналіз експериментальних даних (рис. 1) показує вплив температури теплоносія, його швидкості та розмірів частинок матеріалу на



тривалість процесу сушки при температурах від 70°C до 100°C та швидкості теплоносія від 1 м/с до 5 м/с. Так, збільшення швидкості теплоносія від 1 м/с до 5 м/с при його $T=70^\circ\text{C}$ привело до зменшення часу сушки для частин розміром 1 мм у 2 рази, для частинок розміром 6 мм у 1,4 рази. При збільшенні швидкості теплоносія при його $T=100^\circ\text{C}$ від 1 м/с до 5 м/с призвело до зменшення часу сушіння для частин розміром 1 мм у 2,9 рази, для частин розміром 6 мм у 1,48 рази. Збільшення температури теплоносія від 70°C до 100°C призвело до зменшення часу сушіння при $V=1$ м/с для частин розміром 1 мм у 1,53 рази для частин 6 мм у 1,3 рази. При $V=5$ м/с для частин розміром 1 мм час сушіння зменшився у 2,3 рази, для частин розміром 6 мм у 1,35 рази.

При збільшенні температури теплоносія від 200°C до 700°C (рис.2, 3), тобто у 3,5 рази, час сушіння зменшився для частин усіх розмірів. Так, для частин розміром від 1 до 3 мм приблизно у 10 разів. Частини розмірами від 4 до 6 мм у процесі їх сушіння при температурах 500°C та 700°C починали спалахувати не досягнувши рівноважної вологи.

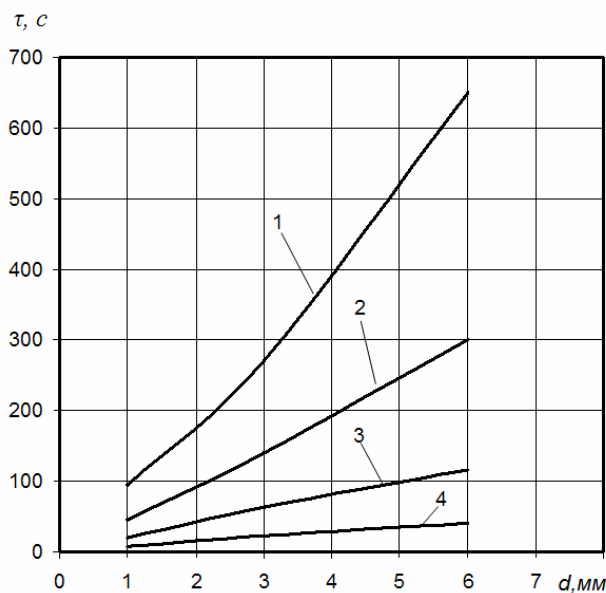


Рис. 2. Залежність часу сушки курячого посліду від розміру частин $\tau=f(d)$: 1 – при $T=200^\circ\text{C}$; 2 – при $T=350^\circ\text{C}$; 3 – при $T=500^\circ\text{C}$; 4 – при $T=700^\circ\text{C}$

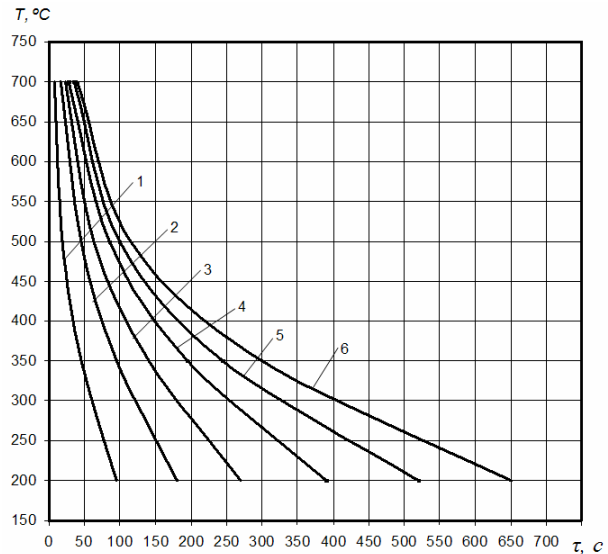


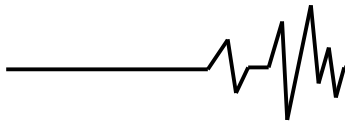
Рис. 3. Зміна часу сушіння частинок курячого посліду в залежності від їх діаметру та температури теплоносія $\tau=f(d; T)$: 1 – Ø1мм; 2 – Ø2мм; 3 – Ø3мм; 4 – Ø4мм; 5 – Ø5мм; 6 – Ø6мм

Загальний аналіз результатів дослідів підтверджує, що для максимальної інтенсифікації процесу сушки посліду необхідно здійснювати диспергування оброблюваного матеріалу на частини як можна меншої величини, у результаті чого збільшується поверхня тепломасообміну, зменшується час сушіння частинок, забезпечується швидкий вивід частинок потоком теплоносія із зони сушки. Це можливо виконати конструкцією робочої камери, яка забезпечує подрібнення матеріалу у процесі сушки по довжині камери.

В ІТТФ НАНУ розроблена і пройшла промислові іспити і дослідження установка для отримання комплексних добрив на основі відходів птахівництва, що працює за методом сполучення процесів подрібнення і сушки матеріалів.

При іспитах установки використовувався композиційний склад на основі відходів птахівництва і мінеральних добавок. Початкова вологість вихідної речовини досягала 85%. Ступінь заповнення обсягу робочої камери матеріалом - $12\pm 1\%$, швидкість кінців диспергуючих елементів - 7,6 м/сек.

При проведенні процесу сушки до кінцевої вологості сушіння $W=8...12\%$ було отримано порошок із гранулометричним складом, який наведено у таблиці.



Таблиця

Ситовий аналіз одержуваного порошкоподібного продукту

R 1,6 %	R 1,0 %	R 0,63 %	R 0,4 %	R 0,2 %	R 0,1 %	R 0,063 %	D 0,063 %
1,72	14,7	27,84	23,28	20,6	5,91	4,0	0,968

В окремих, спеціально поставлених експериментах на установці був організований стабільний режим роботи з одержанням на виході продукту у вигляді гранул. Розмір гранул складав 0,5 – 6 мм. Вологість гранул коливалася в межах 17 – 35%. Гранули досушувались у поличній сушарці до вологості 10 – 12%. Залежність вологості гранул від їхнього розміру наведено на рис. 4. Аналіз показує, що збільшення величини частинок від 0,5 до 6 мм приводило до збільшення вмісту вологості у них в 1,46 рази.

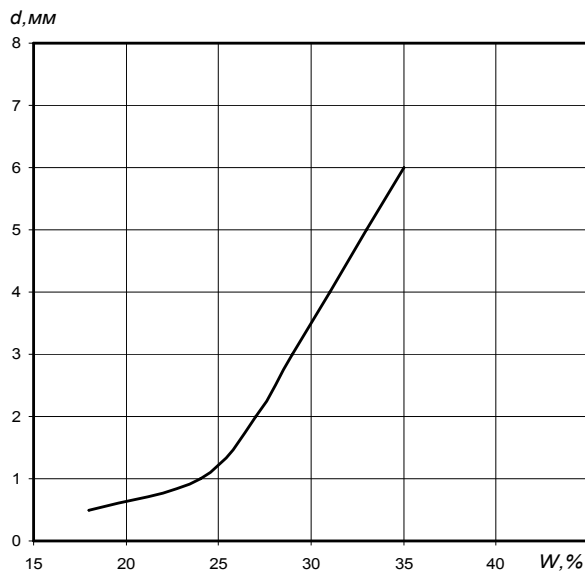


Рис. 4. Залежність вологості частинок посліду від їх діаметру $W=f(d)$

Висновки

У результаті проведених дослідів підтверджена можливість реалізації енергоресурсоефективної високотемпературної сушки відходів птахівництва при постійному оновленні поверхні тепломасообміну у закрученому потоці та отримані дані для створення методики розрахунку даних установок.

За час промислових іспитів на установці перероблено більш 300 тонн сировини. Іспити підтвердили, що процес сушки даного продукту можливий при температурах до 700°C з отриманням матеріалу у вигляді порошку або гранул величиною 0,5 – 6 мм. Аналізи показали, що в одержуваному матеріалі відсутні продукти термічного розкладання вихідної сировини.

Література

1. www.eco-en.ru.
2. Бацман В. Е. Технология промышленной сушки помета и повышение эффективности его использования // К., «Урожай», - 1974. – с. 53.
3. www.agro.sakha.ru.
4. Малофеев В. И. Термическая переработка помета // М., Колос, - 1981. – с. 153.
5. Пахарь Н. И., Донец С. М. Зарубежный опыт использования оборудования для переработки птичьего помета // Информация УкрНИИТИ // Серия 35, вып. 2, - 1981. – с. 12.
6. Ляшенко А. В., Процышин Б. Н., Гордиенко П. В., Фищук Н. У. Интенсификация процесса тепломассообмена при сушке термолabileльных пастообразных материалов // Промышленная теплотехника. – 2008. - №1. – с. 46 – 49.