



УДК 631.333.92:636.5

С. М. Григоренко, ас.

ORCID: 0000-0003-3818-2404

Р. В. Скляр, к.т.н.

ORCID: 0000-0002-1547-5100

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

e-mail: sergiy.grigorenko@tsatu.edu.ua, тел: 067-768-31-72

АДАПТИВНІ МЕТОДИ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ПТАХІВНИЦТВА

Анотація. Завдання розвитку агропромислового комплексу, в тому числі птахівництва, залишається питанням продовольчої безпеки країни. Утилізація курячого посліду відноситься до найбільш складних проблем, які гальмують бізнес. Масштаби розвитку галузі загострили її. Найбільші птахівничі господарства змушені займатися екологічними питаннями, тому що гігантські обсяги курячого посліду стають загрозою для навколишнього середовища. Токсичні відходи необхідно десь складувати. І будь-яке їхнє розміщення без знешкодження завдає удар по екології.

Існує багато технологій утилізації біоматеріалу - відходів птахівництва і тваринництва. В основному, використовується кілька видів: пасивне та інтенсивне компостування, в тому числі анаеробне зброджування, а також біоенергетичні методи.

Ключові слова: сушіння, послід, сублімація, сушарки, відходи птахівництва, конвекція.

Постановка проблеми. Технічне переозброєння сільського господарства, підвищення ролі науки у виробництві, створюють міцну базу для зростання ефективності промислового птахівництва при його всіякої інтенсифікації. Для створення нормальних санітарних і ветеринарних умов на птахівницьких підприємствах, а також, з метою збереження в курячому посліді основних поживних речовин, розроблені різні методи переробки. До найбільш відомих, і часто використовуваних можна віднести біотермічні, біологічні, хімічні методи, компостування, гідравлічну обробку. В останні роки розроблені нові методи переробки курячого посліду: сушка енергією НВЧ, механічне і термічне зневоднення. Сучасний підхід до вирішення будь-яких технологічних завдань у виробництві ґрунтується на принципах системного аналізу. Згідно з цими принципами переробку посліду слід розглядати як складну виробничу систему, що складається



з елементів різних рівнів деталізації, починаючи від фізико-механічних властивостей вихідного матеріалу, кінцевого продукту і закінчуючи окремими технологічними процесам. Процес сушіння посліду являє собою перенесення тепла і вологи в системі послід - вода - пар в результаті підведення до посліду теплоти. Рушійною силою сушки є різниця потенціалів, які визначаються через градієнти параметрів матеріальних потоків, що беруть участь в цьому процесі. Теплові процеси при переробці посліду об'єднані теплообмінними і масообмінними процесами. Вони протікають одночасно при попередньому нагріванні і сушінні посліду. Описуються ці процеси законами теплопередачі - знаннями про способи поширення теплоти і законами молекулярної дифузії. Швидкість їхнього протікання значно залежить від гідродинамічних умов, при яких здійснюється перенесення теплоти від агенту сушіння до висушеного посліду. Тому процес сушіння в значній мірі залежить від типу і конструкції сушарки. Найбільш поширеними є конвективний і кондуктивний (контактний) способи сушіння. Дуже мало застосовується сушка діелектрична - струмами високої частоти, сублимаційна - виморожуванням в вакуумі, радіаційна - інфрачервоним випромінюванням. Конвективну сушку здійснюють в потоці нагрітого сушильного агенту, що виконує одночасно функції тепло- і вологоносія, що забезпечує створення необхідної гідродинамічної обстановки в сушарці. Контактна сушка, на відміну від конвективної, відбувається за рахунок передачі тепла продукту, що висушується, через нагріту поверхню. Основною перевагою цього способу є значна інтенсивність, обумовлена високим коефіцієнтом теплопередачі між гарячою поверхнею і матеріалом, завдяки чому він швидко зневоднюється. При контактному сушінні значно менше потрібно витрат енергії, а сушильна установка порівняно проста за конструкцією і в обслуговуванні. Конвективну сушку здійснюють в потоці нагрітого сушильного агенту, що виконує одночасно функції тепло- і вологоносія, що забезпечує створення необхідної гідродинамічної обстановки в сушарці.

Аналіз останніх досліджень. Через розмаїття елементів сушарок і різноманіття способів підведення тепла і циркуляції повітря в сушильній камері немає єдиної класифікації сушарок. Р. Р. Слобідський намагався дати загальну класифікацію сушильних установок [3], використовуючи методику класифікації різних видів палива. Ця класифікація найбільш повно охоплювала різноманітні конструкції сушильних установок, проте вона виявилася настільки складною, що практичного застосування не отримала. Тому багато авторів - М. Ю. Лур'є, Г. К. Філоненко, П. Д. Лебедев, А. С. Гінзбург, А. Г. Касаткін - відмовилися від загальної класифікації сушильних установок і розглядають окремі групи сушарок відповідно до основних



ознак, що характеризують кожен групу [2-7]. П. Г. Романковим запропонована класифікація способів сушіння за гідродинамічним режимом і класифікація апаратів фонтануючого і киплячого шарів. Більш загальну класифікацію способів сушіння, яка застосовується в олійно-жировій промисловості, дав В.В. Белобородов, А.П. Рисін дає повну класифікацію вібраційних сушарок у напрямку траєкторії коливань, за конструкцією апарату, за конструкцією вібробудувачів, за способом енергопідводу, за призначенням установок [8,9]. Пропоновані класифікації виходять неповними і досить громіздкими. Класифікація сушарок сільськогосподарського призначення дається в роботах Н. В. Цуглінок, С. К. Манасяна, Н. Д. Демського [10-12].

Відома класифікація, яка дана В. М. Соловйовим [13] і А. В. Фесенко. Автори намагаються об'єднати класифікацію принципів і методів зневоднення з методами теплової сушки і класифікацією сушильних установок. В їх класифікації охоплюються тільки ті способи, які знайшли широке поширення в сільському господарстві. Класифікація сушарок дається практично лише для конвективного сушіння.

Формулювання мети статті. Аналіз адаптивних методів утилізації відходів птахівництва які використовуються в сільському господарстві.

Основна частина. Пропонується нова класифікація сушильних установок, використовуваних і рекомендованих до використання в сільськогосподарському виробництві (рис. 1). При цьому враховуємо особливість сучасного сільськогосподарського виробництва, а саме: створення спільного виробництва рослинницької або тваринницької продукції та її переробки. Пропонована класифікація сушильних установок ґрунтується на стані шару матеріалу і способу підведення енергії [1].

За способом передачі тепла матеріалу, що висушується, використовуються наступні методи сушки: конвективний, кондуктивний, сушку під впливом енергетичних полів, комбінований і рециркуляційний. Найбільше застосування в сільському господарстві, харчовій та хімічній промисловості отримав конвективний спосіб теплопередачі [2, 13].

Радіаційний метод. Радіаційний метод заснований на тому, що тепло надається насінню по-засобом теплових променів, тобто в результаті радіації. Розрізняють природну (сонячну) сушку і штучну сушку інфрачервоними променями.

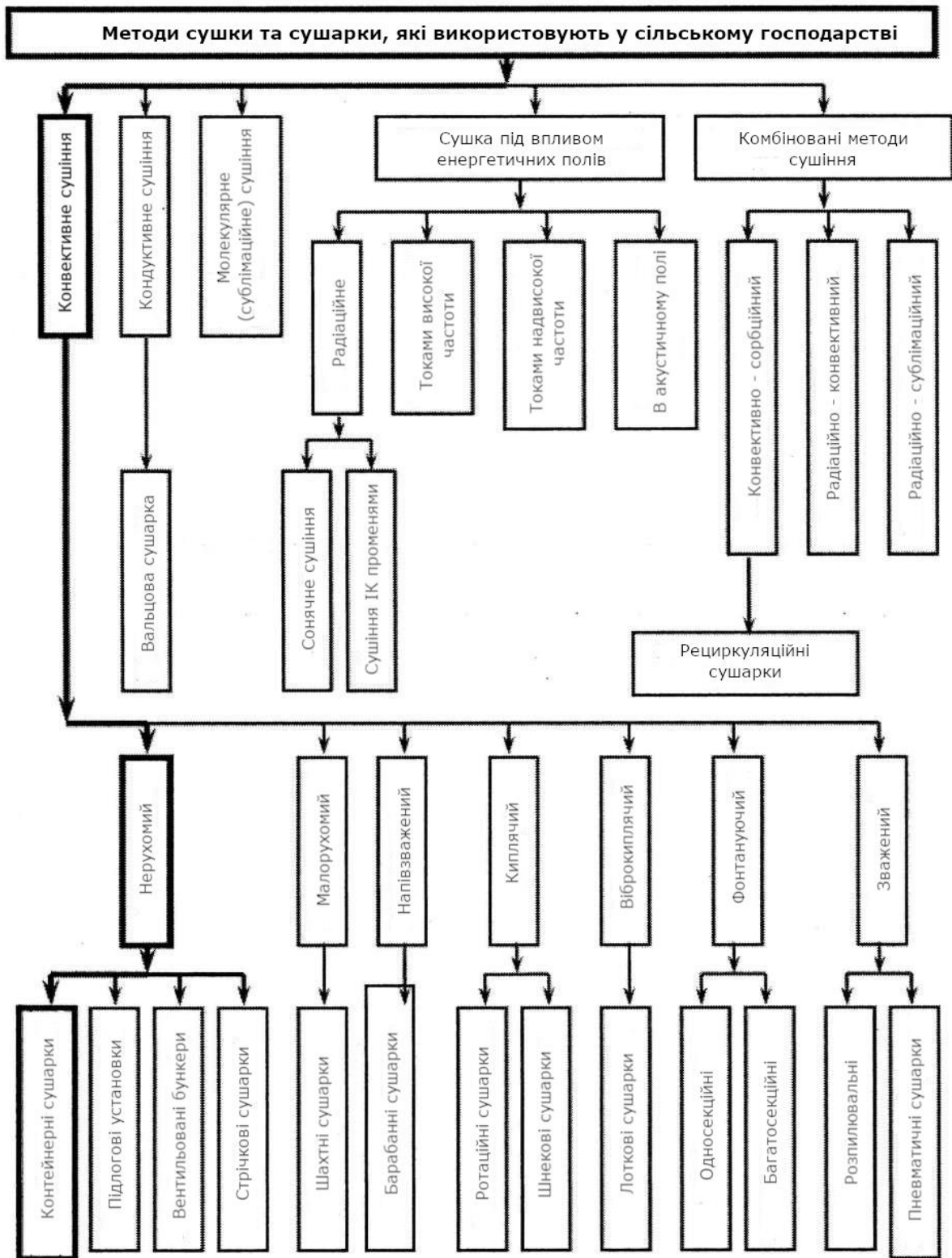


Рисунок 1. Класифікація методів сушки

Терморадіаційним способом слід вважати сонячну сушку із використанням штучно збільшеною щільністю сонячної сумарної радіації за рахунок її концентрації. Концентрація досягається за



допомогою лінійних геліоцентрів [14]. Перспективне використання геліоенергетичних систем у сільському господарстві для сушіння сіна, зернових і олійних культур [15, 16].

При сушінні інфрачервоними променями до матеріалу підводиться тепловий потік в 30-70 разів могутніше, ніж при конвективному сушінні [5]. Поверхня інфрачервоного випромінювання площею 1м² при температурі 700-900 ° С може передати енергію потужністю 40-45 кВт [17].

При штучній радіаційній передачі тепла насінню інфрачервоними променями поверхневий шар глибиною в 1-2 насіння нагрівається до температури 50 ° С протягом 1-2 хвилин. Слабка проникність шару посліду інфрачервоними променями призводить до нерівномірності нагріву і сушіння посліду в шарі. Високі витрати енергії: 1,5-2,5 кВт-год на 1 кг вологи, що випаровується, - обмежують застосування цього виду сушки [7].

Сушіння насіння в полі струмів високої частоти або надвисокої частоти. При сушінні струмами високої частоти випаровування відбувається у всьому обсязі тіла, і всередині частинок виникає градієнт загального тиску, який інтенсифікує перенесення вологи [5]. При сушінні надвисокої частоти найбільше застосування має частота 2450 МГц, при якій ККД 55-60% (максимальний 70%) забезпечує більш рівномірний розподіл енергії в обсязі нагрівальної системи; потужність магнетотронів 2,5-100 кВт.

Переваги сушки струмами високої частоти в порівнянні з конвективною і контактною складаються в можливості регулювання і підтримки певної температури всередині матеріалу і інтенсифікації процесу. Однак, (великі витрати електроенергії (від 2,5 до 5 кВт-год на 1 кг вологи), складне устаткування і обслуговування, підвищені вимоги до техніки безпеки обмежують застосування струмів високої частоти для сушки. Сушка ТВЧ і ТСВЧ дорожче конвективного в 3-4 рази. Тому сушка в полі струмів високої частоти отримала застосування тільки для товстих матеріалів, що важко сохнуть [18]. Проте в окремих випадках використовується застосування струмів високої частоти.

Сушка в акустичному полі. Сушка в акустичному (ультразвуковому) полі відноситься до комбінованих методів зневоднення: волога з матеріалу може віддалятися як у вигляді рідини, так і у вигляді пари. Частота вібраційних впливів на газове середовище при акустичному сушінні вимірюється кілогерц і досягає 250 кГц, хоча ряд дослідників віддають перевагу частотам 0,5-9,0 кГц [3]. Попередні дослідження по акустичному сушінні, проведені І. І. Поповим і А. П. Макаровим [9] (сушка солоду), В. В. Ченіковим і Д. П. Сухарём (сушка тютюну), свідчать про перспективність цього нового методу сушки. Попередні дослідження показали, що інтенсифікація процесу



сушіння може бути досягнута за рахунок впливу неоднорідного магнітного поля. Можлива поява нової області техніки сушіння - сушка в магнітному полі.

Класифікація за гідродинамічним режимом і станом шару. Конвективний метод сушіння можна класифікувати за гідродинамічним режимом і станом шару матеріалу, в такий спосіб: нерухомий вільний шар; нерухомий затиснутий шар; малорухливий тонкий шар; напівзважений шар, який переміщується; киплячий шар; аерофонтанний шар; вібропсевдоожижений шар; з висхідним гетерогенним потоком; сушка рідких матеріалів в розпорошеному стані.

Класифікація гідродинамічних режимів і сушарок в залежності від швидкості потоку газу, від діаметра частинок, при різній порозності шару (порозність – це відношення об'єму вільного простору між частками до об'єму шара) може бути представлена наступним чином [8]:

- при порозності 0,4-0,5 працюють сушарки в нерухомому вільно насипаному шарі. При цьому способі сушіння швидкість матеріалу дорівнює нулю, а швидкість агенту сушіння менше критичної швидкості частинок матеріалу.

- в інтервалі порозності 0,55-0,75 працюють сушарки киплячого шару. Ця область охоплює частинки діаметром від 30-40 мкм до 6-7 мм;

- при порозності 0,75-0,9 працюють аерофонтанні сушарки. У сушарках цього типу вдається обробляти матеріали, що містять частинки діаметром від декількох мікронів до декількох міліметрів;

- при порозності, близькою до одиниці, але при швидкостях, які декілька перевищують швидкість витання часток, працюють трубо-сушарки.

Сушку в товстому нерухомому шарі широко використовують в сільському господарстві в стаціонарних, напільно-переносних установках, вентиляованих бункерах, силосах елеваторів. Цей метод сушіння використовується при сушінні сіна [20]. Значно рідше використовуються жалюзійні, лоткові і стелажні сушарки в хімічній і харчовій промисловості.

У таких установках сушка матеріалу проводиться періодично при атмосферному тиску повітря. Для прискореного сушіння в насипу застосовують температуру теплоносія 35-45 ° С і питому подачу 1300-1500 м³/(ч-т). При висоті насипу 0,7 м, питомої подачі агенту 1500 м³/(ч-т) і його температурі 40-45 ° С тривалість процесу складе від 8 до 22 годин. Залежно від фактичної питомої подачі повітря (100-1200 м³/(ч-т) і його температури 35-45 ° С середня швидкість зниження вологості становить від 0,032 до 0,57% / год, витрати теплоти 8-20 МДж



/ кг випареної вологи. Мінімальна питома подача агенту при сушінні вологістю від 9 до 20% становить від 160 до 500 м³ / (ч-т).

Недоліком сушки в щільному малорухливому шарі є малий з'їм вологи (4-5% за пропуск). Він непридатний також для сушіння купи вологістю більше 20% з вмістом засмічених домішок більше 5%, який через погану сипучість зависає в шахті сушарки. У нерухомому або малорухомому шарі сушіння відбувається повільно і нерівномірно. Відносно невелика швидкість сушіння, при такому стані, може бути пояснена зменшенням поверхні контакту фаз на величину поверхні зіткнення між насінням і малою швидкістю руху сушильного агенту, яка обмежена опором шару. Нерівномірність сушіння - наслідок або неоднакового навантаження різних перетинів шару по сушильному агенту, або, як вказувалося, нерівномірності пересування матеріалу в сушарці.

Високовологий матеріал в цих агрегатах піддається дво-, а іноді триразовому сушінні, при цьому порушується поточність обробки, що значно ускладнює роботу з послідом, яке знову надійшло.

Широке поширення в сільськогосподарському виробництві отримали барабанні сушарки [21]. Нерівномірність сушіння матеріалу в напівзв'язаному стані, який переміщується, в барабанних сушарках пояснюється нерівномірністю його переміщення в цих сушарках. Час перебування посліду в сушильному барабані становить 15-20 хв, що дозволяє знизити вологість його за один пропуск на 3-5%. Тому через барабанну сушарку вологий послід треба пропускати 2-3 рази [13].

Використання вібропсевдоожигеного шару. Виникаючі при вібрації сили інерції, на відміну від гідродинамічних сил середовища, пропорційні не поверхні, а масі частинок [8, 22]. Оскільки при вібропсевдоожигені коливальний рух частинок переважає над поступальним, частинки інтенсивно переміщуються один щодо одного і порозність трохи нижче, ніж в разі киплячого шару. Поздовжнє переміщення частинок можна здійснити в режимі повного витіснення, що дозволяє отримати рівномірно висушений продукт. Так як при вібропсевдоожигені газом киплячий шар утворюється при швидкості потоку газу менше критичної, він менше залежить від параметрів середовища. Такий шар відрізняється рівномірною структурою і відсутністю газових бульбашок. Теплота до матеріалу може бути підведена через розташовані в шарі нагрівачі.

З метою зниження витрат енергії на сушку застосовують комбіновану сушку - струмами високої частоти і нагрітими газами. Витрата енергії в такому випадку може бути знижена в три рази.

Сушка з використанням вакууму. Позитивною особливістю сушки із застосуванням вакууму є можливість проведення процесу при більш низьких температурах сушильного агенту і нагрівання посліду,



що особливо важливо при сушінні насінневого матеріалу. Крім того, сушка у вакуумі відбувається більш рівномірно [15].

Негативними сторонами сушіння посіду із застосуванням вакууму є підвищена витрата енергії і підвищена вартість витрат на створення складних, герметичних установок, що працюють під вакуумом. У зв'язку з цим вакуумне сушіння може знайти застосування лише в результаті раціонального вирішення питань, що відносяться до конструкції установок.

Сублімаційне сушіння. Сублімаційне сушіння проводиться в глибокому вакуумі (залишковий тиск 1.0-0.1 мм рт. ст. або 133.3-13.3 Па) при низьких температурах [7]. Безпосередньо на сушку сублімацією витрачається помірна кількість тепла низького потенціалу (при температурі 40-50 °С), але сумарна витрата енергії та експлуатаційні витрати більше, ніж при будь-якому іншому способі сушіння, виключаючи сушку в полі струмів високої частоти. В даний час шляхом сублімації сушать головним чином цінні продукти, які не витримують звичайної теплової сушки і вимагають тривалого збереження їх біологічних властивостей (пеніцилін і деякі інші медичні препарати, плазму крові, високоякісні харчові продукти).

Сорбційна сушка. Сорбційна сушка призначена для зневоднення вологого насіння при контакті з гігроскопічними речовинами (сорбентами) або при змішуванні вологого і сухого насіння. Сорбційний спосіб застосовують головним чином при сушінні тих матеріалів, які не виносять нагрівання через розтріскування або втрати цінних властивостей. При сорбційному сушінні вологий матеріал змішують з вологопогливачем (силікагелем, хлористим кальцієм, осиковими плашками, тирсою та ін.) і витримують протягом тривалого часу [13]. Однак цей спосіб з деяким удосконаленням застосовується при рециркуляційному сушінні зерна і насіння соняшнику, коли сире зерно змішується з просушеним [24].

Рециркуляційний спосіб сушіння. Технологічним прогресом в зерносушінні вважається впровадження у виробництво рециркуляційних агрегатів. Технологія сушіння зерна в рециркуляційних зерносушарках докорінно відрізняється від технології сушіння в шахтних сушарках. Рециркуляційний спосіб сушіння заснований на змішуванні певної кількості сирого з великою кількістю сухого. Сушка здійснюється при чергуванні короткочасного нагрівання суміші (2-3 с) у висхідному потоці агенту сушіння з температурою 250-350 °С, зволоження нагрітої суміші, наступного охолодження і рециркуляції більшої частини просушеного. Градієнт температури і вологості збігаються за напрямком, і волога видаляється під впливом термо-вологодіагности і вологодіагности. За один



цикл сушіння видаляється порівняно невелика (близько 2%) кількість вологи.

Комбіновані способи сушіння. Крім розглянутих способів сушіння застосовуються різні комбінації цих способів [5].

Конвективно-високочастотна сушка застосовується для підвищення економічних процесів і зниження витрати електроенергії. Високочастотну установку включають або в другому періоді, коли швидкість сушіння зменшується, або періодично, для створення позитивно спрямованого температурного градієнта всередині матеріалу. Видалення вільної вологи здійснюється за рахунок підведення тепла від агенту сушіння. При цьому способі скорочується тривалість процесу і підвищується його економічність.

Радіаційно-високочастотна сушка скорочує тривалість процесу і витрати електроенергії, сприяє більш рівномірному розподілу всередині матеріалу тепла. Все це призводить до підвищення якості продукту.

Застосування комбінованого конвективно-радіаційного методу дозволяє інтенсифікувати процес сушіння в киплячому шарі при обмеженій температурі сушильного агенту.

Застосовують також інші комбіновані способи сушіння: контактний радіаційний, кондуктивно-конвективний, ін. Так, наприклад, швидке нагрівання у полі ТВЧ з випаровуванням вологи потоком нагрітого повітря дозволяє більш ніж у 2 рази скоротити витрату електроенергії (у порівнянні з високочастотним способом) і в 1,5-2,0 рази підвищити швидкість сушіння (у порівнянні з конвективним способом).

Сушка з проміжним підігрівом повітря по зонах. Сушарка, що працює за цією схемою, складається з ряду зон, у кожній з яких встановлено додатковий калорифер. Такий багаторазовий, або ступінчастий підігрів повітря в сушильній камері дозволяє не тільки вести сушку в м'яких умовах, але й забезпечувати більш гнучкі умови сушіння.

Сушка з частковою рециркуляцією відпрацьованого повітря. За цією схемою частина відпрацьованого повітря повертається і змішується перед зовнішнім калорифером зі свіжим повітрям, що поступає в сушарку. Різновидом сушіння з рециркуляцією є сушка із замкнутою циркуляцією (конденсаційна). Конденсаційна сушка використовується при необхідності проводити сушку в чистому, що не містить пилу, повітрі, а також при видаленні з висушуваних матеріалів цінних парів наведених розчинів.

Сушка з проміжним підігрівом і рециркуляцією повітря по зонах.

Цей варіант сушильного процесу поєднує переваги обох вище описаних способів і застосовується в тих випадках, коли



пред'являються високі вимоги до рівномірності сушки у вологому повітрі при відносно низьких температурах. Його доцільніше застосовувати в хімічній промисловості і при переробці ефіроолійних культур.

Барабанна сушарка. Барабанна сушарка містить циліндричний барабан, що встановлений з невеликим нахилом до горизонту і спирається за допомогою бандажів на опірні і упорні ролики, живильник та приймально-гвинтову насадку, насадку всередині барабана, вивантажувальний пристрій, вентилятор, циклон, на кінцях барабана встановлені регулюючі пристрої, привод барабана здійснюється від електродвигуна з редуктором. Насадка всередині барабана виконана у вигляді декількох гвинтових лопатей, що встановлені по внутрішньому діаметру барабана на всій його довжині з навивкою, що має захід згідно з обертанням барабана.

Поставлена задача вирішується тим, що барабанна сушарка, яка містить циліндричний барабан, що встановлений з невеликим нахилом до горизонту і спирається за допомогою бандажів на опірні і упорні ролики, живильник та приймально-гвинтову насадку, насадку всередині барабана, вивантажувальний пристрій, вентилятор, циклон, на кінцях барабана встановлені регулюючі пристрої, привод барабана здійснюється від електродвигуна з редуктором, відповідно до запропонованої корисної моделі насадка всередині барабана виконана у вигляді декількох гвинтових лопатей, що встановлені по внутрішньому діаметру барабана на всій його довжині з навивкою, що має захід згідно з обертанням барабана.

Висновок. Аналіз методів сушіння і конструкцій сушарок показав перспективність сушіння вторинної продукції птахівництва конвективним методом в нерухомому шарі контейнерної сушарки. Однак слід переглянути технологічні режими сушіння в товстому нерухомому шарі.

Список використаних джерел

1. Ткаченко А., Дидур В. Оборудование и технология сушки семян подсолнечника высших репродукций. Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2009. 160 с.
2. Boltianska N. I., Manita I. Y., Komar A. S. Justification of the energy saving mechanism in the agricultural sector. *Engineering of nature management*. 2021. №1(19). pp. 7–12.
3. Boltyansky O. V. The development of the pig industry and the competitiveness of its products. *MOTROL: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa*. 2012. Vol. 14, No 3. P. 164-175.
4. Boltianska N.I., Boltianskyi B.V. Reducing energy expenses in the production of pork. *WayScience*. 2021. P.1. C. 27-29.



5. Serebryakova N., Podashevskaya H. Use of three-dimensional computer visualization in the study of nanostructures. Минск: БГАТУ, 2020. С. 517-519.
6. Карпов Б.А. Технология послеуборочной обработки и хранения зерна. М.: Агропромиздат, 1987. 288 с.
7. Boltianska N., Podashevskaya H. Directions of automation of technological processes in the agricultural complex of Ukraine. Минск: БГАТУ, 2020. С. 519-522.
8. Skliar A. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plant. *MOTROL: Motoryzacja I Energetyka Rolnictwa*. Lublin, 2014. Vol.16. No2, b. P.183-188.
9. Рысин А.П. Научные основы техники сушки пищевых продуктов в виброкипящем слое и промышленное внедрение сушильных установок: автореф. дис. ... д-ра тех. наук: 05.18.12. М, 1990. 51 с.
10. Цугленок Н.В. Манасян С.К., Демский Н.В. Классификация зерносушилок сельскохозяйственного назначения. *Проблемы совр. аграр. науки*. Красноярск, 2008. С. 90-92.
11. Цугленок Н.В. Манасян С.К., Демский Н.В. Современное состояние и перспективы развития зерносушильной техники. *Проблемы совр. аграр. науки*. Красноярск, 2008. С. 66.
12. Манасян С.К., Цугленок Н.В., Демский Н.В. Зерносушилки сельскохозяйственного назначения: монография. Красноярск, 2007. 119 с.
13. Zhuravel D., Boltianska N. Integrated approach to ensuring the reliability of complex systems. *Current issues, achievements and prospects of Science and education: Abstracts of XII International Scientific and Practical Conference*. Athens. 2021. Pp. 231-233.
14. Хотін С.Ю. Перспектива використання геліоенергетичних систем у сільському господарстві південних районів України. *Аграрний вісник Причорномор'я*. Одеса, 1999-Вип. №1 (5). С. 43 - 54.
15. Грачёва Л., Груба Г. Способы и методы использования экологически чистой энергии. Симферополь: Таврия, 2004. 728 с.
16. Грачёва Л.И. Груба Г.И., Пробей В.Б. Голова Развитие солнечной энергетики в Украине. Симферополь: Таврия, 2005. 764 с.
17. Boltianska N. Directions of increasing the efficiency of energy use in livestock. *Current issues of science and education. Abstracts of XIV International Scientific and Practical Conference*. Rome. 2021. Pp. 171-176.
18. Барабанные сельскохозяйственные сушилки: Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2000. № 11. С. 13-15.
19. Komar A. Definition of priority tasks for agricultural development. *Multidisciplinary research: The XIV International scientific-practical conference*. Bilbao. 2020. Pp. 431-433.



20. Пятрушявичюс В. В. Любарский Активное вентилирование травяных кормов. Л.: Агропромиздат, 1986. 96 с.

21. Boltianska N. Measures to improve energy efficiency of agricultural production. *Social function of science, teaching and learning: Abstracts of XIII International Scientific and Practical Conference*. Bordeaux. 2020. Pp. 478-480.

22. Котов Б.1., Кіфяк В.В. Математична модель електронагріву зерна у рухомому віброзрізному шарі при комбінованому енергопідведенні. *Вісник ХНТУСТ*. Харків, 2007. Вип.58. С. 58 - 64.

23. Skliar A. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plant. *MOTROL: Motoryzacja I Energetyka Rolnictwa*. Lublin, 2014. Vol.16. No2, b. P.183-188.

24. Boltyansky B. Analysis of major errors in the design of pumping stations and manure storage on pig farms. *TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2016. Vol.16, No 2. P. 49-54.

S. Grigorenko, R. Skliar

Dmytro Motorny Tavria State Agrotechnological University

ADAPTIVE METHODS OF POULTRY WASTE DISPOSAL

Summary

The task of developing the agro-industrial complex, including poultry farming, remains an issue of the country's food security. Disposal of poultry manure is one of the most difficult problems that hamper a business. The scale of the industry's development has exacerbated it. The largest poultry farms are forced to deal with environmental issues, because gigantic volumes of poultry manure are becoming a threat to the environment. Toxic waste needs to be stored somewhere. And any of their placement without neutralization inflicts a blow on the environment.

There are many technologies for recycling biomaterial - poultry and livestock waste. Basically, several types are used: passive and intensive composting, including anaerobic digestion, as well as bioenergetic methods. The most interesting is the technology of converting poultry manure into dry fuel and obtaining heat energy. Dry chicken manure has almost the same calorie content as wood. With pre-drying combustion technology, manure is converted into a valuable fuel.

Development of a method and device for drying poultry manure and introducing new workshops for the production of dry poultry into the general technological chain of a poultry enterprise. litter, makes it possible not only to create a waste-free production, taking into account environmental and economic factors, but also to significantly increase the culture of production and the profitability of the industry.

One of the tasks in the preparation of organomineral fertilizers is to obtain a substance with high fertilizing properties, which is associated with various chemical transformations of the components being mixed. The processes for obtaining these products during the processing of manure consist of separate stages, which are subdivided into several technological operations. In turn, each of these operations consists of elements that represent a complete action to change the state of the litter being processed. This provides for the implementation of manual, machine, automatic and operator



operations, the ratio of these operations depends on the perfection of this process.

Key words: drying, manure, sublimation, dryers, poultry waste, convection.

С.М. Григоренко, Р.В. Скляр
Таврический государственный агротехнологический университет
имени Дмитрия Моторного

АДАПТИВНЫЕ МЕТОДЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПТИЦЕВОДСТВА

Аннотация

Задача развития агропромышленного комплекса, в том числе птицеводства, остается вопросом продовольственной безопасности страны. Утилизация куриного помета относится к наиболее сложным проблемам, которые тормозят бизнес. Масштабы развития отрасли обострили ее. Крупнейшие птицеводческие хозяйства вынуждены заниматься экологическими вопросами, потому что гигантские объемы куриного помета становятся угрозой для окружающей среды. Токсичные отходы необходимо где-то складировать. И любое их размещение без обезвреживания наносит удар по экологии.

Существует много технологий утилизации биоматериала - отходов птицеводства и животноводства. В основном, используется несколько видов: пассивное и интенсивное компостирования, в том числе анаэробное сбраживание, а также биоэнергетические методы.

Ключевые слова: сушка, помет, сублимация, сушилки, отходы птицеводства, конвекция.