



УДК 631.365.2

DOI: 10.31388/2220-8674-2020-2-14

ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО СУШІННЯ ПТАШИНОГО ПОСЛІДУ

Скляр О. Г., к.т.н.

ORCID: 0000-0002-0456-2479

Скляр Р. В., к.т.н.,

ORCID: 0000-0002-1547-5100

Григоренко С.М., асистент

ORCID 0000-0003-3818-2404

*Таврійський державний агротехнологічний університет**імені Дмитра Моторного**e-mail: radmila.skliar@tsatu.edu.ua*

Постановка проблеми. Розвиток птахівництва в Україні, який в останні роки значно інтенсифікувався, супроводжується рядом негативних наслідків [1-4]: забрудненням атмосфери пиловими викидами та емісією шкідливих газів; утворенням у значних об'ємах стічних вод, які містять небезпечні забруднення (ксенобіотики та іони амонію); накопиченням твердих відходів (посліду та інших продуктів життєдіяльності птахів); мікробіологічним забрудненням довкілля та, як наслідок – погіршенням епізоотичної ситуації; вилученням значної кількості сільськогосподарських угідь під птахофабрики та їх інфраструктуру; погіршенням стану біорізноманіття. Погіршення стану екологічної безпеки в зоні діяльності інтенсивного промислового птахівництва [6,7] вимагає розроблення системи комплексних заходів для мінімізації цієї екологічної небезпеки, які одночасно забезпечили б санітарно-гігієнічні умови утримання птиці. Однак при зберіганні пташиного посліду в переробленому вигляді на відкритому майданчику протягом 3...4 місяців втрачається до 50...60% азоту.

При прискореному і своєчасному сушінні посліду втрата азоту не перевищує 4...6% [6,7]. Слід зазначити, що для сушіння придатний послід вологістю 58...62%. При більшій вологості послід має високі адгезійні властивості, тим самим скорочуючи робочий об'єм апаратів, прилипаючи до його стінок. Додавання тирси і соломи до посліду вологістю понад 65% або його зневоднення до бажаного результату не приводить.

Аналіз останніх досліджень. Питаннями сушіння займалися такі видатні вчені як М. Ю. Лур'є, А. В. Ликов, А. П. Ворошилов, С. Д. Птіцин, Б. І. Котов, В. А. Дідур, А.А. Ляшенко, О.В. Шеліманова [6,7]. У результаті таких досліджень були розглянуті питання балансу вологи, витрати повітря та тепловий баланс. Однак питання, що



присвячені сушінню пташиного посліду, вивчені не достатньо для впровадження в умовах виробництва.

Обґрунтовано, що термічна обробка пташиного посліду в сушильних установках - найбільш ефективний спосіб переробки цього цінного органічного добрива [8-11]. При термічному сушінні маса сирого пташиного посліду зменшується в 3...4 рази, а фізичні властивості сухого добрива дозволяють вносити його в ґрунт практично всіма машинами, які призначені для розкидання мінеральних добрив. Сушіння посліду при температурі теплоносія 600...800 °С сприяє знищенню патогенних бактерій, яєць гельмінтів і насіння бур'янів. В процесі термічної обробки сирій послід перетворюється в сипучу речовину вологістю 12...14%. З 1 т посліду вологістю 65...70% виходить до 300...350 кг сухого продукту [6,7]. Термічно висушений пташиний послід не має неприємного запаху і може бути фасований в паперові або поліетиленові мішки.

Формулювання мети статті. Аналіз існуючих установок для сушіння посліду та розробка конструкції сушарки для отримання якісних органічних добрив.

Основна частина. При обмежених земельних ресурсах або їх відсутності птахівницькі підприємства зазнають великих екологічних та організаційних проблем, які пов'язані з тим, куди реалізувати значні об'єми посліду, що накопичуються. В цьому випадку технологічні прийоми переробки посліду [10,11] повинні забезпечувати значне скорочення його об'ємів та отримання екологічно безпечного готового продукту.

Термічне сушіння посліду відбувається в спеціальних установках (сушарках) різних типів [6-8]: барабанних (прямотечійних або протитечійних), шахтно-барабанних, апаратах сушіння в киплячому шарі, сушарках контактного (кондуктивного) сушіння, тунельних та стрічкових.

Найбільшого поширення набули установки для сушіння посліду тунельного типу з конвективним способом підведення теплоти [6,7,11,12]. Подібні сушильні установки складаються з декількох рівнів, а кожен з яких з перфорованої стрічки (рис. 1). Сушіння посліду відбувається за рахунок проходження через перфорацію агенту сушіння.

Послід переміщається з однієї горизонтальної стрічки на іншу, яка розташована нижче і паралельно попередньої. Час сушіння посліду залежить від його початкової вологості, швидкості руху стрічки, вологості, температури і швидкості руху агенту сушіння.

В установках барабанного типу послід висушується, пересипаючись із лопаті на лопать під час обертання барабану. Подача

теплоносія (гарячого повітря або топкових газів) відбувається прямотечією або протитечією.

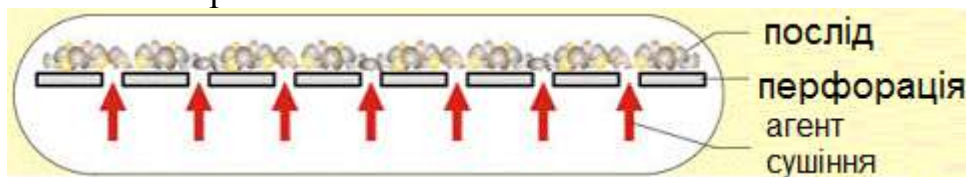


Рис. 1. Схема процесу сушіння посліду в тунельній сушарці

В установках стрічкового типу теплоагент циркулює крізь шар матеріалу знизу вгору, зверху вниз, вздовж транспортеру прямотечією або протитечією.

Технологічний процес традиційної сушарки зазвичай будується за принципом багатостадійної обробки вихідного матеріалу [6,7,13]: механічне згущення (центрифугування, фільтрація, віджимання тощо), випарювання і розпилення. Багатостадійність, що використовується на практиці ліній сушіння, призводить до значних капіталовкладень на етапі формування ділянок зневоднення. Крім того, процеси випарювання і розпилення, як правило, проводяться при температурах від 90 до 150°C, що неприпустимо для таких речовин, як вітаміни, цукор, деякі білкові сполуки, амінокислоти тощо. Подібні речовини бажано обробляти в діапазоні температур від 40 до 90 ° С [6,7,13]. Цей температурний діапазон може бути забезпечений лише при веденні процесу в умовах вакууму.

Вакуумне сушіння є новим способом для утилізації рідкого посліду, до переваг якого можна віднести: екологічну безпеку, високу якість одержуваного органічного добрива тощо.

Компанія «Розвиток Еко» (Росія) пропонує використовувати екологічно безпечний одностадійний процес сушіння посліду в вакуумі з комплектом обладнання VacuumEcoDry, що дозволяє забезпечувати обробку посліду в режимі сприятливих температур зі збереженням корисних елементів в органічному добриві (рис. 2).

Технологічний процес вакуумної сушки посліду протікає в вакуумному середовищі. В якості первинного енергоносія може використовуватися електрика, природний газ, газ, що одержується в результаті супутніх біологічних процесів; відпрацьована пара, гаряча вода. У зв'язку з цими особливостями технологічного процесу, вплив на навколишнє середовище має місце тільки в разі використання в якості енергоносія газу, що спалюється для підігріву води. Вихідний продукт надходить через приймальний бункер в вакуумну сушарку для обробки. Подача продукту здійснюється системою завантаження в об'ємах, які суворо узгоджені з продуктивністю обладнання.



Рис. 2. Обладнання для вакуумного сушіння посліду «VacuumEcoDry»

Незважаючи на ряд переваг, витрати на отримання сухого посліду виявляються досить високими, що стримує промислове застосування даного способу [14-16].

Zusami розробила систему обробки посліду (рис. 3), яка видаляє запах, комах і газу азоту: система Secopov (Секонов). Вивантаження пташиного посліду здійснюється кожні 3...7 днів, використовуючи для цього транспортер з поліпропіленової стрічкою. Ступінь вологості посліду в даному випадку досягає 80...85%.. Процентний вміст води в кінцевому продукті 15...20% при терміні сушіння 24 години.

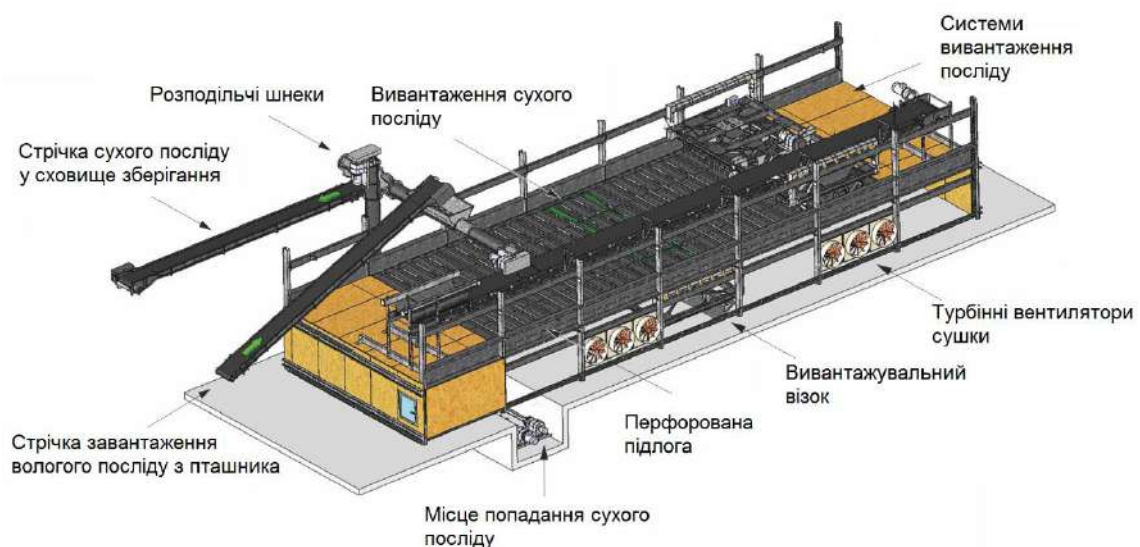


Рис. 3. Установка для сушіння пташиного посліду Secopov

Після збирання послід подається в верхню частину сушарки Seconov та розрівнюється за допомогою механічної борозни, утворюючи тонкий шар. Через тунель, що з'єднує агрегат з приміщенням пташника, і за допомогою потужних вентиляторів, відбувається сушка посліду. При цьому використовується тепло, що виділяється птицею. Після сушіння послід падає в нижнє відділення тунелю, і після другого процесу сушіння, переміщається в складські приміщення. Таким чином, висушений послід може зберігатися до моменту його продажу і використання.

Обладнання «Вакуум-Органіка» (рис. 4) пропонує комплексне вирішення проблеми переробки та утилізації відходів за допомогою технології вакуумної сушки. Обладнання, що застосовується дозволяє отримувати з пташиного посліду - сухе біоорганічне добриво і паливні пелети - калорійне паливо для твердопаливних котлів. Даний метод дозволяє переробляти відходи з вологістю від 40% до 80%.



Рис. 4. Обладнання «Вакуум-Органіка» компанії ТАТРУС

Необроблений пташиний послід надходить в приймальну ємність. Звідти за допомогою скребкового конвеєра подається в вакуумний реактор, де при температурах нижче 100°C і низькому тиску відбувається випаровування рідини. За час випаровування гинуть всі патогенні бактерії і насіння рослин. Варіанти виконання роботи реактора можуть бути як циклічним так і безперервним. Висушений послід надходить в змішувач безперервної дії [17-19], змішується з золою з пелетного котла і обробляється біопрепаратами (за умови комплектації лінії змішувачем для введення біопрепаратів). Надалі продукт гранулюється і надходить на фасування і упаковку.

Крім того, гнучкість і універсальність даного обладнання дозволяє без особливих конструктивних змін використовувати різні

види сировини, швидко переобладнуватись з випуску добрива [20] на випуск паливних пелет, а так само забезпечувати необхідну кінцеву вологість продукту. Переобладнання на випуск пелет і назад на випуск добрива не вимагає механічного перемикання обладнання, досить в комп'ютері керування перейти на програму випуску пелет. Автоматика сама переведе обладнання в потрібний технологічний і температурний режим. Вимкне з роботи змішувач і подачу біопрепаратів.

Аналіз способів переробки посліду птахофабрик для виробництва органічних добрив показує, що [10,11,21-24]:

- економічні технології переробки посліду не забезпечують захист довкілля і при тривалому застосуванні можуть заподіяти істотної шкоди екологічній обстановці;

- ряд способів вимагає створення додаткових спеціалізованих майданчиків і значних об'ємів допоміжної сировини (торф, солома тощо), що в сукупності з тривалим процесом і низькою ціною кінцевого продукту робить їх непривабливими для більшості птахофабрик;

- ряд способів має технологічні обмеження, тому що вони вимагають складної реалізації необхідних температурних режимів в більшості кліматичних зон країни;

- ряд способів, заснованих на застосуванні живих організмів, таких як вермікультури і мускультура, складні в керуванні процесом переробки, що створює проблеми в практичній реалізації.

Так, існуючі технології сушіння посліду характеризуються технічною складністю організації даного процесу, а існуючі установки енерговитратні і мають високу нерівномірність сушіння [6,7,13]. Це призводить до того, що послід частіше використовують сирим. В результаті на поля у великій кількості потрапляють насіння бур'янів, яйця гельмінтів, патогенна мікрофлора.

З метою усунення зазначеного явища запропоновано пристрій для сушіння пташиного посліду (рис. 5) [1].

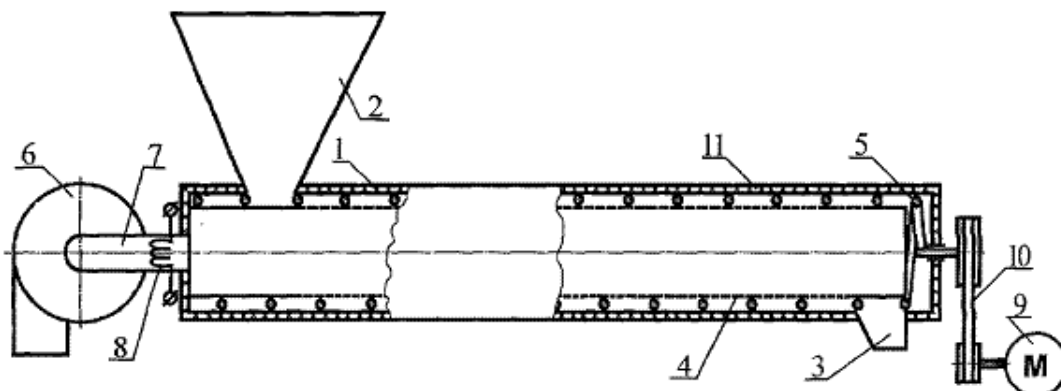


Рис. 5. Пристрій для сушіння пташиного посліду (позначення по тексту)



Пристрій працює наступним чином. Від електродвигуна 9 за допомогою передачі 10 приводиться в обертання транспортувальний орган 5. Вмикають вентилятор 6 і нагрівальні елементи 8. Потім подають пташиний послід в завантажувальний бункер 2, звідки він надходить в кільцевий зазор між кожухом 1 і перфорованим циліндром 4, де захоплюється гвинтовою поверхнею обертового транспортувального органу 5 і по зовнішній поверхні перфорованого циліндра 4 переміщається до вивантажувального вікна 3.

Нагріте повітря проходить через внутрішню порожнину і перфорацію циліндра 4. У кільцевому зазорі, проходячи через шар посліду, нагріте повітря відбирає у нього надлишки вологи і виходить назовні через завантажувальний бункер 2 та вивантажувальне вікно 3. В процесі роботи пристрою повітря також нагріває перфорований циліндр 4. Контактуючи з нагрітою поверхнею перфорованого циліндру 4, послід також нагрівається і втрачає надлишки вологи, які у вигляді пари видаляються через завантажувальний бункер 2 і вивантажувальне вікно 3 потоком повітря, який створюється вентилятором 6. Сухий послід видаляється з пристрою через вивантажне вікно 3.

Встановлений в кожусі з боку завантажувального бункера концентрично перфорований циліндр, перфорація якого розташована між завантажувальним бункером і вивантажним вікном, наявність в повітроводі нагрівальних елементів, а також з'єднання повітропроводу з внутрішньою порожниною циліндру в торцевій частині кожуха перед завантажувальним бункером створює умови для ефективного продування потоку нагрітого повітря через висушуваний матеріал, знижуючи питому енергоємність і сприяючи рівномірному сушінню сировини. Покриття зовнішньої поверхні кожуха шаром теплоізоляційного матеріалу дозволяє знизити віддачу теплоти в навколишнє середовище, зменшуючи витрати енергії на сушіння матеріалу.

Встановлення транспортуючого органу в зазорі між кожухом і перфорованим циліндром дозволяє досягти сталості температурного поля внаслідок відносно невеликої величини зазору між ними, що також покращує якість готового продукту. Поліпшення якості готового продукту досягається і при розташуванні приводу транспортуючого органу з боку вивантажувального вікна, що сприяє рівномірному руху матеріалу від завантажувального бункера до вивантажувального вікна. Пристрій можна застосовувати як автономно, так і в складі технологічних ліній для переробки посліду.

Висновки. Розглянуті технології сушіння посліду характеризуються технічною складністю організації даного процесу, а існуючі установки для сушіння посліду енерговитратні і мають високу



нерівномірність сушіння. Запропонована установка дозволяє знизити питому енергоємність процесу сушіння посліду і поліпшити якість готового продукту.

Список використаних джерел

1. Milko D.O., Pedchenko G.P., Zhuravel D.P., Bratishko V.V. Results of the nutritional preservation research of the alfalfa laying on storage with two-phase compaction. *INMATEH - Сельскохозяйственное машиностроение*. 2020. Vol. 60. No. 1. pp. 269-274. DOI: <https://doi.org/10.35633/inmateh-60-30>
2. Boltyansky B.V. Analysis of major errors in the design of pumping stations and manure storage on pig farms. *ТЕКА Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2016. Vol. 16. No. 2. Pp.49–54.
3. Комар А.С. Визначення заходів з підвищення енергоефективності сільськогосподарського виробництва. *Міжн. ел. наук.-пр. журнал WayScience*. Дніпро, 2020. Т.1. С. 118-121.
4. Скляр Р.В. Методологія оптимізації ресурсовикористання у тваринництві. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2011. Вип. 11. Т.5. С. 245-251.
5. Boltyanska N. Justification of choice of heating system for pigsty. *ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering*. 2018. Vol. 18, No 1. P. 57–62.
6. Ляшенко А. В., Процьшин Б. Н., Гордиенко П. В., Фищук Н. У. Интенсификация процесса теплообмена при сушке термолабильных пастообразных материалов. *Промышленная теплотехника*. 2008. №1. с. 46–49.
7. Кошкин В.П., Никитин Н.И. Устройство для сушки куриного помета. *Современные наукоемкие технологии*. 2014. № 5-1. С. 62-63
8. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник / Б.В. Болтянський та ін. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.
9. Komar A. S. Analysis of the design of presses for the preparation of feed pellets and fuel briquettes. 2018. Issue 8. Vol. 2. Pp. 44–56.
10. Скляр О.Г. Дослідження способів утилізації відходів птахівництва і тваринництва. *Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України: Зб. наукових-праць*. Ніжин, 2019. Вип. 12. С. 298-304.
11. Войтов В.А. Аналіз технологій утилізації відходів птахівництва за кордоном. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2019. Вип. 19. Т. 4. С. 100-109. DOI: 10.31388/2078-0877-19-4-100-109.
12. Skliar A. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plan. *MOTROL: Motoryzacja I Energetyka Rolnictwa*. Lublin, 2014. Vol.16. No2, b. P.183-188.



13. Григоренко С.М., Мілько Д.О. Методика експериментальних досліджень процесу сушіння пташиного посліду в барабанній сушарці. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник*. ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. Вип. № 10 (109). С.111-117.
14. Boltianska N. I. Analysis of the main areas of resource conservation in animal husbandry. *Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa*. 2016. Vol. 18, No 13. Pp. 49-54.
15. Скляр Р.В. Напрями використання органічних ресурсів у тваринництві. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2011. Вип. 11. Т.5. С.210-217.
16. Kan T., Strezov V., Evans T.J. Lignocellulosic biomass pyrolysis: a review of product properties and effects of pyrolysis parameters. *Renew. Sustain. Energy Rev*, 2016. Vol. 57. P. 1126–1140.
17. Boltianska N. Measures to improve energy efficiency of agricultural production. *Abstracts of XIII International Scientific and Practical Conference. Bordeaux «Social function of science, teaching and learning»*. Bordeaux, France 2020.
18. Komar A. S. Processing of poultry manure for fertilization by granulation. *Innovative Technologies for Growing, Storage and Processing of Horticulture and Crop Production*. Uman, 2019. Pp. 18-20.
19. Гелетуха Г.Г., Железна Т.А. Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні: аналітична записка БАУ №7. Біоенергетична асоціація України, 2014. URL: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2020/04/position-paper-uabio-7-ua.pdf>
20. Скляр Р.В. Властивості біодобрих, що отримуються після анаеробної ферментації гною. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2013. Вип. 13. Т.3. - С.110-118.
21. Boltyanskyi B. Research of the cereal materials micronizer for fodder components preparation in animal husbandry. *Modern Development Paths of Agricultural Production*. Springer Nature Switzerland AG. 2019. Pp. 249-258.
22. Serebryakova N., Podashevskaya H. Use of three-dimensional computer visualization in the study of nanostructures. Минск: БГАТУ, 2020. С. 517-519.
23. Komar A. S. Development of the design of a press-granulator for the processing of bird manure. *Topical issues of development of agrarian science in Ukraine*. Nizhin, 2019. P. 84–91.
24. Boltianska N. Mechanization of technological processes in animal husbandry: a textbook. manual. Melitopol: Color Print. 2012. 720 p.



ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО СУШІННЯ ПТАШИНОГО ПОСЛІДУ

Скляр О.Г., Скляр Р.В., Григоренко С.М.

Анотація

В статті розглянуто існуюче обладнання для сушіння пташиного посліду. Доведено, що термічні способи переробки мають значні переваги перед іншими способами. Наведено, що технологічні прийоми переробки посліду повинні забезпечувати значне скорочення його об'ємів та отримання екологічно безпечного готового продукту. Найбільшого поширення набули установки для сушіння посліду тунельного типу з конвективним способом підведення теплоти. Проаналізовані варіанти установок для вакуумного сушіння, яке є новим способом для утилізації рідкого посліду. До переваг можна віднести: екологічну безпеку, високу якість одержуваного органічного добрива. Обґрунтовано, що незважаючи на ряд переваг, витрати на отримання сухого посліду при цьому виявляються досить високими, що стримує промислове застосування даного способу. Запропоновано пристрій для сушіння пташиного посліду, в якому пропонується ряд технічних рішень, що дозволять знизити питому енергоємність процесу сушіння посліду і поліпшити якість готового продукту.

Ключові слова: сушіння, пташиний послід, вакуум, органічне добриво, сушарка, енергоємність.

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО СУШКЕ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА

Скляр А.Г., Скляр Р.В., Григоренко С.М.

Анотація

В статье рассмотрено существующее оборудование для сушки птичьего помета. Доказано, что термические способы переработки имеют значительные преимущества перед другими способами. Показано, что технологические приемы переработки помета должны обеспечивать значительное сокращение его объемов и получения экологически безопасного готового продукта. Наибольшее распространение получили установки для сушки помета туннельного типа с конвективным способом подвода теплоты. Проанализированы варианты установок для вакуумной сушки, которая является новым способом для утилизации жидкого помета. К преимуществам можно отнести: экологическую безопасность, высокое качество получаемого органического удобрения. Обосновано, что несмотря на ряд преимуществ, затраты на получение сухого помета при этом оказываются достаточно высокими, что сдерживает промышленное применение данного способа. Предложено устройство для сушки птичьего помета, в котором предлагается ряд технических решений, которые позволят снизить удельную энергоёмкость процесса сушки помета и улучшить качество готового продукта.

Ключевые слова: сушка, птичий помет, вакуум, органическое удобрение, сушилка, энергоёмкость.



TECHNICAL SOLUTIONS FOR BIRD DRYING FOLLOW

Skliar A, Skliar R., Grigorenko S.

Summary

The article discusses the existing equipment for drying poultry manure. It has been proven that thermal processing methods have significant advantages over other methods. It is shown that technological methods for processing manure should provide a significant reduction in its volume and obtain an ecologically safe finished product. The most widespread are installations for drying manure of a tunnel type with a convective method of supplying heat. Multi-stage, which is used in practice for drying lines, leads to significant capital investments at the stage of formation of dehydration sections. In addition, the processes of evaporation and spraying, as a rule, are carried out at temperatures from 90 to 150 °C, which is unacceptable for substances such as vitamins, sugar, some protein compounds, amino acids and the like. It is desirable to process such substances in the temperature range from 40 to 90 °C. This temperature range can be provided only when the process is carried out under vacuum conditions. Variants of installations for vacuum drying, which is a new method for liquid manure disposal, have been analyzed. The advantages include: environmental safety, high quality of the resulting organic fertilizer. It has been substantiated that, despite a number of advantages, the costs of obtaining dry manure in this case are quite high, which hinders the industrial application of this method. A device for drying poultry manure is proposed, in which the installation of a transporting body in the gap between the casing and the perforated cylinder will allow achieving a constant temperature field as a result of a relatively small gap between the casing and the perforated cylinder, will also improve the quality of the finished product and reduce the specific energy consumption of the manure drying process.

Key words: drying, bird droppings, vacuum, organic fertilizer, dryer, energy intensity.