

УДК 631.36

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГРАНУЛЯТОРА З НЕРУХОМОЮ МАТРИЦЕЮ

Мілько Д.О., д.т.н., доцент, Рогач Ю.П., к.т.н., професор,
Комар А.С., інж.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Удосконалено і обґрунтовано конструктивно-технологічну схему гранулятора з нерухомою матрицею. Агрегат пристосований для гранулювання різноманітних матеріалів органічного походження дисперсністю до 3 мм та вологістю 8-12%.

Проведено попередній аналіз теоретичних досліджень обґрунтування технологічного процесу гранулювання органічного матеріалу гранулятором з активними прикочувальними роликками та жорстко закріпленою матрицею.

Ключові слова: *гранулятор, матриця, пресування, ущільнення, паливні та біодобривні гранули*

Вступ. У нових умовах формування економічних відносин на селі та розвитку невеликих фермерських господарств першочергове значення має розробка та впровадження у виробництво енергоощадних малогабаритних засобів механізації, які мають високу експлуатаційну надійність. Існуючі засоби механізації, які суттєво підвищують продуктивність процесу створення повноцінних кормів та знижують його трудомісткість, мають велику масу, та значну питому енергоємність. Використання цих агрегатів на невеликих фермах призводить до необґрунтованої витрати енергії, що підвищує собівартість кормових матеріалів. Також це стосується ситуації з переробкою матеріалів органічного походження та відходів тваринницьких підприємств [1].

Прес-гранулятори широко використовуються аграріями як інструмент для підготовки кормів та переробки відходів сільського господарства. Основна сфера застосування – виробництво комбінованих гранульованих кормів. Тварини, птахи і риби добре поїдають гранульовані корми і швидше набирають вагу, ніж при звичайній системі харчування. За рахунок збалансованості раціону кожна гранула містить весь набір поживних речовин, вітамінів і домішок, передбачених і закладених в бункер гранулятора. Точний контроль пропорцій інгредієнтів дозволяє забезпечити максимально збалансований раціон, підвищити ефективність відгодівлі і здешевити споживання комбикормів на одиницю приросту маси.

З використанням гранулятора аграрії отримують можливість ефекти-

вно використовувати виробничі відходи шляхом їх переробки на пресоване біодобриво та паливні гранули (пеллети). Гранулювання тирси, сіна, соломи, лушпиння та інших відходів дозволяє економити на паливі та підвищити рентабельність роботи підприємства в цілому [2, 3].

Паливні гранули мають значні переваги порівняно з традиційними видами палива, так для їх виробництва витрачається близько 3 % енергії, при цьому під час виробництва нафти ці енерговитрати становлять близько 10 %, а при виробництві електроенергії – 60 %, їх теплотворна здатність коливається у межах від 4,5 до 5,0 кВт/кг, що в 1,5 рази більше, ніж у звичайної деревини і вугілля. При спалюванні 2000 кг паливних гранул виділяється стільки ж теплової енергії, як і при спалюванні: 3200 кг деревини, 957 м³ газу, 1000 л дизельного палива, 1370 л мазуту. Горіння паливних гранул в топці котла відбувається більш ефективно – кількість залишків (золи) не перевищує меж від 0,5 до 1,0 % від загального об'єму використаного палива. При спалюванні паливні гранули не впливають негативно на оточуюче середовище [4].

Технологічні вимоги до рослинної біомаси сільськогосподарських культур призначеної для виробництва паливних гранул для невеликих фермерських господарств, або приватного споживання повинні мати наступні характеристики: вологість вихідної сировини – 10 ± 1 %; дисперсність часток біомаси – до 1,5 мм; діаметр паливних гранул – до 8 мм; готовий продукт після гранулювання має температуру понад 70 °С, тому повинен бути охолоджений та просіяний, з метою видалення пилоподібних частин сировини; місткість полімерних мішків для фасування – 15-35 кг [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Виробництво пеллет має ряд переваг в порівнянні з традиційним паливом завдяки швидкому відновленню вихідної сировини, високої енергоконцентрації, насипної щільності, транспортальності, екологічності та низьким енерговитратам при виробництві [5].

Вальцево-матричні установки для гранулювання, що мають циліндричну матрицю (ОГМ-0,8; ОГМ-1,5; ТМ Grantech ГТ-304К; ГК «Доза») набули поширення на великих і середніх вітчизняних та закордонних комбікормових заводах, а на міні-заводах і невеликих фермерських господарствах знайшли застосування прес-гранулятори з плоским виконанням матриці.

Компактність конструкції прес-грануляторів з горизонтальною матрицею здобули великої популярності у закордонних фірм-виробників. Матрицю виготовляють плоскою і тарілчастого типу, при цьому вона розташовується горизонтально і нерухомо закріплюється. Роликів може бути від 2 до 6 шт., які обертаються над матрицею, а відрізний ніж кріпиться під матрицею на приводному валу роликів [6].

Така схема має ряд переваг [6]:

- 1) кращі умови завантаження робочого органу, особливо при невеликій об'ємній масі ущільнювального матеріалу, коли в його складі присутня велика кількість волокнистої сировини рослинного походження;
- 2) в результаті різниці колових швидкостей роликів робочої поверхні відбувається додаткове подрібнення ущільнювального матеріалу за рахунок перетирання;
- 3) після зносу робочої поверхні плоскої матриці вона може бути перевернута і використана вдруге;
- 4) виготовлення плоскої матриці вимагає нижчих втрат ніж кільцевої при забезпеченні більшої міцності.

Прес-гранулятори такого типу також зустрічаються під назвою коллер-пресів.

В залежності від цільової направленості та різновиду вихідної сировини органічного походження в грануляторі можуть використовуватися матриці з різними діаметрами та конфігурацією каналів (прямі, зі змінним діаметром, з перехідним діаметром та ін.).

Аналіз відомих конструкцій прес-грануляторів дозволив зазначити, що основними перевагами агрегату з плоскою нерухою матрицею є простота конструкції, зручність експлуатації та невелика ціна у порівнянні з грануляторами інших типів. При виготовленні плоских матриць канали в них виконують як з постійним так і з перемінним перетином (рисунок 1) [7].

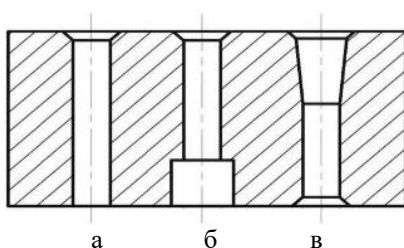


Рисунок 1 – Приклади виконання каналів в матрицях роторних пресів: а – канал з постійним перетином; б, в – канали з перемінними перетинами

При обертанні прикочувального ролика (рисунок 2) завантажена вихідна сировина ущільнюється за рахунок сил тертя, які утворюються при контакті зі звуженою частиною внутрішньої поверхні каналів матриці. Збільшення числа контактів частинок також збільшує опір матеріалу, що ускладнює його рух зсуву, обумовлюючи тим самим відповідне зростання зусилля опору. У момент, коли зусилля будуть подолані (перевищені), почнеться процес формування гранул. При цьому тиск в робочій області буде знижуватися від тиску формувань до тиску пружної післядії, а щільність сформованої маси залишиться постійною [7].

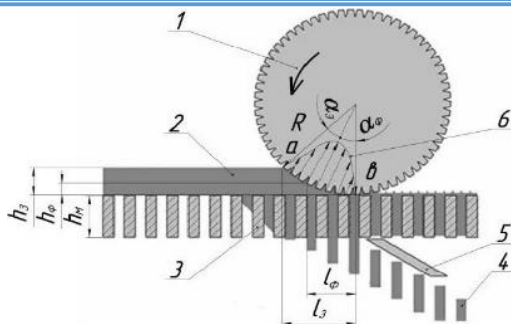


Рисунок 2 – Схема продавлювання матеріалу через канали матриці: 1 – прикочувальний ролик; 2 – вихідна сировина; 3 – матриця; 4 – сформовані гранули; 5 – ніж; 6 – епора напружень.

Канали в плоских матрицях зазвичай виконують перпендикулярними робочій поверхні. Основною причиною такого розміщення є складність виготовлення плоских матриць з каналами, розміщеними під кутами до робочій поверхні. Застосування матриць з перпендикулярними каналами призводить до передчасного зношення поверхонь прикочувальних роликів та робочій поверхні матриці, перегріванню спресованих гранул, виходу з ладу підшипників в роликах за рахунок підпірних витрат енергії на подолання збільшеного опору тертя.

Виходячи із вищезазначеного, питання удосконалення конструкції гранулятора із нерухою матрицею на сьогоднішній день є дуже актуальним, а обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів такого агрегату є вкрай необхідним.

Мета досліджень. Розробити конструктивно-технологічну схему і обґрунтувати параметри гранулятора з нерухою матрицею та активними прикочувальними роликами для малих фермерських господарств.

Виклад основного матеріалу дослідження. Принцип дії гранулятора оснований на механічному запресовуванні вихідного матеріалу вологістю 8-12 %, за допомогою прикочувальних роликів, крізь канали нерухою закріпленої матриці.

Запропонована нами конструктивна схема гранулятора з нерухою матрицею (рисунок 3), яка розробляється на основі удосконалення конструкції пресового гранулятора з плоскою матрицею [8]. Гранулятор містить корпус 5 з нерухою встановленою в ньому перфорованою плоскою матрицею 9, рухомі прикочувальні ролики 8, які закріплені на вертикальному приводному валу за допомогою втулки з пружинним елементом, горловину для завантаження вихідної сировини 6 і вивантажувальний патрубок 7. Привод роликів гранулятора відбувається від електродвигуна 2 через редуктор 4 та запобіжну муфту 3. Конструктивно прикочувальні ролики виконано у вигляді двох рухомих

вальців з можливістю оперативного монтажу та демонтажу. Особливістю конструкції є те, що циліндричні канали в матриці виконані розміщеними під кутом 45° до робочої поверхні матриці проти напрямку руху прикочувальних роликів згідно рисунку 4.

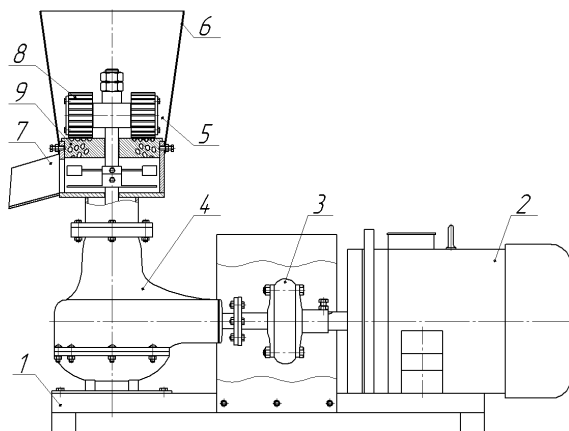


Рисунок 3 – Конструктивно-технологічна схема робочих органів гранулятора з нерухомою матрицею та рухомими прикочувальними роликami: 1 – рама; 2 – електродвигун; 3 – запобіжна муфта; 4 – редуктор; 5 – корпус; 6 – завантажувальна горловина; 7 – вивантажувальний патрубок; 8 – прикочувальні ролики; 9 – матриця

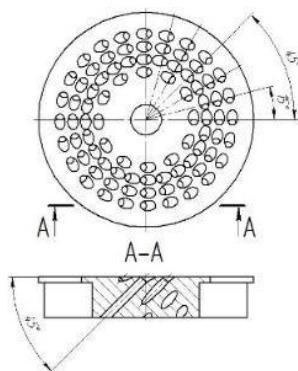


Рисунок 4 – Вигляд запропонованої матриці.

Вихідна сировина повинна бути захоплена роликem і протиснута через канали плоскої матриці гранулятора. Це відбувається при певній висоті шару матеріалу $h_{ш}$, який може бути захоплений прикочувальними роликami діаметром D та відповідних кутах захоплення α_z і формування α_f (рисунку 5).

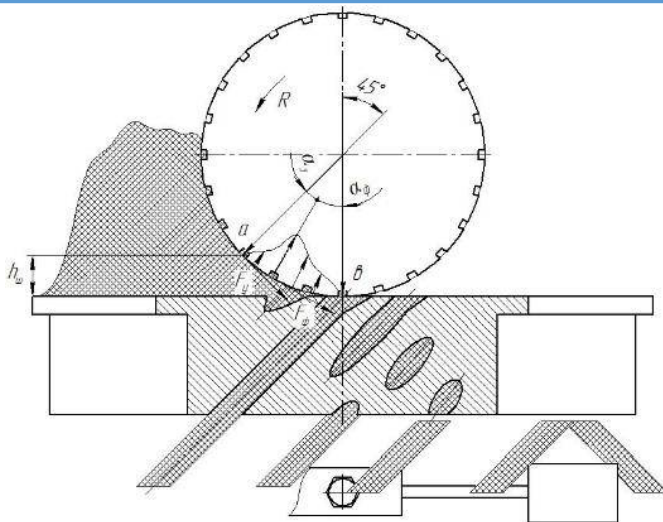


Рисунок 5 – Схема стиснення матеріалу через канали запропонованої матриці

Кут захоплення α_3 визначає величину дуги ab , по якій відбувається контакт ролика і його тертя з вихідною сировиною. У нашому випадку α_3 складає 45° , що виступає ключовим чинником в розробці нахилу каналів нової матриці. Таким чином, зі збільшенням кута тертя і радіусу пресувального ролика товщина захопленого шару матеріалу збільшується, а при відсутності зовнішнього тертя захоплення матеріалу неможливе.

Крім того, при потраплянні до корпусу гранулятора надмірної кількості вихідної сировини, завантажений матеріал нерівномірно розподіляється по поверхні матриці і може знаходитись перед роликом вище його осі (рисунок 5). На переміщення цієї сировини буде витрачатися додаткова енергія. Теж саме може відбуватися при неконтрольованому завантаженні матеріалу, тому двигун гранулятора повинен мати відповідний запас потужності для подолання сил опору матеріалу F_y на ділянці ущільнення і F_ϕ на ділянці формування [8].

Гранулятор з нерухомою матрицею працює наступним чином. Вмикається встановлений на рамі 1 електродвигун 2, який через редуктор 4 приводить в дію прикочувальні ролики 8. Вихідна речовина засипається до завантажувальної горловини 6 де потрапляє в корпус 5 робочої камери, що складається з прикочувальних роликів 8 та нерухомо закріпленої матриці 9. Прикочувальні ролики 8, закріплені на вертикальному приводному валу за допомогою втулки з пружним елементом, поступово стискають сировину відповідної вологості крізь канали матриці, які направлені під кутом 45° до ро-

бочої поверхні матриці (рисунок 5). Сформовані гранули за допомогою вивантажувальних лопатей, що жорстко закріплені на вертикальному приводному валу з прикочувальними роликками 8, відокремлюються та потрапляють до приймального резервуару, через вивантажувальний патрубок 7.

Висновки. В результаті проведеної роботи встановлено, що:

- запропоноване виконання нерухої матриці дозволяє суттєво зменшити зусилля опору вихідної сировини при проходженні каналів матриці, що прямо пропорційно впливає на зношення поверхонь тертя в робочій зоні та енергоємність процесу в цілому;
- запропонована конструктивно-технологічна схема гранулятора з нерухою матрицею дозволить знизити металоємність матриці та підвищити продуктивність процесу гранулювання за рахунок зменшення ваги матриці та швидкості проходження матеріалу по її похилим каналам.

Список літератури

1. Звіт про роботу науково-дослідної лабораторії «Ресурсовикористання в тваринництві» (проміжний). Підпрограма: Розробити технічні засоби для приготування кормів та компостної суміші / Д.О. Мілько, О.Г. Скляр та ін. // ТДАТУ, 2017. – 37 с.
2. Гранулятори для виробництва кормів і паливних гранул (пеллет). [Електронний ресурс] // Обладнання для виробництва рослинних олій та переробки зернових. – 10.03.18. – Режим доступу до інф. : <http://lavrin.com.ua/ua/products/granulyatory/>.
3. Мини пеллет-прес, пресс-гранулятор [Електронний ресурс] // Покупка и продажа пеллет и древесных топливных гранул, котлов на пеллетах, твердотопливных. – 10.03.18. – Режим доступа к инф. : <http://granuly.ru/pelletajzery/mini-pellet-press.html>.
4. Тверде біопаливо: технологічні вимоги, властивості компонентів та технологія виробництва [Електронний ресурс] / О. Гайденко // Агробізнес сьогодні. – 22.10.2014.– Режим доступу до інф. : <http://agrobusiness.com.ua/agro/idei-trendy/item/8366-tverde-biopolyvo-tekhnolohichni-vymohy-vlastyvosti-komponentiv-ta-tekhnolohiia-vyrobnytstva.html>.
5. Назаров В. И. Особенности разработки процесса прессового гранулирования биотоплива на основе древесных и растительных отходов / В. И. Назаров, И. А. Булатов, Д. А. Макаренков // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2009. №2. с. 35 – 39.
6. Грануляторы комбикормов [Електронний ресурс] // Информационный портал ПИЩЕВИК. – 10.03.18. – Режим доступа к инф. : <http://mppnik.ru/publ/491-granulyatory-kombikormov.html>
7. Кондря Д. І. Обгрунтування конструкції роторного гранулятора з плос-

- кою матрицею / Д. І. Кондра, О. В. Болгов, С. Є. Фомин // Збірник наукових праць магістрантів та студентів. – Мелітополь: ТДАТУ, 2015. – С. 172-173.
8. Пат. 2527998 Российская Федерация, МПК В 01 J 2/20 (2006.01). Прессовой гранулятор с плоской матрицей / Д. А. Макаренков (РФ), В. И. Назаров (РФ), И. А. Булатов (РФ), Е. А. Баринский (РФ), М. А. Бичев (РФ). – № 2013106371/05; заявл. 14.02.2013 ; опубл. 10.09.2014, Бюл. № 25. – С. 12.

Аннотация

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГРАНУЛЯТОРА С НЕПОДВИЖНОЙ МАТРИЦЕЙ

Мілько Д.О., Рогач Ю.П., Комар А.С.

Усовершенствовано и обоснованно конструктивно-технологическую схему гранулятора с неподвижной матрицей. Агрегат приспособлен для гранулирования различных материалов органического происхождения дисперсностью до 3 мм и влажностью 8-12%.

Проведен предварительный анализ теоретических исследований обоснования технологического процесса гранулирования органического материала гранулятором с активными прикатывающими роликами и жестко закрепленной матрицей.

Ключевые слова: *гранулятор, матрица, прессования, уплотнение, топливные гранулы и гранулы с биоудобрениями*

Abstract

SUBSTANTIATION OF CONSTRUCTION-TECHNICAL PARAMETERS GRANULATOR WITH FIXED MATRIX

D. Milko, Y. Rogach, A. Komar

Design and technological scheme of granulator with fixed matrix is improved and soundly. Unit is adapted for granulation of different organic materials with dispersion of up to 3 mm and humidity of 8-12%.

Preliminary analysis of theoretical researches substantiation of technological process granulation of organic material by granulator with active rolling rollers and rigidly fixed matrix has been carried out.

Keywords: *granulator, matrix, pressing, compaction, pellets and granules biofertilizers*