УДК 631.363.283

ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ УНІВЕРСАЛЬНОГО ГРАНУЛЯТОРА З ПЛОСКОЮ МАТРИЦЕЮ

Комар А.С., інж.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна

Постановка проблеми. Сьогодні в агропромисловому комплексі активно застосовуються технології гранулювання і брикетування подрібнених матеріалів, а науковцями обґрунтована можливість гранулювання більше 5000 різних видів сировини [1, 2]. Особливий попит в невеликих фермерських господарствах мають малогабаритні енергоощадні засоби механізації з високою експлуатаційною надійністю [3].

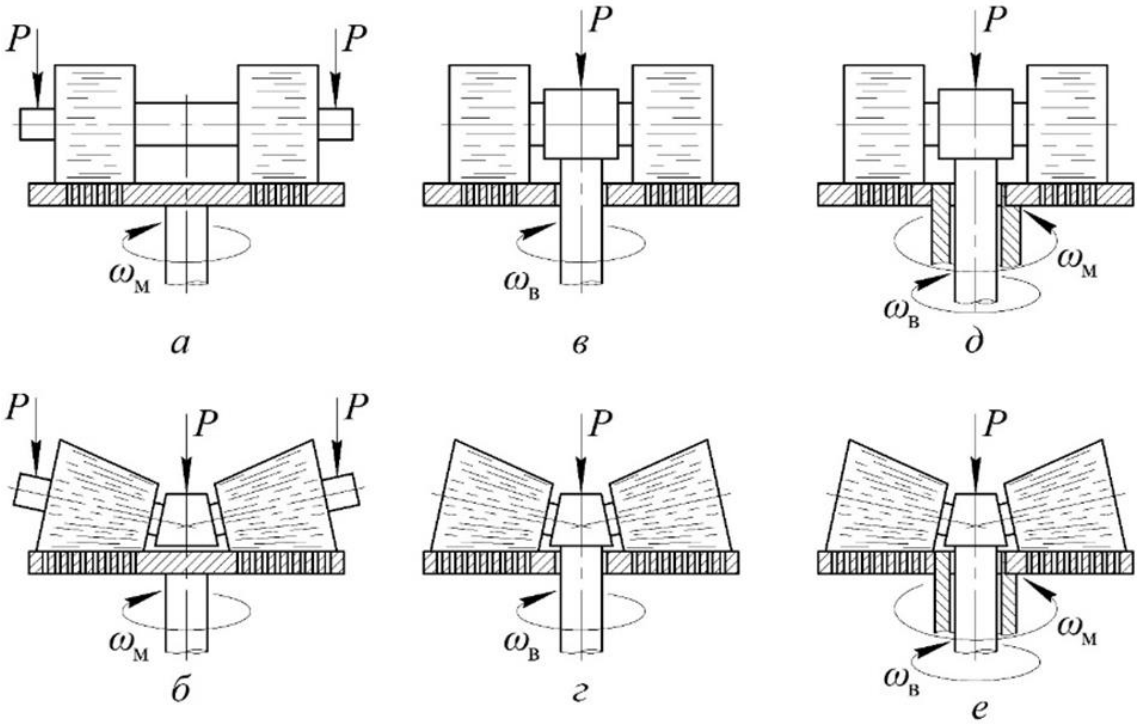
Гранулятори використовуються аграріями у вигляді інструменту для підготовки кормів та переробки відходів сільського господарства. Обладнання застосовується у виробництві гранульованих комбікормів для тварин і птиці, адже гранули містять повний комплекс поживних речовин, вітамінів та домішок для тварин і птиці [4]. Сьогодні аграрії користуються цими засобами механізації при переробці виробничих відходів у пресоване біодобриво і пелети (паливні гранули). Тобто зараз гранулятори стали інструментом здатним вирішити проблеми енергозбереження та утилізації відходів рослинного та тваринного походження. Отже необхідно ближче розібрати особливості конструкції універсальних грануляторів з плоскою матрицею.

Основні матеріали. В світі щорічно заготовляють мільйони тон гранул. Такий вид оптимальний для збереження вітамінів і поживних речовин (комбікорм), безпечного зберігання, зручного транспортування, економічного використання складів при їх зберіганні [5].

Аналіз технічних засобів та конструкцій обладнання для виготовлення гранул визначили, що сухий метод гранулювання вихідної сировини менш енергоємний, через відсутність обладнання для сушіння гранул та порівняно не високу потужність електродвигунів приводу. Гранулятори з плоскою матрицею є універсальним енергоощадним обладнанням витискаючого типу для формування гранул сухим методом з наступним їх охолодженням.

Принцип роботи гранулятора. Вихідна сировина потрапляє на плоску матрицю, де захоплюється та продавлюється прикочувальними роликами крізь її фільєри, а на виході зрізається ножем перетворюючись на гранули. Прикочувальні ролики можуть бути циліндричними і конічними з активним та пасивним приводом. Отже, основним складовим гранулятора з плоскою матрицею є вузол, де безпосередньо з сировини відбувається процес формування гранул.

Взаємодія робочих органів обладнання такого типу відбувається за кількома схемами (рис. 1). Схема 1 а найчастіше реалізується в невеликих грануляторах і лабораторних установках, як найбільш проста у виготовленні. Схема 1 б частіше всього застосовується в грануляторах для комбікормів. Схеми 1 в і 1 г застосовуються, в промислових грануляторах підвищеної потужності. Схеми 1 д і 1 е зустрічаються рідше, в спеціалізованих і експериментальних лабораторних установках, складність їх виготовлення зумовлена наявністю подвійного приводу робочих органів [6].



а) активна матриця та нерухомо закріплені циліндричні прикочувальні ролики; *б)* активна матриця та закріплені конічні прикочувальні ролики; *в)* активні циліндричні прикочувальні ролики з нерухомо закріпленою матрицею; *г)* активні конічні прикочувальні ролики з нерухомою матрицею; *д)* активні матриця і циліндричні прикочувальні ролики; *е)* активні матриця і конічні прикочувальні ролики; $\omega_м$ – кутова швидкість плоскої матриці; $\omega_в$ – кутова швидкість приводного вала прикочувальних роликів; *P* – притискне зусилля, що забезпечує необхідний тиск на завантажену сировину

Рис. 1. Схеми основного вузла гранулятора з плоскою матрицею

Також одним з важливих параметрів гранулятора є його продуктивність. Продуктивність обладнання визначається пропускною здатністю його основного робочого елементу – матриці. Оскільки вартість матриць порівняно висока, на виробництві приділяють велику увагу їх збереженню і правильній експлуатації. Матриці виготовляють з матеріалів, що мають високу пружність та зносостійкість [7]. Високу

зносостійкість мають матриці з нержавіючої сталі, але частіше для їх виготовлення використовують сталь вітчизняного виробництва 40Х або сталі HARDOX 500 і 20CRMN з гартуванням 45-60 HRC.

Діаметр плоских матриць може становити 100-1250 мм, товщина – 20-100 мм. В даний час виробляється понад 400 різних типорозмірів матриць. Отвори (фільєри) плоскої матриці можуть становити від 2,4 до 19 мм в діаметрі, залежно від сировини яка гранулюється. За формою отвори виготовляють круглими, квадратними, довгастими тощо.

Якісно виготовлена матриця повинна поєднувати в собі високий опір до стирання, поломок та корозії, забезпечувати високу пропускну здатність для досягнення оптимальної продуктивності. Пропускна здатність матриці напряму залежить від коефіцієнта використання робочої поверхні матриці ($k_{вик}$), який визначається відношенням активної площі, що займають фільєри, до всієї робочої поверхні матриці. Для більшості плоских матриць провідних виробників коефіцієнт використання становить 20-50%.

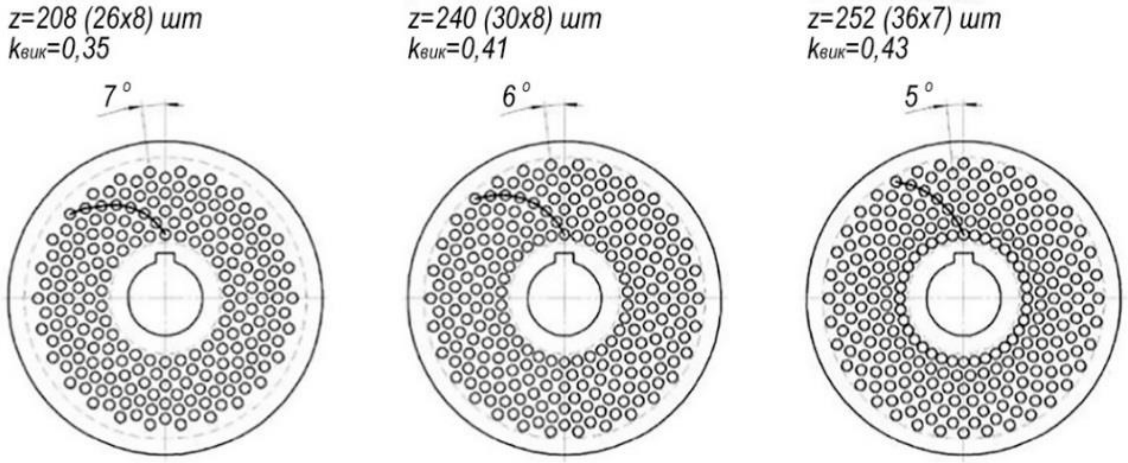


Рис. 2. Розташування фільєр в матриці (радіальний спосіб перфорації)

Використання радіального або шахового способу перфорації матриці гранулятора відноситься до задачі про оптимальне розташування фільєр і визначає її пропускну здатність. Більшість зарубіжних виробників грануляторів (Dieffenbaucher, Khal тощо) використовують радіальну перфорацію, що дозволяє збільшити коефіцієнт використання робочої поверхні матриці. На плоскій матриці (рис. 2) показано, як, змінюючи кроковий кут при постійних геометричних розмірах матриці, діаметрі фільєр і відстані між ними, можна істотно збільшити коефіцієнт використання.

Гранулювання різної сировини на обладнанні потребує пошуку оптимальних умов роботи, при яких гранула буде зберігати необхідний вигляд та форму, а в подальшому не повинна кришитися. При недостатній товщині матриці гранула, що вийшла з її отвору, відразу ж

розбухає і руйнується. В цьому випадку у гранул з великим діаметром, а також при занадто великому куті конусної розгортки з'являються тріщини. Еластичність сировини сприяє його розбуханню після виходу з матриці. Розколювання гранул по колу є свідченням того, що продукт недостатньо довго витримується під тиском в плоскій матриці [8].

Висновки. Конструкція гранулятора з плоскою матрицею є досить універсальною. Правильно вибрана конструктивно-технологічна схема та геометричні параметрами основних робочих органів обладнання, дозволяють гранулювати сировину (комбікорм, зерновмісну суміш, гній, здрібнені рослинні та деревні відходи тощо) різного сорту сухим методом. Застосування малогабаритних грануляторів з плоскими матрицями, які працюють за принципом продавлювання та стирання є перспективним для невеликих фермерських та підсобних господарств.

Список використаних джерел

1. Комар А. С. Аналіз технічних засобів для пресування кормів. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2018. Вип. 8, Т. 2. DOI: 10.31388/2220-8674-2018-2-50. URL: http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/V8T2.html

2. Болтянський Б. В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник / Б. В. Болтянський та інш. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.

3. Рогач Ю. П. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів гранулятора з нерухомою матрицею. Вісник ХНТУСГ: Проблеми надійності машин. Вип. 192. Харків: ХНТУСГ, 2018. С. 202–209.

4. Комар А.С. Доцільність гранулювання і брикетування кормів для тварин і птиці. Матеріали VII-ї Науково-технічної конференції «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві». Глеваха, 2019. С. 47–49.

5. Скляр О. Г., Болтянський Б. В. Підвищення ефективності використання технічних засобів комбікормового виробництва методом системного підходу. Праці ТДАТУ. Мелітополь, 2016. Вип. 16. Т.2. С. 92–98.

6. Комар А. С. Обґрунтування основних параметрів, що впливають на продуктивність гранулятора. Праці ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. Вип. 19, т. 4. С. 118–129. DOI: 10.31388/2078-0877-19-4-118-129.

7. Болтянська Н. І. Дослідження впливу якості матриць на процес формування комбікормових гранул. Матеріали І Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі». Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 478–482.

8. Komar A. Main advantages of flat matrix granulators. Крамаровські читання: Збірник тез VII Міжнародної науково-технічної конференції. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2021. С. 225–228.