



УДК 631.363.2

DOI: 10.31388/2220-8674-2018-2-9

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ПРЕСІВ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ КОРМОВИХ ГРАНУЛ ТА ПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ

Болтянська Н. І., к.т.н.,

Комар А. С., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

E-mail: nataliia.boltianska@tsatu.edu.ua; artem.komar@tsatu.edu.ua

Тел.: +38(067)681-32-41

Анотація—застосування технології стиснення кормів дозволяє отримувати корми заданого розміру, форми і необхідних фізико-механічних характеристик, що зменшує їх втрати при транспортуванні, зберіганні і переробці, а також покращує показники подальшого використання. У статті приділено увагу розвитку обладнання для пресування корму для тварин, проведено аналіз конструкцій основних груп технічних засобів для ущільнення різних видів кормів. Проаналізовано конструктивно нескладні та недорогі одногвинтові та двогвинтові прес-екструдери, що застосовуються на переробці зернових кормів та сої. До недоліків даних грануляторів слід віднести невелику продуктивність та значну енергоємність процесу. Проведено аналіз поршневих пресів, що використовуються здебільшого для приготування паливних брикетів і високоякісних кормів, що не руйнуються при транспортуванні. Використання таких агрегатів забезпечує більш високу щільність брикетів, або гранул, на відміну від шнекових, але вартість поршневих пресів достатньо висока і вони матеріалоемні. Визначено основні переваги матричних пресів – безперервність робочого процесу, відсутність знакоперемінних навантажень, відносно менша матеріалоемність ніж у пресів поршневого типу. Велика кількість пресувальних каналів у матриці забезпечує достатню пропускну здатність преса. Недоліки матричних пресів – висока енергоємність процесу пресування, дроблення матеріалу, що піддається ущільненню, підвищені вимоги до вихідної сировини щодо однорідності подрібнення та рівномірності вологості, складність виготовлення матриць, високе нагрівання підшипникових вузлів вальців. Проаналізовано гранулятори з матричними робочими органами, що складаються із кільцевої, або плоскої матриці з пресувальними каналами та пресувальних вальців та визначено групу пресів для подальшого дослідження та удосконалення їх конструкції задля забезпечення якісного стискання матеріалу та зменшенні витрат енергії при гранулюванні.

Ключові слова – корм, ущільнення, гранулятор, конструкція, переваги, недоліки, напрямки вдосконалення.

Постановка проблеми. Нові умови формування економічних відносин в аграрному секторі та розвиток невеликих фермерських господарств спонукають до розробки та впровадження у виробництво



малогабаритних енергоощадних засобів механізації, які мають високу експлуатаційну надійність [1, 2].

Актуальність проблеми обумовлена тим, що для забезпечення якості та зниження втрат основного продукту галузі тваринництва необхідно застосовувати комплексну механізацію приготування кормових раціонів на основі застосування передових досліджень в галузі зоотехнії та впроваджувати переробку відходів продукції життєдіяльності з наступним її використанням [1, 2].

Засоби механізації, які на сьогоднішній день існують в галузі та підвищують продуктивність процесу створення кормів і знижують його трудомісткість, мають значну питому енергоємність та велику вагу. Використання такого обладнання на невеликих фермерських господарствах зазвичай призводить до необґрунтованої витрати енергії і паливно-мастильних матеріалів, що підвищує собівартість корму. Аналогічна ситуація склалась з переробкою відходів на тваринницьких підприємствах. Наприклад, пташиний послід, який має високу вихідну поживність, через значні залишки корму в ньому, не використовується на кормові цілі, та не використовуються його енергетичні властивості. Лише деяка частка посліду, після зберігання просто неба, може потрапляти на поля у вигляді органічного добрива.

Для визначення обладнання для більш детального дослідження в майбутньому та впровадження корисних удосконалень проведемо аналіз патентів та корисних моделей конструкцій технічних засобів для пресування кормів, проаналізуємо існуючі конструкції пресів та грануляторів, з визначенням їх основних переваг та недоліків. Вирішенню саме цього питання і присвячена дана стаття [3-6].

Методика. Вальцьові преси прокатного типу вивчалися Горячкіним В.П., Лазебним А.Ф., Майковським І.А., Ніколаєвим Д.І. в основному для ущільнення брикетів з сіно-солом'яних матеріалів. Процеси пресування ударним способом досліджувались в роботах Задоріна Г.І. Ефективність вібраційного прикладання навантаження при пресуванні доведена Васильєвим Г.К. та Киженцевим. Шестеренні гранулятори виділені в окрему класифікацію пресуючих пристроїв в книзі Мельникова С.В., одне з найперших досліджень робочого органу з зубчастими колесами для брикетування виконано Сімакіним Ю.А. Преси з матрицями набули найбільшого розповсюдження, як в Україні так і за її межами. Деякі гранулятори такого типу навіть випускались серійно (ОПК-2, ОПК-3). Процеси роботи пресів з матрицями досліджували Фарбман Г.Я., Ніколаєв Д.І., Подколзіним Ю.В., Некрашевичем В.Ф. та ін. З 2000 року удосконаленням елементів матричних пресів в Україні займалися Дідух В.Ф., Батраченко О.В., Циганков І.Ю. Однак, на сьогоднішній день, залишається ще багато питань стосовно основних напрямів



пресування зерновмісних сумішей у тваринництві, що потребують вирішення [7].

Результати і обговорення. У нашій країні щорічно заготовляють сотні мільйонів тон сіна, сінажу та соломи, дещо менші показники заготівлі половини і інших грубих кормів, що мають малу щільність. В сучасних умовах способи зберігання кормів повинні бути максимально ефективними – забезпечувати мінімальні втрати поживних речовин і бути оптимальними з точки зору економіки та організації праці. При цьому, немає значення-це стаціонарне чи тимчасове сховище. Для поліпшення транспортабельності, зниження вартості перевезень, економічного використання складських приміщень, для забезпечення кращого збереження поживних речовин і вітамінів корми ущільнюють.

Аналіз технічних засобів для ущільнення кормів за хронологією їх появи показав різке зростання кількості таких розробок наприкінці ХХ століття. Відомі сотні можливих конструкцій і теоретичних схем різного виду пресів, грануляторів і брикетувальників. Запатентована велика кількість технічних рішень пристроїв для обробки різних матеріалів тиском. Така тенденція зростання вказує не лише на підвищення наукового рівня розробок, а й визнання їх пріоритетності на міжнародному рівні. Починаючи з 2000-х років зростає кількість запатентованих технічних рішень, які ґрунтуються на інноваційних технологіях пресування. Однак, до сих пір немає однозначного рішення про найбільш ефективну конструктивно-технологічну схему ущільнювача кормів.

Пресування або ж стиснення в закритій камері вихідного матеріалу виступає найпоширенішим способом ущільнення кормів. Залежно від щільності моноліту в результаті пресування стеблових кормів отримують тюки (щільність 120...160 кг/м³), що вимагають обв'язки; брикети (щільність 600...900 кг/м³), що зберігають свою форму без обв'язки. При пресуванні комбікормів або трав'яного борошна отримують гранули (щільність 1200...1300 кг/м³) [8]. Залежно від вологості вихідних матеріалів способи пресування поділяють на вологий (вихідна вологість 35...50%) і сухий (вихідна вологість 17...30%). Останній спосіб набув найбільшого поширення саме в кормоприготуванні.

На сьогоднішній день існує велика кількість пресів для отримання гранул сухим способом (рис. 1) різних як за своїм призначенням, так і за принципом дії робочих органів на матеріал.

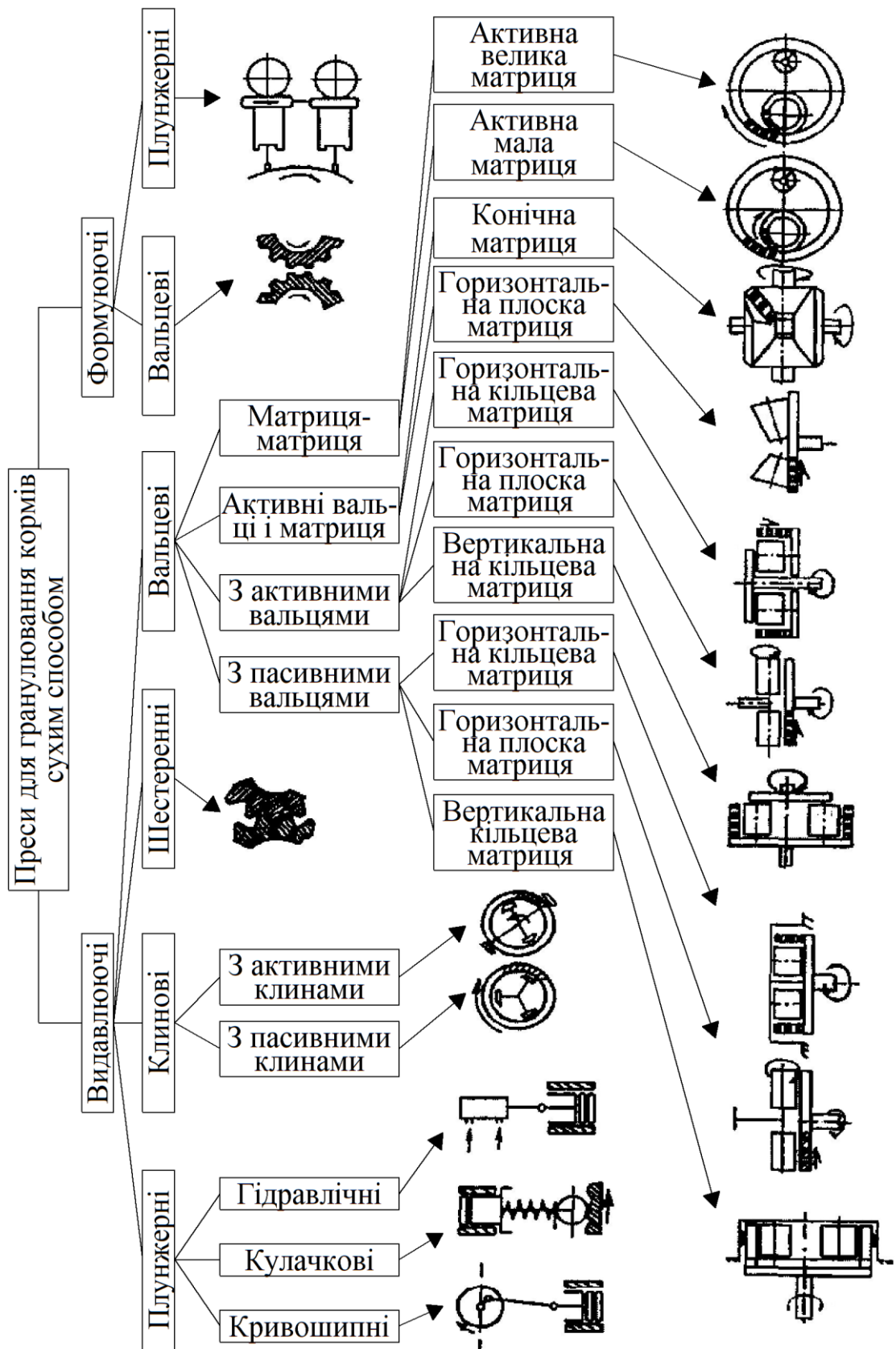


Рис.1. Класифікація пресів для отримання гранул (по Г. Я. Фарбману)[7]

Дослідження в напрямку використання пресів гвинтового типу (рис. 2) для приготування кормових гранул та паливних брикетів у нашій країні розпочалися лише в 1970-х роках, а до того, як свідчить Піуновський І.І. та інші [7], шнекові преси (рис. 2а) для виробництва кормових брикетів та гранул та не використовувались через їх конструктивну недосконалість та значну енергоємність. У науковій роботі Братішко В.В. (2017 р.) запропоновано вирішення цих проблем.

Конструктивно нескладні та недорогі одногвинтові прес-екструдери (рис. 2б), які були розроблені у США в 1960-х роках, знайшли своє застосування на переробці зернових кормів та сої. Основне призначення прес-екструдерів на переробці сої полягало в тепловій інактивації інгібітору трипсину (поруч з іншими машинами, такими як «Gem Roaster» і «Micronizer»). Одногвинтові прес-екструдери отримали широке застосування в інших країнах світу з середини 1970-х років. Двогвинтові прес-екструдери почали знаходити промислове застосування у 1970-х роках у європейських країнах та у 1980-х роках у США та інших країнах світу.

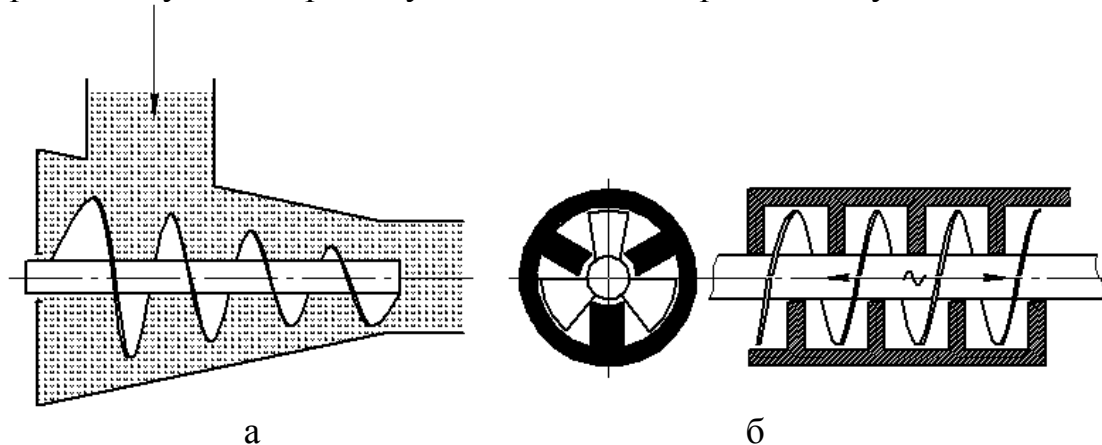


Рис. 2. Схема робочих органів гвинтових пресів: а – шнек;
б – екструдер (шнек високого тиску)

В Україні основними виробниками обладнання для екструдювання кормів є ЗАТ «ЧеркасиЕлеваторМаш», яке виготовляє широкий типорозмірний ряд екструдерів для зерна продуктивністю від 150 до 1500 кг/год.; НВФ «ВАКСАН» (м. Умань) є виробником екструдерів серії ЕЗ продуктивністю від 250 до 1000 кг/год.; ТОВ «Лаврін» (м. Дніпро) пропонує на ринку екструдери серії ЕКЗ продуктивністю від 95 до 350 кг/год.; ВАТ «Умань-ферммаш» є виробником екструдерів ПЕС-250 [9]. У господарствах України на сьогодні експлуатують також екструдери ПЕК 125х6, ПЕК 125х8С і ПЕК 125х8Ж виробництва ВАТ «УкрНДПЛАСТМАШ» (м. Київ), установки УЕС-Ф-800У виробництва ВАТ «Пальмірське РТП» (Черкаська область) тощо.

Екструдер працює наступним чином. Підготовлена кормосуміш,

за необхідності зволожена, із завантажувального бункера захоплюється гвинтом гранулятора. Гвинт транспортує кормосуміш, одночасно її ущільнюючи, до плоскої матриці. В процесі роботи кормосуміш піддається тиску у 2,5...3,5 МПа та розігрівається до 90...110°C [7].

Однак до недоліків даних грануляторів слід віднести невелику продуктивність та значну енергоємність процесу.

Поршневі преси (рис. 3) використовувались здебільшого для приготування паливних брикетів і високоякісних кормів, що не будуть руйнуватись при транспортуванні. Використання таких агрегатів забезпечує більш високу щільність брикетів, або гранул, на відміну від шнекових. Також ваговою перевагою використання поршневих пресів є те, що довжина брусків виготовленої продукції може бути задана оператором виробництва. Як правило, значення даного параметра становить 200...500 мм.

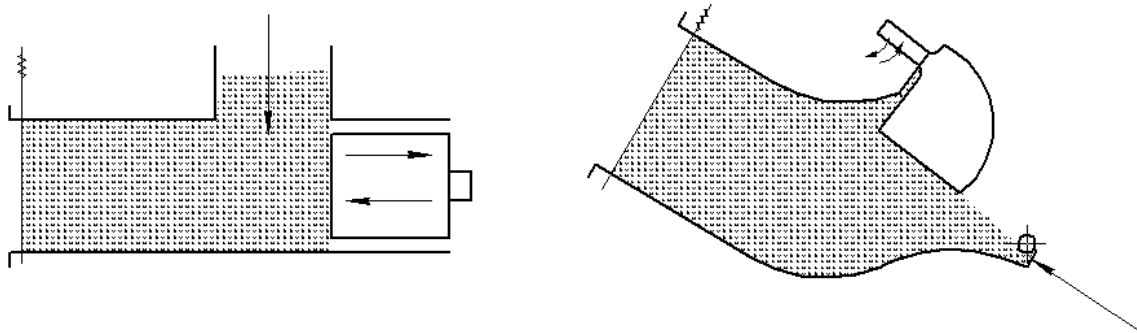


Рис. 3. Схеми робочих органів поршневих пресів

Поршневий прес працює циклічно. При кожному черговому ході поршня відбувається продавлювання через отвори сопла конічної форми певної порції матеріалу. На паливних брикетах видно шари, що відповідають кількості виконаних циклів. У приводі задіяний маховик, який вирівнює навантаження двигуна. В процесі експлуатації поршень зношується в малому ступені, швидко відбувається знос сопла. Вартість поршневих пресів більш висока в порівнянні з ціною на шнекові преси.

Не знайшли широкого практичного застосування у кормовиробництві преси-гранулятори шестеренного типу (рис. 4), дослідженню процесів роботи яких присвячено праці А.М. Шишина, І.Н. Краснова та В.І. Щербини [10].

Поряд із цим, матричні преси (рис. 5) працюють завдяки взаємодії матриці та поверхонь вальців, що обертаються, або ж криволінійних лопатей, що ковзають по матриці (рис. 5, в). Довжина каналів матриці повинна забезпечувати достатню протидію для отримання гранул або брикетів заданої щільності, а також витримування спресованого корму під тиском достатній час,

необхідний для релаксації напружень. Основні переваги матричних пресів – безперервність робочого процесу, відсутність знакозмінних навантажень, відносно менша матеріалоемність ніж у пресів поршневого типу. Велика кількість пресувальних каналів у матриці забезпечує достатню пропускну здатність преса. Недоліки матричних пресів – висока енергоемність процесу пресування, дроблення матеріалу, що піддається ущільненню, підвищені вимоги до вихідної сировини щодо однорідності подрібнення та рівномірності вологості, складність виготовлення матриць, високе нагрівання підшипникових вузлів вальців [5].

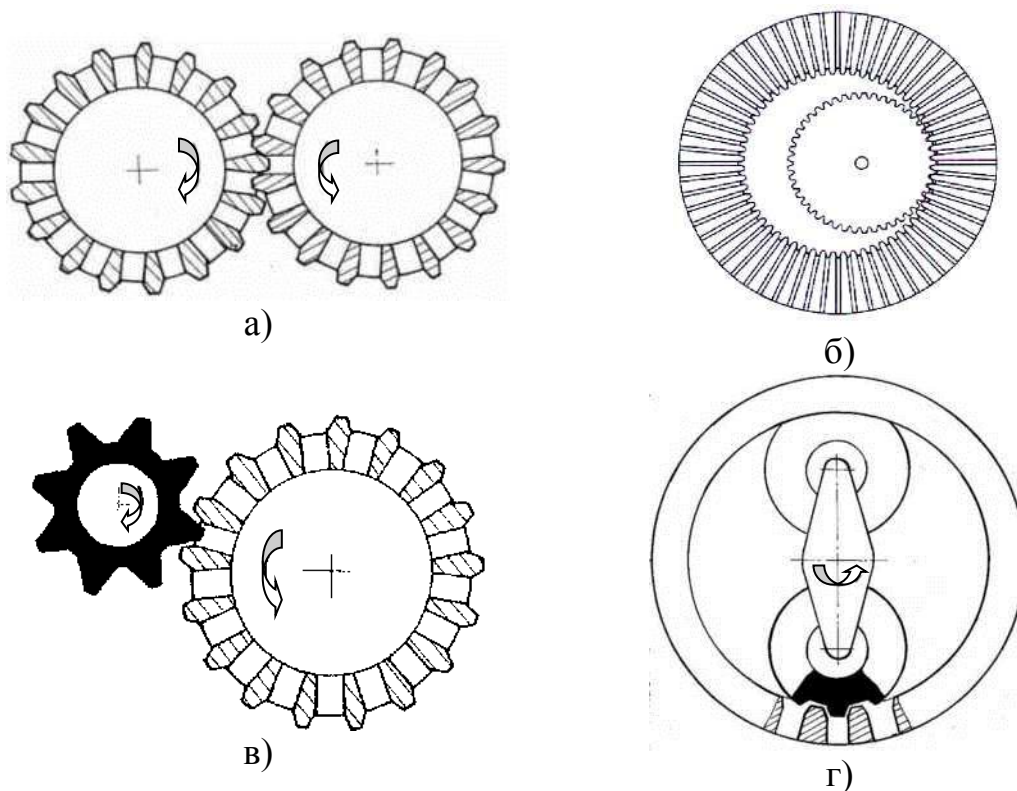


Рис. 4. Схеми робочих органів шестеренних пресів [10]: а – з двома рівновеликими колесами-матрицями; б – матриця і внутрішній пресуючий валець; в – велике колесо-матриця і мале пресувальне колесо по зовнішньому зачепленню; г – матриця і кілька внутрішніх пресуючи вальців

Матричні преси можуть бути як з кільцевою (рис. 5 а, б, в, г), так і з плоскою виконаною матрицею (рис. 5, д, е). Кільцеві матриці можуть обертатися або бути нерухомими. В пресах з матрицями, що обертаються, пресувальні вальці встановлюють на нерухомих осях.

Перевагою пресів з пресувальними елементами, що ковзають, є можливість застосування великої кількості пресувальних елементів, а недоліком – інтенсивне тертя пресувального елемента, що призводить до різкого зростання енергоемності процесу та відносно швидкого

зношування пресувальної пари.

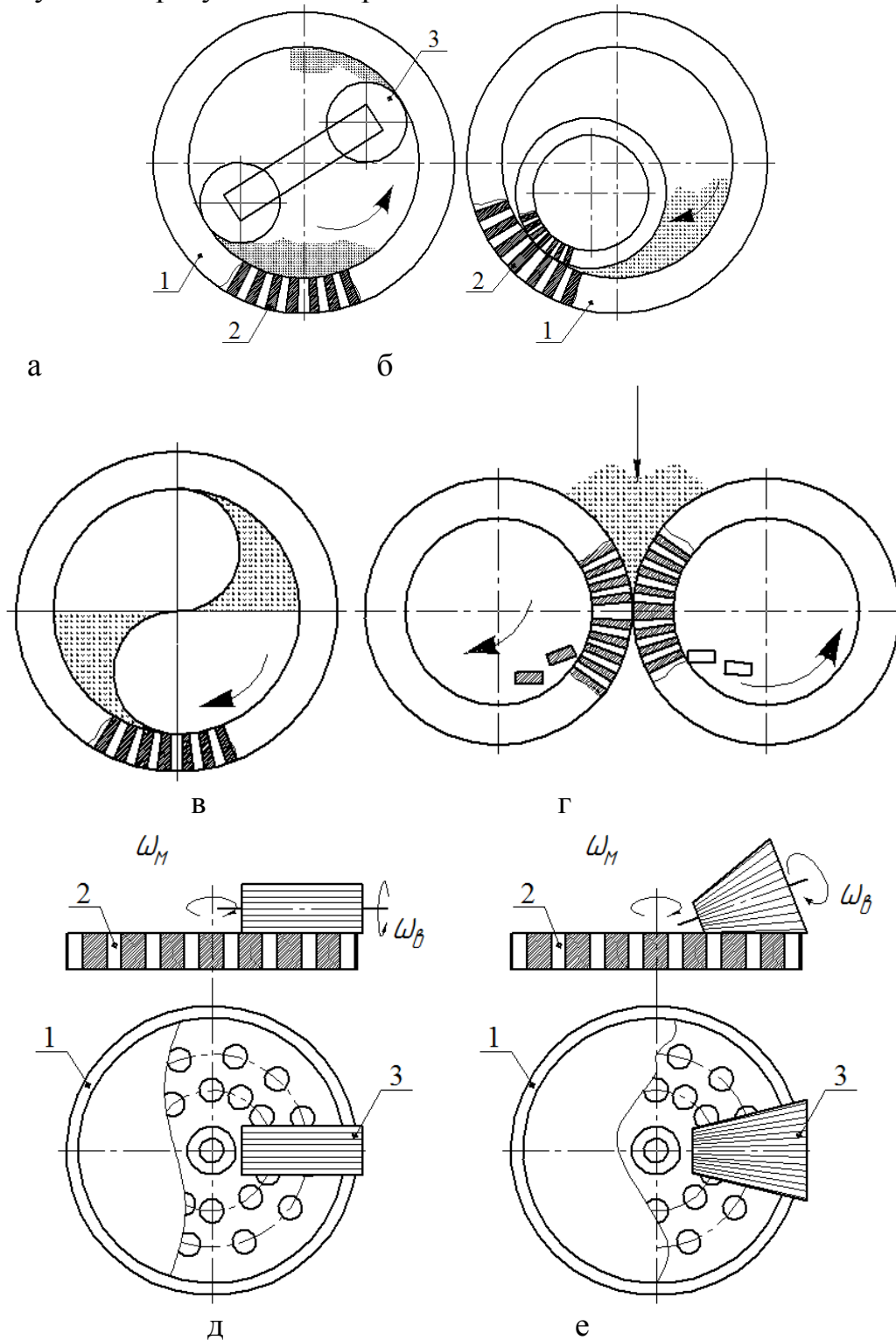


Рис. 5. Схеми робочих органів матричних пресів: а, б, в, г – з кільцевою матрицею; д, е – з плоскою матрицею; 1 – матриця; 2 – канал; 3 – валець

В ряді конструкцій пресувальні канали розташовуються під деяким кутом до радіуса матриці, що покращує прощтовхування корму через пресувальні канали, проте значно ускладнює

виготовлення матриці.

Останніми роками в технічних засобах для гранулювання та брикетування кормів, набуває поширення використання грануляторів з матричними робочими органами, що складаються із кільцевої або плоскої матриці з пресувальними каналами та пресувальних вальців (рис. 6).

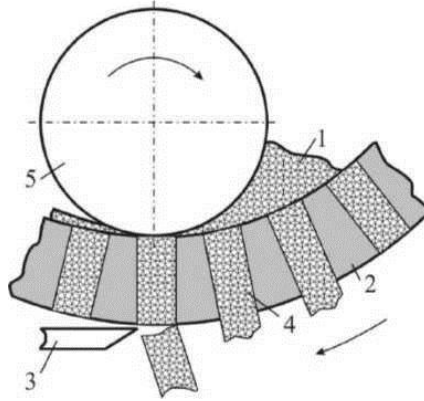


Рис. 6. Схема процесу пресування в матричному робочому органі:
1 – корм; 2 – матриця; 3 – ніж; 4 – канал; 5 – валець.

Для гранулювання зерно-стеблової маси випускалися вальцьово-матричні гранулятори з кільцевою матрицею ОГМ-0,8; ОГМ-0,8А; ОГМ-0,8Б; ОГМ-1,5; ОГМ-1,5А; ОПК-2; ОГК-3; ДГ-1; ДГА; ДПА; ДПБ; Е-8ПГА; Е-8ДГБ; ПГБ-1,5/3 та інші [11].

Для брикетування зерно-стеблової маси застосовувались ОПК-2,0, ОПК-3,0У; ПГБ-1,5/3; БПС-2; Б-8230 та інші агрегати.

Для виробництва кормових гранул найбільшого поширення набули гранулятори для приготування вітамінізованих кормів ОГМ-0,8 і ОГМ-1,5 [11], які відрізнялися різною продуктивністю.

Обладнання для гранулювання трав'яного борошна ОГМ-1,5 призначене для приготування гранул у складі технологічних ліній на базі сушильного агрегату АВМ-1,5Р. В основу конструкції пресувального вузла гранулятора покладено кільцеву матрицю, що обертається навколо горизонтальної осі, та два вальці, що обертаються всередині матриці на нерухомих осях за рахунок сил тертя. Сировина, що подається до пресувальної камери, зтягується між матрицею та вальцями та протискується в радіальні отвори матриці, де під дією тиску формуються гранули. Гранули, що витискаються крізь отвори матриці, наштовхуються на нерухомий ніж та обламуються.

До недоліків цих грануляторів слід віднести велику метало- та енергоємність. При погляді на сучасне «дрібне» або великотоварне виробництво, ці гранулятори не витримують конкуренції. Однак великий термін роботи таких грануляторів – це безумовна перевага. Також слід відмітити можливість додавання пари або води для



підвищення вологості або запарювання.

Висновки.

Із проведеного аналізу витікає, що робочі органи кожної групи технічних засобів в основному призначаються для стиснення окремого виду корму: стеблових, сіна або здрібнених концентрованих кормів. Конструкції усіх без виключення пресів мають свої переваги та недоліки. Практично для всіх пресів характерні великі габарити, а отже, велика маса, значні витрати питомої енергії, висока металоємність. Дослідження в області малогабаритних технічних засобів для гранулювання зерновмісних сумішей представляє великий інтерес для подальшого наукового дослідження та пошуку шляхів щодо удосконалення та підвищення ефективності роботи такого пресу зі зниженням витрат на його обслуговування.

В цілому, технічний і технологічний процес гранулювання зерновмісних сумішей є складним. Наявний теоретичний і практичний досвід не дає повноцінної можливості визначити та усунути усі недоліки пресів, що вимагає принципово нових технічних рішень та розробок. Застосування малогабаритних грануляторів з плоскими матрицями, які працюють за принципом продавлювання та стирання є перспективним для невеликих фермерських та підсобних господарств. Враховуючи те, що малогабаритні технічні засоби, для пресування зерновмісних сумішей, у серійному виробництві зустрічаються рідше, ніж габаритні гвинтові, в тому числі і екструдери, та промислові матричні преси з кільцевими матрицями, можна зробити висновок, що існують шляхи удосконалення конструкції грануляторів з плоскими матрицями і рухомими прикочувальними роликами, що дозволить підвищити якість приготування гранул та зменшити витрати енергії при пресуванні.

Література

1. Скляр О. Г. Механізація технологічних процесів у тваринництві: навч. посібник / О. Г. Скляр, Н. І. Болтянська. – Мелітополь: Колор Принт, 2012. – 720 с.
2. Болтянская Н. И. Анализ основных направлений ресурсосбережения в животноводстве / Н. И. Болтянская, О. В. Болтянский // Motrol: Commission of motorszation and energetycs in agriculture. – 2016. – Vol.18, No.1. – С. 49-54.
3. Біоенергія в Україні – розвиток сільських територій та можливості для окремих громад: науково-методичні рекомендації / В. О. Дубровін [та ін.]. – К: НУБіП України, 2009. – 122 с.
4. Болтянська Н. І. Забезпечення високоефективного функціонування технологічного процесу приготування і роздавання кормів у тваринництві / Н. І. Болтянська // Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь, 2014. – Вип. 4, т. 1. – С. 16-22.



5. Болтянська Н. І. Показники оцінки ефективності застосування ресурсозберігаючих технологій в тваринництві / Н. І. Болтянська // Вісник Сумського НАУ / СНАУ. – Суми, 2016. – Вип. 10/3 (31). – С. 118-121. – (Механізація та автоматизація виробничих процесів).

6. Братішко В. В. Узгодження конструкційних параметрів матриць гвинтових грануляторів кормів за тиском та пропускною здатністю / В. В. Братішко // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація / КНТУ. – Кіровоград, 2014. – Вип. 27. – С. 187-191.

7. Щербина В. И. Ресурсосберегающие процессы гранулирования и брикетирования кормов шестеренными прессами: дис... д-ра техн. наук: 05.20.01 / В. И. Щербина. – зерноград, 2004. – 376 с.

8. Любецкая А. А. Гранулирование кормов. МДК 02.03. «Технология механизированных работ в животноводстве» по специальности: 35.02.07. «Механизация сельского хозяйства» [Электронный ресурс] : [Презентация] / А. А. Любецкая. – Режим доступа: <http://www.informio.ru/publications/id3757/Prezentacija-Granulirovanie-kormov-MDK0203-Tehnologija-mehanizirovannyh-rabot-v-zhivotnovodstve-po-specialnosti-350207-Mehanizacija-selskogo-hozjaistva>

9. Календрузь І. Екструдери для зерна / І. Календрузь, А. Бурилко // Пропозиція. – 2010. – № 12. – С. 100-103.

10. Гранулирование кормов шестеренными прессами: монография / И. Н. Краснов [и др.]. – зерноград, 2016. – 234 с.

11. Братішко В. В. Механіко-технологічні основи приготування повнораціонних комбикормів гвинтовими грануляторами: дис... д-ра техн. наук: 05.05.11 / В. В. Братішко. – Глеваха, 2017. – 322 с.

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ПРЕССОВ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВЫХ ГРАНУЛ И ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ

Болтянская Н. И., Комар А. С.

Аннотация

Применение технологии сжатия кормов позволяет получать корма заданного размера, формы и необходимых физико-механических характеристик, уменьшает их потери при транспортировке, хранении и переработке, а также улучшает показатели дальнейшего использования. В статье уделено внимание развитию оборудования для прессования корма для животных, проведен анализ конструкций основных групп технических средств для уплотнения различных видов кормов. Проанализированы конструктивно несложные и недорогие одновинтовые и двухвинтовые пресс-экструдеры, применяемые на переработке зерновых кормов и сои. К недостаткам данных грануляторов следует отнести небольшую производительность и значительную энергоемкость процесса. Проведен анализ поршневых прессов, используемых в основном для приготовления топливных брикетов и высококачественных кормов, которые не



разрушаются при транспортировке. Использование таких агрегатов обеспечивает более высокую плотность брикетов, или гранул, в отличие от шнековых, но поршневые прессы имеют достаточно высокую стоимость и огромную материалоемкость. Определены основные преимущества матричных прессов – непрерывность рабочего процесса, отсутствие знакопеременных нагрузок, относительно небольшая материалоемкость нежели в прессах поршневого типа. Большое количество прессовочных каналов в матрице обеспечивает достаточную пропускную способность пресса. Недостатки матричных прессов – высокая энергоемкость процесса прессования, дробления материала, который подвергается уплотнению, повышенные требования к исходному сырью по однородности измельчения и равномерности влажности, сложность изготовления матриц, значительный нагрев подшипниковых узлов вальцов. Проанализированы грануляторы с матричными рабочими органами, состоящие из кольцевой или плоской матрицы с прессовальными каналами и прессовочных вальцов. Определена группа прессов для дальнейшего исследования и усовершенствования их конструкции для обеспечения качественного сжатия материала и уменьшении затрат энергии при гранулировании.

ANALYSIS OF PRESS CONSTRUCTIONS FOR PREPARATION OF FEED PELLETS AND FUEL BRICKS

N. Boltianska, A. Komar

Summary

The use of feed compression technology provides the feed of given size, shape and required physical and mechanical characteristics, reduces transportation storage and processing losses and improves the indicators of further use. The article focuses on the development of animal feed pressing equipment, analysis of structures of the main groups of technical means for compaction of various types of feed. It contains the analysis of structurally simple and inexpensive single-strand and twin-screw extruders used in the processing of grain and soya feed. The disadvantages of these granulators include low performance and a significant energy intensity of the process. The article also includes the analysis of piston presses used mainly for the preparation of fuel bricks and high-quality feeds that are not destroyed during transportation. The use of the equipment like this, in contrast to the auger-type equipment, provides a higher density of bricks, or granules though the piston press has a fairly high cost and enormous material capacity. The main advantages of matrix presses are determined, including the continuity of the work process, the absence of alternating loads, and relatively small material capacity than in the piston type presses. A large number of compression channels in the matrix provide a sufficient throughput of the press. The disadvantages of the matrix presses are the high energy intensity of the pressing process, the crushing of the material that is compressed, the increased requirements for the raw material for homogeneity of grinding and uniformity of moisture, the complexity of the matrix production, and the considerable heating of the bearings of rollers. Granulators with matrix working organs consisting of an annular or flat matrix with compression channels and pressing rolls are analyzed. A group of presses for further research and improvement of their design have been defined to ensure a good compression of the material and to reduce the cost of energy in granulation.

Keywords: feed, seal, granulator, construction, advantages, disadvantages, directions of improvement.