

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**



ПРАЦІ
Таврійського державного
агротехнологічного університету

Випуск 19. Том 4

Наукове фахове видання

Технічні науки

Мелітополь – 2019

**УДК 631.3
Т 13**

Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ імені Дмитра Моторного, 2019. – Вип. 19, т. 4. – 337 с.

Друкується за рішенням Вченої Ради ТДАТУ,
Протокол № 4 від 26.11.2019 р.

У збірнику наукових праць опубліковано матеріали за результатами досліджень у галузі механізації сільського господарства та галузевого машинобудування.

Видання призначене для наукових працівників, викладачів, аспірантів, інженерно-технічного персоналу і студентів, які спеціалізуються у відповідних або суміжних галузях науки та напрямках виробництва.

Реферативні бази: Crossref, Google Scholar, eLibrary, AGRIS, «Україніка наукова», НБУ ім. В. І. Вернадського.

Редакційна колегія:**Головний редактор**

Кюрчев В. М. - чл.-кор. НААН України, д.т.н., проф. (Україна)

Заступник головного редактора

Надикто В. Т. - чл.-кор. НААН України, д.т.н., проф. (Україна)

Відповідальний секретар Діордієв В. Т. - д.т.н., проф. (Україна)

Beloev Hristo - д.т.н., проф. (Болгарія)

Ivanovs Semjons - PhD (Latvia)

Jose Italo Cortez - PhD (Mexico)

Нукешев Саяхат - д.т.н., проф. (Казахстан)

Прищепов М.А. - д.т.н., доц. (Білорусь)

Постолатій В. М. - д.х.т.н. (Молдова).

Шингисов А. У. - д.т.н., проф. (Казахстан)

Гнатушенко В. В. - д.т.н., проф. (Україна)

Дідур В. А. - д.т.н., проф. (Україна)

Леженкін О. М. - д.т.н., проф. (Україна)

Шоман О. В. - д.т.н., проф. (Україна)

Соболь О. М. - д.т.н. (м. Харків)

Сердюк М. Є. - д.т.н., доц. (Україна)

Євлаш В. В. - д.т.н., проф. (Україна)

Паламарчук І. П. - д.т.н., проф. (Україна)

Пилипенко Л. М. - д.т.н., проф. (Україна)

Дейниченко Г. В. - д.т.н., проф. (Україна)

Пріс О. П. - д.т.н., проф. (Україна)

Малкіна В. М. - д.т.н., проф. (Україна)

Погребняк А. В. - д.т.н., доц. (Україна)

Гумен О. М. - д.т.н., проф. (Україна)

Панченко А. І. - д.т.н., проф. (Україна)

Волошина А.А. - д.т.н., проф. (Україна)

Мілько Д. О. - д.т.н., в.о. проф. (Україна)

Тарасенко В. В. - д.т.н., проф. (Україна)

Караєв О. Г. - д.т.н., с.н.с. (Україна)

Назаренко І. П. - д.т.н., проф. (Україна)

Кузнецов М. П. - д.т.н., с.н.с. (Україна)

Лисенко В. П. - д.т.н., проф. (Україна)

Лисиченко М. Л. - д.т.н., проф. (Україна)

Скляр О. Г. - к.т.н., проф. (Україна)

Квітка С. О. - к.т.н., доц. (Україна)

Лендел Т. І. - к.т.н., (Україна)

Яковлев В. Ф. - к.т.н., проф. (Україна)

Кашкарьов А. О. - к.т.н., доц. (Україна)

Сидоренко О. С. - к.т.н., доц. (Україна)

Лясковська С. Є. - к.т.н., доц. (Україна)

Холодняк Ю. В. - к.т.н. (Україна)

Гавриленко Є. А. - к.т.н., доц. (Україна)

Строкань О. В. - к.т.н., доц. (Україна)

Мацулевич О. Є. - к.т.н., доц. (Україна)

Самойчук К. О. - к.т.н., доц. (Україна)

Відповідальний за випуск - д.т.н., проф. Панченко А.І.

Адреса редакції: ТДАТУ

просп. Б. Хмельницького 18,

м. Мелітополь Запорізька обл.

72312 Україна

ISSN 2078-0877

© Таврійський державний
агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, 2019

УДК 631.363.283

DOI: 10.31388/2078-0877-19-4-118-129

ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГРАНУЛЯТОРА

Комар А. С., інженер,

Болтянська Н. І., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного

Тел.: +38 (0619) 42-05-70

Анотація – першочерговою задачею будь-якого агроінженерного дослідження є проблеми ресурсозбереження та зменшення негативного впливу на довкілля. Разом з тим розвиток агропромислового виробництва в Україні та світі на сучасному етапі не може відбуватися за критерієм забезпечення максимального прибутку в іншому випадку йому загрожує деградація. Операція пресування (в тому числі гранулювання) поряд з подрібненням є однією з найпоширеніших технологічних операцій у багатьох галузях промисловості та сільського господарства. Обладнання для гранулювання використовується не лише для приготування комбікормів для тварин і птиці, а здатне вирішити проблеми з енергозбереженням та утилізацією відходів рослинного та тваринного походження. В статі обґрунтовано необхідність аналізу технічних засобів для пресування та обрано схему грануляторів з плоскими матрицями сухого пресування. В процесі аналізу технічних засобів та конструкцій пресів для приготування кормових гранул та паливних брикетів визначено, що сухий метод гранулювання вихідної сировини менш енергоємний, через відсутність обладнання для сушіння гранул. За результатами аналізу витискаючих грануляторів для формування гранул сухим методом виникає необхідність визначення найбільш оптимального компонування його складових частин. Означено, що основними кількісними показниками продуктивності пресу є параметри основних робочих органів обладнання. Описана будова конструктивно-технологічної схеми гранулятора з плоскою матрицею. Теоретично розраховані конструктивні параметри формуючих матриць. Наведено рівняння для визначення масової годинної продуктивності гранулятора. Наголошено на тому, що продуктивність гранулятора з плоскою матрицею визначається не лише конструктивно-технологічною схемою та геометричними параметрами робочих органів, але і швидкісними режимами

роботи, величиною подачі вихідної сировини та її насипною щільністю. У свою чергу на процес гранулювання впливають фізико-механічні властивості сировини: сипкість, в'язко-пластичні характеристики, пружно-деформаційні властивості при деформації тощо. Все це зумовлює необхідність врахування всіх сукупних чинників при проведенні розрахунку параметрів, що впливають на продуктивність грануляторів з плоскою матрицею.

Ключові слова – гранулятор, плоска матриця, конструктивно-технологічна схема, пресування, продуктивність, вихідна сировина, канал фільери.

Постановка проблеми. Сьогодні першочерговою задачею будь-якого агроінженерного дослідження є проблеми ресурсозбереження та зменшення негативного впливу на довкілля. Разом з тим розвиток агропромислового виробництва в Україні та світі на сучасному етапі не може відбуватися за критерієм забезпечення максимального прибутку в іншому випадку йому загрожує деградація. Операція пресування (в тому числі гранулювання) поряд з подрібненням є однією з найпоширеніших технологічних операцій у багатьох галузях промисловості та сільського господарства [1-4]. Обладнання для гранулювання використовується не лише для приготування комбікормів для тварин і птиці, а здатне вирішити проблеми з енергозбереженням та утилізацією відходів рослинного та тваринного походження. Причому, чим вищі вимоги ставляться до вихідного продукту, зокрема до щільності, крихкості, тим технологічно досконалішими повинні бути відповідні технічні засоби. З огляду на це, важливим є підвищення продуктивності обладнання за рахунок аналізу робочих органів гранулятора та вдосконалення їх геометричних параметрів [5-7].

Аналіз останніх досліджень. Преси матричного типу в Україні та світі набули достатнього розповсюдження останні 10-20 років. Потужні гранулятори з використанням матриць кільцевого типу навіть випускались серійно (ОПК-2, ОПК-3). Вивченням і вдосконаленням процесів роботи матричних пресів займалися Фарбман Г.Я., Подколзін Ю.В., Ніколаєв Д.І., Некрашевич В.Ф. та ін. Дослідженням процесів пресування в грануляторах з кільцевими матрицями займалися Сафонов А.О., Поліщук В.Ю., Панов Є.І., Кириленко О.С., Ковріков І.Т. та ін., процеси роботи пресів з плоскими матрицями досліджували Попов А.М., Макаренков Д.А., Назаров В.І., Севостьянов М.В., Осокін А.В. [8-13]. В Україні вдосконалення окремих вузлів та елементів матричних пресів займалися Дідух В.Ф., Батраченко О.В., Циганков І.Ю. [14, 15]. Однак, актуальним та відкритим залишається питання

стосовно напрямів вдосконалення матричного обладнання для гранулювання зерновмісних сумішей та відходів життєдіяльності тварин і птиці в агропромисловому виробництві, яке потребує вирішення.

Формулювання цілей статті. Проаналізувати конструктивно-технологічну схему і параметри робочих органів гранулятора з плоскою матрицею. Обґрунтувати основні параметри, що впливають на продуктивність обладнання для гранулювання. Розрахувати геометричні параметри окремих робочих органів пресового обладнання. Визначити теоретичну продуктивність матричного гранулятора.

Основна частина. В Україні гранулятори широкого розповсюдження набули на комбікормових заводах, а також в тваринництві та птахівництві де їх використовують для приготування повноцінних гранульованих кормів. В світі щорічно заготовляють мільйони тон комбікормів. Для покращення придатності до транспортування та зниження його вартості, економічного використання складів для зберігання кормів, для збереження поживних речовин в кормах їх ущільнюють [16-18].

В процесі аналізу технічних засобів та конструкцій пресів для приготування кормових гранул та паливних брикетів визначили, що сухий метод гранулювання вихідної сировини менш енергоємний, через відсутність обладнання для сушіння гранул. За результатами аналізу грануляторів витискаючого чого типу для формування гранул сухим методом виникає необхідність визначення найбільш оптимального компонування його складових частин. Для цього необхідно сформулювати критерій оптимізації.

Якщо гранулятори будуть формувати гранули за різними принципами, то їх енерговитрати будуть різними. Тому порівнюючи альтернативні схеми по їх продуктивності, можна випустити з поля зору відмінності в енергоємності виробництва. З цієї ж причини в порівняльній оцінці відкинули витискаючі гранулятори плунжерного, клинового і шестеренного впливу на вихідну сировину [14].

Обмежимося порівнянням схем матричних грануляторів, що відносяться до одного типу, інакше варіацій буде досить багато, що занадто ускладнить вибір. У нашому випадку оберемо вальцеві гранулятори витискаючого типу з плоскими матрицями.

Основним критерієм для порівняння при цьому можемо прийняти питому продуктивність пристроїв, тобто продуктивність гранулятора в перерахунку на одну одиницю корисної площі робочих елементів – матриць та прикочувальних роликів. Також необхідне обмеження по габаритах пристрою. Очевидно, що схеми з великими матрицями і досить великими прикочувальними роликами, відносяться

до обладнання, що мають вельми крупні габарити, тому їх також відкинемо.

Головними параметрами для теоретичного розрахунку приймаємо матриці і прикочувальні ролики, або параметри робочих органів. Гранулятори з плоскими матрицями можна розподілити на три групи: гранулятори з активною матрицею, гранулятори з активними прикочувальними роликами (рисунок 1) та гранулятори з активною матрицею і активними прикочувальними роликами. У першому випадку обертається матриця гранулятора, в другому – за допомогою привідного вала прикочувальні ролики перекочуються по нерухомій матриці, а у третьому – робочі органи гранулятора мають рухатися назустріч одне одному.

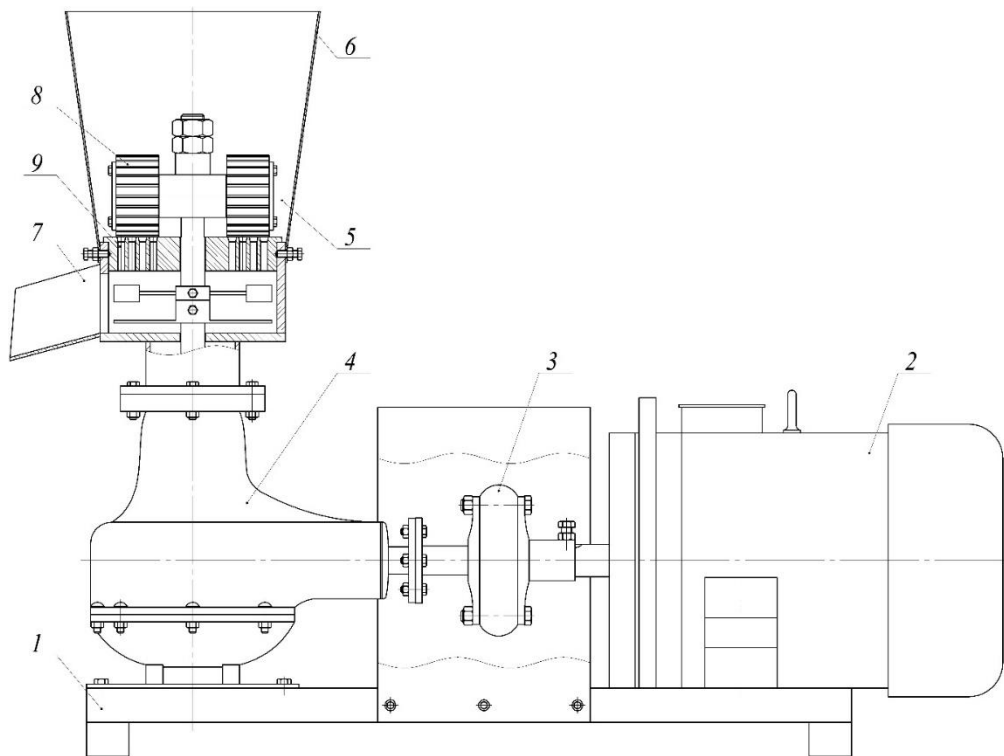


Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема гранулятора з плоскою матрицею: 1 – рама; 2 – електродвигун; 3 – запобіжна муфта; 4 – редуктор; 5 – корпус; 6 – завантажувальна горловина; 7 – вивантажувальний патрубок; 8 – прикочувальні ролики; 9 – плоска матриця

Гранулятор з активними прикочувальними роликами складається з корпусу 5 з нерухомо встановленою в ньому перфорованою плоскою матрицею 9, двох рухомих прикочувальних роликів 8, які закріплені на вертикальному приводному валу за допомогою втулки з пружним елементом, горловини для завантаження вихідної сировини 6 і вивантажувального патрубку 7. Привод роликів гранулятора відбувається від електродвигуна 2 через редуктор 4 та запобіжну муфту

3. Прикочувальні ролики виконано у вигляді двох рухомих вальців з можливістю оперативного монтажу та демонтажу [6].

Схеми грануляторів з плоскою матрицею наведено на рисунку 2. Схема 2, а найчастіше реалізується в невеликих грануляторах і лабораторних установках, як найбільш проста у виготовленні. Схема 2, б застосовується в грануляторах комбікормів. Схеми 2, в і 2, г застосовуються, в основному, в промислових грануляторах великої продуктивності. Схеми 2, д і 2, е зустрічаються рідше, в основному в експериментальних лабораторних установках, складність їх виготовлення зумовлена наявністю подвійного приводу робочих органів.

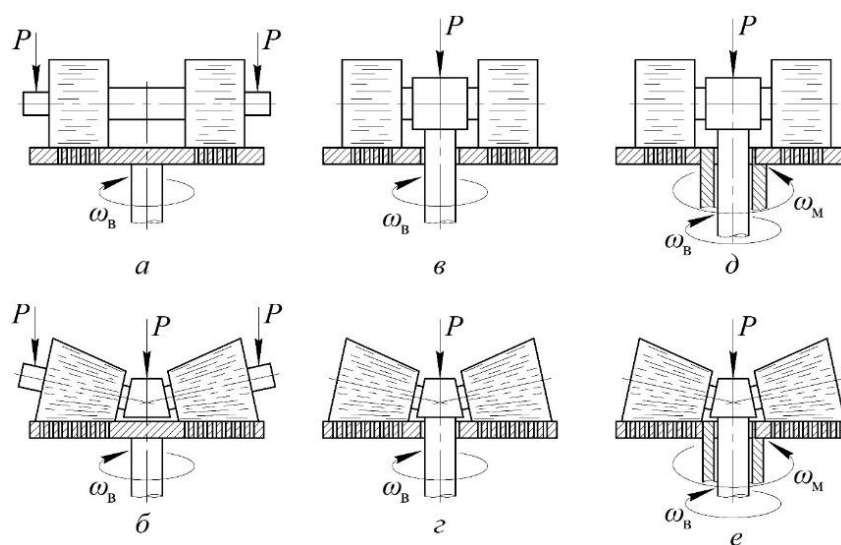


Рис. 2. Схеми грануляторів з плоскою матрицею:

а – з активною матрицею і циліндричними прикочувальними роликами;
б – з активною матрицею і конічними прикочувальними роликами; *в* – з активними циліндричними прикочувальними роликами; *г* – з активними конічними прикочувальними роликами;
д – з активною матрицею та активними циліндричними прикочувальними роликами; *е* – з активною матрицею та активними конічними прикочувальними роликами; ω_B – кутова швидкість приводного вала; ω_M – кутова швидкість плоскої матриці;
P – притискне зусилля, що забезпечує необхідний тиск на вихідну сировину при роботі гранулятора

Одним з найважливіших технологічних параметрів обладнання для гранулювання вихідної сировини (комбікорм, відходи рослинного та тваринного походження, залишки деревної промисловості тощо) є його продуктивність. Продуктивність обладнання для гранулювання визначається пропускною здатністю основного робочого елементу гранулятора – матриці [6, 10].

Уявивши «живий» переріз матриці в вигляді каналу, визначимо масу вихідної сировини, що проходить через нього за одиницю часу, тобто масову продуктивність, за рівнянням:

$$Q_m = \frac{m}{t} = \frac{V \cdot \rho_{\text{гр}}}{t}; \quad (1)$$

де m – маса сировини, що проходить через «живий» розріз матриці, кг;

t – час, год;

V – об'єм сировини, що проходить через «живий» розріз матриці, м³;

$\rho_{\text{гр}}$ – щільність сформованої гранули, кг/м³.

Вважаючи, що рух вихідної сировини по каналу фільтри (калібр матриці гранулятора) відбувається нерозривним потоком, справедливим буде вираз:

$$V = S_{\phi} \cdot v'_{\text{пр}} \cdot z_{\phi}; \quad (2)$$

де S_{ϕ} – площа вихідного отвору фільтри, м²;

$v'_{\text{пр}}$ – середня швидкість проштовхування вихідної сировини по каналу фільтри, м/с;

z_{ϕ} – кількість фільтрів, шт.;

Тоді отримаємо:

$$Q_m = \frac{S_{\phi} \cdot v'_{\text{пр}} \cdot z_{\phi} \cdot \rho_{\text{гр}}}{t} \quad (3)$$

Інколи кількість фільтрів може бути замінена коефіцієнтом використання робочої поверхні матриці ($k_{\text{вик}}$), який визначається відношенням активної площі, зайнятої фільтрами, до всієї робочої поверхні матриці:

$$k_{\text{вик}} = \frac{S_{\text{акт}}}{S_{\text{роб}}} = \frac{S_{\phi} \cdot z_{\phi}}{S_{\text{роб}}} \quad (4)$$

Враховуючи, що робоча поверхня плоскої матриці є кільцевою ділянкою, що обмежена радіусами R_K і R_L , (рис. 3, б; 3, в) з площею $S_{\text{роб}} = \pi \cdot (R_L^2 + R_K^2)$, площею вихідного перетину фільтри $S_{\phi} = 0,25\pi \cdot D_{\text{ц}}^2$, діаметром фільтри $D_{\text{ц}}$ та шириною прикочувального ролика – $b_{\text{п.р.}}$, вираз (4) прийме вигляд:

$$k_{\text{вик}} = \frac{0,25\pi \cdot D_{\text{ц}}^2 \cdot z_{\phi}}{\pi \cdot (R_L^2 + R_K^2)} = \frac{0,25 \cdot D_{\text{ц}}^2}{b_{\text{п.р.}} \cdot (R_L^2 + R_K^2)} \quad (5)$$

Звідки визначимо, що кількість фільтрів z_{ϕ} дорівнює:

$$z_{\phi} = \frac{b_{\text{п.р.}} \cdot (R_L + R_K)}{0,25 \cdot D_{\text{ц}}^2} \cdot k_{\text{вик}} \quad (6)$$

Для плоских матриць провідних виробників коефіцієнт використання $k_{\text{вик}}$ знаходиться в межах від 0,2 до 0,5.

Важливе технологічне значення має параметр фільери D_K . Від його величини залежить кількість вихідної сировини, що потрапляє в канал фільери, ступінь його ущільнення, а також опір каналу продавлюванню і зв'язані з цим процесом енергетичні витрати. Крім цього D_K визначає складність і трудомісткість виготовлення плоскої матриці.

Параметри каналу фільери (рис. 3, а) зв'язані простим співвідношенням:

$$D_K = D_{\text{ц}} + L_K \cdot 2 \operatorname{tg} \beta \quad (7)$$

де L_K – довжина конічної ділянки каналу фільери, мм;

β – кут конічної частини каналу фільери, град.

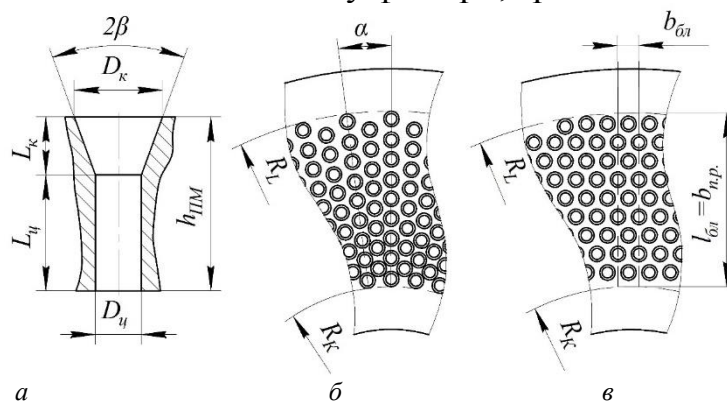


Рис. 3. Схема до розрахунків матриці:

а – параметри фільери з конічною вхідною частиною, б – радіальне розміщення фільер, в – шахове розміщення фільер

Середню швидкість прошовування вихідної сировини ($v'_{\text{пр}}$) визначимо як співвідношення величини переміщення спресованої порції сировини в каналі матриці за один оборот водила прикочувальних роликів до тривалості обороту по залежності:

$$v'_{\text{пр}} = \frac{h}{t_{\text{ц}}} \quad (8)$$

де h – висота шару сировини перед вдавленням в фільеру, м;

$t_{\text{ц}}$ – тривалість циклу пресування, с:

$$t_{\text{ц}} = \frac{1}{n_{\text{в}} \cdot z_{\text{п.р.}}} \quad (9)$$

де $n_{\text{р}}$ – частота обертання роликів, с^{-1} ;

$z_{\text{п.р.}}$ – кількість прикочувальних роликів

За тим, що шар вихідної сировини H , який стискається при гранулюванні ущільнюється з початкової насипної щільності ρ_0 до щільності готової гранули $\rho_{\text{гр}}$, висотою h , справедливо записати значення коефіцієнта ущільнення:

$$k_{\text{ущ}} = \frac{\rho_{\text{гр}}}{\rho_0} = \frac{H}{h} \rightarrow h = H \cdot \frac{\rho_{\text{гр}}}{\rho_0} \quad (10)$$

З урахуванням (10), отримаємо:

$$v'_{\text{пр}} = H \cdot \frac{\rho_{\text{гр}}}{\rho_0} \cdot z_{\text{п.р.}} \cdot n_{\text{в}} \quad (11)$$

Звідси бачимо, що швидкість проходження вихідної сировини через канал фільтри прямо пропорційна подачі H шихти в камеру гранулювання. Час перебування вихідної сировини в каналі визначає щільність отриманих гранул: короткий час – гранула має малу міцність, тривалий час – міцність гранули збільшена.

Масова годинна теоретична продуктивність Q_m (кг/год) гранулятора з плоскою матрицею при безперервній подачі вихідної сировини, з врахуванням отриманих залежностей, буде визначатися одним з наступних виразів:

$$Q_m = 0,218 \cdot 10^{-3} \cdot D_{\text{ц}}^2 \cdot H \cdot \rho_0 \cdot z_{\text{п.р.}} \cdot z_{\text{ф}} \cdot n_{\text{в}} \quad (12)$$

$$Q_m = 0,218 \cdot 10^{-3} \cdot b_{\text{п.р.}} \cdot (R_L + R_K) \cdot H \cdot \rho_0 \cdot z_{\text{п.р.}} \cdot k_{\text{вик}} \cdot n_{\text{в}} \quad (13)$$

Висновки.

Вищенаведені математичні вирази демонструють, що продуктивність гранулятора з плоскою матрицею визначається не лише конструктивно-технологічною схемою та геометричними параметрами окремих робочих органів, але і швидкісними режимами роботи, величиною подачі вихідної сировини та її насипною щільністю. У свою чергу, на процес гранулювання впливають фізико-механічні властивості вихідної сировини: сипкість, в'язко-пластичні характеристики, пружно-деформаційні властивості при деформації тощо. Все це зумовлює необхідність врахування всіх сукупних чинників при проведенні розрахунку параметрів, що впливають на продуктивність грануляторів з плоскою матрицею.

Література:

1. Болтянський О.В. Екологічна безпека виробництва та зменшення витрат матеріальних і енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції /О.В. Болтянський // Науковий вісник НУБіП. Серія «Техніка та енергетика АПК» – К.,2015. – Вип.212, ч.1. – С. 275-283.
2. Скляр Р.В. Методологія оптимізації ресурсовикористання у тваринництві / Р.В. Скляр, О.Г. Скляр // Праці ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – Вип. 11. Т.5. – С. 245-251.
3. Болтянська Н.І. Умови забезпечення ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві /

Н.І. Болтянська // Праці ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2016. – Вип. 16. Т.2. – С. 153-159.

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

5. *Скляр О.Г.* Механізація технологічних процесів у тваринництві: навч. посібник / *О.Г. Скляр*. – Мелітополь: Колор Принт, 2012. – 720 с.

6. *Мілько Д.О.* Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів гранулятора з нерухомою матрицею / *Д.О. Мілько, Ю.П. Рогач, А.С. Комар* // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка: Проблеми надійності машин. – Вип. 192. - Харків: ХНТУСГ, 2018.-С. 202-209.

7. *Болтянська Н.І.* Аналіз конструкцій шестеренних пресів-грануляторів / *Н.І. Болтянська* // Науковий вісник ТДАТУ.– Мелітополь: ТДАТУ, 2018. – Вип.8. Т.2. – С. 29-43.

8. *Boltyanska N.* Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses / *N. Boltyanska* // ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow, 2018. – Vol. 18. No 2. – P. 23-29.

9. *Болтянська Н.І.* Аналіз конструкцій пресів для приготування кормових гранул та паливних брикетів / *А.С. Комар, Н.І. Болтянська* // Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2018.– Вип.8. Т.2. – С. 44-56.

10. *Осокин А.В.* Анализ конструкционно-технологических параметров формующих матриц пресс-валковых экструдеров / *А.В. Осокин* // IX международная научно-практическая конф. студ., асп. и мол. уч. «Молодежь и научно-технический прогресс» (г. Губкин, 14 апреля 2016 г.): сб. трудов. Губкин, 2016. С. 95–100.

11. *Комар А.С.* Розробка конструкції преса-гранулятора для переробки пташиного посліду / *А.С. Комар* // Зб. наукових-праць Міжн. наук.-практ. конф. «Актуальні питання розвитку аграрної науки в Україні». – Ніжин, 2019. – С. 84-91.

12. *Комар А.С.* Аналіз переваг та недоліків штемпельних пресів / *А.С. Комар* // Збірник тез доповідей II Міжн. наук.-практ. конф. «Агроінженерія: сучасні проблеми та перспективи розвитку». НУБіП України. – Київ. 2019. – С. 75-76. Мілько, патент

13. *Комар А.С.* Переробка пташиного посліду на добриво шляхом його гранулювання / *А.С. Комар*// Тези V Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва». – Умань, 2019.– С. 18-20.

14. *Братішко В.В.* Механіко-технологічні основи приготування повнораціональних комбікормів гвинтовими грануляторами: дис... д-ра техн. наук: 05.05.11. – Глеваха: 2017. – 322 с.

15. *Болтянська Н.І.* Обґрунтування шляхів вдосконалення процесу гранулювання у прес-грануляторах з кільцевою матрицею / *Н.І. Болтянська, А.С. Комар* // Вісник Харківського національного університету с. г. ім. П. Василенка: Наукове фахове видання. – Вип.199.-Харків: 2019.-С. 176-185.

16. *Комар А.С.* Доцільність гранулювання і брикетування кормів для тварин і птиці / *А.С. Комар* // Матеріали VII-ї Науково-технічної конференції «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві» (5-28 грудня 2018 року). – Глеваха, 2019. – С. 47-49.

17. *Болтянська Н.І.* Напрями удосконалення робочого процесу вальцово-матричних прес-грануляторів / *А.С. Комар, Н.І. Болтянська* // Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: мат. Міжн. наук.-практ. форуму. ТДАТУ ім. Дмитра Моторного. – Мелітополь, 2019. – Частина 1. – С. 33-36.

18. *Скляр О.Г.* Основи проектування тваринницьких підприємств: підручник / *О.Г. Скляр*. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. – 380 с.

ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ГРАНУЛЯТОРА

Комар А. С., Болтянская Н. И.

Аннотация - первоочередной задачей любого агроинженерного исследования являются проблемы ресурсосбережения и снижения негативного воздействия на окружающую среду. Вместе с тем развитие агропромышленного производства в Украине и мире на современном этапе не может происходить по критерию обеспечения максимальной прибыли в противном случае ему грозит деградация. Операция прессования (в том числе гранулирования) наряду с измельчением является одной из самых распространенных технологических операций во многих отраслях промышленности и сельского хозяйства. Оборудование для гранулирования используется не только для приготовления комбикормов для животных и птицы, а способно решить проблемы с энергосбережением и утилизацией отходов растительного и животного происхождения. В статье обоснована необходимость анализа технических средств для прессования и выбрана схема грануляторов с плоскими матрицами сухого прессования. В процессе анализа технических средств и

конструкций прессов для приготовления кормовых гранул и топливных брикетов определено, что сухой метод гранулирования исходного сырья менее энергоемкий, из-за отсутствия оборудования для сушки гранул. По результатам анализа выжимных грануляторов для формирования гранул сухим методом возникает необходимость определения наиболее оптимального компоновки его составных частей. Отмечено, что основными количественными показателями производительности пресса является параметры основных рабочих органов оборудования. Описана конструктивно-технологическая схема гранулятора с плоской матрицей. Теоретически рассчитаны конструктивные параметры формирующих матриц. Приведены уравнения для определения массовой часовой производительности гранулятора. Акцентируется на том, что производительность гранулятора с плоской матрицей определяется не только конструктивно-технологической схемой и геометрическими параметрами рабочих органов, но и скоростными режимами работы, величиной подачи исходного сырья и его насыпной плотностью. Также, на процесс гранулирования влияют физико-механические свойства сырья: сыпучесть, вязко-пластичные свойства, упруго-деформационные свойства при деформации и тому подобное. Все это предопределяет необходимость учета всех совокупных факторов при проведении расчета параметров, что влияют на производительность грануляторов с плоской матрицей.

Ключевые слова - гранулятор, плоская матрица, конструктивно-технологическая схема, прессования, производительность, исходное сырье, канал фильеры.

SUBSTANTIATION OF THE MAIN PARAMETERS AFFECTING THE PRODUCTIVITY OF THE GRANULATOR

Komar A., Boltianska N.

Summary

The primary task of any agroengineering research is the problem of resource saving and reducing the negative impact on the environment. At the same time, the development of agricultural production in Ukraine and the world at the present stage cannot take place according to the criterion of ensuring maximum profit, otherwise it will be degraded. The pressing operation (including granulation) along with grinding is one of the most common technological operations in many industries and agriculture. Pelletizing equipment is used not

only for the preparation of animal feed for animals and poultry, but is also able to solve problems with energy conservation and disposal of plant and animal waste. Need for analysis of technical means for pressing is grounded in the article and the diagram of granulators with flat dry pressing matrices is selected. In the process of analyzing the technical means and designs of presses for the preparation of feed pellets and fuel briquettes, it was determined that the dry method of granulating the feedstock is less energy-intensive due to the lack of equipment for drying the pellets. According to the results of the analysis of squeezing granulators for the formation of granules by the dry method, it becomes necessary to determine the most optimal layout of its components. The main quantitative indicators of the productivity of the press is the parameters of the main working bodies of the equipment. The constructive and technological diagram of flat matrix granulator is described. Constructive parameters of the forming matrices are theoretically calculated. Equations for determination mass hourly productivity of granulator is presented. It was noted that the productivity of a flat matrix granulator is determined not only by the constructive and technological diagram and geometric parameters of the working elements, but also by the high-speed operating modes, the feed rate of the feedstock and its bulk density. Also, the physical and mechanical properties of the raw material influence the granulation process: flowability, viscous-plastic properties, elastic-deformation properties during deformation and others. All this makes it necessary to take into account all cumulative factors when calculating the parameters, which affect the productivity of flat matrix granulators.

Keywords - granulator, flat matrix, structural and technological scheme, pressing, productivity, feedstock, die channel.

ЗМІСТ

<i>Панченко А. І., Волошина А. А., Панченко І. А., Пастушенко С. І.</i> Обґрунтування розташування вікон розподільних систем планетарних гідромашин	3
<i>Чебанов А. Б., Дідур В. А., Верещага О. Л., Назарова О. П., Дідур В. В.</i> Оптимізація конструктивно-технологічних параметрів шнекового преса для віджимання мезги насіння рицини	21
<i>Панченко А. І., Волошина А. А., Панченко І. А., Пастушенко С. І.</i> Дослідження впливу похибки форми виготовлення роторів на вихідні характеристики планетарних гідромоторів	33
<i>Андренко П. М., Свинаренко М. С.</i> Пристрій гасіння гідравлічних ударів високого технічного рівня	49
<i>Михайлов Є. В., Рябцов М. О., Задосна Н. О.</i> Теоретичне обґрунтування швидкості повітряного потоку у пневмосепараційній камері пневморешітного сепаратора	59
<i>Панченко А. І., Волошина А. А., Волков С. В., Волошин А. А.</i> Вплив конструктивних особливостей планетарного гідромоторами на ефективність його роботи	70
<i>Журавель Д. П.</i> Обґрунтування методики прогнозування технічного стану функціональних систем мобільних енергетичних засобів	85
<i>Скляр О. Г., Скляр Р. В., Войтов В. А.</i> Аналіз технологій утилізації відходів птахівництва за кордоном	100
<i>Дідур В. В., Паніна В. В., В'юник О. В.</i> Спосіб підвищення післяремонтної довговічності шестеренних насосів	110
<i>Комар А. С., Болтянська Н. І.</i> Обґрунтування основних параметрів, що впливають на продуктивність гранулятора	118
<i>Сушко О. В.</i> Аналіз структури та умов спікання алмазно-металевих композицій з урахуванням оптимального поєднання компонентів в алмазоносному шарі шліфувальних кругів	130
<i>Болтянська Н. І.</i> Дослідження процесу механічної стимуляції вимені	140
<i>Стефановский А. Б., Болтянский О. В.</i> Расчёт номинальных показателей систем смазки автомобильных двигателей с помощью зависимостей между гидродинамическими критериями подобия	149
<i>Болтянська Н. І., Болтянський О. В.</i> Обґрунтування використання різних матеріалів в якості підлоги на молочно-товарних фермах	177
<i>Мирненко Ю. П., Пенъов О. В., Бакарджиев Р. О.</i> Підвищення	188

стійкості вирубних штампів на машинобудівних заводах

Болтянська Н. І., Болтянський О. В. Економічна складова забезпечення рівня надійності сільськогосподарської техніки 198

Паніна В. В., Дашивець Г. І., Новік О. Ю. Застосування багатокритеріального методу при виборі обладнання для ремонтної майстерні (на прикладі мийної машини) 207

Болтянська Н. І. Забезпечення високого рівня показників надійності молоткових дробарок 214

Кувачов В. П. Експериментальні випробування агрометалічного боронувального агрегату 223

Болтянський Б. В., Дереза О. О., Дереза С. В. Аналіз доцільності використання позиційних вивантажувачів консервованих кормів з траншейних сховищ 233

Мовчан С. І. Алгоритм імітаційної моделі функціонування насосної станції підкачування. Зрошуваних меліорацій 245

Колодій А. С. Аналіз процесу стружкообразовання 253

Болтянська Н. І., Комар А. С. Взаємодія пресуючого ролика і матеріалу в прес-грануляторі 260

Милаєва І. І., Волошин А. А. Еволюція розвитку тракторів 270

Харитонов Г. І. Попередня оцінка і відбір технологічних факторів впливу на збільшення довжини паростків 279

Погорлецький Д. С., Матейчик В. П., Полівінчук А. П., Володарець М. В., Цюман М. П. Особливості теплової підготовки транспортного двигуна в умовах експлуатації 286

Гришук І. В., Волков В. П., Худяков І. В., Симоненко Р. В., Володарець М. В. Особливості формування системи дистанційного визначення працездатності та безпеки експлуатації транспортних засобів 298

Черненко В. В., Гришук І. В., Погорлецький Д. С., Дзигар А. К., Худяков І. В., Манжелей В. С. Особливість застосування нормуючих показників режимів праці та відпочинку в умовах експлуатації на транспорті 310

Волков В. С., Мілаєва І. І., Сельська А. А., Шамро А. В., Волошин А. А. Обґрунтування геометричних параметрів розподільної системи планетарного гідромотора 320

Наукове фахове видання
Праці
Таврійського державного агротехнологічного університету
Випуск 19. Том 4

Свідоцтво про державну реєстрацію
друкованого засобу масової інформації
Міністерство юстиції
КВ 24285-14125 ПР від 27.12.2007 р.

Відповідальний за випуск – д.т.н., проф. Панченко А.І.

Підписано до друку 27.12.2019 р. друк Rizo. Друкарня ТДАТУ.
умов. друк. арк. тираж 100 прим.

**Виготовлювач ПП Верескун В.М.
Видавничо-поліграфічний центр «Люкс»
м. Мелітополь, вул. М. Грушевського, 10
тел. (0619) 44-45-11**

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виробників
і розповсюджувачів видавничої продукції
від 11.06.2002 р. серія ДК № 1125