

Научная статья

УДК 631.363

EDN ZDRKAA

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0633-0-44-50>

**Обоснование параметров устройства
для приготовления прессованных кормов**

Сергей Александрович Винокуров¹, соискатель

Александр Викторович Чубенко², аспирант

Андрей Владимирович Бурмага³, доктор технических наук, доцент

^{1, 2, 3} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ sergeivinokurov1978@mail.ru, ² chuben@bk.ru, ³ burmaga@mail.ru

Аннотация. На основе проведенного анализа разработана структурно-функциональная схема пресса получения гранулированных продуктов, основной частью которого является прессующее устройство. Для данного прессующего устройства разработана методика экспериментальных исследований по изучению процесса. Получены оптимальные значения параметров устройства для приготовления брикетов.

Ключевые слова: зерно, корм, корнеплод, смесь, композиция, пресс, энергия, фракция

Для цитирования: Винокуров С. А., Чубенко А. В., Бурмага А. В. Обоснование параметров устройства для приготовления прессованных кормов // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы междунар. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 18–19 апреля 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 44–50.

Original article

**Justification of the parameters of the device
for the preparation of compressed feeds**

Sergey A. Vinokurov¹, Degree Seeker

Alexander V. Chubenko², Postgraduate Student

Andrey V. Burmaga³, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

^{1, 2, 3} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ sergeivinokurov1978@mail.ru, ² chuben@bk.ru, ³ burmaga@mail.ru

Abstract. Based on the analysis carried out, a structural and functional scheme of a press for producing granular products has been developed, the main part of

which is a pressing device. A method of experimental research on the study of the process has been developed for this pressing device. The optimal values of the briquette preparation device parameters were obtained.

Keywords: grain, feed, root crop, mixture, composition, press, energy, fraction

For citation: Vinokurov S. A., Chubenko A. V., Burmaga A. V. Justification of the parameters of the device for the preparation of compressed feeds. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 18–19 aprelya 2024 g.)* (PP. 44–50), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2024 (in Russ.).

Известно, что одним из важнейших условий успешного развития животноводства, в том числе кролиководства, является прочная кормовая база [1, 2].

Цель исследований – *повышение эффективности процесса приготовления гранулировано-брикетированных кормов кроликам на основе корнеплодно-зерновых композиций путем разработки рационального способа и обоснования параметров устройства для его реализации.*

Задачи исследований:

- 1) обосновать возможность и целесообразность создания гранулировано-брикетированных продуктов на основе корнеплодно-зерновых композиций;
- 2) обосновать структурно-функциональную схему пресса и его параметры путем установления соответствующих аналитических зависимостей;
- 3) экспериментальным путем получить математические модели, характеризующие процесс приготовления гранулировано-брикетированных продуктов, и на их основе обосновать оптимальные значения параметров пресса.

Рабочей гипотезой для решения частной технической задачи являлось предположение о том, что эффективность приготовления формовано-прессованных изделий на основе морковно-тыквенно-зерновых композиций, включающая процессы их дозированной подачи, дезинтеграции-гомогенизации, смешивания, формования и сушки готового продукта, функционально зависит от степени измельчения и однородности сырьевой системы, качества последующего ее формования и прочности полученных сушеных гранул или брикетов.

При этом значения указанных критериев функционально зависят от определенного числа как управляемых, так и неуправляемых факторов. Установление характера данных зависимостей, с определением области оптимальных значений параметров соответствующих процессов, позволяет эффективно управлять их реализацией.

Нами была разработана техническая система в виде трехблочной узловой системы (рис. 1) [3] (патент Российской Федерации № 2665075. Способ приготовления гранулированного концентрата).



Рисунок 1 – Формализованная структурно-функциональная схема устройства для производства формовано-прессованных изделий

Для рассматриваемой системы дезинтеграции сырья в принятой композиции уравнение баланса имеет вид (рис. 2) [4]:

$$\frac{n \sum_{i=1}^n V_{K_i} \cdot \rho_{K_i} \cdot \psi_3}{F_p} = \frac{\sum_{z=1}^m V_{q_z} \rho_{q_z}}{F_p}; \quad (1)$$

$$\frac{n \sum_{i=1}^2 V_{k_1} \rho_{k_1} \psi_{k_1}}{F_p} = \frac{\sum_{s=1}^m V_{ч_2} \rho_{ч_2}}{F_p} \quad (1)$$

где V_{K_i} – объем частиц исходной композиции в площади кольцевого сектора ножа, м³;

ρ_{K_i} – плотность композиционного продукта, кг/м³;

ψ_3 – коэффициент заполнения межперьевого пространства ножа;

F_p – площадь решетки, м²;

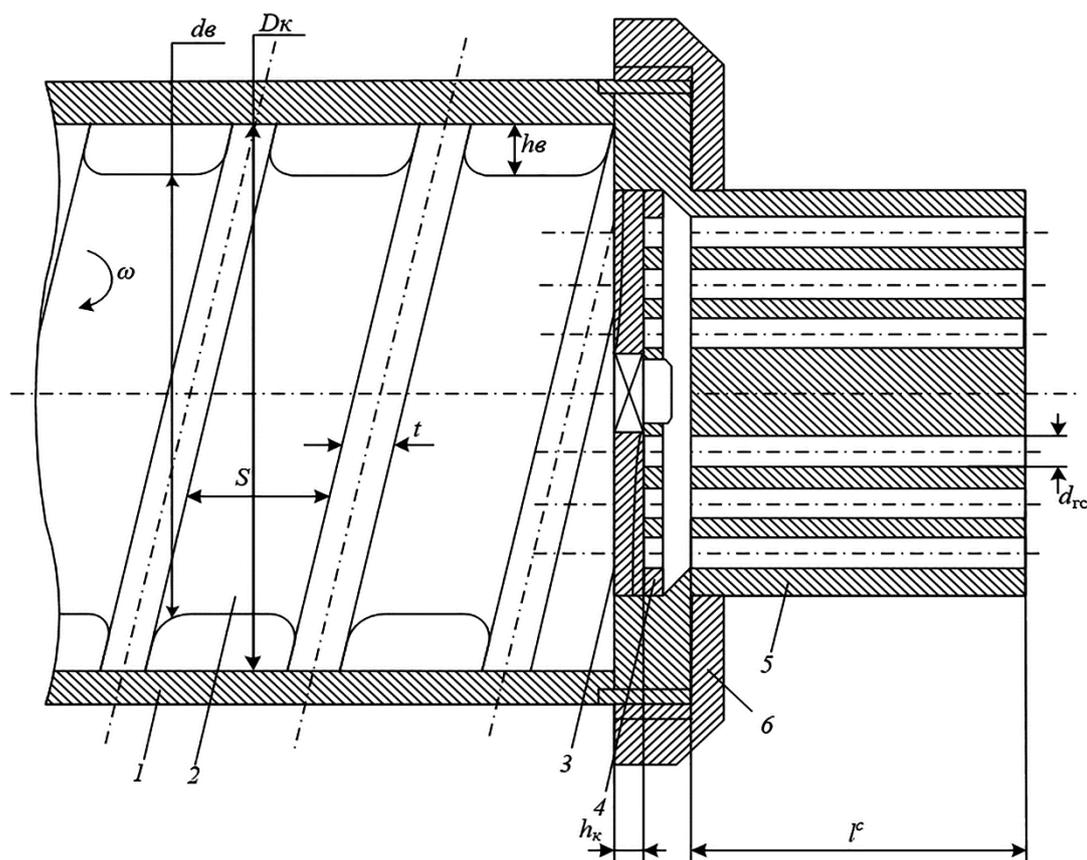
n – количество перьев ножей;

λ_j – степень измельчения на j -ой ступени дезинтеграции частиц композиции;

$V_{ч_2}$ – объем частиц конечного размера, принимаемых за шар, м³;

$\rho_{ч_2}$ – плотность измельченного продукта, кг/м³;

F_{0p} – площадь отверстий измельчающей решетки, м².



1 – кожух; 2 – винт; 3 – нож; 4 – решетка;

5 – прессующая матрица с отверстиями; 6 – гайка

Рисунок 2 – Схема к обоснованию параметров прессующего устройства

Мощность на осуществление процесса прессования продукта в предлагаемом устройстве определяется из выражения (2):

$$N_{\text{ПФБ}} = K_{\text{К}} \cdot A_{\text{ПФБ}} \cdot Q_{\text{ПФБ}} \quad (2)$$

где $K_{\text{К}}$ – количество прессующих каналов;

$Q_{\text{ПФБ}}$ – подача прессующего устройства, кг/с.

Подача прессующего устройства предложенного типа определяется по выражению (3):

$$Q_{\text{ПФБ}} = 0,785 d_{\text{ГС}}^2 \cdot \rho_{\text{К}} \cdot v^c \cdot K_{\text{К}} \quad (3)$$

где параметр v^c определен в результате методического подхода, изложенного в курсе теоретической механики.

На этапе исследований по установлению параметров предложенного устройства (рис. 2) в качестве **варьируемых факторов** приняты:

- 1) угловая скорость винта и ножей ($\omega_{\text{В}}$, с^{-1});
- 2) диаметр отверстий решетки (d_0 , мм);
- 3) коэффициент «живого» сечения решетки ($R_{\text{ж}}$) для морковно-кукурузной композиции.

За **показатели оптимизации** процессов приняты:

- 1) степень измельчения (λ);
- 2) однородность композиции (θ , %);
- 3) энергоемкость (N_3 , кВт·с/кг).

Математические модели, характеризующие процесс приготовления дезинтегрировано-гомогенизированной композиции, имеют следующий вид:

$$\lambda = -300,100 + 78,680 \omega_{\text{В}} - 3,180 \cdot d_0 - 26,950 \cdot R_{\text{ж}} + 1,250 \cdot \omega_{\text{В}} \cdot R_{\text{ж}} - 4,430 \cdot \omega_{\text{В}}^2 + 0,350 \cdot d_0^2 + 1,780 \cdot R_{\text{ж}}^2 \rightarrow \text{opt}, \quad (4)$$

$$\theta = -2401,0051 + 502,000 \omega_{\text{В}} + 17,560 \cdot d_0 + 43,490 \cdot R_{\text{ж}} - 1,150 \cdot \omega_{\text{В}} \cdot d_0 + 1,200 \cdot d_0 \cdot R_{\text{ж}} - 26,110 \cdot \omega_{\text{В}}^2 - 1,310 \cdot d_0^2 - 4,710 \cdot R_{\text{ж}}^2 \rightarrow \text{max}, \quad (5)$$

$$N_3 = 382,5200 - 16426,00 R_{\text{ж}} - 2,090 d_0 R_{\text{ж}} + 1,380 d_0^2 + 19,40 R_{\text{ж}}^2 \rightarrow \text{min} \quad (6)$$

В соответствии с оптимальными значениями параметров предложенного устройства по приготовлению гранул являются:

- 1) угловая скорость винта – $\omega_{\text{В}} = 9,5 \text{ с}^{-1}$;

2) диаметр отверстий решетки – $d_0 = 4,0–4,4$ мм;

3) коэффициент «живого» сечения решетки – $R_{ж} = 3,5–4,1$.

При данных значениях:

1) степень измельчения – $\lambda = 8,4$;

2) однородность трансформированной композиции – $\Theta = 96,6$ %;

3) энергоемкость – $N_s = 36,7$ кВт·с/кг.

Заключение. 1. На основании анализа данных установлено, что в настоящее время отсутствуют научно-обоснованные данные, позволяющие проектировать и конструировать технические средства получения гранулированно-брикетированных белково-углеводных продуктов для кроликов с относительно низкой энергоемкостью и требуемыми показателями качества работы.

2. В результате теоретического анализа обоснован способ приготовления прессованных кормовых продуктов на основе корнеплодного и фуражного зернового сырья, а также структурно-функциональная схема устройства для его реализации в виде двухблочной технической системы.

3. Получены аналитические зависимости, характеризующие однородность получаемых композиций от степени измельчения и прочности формовано-прессованных изделий, а также от совокупности их влияния на данный показатель.

4. Экспериментальным путем получены математические модели оценки получения прессовано-формованных изделий на основе корнеплодно-зерновых композиций в виде достоверных уравнений регрессии. Посредством данных моделей обоснованы оптимальные параметры предложенного устройства.

5. Техничко-экономической оценкой результатов исследований показано, что годовой экономический эффект по эксплуатационным затратам составляет 784 165,25 руб./год при объеме производства кормов, равном 94,5 тонн/год.

Список источников

1. Бондаренко С. П. Содержание кроликов мясных пород. М. : АСТ, 2009. 224 с.
2. Бондаренко С. П. Содержание кроликов пуховых пород. М. : АСТ, 2009. 224 с.
3. Винокуров С. А., Бурмага А. В., Школьников П. Н. Обоснование структурно-функциональной схемы и параметров пресса для получения гранулировано-брикетированных смесей для животных // *АгроЭкоИнфо*. 2017. № 4.
4. Винокуров С. А., Бурмага А. В., Школьников П. Н. Обоснование параметров процесса дезинтеграции и гомогенизации тыквенно-зерновой композиции решеточно-ножевым аппаратом // *АгроЭкоИнфо*. 2017. № 4.

References

1. Bondarenko S. P. *The content of rabbits of meat breeds*, Moscow, AST, 2009, 224 p. (in Russ.).
2. Bondarenko S. P. *The content of rabbits of downy breeds*, Moscow, AST, 2009, 224 p. (in Russ.).
3. Vinokurov S. A., Burmaga A. V., Shkolnikov P. N. Substantiation of the structural and functional scheme and parameters of the press for the production of granulated briquetted mixtures for animals. *AgroEkoInfo*, 2017;4 (in Russ.).
4. Vinokurov S. A., Burmaga A. V., Shkolnikov P. N. Substantiation of the parameters of the process of disintegration and homogenization of pumpkin-grain composition by a lattice-knife apparatus. *AgroEkoInfo*, 2017;4 (in Russ.).

© Винокуров С. А., Чубенко А. В., Бурмага А. В., 2024

Статья поступила в редакцию 30.03.2024; одобрена после рецензирования 07.05.2024; принята к публикации 07.06.2024.

The article was submitted 30.03.2024; approved after reviewing 07.05.2024; accepted for publication 07.06.2024.