

УДК 631.363 (075.8)

UDC 631.363 (075.8)

4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (сельскохозяйственные науки)

4.3.1 - Technologies, machines and equipment for the agro-industrial complex (agricultural sciences)

# **ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВЫСОКОБЕЛКОВОГО ГРАНУЛЯТА ЖИВОТНЫМ И ПТИЦЕ**

# **JUSTIFICATION OF THE TECHNOLOGY FOR PREPARING PRODUCTS OF INCREASED BIOTECHNICAL VALUE**

Доценко Сергей Михайлович

д.т.н., профессор

РИНЦ SPIN-код:

email: [dasdas919@mail.ru](mailto:dasdas919@mail.ru)

*Амурский государственный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 21*

Dotsenko Sergey Mikhailovich

Dr.Sci.Tech., professor

RSCI SPIN-code:

email: [dasdas919@mail.ru](mailto:dasdas919@mail.ru)

*Amur State University, Russia, 21 Ignatyevskoye Shosse, Blagoveshchensk, 675005, Russia*

Крючкова Людмила Геннадьевна

Кандидат технических наук

РИНЦ SPIN-код: 6301-5100

email: [lyudmila0511@mail.ru](mailto:lyudmila0511@mail.ru)

*Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86*

Kryuchkova Lyudmila Gennadievna

Candidate of Technical Sciences

RSCI SPIN-code: 6301-5100

email: [lyudmila0511@mail.ru](mailto:lyudmila0511@mail.ru)

*Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86*

Вишневецкий Александр Николаевич

РИНЦ SPIN-код: 6301-5100

email: [egorgoldin1708@mail.ru](mailto:egorgoldin1708@mail.ru)

*Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86*

Vishnevsky Alexander Nikolaevich

RSCI SPIN-code: 6301-5100

email: [egorgoldin1708@mail.ru](mailto:egorgoldin1708@mail.ru)

*Far Eastern State Agrarian University Amur Region, 86 Politekhnikeskaya, Blagoveshchensk, 675005, Russia*

На основе проведённого анализа рецептур кормовых продуктов, а также технологий их производства разработаны технологические аспекты по совершенствованию традиционных технологий путём использования мясо-жмыховых и рыбно-жмыховых композиций. Предложены схемы по реализации данного процесса с получением высокобелковой кормовой добавки в виде гранулята. В результате технико-экономического обоснования установлена более высокая эффективность, по сравнению с аналогом

Based on the conducted analysis of feed product recipes, as well as their production technologies, technological aspects have been developed to improve traditional technologies by using meat-cake and fish-cake compositions. Schemes for implementing this process with the production of a high-protein feed additive in the form of granulate have been proposed. As a result of the technical and economic justification, higher efficiency has been established, compared to the analogue

Ключевые слова: РЕЦЕПТУРА, МЯСНАЯ МУКА, РЫБНАЯ МУКА, СОЕВЫЙ ШРОТ, ОТХОДЫ УБОЯ ПТИЦЫ, ОТХОДЫ ОТ РАЗДЕЛКИ РЫБЫ, СХЕМА, ТЕХНОЛОГИЯ, ПАРАМЕТРЫ, ЭНЕРГОЕМКОСТЬ, МЕТАЛЛОЕМКОСТЬ

Keywords: RECIPE, UREA, TOXICITY, BIOLOGICAL VALUE, SCHEMES, COMPARATIVE CHARACTERISTICS, SUGAR-PROTEIN RATIO, CAROTENE-TOCOPHEROL COMPLEX

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-208-015>

<http://ej.kubagro.ru/2025/04/pdf/15.pdf>

**Введение.** Современный процесс промышленного производства комбикормов требует обязательного использования высокобелковых кормовых компонентов [1-3].

Для получения компонентов, с высоким содержанием протеина, используют прежде всего отходы от переработки мяса, рыбы, сои и т.д. [1,2].

Согласно традиционным рецептурам для птицы марок ПК-3-1-89, ПК-6-4-89, К-2,3-9-83 и ряда других, в них используют рыбную муку до 15%, мясокостную муку - от 2,0% и выше, а также соевый шрот 9,0-15,0%. В тоже время, в рецептурах для свиней, приготавливаемых по типу ПК-51-20-89 и ряда других, предусмотрено использование соевого шрота в пределах 8,0-14,0%, муки рыбной от 3,5%, и муки мясокостной - 5% и более.

При этом, анализ технологий производства и мясной и рыбной муки [4,5] показывает, что они имеют высокие энергоёмкость и металлоёмкость, что в конечном итоге сказывается на их цене реализации и, соответственно, на стоимости продукции животноводства и птицеводства.

В этой связи, исследования, направленные на совершенствование процесса приготовления высокобелковой кормовой добавки животным и птице, являются актуальными и требующими своего решения.

Целью исследований является обоснование технологических аспектов по повышению эффективности приготовления высокобелковой кормовой добавки на основе сырья животного и растительного происхождения.

Задачи исследований:

1) Обосновать необходимость и возможность разработки инновационных подходов по созданию технологии и оборудования для

приготовления высокобелковой кормовой добавки (ВКД) животным и птице.

2) Предложить принципиальную и аппаратную схемы производства ВКД.

3) Предположить инновационное устройство для получения муки из соевого жмыха с обоснованием его параметров.

4) Дать сравнительную технико-экономическую оценку предложенным технологическим и техническим решениям.

Анализом данных, приведенных в литературных источниках установлено, что в качестве отходов убоя птицы, при производстве мясной и мясокостной муки, используются лапы, головы, кишечник и кровь.

При этом, известны пять основных технологий их переработки в муку, основными из которых являются паровой и ферментный гидролиз.

Согласно данным, приведённым в работе [5] суммарная энергоёмкость их составляет 1768 и 1.490 кВт·ч/т соответственно.

В то же время, производство рыбной муки осуществляют на основе пяти способов, таких как способ прямой сушки, прессово-сушильный, экстракционный, центрифужно-сушильный и комбинированный [4].

Как показал анализ, производство муки, на основе данных способов и технологий, не только энергоёмко и металлоёмко, но ещё и экологически не безопасно.

Кроме этого, с целью предотвращения окисления жировой составляющей, в муку вводят антиоксиданты и по возможности гранулируют, с целью уменьшения поверхности продукта, контактирующей с кислородом воздуха при хранении [4, 5].

С учётом основных недостатков приведённых технологий, нами разработан и предложен подход, суть которого представлена принципиальной технологической схемой в соответствии с рисунком 1.

Особенностью данной технологии является использование предварительно полученного соевого жмыха в результате отжима из семян сои соевого масла прессовым способом с последующей его трансформацией в муку [6].

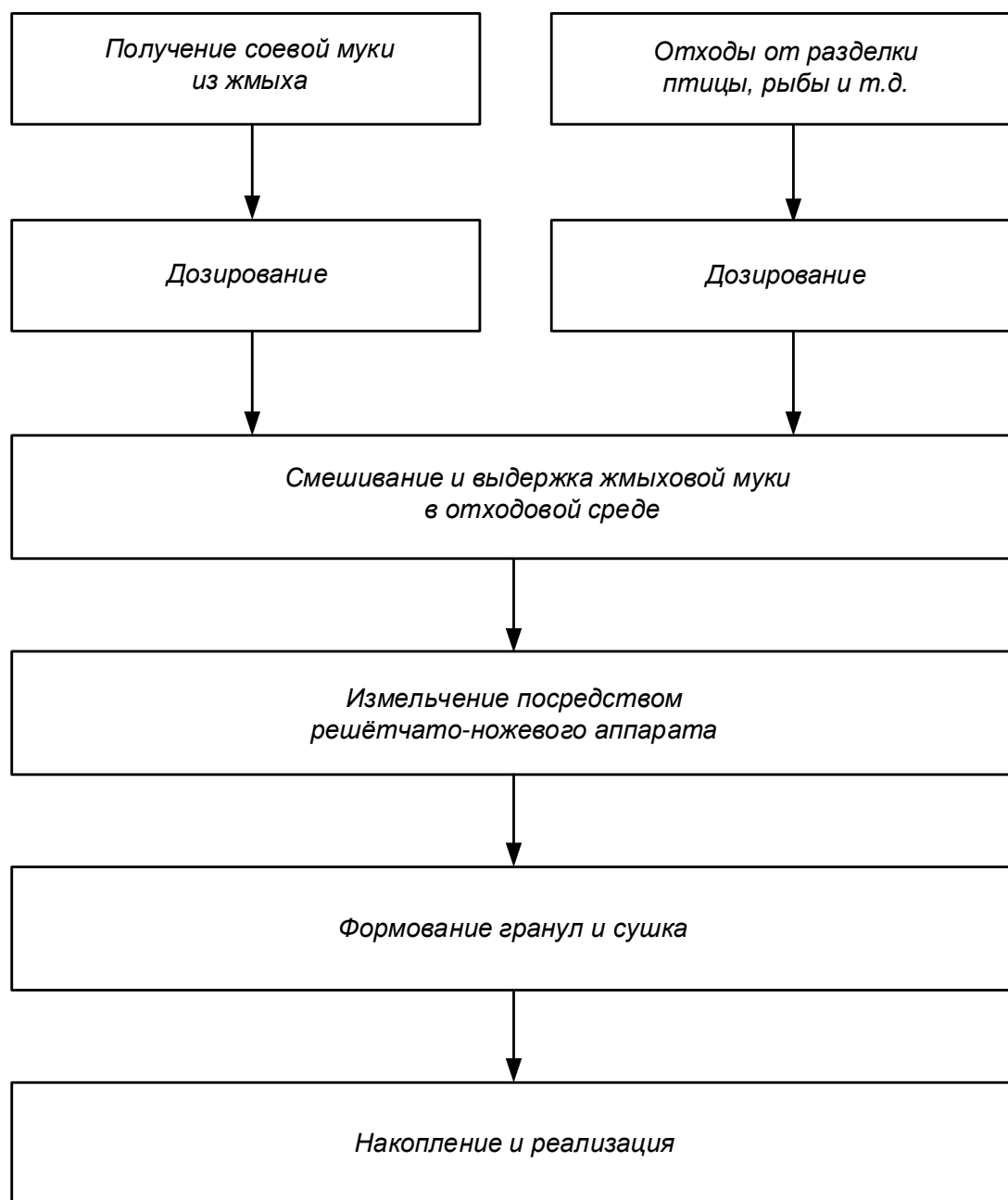


Рис. 1- Принципиальная технологическая схема производства высокобелкового гранулята животным и птице

Более того, полученную жмыховую муку смешивают с отходами убоя птицы, или отходами от разделки рыбы или же с отходами в виде мясо-рыбной композиции и выдерживают в отходовой среде в течение получаса. За это время жмыховая мука насыщается присутствующими в этой среде влагой и питательными веществами, что приводит к существенному размягчению структуры жмыховой муки.

Благодаря данному подходу полученная смесь эффективно, т.е со значительно меньшими затратами энергии измельчается и дополнительно перемешивается с помощью решётчато-ножевого аппарата – 4 измельчителя-гранулятора – 3 (рис.2) [7, 8].

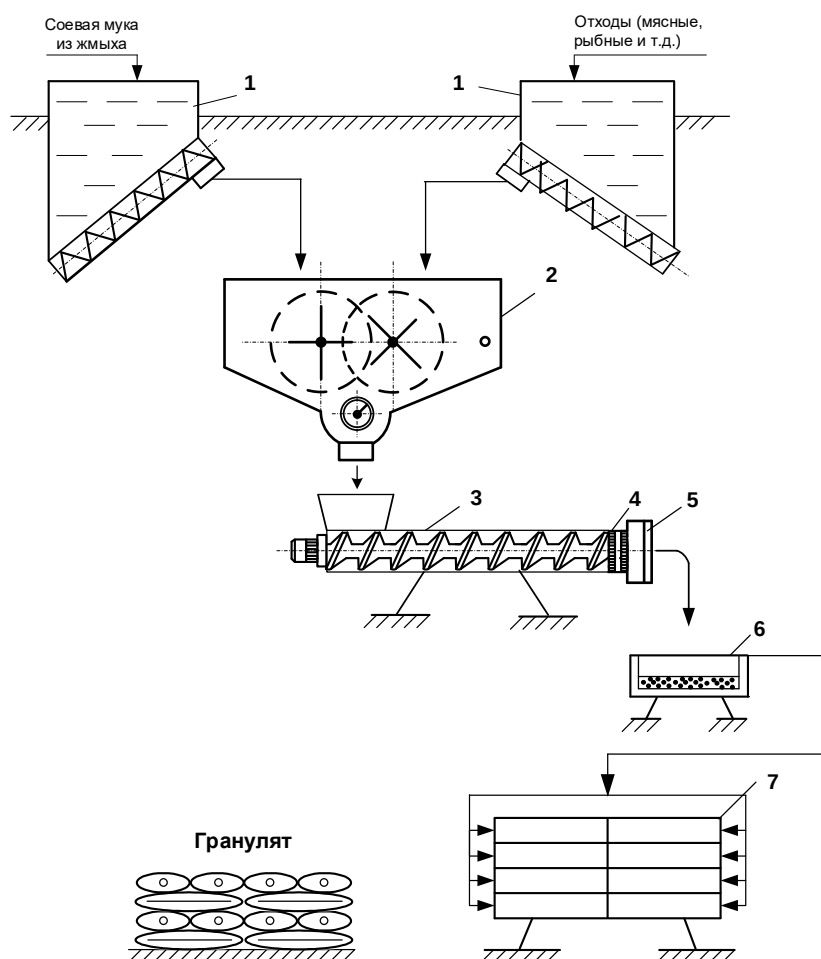


Рис. 2- Аппаратурная схема линии производства высокобелкового гранулята :1 - бункера – дозаторы; 2 – смеситель; 3 – измельчитель-гранулятор; 4 – измельчающий аппарат; 5 – гранулирующая матрица; 6 - лоток, 7 - шкаф сушильный «ЭСПИС-4-Универсал».

Согласно схеме, представленной на рис.2 готовая жмыхово-мясная композиция гранулируется, гранулы накапливаются в лотке -6 и, затем высушиваются в сушильном шкафу -7 серии «ЭСПИС-4 -Универсал».

Соевый жмых получают в результате отжима масла из соевого зерна с помощью пресса, представленного на рис.3 [6].

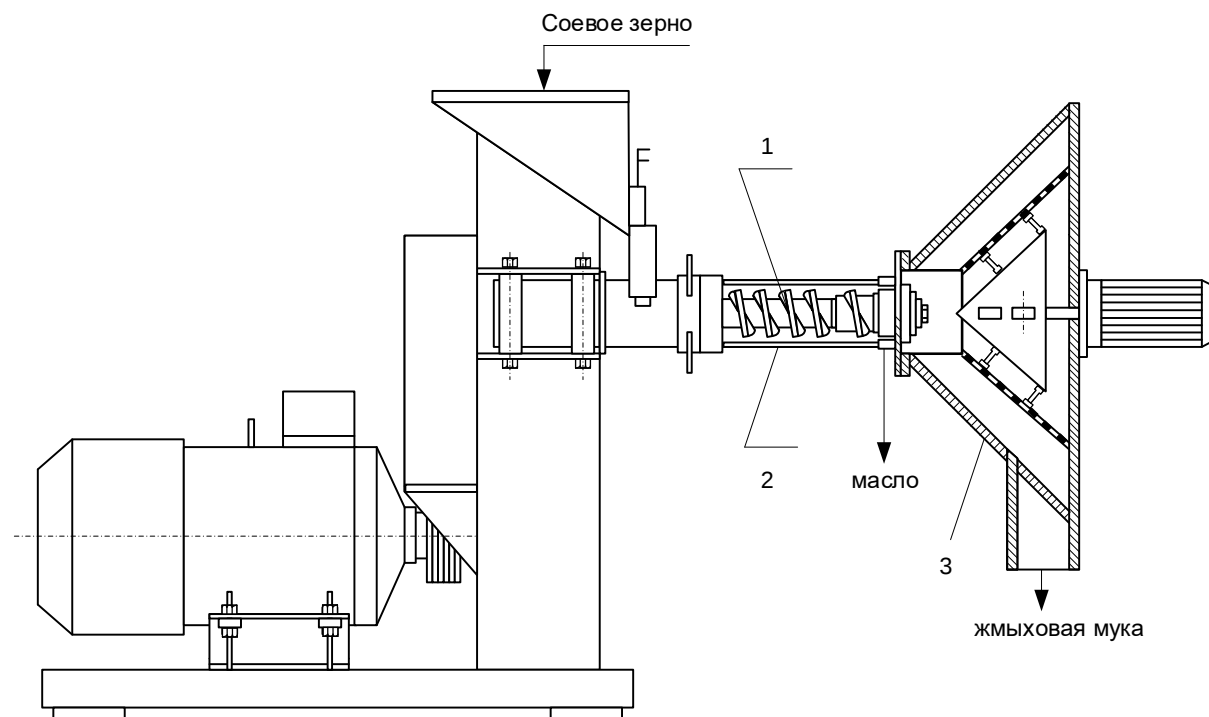


Рис. 3 - Конструктивно-технологическая схема винтового маслопресса типа ПШМ-250 с измельчителем жмыха: 1 – винт; 2 – корпус; 3 – дробилка-измельчитель соевого жмыха

Особенностью работы данного пресса является то, что жмыховая масса выходит из кольцеобразного отверстия в виде цилиндрической трубы.

В этой связи пресс был снабжён измельчителем-дезинтегратором – 3 (рис.3) с коническим ротором – 4 (рис.4).

Параметры измельчителя жмыха с коническим ротором (рис.4) определили с учётом его производительности -  $q_p$ :

$$q_p = S_{\text{бок}} \cdot h_{\text{сл}} \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot \mu_{\text{ц}} \cdot t^{-1} \quad ,$$

(1)

где  $S_{бок}$  - боковая площадь решета в виде усечённого конуса, м<sup>2</sup>;

$h_{сл}$  - высота циркулирующего в камере измельчения слоя, м.;

 $\rho_{\text{ж}}$  – плотность жмыха, кг/м<sup>3</sup>;

$\mu_{\text{ц}}$  — концентрация циркулирующего продукта, кг/кг.

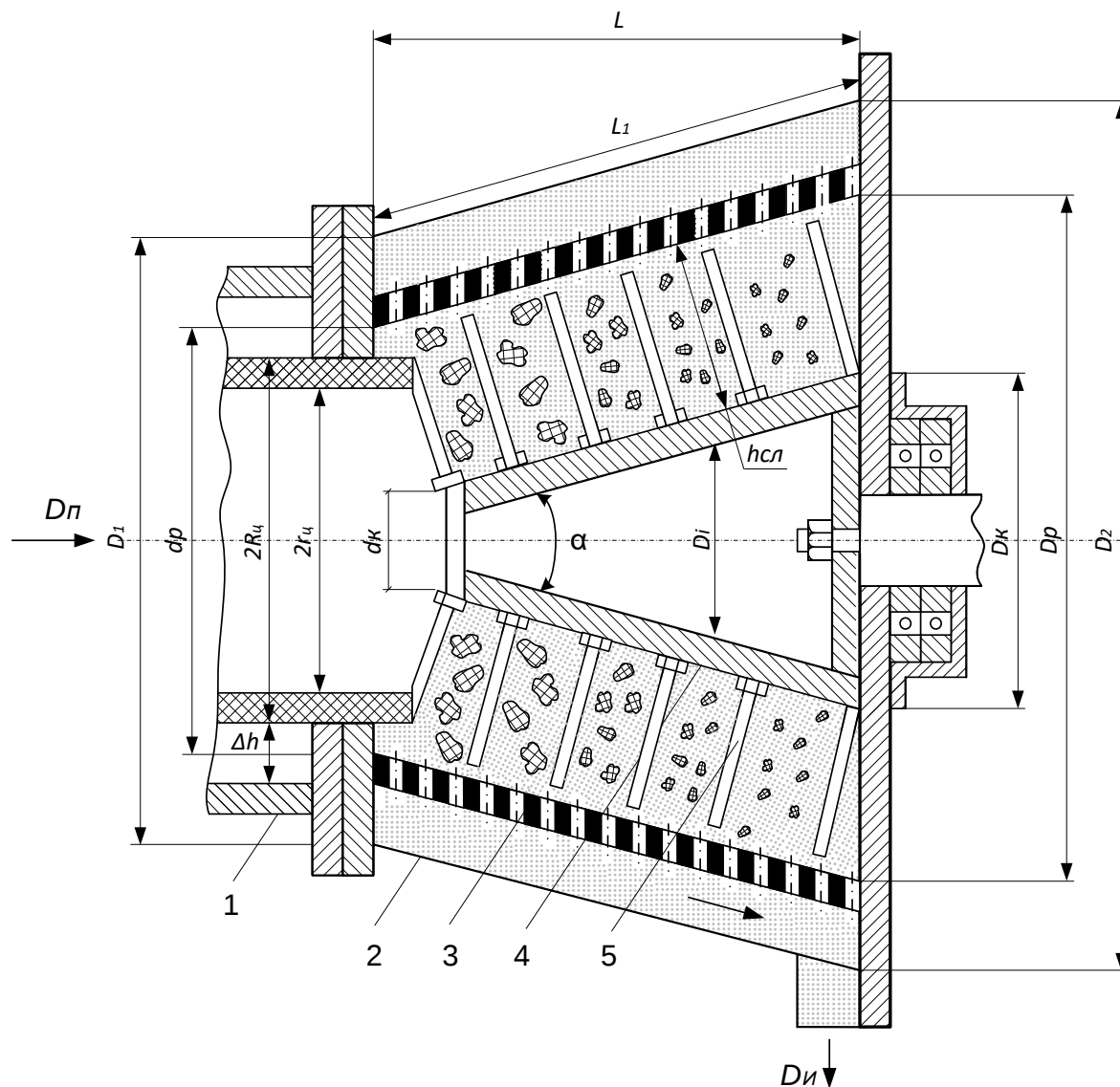


Рис. 4 - Схема к основанию параметров дезинтегратора с коническим ротором: 1 – пресс; 2 – дезинтегратор; 3 – решето; 4 – конический ротор; 5 – молотки.

Параметр  $S_{бок}$  определим, как

$$S_{бок} = 0,5 \cdot \pi \cdot L_1(d_k + D_k), \quad (2)$$

где  $L_1$  – длина образующей усеченного конуса (решета), м.;

$d_k$ ,  $D_k$  – диаметры, соответственно, малого и большого оснований конического решета, м.;

Соответственно, для параметра  $L_1$  имеем, что

$$L_1 = 0,5[4L^2 + (d_p + D_p)^2]^{0,5} \quad (3)$$

В конечном итоге, получаем зависимость, характеризующую пропускную способность измельчителя

$$q_p = k_{изм} \cdot L_1(d_p + D_p), \quad (4)$$

где  $k_{изм} = 1,57 \cdot h_{сл} \cdot \rho_{ж} \cdot \mu_{ц} \cdot t^{-1}$  -коэффициент пропорциональности, характеризующий выход готового продукта с 1 м<sup>2</sup> площади диаметрального сечения камеры кг/(с·м<sup>2</sup>).

Мощность на преодоление полезных сопротивлений составляет

$$N_{изм} = q_p \cdot A_{изм}, \quad (5)$$

где  $A_{изм}$  - работа измельчения соевого жмыха.

Экспериментом установлено, что  $N_{изм} = 2,9$ кВт, а  $q_p = 225$ кг/ч.

На основе этих данных определено, что

$$A_{изм} = \frac{N_{изм}}{q_p} = \frac{2900 \text{Вт}}{0,0625 \text{кг/с}} = 46,4 \cdot 10^3 \text{Дж/кг}.$$

Полученные данные могут быть использованы при проектировании и конструировании устройств данного назначения.

По установленным данным для предложенной линии (рис.2) и линии разработанной ОАО «АгроСояКомплект» на основе оборудования для переработки отходов забоя, определена сравнительная технико-экономическая эффективность по их энергоёмкости  $N_э$  и металлоёмкости  $M_e$ .

Для предлагаемой линии показатели составили:

$$N_{\text{эп}} = \frac{40 \text{ кВт}}{250 \text{ кг/ч}} = 0,16 \text{ кВт} \cdot \text{ч/кг};$$

$$M_{\text{еп}} = \frac{1250 \text{ кг}}{250 \text{ кг/ч}} = 5 \frac{\text{кг}}{\text{кг/ч}}.$$

Для аналога:

$$N_{\text{эа}} = \frac{173,1 \text{ кВт}}{700 \text{ кг/ч}} = 0,247 \text{ кВт} \cdot \text{ч/кг};$$

$$M_{\text{еа}} = \frac{5372 \text{ кг}}{700 \text{ кг/ч}} = 7,67 \frac{\text{кг}}{\text{кг/ч}}.$$

Расчетом установлено, что энергоемкость предложенной линии в 1,54 раза ниже, а металлоемкость в 1,53 раза также ниже, чем у прототипа.

Заключение. На основе анализа традиционных рецептур кормовых продуктов, а также технологий по их приготовлению, обоснована возможность и целесообразность использования в их получении такого сырья, как соевый жмых, образующийся при прессовом отжиме масла в композициях с мясокостным сырьём от переработки птицы, или же отходами, полученными от разделки рыбы.

На основе принятых подходов, разработана и предложена принципиальная технологическая схема производства кормовой добавки с использованием указанного выше отходового высокобелкового сырья.

Особенностью данной технологии является процесс насыщения предварительно измельченного в муку соевого жмыха питательными веществами и влагой в отходовой среде с целью размягчения её структуры и создания условий для получения продуктов в виде гранулята однородной структуры и состава.

Предложено инновационное устройство, параметры которого обоснованы теоретически и экспериментально. Они могут быть использованы при проектировании технических средств данного назначения.

На основе сравнительного технико-экономического обоснования по показателям энергоёмкости и металлоёмкости установлено, что предложенная линия превосходит аналог, как минимум в 1,5 раза, по обоим показателям.

#### **Список использованной литературы References**

1. Handbook (1990): compound feed, feed additives and whole milk replacers for animals (composition and application), Moscow.
2. Kirsanov VV, Simarev YuA, RA Filonov (2004) Mechanization and automation of animal husbandry Moscow.
3. Monari S (1994) Handbook on the use of soybeans in animal feeding, Washington.
4. Datsun VM, Shneiderman SI (1999) Technology of processing aquatic organisms. Production of technical feed products and biologically active substances, Vladivostok.
5. Bezmaternykh AA (2010) Improving the efficiency of processing poultry slaughter waste by improving the design and operating parameters of meat and bone meal cooling / abstract of diss. Cand. of Engineering Sciences, Perm.
6. Russian Federation Patent No. 2116200 Screw press for the production of compound feed / authors Dotsenko S.M., et al. // published in BI No. 21 dated 27.07.1998.
7. Russian Federation Patent No. 2830003 Paste maker-granulator / authors Shkolnikov P.N. et al. // published in BI No. 32 dated 11.11.2024.
8. Patent of the Russian Federation No. 2803521 Paste maker-granulator / authors Shkolnikov P.N., Shkolnikova M.A. // published in BI No. 26 dated 15.09.2023.
9. Melnikov SV (1978) Mechanization and automation of livestock farms. Leningrad.