

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)

**ПРОИЗВОДСТВО ЗАМЕНИТЕЛЯ ЦЕЛЬНОГО МОЛОКА, ОБОГАЩЕННОГО БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ**

**PRODUCTION OF WHOLE MILK REPLACER ENRICHED WITH BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES**

Доценко Сергей Михайлович  
д.т.н., профессор  
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  
email: [dasdas919@mail.ru](mailto:dasdas919@mail.ru)  
*Amur State University, Russia, 21 Ignatyevskoye Shosse, Blagoveshchensk, 675005, Russia*

Крючкова Людмила Геннадьевна  
Кандидат технических наук, доцент  
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, Associate Professor  
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*

Бурмага Андрей Владимирович  
д.т.н., доцент  
РИНЦ SPIN-код: 4932-8765  
email: [burmaga@mail.ru](mailto:burmaga@mail.ru)  
*Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86*

Burmaga Andrey Vladimirovich  
Dr.Sci.Tech., Associate Professor  
RSCI SPIN-code: 4932-8765  
email: [burmaga@mail.ru](mailto:burmaga@mail.ru)  
*Far Eastern State Agrarian University, Amur Region, 86 Politekhnikeskaya, Blagoveshchensk, 675005, Russia*

В статье предложена схема классификации основных способов обогащения кормовых продуктов биологическими активными веществами. Согласно данной схеме выделено инновационное направление, в соответствии с которым, обогащение проводится путем диффузионного поглощения воды и растворенных в ней биологически активных веществ семенами бобовых и зерновых культур в предварительно сформированных композициях. На основе схемы классификации основных способов обогащения кормовых продуктов, разработана принципиальная технологическая схема приготовления заменителей цельного молока и концентратов-комбикормов. В результате выполненного исследования разработана инновационная аппаратной схемы производства заменителя цельного молока и концентратов-комбикормов. Теоретическим путем обоснованы параметры устройства для получения заменителя цельного молока и комбикормов-концентратов. Установлены требуемые значения показателей мощности и пропускной способности устройства

The article proposes a classification scheme for the main methods of enriching feed products with biologically active substances. According to this scheme, an innovative approach has been identified, which involves enriching feed products by diffusion absorption of water and biologically active substances dissolved in it by the seeds of legumes and cereals in pre-formed compositions. Based on the classification scheme for the main methods of enriching feed products, a basic technological scheme has been developed for the preparation of whole milk substitutes and feed concentrates. As a result of the study, an innovative hardware scheme for the production of whole milk substitute and feed concentrates has been developed. The parameters of the device for producing whole milk substitute and feed concentrates have been theoretically justified. The required values of the device's power and throughput have been established

Ключевые слова: ЗАМЕНИТЕЛЬ ЦЕЛЬНОГО МОЛОКА, СПОСОБ ОБОГАЩЕНИЯ,

Keywords: WHOLE MILK SUBSTITUTE, ENRICHMENT METHOD, BIOLOGICALLY

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА,  
СХЕМА, УСТРОЙСТВО, МОЩНОСТЬ,  
ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ

ACTIVE SUBSTANCES, SCHEME, DEVICE,  
POWER, AND TRANSFER RATE

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-217-022>

**Введение.** Известно, что насущной потребностью молочного животноводства является использование заменителей цельного молока (ЗЦМ), а также полноценных концентратов-комбикормов (КК), необходимых для выращивания молодняка [1].

По виду ЗЦМ подразделяются на сухие и жидкие, первые из которых получают путем высоко затратной распылительной сушки основного компонента – коровьего или соевого молока, а также молочной сыворотки [2].

При этом, полученный сухой белковый продукт дополнительно обогащается биологически активными веществами (БАВ), в виде витаминов и минеральных веществ, путем их точного дозирования и тщательного перемешивания, что требует дополнительных и существенных затрат.

Обогащение ЗЦМ биологически активными веществами проводят с целью повышения общей продуктивности животных, сохранения их здоровья и т.д. [3].

Таким образом, исследования, направленные на получение полноценных кормовых продуктов с наименьшими затратами труда и средств, являются актуальными.

**Цель исследований.** Разработка способа с обоснованием схемы и параметров процесса приготовления ЗЦМ и КК обогащенных БАВ.

**Задачи исследований:**

1. Разработать схему классификации способов обогащения кормовых продуктов БАВ.

2. Разработать принципиальную схему приготовления ЗЦМ, обогащенного БАВ.

<http://ej.kubagro.ru/2026/03/pdf/22.pdf>

3. Разработать аппаратурную схему приготовления ЗЦМ, обогащенного БАВ.

4. Обосновать параметры устройства для приготовления ЗЦМ на основе зернобобового компонента.

На основании анализа данных литературных источников [1-4] разработана схема классификации способов обогащения кормовых продуктов БАВ (рис.1).

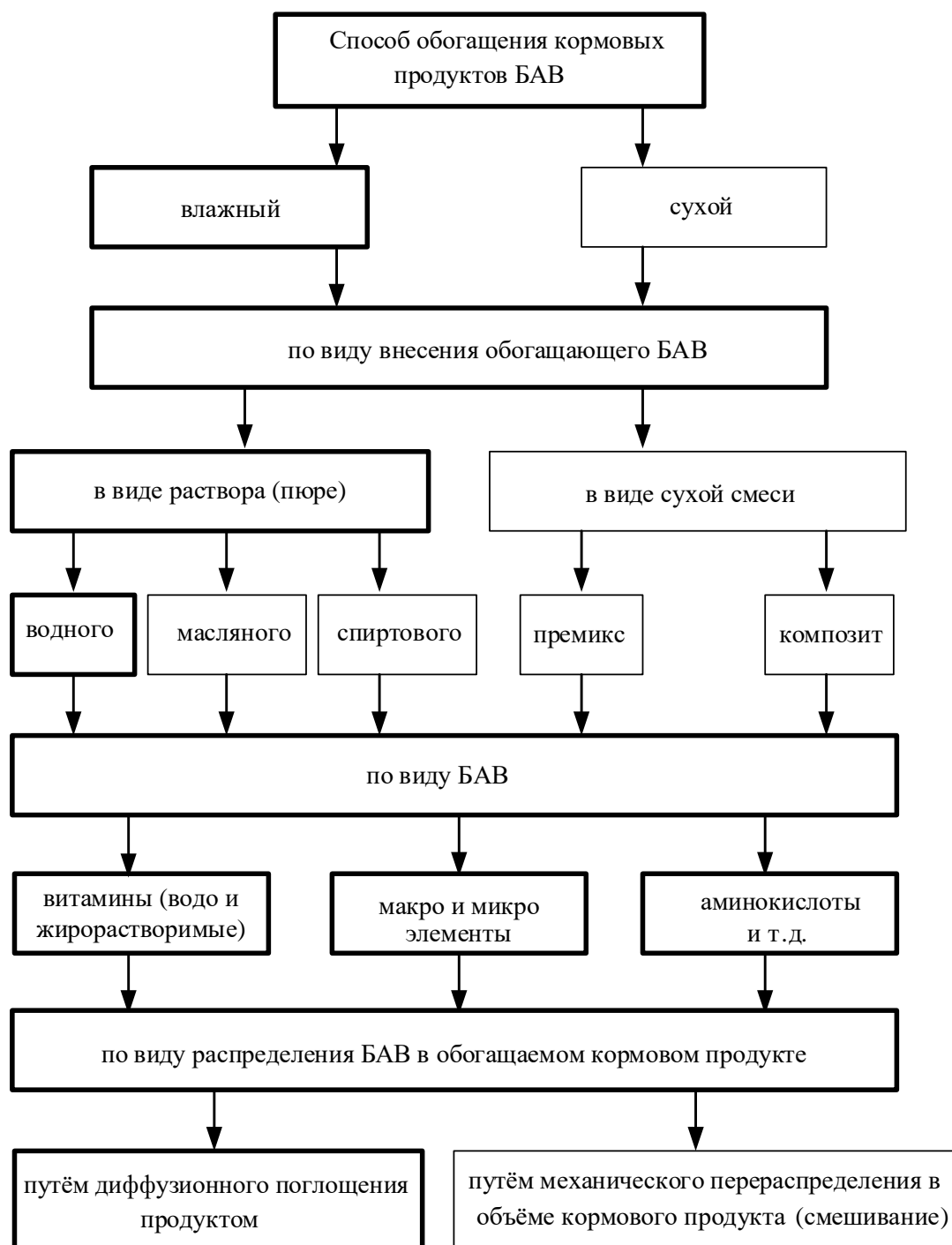


Рисунок 1- Схема классификации основных способов обогащения кормовых продуктов БАВ

На данной схеме нами выделено инновационное направление, в соответствии с которым, обогащение проводится путем диффузионного поглощения воды и растворенных в ней БАВ семенами бобовых и зерновых культур в предварительно сформированных, например, соево-зерновых или горохово-зерновых композициях.

Связано это с тем, что традиционное механическое внесение и перераспределение минорных веществ в сухом виде требует больших затрат, связанных с перемешиванием их в больших объемах кормовых масс.

Растворенный же в водной среде витамин С или же другие минорные вещества в виде солей минеральных веществ, равномерно перераспределяются между зерновками вместе с водным компонентом.

В свою очередь, структура зерновки разрыхляется при набухании, что приводит к снижению затрат энергии на ее разрушение решетчато-ножевым аппаратом устройства.

При этом, в качестве питательного раствора может быть использовано пюре (морковное, тыквенное и т.д.), также обеспечивающее диффузионное насыщение зерна БАВ.

Суть предложенного способа заключается в том, что предварительно сформированная соево-кукурузная композиция (СКК) или любая другая, размещается в ёмкости и заливается водным раствором витамина С и кальция – Са. Соотношение СКК: раствор принимается как 1:1, что позволяет СКК поглотить всю воду с витамином С, а кальцию – покрыть равномерно внешнюю поверхность зёрен.

В процессе дальнейшего измельчения СКК обеспечивается тщательное перемешивание БАВ с основной массой СКК.

На рис.2 приведена принципиальная технологическая схема реализации процесса приготовления ЗЦМ и КК обогащённых БАВ.

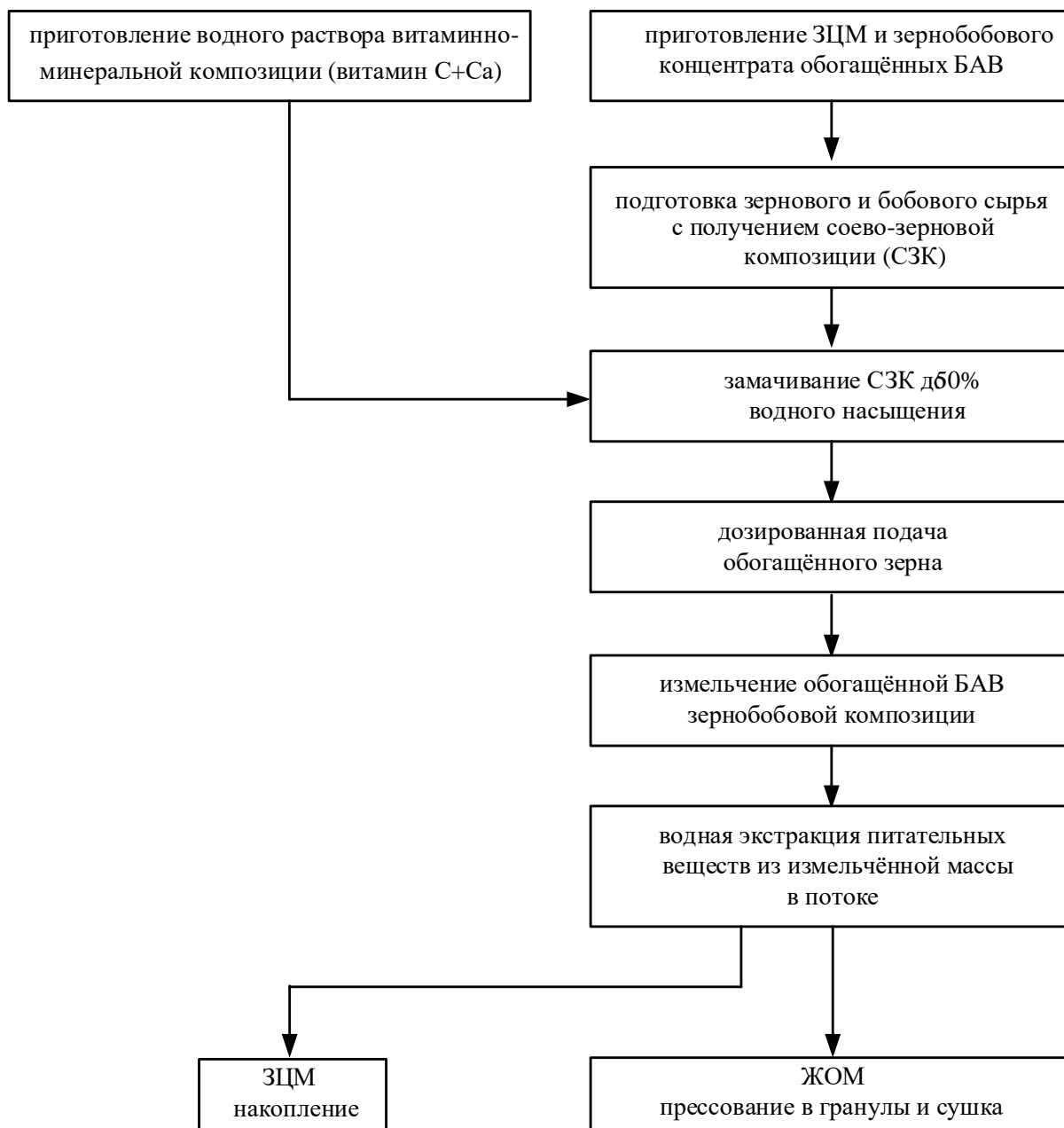


Рисунок 2 - Принципиальная технологическая схема приготовления ЗЦМ и КК обогащённого БАВ

Процесс, по данной схеме, реализован с помощью оборудования линии приготовления кормовых продуктов (рис.3).

Базовой машиной, согласно данной схеме, является устройство для поточного приготовления ЗЦМ и КК (позиция 3), которое разработано на основе анализа существующих схем, с учетом их достоинств и недостатков [5-7].

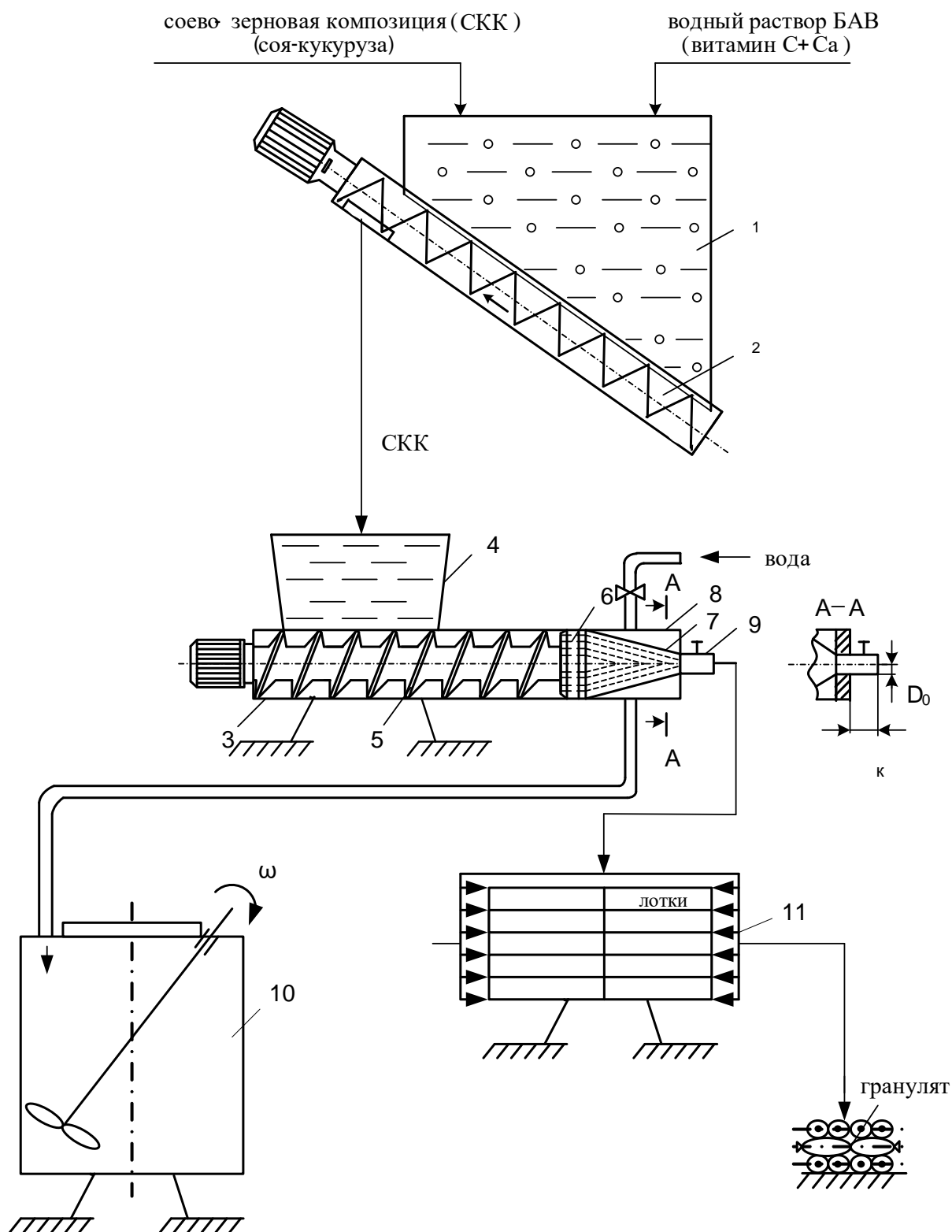


Рисунок 3 - Аппаратурная схема производства ЗМЦ и концентратов, обогащённых БАВ: 1-бункер; 2-дозатор; 3-устройство для приготовления ЗЦМ и КК; 4-бункер; 5-винт; 6-режущий аппарат; 7-конический фильтр; 8-камера; 9-сопло; 10-ёмкость; 11-сушилка камерная

Основным функциональным узлом устройства -3 (рис.3) является дезинтеграционно – экстракционно - формирующий узел, включающий позиции 6, 7, 8 и 9.

СКК дозировано подаётся в режущий решётчато-ножевой аппарат, где измельчается, перетирается и перемешивается, а затем поступает в экстракционную коническую перфорированную камеру (КПК) – 7.

КПК установлена в цилиндрической камере с возможностью объёмного обмыва её водой в непрерывном режиме. Питательные вещества из КПК, поступают через отверстия в корпусе КПК, в водную среду, а вода, насыщенная белком и другими питательными веществами, поступают в ёмкость - 10, где накапливаются в необходимом объёме.

Жом, полученный на основе СКК, продавливается через сопло - 9, определённого диаметра, формуется в гранулы, которые затем размещаются на сетчатых лотках, сушатся в камерной сушке «ЭСПИС-4 – Универсал» и затариваются в мешки.

Основной характеристикой устройства является мощность  $-N$  ( $кВт$ ), затрачиваемая на процесс получения ЗЦМ и КК, которая зависит от давления –  $P$  ( $Па$ ), создаваемого винтом -5, а также пропускной способности устройства –  $Q_v$  ( $м^3/с$ )

$$N = P \cdot Q_v. \quad (1)$$

Давление -  $P$ , создаваемое винтом - 5 определим, как

$$P = F/S, \quad (2)$$

где  $F$  – сила, которая должна быть больше или равна силе трения

$$F \geq F_{тр};$$

$S$  – площадь поперечного сечения сопла.

Тогда корректным является следующее условие

$$F_{тр} \geq P_{max} \cdot S. \quad (3)$$

Силу  $F_{тр}$  представим через параметры сопла – 9, как

$$F_{\text{тр}} = 2\pi \cdot f \cdot \xi \cdot P_{\text{уп}} \cdot \frac{D_0}{2} \cdot l_{\text{к}}, \quad (4)$$

где  $f$  – коэффициент трения;

$\xi$  – коэффициент бокового распора;

$P_{\text{уп}}$  – давление на упоре;

$D_0$  – диаметр отверстия сопла, равный  $2 \cdot R_0$ ;

$l_{\text{к}}$  – длина сопла.

Пропускная способность устройства по КК равна

$$Q_v = 0,0981 \cdot D_0^3 \cdot \frac{\text{ПНС}}{B}, \quad (5)$$

где ПНС – предельное напряжение сдвига КК;

$B$  – вязкость КК.

Тогда диаметр отверстия сопла определится как

$$D_0 = \sqrt[3]{\frac{Q_v \cdot B}{0,0981 \cdot \text{ПНС}}}. \quad (6)$$

С учётом зависимостей (1), (2), (4), (5) в конечном итоге имеем, что

$$N = 0,0981 \cdot f \cdot \xi \cdot P_{\text{уп}} \cdot l_{\text{к}} \cdot D_0^3 \cdot \eta / R_0, \quad (7)$$

где  $\eta = \text{ПНС}/B$  – скорость сдвига.

По приведённым зависимостям были определены параметры устройства и изготовлен опытный образец. Сравнительная характеристика технических средств для приготовления ЗЦМ и КК представлена в таблице 1, из которой следует, что установленная мощность предложенного устройства на 50% ниже, чем у аналога FDM-Z100II производства КНР.

**Заключение.** На основе разработанной схемы классификации способов обогащения кормовых продуктов установлено перспективное направление, обусловленное возможностью и целесообразностью получения обогащённого зернового сырья путём предварительного его замачивания в растворе БАВ и, в частности, в водном растворе витамин С + Са при соотношении зерно : раствор = 1:1.

Таблица 1 - Техническая характеристика устройств для производства ЗЦМ и концкормов

Показатели	Единицы измерения	Сравниваемые варианты	
		Базовый, производства КНР FDM-Z100П*	Предлагаемый, винтового типа ИЭР
<b>Производительность:</b> по влажному соевому зерну и по зерновым композициям.	кг/ч	30,0	30,0
по композиции соевое зерно+мел	кг/ч	не работоспособен	30,0
по ЗЦМ на зерне	л/ч	300,0	300,0
по КК на зерне	кг/ч	28,0	28,0
Установленная мощность привода	кВт	0,75	0,5
Тип рабочего органа	-	дисковый абразивный с центробежным отдалением жома	винтовой с решётчато-ножевым измельчающим аппаратом

\* AUTO SOYBEAN MILK SEPARATION GRINDER

The Third Food Processing Machinery Plant Dante County Jiangsu

На основе принятых подходов обоснована и разработана принципиальная технологическая схема приготовления ЗЦМ и КК, обогащённых БАВ с помощью базовой машины, установленной в линии – устройства непрерывного действия.

Аналитическим путём обоснованы параметры предложенного устройства, с установлением затрат энергии на его привод –  $N$ , пропускной способности –  $Q_v$ , а также диаметра формующего отверстия - сопла.

С учётом принятых параметров, а также сравнительных испытаний предложенного устройства с аналогом, установлено, что при пропускной способности  $Q=30$  кг/ч по сухому зерновому сырью затраты энергии не превышают  $N=0,5$  кВт.

#### Библиографический список

1. Крохина В.А Комбикорма, кормовые добавки и ЗЦМ для животных (состав и применение)/ В.А. Крохина, А.П. Калашников, В.И. Фисинин и др. – М.: Агропромиздат. - 1990. - 304 с.

2. Гордезиани В.С Производство заменителей молока / В.С. Гордезиани. - Л.: Машиностроение. - 1983. - 464 с.
3. Лебедев Н.И Использование микродобавок для повышения продуктивности жвачных животных. - Л.: Агропромиздат. - 1990. - 96 с.
4. Миончинский П.Н Производство комбикормов/ П.Н. Миончинский, Л.С. Кожарова. - М.: ВО Агропромиздат. - 1991. - 288 с.
5. Патент РФ № 2736222. Измельчитель с.х. продукции из растительного сырья/ авторы С.М. Доценко, С.В. Вараксин и др. - Оpubл. в БИ №3 от 11.02.2017 .
6. Патент РФ № 2624947. Измельчитель влажных продуктов/ авторы С.М. Доценко, С.В. Вараксин и др. - Оpubл. в БИ №20 от 11.07.2017 .
7. Патент РФ № 2624947. Агрегат для поточного приготовления заменителя цельного молока и комбикормов / авторы С.М. Доценко, С.В. Вараксин и др. - Оpubл. в БИ №20 от 07.08.2018.

### References

1. Kroxina V.A Kombikorma, kormovy`e dobavki i ZCzM dlya zhivotny`x (sostav i primeneniye)/ V.A. Kroxina, A.P. Kalashnikov, V.I. Fisinin i dr. – М.: Агропромиздат. - 1990. - 304 с.
2. Gordeziani V.S Proizvodstvo zamenitelej moloka / V.S. Gordeziani. - L.: Mashinostroenie. - 1983. - 464 s.
3. Lebedev N.I Ispol`zovanie mikrodobavok dlya povu`sheniya produktivnosti zhvachny`x zhivotny`x. - L.: Agropromizdat. - 1990. - 96 s.
4. Mionchinskij P.N Proizvodstvo kombikormov/ P.N. Mionchinskij, L.S. Kozharova. - М.: VO Agropromizdat. - 1991. - 288 s.
5. Patent RF № 2736222. Izmel`chitel` s.x. produkcii iz rastitel`nogo sy`r`ya/ avtory` S.M. Docenko, S.V. Varaksin i dr. - Opubl. v BI №3 ot 11.02.2017 .
6. Patent RF № 2624947. Izmel`chitel` vlazhny`x produktov/ avtory` S.M. Docenko, S.V. Varaksin i dr. - Opubl. v BI №20 ot 11.07.2017 .
7. Patent RF № 2624947. Agregat dlya potochnogo prigotovleniya zamenitelya cel`nogo moloka i kombikormov / avtory` S.M. Docenko, S.V. Varaksin i dr. - Opubl. v BI №20 ot 07.08.2018.