

Доценко С.М., Ковалева Л.А. Повышение эффективности работы пресс-грануляторов
путем расширения их технических возможностей

.....
**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**
=====

УДК 631.3: 636 (075.8)

Повышение эффективности работы пресс-грануляторов путем расширения их технических возможностей

Доценко С.М., Ковалева Л.А.

Амурский государственный университет

Аннотация

Проведенным анализом выявлены недостатки традиционных способов и технических средств получения формовано-прессованных изделий в виде гранул и брикетов. На основании этого предложены рациональные схемы пресса со сменными матрицами и их использовании в линии получения изделий. Полученные в результате теоретических исследований зависимости позволяют проводить расчет и выбор значений параметров пресса и его рабочего процесса. Выявленные соотношения положены в основу расчета энергоемкости прессов данного назначения, позволяющей на стадии проектирования давать сравнительную оценку эффективности работы предложенных известных технических средств.

Ключевые слова: ПРЕССЫ, КОНСТРУКЦИЯ, СХЕМА, МАТРИЦА, ГРАНУЛЫ, БРИКЕТЫ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ, КОМПОЗИЦИЯ, ПРОЧНОСТЬ, РАСЧЕТ, ПАРАМЕТРЫ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, МОЩНОСТЬ, ЭНЕРГОЕМКОСТЬ

Введение

Одной из основных проблем современного животноводства и птицеводства была и остается проблема обеспечения их прочной кормовой базы. При этом, наряду с наличием необходимого количества кормов и относительно невысокой себестоимости, важным показателем является и их качество.

Известным является также и тот факт, что при заготовке кормовых продуктов в них теряется определенное количество питательных веществ, а часть из них вообще не содержит биологически активных веществ, которые характеризуются как незаменимые.

Известно также, что только соевое сырье является поставщиком полноценного белка по наличию незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот и витамина Е. Важнейшим фактором при этом должно быть соблюдение условия, при котором не нарушаются их соотношения по количеству. Данными требованиями в полной мере отвечают композиционные смеси на основе соевого белкового ингредиента [1, 2].

В то же время, например, соево-зерновые композиции, в силу своих физико-механических и реологических свойств, а также конструктивных особенностей прессов-грануляторов и брикетировщиков с известными конструкциями матриц кольцевого, дискового и штемпельного типов, не могут быть трансформированы в гранулы и брикеты с различными размерными характеристиками [3-6].

При этом основным недостатком известных конструктивно-технологических схем прессов данного назначения является их ограниченные технические возможности, а также относительно высокая энергоемкость. В этой связи исследования, направленные на получение соево-зерновых прессованных изделий посредством прессов с относительно малыми затратами энергии и более широкими технологическими возможностями, являются актуальными и требующими своего решения.

Целью исследований является разработка рациональной схемы пресса винтового типа, с обоснованием параметров процесса получения формовано-прессованных изделий расширенного ассортимента.

Задачи исследований:

- на основе проведенного анализа известных конструкций грануляторов и брикетировщиков предложить рациональную конструкцию пресса;
- на основе теоретического анализа рабочего процесса предложенного пресса обосновать значения основных его параметров;
- разработать конструктивно-технологическую схему линии с использованием предложенных технологических решений.

Проведенным анализом установлено, что одним из существенных недостатков производства комбикормов является использование смеси измельченных семян зерновых культур, которая содержит до 20% мучной фракции, а также требует в силу своей малой

плотности больших объемов хранилищ. При этом наличие мучной фракции приводит к потерям ее части, загрязнению помещений и окружающей среды [3-6].

Основным традиционным способом, исключающим указанные недостатки, является получение прессовано-формованных изделий определенной конфигурации и размеров в виде гранул и брикетов.

Одним из основных требований при этом для изделий являются их размер и прочность, а для технических средств для их производства – относительно низкие энергоемкость и металлоемкость. Однако, как установлено анализами для классических схем (рис. 1), дополнительным их недостатком является технологическая негибкость, обусловленная невозможностью получения за один цикл работы пресса и гранул и брикетов различной конфигурации и размеров.

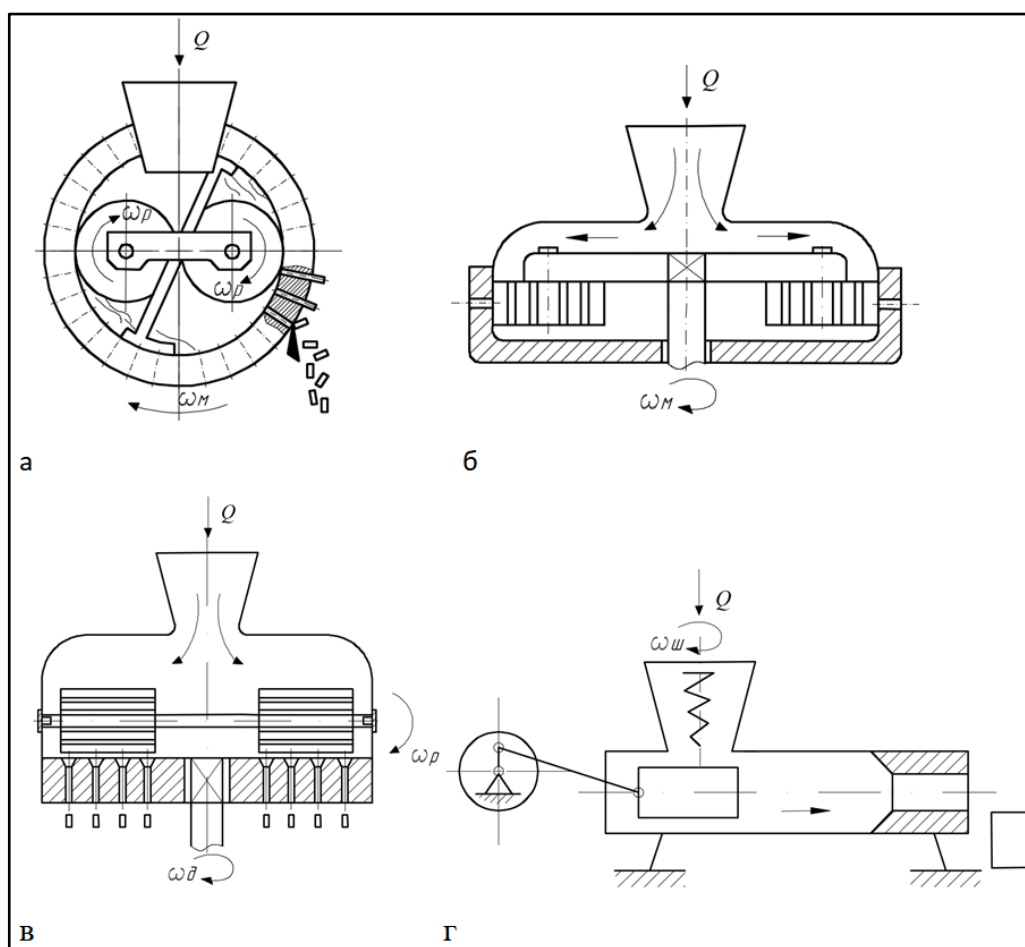


Рис. 1. Традиционные конструктивно-технологические схемы прессов

Примечание: а, б – с кольцевой матрицей; в – дисково-роликового типа; г – штемпельного типа (брикетировщик).

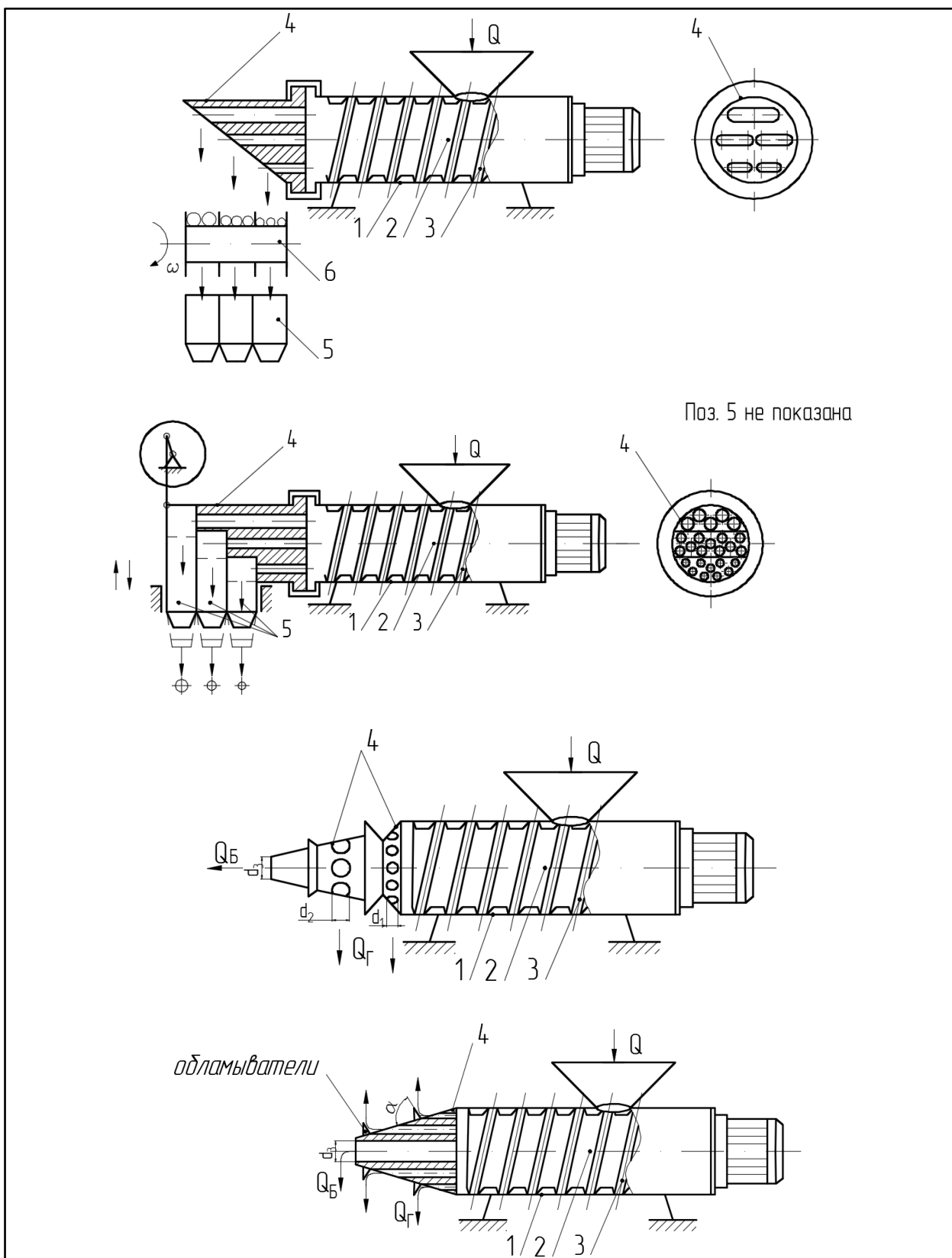


Рис. 2. Конструктивно-технологические схемы прессов винтового типа

Примечание: 1 – корпус, 2 – вал, 3 – винт, 4 – матрица, 5 – лотки, 6 – транспортер.

В этой связи рациональным направлением в разработке более совершенных конструкций прессов является создание устройств, имеющих более широкие технические возможности [1, 7–10]. Устройства данного типа являются малогабаритными, так как создаются на основе блочно-модульного принципа исполнения, обеспечивающего возможность оперативной смены матриц, имеющих в то же время каналы-отверстия различного размера и конфигурации в виде их пакетно-ступенчатого расположения в «теле» матрицы [7, 8].

На рис. 2 представлены инновационные схемы прессов винтового типа со сменными формующе-прессующими матрицами. Конструктивно они состоят из корпуса 1, в котором размещен вал 2 с транспортирующе-прессующим винтом 3. При этом в основе конструкции лежит наличие сменной формующей матрицы 4 с «пакетно-ступенчатым» расположением формующих каналов. Каналы размещены над соответствующими ячейками транспортера. Данный тип прессов может быть использован как автономно, так и в составе поточной линии (рис. 3).

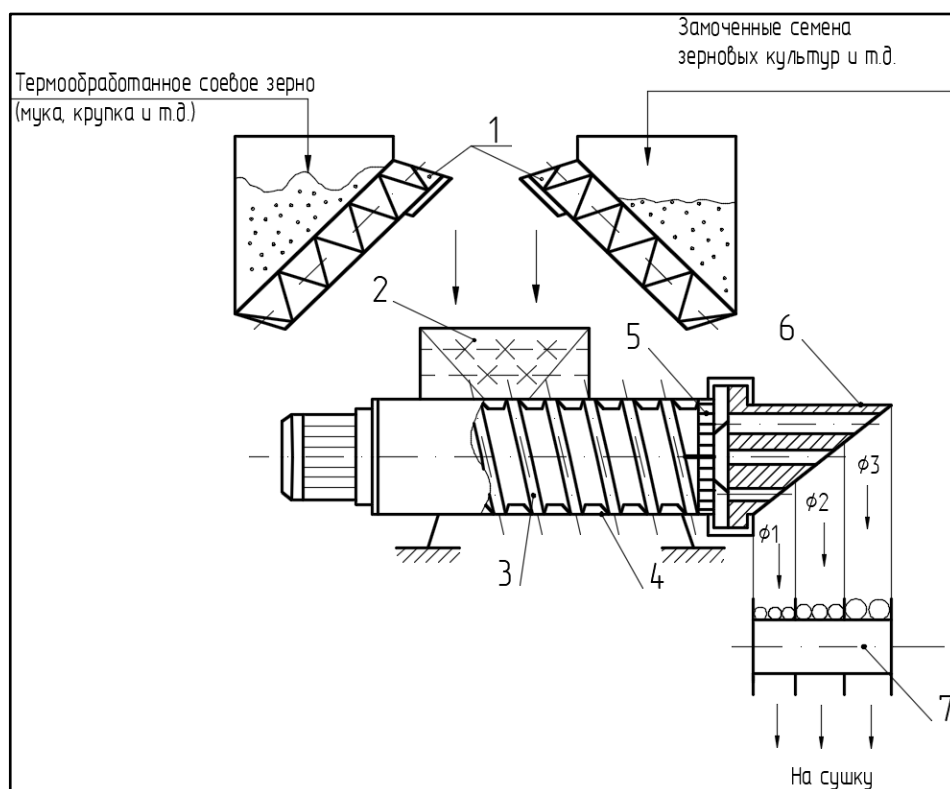


Рис. 3. Конструктивно-технологическая схема линии производства формовано-прессованных изделий расширенного ассортимента

Примечание: 1 – питатель-дозатор; 2 – смеситель; 3 – винт; 4 – корпус;
5 – дезинтегратор решетчато-ножевого типа; 6 – сменная матрица; 7 – транспортер.

При этом использование в данной схеме предварительно замоченных до определенного содержания влаги семян зерновых культур, а в конструкции - измельчающе-смешивающего аппарата 5 позволяет исключить наличие мучной пыли, загрязняющей окружающую среду. В то же время совместное измельчение влажного и относительно сухого компонентов путем кондиционирования позволяет получить более однородную смесь, с ее усредненной влажностью.

Сформированные изделия с помощью транспортера, согласно схеме (рис. 3), направляются на сушку.

Отличительной особенностью процесса получения формовано-прессованных изделий в виде гранул или брикетов является наличие зависимости прочности Пр готовых изделий от соотношения:

– для гранул:

$$\text{Пр} = f \left(\frac{l_i}{d_{ri}} \right) \rightarrow \text{opt}; \quad (1)$$

– для брикетов:

$$\text{Пр} = f \left(\frac{l_i}{a_i b_i} \right) \rightarrow \text{opt}, \quad (2)$$

где l_i – длина изделия;

d_{ri} – диаметр гранулы;

$a_i b_i$ – площадь поперечного сечения брикета.

На рис. 4 приведена схема к расчету параметров пресса винтового типа.

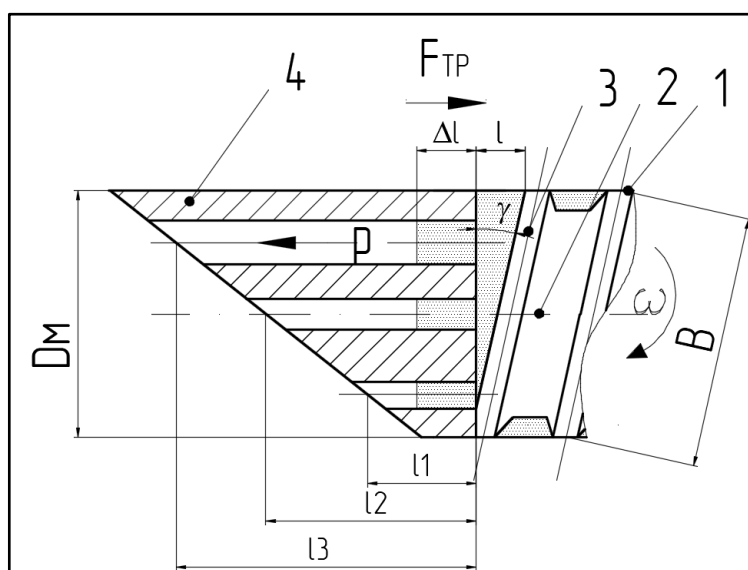


Рис. 4. Схема к обоснованию параметров процесса формования изделий

Значение Δl (рис. 4) определяется из соотношения

$$\frac{l}{z\Delta l} = \lambda_{\text{п}}, \quad (1)$$

где z – число заходов винта;

$\lambda_{\text{п}}$ – степень уплотнения продукта, кг/м³.

В соответствии с рисунком 4 для параметра Δl имеем, что

$$\Delta l = B / z \lambda_{\text{п}} \sin \gamma \quad (2)$$

Для средней скорости движения продукта в канале, с учетом того, что $t = 2\pi\omega_{\text{в}}$,

где $\omega_{\text{в}}$ – угловая скорость винта и равенства (2), имеем

$$v_{\text{ср}} = \frac{0,16B\omega_{\text{в}}}{z\lambda_{\text{п}} \sin \gamma} \quad (3)$$

Для значений силы трения, в соответствии с [5] имеем

$$F_{\text{тр}} = f \frac{\mu}{1-\mu} PS, \quad (4)$$

где f – коэффициент трения;

μ – коэффициент Пуассона;

P – давление прессования, Н/м²;

S – площадь поперечного сечения уплотненного изделия (канала), м².

С учетом того, что $P = c\rho_{\text{и}}^m$, а $S = \frac{\pi d_i^2}{4}$ или $S = a_i b_i$;

где c, m – эмпирические коэффициенты;

$\rho_{\text{и}}^m$ – плотность готового изделия, равна $\rho_{\text{и}}^m = \lambda_{\text{п}} \rho_{\text{н}}$,

где $\rho_{\text{н}}$ – начальная плотность продукта, кг/м³, получаем

$$F_{\text{тр}0} = \sum_{i=1}^R \frac{\pi}{4} f \frac{\mu}{1-\mu} c \lambda_{\text{п}} \rho_{\text{н}} d_i, \quad (5)$$

а также

$$F_{\text{тр}} = \sum_{i=1}^R f \frac{\mu}{1-\mu} c \lambda_{\text{п}} \rho_{\text{н}} a_i b_i, \quad (6)$$

где R – число каналов, а c – коэффициент, имеющий размерность м²/с².

Искомое значение затрат энергии (мощность) характеризуется зависимостью:

$$N = F_{\text{тр}0} v_{\text{ср}} = \left[\sum_{i=1}^R f \frac{\mu}{1-\mu} c \lambda_{\text{п}} \rho_{\text{н}} S \right] \cdot \frac{0,16B\omega_{\text{в}}}{z\lambda_{\text{п}} \sin \gamma} \quad (7)$$

На основании теоретического анализа получены зависимости, характеризующие производительность прессы:

– по гранулам:

$$Q_{\Gamma} = \frac{0,126D^2 R_{\text{жс}} \rho_{\text{н}} B \omega_{\text{в}}}{\sin \gamma} = [Q_{\Gamma}] \quad (8)$$

– по брикетам:

$$Q_{\text{б}} = \frac{abR_{\text{жс}} \rho_{\text{н}} B \omega_{\text{в}}}{\sin \gamma} = [Q_{\text{б}}], \quad (9)$$

где $R_{\text{жс}}$ – коэффициент, учитывающий «живое сечение» матрицы;

$[Q_{\Gamma}]$, $[Q_{\text{б}}]$ – заданное значение производительности.

При известном (заданном) значении производительности по формулам (8) и (9) определяются параметры, входящие в них.

В итоге для предложенной конструкции пресса с совокупностью предложенных матриц имеем зависимость, характеризующую энергоемкость \mathcal{E}_N пресса с учетом установленных аналитическим путем значений параметров

$$\mathcal{E}_N = N/Q, \quad (10)$$

где N и Q определяются соответственно по зависимостям (7), (8), (9).

Заключение

Проведенным анализом установлены достоинства и недостатки существующих схем устройств для получения формовано-прессованных изделий в виде гранул и брикетов, с учетом которых предложена конструкция пресса со сменными матрицами.

На основе теоретического анализа получены зависимости, характеризующие производительность пресса на производстве гранул и брикетов. При заданной производительности, посредством данных зависимостей, определяются искомые параметры процесса.

Список использованных источников:

1. Макаров В.А., Доценко С.М., Широков В.А., Школьников П.Н. Кинетика усреднения влаги в соево-сапропелевых композициях при кондиционировании смеси [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2017. – № 2. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2017/2/st_205.doc
2. Производство комбикормов: [Для сред. спец. учеб. заведений системы хлебопродуктов] / П.Н. Миончинский, Л.С. Кожарова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1991. – 288 с.

3. Кукта Г.М. Машины и оборудование для приготовления кормов. - М.: Агропромиздат, 1987. - 303 с.
4. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. – Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1978. – 560 с.
5. Мартыненко Я.Ф. Промышленное производство комбикормов. – Москва: Колос, 1976. – 216 с.
6. Завражнов А.И., Николаев Д.И. Механизация приготовления и хранения кормов: [Учеб. пособие для вузов по спец. "Механизация сел. хоз-ва"]. - Москва: Агропромиздат, 1990. – 335 с.
7. Патент 2740649 Российская Федерация, МПК В30В11/28. Пресс-гранулятор / С.М. Доценко, Л.А. Ковалева [и др.]; заявитель и патентообладатель Амур. гос. ун-т. - № 2020119225; Заявл. 03.06.2020; Оpubл. 19.01.2021, Бюл. № 2. - Введ. с 03.06.2020.
8. Патент 2740651 Российская Федерация, МПК В30В11/00. Шнековый пресс-гранулятор / С.М. Доценко, Л.А. Ковалева [и др.]; заявитель и патентообладатель Амур. гос. ун-т. - № 2020119226; Заявл. 03.06.2020; Оpubл. 19.01.2021, Бюл. № 2. - Введ. с 03.06.2020.
9. Патент 2781705 Российская Федерация, МПК В30В 11/24. Шнековый пресс-гранулятор-брикетировщик / С.М. Доценко [и др.]; заявитель и патентообладатель Амур. гос. ун-т. - № 2781714; Заявл. 22.04.2022; Оpubл. 17.10.2022, Бюл. № 29. - Введ. с 22.04.2022.
10. Патент 2781714 Российская Федерация, МПК В30В 11/24. Шнековый пресс / С.М. Доценко [и др.]; заявитель и патентообладатель Амур. гос. ун-т. - № 2022110176; Заявл. 15.04.2022; Оpubл. 17.10.2022, Бюл. № 29. - Введ. с 15.04.2022.

Цитирование:

Доценко С.М., Ковалева Л.А. Повышение эффективности работы пресс-грануляторов путем расширения их технических возможностей [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 2. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/2/st_208.pdf.
DOI: <https://doi.org/10.51419/202132208>.