

Доценко С.М., Ковалева Л.А., Кузьмин И.Н., Школьников П.Н.
Обоснование параметров устройства для получения формованных изделий

.....
Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»
=====

УДК 631.363.082.622

Обоснование параметров устройства для получения формованных изделий

Доценко С.М., Ковалева Л.А.*, Кузьмин И.Н.*, Школьников П.Н.***

**Амурский государственный университет*

***Дальневосточный государственный аграрный университет*

Аннотация

Предложен способ трансформации с.-х. сырья и соевой окары в формованные изделия. Обоснована конструктивная схема пресса с оригинальной конфигурацией формующего канала. Обоснованы параметры пресса и дана сравнительная технико-экономическая его оценка по показателю энергоёмкости

Ключевые слова: ФОРМОВАННЫЕ ИЗДЕЛИЯ, ПРЕСС, ПРОЧНОСТЬ, ЭНЕРГОЕМКОСТЬ, КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА, ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Введение

Одной из основных проблем перерабатывающей отрасли агропромышленного комплекса (АПК) является получение качественных формованных изделий в виде гранул, брикетов и т.д.

При этом получение качественных формованных изделий требует повышенных затрат энергии на уплотнение используемых материалов и сырья, которые существенно различаются по своим физико-механическим показателям и реологическим свойствам [1, 2].

Вполне очевидно, что при таких исходных условиях необходимо изыскание новых способов трансформации отходов сырья как по форме, так и по содержанию.

Одним из таких способов является использование сырьевых композиций, в которых хотя бы один из составных компонентов обладает оптимальными связующими свойствами, которые, во-первых, позволяют снизить затраты энергии на трение в формующих каналах – фильерах, а, во-вторых, получить гранулы или брикеты с низкой крошимостью.

В качестве таких композиций нами определены смеси, полученные в результате производства заменителя цельного молока на основе соево-крахмального, соево-ламинариевого, соево-хвойного, соево-мелового бинарных сырьевых композитов.

Ранее процесс трансформации данного вида сырья не изучался, а поэтому на сегодняшний день отсутствуют данные для проектирования технических средств, позволяющих формовать с их помощью гранулы и брикеты требуемой прочности, а также малой энергоемкости и металлоемкости.

Целью исследований является обоснование рациональной конструктивно-технологической схемы (КТС) и параметров устройства для получения формованных изделий в виде гранул и брикетов требуемой прочности.

Задачи исследований

1. Обосновать рациональную КТС универсального прессы для получения формованных изделий различного размерного ряда.
2. Теоретическим путем получить аналитические зависимости, характеризующие рабочий процесс прессы по получению гранул и брикетов.
3. Дать сравнительные данные по технико-экономическим показателям предложенных и существующих вариантов получения гранулированных и брикетированных изделий.

Как показал анализ литературных источников [1-3], в настоящее время перерабатывающей отрасли АПК известны две основные схемы осуществления процесса получения формованных изделий в виде гранул и брикетов:

1. С вращающейся перфорированной матрицей;
2. С неподвижной матрицей-фильерой.

И первая, и вторая схемы имеют ряд недостатков, среди которых ограниченные технологические возможности по виду и составу формуемого сырья, а также по форме и размерным характеристикам полученных изделий.

При этом для данных схем характерна высокая энергоемкость и металлоемкость.

На основе проведенного анализа авторами статьи разработана рациональная КТС пресса винтового типа со сменной матрицей-фильерой (рис. 1).

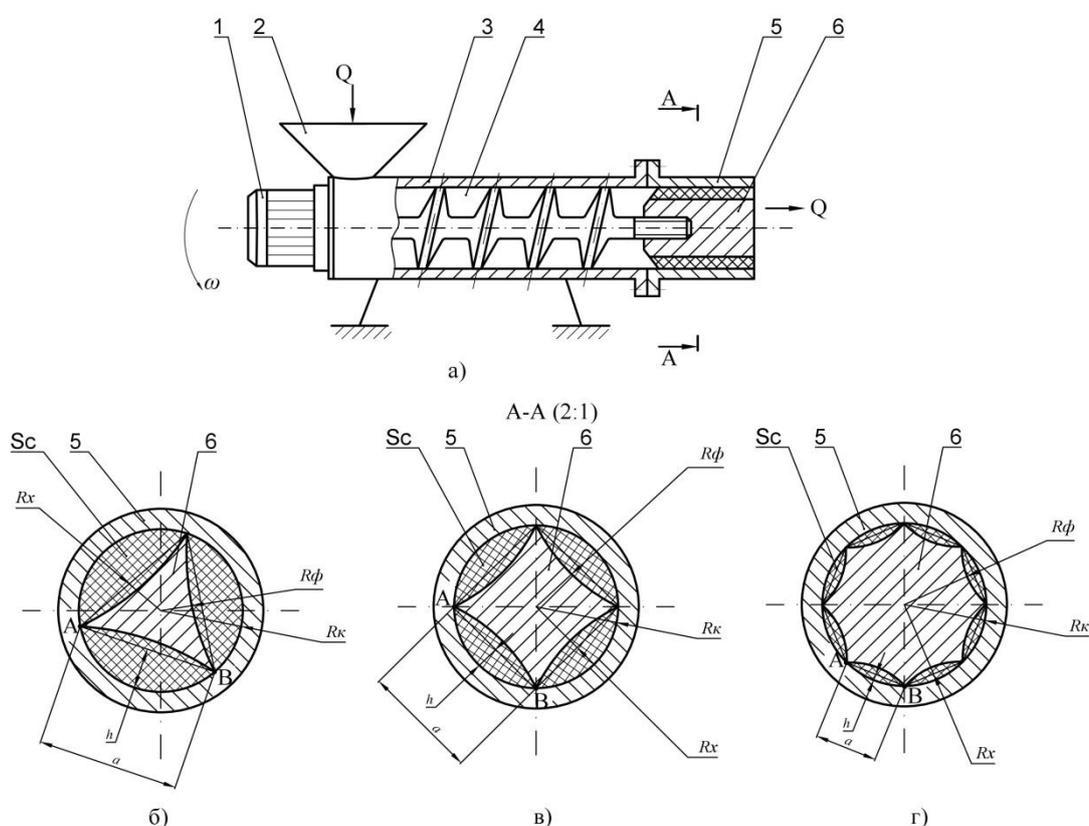


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема пресса винтового типа со сменной матрицей-фильерой: а – общий вид в разрезе; б, в, г – сменная матрица-фильера, разрез А-А; 1 – электродвигатель; 2 – загрузочный бункер; 3 – корпус пресса; 4 – винт; 5 – кожух фильеры; 6 – фильера (сменная)

Как следует из геометрии поперечного сечения каналов матрицы-фильеры F, пропускная способность пресса зависит от удвоенной площади сегмента $S_{2s}=2S_c$, а также количества каналов n.

$$Q_{\Pi} = F\rho v = (2S_c n)\rho v, \quad (1)$$

где: ρ – плотность продукта;

v – скорость продвижения формованного изделия в канале.

Параметр, характеризующий площади поперечного сечения n – каналов определили как (см. рис. 1)

$$F = [R_k(l - a) + ah]n, \quad (2)$$

где: R_k – радиус кожуха фильеры;

l – длина дуги АВ (рис. 1);

a – хорда дуги АВ;

h – стрелка (рис. 1).

Отличительной конструктивной особенностью пресса и конфигурации формы поперечного сечения канала является наличие условия $R_{\phi} = R_k$, согласно рис. 1 – б, в, г.

При этом приведенные геометрические параметры определяются по следующим зависимостям:

$$l = \frac{2\pi R_k}{n}, \quad (3)$$

$$a = 2\sqrt{(hR_k - h^2)}, \quad (4)$$

$$h = R_k - R_x, \quad (5)$$

$$R_x = R_k - h, \quad (6)$$

С учетом формул (3) – (6), после соответствующих преобразований зависимость (2) принимает вид

$$F = 2 \left[\pi R_k^2 - n \left(R_k^{\frac{3}{2}} h^{0,5} - h^2 \right) \right] \quad (7)$$

Таким образом, пропускную способность пресса по готовому продукту можно определить как

$$Q_{\Pi} = 2\rho v \left[\pi R_k^2 - n \left(R_k^{\frac{3}{2}} h^{0,5} - h^2 \right) \right], \quad (8)$$

Затраты энергии на выполнение рабочего процесса определяются как

$$N_{\Pi} = PQ_v, \quad (9)$$

где: P – давление, создаваемое винтом пресса, МПа;

Q_v – объемный расход пресса, м³/с.

Тогда эффективность работы пресса можно определить через его энергоемкость:

$$N_э = \frac{100PQ_v}{2\rho v \left[\pi R_k^2 - n \left(R_k^{\frac{3}{2}} h^{0,5} - h^2 \right) \right] \text{Пр}}, \quad (10)$$

где: Пр – прочность гранул или брикетов, %.

По экспериментально полученным данным:

$$Q_v = 8,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с},$$

$$Q_{п} = 0,0833 \text{ кг/с},$$

При угловой скорости винта $\omega = 19,36 \text{ с}^{-1}$, $P = 17,35 \text{ мПа}$ и $\text{Пр} = 95\%$ мощность составила $N_{п} = 1,44 \text{ кВт}$

Следовательно, энергоемкость получения гранул и брикетов равна

$$N_{пэ} = \frac{(17,35 \cdot 8,3 \cdot 10^{-4}) 100}{0,0833 \cdot 95} = 18,26 \frac{\text{кВт}\cdot\text{с}}{\text{кг}\cdot\%},$$

Для прессов-грануляторов с вращающейся кольцевой матрицей при прочности гранул, равной 88% (брикеты не производят) и производительности, равной $Q_{п} = 3 \text{ т/ч} = 0,83 \text{ кг/с}$, энергоемкость составляет

$$N_{пэ} = \frac{40 \cdot 100}{0,83 \cdot 88} = 54,76 \frac{\text{кВт}\cdot\text{с}}{\text{кг}\cdot\%},$$

С учетом комплектов для сушки (для предлагаемого варианта – ЭСПИС-4 «Универсал» ($N = 9 \text{ кВт}$) и для аналога АВМ-1,5 ($N = 171 \text{ кВт}$) [2] энергоемкость, соответственно, составляет $N_{пэ} = 132,4 \frac{\text{кВт}\cdot\text{с}}{\text{кг}}$ и $N_{аз} = 272 \frac{\text{кВт}\cdot\text{с}}{\text{кг}}$ (на получение гранул).

На получение брикетов энергоемкость пресс-брикетировщика на основе оборудования типа ОПК-2 составляет ($N = 102 \text{ кВт}$) [2]

$$N_{бэ} = \frac{102 \cdot 100}{0,55 \cdot 85} = 218 \frac{\text{кВт}\cdot\text{с}}{\text{кг}\cdot\%}.$$

Таким образом, расчеты, проведенные по сравнительной технико-экономической оценке и, в частности, по энергоемкости показывают, что по всем трем вариантам предложенная разработка менее энергоемка:

- для первого варианта – в 2,99 раза,

- для второго – в 2,05 раза,
- для третьего (по брикетированию) – в 1,64 раза.

Заключение

На основании принятых подходов разработана рациональная КТС пресса винтового типа со сменной матрицей-фильерой, имеющей конфигурацию поперечного канала, близкую к эллипсу, при условии, что $R_k = R_f$.

Выполнение данного геометрического условия позволило повысить технологическую гибкость устройства с получением формованных изделий одной и той же формы с различным размерным ассортиментом: от гранул до брикетов заданных размеров и требуемой прочности.

Теоретическим путем получены зависимости, характеризующие площадь поперечного сечения канала, а также производительность пресса.

Полученные данные положены в основу создания пресса винтового типа предложенной конструкции, показатель энергоемкости которого существенно ниже аналогов.

Список использованных источников

1. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. – Л.: Колос. Ленингр. отд-ние. – 1978. – 560 с., ил.
2. Кукта Г.М. Машины и оборудование для приготовления кормов. – М.: Агропромиздат. – 1987. – 303 с.
3. Миончинский П.Н., Кожарова Л.С. Производство комбикормов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат. – 1991. – 288 с.: ил. – б. ц.

=====

Цитирование:

Доценко С.М., Ковалева Л.А., Кузьмин И.Н., Школьников П.Н. Обоснование параметров устройства для получения формованных изделий // АгроЭкоИнфо. – 2020, №4. – http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/4/st_410.pdf.