

Из рисунка видно, что стабильное скатывание частиц по поверхности штифта возможно при:

$$(\alpha - \beta)_{\text{кр}} \leq 2 \times \left( \frac{\pi}{2} - \varphi \right).$$

Из (3) можно определить угловую скорость катушки, при которой частица на штифте будет находиться в предельном состоянии

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{R} [f \times \sin(\alpha - \beta)] - \cos(\alpha - \beta)}.$$

Задаваясь конструктивным углом  $\beta$  и углом опорожнения катушки  $\alpha$ , при известном коэффициенте трения  $f$  можно определить оптимальное значение коэффициента кинематического режима  $k$ . Так, если принять:

$$\alpha = \frac{\pi}{2}; f = 0,3; \beta = 20^\circ,$$

то из (3) получаем:  $k = 0,3 \times \sin 70 - \cos 70; k = 0,07$

Подставив эти значения в формулу (2) определим:  $\omega = 5,2 \text{ с}^{-1}$ .

Зная угловую скорость катушки, можно определить число ее оборотов в минуту:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = 5,2; n = 49,6 \text{ мин}^{-1}.$$

#### Литература

1. Nukeshev S., Eskhozhin K., Eskhozhin D., Syzdykov D. Justification of design and parameters of seeding unit for fertilizers. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering. Том 39, Выпуск 4. С.1139-1149. <https://doi.org/10.1007/s40430-016-0588-5>

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГРАВИТАЦИОННЫХ СЕПАРАТОРОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОМБИКОРМОВ**

**Мирошниченко Я.А.**, аспирант

Мелитопольский государственный университет, г. Мелитополь

В наше время производство зерновых сталкивается с трудностями, связанными с обработкой урожая сразу после сбора. Это вызвано постоянным ростом стоимости энергоресурсов, что делает сохранение урожая без значительных потерь очень сложной задачей.

Потери зерна из-за несвоевременной обработки могут составлять от 22% до 35%. При этом, оборудование для очистки зерна, которое используется в сельском хозяйстве, устарело как морально, так и физически [1].

Большинство сельскохозяйственных машин изношены на 70-90%. При этом обеспеченность ими крупных и средних хозяйств составляет всего 35%. Малые и фермерские хозяйства не имеют необходимого оборудования.

В таких условиях поиск способов повышения эффективности сепарации зерна при минимальных затратах на капитальные и энергетические ресурсы становится важной задачей. Её решение позволит улучшить качество сепарации зерна и снизить потери [2, 3].

В современном мире развитие технологий в пищевой промышленности основывается на глубоком анализе и учёте различных факторов при проектировании и эксплуатации оборудования. Новые технологии должны соответствовать строгим требованиям.

Проведя анализ существующих на рынке технических решений, мы пришли к выводу, что гравитационные сепараторы являются оптимальным выбором. Они способны разделять продукты исключительно за счёт их потенциальной энергии, без использования движущихся частей. Это делает их простыми в конструкции, экономичными и недорогими [4].

Гравитационные сепараторы идеально подходят для создания модульных и гибких линий, которые можно легко перенастраивать под разные задачи. Их эффективность обеспечивается использованием принципиально новых разделяющих поверхностей, основанных на модели идеального сепаратора. Например, это могут быть просеивающие отверстия в форме щели, ширина которой значительно больше максимального размера частиц.

Такая поверхность проста в производстве и не требует специального дорогостоящего оборудования. Малые фермерские хозяйства могут самостоятельно ремонтировать и восстанавливать рабочие органы сепаратора.

В щелевом гравитационном сепараторе размер частиц определяется шириной щели, что отличается от традиционных плоских ситовых поверхностей. Это обеспечивает более точное разделение продуктов и повышает эффективность процесса сепарации.

В процессе перемещения зерновой смеси по поверхности распределительных решеток происходит разделение частиц по размеру. Более крупные частицы первыми попадают в отверстия решеток, что может привести к их забиванию и снижению эффективности сепарации.

Для предотвращения этого необходимо предварительно разделить исходный материал на фракции по физико-механическим свойствам. Затем каждую фракцию следует подавать в соответствующую зону сита для окончательного просеивания.

Было доказано, что для интенсификации процесса гравитационного сепарирования можно использовать щелевые сепарирующие отверстия. При этом разделяющая поверхность должна иметь продольное сечение в форме кривой брахистохронного свойства. Это позволит увеличить пропускную способность сепаратора.

Такой способ сепарации зерна с помощью поверхностей брахистохронного свойства с щелевыми отверстиями позволяет выделить зерно от крупных до мелких фракций и подать каждую фракцию на отдельную часть сита для окончательного просеивания. Это увеличивает производительность и снижает энергоёмкость процесса за счёт использования гравитационного сепарирования без дополнительных затрат энергии.

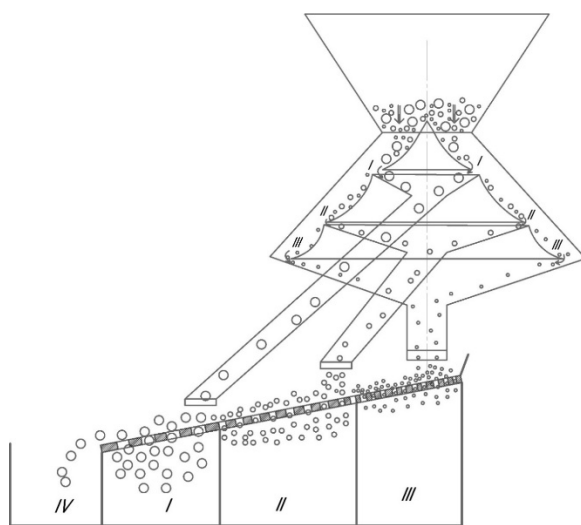


Рисунок 1 – Схема гравитационного сепаратора

На рис.1 приведена схема сепаратора, согласно которой зерновые культуры в воздушном потоке за счет регулировки щелевых зазоров I. II. III сортируются по размерам и попадая на решета проходят окончательную сортировку [5-8].

Одним из самых многообещающих векторов в создании устройств для разделения зерновых культур является использование гравитационных сепараторов. Эти устройства отличаются простотой в эксплуатации, не нуждаются в дополнительных затратах энергии и не требуют частого ремонта.

Публикация выполнена в рамках темы НИР FRRS-2023-0019 государственного задания ФГБОУ ВО «Мелитопольский государственный университет».

#### Литература

1. Мачихин С.А. Качество семенного и продовольственного зерна – один из аспектов продовольственной безопасности России / С.А. Мачихин, А.А. Рындин, А.М. Васильев, А.Н. Стрелюхина // Хранение и переработка сельхозсырья, 2018. – №4. – С. 139–146.
2. Васильев А.М. Повышение эффективности процессов сепарирования зерновых смесей на рифленной поверхности / А.М. Васильев, С.А. Мачихин, А.Н. Стрелюхина, А.А. Рындин // Хранение и переработка сельхозсырья, 2018. – № 3. – С. 98-105.
3. Гвоздев А.В. Способ гравитационной сепарации зерна / Т.А. Клевцова, А.В. Гвоздев, Н.А. Старовойт // Техничко-технологическое обеспечение инноваций в агропромышленном комплексе: материалы I Международной научно-практической конференции. – Мелитополь: МГУ, 2022. – С. 160– 163.
4. Гвоздев А.В. Обоснование процесса гравитационной сепарации зерна методом моделирования / А.В. Гвоздев, Т.А. Клевцова, Я.А. Мирошниченко // Вестник аграрной науки Дона, 2023. – Т.16. – №4(64). – С 27–36.
5. Гвоздев А.В. Совершенствование процесса гравитационной сепарации зерна / А.В. Гвоздев, Т.А. Клевцова, Я.А. Мирошниченко // Материалы XV Международной научно-практической конференции. – Москва, 2023. – С 117-124.
5. Авдеев Н.Е. Поиск новых принципов сепарирования / Н.Е. Авдеев, Ю.В. Чернухин, О.Г. Странадко// Вестник ВГУИТ. – 2012. – №3. –С. 24-26. 124
6. Василенко П.М. Теория движения частиц по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин / П.М. Василенко: К. Изд-во Украинской академии сельскохозяйственных наук. – 1960. С. 163 – 168.
7. Балданов В.Б. Обоснование основных параметров гравитационного сепаратора для очистки зерна / В.Б. Балданов. – Автореф. дис. на соиск. уч. степ. к.т.н. Улан-Уде. – 2013. 22 с.
8. Клевцова Т.А. Повышение эффективности использования технических средств комбикормового производства методом системного подхода / Т.А. Клевцова, А.В. Гвоздев // Техничко-технологическое обеспечение инноваций в агропромышленном комплексе: материалы I Международной научно-практической конференции. – Мелитополь: МГУ, 2022. – С. 49-52.

УДК 631.8; 631.171

#### **К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ УДОБРЕНИЙ В ПОЧВУ**

**Нукешев<sup>1</sup> С.О.**, д.т.н., профессор, **Романюк<sup>2</sup> Н.Н.**, к.т.н., доцент,  
**Танбаев<sup>1</sup> Х.К.**, PhD, **Бошymanов<sup>1</sup> Б.Б.**, студент

<sup>1</sup> Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, г. Астана,

<sup>2</sup> Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

Сохранение и повышение плодородия почв остается ключевой проблемой в земледелии любой страны, так как плодородие пахотных почв и состав гумуса ежегодно снижаются. По данным исследований ученых, в Северных областях Казахстана почвы сильно истощены, за более чем полувековой период освоения целины потеряно 1,4 млн тонн гумуса, что составляет 1/3 от исходного состояния. В среднем ежегодные потери гумуса в Казахстане составляют 0,5–1,4 т/га, эти потери особенно усиливаются на эродированных