

УДК 636.085.12/17

UDC 636.085.12/17

ОБЗОР И АНАЛИЗ ВИБРАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ СМЕШИВАНИЯ СЫПУЧИХ КОРМОВ

REVIEW AND ANALYSIS OF VIBRATION DEVICES FOR LOOSE FOOD MIXING

О. В. Власова, Н. В. Гучева

O. V. Vlasova, N. V. Gucheva

Донской государственной технической
университет, г. Ростов-на-Дону, Российская
Федерация

Don State Technical University, Rostov-on-Don,
Russian Federation

VoksanaV95@yandex.ru

VoksanaV95@yandex.ru

ngucheva@gmail.com

ngucheva@gmail.com

Выполнен обзор вибрационных устройств для смешивания сыпучих кормов. Подробно рассмотрено их устройство и принцип работы. Представлен анализ вибрационных устройств по заявленным авторами преимуществам изобретений.

The article is a review of vibrating devices for loose feed mixing. It considers in detail their construction and principle of work. The paper presents the analysis of vibration devices according to the claimed by the inventors benefits.

Ключевые слова: вибрация, смешивание, смеситель, сыпучие корма.

Keywords: vibration, mixing, mixer, free-flowing feed.

Введение. В настоящее время к качеству кормов предъявляют повышенные требования, так как они оказывают решающее влияние на эффективность производства животноводческой продукции. Наиболее важным этапом при производстве кормов является процесс смешивания, осуществляемый смесителями различной конструкции, которые не всегда обеспечивают установленную однородность кормовой смеси. С целью повышения однородности кормовых смесей, а как следствие этого и продуктивности животноводства необходимо совершенствовать конструкции смесителей и расширять использование вибрационных устройств в комбикормовом производстве [1–3]. В связи с этим целью настоящей работы является выполнение обзора и анализа существующих конструкций вибрационных смесителей.

Основная часть. Вибрационный смеситель № 1 представлен на рис. 1.

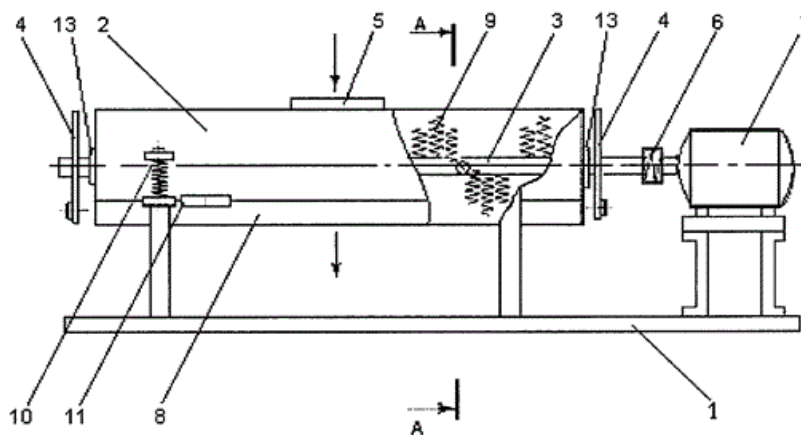


Рис.1. Вибрационный смеситель №1: 1 — рама; 2 — контейнер; 3 — вал; 4 — вибровозбудитель; 5 — загрузочная горловина; 6 — муфта; 7 — электродвигатель; 8 — разгрузочный люк; 9 — перемешивающие пружины; 10 — пружины; 11 — шарнир; 12 — защелка; 13 — торцевые стенки с подшипниковыми опорами

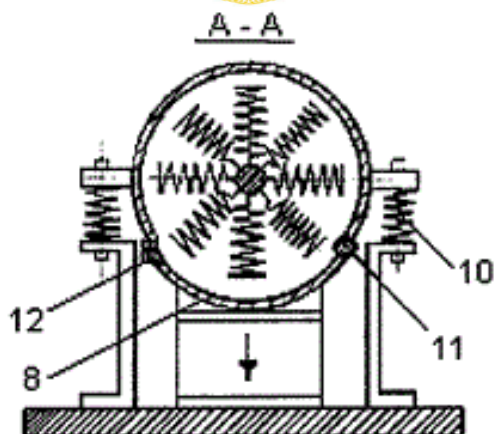


Рис.2. Вибрационный смеситель №1. Сечение А-А: 8 — разгрузочный люк; 10 — пружины; 11 — шарнир; 12 — защелка

Вибрационный смеситель работает следующим образом. Смешиваемые ингредиенты загружаются через горловину 5 в контейнер 2. От электродвигателя 7 через упругую муфту 6 вращение передается валу 3. Дебалансное вращение вала приводит к колебательному движению контейнера с валом по круговой эллипсоидальной траектории с высокими ускорениями. За счет этого в контейнере масса сыпучего материала при колебаниях то отрывается от внутренней поверхности корпуса, то контактирует с ней, тем самым увеличивается интенсивность вибрации сыпучего материала. Перемешивающие пружины 9, закрепленные на валу, совершают вращательно-колебательные движения. В результате чего сыпучий материал приводится в состояние виброкипения, которое способствует интенсивной циркуляции и, соответственно, смешиванию компонентов. Готовая смесь из контейнера выпускается через люк 8 [4].

Вибрационный смеситель №2 представлен на рис. 3, 4, 5.

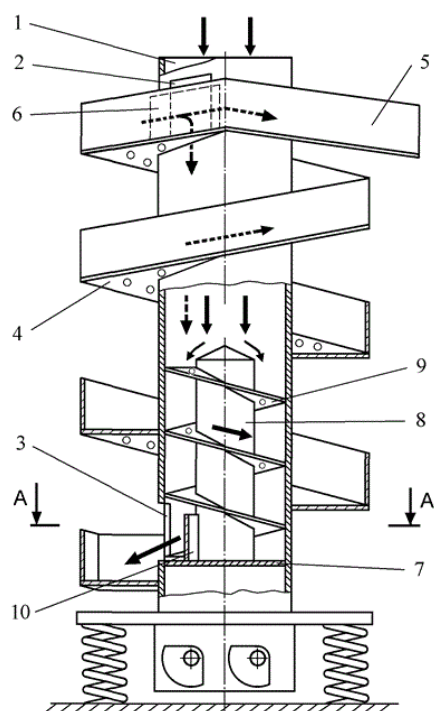


Рис. 3. Вибрационный смеситель № 2. Общий вид: 1 — бункер; 2, 3 — отверстия; 4 — желоб; 5 — выгрузочный патрубок; 6 — подвижная заслонка; 7 — дно загрузочного бункера; 8 — цилиндрическая вставка; 9 — лопасть; 10 — неподвижная заслонка

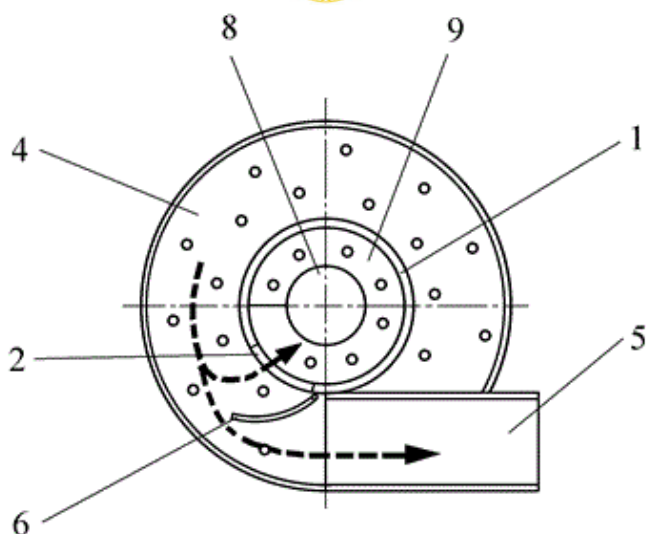


Рис. 4. Смеситель № 2. Вид сверху: 1 — бункер; 2 — отверстие; 4 — желоб; 5 — выгрузочный патрубок; 6 — подвижная заслонка; 8 — цилиндрическая вставка; 9 — лопасть

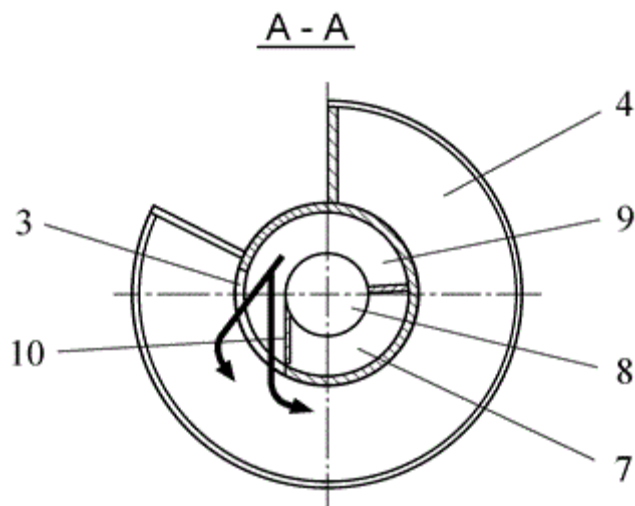


Рис. 5. Смеситель №2, разрез А-А: 3 — отверстие; 4 — желоб; 7 — дно загрузочного бункера; 8 — цилиндрическая вставка; 9 — лопасть; 10 — неподвижная заслонка

Устройство работает следующим образом. Ингредиенты подают сверху в бункер 1, совершающий сложное пространственное движение. Далее ингредиенты скатываются по лопасти 9 к отверстию 3 в стенке бункера под действием направленной вибрации. Наклон лопасти в сторону движения ингредиентов увеличивает скорость вибротранспортирования слоя, а просеивание ингредиентов за счет перфорированных верхних витков лопасти способствует их дополнительному предварительному перемешиванию. При вибродвижении по желобу 4, закрепленному на бункере, ингредиенты также перемешиваются за счет его перфорации, интенсифицируя тем самым смешивание путем возвращения части материала с вышележащих витков на нижележащие.

Заслонка 6, установленная на верхнем витке у отверстия 2, разделяет материал на два потока — часть смеси идет к выгрузочному патрубку 5, другая — сбрасывается через отверстие 2 в загрузочный бункер 1 на рециркуляцию. После достижения смесью заданной однородности, готовый продукт выпускают через выгрузочный патрубок 5 [5].

Вибрационный смеситель № 3 представлен на рис. 6, 7.

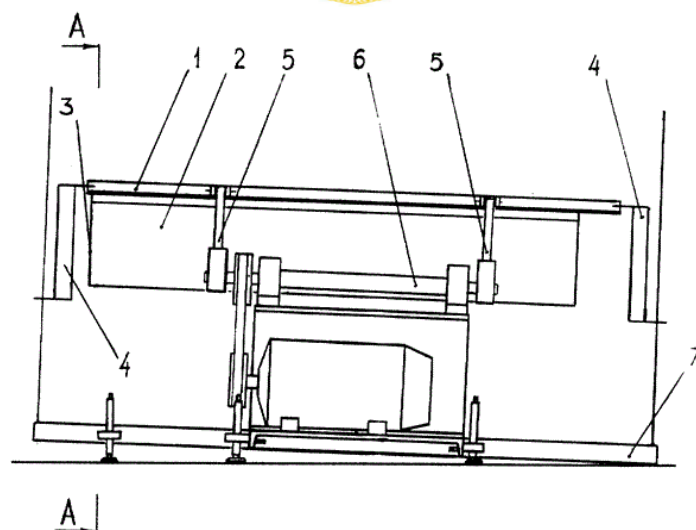


Рис. 6. Вибрационный смеситель №3. Общий вид: 1,7 — рама; 2 — желоб цилиндрический; 3 — торцевая стена; 4 — рессоры; 5 — шатуны; 6 — вибровозбудитель

Вибрационный смеситель работает следующим образом. Открытый цилиндрический желоб 2 совершает прямолинейные наклонные колебательные движения, получаемые от эксцентрикового вибровозбудителя 6. Ингредиенты загружаются со стороны торцевой стенки желоба и, продвигаясь по всей его длине, смешиваются друг с другом. Интенсивное смешивание ингредиентов происходит за счет перпендикулярного направления вибрации к продольной оси желоба или направлению транспортирования ингредиентов, обусловленного наклоном смесителя к горизонту под углом α_n . Смешиваемый материал может находиться в состоянии виброкипения при выполнении условия, что вертикальная составляющая ускорения желоба больше ускорения свободного падения:

$$A\omega^2 \sin\beta > g,$$

где A — амплитуда колебания рабочего органа, м; ω^2 — круговая частота колебаний, c^{-1} ; β — угол вибрации, град.; g — ускорение свободного падения, m/c^2 .

Угол вибрации β больше 0° , но меньше 90° , при котором материал поднимается по стенке желоба до определенной высоты и пересыпается ко дну.

Смесители бывают как периодического, так и непрерывного действия [6].

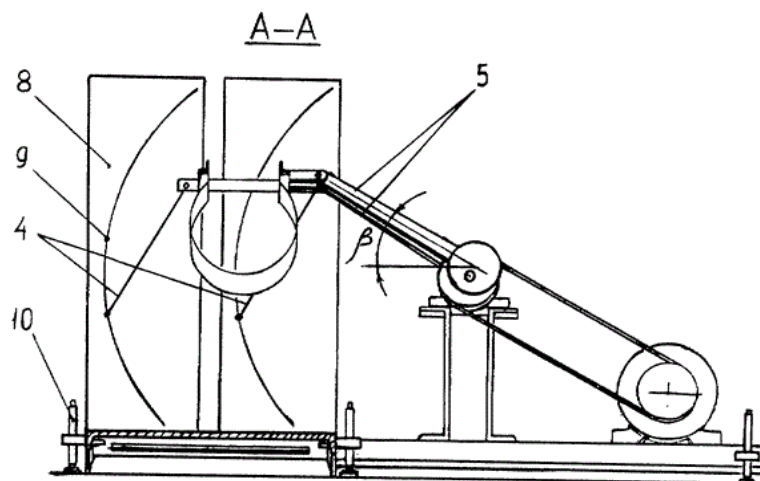


Рис. 7. Вибрационный смеситель №3. Сечение А-А: 4 — рессоры; 5 — шатуны; 8 — стойки; 9 — регулировочные пазы; 10 — приспособление регулировки угла наклона

Вибрационный смеситель № 4 (рис. 8).

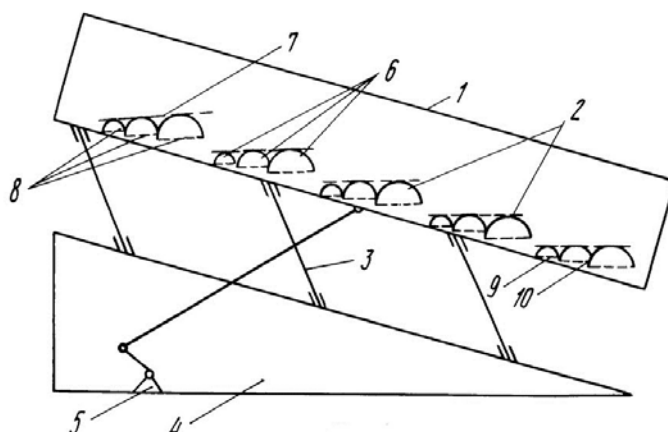


Рис. 8. Вибрационный смеситель №4: 1 — корпус; 2 — перемешивающие элементы; 3 — рессоры; 4 — рама; 5 — эксцентриковый привод; 6 — полусферы; 7 — касательная; 8 — ступени; 9 — длина ступени; 10 — высота ступеней

Вибросмеситель работает следующим образом. Ингредиенты подаются в загрузочный конец желоба 1. Под воздействием вибрации смешиваемые ингредиенты начинают перемещаться по первому перемешивающему органу 2, сначала поступая на полусферы 6 первой ступени 8, имеющие минимальные диаметры (рис. 9, например, d_1), затем на последующие ряды полусфер следующих ступенек перемешивающего элемента, имеющие увеличенные диаметры (рис. 9, например, d_2, d_n), на которых происходит разрыхление и перемешивание частиц. Далее происходит падение массы на дно желоба 1, перемещение по ступенчатым в виде полусфер поверхностям, но уже второго перемешивающего органа 2, где процесс повторяется. В результате перемещения ингредиентов в продольном направлении и перемещения по образующим полусферам каждой ступени в разных направлениях происходит интенсификация процесса смешивания [7].

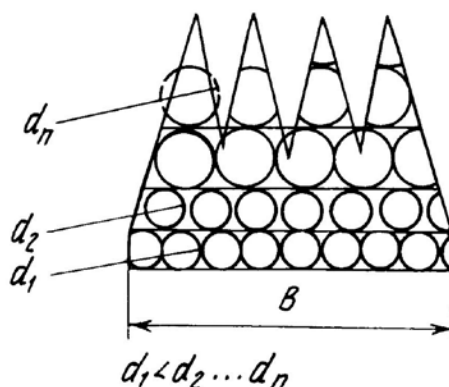


Рис. 9. Перемешивающий элемент. Вид сверху

Устройство для смешивания № 5 (рис.10)

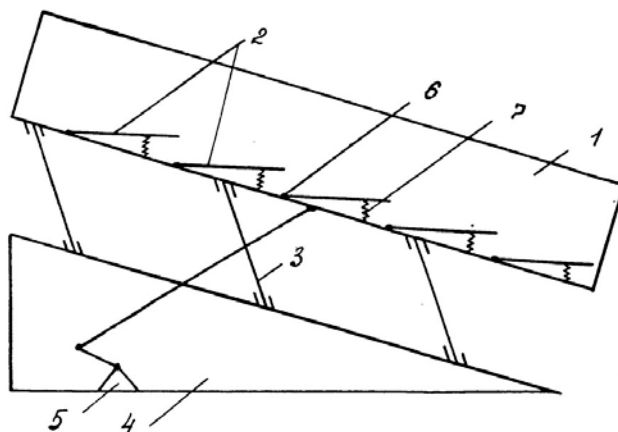


Рис.10. Устройство для смешивания. Общий вид: 1 — виброжелоб; 2 — перемешивающие элементы; 3 — рессоры; 4 — рама; 5 — эксцентриковый привод; 6 — шарниры; 7 — пружины

Устройство работает следующим образом. Смешиваемые компоненты подаются в загрузочный конец виброжелоба 1. Под воздействием вибрации желоба масса перемещается по гладкой части первого перемешивающего элемента 2, затем по его зубьям, потом происходит падение массы на днище желоба и процесс повторяется. Перемешивающие элементы тоже вибрируют с небольшой амплитудой в вертикальной плоскости за счет своего крепления в двух точках посредством шарнира 6 на одном конце и пружины 7 на другом [8].

Проанализировав вибрационные устройства для смешивания сыпучих кормов можно выделить основные преимущества изобретений, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Основные преимущества изобретений

Наименование изобретения	Преимущества изобретений
Вибрационный смеситель №1	За счет перемешивающих цилиндрических пружин, закрепленных по спирали на валу рабочего органа, осуществляется вращательно-колебательное перемещение смешиваемых ингредиентов. Таким образом, смешиваемые ингредиенты находятся в виброкипящем состоянии, что способствует циркуляции и, как следствие, их смешиванию. При этом сокращается время смешивания, повышается производительность вибрационного смесителя и снижается энергоемкость процесса.
Вибрационный смеситель №2	За счет спирального желоба с закрепленными на нем перфорированными витками осуществляется дополнительное смешивание ингредиентов при перемещении их с вышележащих витков на нижележащие, что способствует повышению производительности смесителя.
Вибрационный смеситель №3	За счет создания направленной вибрации перпендикулярно к продольному движению ингредиентов в смесительном желобе без внутренних перемешивающих элементов осуществляется интенсивная циркуляция и смешивание ингредиентов с переходом в виброкипящее состояние, что способствует повышению однородности смеси. За счет варьирования углом наклона смесителя к горизонту можно смеситель изготовить как периодического, так и непрерывного действия.

Наименование изобретения	Преимущества изобретений
Вибрационный смеситель №4	За счет перемешивающих полусфер разного диаметра, наряду с основным движением в продольном направлении смесительного желоба, осуществляется дополнительное движение ингредиентов по образующим полусферам в разных направлениях, что способствует интенсификации смешивания.
Устройство для смешивания №5	За счет перемешивающих зубьев, закрепленных в двух местах с помощью шарнира и пружины, обеспечивается дополнительная вибрация в вертикальной плоскости наряду с основными колебаниями виброжелоба, что способствует интенсификации смешивания.

Заключение. На основе выполненного обзора можно сделать вывод, что в кормопроизводстве используются различные конструкции вибрационных смесителей. Их все большее применение способствует улучшению однородности кормовых смесей, тем самым повышает продуктивность в животноводстве. В результате выполненного сравнительного анализа можно выделить вибрационный смеситель №3 без внутренних перемешивающих элементов, в котором однородность смеси достигается за счет направленной управляемой вибрации. Смеситель обеспечивает не только качественное смешивание компонентов, но и транспортирование смеси. Следует отметить важность и перспективу дальнейшего совершенствования конструкций вибрационных смесителей, необходимость расширения их внедрения в кормопроизводство.

Библиографический список

1. Ильченко, В. Д. Анализ вибрационных смесителей периодического действия / В. Д. Ильченко, Н. В. Гучева, Д. А. Максимова // Разработка инновационных технологий и технических средств для АПК : сб. науч. трудов 8-й Междунар. науч.-практ. конференции «Инновационные разработки для АПК». — Зерноград, 2013. — Ч.2. — С.269–275.
2. Гучева, Н. В. Вибрационный смеситель сухих ингредиентов комбикормов / Н. В. Гучева, В. Д. Ильченко, Е. В. Ревякин // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения : мат-лы междунар. науч.-практ. конф. 4-5 марта 2010г. в рамках 13-й междунар. агропромышленной выставки «Интерагромаш-2010». — Ростов-на-Дону, 2010. — С. 156–158.
3. Вибрационный смеситель : патент 105196 Рос. Федерация : В01F11/00 / В. Д. Ильченко, Е. В. Ревякин, Н. В. Гучева. — № 2010148266/05; заявл. 25.11.2010; опубл. 10.06.2011. — 3 с.
4. Вибрационный смеситель сыпучих материалов : патент 2305591 Рос. Федерация : В01F11/00 / С. А. Букрин, В. Н. Николаев, Н. С. Сергеев — № 2000131736/09; заявл. 03.04.2006; опубл. 10.09.2007. — 3 с.
5. Вибрационный смеситель : патент 2286203 Рос. Федерация: В01F11/00 / А. Б. Шушпанников, Г. Е. Иванец, А. Г. Золин, В. Н. Чистюхин, Е. В. Капранков. — № 2005114076; заявл. 11.05.05; опубл. 27.10.06. — 4 с.
6. Вибрационный смеситель : патент 2166360 Рос. Федерация: В01F11/00 / Н. В. Кечина, В. Н. Николаев, Н. С. Сергеев. — № 2000110668/12; заявл. 25.04.00; опубл. 10.05.01. — 4 с.
7. Вибрационный смеситель : патент 2035986 Рос. Федерация: МКИ В0111/00 / У. К. Сабиев, Б. К. Сабиев. — № 4943527/26; заявл. 10.06.91; опубл. 27.05.95, Бюл № 15. — 3 с.
8. Устройство для смешивания сыпучих материалов : патент 2043144 Рос. Федерация: МКИ В0111/00 / У. К. Сабиев, Б. К. Сабиев. — № 4948223/26; заявл. 24.06.91; опубл. 10.09.95, Бюл. № 25. — 3 с.