

Обоснование формы лопасти смесителя кормов

В.В. Новиков, к.т.н., профессор, А.Ю. Титов, аспирант, А.С. Грецов, к.т.н., ФГБОУ ВО Самарская ГСХА

В настоящее время при производстве комби-кормов особое место занимает качество смешения исходных компонентов смеси. Анализ устройств для смешения компонентов свидетельствует, что качество однородности смеси определяется перемешиванием компонентов и их взаимодействием в процессе с рабочими органами смесителя. Основным недостатком существующих смесителей кормов является расслоение смесей, т.е. некачественное смешивание компонентов.

К разрабатываемым смесителям предъявляются жёсткие требования по качеству приготавливаемого корма, особенно при приготовлении концентрированных кормов. Их пищевая ценность и сбалансированность по питательным элементам достигается высокой равномерностью смешения компонентов этих кормов [1].

В Самарской ГСХА разработана конструкция смесителя кормов, позволяющая повысить качество смешения смеси за счёт того, что процесс смешивания происходит в результате движения частиц корма в бункере смесителя по кругу путём захвата их поочерёдно каждой из лопастей, что позволяет значительно увеличить объём перемещения частиц. Будет происходить смещение близлежащих к лопасти слоёв относительно остальных при вращательном движении ротора, и частицы корма будут иметь разные импульсы (рис. 1). Это способствует гомогенизации материала: движение различных по массе частиц будет хаотичным.

Смеситель состоит из бункера 1, разделённого перегородками 2 на отсеки для различных компонентов, причём перегородки расположены вдоль оси смесителя. Снизу бункера установлен гравитационный дозатор, выполненный в виде заслонки 3. Бункер 1 жёстко закреплён к корпусу смесителя, выполненного в виде горизонтального цилиндра, в котором расположен вал 4 с рабочими органами, выполненными в виде криволинейных

лопастей 5. Подача готовой смеси из смесителя регулируется заслонкой 7. Привод вала смесителя 4 осуществляется электродвигателем 6.

Устройство работает следующим образом. Исходные компоненты засыпаются в отсеки, разделённые перегородками 2, выставленные на основании расчётов. При открывании заслонки 3 гравитационного дозатора они сыплются в корпус смесителя, где подхватываются лопастями 5, приводимыми в движение электродвигателем 6 через вал 4, перемешиваются и одновременно транспортируются к выгрузному окну, регулируемому заслонкой 7. Готовая смесь выгружается через выгрузное отверстие.

Степень однородности смеси обеспечивается разницей абсолютных скоростей частиц смеси [2–4]. В простейшем варианте это обеспечивается плоской радиально ориентированной лопастью (или набором лопастей), когда окружные скорости контактирующих частиц, разноудалённых от оси вращения, также будут разными [5].

Однако смесительный эффект радиально ориентированных лопастей недостаточно высок в связи с тем, что зона высоких окружных скоростей (верхней части лопасти) довольно мала. Таким образом, возникает задача увеличения окружных скоростей лопасти путём изменения её конфигурации [6].

Тривиальным решением был бы наклон лопасти на некоторый угол относительно радиального. Очевидно, что длина участка лопасти с высокими окружными скоростями при этом увеличивается. Тем не менее значительно большего эффекта можно достичь путём изменения формы лопасти посредством увеличения её кривизны.

Поиск такой кривой представляет достаточно сложную задачу. Дело в том, что из множества соответствующих кривых необходимо выбрать ту, которая в достаточной степени обеспечивала бы решение поставленной задачи [7, 8]. Задача сводится к тому, чтобы определить кривую с максимально протяжённой активной (наиболее удалённой от оси вращения) частью. Нетрудно видеть, что верхняя

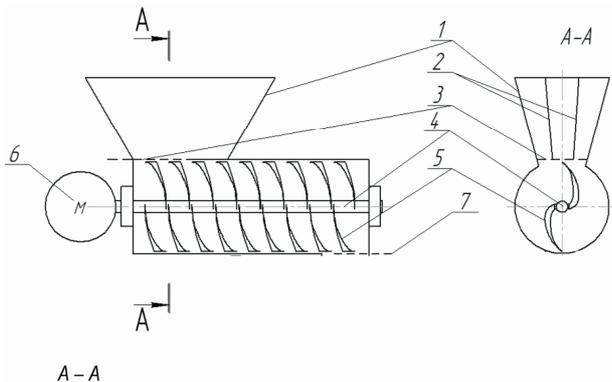


Рис. 1 – Смеситель кормов:
1 – бункер; 2 – перегородки; 3, 7 – заслонки; 4 – вал;
5 – криволинейная лопасть; 6 – электродвигатель

часть кривой должна быть участком вершины (максимума) данной кривой, так как это обеспечивает наибольшую длину участка кривой в зоне высоких окружных скоростей.

Из всех доступных для анализа кривых [9] по совокупности преимуществ наиболее выгодной с технологической точки зрения представляется кривая параболического типа.

На рисунке 2 показана схема осевого сечения смесителя, где изображены три вида ранее упомянутых лопастей: прямолинейно-радиальная (1), прямолинейно-наклонная (2) и параболическая (3).

В совмещённой системе координат (ХОУ – абстрактной, LOR – реальной), где R – удалённость произвольной точки лопасти от поверхности вала (м), а L – смещение этой точки вдоль оси вала (м), т. О – начало системы координат, совпадающее с точкой крепления лопасти к валу, абстрактная кривая описывается выражением:

$$y = -(x - x^*)^2 + y^*, \quad (1)$$

где x^* , y^* – соответственно абсцисса и ордината вершины параболы в данной системе координат.

В реальной системе координат выражение принимает вид:

$$r = -(l - l_k)^2 + r_k, \quad (2)$$

где l_k , r_k – рабочие параметры конца лопасти, м.

Таким образом, с учётом ширины лопасти площадь её контакта с перемешиваемым материалом будет существенно выше по сравнению с прямолинейными вариантами. Уширение лопасти от вала к концу ещё более повышает качество смешивания, так как наибольшая часть лопасти приходится на зону наиболее высоких окружных скоростей [10]. Боковые края лопасти из конструктивных соображений принимаются двумерными, т.е. развёртка лопасти представляет собой конус.

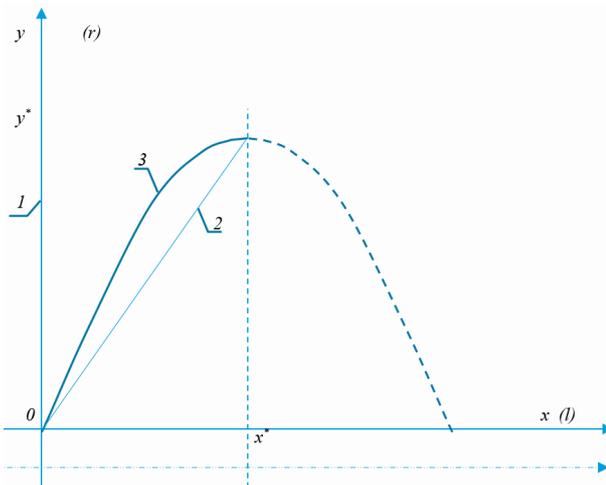


Рис. 2 – Форма лопастей смесителя:
1 – прямолинейно-радиальная лопасть; 2 – прямолинейно-наклонная лопасть; 3 – параболическая лопасть

Задаваясь соотношением r_k/l_k , можно получить параболы различной крутизны, а выбор оптимального соотношения можно определить экспериментально. В трёхмерном выражении лопасть будет представлять часть параболического цилиндра.

Таким образом, путём рационального изменения простейшего рабочего органа динамика процесса смешивания способна измениться в лучшую сторону без нарушения общепринятой концепции и значительных материальных затрат.

Литература

1. Фролов Н.В., Мальцев В.С. Влияние скорости рабочих органов тарельчатого дозатора на его производительность // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010. № 4 (28). С. 56–58.
2. Осипов А.А. Исследование, разработка и расчёт вибрационной установки для приготовления многокомпонентных смесителей: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.02.13. Тамбов: ТГТУ, 2004. 15 с.
3. Мальцев Г.С., Мальцев В.С. Энергоёмкость процесса дозирования – смешивания // Вклад молодых учёных в инновационное развитие АПК России: сб. матер. Всеросс. науч.-практич. конф. молодых учёных. Пенза: РИО ПГСХА, 2009. С. 81.
4. Коротков В.Г. Синтез процессов и оборудования экструзионной технологии для приготовления комбикормов: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Оренбург, 2009. 34 с.
5. Мальцев В.С. Автоматизация комбикормового производства // Молодые учёные АПК Самарской области: сб. науч. трудов. Самара: РИЦ СГСХА, 2010. С. 46–49.
6. Жислин Я.М. Оборудование для производства комбикормов, обогащённых смесей и премиксов. М.: Колос, 1981. 319 с.
7. Мальцев Г.С., Мальцев В.С. Дозаторы-смесители кормов // Инновации молодых учёных агропромышленному комплексу: сб. матер. науч.-практич. конф. молодых учёных. Пенза: РИО ПГСХА, 2007. С. 132–134.
8. Новиков В.В. Дозатор-смеситель для подачи исходной смеси в пресс-экструдер / В.В. Новиков, В.В. Успенский, А.Л. Мишанин, В.К. Малышев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2008. С. 149–151.
9. Королёв Л.В. Моделирование процесса приготовления плотных сыпучих смесей в новом ленточном устройстве гравитационно-пересыпного действия: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.17.08. Ярославль, 2009. 24 с.
10. Храмова Н.П. Обоснование параметров малогабаритного комбикормового агрегата: дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Алтай, 2003. 146 с.