

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ДОЗИРОВАНИЯ И СМЕШИВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ КОМБИКОРМОВ

*Денис Бойко, Олександр Науменко*

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенка*

*Ул. Артема 44, Харьков, Украина. E-mail: [khstua@lin.com.ua](mailto:khstua@lin.com.ua)*

*Denis Bojko, Aleksandr Naumenko*

*Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Petro Vasylenko*

*St. Artem 44, Kharkiv, Ukraina. E-mail: [khstua@lin.com.ua](mailto:khstua@lin.com.ua)*

**Аннотация.** В статье приведены основные сведения о влиянии качества комбикормов на продуктивность животных и себестоимость продукции животноводства.

Доказана целесообразность приготовления комбикормов непосредственно в хозяйствах. Определены основные факторы которые влияют на качество комбикормов, а именно - технологические операции дозирования компонентов комбикормов и их смешивание.

Выполнены аналитические исследования конструктивных исполнений дозаторов и смесителей сыпучих материалов и в результате их анализа определены основные направления их усовершенствования.

Предложена новая конструкция многокомпонентного дозирочно-смесительного агрегата, в которой технологические операции дозирования и смешивания выполняются одним рабочим органом. Это позволит значительно сократить энергетические затраты на приготовление комбикормов, повысить их качество и в итоге снизить себестоимость продукции животноводства.

**Ключевые слова:** комбикорма, эффективность, продукция животноводства, дозаторы, смесители, технологические операции, себестоимость продукции.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Эффективность использования кормовых ресурсов, особенно зерновых кормов, определяются научно обоснованным подходом к кормлению сельскохозяйственных животных и птицы, так как они содержат большое количество легко перевариваемых питательных веществ, обладают повышенной питательности и содержат в 1 кг 8-14 МДж обменной энергии, 80-400г перевариваемого протеина, а также витамины В и Е [1, 2].

В структуре производства мяса, молока и других продуктов животноводства, корма составляют более 60%, из которых значительная часть приходится на фуражное зерно, использовать которое необходимо только в переработанном виде в составе сбалансированных по питательной ценности комбикормов [3, 4].

На сегодняшний день приготовление комбикормов развивается по двум направлениям. Первое - наращивание мощностей крупных комбикормовых предприятий. Второй – разработка малогабаритных агрегатов и установок для приготовления комбикормов в условиях хозяйств из местного сырья.

Опыт многих сельскохозяйственных предприятий показывает целесообразность местного производства комбикормов с использованием местного сырья и обогащения их промышленными обогатительными добавками (премиксами). При этом существенно снижаются транспортные расходы, максимально используется собственная кормовая база, появляется возможность оперативного регулирования рецептуры комбикормов и суточного их расхода при соблюдении требуемого качества. Однако, машины, которые используются в хозяйствах для приготовления комбикормов, не всегда обеспечивают необходимую рецептуру и их качество, в связи с несовершенством устройств для дозирования и смешивания компонентов комбикормов [5, 6].

Технологические операции - дозирование и смешивание в технологии приготовления комбикормов, следуют одна за другой и, каждая из них в отдельности в равной степени влияет на качество конечного продукта. Это объясняется тем, что отклонение процентного содержания отдельных компонентов от заданной рецептом величины, точности дозирования и равномерности их распределения в процессе смешивания, снижает кормовую и биологическую и питательную ценность комбикорма, приводит к нарушению баланса минеральных элементов в организме животного, неудовлетворительно сказывается на продуктивности, росте и здоровье сельскохозяйственных животных.

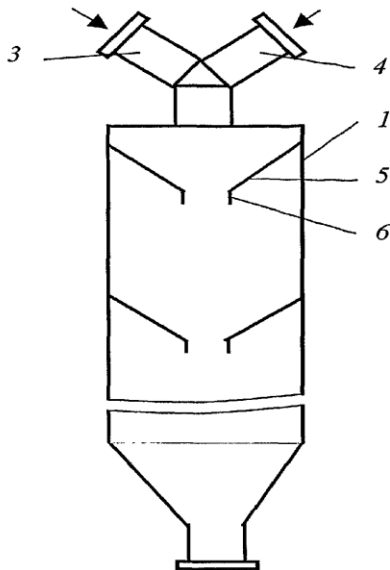
### АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Агрегаты для приготовления многокомпонентных кормовых смесей, в частности комбикормов, состоят из дозаторов и смесителей. Разнообразие конструкций дозаторов и смесителей определяют многовариантность создания агрега-

тов для приготовления комбикормов [7-10]. Наряду с комбикормовыми агрегатами, в которых дозаторы и смесители используются как отдельные машины, существуют также фасовочно-смесительные агрегаты, в которых дозаторы и смесители существуют как одно целое.

Наиболее простыми конструкциями дозаторов-смесителей являются агрегаты шнекового и ленточного типов. Технологический процесс приготовления смесей в дозаторах-смесителях шнекового типа состоит из дозированной загрузки шнека отдельными компонентами и смешивания в процессе их движения по рабочему объему шнека. Как правило, дозаторы-смесители шнекового типа рассчитаны на два компонента. Для дозирования компонентов в смесительную часть агрегата устанавливается или многокомпонентный дозатор, или несколько дозаторов для каждого компонента [11]. Аналогично, как и в шнековых так и в ленточных дозаторах-смесителях смешивания компонентов происходит при их транспортировке. Недостатком таких смесительных агрегатов является низкое качество смеси и высокая энергоемкость процесса ее приготовления [12, 13].

Существуют также конструкции дозаторов-смесителей непрерывного действия с объемным дозированием компонентов, в которых механическое воздействие на сыпучий материал происходит за счет гравитационных или центробежных сил [14, 15].



**Рис. 1** Конструктивная схема гравитационного дозатора-смесителя: 1 – колонна цилиндрическая; 3, 4 – загрузочные патрубки; 5 – поверхности конические; 6 – отверстия

**Fig. 1** Structural chart of gravity metering device-mixer: 1 – colon cylindrical; 3, 4 – the load union couplings; 5 – surfaces conical; 6 – openings

Гравитационный дозатор-смеситель (рис.1) конструктивно выполнен в виде цилиндрической колонны 1, внутри которой смонтированы друг над другом конические поверхности 5 с отвер-

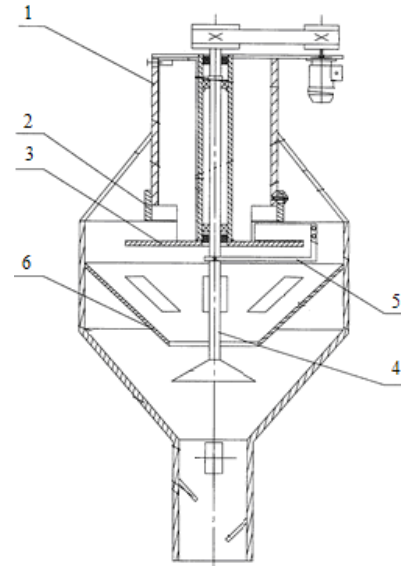
ствиями 6, диаметры которых обеспечивают создание определенного запаса сыпучего материала.

Подача компонентов смеси в смеситель осуществляется через загрузочные патрубки 3 и 4. Процесс смешивания происходит в результате неравномерного движения частиц компонентов по коническим поверхностям. Однако гравитационные дозаторы-смесители не могут обеспечить заданное качество комбикормов по причине разнообразия их механико-технологических свойств.

Наиболее приемлемыми конструкциями дозаторов-смесителей, которые могут быть использованы для приготовления комбикормов с большим соотношением смешиваемых компонентов является центробежные дозаторы-смесители непрерывного действия. Их преимущества над другими классами являются высокая производительность, малые энергоемкость и металлоемкость [16-17].

Смешивание компонентов в центробежных дозаторах-смесителях происходит в пространстве тонких разреженных слоев, которые движутся по поверхности вращающегося ротора, при пересечении потоков, имеющие различные направления и их соударения с препятствиями и др. Рабочие органы центробежных дозаторов-смесителей как правило являются телами вращения (дисками, цилиндрами, полыми срезанными конусами),

Одним из дозаторов-смесителей [18], в котором реализован центробежный способ смесобразования представлен на рис. 2.



**Рис. 2** Конструктивная схема дозатора-смесителя центробежного типа: 1 – бункер; 2 – юбка телескопическая; 3 – диск; 4 – вал приводной; 5 – скребок; 6 – воронка

**Fig. 2** Structural chart of metering device-mixer of centrifugal type: 1 – bunker; 2 – skirt telescopic; 3 – disk; 4 – billow a drive; 5 – scraper; 6 – crater

Повышение качества смесей в приведенном дозатор-смесителе происходит за счет того, что он состоит из бункера 1, установленный верти-

кально и разделенного на сектора заслонками, телескопической юбки 2, которая установлена на нижней части бункера, диска 3, диаметр которого больше диаметра юбки и неподвижно установленного относительно бункера, приводного вала 4, скребков 5, которые взаимодействуют с диском и воронки 6, что диаметрально превышает размеры диска.

Кроме того, на дозатор-смеситель установлена дополнительная лейка, причем основная воронка жестко связана с бункером и имеет ряд отверстий, а дополнительная лейка жестко связана с основной воронкой и размещена под ней. На приводном валу под горловиной основной воронки установлен рассеиватель, выполненный в виде усеченного конуса, а в горловине дополнительной воронки установлены наклонные пластины, которые направлены вниз свободными концами и размещены на разных уровнях.

Приведенный краткий обзор и анализ конструкций дозаторов-смесителей показал, что повышение эффективности технологического процесса приготовления комбикормов с подобными механико-технологическим свойствам компонентов может быть достигнуто за счет создания новой конструкции многокомпонентного дозирочно-смесительного агрегата в котором предусмотреть выполнение процесса дозирования компонентов и их смешивания механическим воздействием центробежных сил одним рабочим органом. Создание малогабаритных полутвердых смесительных агрегатов с минимальным набором машин и рабочих органов позволит обеспечить высокий уровень качества комбикормов при минимальных энергетических и трудовых затратах.

#### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Определение основных направлений повышения эффективности технологических процессов приготовления комбикормов и разработка конструкции многокомпонентного дозирочно-смесительного агрегата.

#### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Перспективными направлениями повышения эффективности технологических процессов приготовления комбикормов могут быть следующие:

- разработка принципиально новых конструкций многокомпонентных дозирочно-смесительных агрегатов, которые реализуют технологию связного дозирования и сглаживания погрешностей входных потоков компонентов в смеситель;

- использование центробежных сил в процессах дозирования и смешивания компонентов комбикормов;

- минимизации времени смешивания;

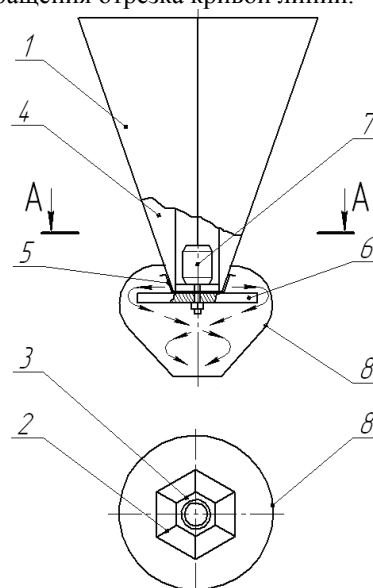
- обеспечение точного дозирования ингредиентов комбикормов за достаточно короткие промежутки времени;

- осуществление процесса смешивания компонентов комбикормов при разреженном или тонкослойном их движении с последующим наложением одного слоя на другой;

- исключения образования конгломератов в процессе смешивания.

В результате реализации предложенных направлений повышения эффективности технологических процессов приготовления комбикормов нами предложен ряд новых конструкций многокомпонентных дозирочно-смесительных агрегатов [19 - 21], схема одного из которых представлена на рисунке 3.

Предложенный многокомпонентный дозирочно-смесительный агрегат для приготовления комбикормов состоит из накопительного бункера 1, который разделен перегородками 2 и частями призматической трубы 3 на отдельные отсеки 4, количество которых соответствует количеству смешиваемых компонентов. В нижней части отсеков расположены гравитационные дозаторы выполнены в виде регулируемых выпускных отверстий с заслонками 5 и горизонтально расположенного вращающегося диска 6, который закреплен на валу электродвигателя 7. Рабочие элементы многокомпонентного дозирочно-смесительного агрегата расположены в выгрузном кожухе 8, который выполнен в виде поверхности вращения отрезка кривой линии.



**Рис. 3** Конструктивная схема многокомпонентного дозирочно-смесительного агрегата: 1 – бункер; 2 – перегородки; 3 – труба; 4 – отсеки; 5 – заслонки; 6 – диск; 7 – электродвигатель; 8 – кожух

**Fig. 3** The construction scheme of the multicomponent dosing and mixing unit: 1 – the bunker; 2 – septum; 3 – trumpet; 4 – compartments; 5 – valve; 6 – of disc; 7 – electric motor; 8 – a casing

Многокомпонентный дозирочно-смесительный агрегат работает следующим образом. Компоненты смеси загружаются в отдель-

ные отсеки 4 накопительного бункера 1. Затем с помощью заслонок 5 устанавливается необходимая производительность каждого дозатора, что обеспечивает необходимое соотношение смешиваемых компонентов. Под действием гравитационных сил на вращающемся диске 6 формируются отдельные слои компонентов смеси. Далее, при включении электродвигателя 7, компоненты смеси под действием центробежных сил распределяются по плоскости диска 6 и двигаясь с ускорением по криволинейным траекториям по диску 6 частично смешиваются. После схождения компонентов смеси с диска 6 они по спиральной траектории движутся в направлении выгрузного отверстия. В результате взаимодействия потоков компонентов смеси с выгрузочным кожухом, который постоянно сужается, согласно закону сохранения количества движения, приводит к увеличению их скоростей, пересечения траекторий и достижения турбулизация потока на выходе из смесителя, что создает условия для качественного их смешивания. Таким образом, обеспечивая заданную дозированную подачу каждого из компонентов смеси ведет к повышению качества дозирования, а взаимодействие сложившихся потоков с кожухом смесителя обеспечивает качественное их смешивания.

#### ВЫВОДЫ

В результате изучения и анализа конструкций дозаторов-смесителей сыпучих материалов, определены основные направления их усовершенствованию и предложена новая конструкция многокомпонентного дозирочно-смесительного агрегата в котором совмещены операции дозирования и смешивания.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Васильев С. Н., Федоренко И.Я. 2003.** Производство и использование комбикормов в коллективных и фермерских хозяйствах. – Барнаул: Наука, 150.
2. **Денисов, Н.И. Тараканов М.Т. 1970** Производство и использование комбикормов. – М.: Колос, 236.
3. **Боден С.М. 1991.** Научные основы кормления сельскохозяйственных животных. Сельское хозяйство за рубежом. №5, 11–13.
4. **Боярский Л.Г. 2001.** Технология кормления и полноценное кормление сельскохозяйственных животных. Ростов н/Д: Феникс, 200.
5. **Сыроватка В.И. 1981.** Приготовление комбикормов, обогатительных и лечебных добавок. М.: Россельхозиздат, 45.
6. **Новобранцев Ф.К. 1960.** Исследование работы смесителя кормов. Тр. ВНИИ механизации и электрификации сельского хозяйства, вып., 36–43.
7. **Каталымов А.В., Лабартович В.А. 1990.** Дозирование сыпучих и вязких материалов. Л.: Химия, 240.
8. **Макаров Ю.И. 1973.** Аппараты для смешения сыпучих материалов. М.: Машиностроение, 216.
9. **Siarkowski Z. 2005.** Weryfikacja energetyczna metody doboru maszyn i urzadzen do produkcji zboz na cele paszjwe.// Motrol. Motoryzacja i energetika rolnictwa. Lublin. Tom 7. 176-181.
10. **Sementsov V.V., Boyko I.G. 2013.** Development of energykeeping construction of gravity metering device of friable forages. // Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture. Lublin Tom 15. No 7. 10-13.
11. **Perez E. 2001.** Module - Dosing and mixing systems. Norway: Agricultural University, 231.
12. **Richardson C.R. 1996.** Quality Control In Feed Production. Lubbock: Texas Tech University, 236.
13. **Кулаковский И.В. 1988.** Машины и оборудование для приготовления кормов: Справочник в 2 частях / М.: Росагропромиздат, 286.
14. **Макаров, Ю.И. 1981.** Классификация оборудования для переработки сыпучих материалов. Химическое и нефтяное машиностроение. №6, 33–35.
15. **Бородулин, Д.М. 2012.** Развитие смесительного оборудования центробежного типа для получения сухих и увлажненных комбинированных продуктов. Кемерово, 178.
16. **Зайцев, А.И. 1984.** Современные конструкции и основы расчета смесительных аппаратов с тонкослойным движением сыпучих материалов / Обзорная информация. Серия: Хим-фарм. пром. – М: Изд-во. ЦБНТИ Мед. пром., 23.
17. **Иванец, В. Н. 1989.** Интенсификация процесса смешивания высокодисперсных материалов с направленной организацией потоков: автореф. дисс. ... докт. техн. наук. Одесса, 32..
18. **Пат. 104867 Российская Федерация, U1 B 01 F 5/22.** Смеситель-диспергатор / И.А. Бакин, О.С. Карнадуд, Д.В. Сухоруков; опубл. 27.05.2011, Бюл. № 18, 3.
19. **Пат. 2216394 Российская Федерация, МПК B01 F7/26.** Центробежный смеситель / В. Н. Иванец, И. А. Бакин, Г. Н. Белоусов, Д. М. Бородулин, А. С. Волков; опубл. 20.11.2003, Бюл. № 32. – 6.
20. **Пат. 46543 Украина, МПК A23N 17/00, G01F 11/00.** Гравитационный дозирочно-смесительное устройство сыпучих колрмов /Бойко Д.И.; опубл. 25.12.2009, Бюл. №24, 3.
21. **Пат. 53255 Украина, МПК A23N 17/00, G01F 11/00.** Гравитационный дозирочно-смесительное устройство сыпучих кормов /Бойко Д.И.; опубл. 27.09.2010, Бюл. №18, 3.
22. **Пат. 98996 Украина, МПК A23N 17/00, G01F 11/00.** Гравитационный дозирочно-смесительное устройство сыпучих колрмов /Бойко Д.И.; опубл. 12.05.2015, Бюл. №9, 4.

**INCREASE OF EFFICIENCY OF PROCESSES  
OF DOSAGE AND MIXING OF  
COMPONENTS OF THE MIXED FODDERS**

**Summary.** In the article basic information is resulted about influence of quality of the mixed fodders on the productivity of animals and prime cost of stock-raising.

Expedience of preparation of the mixed fodders directly in economies is proven. Basic factors such as technological operations of components dosage of the mixed fodders and their mixing which influence on quality of the mixed fodders are defined.

The structural embodiment of metering devices and mixers of friable materials are researched ana-

lytically and as a result of analysis the basic directions of batchers and mixers improvement are determined.

The new construction of multicomponent dosage-mixer aggregate is proposed in which the technological operations of dosage and mixing are executed by one working body. It will allow considerably shortening the power expenses on preparation of the mixed fodders, to raise the forage quality and in the total to cut the prime cost of products of stock-raising.

**Key words:** mixed fodders, efficiency, products of stock-raising, metering devices, mixers, technological operations, prime cost of production.