

УДК 621.363.268

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В МЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ПРИ ПРИГОТОВЛЕНИИ КОМБИКОРМОВ

Нанка О.В., к.т.н.

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства  
им. Петра Василенка*

Тел.: 050-303-20-45

**Аннотация** - проведены аналитические исследования энергетических затрат в механических системах при приготовлении комбикормов и определены основные направления их снижения.

**Ключевые слова** – комбикорм, механический процес

*Постановка проблемы.* В современных экономических условиях при насыщенности рынка и постоянно прогрессирующей конкуренции основным направлением при производстве продуктов животноводства является создание новых ресурсосберегающих технологий и технических средств реализующие интенсивные экономичные процессы. Если до недавнего времени вопросы экономии энергии, металлоемкость оборудования, эксплуатационные затраты мало принимались во внимание, так как составляли незначительную часть себестоимости продукции по сравнению со стоимостью сырья, то в настоящее время в связи с подорожанием энергоресурсов, металла, эксплуатационных затрат, вопрос их экономии выходит на первое место.

Учитывая то, что комбикорма и их стоимость являются одним из самых важных факторов, влияющих на себестоимость и конкурентоспособность продукции животноводства, то возникает необходимость в детальном изучении механических процессов при приготовлении комбикормов, поиске направлений снижения энергетических затрат и разработке ресурсосберегающих технологий и технических средств их приготовления.

Машины и аппараты, в которых реализуются механические процессы приготовления комбикормов, осуществляют измельчение сырья, его дозирование, смешивание компонентов и выдачу. Теория этих процессов, методики расчета процессов и оборудования для их реализации к настоящему времени разработаны достаточно полно. Однако стратегия и общая методология выбора наиболее эффективного ресурсосберегающего комплекса механических процессов для технологических систем

производства комбикормов к настоящему времени не разработаны. Поставленная проблема для отрасли животноводства является актуальной, а ее решение позволит повысить конкурентоспособность продукции животноводства за счет снижения ее себестоимости.

*Анализ последних исследований.* В области механизации приготовления кормов в нашей стране и за рубежом ведутся интенсивные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию новых и совершенствованию существующих технологий и технических средств. Существенный вклад в решение проблемы механизации приготовления кормов внесли И.И. Ревенко [1], В.В. Шацкий [2], Н.В. Брагинец [3], С.В. Мельников [4], А.И. Завражнов [5] и другие. Разработке энергосберегающих технологий и средств механизации приготовления кормов посвящены работы А.И. Купреенка [6], Р.Ф. Курбанова [7], Г.Г. Мусаелянца [8] и други.

В результате проведенных аналитических исследований способов и средств механизации приготовления комбикормов установлено, что для реализации таких механических процессов как дозирование и смешивание в настоящее время мало применяются нетрадиционные источники энергии, например, гравитационные силы, применение которых значительно снизят общие энергетические затраты.

*Формирование целей статьи.* Одним из главных направлений рационального использования комбикормов является их сбалансированность по основным питательным веществам: протеину, макро- и микроэлементам, витаминам. Для решения вопроса полноценного кормления сельскохозяйственных животных должен быть создан ряд взаимосвязанных технологических операций и машин, которые обеспечат строгое соблюдение соотношения компонентов рациона при минимальных энергетических затратах. При этом в основу совершенствования технологий и технических средств приготовления комбикормов следует положить разрешение противоречий между получением высококачественных кормов и большими материальными, энергетическими и трудовыми затратами. Главный путь преодоления этих противоречий - поиск ресурсосберегающих технологий и средств механизации в приготовлении комбикормов.

*Основная часть.* Производство комбикормов на современных предприятиях и непосредственно в хозяйствах осуществляется на широком спектре оборудования, объединенных в поточно-технологические линии.

Технологические линии комбикормового производства представляет собой сложные системы, в которых при преобразовании сырья в продукт реализуются механические, теплообменные и массообменные процессы.

Основными технологическими операциями при производстве комбикормов являются: накопление сырья; очистка сырья; измельчение зернового сырья, дозирование компонентов, смешивание компонентов;

накопление готового продукта; выдача продукта. Наиболее энергоемкими операциями при этом являются - измельчение, дозирование и смешивание, поэтому проанализируем их подробнее.

Для измельчения твердого тела известны следующие способы [9]: раздавливание (плющение), раскалывание, истирание, распиливание, свободный удар, стесненный удар, резание - лезвием, пуансоном, резцом. Для измельчения зерновых продуктов в пищевой промышленности и сельскохозяйственном производстве наиболее широкое распространение получили такие способы как измельчение раздавливанием - вальцевые мельницы и измельчение ударом - молотковые дробилки. Для более детального анализа приведенных способов и конструкций машин для измельчения зерна рассмотрим их технико-экономические характеристики.

Как следует из таблицы 1 наибольшие затраты энергии (23 кВт час/т) для процесса измельчения зерна расходуется жерновыми мельницами, в которых использован способ измельчения - истирание. Что касается молотковых дробилок, которые наиболее используются в сельскохозяйственном производстве, этот показатель составляет 14 кВт час/т. Наименее энергоемкими машинами для измельчения зерна являются центробежно-роторные измельчители, в которых затраты энергии составляют 4,9 кВт час/т, а сам процесс измельчения обеспечивается резанием. Кроме этого в машинах, которые имеют ножевые рабочие органы, отсутствуют элементы истирания в виде пылевидной фракции - зерно измельчается на частички заданного размера. Металлоемкость этих машин также на порядок ниже жерновых мельниц и молотковых дробилок.

Таблица 1 - Техничко-экономические характеристики машин для измельчения зерна

Тип машины	Диаметр рабочих органов, м	Частота вращения рабочих органов, с <sup>-1</sup>	Производительность, т/час	Энергоемкость, кВт·час/т	Металлоемкость, кг·час/т
Жерновые мельницы	0,8 - 1,4	2 - 10	0,16 - 0,8	11 - 23	730
Вальцевые мельницы	0,25	6,3 - 16	3,3 - 8,3	5,3 - 8	409
Дезинтеграторы	0,64	39,8	2	37	-
Молотковые дробилки	0,5 - 0,9	24 - 49	2 - 20	6 - 14	650
Центробежно-роторные	0,38	39 - 79	4 - 5	4,9	50

Приведенный анализ позволяет сформулировать следующие направления усовершенствования машин для измельчения зерна с целью снижения энергоемкости процесса:

- использование в конструкциях машин способов резания и скалывания, как наименее энергоемких способов измельчения;
- обеспечение своевременного выведения измельченного продукта с камеры измельчения во избежание образования пылевидной фракции;
- обеспечение максимальной простоты конструкции и ее надежности.

Второй наиболее энергоемкой операцией при приготовлении комбикормов является смешивание ингредиентов, которая в основном зависит от конструкции смесителя. Смесители применяемые для приготовления комбикормов работают в режимах периодического действия по принципу перелопачивания, что требует больших энергетических затрат, а процесс перераспределения ингредиентов выполняется случайным образом, что не обеспечивает качественного смешивания. Так, например, смеситель С-12 при производительности 10 т/час потребляет 13,6 кВт час. электроэнергии, однородность смеси при этом достигает не более 85%, а металлоемкость составляет 12 кВт час/т.

Менее энергоемкими и металлоемкими являются смесители непрерывного действия, однако в таких смесителях процесс перераспределения ингредиентов также выполняется случайным образом и достичь требуемого качества смеси весьма затруднительно, особенно при высоких соотношениях смешиваемых ингредиентов.

Более перспективным направлением совершенствования конструкций смесителей является использование новых способов смешивания [10], которые обеспечивают прогнозируемое перераспределение ингредиентов смеси при тонкослойном или разреженном течении смешиваемых компонентов. Кроме того, для обеспечения движения потоков, с целью экономии энергетических ресурсов, необходимо использовать гравитационные силы.

Для осуществления процесса дозирования при приготовлении комбикормов используются дозаторы порционного и непрерывного действия, которые отличаются конструктивными решениями, а их названия происходят от конструкции рабочего органа, например, гравитационные, барабанные, тарельчатые, ленточные и другие.

Рассмотрим процесс дозирования более подробно и разделим его на три фазы: питание, или заполнение рабочего органа сыпучим материалом; формирование дозы или непрерывного потока; выдача сыпучего материала. С точки зрения энергетических затрат по фазам будет следующей: заполнение рабочего органа сыпучим материалом в основном осуществляется за счет гравитационных сил; формирование доз или непрерывного потока осуществляется за счет взаимодействия рабочего органа с сыпучим материалом, кроме гравитационных дозаторов; выдача

сыпучего материала также осуществляется под действием гравитационных сил. Как следует из анализа, для дозирования ингредиентов комбикормов можно использовать гравитационные дозаторы, которые позволяют исключить энергетические расходы на процесс дозирования. Однако при этом следует отметить, что гравитационные дозаторы обладают одним недостатком - большая неравномерность дозирования, которая в отдельных случаях достигает до 15%.

Если принять во внимание высказывания физиков [11], то сыпучий материал является совершенно поразительным материалом. При соответствующих условиях он может вести себя и как твердое тело и как жидкость и как газ. С физической точки зрения, дозирование при определенных условиях можно рассматривать как истечение жидкости из емкости под действием гравитационных сил. Поэтому на наш взгляд, с целью использования гравитационных сил при осуществлении процесса дозирования, сыпучему материалу необходимо придать такие свойства, которые будут способствовать его равномерному истечению. Это явление, возможно, достичь при разрежении сыпучего материалу. Таким образом, при усовершенствовании конструкций гравитационных дозаторов необходимо обратить внимание на создание таких рабочих органов, которые будут изменять свойства сыпучего материала для свободного равномерного истечения.

Нерешенной проблемой при приготовлении комбикормов также является смешивание концентрированных кормов с жирорастворимыми витаминами. Основной причиной этого состояние является то, что смешиваемые компоненты находятся в разных агрегатных станах (твердое тело - жидкость), а также, что сыпучие материалы обладают свойством поглощения жидкости, которое препятствует ее распространению во всем объеме сыпучего материала. Для решения этой проблемы, основываясь на результатах аналитических исследований, необходимо предложить такую конструкцию смесителя, которая будет способна приблизить агрегатные состояния смешиваемых компонентов. Это может быть в том случае, когда сыпучий материал будет представлен в разреженном состоянии, а жидкость в виде мелкодисперсных капель. Кроме того, разрежение смешиваемых компонентов приведет к увеличению межфазового контакта сыпучих материалов и жидкости и обеспечит проникновение жидкости во весь объем сыпучего материала,

*Выводы.* В результате проведенных аналитических исследований энергетических затрат в механических системах при приготовлении комбикормов установлено, что наиболее энергоемкими операциями при приготовлении комбикормов являются измельчение сырья, смешивание и дозирования ингредиентов, а также определены основные направления усовершенствования этих машин с целью снижения энергоемкости процесса.

## Литература

1. *Ревенко І.І.* Результати експериментальних досліджень барабанного дозатора концкормів / І.І.Ревенко, В.В. Радчук // Науковий вісник Національного аграрного університету № 80 ЧІ Київ 2005. С
2. *Шацкий В.В.* Оптимизация объема бункеров дозаторов кормов/ В.В. Шацкий, А.А. Артюшин// Мех. электр. с. х. 1982. - №8. – С.19-22.
3. *Брагинець Н.В.* К обоснованию значимости дозирования кормов / Н.В. Брагинець, С.Ф. Вольвак, В.В. Лангазов // - Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – Луганськ.: Видавництво ЛНАУ, 2002. - №17. – С. 29-33.
4. *Мельников С.В.* Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов / С.В. Мельников - Л.: Агропромиздат, 1985. - 640 с.
5. *Завражнов А.И.* Совершенствование машин и технологических линий приготовления и раздачи кормов на молочных фермах: автореф. дис. на соискание ученой степени доктора техн. наук: спец. 05.20.01. «Механизация сельскохозяйственного производства» / А.И. Завражнов. - Ленинград-Пушкин, 1991. - 45 с.
6. *Куприенко А.И.* Разработка метода оптимизации энергосберегающих технологий и средств механизации приготовления кормов: автореф. дис. на соискание ученой степени доктора техн. наук: спец. 05.20.01. «Технологии и средства механизации сельского хозяйства » / А.И. Куприенко. - Брянск, 2007. - 48 с.
7. *Курбанов Р. Ф.* Разработка и совершенствование ресурсосберегающих технологий и средств механизации производства объемистых растительных кормов: автореф. дис. на соискание ученой степени доктора техн. наук: спец. 05.20.01. «Технологии и средства механизации сельского хозяйства » / Р.Ф. Курбанов. - Киров, 2005. - 49 с.
8. *Мусаелянц, Г. Г.* Совершенствование, разработка и научно-техническое обоснование средств механизации для брикетирования и смешивания кормов: автореф. дис. на соискание ученой степени доктора техн. наук: спец. 05.20.01. «Технологии и средства механизации сельского хозяйства » / Г.Г. Мусаелянц. - Ереван, 1992. - 47 с.
9. *Мельников С.В.* Механизация животноводческих ферм / Мельников С.В., Андреев П.В., Базенков В.Ф., Вагин Б.И., Жевлаков П.К., Фарбман Г.Я. – М., «Колос», 1969. С. 35.
10. Пат. 2299092 Российская федерация, МПК В01F 7/26. Способ смешивания сыпучих материалов и устройство для его осуществления / *Бойко И.Г., Науменко А.А., Семенцов В.И.*; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Белгородская государственная сельскохозяйственная академия. – № 2005135536/15; заявл.15.11.2005; опубл. 20.05.2007, Бюл. №14.
11. *Нигматулин Р.И.* Основы механики гетерогенных сред/ Р.И. Нигматулин - М.: Наука, 1978, 336 с.

## **РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В МЕХАНІЧНИХ ПРОЦЕСАХ ПРИ ПРИГОТУВАННІ КОМБІКОРМІВ**

Нанка О.В.

### *Анотація*

**Проведені аналітичні дослідження енергетичних витрат в механічних системах при приготуванні комбікормів і визначені основні напрями їх зниження.**

## **RESURSOZBEREZHENNYA IN MECHANICPROCESSS AT PREPARATION OF THE MIXED FODDERS**

O.Nanka

### *Summary*

**Analytical researches of power charges are conducted in the mechanical systems at preparation of the mixed foddors and basic directions of their decline are certain. Проведені аналітичні дослідження енергетичних витрат в механічних системах при приготуванні комбікормів і визначені основні напрями їх зниження.**