

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ**

---



**Республиканское унитарное предприятие**

**«Научно-практический центр**

**Национальной академии наук Беларуси**

**по механизации сельского хозяйства»**

---

# **Механизация и электрификация сельского хозяйства**

Межведомственный тематический сборник

*Основан в 1968 году*

**Выпуск 44**

В двух томах

**Том 2**

**Минск  
2010**

В сборнике опубликованы основные результаты исследований по разработке инновационных технологий и технических средств для их реализации при производстве продукции растениеводства и животноводства, рассмотрены вопросы технического сервиса машин и оборудования, использования топливно-энергетических ресурсов, разработки и применения энергосберегающих технологий, электрификации и автоматизации.

Материалы сборника могут быть использованы сотрудниками НИИ, КБ, специалистами хозяйств, студентами вузов и колледжей аграрного профиля.

Публикуются в двух томах.

**Редакционная коллегия:**

*доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси*

*П.П. Казакевич (главный редактор);*

*кандидат технических наук, доцент В.П. Чеботарев (зам. главного редактора);*

*доктора технических наук, профессора В.Н. Дашков, В.И. Передня,*

*И.И. Пиуновский, Л.Я. Степук, И.Н. Шило;*

*доктора технических наук, доценты В.В. Азаренко, И.И. Гируцкий;*

*кандидат технических наук, профессор В.П. Миклуш;*

*кандидаты технических наук, доценты В.Н. Гутман, В.О. Китиков;*

*кандидат экономических наук, доцент В.Г. Самосюк;*

*кандидаты технических наук Н.Г. Бакач, В.М. Изоитко, Н.Ф. Капустин,*

*В.К. Клыбик, Н.Д. Лепешкин, А.Л. Рапинчук, А.Л. Тимошук, М.Н. Трибуналов;*

*кандидаты экономических наук А.В. Ленский, Е.И. Михайловский.*

**Рецензенты:**

*доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси*

*П.П. Казакевич;*

*доктора технических наук, профессора В.Н. Дашков, В.И. Передня,*

*И.И. Пиуновский, Л.Я. Степук, И.Н. Шило;*

*доктора технических наук, доценты В.В. Азаренко, И.И. Гируцкий.*

Приказом Председателя ВАК Республики Беларусь от 4 июля 2005 года № 101 межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» (РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства») включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по техническим наукам.

УДК 631.3:621.827: 636.087.7–83  
**В.Н. Гутман, С.А. Цалко,  
С.П. Рапович, А.А. Будько**  
(РУП «НПЦ НАН Беларуси по  
механизации сельского хозяйства»,  
г. Минск, Республика Беларусь)

## **РАЗРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЯ РАЗДАЧИ СУХИХ КОМБИКОРМОВ СВИНЬЯМ**

### **Введение**

Производство свинины в настоящее время базируется на 127 крупных свинокомплексах с годовым оборотом от 12 до 108 тыс. свиней. На них, в основном, для кормоприготовления используется оборудование зарубежного производства (Россия, Украина).

Для получения конкурентоспособной свинины необходим выход отрасли путем инновационного развития на европейские нормативы по качеству мясной свинины и показателям суточных привесов 700 г, затратам корма на 1 кг привеса 3,5 кг, расходу электроэнергии на 1 т свинины 350 кВт·ч, себестоимости 1 кг 1,0 USD.

В условиях рыночных отношений на первый план сельскохозяйственных предприятий выходят проблемы организации рентабельного производства продукции животноводства, где определяющим фактором себестоимости животноводческой продукции являются условия содержания животных, корма, которые в структуре себестоимости занимают 55–70% от общих затрат. Вместе с тем все большую значимость в эффективности производства имеет экологический фактор, необходимость учета которого связана с качеством питания свиней.

Большинство комплексов имеет срок эксплуатации 25–30 и более лет, оборудование крайне изношено и большой энергоемкости.

Исследование технического уровня развития данного оборудования производится с целью установить номенклатуру технико-экономических показателей ведущих организаций и зарубежных фирм, выбрать базовый образец и изучить тенденции развития данного вида оборудования.

В свете современных тенденций представляет интерес создание отечественного комплекта оборудования для автоматизированной раздачи комбикормов свиньям, так как данный вид оборудования в странах СНГ не производится.

### **Анализ применяемых систем кормления**

В настоящее время на свиноводческих фермах для транспортирования сухих комбикормов применяют различные транспортеры: цепные скребковые (ДТС, ЦТ-12, ЦТ-30), шнековые (ПШП-4, УШ-Ч-2520, ПК-6), канатно-дисковые (РТШ-2), а также нории (НЦГ-10, НЦГ-20).

Однако использование этих транспортирующих устройств на малых фермах не всегда экономически целесообразно из-за малого объема работ. Кроме того, это оборудование имеет большую материалоемкость (кроме РТШ-2) и сложно в изготовлении и в эксплуатации.

В свинарниках-маточниках, эксплуатирующихся сейчас на малых фермах, отсутствует механизация при раздаче кормов и используется ручной труд. Даже в новых проектах свинарников-маточников для малых ферм предусматривается раздача кормов с помощью ручных тележек. Это обусловлено, с одной стороны, небольшим объемом раздаваемого корма за год, а с другой – необходимостью раздавать как сухие корма поросятам, так и влажные мешанки подсосным свиноматкам.

Применяемые на комплексах по выращиванию и откорму 108 и 54 тыс. свиней в год установки для раздачи сухих кормов поросятам-отъемышам системы КПС-108.46 имеют шнековые распределители (14 шт.) с кормушками. Корм канатно-дисковым транспортером загружается в распределительные шнеки через автоматически действующие заслонки с электромагнитным приводом. Недостатком этой системы является обязательное наличие автоматического устройства для отключения шнека при заполнении последней кормушки, что усложняет всю систему раздачи и увеличивает количество приводов в два раза по сравнению с транспортером замкнутого типа.

Аналогичные спиральные кормораздатчики выпускаются за рубежом для птицеводства и свиноводства. В настоящее время на сельскохозяйственных предприятиях Европы для кормления и поения свиноматок применяется оборудование следующих фирм: «Big Dutchman», «Weda», «MIK», «Mannebeck», «DEVRIE», «TEWE» (Германия), «Чо-тайм» (Бельгия). Данные системы работают по одному принципу: сухой комбикорм поступает из бункера в помещение для содержания свиноматок и через дозаторы высыпается в кормушки.

В РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработан комплект оборудования кормления свиноматок КОКС. Однако он не позволяет раздавать сухие комбикорма по сложным трассам.

В настоящее время производится реконструкция систем кормораздачи в помещениях для свиней на доращивании и откорме за счет закупки импортных цепно-шайбовых транспортеров, пластиковых дозаторов и кормушек зарубежных фирм «Big Dutchman», «Schauer», «Egeberg», «VDL Agrotech», «Falkon» и других.

Анализ зарубежного опыта в области кормопроизводства в свиноводческой отрасли показывает, что процессы производства на современных свиноводческих комплексах в той или иной мере автоматизированы. В последние годы в свиноводческих хозяйствах зарубежных стран широкое распространение получают новые системы кормления с применением современных прогрессивных схем раздачи комбикормов с использованием бункеров из оцинкованной стали, цепно-шайбового транспортера, а также кормушек из нержавеющей стали для группового кормления.

При этом исследования по изысканию новых технологических схем и конструкций рабочих органов отечественного комплекта оборудования для автоматизированной раздачи комбикормов свиньям, имеющего стоимость ниже импортных аналогов, адаптированного к условиям сельхозпроизводства республики, несомненно, являются актуальными.

Необходимость обновления поколения машин для автоматизированной раздачи комбикормов свиньям при сложных трассах транспортирования, а также имеющийся в республике научно-технический потенциал и производственные возможности машиностроительных предприятий обуславливают целесообразность разработки и постановки на производство конкурентоспособного оборудования отечественного производства.

### **Разработка опытного образца оборудования раздачи сухих комбикормов**

Оборудование для раздачи сухих кормов (в дальнейшем – оборудование) предназначено для транспортирования сухих комбикормов свиньям в кормушки.

Разработанное оборудование состоит из: бункера для сыпучих комбикормов; линии поперечной подачи; линий раздачи корма; системы управления и контроля.

Бункер обеспечивает хранение сухих комбикормов и их подачу через кожух переходный с шибером и вибратором в линию поперечной подачи. Линия поперечной подачи осуществляет подачу сухих комбикормов из бункера в линию раздачи. Для облегчения доступа к вибратору, натяжному валу и шнеку, а также для технического обслуживания линии поперечной раздачи на бункере разгрузочном предусмотрено окно с крышкой.

Внутри кормовых труб линии поперечной подачи установлен шнек, обеспечивающий транспортировку сухих комбикормов в перегрузочные бункеры линии раздачи корма. Привод шнека осуществляется от мотор-редуктора. Над перегрузочными бункерами линий раздачи корма устанавливаются опуски. Опуски имеют возможность перекрывать подачу корма, а их длина регулируется по высоте.

Линия раздачи корма обеспечивает транспортирование сухих комбикормов по сложным трассам из линии поперечной подачи напрямую в кормовые автоматы или через дозаторы в кормушки. Загрузочное устройство обеспечивает регулировку забора комбикорма из линии поперечной подачи. Для регулировки подачи корма должна быть предусмотрена заслонка. Внутри кормовых труб бункера линии раздачи корма находится цепно-шайбовый рабочий орган, обеспечивающий транспортировку сухих комбикормов. Поворотные блоки обеспечивают поворот цепи на угол  $90^\circ$ .

Длина тягового рабочего органа и количество кормовых труб зависят от размеров секции свинарника. Загрузочное устройство должно быть изготовлено в виде конструкции из коррозионно-стойкой или оцинкованной стали. Поворотные блоки имеют корпус из пластмассы или коррозионно-стойкой стали. Внутри блока поворотного устанавливается колесо на подшипниках качения для поворота цепно-шайбового рабочего органа. Приводная станция предназначена для привода рабочего органа и состоит из мотор-редуктора, приводной звездочки, датчиков аварийного отключения и натяжного механизма. Приводная станция устанавливается на кронштейнах. Кормовые трубы подвешиваются с помощью устройств подвеса или крепятся хомутами на стойках. Способ уста-

новки оборудования определяется заказчиком в зависимости от расположения станков в свинарнике.

Система контроля и управления обеспечивает: управление линиями; автоматическое отключение линии продольной раздачи и линии раздачи при заполнении последнего дозатора или кормушки; защиту электрооборудования от перегрузок. Система управления состоит из емкостных датчиков и пультов управления. В линии поперечной подачи предусмотрен емкостной датчик, отключающий линию в случае обрыва, остановки линии подачи, переполнения загрузочного устройства. Конечный опуск линии подачи корма оборудован емкостным датчиком уровня, отключающим линию при заполнении последней кормушки.

### **Проведение исследовательских испытаний**

Оборудование установлено на свинокомплексе ЧУП «Свитино-ВМК» Бешенковичского района.

Вид узлов линий приведен на рисунках 8, 9.

Технологическая схема размещения оборудования показана на рисунке 10.

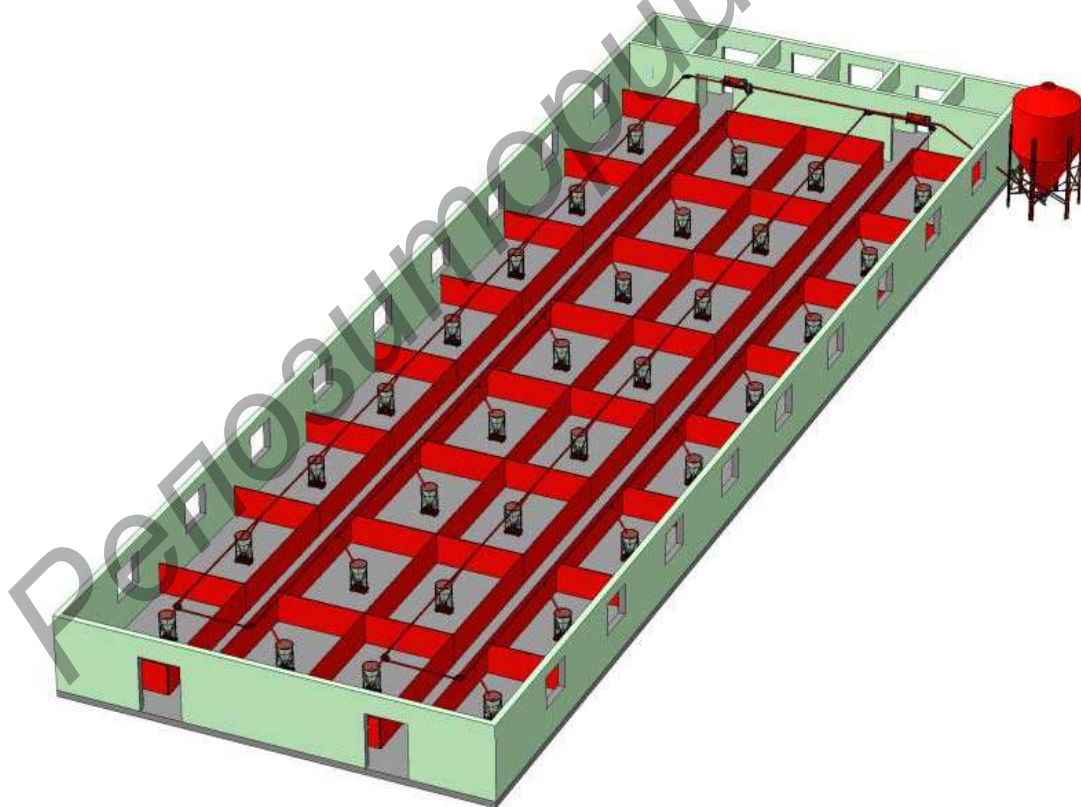
Технологический процесс раздачи кормов происходит следующим образом: из шкафа управления включается электродвигатель линии поперечной подачи. При его включении комбикорм из бункера поступает в загрузочное устройство.



**Рисунок 8 – Вид на привод и кормовые трубы линии поперечной раздачи**



**Рисунок 9 – Вид на поворотные устройства линии раздачи корма**



**Рисунок 10 – Технологическая схема размещения оборудования**

Из шкафа управления включается электродвигатель линий подачи корма. При этом комбикорм из загрузочных устройств будет поступать в линию подачи корма. Корм транспортируется внутри кормовых труб цепно-шайбовым рабочим органом по сложным трассам (в вертикальной и горизонтальной плоскостях). Поворот цепно-шайбового рабочего органа осуществляется с помощью поворотных блоков. В случае обрыва транспортирующего рабочего органа или его остановки происходит автоматическая остановка приводов линии поперечной подачи и подачи корма. При заполнении последней кормушки происходит срабатывание емкостного датчика и автоматически отключается привод линии подачи корма. В процессе проведенных испытаний выявлено: оборудование удовлетворительно выполняет процесс раздачи сухих комбикормов свиньям.

Оборудование обеспечивает следующие технические показатели: производительность линии поперечной раздачи составляет  $0,9 \text{ т/ч}$ , а линии раздачи кормов –  $1,35 \text{ т/ч}$ ; частота вращения шнека линии поперечной раздачи составила  $385 \text{ мин}^{-1}$ , а скорость троса/цепи линии раздачи кормов –  $28,5 \text{ м/мин.}$ ; установленная мощность линии поперечной раздачи –  $0,95 \text{ кВт}$ , а линии раздачи кормов –  $1,5 \text{ кВт}$ .

Конструкция оборудования обеспечивает 100% сохранность сухого комбикорма.

Однако в процессе исследовательских испытаний комплекта оборудования выявлены некоторые недостатки: при стягивании хомута крепления кормовых труб возможна деформация корпуса трубы; отсутствуют знаки направления вращения на мотор-редукторе и двигателях линий раздачи кормов, отсутствуют надписи по технике безопасности и табличка с указанием изготовителя.

### **Заключение**

1. Исследования процессов хранения, транспортирования и выгрузки сухих комбикормов, поения свиноматок позволили проанализировать варианты применения оборудования.

2. Анализ проведенных научных исследований позволяет сделать заключение, что в процессе разработки создан комплект оборудования для автоматизированной раздачи комбикормов свиньям, который обеспечит полную механизацию процесса раздачи кормов, дозированного кормления в автоматическом режиме по заданной программе с использованием комбикормов.

3. Новизна разработки заключается в создании первого в отечественной практике комплекта оборудования, включающего бункер из оцинкованной стали, приводную станцию, поворотные блоки, цепно-шайбовый транспортер.

4. Применение комплекта оборудования для раздачи комбикормов обеспечит хранение, транспортирование сухих кормосмесей по сложным трассам и дозированную их выдачу в групповые кормушки.

16.10.10.

### **Литература**

1. Доркин, Н. Механизированная технология промышленного производства свинины на местных кормах / Н. Доркин. – Минск: ЦНИИМЭСХ, 1973. – 80 с.

2. Механизация технологических процессов на свиноводческих фермах и комплексах: рекомендации / Ф.Ф. Минько [и др.]. – Минск: Минсельхозпрод РБ, 1998. – 45 с.
3. Тищенко, А.В. Откорм свиней на механизированных фермах / А.В. Тищенко. – М.: Колос, 1970. – 218 с.
4. Механизация свиноводческих ферм: рекомендации / В.А. Короткевич [и др.]. – Минск: ЦНИИМЭСХ, 1977. – 43 с.
5. Славин, Р.М. Автоматизация процессов в животноводстве и птицеводстве / Р.М. Славин. – М.: ВО Агропромиздат, 1991. – 397 с.
6. Common exhaustion with air cleaning // Проспект «VengSystem». – [Б.м.]: Agromek, 2005. – 2 с.

УДК 631.332.24:338.64

**В.О. Китиков, Е.В. Тернов**

*(РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации  
сельского хозяйства»,  
г. Минск, Республика Беларусь)*

**ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЛАКТАЦИОННЫХ КРИВЫХ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ВАЛОВОГО ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА**

**Введение**

## СОДЕРЖАНИЕ

Крылов С.В., Лабоцкий И.М., Горбацевич Н.А., Сержанин И.Ю., Яровенко П.В., Макуть А.Д., Ковалева И.М. <b>Анализ и оценка энергозатрат современных машин для заготовки прессованного сена</b> .....	3
Крылов С.В., Костюк В.С., Русаков В.В. <b>Проблемы методов экономической оценки различных технологий заготовки травянистых кормов</b> .....	10
Тимошук А.Л., Романов С.Л., Гришков А.В. <b>Кондиционирование комбинированных кормов – эффективный путь к их обеззараживанию и повышению кормовой ценности</b> .....	14
Крылов С.В., Лабоцкий И.М., Костюк В.С. <b>Определение влажности заготавливаемого в траншейное хранилище сенажа при выпадении осадков</b> .....	20
Минько Л.Ф., Гаврилович С.В., Кувшинов А.А. <b>Обоснование рациональности использования мобильных комбикормовых заводов для приготовления концентрированных кормов в хозяйствах Беларуси</b> .....	24
Гируцкий И.И., Марышев В.Ф., Жур А.А. <b>Имитационное моделирование откорма свиней</b> .....	27
Навныко М.В. <b>Разработка смесителей влажных кормов принудительного действия</b> .....	34
Гутман В.Н., Цалко С.А., Рапович С.П., Будько А.А. <b>Разработка оборудования раздачи сухих комбикормов свиньям</b> .....	37
Китиков В.О., Тернов Е.В. <b>Применение математических моделей лактационных кривых для эффективного планирования валового производства молока</b> .....	43
Тернов Е.В. <b>Точность математического моделирования лактационных кривых коров на различных сроках лактации</b> .....	49
Китиков В.О. <b>Метод обоснования эффективных стереотипов механизированного доения коров</b> .....	53
Китиков В.О., Тернов Е.В., Чуйко М.М. <b>Моделирование физических процессов в доильной установке при стабилизации разрежения</b> .....	61
Китиков В.О., Сорокин Э.П. <b>Повышение стабильности вакуума при доении</b> ..	66
Антошук С.А., Сорокин Э.П. <b>Практические рекомендации по выбору доильной установки</b> .....	73
Гутман В.Н., Шевчук Н.О., Рапович С.П., Зубарик А.А., Пуляева И.В. <b>Исследование приточной утепленной шахты с распределителем воздуха</b> .....	78
Пиуновский И.И., Устинова М.М., Володкевич В.И., Молош А.А. <b>Оценка параметров микроклимата животноводческих помещений на основе математического моделирования</b> .....	86
Тимошук А.Л., Гируцкий И.И., Колосов И.И. <b>Информационные системы учета и управления энергопотреблением на сельскохозяйственных предприятиях</b> .....	88
Литовский А.М., Буляк О.Н., Зуйкевич Д.А. <b>Энергоэффективные системы теплоснабжения животноводческих комплексов на основе применения теплонасосного оборудования</b> .....	94
Капустин Н.Ф., Басаревский А.Н., Поникарчик С.Н. <b>Исследование агрохимических показателей отходов животноводства до и после анаэробного сбраживания</b> .....	101

Капустин Н.Ф., Сунцова Ю.А., Дытман О.А. <b>Способ и устройство очистки биогаза</b> .....	106
Пунько А.И., Гаврилович С.В., Романчук Д.И. <b>Результаты предварительных испытаний линии приготовления гранулированного топлива из отходов растениеводства</b> .....	110
Головач О.А., Викторovich В.В., Михлюк А.И. <b>Транзисторные преобразователи частоты для электротермии: от идеи до внедрения</b> .....	115
Пашкевич А.В. <b>Выбор конструкции трехпродуктового гидроциклона для очистки моющих растворов</b> .....	121
Захарчук В.И., Ткачук В.В. <b>Оценка эксплуатационных свойств изопропилового эфира рапсового масла</b> .....	129
Чеботарев В.П., Клыбик В.К., Новиков А.В., Новиков М.И. <b>Направления развития ремонтно-обслуживающей базы сельскохозяйственных предприятий в современных условиях</b> .....	134
Азаренко В.В., Мисун А.Л., Мисун Л.В. <b>Обоснование безопасных условий эксплуатации промышленной плантации крупноплодной клюквы</b>	139
Пиуновский И.И., Володкевич В.И., Молош А.В. <b>Требования по охране труда при хранении, транспортировке и применении средств защиты растений в сельском хозяйстве</b> .....	146
Гордиенко Н.А., Пиуновский И.И., Володкевич В.И., Молош А.В. <b>Охрана труда в системе управления сельскохозяйственным производством</b> .....	152
<b>Рефераты</b> .....	158