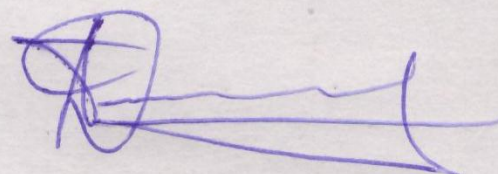


УДК 631.363.001

На правах рукописи

Абилжанов Данияр Токтарович



**РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО  
КОРМОПРИГОТОВИТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА  
ДЛЯ КРЕСТЬЯНСКИХ И ЛИЧНЫХ ПОДСОБНЫХ  
ХОЗЯЙСТВ**

Специальность 05.20.01 - Технологии и средства механизации сельского хозяйства

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Республика Казахстан  
Алматы  
2002

Работа выполнена в РГКП «Казахский научно-исследовательский институт  
механизации и электрификации сельского хозяйства»  
(РГКП «КазНИИМЭСХ»)

**Научный руководитель** доктор технических наук, профессор, член-  
корреспондент НАН РК **Голиков В.А.**

**Официальные оппоненты:** доктор технических наук, профессор  
**Жортуылов О.Ж.**

кандидат технических наук, доцент  
**Бекенев А.И.**

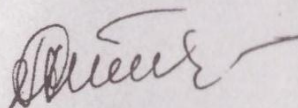
**Ведущая организация** - ЗАО «Казахский Аграрный университет  
им. С. Сейфуллина» (г.Астана)

Защита состоится 14 декабря 2002 года в 10<sup>00</sup> часов на заседании  
диссертационного совета ДО 53.09.03 по присуждению ученой степени  
доктора наук в РГКП «Казахский научно-исследовательский институт  
механизации и электрификации сельского хозяйства» по адресу: 480005,  
Республика Казахстан, г.Алматы, пр. Райымбека, 312, РГКП  
«КазНИИМЭСХ».

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке РГКП  
«КазНИИМЭСХ».

Автореферат разослан «12» ноября 2002 года.

Ученый секретарь диссертационного  
совета, доктор технических наук,  
профессор



**Пенкин М.Г.**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность.** В нашей стране ведущим направлением сельского хозяйства считается животноводство, в котором наиболее трудоемким процессом является подготовка кормов к скармливанию. Основными технологическими операциями при этом являются измельчение всех видов кормов, а также смешивание их для приготовления различных кормовых смесей.

В последние годы резко обострился вопрос обеспечения животноводческих хозяйств полнорационными комбикормами. Ранее этот вопрос решался путем производства комбикормов на крупных специализированных заводах. Теперь большинство заводов не работают, комбикормов на рынках мало и при этом цены на них постоянно растут. Покупать дорогие комбикорма многие хозяйства не в состоянии и поэтому они вынуждены в своих условиях готовить комбикорма из компонентов собственного производства.

По данным Агентства Республики Казахстан по статистике, 80...85% поголовья всех видов животных находятся в хозяйствах, имеющих малочисленные поголовья животных (личных подсобных хозяйствах), а численность скота и птицы в среднем на одно крестьянское хозяйство, имеющее скот, по республике составляет 10 голов крупного рогатого скота, 54 головы овец и коз, 6 голов лошадей, 7 голов свиней и 18 голов птицы. Кроме того, 75% поголовья овец и коз находятся в хозяйствах, имеющих до 200 голов овец. Исходя из этого, в первую очередь необходимо разработать кормоприготовительные агрегаты и машины для этих хозяйств.

Расчеты показывают, что дневная потребность зерновых смесей и комбикормов на одно крестьянское хозяйство или на хозяйство, имеющее 200 голов овец, составляет всего лишь около 60 кг комбикормов или зерновых смесей.

В настоящее время в Республике Казахстан не выпускаются малогабаритные универсальные дробилки-измельчители кормов, обеспечивающие измельчение всех видов стебельных и зерновых кормов, корнеплодов и особенно кукурузных початков, а также смесители кормов имеющие низкую энергоемкость, а разрабатываемые комбикормовые агрегаты в зарубежных странах, имеют высокую производительность (до 15 т/ч) и соответственно, высокую стоимость.

Таким образом, насущной проблемой сегодняшнего дня является необходимость разработки кормоприготовительного агрегата для малых крестьянских и личных подсобных хозяйств, имеющего производительность соответствующую их потребностям, а стоимость – их возможностям.

Основные машины агрегата (дробилка-измельчитель кормов и смеситель кормов) должны быть универсальными. Дробилка-измельчитель должна измельчать все виды зерновых и стебельных кормов, измельчать корнеплоды и даже кукурузные початки. Смеситель кормов должен обеспечить

перемешивание компонентов смеси до однородности, соответствующей кормосмесям и комбикормам.

Дробилка-измельчитель кормов и смеситель кормов, входящие в комплект агрегата, должны иметь возможность использоваться, при хозяйственной необходимости, вне агрегата, как самостоятельные машины. При этом разрабатываемые машины должны иметь небольшую энергоемкость и доступную цену.

Настоящая работа выполнена в соответствии с целевой научно-технической программой Ц 0135 НАЦАИ МОиН РК по заданию 05.03.06 И «Разработать комплекс машин и оборудования для механизации процессов приготовления и раздачи кормов» и по заданию 02.02.07.01 И «Разработать импортозамещающие энергосберегающие технологии и технические средства для заготовки, приготовления и раздачи кормов с учетом форм хозяйствования» отраслевой научно-технической программы ОНТП №02403 «Научное обеспечение производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции по регионам Казахстана на 2001-2005 годы».

**Объекты исследования** – кормоприготовительный агрегат, состоящий из малогабаритной универсальной дробилки-измельчителя кормов и гравитационного смесителя кормов, кукурузные початки, зерновые корма, комбикорма и его компоненты.

**Цель работы** – обоснование параметров и разработка конструктивно-технологической схемы кормоприготовительного агрегата для крестьянских и личных подсобных хозяйств, включающего универсальную малогабаритную дробилку-измельчитель кормов и гравитационный смеситель кормов периодического действия, обеспечивающих требуемое качество приготовления кормов при минимальных энергозатратах.

Программа работ включает решение **следующих задач:**

- разработка технологических схем малогабаритной универсальной дробилки-измельчителя и гравитационного смесителя кормов;
- теоретическое описание производительности кормоприготовительного агрегата при приготовлении комбикормов и кормовых смесей в условиях его работы в малых крестьянских и личных подсобных хозяйствах;
- теоретическое описание закономерностей изменения потребной мощности на процесс измельчения зерновых кормов и смешивания кормов с использованием сил гравитации в зависимости от вида кормов, параметров и режимов работы машин;
- теоретическое обоснование места установки лотка для подачи кукурузных початков по окружности камеры измельчения и угла наклона лотка к горизонтальной поверхности, а также частоты вращения емкости гравитационного смесителя кормов;
- определение основных физико-механических свойств зерновых кормов, кукурузных початков и комбикормов;

- обоснование параметров и разработка универсальной малогабаритной дробилки-измельчителя, обеспечивающей измельчение всех видов стебельных и зерновых кормов, корнеплодов и кукурузных початков;
- обоснование параметров и разработка гравитационного смесителя для приготовления комбикормов и кормовых смесей;
- проведение производственной проверки кормоприготовительного агрегата и его технико-экономическая оценка.

#### **Научную новизну работы составляют:**

- аналитическое выражение для определения производительности малогабаритного кормоприготовительного агрегата, состоящего из малогабаритной универсальной дробилки-измельчителя и гравитационного смесителя кормов;
- конструктивно-технологические схемы малогабаритной универсальной дробилки-измельчителя всех видов стебельных и зерновых кормов, корнеплодов и кукурузных початков и гравитационного смесителя для приготовления комбикормов и кормовых смесей;
- аналитические выражения для теоретического определения потребной мощности на процессы измельчения зерновых кормов и гравитационного смешивания кормов, а также для теоретического определения частоты вращения емкости гравитационного смесителя кормов, достоверность которых подтверждена экспериментальными исследованиями;
- обоснованные параметры малогабаритной универсальной дробилки-измельчителя, обеспечивающей качественное измельчение всех видов стебельных и зерновых кормов, корнеплодов и кукурузных початков и снижение энергоемкости процесса измельчения зерновых кормов в 1,67 раза, а также параметры гравитационного смесителя для приготовления комбикормов и кормосмесей, обеспечивающего снижения энергоемкости процесса смешивания в 3,57 раза;
- полученные предварительные патенты РК №11247 на малогабаритный измельчитель кормов для скота и №11297 на смеситель кормов для скота, подтверждающие техническую новизну работы.

#### **Практическая ценность и реализация результатов работы**

По результатам исследований обоснованы параметры и разработан кормоприготовительный агрегат, состоящий из универсальной малогабаритной дробилки-измельчителя всех видов стебельных и зерновых кормов, корнеплодов и кукурузных початков и гравитационного смесителя кормов, обеспечивающий снижение энергоемкости приготовления комбикормов в 1,68 раза.

При использовании агрегата на ферме с поголовьем 45 дойных коров обеспечивается годовая прибыль в размере 411985 тенге и он окупается за 3 месяца.

Полученные аналитические выражения для определения производительности агрегата, потребной мощности на процессы измельчения

зерновых кормов и гравитационного смешивания кормов и частоты вращения емкости смесителя, применимы при проектировании дробилок-измельчителей и гравитационных смесителей кормов.

В 2000-2002 г.г. изготовлены и реализованы крестьянским и личным подсобным хозяйствам 12 дробилок-измельчителей кормов ДИК-1 и 4 гравитационных смесителя кормов СК-1.

Проведены ведомственные приемочные испытания дробилки-измельчителя и смесителя кормов, по результатам которых рекомендовано поставить их на производство.

### **Положения, выносимые на защиту**

Обоснованная технологическая схема малогабаритного кормоприготовительного агрегата, а также конструктивно-технологические схемы основных машин агрегата, т.е. малогабаритной универсальной дробилки-измельчителя всех видов стебельных и зерновых кормов, корнеплодов и кукурузных початков и гравитационного смесителя для приготовления комбикормов и кормосмесей, на которые получены предпатенты РК.

Аналитические выражения для определения производительности агрегата, потребной мощности на процессы измельчения зерновых кормов и гравитационного смешивания компонентов смесей и частоты вращения емкости смесителя, достоверность которых подтверждена экспериментально.

Значения некоторых физико-механических свойств основных компонентов смесей.

Обоснованные параметры малогабаритной универсальной дробилки-измельчителя кормов и гравитационного смесителя кормов.

### **Апробация практических результатов**

Основные положения работы доложены, обсуждены и одобрены на пяти международных научно-технических конференциях: («Проблемы стабилизации и развития сельского хозяйства Казахстана, Сибири и Монголии», г. Алматы, 17-21 июля 2000 г.; «Международная научно-практическая конференция, посвященная 10-летию Независимости Казахстана», Акмолинский Аграрный университет, г. Астана, 19-22 июня 2001 г.; «Проблемы научного обеспечения сельского хозяйства Монголии, Сибири и Республики Казахстан», г. Улан-Батыр, 9-10 июля 2001 г.; «Пищевая промышленность на рубеже веков: состояние, проблемы и перспективы», Алматинский технологический университет, г. Алматы, 25-27 сентября 2001 г.; «Проблемы научного обеспечения производства, послеуборочной обработки, хранения и переработки зерна и других продуктов растениеводства», г. Астана, 8-9 ноября 2001 г.) и на одной Республиканской научно-практической конференции, прошедшей в Казахском Аграрном университете, г. Алматы, декабрь 1999 г.

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 10 научных работ с общим объемом 3,04 п.л., из них 3 научные работы – без соавторства.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка литературы и приложений. Общий объем работы составляет 152 страницы, 51 рисунок и 30 таблиц. Список литературы включает 139 наименований. В приложениях приведены предварительные патенты РК, выводы и предложения ведомственных приемочных испытаний, справка об объеме изготовленных машин и акты внедрения их в хозяйствах.

## **ОПИСАНИЕ СУЩЕСТВА ДИССЕРТАЦИИ**

### **ВВЕДЕНИЕ**

Обоснована актуальность темы проводимых исследований, обозначена цель исследований, определены основные положения, выносимые на защиту, и приведены структура и объем диссертации.

### **1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ**

В этом разделе приведены данные о количестве поголовья по видам животных в сельхозпредприятиях, крестьянских хозяйствах, личных подсобных хозяйствах и численность скота и птицы в среднем на одно крестьянское хозяйство, имеющее скот, а также приведены основные требования к приготовлению кормосмесей и комбикормов и анализ работы существующих комбикормовых агрегатов.

В результате анализа установлено, что в настоящее время в Российской Федерации и других зарубежных странах выпускаются специализированные комбикормовые агрегаты и цехи с производительностью 0,5...15 т/ч.

Однако, суточная потребность по комбикормам для среднего крестьянского хозяйства нашей республики составляет всего лишь 60 кг, т.е. производительность агрегата должна быть в пределах 100...200 кг/ч.

В этом разделе также установлено, что вышеуказанные хозяйства должны иметь кормоприготовительный агрегат, состоящий из малогабаритного универсального измельчителя кормов и смесителя кормов.

Далее приведен анализ работы существующих малогабаритных измельчителей кормов и смесителей для приготовления комбикормов и кормосмесей.

В результате анализа установлено, что ни один из существующих малогабаритных измельчителей кормов не обеспечивает измельчение кукурузных початков и измельчение грубых кормов в муку.

Таким образом, возникла необходимость разработки малогабаритной универсальной дробилки-измельчителя всех видов стебельных и зерновых кормов, корнеплодов и кукурузных початков и обеспечивающей приготовление травяной муки, т.е. разработки машины, обеспечивающей

измельчение всех компонентов, входящих в рецепты комбикормов и кормосмесей.

Приведен также анализ работы существующих смесителей для приготовления комбикормов и кормовых смесей, в результате чего установлено, что активные рабочие органы в виде вращающихся лопастей и шнеков резко повышают энергоемкость процесса смешивания кормов.

Исходя из этого, для малых крестьянских и личных подсобных хозяйств необходимо разработать смеситель без активных рабочих органов, т.е. гравитационный смеситель, обеспечивающий значительное снижение энергоемкости процесса приготовления комбикормов и кормосмесей.

В этом разделе также приведен обзор основных исследований процессов измельчения и смешивания кормов.

Процесс измельчения различных видов кормов рассматривался в работах Горячкина В.П., Елисеева В.А., Сыроватка В.И., Мельникова С.В., Демидова П.Г., Глебова Л.А., Храпача В.Е., Голикова В.А., Оспанова А.А., Абилжанова Т., Мурзагалиева К.Г. и др.

Приведенный обзор аналитических исследований показывает, что в этих исследованиях не получены аналитические выражения для достаточно точного описания потребной мощности на процесс измельчения зерновых кормов.

Кроме того, в ранее проведенных исследованиях не обнаружены работы, направленные на исследование процесса измельчения кукурузных початков, которые широко используются для кормления скота на юге Казахстана.

Процесс смешивания кормов рассматривался в работах Кукты Г.М., Голикова В.А., Пашевкина О.Б., Аблаутова В.М., Передня В.И., Пунько А.И., Мянд А.Э., Сыроватка В.И., Макарова Ю.И., Комарова Б.А., Раскатовой Е.А. и др.

В этих исследованиях обоснованы параметры смесителей кормов с активными рабочими органами, имеющих высокую энергоемкость при приготовлении комбикормов и кормосмесей.

В результате обзора не обнаружено достаточно полных исследований гравитационных смесителей кормов, обеспечивающих перемещение частиц внутри емкости без активных рабочих органов. Гравитационные смесители существенно снижают энергоемкость и повышают производительность процесса смешивания компонентов комбикормов и кормосмесей.

Таким образом, в процессе выполнения данной работы возникла необходимость разработки малогабаритного кормоприготовительного агрегата, состоящего из малогабаритной универсальной дробилки-измельчителя всех видов стебельных и зерновых кормов, корнеплодов и кукурузных початков и малогабаритного гравитационного смесителя кормов, обеспечивающего приготовление комбикормов и кормосмесей с низкой энергоемкостью и высокой производительностью.

Для разработки вышеуказанного агрегата были выдвинуты следующие научные гипотезы:

- измельчение всех видов кормов, корнеплодов и кукурузных початков возможно при использовании молотковых рабочих органов, а осуществление



подачи в камеру измельчения каждого вида кормов возможно с использованием отдельных подающих устройств;

- осуществление подачи кукурузных початков в камеру измельчения возможно ориентированным движением их за счет сил гравитации;

- снижение энергоемкости и повышение производительности процесса смешивания возможно обеспечением движения компонентов смеси в емкости за счет сил гравитации.

Анализ работы существующих агрегатов для приготовления кормосмесей, измельчителей и смесителей кормов и обзор основных исследований процессов измельчения и смешивания кормов, а также выдвинутые гипотезы позволили поднять насущную проблему малых крестьянских и личных подсобных хозяйств, а также наметить цель и задачи исследований.

## 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОБОСНОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ И ПАРАМЕТРОВ АГРЕГАТА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОМБИКОРМОВ И КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ

В этом разделе обоснована технологическая схема приготовления комбикормов и кормовых смесей (рисунок 1) в условиях крестьянских и личных подсобных хозяйств. Получено аналитическое выражение производительности агрегата для приготовления комбикормов и кормосмесей

$$Q_a = \frac{G_o}{T_o} = \frac{\left( \sum_{i=1}^{n_u} G_{ui} + \sum_{i=1}^{n_{nu}} G_{nui} \right)}{\left( \sum_{i=1}^{n_u} t_{zui} + \sum_{i=1}^{n_u} t_{zuci} + \sum_{i=1}^{n_{nu}} t_{znci} + \sum_{i=1}^{n_u} \frac{G_{ui}}{Q_{ui}} + t_{зк} + t_{см} + t_{ок} + t_{вк} \right)}, \text{ кг/с} \quad (2.1)$$

где  $G_o$  – общая масса всех компонентов, кг;

$T_o$  – общее время приготовления комбикормов или кормосмесей, с;

$i$  – номер каждого компонента;

$n_u, n_{nu}$  – количество требующих и не требующих измельчения компонентов;

$G_{ui}, G_{nui}$  – масса  $i$ -го компонента, требующего и не требующего измельчения, кг;

$t_{zui}$  – время загрузки  $i$ -го компонента в измельчитель, с;

$t_{zuci}$  – время загрузки измельченного  $i$ -го компонента в смеситель, с;

$t_{znci}$  – время загрузки  $i$ -го не требующего измельчения компонента в смеситель, с;

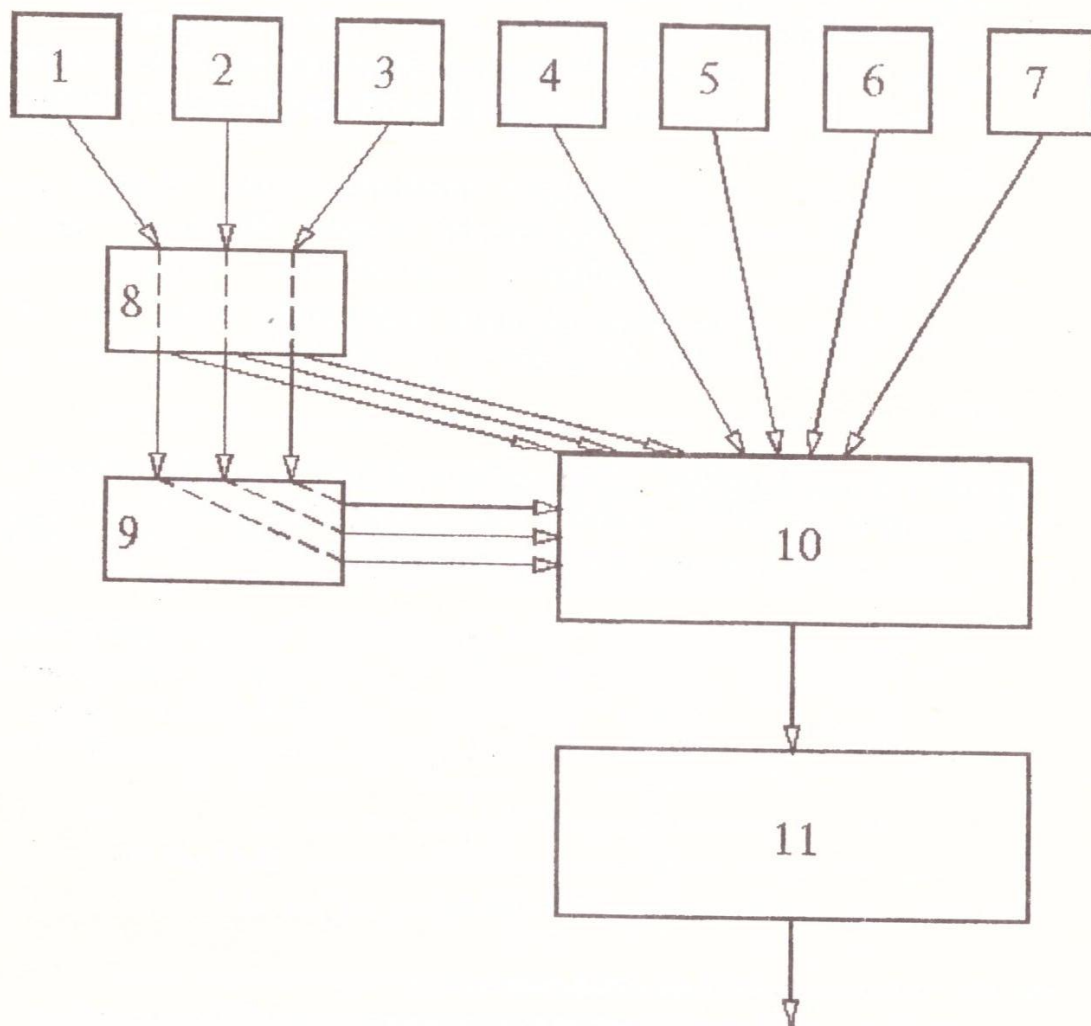
$Q_{ui}$  – производительность измельчителя при измельчении  $i$ -го компонента кормов, кг/с;

$t_{зк}, t_{ок}$  – время, затраченное на закрытие и открытие крышки смесителя, с;

$t_{см}$  – время смешивания компонентов смеси, с;

$t_{вк}$  – время выгрузки готовой смеси, с.

### Технологическая схема приготовления комбикормов и кормосмесей



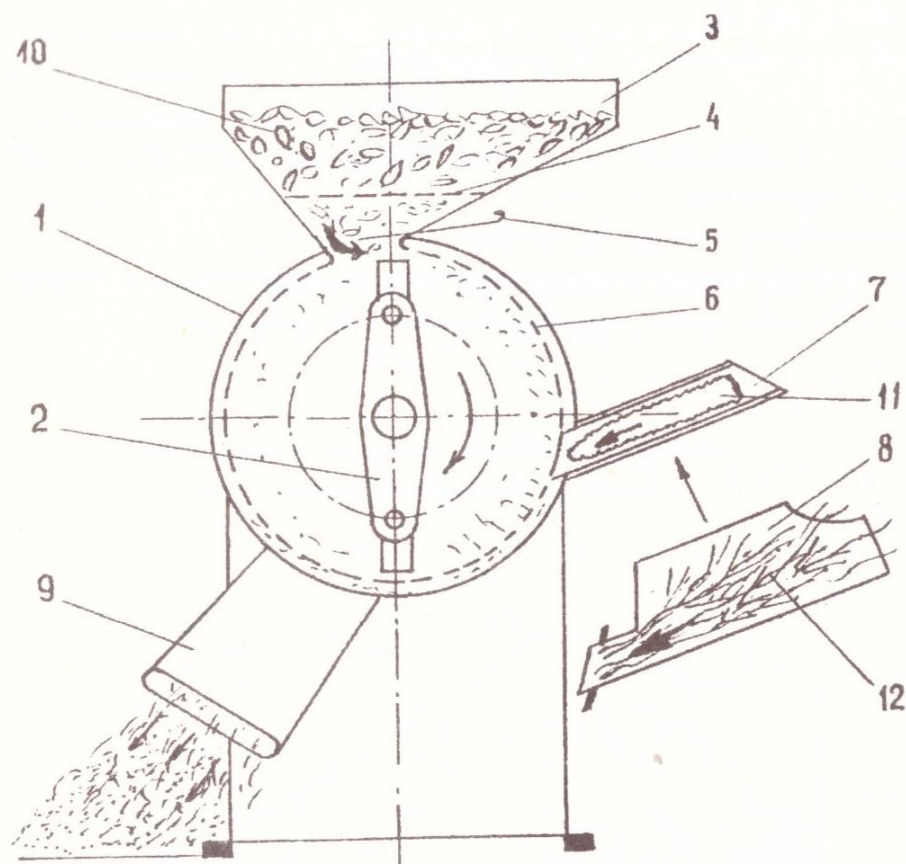
1, 2, 3 – емкости для компонентов требующих измельчения;  
 4, 5, 6, 7 – емкости для компонентов не требующих измельчения;  
 8 – измельчитель; 9 – емкость для измельченных компонентов;  
 10 – смеситель; 11 – емкость для готовых комбикормов и кормовых смесей

Рисунок 1.

На основании выдвинутой гипотезы, была разработана конструктивно-технологическая схема малогабаритной универсальной дробилки-измельчителя кормов (рисунок 2).

В данной дробилке имеется бункер 3 для подачи зерновых кормов, лоток 8 для подачи стебельных кормов и корнеплодов, а также имеется лоток 7, представляющий собой квадратный желоб для подачи кукурузных початков.

## Малогобаритная универсальная дробилка-измельчитель кормов



- 1 – корпус; 2 – молотковый ротор; 3 – бункер для зерновых кормов;  
 4 – сетка; 5 – задвижка; 6 – решето; 7 – лоток для подачи кукурузных початков;  
 8 – лоток для подачи стебельных кормов и корнеплодов; 9 – выгрузной патрубок;  
 10 – зерновые корма; 11 – кукурузный початок;  
 12 – стебельные корма

Рисунок 2.

При рассмотрении процесса подачи кукурузных початков в камеру измельчения выдвинута гипотеза, что для надежной работы молоткового измельчителя, составляющая  $F_{рт}$  силы удара молотка о кукурузный початок должна быть равна или чуть больше, чем сила трения  $F_{т}$ , возникающая от нормальной составляющей силы удара  $F_{рп}$  (рисунок 3). Это связано с тем, что при большом значении тангенциальной силы, молотки будут затаскивать початки в камеру измельчения, т.е. молотки будут испытывать большие ударные нагрузки, что может привести к забиванию камеры измельчения, а при слишком минимальном значении данной силы, должна снижаться производительность дробилки. Исходя из этого, определено рациональное место расположения оси подающего устройства по окружности камеры измельчения, а также определен угол между осью, проведенной по центру и по

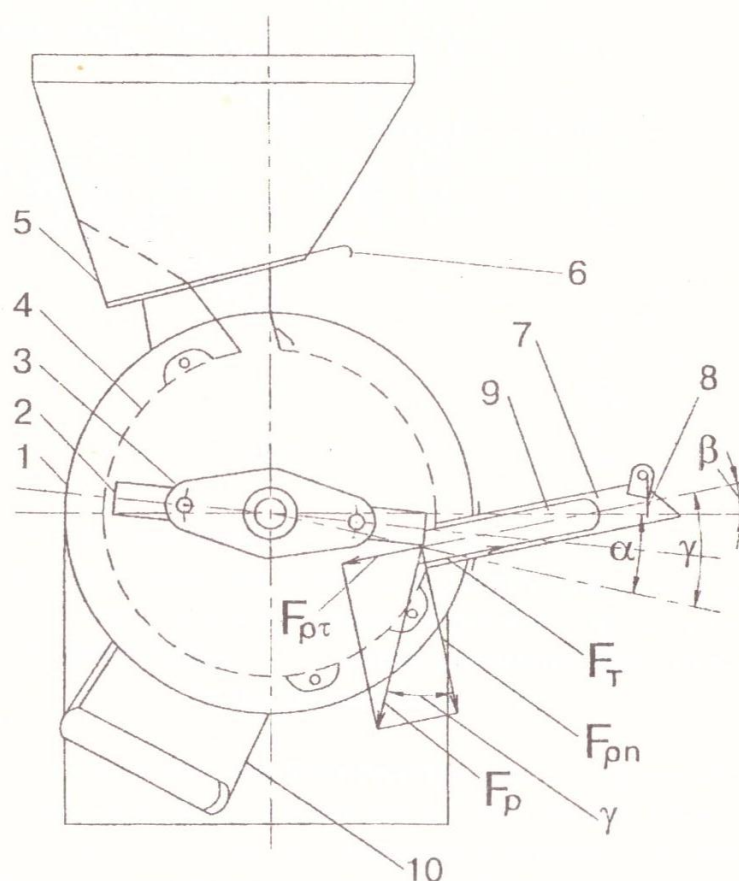
длине лотка, и осью, проведенной через центры молоткового ротора и горловины лотка  $\gamma = \alpha + \beta$ .

Данный угол определяется по формуле

$$\gamma = \operatorname{arctg} f_{\text{д}}, \quad (2.2)$$

где  $f_{\text{д}}$  – коэффициент трения кукурузных початков по стальной поверхности в движении.

### Схема взаимодействия молотков с кукурузным початком при измельчении



- 1 – корпус; 2 – молоток; 3 – ротор; 4 – решето; 5 – бункер; 6 – задвижка;  
7 – лоток; 8 – заслонка; 9 – початок; 10 – выгрузной патрубок

Рисунок 3.

На основе аналитического выражения, полученного в КазНИИМЭСХ для расчета потребной мощности на измельчение грубых кормов при задержке их контрмолотками, была уточнена формула для определения потребной мощности на процесс измельчения зерновых кормов

$$N_{\text{и}} = \frac{P_{\text{рс}} Q_{\text{и}} \pi D_p}{K_{\text{д}} G_3 K_p}, \quad (2.3)$$

где  $P_{рс}$  – среднее значение разрушающей силы единичного зерна в статических условиях, Н;

$Q_u$  – массовая подача зерновых кормов в измельчитель, кг/с;

$D_p$  – диаметр ротора по концам молотков, м;

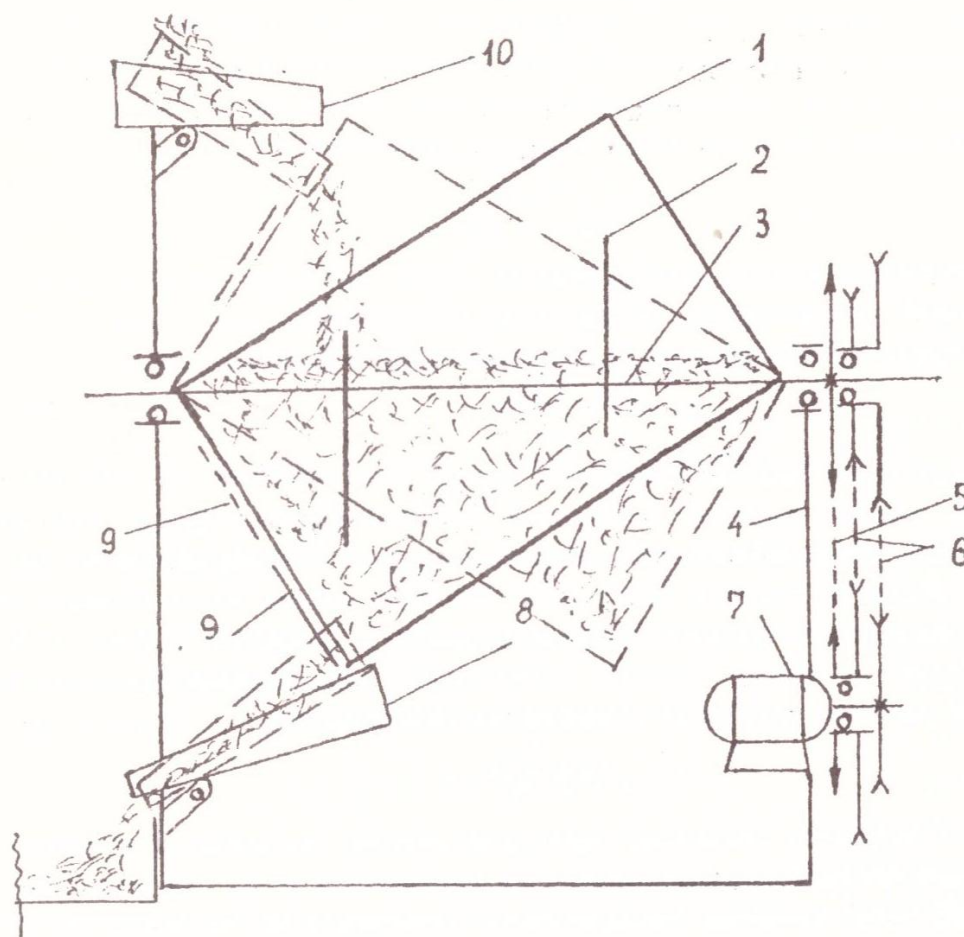
$K_d$  – коэффициент динамичности;

$G_z$  – средняя масса одного зерна, кг;

$K_p$  – число рядов молотков.

Для практического использования данной формулы необходимо знать значения силы разрушения и массу единичного зерна измельчаемого растения, а также значения коэффициента динамичности при измельчении различных зерновых кормов.

### Схема смесителя для приготовления комбикормов и кормовых смесей



- 1 – цилиндрическая емкость; 2 – лопасти; 3 – вал; 4 – рама;  
 5 – цепная передача; 6 – ременные передачи; 7 – электродвигатель;  
 8 – выгрузной лоток; 9 – крышка; 10 – загрузочный лоток

Рисунок 4.

При обосновании конструктивно-технологической схемы гравитационного смесителя для приготовления комбикормов и кормосмесей, для перемещения частиц внутри емкости без активных рабочих органов, цилиндрическую емкость смесителя решили установить на вал наклонно, закрепить ее жестко и вращать емкость вместе с валом (рисунок 4).

Основное отличие разработанного смесителя от существующих заключается в том, что, в данном смесителе при одном обороте емкости компоненты смеси получают за счет сил гравитации горизонтальное движение в двух направлениях вдоль оси емкости и вращательное движение вокруг вала смесителя. Таким образом, за один оборот емкости компоненты смеси участвуют в движении в трех направлениях. Кроме того, при этих движениях компоненты, встречаясь с лопастями, рассекаются на различные потоки, т.е. устраняется обваливание корма комом с одного торца на другой торец емкости. Это должно способствовать эффективному и быстрому смешиванию компонентов смеси, т.е. повышению производительности всей технологической цепи при приготовлении комбикормов и кормосмесей.

При известном значении вместимости смесителя  $V_c$ , предложена формула для определения диаметра емкости смесителя

$$D_c = \sqrt[3]{\frac{4V_c \operatorname{tg} \alpha}{(0,8 \dots 0,9)\pi}}. \quad (2.4)$$

В зависимости от необходимого угла наклона оси цилиндра к горизонтальной поверхности земли  $\alpha$  и от значения диаметра цилиндра, высота цилиндрической емкости  $H_c$  определяется по формуле

$$H_c = \frac{(0,8 \dots 0,9)D_c}{\operatorname{tg} \alpha}. \quad (2.5)$$

Для надежной работы смесителя время, затраченное на перемещение частицы по стенке емкости смесителя, должно быть меньше или равно времени затраченному на четверть оборота емкости. Это обусловлено тем, что за четверть оборота емкости смесителя частицы корма, находящиеся около верхнего торца емкости смесителя, должны дойти до нижнего торца емкости.

Из этого условия можно определить приближенные значения критической частоты вращения емкости смесителя ( $\text{мин}^{-1}$ )

$$n \leq \frac{15v_k}{H_c}, \quad (2.6)$$

где  $v_k$  – скорость движения частиц по стенке емкости смесителя, м/с;

$H_c$  – высота емкости смесителя, м.

Однако, для точного определения критической частоты вращения емкости смесителя необходимо учитывать все силы, действующие на частицы компонентов смеси, при вращательном движении емкости смесителя.

При этом на частицы компонентов действуют результирующая сила  $F_p$ , состоящая из силы тяжести компонентов, а также из центробежной силы, действующей на частицы при вращательном движении емкости смесителя (рисунок 5).

### К определению частоты вращения емкости смесителя

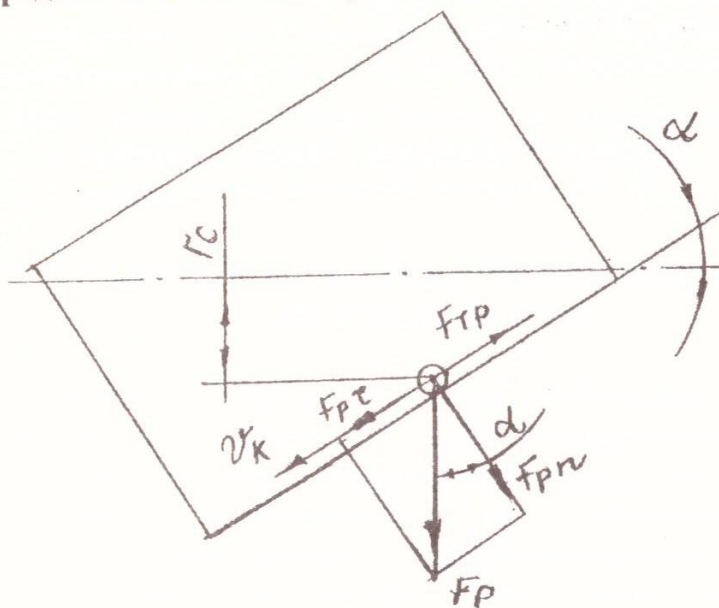


Рисунок 5.

В зависимости от угла наклона стенки смесителя  $\alpha$  при вращении емкости с учетом всех сил, действующих на компоненты смеси, можно составить дифференциальное уравнение движения частицы по стенке емкости смесителя

$$m_k \frac{dv_k}{dt} = F_p \sin \alpha - F_p \cos \alpha f_{кд} = m_k (g + \omega_c^2 r_c) (\sin \alpha - f_{кд} \cos \alpha), \quad (2.7)$$

где  $m_k$  — масса компонентов, кг;

$f_{кд}$  — коэффициент трения движения комбикорма по стальной поверхности;

$\omega_c$  — угловая скорость смесителя, рад/с;

$r_c$  — радиус смесителя, м.

При решении уравнения (2.7) получим

$$v_k = \frac{15}{n} (g + \omega_c^2 r_c) (\sin \alpha - f_{кд} \cos \alpha). \quad (2.8)$$

Таким образом, в результате теоретических исследований были получены аналитические выражения (2.6, 2.8) для определения минимальной частоты вращения, обеспечивающей перемещение частиц в емкости смесителя кормов.

При вращении смесителя одна сторона емкости будет более загружена по сравнению с другой стороной (рисунок 6). Здесь, момент сопротивления  $M_c$  от силы тяжести комбикорма определяется по формуле

$$M_c = M_{кн} - M_{кл} = G_{кн} \cdot C_n - G_{кл} \cdot C_n = \frac{V_c}{2} \rho_k g C_n - \left( m_c - \frac{V_c}{2} \rho_k \right) g C_n, \quad (2.9)$$

где  $M_{кн}$ ,  $M_{кл}$  — моменты от силы тяжести ( $G_{кн}$ ,  $G_{кл}$ ) масс, находящихся на обеих сторонах емкости, Нм;

$C_n, C_d$  – плечо действия сил,  $G_{кн}, G_{кл}$  м;

$\rho_k$  – плотность комбикорма,  $кг/м^3$ ;

$m_c$  – масса комбикорма, загруженного в емкость смесителя, кг.

### Схема действия силы тяжести кормов на обе стороны емкости смесителя

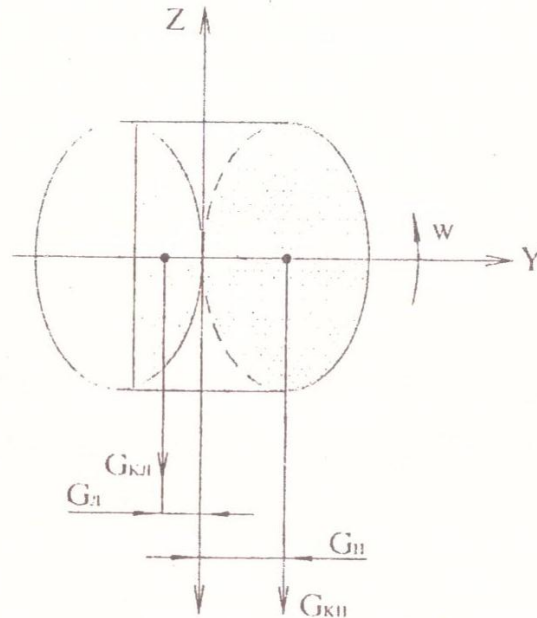


Рисунок 6.

Мощность, необходимая на рабочий процесс смешивания компонентов комбикормов или кормосмесей ( $N_{pc}$ ), определяется по формуле

$$N_{pc} = M_c \cdot \omega_c = \left( \frac{V_c}{2} \rho_k g C_n - m_c g C_d + \frac{V_c}{2} \rho_k g C_d \right) \frac{\pi n}{30} \quad (2.10)$$

Для определения потребной мощности на привод смесителя, необходимо определить точные значения центров тяжести порций комбикорма, находящихся по обеим сторонам емкости, т.е. необходимо иметь значения  $C_n$  и  $C_d$ .

В результате теоретических исследований получены формулы для определения значений  $C_n$  и  $C_d$ .

Подставляя значения центров тяжести  $C_n$  и  $C_d$  в формулу (2.10), получим аналитическое выражение для определения потребной мощности на процесс смешивания при приготовлении комбикормов или кормовых смесей

$$N_c = \left( 0,25 V_c \rho_k g \left( \frac{4H_c \sin \alpha - 3R_c \cos \alpha}{3} \right) - \frac{\left( m_c - \frac{V_c}{2} \rho_k \right)^2 g \sin \alpha}{1,6 D_c^2 \rho_k} \right) \frac{\pi n}{30} \quad (2.11)$$



Таким образом, получено аналитическое выражение для определения потребной мощности на рабочий процесс смешивания при работе гравитационного смесителя.

Мощность холостого хода смесителя определяется по известным формулам, полученным для мощности холостого хода молотковых измельчителей кормов.

### **3. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

В этом разделе приведены программы и методики определений физико-механических свойств единичного зерна сельскохозяйственных растений, комбикормов и их основных компонентов, кукурузных початков, а также экспериментальных исследований по обоснованию параметров малогабаритной универсальной дробилки-измельчителя кормов и гравитационного смесителя кормов. Здесь также приведены описание конструкции установки для определения силы разрушения зерна сельскохозяйственных растений, описание установки по определению коэффициента трения комбикорма и кукурузных початков в движении по стальной поверхности и описание установки по определению угла скольжения комбикорма и его основных компонентов, а также кукурузных початков.

Для определения массы 1000 зерен сельскохозяйственных культур применялись электрические весы ВЛКТ-500, а для определения потребной мощности в экспериментальных исследованиях по обоснованию параметров дробилки-измельчителя кормов и гравитационного смесителя кормов был использован комплект измерительных приборов К-505.

Результаты лабораторных исследований по определению разрушающей силы зерна сельскохозяйственных культур определены по компьютерной программе. При этом для определения основных статистических характеристик, а также для построения гистограмм разрушающей силы зерна сельскохозяйственных растений был использован компьютер «Pentium III» модели №5505.

Статистическая обработка результатов исследований проводилась по стандартной методике на ЭВМ.

### **4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Определены значения разрушающей силы единичного зерна сельскохозяйственных растений. По этим результатам получены гистограммы для силы разрушения единичных зерен сельскохозяйственных культур в статических условиях. Минимальные, максимальные и средние значения разрушающей силы в порядке снижения прочности зерен сельскохозяйственных культур приведены в таблице 1.

Таблица 1

Минимальные, максимальные и средние значения разрушающей силы единичного зерна сельскохозяйственных культур в статических условиях

| Наименование сельскохозяйственных культур и влажность зерна, % | Значение силы разрушения единичного зерна, Н |              |         |
|--|--|--------------|---------|
|  | минимальное                                  | максимальное | среднее |
| Кукуруза, W=7,8  | 90,83  | 1130,35      | 347,89  |
| Ячмень, W=10,54  | 134,29                                       | 490,79       | 190,95  |
| Рис (сорт «Алтынай»), W=11,19                                  | 153,3  | 222,63       | 183,77  |
| Соя, W=5,97  | 118,06                                       | 242,34       | 175,4   |
| Пшеница, W=9,05  | 79,87  | 218,67       | 121,35  |
| Гречиха, W=11,73   | 14,91  | 21,97        | 18,71   |
| Просо, W=11,62   | 14,79  | 22,09        | 17,32   |

Результаты лабораторных исследований по определению массы единичного зерна растений в зависимости от их влажности приведены на рисунке 7. Анализ приведенных на рисунке 7 зависимостей показывает, что их полное насыщение влагой происходит в пределах влажности 20...25%.

В результате лабораторных исследований определено значение коэффициента трения комбикорма (рецепт К60-1, для дойных коров) в движении по стальной поверхности ( $f_{кл}=0,3915$ ) и определено среднее значение плотности комбикорма ( $\rho_k=453 \text{ кг/м}^3$ ).

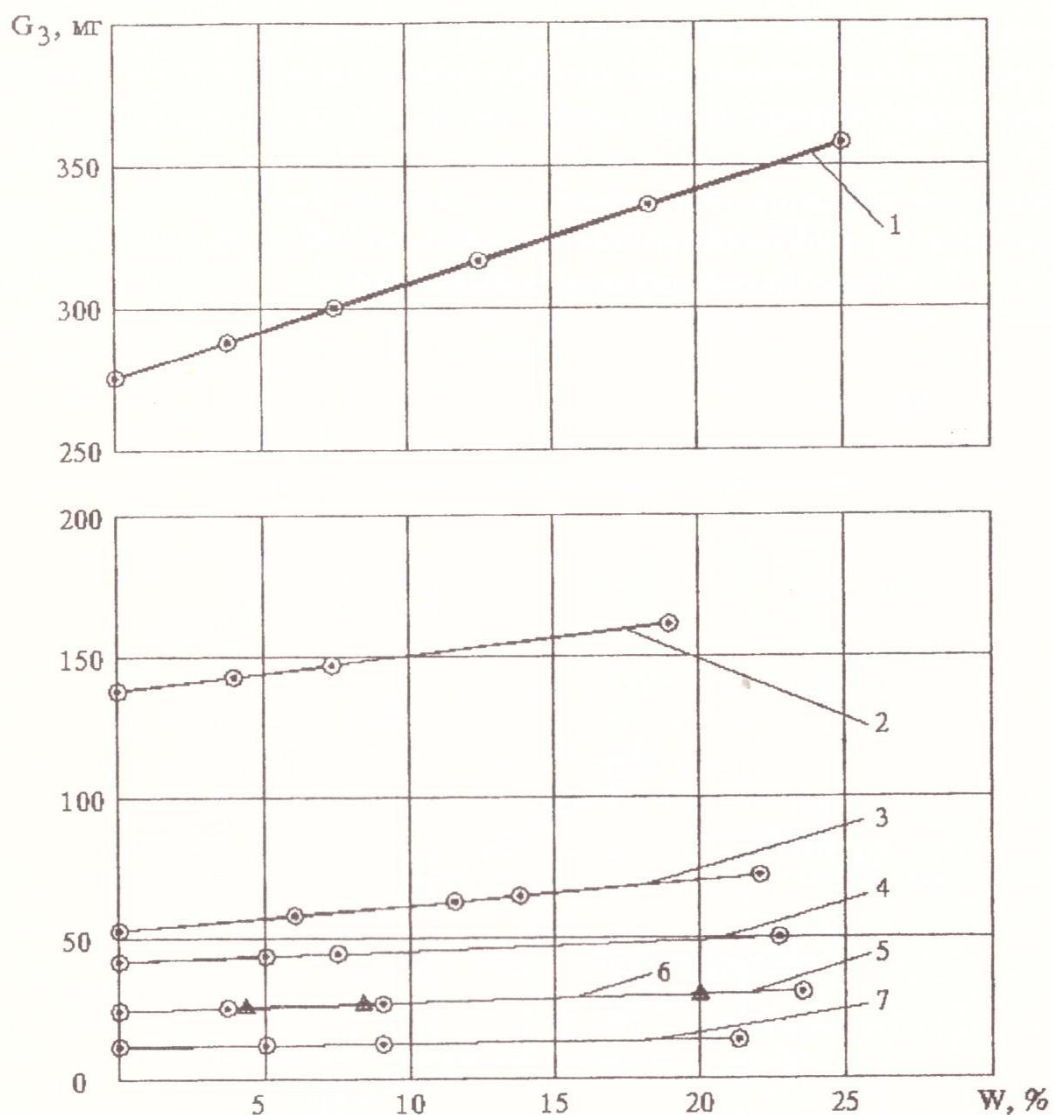
Для обоснования параметров лотка, определены максимальные значения диаметра и длины кукурузных початков. При этом максимальный диаметр кукурузных початков был равен 51,7 мм, а максимальная длина была равна 256 мм. По конструктивным соображениям принято, что сторона квадратного отверстия лотка, для подачи кукурузных початков  $a=60$  мм, а длина лотка  $L_n=250$  мм. Проведены лабораторные исследования по определению коэффициента трения кукурузных початков в движении по стальной поверхности.

В результате лабораторных исследований определены значения коэффициента трения кукурузных початков в движении по стальной поверхности. При этом среднее значение коэффициента  $f_d=0,3122$ . По этим значениям коэффициента определено минимальное предельное значение угла  $\gamma$  (см. рисунок 3), равное

$$\gamma \geq \arctg 0,3122 = 17^\circ 20'$$

Для определения пределов варьирования угла наклона лотка к горизонтальной поверхности ( $\beta$ ), на экспериментальной дробилке-измельчителе кормов был определен угол скольжения кукурузных початков в режиме работы машины. При этом угол скольжения кукурузных початков по лотку был равен  $5^\circ$ .

### Влияние влажности на изменение массы одного зерна сельскохозяйственных растений



1 – кукуруза; 2 – соя; 3 – ячмень; 4 – пшеница; 5 – рис;  
6 – гречиха ( $\Delta$ ); 7 – просо

Рисунок 7.

Чтобы проверить результаты теоретических исследований, а также для точного определения оптимального значения угла наклона лотка и угла  $\gamma$ , проводились специальные экспериментальные исследования по определению влияния угла наклона лотка на энергоёмкость процесса измельчения кукурузных початков.

Результаты экспериментальных исследований по определению оптимального угла наклона лотка для кукурузных початков к горизонтальной

поверхности ( $\beta$ ) приведены на рисунке 8. Из рисунка видно, что при увеличении угла наклона лотка до  $28^\circ$  производительность и энергоёмкость процесса измельчения кукурузных початков не изменяются. Это объясняется тем, что при этих углах наклона лотка, по видимому, тангенциальная составляющая ( $F_{pt}$ ) разрушающей силы ( $F_p$ ) очень мала, поэтому можно предположить, что  $F_{pt} - F_T \leq 0$ .

**Влияние угла наклона лотка для подачи кукурузных початков в дробилку на производительность и энергоёмкость процесса измельчения кукурузных початков**

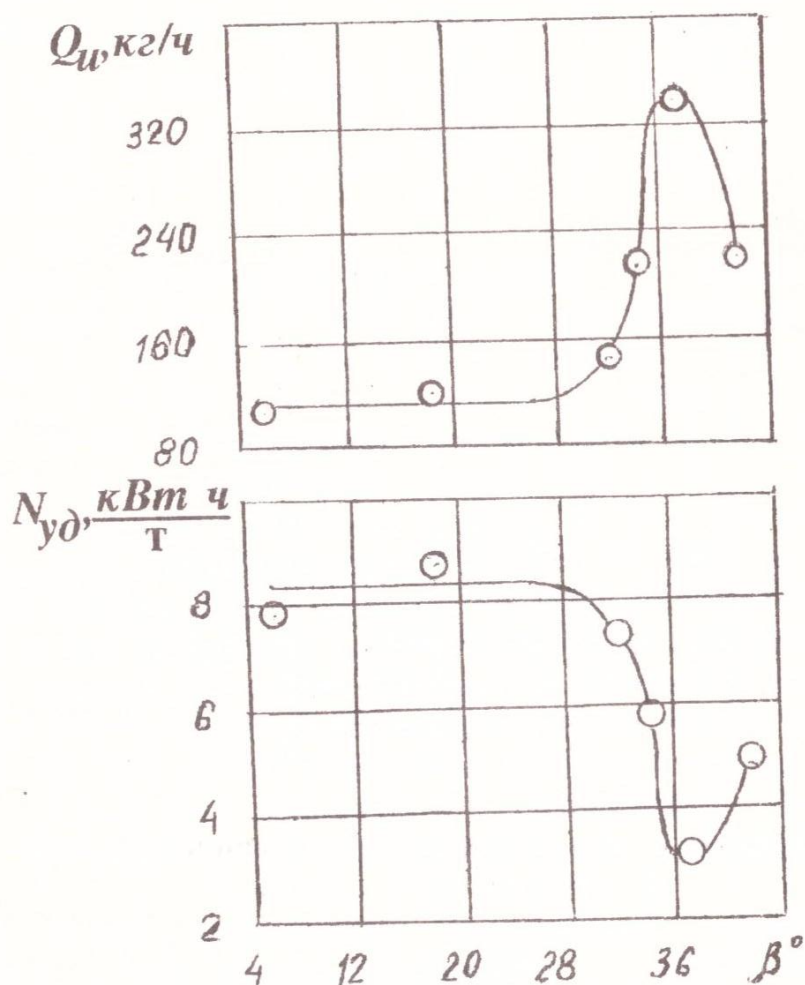


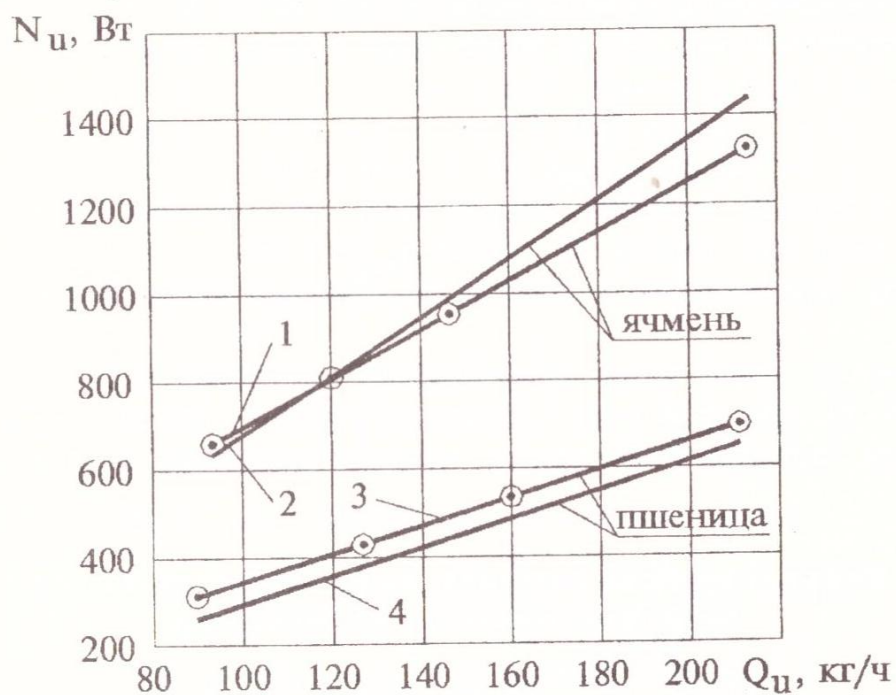
Рисунок 8.

В пределах угла наклона лотка с  $28$  по  $37^\circ$  початки хорошо проскальзывают по нему, при этом интенсивно увеличивается производительность дробилки и это способствует снижению энергоёмкости процесса измельчения кукурузных початков.

При угле наклона лотка к горизонтальной поверхности  $37^\circ$ , получена максимальная производительность дробилки-измельчителя на початках кукурузы ( $Q_u=339,2$  кг/ч).

При данном угле наклона лотка початки кукурузы хорошо затаскиваются в камеру измельчения, при этом резкого повышения затрачиваемой мощности на процесс измельчения початков не наблюдалось. При изменении угла наклона с  $37^\circ$  до  $42^\circ$ , происходило интенсивное снижение производительности и повышение энергоемкости процесса измельчения кукурузных початков. Это связано с тем, что некоторые недоизмельченные куски кукурузных початков, разворачиваясь внутри лотка, перекрывали поперечное сечение лотка, и из-за этого на некоторое время прекращалась подача початков в камеру измельчения.

### Зависимости потребной мощности на процесс измельчения зерновых кормов от производительности дробилки-измельчителя



1, 3 – экспериментальная зависимость; 2, 4 – теоретическая зависимость

Рисунок 9.

В результате обоснования угла наклона лотка для подачи кукурузных початков производительность дробилки-измельчителя увеличилась с 93,38 кг/ч до 339,2 кг/ч, а энергоемкость процесса снизилась с 8,82 до 3,12 кВт ч/т.

В результате экспериментальных исследований определено оптимальное значение угла наклона лотка ( $\beta$ ), предназначенного для подачи кукурузных початков и оно равно  $37^\circ$ .

Результаты экспериментальных исследований по проверке достоверности аналитического выражения (2.3) показали хорошую сходимость действительных и теоретических значений потребной мощности на процесс измельчения зерновых кормов (рисунок 9).

Анализ графических зависимостей показывает, что расхождения действительных и теоретических значений потребной мощности дробилки-измельчителя на процесс измельчения зерновых кормов находятся в пределах 2,33...9,7%, следовательно, полученное выражение применимо для инженерных расчетов при проектировании дробилок-измельчителей зерновых кормов.

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований были обоснованы оптимальные параметры малогабаритной универсальной дробилки-измельчителя кормов ДИК-1. Параметры имеют следующие значения: угол наклона лотка для кукурузных початков к горизонтальной поверхности ( $\beta$ ) -  $37^\circ$ ; длина лотка для кукурузных початков - 250 мм; основание квадратного поперечного сечения лотка - 60 мм; диаметры отверстия решет: для измельчения зерновых кормов и для получения травяной муки - 6 мм; для измельчения стебельных кормов - 18 мм.

Результаты лабораторных исследований по определению угла скольжения и скорости перемещения комбикорма и его компонентов по наклонной стальной поверхности показали, что значение углов скольжения для вышеуказанных кормов находятся в пределах  $27,35...33,3^\circ$ , а значения скорости их перемещения по наклонной стальной поверхности -  $0,73...1,52$  м/с.

С учетом результатов лабораторных исследований, и того, что при работе емкость гравитационного смесителя получает вращательное движение, оптимальное значение угла наклона емкости смесителя ( $\alpha$ ) принято равным  $30^\circ$ .

**Влияние времени смешивания на однородность смеси при приготовлении комбикормов**

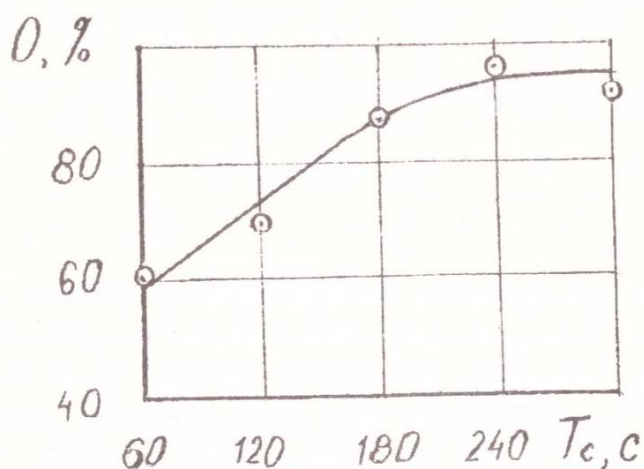


Рисунок 10.

С учетом значения угла  $\alpha$  и известной вместимости емкости смесителя ( $V_c=0,22 \text{ м}^3$ ), по формулам (2.4 и 2.5) определены диаметр и высота емкости гравитационного смесителя ( $D=0,6 \text{ м}$  и  $H_c=0,88 \text{ м}$ ). Кроме того, по формуле (2.6) также было определено минимальное значение частоты вращения емкости смесителя равное  $12,44 \text{ мин}^{-1}$ . Исследования по обоснованию параметров смесителя проводились при частоте вращения емкости  $n=13 \text{ мин}^{-1}$ .

Результаты экспериментальных исследований по определению влияния продолжительности работы смесителя на качество приготовления комбикормов показали, что за 4 минуты работы смесителя однородность смеси достигла 96% (рисунок 10).

В результате экспериментальных исследований была обоснована частота вращения емкости смесителя (рисунок 11), равная  $35-40 \text{ мин}^{-1}$  при которой достигается требуемая однородность смеси, составляющая более 90 %.

#### Влияние частоты вращения емкости смесителя на энергоемкость процесса смешивания и на качество приготовленной смеси

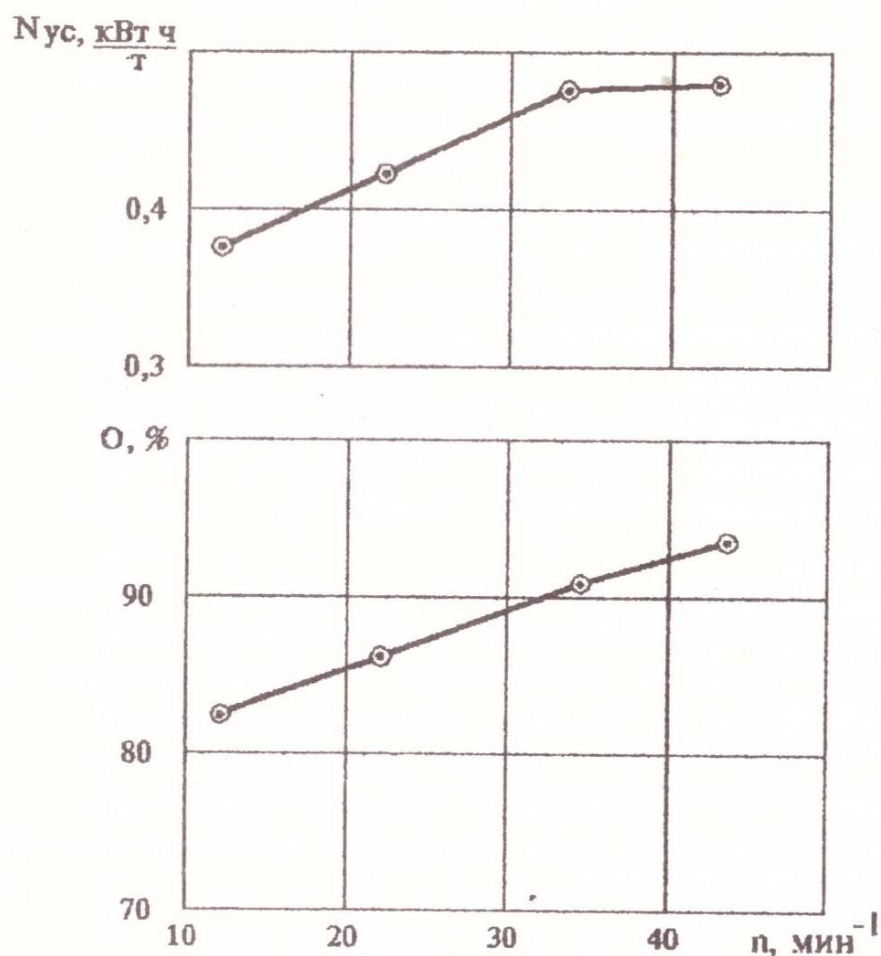


Рисунок 11.

Таким образом, в результате теоретических и экспериментальных исследований были обоснованы оптимальные параметры гравитационного смесителя комбикормов и кормосмесей. Эти параметры имеют следующие значения: объем емкости смесителя – 0,22...0,24 м<sup>3</sup>; диаметр емкости – 600 мм; высота емкости – 880 мм; угол наклона емкости смесителя – 30°; частоты вращения емкости смесителя – 35...40 мин<sup>-1</sup>; продолжительность работы смесителя – 4 мин.

По выбранной технологической схеме на разработанном агрегате было произведено приготовление комбикормов по рецепту К60-1 для дойных коров. Все операции по приготовлению комбикормов осуществлялись одним человеком.

Полный хронометраж работ по приготовлению 60 кг комбикорма по выбранной технологической схеме приведен в таблице 2.

Таблица 2

Затраты времени на приготовление 60 кг комбикорма (рецепт К60-1)

| Наименование операции                     | Обозначение времени в формуле (2.1) | Масса компонента, кг | Время, с |
|---|-------------------------------------|----------------------|----------|
| Загрузка пшеницы в измельчитель           | $t_{зип}$                           | 18                   | 12       |
| Загрузка ячменя в измельчитель            | $t_{зия}$                           | 12                   | 12       |
| Измельчение пшеницы                       | $G_{ип}/Q_{ип}$                     | 18                   | 324      |
| Измельчение ячменя                        | $G_{ия}/Q_{ия}$                     | 12                   | 240      |
| Загрузка в смеситель:<br>пшеницы и ячменя | $\sum_{i=1}^n t_{зис}$              | 30                   | 205      |
| травяной муки                             | $\sum_{i=1}^{n_m} t_{зис}$          | 6                    | 290      |
| жмыха подсолнечникового                   |                                     | 14,4                 | 180      |
| отрубей пшеничных                         |                                     | 9                    | 40       |
| соли поваренной                           |                                     | 0,6                  | 15       |
| Закрытие крышки смесителя                 | $t_{зк}$                            |                      | 15       |
| Смешивание                                | $t_{см}$                            | 60                   | 240      |
| Открытие крышки смесителя                 | $t_{ок}$                            |                      | 15       |
| Выгрузка готовой смеси                    | $t_{вк}$                            | 60                   | 35       |
| Общее время                               | $T_0$                               |                      | 1623     |

Полученные данные использованы при определении производительности агрегата.



Таким образом, в результате теоретических и экспериментальных исследований были обоснованы оптимальные параметры гравитационного смесителя комбикормов и кормосмесей. Эти параметры имеют следующие значения: объем емкости смесителя – 0,22...0,24 м<sup>3</sup>; диаметр емкости – 600 мм; высота емкости – 880 мм; угол наклона емкости смесителя – 30°; частоты вращения емкости смесителя – 35...40 мин<sup>-1</sup>; продолжительность работы смесителя – 4 мин.

По выбранной технологической схеме на разработанном агрегате было произведено приготовление комбикормов по рецепту К60-1 для дойных коров. Все операции по приготовлению комбикормов осуществлялись одним человеком.

Полный хронометраж работ по приготовлению 60 кг комбикорма по выбранной технологической схеме приведен в таблице 2.

Таблица 2

Затраты времени на приготовление 60 кг комбикорма (рецепт К60-1)

| Наименование операции                  | Обозначение времени в формуле (2.1) | Масса компонента, кг | Время, с |
|--|-------------------------------------|----------------------|----------|
| Загрузка пшеницы в измельчитель        | $t_{зип}$                           | 18                   | 12       |
| Загрузка ячменя в измельчитель         | $t_{зия}$                           | 12                   | 12       |
| Измельчение пшеницы                    | $G_{ип}/Q_{ип}$                     | 18                   | 324      |
| Измельчение ячменя                     | $G_{ия}/Q_{ия}$                     | 12                   | 240      |
| Загрузка в смеситель: пшеницы и ячменя | $\sum_{i=1}^n t_{зис}$              | 30                   | 205      |
| травяной муки                          | $\sum_{i=1}^n t_{зис}$              | 6                    | 290      |
| жмыха подсолнечникового                |                                     | 14,4                 | 180      |
| отрубей пшеничных                      |                                     | 9                    | 40       |
| соли поваренной                        |                                     | 0,6                  | 15       |
| Закрытие крышки смесителя              | $t_{зк}$                            |                      | 15       |
| Смешивание                             | $t_{см}$                            | 60                   | 240      |
| Открытие крышки смесителя              | $t_{ок}$                            |                      | 15       |
| Выгрузка готовой смеси                 | $t_{вк}$                            | 60                   | 35       |
| Общее время                            | $T_0$                               |                      | 1623     |

Полученные данные использованы при определении производительности агрегата.

Экспериментальными исследованиями проверена достоверность аналитических выражений (2.8) и (2.11). Сравнение действительных и теоретических значений скорости перемещения частиц в емкости смесителя и потребляемой мощности смесителем на рабочий процесс показывает, что расхождение между ними находится в пределах 8,03...8,92%, т.е. полученные аналитические выражения вполне применимы для инженерных расчетов при проектировании подобных гравитационных смесителей.

Оптимальные значения параметров, полученные в результате теоретических и экспериментальных исследований, реализованы при выпуске опытной партии малогабаритной универсальной дробилки-измельчителя ДИК-1 в количестве 12 шт. и смесителя для приготовления комбикормов и кормосмесей СК-1 в количестве – 4 шт.

Наблюдения за работой дробилки-измельчителя ДИК-1 в условиях личного подсобного хозяйства Мейрманова Г., и в частном предприятии Бирюкова А.А., а также наблюдения за работой гравитационного смесителя СК-1 в условиях крестьянского хозяйства ЗАО «Телкыран» показали надежную работу вышеуказанных машин.

Проведены ведомственные приемочные испытания дробилки-измельчителя кормов ДИК-1 (2000 г.) и гравитационного смесителя кормов СК-1 (2001 г.). По результатам этих испытаний дробилка-измельчитель кормов ДИК-1 и смеситель кормов СК-1 рекомендованы к постановке на производство.

Дробилка-измельчитель кормов ДИК-1 по сравнению с существующим малогабаритным измельчителем ИКУ-Т-4 обеспечивает повышение производительности процесса измельчения грубых кормов в 1,33 раза, зерновых кормов в 1,75 раза и снижение энергоемкости процесса измельчения зерновых кормов в 1,67 раза.

Гравитационный смеситель кормов СК-1 по сравнению со смесителем комбикормов А9-ДСГ-0,1 обеспечивает повышение производительности при смешивании кормов в 1,22 раза и снижение энергоемкости процесса смешивания в 3,57 раза.

Экономические расчеты показывают, что при использовании разработанного агрегата, состоящего из дробилки-измельчителя кормов ДИК-1 и гравитационного смесителя кормов СК-1, на ферме с поголовьем 45 дойных коров обеспечивается годовая прибыль в размере 411985 тенге и разработанный агрегат окупается за 3 месяца.

На конструкции малогабаритной универсальной дробилки-измельчителя и гравитационного смесителя кормов получены предварительные патенты РК №11247 и №11297.

## ВЫВОДЫ

1. В настоящее время нарушено ранее существовавшее централизованное снабжение животноводческих хозяйств комбикормами и кормосмесями, поэтому ставится задача обеспечить хозяйства комбикормами из зерна собственного производства. Суточная потребность комбикормов на одно крестьянское хозяйство равна в среднем 60 кг. Для этих хозяйств обоснована конструктивно-технологическая схема агрегата для приготовления комбикормов и кормовых смесей, состоящего из малогабаритной универсальной дробилки-измельчителя и гравитационного смесителя кормов. Получено аналитическое выражение (2.1) для определения производительности агрегата в условиях его работы в крестьянских и личных подсобных хозяйствах.

2. Обоснованы конструктивно-технологические схемы малогабаритной универсальной дробилки, состоящей из молоткового ротора, камеры дробления, бункера для зерновых кормов, лотков для подачи грубых кормов, корнеплодов, кукурузных початков и гравитационного смесителя без активных рабочих органов, представляющего собой наклонно и жестко установленную емкость, вращающуюся вместе с валом с определенной частотой.

Основные отличия разработанных машин кормоприготовительного агрегата от существующих заключаются в том, что дробилка-измельчитель кормов обеспечивает измельчение всех видов кормов, включая кукурузные початки, а гравитационный смеситель обеспечивает требуемую однородность смесей за счет сил гравитации, перемещающих за один оборот емкости компоненты смеси в двух горизонтальных направлениях вдоль оси емкости и вращательном направлении вокруг вала емкости.

На конструкцию дробилки-измельчителя и смесителя кормов получены предварительные патенты РК №11247 и №11297.

3. Предложены аналитические выражения для определения: потребной мощности на процессы измельчения и смешивания компонентов кормов; частоты вращения емкости смесителя. Теоретические значения мощностей, потребных на измельчение зерновых кормов и смешивание компонентов комбикормов, полученные по формулам (2.3 и 2.11), отличаются от действительных значений менее чем на 10%, что доказывает достоверность полученных аналитических выражений.

4. Получены гистограммы для силы разрушения зерна различных сельскохозяйственных культур и закономерности изменения массы единичного зерна различных кормов и продуктов в зависимости от влажности, а также определены коэффициенты трения кукурузных початков и комбикормов в движении по стальной поверхности, значения скорости перемещения комбикорма и его компонентов по наклонной стальной поверхности, и значение плотности комбикорма т.е. получены основные физико-механические свойства зерна различных сельскохозяйственных культур, комбикорма и его основных компонентов, которые необходимы для практического использования полученных аналитических выражений.

5. Определены оптимальные значения основных параметров малогабаритной универсальной дробилки-измельчителя кормов, обеспечивающей измельчение всех видов стебельных и зерновых кормов, корнеплодов и кукурузных початков, а также приготовление травяной муки: угол наклона лотка для подачи кукурузных початков к горизонтальной поверхности –  $37^\circ$ ; длина лотка для подачи кукурузных початков - 250 мм; сторона квадратного сечения лотка - 60 мм; диаметр отверстий решет для зерновых кормов и травяной муки - 6 мм, для грубых кормов и корнеплодов - 18 мм.

6. Определены оптимальные значения параметров гравитационного смесителя комбикормов и кормовых смесей: вместимость емкости смесителя -  $0,22 \dots 0,24 \text{ м}^3$ ; диаметр емкости - 600 мм; высота емкости - 880 мм; угол наклона емкости -  $30^\circ$ ; частота вращения емкости смесителя -  $35 \dots 40 \text{ мин}^{-1}$ ; время приготовления смеси - 4 мин.

7. Обоснована технология приготовления комбикормов на разработанном агрегате, состоящем из универсальной малогабаритной дробилки-измельчителя кормов и гравитационного смесителя комбикормов в условиях малых крестьянских и личных подсобных хозяйств и предложено аналитическое выражение (2.1) для определения производительности агрегата. Производительность агрегата была равна 133 кг/ч, что вполне обеспечивает суточную потребность в комбикорме малых крестьянских и личных подсобных хозяйств.

8. Проведены ведомственные приемочные испытания малогабаритной универсальной дробилки-измельчителя кормов и гравитационного смесителя кормов.

Производительность дробилки за час основного времени на: пшенице - 166, ячмене - 130; зерне кукурузы - 130; картофеле - 135, початках кукурузы - 339, грубых кормах -  $32 \dots 41 \text{ кг/ч}$ . Качество измельченных кормов соответствует зоотехническим требованиям.

Производительность смесителя была равна 0,9 т/ч, а однородность смеси составила  $90 \dots 95\%$ , что соответствует зоотехническим требованиям.

По результатам ведомственных приёмочных испытаний дробилка-измельчитель и гравитационный смеситель кормов рекомендованы к постановке на производство.

9. Анализ технико-экономических результатов показывает, что разработанный агрегат превосходит по всем показателям сравниваемый агрегат для приготовления комбикормов, состоящий из универсального измельчителя кормов ИКУ-Т-4 и смесителя кормов А9-ДСГ-0,1, при этом дробилка-измельчитель кормов обеспечивает высокопроизводительное измельчение кукурузных початков и снижение энергоёмкости процесса измельчения зерновых кормов в 1,67 раза, а гравитационный смеситель обеспечивает сокращение продолжительности смешивания в 1,5 раза и снижение потребляемой мощности в 2,9 раза. При использовании разработанного комбикормового агрегата на ферме с поголовьем 45 дойных коров, обеспечивается годовая прибыль в размере 411985 тенге и агрегат окупается за 3 месяца.

### Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Абилжанулы Т., Алексеек А.А., Абилжанов Д. Т. Приготовление комбикормов в условиях малых ферм и крестьянских хозяйств // Казахский государственный аграрный университет / Исследования, результаты. Научный журнал, выпускаемый ежеквартально. – Алматы, 2000. №5. - С.166-169.
2. Абилжанулы Т., Абилжанов Д. Т. Теоретическое определение частоты вращения емкости смесителя комбикормов // Проблемы стабилизации и развития сельского хозяйства Казахстана, Сибири и Монголии / Материалы междунар. науч.-практ. конф. - Алматы: РНН «Бастау», 2000. Книга 2. - С.292-293.
3. Абилжанов Д.Т. Некоторые физико-механические свойства комбикорма и его основных компонентов // Жаршы. – 2001. №4. - С.52-55 (на казахском языке).
4. Абилжанулы Т., Голиков В.А., Алексеек А.А., Абилжанов Д.Т. Малогабаритный измельчитель кормов для скота. Предварительный патент №11247, зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РК 25.12.2001 г., 15.03.2002 г., бюл. №3.
5. Абилжанулы Т., Голиков В.А., Алексеек А.А., Абилжанов Д.Т. Смеситель кормов для скота. Предварительный патент №11297, зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РК 25.12.2001 г., 15.03.2002 г., бюл. №3.
6. Абилжанулы Т., Абдрахманов А.В., Абилжанов Д. Т. Установка для плющения зерен культурных растений // Жаршы. – 2001. №6. - С.54-56 (на казахском языке).
7. Абилжанулы Т., Абилжанов Д. Т. Определение потребной мощности на привод дробилки-измельчителя зерновых кормов // Казахский аграрный университет им. С. Сейфуллина / Вестник науки, том III – Астана, 2002. №4. - С.90-95
8. Абилжанов Д.Т. Определение производительности агрегата для приготовления кормовых смесей применительно к условиям малых ферм // Проблемы научного обеспечения сельского хозяйства Республики Казахстан, Сибири и Монголии / Материалы 4-й Международной научно-практической конференции г. Улан-Батор, 9-10 июля 2001 г. Алматы, «Бастау», 2001. - С. 341-344.
9. Абилжанов Д.Т. Обоснование технологической схемы и некоторых параметров гравитационного смесителя кормов // Алматинский технологический университет. 3-я международная научно-практическая конференция. «Пищевая промышленность на рубеже веков: состояние, проблемы и перспективы» / Материалы конференции, 25-27 сентября. – Алматы, 2001. - С.74-75.
10. Абилжанулы Т., Алексеек А.А., Абилжанов Д. Т. Организация производства и выпуск опытной партии малогабаритной универсальной дробилки-измельчителя всех видов стебельных, зерновых кормов, корнеплодов и кукурузных початков // Новости науки Казахстана. – 2001. №4. - С.94-97.



## ТҮЙІН

Әбілжанов Данияр Токтарович

### ШАРУА ҚОЖАЛЫҚТАРЫНДА ЖӘНЕ ЖЕКЕ ШАРУАШЫЛЫҚТАРДА АЗЫҚ ДАЙЫНДАУҒА АРНАЛҒАН АГРЕГАТТЫ НЕГІЗДЕП ЖАСАУ

05.20.01 – Ауылшаруашылығын механикаландыру жабдықтары және технологиялары

Бұл қорғалымда кішігірім шаруа қожалықтарында және жеке шаруашылықтарда құнарлы құрама жем дайындауға арналған агрегат жасау барысында жүргізілген теориялық және тәжірибелік зерттеулер келтірілген.

Құнарлы құрама жем дайындауға арналған агрегат кішігірім әмбебап уатқыш-ұсақтағыштан және гравитациялық жем араластырғыштан тұрады.

Кішігірім әмбебап уатқыш-ұсақтағыш сабақты және дәнді азықтың барлық түрін, тамыржемісті және жүгері собығын ұсақтау мүмкіншілігі бар. Бұл жұмыстың барысында жасалған уатқыш-ұсақтағышты, белгілі ұсақтағыштармен салыстырғанда, өнімділігі шөпті ұсақтағанда 1,33 есе, ал дәнді уатқанда 1,75 есе жоғары. Сонымен қатар, бұл әмбебап уатқыш-ұсақтағыштың ерекшелігі оның жүгері собығын уата алатындығы.

Бұл жұмыстың барысында жасалған гравитациялық араластырғыштың белгілі араластырғыштармен салыстырғандағы ерекшелігі, онда араластыру процесі белгілі араластырғыштағы сияқты бұранда немесе қалакпен жүргізілмейді. Мұнда араластыру процесі ауырлық күшінің әсерімен жүргізіледі. Сондықтан бұл гравитациялық араластырғышта араластыру уақыты 1,5 есе және араластыру процесіне жұмсалатын қуат 2,9 есе кеміген.

Осындай кішігірім әмбебап уатқыш-ұсақтағыштан және гравитациялық араластырғыштан тұратын құнарлы құрама жем дайындайтын агрегатты 45 сауын сиыры бар шаруа қожалығында пайдаланғанда, осы қожалықтың жылдық пайдасы 411985 тенге болады, ал осы агрегаттың құны 3 айда өтеледі.

## THE RESUME

Daniyar Abilzhanov

### JUSTIFICATION OF PARAMETERS AND AGGREGATION DEVELOPMENT FOR FORAGE AND FEEDING MIXTURES PREPARATION UNDER THE CONDITIONS OF COLLECTIVE AND INDIVIDUAL FARMS

05.20.01 – Technologies and Means of Mechanization of and Agriculture

The given dissertation work is on development of an aggregate for preparation composite forages and forage mixtures in conditions of country and personal part-time farms.

In an outcome conducted theoretical and experimental researches the aggregate for preparation composite forages and forage mixtures, consisting from small-sized universal crushers of all kinds stalk and grain forages, root fruits both corn ears and gravitational mixer of forages is developed.

The Created forage grinder, in compare with the available smallsize grinder, provides productivity raising up to 1,33 times for course fodders and to 1,75 times for grain. It also grates cops.

The gravital mixer, in compare with others, bulbils mixing without active working tools but by gravitation borce. So, it shortens the mixing duration up to 1,5 times and decreases the required power to 2,9 times.

Using of an aggregate on a farm for 45 cows the annual profit at a rate 411985 tenges is ensured and the developed aggregate pays off for 3 months.

---

Сдано в набор 11.11.02 г. Подписано в печать 12.11.02 г.

Формат 60x84 1/16. Бумага офсет.

Объем усл. 1,8 п.л. Тираж 100 экз. Заказ №1214

---

Отпечатано в издательском отделе АТУ

Адрес г. Алматы, ул. Толе би, 100