

Автореферат
0-83

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М.В. Ломоносова

НА
На правах рукописи

ОТМАН И БУБАКЕР

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ СТЕРЖНЕЙ КУКУРУЗЫ В ДИСКОВОЙ
МАШИНЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМОВ

Специальность 05.13.12 - процессы, машины и агрегаты
пищевой промышленности

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса - 1990

Работа выполнена в Одесском технологическом институте
пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова.

Научный руководитель – кандидат технических наук,
доцент И.Р.ДУДАРЕВ

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор Н.В.ОСТАПЧУК;
кандидат технических наук,
доцент К.И.ШМАТ

Ведущая организация – Кулиндоровский комбинат
хлебопродуктов

Защита состоится "14" 12 1990 г. в 13 часов
на заседании специализированного совета К 068.35.02 при Одесском
технологическом институте пищевой промышленности им. М.В.Ломоно-
сова, 270039, г.Одесса, ул. Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского
технологического института пищевой промышленности им. М.В.Ломо-
носова.

Автореферат разослан "06" 11 1990 г.

Ученый секретарь

спе
дон

И.И.Шауленко

19.06.12
Измельчение стержней



v016843

ОПЛАТ 02.07.10

Актуальность работы. Для повышения продуктивности животноводства путем создания надежной кормовой базы на принципе ресурсосберегающей технологии предусматривается осуществление комплекса технологических, технических и организационных мероприятий для увеличения производства грубых, сочных кормов и фуражного зерна. Успешное выполнение этой задачи становится возможным, в основном, за счет расширения посевов кукурузы, которая по урожайности биологической массы и зерна, универсальности использования и питательности превосходит почти все зернофуражные культуры и занимает ведущее место в мире в рационах кормления животных.

За тридцатилетний период площадь под этой культурой в мире возросла на 134,4%, а производство кукурузного зерна – на 264%, эта тенденция сохраняется и в настоящее время. Так площадь ее посева в 1984 году составила в СССР 3919 тыс.га, а в странах Африканского континента – 19368 тыс. га, что составляет 15% от мировых площадей посева кукурузы.

Однако потенциальные возможности этой ценной культуры, убираемой преимущественно на зеленый силос и зерно, используются далеко не полностью. Одним из направлений решения задачи является более широкое и рациональное применение для кормовых целей стержней кукурузы, составляющих около 20% ее урожая и обладающих определенной питательной ценностью, которые при традиционных способах заготовки кормов практически не используются и идут в отходы.

В связи с тем, что стержни кукурузы обладают специфическими физико-механическими свойствами, которые недостаточно изучены, и в настоящее время не определены эффективные способы и средства измельчения, обеспечивающие получение крупки из стержней требуемого гранулометрического состава, отвечающего зоотехническим требованиям, решению задач совершенствования процесса их измельчения на основе применения нового оборудования, удовлетворяющего принципам безотходной технологии, приобретает народнохозяйственную значимость и является актуальным.

Целью работы является обоснование процесса и режимов двухступенчатого измельчения стержней кукурузы в дисковых машинах для получения крупки требуемого гранулометрического состава и использования ее при производстве кормов.

Задачи работы:
аналитическое обоснование геометрических параметров рабочих органов

дискового измельчителя;
 получение расчетных выражений для производительности и мощности дисковой машины;
 составление методик исследования и обработки экспериментальных данных;
 разработка и изготовление лабораторных установок и приборов для комплексного исследования процессов дробления и измельчения стержней кукурузы;
 определение основных количественно-качественных характеристик исходных стержней и продуктов измельчения;
 выбор рациональных режимов дробления и измельчения стержней кукурузы в зубчатой дробилке и дисковой машине;
 определение гранулометрического состава дробленых и измельченных стержней кукурузы;
 определение фрикционных, деформативных и аэромеханических свойств продуктов измельчения стержней;
 выбор параметров для проектирования опытно-промышленного образца дискового измельчителя;
 определение ожидаемой экономической эффективности от использования измельченных в дисковой машине стержней кукурузы при производстве кормов.

Научная новизна работы. Получено аналитическое выражение, связывающее основные геометрические параметры дискового измельчителя с учетом фрикционных свойств обрабатываемого материала.

Обоснованы принцип действия, конструкция и геометрические параметры машин для измельчения стержней кукурузы, соответствующие их гранулометрическому составу и физико-механическим свойствам.

Получены расчетные выражения для определения производительности и мощности дискового измельчителя.

Установлены закономерности двухступенчатого процесса измельчения стержней кукурузы в дисковых машинах.

Практическая ценность работы. Получены исходные данные для разработки опытно-промышленных образцов машин для грубого дробления и тонкого измельчения стержней кукурузы.

Даны рекомендации по режимам процесса измельчения в разработанных машинах.

Апробация работы. Основные положения работы доложены на областной межвузовской научно-практической конференции "Социально-экономические и научно-технические проблемы агропромышленного комплекса", Одесса, 1989 г., отчетных научно-технических конференциях профессорско-

ко-преподавательского состава и научных сотрудников ОТИП им.М.В.Ломоносова, Одесса, 1989, 1990 гг.

На защиту выносятся следующие научные положения:

аналитическое выражение для выбора рационального сочетания геометрических параметров дискового измельчителя;

экспериментально обоснованные результаты измельчения стержней кукурузы в дисковых машинах.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов и рекомендаций, списка литературы и приложений.

Работа изложена на 58 страницах машинописного текста; содержит 42 рисунка, 12 таблиц и 7 приложений. Список литературы включает 152 наименования, в том числе 13 иностранных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе содержится анализ литературных данных выполненных исследований строения, химического состава и питательной ценности компонентов растения кукурузы, использования стержней кукурузы при производстве кормов, обзор конструкций и анализ эффективности машин для измельчения стержней, зерно-стержневой смеси и початков.

Установлена целесообразность использования стержней, обладающих питательной ценностью, в кормопроизводстве при условии их предварительного измельчения до требуемого гранулометрического состава, характеризуемого при откорме крупного рогатого скота наличием в смеси частиц размером 1...5 мм с содержанием не менее 70% фракции размером до 4 мм.

На основании анализа конструкций машин, в основном молотковых дробилок, применяемых в настоящее время для измельчения початков и зерно-стержневой смеси влажностью 30...45% определено, что для стержней кукурузы, имеющих незначительную влажность в пределах 8...20% и повышенную прочность, их использование нецелесообразно из-за высокой энергоемкости и недостаточной эффективности процесса, в связи с чем обоснована необходимость разработки новой конструкции измельчителя.

Для реализации процесса измельчения стержней оптимальными энергос затратами и требуемой эффективностью предложена двухступенчатая схема, включающая предварительное их грубое дробление в зубчатой дробилке и последующее тонкое измельчение в дисковой машине, конструкция рабочих органов которой, представляющих собой вращающийся и неподвижный диски с рифленой поверхностью, обеспечивала бы принцип действия, основанный на преобладающей использовании деформации смеси при одновременном растяжении и сжатии измельчаемого материала.

Во второй главе приведены функциональная и параметрическая схемы процесса измельчения стержней в зубчатой дробилке и дисковой машине с указанием управляющих и возмущающих параметров, определяющих его эффективность, для оценки которой применялись показатели среднего размера частиц, удельного расхода энергии $N_{уд}$, коэффициенты линейного K' и поверхностного K'' измельчения, рассчитываемые для I и II ступени процесса по выражениям

$$K'_A = \frac{L_{св}}{l_{ксв}} ; K''_A = \frac{L_{св} D_{св} (l_{ксв} + 0,5 d_{ксв})}{d_{ксв} l_{ксв} (L_{св} + 0,5 D_{св})} ; \quad (1)$$

$$K'_H = \frac{l_{ксв}}{d_{ксв}} ; K''_H = \frac{1,5 d_{ксв} l_{ксв}}{d_{ксв} (l_{ксв} + 0,5 d_{ксв})} ; \quad (2)$$

где $L_{св}$, $l_{ксв}$ и $D_{св}$, $d_{ксв}$ — средневзвешенные длины и диаметры соответственно исходных и дробленых стержней; $d_{ксв}$ — средневзвешенный диаметр частиц измельченных стержней (крупки).

В результате предварительных экспериментальных исследований и анализа геометрии рифлей рабочих органов дискового измельчителя определено, что для достижения требуемой степени измельчения стержней следует принять следующие их геометрические параметры: высота и ширина соответственно 5 и 7 мм, площадь в верхней части $S_3 = 4 \text{ мм}^2$, углы острия $\eta = 45^\circ$ и среза $\eta_c = 30^\circ$.

На основании анализа сил, действующих на частицу в клиновидном рабочем зазоре дисковой машины (рис.1), было составлено уравнение динамического равновесия, решение которого при условии обеспечения движения частицы к выходному зазору позволило получить аналитическое выражение, устанавливающее взаимосвязь между основными геометрическими параметрами рабочих органов и позволяющее выбрать их рациональное сочетание с учетом фрикционных свойств обрабатываемого материала.

$$\alpha > \arctg \left(\frac{\mu}{1 - \lg \lg \frac{\theta}{2}} \right), \quad (3)$$

где α — угол наклона рифлей относительно образующей конуса диска; θ — угол захвата, зависящий от соотношения величин входного $\delta_{вх}$ и выпускного δ_3 зазоров машины; μ — коэффициент внешнего трения.

Получены расчетные выражения для производительности Q , кг/ч и мощности N , кВт дискового измельчителя при изменяемых конструктивных, геометрических, кинематических параметрах и физико-механических свойствах измельчаемого продукта, которые имеют вид

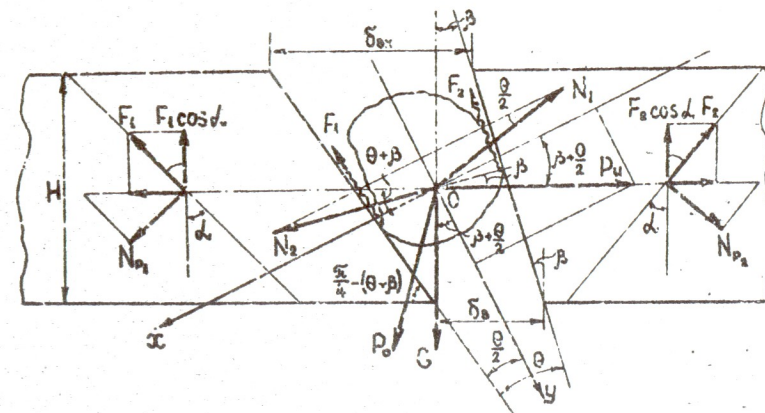


Рис. 1. Расчетная схема к выбору геометрических параметров рабочих органов дискового измельчителя

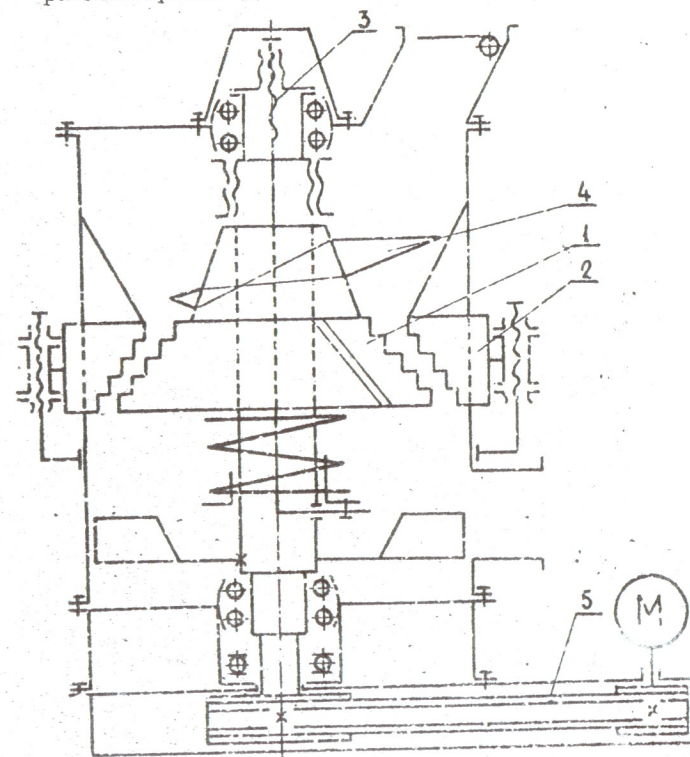


Рис. 2. Конструктивно-кинематическая схема дискового измельчителя стержней кукурузы

$$Q = 592 \bar{D}_z n g_{\Sigma}^{\alpha} (\bar{D}_z \delta_0 \cos \beta K_1 + \frac{\bar{D}_z}{t_k} S_{\Sigma} K_2) K_3 \cos(\frac{\beta}{2} - \alpha) \sin \alpha; \quad (4)$$

$$N = (Q g L_{\Sigma} K_4 + \mu_{\Sigma} W (M w^2 \bar{R}_{\Sigma}^2 + \pi \bar{D}_n L_{\Sigma} E \bar{\epsilon})) \cdot 10^{-3}, \quad (5)$$

где $\bar{D}_z$, $\bar{D}_n$, $\bar{D}_k$, $\bar{D}_0$ — средние диаметры соответственно рабочей зоны, выпускной щели, сечения выпускной канавки и подвижного диска; n и W — число оборотов и угловая скорость подвижного диска; S_{Σ} и t_k — площадь сечения канавок и их окружной шаг; β — угол между биссектрисой угла захвата и нормалью к основанию дисков; g_{Σ}^{α} и μ_{Σ} — насыпная плотность и коэффициент внешнего трения дробленых стержней; K_1 , K_2 , K_3 — коэффициенты заполнения выходной щели, канавки и разрыхления материала на выходе; L_{Σ} , t_{Σ} , $\bar{R}_{\Sigma}$ — длина, шаг и средний радиус шнекового питающего устройства машины; M — масса продукта, находящегося в клиновидном кольцевом зазоре рабочей зоны; L_n — длина зоны измельчения в направлении биссектрисы угла захвата; E и $\bar{\epsilon}$ — модуль упругости и относительная деформация измельчаемого материала; K_4 — коэффициент сопротивления движению материала.

В третьей главе приведены программа исследований, составленная в соответствии с задачами работы; описание экспериментальных установок: зубчатой дробилки для предварительного дробления стержней, дискового измельчителя и приборов для оценки физико-механических свойств стержней и крупки; методики исследования, статистического анализа, планирования и обработки опытных данных.

Объектом исследования были выбраны подвергнувшиеся хранению стержни кукурузных початков, обмолоченных в комбайне.

Конструкция ломача для дробления стержней, включающая два зубчатых диска, вращающихся навстречу друг другу с различными угловыми скоростями, геометрические параметры которых выбирались с учетом линейных размеров исходных стержней; механизм регулирования междискового зазора и приводное устройство, обеспечивала степень линейного измельчения в пределах 3...5 для повышения эффективности последующего их тонкого измельчения до крупки требуемого гранулометрического состава в дисковой машине (рис.2), рабочими органами которой были подвижный 1 и неподвижный 2 усеченные конические диски с различной конусностью и рифленой поверхностью. Конструкция дискового измельчителя включала также механизм регулирования 3 рабочего зазора, питающий бункер 4 и приводное устройство 5, а конусность дисков выбиралась так, чтобы входной зазор $\delta_{вх}$ был больше выходного $\delta_{в}$.

При анализе гранулометрического состава исходных стержней и продуктов измельчения проводили измерение их размеров и ситовую

классификацию с определением статистических характеристик, включающих среднее значение, медиану Me , моду Mo , размах варьирования R , дисперсию S^2 , среднее квадратическое отклонение S и коэффициент вариации V . Дисперсный состав анализируемых продуктов представляли в виде гистограмм, полигонов, кумулятивных кривых абсолютных и средневзвешенных размеров. Приближенную оценку соответствия эмпирических распределений нормальному закону осуществляли по показателям степени косоности α и степени крутости E .

Статистический анализ экспериментальных данных предусматривал определение грубых ошибок, закона распределения и доверительного интервала измеряемой величины, а также необходимого числа повторностей опытов.

Математическая модель исследуемого процесса получали на основе реализации усеченного многофакторного плана с обработкой результатов эксперимента методом интерполяции и представлением функций отклика в виде полиномов второй степени при условии независимости характера монотонности частных производных по переменным каждого фактора. Проверку соответствия моделей экспериментальным данным проводили по F — критерию. Оп. малые значения функций отклика определяли точкой, координаты которой принимали экстремальные значения в соответствии со знаками и значениями частных производных.

Для установления соответствия экспериментальных и расчетных значений функций при их аппроксимации определяли относительную среднеквадратическую погрешность, величина которой не должна была превышать 10%.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований процессов дробления и измельчения стержней в разработанных машинах и физико-механических свойств исходных стержней и продуктов их измельчения, оцениваемых гранулометрическим составом, прочностными, физическими, деформативными и агрохимическими характеристиками.

При оценке качества исходного сырья определяли показатели химического состава, питательной ценности и перевариваемости входящих в них веществ, гранулометрический состав и пределы прочности на срыв и сжатие при влажности стержней, изменяемой в пределах $W = (8...10) \pm 0,01$, что соответствует их равновесной W при относительной влажности воздуха 40...60%.

При оценке качества исходного сырья определяли показатели химического состава, питательной ценности и перевариваемости входящих в них веществ, гранулометрический состав и пределы прочности на срыв и сжатие при влажности стержней, изменяемой в пределах $W = (8...10) \pm 0,01$, что соответствует их равновесной W при относительной влажности воздуха 40...60%.

Установлено, что по основному показателю питательности кормовой единицы стержни кукурузы, содержащие 36,4 корм. ед. на 100 г

В результате реализации матрицы планирования и обработки данных на ЭВМ получены следующие эмпирические выражения

$$d_{чс} = 5,42 \cdot 10^{-2} W^2 - 1,392 W + 1,76 \cdot 10^{-3} L^2 - 0,17 L + 1,25 \cdot 10^{-2} \delta_0^2 + 0,445 \delta_0 + 4 \cdot 10^{-6} n^2 - 8,2 \cdot 10^{-3} n + 17,55; \quad (8)$$

$$N_{из} = -6,94 \cdot 10^{-3} W^2 + 0,219 W - 4,8 \cdot 10^{-6} L^2 + 4,72 \cdot 10^{-2} L - 1,25 \cdot 10^{-2} \delta_0^2 - 7 \cdot 10^{-2} \delta_0 - 5,6 \cdot 10^{-6} n^2 + 1,02 \cdot 10^{-2} n - 4,65; \quad (9)$$

$$Q = -1,417 W^2 + 42,333 W - 0,128 L^2 + 12,48 L + 1,844 \delta_0^2 + 19,89 \delta_0 + 7,2 \cdot 10^{-5} n^2 + 0,17 n + 208,63. \quad (10)$$

Проверка адекватности полученных математических моделей по F-критерию показала, что они адекватно описывают экспериментальные данные в исследуемом диапазоне изменения входных параметров.

Для принятого интервала варьирования нормируемых переменных $[-1 \dots 0 \dots +1]$ были составлены эмпирические выражения для определения долевого влияния входных факторов на выходные показатели, анализ которых позволил установить, что наибольшее влияние на $d_{чс}$, $N_{из}$, Q оказывает величина δ_0 и затем в порядке убывающей значимости: на показатель $d_{чс}$ - W , L , n ; на $N_{из}$ - n , W , L ; на Q - n , L , W (рис.2).

Анализ выражений (8...10) в частных производных позволил получить экстремальные значения управляющих параметров по каждому из показателей и рекомендовать рациональный режим процесса измельчения дробленых стержней в дисковом измельчителе с учетом достижения требуемой эффективности при экономном расходе энергии, который характеризуется значениями $W = 14\%$, $L = 45^\circ$, $\delta_0 = 2$ мм, $n = 7,50$ об/мин. Подстановкой рекомендованных значений в выражения (8...10) получены значения выходных функций $d_{чс} = 1,7$ мм, $Q = 1,40$ кг/ч, $N_{из} = 2,6$ кВт.

В результате анализа гранулометрического состава смеси продукта измельчения, полученных при выбранном режиме в дисковой машине, установлено, что средневзвешенный диаметр измельченных частиц составляет 2,64 мм, при этом 50% крупнок имели размеры менее 2,5 мм, а 99% - менее 5 мм (рис.4), что удовлетворяет зоотехническим требованиям к кормам для крупного рогатого скота.

Используя полученные данные, по выражениям (4) были рассчитаны значения показателей эффективности измельчения дробленых стержней, которые составили $K_{из}^I = 9,0$ и $K_{из}^{II} = 0,3$. По отношению к размерам исход-

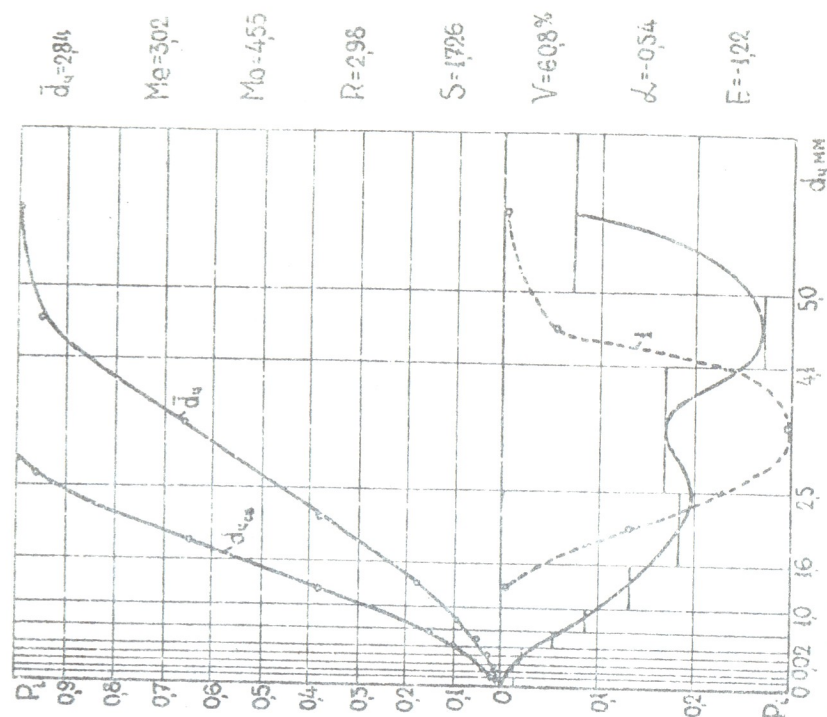


Рис. 4. Зависимость характеристик крупок из стержней от параметров W , L , n , δ_0 - теоретическое нормальное распределение

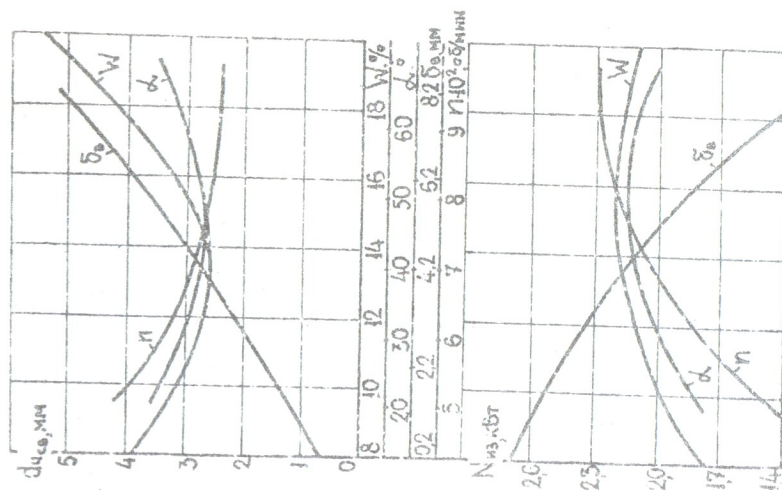


Рис. 5. Зависимость показателей $d_{чс}$ и $N_{из}$ от входных параметров W , L , n , δ_0

ных стержней значения коэффициентов были соответственно $K' = 48,2$ и $K'' = 52,3$ что характеризует достаточно высокую степень линейного и поверхностного измельчения исследуемого продукта.

Таким образом, применение двухступенчатой схемы процесса измельчения стержней с использованием разработанных конструкций машин позволило получить крупку требуемого гранулометрического состава при незначительных суммарных энергозатратах в пределах 5 кВт.ч/т.

Для проверки адекватности реальному процессу аналитических выражений (4,5) при выбранных и экспериментально обоснованных исходных данных были выполнены расчеты, в результате которых получены значения $Q = 1150$ кг/ч и $N = 5,5$ кВт, свидетельствующие о достаточно хорошей сходимости теоретических и опытных данных.

В соответствии с программой исследований, для дробленых стержней и крупки установлены закономерности изменения углов естественного откоса $\alpha_{\text{н}}$ и внешнего трения $\psi_{\text{н}}$, коэффициентов сопротивления внутреннему $f_{\text{н}}$ и внешнему $\mu_{\text{н}}$ сдвигу от влажности $W = 8...20\%$, нормальной нагрузки $P = 0,5...3,0$ кПа и рекомендованы для практических целей следующие значения: $\alpha_{\text{н}} = 35...37^\circ$, $\alpha_{\text{н}} = 45^\circ$, $\psi_{\text{н}} = 30...38^\circ$, $\psi_{\text{н}} = 35...41^\circ$, $f_{\text{н}} = 0,7...0,8$, $f_{\text{н}} = 0,5...0,6$, $\mu_{\text{н}} = 0,35...0,38$, $\mu_{\text{н}} = 0,40...0,50$.

Деформативные свойства крупки из стержней кукурузы, характеризующие модулем упругости E , коэффициентами Пуассона μ и бисекторного давления ξ , исследовали на приборе трехосного сжатия при изменяемой влажности W и напряжении σ . Установлено, что при $W = 14\%$ и возрастании σ от 34 до 46 кПа значения E и ξ изменялись в пределах соответственно 167...215 кПа и 0,37...0,419. При этом установлена взаимозависимость коэффициентов μ и ξ , которая определена эмпирическим выражением

$$\mu = 0,43\xi.$$

(II)

В результате исследования аэромеханических свойств частиц крупки из стержней кукурузы, характеризующих скоростью витания U_s и коэффициентами уноса отдельных фракций смеси продуктов измельчения, рекомендовано значение U_s в пределах 3,0...3,5 м/с при вертикальном пневмотранспорте и 4,4...5,1 м/с - при горизонтальном.

Ожидаемая экономическая эффективность от использования при производстве кормов измельченных в дисковых машинах стержней кукурузы с учетом энергозатрат составит 34 тыс.руб. при откорме до 400 кг

стада 2000 бычков I стадии исходной массой 160 кг полнораціонной кормосмесью № 17 с заменой 10% ячменной соломой, входящей в ее состав, на измельченные до частиц размеров 1...5 мм стержни кукурузы.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Обобщением результатов выполненных научно-исследовательских работ по строению, химическому составу и питательной ценности стержней кукурузы доказана целесообразность их использования при производстве кормов.

2. Установлено, что для эффективного скармливания стержней в составе кормосмесей для крупного рогатого скота основным условием является их предварительное измельчение до частиц размером 1...5 мм с содержанием фракции частиц до 4 мм не менее 70%.

3. Определено, что для измельчения стержней кукурузы необходимой является разработка новой нематаллоемкой конструкции машины, принцип действия и рабочие органы которой обеспечивали бы достижение требуемого гранулометрического состава измельченной смеси при рациональном расходе энергии на процесс.

4. Установлено, что для эффективного измельчения стержней целесообразным является применение двухступенчатой схемы процесса, заключающейся в предварительном их грубом дроблении в зубчатой дробилке и последующее тонкое измельчение в дисковой машине, рабочими органами которой являются подвижный и неподвижный искусные диски с рифленой поверхностью.

5. Получено аналитическое выражение, устанавливающее взаимосвязь между основными геометрическими параметрами рабочих органов дискового измельчителя с учетом фрикционных свойств обрабатываемого продукта и определены геометрические параметры рифлей вращающегося диска для достижения размеров измельченных частиц в пределах 1...5 мм.

6. Определены основные количественно-качественные характеристики исходных стержней кукурузы: химический состав, питательная ценность и перевариваемость входящих в них веществ; гранулометрический состав, характеризующий длиной, диаметром соответственно 136,9 ± 46 мкм, 16,34...27,94 мкм и насыпной плотностью, равной 190 кг/м³; пределы прочности на срезе и сжатие при влажности стержней, варьируемой в пределах $(8...20) \pm 0,5\%$.

7. Установлены рациональные значения параметров помача для грубого дробления стержней кукурузы, характеризующие зазор между дисками $\delta = 10...13$ мм, угловой скоростью медленновращающегося диска $\omega_m = 50$ с⁻¹ и выполнен анализ гранулометрического состава смеси

продуктов дробления, полученной при незначительных энергозатратах на процесс в пределах 2,2...2,5 кВт.

8. Определен рациональный режим тонкого измельчения стержней в дисковой машине, характеризующийся влажностью исходного продукта

$W = 1\%$, величиной выпускного зазора $\delta_s = 2$ мм, углом наклона rifлей подвижного диска $\alpha = 45^\circ$ и числом его оборотов $n = 750$ об/мин, при котором достигается требуемый гранулометрический состав смеси продуктов измельчения, а расход энергии не превышает 2,6 кВт.

9. Доказана рациональность применения двухступенчатой схемы процесса измельчения стержней кукурузы с использованием разработанных конструкций машин, при реализации которого суммарные удельные энергозатраты не превышают 5 кВт · ч/т, а смесь продуктов измельчения содержит 80% частиц размером менее 2,5 мм и 90% менее 5 мм, что соответствует зоотехническим требованиям, предъявляемым к кормам для крупного рогатого скота.

10. Исследованы закономерности изменения фрикционных, деформативных и аэромеханических свойств продуктов измельчения стержней кукурузы и даны рекомендации по выбору их значений для практических расчетов.

11. Получены исходные данные для проектирования опытно-промышленных образцов машин для грубого дробления и тонкого измельчения стержней кукурузы.

12. Ожидаемая экономическая эффективность от использования при производстве кормов измельченных в разработанных машинах стержней кукурузы составит 34 тыс.руб. при откорме до 400 кг стада 2000 бычков I стадии исходной массой 160 кг.

Список работ, опубликованных по теме диссертации:

1. Измельчитель стержней кукурузных початков /В.Отмани, Г.А.Глобенко, И.В.Настагунин и др./Инф.листок о передовом произв.технич. опыте/ Одесск.ЦНТИ, Сер.:Перераб. и хранение пищ.прод.-1989. -Вып.4.-С. 1...4.

2. Настагунин И.В., Отмани Б. Определение конструктивных и технологических параметров измельчения стержней кукурузы//Тезисы докл. областной межвузов.науч.-практ.конф. "Социально-экономические и научно-технические проблемы агропромышленного комплекса". -Одесса -1989.-С.180.

К. 01.46843