

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств

В.Г. Коротков, Е.В. Ганин, Д.С. Кобылкин

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ СЫРЬЯ НА РАБОТУ
ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ ПИЩЕВЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ МАЛЫХ
ПРОИЗВОДСТВ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2007

УДК 621.926 (076.5)
ББК 30.605 я73
К 68

Рецензент

доктор технических наук, профессор В.Ю. Полищук

К 68 **Коротков В.Г.,**
Изучение влияния технологических параметров сырья на
работу измельчителей пищевых предприятий малых
производств [Текст]: методические указания к
выполнению лабораторной работы /В.Г. Коротков, Е.В.
Ганин, Д.С. Кобылкин.- Оренбург: ГОУ ОГУ, 2007.-22 с.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Технологическое оборудование малых и традиционных предприятий» специальности 260602 «Пищевая инженерия» и предназначены для получения навыков при исследовании технологических параметров сырья при измельчении на роторных дробилках.

ББК 30.605 я73

©Коротков В.Г.,2007
Ганин Е.В.,
Кобылкин Д.С.,
©ИПК ГОУ ОГУ, 2007

Содержание

Введение.....	4
1 Цель работы.....	5
2 Необходимые приборы и принадлежности.....	5
3 Общие положения.....	5
3.1 Подготовка к работе.....	12
3.2 Порядок работы на измельчителе.....	12
3.3 Меры предосторожности при работе с измельчителем.....	13
3.4 Определение параметров эффекта процесса измельчения.....	14
3.5 Определение показателей, характеризующих зерно как исходный материал для измельчения.....	15
3.6 Определение гранулометрического состава продуктов измельчения.....	16
4 Порядок выполнения работы и ее оформление.....	19
5. Анализ результатов измерений и выводы.....	20
6 Необходимые знания для защиты лабораторной работы.....	20
7 Вопросы для самоконтроля знаний к лабораторной работе.....	21
Список использованных источников.....	22

ВВЕДЕНИЕ

На комбикормовых заводах, малых фермерских хозяйствах, кормоцехах, личных подсобных хозяйствах получают один из самых основных продуктов питания животных – комбикорм. Комбикорм – это смесь измельченных до необходимой крупности кормовых продуктов, составленная по научно обоснованным рецептам и правильно сбалансированная по содержанию питательных, минеральных веществ, витаминов и т.п.

Корм перед употреблением нужно предварительно измельчить. Измельчение приводит к лучшей перевариваемости и более полному усвоению энергии корма. За счет измельчения зерна продуктивность животных повышается на 10-15 %. Измельченный корм легче дозируется, равномернее смешивается, обладает сыпучестью.

Основой комбикормов является зерновое сырье. Общее количество зерна в составе комбикорма достигает 65-70 %. Измельчение сырья комбикормов необходимо производить до крупности частиц, которая рекомендуется для данного комбикорма с учетом вида, назначения и возрастной группы животных. Качество комбикормов и кормовых смесей для взрослых жвачных животных должно соответствовать показателям, установленным для каждого вида комбикормов, действующими государственными стандартами или техническими условиями.

Процесс измельчения весьма энергозатратен в зависимости от вида выпускаемых комбикормов и технологической оснащенности предприятия, расход электроэнергии на измельчение сырья при производстве комбикормов составляет 40 – 70 % от общих затрат на технологические цели. При измельчении пищевых материалов одной из задач стоящей перед производителем является снижение энергозатрат производства, ведущей к экономии исходного сырья, энергии, материалов. Выбор оптимальных режимов измельчения и подбор измельчающих машин является одной из основных задач в процессе кормоприготовления.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторной работы в ходе которой изучается влияние технологических параметров зернового и других видов сырья на качество измельчения, приобретаются навыки работы с измельчителями малой производительности. Полученные навыки и знания позволяют научиться регулировать качество готового продукта, т.е. выбирать оптимальные режимы измельчения.

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить влияние технологических параметров зернового и других видов сырья на качество измельчения, приобрести навыки работы с измельчителями малой производительности и на основании полученных навыков и знаний научиться регулировать качество готового продукта.

2 НЕОБХОДИМЫЕ ПРИБОРЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Измельчитель типа ИЗ-05 («Фермер»); секундомер; мерный цилиндр, емкость для увлажнения зерна, набор сит диаметром: 5, 4, 3, 2 и 1; разборные доски, шпатели; рассеив-анализатор РА-5М; весы ВЛКТ- 500г; справочная литература.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Измельчение самая распространенная и важная операция в технологических процессах пищевых производств.

Процесс измельчения характеризуется большим расходом энергии, причем только часть ее расходуется непосредственно на измельчение, а остальное расходуется в виде тепла.

Операция измельчения проводится на устройствах различного типа и классов. Наиболее широкое применение нашли устройства измельчители (дробилки) – молотковые, роторные и ножевые.

В настоящее время существует потребность в конструкциях дробилок для личных и фермерских хозяйств разработанных по совершенно новым конструктивно - технологическим принципам

Выпускаемые в настоящее время дробилки для измельчения зерна можно подразделить по производительности на две группы: *для личных хозяйств* 6 - 130 кг/ч при установленной мощности электродвигателя 0,45 - 1,6 кВт и *для крупных производств* - 1,0 - 5,0 т/ч при мощности 22 - 36 кВт [1].

Производительность дробилок миникласса - от нескольких килограммов до 130 т/ч, средний размер частиц измельченного зерна 1-2,6 мм, все они с электрическим приводом рабочих органов.

К сожалению дробилки, предназначенные для личных хозяйств, часто являются уменьшенными копиями дробилок промышленного типа с присущими им недостатками: сложность изготовления; большое количество дорогостоящих комплектующих изделий; невозможность восстановления изношенных рабочих органов в обычных условиях. Все это вызвало

необходимость в недорогих, простых в изготовлении и эксплуатации измельчителей предназначенных для измельчения зерна идущего на корм животным и птице.

Поэтому и возникла необходимость в создании новых конструктивно - технологических схемах измельчителей.

Интерес представляют дробилки, и даже целые комбикормовые агрегаты небольшой производительности, разработанные за последние годы ведущими НИИ и КБ в области машиностроения для животноводства - ВИЭСХ, ВНИИМЖ, ОАО «ВНИИКОМ» и др. Это дробилки зерна ДЗ-Т-1 и ЭЗД-Т-1 «Илек», измельчитель зерна «Таврия», микродробилки МКД-Ф-1 и МКДВ.

Наиболее простым и применяемым для переработки зерна кукурузы, ячменя, овса в хозяйственных условиях относятся дробилки средней производительности (от 0,9 до 2,0 т/ч) ДКУ-М, ДКУ-1,0, КДУ-2,0 и другие, в которых сбор измельченного зерна осуществляется вентилятором в циклон, а загрузка неизмельченного зерна - самотеком или ленточным транспортером.

При разработке современных измельчителей используют новые принципы разрушения зерна. Так, в измельчителе зерна ИЛС-0,5, разработанном приборостроительным заводом г. Златоуст Челябинской области, реализован принцип импульсного резания и скалывания зерна, как кукурузы, так и масличных культур (рапс, соя и др.), бобовых (горох, вика) и злаковых культур (пшеница, рожь, овес) с влажностью до 20 %.

Производительность такого измельчителя составляет от 500 до 800 кг/ч, модуль измельчения от 1 до 2,5 мм. Потребляемая мощность измельчителя - 4,5 кВт, удельная мощность не превышает 0,01 кВт·ч/кг.

Способ дробления зерна за счет прямого удара зерновок о деку реализован в центробежной дробилке ДЦМ-5 (НИЦТИМ, завод «Нефтемаш», г. Ижевск). Принципиальным отличием новой дробилки является наличие в рабочей камере нескольких ступеней измельчения, выполняющих операции разрушения и просеивания зерна.

Достоинства миниизмельчителей: стабильность процесса измельчения различных видов зерна, возможность регулирования качества помола, простота конструкции рабочих органов, надежность в работе.

К негативным факторам миниизмельчителей следует отнести, прежде всего, резкое снижение производительности и повышение энергоемкости при значительном износе ротора и деки в процессе эксплуатации, что требует регулярной перестановки или заточки ротора.

Классификация измельчителей

В зависимости от назначения и принципа действия в машинах для измельчения могут использоваться различные виды нагрузок: раздавливание (сжатие куска), излом (изгиб), раскалывание (эквивалентно растяжению), истирание и удар (рисунок 1).

В большинстве случаев эти виды воздействия на материал используют комбинированно; при этом обычно основное значение имеет один из них, что

обусловлено конструкцией машины, применяемой для измельчения.

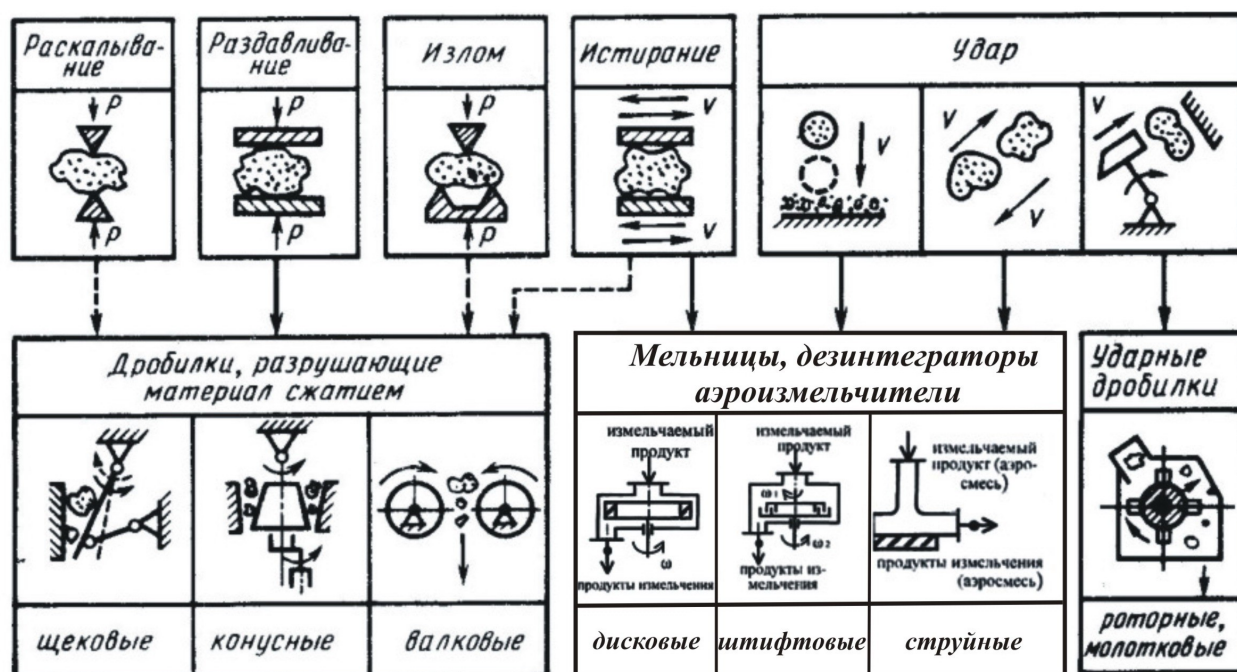


Рисунок 1 – Классификация измельчителей зернового сырья по способу механического разрушения

Так, дробление твердых и хрупких материалов производят раздавливанием, раскалыванием и ударом, твердых и вязких - раздавливанием и истиранием.

В зависимости от начальных и конечных размеров наибольших кусков и частиц материала измельчение разделяется на следующие виды (таблица 1):

Таблица 1 – Виды измельчения в зависимости от начальных и конечных размеров измельчаемого продукта

Виды измельчения	d_n , мм	d_k , мм
Крупное	1500...2000	250...25
Среднее	200...25	25...5
Мелкое	25...5	5...1
Тонкое	5...1	1...0,075
Коллоидное	0,2...0,1	До $1 \cdot 10^{-4}$

Крупное и среднее измельчение проводят сухим способом, а мелкое и тонкое – мокрым способом обычно в воде. При мокром измельчении частицы продукта имеют более равномерную величину. При этом резко снижается образование пыли и упрощается выгрузка готового продукта.

Для измельчения зернового сырья применяются дробилки – измельчающие машины для крупного, среднего и мелкого дробления и мельницы – измельчающие машины тонкого и сверхтонкого измельчения.

Влияние технологических параметров на ведение процесса измельчения. На энергоемкость процесса и качество получаемого продукта кроме конструктивных параметров большое значение оказывает вид сырья, его исходная влажность.

Влажность сырья отрицательно влияет на эффективность работы дробилки, значительно снижая производительность и повышая удельный расход энергии, вследствие увеличения сопротивляемости продукта измельчению.

Установлено, что с увеличением влажности компонентов (свыше 15,0-15,5 %) производительность дробилки снижается и увеличивается удельный расход электроэнергии [8].

Поэтому во избежание снижения технико-экономических показателей работы предприятия при переработке сырья необходимо предварительно подсушивать его или подсортировывать с сухим сырьем.

В дробилку должны поступать компоненты влажностью 12-14 % [3]. Измельчение зерна в молотковой дробилке сопровождается потерей влаги в продукте до измельчения. Например, при измельчении кукурузы влажностью 20,4 % потеря влаги в размолотом продукте достигла 1,2 %, ячменя при влажности 20 - 1,4 %, овса при влажности 18,9 - 2,8 %. При нормальной влажности зерна (14 - 14,5 %) потеря влаги в размолотом продукте не превышала 0,2 % [4].

Устройство и принцип работы измельчителя. Наиболее подробно остановимся на устройстве и принципе работы измельчителя ИЗ-05 (конструкция ООО «Уралспецмаш»), который является типичным представителем такого типа и класса устройств и на котором будем проводить лабораторную работу.

Этот измельчитель зерна предназначен для дробления сухого фуражного зерна и другой подобной сельскохозяйственной продукции в минилиниях и личном подсобном хозяйстве.

ИЗ-05 возможно использовать под навесом или в помещении при температуре воздуха от -20 °С до +20 °С.

Устройство измельчителя показано на рисунках 2,3, 4 и 5. Засыпка зерна производится в бункер 1, регулирование подачи продукта и его фракции осуществляется заслонкой 8. При включении в электросеть и положении выключателя «I», электродвигатель вращается и установленным на конце вала ножом 5, измельчает зерно.

Измельченное зерно через отверстия в нижнем и боковом ситах высыпается в приготовленную емкость. Отражатель 14 и заслонка 8 окрашены в сигнальный цвет.

При дроблении тяжелых культур (горох, ячмень) на всех измельчителях модели ИЗ-14 отверстие бункера следует прикрывать

заслонкой 8 до совмещения метки на ее поверхности (отверстие диаметром 3

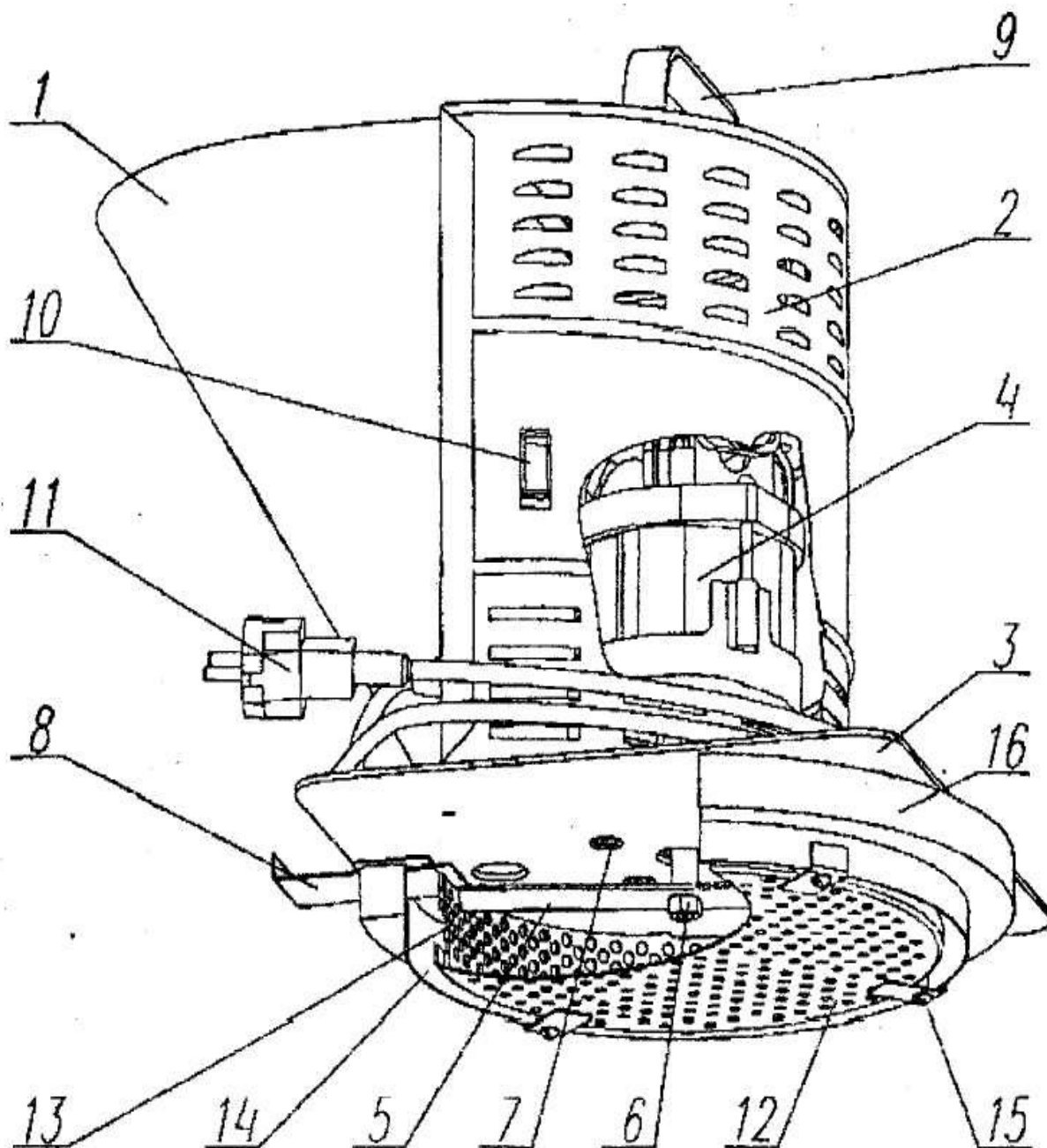


Рисунок 3 – Измельчитель ИЗ-05 («Фермер»)

мм) с краем основания 3 (см. рисунок 4). Это уменьшает остаток целого зерна в процессе дробления и продлевает срок службы электродвигателя.

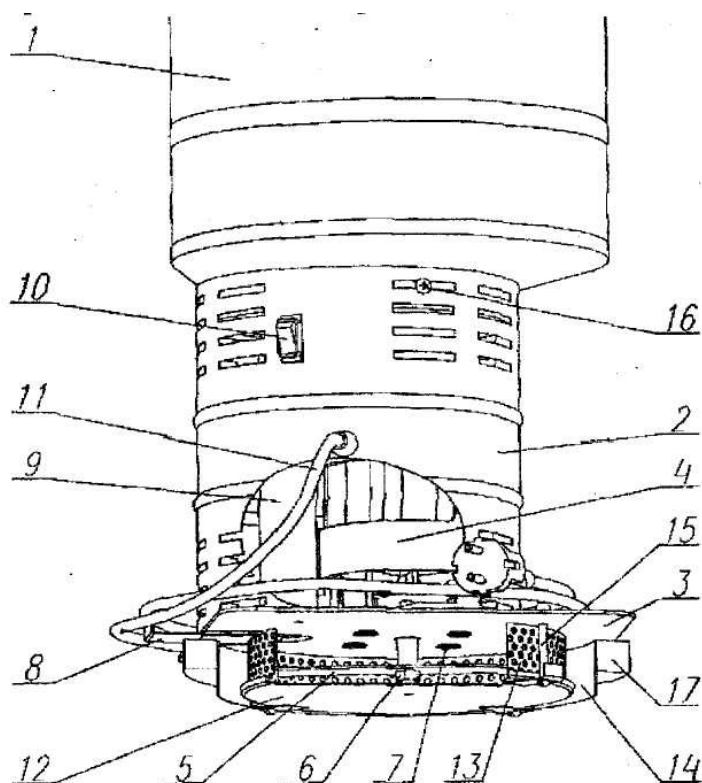
Таблица 2 - Технические характеристики измельчителей зерна «Фермер»

Характеристики	Модель измельчителя	
	ИЗ-05	ИЗ-14
Производительность, кг/ч ($\pm 20\%$)	170	300
Габаритные размеры, мм	-длина	420
	-ширина	300
	-высота	340
		265
Масса (не более), кг	8,2	7,7
Потребляемая мощность max, Вт	1000	1200
Расход электроэнергии, кВт/ч	0,84	1,0



1 – бункер; 2 – кожух; 3 – основание; 4 – электродвигатель; 5 – нож; 6 – гайка; 7 - винты крепления электродвигателя; 8 – заслонка; 9 - крышка с ручкой; 10 – выключатель; 11 - шнур питания; 12 - нижнее сито; 13 - боковое сито; 14 – отражатель; 15 - винты крепления сит; 16 – уплотнитель

Рисунок 4 – Устройство измельчителя ИЗ-05 «Фермер»



1 – бункер; 2 – кожух; 3 – основание; 4 – электродвигатель; 5 – нож; 6 – гайка; 7 - винты крепления электродвигателя; 8 – заслонка; 9 - приёмная труба; 10 – выключатель; 11 - шнур питания; 12 - нижнее сито или отражатель; 13 - боковое сито; 14 – отражатель - винты крепления сита - винты крепления бункера – уплотнитель

Рисунок 5 – Измельчитель ИЗ-14 «Фермер»

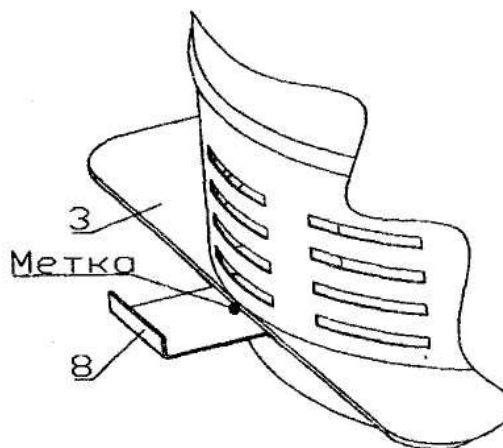


Рисунок 6 – Заслонка для дробления тяжелых культур



Рисунок 7 – Конструкция рабочего органа измельчителя

3.1 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

- 1 Взять пустую тару (для измельченной массы) установить на горизонтальной поверхности.
- 2 Разместить измельчитель на приготовленной таре.
- 3 Установить выключатель в положение «О».
- 4 Подключить вилку шнура питания к сети.
- 5 Подготовьте исходный продукт подлежащий измельчению:
 - а) взвесить 1 кг зерна;
 - б) просеять зерно на сите с квадратной ячейкой 10x10 мм или с ячейкой 10мм;
 - в) согласно предложенной методике определите средний диаметр D_0 зерновки.

3.2 ПОРЯДОК РАБОТЫ НА ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕ

- 1 Закрывать заслонку и наполнить бункер зерном, нажать на клавишу выключателя со стороны «I», запустить измельчитель. После набора двигателем оборотов (2 с.) открыть заслонку.
- 2 Во время работы следить, чтобы уровень измельченной массы в засыпной таре не доходил до нижнего сита. Размер фракции регулировать заслонкой.
- 3 После завершения работы необходимо выработать зерно; закрыть заслонку; выключить измельчитель, нажав на клавишу выключателя со стороны «О» и отсоединить вилку шнура от розетки.
- 4 Режим работы измельчителя продолжительный, рекомендуется делать перерыв на 5-10мин через каждый час работы.

5 При длительной работе измельчителя (более 3 часов в день) для защиты органов слуха от шума использовать защитные средства, например, беруши.

6 Размер фракции измельчаемой массы регулировать заслонкой.

7 После завершения работы измельчителя, качество полученного продукта оцените предложенной методике.

3.3 МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕМ

Запрещается:

- эксплуатация изделия без надежного зануления;
- при включенном в электросеть изделии, одновременно прикасаться к корпусу изделия и устройствам, имеющим естественное заземление;
- производить обслуживание, ремонт, разборку и чистку изделия, включенного в электросеть;
- во время работы изделия закрывать вентиляционные отверстия на корпусе;
- включать при повреждении выключателя, шнура питания (их следует заменить исправными).

ПОМНИТЕ: Во избежании несчастных случаев и в целях пожарной безопасности:

- работу на измельчителе ИЗ-05 проводить только под руководством лаборанта или преподавателя ;
- не оставлять без присмотра включенный измельчитель.

ВНИМАНИЕ!

Открытие заслонки заполненного бункера производить после достижения электродвигателем рабочих оборотов.

Не допускайте длительной (более 10 с.) работы двигателя на холостом ходе.

При внезапном отключении питания в электросети:

- немедленно перекрыть заслонкой подачу зерна;
- высыпать зерно из бункера и перевести выключатель в положение «отключено», вынуть вилку шнура из розетки, а при необходимости высыпать зерно из рабочей зоны измельчителя.

Не включать с неисправным шнуром.

Не допускать размола влажного зерна и зерна смешанного со снегом, т.к. это приводит к забиванию загрузочного отверстия и ячеек в ситах продуктами размола.

3.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭФФЕКТА ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

Объективным показателем процесса измельчения выполняемого в разных конструкциях измельчителей являются параметры эффекта. Параметры эффекта от технических характеристик дробилки отличает то, что их определяют через действие машины [6]. Технические характеристики – это физические параметры, которые непосредственно не выражают пользу от их применения, хотя и могут входить в состав параметров эффекта [6].

Производительность измельчителя Производительность измельчителя Q , определяется массой зернового продукта загруженного в рабочую камеру измельчителя и временем в течение, которого она подвергается разрушению под воздействием рабочих органов до крупности заданной оператором.

Исходя, из этого производительность измельчителя можно определить из следующего соотношения:

$$Q = \frac{m}{t}, \quad (3.1)$$

где m - масса навески зерна загруженного в рабочую камеру измельчителя, кг;

t - время измельчения, с.

Производительность измельчителя задает оператор или автоматическая система в зависимости от других параметров процесса измельчения.

Энергоемкость процесса измельчения показывает, какое количество энергии необходимо подвести к рабочей камере дробилки для обеспечения заданной производительности

Энергоемкость процесса измельчения. Энергоемкость процесса измельчения определим как количество энергии затраченной на проведение процесса измельчения заданной массы продукта до необходимой крупности.

Энергоемкость процесса измельчения рассчитывается по следующей формуле:

$$W = \frac{N}{Q}, \quad (3.2)$$

где N – мощность процесса измельчения кВт;

Q – производительность процесса измельчения, кг/с.

Удельная энергоемкость рабочего процесса измельчения с учетом степени измельчения рассчитывается по формуле, кВт ч/кг мм:

$$W_{y0} = \frac{N}{Q\lambda}, \quad (3.3)$$

где N – мощность, расходуемая на работу измельчителя с учетом затрат энергии на весь технологический процесс, кВт;

Q – производительность, кг/ч;

λ – степень измельчения.

Количество воды необходимое для увлажнения зерна, определяем по формуле:

$$H_2O = \frac{G(W_2 - W_1)}{100 - W_2}, \quad (3.4)$$

где H_2O – количество воды необходимое для увлажнения кормосмеси, см³;

G – масса образца, г;

W_1 – начальная массовая доля влаги в исходном зерне, %;

W_2 – конечная массовая доля влаги до которой необходимо увлажнить зерно, %;

3.5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЗЕРНО КАК ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

Измельчение зерна, можно рассматривать как процесс образования новых поверхностей за счет получения более мелких в сравнении с исходным зерном частиц с сильно развитой поверхностью. Следовательно, приращение удельной площади поверхности в ходе измельчения зерна может служить надежным показателем оценки эффективности процесса измельчения.

Определение удельной площади поверхности зернового материала из-за сложной формы зерен довольно затруднительно. Поэтому при экспериментальном определении принимают, что зерно имеет форму шара. Диаметр $D_э$ шара по объему, равновеликому объему зерна, называется *эквивалентным диаметром зерна*.

Определение *эквивалентного диаметра зерна* производится в следующем порядке:

1) из пробы выделить две навески зерна по 0,005 кг (5 гр) и от каждой из них отобрать по 100 зерен;

2) взвесить отобранные 100 зерен из каждой навески и определить среднюю массу одного зерна;

3) в наполненный керосином мерный цилиндр (мензурку) поместить 100 отобранных зерен и по разности отметок уровня керосина до и после

погружения зерен найти средний объем зерна V_3 , м³. Опыт по определению среднего объема одного зерна повторить на другой партии из 100 зерен и для дальнейших расчетов принять среднее значение из двух повторностей;

4) используя формулу (3.5) вычислить эквивалентный диаметр зерна D_3 м:

$$D_3 = \sqrt[3]{\frac{6V_3}{\pi}}. \quad (3.5)$$

3.6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРОДУКТОВ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

Гранулометрический состав измельченного зерна характеризует распределение частиц в соответствии с их размерами по классам (фракциям), т.е. показывает, сколько частиц дерти принадлежит к тому или иному классу.

Гранулометрический состав измельченных кормов можно определить при помощи анализов: ситового — рассевом на ситах на классы, если частицы крупнее 40 мкм; седиментометрического — разделением на фракции по скорости оседания частиц в жидкой среде, если размеры частиц находятся в пределах от 5 до 50 мкм; микроскопического — измерением характерного линейного размера частиц, попавших в поле зрения под микроскопом на мерительную сетку окуляра, если размер) частиц менее 50 мкм.

Гранулометрический состав исходного измельченного зерна в лабораторной работе определяют при помощи ситового анализа, согласно ГОСТ 13496.8-72 “Методы определения крупности размола и содержания не размолотых семян культурных и дикорастущих растений”.

По стандартной методике отбирается средний образец от анализируемого продукта, выделяли методом деления три навески по 100 г каждая. Рассортировывается навеска в течение 5 мин. На расसेве-анализаторе РА-5М с набором штампованных сит с круглыми отверстиями 5,0; 3,0; 2,0 и 1,0 мм.

Остаток на каждом сите взвешивают на весах ВЛКТ-160г-М и пересчитывали в процентах к общей массе навески. Не размолотые зерна взвешивают и выражали к общей массе навески.

Крупность сыпучего материала. В комбикормовой промышленности в качестве критерия крупности продукта используют в основном модуль размола М — средневзвешенный диаметр частиц, установленный для каждого вида животных. Модуль крупности размола выражается следующими значениями по ОСТ-452: крупный (грубый) 2,60-1,80 мм; средний 1,80-1,00 мм; мелкий(тонкий) 1,00-0,20 мм [4]. Для каждого вида животных используют следующие значения крупности измельченных зерновых продуктов: для свиней — 0,2...1,0 мм (тонкий помол); для крупного рогатого скота — 1...1,8 мм (средний); для птиц — 1,8...2,6 мм (грубый). При этом согласно требованиям ГОСТ 13496.8-72 содержание целых зерен не должно превышать 0,3... 0,5%. Нарушение указанных границ, как правило, ведет к перерасходу кормов.

Чрезмерное измельчение зерна до состояния пыли также снижает эффективность его использования.

Модуль крупности размола определяют по формуле, мм:

$$M=0.5 P_0 +1.5 P_1+2.5 P_2+3.5 P_3, \quad (3.6)$$

где P_0 - остаток на сборном дне отсева анализатора, г;

P_1, P_2, P_3 - остаток на ситах с отверстиями 1, 2, и 3 мм, г.

Подставляя полученные значения сходовых продуктов в формулу, можно определить какой степени размола соответствует определенный модуль крупности.

Степень измельчения Степень измельчения характеризует крупность размола. Степень измельчения λ – это отношение средневзвешенного размера частиц исходного продукта $d_{\text{ср.исх.}}$ к средневзвешенному размеру частиц измельченного продукта $d_{\text{ср.}}$.

В нашем случае степень измельчения определяется выражением:

$$\lambda = D_{\text{э}} / M, \quad (3.7)$$

где $D_{\text{э}}$ - эквивалентный диаметр зерна, мм;

M - модуль помола, мм.

Характеристика крупности

Графическое распределение результатов гранулометрического состава считается практически наиболее полезным способом, и сравнение качественных характеристик кормов проводят в зависимости от распределения частиц по размерам

Графическое изображение гранулометрического состава продукта измельчения называется *характеристикой крупности*, или *помольной характеристикой*.

В зависимости от метода построения характеристики крупности могут быть частными (распределения) или суммарными (интегральными). В частной характеристике ордината, отложенная по оси x , показывает массовый выход в процентах, оставшийся на сите данной фракции.

При построении суммарной характеристики каждая ордината изображает суммарный выход R_x (%) "по плюсу" или "по минусу". Суммарный выход "по плюсу" показывает, сколько имеется в пробе материала с размерами частиц крупнее данного размера, т.е. это выходы всех сит, расположенных выше данного сита, включая остаток и на данном сите x . Суммарный выход "по минусу" показывает, сколько имеется в пробе материала с размерами меньше данного размера.

В качестве критериев оценки гранулометрического состава измельченного продукта определяется средневзвешенный размер частиц $x_{ср.взв.}$, общий коэффициент тонкости продукта k_1 , коэффициент тонкости продукта мелкой фракции k_2 , коэффициент тонкости продукта для крупной фракции k_3 , коэффициент выравнивания частиц продукта по крупности a и коэффициент асимметрии β [2].

Для определения $x_{ср.взв.}$, k_1 , k_2 , k_3 по данным ситового анализа надо построить кривую гранулометрического состава в линейных координатах, в которых по оси абсцисс в микронах отложить среднеарифметические значения размеров отверстий сит, а по оси ординат — нарастающим итогом количество продукта в процентах, просеявшееся через эти сита. Через точку на оси ординат, соответствующую 50 %, проводим горизонтальную прямую до пересечения с кумулятивной кривой гранулометрического состава продукта. Из точки их пересечения опускаем перпендикуляр на ось абсцисс и находим средневзвешенный размер частиц всего образца $x_{ср.взв.}$ в микронах. Пример построенной интегральной кривой распределения для двух продуктов I и II показан на рисунке 7.

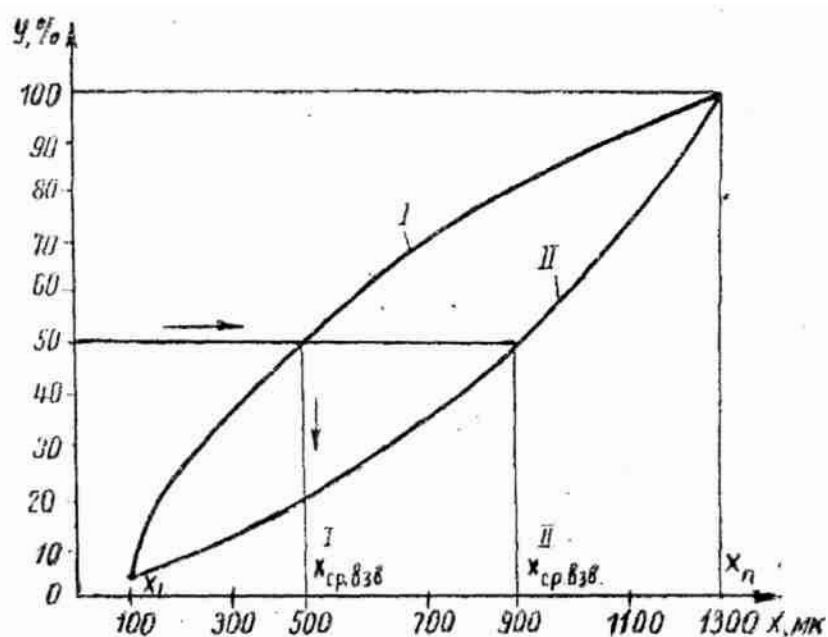


Рисунок 8 - Интегральные кривые для определения критериев гранулометрического состава продуктов (I, II).

Где k_1 , k_2 , k_3 определяются из следующих формул:

$$k_1 = \frac{\int_{x_1}^{x_n} y dx}{(x_n - x_1) \cdot y_{\max}} \quad (3.8)$$

$$k_2 = \frac{\int_{x_1}^{x_{cp.взв.}} y dx}{(x_{cp.взв.} - x_1) \cdot 0,5 y_{max}} \quad (3.9)$$

$$k_3 = \frac{\int_{x_1}^{x_n} y dx}{(x_n - x_1) \cdot 0,5 y_{max}} - 1 \quad (3.10)$$

Величины α и β определяются из следующих формул:

$$\alpha = \frac{k_3}{k_2} \quad (3.11)$$

$$\beta = \frac{2 \cdot x_{cp.взв.}}{x_1 + x_n} \quad (3.12)$$

4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ И ЕЕ ОФОРМЛЕНИЕ

Перед выполнением работы студенты изучают устройство и принцип работы измельчителя ИЗ-05, зарисовывают его кинематическую и функциональную схемы.

Под руководством преподавателя студенты выполняют работу по следующим пунктам

1. Увлажнить зерно и отволаживать его в течение определенного времени (диапазон изменения влажности, время отволаживания, масса навески, г(кг) и вид зерновой культуры задается преподавателем).

2. Засыпать подготовленную навеску зерна в бункер измельчителя.

3. Открыть заслонку измельчителя, и одновременно включив секундомер замерить время полного истечения продукта из бункера.

4. После полного истечения продукта из бункера измельчителя перекрыть заслонку.

5. Полученный измельченный продукт проанализировать согласно методике (см. выше).

6. Рассчитать основные показатели процесса измельчения, согласно формулам (3.1) – (3.12).

7. Построить графические зависимости: производительности от вида культуры и энергоемкости от вида культуры; производительности от вида культуры и энергоемкости от влажности; модуля крупности от влажности зерна.

8. По результатам ситового анализа необходимо:

а) построить помольную характеристику;

б) проанализировать полученную характеристику крупности и оценить качественные показатели работы измельчителя (равномерность гранулометрического состава, количество пыли и недоизмельченного материала).

9. Проанализировать полученные результаты измерений, сделать выводы о влиянии технологических параметров на качество измельчения и энергетические составляющие.

10. Ответить на контрольные вопросы, согласно пунктов 5-7

5.АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ И ВЫВОДЫ

Анализируя полученные результаты замеров и расчетов, необходимо ответить на следующие вопросы.

1. Какие технологические параметры оказывает влияние на процесс измельчения?

2. Проанализируйте значения полученных результатов производительности Q , кг/ч и удельной энергоемкости W , кВт ч/кг, мм для зерна разных культур с повышенной влажностью?

3. Сделайте вывод о необходимости определения значения производительности Q и удельной энергоемкости W , кВт ч/кг мм для сырого зерна?

4. Как влияют на модуль измельчения влажность исходного продукта ?

5. Каковы отклонения (в %) замеренных величин производительности и энергоемкости от указанных в паспорте? При отклонениях более 5 % необходимо выяснить причины повышенных расхождений?

6 Необходимые знания для защиты лабораторной работы

Для успешной защиты лабораторной работы необходимые знания следующих глав и параграфов из списка использованных источников:

Раздел 2. Основы технологии измельчения кормов [4]: Гл. 2.3 Основы теории измельчения кормов. 2.3.1 “Измельчение как процесс образования новых поверхностей”, 2.3.2 “Гранулометрический состав кормов”. Часть II. Раздел А. Оборудование для ведения механических и гидромеханических

процессов[6]: Глава 9. “Оборудования для измельчения пищевых сред”; Гл. XIII. Машины для измельчения зерна и компонентов комбикормов [7]: § 7 “Дробилки молотковые”;

Знать формулы (3.1) – (3.12).

7 Вопросы для самоконтроля знаний к лабораторной работе

- 1 Дайте классификацию измельчающих машин ?
- 2.Измельчение, основные способы измельчения?
- 3 Какими параметрами характеризуется процесс измельчения?
- 4 Что называется степенью измельчения?
- 5 Устройство и принцип работы измельчителя «Фермер»?
- 6 В каких отраслях пищевой промышленности используются измельчители?
- 7 Какими основными конструктивными элементами можно влиять на процесс измельчения ?
- 8 Какими критериями оценивается гранулометрический состава измельченного продукта?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Амельянц А.** Улучшаем конструкцию дробилок./А. Амельянц, Г. Шабьцин //Комбикормовая промышленность. 1997. – № 2 – С. 17 - 18.

2 **Демидов А.Р.** К вопросу оценки гранулометрического состава порошкообразных и мелкозернистых продуктов в мукомольной и комбикормовой промышленности/А.Р. Демидов// Мукомольно-элеваторная промышленность. 1967- №8 – С. 14.

3 **Измельчитель зерна ИЗ-05 Фермер.** Руководство по эксплуатации МСМ05-00.000РЭ. Миас, 2006.- 20 с.

4 **Машины и аппараты пищевых производств.** В 2 кн. Кн. 1. /под ред. В.А. Панфилова.-М.: Высш. шк., 2001 – 703 с.

5 **Мельников С.В.** Механизация и автоматизация животноводческих ферм: учеб. или учебн. пособие для вузов/С.В. Мельников Л.: Колос. Ленинград. отделение. 1978. – 560 с.

6 **Остриков А.Н.** Практикум по курсу «Технологическое оборудование»/А.Н. Остриков, М.Г. Парфенопуло, А.А Шевцов. Воронеж. гос. технол. акад. Воронеж, 1999. – 424 с.

7 **Соколов А.Я.** Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработки зерна/А.Я. Соколов М.: Колос, 1984. – 455 с.

8 **Сысуев В.** Оборудование для переработки зерна/В. Сысуев, П. Савиных, В. Халтурин// Комбикормовая промышленность. – 1997. - №5. – С.13 – 14.