

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технологии пищевых производств

В.В. ВАНШИН

ТЕХНОЛОГИЯ КОМБИКОРМОВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

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



Оренбург 2009

УДК 636.085.55(07)

ББК 36.824я7

В 17

Рецензент

кандидат технических наук, доцент С.С. Тарасенко

Ваншин В.В.

**В 17 Технология комбикормов [Текст]: методические указания
к лабораторным работам / В.В. Ваншин. – Оренбург:
ГОУ ОГУ, 2009. – 22 с.**

Методические указания составлены в соответствии с учебной программой курса «Технология комбикормов» и предназначены для студентов очного отделения, обучающихся по программам высшего профессионального образования инженерно-технической специальности «Технология хранения и переработки зерна».

Методические указания включают четыре лабораторных работы, в которых раскрыты основные технологические процессы, осуществляемые при производстве комбикормов. Широко раскрыты вопросы контроля измельчения комбикормового сырья, оценки процессов дозирования и смешивания, а также методы контроля готовой продукции и сырья. Проведение лабораторных работ позволит студентам лучше закрепить теоретический материал и приобрести практический навык работы на предприятии.

© Ваншин В.В., 2009

© ГОУ ОГУ, 2009

Содержание

1 Лабораторная работа №1. Контроль процесса измельчения комбикормового сырья.....	4
1.1 Цель работы.....	4
1.2 Основные положения.....	4
1.3 Методы испытаний.....	4
1.4 Порядок выполнения работы.....	5
1.5 Задание.....	6
2 Лабораторная работа №2. Оценка процессов объемного и весового дозирования.....	7
2.1 Цель работы.....	7
2.2 Основные положения.....	7
2.3 Методы испытаний.....	7
2.3.1 Объемное дозирование.....	8
2.3.2 Весовое дозирование.....	9
2.4 Порядок выполнения работы.....	10
2.5 Задание.....	10
3 Лабораторная работа №3. Определение равномерности смешивания компонентов комбикорма.....	12
3.1 Цель работы.....	12
3.2 Основные положения.....	12
3.3 Методы испытаний.....	12
3.3.1 Относительная неоднородность смеси.....	12
3.3.2 Степень однородности смеси.....	13
3.4 Порядок выполнения работы.....	13
3.5 Задание.....	14
4 Лабораторная работа №4. Оценка эффективности процесса гранулирования комбикормов.....	15
4.1 Цель работы.....	15
4.2 Основные положения.....	15
4.3 Методы испытаний.....	16
4.3.1 Определение размера гранул (диаметр и длина).....	16
4.3.2 Содержание мелкой фракции (проход через сито с отверстиями диаметром 2 мм).....	16
4.3.3 Определение крошимости гранул.....	16
4.3.4 Температура гранул.....	17
4.4.5 Плотность гранул.....	17
4.4.6 Разбухаемость гранул.....	17
4.4 Порядок выполнения работы.....	18
4.5 Задание.....	18
Список использованных источников.....	19
Приложение А – Характеристики гранулированных комбикормов (ГОСТ 51899-2002).....	20
Приложение Б – Качество крупки из гранул комбикормов.....	22

1 Лабораторная работа №1. Контроль процесса измельчения комбикормового сырья

1.1 Цель работы

Ознакомить студентов с методами контроля процесса измельчения комбикормового сырья на примере молотковой дробилки. Рассмотреть схемы измельчения зернового и минерального сырья, используемые при производстве комбикормов.

1.2 Основные положения

Измельчением называется процесс разрушения частиц от взаимодействия продукта с быстровращающимися и неподвижными частями машины. Для измельчения в комбикормовой промышленности используют вальцевые станки, молотковые дробилки, плющильные станки, камнедробилки и др. Однако наибольшее распространение на комбикормовых предприятиях получили молотковые дробилки, достоинством которых является универсальность, простота конструкции, высокая производительность при сравнительно небольших габаритах.

Степень измельчения характеризует крупность размола. В комбикормовой промышленности установлено три степени крупности размола. Числовой показатель каждой степени называется модулем крупности размола и выражается следующими значениями: крупный 2,60-1,80 мм, средний 1,80-1,00 мм, мелкий 1,00-0,20 мм. На эффективность измельчения влияют многие факторы, связанные со свойствами измельчаемого продукта и с механико-технологическими параметрами дробилки.

Эффективность измельчения характеризуется степенью измельчения, расходом энергии на измельчение, производительностью измельчающих машин.

1.3 Методы испытаний

Крупность размола сырья должна соответствовать требованиям стандартов на качество данного вида комбикорма. Крупность размола и содержание неразмолотых семян культурных и дикорастущих растений определяют по ГОСТ 13496.8-72. Для этого навеску сырья или комбикорма массой 100 г просеивают через набор сит, составленный в порядке уменьшения размеров отверстий сверху вниз. Просеивание осуществляется на рассевке-анализаторе в течение 5 минут с использованием сит Ø 1, 2, 3, 4, 5. Степень измельчения сырья,

оцениваем по остаткам на ситах (таблица 1) или определяя модуль крупности по формуле.

Таблица 1 – Степень размола продукта

Размол	Остатки на ситах отв., мм, %		
	5	3	2
Мелкий	не допускается	-	не более 5
Средний	не допускается	не более 12,0	-
Крупный	не более 5	не более 35,0	-

Модуль крупности размола определяют по формуле:

$$M = \frac{0,5P_0 + 1,5P_1 + 2,5P_2 + 3,5P_3}{100}, \text{ мм,}$$

где P_0 – остатки на сборном дне анализатора, г;

P_1, P_2, P_3 – остатки в г на ситах с отверстиями \varnothing 1, 2, 3, мм;

0,5; 1,5; 2,5; 3,5 – соответственно средний размер частиц в каждой фракции, определяемый как полусумма размеров отверстий сит, сходом и проходом которых получена данная фракция.

Количество целых зерен выделяют после определения крупности размола. Каждую фракцию, выделенную из навески комбикорма, переносят на разборную доску и отделяют целые зерна культурных и дикорастущих растений. Выделенное количество неразмолотых семян взвешивают и выражают в процентах.

Для контроля крупности соли используют металлотканое сито №1, мела и другого минерального сырья - № 1,6 минеральное сырье должно полностью проходить через указанные сита.

1.4 Порядок выполнения работы

Для определения влияния размера отверстий сита на эффективность измельчения зерна подготавливаем ряд сменных сит с отверстиями различных размеров (\varnothing 1, 2, 3, и 4 мм). Затем подготавливаем несколько образцов зерна (пшеницы, ячменя, кукурузы и т.д.) массой по 3-5 кг. Установив исследуемое сито в дробилку, проводим измельчение зерна, замеряя при этом время измельчения навески. После этого с помощью рассева разделяем на фракции измельченную навеску и на основании полученных результатов рассчитываем модуль крупности по выше указанной методике. Производительность дробилки определяем по формуле:

$$Q = \frac{3600G}{\tau}, \text{ кг/ч,}$$

где G – масса измельченной навески зерна, кг;
 τ – время измельчения навески зерна, с.

После замены сита на очередное проводим измельчение второго образца и определяем те же параметры, что и в первом опыте. Продолжая замену сит, измельчаем последующие образцы. Полученные результаты заносим в таблицу 2.

Таблица 2 – Влияние размеров отверстий сит на производительность дробилки и степень измельчения продукта

Номер опыта и вид сырья	Диаметр отверстий сита, мм	Время измельчения τ , с	Производительность дробилки, кг/ч	Модуль крупности размола, мм
1	2	3	4	5

В производственных условиях студентам необходимо ознакомиться с технологиями подготовки зернового, минерального сырья и вычертить их технологические схемы. Изучить устройство молотковой дробилки и сделать соответствующие эскизы. Отобрать после дробилок образцы измельченного зернового и минерального сырья и определить крупность их размола. Сделать вывод об эффективности работы молотковых дробилок.

1.5 Задание

1. Изучить устройство молотковой дробилки и сделать эскизы ротора с указанием направления движения продукта и воздуха.
2. Изучить влияние размеров отверстий сита на производительность дробилки и степень измельчения продукта.
3. Ознакомиться с технологиями подготовки зернового и минерального сырья в производственных условиях, начертить технологические схемы подготовки данных видов сырья.
4. По данным таблицы построить график зависимости модуля крупности продуктов от размеров отверстий сит.

2 Лабораторная работа №2. Оценка процессов объемного и весового дозирования

2.1 Цель работы

Ознакомиться с особенностями конструкции объемных и весовых дозаторов. Освоить методы определения, точности дозирования компонентов комбикормов в объемных и весовых дозаторах.

2.2 Основные положения

Дозирование – это взвешивание или объемное отмеривание установленных рецептом порций компонентов комбикормов. При производстве комбикормов сырье дозируют при помощи специальных машин, называемых дозаторами, их делят на: объемные и весовые. Дозирование может быть непрерывным и периодическим.

В объемных дозаторах продукт дозируют по объему, к ним относят барабанные, тарельчатые, шнековые, вибрационные, ленточные, пневматические, все они – машины непрерывного действия.

Весовые дозаторы более точны, так как их работа не зависит от физических свойств компонентов. Основными типами весовых дозаторов являются: однокомпонентные и многокомпонентные весовые дозаторы. Независимо от принципа действия дозирующие машины должны в процессе работы поддерживать заданную производительность (степень точности дозирования). Так при относительной простоте конструкции точность дозирования на объемных дозаторах не превышает $\pm 3\%$ и подвержена колебаниям в еще больших пределах при изменениях физико-механических свойств дозируемых продуктов. При дозировании на весовых дозаторах, работа которых не зависит от физико-механических свойств сырья, точность дозирования составляет $\pm 0,5 \dots 1\%$.

Дозаторы должны обеспечивать необходимую точность дозирования, то есть отклонение в количестве дозируемых компонентов не должно превышать установленных норм.

2.3 Методы испытаний

Определение эффективности работы дозаторов.

2.3.1 Объемное дозирование

Работу объемных дозаторов проверяют путем отбора дозируемого компонента от каждого из них в течение 15-60 с (в зависимости от производительности завода). Отобранные порции компонентов взвешивают, полученные результаты записывают в таблицу 3, в которой регистрируют номер заданного рецепта, наименование компонентов, содержание компонентов в процентах, номер закрепленных дозаторов, требующаяся по рецепту масса компонентов кг в минуту.

В графах 7, 8, 9 показывают количество продукта, фактически пропущенное дозаторами при проверках, в пересчете на 1 мин.

В графе 10 указывают допустимые значения (\pm кг/мин), определенные путем применения коэффициентов к расчетной массе компонентов, которые необходимо пропустить через дозаторы за минуту.

Таблица 3 – Эффективность работы объемных дозаторов

Дата, смена	№ рецепта	Компоненты	Содержание, %	Требующаяся по рецепту масса комп. кг/мин	Номер закрепленного дозатора	Результаты замеров, кг/мин			Допустимые отклонения, $\bar{\pm}$ кг/мин
						1-я проверка	2-я проверка	3-я проверка	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Предельные нормы отклонения зависят от количества дозируемых компонентов. Правила организации и ведения технологического процесса устанавливают следующие коэффициенты в зависимости от содержания компонентов в комбикорме по рецепту:

Содержание, %	Коэффициент
Более 10	0,1
1...10	0,2
Менее 1	0,3

Для компонентов, содержание которых в смеси составляет от 1 до 10 %, отклонения не должны превышать 0,2 (20 %), более 10% - не более 0,1 (10 %); при содержании компонентов менее 1 % отклонения не должны превышать 0,3 (30 %). Для микродобавок, содержащих биологически активные вещества, нормы отклонений составляют 0,03 (3 %).

Пример – При производительности цеха 24 т/ч и вводе 5 % компонента в рецепт комбикорма, необходимо установить дозатор на производительность 20 кг/мин. Отклонения в дозировании данного компонента допускаются \pm 4 кг/мин ($20 \text{ кг/мин} \cdot 0,2 = 4 \text{ кг/мин}$), то есть дозировать данный компонент можно в пределах от 16 до 24 кг/мин. Аналогично определяются допустимые отклонения по каждому дозатору.

2.3.2 Весовое дозирование

При весовом дозировании точность определяется погрешностью весов и количеством дозируемого компонента. Обычно погрешность весовых дозаторов составляет $\pm 0,5 - 3,0 \%$ от их грузоподъемности.

При весовом дозировании следует различать относительную и абсолютную погрешность (ошибки).

Абсолютная погрешность Δ_a выражает в килограммах (со знаком \pm) точность дозирования, которая определяется как произведение грузоподъемности весового дозатора на его точность:

$$\Delta_a = \frac{P}{100} \cdot \delta_{\Delta},$$

где P – грузоподъемность весового дозатора, кг;

δ_{Δ} – $\pm 3,0 - 0,5$, точность дозирования, % .

Относительная погрешность (ошибка) Δ_0 (%) зависит от взвешиваемой массы M и рассчитывается после определения абсолютной погрешности, если взвешиваемую массу принять за 100 %.

Относительная погрешность:

$$\Delta_0 = \frac{\Delta_a}{M} \cdot 100.$$

Пример – Определить относительную и абсолютную погрешности взвешивания в многокомпонентных дозаторах типа ДК грузоподъемностью $P=2500$ кг, имеющие класс 0,5, при взвешивании компонента M массой 1800 кг. При классе прибора 0,5 точность дозирования равна $\pm 0,5 \%$ шкалы. Абсолютная погрешность дозатора ДК-2500 равна:

$$\Delta_a = \frac{2500}{100} \cdot (\pm 0,5) = \pm 12,5 \text{ кг}$$

Относительная погрешность:

$$\Delta_0 = \frac{\pm 12,5}{1800} \cdot 100 = \pm 0,69 \%$$

Проверять фактическую точность дозирования по каждому компоненту можно, применяя коэффициент вариации V_c (%), который рассчитывается по формуле:

$$V_c = \frac{\sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}}{\bar{x}} \cdot 100$$

где x_i – фактические данные по дозированию компонента в десяти последовательных дозах, считанные непосредственно с весовой головки;

\bar{x} – среднее значение по каждому компоненту (математическое ожидание);

n – число наблюдений, $n \geq 10$.

Данные расчета относительной ошибки по техническим характеристикам весовых дозаторов оцениваем, руководствуясь данными таблицы 4.

Таблица 4 – Оценка результатов дозирования

Оценочный критерий	Более $\pm 15,0\%$	От $\pm 7,5$ до $\pm 15,0\%$	От $3,0$ до $\pm 7,5\%$	Менее $\pm 3,0\%$
Коэффициент вариации V_c для оценки фактического дозирования, рассчитанный по данным, считанным с циферблатной головки весовых дозаторов	Неудовлетворительно	Удовлетворительно: рекомендуется дозировать зерновые компоненты, травяную муку	Хорошо: рекомендуется дозировать белковые компоненты, сырье минерального происхождения, шроты	Отлично: требуется дозировать поваренную соль, премикс, карбамид и его соединения, аминокислоты, компоненты, дозируемые в самом малом количестве

2.4 Порядок выполнения работы

После вычерчивания принципиальной схемы тарельчатого дозатора определяем его производительность и точность дозирования при различных режимах настройки. Образец продукта массой 5-10 кг (отруби, мел, соль, размоленное зерно и т.д.) засыпаем в бункер, установленный над дозатором, и включаем его. Затем в банку в течение 30-60 с отбирают из дозатора продукт, его взвешивают и рассчитывают производительность по формуле:

$$Q = \frac{3600 * G}{\tau}, \text{ кг/ч}$$

где G – количество продукта, отобранного за время τ , кг;

τ – время, в течение которого отбирают продукт, с.

Полученные результаты записываем в таблицу 5.

Таблица 5 – Влияние различных параметров на производительность дозатора

Опыт	Продукт	Расстояние, см		Производительность дозатора, кг/ч
		Между патрубком и диском	От края диска до края скребка	
1	2	3	4	5

Не изменяя настройки дозатора, определяем его производительность, используя различные виды сырья (пшеницу, просо, соль, отруби и др.). Результаты испытаний для анализа также записываем в таблицу 4. Затем, изменив регулировку дозатора (согласно заданию, выданному преподавателем) путем изменения зазора между патрубком и диском, а также путем изменения расстояния от края диска до края скребка, проводим аналогичные испытания. Эффективность работы тарельчатого дозатора оцениваем по выше указанной методике, взяв за основу результаты, полученные при исследовании одного вида сырья.

2.5 Задание

1. Изучить принцип работы малого тарельчатого дозатора и сделать эскиз.
2. Начертить технологические схемы весового и объемного дозирования компонентов комбикормов.
3. Определить точность дозирования компонентов комбикормов в объемных и многокомпонентных дозаторах (согласно заданию).

3 Лабораторная работа №3. Определение равномерности смешивания компонентов комбикорма

3.1 Цель работы

Ознакомиться с методами контроля однородности комбикорма.

3.2 Основные положения

Смешивание – это механический процесс, при котором компоненты первоначально находящиеся раздельно друг от друга, образуют однородную смесь, т.е. все частицы распределяются равномерно по всему объему. Для достижения однородности комбикорма используют смесители непрерывного и периодического действия. Эффективность смешивания зависит как от физических свойств компонентов (гранулометрический состав, форма и характер поверхности частиц, влажность, плотность), так и от параметров смесителя (продолжительность смешивания, скорость рабочих органов смесителя и других показателей).

3.3 Методы испытаний

Невозможно определить, на сколько равномерно распределены все компоненты в смеси. Проследить же равномерность распределения 1...2 компонентов можно. Экспериментально установлено, что если какой-то компонент распределен в комбикорме равномерно, то и другие распределены равномерно. О равномерности распределения компонента в смеси комбикорма судят, определяя такие показатели, как степень однородности смеси (Θ) и относительную неоднородность смеси (V).

3.3.1 Относительная неоднородность смеси

Относительную неоднородность смеси (V) определяют по формуле:

$$V_c = \frac{100}{\bar{X}} \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}, \%$$

где V – величина относительной неоднородности или коэффициент вариации;

X_i - содержание ключевого компонента в каждой из проб;

n – количество отобранных проб;

\bar{X} - среднее содержание ключевого компонента в смеси.

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

При оценке качества процесса смешивания следует придерживаться следующих показателей:

- если V_c меньше 3 %, то качество смеси отличное;
- если V_c больше 3 %, но меньше 7 %, то качество смеси хорошее;
- если V_c больше 7 %, но меньше 15 %, то качество смеси удовлетворительное;
- если V_c больше 15 %, то качество смеси неудовлетворительное.

3.3.2 Степень однородности смеси

Степень однородности смеси (Θ) определяют по формуле:

$$\Theta = \frac{1}{n} \sum_0^n \frac{B_t}{B_0} \quad \text{при } B_t \leq B_0$$

$$\Theta = \frac{1}{n} \sum_0^n \frac{2B_0 - B_t}{B_0} \quad \text{при } B_t > B_0$$

где n – число проб;

B_t – фактическое содержание контрольного компонента в пробе;

B_0 – заданное содержание контрольного компонента по рецепту.

Чем ближе величина Θ к 1, тем равномернее распределены компоненты в комбикорме. Для выполнения работы готовят смесь из 90 % гречихи (или другой культуры с крупным зерном) и 10 % проса, которая рассматривается как ключевой компонент.

3.4 Порядок выполнения работы

Для проведения исследований в смеситель засыпаем 90 % гречихи и 10 % проса, не смешивая. Начинаем смешивать и по истечению 1 мин смеситель останавливаем, всю смесь высыпая на противень слоем 2-3 см. Затем из 10-12 мест отбираем навески массой 20-30 г. Общее количество зерна в отобранных навесках не должно превышать 10 % массы в смесителе. Оставшуюся смесь снова засыпают в смеситель, и по истечению еще одной минуты осуществляем ту же процедуру, что и в первом случае. Подобную операцию повторяем еще несколько раз (согласно заданию). После завершения процесса смешивания анализируют навески на содержание проса. Для этого пробы разделяют вручную или используют рассев. Определяют содержание проса в каждой навеске и

коэффициент вариации его распределения в каждый момент смешивания. Также на основании полученных результатов определяем степень однородности смеси. Все полученные результаты записываем в таблицу 6.

Таблица 6 – Определение однородности комбикорма и эффективности работы смесителя

Продолжительность смешивания, мин	Коэффициент вариации, %	Степень однородности смеси
1		
2		
3		
4		

3.5 Задание

1. Определить коэффициент вариации и степень однородности.
2. Определить оптимальное время смешивания комбикорма.
3. Начертить график зависимости коэффициента вариации смеси от продолжительности смешивания.

4 Лабораторная работа №4. Оценка эффективности процесса гранулирования комбикормов

4.1 Цель работы

Изучить технологический процесс производства гранулированных комбикормов, крупки и освоить методику контроля процесса гранулирования.

4.2 Основные положения

Гранулированный комбикорм представляет собой продукт в виде плотных комочков определенной формы и размеров. Технологический процесс изготовления из рассыпных комбикормов гранул, брикетов, шаровидных и другой формы продуктов объединяется одним названием - *прессование*. Для гранулирования рассыпного комбикорма используют матричные прессы и пресс-экструдеры. Эффективность процесса гранулирования характеризуется производительностью, коэффициентом полезного действия, удельным расходом энергии и прочностью гранул.

Производительность процесса – это количество продукта, подвергнутого прессованию в единицу времени. Коэффициент полезного действия прессы представляет собой отношение количества целых гранул ко всему продукту, получаемому после прессования. Чем выше прочность гранул, тем выше и коэффициент полезного действия.

Коэффициент полезного действия прессы:

$$\eta = \frac{m_1}{m_2},$$

где m – масса пробы продукта, полученного после прессования за единицу времени;

m_1 – масса целых гранул, после выделения из пробы мелкой фракции.

Прочность гранул является важным показателем их качества. Если гранулы недостаточно прочны, то они разрушаются при транспортировании, загрузке в бункера, хранении, перевозках. Удельный расход электроэнергии прессы рассчитывается по формуле:

$$q = \frac{N - N_0}{Q}, \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{t},$$

где N – полная потребляемая мощность на прессование, кВт;
 N_0 – мощность холостого хода, кВт;
 Q – часовая производительность пресса, т/ч.

4.3 Методы испытаний

Определение качества полученных гранул проводят по следующим показателям (ГОСТ 22834-87, ОСТ 8-6-73, ОСТ 8-13-74).

4.3.1 Определение размера гранул (диаметр и длина)

Размеры гранул определяют с помощью штангенциркуля или линейки, измеряя диаметр и длину 10 гранул, взятых подряд. По полученным данным вычисляют среднее арифметическое значение диаметра и длины гранул. Результаты заносим в таблицу.

4.3.2 Содержание мелкой фракции (проход через сито с отверстиями диаметром 2 мм)

Навеску гранулированного комбикорма массой 200 г просеивают в течение 10 мин в рассевке-анализаторе на сите с отверстиями \varnothing 2 мм. Определяют количество проходной фракции в процентах:

$$X = \frac{m_{np} \cdot 100}{200}$$

где m_{np} – масса прохода сита с отверстиями диаметром 2 мм;
200 – масса взятой навески.

4.3.3 Определение крошимости гранул

Прочность гранул определяют по показателю крошимости на приборе ППГ-2. Рабочим органом прибора является четырехгранный трехкамерный барабан – истиратель и просеиватель. Образец гранулированного комбикорма массой 2-3 кг просеивается на сите с отверстиями, диаметр которых составляет 0,8 от диаметра гранул в течение 1 мин. Затем из приготовленной пробы выделяют три навески массой по 500 г и помещают их в камеры прибора, которым сообщают вращательное движение в течение 10 мин. После окончания вращения навески по очереди вынимают из камеры и каждую в отдельности просеивают на том же сите в течение 1 мин и взвешивают. За показатель крошимости гранул (K , %) принимают разность между первона-

чальной и окончательной массой гранул, выраженную в процентах, в соответствии с формулой:

$$K = \frac{500 - a}{500} \cdot 100\%$$

где 500 – первоначальная масса гранул, г;
а – конечная масса гранул, г.

Величину крошимости гранул определяют как среднеарифметическое трех повторных определений.

4.3.4 Температура гранул

Гранулы отбирают после пресса и охладительной колонки в ящик с изолированными стенками. Количество гранул должно быть не менее 1 кг. Затем в середину массы гранул вставляют термометр. Температура горячих гранул должна быть не менее 80 °С, а температура охлажденных – на 5-6 °С выше температуры окружающего воздуха.

4.3.5 Плотность гранул

На технических весах взвешивают 5 гранул и помещают их в мерный цилиндр вместимостью 500 см³, заполненный до метки просом, предварительно выровненным на сите 2,2*20 мм. Просо, вытесненное гранулами, представляет собой объем гранул, а отношение массы гранул к их объему – плотность ρ г/см³. Плотность определяют трижды, после чего устанавливают их среднюю величину.

4.3.6 Разбухаемость гранул

Навеску гранул массой 25 г помещают в мерный цилиндр вместимостью 500 мл и на цилиндре отмечают уровень, занимаемый продуктом. В цилиндр наливают воду температурой 18 °С, чтобы верхний уровень ее был на высоте 130 мм над уровнем гранул. Время в минутах с начала наполнения цилиндра водой до момента, когда гранулы деформируются, является показателем разбухаемости гранул.

4.4 Порядок выполнения работы

В цехе гранул комбикормового завода студенты знакомятся с технологией производства гранулированных комбикормов, крупки, вычерчивают технологическую схему. Записывают показания всех контрольно-измерительных приборов. Отбирают образцы гранул и крупки, определяют их качественные показатели.

Результаты вносят в таблицу 7 и 8 и делают вывод об эффективности процесса гранулирования, сравнивая с требованиями ГОСТ 51899-2002 и ОСТ 8-6-73 (Приложение А и Б).

Таблица 7 – Качественные показатели гранул

Ре- цепт	Размер гра- нул, мм		Проход через сито с отвер- стия- ми \varnothing 2 мм, %	Крошимость, %				Плот- ность, г/см ³	Разбу- хае- мость, мин.	Кэф- фи- циент полезн. действ. $\eta = \frac{m_1}{m_2}$
	дли- на	диа- метр		K ₁	K ₂	K ₃	Сред- няя			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Таблица 8 – Качество крупки

Крупка для:	Остатки на ситах, отв. \varnothing , мм, %			Проход через сито \varnothing 1 мм, %
	5,0	4,0	3,0	
1	2	3	4	5

4.5 Задание

1. Ознакомиться в производственных условиях с технологией производства гранулированных комбикормов, крупки и вычертить технологическую схему процесса.
2. Зафиксировать показания контрольно-измерительных приборов процесса гранулирования.
3. Определить качественные показатели отобранных образцов гранул и крупки.

Список использованных источников

1. Кожарова, Л.С. Основы комбикормового производства / Л.С. Кожарова. – 2-е. изд., доп. и перераб. – М.: «Пищепромиздат», 2004. – 288 с.
2. Комбикормовое производство для животноводства и птицеводства / авт.-сост. С.Н. Александров, Т.И. Косова. – М.: ООО «Издательство АСТ»; Донецк «Сталкер», 2004. – 189 с.
3. Миончинский, П.Н. Производство комбикормов / П.Н. Миончинский, Л.С. Кожарова. – М.: Колос, 1981. – 200 с.
4. Практикум по технологии муки, крупы и комбикормов / Г.А. Егоров, В.Т. Линниченко, Е.М. Мельников, Т.П. Петренко. – 2-е. изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1991. – 208 с.
5. Устименко, Т.В., Практикум оценки качества зерна и зернопродуктов: методические указания. Рабочая тетрадь / Т.В. Устименко, В.М. Филин, И.В. Авдеева. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 176 с.
6. Чеботарев, О.Н. Технология муки, крупы и комбикормов / О.Н. Чеботарев, А.Ю. Шаззо, Я.Ф. Мартыненко. – Москва: ИКЦ «МарТ», Ростов-н/Д: Издательский центр «МарТ», 2004. – 688 с.
7. Черняев, Н.П. Технология комбикормового производства / Н.П. Черняев. – М.: Агропромиздат, 1985. – 256 с.

Приложение А (справочное)

Характеристики гранулированных комбикормов (ГОСТ 51899-2002)

Таблица А.1 – Характеристики гранулированных комбикормов (ГОСТ 51899-2002)

Показатели	Характеристика и нормы
1	2
Внешний вид	Гранулы цилиндрической формы с глянцевой или матовой поверхностью, без трещин (для рыб). Комбикорма для непродуктивных животных вырабатывают в форме палочек, звездочек, шариков, подушечек и др.
Цвет	Соответствующий цвету рассыпного комбикорма, из которого готовят гранулы, или темнее. При вводе в комбикорм мелассы цвет гранул – от светло-коричневого до темно-коричневого, при вводе красителей – цвет соответствующего красителя.
Запах	Соответствующий набору доброкачественных компонентов исходного комбикорма без затхлого, плесневелого и других посторонних запахов
Массовая доля влаги, %, не более:	
для кроликов, нутрий, лошадей, крупного рогатого скота	14,0
для птицы, рыбы, поросят-сосунов	13,5
для непродуктивных животных	12,0
для остальных видов и половозрастных групп животных	14,5
Диаметр гранул, мм:	
для птицы, поросят-сосунов в возрасте до 2 мес, телят в возрасте 1-6 мес, рыбы	2,5-4,7
для кроликов, нутрий, пушных зверей, поросят-отъемышей в возрасте до 4 мес., подсосных ягнят в возрасте до 4 мес, молодняка овец	2,5-7,7

Продолжение таблицы А.1

1	2
для свиноматок всех групп, хряков-производителей, откормочных свиней всех возрастных групп, ремонтного молодняка свиней в возрасте до 4 до 8 мес, овцематок всех групп, баранов-производителей, молодняка крупного рогатого скота в возрасте от 6 до 12 мес	4,7-12,7
для крупного рогатого скота в возрасте свыше 12 мес, лошадей	4,7-14,7
Длина гранул, мм, не более	Два диаметра
Крошимость гранул, %, не более:	
для сельскохозяйственных животных	22
для кроликов, нутрий и пушных зверей	8
для рыб	5
для лошадей	7
Проход через сито с отверстиями диаметром 2 мм, %, не более:	
в гранулах комбикормов для сельскохозяйственных животных, кроликов, пушных зверей, нутрий	10
рыбы	5
Водостойкость гранул для рыб, мин, не менее	15
Разбухаемость гранул, мин:	
для рыб, не менее	25
для плотоядных пушных зверей, не более	25
П р и м е ч а н и я	
1 Гранулированные комбикорма с диаметром гранул 4,7 и 7,7 мм используют для приготовления крупным сельскохозяйственным животным, птице, рыбе, пушным зверям, кроликам и нутриям.	
2 Допускается уменьшение или увеличение диаметра гранул на 1,0 мм и длины гранул в соответствии с их диаметром.	
3 Показатель «разбухаемость гранул» в комбикормах для рыб определяют вместо показателя «водостойкость» при отсутствии прибора для определения водостойкости гранул	

Приложение Б (справочное)

Качество крупки из гранул комбикормов (ОСТ 8-6-73)

Таблица Б.1 – Качество крупки из гранул комбикормов (ОСТ 8-6-73)

Показатели	Нормы и характеристики крупки для		
	Цыплят и бройлеров от 1 до 30 дней, откорма утят мясных гусей от 1 до 20 дней, индюшат от 1 до 30 дней	Цыплят от 31 до 60 дней, бройлеров от 31 до 70 дней, мясных гусят от 21 до 70 дней, индюшат от 31 до 90 дней и от 91 до 120 дней	Кур-несушек и индеек-несушек
Запах	Соответствующий набору доброкачественных компонентов данного комбикорма		
Цвет	Соответствующий цвету рассыпного комбикорма, из которого готовят гранулы, или несколько темнее		
Влажность (не более), %	14	14	14
Крупность: остаток на сите с отверстиями Ø 5 мм, %	Не допускается		10
остаток на сите с отверстиями Ø 4 мм (не более), %	Не допускается	10	Не допускается
остаток на сите с отверстиями Ø 3 мм (не более), %	20	Не допускается	Не допускается
Проход через сито с отверстиями Ø 1 мм (не более), %	18	18	18
Наличие металломагнитных примесей (частиц размером до 2 мм включительно) (не более) мг в 1 кг	25	25	25