МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ИНСТИТУТ РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Л.С. Кожарова

ОСНОВЫ КОМБИКОРМОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

УЧЕБНИК

ОДОБРЕНО
Министерством образования Российской Федерации
в качестве учебника для образовательных учреждений
начального профессионального образования

УДК 636.085.6
ББК 36.824я7
К 58

Кожарова Л.С.

К 58 Основы комбикормового производства – М.: «Пищепромиздат», 2004, – с. 288; иллюстр. 50 – (Учебник). Издание второе, дополненное и переработанное.

ISBN 5-89703-085-5

Учебник предназначен для подготовки и обучения рабочих по профессиям: дробильщик, дозаторщик и гранулятор щик. В нем рассмотрены этапы и отдельные технологические линии производства комбикормов, состояние сырьевой базы, ассортимент, некоторые технологические схемы комбикормовых заводов. В отдельных главах вопросы подготовки дробильщиков, дозаторщиков, грануляторщиков тесно связаны с требованиями должностных квалификационных характеристик в соответствии с образовательным стандартом НПО по учебной профессии «Аппаратчик комбикормового производства» (IV разряд). Особое внимание уделено новым технологическим приемам – экспандированию, вводу жидких компонентов.

Рецензенты: ***Е.М. Мельников***, профессор МГУПП;
В.А. Косарев, первый заместитель генерального

ОГЛАВЛЕНИЕ

От автора 5
Введение 9
Глава 1. **Общие сведения о комбикормовом производстве**
§ 1. Сведения о комбикормах 20
§ 2. Комбикормовая продукция и рецепты 24
§ 3. Компоненты для производства комбикормов 33
§ 4. Технологические свойства компонентов комбикормов 54
§ 5. Типы комбикормовых заводов 56
§ 6. Вопросы для проверки знаний 61
Глава 2. **Производство комбикормов, БВМД и премиксов**
§ 1. Технология производства рассыпных и гранулированных комбикормов 63
§ 2. Технология производства белково-витаминно-минеральных добавок 76
§ 3. Технология производства премиксов 84
§ 4. Технология производства карбамидного

§ 3. Процесс смешивания 154
§ 4. Технологические схемы дозирования и смешивания... 160
§ 5. Вопросы для проверки знаний 165
Глава 5. **Подготовка грануляторщика**
§ 1. Процесс гранулирования 167
§ 2. Технология производства гранулированных комбикормов 176
§ 3. Технология производства крупки из гранул 181
§ 4. Реконструкция и техническое перевооружение линий и цехов гранулирования 184
§ 5. Вопросы для проверки знаний 188
Глава 6. **Экспандирование комбикормов**
§ 1. Характеристика оборудования для экспандирования... 189
§ 2. Технология экспандирования 192
§ 3. Физические и химические изменения продукта при экспандировании 196
§ 4. Особенности гидротермической обработки бобовых компонентов комбикормов 202
§ 5. Дозирование жидких микродобавок методом «напыления» 206
§ 6. Вопросы для проверки знаний 209
Глава 7. **Автоматизация комбикормового производства**
§ 1. Автоматизированные системы управления 212
§ 2. Автоматизированное управление процессами подготовки компонентов 216
§ 3. Интегрированная автоматизированная система управления (ИАСУ) 220
§ 4. Вопросы для проверки знаний 225
Глава 8. **Контроль качества сырья и продукции**
§ 1. Контроль качества поступающего сырья 227
§ 2. Контроль этапов технологического процесса производства комбикормов 241
§ 3. Контроль качества готовой продукции 257
§ 4. Вопросы для проверки знаний 263
Литература 264
Комбикормовые заводы – прошлое, настоящее и будущее 265

ОТ АВТОРА

Комбикормовая промышленность России вступила в новый этап развития.

В последние годы 76 из 77 областей (кроме одной – Магаданской) практически имели действующие комбикормовые заводы. Однако уровень производства комбикормовой продукции резко упал. Причиной тому и сложившееся непонимание между производителями и потребителями комбикормов, и передел собственности, и искажение основного назначения комбикормовой промышленности. В результате высокоиндустриальное производство оказалось невостребованным. Выстоять удалось немногим.

Нарушилась структура подготовки, переподготовки и повышения квалификации рабочих, инженерно-технических работников, специалистов качественного аппарата. Обучение рабочих из профессиональных технических учебных заведениий практически перешло в колледжи и на предприятия.

Появился и дефицит литературы для подготовки рабочих специальностей – аппаратчиков, обслуживающих оборудование, агрегаты и технологические линии (дробильщиков, грануляторщиков, дозаторщиков и др.). Последняя книга, рекомендованная Государственным Комитетом профессионального образования, – «Основы комбикормового производства» – не переиздавалась с 1987 г. Многочисленные пожелания специалистов комбикормовых заводов подтвердили необходимость ее переиздания с учетом достижений в области сырьевой базы, техники, технологии комбикормового производства.

Это особенно важно, так как в последние годы обращается внимание на совершенствование организации выращивания и откорма скота и птицы, внедрение интенсивных методов и прогрессивных поточных технологий производства мясной и молочной продукции, и в связи с этим – на развитие коневодства, оленеводства, пушного звероводства, кролиководства, прудового рыбоводства. Все это невыполнимо без высококачественных комбикормов.

В настоящее время комбикормовая промышленность располагает предприятиями различной степени технической оснащенности, специализированными цехами и линиями по производству премиксов и белково-витаминно-минеральных добавок. Среди них специализированные предприятия, цеха в составе мелькомбинатов, хлебоприемных предприятий, элеваторов, малогабаритные заводы в составе птицефабрик и животноводческих комплексов.

Из года в год возрастают требования к проектированию комбикормовых заводов, модернизации и к культуре производства. Техническая оснащенность предприятий систематически совершенствуется, осваиваются новые технологические линии, управляемые не только при помощи автоматических, но и электронных систем. В результате сокращаются затраты труда и улучшается качество производимой продукции.

Управлять процессами при помощи современного оборудования и сложных агрегатов смогут только высококвалифицированные специалисты. Например, в комбикормовой промышленности дробильщики, дозаторщики, грануляторщики должны владеть вопросами технологии, знать свойства сырья, уметь обслуживать оборудование и решать производственные задачи, изучать передовой зарубежный опыт.

Однако на современном уровне развития комбикормовой промышленности от квалифицированного рабочего требуется не только владение знаниями в рамках должностной характеристики. Он должен активно участвовать в управлении производством, обеспечивать оптимальную загрузку основного технологического оборудования для стабилизации выпуска продукции в соответствии с требованиями стандартов и выполнения намеченных планов выработки комбикормов на каждом заводе.

Возрождаемые предприятия отрасли, как правило, провели техперевооружение, оснастили свои заводы лучшим оборудова-

нием отечественных, европейских и американских производителей, ввели электронные системы управления смесеприготовлением, вводом жидких компонентов, гранулированием, экспандированием, упаковкой готовой продукции.

В книге дается обзор новых направлений в технологии производства рассыпных комбикормов, особенно в области гидротермической обработки, которая широко внедряется на предприятиях, это экструзия и экспандирование.

Современная комбикормовая промышленность России способна вырабатывать разнообразную продукцию: комбикорма, белково-витаминно-минеральные добавки, карбамидный концентрат, премиксы. Объемы выпуска комбикормов, БВМД и премиксов ежегодно растут, расширяется их ассортимент с использованием адресных рецептов.

Для лучшего понимания роли премиксов и белково-витаминно-минеральных добавок (БВМД) в производстве полнорационных комбикормов значительно расширены разделы «Технология производства белково-витаминно-минеральных добавок» и «Технология производства премиксов».

Автором сознательно оставлен раздел, связанный с карбамидным концентратом, хотя в последние годы эта технология практически забыта. Судя по тому, как поднимается в стране производство животноводческой продукции, думается, в ближайшем будущем эта технология будет востребована вновь.

Современное комбикормовое производство служит базой для внедрения достижений науки и передового опыта в кормопроизводство, что обеспечивает интенсификацию и повышение эффективности животноводства.

Говорить о возможностях и достижениях комбикормовой промышленности нельзя без упоминания о создателях отрасли, ученых и практиков, внесших свой неоценимый вклад в сохранение основополагающих технологий и развитие производства комбикормов. Так, предложенная Александром Васильевичем Желябиным в 1956 г. группировка сырья с близкими технологическими свойствами до сих пор актуальна не только в нашей стране, но начинает активно внедряться на предприятиях Швейцарии, Нидерландов, Германии, Бельгии, Дании и др.

Большой вклад внес П.Г.Демидов, который в 1954 г. издал книгу «Технология комбикормового производства». Школой ком-

бикормовой промышленности всегда считали директоров Большевского комбикормового завода Б.И.Пикуса и Раменского комбината хлебопродуктов В.Я.Печенова, каждая встреча с которыми являлась полезным уроком практических знаний.

Большой вклад в модернизацию оборудования, создание новых технологических приемов вносит главный механик Большевского комбикормового завода В.Н.Жалнин.

Нельзя не вспомнить ушедшего из жизни С.Г.Зимина, который до последнего дня продолжал дело своей жизни – поддерживал и совершенствовал комбикормовую промышленность.

Этот список можно продолжать, так как большинство из сохранившихся в настоящее время предприятий возглавляют директора, которые, невзирая на трудности, продолжают работать.

Значительная заслуга в подготовке учебника для профессиональной подготовки аппаратчика комбикормового производства принадлежит ректору Международной промышленной академии Вячеславу Ароновичу Бутковскому, без поддержки которого было бы невозможно приступить к переизданию книги.

Но издание книги могло бы не состояться, если бы не помощь спонсоров – генеральных директоров Александра Федоровича Бедарева, Александра Павловича Берестова, Анатолия Владимировича Сизикова, Олега Владимировича Гуськова, Валерия Валентиновича Шаброва, которым я благодарна.

Большой вклад в издание книги внесли совладельцы группы «Каль» (Германия) братья Иохим и Ян Берманн, а также президент группы компаний «Инвитро» Александр Васильевич Кулаков.

Автор выражает признательность рецензентам книги: профессору Евгению Михайловичу Мельникову и первому заместителю генерального директора ОАО «Кировхлеб» Виталию Александровичу Косареву за ценные замечания и советы, сделанные при подготовке рукописи.

ВВЕДЕНИЕ

Комбикормовая промышленность России – отрасль, которая входит в аграрно-промышленный комплекс страны. Задача комбикормовой промышленности – обеспечить животных всех видов и возрастных групп полноценным кормом. От того, какой корм будут получать птицы, свиньи, поросята, телята, кролики, олени и т. п., зависят: их продуктивность, устойчивость к различным заболеваниям, сохранность животных, экономный расход компонентов, входящих в комбикорм, и много других факторов, которые будут рассмотрены в соответствующих разделах и главах учебника.

Комбикормовая промышленность производит смеси из различных компонентов (видов сырья), комбинируя их в самых разных сочетаниях и пропорциях. Это и определяет само название **комбикорм** комбинированный корм. Смесь составляется так, чтобы недостатки (низкое содержание белка, недостаток витаминов и т. д.) одних компонентов компенсировать преимуществами других.

Главное при производстве комбикормов – создание такой смеси, которая восполнит потребность сельскохозяйственных, домашних животных, птицы в питательных веществах, обеспечит их рост, развитие и сохранность.

Роль комбикормов возрастала по мере развития промышленного животноводства. К примеру, созданы и действуют комплексы на 108 тыс. голов свиней, или птицефабрики, в составе которых от 25 тыс. до 3 млн голов птицы мясного или яичного направлений, животноводческие комплексы на 20 тыс. голов крупного рогатого скота (бычков «на откорм») и т. д.

Требования к комбикормам для промышленных животноводческих и птицеводческих предприятий чрезвычайно велики. Комбикорм становится как бы связывающим звеном между природой и животными. Все питательные вещества, необходимые для роста и развития, компенсируются комбикормами, так как животные находятся на клеточном и станковом содержании и лишены общения с живой природой.

В настоящее время комбикорма вырабатываются для крупного рогатого скота, овец, свиней, пушных зверей, рыб, для всех видов сельскохозяйственной птицы (индеек, кур, уток, страусов, перепелок), оленей, лабораторных животных (белых мышей), кошек, собак и других животных.

Краткий исторический путь развития комбикормовой промышленности

История развития комбикормовой промышленности описана в учебниках и различных отраслевых сборниках, выпущенных к юбилеям комбикормовой промышленности и в целом системы хлебопродуктов. В этом разделе будет кратко рассказано о наиболее важных вехах развития отрасли. Учащиеся, студенты, специалисты комбикормовых производств смогут представить масштабы и сложность различных исторических этапов, проникнуться чувством ответственности, значимости и гордости от причастности к этому важному народнохозяйственному производству.

Комбикормовой промышленности России около 75 лет. Первый в России комбикормовый цех производительностью 100 т/сут был построен в совхозе «Лесные поляны» недалеко от станции Болшево Московской области.

В январе 1928 г. этот цех был зарегистрирован как первый Московский государственный комбикормовый завод. Тогда комбикормовая промышленность входила в Народный комиссариат пищевой промышленности, позже – в Министерство пищевой промышленности.

В начале 1930 г. в Полтаве (Украина) был пущен в эксплуатацию экспериментальный комбикормовый завод производительностью 65 т/сут. На этом заводе отрабатывали технологические приемы, испытывали оборудование. Велась научно-исследова-

ческая работа, проводились эксперименты по хранению и предотвращению залегания сырья в силосах.

Уже в эти годы в смеситель непрерывного действия вводили до 7–8 % мелассы в рассыпные комбикорма. Сырьевая база включала в основном местное сырье и побочные продукты пищевых производств.

В период становления отрасли значительное место отводилось совершенствованию рецептов и технологическому процессу производства комбикормов. В 1934 г. в Москве была организована Центральная научно-исследовательская лаборатория комбикормовой промышленности (ЦНИИ комбикорм). Результатом научных исследований явилась разработка технических условий (ТУ) на производство комбикормов.

Проектированием комбикормовых заводов занималась проектная контора, созданная в 1934 г. при Главкомбикорме. Этой организацией был разработан ряд проектов заводов, построенных с 1933 по 1937 гг. в России (городах Воронеж, Болшево, Краснодар, Иркутск); на Украине (города Киев, Кировоград, Одесса, Бершполье); в Казахстане (в Семипалатинске).

В это же время было создано кооперативное товарищество (паевое общество) «Комбикорм», построившее в 1935 г. в Болшеве завод производительностью 200 т/сут вместо первого завода, который сгорел. В последующем заводы такой мощности строили во многих регионах России.

Болшевскому заводу обязан своим развитием Госплемзавод «Лесные поляны», в котором выводилась холмогорская молочная порода коров; на заводе вырабатывались рассыпные комбикорма для крупного рогатого скота и брикетированные – для воинских лошадей.

В 1936 г. Наркомпищепромом России закупались заводы для пищевой промышленности (производство кукурузных хлопьев, переработка овса и др.). В это же время был куплен комбикормовый завод в США и построен в г. Гулькевичи Краснодарского края. Проект этого завода был выполнен акционерным обществом «Хлебострой» и построен при участии специалистов США. Производительность завода 300 т/сут. Одновременно вырабатывались три вида комбикорма – полнорационный для лошадей, для крупного рогатого скота, для птицы. Вырабатывались брикеты на четырех прессах. Упоминание о брикетированных комбикормах в России встречается еще в 1877 г. в период русско-турецкой войны.

Анатолий Порфирьевич Мазник (Главное управление комбикормовой промышленности СССР), анализируя развитие комбикормовой промышленности, выделил четыре этапа в истории отрасли.

Первый этап – становление отрасли (1928–1940 гг.). К этому периоду отрасль располагала 19 крупными механизированными заводами. В 1940 г. было выработано 1185 тыс. т комбикормов (более 1 млн т). На этом этапе развития в работе по организации производства комбикормов начали принимать участие ученые зоотехнических лабораторий. Под их руководством и при непосредственном участии разрабатывали научно обоснованную рецептуру комбикормов для сельскохозяйственных животных.

Во время Великой Отечественной войны (1941 – 1945 гг.) комбикормовая промышленность потеряла 60 % своей мощности. 12 предприятий было полностью разрушено и производство комбикормов резко сократилось, и в 1947 г. оно составило 196 тыс. т.

С конца 1947 г. началось восстановление комбикормовой промышленности, стали вырабатывать комбикорма для птицы.

Второй этап развития отрасли условно включает 1952–1966 гг.

В 1952 г. Главкомбикорм, в состав которого входила комбикормовая промышленность, был ликвидирован, и комбикормовые заводы перешли в ведение Главного управления мукомольной промышленности Министерства заготовок СССР, что предопределило дальнейшее направление ее развития.

С 1953 г. проектирование предприятий было поручено институтам «Промзернопроект». В 1954–1956 гг. началось строительство комбикормовых цехов в составе мелькомбинатов в гг. Бугуруслане, Могилеве, Брянске.

В 1956 г. был разработан проект комбикормовых цехов производительностью 150 т/сут, которые строились при мелькомбинатах и вырабатывали комбикорма-концентраты. К началу 1957 г. насчитывалось 47 комбикормовых заводов.

Для увеличения выработки комбикормов в 1957–1958 гг. был разработан проект малогабаритного универсального комбикормового завода – МУКЗ-35 производительностью 35 т/сут. Такие заводы поставлялись комплектно, их монтировали в типовых зерновых складах на хлебоприемных, промышленных предприятиях, реализационных базах.

К началу 1963 г. в стране действовало 777 установок МУКЗ, которые вырабатывали 6 – 7 млн. т комбикормов в год. Тем не менее в силу ряда недостатков (шнековые дозаторы объемного типа, отсутствие ряда технологических линий, в том числе обогащения, гранулирования, ввода жидких компонентов и т. п.) с 1962 г. агрегаты МУКЗ в государственной комбикормовой промышленности больше не устанавливали.

Развитие комбикормовой промышленности продолжалось благодаря созданию типовых проектов производительностью 130, 200 и 300 т/сут в монолитных железобетонных зданиях, в которых впервые установили однокомпонентные весовые дозаторы типа ДК и порционные смесители СГК-1.

С 1958 г. начался выпуск комбикормов с добавлением витаминов, антибиотиков, микроэлементов. С этого времени закладывается основа для балансирования комбикормов, их обогащения. А в 1964 г. машиностроительная промышленность (Ростовский завод «Продмаш») освоила выпуск установок для гранулирования; комбикормовые заводы начали выпуск гранулированных комбикормов.

К завершению 1965 г. комбикормовая промышленность вырабатывала около 12 млн т комбикормов, в том числе в гранулированном виде 160,5 тыс. т.

Третий этап развития комбикормовой промышленности начался с 1966 г. Этот период характеризуется ускоренным развитием, созданием новых проектов, разработкой технических решений, не имеющих равных в мире. Накопленный предприятиями опыт использовался и реализовывался в типовых проектах производительностью 315, 500, 630 т/сут. В дальнейшем типоразмеры комбикормовых заводов расширялись, их мощность увеличивалась до 700–1050 т/сут.

Проект комбикормового завода производительностью 315 т/сут (мы называем его по первому заводу в Марьяновке Омской области «типа Марьяновка») разрабатывался в здании из сборных железобетонных конструкций. Этот проект в свое время внес новую струю в развитие отрасли, он выгодно отличался от своих предшественников. Главным его достоинством было впервые примененное многокомпонентное весовое дозирование ингредиентов и группировка сырья с близкими технологическими свойствами (так называемые трудносыпучие компоненты) в отдельно

стоящем здании, где разместили ЦПС – цех предварительного дозирования и смешивания. Кроме того, в этом проекте были предусмотрены линии гранулирования, ввода жидких компонентов, приготовления и дозирования обогатительных смесей, пневмотранспорт витаминной травяной муки, шелушение пленчатых культур, упаковка готовой комбикормовой продукции.

Этот этап характеризуется расширением номенклатуры вырабатываемой продукции. Научно обоснована (проф. А.К.Павлюченков) экономика производства и использования белково-витаминно-минеральных добавок – БВМД. В 1965 г. это были белково-витаминные добавки (без минеральных смесей), которые предназначались только для зерновых регионов страны. Наша страна явилась родоначальником этого продукта, которым в последующие годы заполонили нашу страну западные поставщики. Они называли эти добавки концентратами (Провими, Коудайс и др.), суперконцентратами (CHV) и т. п. большей частью с неизвестным составом. Об этом в главе II будет рассказано подробно.

В России же и в других республиках СССР началась специализация на комбикормовых заводах г. Ирбит (Свердловская обл.), г. Бельцы (Молдавия) и г. Васильки (Украина).

Особый спрос БВМД имели на межхозяйственных заводах, которые строили в самых различных регионах.

В начале 70-х годов в России насчитывалось более 1000 межхозяйственных комбикормовых заводов, не имеющих своих железнодорожных путей. Использование БВМД и собственных зерновых обеспечивает экономию сырьевых ресурсов, транспортных расходов, эффективность использования сбалансированной продукции.

Однако межхозяйственные комбикормовые предприятия как производители комбикормов утратили свою значимость, и лишь в Самарской области, Краснодарском крае и Республике Башкортостан они сохранены и играют заметную роль в обеспечении животноводства комбикормами. Однако слабая материально-техническая база и устаревшие технологии не позволяют им серьезно конкурировать в производстве комбикормов. В настоящее время межхозяйственные комбикормовые предприятия могут производить максимально 1,8–2,0 млн т комбикормов негарантированного качества.

Четвертый этап развития с середины семидесятых годов был для комбикормовой промышленности результативным. Отрасль оснащалась новыми типами и типоразмерами оборудования, интересными индивидуальными проектами. Отдельные технологические линии и приемы были оригинальны и не имели аналогов в мире.

Это проекты реконструкции Болшевского комбикормового завода с доведением производства до 2400 т/сут рассыпных комбикормов; проект Раменского комбикормового завода производительностью 600 т/сут с двумя самостоятельными параллельно работающими линиями: предварительного дозирования сырья, требующего измельчения, и так называемого трудносыпучего. Впоследствии проект Раменского комбикормового завода был усовершенствован с доведением производительности до 900, а позже и до 1800 т/сут. Построенные в г. Ожерелье и г. Клин (Московской обл.) заводы производительностью 900 т/сут были прототипами Раменского комбикормового завода.

Серьезным вкладом в развитие комбикормовой промышленности явилось создание нового продукта – премиксов промышленного производства на специализированных заводах и в цехах предприятий микробиологической и комбикормовой промышленностей. Промышленное производство однопроцентных премиксов позволило поднять качество комбикорма и их сбалансировать.

С 1971 г. был введен в эксплуатацию Ефремовский цех премиксов (Тульская обл.), а в 1973–74 гг. в комбикормовой промышленности – пять цехов премиксов производительностью по 1,5 т/ч. В результате ввода этих цехов в 1971–1975 гг. в системе Микробиопрома СССР было выработано 417,7 тыс. т премиксов, а в 1974–1975 гг. системе Министерства заготовок СССР – 157,7 тыс. т. Благодаря премиксам к 1975 г. было произведено около 60 млн т полнорационных, сбалансированных не только по основным показателям питательности (обменная энергия, содержание кормовых единиц, сырой протеин и т.п.), но и по биологически активным веществам – витаминам, микроэлементам, ферментам и др.

Значительное место в развитии комбикормовой промышленности занимает специализация предприятий. Это прототип распространенной в настоящее время интеграции производителей комбикормовой продукции и их потребителей, но без ущемления прав этих предприятий.

Специализация комбикормовой промышленности сформировалась к 1972–74 гг., когда в России стали создаваться крупные животноводческие комплексы и птицефабрики. Еще с 1967 г. свыше 700 птицефабрик и других специализированных хозяйств не только России, но и Белоруссии, Украины, Прибалтики, Узбекистана были закреплены за наиболее технически оснащенными комбикормовыми заводами для бесперебойной доставки им полнорационных комбикормов. Специализированные комбикормовые заводы производительностью 315, 500, 300 т в сутки строились во всех регионах России.

К этому периоду комбикормовая промышленность внедряла новые технологии, создавая проекты предприятий, оснащенных многокомпонентным автоматическим дозированием, линиями гранулирования, ввода кормовых жиров и мелассы.

Большое внимание уделялось лабораторной базе – входному контролю сырья, вопросам токсичности, организации зональных лабораторий, их оснащению новым оборудованием и приборами экспресс-анализа сырья и готовой продукции.

Все это способствовало повышению качества комбикормов, сокращению их расхода и увеличению продукции животноводства.

Современное состояние комбикормовой промышленности

В 90-е годы XX века комбикормовая промышленность вошла как относительно молодая отрасль в возрасте 62 лет. За эти годы она поднялась до уровня высокоорганизованного индустриального производства, владеющего конкурентоспособными технологиями.

Современная комбикормовая промышленность России является важным звеном в развитии промышленного животноводства, всех его отраслей (птицеводство, скотоводство, коневодство, рыбоводство, пушное звероводство и т. д.).

В современной комбикормовой промышленности России насчитывается около 350 предприятий, способных производить в год 35–40 млн т комбикормов. Техническая база включает предприятия с различным уровнем механизации, автоматизации и компьютеризации.

Структура современной комбикормовой промышленности включает следующие предприятия: самостоятельные комбикормовые заводы; комбикормовые заводы и цеха в составе комбинатов хлебопродуктов; комбикормовые заводы и цеха в составе хлебоприемных предприятий и элеваторов; межхозяйственные комбикормовые цеха в составе птицефабрик и животноводческих комплексов. В последнем десятилетии собственные комбикормовые заводы и цеха на ряде птицефабрик и крупных животноводческих комплексов суммарно производят 2,5–3,0 млн т комбикормов. При этом лишь некоторые из них отвечают современным технологическим требованиям. Они выпускают более дешевые комбикорма (на 10–15 %) главным образом за счет снижения налоговых платежей и затрат на производство.

Функционируют эти предприятия в основном за счет использования белково-витаминно-минеральных добавок (БВМД) и собственного зернофуража.

К 1991 г. отрасль достигла пика своего развития: полная механизация; автоматизация, электронное управление смесеприготовлением. Однако с этого периода и до 2000 года комбикормовая промышленность постоянно снижала объемы производства. Этому способствовали новые экономические взаимоотношения в стране, потеря централизованного распределения сырья, его стоимость. С увеличением цены на сырье резко возросли и цены на комбикорма. Сложилось так, что птицефабрики не могли покупать комбикорма на государственных заводах и начинали строить свои кормоцеха, которые часто звучат как «кормокухни».

Однако неподготовленная материально-техническая база, отсутствие кадров привели к тому, что, с одной стороны, разрушалась важнейшая отрасль – комбикормовая промышленность, с другой – создавались наскоро и непрофессионально цеха с привнесенными технологиями и оборудованием.

Многие регионы за прошедший с 1991 г. период остались, по существу, без комбикормовой промышленности. Устоять от разрушения помогло интегрирование. Заводы начали объединяться с птицефабриками и животноводческими комплексами, стали возрождаться предприятия в самых различных регионах от Владивостока до Калининграда. Стали появляться холдинги, союзы и другие формы интеграции предприятий. Все это способствовало началу возрождения комбикормовой промышленности, намети-

лись тенденции динамичного развития. Более серьезно к собственному кормопроизводству стали относиться хозяйства, взвешенно рассчитывать свои возможности в организации кормоцехов, совершенствовать и реконструировать уже построенные. В 2002 г. на комбикормовых предприятиях, птицефабриках, животноводческих комплексах выработано около 3 млн т комбикормов.

Состояние комбикормовой промышленности за последнее десятилетие и в настоящее время наглядно демонстрирует рис. 1.

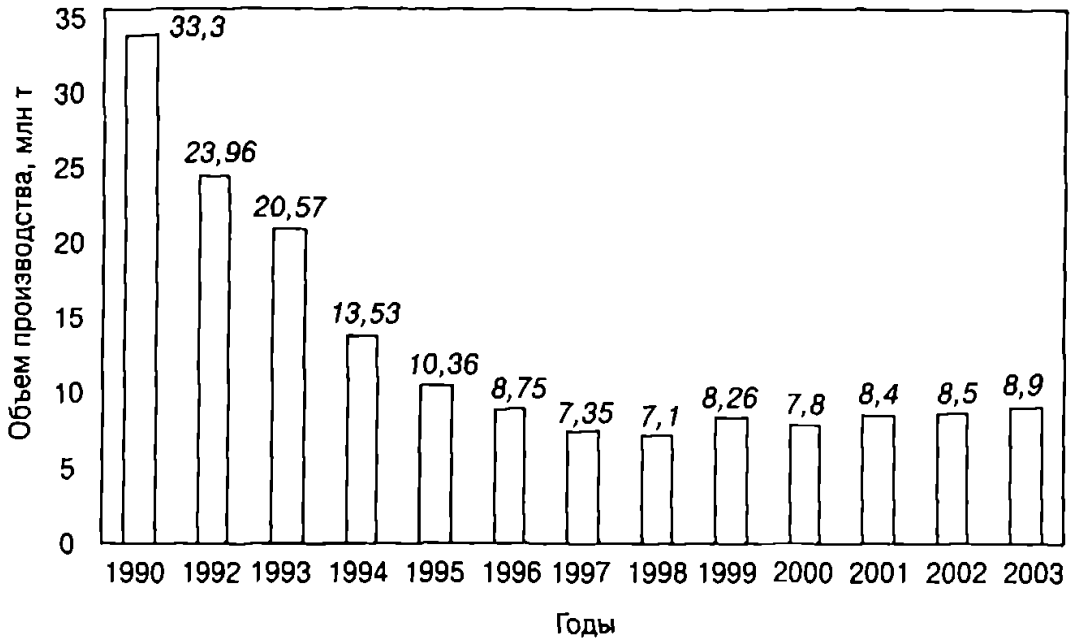


Рис. 1. Производство комбикормов в России за 1990–2003 гг.

Проекты технического перевооружения, реконструкции и нового строительства комбикормовых заводов и цехов востребованы с использованием новых технологических схем, современных технологических приемов, производительного устойчиво работающего оборудования. Расширяется информационный уровень производственного персонала посещением отечественных и зарубежных выставок, стажировок, семинаров.

Обновление учебно-методической литературы, новые нормативные документы, изучение требований к комбикормам – все это будет способствовать стабилизации производства и улучшению качества комбикормовой продукции.

При решении проблемы производства комбикормов в современных условиях необходимо повышение качества рационов, разработка рецептов полнорационных комбикормов, белково-витаминно-минеральных добавок, премиксов различного назначения. Без знаний технологии их производства решить поставленные перед комбикормовой промышленностью задачи будет невозможно.

Глава

I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОМБИКОРМОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

§ 1. СВЕДЕНИЯ О КОМБИКОРМАХ

В организации научно обоснованного кормления важное значение имеют комбинированные корма – комбикорма, составленные на основе данных о кормлении сельскохозяйственных животных.

Отдельные корма – компоненты (зерно, отруби, жмыхи, сено, солома, рыбная мука и др.) или однообразные смеси (овес и овсяная мука, пшеница и пшеничные отруби) не обеспечивают в полной мере животных необходимыми питательными веществами. Это объясняется тем, что состав питательных веществ, входящих в эти смеси, однообразен и не содержит полного набора требуемых для организма белков, минеральных солей, витаминов, аминокислот и др. В результате животные, получающие подобные корма, не дают требуемого количества продукции, отстают в развитии, снижается их жизнеспособность, они часто болеют.

Использование отдельных кормов в различных комбинациях (сочетаниях) и соотношениях позволяет создавать полноценные рационы. В этом случае недостаток требуемых питательных веществ в одном корме дополняется наличием их в другом и этим обеспечивается более высокая питательная ценность комбинированного корма. Комбинированные рационы нельзя составить без предварительной подготовки компонентов – их очистки, сушки, измельчения, тепловой обработки. Таким образом, комбикормом называют однородную смесь очищенных и измельченных до требуемой крупности различных кормовых средств и микродобавок, вырабатываемую по научно обоснованным рецептам и обеспечивающую полноценное кормление животных.

Рацион животного и птицы должен включать наиболее правильное, гармоничное сочетание необходимых питательных веществ, чтобы обеспечить максимальную переваримость полученного корма. Такими питательными веществами являются белки, жиры, углеводы, витамины, микроэлементы и др.

Белки, белковые вещества. Они составляют основу живых клеток. Белки клеток постоянно обновляются белковыми веществами корма, которые образуют новые клетки для восстановления погибших, а также для построения разнообразных тканей, выработки ферментов и гормонов.

Биологическая ценность белковых веществ корма зависит от их аминокислотного состава. Для животных такие аминокислоты, как лизин, цистин, метионин, триптофан, треонин, аргинин и гистидин, жизненно необходимы, незаменимы. Без аминокислот или при их недостатке в кормах задерживаются рост и развитие организма, снижается продуктивность, возникают различные заболевания. Белковые вещества корма условно называют «сырым» (или неочищенным) протеином. В сыром протеине различают собственно белки и азотистые соединения небелкового характера под общим названием амиды. Амиды – промежуточные продукты, образующиеся в растениях при синтезе белка из неорганических веществ (например, аммиака и др.).

Ценность комбикорма определяют питательные вещества, жиры и углеводы.

Жиры. Содержатся в кормах в различном количестве. В растениях они находятся главным образом в семенах и зернах, меньше – в стеблях и листьях, особенно бедны жирами корни и клубни. Жиры калорийнее белков и углеводов и обладают большой теплоизоляционной способностью. Жиры представляют энергетический запас в организме животного, они защищают организм от быстрого охлаждения и механического повреждения, частично входят в состав клеток, способствуют задержанию в организме витамина В.

Среди сельскохозяйственных животных по способности образования жира первое место занимают свиньи. Поэтому откорм свиней – наиболее рациональный способ получения ценных животных жиров.

Содержание жира в сырье и комбикормах выражают показателем «массовая доля сырого жира». Под понятием сырой жир под-

разумевают разнообразные вещества, которые могут быть извлечены из сырья, обработанного этиловым эфиром. Растительные жиры (продукты переработки масличных культур) хорошо усваиваются животными. В основном жиры синтезируются в организме из углеводов.

Углеводы. Относятся к безазотистым органическим соединениям, входящим в состав комбикормов. В образовании питательных веществ синтез углеводов занимает ведущее место. В результате химических превращений углеводов в организме животного выделяется энергия, расходуемая на жизненные процессы и мускульную работу. Углеводы входят почти во все клетки животного организма в виде гликогена (животного крахмала) и сахаров. Из них образуются жиры, белки и другие вещества. В комбикормах углеводы составляют наибольший процент, так как содержатся в основном в растительных кормах.

Крахмальные зерна распределяются по составным частям одного и того же растения неравномерно и, кроме того, различаются по составу и химическим свойствам. Большое количество крахмала содержится в зернах злаковых культур (65... 80 %). В организме животных крахмал под действием ферментов желудочного сока превращается в глюкозу, которая в углеводном питании животного занимает первое место. Глюкоза заключает в себе 50 % энергии организма животного.

Клетчатка (целлюлоза) – составляет главную массу клеточных стенок растений. Однако питательность комбикормов с увеличением количества клетчатки уменьшается. Клетчатка содержится в большом количестве в грубых кормах: соломе злаков (40... 45 %), сене (20... 35 %), зерне злаков (2... 12 %). Сырье животного происхождения не содержит клетчатки. Содержание клетчатки в комбикормах выражается показателем «массовая доля сырой клетчатки».

Микроэлементы. Они жизненно необходимы животным. Сера, калий, кальций, магний, железо, фосфор, натрий и другие микроэлементы поступают в растения из почвы в виде растворов солей. Минеральные вещества участвуют в поддержании нормальных жизненных функций организма животного. Биологически они в организме животного оказывают влияние на процессы переваривания пищи, также необходимы для нормальной возбудимости нервов и мышц, активно участвуют в

процессах всасывания и усвоения питательных веществ клетками тела, входят в состав тканевых белков, костной ткани, кожных покровов, крови, используются организмом при образовании молока, ферментов, гормонов желез внешней и внутренней секреции.

Витамины. Они необходимы для нормального развития животных. Основные источники витаминов – растительные корма. При продолжительном питании кормами с недостаточным содержанием витаминов у животных возникают заболевания, получившие название авитаминозов, а при их избытке – и гипервитаминозов. Потребность в витаминах зависит от вида, возраста и физиологического состояния животных.

При промышленном животноводстве и птицеводстве, в условиях изоляции от естественных источников витаминов, в рацион животных обязательно вводят витамины. Если суточная потребность животного в белках и углеводах исчисляется граммами, то многие витамины требуются в тысячных и миллионных долях грамма. Обычно синтетические кормовые витамины вводят в комбикорма в составе премиксов.

Ферменты. Вводить в комбикорма их стали недавно. Ферменты образуются в живой клетке и служат биологическими катализаторами, т. е. ускоряют процессы обмена веществ. Ферменты – биологические катализаторы белковой природы, способные во много раз ускорить химические реакции, происходящие в живом организме.

Все многообразие биохимических реакций, протекающих в микроорганизмах, растениях и животных, катализируется соответствующими ферментами.

В пищеварительном тракте животных полисахариды (углеводы), белки и липиды (жиры) кормов расщепляются до легкоусвояемых соединений под действием ферментов. Введение ферментных препаратов в корма преследует две основные цели – повышение усвояемости комбикормов и, соответственно, продуктивности животных и сохранение их продуктивности при включении в комбикорма трудноусвояемых или содержащих антипитательные вещества компонентов. Классификация ферментов основана на характере их действия: одни ускоряют действие белков, другие – углеводов. Ферменты вводят непосредственно в состав комбикормов или с премиксом.

Рассмотренные питательные вещества, содержащиеся в кормах, отличаются от органических соединений, образующихся в организме животного. Например, в растительных кормах содержатся в основном углеводы (клетчатка, крахмал и сахара), тогда как в организме животного углеводов очень мало, а клетчатки совершенно нет.

При определении состава комбикорма подбирают такое сочетание компонентов, при котором обеспечивается наиболее эффективное использование содержащихся в них питательных веществ. Для этого компоненты комбикорма должны иметь достаточное количество протеинов, сбалансированных по аминокислотному составу, должны быть обогащены витаминами, микроэлементами, антибиотиками, ферментами и другими добавками, стимулирующими рост и продуктивность животных.

В связи с индустриализацией животноводства с каждым годом растет число птицефабрик и крупных животноводческих комплексов. Животные, находясь в клеточном или станковом содержании, оторваны от внешнего мира. Комбикорм становится связывающим звеном между животным и природой. Практически все вещества, необходимые для обеспечения нормального роста и продуктивности, животные получают с комбикормом. Поэтому знание сырьевого состава помогает правильно сбалансировать комбикорма и обеспечить их питательную ценность и переваримость. Этим объясняется обширный ассортимент сырья, используемого при производстве комбикормов.

§ 2. КОМБИКОРМОВАЯ ПРОДУКЦИЯ И РЕЦЕПТЫ

Комбикормовые заводы вырабатывают комбикорма-концентраты, полнорационные комбикорма, кормовые смеси, премиксы, карбамидный концентрат, БВМД на основе карбамидного концентрата.

Комбикорма-концентраты. Это комбикорма с повышенным содержанием протеина, минеральных веществ и микродобавок, скармливаемые с зерновыми, сочными или грубыми кормовыми компонентами для обеспечения биологически полноценного кормления животных.

Полнорационный комбикорм. Представляет собой смесь компонентов, полностью обеспечивающую потребность живот-

к и питательных, минеральных и биологически активных ве-
ществ.

Кормовая смесь. Однородный продукт из кормовых компо-
нентов, не содержащий полного набора питательных веществ.

БВМД. Однородная смесь измельченных до необходимой
тонкости высокобелковых, минеральных кормовых компонен-
тов и премиксов, предназначенная для производства комбикор-
мов.

Премикс. Однородная смесь измельченных до необходимой
тонкости биологически активных компонентов и наполнителя,
используемая для ввода в комбикорма и БВМД. Подробнее об
этой продукции можно узнать в §§ 2 и 3 главы 2.

Карбамидный концентрат. Это кормовой продукт в виде
крупки, получаемый путем обработки в экструдерах однородной
смеси измельченного зерна, карбамида и бентонита. Карбамид-
ный концентрат используют для производства комбикормов
БВМД и кормовых смесей для жвачных животных.

БВМД на основе карбамидного концентрата. Представля-
ет собой однородную смесь измельченного до требуемой круп-
ности карбамидного концентрата, отрубей, соли поваренной,
мелассы и других компонентов, предназначенную для произ-
водства комбикормов и кормовых смесей для жвачных живот-
ных.

Комбикорма-концентраты, комбикорма полнорационные,
БВМД, премиксы и кормовые смеси изготавливают для различ-
ных по возрасту и продуктивности групп птицы, свиней, крупно-
рогатого скота, лошадей, кроликов, нутрий, пушных зверей,
рыб.

Комбикорм, БВМД и кормовые смеси вырабатывают в рас-
сыпном виде, гранулированном и в виде крупки из гранул, а кор-
мовые смеси также в виде брикетов, премиксы – в рассыпном
виде, карбамидный концентрат – в виде крупки.

Рецепты комбикормов и порядок их применения. Рецепт –
формула, по которой производят продукцию. Его разрабаты-
вают на основе многолетнего научного и хозяйственного опыта
кормления сельскохозяйственных животных в колхозах, со-
вхозах, научно-исследовательских организациях. При этом учи-
тывают вид и физиологическое состояние животного, направлен-
ность продуктивности и генетические возможности.

Рецепты комбикормов нумеруют в соответствии с видом животных и птицы (табл. 1).

В пределах установленных десятков рецептам присваивают порядковые номера по производственным группам животных (табл. 2).

Номера рецептов обозначают двумя числами, из которых первое означает вид и группу животных, второе – порядковый номер рецепта для данной производственной группы животных и птицы. Оба числа ставят рядом через дефис. Например, рецепт № К-64-8 (комбикорма-концентраты для крупного рогатого скота); рецепт № ПК-52-1 (комбикорм полнорационный для ремонтного молодняка свиней в возрасте 4... 8 мес).

Рецепты БВМД обозначают теми же номерами, которые установлены для соответствующих комбикормов с добавлением после цифрового значения букв БВМД. Например, рецепт № 60-1-БВМД подразумевает белково-витаминно-минеральные добавки для дойных коров. Каждому рецепту карбамидного концентрата присваивают шифр, состоящий из букв КК и номера. Рецепты БВМД на основе карбамидного концентрата обозначают цифра-

Таблица 1

Нумерация рецептов комбикормов

Вид животного	Номер рецепта
Куры	1-9
Индейки	10-19
Утки	20-29
Гуси	30-39
Прочая птица (цесарки, голуби)	40-49
Свиньи	50-59
Крупный рогатый скот	60-69
Лошади	70-79
Овцы	80-89
Кролики и нутрии	90-99
Пушные звери	100-109
Рыбы	110-119
Продуценты и лабораторные животные	120-129

Таблица 2

Порядковые номера рецептов по видам и производственным группам животных и птицы

Номер рецепта	Вид и группа сельскохозяйственных животных и птицы
	Куры
1	Куры-несушки
2	Цыплята и молодняк кур в возрасте от 1 до 30 дней
3	Молодняк кур в возрасте от 31 до 90 дней
4	То же, от 91 до 150 дней
5	Бройлеры (мясные цыплята) в возрасте от 5 до 30 дней
6	То же, от 31 до 56 дней
	Индейки
10	Индейки-несушки
11	Индюшата в возрасте от 1 до 60 дней
12	То же, от 61 до 120 дней
13	То же, от 121 до 180 дней
	Утки
20	Утки-несушки
21	Утки в возрасте от 1 до 20 дней
	То же, от 21 до 55 дней
	То же, от 56 до 150 дней
	Гуси
30	Гусята в возрасте от 1 до 20 дней
31	То же, от 21 до 65 дней
32	Гуси взрослые и ремонтный молодняк
	Свиньи
50	Поросята-сосуны
51	Поросята-отъемыши в возрасте от 2 до 4 мес
52	Ремонтный молодняк свиней в возрасте от 4 до 8 мес
	Матки супоросные первого периода
54	То же, второго периода и подсосные
	Свиньи (мясной откорм)
56	То же, (беконный откорм)
57	Хряки-производители

Продолжение таблицы 3

Номер рецепта	Вид и группа сельскохозяйственных животных и птицы
	Крупный рогатый скот
60	Дойные коровы
61	Молочные коровы
62	Телята в возрасте от 1 до 6 мес
63	Молодняк в возрасте от 6 до 12 мес
64	То же, от 12 до 18 мес
65	Крупный рогатый скот (откорм)
66	Быки-производители
	Лошади
70	Рабочие
71	Рысистые и спортивные
	Овцы
80	Матки суягные и подсосные (взрослые овцы)
81	Молодняк в возрасте до 4 мес
82	Овцы (откорм)
83	Молодняк старше 4 мес
84	Бараны-производители

ми, соответствующими рецепту комбикормов для определенного вида жвачных животных и буквенными литерами БВМД-К.

Аналогично, каждому рецепту премиксов присвоен шифр, учитывающий назначение комбикорма, в который этот премикс будут вводить. Буквенное значение премикса П ставят перед цифровым шифром. Например, рецепт П-2-1 – это премикс для молодняка птицы в возрасте от 1 до 60 дней, а рецепт П-5-1 – премикс для бройлеров от 1 до 30 дней.

Каждому рецепту карбамидного концентрата присваивают шифр, состоящий из букв КК и номера. Рецепты БВМД на основе карбамидного концентрата обозначают цифрами, соответствующими рецепту комбикормов для определенного вида жвачных животных, и буквенными литерами БВМД-К.

Для сравнения состава комбикорма, количества вводимых компонентов и их специфики в табл. 3 приведены рецепты комбикормов для яйценоских кур промышленного стада в возрасте

7 до 10 мес и от 11 до 14 мес (ГОСТ 18221–99), а в табл. 4 – рецепты комбикормов для бройлеров (ГОСТ 18221–99).

Из табл. 3 и 4 видно, что большое значение придается белковой составляющей комбикорма. Высокопротеиновые компоненты – соевый шрот, рыбная мука, дрожжи, травяная мука – занимают по количеству ввода второе место после зерновых компонентов. Кроме того, обращается внимание на энергосодержание рациона, его питательную ценность. Об этом свидетельствует количество введенной кукурузы. Но отличительная особенность рецептов – введение в них мела, обесфторенного фосфата и других минеральных компонентов. В комбикормах для кур-несушек они составляют в сумме не более 7 %. Являясь источниками кальция, эти компоненты участвуют в образовании яичной скорлупы.

В комбикормах для бройлеров особое место занимают энергетические компоненты, например кормовой жир. Флегматичным,

Таблица 3

Рецепты полнорационных комбикормов для яйценоских кур промышленного стада в возрасте от 7 до 10 мес (181... 300 дней)

Компонент	Норма ввода в рецепт, %	
	ПК-1-18	ПК-1-19
Кукуруза	16, 5	42, 0
Пшеница	30, 0	–
Ячмень	24, 0	26,0
Шрот подсолнечный	7, 0	9,0
Дрожжи гидролизные	4, 0	4,5
Рыбная мука	6, 0	6,0
Травяная мука	4, 0	4,0
Мел	7, 0	7,0
Обесфторенный фосфат	0, 2	0,2
Соль	1, 0	1,0
Премикс	1, 0	1,0

Примечание.
ПК означает, что комбикорма полнорационные, цифра 1 – наименование вида птицы – яйценоские куры (куры-несушки), цифра 18 и 19-порядковые номера рецептов для данной производственной группы.

Таблица 4

Рецепты комбикормов для бройлеров

Компонент	Нормы ввода в рецепт, %						
	ПК-5-3	ПК-5-4	ПК-5-6	ПК-6-7	ПК-6-8	ПК-6-9	ПК-6-10
Кукуруза	40,2	40,0	42,0	42,0	39,0	–	40,0
Пшеница	–	16,0	14,0	–	14,0	45,0	–
Ячмень без пленок	23,3	11,5	13,0	28,0	18,0	20,3	28,0
Шрот подсолнечный	17,0	14,0	15,0	14,0	15,0	6,0	14,0
Дрожжи гидролизные	5,0	5,0	4,0	4,0	4,0	3,0	4,0
Рыбная мука	6,0	6,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0
Сухой обрат	4,0	3,0	–	–	–	–	–
Травяная мука	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	–	3,0
Мел	0,5	0,5	–	–	–	0,6	–
Жир кормовой	–	–	2,0	2,0	5,0	6,0	4,0
Мясокостная мука	–	–	3,0	3,0	3,0	–	3,0
Шрот соевый	–	–	–	–	–	14,0	–
Соль	–	–	–	–	–	0,1	–
Премикс	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Примечание.
ПК-5 – означает полнорационный комбикорм для бройлеров в возрасте от 5 до 30 дней, соответственно ПК-2 – для бройлеров в возрасте от 31 до 56 дней. Цифры 3, 4, 5, 6, 7 и т. д. показывают порядковые номера рецептов.

очень спокойным бройлерам такой энергетический компонент необходим для сокращения сроков роста и формирования мяса. Так, в строгом соответствии с видом и возрастом животного подбирают компоненты комбикормов.

Показатели качества комбикормов. После составления рецептов рассчитывают питательность комбикормов, которая характеризует продуктивность животного или жироотложение за определенное время. Общую питательную ценность комбикормов для крупного рогатого скота, лошадей и свиней выражают в ***кормовых единицах***, число которых относят к 100 кг комбикорма.

*Кормовая единица** условно выражает питательность всех входящих в комбикорма компонентов и формирует общую питательность комбикорма. За кормовую единицу в России принята средняя питательность 1 кг овса хорошего качества, натурой 450... 460 г/л, влажностью 13 %. Общая питательность 1 корм. ед. измеряется по жироотложению у крупного рогатого скота, приблизительно равна 150 г жира.

Массовая доля сырого протеина служит объективным показателем белковой ценности комбикорма. Ее определяют химическим путем в каждой партии выпускаемого комбикорма и выражают в процентах.

Сырой жир – показатель свежести комбикорма и компонентов, входящих в состав рецепта. Жиры характеризуются показателями кислотного и перекисного числа. Свежий жир не содержит свободных жирных кислот, и его кислотное число равно 0.

При развитии окислительных процессов кислотное число жира увеличивается.

Перекисное число характеризует доброкачественность жира.

Массовая доля сырой клетчатки – наиболее трудно переваримая составная часть комбикорма. Ее также выражают в процентах. В отличие от других углеводов (крахмала, сахара) клетчатка трудно переваривается организмом животных (птицы), так как нет ферментов, способных осуществить расщепление (гидролиз) клетчатки. Увеличение содержания клетчатки в комбикормах снижает их использование, повышает затраты на единицу животноводческой (птицеводческой) продукции. Клетчатка нормируется для различных видов и групп животных, поэтому при оценке качества выпускаемой продукции является одним из обязательных определений.

Обменная энергия. В комбикормах для птицы питательность определяют как разность при вычитании из энергии (калорийности) комбикорма энергии, выделяющейся с продуктами обмена. Обменную энергию выражают в килокалориях (ккал) в 100 г комбикорма. Этот показатель применяют и при оценке комбикормов для пушных зверей (норок, нутрий, лисиц).

* В СССР принята в 1923 г. В других странах за единицу питательности принята общая питательность 1 кг кукурузы.

Прочие показатели. Во всех рецептах обязательными показателями являются: содержание кальция, натрия, фосфора, лизина, метионина, цистина. Одни показатели определяют расчетным путем, другие – химическим, по фактическому содержанию.

Качество комбикормов зависит не только от качества перерабатываемого сырья, но и от правильности ведения технологического процесса. При недостаточной очистке сырья, не соответствующей степени измельчения компонентов, а также при нарушении рецепта получается нестандартная продукция. Технологическими показателями качества комбикормов являются влажность, содержание посторонних примесей, крупность размола, отклонения от заданного рецепта. Продукция повышенной влажности получается при переработке сырья нестандартного по влажности (более 15 % влаги).

Из посторонних примесей следует обращать внимание на содержание металломагнитных примесей, наличие песка или другой минеральной примеси, а также на содержание вредной примеси – семян ядовитых растений. Содержание этих примесей сверх допустимых норм объясняется плохой работой очистительных машин.

Отклонение от заданного рецепта свидетельствует о неточной регулировке дозаторов. Нарушение крупности размола указывает на плохую работу измельчающих машин.

Расчет рецептов при помощи ЭВМ. В комбикормовой промышленности рецепты рассчитывают на основании «Методических указаний по расчету рецептов комбикормов и БВМД с применением электронно-вычислительных машин».

При помощи ЭВМ рассчитывают оптимальный рецепт, который включает основные компоненты, удовлетворяющие физиологические потребности животного. Для оптимальной рецептуры требуется найти смесь сырья определенных количественных и качественных характеристик с необходимым содержанием питательных веществ.

Оптимизация составов рецептов комбикормов без ухудшения их качественных показателей позволила рациональнее использовать дефицитное белковое сырье и намного увеличить выпуск комбикормов с компонентами животного происхождения.

3. КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ

Комбикормовую промышленность отличает применение разнообразного по происхождению сырья: растительного, животного, минерального, микробиологического. Компоненты растительного происхождения занимают наибольший объем в составе рецепта комбикорма. Используемые плоды зерновых культур по составу и специфическим свойствам подразделяют на три группы: злаки, бобовые и масличные. В комбикорма включают семена этих культур, побочные продукты их технической переработки и корма, приготовленную из зеленой массы. Содержание питательных веществ в компонентах растительного происхождения зависит от многочисленных факторов: условий и района произрастания, почвы, влаги и др.

В производстве комбикормов используют полноценные и зрелые семена, т. к. только в созревшем зерне, бобе (плоде) в полном объеме содержатся вещества, обладающие соответствующими физиологическими и биохимическими свойствами, которые необходимы для развития организма животного.

Зерно злаковых культур. Содержание углеводов в зерне злаковых – важной составной части – достигает 80 %. Основные из них следующие: крахмал (49... 80 %), сахар (2,5... 3), клетчатка (2... 4), гемицеллюлозы, пентозаны (7... 12 %), пектиновые вещества.

Содержание белков в зерне злаков колеблется от 5 до 26 %. Большая масса этих белков относится к альбуминам, глобулинам, проламинам и глютелинам. Наиболее хорошо усваиваются животными проламины.

В зерне злаков содержатся также небелковые азотистые соединения – свободные аминокислоты и их амиды. Общее количество небелковых соединений в доброкачественном зерне не превышает 1 % массы сухого зерна.

Содержание жиров в зерне злаков колеблется от 1, 6 до 15 %. Много незаменимых кислот, линолевой и олеиновой, приходится до 70... 85 % общего количества жирных кислот. Наряду с жирами в зерне злаковых содержатся фосфатиды и стероиды. Особенно много в них лецитина (0, 4... 0, 6 %). Зольные вещества составляют 0, 9... 8 %, причем на долю фосфора и калия прихо-

дится до 80 % общего количества зольных элементов, на долю магния – 11... 13 % (табл. 5).

Однако других элементов в злаках мало. Это необходимо учитывать при балансировании комбикормов по минеральному составу. Фосфор в зерне злаков находится главным образом в органической форме в виде фосфатидов, большая часть серы – в виде азотсодержащих аминокислот и меньшая – в виде сульфатов. В зерне злаков содержится незначительное количество марганца, меди, цинка, молибдена, фтора, селена, олова, титана, мышьяка, лития, бария, стронция и других химических элементов.

Среди составных частей, определяющих кормовую ценность зерна злаков, важное значение имеют витамины. Особенно много в зерне витаминов группы В. В переваривании питательных веществ, поступающих в пищеварительные органы животных, принимают участие также ферменты (карбогидраза, липаза, протеиназа).

Овес. По ботаническим признакам овес подразделяют на три типа: I – белый отборный; II – желтый отборный; III – обыкновенный. Зерна овса покрыты легкоотделяющимися цветковыми пленками, которые содержат большое количество клетчатки и по общей питательности могут быть приравнены к соломе. Содержание цветковых пленок в зерне составляет от 25 до 40 %. Овес – самый сбалансированный по аминокислотному составу компонент для производства комбикормов.

Кукуруза. По общей питательности зерно кукурузы занимает первое место среди злаковых растений. Зерновки кукурузы не имеют цветковой пленки и отличаются высоким содержанием углеводов, особенно крахмала, количество которого достигает 70 %. Кукурузу считают хорошим кормом для всех сельскохозяйственных животных и птицы. Зерна кукурузы оранжевого и желтого цвета, относящиеся к типам желтозерной кукурузы, содержат в 1 кг 3, 2... 9, 0 мг каротина – провитамина А. Зерна кукурузы белого, палевого и бледно-розового цвета, относящиеся к типам белозерной кукурузы, или вовсе не содержат каротина, или его количество не превышает 1, 1 мг/кг.

Ячмень. Зерна ячменя, как и овса, покрыты цветковыми пленками, но в отличие от овса цветковые пленки срастаются с ядром зерновки. Поэтому отделить их от ядра трудно. Пленчатость ячменя колеблется от 9 до 15 %. По сравнению с овсом ячмень со-

Овес	100	10.5	4.6	10.3	0.38	0.29	0.12	0.35	0.04	267
Кукуруза	130	8.6	4.0	2	0,23	0.31	0,02	0,25	0,03	330
Ячмень	113	11,0	2,1	5,6	0,40	0,28	0,08	0,34	0,05	267
Рожь	111	11,4	2,0	2,4	0,39	0,24	0,08	0,30	0,02	238
Пшеница	118	11,5	2,2	2,7	0,30	0,30	0,05	0,33	0,03	295
Просо	95	10,7	3,8	8,7	0,23	0,33	0,08	0,35	0,03	276
Горох	110	21,3	1,5	5,8	1,59	0,47	0,13	0,38	0,03	247
Чечевица	119	25,2	1,3	4,3	1,61	0,41	0,12	0,35	0,03	248
Соя	131	37,0	18,5	5,5	2,19	0,99	0,21	0,65	0,03	350
Люпин	111	32,0	3,7	13,5	1,45	0,74	0,26	0,46	0,03	230
Вика	117	24,1	1,5	5,6	1,31	0,49	0,15	0,39	0,03	241
Бобы кормовые	115	25,0	1,5	6,73	1,40	0,53	0,11	0,50	0,02	237
Чина	106	25,9	1,1	5,7	1,67	0,44	0,15	0,50	0,03	244

держит меньше клетчатки и жира и больше безазотистых экстрактивных веществ, преимущественно крахмал.

По общей питательности ячмень превосходит овес примерно на 20 %. Вводят ячмень в комбикорма для всех видов сельскохозяйственных животных и птицы. Ячмень способствует улучшению качества молока и масла, а также качества мяса и сала при откорме свиней.

Рожь. Зерна ржи не покрыты цветковыми пленками. По химическому составу и общей питательности, а также по благоприятному влиянию на качество получаемого при скармливании свиньям мяса и сала рожь близка к ячменю. Крахмал ржи обладает способностью сильно набухать в желудке животного, а это может вызвать расстройство пищеварения. Поэтому ввод ржи в комбикорма ограничен.

Пшеница. Зерна пшеницы не покрыты цветковыми пленками. По химическому составу и по общей питательности они приближаются к зернам ячменя. В отличие от перечисленных злаков (овес, ячмень, рожь) пшеница содержит несколько больше белковых веществ, количество которых иногда достигает 20 % и более. Пшеница – ценный компонент комбикормов для всех видов сельскохозяйственных животных.

Просо. Зерна проса плотно окружены цветковыми пленками, легко отделяемыми от ядра. Цветковые пленки очень тверды. Содержание их колеблется от 17 до 25 % и более от общей массы зерна. Пленки богаты трудноперевариМой клетчаткой, количество которой в них достигает 34 % и более. Кроме того, цветковые пленки проса содержат много двуокиси кремния, которая почти не переваривается.

Чумиза. Зерновки чумизы так же, как и проса, плотно окружены цветковыми пленками. Отличаются они от зерновок проса меньшими размерами. Цветковые пленки чумизы красного или светло-желтого цвета составляют 15... 17 % от массы зерна. По химическому составу и питательной ценности зерно чумизы близко к зерну проса. Вводят чумизу в основном в комбикорма для птицы.

Рапс – ценная масличная культура. В комбикормовой промышленности используют жмых и шрот, представляющие ценный источник белка для сельскохозяйственных животных. По кормовой ценности рапсовый жмых намного превосходит льня-

белки рапсового жмыха и шрота сбалансированы по всем
незаменимым аминокислотам. Рапс богат минеральными веще-
ствами и микроэлементами. Семена рапса содержат 40... 45 %
жира. Питательная ценность 100 кг зеленой массы рапса 12,8
к. ед.
Рапс известен за 4 тысячи лет до н.э. В Россию был завезен в
XVIII веке.
Он широко культивируется в мире в связи с высоким содер-
жанием масла (38–45 %) и белка (24–31 %). В России засевается
небольших площадях. Плод рапса – узкий стручок длиной 5–
см, гладкий или слабобугорчатый с тонким коротким носиком.
Семенная оболочка имеет точечно-ячеистую поверхность. Диа-
метр семян ярового рапса до 1,8 мм, озимого до 2,5 мм. Масло
семян рапса содержит эруковую кислоту. В семенах рапса об-
разуются токсичные и придающие горький вкус органические
содержащие соединения – гликозинолаты, которые оказыва-
ют вредное действие на щитовидную железу.
В последнее десятилетие эта культура получает широкое рас-
пространение как компонент комбикорма, так как за рубежом и в
нашей стране получены сорта Канола-00 с низким содержанием в
масле эруковой кислоты (менее 2 %) и не содержащие ее совсем,
но с небольшим содержанием в семенах гликозинолатов
(0,3 %). Это позволяет использовать в комбикормовой про-
мышленности не только рапсовый жмых или шрот, но и полно-
стью семена. За рубежом производится более 20 млн т рапса
(в том числе в 2002 г. – 98 тыс. т), который успешно используется на
пищевые и кормовые цели, так как по аминокислотно-
му составу рапс приближается к сое.
Зернобобовые культуры. Характерная особенность всех бо-
бовых – высокое содержание белков, которое в 2... 3 раза боль-
ше, чем в зернах злаковых культур (см. табл. 5). Поэтому для
повышения белковой питательности комбикормов стали ис-
пользовать зернобобовые культуры. Биологическая ценность
белков семян бобовых намного выше, чем зерновых злаков, и
может 75... 85 % биологической ценности молока. Кроме
того, в семенах бобовых по сравнению с другими культурами
содержится больше ферментов гидролитического действия, спо-
собствующих лучшей переваримости питательных веществ в
пищеварительном тракте животных. Легкая растворимость белков бобовых

обусловливает и высокое усвоение их аминокислот организмом животного. Зернобобовыми можно изменять уровень протеина в комбикормах. Для этого используют горох, кормовые бобы, чину, сою, чечевицу и люпин.

Горох. Один из лучших видов высокобелкового растительного сырья. Семена кормового гороха по окраске могут быть зелеными, фиолетовыми, черными, бурыми или пятнистыми.

Родиной гороха считают Восточный Афганистан и Северо-Западную Индию, где он возделывается с IV в. до н.э.

Особенностью гороха, как и других бобовых, является то, что белки гороха содержат незаменимые аминокислоты (лизин, лейцин и др.), в семенах много крахмала. Благодаря этому горох является ценным поставщиком растительного протеина для комбикормовой промышленности.

Сорго входит в группу основных источников зеленых кормов и силосной массы. По кормовым достоинствам сорго приближается к кукурузе. Питательная ценность 100 кг сорго 24... 28 корм. ед. В них содержится 21,2 % протеина, 2,0... 3,0 клетчатки, 2,5... 3,0 % жира. Сорго содержит микроэлементы: кальций, фосфор, натрий, калий и другие, регулирующие солевой баланс, а также аминокислоты (лизин, метионин, цистин, триптофан).

Родина сорго – экваториальная Африка. В Индии сорго выращивают с III, в Китае и Египте – со II тысячелетия до н.э. В России сорго возделывают в Южном, Приволжском и Центральном федеральных округах. Сорго – культура с повышенной засухоустойчивостью.

Чечевица. Наряду с горохом используют при производстве комбикормов.

Соя. Среди бобовых культур выделяется высоким содержанием сырого протеина и жира. В сое содержатся вещества, тормозящие переваривание и использование протеина, однако при термической обработке питательность ее повышается.

Белок и жир – наиболее важные составные компоненты сои. Содержание белка колеблется в пределах 36... 48 % и более, масла – 20... 26 %. В состав зерна и зеленой массы сои входят также углеводы, сахара, витамины, минеральные соли и другие вещества. Переваримость органического вещества соевых кормов составляет 60... 91 %. Включение соевых кормов в рацион животных не только балансирует его по белку, незаменимым аминокис-

...минеральным веществам, но и дополняет витаминами, ...тами и повышает переваримость комбикорма или других ...ых рационов.

...ин. По содержанию переваримого протеина может отно... к лучшим бобовым культурам. В комбикормовой промыш...ности используют только сладкий люпин, так как горький со... алкалоиды и непригоден на корм животным.

... Один из распространенных кормовых культур, однако ... ее используют на корм скоту в виде травы и силоса. ...приготовления комбикормов используют семена. В семенах ...содержатся ядовито горькие вещества, поэтому перед ис...ванием их необходимо проверить на содержание циниль...ислоты.

...бы *кормовые*. Богаты белком и крахмалом. Бобы подразде... на два типа: крупносемянные (длина боба 15 мм и более) и ...семянные (длина боба до 15 мм).

... Подразделяют на два типа: первый – чина белая, зерно ... цвета с желтым или зеленоватым оттенком, длиной 4... 8 ... второй – чина темноокрашенная, от коричневого до красно... различных оттенков, размер зерен меньше размера зе...рвого типа. Из-за неблагоприятного действия на организм ...тных чину вводят в комбикорма в ограниченных количе...ствах.

В комбикормовой промышленности можно использовать и та... распространенные культуры, как нут, зерно которого ... переваривается всеми видами сельскохозяйственных жи...вотных и птицей. Питательная ценность 100 кг зерна нута со...ставляет 115 корм. ед. В 100 кг зерна содержится 21 % сырого ...теина и 5, 1 % клетчатки.

К растительным кормам относят и плоды некоторых деревьев, ...пример желуди. Они относительно бедны протеином, которого ...держат всего до 6 %, и жиром, содержание которого до 3, 5 %. ...Желуди содержат безазотистые экстрактивные вещества в ...личестве до 70 %, состоящие в основном из крахмала. Пита...тельная ценность 100 кг желудей составляет 110 корм. ед. В не...шелушенных желудях содержится 3, 7 % сырого протеина и 9, 2 % ... клетчатки.

Мука из растений. *Травяная мука.* В большей части произ...водимых растительных компонентов комбикормов ощущается не-

достаток белков, минеральных веществ и витаминов. Это ведет не только к нарушению обмена веществ, уменьшению сопротивляемости организма животных различным заболеваниям, но и вызывает перерасход кормов на производство единицы продукции, повышая ее себестоимость.

Одним из важнейших источников, позволяющих сбалансировать рационы сельскохозяйственных животных по белку, витаминам и минеральным веществам, является травяная мука. Ценность ее определяется не просто высоким содержанием питательных веществ, но и особой полноценностью растительных белков, наличием ряда незаменимых аминокислот. Каждый килограмм муки, например из бобовых трав, убранных в ранние фазы вегетации, содержит 18... 20 % протеина, не более 24 % клетчатки, 200... 300 и более миллиграммов каротина, а также необходимые для животных и птицы витамины С, Е, К, группы В и др. Богата травяная мука минеральными веществами и микроэлементами.

Потребление такого корма предупреждает развитие анемии – болезни, поражающей птицу зимой и ранней весной. Хлорофилл, содержащийся в кормах, способствует увеличению количества гемоглобина, эритроцитов и лейкоцитов в крови животных, а также обладает свойством общего действия на их организм. Хлорофилл и продукты его распада оказывают на животных тонизирующее действие, стимулируют кроветворение.

Травяную муку получают путем искусственной сушки – наиболее рациональным способом консервирования. При быстром обезвоживании травы в процессе искусственной сушки корма сохраняют свой первоначальный цвет и не имеют посторонних запахов. Особенно высока кормовая ценность травяной муки из бобовых трав. В среднем 1 кг люцерновой муки содержит каротина в 6, 7 раза, кормовых единиц на 37 %, переваримого протеина на 72, кальция на 42 и фосфора на 29 % больше, чем сено.

По общей питательности и переваримости мука из молодых, особенно бобовых трав, приближается к кормам из зерна гороха, вики, кормового люпина и кормовых бобов, а по содержанию каротина превосходит их в несколько раз. По содержанию сырого протеина травяная мука превосходит овес, просо, кукурузу и некоторые другие зерновые культуры.

Замена части зерновых компонентов травяной мукой дает повышенный эффект при кормлении животных. В рационах птицы

она успешно заменяет дорогостоящие компоненты животного происхождения. Так, 1 кг люцерновой муки по содержанию витамина А заменяет 1 кг рыбьего жира. В ее белках содержится необходимый комплекс аминокислот, отсутствующих в рыбьем жире.

В комбикормовой промышленности травяная мука – единственный компонент, богатый каротином. Особенно важно включить травяную муку в комбикорма в зимние месяцы, когда в рационах животных и птицы недостает каротина. Добавление травяной муки в комбикорма наряду с улучшением кормовых достоинств снижает их себестоимость, обеспечивает экономию белковых видов сырья (таких, как рыбная и мясокостная мука, шроты и жмыхи из семян масличных культур) и позволяет уменьшить расход зерновых компонентов. Питательная ценность 100 кг травяной муки составляет 47 корм. ед. В 100 кг травяной муки в среднем содержится 12... 16 % сырого протеина, 27, 4 клетчатки, 2, 7 % сырого жира. Травяная мука содержит в 1 кг 150... 350 мг каротина – провитамина А. В 100 г муки содержится 167 ккал обменной энергии. Травяную муку вводят в комбикорм для птицы в количестве от 2 до 15 %, для свиней от 5 до 10 и более, для телят и быков-производителей 10 и более, для кроликов до 40 %.

Хвойная мука также используется для производства комбикормов. Ее готовят в леспромхозах и лесхозах из хвои ели и сосны. Питательная ценность 100 кг хвойной муки составляет 40 корм. ед. В хвойной муке содержится 4... 6 % сырого протеина. В 1 кг ее содержится 12, 25 мг кальция, 320, 5 мг железа, 103 мг фосфора, 101, 6 мг марганца, 4, 98 мг цинка и 2, 41 мг меди. Особенно положительное действие оказывает добавка хвойной муки в рационы животных и птицы зимой и весной.

Мука из морских водорослей (ламинарии, фукуса пузырчатого). Высушенные и измельченные водоросли используют как компонент комбикормов, являющийся ценным источником витаминов и микроэлементов, особенно йода. Питательная ценность 100 кг фукусовой крупки составляет 35 корм. ед. В 100 кг фукусовой крупки содержится 2, 8 % сырого протеина, 7, 4 клетчатки и 12, 7 % кальция.

Компоненты технической переработки растительных культур. Эту группу компонентов составляют продукты перера-

ботки мукомольной, крупяной, пивоваренной, спиртовой, масложировой, крахмало-паточной промышленностей: отруби, мельничная пыль, различные кормовые мучки, барда, пивная дробина, шроты, жмыхи, кормовая патока, свекловичный жом, картофель сушеный.

Отруби получают в качестве побочного продукта при переработке зерна в муку на мукомольных заводах. Отруби представляют собой хороший концентрированный корм для всех сельскохозяйственных животных. В зависимости от способов помола отруби бывают крупные, с преобладанием оболочек зерна, и мелкие, с частицами эндосперма, более богатые крахмалом. В отрубях много минеральных веществ, особенно фосфора. Они содержат больше протеина, жира и клетчатки, чем зерно (табл. 6).

Отруби пшеничные состоят из частиц оболочек зерна различной величины с примесью зародыша. Чем меньше в отрубях мучнистых частиц и больше оболочек, тем отруби менее питательны. Пшеничные отруби содержат много клетчатки и плохо перевариваются свиньями и птицами, поэтому в комбикорма их вводят в меньших количествах. Отруби ржаные используют в качестве компонента в комбикормах для свиней, крупного рогатого скота, лошадей.

Отруби кукурузные получают при помоле кукурузы в муку. Они содержат разнообразные частицы оболочек зерна с примесью муки и зародышей. Питательная ценность кукурузных отрубей выше, чем пшеничных и ржаных, однако содержание переваримого протеина в них меньше.

Мучки кормовые в качестве побочных продуктов получают при переработке зерна (пшеницы, овса, ячменя, проса, кукурузы, риса, гречихи, гороха) в крупу. Кроме того, пшеничную и ржаную мучки получают на мукомольных заводах. В состав кормовой мучки входят частицы мучнистого ядра, плодовых и семенных оболочек, а также частично зародыша. В комбикорма вводят мучки пшеничные, ржаные, просяные, гречневые, овсяные, ячменные, рисовые, гороховые, кукурузные (см. табл. 6). Они не должны быть затхлыми, плесневелыми, прогорклыми, зараженными вредителями хлебных запасов.

Ржаная мучка по своей питательности близка к ржаной муке и считается хорошим компонентом в комбикормах для свиней. Гречневую мучку вводить в комбикорма для животных со светлой

Таблица 6

Характеристика компонентов технической переработки растительных культур (на 100 кг)

Компоненты	Химический состав, %								Содержание обменной энергии (на 100 г) ккал
	сырой протеин	сырой жир	сырая клетчатка	лизин	метионин и цистин	кальций	фосфор	натрий	
Отруби:									
пшеничные	15,5	4,14	9,62	0,55	0,37	0,14	1,08	0,04	172
ржаные	14,8	3,4	7,08	0,54	0,37	0,11	0,7	0,04	171
кукурузные	10,0	5,6	8,5	0,31	0,3	0,3	0,3	0,04	198
Мучки кормовые:									
пшеничная	14,2	3,0	4,0	0,48	0,4	0,07	0,3	0,04	257
ржаная	13,1	3,0	5,2	0,44	0,46	0,09	0,5	0,03	205
ячменная	15,5	2,8	5,6	0,44	0,36	0,10	0,37	0,04	245
овсяная	11,6	4,8	13,2	0,36	0,30	0,16	0,38	0,04	237
просяная	12,1	5,1	11,3	0,38	0,35	0,1	0,4	0,03	240
кукурузная	9,5	3,8	5,3	0,29	0,28	0,04	0,35	0,04	200
гречневая	11,4	9,9	9,0	0,64	0,43	0,16	0,23	0,04	230
Жмых:									
хлопковый	37,0	8,2	11,3	1,59	1,01	0,36	0,95	0,06	230
подсолнечный	36,0	18,5	17–21	1,27	1,45	0,33	1,53	0,09	245

Продолжение таблицы 6

Компоненты	Химический состав, %								Содержание обменной энергии (на 100 г) ккал
	сырой протеин	сырой жир	сырая клетчатка	лизин	метионин и цистин	кальций	фосфор	натрий	
льняной	33,3	6,5	9,8	1,24	1,2	0,06	0,76	0,06	243,0
арахисовый	48,3	4,3	6,5	1,63	1,10	0,17	0,19	0,03	245,0
кориандровый	15,7	2,0	23,9	0,65	0,38	0,5	0,6	0,08	215,0
рапсовый	32,0	8,75	12,0	1,62	1,41	0,73	0,97	0,05	235,0
Шрот:									
хлопковый	33–41	1,9–1,75	15,1	1,4–1,74	1,09–1,28	0,24	0,95	0,06	220,0
подсолнечный	38,0	1,7	19,0	1,27	1,54	0,37	0,65	0,08	226,0
соевый	40,0	1,4	5,7	–	–	–	–	–	–
льняной	34,1	1,7	9,53	1,28	1,25	0,35	0,77	0,08	225,0
кориандровый	16,6	2,15	26,2	0,5	0,53	1,3	0,66	0,05	221,0
рапсовый	35,5	2,5	12	2,04	1,64	0,7	0,9	0,07	200,0

окраской в большом количестве не рекомендуется, так как она может вызвать заболевание под названием гречишная болезнь. Кроме того, включение в комбикорма этой мучки ограничено из-за содержания в ней плохо переваримых плодовых оболочек. Мучку ячменную можно использовать для всех животных, особенно для откорма свиней, так как она способствует улучшению качества мяса и сала. Овсяная и просяная мучки содержат большое количество трудно переваримых цветковых пленок. Просяная и рисовая мучки богаты жиром (до 9 %). Кукурузная и гороховая мучки - хороший компонент для многих видов комбикормов.

Сухие кукурузные корма получают при производстве крахмала из кукурузного зерна. Представляют собой смесь побочных кормовых продуктов – таких, как кормовой кукурузный глютеин, мезга (плодовые и семенные оболочки с примесью крахмала), шрот из зародышей зерна кукурузы при выработке масла.

Шроты и жмыхи получают при переработке масличных культур. Жмых остается при отжиме масла на шнековых или гидравлических прессах из предварительно очищенных, размолотых и обработанных теплом и влагой семян масличных растений. Жмых, полученный на шнековых прессах, представляет собой изогнутые кусочки различной величины. Жмых, полученный на гидравлических прессах, имеет вид плиток длиной около 900 мм, шириной около 350 мм и толщиной 15... 25 мм. Масса каждой такой плитки колеблется в больших пределах (например, масса плитки соевого жмыха в среднем 8 кг, льняного – 6 кг).

Шрот – это продукт экстрагирования масла органическими растворителями (бензин, дихлорэтан) из предварительно очищенных и размолотых масличных семян. После экстрагирования растворитель из остатков семян удаляют посредством пара. Затем продукт сушат и получают сыпучую массу – шрот.

Как жмыхи, так и шроты характеризуются большим содержанием белковых веществ. По общей питательности они близки к зерновым компонентам, но превосходят их по содержанию белка. Шроты богаты витаминами групп В и Е. Содержат большое количество калия и фосфора, но бедны натрием и кальцием. Между собой жмыхи и шроты отличаются содержанием сырого жира. Как правило, шроты содержат жира примерно в 5 раз меньше, а клетчатки в 1, 5 раза больше, чем жмыхи (см. табл. 6). В связи с

тем, что жмыхи и шроты содержат много белка, их в основном используют для повышения в комбикормах уровня протеина. Большой удельный вес эти компоненты занимают при производстве белково-витаминно-минеральных добавок.

Хлопковые жмых и шрот получают при переработке семян хлопчатника. Отличительная особенность этих продуктов – содержание ядовитого вещества госсипола. Если в хлопковом шроте или жмыхе содержится более 0, 1 % госсипола, их для производства комбикормов не используют.

Подсолнечные жмых и шрот получают из семян подсолнечника. Это ценные высоко питательные белковые корма, хорошо усваиваемые организмом животных. Качество подсолнечного жмыха и шрота зависит от содержания лузги. Если ее больше 4 %, то не рекомендуется вводить в комбикорма для молодняка животных и птицы, а в комбикорма для взрослых животных жмых с таким показателем можно включать при условии тонкого размола.

Сосвые жмых и шрот по биологической ценности относят к лучшим белковым компонентам благодаря высокому содержанию незаменимых аминокислот, особенно в комбикормах для молодняка животных и птицы.

Льняные жмых и шрот получают при выработке масла из семян льна. Льняной жмых в воде набухает, образуя слизь, из-за наличия пектиновых веществ. Этим объясняется хорошее диетическое свойство льняного жмыха. Особенно его полезно использовать в составе комбикормов для молодняка животных, поскольку образующаяся слизь обволакивает стенки кишечника, предохраняя его от раздражения. Льняной жмых рекомендуется вводить в комбикорма для рыб, так как при этом повышается водостойкость комбикормов.

Арахисовые жмых и шрот – лучший белковый компонент рас-

веществ ввод конопляного жмыха и шрота ограничен, а в комбикорма для молодняка вообще запрещен.

Клещевинный обезвреженный шрот (кормовой) получают при извлечении касторового масла из семян клещевины. Шрот не должен содержать рицина*. Используют шрот в комбикормах для молочных коров, откорма свиней, крупного рогатого скота и для прудовых рыб. Кокосовый шрот получают из высушенной плодовой мякоти кокосовых орехов после удаления масла.

Кориандровые жмых и шрот – побочные продукты получения эфирного масла из плодов кориандра. Главная составная часть этого масла линалоол. Кориандровые жмых и шрот вводят только в комбикорма для крупного рогатого скота в количестве 7... 10 %.

Кунжутные жмых и шрот получают при переработке на маслозаводах семян кунжута как с отделенными оболочками, так и с неотделенными. На комбикормовые заводы поступает кунжутный жмых или шрот из неотделенных семян кунжута.

Кукурузный кормовой шрот обладает приятным запахом, хорошо поедается сельскохозяйственными животными всех видов. Получают шрот при извлечении масла из зародыша кукурузы.

К жмыхам и шротам из семян крестоцветных культур относят сурепковые, рапсовые, рыжиковые, получаемые при производстве репейного, рапсового масла. Жмыхи и шроты горькие, поэтому их неохотно поедают животные.

Свекловичный жом и меласса (кормовая патока) – это побочные продукты переработки сахарной свеклы на сахар. Жом представляет собой обессахаренные стружки свеклы, а меласса – тем-

щества. Почти $^1/_3$ азотистых веществ – это бетаин и $^2/_3$ – аминокислоты.

Минеральные вещества мелассы состоят из углекислых, сернокислых, хлористых, азотнокислых и небольшого количества фосфорнокислых солей калия, натрия, кальция, магния. Если концентрация сухих веществ мелассы ниже 75 %, создаются условия для развития бактерий и возникают микробиологические процессы, вызывающие потери сухих веществ. Питательная ценность 100 кг мелассы составляет 75 корм. ед. Мелассу вводят в комбикорма в жидком виде. Учитывая высокую питательность, ее вводят в комбикорма для всех видов животных в количестве 2... 5 %.

Компоненты технической переработки животных продуктов. К ним относят продукты переработки молока (обрат, сыворотка, заменитель сухого молока), кормовые продукты мясокомбинатов (кровяная, костная, мясная, мясокостная, перьевая мука), кормовые продукты рыбоперерабатывающей промышленности (рыбная мука и др.). Все эти компоненты используют в виде сухой муки, которая отличается высоким содержанием полноценного белка и минеральных веществ, хорошо усваиваемых организмом животных. Эти высокопитательные компоненты вводят в состав комбикормов для растущих животных, для супоросных и подсосных свиней, а также для птицы. Они намного повышают белковую и минеральную питательность комбикормов (табл. 7).

Мясокостная мука получается при переработке туш животных, мясо которых непригодно в пищу, а также из различных отходов переработки животных на мясокомбинатах. Питательность муки зависит от исходного сырья.

Мясная мука – высококачественный белковый корм. Ее выра-

Таблица 7

мпонентов технической переработки животных продуктов (на 100 кг)

Химический состав, %								Содержание обменной энергии (на 100 г) ккал
сырой ротеин	сырой жир	сырая клетчатка	лизин	метионин и цистин	кальций	фосфор	натрий	
43, 5	14, 2	2, 5	2, 5	1, 03	10, 50	5, 35	1, 75	287,0
50, 5	25, 1	2, 5	3, 7	1, 35	7, 50	3, 75	1, 50	273,0
66, 2	2, 5	–	5, 43	2, 05	0, 30	0, 26	0, 85	328,0
18, 9	17, 2	–	0, 5	0, 13	26, 50	14, 50	0, 2	
83, 3	2, 5	–	1, 27	2, 90	0, 20	0, 80	–	209,0
61, 5	6, 0		6, 0	3, 10	5, 00	4, 00	1, 85	289, 0
–								870,0
26, 0	11, 5				1, 03	0, 97		

Кормовой жир занимает значительное место среди компонентов животного происхождения. Жир повышает калорийность комбикормов. Наибольший эффект дает введение его в комбикорма для откорма птицы-бройлеров. Цвет жира от желтоватого до светло-коричневого. Влаги в нем содержится не более 0, 5 %, неомыляемых веществ 1, 0... 1, 5, веществ, нерастворимых в эфире, 0, 5... 1, 0 %. Кислотное число жира 10... 20, перекисное – 0, 03... 0, 1. Температура плавления не выше 42 °С.

Рыбная мука вырабатывается из непищевой рыбы, отходов рыбоперерабатывающей промышленности. Качество рыбной муки зависит от содержания в ней жира, фосфорнокислого кальция и поваренной соли. Рыбная мука богата микроэлементами, витаминами, особенно витамином B_{12}. Содержание жира в рыбной муке повышает ее общую питательность, однако чрезмерно большое содержание жира (более 18 %) нежелательно, поскольку он вызывает быструю порчу продукта. Рыбная мука содержит не более 5 % поваренной соли.

Перьевая мука – продукт переработки свежего чистого махового и хвостового пера птицы всех видов, а также сырья, не пригодного для выработки перо-пуховых изделий. Вводят перьевую муку в комбикорма для птицы.

Регенерированное молоко вводят в комбикорма для телят в возрасте от одного до шести месяцев, поросят-сосунов и отъемышей, молодняка птицы раннего возраста.

Минеральные компоненты комбикормов. Включают поваренную соль, мел, кормовые фосфаты, муку и крупу из раковин моллюсков, травертиновую муку, известняк.

Мел вводят в комбикорма как источник кальция, который входит на 99 % в состав костей (от общего количества кальция в организме). Этот элемент поступает в организм с кормом и водой в виде различных солей. В желудке животных под влиянием соляной кислоты не растворимые в воде соли кальция переходят в легко растворимый хлористый кальций.

Кальций из растительных. кормов усваивается хуже, чем из кормов животного происхождения. Оптимальное соотношение в комбикормах кальция и фосфора должно быть 2: 1. Кальций благоприятствует усвоению железа и обеспечивает устойчивость организма ко многим заболеваниям.

Природный мел, применяемый в комбикормовой промышленности, представляет собой осадочную породу белого цвета, состоящую из микроскопически мелких шариков углекислого кальция. В 1 кг кормового мела содержится 330 г кальция.

Известняк можно вводить в комбикорма вместо мела в том случае, если он пригоден для кормления животных. Известняк, используемый на кормовые цели, должен содержать не менее 85 % углекислого кальция, не более 1 % песка; наличие мышьяка не допускается, а содержание фтора допускается не более 0, 04 %.

Травертиновая мука – ценная минеральная добавка. Приготавливают ее из пористого известняка – травертина, представляющего собой минеральные отложения некоторых целебных источников. Травертины содержат 37... 40 % кальция, 0,3 магния, 1,0 алюминия, до 6,0 % железа. Кроме того, в состав травертинов входят микроэлементы: кобальт, марганец, цинк, медь, сера.

Кормовой обесфторенный фосфат– минеральная добавка, получаемая из апатитового концентрата. Содержит в основном фосфор и кальций. Представляет собой порошок тонкого помола, серого или коричневого цвета, без запаха. В кормовом фосфате менее 36 % фосфора (в пересчете на P_2O_5), не менее 48 % кальция (в пересчете на CaO) и не более 0, 24 % фтора.

Крупка и мука из раковин моллюсков. Крупку готовят из раковин моллюсков для кормления птицы (размер крупок 0, 5... 2, 0 мм), а муку – для кормления всех сельскохозяйственных животных, включая птицу. В 1 кг крупки или муки в среднем содержится 371 г кальция. Крупку и муку вводят в комбикорма вместо мела.

Поваренная соль. Вводят в комбикорма как источник натрия и хлора. Основное количество натрия находится в составе жидких тканей (кровь, лимфа), а также в пищеварительных соках. Большую роль натрий играет в регуляции осмотического давления и в водном обмене, задерживая воду в тканях. Оптимальное соотношение натрия и калия в комбикормах должно быть 0, 5: 1. Хлор входит в состав многих тканей, причем в коже содержится 30... 60 % от общего количества его в организме. Физиологическое и биохимическое значение хлора заключается в образовании в желудке соляной кислоты. При недостатке его в кормах и комбикормах понижается переваримость белков, поскольку образование соляной кислоты при этом замедляется. В 1 кг поваренной соли

содержится 380... 390 г натрия и 585... 602 г хлора. Допустимая влажность соли сорта «Экстра» – не более 0, 5 %, высшего сорта – не более 0, 8 %. Чем соль мельче, тем она ценнее для производства комбикормов. Введение поваренной соли в комбикорма в бóльших количествах, чем это указано в рецепте, может вызвать заболевание и даже отравление животного.

Белковые кормовые дрожжи. Продукт микробиологической промышленности. При помощи микроорганизмов промышленным биологическим синтезом получают кормовые белковые продукты. Наиболее распространенные из них - белковые кормовые дрожжи, которые выращивают на различном сырье: соломе, опилках, стержнях кукурузных початков, подсолнечной лузге, хлопковой шелухе, сульфитном экстракте, отходах крахмальных заводов, гидролизатах древесины, древесных отходах, камыше, торфе. Дрожжи являются ценным белково-витаминным компонентом, так как в процессе развития в клетках дрожжей образуются белки, углеводы, жиры, ферменты, витамины, т. е. соединения, необходимые для формирования организма животного.

По усвояемости белки дрожжей равноценны белкам животного происхождения, поэтому их приравнивают к компонентам животного происхождения. Кормовые дрожжи богаты витаминами, особенно группы В. В кормовых дрожжах содержится 38... 50 % сырого протеина, 1, 3 сырого жира, 13, 0 клетчатки, 0, 12 кальция, 0, 56 фосфора, 0, 08 натрия, 0, 47 лизина, 0, 45 % метионина+цистина.

Гидролизные кормовые дрожжи получают из технически чистых культур дрожжей, выращенных на барде гидролизных и сульфитно-спиртовых заводов. Они представляют собой сухой продукт высушивания дрожжей на специальных установках и имеют вид чешуек.

Цвет дрожжей, выращенных на барде гидролизных заводов, – коричневый, а выращенных на барде сульфитно-спиртовых заводов – бледно-серый. Особенно ценен этот компонент как источник витамина B_2 – рибофлавина, недостаток которого в кормовом рационе вызывает задержку роста молодых животных, снижение инкубационного качества яиц, уменьшение вывода цыплят. В организме животных витамин B_2 является одним из регуляторов окислительных процессов в клетках и участвует в углеводном, жировом обмене и обмене аминокислот.

Белотин – продукт глубокой микробиологической переработки отрубей и зерна. Это смесь биомассы дрожжей и амилолитических бактерий с гидролизатом отрубей. Белок белотина на 60–70 % дрожжевой – бактериальный, на 30–40 % растительный.

Растительно-дрожжевой характер белка белотина, специфические технологические условия процессов подготовки сырья и микробного синтеза при постоянном воздействии ферментов способствуют тому, что этот белок имеют высокую усвояемость животными с пищей.

Белотин не имеет антипитательных факторов, присущих соевому шроту, в нем отсутствует патогенная микрофлора: сальмонеллы, кишечная палочка.

Аминокислоты. Обнаружено много видов и рас микроорганизмов, которые в процессе своей жизнедеятельности вырабатывают и выделяют во внешнюю среду в виде конечных продуктов своего обмена ту или иную аминокислоту. Эти аминокислоты после осаждения из растворов и соответствующей обработки могут быть использованы для создания в комбикормах такого соотношения всех аминокислот, которое наиболее полно удовлетворяет потребности животных.

Кормовой концентрат лизина (ККЛ), например, содержит 11... 22 % сырого протеина, 10,0 лизина, 0,8 метионина + цистина, 3,9 кальция, 1,4 фосфора и 0,3 % натрия.

Компоненты химического синтеза. В производстве комбикормов из продуктов химическою синтеза применяют мочевину (карбамид), соли аммония, аминокислоты и некоторые другие азотсодержащие вещества.

В последние годы разработана технология химического синтеза аминокислоты L-лизина. Полученный препарат содержит 95 % основного вещества – незаменимой аминокислоты лизина.

Премиксы и БВМД. К компонентам комбикормов следует отнести и эти перечисленные готовые продукты, которые будут рассмотрены в одноименных разделах главы II.

Новые виды компонентов. Один из них, например, тапиоку, получают из растения маниоки. Главная особенность этого компонента – высокое содержание углеводов. Возделывают маниоку в основном в зонах тропического и субтропического климата (Южная Америка, Китай, Таиланд, Индонезия, Африка). У маниоки используют листья и клубни. Урожай клубней колеблется от

20 до 50 т/га, а в некоторых случаях – до 120 т/га. Тапиока содержит 2,5 % сырого протеина, 12 влаги, 3,5 сырой клетчатки, 1,5 % золы. По своей питательности тапиока близка к кукурузе, но по содержанию протеина и некоторых аминокислот беднее ее, поэтому на мировом рынке стоит дешевле. Вводят тапиоку в комбикорма для свиней в количестве до 40 %. Небольшие количества тапиоки можно вводить и в комбикорма для птицы. Тапиока поступает на комбикормовые предприятия в гранулированном виде.

§ 4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОНЕНТОВ КОМБИКОРМОВ

Основные показатели, характеризующие технологические свойства компонентов комбикорма, – это физико-химические и структурно-механические. Они определяют особенности процесса измельчения зерна, отделения пленок, сортирования, дозирования и смешивания, а также выход и качество продукции, расход электроэнергии.

Комбикормовое сырье различается физико-химическими и структурно-механическими свойствами. Общими для них являются: форма и размеры, поверхность зерен, объемная масса, угол естественного откоса, влажность, самосортирование, твердость, вязкость. В комбикормовом производстве сложной обработке подвергают зерновые компоненты, поскольку зерновая смесь состоит из зерен основной культуры и различных примесей.

Форма и размеры. Они зависят от величины зерна. Форма зерен довольно разнообразна и может быть охарактеризована соотношением длины, ширины и толщины. Однако все разнообразие форм можно систематизировать. Зерна хлебных злаков продолговатой формы, при этом все три измерения (длина, ширина и толщина) различны. Форма семян некоторых культур (горох, сорго, просо) приближается к шару. Семена бобовых (соя, бобы, фасоль) имеют форму эллипсоида, у которого ширина и толщина одинаковы, а длина значительно больше. Форма и размеры семян определяют выбор рабочих органов оборудования для очистки, сортирования и измельчения.

Поверхность зерен. Бывает гладкой или шероховатой. От степени шероховатости и формы зависят силы внешнего и внутрен-

него трения. По этому признаку отделяют от зерна семена сорных растений и минеральную примесь.

Объемная масса. Зависит от степени выполненности, химического состава и анатомических особенностей. От объемной массы зависит плотность укладки частиц компонента в единице объема, а также производительность оборудования, вместимость силосов, бункеров.

Угол естественного откоса. Сыпучая масса, находясь на горизонтальной плоскости, сохраняет равновесие, образуя с плоскостью определенный угол, называемый углом естественного откоса. Состояние равновесия сыпучей массы объясняется внутренним трением между частицами, зависящим от формы, влажности и характера поверхности частиц. Различают внутреннее трение покоя и движения и соответственно с этим углы естественного откоса покоя и движения.

Аналогичные понятия установлены и для внешнего трения. Внешнее трение – это трение между сыпучим продуктом и плоскостью, на которой он находится. Величина угла внешнего трения имеет большое практическое значение, поскольку она определяет угол наклона самотечных труб при транспортировании отдельных компонентов или их смесей.

Влажность. На изменение сыпучих свойств многочисленных компонентов комбикормов оказывает большое влияние влажность. Особенно это относится к сырью минерального происхождения. При повышенной влажности в процессе даже кратковременного хранения эти компоненты слеживаются и плохо «вытекают» из силосов.

Самосортирование. Это взаимное перемещение частиц относительно друг друга. Такой показатель особенно важен при хранении и транспортировании готовой комбикормовой продукции, состоящей из различных компонентов, разной формы и размеров. В процессе движения комбикорма, особенно при свободном падении (например при поступлении комбикорма в силосный корпус) происходит частичное перемещение частиц. При самосортировании более мелкие частицы могут проникать в нижние слои, что вызывает изменение качественных показателей комбикорма. Применение жидких компонентов в значительной степени препятствует процессу самосортирования.

Твердость (прочность). Это способность оказывать сопротивление разрушению под воздействием приложенных усилий. Особое значение этот показатель имеет при измельчении компонентов, так как определяет расход электроэнергии на единицу вновь образованной поверхности. Прочность мелкого зерна на 30... 60 % выше, чем крупного. Различие в прочности разных сортов и видов зерна достигает 50 %. Прочность анатомических частей зерна также различна. Оболочки значительно прочнее эндосперма. При повышении влажности и температуры сопротивление разрушению возрастает, т. е. возрастает прочность зерна и затрудняется процесс дробления.

Вязкость. Показатель, который характеризует технологические свойства жидких компонентов (мелассы, кормового жира, фосфатидного концентрата). От этого показателя зависит возможность равномерного смешивания жидкого компонента с рассыпным комбикормом. Чем ниже вязкость, тем лучше происходит смешивание. Для уменьшения вязкости жидких компонентов их подогревают до заданной температуры и после этого вводят в комбикорма.

§ 5. ТИПЫ КОМБИКОРМОВЫХ ЗАВОДОВ

Комбикормовая промышленность представлена заводами, цехами, имеющими различную степень технической оснащенности. В целом все предприятия, вырабатывающие полнорационные комбикорма, БВМД, премиксы, имеют достаточно высокий уровень технологии, вырабатывают продукцию, которая соответствует зоотехническим требованиям и условиям промышленного производства продуктов животноводства. К таким предприятиям относят заводы, построенные по типовым проектам, производительностью 315, 320, 525, 630, 1000 т/сут. Есть также комбикормовые заводы старой (довоенной) постройки, которые в 2... 6 раз превысили свою проектную мощность. Сюда же относятся и заводы производительностью 150... 200 т/сут, построенные по так называемым местным проектам. Они имеют упрощенную технологию. Линии отделения пленок, ввода жидких компонентов, гранулирования на них полностью или частично отсутствуют.

В зависимости от степени технической оснащенности и от

развитости технологической схемы комбикормовые заводы можно классифицировать по типам:

первый – комбикормовые заводы, работающие по традиционной технологии (рис. 2). К таким предприятиям относят комбикормовые заводы, не имеющие отдельных узлов предварительного дозирования и смешивания трудносыпучих, минеральных, зерновых и гранулированных компонентов. Все виды сырья подают по самостоятельным линиям параллельными или последовательными потоками;

второй – комбикормовые заводы с одним узлом предварительного дозирования трудносыпучих компонентов (рис. 3). Это в основном заводы производительностью 315 т/сут, построенные по типовому проекту. Объемно-планировочными решениями предусмотрено отдельно стоящее четырехэтажное здание цеха предварительного дозирования и смешивания трудносыпучих компонентов. В дальнейшем эти заводы реконструировали с увеличением производительности до 500 и 630 т/сут с сохранением узла предварительного дозирования;

третий – комбикормовые заводы с двумя узлами предварительного дозирования: трудносыпучих компонентов; зернового и гранулированного сырья (рис. 4). Такие технологические схемы в свою очередь подразделяют на два варианта, которые в после-

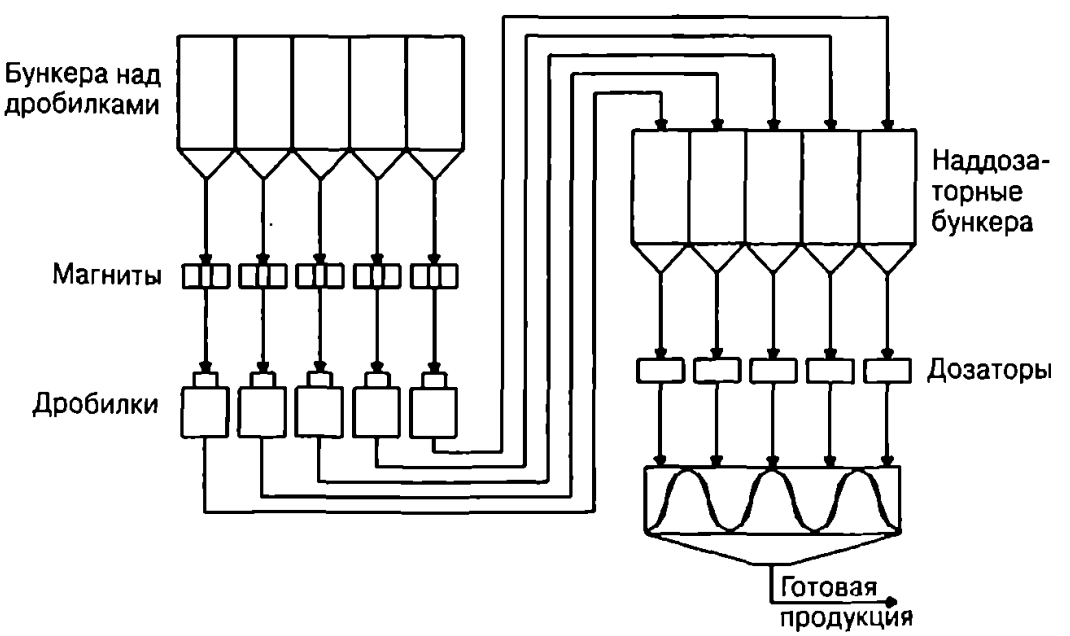


Рис. 2. Традиционная схема производства комбикормов

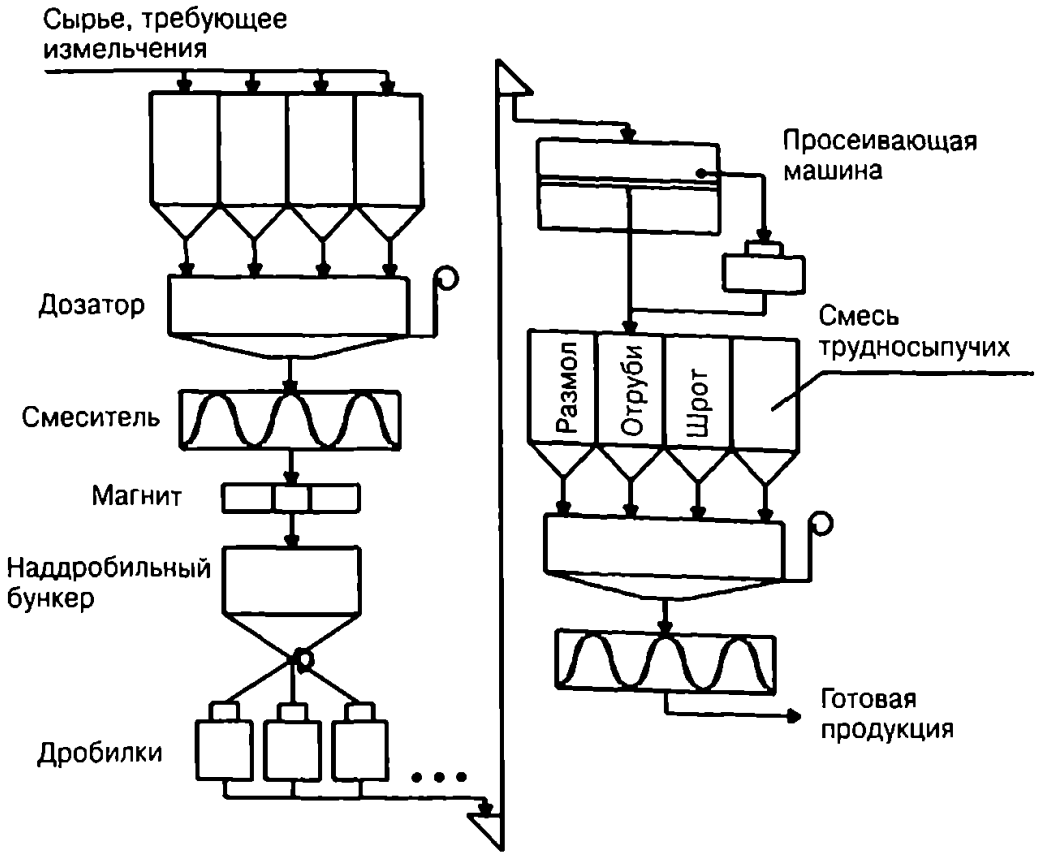


Рис. 3. Комбикормовый завод с одним узлом предварительного дозирования

дние годы получили широкое распространение: непрерывно-поточная схема; порционная схема.

Примером комбикормового завода, работающего по схеме непрерывно-поточного производства комбикормов, служит Болшевский комбикормовый завод. Особенностью технологической схемы является стабилизация и непрерывность работы основного узла дозирования и смешивания компонентов, предварительно сдозированных и смешанных в отдельные комплексные смеси.

В состав первой смеси входят шрот и сырье минерального происхождения. Ее готовят в отдельно стоящем складе для хранения минерального сырья. Часть шрота используют как наполнитель. Приготовленную смесь направляют на линию предварительного дозирования трудносыпучего сырья. Сюда поступают дрожжи, мясокостная, рыбная мука, премиксы и др. Вторая смесь состоит из трудносыпучих компонентов (дрожжи, мясокостная, рыбная мука, премиксы) и смеси сырья минерального происхождения со шротом. Третья смесь включает предварительно сдози-

рованное и смешанное зерновое сырье (пшеница, ячмень, кукуруза), гранулированную травяную муку, отруби, шроты. Смесь этих видов сырья как один компонент направляют на измельчение, а после измельчения на главную линию дозирования и смешивания. На этой линии создают непрерывный поток подготовленных компонентов, который обеспечивает ритмичное производство комбикормов.

Порционная схема (рис. 5) требует четкой и слаженной организации производства, так как необходимо одновременное поступление (без сбоев) в главный смеситель всех компонентов в виде отдельно сдозированных потоков. Дробилки в этом случае работают циклично. Это новое прогрессивное направление в технологии комбикормового производства. Оно сокращает количество транспортного, аспирационного, технологического оборудо-

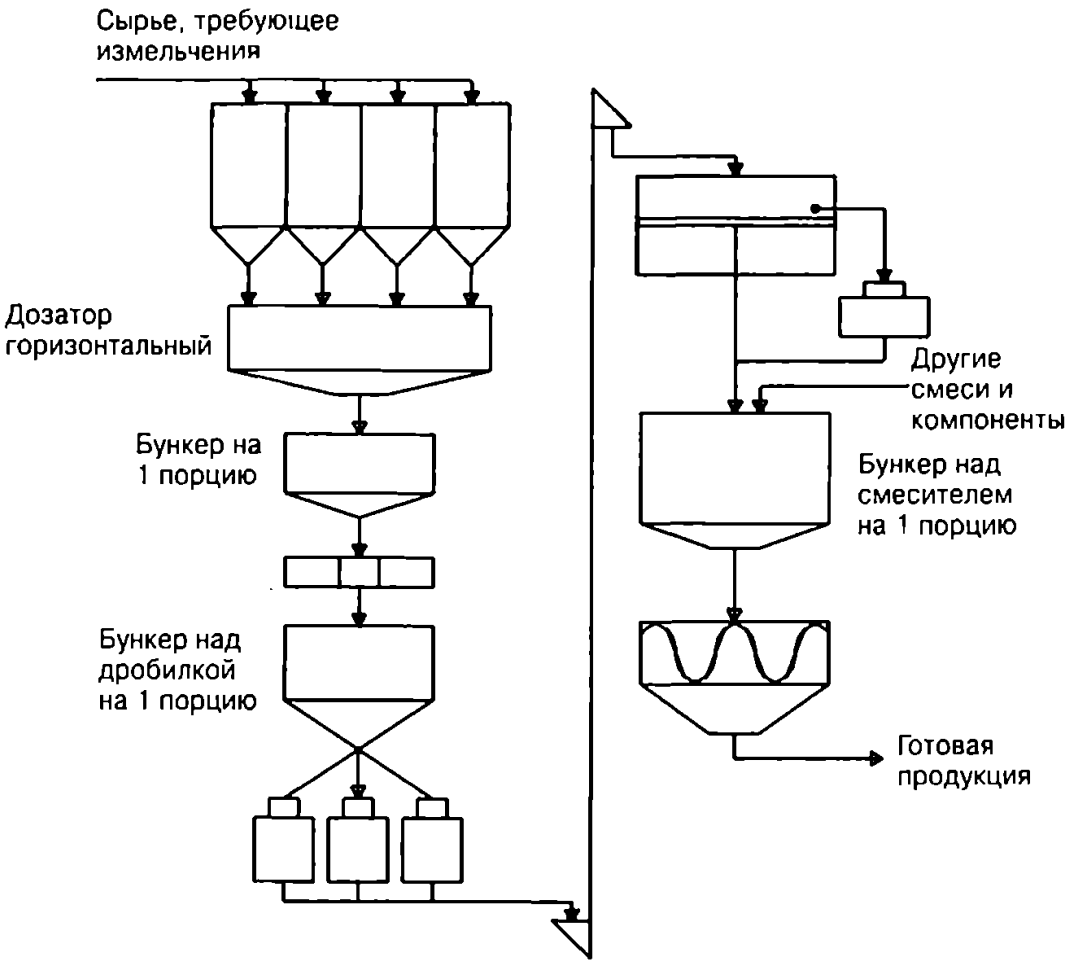


Рис. 4. Комбикормовый завод с двумя узлами предварительного дозирования

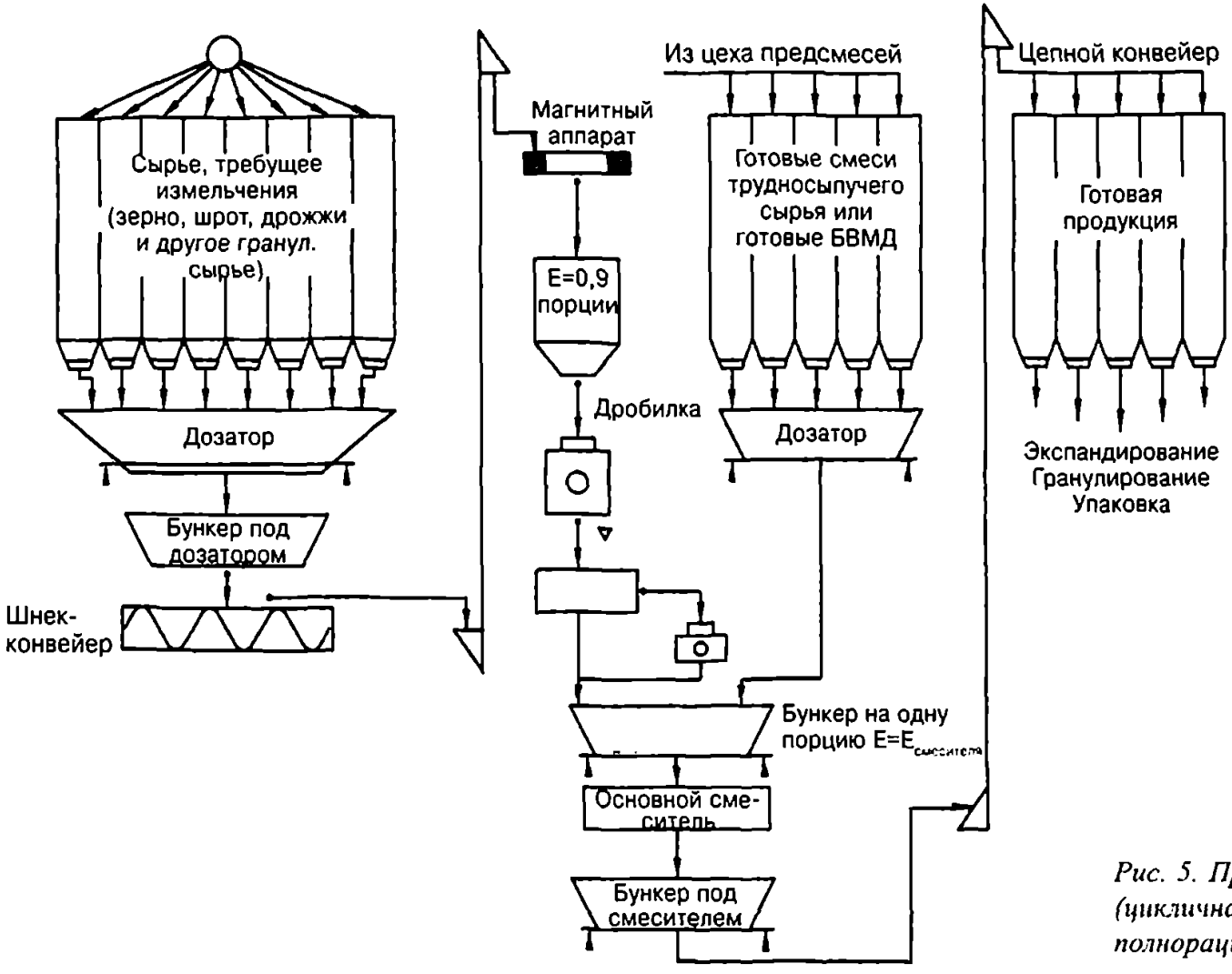


Рис. 5. Принципиальная схема (цикличная) производства полнорационных комбикормов

вания, обеспечивает гарантированный переход на автоматизированные системы управления технологическим процессом.

Говоря о типах комбикормовых заводов, нельзя не выделить специализированные комбикормовые заводы и цеха. Специализация, т. е. выпуск комбикормов в определенном ассортименте, относится в первую очередь к комбикормовым заводам, вырабатывающим комбикорма для крупных животноводческих комплексов и птицефабрик. На таких комбикормовых заводах необходимо иметь линии: по отделению пленок от овса и ячменя, поджарки, тепловой обработки компонентов, гранулирования.

К специализированным предприятиям относят действующие при комбикормовых заводах цеха по производству премиксов и карбамидного концентрата. Перспективные направления развития технической базы комбикормовой промышленности предусматривают техническое перевооружение и реконструкцию с созданием компактных, легко управляемых технологий с минимальным числом сырьевых потоков. Такие технологические схемы позволят управлять технологическими процессами производства комбикормов с помощью микропроцессорных электронно-вычислительных машин на основе математических методов, а впоследствии использовать в целом автоматические системы управления технологическими процессами (АСУТП).

§ 6. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ

1. Назовите питательные вещества кормов.
2. Какую продукцию вырабатывают комбикормовые заводы?
3. Что такое комбикорм?
4. Какие питательные вещества составляют основу комбикормов?
5. Охарактеризуйте показатели «сырой протеин»; «сырой жир»; «сырая клетчатка».
6. Какие виды комбикормов и БВМД выпускают комбикормовые заводы?
7. Какими показателями качества характеризуется продукция комбикормовой промышленности?
8. Какими показателями характеризуются зерновые компоненты?

9. Какими общими показателями характеризуются компоненты технической переработки животных продуктов?

10. Какие показатели характеризуют сырье минерального происхождения?

11. Охарактеризуйте технологические свойства компонентов комбикормов.

12. Что такое самосортирование компонентов комбикормов?

13. На что влияет вязкость компонентов комбикормов?

14. Как классифицируются комбикормовые заводы?

15. Назовите варианты технологических схем комбикормовых заводов.

16. Что такое специализированные комбикормовые заводы?

17. Что предусматривают перспективные направления развития технической базы комбикормовой промышленности?

Глава

2

ПРОИЗВОДСТВО КОМБИКОРМОВ, БВМД И ПРЕМИКСОВ

§ 1. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАССЫПНЫХ И ГРАНУЛИРОВАННЫХ КОМБИКОРМОВ

Технологический процесс производства рассыпных, гранулированных и экспандированных комбикормов на современных комбикормовых заводах представлен многочисленными технологическими линиями, на которых подготавливают компоненты к дозированию, смешивают их и получают продукцию, отвечающую требованиям государственных стандартов или другой нормативно-технической документации.

Многообразие технологических линий объясняется тем, что на комбикормовые заводы поступает большое количество сырья, отличающегося физико-химическими и структурно-механическими свойствами. Кроме того, все компоненты комбикормов представляют собой сыпучие, прессованные, крупнокусковые и жидкие продукты. Сыпучее и крупнокусковое сырье поступает бестарно в специализированных вагонах (например, зерно – в вагонах-зерновозах), машинах (например, известняковая мука) и в таре — тканевых, бумажных и полиэтиленовых мешках. Жидкое сырье поступает в цистернах, бочках. Все виды сырья, поступающие на комбикормовые заводы, подвергают контролю, а если необходимо, то и обработке в соответствующих машинах.

Технологические линии на комбикормовых заводах предназначаются для переработки сырья с близкими технологическими свойствами, одинаковыми способами очистки, измельчения и другими видами обработки. Различные виды сырья на технологических линиях обрабатывают последовательно или параллельно и после подготовки направляют в специальные бункера, из которых компоненты поступают на дозирование и смешивание. Полу-

ченный рассыпной комбикорм направляют на гранулирование или отпускают потребителю. Процесс гранулирования также выделен в самостоятельную линию.

Число технологических линий подготовки сырья зависит от производительности завода, ассортимента выпускаемой продукции, требований зоотехнии. Правилами организации и ведения технологического процесса в зависимости от принятой технологии определены следующие технологические линии: подготовки зернового сырья, мучнистого сырья, прессованных и крупнокусковых компонентов, кормовых продуктов пищевых производств, отделения пленок; шротов; рассыпной травяной муки; сырья минерального происхождения, а также линии предварительной смеси трудносыпучих компонентов, предварительного дозирования зернового и гранулированного сырья, линии ввода премиксов, карбамида, карбамидного концентрата, жидких компонентов, дозирования и смешивания, гранулирования и отпуска комбикормов. На специализированных заводах, вырабатывающих комбикорм для крупных животноводческих комплексов, могут быть оборудованы дополнительные линии влаготепловой обработки зернового сырья, плющения и др.

Обязательными для любого комбикормового завода являются линии зернового, мучнистого сырья, продуктов пищевых производств, сырья минерального происхождения, прессованных и крупнокусковых компонентов. Кроме этих линий обязательной для всех заводов является линия дозирования и смешивания. Задача технологических линий сводится к обеспечению непрерывной работы завода, которая непосредственно зависит от непрерывной работы линии дозирования и смешивания.

Линия подготовки зернового сырья (рис. 6) служит для очистки и измельчения зерна различных культур: овса, ячменя, кукурузы, пшеницы, проса, гороха и др. На линии для очистки зерна установлены воздушно-ситовой *1* и магнитный *2* сепараторы, а для измельчения – молотковая дробилка *4*. Основное внимание при очистке зерна уделяется выделению крупного сора, песка и металломагнитной примеси.

В воздушно-ситовом сепараторе, имеющем три ситовые рамы, устанавливают:

в приемных рамах – сита № 200 (отверстия ∅ 20 мм) или проволочные сетки № 18 (ячейки размером 18 х 18 мм);

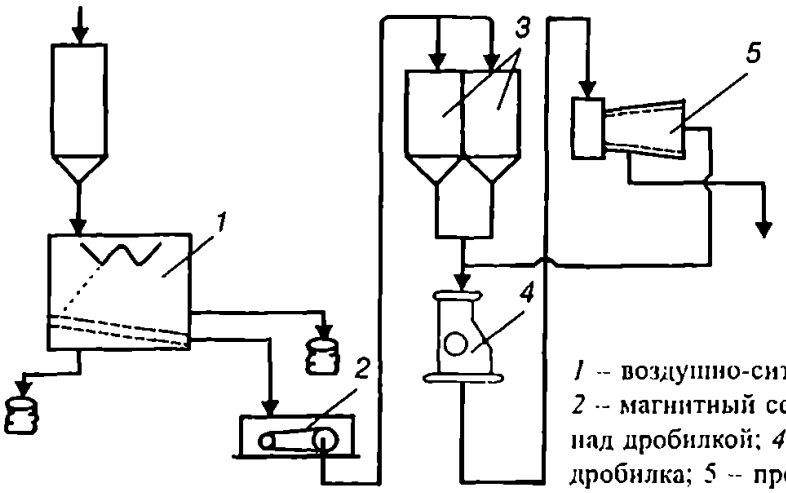


Рис. 6. Линия подготовки зернового сырья:
1 – воздушно-ситовой сепаратор; *2* – магнитный сепаратор; *3* – бункера над дробилкой; *4* молотковая дробилка; 5 – просеивающая машина.

в сортировочных рамах – сита № 100... 160 (отверстия ∅ 10... 16 мм) или проволочные сетки № 18 (ячейки размером 18х 18 мм);

в подсевных рамах – сита № 10... 14 (отверстия ∅ 1,0... 1,4 мм); № 2 (ячейки размером 10 х 10 мм) или № 2а (ячейки размером 12 х 12 мм) или проволочные сетки № 085... 1 (ячейки размером 0,85 х 0,85 ... 1,0 х 1,0 мм). Нижние пределы отверстий применяют для сепарирования проса и чумизы.

Для выделения металломагнитных примесей обычно используют магнитные аппараты (сепараторы, колонки). В результате очистки в зерне и зернопродуктах практически не должно быть металломагнитных и крупных примесей (сход с сита с отверстиями ∅ 10... 16 мм). Содержание минеральной примеси в зерне не должно превышать 0, 25 %, а в побочных продуктах 1, 5 %. В отходах, получаемых с зерноочистительных машин, должно быть не более 2 % годного зерна.

Очищенное от примесей зерно измельчают в молотковых дробилках. Крупность измельчаемого продукта определяют требованиями к дисперсному составу (крупности) комбикорма. Для снижения числа линий очистки и измельчения зернового сырья и создания непрерывного поточного производства применяют предварительное дозирование и смешивание зернового сырья с измельчением зерновой смеси.

Линия подготовки мучнистого сырья (рис. 7). На этой линии обрабатывают отруби и мучку, не требующие измельчения. Практически из мучнистого сырья выделяют только крупные и

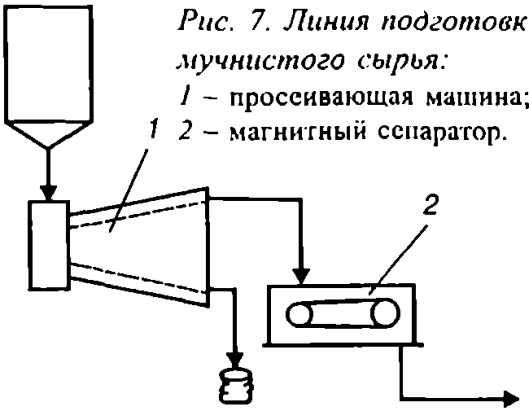


Рис. 7. Линия подготовки мучнистого сырья:
1 – просеивающая машина;
2 – магнитный сепаратор.

металломагнитные примеси. Для этого на линии устанавливают просеивающую машину *1* и магнитный сепаратор *2*. В качестве просеивающих машин используют машину А1-ДСМ, модернизированную Болшевским комбикормовым заводом, центробежные просеиватели, бураты. Для очистки мучнистого сырья применяют просеивающие машины с принудительным просеиванием продукта и другие машины с различным законом движения сит. В машинах устанавливают сита № 100 (отверстия ∅ 10 мм) или проволочные сетки № 8 (ячейки размером 8 х 8 мм).

При выработке комбикормов для свиней, содержащихся в крупных промышленных комплексах, для очистки отрубей применяют сита, обеспечивающие требования по крупности на данный комбикорм. Сходовую фракцию при этом используют в комбикормах других рецептов. Металломагнитные примеси из мучнистого сырья выделяют в электромагнитных сепараторах или в колонках со статическими магнитами.

Линия подготовки прессованных и крупнокусковых компонентов (рис. 8). Предназначена для переработки жмыхов, кукурузы в початках и других продуктов, которые требуют двукратного измельчения. Сырье поступает сначала на грубое измельчение в жмыхоломач *1* или камнедробилку. После измельчения продукты контролируют по крупности в просеивающей машине, в которой устанавливают сита № 20... 60 (отверстия ∅ 2... 6 мм) или проволочные сетки № 1, 6... 5,0 (ячейки размером 1,6 х 1,6... 5 х 6 мм, сход направляют на доизмельчение, а проход – в наддозаторные бункера. Сита № 20 или прово-

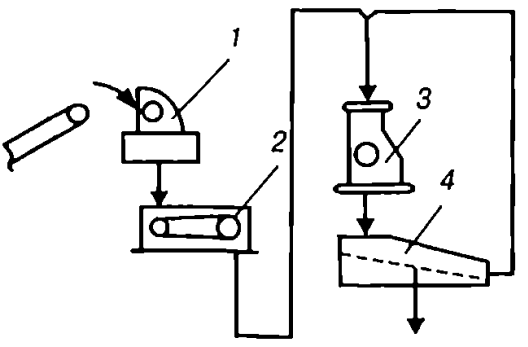


Рис. 8. Линия подготовки прессованных и крупнокусковых компонентов:
1 – жмыхоломач; *2* – магнитный сепаратор; *3* – молотковая дробилка; *4* – просеивающая машина.

лочные сетки № 1, 6 устанавливают в машине при производстве комбикормов для выращивания и откорма животных в промышленных животноводческих комплексах.

Линия кормовых продуктов пищевых производств (рис. 9). Предназначена для обработки кормовой муки животного происхождения (мясокостной, мясной, кровяной, из гидролизованного пера), рыбной муки, кормовых дрожжей и др. Линия предназначена для очистки сырья от посторонних и металломагнитных примесей, сортирования компонентов и их последующего измельчения. Сырье очищают и сортируют в сепараторах и других просеивающих машинах, в которых должны быть установлены две ситовые рамы.

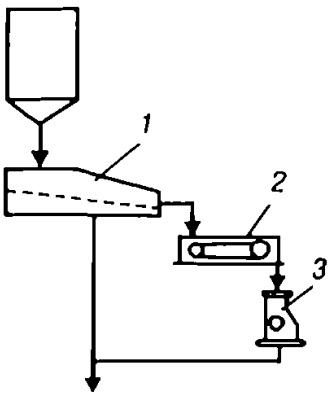


Рис. 9. Линия кормовых продуктов пищевых производств:
1 – просеивающая машина;
2 магнитный сепаратор;
3 молотковая дробилка.

Для отделения крупных примесей в приемных рамах устанавливают сита № 150... 200 (отверстия ∅ 15... 20 мм) или проволочные сетки № 14... 18 (ячейки размером 14 х 14... 18 х 18 мм). Сход с этих сит направляют в некормовые отходы, в которых не должно быть более 2 % годного продукта. В сортировочных рамах устанавливают сита № 30... 60 (отверстия ∅ 3... 6 мм) или проволочные сетки № 2, 5... 5,0 (ячейки размером от 2,5 х 2,5... 5 х 5 мм). Сходные фракции этих сит направляют на измельчение.

При производстве комбикормов для выращивания и откорма животных в промышленных животноводческих комплексах в машинах устанавливают сортировочные рамы с ситами № 20 (отверстия ∅ *2* мм) или проволочными сетками № 1, 6 (ячейки размером 1,6 х 1,6 мм).

Крупные фракции кормовых продуктов пищевых производств, полученные сходом сортировочных рам сепараторов или просеивающих машин, измельчают в молотковых дробилках до крупности, предусмотренной государственным стандартом на вырабатываемую продукцию. Мелкие фракции, полученные проходом сортировочных рам, и измельченные сходовые фракции объединяют и направляют на дозирование.

Линия отделения пленок. Чаще ее называют линией шелушения пленчатых культур. Предназначена она для отделения пленок у злаковых культур с цветковыми пленками (ячмень, овес). Отделять пленки следует тогда, когда вырабатываются комбикорма для молодняка животных (поросят-отъемышей, поросят-сосунов, цыплят, пушных зверей и др.), поскольку для таких комбикормов имеются ограничения по содержанию клетчатки. Овес и ячмень отличаются высокой питательностью, но их пленки содержат большое количество клетчатки. Кроме того, при измельчении овса и ячменя получают пленки, имеющие форму острых игл, которые представляют опасность для животных и птиц. Поэтому в комбикорм овес и ячмень вводят в шелушеном виде. Для отделения пленок используют следующие способы: измельчение ячменя и овса с последующим отсеиванием пленок; шелушение овса и ячменя в специальных машинах.

Перед отделением пленок пленчатые культуры подготавливают на линии зернового сырья. Процесс отделения пленок в процессе измельчения основан на разной способности к измельчению ядра (эндосперма) и пленок. При дроблении пленки измельчаются значительно меньше, чем ядро. Ячмень измельчают при однократном пропуске через молотковые дробилки с отверстиями сит ∅ 3... 4 мм. Затем продукты просеивают на ситах с размером отверстий ∅ 2... 3 мм. Проход представляет собой в основном измельченное ядро. Кроме молотковых дробилок для измельчения используют вальцовые станки, вальцы которых имеют 4... 6 рифлей на 1 см, уклон рифлей 4... 6 %, отношение окружных скоростей вальцов 1: 2, 5. Лучшие результаты получают при последовательном измельчении на двух системах (рис. 10).

Второй способ предусматривает отделение пленок от овса и ячменя в специальных шелушильных машинах. При очистке зерна от грубых примесей (рис. 11) его делят на две фракции. Для этого в сепараторе устанавливают дополнительно сортировочное сито с отверстиями ∅ 5... 6 мм. Сход с этого сита направляют в шелушильную машину, а проход используют для производства таких комбикормов, в которых допускается повышенное количество сырой клетчатки (например, для крупного рогатого скота). Для шелушения рекомендуется использовать зерно овса с натурой не менее 490 г/л и ячменя – 605 г/л. Для шелушения ячменя используют шелушильно-шлифовальную машину А1-ЗШН. Пос-

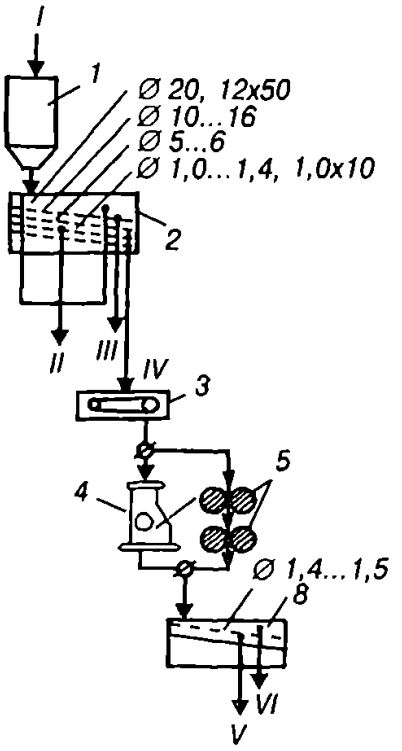


Рис. 10. Линия отделения пленок с использованием измельчающих машин:
I – бункер; *2* – воздушно-ситовой сепаратор; *3* – электромагнитный сепаратор; *4* – молотковая дробилка; *5* – вальцовый станок; *6* – просеивающая машина; *I* – ячмень, овес; *II* – отходы; *III* – мелкая фракция; *IV* – крупная фракция; *V* – продукты на главную линию дозирования; *VI* – лузга с мучкой.

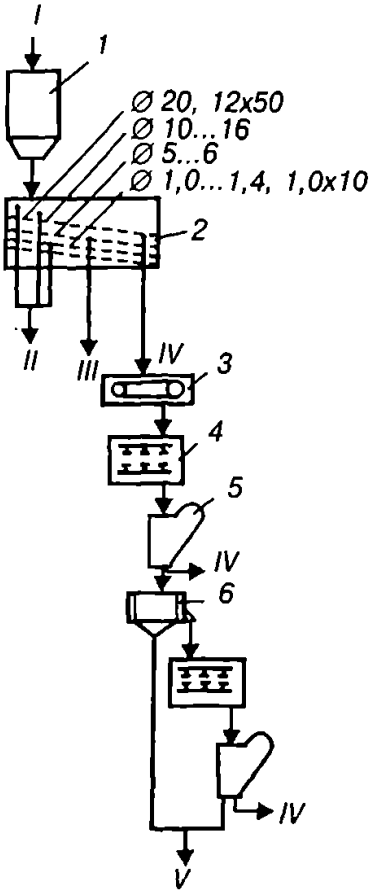


Рис. 11. Линия отделения пленок от овса в шелушильных машинах:
I – бункер; *2* – воздушно-ситовой сепаратор; *3* – электромагнитный сепаратор; *4* – машина А1-ЗШН; *5* – аспиратор; *6* – дисковый триер; *I* – овес; *II* – отходы; *III* – мелкая фракция; *IV* – лузга, мучка; *V* – продукты на измельчение.

ле сортирования ячмень через приемный патрубок направляют в кольцевой зазор машины, где он подвергается интенсивному трению между абразивными кругами и ситовым цилиндром, изготовленным из перфорированной листовой стали толщиной 1 мм с отверстиями размером 1,1 х 20 мм. Ячмень обрабатывают при полностью заполненном кольцевом зазоре, т. е. при постоянной загрузке. Ячмень, продвигаясь сверху вниз, направляется к выпускному патрубку. Продолжительность пребывания в рабочей зоне и, следовательно, интенсивность обработки регулируют с помощью выпускного клапана.

Образовавшийся в процессе обработки ячменя продукт в виде мучки и лузги выводится воздушным потоком, создаваемым вентилятором, который установлен вне машины. Засасываемый в пустотелый вал воздух через радиальные отверстия распределяется по установленным между абразивными кругами аспирационным обечайкам. Струи воздуха пронизывают находящийся в кольцевом зазоре слой продукта, захватывают мелкие оболочечные и мучнистые частицы и, пройдя через отверстия в ситовом цилиндре, выносят их в аспирационный канал. Другая часть воздуха, выполняющая функции пневмотранспорта, засасывается через щели, образуемые дроссельными задвижками, непосредственно в аспирационный канал и, разделившись на два потока, транспортирует находящиеся там аспирационные относы в циклон-разгрузитель, где они осаждаются и выводятся самотеком.

После обработки пленчатых культур по приведенным способам в основном продукте допускается содержание сырой клетчатки (не более): в овсе 5, 3 %, в ячмене 3, 5 %. В зависимости от качества основного продукта (овса и ячменя) выход ядра у овса должен быть не менее 55 %, а у ячменя 80 %.

Линия шротов. Предназначена для очистки от посторонних и металломагнитных примесей и измельчения шротов. На некоторых комбикормовых заводах самостоятельной линии шротов нет. Их подают по линии мучнистого сырья. Однако, учитывая особенности шротов, их высокую пожароопасность из-за остаточного содержания бензина, по требованиям Правил организации и ведения технологического процесса подготавливают шроты на самостоятельной линии.

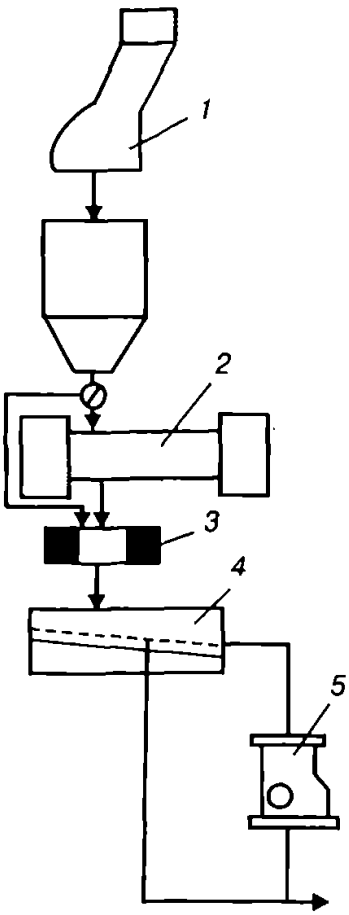
Очищают и сортируют шроты в просеивающих машинах, в которых устанавливают две ситовые рамы: верхняя с ситом № 150...200 (отверстия ∅ 15...20 мм) или проволочной сеткой № 14...18 (ячейки размером 14 х 14...18 х 18 мм), нижняя с ситом № 20...60 (отверстия ∅ 2...6 мм) или проволочной сеткой № 1,6...5,0 (ячейки размером 1,6 х 1,6...5,0 х 5,0 мм).

Сходовую фракцию верхнего сита направляют в отходы III категории. Сходовую фракцию сортировочных рам измельчают в молотковой дробилке, объединяют с проходовой и направляют в наддозаторные бункера. Допускается очищать шроты в просеивающей машине с установкой сита № 150...200 (отверстия ∅ 15...20 мм) или проволочной сетки № 14...18 (ячейки размером 1,4 х

1,4...18 х 18 мм) с последующим измельчением всего продукта в дробилке.

Линия подготовки рассыпной травяной муки. В состав комбикормов для многих животных и птиц входит травяная мука. Как правило, на комбикормовые заводы она поступает в таре, поэтому каких-либо примесей обычно в такой муке не содержится. На линии подготовки рассыпной травяной муки сепарирующие машины не устанавливают. После растарки в специальных шкафах-пылеуловителях пневматическим или механическим транспортом травяную муку подают в наддозаторные бункера.

Линии подготовки сырья минерального происхождения. Правилами организации и ведения технологического процесса на комбикормовых заводах предусмотрено выделять линию подготовки соли в самостоятельную. Технологические процессы подготовки сырья минерального происхождения одинаковы. Соль подлежит сушке, если ее влажность превышает 0,5 %, а мел – если его влажность превышает 10 %. И в том и другом случае используют специальные сушилки барабанного типа.



Большинство видов сырья минерального происхождения, особенно соль и мел, поступает на комбикормовые заводы в размолотом виде, но в некоторых случаях отдельные продукты, такие как известняк, ракушечная крупа, травертин, содержат куски больших размеров. При длительном хранении соль и мел могут слеживаться. Все это обусловливает необходимость установки камнедробилки для измельчения крупных кусков.

Сырье (соль, мел) подают в дробилку С-218 для предварительного измельчения (рис. 12), затем в бункер, из которого при необходимости соль или мел подают в су-

Рис. 12. Линия подготовки сырья минерального происхождения:
1 – дробилка С-218; *2* – сушилка РЗ-ЧСС;
3 – статические магниты из сплава «Магнико»;
4 – просеивающая машина А1-ДСМ; *5* – молотковая дробилка.

шилку *2* или, минуя ее, через магнит 3 в просеивающую машину *4*. Крупный сход с машины измельчают в дробилке *5*.

Проход через просеивающую машину, объединенный с измельченным продуктом после дробилки, направляют в наддозаторные бункера. При подготовке соли особое внимание обращается на крупность, поэтому установка просеивающей машины для контроля крупности на этой линии обязательна.

Мел, ракушечную крупу, имеющие крупность выше допустимых нормативно-технической документацией норм, подвергают измельчению в молотковой дробилке, в которой устанавливают сита с отверстиями ∅ 6...8 мм. Сырье минерального происхождения просеивают в машине, в которой устанавливают проволочную сетку № 1,6 или сито № 20. Проходовую фракцию направляют в наддозаторные бункера, сходовую — в измельчающие машины, а затем объединяют с проходовой фракцией. Известняковую муку, удовлетворяющую требованиям и нормам по крупности (остаток на сите с отверстиями ∅ 1 мм не более 5 %) и влажности (не более 1,5 %), подвергают контрольному просеиванию в машине, в которой устанавливают проволочную сетку № 1,6 (ячейки размером 1,6 х 1,6 мм) или сито № 20 (отверстия ∅ 2,0 мм), и очистке от металломагнитных примесей.

Линия предварительной смеси трудносыпучих компонентов. Для повышения точности дозирования, улучшения технологических свойств трудносыпучих видов сырья минерального и животного происхождения на комбикормовых заводах применяют схемы предварительного дозирования и смешивания мела, соли, дрожжей, фосфатов, премиксов, мясокостной, рыбной муки и т. д.

Предварительную смесь из сырья животного и минерального происхождения, дрожжей, мела, соли, премиксов, мясокостной, рыбной муки и т. д. вырабатывают на отдельной линии или в отдельном цехе. Компоненты предварительной смеси согласно рецепту дозируют на многокомпонентных весовых или объемных дозаторах. Предварительно сдозированные компоненты смешивают в смесителях периодического или непрерывного действия. Подготовленную смесь трудносыпучих компонентов направляют в наддозаторные бункера главной линии дозирования и смешивания как один компонент.

Линия предварительного дозирования зернового и гранулированного сырья. На этой линии сырье с близкими физико-механическими свойствами, например пшеница, кукуруза, ячмень, гранулированные шроты, травяная мука, отруби и другие, дозируют и смешивают перед измельчением.

При формировании предварительных смесей зернового и гранулированного сырья на дозирование направляют очищенные компоненты в соответствии с требованиями Правил организации и ведения технологического процесса.

Зерновое и гранулированное сырье дозируют в весовых или объемных дозаторах. В зависимости от принятой технологии компоненты смешивают в смесителях периодического или непрерывного действия. Отдельные технологии предусматривают измельчение сдозированной порции без предварительного смешивания.

Подготовленную предварительную смесь зернового и гранулированного сырья измельчают в один или два этапа с промежуточным просеиванием продуктов измельчения.

Линия ввода премиксов. Премикс поступает на комбикормовые заводы в таре, в связи с чем в шкафах-пылеуловителях его растаривают и направляют в наддозаторные бункера. Однако на некоторых заводах предусмотрены специализированные линии приготовления премиксов (обогатительных смесей) с последующим их вводом в комбикорма. Это могут быть различные смеси: витаминов с наполнителями, микроэлементов, аминокислот либо полностью премикс. Необходимость в такой линии вызвана тем, что в перспективе предприятие может вырабатывать комбикорма специального назначения, в которые потребуется ввести дополнительный комплекс витаминов, антибиотиков, ферментных препаратов и т. д. Линию оборудуют весовыми дозаторами, дробилками для измельчения микроэлементов, просеивателями, смесителями для предварительного смешивания отдельных компонентов или их смесей.

Линия ввода карбамида и карбамидного концентрата. При производстве комбикормов и БВМД для жвачных животных карбамид вводят в сухом виде, в растворе с мелассой или в виде карбамидного концентрата. Для подготовки и ввода карбамида в сухом виде и карбамидного концентрата на заводах предусматривают отдельную линию.

Карбамид поступает на комбикормовые заводы только в таре, поэтому без контроля и очистки карбамид растаривают и подают на дозирование. Карбамидный концентрат поступает в виде крупки и так же, без предварительной подготовки, направляют его на дозирование.

При вводе в комбикорма карбамида, растворенного в мелассе, в состав линии включают оборудование для дозирования карбамида и мелассы, растворения карбамида сначала в воде, а потом в мелассе. Для ускорения процесса растворения карбамида температура мелассы не должна превышать 55...60 °С.

Перед растворением карбамид разрыхляют (поскольку в силу высокой гигроскопичности он комкуется) в жмыхоломаче и подают в надвесовой бункер. Отвешенные порции поступают в растворитель-подогреватель, куда порциями поступает вода. Раствор карбамида в воде направляют поочередно в один из двух смесителей, в которых он перемешивается с мелассой. Затем через фильтр насосом-дозатором смесь подается в основной смеситель или на гранулирование. Точность дозирования раствора контролируют расходомером.

Карбамид может поступать непосредственно в смеситель мелассы – карбамида (без предварительного растворения в воде). Комбикорма с введенным раствором карбамида в мелассе легко слеживаются, поэтому их нежелательно хранить в силосах.

Линия ввода жидких компонентов. Наиболее распространенными жидкими компонентами являются жир и меласса. Отличительные физико-механические свойства этих компонентов требуют разработки специальных технологических приемов, создания самостоятельных технологических линий для подготовки и ввода их в комбикорма.

Меласса из расходного бака (резервуара) шестеренчатым насосом прокачивается через фильтр и расходомер к дозатору. Питателем комбикорм направляют в смеситель, куда форсунка распыливает мелассу (жир). Для поддержания температуры мелассы на требуемом уровне в расходном резервуаре установлен змеевик, через который пропускают пар. Кормовые жиры, так же, как и мелассу, вводят уже в готовые комбикорма по самостоятельной линии в экспандер или в пресс-гранулятор. Так же вводят и растительное масло.

Линия дозирования и смешивания. При рассмотрении схемы отдельных технологических линий подготовки компонентов

комбикорма надо отметить, что подготовленное сырье направляют в наддозаторные бункера. С каждой линии компоненты группируют в наддозаторных бункерах. Их размещают самостоятельным единым блоком на одном из этажей производственного корпуса. Смеситель или смесители (в зависимости от их расположения) обязательно устанавливают под дозаторами. Процесс дозирования предназначен для составления комбикормов, БВМД, премиксов, карбамидного концентрата или кормовых смесей по заданному рецепту из заранее подготовленных компонентов.

Дозирование компонентов делят на два типа: объемный и весовой. По первому типу дозирование идет по принципу отмеривания определенных объемов компонентов в объемных дозаторах; по второму – по принципу отвешивания порции в весовых дозаторах. Каждый дозатор должен соответствовать виду сырья и количеству (%) вводимого компонента. Компоненты при дозировании объемными дозаторами смешивают в смесителях непрерывного действия, а при дозировании с помощью весовых дозаторов – в смесителях периодического действия.

На современных комбикормовых заводах наиболее распространенными являются многокомпонентные весовые дозаторы – многокомпонентное дозирование. Достоинство этого способа – относительно малое число дозаторов, сравнительно простой переход с рецепта на рецепт, автоматическое управление системой дозирования и смешивания. В дозаторах большой грузоподъемности взвешивают основные компоненты с большим содержанием компонента по рецепту (например, зерновые компоненты), а в весовых дозаторах меньшей грузоподъемности – те компоненты, которые входят в состав комбикормов в малых количествах.

Линия экспандирования. Экспандирование – механическая обработка продукта под давлением при высокой влажности и температуре на экспандерах с кольцевым зазором. Это интенсивная гидротермическая обработка рассыпного комбикорма. Линией экспандирования либо завершается производство комбикормов, либо экспандированный комбикорм (экспандант) направляется на гранулирование. Это зависит от назначения комбикорма. Все виды животных и птицы могут использовать экспандант, кроме бройлеров. Птице мясного направления эффективнее скармливать гранулированный экспандант. В этом случае экспандер устанавливается между смесителем-кондиционером и прессом-гранулятором.

Самостоятельная линия экспандирования включает: оперативный бункер для рассыпного комбикорма, шнековый питатель, смеситель-кондиционер, экспандер с кольцевым зазором, структуратор, горизонтальный ленточный охладитель, просеиватель и валковый измельчитель. Подробно технология экспандирования изложена в главе VI.

Линия гранулирования. Гранулированные комбикорма и БВМД изготовляют для всех видов сельскохозяйственных животных, птиц и рыб. Линия гранулирования включает этапы контроля рассыпных комбикормов и БВМД по содержанию металломагнитных примесей, прессования, охлаждения гранул, измельчения гранул при выработке крупки, просеивания гранул для отделения мелких частиц или сортирования крупки, взвешивания гранулированного комбикорма.

Комбикорма и БВМД гранулируют сухим способом. При этом рассыпной комбикорм обрабатывают паром, подаваемым в смеситель пресса под давлением 0,4...0,5 МПа.

Отпуск комбикормов. Выработанную комбикормовую продукцию определенное время хранят на комбикормовых заводах в силосных корпусах или в напольных складах. Вместимость корпусов должна гарантировать пятисуточный запас выработанной продукции. Комбикорма можно хранить в рассыпном виде или в таре, а отпускаемые по рыночному фонду или отправляемые отдаленным потребителям с перевалкой на различные виды транспорта – только в таре. Комбикорма перевозят в крытых вагонах, автомобилях и кормовозах. Для отпуска комбикормов у корпусов готовой продукции должны быть предусмотрены специальные устройства. В железнодорожные вагоны комбикорма загружают через люки в крыше вагона.

§ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕЛКОВО-ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК

Общие положения

В производстве комбикормов с начала 90-х годов намечалось несколько направлений специализации. По форме вырабатываемой продукции комбикормовое производство специализировалось

(как и в настоящее время) на выпуске рассыпных, гранулированных, экспандированных комбикормов, по ее назначению – на выпуске комбикормов для крупного рогатого скота, свиней, птицы, овец и др. По степени завершенности производственного процесса комбикормовое производство специализируется на выпуске готовых комбикормов, пригодных для непосредственного скармливания, и различных добавок и смесей, которые требуют дальнейшей переработки. В этом случае специализация является технологической.

История производства БВМД (БВД) относится к концу 60-х – началу 70-х годов прошлого столетия, когда в стране началось строительство цехов малой производительности, в которых производство комбикормов организовано на основе собственного зернофуража и промышленных белково-витаминных добавок. Эта специализация обеспечивала высокую экономическую эффективность производства, позволяла вовлечь в него дополнительные сырьевые ресурсы, приблизить производство к потребителю и источникам сырья.

БВМД – это смесь белковых видов сырья и биологически активных компонентов для ввода в подготовленные (измельченные, сдозированные) смеси зерновых, трав, гранулированной травяной муки и в другие рационы для пополнения белкового дефицита.

БВМД – это сложный кормовой комплекс с оптимальным балансом множества показателей питательности, который предназначен для ввода в комбикорма. Ассортимент сырьевых компонентов комбикорма при использовании БВМД снижается с 10–15 до 4–5 позиций.

БВМД позволяют сократить подготовительные линии и количество наддозаторных бункеров, делают технологический процесс легкоуправляемым и мобильным.

Производство БВМД впервые было организовано на Украине в 1966 г. производительностью 60 т/сут. Для их производства был полностью переоборудован Васильковский комбикормовый завод (Киевская обл.).

В 1968 г. организовано производство белково-витаминно-минеральных добавок в г. Бельцы (Молдавия). Действующий комбикормовый цех производительностью 130 т/сут был переоборудован для производства БВМД без снижения производительности.

В России специализированный комбикормовый завод по выпуску БВМД был организован в г. Ирбит Свердловской обл.

Кроме того, анализ рецептов БВМД показывает, что содержание в них мучнистых и минеральных компонентов значительно выше, чем в комбикормах, что вызывает дополнительные трудности, связанные с хранением указанных видов сырья и механизированной подачей их в производство.

Это обстоятельство является главной причиной, которая не позволяет комбикормовому заводу при переходе на выпуск БВМД добиться такой же производительности, как и при производстве комбикормов.

Помимо этого все операции с БВМД должны осуществляться в таре. Поэтому этот участок необходимо было либо монтировать заново, либо увеличивать производительность действующих установок для упаковки добавок в мешки.

На заводах, которые вводились в строй без цехов предварительного дозирования производительностью 130, 200 и 300 т/сут, при переходе на производство БВМД потери производительности составляли почти 50 %.

Комбикормовые заводы, построенные по типовым проектам производительностью 315, 500, 630 т/сут, имеют в своем составе отдельно стоящие цеха предварительного дозирования и смешивания трудносыпучих компонентов (ЦПС) и могут производить БВМД на действующих линиях цеха.

Характеристика компонентов БВМД

В разделе, описывающем сырье для производства комбикормов, в целом была дана характеристика большинству компонентов, входящих в состав БВМД. Однако на некоторых из них остановимся подробнее.

Соевый шрот – один из основных компонентов при производстве белково-витаминно-минеральных добавок. Главными поставщиками соевого шрота являются США, Бразилия, Аргентина. На долю этих стран приходится порядка 80 % объемов от мирового производства, из которых более 40 % принадлежат США. Потребность в соевом шроте отечественных производителей животноводческой продукции составляет немногим более 60 тыс. т

в месяц. Отечественные производители соевого шрота могут удовлетворить только 10–20 % от ежемесячной потребности. Тем не менее отечественный шрот имеет стабильно высокое качество. Содержание сырого протеина в нем не менее 46 %, уреаза благодаря правильным температурным режимам находится на уровне 0,12–0,15 %. Это тот показатель, который обеспечивает высокую переваримость сырого протеина и незаменимых аминокислот (90 % и выше). При вводе в БВМД соевого шрота необходимо обращать внимание и на показатель массовой доли золы, не растворимой в соляной кислоте: он должен составлять в БВМД не более 1,5 %. Если содержание золы, не растворимой в соляной кислоте, не укладывается в этот норматив и превышает его, это значит, что в продукте содержатся неорганические вещества неизвестного происхождения.

Кукурузный глютен – относительно новый компонент в производстве комбикормовой продукции. Глютен является побочным продуктом крахмало-паточного производства и состоит большей частью из чистого белка кукурузного зерна, который отделяется от остальных составных зерна (крахмала, клетчатки и жира).

Ценность кукурузного глютена определяется высоким уровнем обменной энергии. Европейские нормы кормления и нормы США дают среднее значение 3500–3800 ккал/кг. По сбалансированности среди белковых кормов глютен занимает первое место. Уровень содержания каротина в кукурузном глютене по данным ВНИТИПа составляет от 280 до 300 мг/кг, который сохраняется в течение более 6 мес.

Не менее важным показателем глютена является содержание протеина. Глютеновая мука производства США близка к рыбной муке по количеству протеина (60–63 %), который хорошо сбалансирован по метионину с цистином и несколько хуже по лизину. Отечественный глютен с перерабатывающих предприятий Тульской и Рязанской областей по содержанию протеина (55–58 %) уступает американскому.

Рыбная мука – наилучший источник животного белка. Это природный продукт, в котором оптимальным образом сочетаются белковые, минеральные и жировые компоненты. Такая сбалансированность обеспечивает высокий коэффициент переваримости основных питательных веществ рациона. При производстве

БВМД рыбная мука подвергается контролю на содержание сырого протеина, токсичности и бактериологической обсемененности, наличию посторонних белковых включений (например, карбамида, незаменимых аминокислот, общей суммы аминокислот, присутствие ДНК жвачных животных и т. д).

Биологически активные и минеральные вещества вводятся в состав БВМД в виде однопроцентного премикса в количестве 5–7 %. Допускается ввод премиксов более концентрированных (0,2–0,5 %) или отдельных витаминных или минеральных смесей. По технологии производства в БВМД могут включаться и другие биологически активные вещества: ферменты, пробиотики и пребиотики, антибиотики и кокцидиастатики, синтетические аминокислоты, антиокислители, вкусовые и ароматические добавки и т. п. Они будут подробно рассмотрены в следующей главе.

Основные технологически операции и линии

Технологический процесс производства БВМД включает следующие операции:

- приемка;
- хранение и размещение сырья;
- оценка качества поступившего сырья по показателям, предусмотренным нормативно-технической документацией, и на отсутствие токсичности;
- подготовка сырья – очистка от посторонних и металломагнитных примесей;
- измельчение ряда компонентов;
- сушка соли и мела;
- дозирование и смешивание;
- гранулирование;
- упаковка;
- размещение и отпуск готовой продукции.

В связи с тем, что принципиальная технологическая схема производства БВМД ничем не отличается от схемы производства полнорационных комбикормов, любое комбикормовое предприятие может быть использовано для их выработки. Однако при составлении рецептов комбикормов и БВМД видно, что соотноше-

ние групп компонентов, подрабатываемых на технологических линиях, различно, а это при переходе комбикормового завода на выпуск БВМД приводит к недогрузке одних линий и к перегрузке других.

При специализации предприятий вместимость напольных складов и силосных корпусов определяется в соответствии с усредненным рецептом комбикормов (%):

- зерновые и зернобобовые 12
- мучнистое сырье 20
- кормовые продукты пищевых производств 24
- жмыхи и шроты 36
- минеральное сырье 7
- премиксы 6.

Очистка сырья. Зерновые и зернобобовые компоненты очищают в воздушно-ситовых сепараторах от минеральных примесей (песка, комочков земли, камешков), семян сорных и ядовитых растений, органических примесей (стеблей, стручков), а также органической и минеральной пыли.

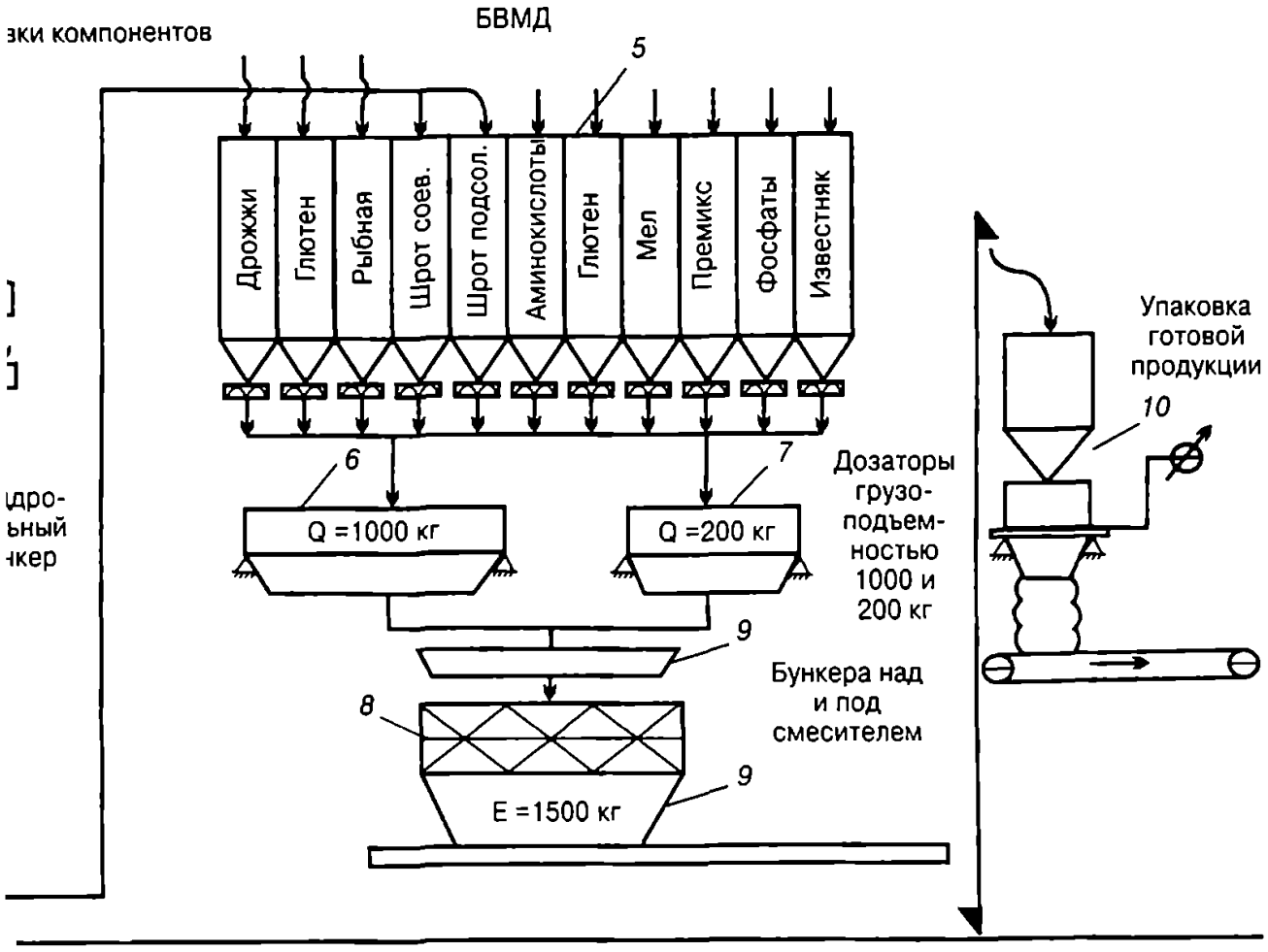
В сепараторах устанавливают сита: приемное с отверстиями 50 х 50 и 20...30 мм, сортировочное – 10...16, подсевное – 1,2 х 2,0 или 1,0...1,4 мм.

Проходом подсевного сита отбирается песок.

Мучнистое сырье очищают от крупных случайных примесей (щепок, бечевок, бумаги и т. п.) и скомковавшегося продукта в просеивателях различного типа – вибрационных, центробежных буратах, рассевах.

Кормовые продукты пищевых производств контролируют на просеивающих машинах со штампованными ситами с отверстиями диаметром 5–6 мм, или соответствующих им металлотканых ситах. Сход с сит направляют на измельчение, а затем присоединяют к проходу. На всех участках подготовки компонентов устанавливают магнитные заграждения – аппараты или колонки.

Измельчение сырья. При построении технологического процесса производства БВМД зерновое, зернобобовое, гранулированное сырье, сходовые фракции шротов, кормовых продуктов пищевых производств измельчают в один – два пропуска через дробилки.


зки компонентов
БВМД
5
Дрожжи
Глютен
Рыбная
Шрот соев.
Шрот подсол.
Аминокислоты
Глютен
Мел
Премикс
Фосфаты
Известняк
6
7
Q =1000 кг
Q =200 кг
Дозаторы грузо-подъем-ностью 1000 и 200 кг
9
Бункера над и под смесителем
8
9
E =1500 кг
Упаковка готовой продукции
10

Кусковое сырье (жмыхи) измельчается в два этапа: грубое дробление и окончательное измельчение. В соответствии с требованиями нормативно-технической документации остаток на сите с отверстиями диаметром 10 мм не допускается, сход с сита с отверстиями диаметром 3 мм – не более 10 %, а минеральное сырье должно без остатка проходить через сито с отверстиями диаметром 1 мм.

Дозирование и смешивание компонентов. В зависимости от вида БВМД подбирается дозирующее оборудование с весами различной грузоподъемности. Как правило, при производстве БВМД используются две группы дозаторов при вводе лекарственных или других минимизированных компонентов, например, ферментов или ароматизаторов.

Смешивание компонентов – наиболее сложный участок производства, как правило, ограничивается одним этапом. Продолжительность смешивания при использовании традиционных смесителей равна 4 мин. При модернизации или использовании смесителей зарубежных производителей, например, фирмы «Бюлер», длительность смешивания сокращается до 2 мин. Сокращение времени смешивания необходимо подтверждать серьезными экспериментами, строгой технологической оценкой параметров смешивания. При производстве БВМД трудносыпучие компоненты составляют наибольший процент. Зерновые (бобовые) в усредненных рецептах занимают не более 10–12 %. Предприятия, вырабатывающие белково-витаминно-минеральные добавки, предпочитают более концентрированную продукцию. В этом случае процесс смешивания является определяющим качество и безопасность продукции.

На рис. 13 представлена схема производства БВМД. Характер-

§ 3. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРЕМИКСОВ

Общие положения

В начале 70-х годов прошлого столетия сельское хозяйство нашей страны узнало о новом продукте, с которым связана большая и ответственная задача – вносить в комбикорма недостающие в компонентах витамины, микроэлементы, ферменты и другие биологически активные вещества (БАВ).

С увеличением продуктивности животных растет и требовательность к полноценности их кормления. Полноценное кормление предусматривает сбалансированность по аминокислотам, жиру, клетчатке, минеральным веществам и витаминам. Неполноценность кормов и несбалансированность рациона по питательности, микроэлементам и витаминам приводят к низкому весу животных, снижению молочной, мясной продуктивности, плохой яйценоскости, выпадению или огрублению шерсти у животных, вызывают медленный рост и другие признаки, характерные при скудном питании животных и птицы.

Название премикс от английского *Pre-mix* переводится как предварительная смесь. В это понятие можно вкладывать смеси из биологически активных компонентов, ферментных препаратов, аминокислот с наполнителем. В 1972–74 гг. в России начали строить специализированные экспериментальные заводы с цехами по производству премиксов.

Предприятия были закуплены у итальянской фирмы «Джи-Эй-Джи» и английской «Саймон-Барон» и построены в Московской (Вороново, Кузнецово), Белгородской (Губкин), Нижегородской (Ильиногорск), Кемеровской и Тульской (Ефремов) областях.

Премиксы выпускаются с целевым назначением – балансировать комбикорма по биологически активным веществам.

Премиксом называется обогатительная смесь промышленного производства. Премикс вводится как компонент в комбикорма, белково-витаминно-минеральные добавки и в адресные рационы отдельных возрастных видов и групп животных, птиц и рыб.

С конца 60-х годов производству премиксов в нашей стране предшествовало приготовление обогатительных смесей на от-

дельных линиях или в специализированных цехах комбикормовых заводов. Это связано с тем, что сырье, применяемое для производства комбикормов, по содержанию питательных веществ не всегда обеспечивает нормальное развитие организма животного, поскольку не содержит полного комплекса необходимых для данного рациона питательных веществ. Это аминокислоты, витамины, микроэлементы, ферменты и многие другие. Все они составляют группу веществ, которые называют *биологически активными*. К биологически активным веществам относится большая группа компонентов, влияющих на полноценность премикса; они вводятся в зависимости от зоотехнических норм для каждого вида и возраста животных, птицы, пушных зверей, рыб и т. п.

Корма растительного и животного происхождений, производимые в различных почвенно-климатических зонах нашей страны, полностью не сбалансированы, не содержат всех необходимых для данной группы и вида животных питательных веществ. Поэтому включение биологически активных веществ в комбикорма и кормовые рационы в отдельности и в виде их комплексов (смесей) балансирует и повышает эффективность комбикормов. Так, сбалансированные только по белку, углеводам и жирам, они повышают продуктивность животных на 10...12 %. При включении же биологически активных веществ эффективность комбикормов увеличивается на 25...30 %, т. е. повышается качество продуктов животноводства при одновременном снижении себестоимости их производства.

По современным данным физиологии питания, полнорационные комбикорма и кормовые рационы для молодняка сельскохозяйственных животных, свиней и птицы должны быть сбалансированы по 50...60, а иногда и 80 питательным и биологически активным веществам.

Исследованиями, проведенными опытными хозяйствами и научно-исследовательскими учреждениями, установлено, что большое количество веществ в качестве добавок, нормализующих обмен веществ и сохраняющих здоровье животных, в комбикорма надо вводить в очень малых количествах – микродозах, исчисляемых сотыми и тысячными долями процентов. Такие добавки нельзя вводить каждую в отдельности как по биологическим, так и по технологическим причинам, поэтому все элементы, вводи-

мые в рационы в микродозах, предварительно смешивают с наполнителем и в виде премиксов вводят в комбикорма в определенном количестве.

Премиксы классифицируются по составу входящих в них компонентов, например: комплексные, минеральные, аминокислотные, витаминные, ферментные, ароматические и другие (табл. 8, 9).

Классифицируются премиксы и по их назначению, как, например: профилактические, лечебные, имунностимулирующие и другие.

В настоящее время получают распространение биокомплексы – особый вид премиксов, предназначенных для формирования рационов крупного рогатого скота. В состав кормовых смесей, со-

Таблица 8

Рецептура витаминного премикса

Компоненты в 1 кг смеси	Ед. измерения	Для бройлеров 397/6	Для бройлеров 10314	Для несушек 428	Для несушек 10313	Для племенных кур 10312
Витамин А	тыс. МЕ	40000	50000	50000	40000	50000
Витамин D_3	тыс. МЕ	16000	12500	10000	10000	15000
Витамин Е	мг	160000	150000	75000	50000	150000
Витамин B_1	мг	8000	10000	10000	5000	15000
Витамин B_2	мг	24000	25000	30000	15000	60000
Витамин B_3	мг	49000	50000	60000	50000	75000
Витамин B_5	мг	160000	150000	200000	150000	175000
Витамин B_6	мг	16000	15000	20000	20000	20000
Витамин B_{12}	мг	80	80	100	100	125
Витамин K_3	мг	8000	10000	10200	5000	15000
Витамин Вс	мг	4000	4000	5000	2500	10000
Витамин H_2	мг	600	500			750
Норма ввода на 1 т комбикорма	г	200	200	200	200	200

Таблица 9

Рецепты минеральных премиксов

Компоненты	СМ-2-1	КУР-6	КУР-7,4	Б-1,1	ЛРЫБ-0,6
Известняковая мука	34,8548	–	90,4009	68,2332	–
Мел	–	99,2501	–	–	98,327
Обесфторенный фосфат (P_2O_5 – 41 %)	49,7610	–	9,000	27,7000	–
Соль поваренная	14,9280	–	–	–	–
$CoCO_3$ (осн.)	0,0095	0,0017	0,0014	0,0091	0,100
$CuSO_4$–$5H_2O$	0,0379	0,0165	0,0135	0,1273	–
$MnSO_4$–$5H_2O$	0,0190	0,3639	0,2838	1,9091	–
$ZnCO_3$ (осн.)	0,3175	0,1588	0,1297	0,8727	1,573
$FeSO_4$–$7H_2O$	0,0711	0,2068	0,1689	1,1364	–
KJ	0,0012	0,0022	0,0018	0,0119	–
В том числе					
Макроэлементы:					
Ca	28,70	36,68	32,52	31,86	36,33
P	8,9100	–	1,61	4,96	–
Na	5,9700	–	–	–	–
Микроэлементы:					
Co	0,0048	0,008	0,007	0,0045	0,0492
Cu	0,0095	0,0041	0,0034	0,0324	–
Mn	0,0048	0,0827	0,0676	0,4351	–
Zn	0,1659	0,0827	0,0676	0,4550	0,8194
Fe	0,0142	0,0414	0,0338	0,2283	–
J	0,0010	0,0017	0,0014	0,0091	–
В пересчете на соли:					
NaCl	14,6300	–	–	–	–
CaO	39,2300	–	44,7500	43,8400	–
P_2O_5	20,4100	–	3,6900	11,3600	–
Примечание. Содержание компонентов дано в процентах.					

держащих большое количество грубых компонентов, необходимо вводить премикс с повышенным содержанием микроэлементов и витаминов, например, окиси магния до 340 кг на 1 т премикса, около 12 кг сернистого железа, 7 кг сернокислого марганца и т. д.

Традиционно в нашей стране производят комплексные или универсальные премиксы такой концентрации, которые позволяют вводить их в состав комбикормов в количестве 1 %.

В последнее время широкое распространение получает и более концентрированный премикс, который вводится в состав комбикорма в количестве 0,5 %. Это позволяет сократить время перевозок и подготовку наполнителя. Однако в этом случае могут возникнуть трудности при смешивании 0,5 % премикса с остальными компонентами комбикормов. Смешивание с 1 % премиксом надежнее, поскольку распределение 10 кг премикса в 1000 кг комбикорма эффективнее, чем 5 кг.

Значение биологически активных компонентов

Все компоненты премиксов можно разделить на две большие группы.

К одной группе относятся все органические и минеральные вещества, обеспечивающие пластические (как бы строительные) и энергетические функции тканей и клеток животных.

К другой группе принадлежат те вещества, которые не входят в структуру клеток и не используются на образование элементов тела. Однако эти вещества регулируют биохимические процессы, без которых живая клетка существовать не может.

Вещества одной и другой группы называются биологически активными веществами (БАВ).

К биологически активным веществам относится большая группы компонентов, которая влияет на полноценность комбикорма. БАВ вводятся в его состав в разных весовых дозах в зависимости от зоотехнических норм для каждого вида и возраста животных, птицы, пушных зверей, рыб и т. п.

Биологически активные вещества. Они входят в состав премиксов, могут быть устойчивыми и неустойчивыми. Необходимо, чтобы при соединении этих веществ в одну смесь они обладали совместимостью. Известно, что микроэлементы могут вступать в

реакцию с витаминами и разрушать их, ухудшая качество премиксов, особенно при их хранении. При производстве премиксов несовместимые добавки готовят в виде отдельных смесей и объединяют их вместе только на окончательной стадии производства премиксов.

Химическая совместимость биологически активных веществ является важным свойством в технологии производства премиксов. Некоторые активные вещества, такие как рибофлавин (витамин B_2), никотиновая кислота (витамин РР), холинхлорид (витамин B_4), метионин и многие соли минеральных веществ, имеют физическую и химическую совместимость при нормальных условиях хранения. Стабильность и совместимость многих других веществ зависит от их форм и структуры. Например, масляный концентрат витамина А очень нестоек. Защищенный желатиновой капсулой витамин А обладает повышенной стойкостью и стабильностью. Менее устойчивыми являются также витамины B_3 и B_{12}. Например, витамин B_{12} каждый месяц теряет 0,7 % своей активности.

При производстве премиксов компоненты распределяются по весовым группам с учетом нормы их ввода в комбикорма:

микроэлементы – от 0,1 до 2 кг на 1 т смеси. К ним относят фолиевую кислоту (0,100 кг), витамин B_6 (0,150 кг), витамин К (0,180 кг), витамин B_1 (0,200 кг), витамин D_3 (0,840 кг), кобальт (0,110 кг) и др.;

средние компоненты – от 2 до 30 кг на 1 т смеси. К ним относят пантотенат кальция, витамины РР и Е, углекислый цинк, цианкобаламин или кормовой препарат витамина B_{12}, углекислый марганец;

макроэлементы – от 30 до 100 кг на 1 т смеси; например холинхлорид вводят до 80 кг.

Как правило, БАВ вводятся в состав предварительных смесей – премиксов, в которых эти вещества должны равномерно распределяться.

Рассмотрим некоторые составляющие премиксов.

Обогатители. В зависимости от содержания в них биостимуляторов можно разделить на две группы. К первой группе относят сырье, содержащее в своем составе небольшое количество биостимуляторов (витаминная травяная мука, облученные кормовые дрожжи). Эти обогатители вводят в комбикорма в относи-

тельно больших количествах без дополнительных подготовительных операций.

Ко второй группе относят продукты, которые содержат большое количество биостимуляторов (витамины, соли различных элементов).

Обогатители второй группы, вводимые в малых дозах, называют микродобавками. Процесс ввода микродобавок называют обогащением, а получаемые комбикорма – обогащенными.

Установлено, что наиболее целесообразным следует считать не прямой ввод биологически активных веществ в комбикорма, а предварительное производство обогатительных смесей – премиксов. В такой обогатительной смеси наполнитель и компоненты рассматриваются как единое целое.

Наполнитель имеет важное значение при производстве премиксов. Хорошим наполнителем являются кукурузные корма, кормовые дрожжи, отруби. Наполнитель в смеси составляет 80...90 %, он должен иметь дисперсность (крупность), характеризующуюся проходом сита с отверстиями 1,25 × 1,25 мм, поглощать большое количество биологически активных веществ, его наибольшая плотность должна быть 1,23 г/см^3, объемная масса при влажности 14 % – 220–330 кг/м^3. Влажность наполнителя должна быть не выше 7...10 %. Задача наполнителя – удержать биологически активные вещества, т.е. наполниться ими. Поэтому наполнитель должен быть рыхлым, легким и содержать 10... 15 % целлюлозы.

Наполнители разделяют на два вида: защитные и нейтральные. Защитные наполнители содержат большое количество естественных антиокислителей. К ним относят зародыш пшеницы, овсяную муку. Однако широкого применения они не находят, так как содержат много жира и при хранении прогоркают. Нейтральные наполнители не оказывают ни защитного, ни вредного действия. К ним относят побочные продукты переработки зерна, в частности, отруби.

Вид наполнителя выбирают в зависимости от используемых биологически активных веществ. Он не должен ухудшать устойчивость микроэлементов и их физические свойства. Наполнитель требует тонкого измельчения. Крупный наполнитель так же, как и слишком мелкий, не обеспечивает хорошего смешивания с биологически активными компонентами.

Микроэлементы. Металлы входят в живые системы в очень малых количествах, поэтому им дали название «микроэлементы». В организме животного содержится микроэлементов менее 0,001 % веса тела. Они находятся среди веществ, обеспечивающих нормальное питание животных.

Микроэлементы распределены на земле неравномерно. Это зависит от геологической истории территорий, разнообразного химического состава почвы, почвообразовательного процесса. В результате одни зоны бедны кобальтом, медью, йодом, другие содержат достаточное количество, а третьи – излишки. Недостаток или избыток микроэлементов в почвах влияет на количество их в растениях, а поступая с растениями в корм животных – и на их состояние: снижение продуктивности и ухудшение качества продукции. Даже оптимальное наличие микроэлементов в почве и растениях не может служить гарантией здоровья и нормальной продуктивности животных.

Микроэлементами называются химические элементы, содержащиеся в природе (в растительных и животных организмах, почвах и водах) в крайне незначительных количествах, чаще всего от 0,001 до 0,000000000001 %.

Слово «микроэлементы» условно, так как некоторые элементы (железо, алюминий, кремний) в почвах и горных породах содержатся в значительных количествах, а в живых организмах их крайне мало.

Без микроэлементов хотя бы в самых минимальных количествах не могут обойтись ни люди, ни животные, ни растения. Многие микроэлементы входят в состав витаминов, а также в состав ферментов, гормонов и ряда других веществ, вырабатываемых организмом в процессе его жизнедеятельности.

Содержащиеся в окружающей среде химические элементы, в том числе многочисленные микроэлементы, играют огромную роль в питании живых организмов. В настоящее время доказано воздействие микроэлементов на процессы роста, внутриклеточного обмена и тканевого дыхания, на синтез белков и углеводов.

Представленные в табл. 10 данные убедительно показывают, как распределяются некоторые химические элементы в растениях и в организме животных.

Исходя из этого, рассмотрим наиболее распространенные

Таблица 10

Содержание микроэлементов в живой природе

Химический элемент	Среднее содержание в процентах	
	в растениях	в организме животных
Кислород	70	62,43
Углерод	18	21,15
Водород	10	9,86
Азот	0,3	3,10
Кальций	0,3	1,90
Калий	0,3	0,23
Кремний	0,15	0,001
Магний	0,07	0,027
Фосфор	0,07	0,95
Сера	0,05	0,16
Натрий	0,02	0,08
Алюминий	0,02	0,001
Железо	0,02	0,005
Хлор	0,01	0,08
Марганец	0,001	различно
Цинк	0,0003	0,003
Бор	0,0001	0,001–0,000001
Кобальт	0,00002	0,00008
Молибден	0,00002	различно
Йод	0,00001	0,014
Фтор	0,00001	0,009

микроэлементы – такие, как медь, железо, кобальт, марганец, цинк, йод и селен.

Медь. Наряду с участием в синтезе гемоглобина медь необходима в кормовом рационе для предотвращения анемии. Медь оказывает влияние на деятельность нервной системы.

При дефиците меди в организме содержание ее в крови значительно понижается (до 0,2 мкг на 1 мл и менее). При этом необходимо знать, что если в крови животного содержится меди менее 0,6 мкг на 1 мл, то это указывает на истощение ее запасов и жизнь животного в опасности.

В большом количестве медь отлагается в печени, содержится в почках, костном мозге, легких, мышцах и других органах.

Источником меди для животных в основном служат корма и вода.

Железо является составной частью гемоглобина крови и окислительных ферментов, которые играют важную роль во внутриклеточном дыхании. При дефиците в кормовом рационе железа животные заболевают анемией. Большая часть железа в организме животного находится в крови. В организм животного железо поступает с кормами. При наличии в комбикормах большого количества таких компонентов, как мел, известняк, ракушечная мука и крупа, усвоение железа нарушается, что ведет к заболеванию животных (особенно среди молодняка) анемией, что чаще всего встречается у поросят. Так как во многих регионах почвы бедны железом (не более 0,04 %), корма и комбикорма не могут удовлетворить потребностей животного в нем, в состав премиксов вводят железо в виде сернокислых и углекислых солей.

Кобальт входит в состав витамина B_{12}. В рубце крупного рогатого скота этот витамин может синтезироваться только при содержании кобальта в кормах или комбикормах. Кобальт активизирует некоторые ферменты, влияет на азотистый обмен, способствует накоплению белка в мышцах и усвоению азота. Включение кобальта в комбикорма увеличивает в организме животных содержание аскорбиновой кислоты.

При дефиците в кормовом рационе кобальта уменьшается содержание в крови рибофлавина, никотиновой кислоты и витамина B_6. На недостаток в корме кобальта больше реагируют растущие животные. У крупного рогатого скота и свиней кобальт накапливается в зобной железе, печени, поджелудочной железе, селезенке и почках, у птицы – в перьях. В мышцах и крови содержание кобальта незначительно.

В состав премиксов рекомендуется вводить углекислый кобальт, так как он менее гигроскопичен, лучше дозируется и смешивается с другими компонентами, а также у него нет антагонизма к витамину А. Достаточное количество кобальта в жмыхах: *льняном* – 0,75 мг в 1 кг, *подсолнечниковом* – 0,73, *хлопчатниковом* – 0,58; в мелассе – 1,4 мг в 1 кг. В зависимости от состава комбикорма регулируется количество кобальта в рецептуре премиксов.

Йод является составной частью гормонов щитовидной железы. При недостатке йода нарушается обмен веществ, особенно углеводный, жировой и ферментативный, увеличивается размер щитовидной железы, появляется опухоль, снижается иммунитет. В премиксы йод вводится в виде соединения йодистого калия; дозировка его в премиксы зависит от вида животного, региона, в котором оно находится. К недостатку йода наиболее чувствительны овцы и свиньи.

Марганец оказывает большое влияние на воспроизводительную способность животных. Недостаток марганца в кормовом ационе задерживает половое созревание животных. Введение олей марганца в кормовой рацион курам увеличивает яйценос-ость и повышает количество оплодотворенных яиц. Марганец способствует росту животных и кровеобразованию. Он активирует некоторые ферменты, влияет на углеводный, жировой и минеральный обмены в организме животных. Добавление в корма животных солей марганца уменьшает содержание сахара в крови. Добавка марганца к корму способствует уменьшению жира в печени. Недостаток марганца в рационе птиц вызывает костное заболевание, у кур снижает качество яиц (на 18–21-й день инкубации зародыши погибают). У поросят при дефиците в корме марганца наблюдается хромота.

При избыточном количестве в кормовом рационе солей марганца животные заболевают «марганцевым» рахитом, который излечивают витамином D. Добавка солей марганца в кормовой рацион животным повышает содержание аскорбиновой кислоты в организме и положительно влияет на отложение витамина B_1, а также благотворно действует при гипервитаминозе B_1. Марганец действует также на нервную систему. Его много содержится в сером веществе коры мозга. При возбуждении центральной нервной системы количество марганца в мозге снижается. В организме животного он в основном находится в печени и в меньшем количестве – в поджелудочной железе, коже, волосах, мышцах.

Необходим марганец молодняку, особенно птицы, и племенным курам (на 1 кг корма соответственно 55 и 35 мг). Свиньям марганца требуется значительно меньше, чем птице (поросятам – от 12 до 20 мг на 1 кг корма).

Крупному рогатому скоту обычно не требуется дополнительная добавка в корм солей марганца, поскольку получаемые им

корма богаты марганцем (его много содержится в траве, в силосе, сене и соломе). В компонентах, которые используются в комбикормах, марганец содержится в достаточном количестве. Однако для сельскохозяйственной птицы: кур-несушек, индеек-несушек, уток маточного стада, цыплят в возрасте от 1 до 20 дней, молодняка кур в возрасте от 21 до 150 дней, индюшат в возрасте от 1 до 30 дней и от 31 до 90 дней, утят в возрасте от 1 до 20 дней и от 21 до 70 дней; для откорма молодняка кур и индеек, откорма утят, выращивания мясных цыплят (бройлеров) следует добавлять 50 мг сернокислого марганца или 24,5 мг двуокиси марганца на 1 кг комбикормов.

Цинк оказывает влияние на белковый, жировой, углеводный и минеральный обмены веществ. При добавлении в корм солей цинка повышается всасывание азотистых веществ, активизируется окисление жиров в организме, благодаря чему наличие жира в печени и других внутренних органах уменьшается.

Включение цинка в кормовой рацион свиней предохраняет их от заболевания паракератозом, которое возникает при содержании в корме большого количества кальция.

Цинк повышает физиологическую активность витамина B_1, принимает участие в окислительно-восстановительных процессах организма, оказывает благоприятное действие на организм при некоторых инфекционных заболеваниях животных.

Цинк замедляет рост дифтерийных микробов и бацилл паратифа и тифа.

Цинк содержится в некоторых ферментах.

Главным образом цинк накапливается в печени, он содержится также в гипофизе, поджелудочной железе, щитовидной железе, надпочечниках, мышцах, мозге и других органах.

Фтор является составной частью зубной эмали, содержится в костной ткани (0,02 – 0,05 %), играет роль в обеспечении репродукции (воспроизводства). Присутствие его в воде и кормах в небольших количествах необходимо, так как предохраняет животных от заболевания зубов. Обычно корма содержат от 1 – 2 мг фтора в 1 кг сухого вещества.

Избыток фтора вызывает токсические явления. В результате хронического отравления фтором животные теряют аппетит, поедаемость кормов падает, замедляется рост, снижается продуктивность; происходят структурные изменения костной ткани зу-

бов, поражаются почки, печень, сердце, надпочечники, щитовидная железа. Кости у больных животных становятся толстыми, рыхлыми, разрушается эмаль на зубах; при тяжелых заболеваниях выпадают зубы.

Фтор – ядовитое вещество аккумулятивного действия. При продолжительном вскармливании он опасен даже в малых дозах – 0,008 % на сухое вещество рациона. Поэтому необходимо контролировать содержание фтора в кормах и комбикормах.

Молибден необходим для нормального функционирования некоторых ферментов. Однако его содержание необходимо строго контролировать в готовой комбикормовой продукции, а также в пастбищном корме. В количестве свыше 0,002 % молибден вызывает сильные и длительные расстройства у овец и крупного рогатого скота. В 1 кг комбикорма опасным считается 3 – 10 мг молибдена.

Селен – серебристо-серый минерал, получивший свое имя от Богини Луны – Селены. До недавнего времени селен был малоизвестным следовым минералом.

Проведенными исследованиями было установлено, что селен – это необходимый компонент рациона животных и птицы.

Серен в земной коре встречается в незначительных количествах. В различных районах его содержание в почве различно. Селен защищает клетки организма и повышает иммунитет и может уменьшить последствия отравления солями тяжелых металлов. Селен является мощным антиокислителем. Он контролирует окислительно-восстановительные процессы на клеточном уровне.

Селен в виде органической формы находится в тканях растений. Наиболее эффективным и естественным является участие селена во многих физиологических процессах и биологических системах. Введение в организм микроколичеств селена в случае селенодефицита способствовало укреплению иммунитета системы, уменьшению смертности молодняка, ускоренному росту и развитию, а также увеличению продуктивности скота и птицы. Наиболее эффективным и естественным источником селена для усвоения животными является его органическая форма **селенометионин**.

Селеноаминокислоты образуют в мышечной ткани резерв (депо), позволяющий поставлять организму селеноаминокислоты

посредством процесса катаболизма мышечных клеток. Особенно это важно для бройлеров.

Витамины. Их название происходит от латинского vita – жизнь. Это органические соединения разнообразной химической природы, необходимые в очень незначительных количествах для обеспечения обмена веществ и участия в биохимических процессах. Вводимые с кормовым рационом витамины не могут быть синтезированы организмом животных и должны постоянно включаться в состав премиксов. Витамины в зависимости от растворимости делятся на две группы: водорастворимые и жирорастворимые. К водорастворимым витаминам относятся тиамин (B_1), холин (B_4), фолиевая (B_c), никотиновая (РР ниацин), аскорбиновая (С), пантотеновая (B_3) кислоты, рутин (Р), ниацин (РР), пиридоксин (B_6), рибофлавин (B_2), витамин B_{12} (антианемичный, цианокобаламин), биотин (Н), параминобензойная кислота (ПАБК), инозит.

Потребности в витаминах исключительно малы. В большинстве случаев необходимый уровень исчисляется миллиграммами или микрограммами на один килограмм кормового рациона. Несмотря на это, витамины участвуют во всех процессах обмена веществ (энергии, протеина, минералов), важны для роста, иммунитета, размножения и поддержания жизнедеятельности тканей организма.

Ткани всех животных в целом нуждаются в одних и тех же витаминах. Однако вследствие различий в системе пищеварения между видами и возрастными группами животных существуют различия и в самих витаминах, и их количествах в рецептурах комбикормов.

К витаминам, растворимым в жировых и масляных растворителях, относятся витамины А, D, Е и К.

В состав премиксов вводятся все перечисленные выше витамины. О значимости некоторых из них мы скажем ниже.

Витамин B_1. При недостатке в комбикормах этого витамина в тканях животных накапливается пировиноградная кислота и нарушается в первую очередь углеводный обмен, затем – жировой и белковый. Травоядные животные менее чувствительны к недостатку этого витамина, так как он синтезируется в желудочно-кишечном тракте микрофлорой. Однако такие бактерии, как стафилококки, поглощают витамин B_1 и препятствуют поступлению его в кровь.

Потребность животного в витамине B_1 зависит от содержания в кормах белков, жиров и углеводов. С увеличением содержания в комбикормах углеводов потребность в тиамине возрастает. При вводе в премикс любого из описанных витаминов необходимо рассчитывать их количества в зависимости от зоотехнических требований для каждой возрастной группы и возраста животных и птицы.

Витамин B_2 (рибофлавин) почти весь (на 97 %) связан с дыхательными ферментами тканей и клеток. При недостатке этого витамина снижается усвоение белков и аминокислот, например, триптофана. Особенно чувствительны к недостатку рибофлавина птицы: цыплята не растут, а у кур-несушек падает яйценоскость.

Витамин РР (никотиновая кислота) входит в состав ферментов, участвующих в окислительных процессах обмена веществ. Так же, как витамин B_2, никотиновая кислота зависит от содержания в комбикормах аминокислоты триптофана. Это связано с тем, что организм животных способен синтезировать из этой аминокислоты витамин РР. Но так как количество синтезируемого витамина недостаточно свиньям и птице, необходимо вводить этот витамин с комбикормом, особенно при кукурузном рационе.

Витамин B_3 (пантотеновая кислота) играет важную роль в жировом обмене, встречается во всех тканях растений и животных. В комбикормах низкой калорийности не хватает этого витамина.

Витамин B_6 (пиридоксин) входит в состав ферментов, которые участвуют в обмене аминокислот. Поэтому недостаток витамина B_6 вызывает нарушение белкового обмена.

Витамин B_c (фолиевая кислота) назван так потому, что его много в листьях растений (фолиум лист). Чувствительны к этой кислоте птицы. B_c участвует в обмене холина, стимулирует действие половых гормонов.

Витамин B_{12} (цианокобаламин) необходим для кроветворения, участвует в синтезе аминокислот и нуклеиновых кислот и в обмене жира и углеводов, регулируют образование в организме животных холина и ресинтеза незаменимой аминокислоты – метионина. Витамин B_{12} важно включать в комбикорма с преобладанием растительных компонентов, в которых протеин содержит мало метионина. B_{12} содержится в компонентах животного происхождения. Если в комбикормах достаточно кобальта, то

микрофлора рубца жвачных животных синтезирует этот витамин. Особенно его нужно нормировать в комбикормах для птицы и свиней.

Холин (B_4) способствует образованию в печени фосфолипидов и переходу их в кровь, что исключает ожирение печени и улучшает использование жиров тканями. Поэтому при скармливании высококалорийных комбикормов повышается потребность поросят и птицы в холине. Использование синтетического холинхлорида в комбикормах в сочетании с витамином B_{12}, никотиновой, пантотеновой кислотами повышает продуктивность животных, выход мяса и сокращает длительность откорма свиней и птицы.

Инозит выполняет эти же функции, но его действие слабее, чем у холина.

Витамин Н (биотин) имеет большое значение в комбикормах для птицы. У большинства животных этот витамин синтезируется микрофлорой желудочно-кишечного тракта. Биотин необходим для ферментов, участвующих в синтезе нуклеиновых и жирных кислот.

Пара-аминобензойная кислота (ПАБК) входит в состав фолиевой кислоты (B_c). Этот витамин поступает с комбикормом. При недостатке витамина B_c у животных и птицы нарушается процесс пигментации перьев и шерсти.

Витамин С (аскорбиновая кислота, антицинготный витамин) участвует в окислительно-восстановительных реакциях, ускоряет синтез холестерина, влияет на функцию эндокринных желез и органы пищеварения. Однако большие дозы витамина С в комбикормах вызывают поражение клеток поджелудочной железы. Витамин С синтезируется в организме животных при достаточном содержании витамина А или каротина. Нормирование витамина С для сельскохозяйственных животных постоянно уточняется.

Витамин Р (рутин – витамин прочности капилляров, витамин проницаемости). Под витамином Р подразумевается целая группа веществ, обладающих сходным биологическим действием. В этом витамины Р и С обладают сходством и при совместном применении оказывают взаимно усиливающее действие. Эти факторы следует учитывать при разработке рецептов премиксов и комбикормов.

Группу жирорастворимых витаминов открывает **витамин А** (антиинфекционный). В организме животных витамин А образуется из каротина, но в биологическом отношении он в 3 раза эффективнее. Превращение каротина в витамин А происходит под воздействием фермента каротиназы в слизистой оболочке кишечника. В природе имеется два вида витамина А: A_1 и A_2. Витамин А участвует в окислительно-восстановительных процессах в клетках. Витамин А и каротин могут накапливаться в организме животных.

Витамин D (антирахитический). При изучении структуры молекулы было установлено, что витамин D имеется в нескольких видах – D_2, D_3, D_4, D_5. Однако, наибольшее значение в биологических процессах имеют витамины D_2 и D_3. Для животных активность их одинакова, но для птиц витамин D_3 в 30 раз активнее, чем D_2. В растениях находится провитамины D_2 – эргостерин, который под влиянием ультрафиолетовых лучей переходит в активную форму витамина D_2. Основная функция витамина D – регулирование фосфорно-кальциевого обмена у животных.

Витамин Е (токоферол) имеет большое значение в кормлении животных. При его недостатке нарушаются половые функции, что часто приводит к бесплодию животных. Витамин Е является антиоксидантом (антиокислителем). Он способен тормозить окисление ненасыщенных соединений, в том числе жирных кислот и витамина А.

В организме животных витамин Е принимает участие в липидном и белковом обмене, главным образом мышечной ткани. Это следует учитывать при составлении рецептов комбикормов и премиксов.

Витамин К (антигеморрагический) способствует свертыванию крови. Чаще всего К-авитаминоз наблюдается у цыплят; у млекопитающих К-авитаминоз не обнаруживается. Потребность сельскохозяйственных животных в этом витамине обеспечивается синтезом желудочно-кишечной микрофлорой. Природный витамин К находится во всех растительных кормах и он не обладает токсичными свойствами, в то время как синтетический витамин K_1 токсичен.

Таким образом, при производстве премиксов следует иметь ввиду, что птицы и нежвачные животные нуждаются во всех жирорастворимых витаминах и комплексе витаминов В. Жвачные

животные, как правило, нуждаются во вводе через кормовой рацион только жирорастворимых витаминов ввиду наличия рубца. Находящиеся в рубце микроорганизмы способны синтезировать комплекс витаминов В. При нормальном функционировании рубца и типичных кормовых рационах потребности тканей рубца в витаминах В, как правило, удовлетворяются за счет синтеза витаминов в рубце. Однако, если деятельность рубца нарушена и микробиологическая активность отсутствует, потребности тканей в витаминах В могут не удовлетворяться; в таких случаях в рацион необходимо добавлять витамины группы В. Постоянно и в полной мере животные нуждаются в тех витаминах, которые не синтезируются в их организме.

Почти каждый процесс обмена веществ требует определенного количества витаминов, и без правильного включения в кормовой рацион витаминов организм не может усваивать другие питательные вещества. Витамины – микропитательные вещества – несут огромную ответственность за усвоение организмом других питательных веществ. Без витаминов невозможно представить эффективное производство продукции животноводства.

Технологический процесс производства премиксов

В первой части этого раздела мы опишем подготовительные линии и процессы, которые положены в основу производства премиксов в нашей стране.

Производство обогатительных смесей, которое предшествовало промышленному производству, не могло удовлетворить потребностей животных в биологически активных веществах. Поэтому для использования отдельных (моно-) компонентов БАВ, потребность в которых колеблется в широчайших диапазонах, необходимы соответствующие процессы и оборудование.

Промышленное производство премиксов – сложный технологический процесс, который включает следующие линии: подготовки наполнителя; солей микроэлементов; холинхлорида; йодистого калия; подачи макро- и средних компонентов; ввода микрокомпонентов; дозирования, смешивания и упаковки готовых премиксов.

Линия подготовки наполнителя. Выбору наполнителя и его подготовке уделяется первостепенное внимание, связанное с тем, что от наполнителя зависит гомогенность готовой продукции и сохранность биологически активных компонентов. Кроме того, важной особенностью наполнителя является его нейтральность, чем и объясняется выбор в качестве наполнителя отрубей.

Сейчас, правда, в состав наполнителя вводят известняковую муку, карбонат кальция и другие. Однако практический опыт работы в течение более 30 лет доказал приоритет отрубей как основного нейтрального наполнителя. На рис. 14 показана линия подготовки отрубей.

Как видно из схемы, линия предназначена для приемки, отделения от посторонних и металломагнитных примесей, сушки, измельчения наполнителя и ввода жидких компонентов. От посторонних примесей отруби очищаются на просеивающих машинах, на которых устанавливаются сита ∅ 10 мм. Металломагнитная примесь выделяется на электромагнитных сепараторах или магнитных колонках. Наполнитель необходимо сушить, если его влажность превышает 10 %. Сушат наполнитель в спиральных, барабанных, ленточных сушилках. Высушенные отруби разделяют на фракции в просеивающей машине с применением проволочной сетки № 1,2 (размер отверстий в свету 1,2 х1,2 мм) или решетного полотна № 15. Высушенный наполнитель направляют на измельчение, которое производят на дробилках до крупноты частиц, характеризующихся проходом через сито с отверстиями диаметром 1,2 мм.

Порошкообразный наполнитель обладает плохой сыпучестью и комкуется. Плотность наполнителя должна быть близка к плотности биологически активных веществ.

Наполнитель должен обладать способностью захватывать, удерживать и сохранять в условиях смешивания значительное (наибольшее) количество биологически активных веществ. Выбирать наполнитель следует из числа компонентов, входящих в комбикорм. В процессе производства премиксов в первую очередь в смеситель подают наполнитель, а затем биологически активные вещества.

Высушенный и измельченный наполнитель обрабатывается жидкими компонентами. Этого требует назначение премикса, в котором огромное количество биологически активных компонен-

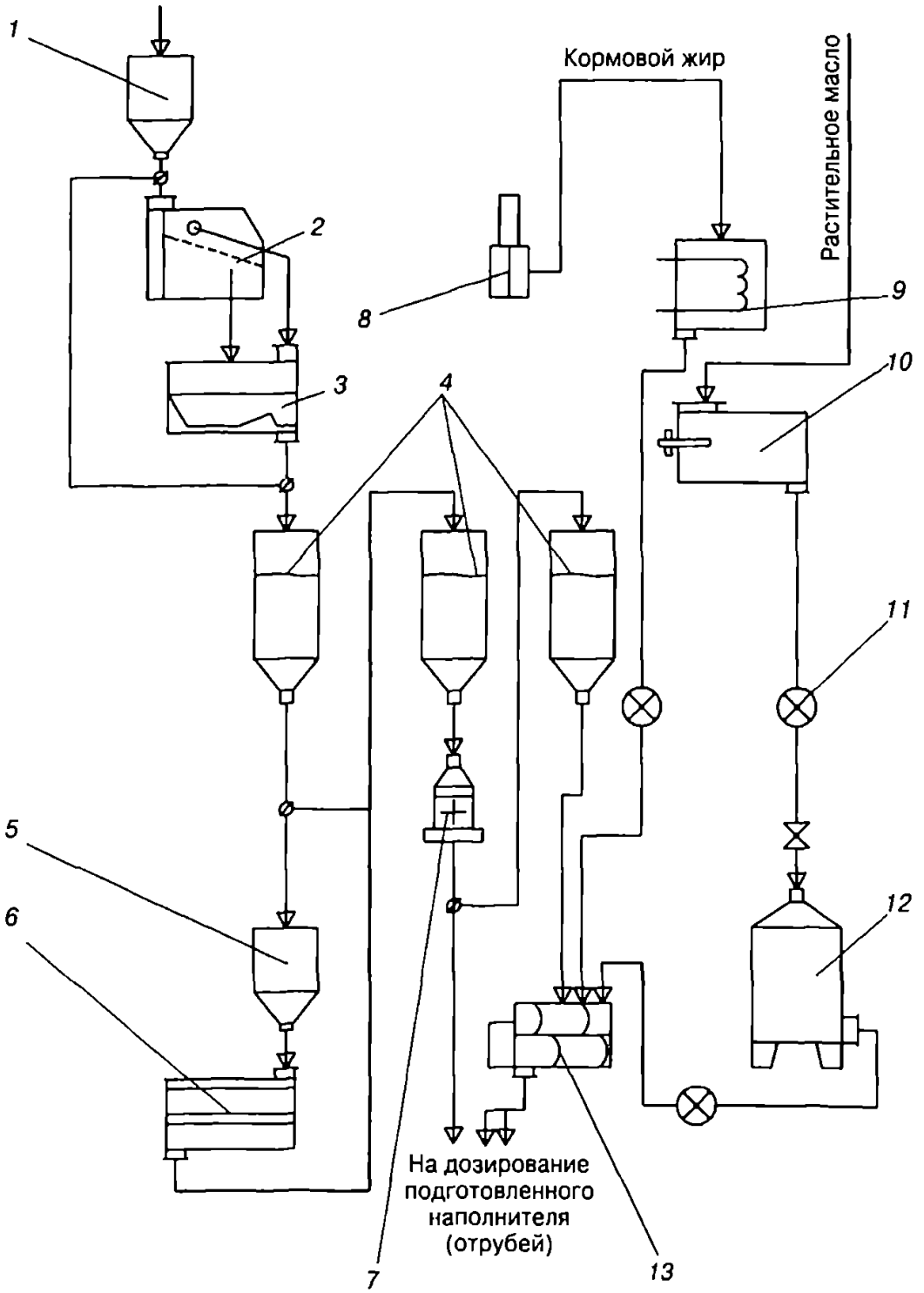


Рис. 14. Линия подготовки наполнителя:
1 – бункер; *2* – просеивающая машина; *3* – электромагнитный сепаратор или магнитная колонка; *4* – бункера для отрубей; *5* – надсушильная емкость; *6* – сушилка; *7* – дробилка; *8* – бочка для кормового жира; *9* – накопительная емкость с паровой рубашкой; *10* – емкость для растительного масла; *11* – насос; *12* – расходная емкость для растительного масла; *13* – смеситель непрерывного действия

тов, требующих защиты от потерь при их распылении. До недавнего времени для этих целей вводился кормовой жир, поэтому линия ввода кормового жира требовала целый ряд операций: приемка жира; подогрев (если в бочках); выгрузка в накопительную емкость с паровой рубашкой, передача в расходную емкость над смесителем непрерывного действия, в котором завершается подготовка отрубей (наполнителя).

Подготовленный наполнитель направляется в наддозаторный бункер главной линии дозирования смешивания. В зависимости от выбора технологической схемы и системы управления технологическим процессом подача на дозирование может осуществляться порционно или непрерывно.

Выбирать наполнитель следует из числа компонентов, входящих в комбикорм, при условии его нейтральности.

В процессе производства премиксов в первую очередь в смеситель подается наполнитель, а затем биологически активные компоненты.

Линия подготовки солей микроэлементов (рис. 15, *А* и *Б*). Мы рассматриваем эту линию как самостоятельный участок производства премикса, позволяющий заводу или цеху переходить на выработку минерального премикса. Использование необработанных солей микроэлементов при переходе на производство минеральных премиксов позволит удешевить их выпуск. В связи с этим рассмотрим два варианта.

Первый вариант – хорошо сыпучие формы солей микроэлементов, поступающие на завод, растаривают и направляют в наддозаторные бункера без дополнительной обработки. При стабильном производстве 1 %-ного премикса этот вариант наиболее эффективен.

Второй вариант включает два способа подготовки.

По первому способу (рис. 15, *А*) соли микроэлементов, поступающие в виде разномерных кусков, частиц, направляют на сортирование. Сита сортировок могут заменяться в зависимости от крупности поступающей партии солей микроэлементов. Сходовые фракции с сортировок (а в ряде случаев и вся партия) направляются на валковый измельчитель *2*; измельченные на первой стадии соли направляются на сушилку *3*. Высушенные соли окончательно измельчают на молотковой дробилке *8*, струйных

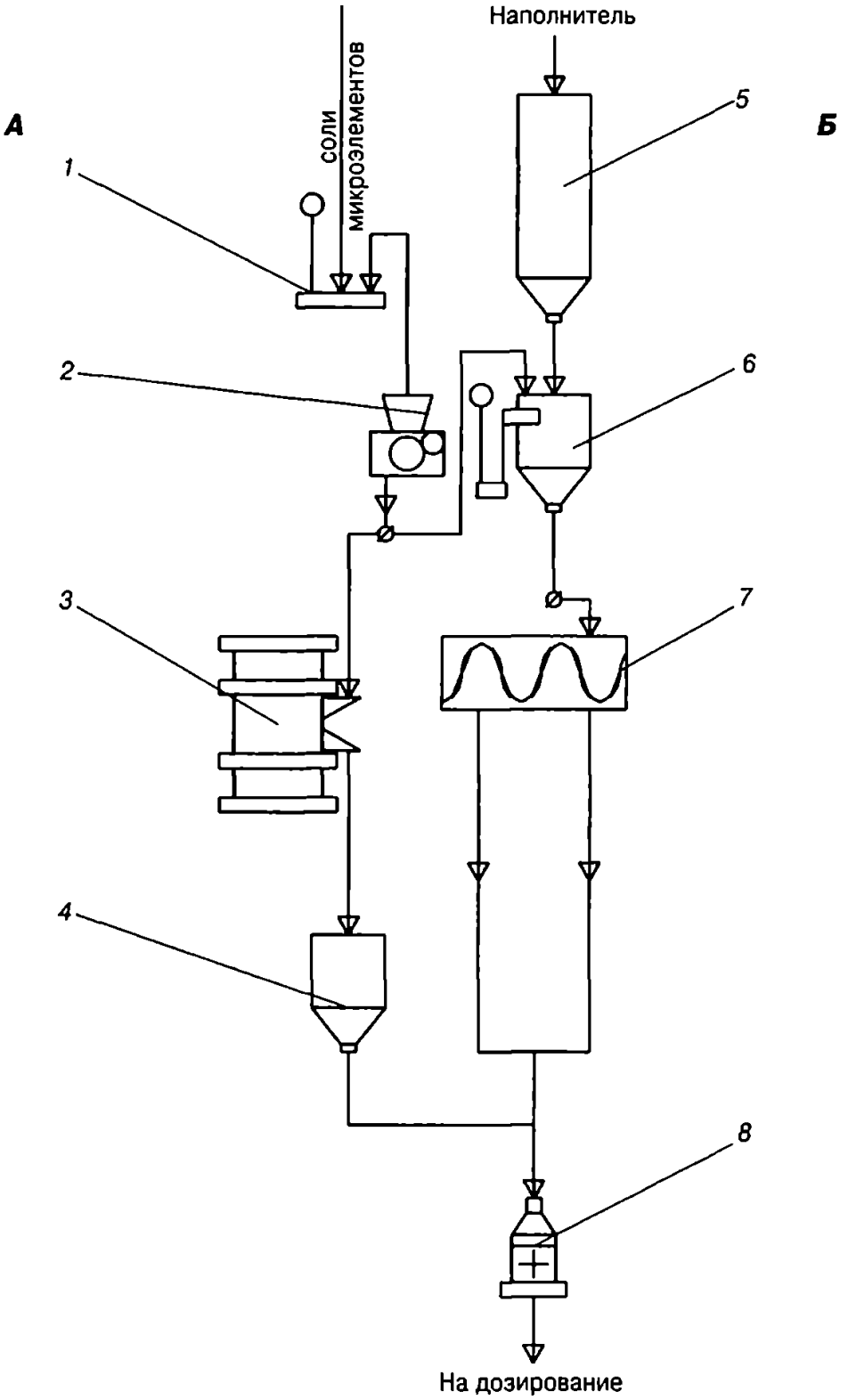
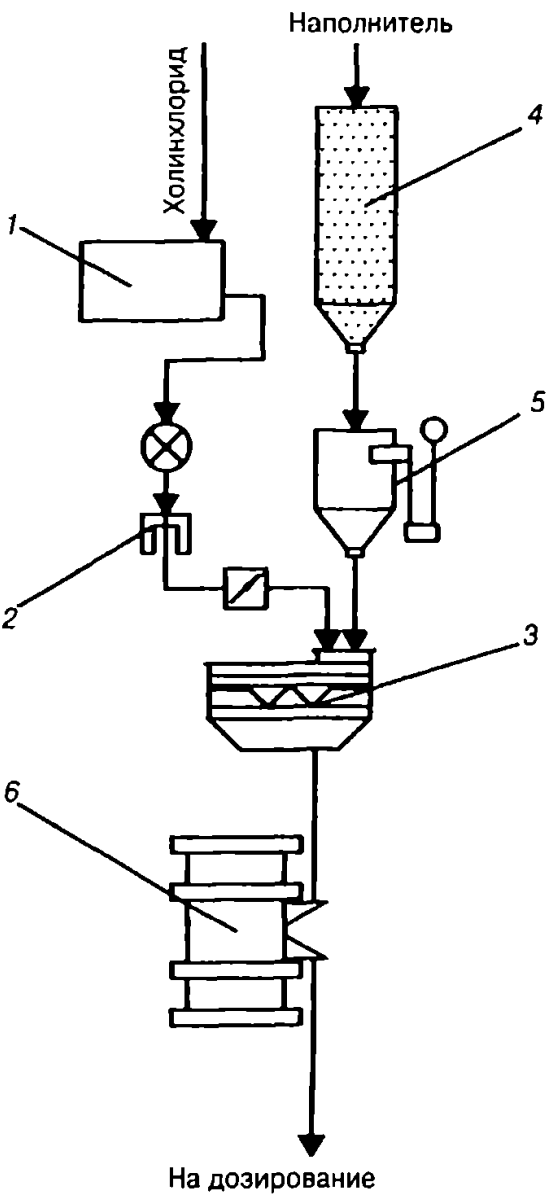


Рис. 15. Линия подготовки солей микроэлементов:
1, 5 – весы; *2* – валковый измельчитель; *3* – сушилка; *4* – бункер для высушенных солей микроэлементов; *6* – весовой дозатор; *7* – промежуточный смеситель для предварительного смешивания; *8* – молотковая дробилка

мельницах, до требований нормативно-технической документации. Крупность солей микроэлементов не должна превышать 0,25 мм – 250 мкм, влажность не более 10 %.

Подготовленные соли направляются на дозирование (рис. 15, *Б*).

По второму способу используются сорбционный метод сушки, при котором измельченные соли микроэлементов дозируют с высушенным наполнителем (влажностью не более 8 %) в соотношении 1 : 1, смешивают в смесителе периодического действия *7*. Смесь измельчают на молотковой дробилке *8* до крупности частиц, характеризующейся остатком на сетке № 1,2 – не более 0,5 %, и направляют на главную линию дозирования.



Таким образом, сернокислые и хлористые соли микроэлементов, обладающие повышенной гигроскопичностью, требуют специальной подготовки.

Линия подготовки холинхлорида (витамин B_4) (рис. 16)

Для выращивания молодняка на крупных животноводческих комплексах и птицефабриках особое значение имеет холинхлорид. В России этот компонент вырабатывается на предприятиях химической промышленности в виде 70%-ного сиропообразного продукта с pH

Рис. 16. Линия подготовки холинхлорида:
1 – бункер для холина; *2* – система насосов; *3* – смеситель; *4* – бункер для наполнителя; *5* – дозатор весовой; *6* – сушилка

5,5...6,0. Это обязывает предприятия хранить такой холин в специальных наземных хранилищах, внутренний слой которых должен изготавливаться из нержавеющей стали.

При производстве премиксов используется холин-хлорид западных и американских производителей, который поступает технологически подготовленным и не требует никакой подработки. Холинхлорид растаривается и направляется в бункера макрокомпонентов.

В последние годы наиболее популярным для стабильных производителей премиксов является использование готовых к дозированию компонентов премиксов. Однако не исключается и жидкий сиропообразный холинхлорид. При этом применяются следующие варианты:

I – подача холинхлорида в смеситель непрерывного действия, куда направляется весь высушенный и измельченный наполнитель. Не меняя физико-механических свойств наполнителя, в смесителе распыляется жидкий холинхлорид. Такая схема возможна при вводе небольших количеств холинхлорида в рецептах премиксов;

II – по этому варианту холинхлорид предварительно смешивается с небольшим количеством отрубей, которое дозируется на автоматических весах, а холинхлорид подается насосом-дозатором. Соотношение холинхлорида и наполнителя от 1 : 2 до 1 : 5. Эта смесь направляется на сушку до влажности, не превышающей 10 %;

III – этот вариант предусматривает ввод холинхлорида через бункерные весы на тензодатчиках и насос-дозатор непосредственно в основной смеситель производства премиксов.

Линия подготовки препарата витамина Е из жидкого токоферолацетата продолжает тему ввода жидких компонентов премикса (рис. 17)

Сыпучий препарат витамина Е из жидкого токоферолацетата получают путем смешивания жидкого токоферолацетата с наполнителем и окисью кремния.

Процесс подготовки включает дозирование компонентов в две стадии и их последующее смешивание. Наполнитель, окись кремния и жидкий токоферолацетат дозируют весовыми автоматическими дозаторами, соблюдая соотношение 10 : 1 : 1.

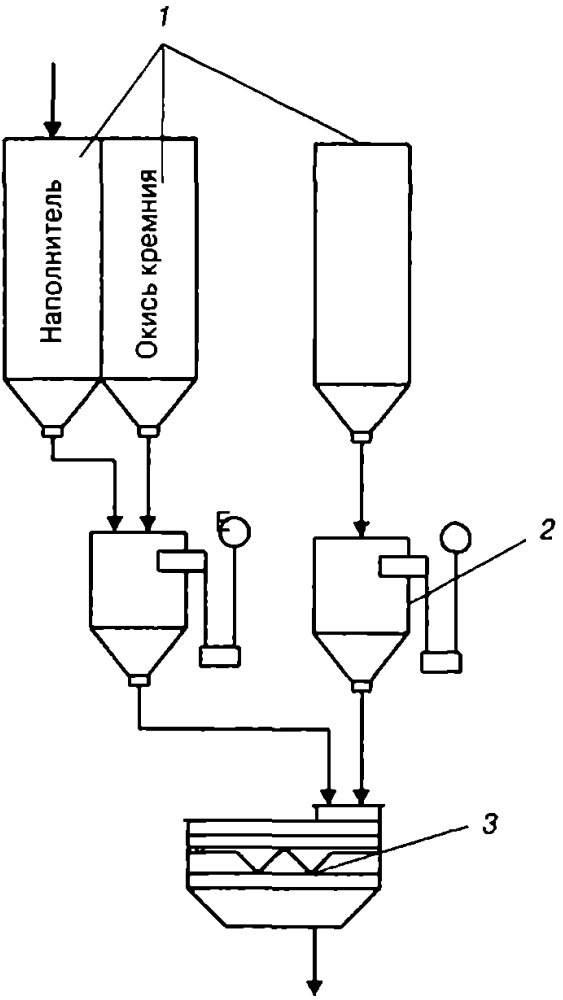


Рис. 17. Линия подготовки витамина из жидкого токоферолацетата:
1 бункер для витамина Е (жидкого токоферолацетата), наполнителя, окиси кремния; *2* весы; *3* – смеситель

В смеситель сначала подается отвешенная порция высушенного и измельченного наполнителя, затем токоферолацетат. Смешивание продолжается в течение 10 мин, после чего добавляется окись кремния. Все компоненты перемешиваются еще 10 мин. Полученный порошкообразный препарат витамина Е направляют в бункера дозирования микрокомпонентов.

Линия подачи макро- и средних компонентов предназначена для подачи и ввода в премиксы дрожжей кормовых, обогащенных витамином D_2, сухой смеси холинхлорида, метионина, кормовых форм витаминов, ферментов, антибиотиков, кристаллических форм аминокислот, лекарственных препаратов и др. и подачи их непосредственно в бункера над многокомпонентными дозаторами для макро- и средних компонентов.

Линия ввода микрокомпонентов. Фармакопейные витамины B_2, B_c, С, витаминные препараты B_1, D_3, Е, К, B_6, микровит А, кобальт хлористый и углекислый, селенит натрия, лекарственные препараты и другие, не требующие предварительной подготовки, подают непосредственно в бункера для микрокомпонентов над многокомпонентными дозаторами малой грузоподъемности на так называемые установки–карусели.

Линия подготовки йодистого калия (рис. 18) включает его стабилизацию для предотвращения антагонизма и распада при контакте с солями микроэлементов. Йодистый калий и стабилизирующие вещества (стеарат кальция) в количестве 10 % от массы KJ взвешивают на весовых дозаторах или лабораторных весах и смешивают в смесителях периодического действия в течение 10 мин. Далее эту смесь направляют в наддозаторные бункера.

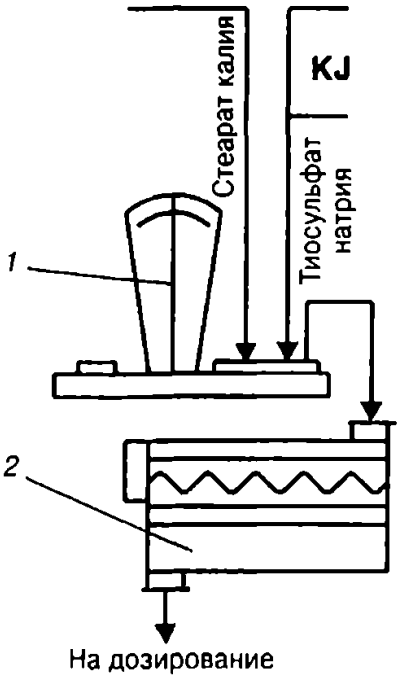


Рис. 18. Линия подготовки KJ:
1 – весы электронные;
2 – смеситель

Линия дозирования и смешивания (рис. 19). Для дозирования каждой группы компонентов используются многокомпонентные весовые дозаторы соответствующей грузоподъемности в зависимости от производительности линии.

Для получения однородной смеси готового премикса используются порционные смесители. Следует соблюдать очередность подачи компонентов в главный смеситель: наполнитель (в количестве, равном разности между рецептурным количеством наполнителя и количеством его, направленным на предварительное смешивание с солями микроэлементов и микрокомпонентов), макрокомпоненты и средние компоненты, не требующие предварительной подготовки. Цикл дозирования и смешивания компонентов премикса не должен превышать 15 мин, в том числе длительность смешивания – до 4 мин.

В настоящее время для этих целей стали использовать скоростные смесители фирмы «Бюлер», «Амандус Каль», в которых продолжительность смешивания сдозированных компонентов составляет всего 1,5...2 мин.

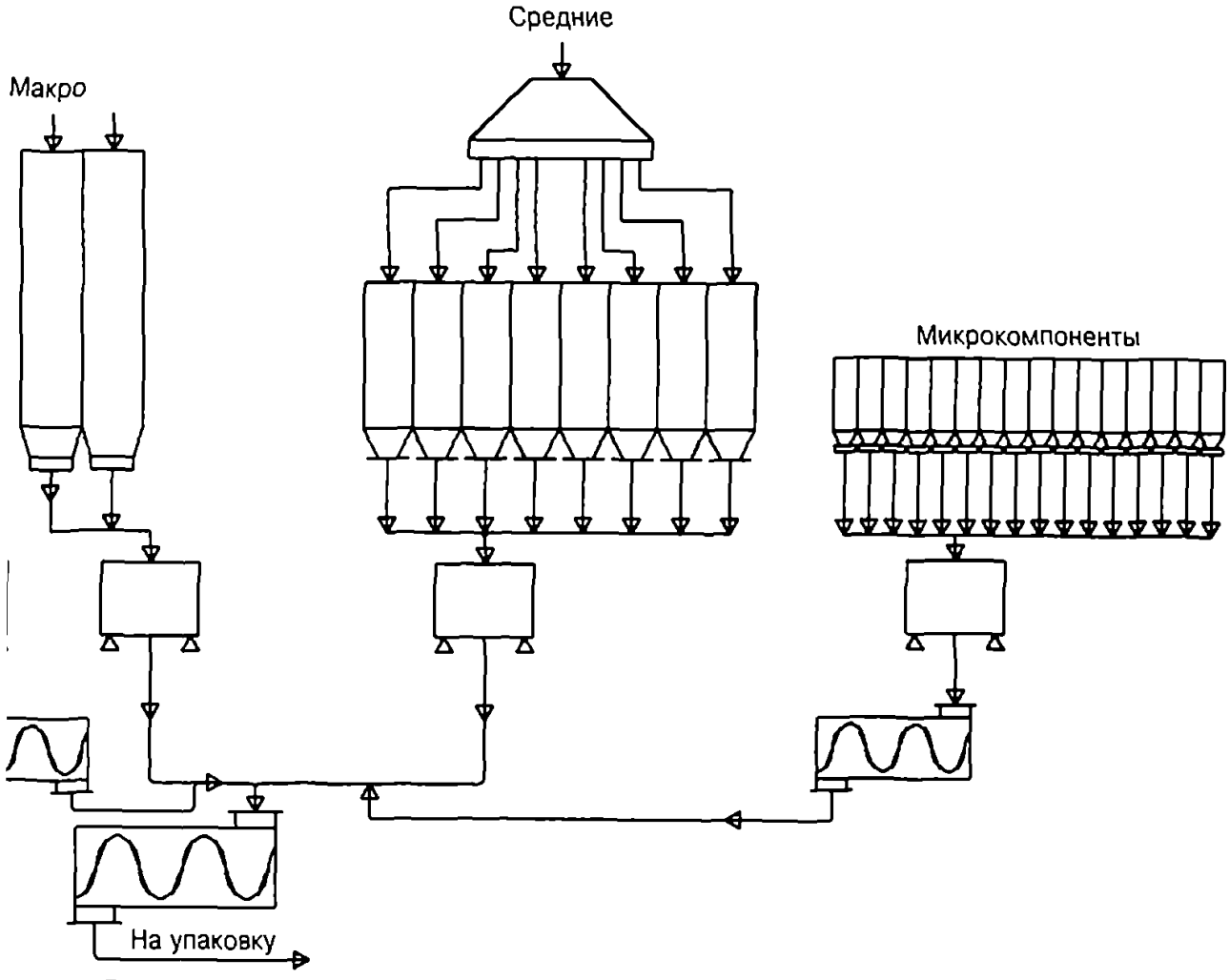


Рис. 19. Главная линия дозирования-смешивания

Линия упаковки готовых премиксов (рис. 20)

Премиксы расфасовываются в четырехслойные бумажные мешки по 20–25 кг. Особое внимание уделяется этикетке с указанием наименования продукта, номера рецепта, массы нетто, даты изготовления. Премиксы упаковываются на расфасовочно-упаковочных аппаратах.

По нормативно-технической документации премиксы поставляют и принимают партиями. Партией считают любое количество однородной по качественным показателям продукции, изготовленной по одному рецепту премиксов и которое оформлено одним документом о качестве.

По органолептическим и физико-химическим показателям премиксы должны соответствовать требованиям и нормам, указанным в табл. 11.

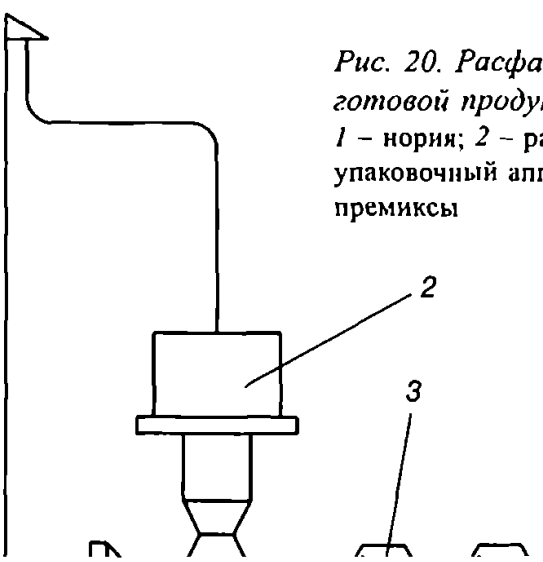


Рис. 20. Расфасовка и упаковка готовой продукции:
1 – нория; *2* – расфасовочно-упаковочный аппарат; *3* – упакованные премиксы

Таблица 11

Органолептические и физико-химические показатели премиксов

№ п/п	Показатель	Характеристика и нормы
1.	Внешний вид, цвет, запах	Соответствует характеру наполнителя и набору биологически активных компонентов без признаков плесени
2.	Влажность в %, не более	10
3.	Крупность: остаток на сите размером более 1,2 мм в % по массе, не более	0,7–2
4.	Содержание металломагнитной примеси размером частиц до 2 мм включительно, мг в 1 кг премикса, не более	20–30
5.	Наличие металлических частиц с острыми краями размером более 2 мм	Не допускается

§ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КАРБАМИДНОГО КОНЦЕНТРАТА

Карбамидный концентрат — это смесь карбамида, бентонита и зернового сырья или зерновой смеси. Для выработки карбамидного концентрата используют зерно злаковых культур, в основном ячмень, овес и кукурузу.

Для производства карбамидного концентрата карбамид поступает в пяти-, шестислойных бумажных битумированных мешках (внутренний, соприкасающийся с продуктом слой бумаги должен быть непропитанным) ; в пятислойных ламинированных мешках; в полиэтиленовых клапанных мешках. Доставляют карбамид также и в специальных мягких контейнерах типа МК.

При производстве карбамидного концентрата используют бентонит (бентонитовые глины) в виде порошка. Зерновое сырье, используемое для выработки карбамидного концентрата, должно иметь влажность не более 14 %, а по остальным показателям соответствовать ограничительным кондициям на зерно, поставляемое комбикормовой промышленности. Карбамидный концентрат выпускают по техническим условиям ТУ 8-224-77 в соответствии с рецептурой (табл. 12).

Таблица 12

Рецепты карбамидного концентрата

Исходный компонент	ККN№1	ККN№2	ККN№3	ККN№4	ККN№5	ККN№6
Ячмень	80	75	70			
Овес	–	–	–	80	75	70
Бентонит	5	5	5	5	5	5
Карбамид	15	20	25	15	20	25

Технология производства карбамидного концентрата включает подготовку зернового сырья, карбамида, бентонита, дозирование, смешивание, экструдирование смеси.

Линия подготовки зернового сырья. Соответствует требованиям, изложенным в технологической линии зерновых компонентов при производстве комбикормов.

Линия подготовки карбамида. Включает расшивку мешков с карбамидом, разрыхление слежавшихся комков. Подготовленный карбамид направляют в наддозаторные бункера.

Линия подготовки бентонита. Включает операции расшивки мешков в шкафах-пылеуловителях или в мешкорастарочной машине. Далее бентонит направляют в наддозаторные бункера.

Линия дозирования и смешивания. Предназначена для дозирования компонентов карбамидного концентрата (карбамида, зерна или зерновой смеси и бентонита) и смешивания. Подготовленную смесь направляют на экструдирование – основную операцию производства карбамидного концентрата.

Экструдирование. Основная технологическая машина для производства карбамидного концентрата методом экструзии — это экструдер. Он состоит из следующих основных узлов: шнековой части, привода, бункера с дозатором, корпуса и электрооборудования. Главный шнек – это наиболее ответственный узел машины, определяющий режимы обработки смеси, производительность машины и качество готового продукта. Одно- или двухзаходный шнек состоит из нескольких секций, которые разделены компрессионными диафрагмами. Они создают сопротивление смеси, движущейся под действием винтообразной нарезки шнека, и способствуют разогреву этой смеси.

Последовательное увеличение диаметра шайб обеспечивает постепенное возрастание температуры продукта в экструдере. К выходному отверстию глубина винтовой канавки шнека умень-

шается. Шнековую часть закрывают съемными корпусами, имеющими на внутренней части продольные ребра для обеспечения движения смеси вдоль оси шнека.

В результате внутренней рециркуляции продукта под давлением его температура возрастает и достигает на выходе из экструдера заданной величины. Под действием температуры изменяются физические характеристики компонентов: карбамид плавится, крахмал зерна частично клейстеризуется, и высвобождаемая влага абсорбируется бентонитом, играющим роль пластификатора, способствующего лучшему прохождению смеси в экструдере. Смесь под действием давления сжатия, достигающего (30...35) 10^5 Па, подается в головку экструдера, где давление резко падает до атмосферного. При этом готовый продукт «взрывается» с потерей исходной влажности, температуры и разбуханием струи экструдата.

Применение различных матриц или гранулирующих головок позволяет получать экструдат в виде канатиков различной формы или гранул определенной длины.

Экструдированный концентрат охлаждают в горизонтальных охладителях. Температура продукта после охлаждения не должна превышать температуру окружающего воздуха более чем на 18 °С. Процесс охлаждения регулируют, изменяя скорость движения ленты охладителя. Недостаточно охлажденный продукт плохо измельчается, что приводит к «замазыванию» сит дробилки. Охлажденный продукт измельчают в молотковой дробилке с ситом, обеспечивающим крупность концентрата согласно техническим условиям.

При производстве белково-витаминных и минеральных добавок на основе карбамидного концентрата по рецептам БВМД-К карбамидный концентрат направляют в наддозаторные бункера линии дозирования и смешивания компонентов БВМД. Здесь следует предусмотреть, что БВМД можно вырабатывать по совмещенной схеме непосредственно в цехе производства карбамидного концентрата либо по раздельной схеме. В этом случае для карбамидного концентрата предусматривают самостоятельную технологическую линию.

В остальном технология производства БВМД на основе карбамидного концентрата аналогична технологии производства БВМД и включает следующие линии: подготовки отрубей; соли и другого сырья минерального происхождения; подачи премиксов;

дозирования и смешивания; упаковки готовой продукции. В БВМД для крупного рогатого скота и овец карбамидный концентрат вводят до 60 %, премиксов 6, соли 10, мела (фосфата) 24 %. Эффективным может быть и использование карбамида в составе комбикормов в растворе с мелассой.

БВМД можно перевозить бестарно, применяя для этого специализированный транспорт. При упаковке используют бумажные или тканевые мешки, в которые БВМД фасуют на весовыбойных аппаратах. Рассыпные БВМД хранят 2 мес, а гранулированные — 3 мес. При хранении свыше установленного срока БВМД необходимо проверять не реже одного раза в месяц на токсичность.

В состав комбикормов БВМД вводится как самостоятельный компонент в количестве до 30 %.

Карбамидный концентрат, вырабатываемый в виде крупки или гранул, должен отвечать следующим требованиям:

внешний вид, цвет, запах — соответствовать набору компонентов, без плесневелого, гнилостного и других посторонних запахов, без видимых включений карбамида;

остаток на сите с отверстиями ∅ 3 мм не более 20 %; остаток на сите с отверстиями ∅ 5 мм не допускается;

влажность не более 12 %;

диаметр гранул не более 10 мм, длина не более 25 мм;

протеиновый эквивалент (общий азот в пересчете на коэффициент 6,25) в пределах 40...80 %;

содержание в 100 кг не менее 70 корм. ед.;

наличие целых семян не более 0,5 %;

наличие металломагнитных примесей, частиц с размером до 2 мм включительно в 1 кг концентрата не более 0,5 %;

зараженность вредителями хлебных запасов не выше первой степени;

растворимость карбамида в воде (%): через 30 мин — не более 75, через 60 мин — не более 80, через 90 мин — не более 90.

§ 5. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ

1. От чего зависит число технологических линий?

2. Назовите основные технологические линии комбикормового завода.

3. Какие сита устанавливают в сепараторах линии подготовки зернового сырья?

4. Что перерабатывают на линии подготовки прессованных и крупнокусковых компонентов?

5. Какие сита устанавливают в просеивающих машинах линии кормовых продуктов пищевых производств?

6. Назовите способы отделения пленок от овса и ячменя.

7. Какие сита устанавливают в просеивающих машинах линии шротов?

8. Опишите технологию подготовки сырья минерального происхождения.

9. Опишите технологию ввода карбамида, карбамидного концентрата, жидких компонентов.

10. Как дозируют и смешивают компоненты?

11. Что положено в основу производства БВМД в России?

12. Дайте формулировку БВМД.

13. В чем особенности ввода БВМД?

14. Охарактеризуйте кратко этапы производства БВМД.

15. В чем основные особенности компонентов БВМД?

16. Дайте характеристику технологическим линиям производства БВМД.

17. Возможен ли процесс гранулирования при производстве БВМД?

18. Какова технология производства премиксов?

19. Назовите составляющие премиксов.

20. Какие линии используют при производстве премиксов?

21. Какие рецепты производства карбамидного концентрата Вы знаете?

22. Какие линии используют для производства карбамидного концентрата?

23. Перечислите требования, предъявляемые к качеству комбикормов, БВМД, премиксов и карбамидного концентрата.

Глава

3

ПОДГОТОВКА ДРОБИЛЬЩИКА

Дробильщик III разряда должен знать: назначение процесса дробления, схему подачи сырья в силосы над дробилками; схему подачи измельченного продукта в силосы над дозаторами; требования к сырью и к качеству дробления; методы проведения ситовых анализов; правила пуска, остановки молотковых дробилок, вальцовых станков, жмыхоломачей, кукурузоломачей и связанных с ними транспортных механизмов.

(Из квалификационной характеристики дробильщика III разряда)

§ 1. ПРОЦЕСС ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ (ДРОБЛЕНИЯ)

При производстве комбикормов, БВМД, премиксов, карбамидного концентрата и кормовых смесей многочисленные компоненты, поступающие на комбикормовые заводы в виде зерна, гранул, кусков, подвергают измельчению. Получить однородную смесь, отвечающую требованиям по крупности для определенного вида выпускаемой продукции, невозможно без измельчения. Измельченные компоненты равномернее смешиваются. Кроме того, измельчение играет важную роль в переваривании корма животными и птицей, так как измельченный корм лучше усваивается. Это объясняется тем, что при разжевывании, например, измельченного корма затрачивается меньше энергии, а следовательно, увеличивается усвояемость скармливаемого продукта. Процесс измельчения – один из самых сложных и энергоемких процессов производства продукции комбикормовых заводов. При измельчении компонентов нарушаются силы сцепления между его отдельными частицами, для преодоления которых приходится использовать самые различные способы измельчения с большими затрата-

ми электроэнергии. Особенно это относится к измельчению зерновых компонентов, которые в комбикорма вводят в больших количествах.

Измельчением называют процесс разделения твердого тела на части в результате преодоления сил сцепления между его частицами, благодаря чему образуются новые поверхности.

При производстве комбикормов измельчению подвергают следующие компоненты: зерно, зерновую смесь от первичной обработки зерна, жмыхи, шроты, кукурузу в початках, сырье минерального происхождения (мел, соль, ракушечную муку), крупные фракции кормовых продуктов пищевых производств. Одни компоненты измельчают за один пропуск через машины, а другие требуют двукратного пропуска. Зерновые компоненты измельчают за один пропуск через дробильную машину, а кусковое сырье сначала подвергают грубому дроблению, а затем последующему мелкому измельчению.

Степень измельчения (или размеры частиц после измельчения) зависит от вида и возраста животных, т. е. степень измельчения характеризует крупность размола. Условно измельчение считают грубым, если размер частиц после измельчения равен или больше 5 мм; если меньше 5 мм, то измельчение считают тонким. Измельчение твердых кусковых компонентов на части относительно большой величины (больше 5 мм) называют также дроблением.

Степенью измельчения продукта называют отношение величины линейных размеров частиц до измельчения к размерам частиц после измельчения. Или степень измельчения продукта определяется как отношение суммарной поверхности частиц продукта после измельчения S_K (см^2) к суммарной поверхности исходного продукта S_H (см^2)

$$i = S_K / S_H.$$

Рассмотрим процесс измельчения. Сначала тело испытывает упругие и пластические деформации, а затем при преодолении сил молекулярного сцепления тело разрушается, образуя большое количество частиц.

С увеличением энергозатрат на упругие и пластические деформации и на образование новых поверхностей общий расход

электроэнергии на процесс измельчения возрастает, причем возрастает и образование тепловой энергии, температура частиц измельченного компонента повышается.

С увеличением степени измельчения энергозатраты процесса резко возрастают. Поэтому в практической работе необходимо измельчать продукт только в соответствии с требованиями стандартов и как можно быстрее выводить измельченный продукт из машины. При несоблюдении этого условия увеличивается расход электроэнергии на измельчение и снижается производительность измельчающих машин.

При выборе методов измельчения главным показателем является структурно-механическое свойство измельчаемого компонента, и прежде всего его твердость и величина частиц. Исходя из этого, выбирают способы, методы измельчения и измельчающие машины. Наиболее эффективными методами измельчения твердых материалов являются удар и раздавливание, вязких – растирание, хрупких – скалывание. Из всех этих методов измельчения при производстве комбикормов наиболее широко применяют удар и раздавливание.

В основу работы измельчающих машин должны быть положены следующие обязательные условия:

равномерное измельчение продуктов;

быстрое удаление измельченного продукта из рабочей зоны машины;

возможность регулирования степени измельчения в процессе работы машины;

непрерывная и автоматическая загрузка и разгрузка машин; легкая замена быстро изнашивающихся деталей машины;

высокая герметичность (минимум пылевыделения);

наименьший расход электроэнергии.

Из существующих типов размалывающих машин в комбикормовой промышленности этим требованиям наиболее отвечают молотковые дробилки. Для грубого дробления кускового сырья используют зубчатые и пальцевые вальцовые дробилки (камнедробилки); для плющения пленчатых культур, например овса, – вальцовые или плющильные станки.

Молотковые дробилки – это универсальные измельчающие машины, способные размалывать все виды сырья, поступающие на комбикормовые заводы для производства комбикормовой про-

дукции. Они работают эффективно как на крупном, так и на мелком размоле, дробят пленки и незначительно нагревают продукт.

По своему устройству молотковые дробилки проще других измельчающих машин. Основными рабочими органами молотковой дробилки являются молотки, сито и дека. Применяют два вида сит: с круглыми отверстиями и чешуйчатые. Для обеспечения прочности и жесткости сита отверстия располагают в шахматном порядке. Ситовые поверхности служат для вывода измельченного продукта из зоны дробилки, а броневые деки – для усиления эффекта измельчения. Сита изготавливают из металлических листов толщиной 3...8 мм. Шахматное расположение отверстий способствует большей севкости и жесткости сита. В зависимости от формы отверстий и толщины металлического листа сита делают штампованными, пробивными и сверленными.

В комбикормовой промышленности используют дробилки с пластинчатыми молотками прямоугольной формы с двумя отверстиями. Их основным преимуществом является простота изготовления по сравнению с другими типами молотков. Это имеет и большое практическое значение, поскольку упрощается их замена в процессе работы дробилки. Другое, не менее важное преимущество пластинчатых молотков прямоугольной формы – возможность максимального использования рабочей поверхности, так как при износе одного конца молотка может работать другой. Особенно подвергаются износу острые кромки и углы, в результате чего производительность дробилки резко падает. Степень износа зависит от физических свойств измельчаемого продукта, а также от качества материала, из которого изготовлены молотки.

Деку в молотковой дробилке устанавливают в начале неподвижной рабочей поверхности, окружающей ротор. Дека необходима для того, чтобы предохранить эту часть молотковой дробилки от разрушения.

Процесс измельчения происходит следующим образом. Измельчаемый продукт (компонент) поступает в приемное устройство *4* (рис. 21), откуда питающим валком подается в рабочую зону дробилки. Продукт попадает под действие молотков *2*, которые ударом разрушают его и отбрасывают частицы на рифленую деку *7*. Отразившись от нее, частицы вновь попадают под действие молотков, которые придают измельченному продукту вращательное движение относительно ситовой обечайки *1*. Измель-

ченные частицы, величина которых меньше размеров отверстий сига, проваливаются через него и уносятся воздухом в циклон или транспортируются механическим транспортом. Степень измельчения регулируют главным образом подбором сит.

Итак, при измельчении зерна или другого компонента первоначально происходит удар молотка *2* по зерну и зерна о неподвижную рабочую поверхность деки *7*. В дальнейшем измельченный продукт заполняет пространство между ротором *3* и внутренней неподвижной ситовой обечайкой *1*. На этой стадии продукт измельчается под действием сил трения, возникающих между продуктом, молотками и ситовой обечайкой. При этом частицы меньших размеров проходят через сито, а более крупные остаются на сите и подвергаются дальнейшему измельчению под действием удара и трения. Это продолжается до тех пор, пока измельченные частицы зерна не выйдут из рабочей зоны машины.

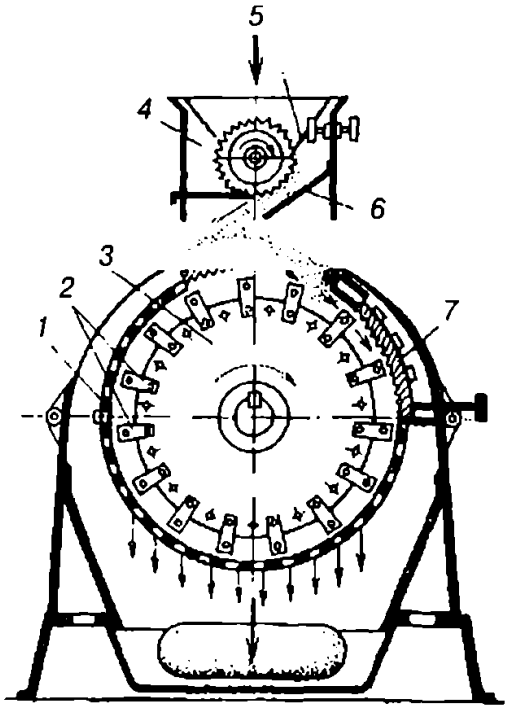


Рис. 21. Схема движения продукта в молотковой дробилке:
1 – цилиндрическая ситовая обечайка; *2* – молотки; *3* – ротор; *4* – приемное устройство; *5* – заслонка; *6* – наклонная плоскость; *7* – дека.

В комбикормовой промышленности используют молотковые дробилки ДМ-1, А1-БД2-М, ДМ-440У, А1-ДДЛ (для измельчения микрокомпонентов при производстве премиксов); А1-ДДП; А1-ДДР, А1-ДМР (для измельчения зернового и гранулированного сырья).

Основными техническими параметрами молотковой дробилки являются: форма и размеры молотков, форма и величина отверстий сита и его живое сечение, окружная скорость молотков, величина радиального зазора между молотками и ситом.

На интенсивность измельчения влияет окружная скорость молотков. С ее увеличением возрастает скорость деформирования и разрушения частиц, в результате чего они ведут себя как более

хрупкие тела. Это и усиливает интенсивность их измельчения. Окружную скорость молотков принимают 58...100 м/с в зависимости от типа дробилки.

Не меньшее значение имеет и ситовая поверхность, которая воспринимает давление продукта при работе молотков. На эффективность работы дробилки влияют размеры отверстий сит: с укрупнением их диаметра возрастает производительность, степень размола снижается. С увеличением зазора между молотками и ситовой поверхностью слой продукта увеличивается, становится менее плотным и воздействие молотков на частицы продукта уменьшается. При меньшем зазоре слой продукта уплотняется, улучшаются условия для деформации среза и сжатия под действием удара, что и способствует большей эффективности измельчения. Величина зазора при размоле зависит от типа дробилки и может быть различной при измельчении одного и того же компонента.

Для измельчения овса, ячменя и других пленчатых культур требуются большие затраты электроэнергии, чем для таких культур, как кукуруза или пшеница (особенно кукуруза). Если принять удельный расход электроэнергии для измельчения овса за 100 %, то по отношению к ней удельный расход электроэнергии для измельчения ячменя меньше на 20 %, кукурузы на 43 %. Это объясняется наличием пленок и различной физической структурой зерна. Овес, имея значительное количество оболочек и более вязкую структуру ядра, труднее измельчается, чем ячмень, имеющий более твердое и хрупкое ядро.

Структурно-механические свойства зерна оказывают влияние и на размеры (гранулометрический состав) продуктов измельчения. Производительность дробилки при измельчении пленчатых зерновых культур снижается на 30...31 %. При измельчении зерновой смеси, состоящей из тех же зерновых культур (овса, ячменя, кукурузы, пшеницы и т. д.), даже в одинаковом процентном соотношении, эффективность работы дробилок значительно повышается по сравнению с измельчением одного овса или одного ячменя и других компонентов, поскольку изменяются свойства сыпучести и объемная масса смеси зерновых культур.

На производительность и эффективность работы дробилок оказывает очень большое влияние влажность зерна. С ее повы-

шением производительность дробилок снижается, а удельный расход электроэнергии возрастает. Это объясняется тем, что с повышением влажности возрастает вязкость компонентов и повышается их сопротивляемость измельчению.

При измельчении зерна ячменя влажностью до 20 % производительность дробилки снижается на 30 %, а удельный расход электроэнергии повышается на 30...32 % по сравнению с измельчением ячменя влажностью до 14 %. При увеличении влажности кукурузы с 14,1 до 21,5 % производительность дробилки снижается на 30 %, а удельный расход электроэнергии повышается на 12,5 %. Особенно резко снижается эффективность работы дробилки при измельчении овса повышенной влажности. Так, при увеличении влажности овса с 11,5 до 19 % производительность дробилки снижается на 50 %, а удельный расход электроэнергии повышается до 67 %. Измельчение влажного зерна отрицательно сказывается на технико-экономических показателях работы предприятия. Нормальной или оптимальной влажностью продуктов, поступающих на измельчение, принято считать влажность зерна в пределах 14,0... 14,5 %.

Измельчение зерна в молотковой дробилке сопровождается потерей влаги в продукте и повышением температуры как продукта, так и рабочих органов дробилки. Продукт нагревается тем больше, чем длительнее процесс измельчения. Например, при измельчении зерна кукурузы влажностью 20,4 % потери влаги в размолотом продукте достигают 1,2 %; ячменя при влажности 20 % – до 1,4 %; овса при влажности 18,9 % – до 2,8 %. При нормальной влажности зерна потеря влаги в размолотом зерне не превышала 0,2 %. Температура измельченного продукта не повышается более чем на 10 град. (первоначальная температура зерна 23...24 °С), при этом чем влажнее зерно, тем больше потеря влаги в продукте и выше температура его нагрева.

Эффективность измельчения сырья минерального происхождения (мела, соли, ракушечной муки) в молотковой дробилке также зависит от влажности. Мел влажностью 15 % очень трудно поддается измельчению, так как отверстия сита забиваются. При наличии в меле кристалликов твердой породы, например кремния, дробление сопровождается образованием искр. Поэтому сырье минерального происхождения измельчают в изолированном от производства помещении. Кроме того, это улучшает санитар-

ное состояние производственного корпуса, который не загрязняется минеральной пылью.

На межхозяйственных комбикормовых заводах в рецептуре комбикормов для крупного рогатого скота используют сено. На эффективность измельчения сена в молотковой дробилке влияют его вид и влажность. Сено различных видов (луговое, пырейное и другие) отличается структурой, длиной стебля, содержанием влаги и примесей, что и обусловливает эффективность работы дробилки.

Процесс измельчения сена происходит в условиях упругих деформаций с большой восстановительной способностью при изгибе и изломе стеблей, сжатии и частичном плющении их. Измельчение разрыхленного сена, имеющего меньшую плотность, чем прессованное сено, требует больших затрат электроэнергии. Уплотнение сена перед поступлением в дробилку повышает эффективность ее работы. С увеличением влажности сена производительность дробилки снижается. Например, при увеличении влажности сена с 16 до 21 % производительность дробилки снижается на 32 %, а удельный расход электроэнергии увеличивается в 2,8 раза. Поэтому переработка сена влажностью более 17 % не дает должного эффекта и не рекомендуется.

Компоненты, состоящие из крупных кусков (плитки жмыха, кукуруза в початках), перед поступлением в молотковую дробилку для тонкого измельчения предварительно подвергают грубому дроблению. Для этого применяют зубчатые вальцовые дробилки – так называемые ломачи. Вальцовые дробилки, служащие для дробления плиток жмыха, называют жмыхоломачами. На комбикормовых заводах устанавливают жмыхоломачи ЖЛ-1 и А1-ДЖЛ. Для дробления кукурузы в початках используют кукурузоломачи.

Плитки жмыха по наклонному конвейеру поступают в жмыхоломач, где подвергаются грубому дроблению. В процессе дробления случайно впрессованные в жмых металлические примеси выпадают и, находясь в свободном состоянии, улавливаются магнитным аппаратом. Пройдя магнитную защиту, дробленый жмых подвергается тонкому измельчению в молотковой дробилке.

Продукты размола при пневматическом транспортировании направляются в циклоны-разгрузители и оттуда через шлюзовый затвор в наддозаторные бункера. Для получения мелкого продукта дробленый жмых после молотковой дробилки просеивают в

контрольной просеивающей машине. Проходом сита получают мелкий продукт, а сходом – более крупный, который возвращают на повторное измельчение.

§ 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СЫРЬЯ

Построение процесса измельчения компонентов зависит от производительности завода и ассортимента вырабатываемых комбикормов. Так как молотковая дробилка является универсальной машиной, способной размалывать самые разнообразные компоненты, то на заводах небольшой производительности в одной молотковой дробилке размалывают многие компоненты, т. е. процесс носит характер поочередный. На комбикормовых заводах большой производительности, где процесс полностью механизирован или автоматизирован, компоненты, как правило, измельчают в нескольких дробилках. Это обеспечивает независимость одного вида сырья от другого. Рабочие органы дробилок подбирают в соответствии с физическими свойствами компонентов, подлежащих измельчению, для получения максимальной технологической эффективности их работы. Кроме того, в зависимости от физических свойств продуктов размола применяют дополнительные процессы просеивания и различные способы транспортирования продуктов измельчения.

Согласно технологической схеме измельчения зерновых компонентов (рис. 22) очищенное от посторонних примесей зерно из наддробильных бункеров *1* поступает через магнитный сепаратор *2* или магнитную колонку в молотковую дробилку *3*.

Для вывода продуктов из дробилки можно использовать два вида транспорта: механический или пневматический.

При механическом транспортировании продуктов измельчения после каждой дробилки устанавливают норию, которая транспортирует продукты измельчения в наддозаторные бункера. Для обеспечения крупности размола в некоторых схемах измельчения после дробилки устанавливают просеивающие машины или рассевы для контроля содержания целого зерна и крупных частиц. При этом проход сита направляют в наддозаторные бункера, а сход — на повторное измельчение. Иногда продукты раз-

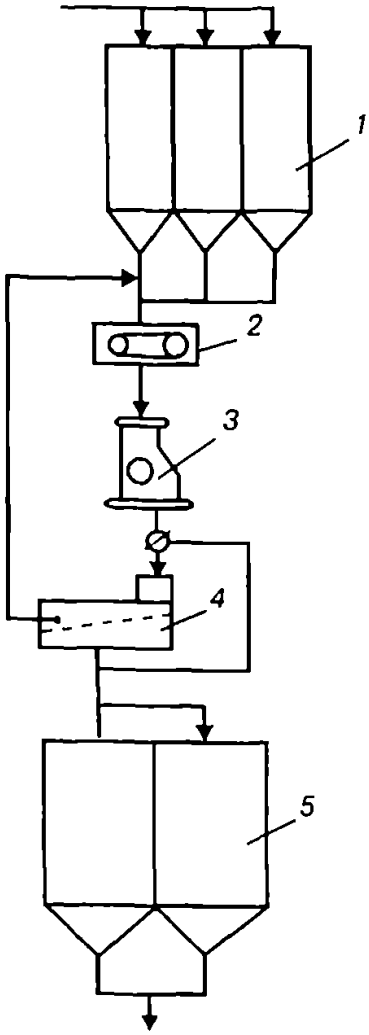


Рис. 22. Технологическая схема измельчения зерновых компонентов:
1 – бункера над дробилкой; *2* – магнитный сепаратор; *3* – молотковая дробилка; *4* – просеивающая машина; *5* – наддозаторные бункера.

мола повторно измельчают в отдельной дробилке, а иногда направляют на ту же дробилку, которая измельчала продукт. Выбор варианта схемы зависит от ассортимента, развитости технологического процесса, компоновки оборудования, производительности завода и многих других факторов.

При измельчении сырья минерального происхождения (соль, мел, ракушка и др.) его в зависимости от степени крупности направляют для измельчения или непосредственно в молотковую дробилку, или же предварительно подвергают грубому измельчению в камнедробилке, а затем подают в дробилку для достижения требуемой крупности измельчения (размеры частиц до 1 мм).

Наиболее эффективный способ измельчения соли, который позволяет обеспечить требуемую крупность, приведен на рис. 23, где наряду с дроблением обеспечивается и ее сушка.

Соль из склада (рис. 23) поступает в приемный бункер *1* вместимостью 0,5 м^3. Винтовой питатель *2* подает соль из бункера *1* в норию *3* и через клапан *4* в пневмотрубу *5*, которая соединена с дробилкой *6*. В дробилку в зону поступления соли подают воздух из калорифера *10*, нагретый до температуры 50...70 °С. В пневмотрубе соль подсушивается, и частицы, которые не требуют измельчения, пневмотранспортом поступают в циклон-разгрузитель *7* и в наддозаторный бункер *9*. Частицы соли, не отвечающие по крупности и влажности установленным требованиям, поступают на измельчение в дробилку. Таким образом, соль измельчается в замкнутом цикле до тех пор, пока ее частицы не будут унесены

пневмотранспортом. Пневматическая линия состоит из калорифера *10*, пневмотрубы *5*, циклона-разгрузителя *7*, батареи циклонов *11* и вентилятора среднего давления *12*. Возвращаясь к двухэтапному измельчению сырья минерального происхождения, следует отметить, что предварительное грубое измельчение с последующим просеиванием продуктов измельчения облегчает работу молотковой дробилки и снижает расход электроэнергии, так как проход сита, являясь готовым для дозирования компонентом, направляется непосредственно в наддозаторные бункера, минуя дробилку. Количество прохода зависит от интенсивности предварительного дробления и от вида размалываемого продукта. Просеивание целесообразно и в том случае, если продукт, поступающий в дробилку, содержит большое количество мелких частиц.

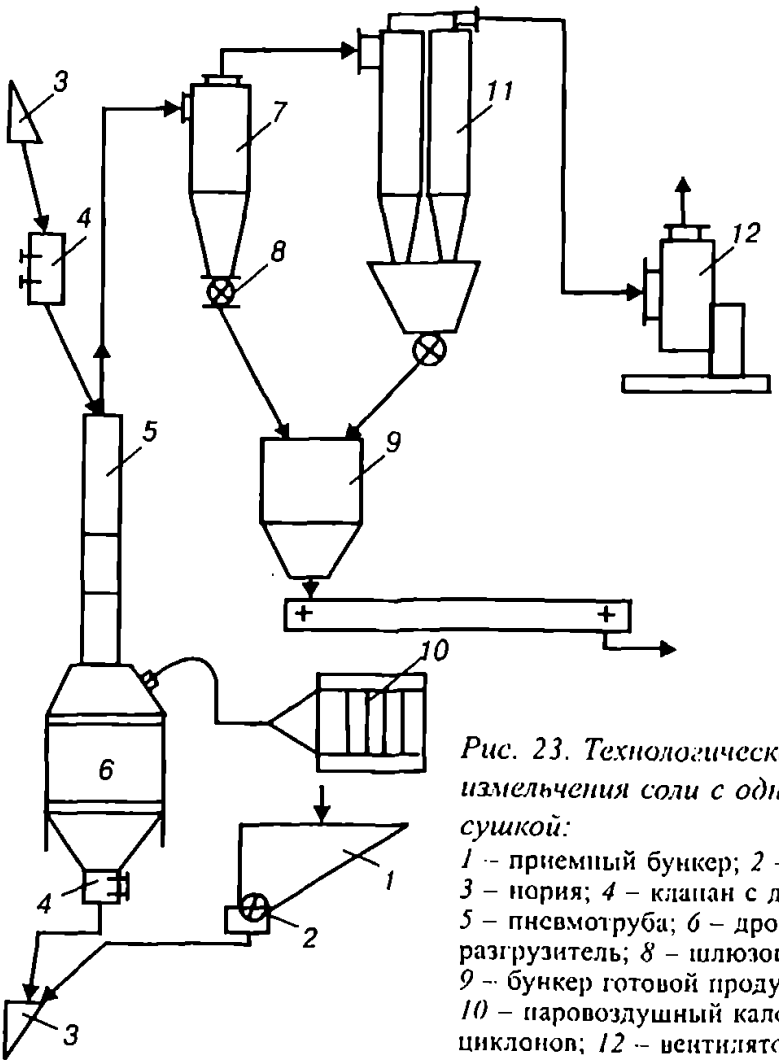


Рис. 23. Технологическая схема измельчения соли с одновременной сушкой:
1 – приемный бункер; *2* – винтовой питатель; *3* – нория; *4* – клапан с двумя противовесами; *5* – пневмотруба; *6* – дробилка; *7* – циклон-разгрузитель; *8* – шлюзовый затвор; *9* – бункер готовой продукции; *10* – паровоздушный калорифер; *11* – батарея циклонов; *12* – вентилятор среднего давления.

На комбикормовых заводах применяют следующие варианты технологических схем измельчения зерновых и гранулированных компонентов, а также трудносыпучего сырья, которые условно можно разделить на последовательное, непрерывное и порционное измельчение.

Согласно первой схеме предварительно очищенное зерно подают в наддробильные бункера. Каждый компонент поступает в отдельный бункер. После магнитной защиты сырье измельчается в отдельной дробилке. На заводах малой производительности устанавливают одну-две дробилки, на которых последовательно измельчают несколько зерновых культур. На заводах большой производительности одни и те же зерновые и гранулированные компоненты измельчают в нескольких дробилках.

Продукт размола механическим или пневматическим транспортом подают в просеивающие машины, сход с сита которых возвращают в дробилку, а проход (основной продукт) направляют в наддозаторные бункера.

Над каждой дробилкой устанавливают бункера для двух-четырех видов зерна, что увеличивает размеры здания производственного корпуса, затрудняет зачистку бункеров при переходе с выработки одного вида комбикорма на другой. При технологии последовательного измельчения зерна мощность дробилок недоиспользуется на 10... 12% паспортной производительности из-за неравномерной загрузки дробилок вследствие ввода зерновых компонентов в разных количествах.

С целью увеличения производительности дробилок и стабилизации их работы необходимо создать непрерывный поток зерна в питатель дробилки. Это обеспечит равномерную загрузку машин и тем самым непрерывность процесса измельчения. Опыт работы Болшевского (1956 г.) и Раменского (1972 г.) комбикормовых заводов показал, что для увеличения производительности завода надо измельчать не отдельные зерновые культуры, а предварительно сдозированные и смешанные смеси зернового и гранулированного сырья.

Формирование смеси зерновых компонентов и гранулированного сырья (травяной муки, шрота) значительно упрощает процесс измельчения. Во-первых, предварительно дозируют и смешивают партии зерновых компонентов. Во-вторых, упрощается заполнение наддробильных бункеров. Зерно в эти бункера посту-

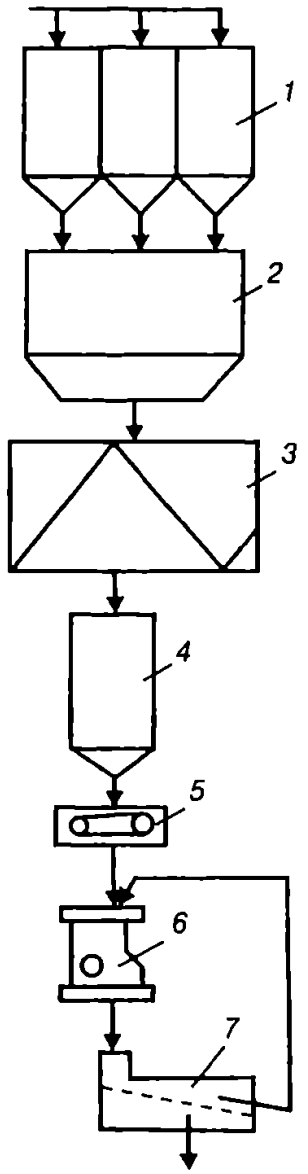


Рис. 24. Технологическая схема непрерывного измельчения зерновых компонентов:
1 – наддозаторные бункера; *2* – многокомпонентный весовой дозатор; *3* – смеситель; *4* – бункер; *5* – магнитный сепаратор; *6* – дробилка; *7* – просеивающая машина.

пает сплошным потоком, смесь имеет близкие физико-механические и технологические свойства. Стабилизируется процесс измельчения. Дробилки загружаются равномерно и работают в режиме полной загрузки с максимальной производительностью. Размолотый продукт непрерывным потоком поступает на главную линию дозирования, что стабилизирует и увеличивает производительность завода в целом.

По схеме непрерывного измельчения зерновых компонентов (рис. 24) очищенное зерно подают в бункера *1* над многокомпонентным весовым дозатором *2* (или объемными дозаторами), где происходит дозирование компонентов в полном соответствии с рецептом. После дозатора компоненты смешивают в смесителе *3* периодического действия (или непрерывного при объемном дозировании). Затем смесь подают в бункер *4* над дробилкой *6*. Число дробилок и соответственно вместимость наддробильных бункеров зависят от производительности завода. Из наддробильного бункера зерновая смесь, пройдя магнитное заграждение (магнитный сепаратор *5*), подается на измельчение. При измельчении зерновой смеси наряду с повышением производительности дробилки и снижением затрат электроэнергии обеспечивается одинаковое качество размола как отдельных продуктов, так и всей смеси.

После дробилки *6* продукт размола поступает в просеивающую машину *7*, из которой крупную фракцию возвращают на измельчение, а проход (основной продукт) поступает в бункера над дозаторами.

Такую схему называют схемой двухэтапного измельчения, в которой предусматривают различные просеивающие машины, а для измельчения как основной смеси, так и сходовых продуктов с просеивающих машин устанавливают молотковые дробилки. Особенностью этой схемы является то, что при дроблении смеси компонентов в дробилках устанавливают сита с отверстиями ∅ 5–6 мм. Это способствует повышению производительности дробилки. При поступлении измельченного продукта в рассев сходовая фракция, поступающая на повторное измельчение, составляет 18...30%.

При двухэтапном измельчении есть возможность стабилизировать дисперсность рассыпных комбикормов согласно требованиям государственного стандарта на крупность размола. При измельчении предварительно сдозированных и смешанных компонентов улучшается смешивание составных частей комбикорма. При уменьшении компонентов на главной линии дозирования уменьшается и число наддозаторных бункеров, упрощается схема, что дает реальную возможность автоматизировать процесс.

В последние годы некоторые предприятия стали работать по третьему варианту измельчения – схеме порционного измельчения компонентов. На рис. 25 показана схема измельчения сырья комби-

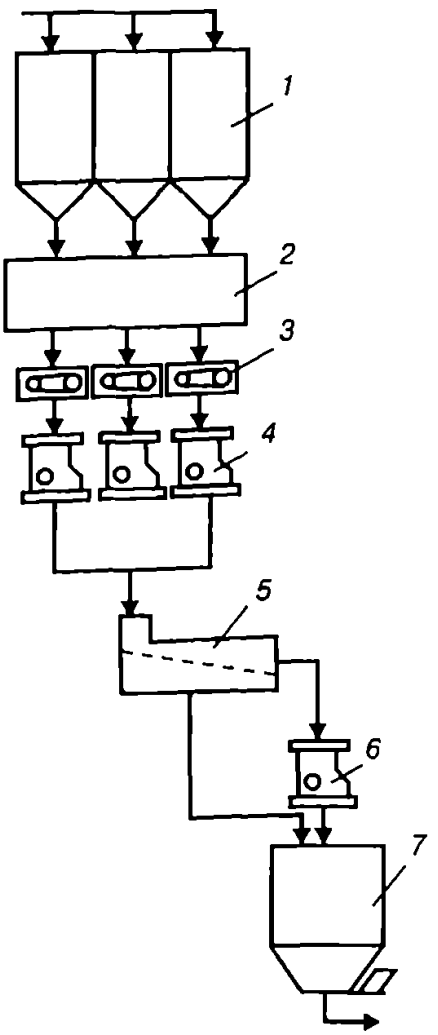


Рис. 25. Технологическая схема порционного измельчения зернового, гранулированного сырья и шротов:
1 – бункера над дозаторами (накопительные); *2* – многокомпонентный весовой дозатор; *3* – магнитный сепаратор; *4*, *6* – дробилки; *5* – просеивающая машина; *7* – бункер на тензорезисторах.

кормового завода производительностью 320 т/сут. Предварительно очищенное зерно подают в бункера *1* над многокомпонентным весовым дозатором *2*. Отвешенную порцию зерновой смеси после магнитного сепаратора *3* направляют на измельчение в дробилку *4*.

Измельченный продукт подают в просеивающую машину *5* (рассев) для контроля целого зерна и нестандартной по крупности фракции. Сходовый продукт (крупную фракцию) направляют на повторное измельчение в дробилку *6*, а проход (основную фракцию) – на главную линию смешивания, минуя дозатор, т. е. порция поступает сразу в смеситель. Следует отметить, что для обеспечения стабильной работы смесителя перед ним в схеме установлен порционный бункер на тензорезисторных датчиках, который принимает измельченную порцию смеси компонентов.

Преимуществом этой схемы является возможность использования весовых дозаторов системы КДК или горизонтальных весовых дозаторов АД-3000-ГК, которые собирают согласно рецепту компоненты для последующего измельчения конкретной порции зерновой смеси. Особенность этой схемы та, что можно подать сдозированную смесь в виде порции в дробилки без предварительного смешивания. Эта же порция после измельчения в дробилках вместе с измельченными сходовыми продуктами с просеивающей машины без повторного дозирования (как это имеет место в схеме непрерывного производства) поступает в бункер, а из него в смеситель.

Такие схемы технологического процесса обеспечивают гибкую схему управления технологическим процессом, резко сокращают число транспортного внутрицехового оборудования, сводят к минимуму число технологического оборудования, причем возможна последовательная компоновка оборудования при максимальном использовании самотечного транспорта вместо норий и конвейеров. Возможность перехода с одного рецепта на другой позволяет использовать эти схемы при производстве комбикормов широкого ассортимента. Отсутствие накопительных наддозаторных бункеров с запасом на 8 ч работы предприятия и наддробильных бункеров с запасом на 2...4 ч работы позволяет исключить самосортирование, смешивание и слеживание сырья.

§ 3. ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДРОБИЛОК НОВОГО ТИПА

На всех этапах развития комбикормовой промышленности оборудование для измельчения компонентов принципиально не менялось.

Изыскивались пути совершенствования дробилок, обеспечивающих низкий расход электроэнергии, минимальные потери влажности, простоту обслуживания и другие.

Однако в течение всей истории комбикормовой промышленности и до настоящего времени дробилки с горизонтально расположенным ротором оставались традиционными для измельчения компонентов на комбикормовых предприятиях всех стран мира. Принципиально эта система измельчения не менялась. Дробилки менялись и претерпевали изменения в области дизайна, менялись типоразмеры, их производительность, разрабатывались и внедрялись новые детали и приспособления.

В 1993 г. фирма «Бюлер» (Швейцария) предложила комбикормовой промышленности новый тип дробилок с вертикально расположенным ротором. В России первая дробилка такого типа была установлена в комбикормовом цехе Ленинградского комбината хлебопродуктов им. Кирова.

Чем же отличается этот тип дробилок от традиционных?

Низкий расход электроэнергии, минимальная потеря влажности и простота обслуживания отличают дробилки нового типа с вертикально расположенным ротором. В горизонтальную молотковую дробилку, как показано на рис. 26, *а* продукт поступает в размольную камеру через одно загрузочное устройство и распределяется на всю длину ротора. Направление поступления продукта – параллельно к основной плоскости молотков. Каждый отдельный ряд молотков входит в контакт с частицами вновь поступающего продукта лишь один раз за один оборот ротора. Весь процесс измельчения обеспечивается контактом продукта только с крайними углами торцевой грани молотка. Это рабочая зона молотка, она обеспечивает основной процесс измельчения в размольной камере. Все частички, не измельченные до необходимого размера при первом контакте с молотком, доизмельчаются при дальнейших контактах с последующими молотками. На рис. 27, *а* показана гео-

метрия износа поверхности молотков в горизонтальных дробилках.

В вертикальной роторной дробилке рис. 26, *б* продукт поступает через три загрузочных патрубка по периферии размольной камеры, что обеспечивает равномерную загрузку, и в отличие от горизонтальной дробилки – перпендикулярно основной плоскости молотков. Компоненты, поступающие на измельчение, встречают на своем пути не одну грань молотков, а сразу три поверхности – торцевую и две боковые. В результате каждая частица продукта достигает заданного размера в результате достаточного контакта с рабочими поверхностями меньшего количества молотков. При этом активная поверхность молотка больше. На рис. 27, *б* показан износ молотка в вертикальной дробилке и мы видим, что помимо торцевой рабочими являются и обе боковые грани.

При измельчении в горизонтальной дробилке частички заданного размера продолжают оставаться в размольной камере доль-

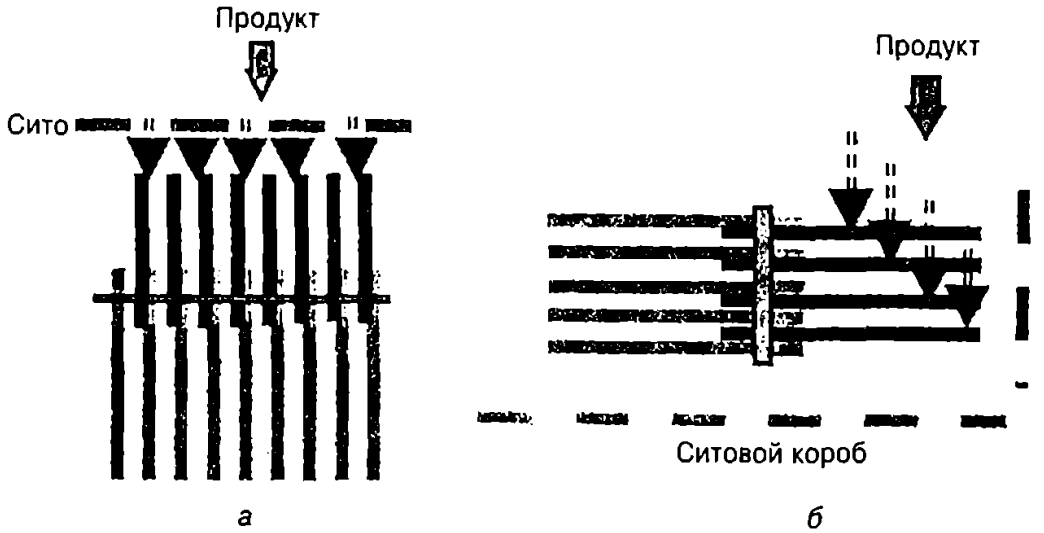


Рис. 26. Поступление продуктов в дробилку:
а – горизонтального, *б* – вертикального типа

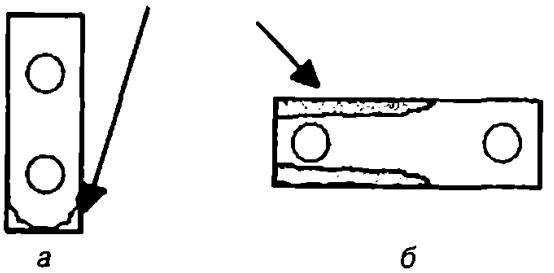


Рис. 27. Рабочая зона молотка:
а – в горизонтальной, *б* – в вертикальной дробилке

ше необходимого, сразу не успевают удалиться через просеивающую поверхность, что приводит к переизмельчению, особенно при выработке рассыпных комбикормов для птицы, и повышенному расходу электроэнергии. Для обеспечения заданной крупности частиц и ограничения максимального размера частиц необходимо использовать сита с отверстиями соответствующего диаметра и большой открытой поверхностью. В вертикальной роторной дробилке процесс просеивания улучшен за счет равномерного распределения измельченного продукта внутри ситового короба. Частички проходят через сито гораздо быстрее, чем в горизонтальной дробилке.

Для горизонтальной молотковой дробилки аспирационная система необходима, так как она способствует прохождению измельченных частичек через сито. При отсутствии аспирации расход электроэнергии возрастает до 30 %, а увеличенная доля переизмельченных компонентов может создать проблему взрывобезопасности.

В вертикальной дробилке аспирация для процесса измельчения не нужна. Небольшим потоком воздуха со скоростью 3–5 $м^3$/мин аспирируется только последующий транспортирующий механизм. Кроме того, отсутствие индивидуальной аспирации способствует снижению потерь влаги в процессе измельчения.

§ 4. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ

1. Какое значение имеет измельчение компонентов при производстве комбикормов?
2. Какова последовательность технологического процесса измельчения (дробления, размола) различного сырья?
3. Почему сырье перед измельчением должно быть тщательно очищено от минеральных, органических, металломагнитных (особенно крупных) примесей?
4. Зачем перед каждой дробилкой устанавливают магнитную защиту?
5. Какие требования предъявляют к качеству размола (измельчения) сырья?
6. Как определить крупность дробления продуктов?
7. Каков процесс измельчения в молотковых дробилках зерна,

а также предварительно дробленых в жмыхоломачах жмыхов, соли, мела и других компонентов?

8. Каков процесс измельчения кормовых продуктов пищевых производств, а также зерна пленчатых культур?

9. Начертите схему работы жмыхоломача.

10. Назовите рабочие органы молотковых дробилок.

11. Какие сита и молотки применяют для измельчения зерна, жмыха, соли, мела, сена и т. д.?

12. Как обеспечить высокую производительность дробилок и какие факторы влияют на эффективность их работы?

13. Какое влияние на производительность дробилок оказывает двухэтапный размол сырья с контролем крупности в просеивающих машинах?

14. Какие технологические варианты измельчения закладывают в современные проекты и используют при реконструкции или техническом перевооружении?

15. Опишите принцип действия вертикальных дробилок.

16. Каковы основные отличия в технологии измельчения компонентов в дробилках с горизонтально и вертикально расположенным ротором?

Глава

4

ПОДГОТОВКА ДОЗАТОРЩИКА

Дозаторщик IV–VI разряда должен знать: технологическую схему дозирования и смешивания; схемы введения в комбикорма премиксов, карбамида и карбамидного концентрата, жидких и минеральных компонентов; Правила организации и ведения технологического процесса дозирования; количество компонентов (по видам), вмещающихся в наддозаторные бункера; производительность дозаторов на разных режимах работы; физические и специфические технологические свойства основных компонентов комбикормов, особенно карбамида, травяной муки, микроэлементов, премиксов; нормы допустимых отклонений от заданного рецепта и требования, предъявляемые к подготовленному для дозирования сырью.

(Из должностной квалификационной характеристики дозаторщика)

§ 1. ПРОЦЕСС ДОЗИРОВАНИЯ

Дозирование происходит от греческого слова *dosis* – доза, что в переводе означает порция, т. е. определенное количество чего-либо. В комбикормовой промышленности дозирование используют для составления комбикормов, БВМД, премиксов, карбамидного концентрата, кормовых смесей. Цель дозирования – подать компоненты в количестве, установленном рецептом.

Сущность процесса та, что подготовленные к смешиванию компоненты поступают в силосы, из которых дозирующие машины подают компоненты в определенном соотношении (%).

Все компоненты, которые вводят в комбикорма по рецепту, необходимы для роста и развития определенной возрастной группы

и вида животных. Компоненты должны усваиваться организмом животного равномерно, т. е. чтобы на определенное количество одного компонента приходилось установленное количество другого. Только при таких условиях использованный комбикорм даст наибольший эффект: повысится яйценоскость, увеличится привес или надой молока и др. Поэтому в определенной весовой единице комбикорма должно находиться заданное количество всех компонентов, которые должны быть хорошо перемешаны. Даже незначительное нарушение процесса дозирования компонентов, входящих в состав комбикорма, может не только снизить питательную ценность комбикорма, но и в некоторых случаях вызвать заболевание животных.

Подготовленные (очищенные и измельченные) компоненты направляют в специальные дозировочные машины – дозаторы. По принципу действия их разделяют на дозирующие по объему и по весу. Машины, дозирующие по объему, подают продукт равными объемами в единицу времени, а машины, дозирующие по весу (массе), отвешивают компоненты в заданном количестве периодически или непрерывно в зависимости от конструкции дозатора.

Дозирование компонентов – одна из основных операций производства комбикормов. Дозирование может быть непрерывным или периодическим.

При непрерывном дозировании все компоненты подают одновременно непрерывными потоками в соотношениях, соответствующих рецептам комбикорма или составу смеси, в смеситель, где происходит также непрерывное перемешивание.

При периодическом дозировании порцию смеси составляют из компонентов, которые в необходимых количествах подготавливают или одновременно при помощи однокомпонентных дозаторов, или в одном дозаторе поочередно каждый компонент. Подготовленные компоненты поступают в сборные бункера или непосредственно в смеситель, который перемешивает полученную порцию смеси в течение определенного времени.

Независимо от принципа действия дозирующие машины должны удовлетворять следующим технологическим требованиям: степень точности дозирования должна быть постоянной и в процессе дозирования заданная производительность должна поддерживаться; настройка дозаторов на заданную требуемую произво-

дительность должна производиться быстро, просто и в широких пределах; оборудование для дозирования должно быть удобным для обслуживания и периодического контроля точности дозирования.

Объемное дозирование компонентов. Несмотря на то, что в последнее время стали использовать весовые дозаторы, объемные дозаторы все еще установлены на предприятиях комбикормовой промышленности. При объемном дозировании применяют барабанные, тарельчатые и шнековые дозаторы, реже – вибрационные, ленточные, пневматические, виброшнековые. Продукты дозируют по двум схемам: ширине потока продукта и скорости движения. В комбикормовой промышленности используют машины, дозирующие продукты по скорости движения, так как этот способ более точный.

При относительной простоте их конструкции точность дозирования с помощью этих устройств обычно не превышает ±3 % и подвержена колебаниям в ещё больших пределах при изменении физико-механических свойств дозируемых продуктов.

К группе объемных дозаторов указанного типа относят питатели. Они почти не отличаются от конструкции дозаторов. Однако питатели устанавливают перед дозаторами или технологическими машинами, с которыми они связаны цепями управления. Если такой связи нет, то питатели выполняют функции стабилизатора потока.

Ленточные и дозаторы другого типа, оснащенные электрическими и электронными датчиками и системой регистрации массы, составляют группу расходомеров. Сюда же относят расходомеры для жидких компонентов крыльчатого, флажкового и другого типов. Точность регистрации массы расходомерами на превышает 1 %.

Дозатор барабанного типа предназначен для дозирования сыпучих продуктов. Поэтому его устанавливают не только на комбикормовых, но и на мукомольных и крупяных заводах. Особенностью конструкции этого дозатора (рис. 28) является то, что в стальном корпусе на валу закреплен барабан *1*, который составлен из отдельных звездочек *3*, между которыми установлены диски *2*, разделяющие его на четыре секции. Секции смещены относительно друг друга на 10° по винтовой линии. Такое расположение звездочек позволяет равномерно и непрерывно подавать компоненты при их дозировании.

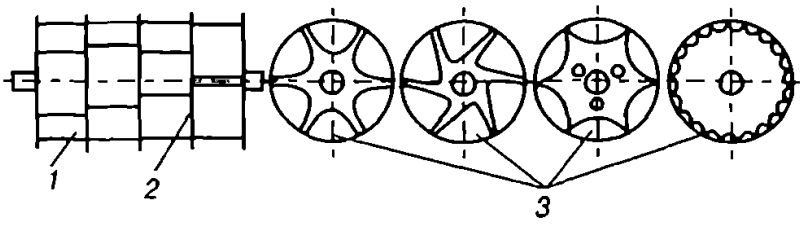


Рис. 28. Схема барабанного дозатора ДП-1:
1 – барабан;
2 – дозирующий диск;
3 – звездочки.

В зависимости от физических свойств компонентов применяют звездочки различной формы: *А* – для зерновых; *Б* – для мучнистых; *В* – для трудносыпучих; *Г* – для компонентов, входящих в рецепты в небольших количествах. Над барабаном установлен скребок для выравнивания поступающего продукта.

Технологическая схема подачи продукта в дозатор барабанного типа следующая. Компоненты поступают в приемную часть дозатора, где при помощи побудителя равномерно заполняют ячейки барабана. Вращаясь, продукт высыпается из них и проходит через магнитное заграждение, после чего выводится из дозатора через выходное отверстие. Пропускную способность дозатора ДП-1 можно изменять, поскольку с увеличением скорости вращения барабана подача продукта увеличивается, а следовательно – повышается и производительность дозатора.

Барабанные дозаторы устанавливают группами, объединяя в батареи на одном валу; их рабочие органы приводятся в движение от одного электродвигателя. Поворачивая специальный рычаг, можно включать и выключать отдельно каждый дозатор.

Основной рабочий орган тарельчатого дозатора – вращающийся горизонтальный диск *4*, с которого компоненты сбрасываются неподвижным скребком *2* (рис. 29). Компоненты на диск *4* поступают из приемного бункера *5* и распределяются по диску в виде усеченного конуса. Размеры конуса регулируют манжетой *1*.

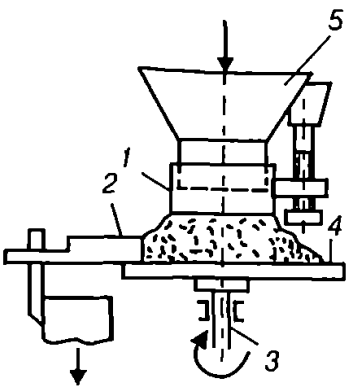


Рис. 29. Схема тарельчатого дозатора:
1 – манжета; *2* – скребок; *3* – вал; *4* – диск; *5* – приемный бункер.

Тарельчатый дозатор ДТ предназначен для дозирования соли, мела и других компонентов комбикормов. При дозировании соли и мела следует учитывать состояние этих компонентов по

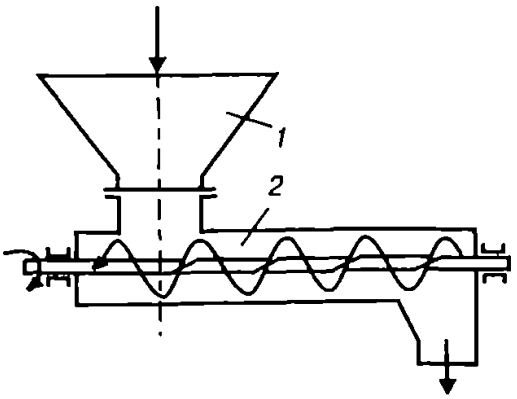


Рис. 30. Схема шнекового дозатора:
1 – приемный бункер; *2* – шнек.

влажности. В тарельчатых дозаторах можно дозировать мел влажностью не более 6...8 %, а соль влажностью 3...4 %.

Малый тарельчатый дозатор предназначен для объемного дозирования минеральных компонентов комбикормов и обогатительных смесей. Особенностью этого дозатора является то, что в верхней части его установлены вертикальный шнек и ворошитель, которые не допускают слеживания дозируемых компонентов и обеспечивают равномерную подачу продукта на тарелку дозатора.

Шнековый дозатор применяют для дозирования и подачи зерновых, мелкокусковых и мучнистых компонентов. Благодаря вариатору скорости, который установлен в приводном устройстве, регулируют производительность дозатора, изменяя скорость вращения шнека *2* (рис. 30).

По технологической схеме объемного дозирования (рис. 31) подготовленные к дозированию компоненты конвейером *1* распределяют по бункерам с учетом использования всех дозаторов *7*.

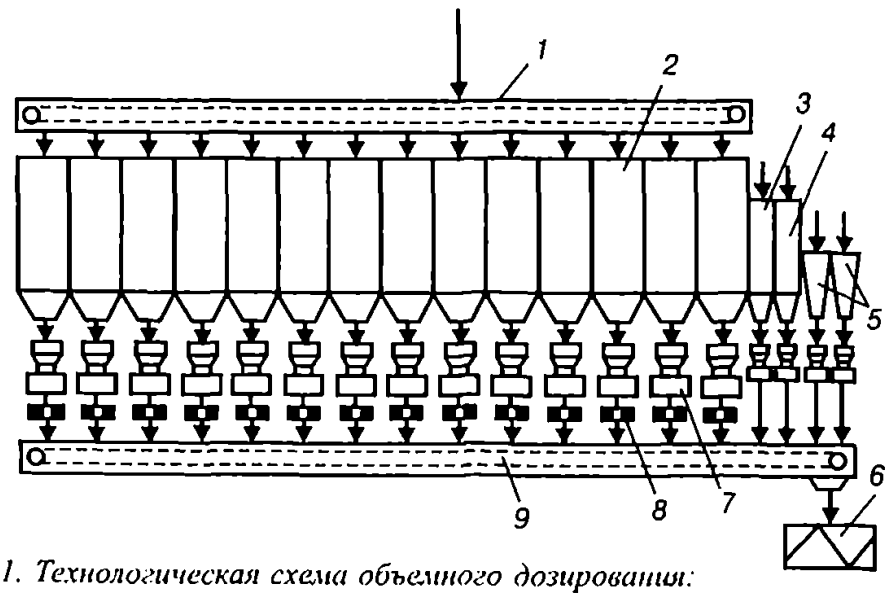


Рис. 31. Технологическая схема объемного дозирования:
1, 9 – конвейеры; *2, 3, 4, 5* – бункера для компонентов комбикормов; *6* – смеситель; *7* – дозатор; *8* – магнитное заграждение.

При больших объемах компонентов в комбикормах для дозирования одного компонента могут быть включены *2...3* дозатора. Наличие наддозаторных бункеров позволяет непрерывно вырабатывать комбикорм при условии непрерывного их заполнения компонентами. Пройдя дозаторы *7* и магнитные заграждения *8*, компоненты конвейером *9* направляют в смеситель *6*.

Каждый дозатор в схеме объемного дозирования должен быть предназначен для дозирования только сходных по физическим свойствам компонентов. В одном дозаторе дозируют только один компонент или предварительно сдозированную смесь различных компонентов.

При компоновке схемы объемного дозирования следует иметь в виду, что для дозирования сырья минерального происхождения и кормовых компонентов пищевых производств рекомендуется устанавливать тарельчатые дозаторы, которые ставят последними по ходу их поступления на конвейер. Это делают для более равномерного распределения компонентов в комбикорме, так как они входят в состав комбикорма в относительно небольших количествах. То же самое относится к дозированию премиксов, карбамида, аминокислот и др.

Если в состав комбикорма или БВМД вводится большое количество какого-либо компонента, то в этом случае используют несколько дозаторов. Число дозаторов и наддозаторных бункеров должно быть на 37...40 % больше, чем максимальное число компонентов, входящих в состав вырабатываемых комбикормов. Благодаря этому можно в свободные бункера направлять заранее подготовленные компоненты для выработки комбикормов по более сложному рецепту. Вместимость наддозаторных бункеров должна обеспечить количество сырья на 8...12 ч работы завода, а число дозаторов должно составить 12... 14, помимо дозаторов для сырья минерального происхождения. Для удобства и надежности эксплуатации объемных дозаторов, быстрой их настройки на заданную производительность каждый дозатор используют для определенной группы компонентов, объединенных по признаку близкой объемной массы, одинаковой сыпучести и другим физическим свойствам. Например, первая группа – кукуруза, пшеница, ячмень; вторая – овес; третья – горох, вика, чечевица и другие бобовые; четвертая – жмыхи, шроты; пятая – отруби, травяная мука, мучки; шестая – рыбная, мясокостная мука; седьмая – мел,

соль; восьмая - премикс, обогатительная смесь или отдельные аминокислоты.

Прежде чем пустить линию, дозаторщик должен проанализировать рецепт комбикорма или БВМД, который предстоит вырабатывать, проверить общее состояние всех рабочих органов дозаторов, их исправность, наличие ограждений. Важным условием в работе линии дозирования является обязательность наличия сырья в наддозаторных бункерах. Поэтому перед пуском необходимо проверить наличие компонентов по заданному рецепту в бункерах над дозаторами, приготовить тару для проверки работы дозатора, проверить в барабанных дозаторах величину зазора между барабаном и кожухом, наладить дозаторы на заданный рецепт и установить перекидные клапаны на транспортный механизм, подающий сдозированные компоненты в смеситель.

При подготовке батареи дозаторов к выработке комбикормов, т. е. к вводу компонентов по заданному рецепту, рассчитывают производительность каждого дозатора. Ее определяют по количеству продукта (компонента), которое пропускает дозатор в единицу времени. Согласно расчету устанавливают производительность; вначале приближенно, по делениям на шкале, а через 15 мин работы проверяют количество компонентов, которое проходит через дозатор в единицу времени (за 60 с). Это делают при каждой смене рецепта.

Производительность дозаторов можно регулировать, увеличивая или уменьшая подачу компонентов каждым дозатором в отдельности. Расчет количества компонентов, которое должен пропустить каждый дозатор в минуту, записывают на доске, называемой доской рецептов (ее вывешивают недалеко от дозаторов). В свою очередь, на каждом дозаторе помещают таблицу производительности при дозировании компонентов, для которых он предназначен. В таблице указывают количество компонентов, пропускаемое дозатором в 1 мин и в 1 ч при различных делениях шкалы (или количество зубьев храпового колеса). Таким образом, перед каждой установкой дозаторов на определенный рецепт рассчитывают массу компонентов, которую должен пропустить каждый дозатор в единицу времени (1 мин или 1 ч) в зависимости от производительности завода.

После установки каждого дозатора на заданную производительность включают всю систему и проверяют работу всех доза-

Таблица 13

Журнал работы дозаторов

Дата	Номер рецепта	Компоненты	Содержание %	Номер дозатора	Масса компонента, кг/мин	Результаты замеров (кг)			Допустимые отклонения, кг/мин
						I проверка	II проверка	III проверка	

торов. Дозаторы, имеющие отклонения сверх допустимых норм, необходимо отрегулировать. Для удобства проверки дозаторов на доске рецептов рядом с расчетной массой компонента записывают допустимые отклонения для каждого дозатора.

Дозаторы проверяют путем отбора дозируемого компонента от каждого из них в течение 15...60 с (в зависимости от производительности завода). Отобранные порции компонентов взвешивают, а полученные результаты записывают в журнал работы дозаторов. Журнал (табл. 13) ведет сменный дозаторщик.

Допустимые отклонения определяют с учетом коэффициентов к расчетной массе компонентов, которую необходимо пропустить через дозаторы в 1 мин.

При дозировании составных частей комбикорма или БВМД допустимые отклонения по массе для каждого компонента определяют, умножая расчетную массу компонента на коэффициенты. 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

Масса, определенная с учетом коэффициента, составит норму отклонения дозируемого компонента для данного рецепта как в сторону увеличения (+), так и в сторону уменьшения (-).

Главным условием эффективной работы дозаторов, т. е. стабилизации их производительности, является подача компонентов в дозаторы равномерным и бесперебойным потоком. Своды, образовавшиеся в бункерах над дозаторами, следует разрушать, чтобы

сыпучесть продукта сохранялась. Поэтому при дозировании трудносыпучих компонентов в бункерах должны работать побудители или же бункера оборудуют специальными выпускными устройствами.

Точное соблюдение рецепта комбикорма – основное требование, обеспечивающее надлежащее качество вырабатываемых комбикормов. Непостоянство физических свойств компонентов в процессе дозирования вызывает колебания производительности дозаторов, а следовательно, и выработку комбикормов с отклонениями от рецепта.

Основными факторами, отрицательно влияющими на точность дозирования объемных дозаторов, являются: самосортирование компонентов при поступлении в наддозаторные бункера; различная степень уплотнения их в бункерах, зависящая от высоты заполнения; повышенная влажность компонентов, способствующая слеживанию и комкованию; наличие в днищах и стенках наддозаторных бункеров выступов и других препятствий, тормозящих свободный выход продуктов; неисправность дозаторов.

Некоторые компоненты обладают достаточной сыпучестью, относительно стабильно сохраняют постоянную объемную массу, хорошо заполняют ковш дозатора, не вызывают затруднений при истечении из бункеров, не слеживаются и не образуют сводов. К этим продуктам относят зерновые культуры (кроме овса), жмыхи, шроты, кукурузные корма и др. К продуктам, не обладающим этими свойствами, относят измельченный овес, овсяную, ячменную и травяную муку, отруби, сырье минерального происхождения и др.

Сравнительная оценка работы барабанных и тарельчатых дозаторов показала, что у барабанного дозатора отклонения от заданной производительности, например при дозировании измельченного овса, значительно превышают отклонения производительности тарельчатого дозатора. Тарельчатый дозатор более устойчиво сохраняет производительность, чем барабанный; в особенности это наблюдается при дозировании трудносыпучих компонентов. С изменением объемной массы дозируемого компонента изменяется и производительность дозатора. Чем выше сыпучесть и однородность частиц компонента, тем выше производительность дозатора.

В тарельчатых дозаторах с увеличением частоты вращения диска и величины зазора производительность дозатора возрастает, при этом увеличение частоты вращения более резко повышает производительность. Частоту вращения диска устанавливают заранее в зависимости от физических свойств дозируемых компонентов; она может быть от 1 до 15 об/мин, что позволяет в широких пределах регулировать производительность дозаторов и достигать более точного дозирования трудносыпучих компонентов.

Большие затруднения возникают при дозировании мела и соли.

Мел при влажности 12 % налипает на рабочие поверхности оборудования, образуя скомковавшиеся частицы, не выходит из отверстий бункеров, а соль при влажности 6 % теряет сыпучесть и при продолжительном нахождении в бункере образует своды. Поэтому бункера над дозаторами для соли и мела должны быть небольшой вместимости (1,0...1,5 м^3). Соль и мел рекомендуется загружать в бункера небольшими порциями, чтобы избежать слеживания. Их можно более точно дозировать в тарельчатом дозаторе. Подачу соли регулируют в широких пределах (2,5...13,6 кг/мин), что позволяет более точно дозировать ее в небольшом количестве.

Весовое дозирование компонентов. Этот метод обеспечивает более точное выполнение рецепта комбикорма, исключает возможность субъективных ошибок (при контроле производительности объемных дозаторов), позволяет полностью автоматизировать процесс дозирования, что значительно повышает производительность труда и увеличивает выпуск продукции.

Определяющим критерием оценки работы дозаторов является точность, т. е. отклонение в количестве дозируемых компонентов. Этот показатель должен соответствовать определенным установленным нормам. Как уже отмечалось, при объемном дозировании эти нормы зависят от соотношения дозируемых компонентов (0,3; 0,2; 0,1 – коэффициенты). При весовом дозировании точность определяется погрешностью дозаторов и количеством дозируемого компонента. Обычно погрешность весовых дозаторов составляет ± 0,5...1,0 % от их грузоподъемности. Чем более полно загружен дозатор, тем точнее взвешивается компонент. При весовом дозировании компонентов комбикормов, БВМД, премиксов и другой продукции применяют одно- и многокомпонентные автоматические дозаторы.

Однокомпонентные дозаторы типа ДК предназначены для дозирования компонентов комбикормов с объемной массой 0,2... 1,3 т/м^3.

На смену объемным и однокомпонентным дозаторам пришли многокомпонентные.

В России они впервые появились в 1965 г. на комбикормовом заводе мелькомбината им. Кирова в Ленинграде.

Многокомпонентные весы фирмы «Саймон-Байрон» (Великобритания) стали прототипом современных многокомпонентных весовых дозаторов, которые производились на Киевском заводе порционных автоматов им. Дзержинского.

Первый проект комбикормового завода производительностью 315 т/сут был разработан в 1969 г. с использованием многокомпонентных автоматических весовых дозаторов. С 1970 г. все проекты новых комбикормовых заводов, техническое перевооружение и реконструкции действующих предприятий создавались с многокомпонентными весовыми дозаторами.

Преимущества применения многокомпонентных дозаторов следующие: увеличивается производительность завода без расширения производственных площадей; в результате повышения точности дозирования и автоматизации производственных процессов улучшается качество комбикормов; повышаются производительность труда и уровень культуры производства.

Для комбикормовой промышленности выпускались комплексы автоматических весовых дозаторов: КДК-1, КДК-2, КДК-3, состоящие соответственно из одного, двух и трех дозаторов, шнековых питателей к ним и пультов управления. Комплексы многокомпонентных весовых дозаторов можно набирать из любых пяти весовых дозаторов: 6ДК-100, 5ДК-200, 5ДК-500, 16ДК-1000 и 10ДК-2500 с соответствующим набором питателей и пультов управления.

Для компонентов комбикормов использовались автоматические двухдиапазонные весовые дозаторы АД-500-2К, АД-2000-2К, АД-3000-ГК, а для компонентов премиксов – АД-20-12П и АД-50-12П. Все весовые дозаторы должны работать совместно со смесителями периодического действия, управление ими – с общего пульта. Например, в комплекс КДК-3 могут входить следующие многокомпонентные весовые дозаторы: 10ДК-2500 грузо-

подъемностью 2500 кг, в который шнековыми питателями подают основные зерновые компоненты (дробленое зерно, отруби, шроты); 5ДК-500 грузоподъемностью 500 кг, в который подают трудносыпучие компоненты (мясокостная, рыбная и травяная мука, кормовые дрожжи) и 5ДК-200 – грузоподъемностью 200 кг, в который питателями подают премиксы, мел, соль, аминокислоты и другие компоненты.

Питатели устанавливают над дозаторами. Над дозатором 10ДК-2500 монтируют трехшнековый питатель, у которого размер приемного устройства 794...552 мм, расстояние между центрами входного и выходного отверстий питателя 900 мм. Шаг шнеков увеличивается к выходному отверстию, сечение лопастей шнека также переменное: в приемной части меньшее, а во входной – увеличивающееся. Над другими дозаторами устанавливают одношнековые питатели. Питатели приводятся в движение от двухскоростных электродвигателей с редуктором, обеспечивающим при грубой сыпи частоту вращения 93 об/мин, при тонкой – 32 об/мин.

Пульты управления многокомпонентными весовыми дозаторами представляют собой цифровые управляющие устройства, работающие согласно программе взвешивания и предназначенные для дистанционного и автоматического управления.

Блок управления предназначен для обеспечения заданной последовательности в работе системы. Он может давать команду на выбор питателей, включать на «Грубо» и «Точно», включать разгрузку дозаторов и определять выдержки времени, необходимые в процессе работы системы.

Точность дозирования на распространенных в нашей стране весовых многокомпонентных дозаторах типа ДК составляет, как правило, 0,5 %.

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

Абсолютная погрешность – $\Delta_а$ выражает в килограммах (со знаком ±) точность дозирования, которая определяется как произведение грузоподъемности весового дозатора на его точность:

$$\Delta_а = \frac{P}{100}\sigma_\Delta ,$$

где P – грузоподъемность весового дозатора, кг; σ_{Δ} – ±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:

$$\Delta_0 = \frac{\pm\Delta a}{M} \cdot 100.$$

При построении и эксплуатации схем компоненты следует направлять на многокомпонентные дозаторы, которые обеспечивают наибольшую точность дозирования. Под особым вниманием дозаторщиков (аппаратчиков, технологов) должно находиться дозирование поваренной соли, премиксов, аминокислот (лизина, метионина, треонина и др.). Здесь необходимо обеспечить максимальную точность и постоянный контроль за правильным исполнением этой технологической операции и выполнять дозирование компонентов на «отлично», руководствуясь оценочной табл. 14.

Таблица 14

Оценочная шкала определения качества дозирования и рекомендации по дозированию

Оценочные критерии	Более ±15 %	От ±7,5 % до ±15 %	От ±3 % до ±7,5 %	Менее ±3 %
Относительная погрешность Δ_0, %	Неудовлет.	Удовлет.	Хорошо	Отлично
Рекомендуется дозировать с оценкой	–	Компоненты максимального % ввода (зерновое сырье)	Компоненты среднего % ввода (кормовые продукты пищевых производств)	Компоненты малого % ввода (соль, мел, премикс, метионин, лизин и др.)

Подбор многокомпонентных дозаторов

При подборе многокомпонентных дозаторов руководствуются следующими общими правилами:

• не следует загружать дозаторы на полную грузоподъемность, коэффициент загрузки не должен превышать 0,95;

• при планировании очередности дозирования компонентов первоначально следует дозировать компоненты, входящие в рецептуру в максимальном количестве;

• наивысшая точность дозирования приходится на вторую треть шкалы;

• не дозировать первыми компоненты, составляющие менее 10 % грузоподъемности дозаторов;

• работа дозаторов в автоматическом режиме с применением перфокарт и пультов программного управления (АД) дает значительно большую точность, чем в ручном режиме с применением пультов ручного управления (РУ) в результате исключения случайных и особенно грубых погрешностей.

В тех случаях, когда необходимо обеспечить максимально возможную точность дозирования, прибегают к выработке предварительных смесей компонентов с наполнителем в различных соотношениях, от 1:1 до 1:10, а затем дозируют эту предварительную смесь на главной линии дозирования.

Технологический процесс автоматического весового дозирования начинается с последовательной подачи каждого компонента. При включении дозатора в работу по команде с пульта управления электродвигатель питателя включается на большую скорость и идет грубая сыпь компонента. Когда его масса достигает 95 % заданной по программе, с пульта поступает команда на переход с грубой сыпи на точную. В этом случае включается реле точного значения массы, и электродвигатель питателя переключается на малую скорость.

При заданной массе компонента работающий питатель отключается и включается следующий питатель в соответствии с программой. Работа этого и последующих питателей аналогична предыдущему.

После того как в ковше дозатора будет набрана заданная по программе смесь, поступает команда на выпуск ее из ковша. Включается соответствующее реле, которое своим замыкающим контактом включает магнит электровоздушного клапана днища ковша. Оно открывается, и смесь высыпается из ковша в смеситель.

Когда стрелка циферблатного указательного прибора вернется в исходное положение, поступает команда на отключение электровоздушного клапана и пневмоцилиндра. Днище ковша закры-

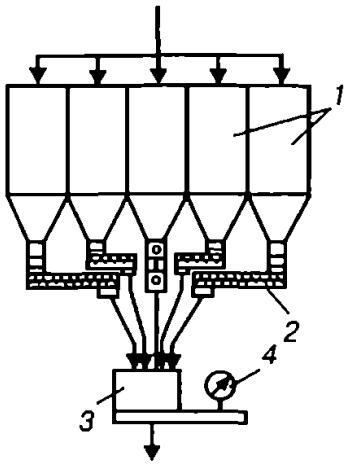


Рис. 32.
Технологическая схема многокомпонентного весового дозирования:
1 – бункера;
2 – шнековый питатель;
3 многокомпонентный весовой дозатор;
4 – циферблатная головка

вается и выдается команда на включение соответствующего питателя. Цикл повторяется.

При первом автоматическом контрольном цикле необходимо записать фактическую массу компонента, отработанную каждым питателем. Массу можно записать в циклическом коде с пульта программного управления или в килограммах с циферблатных указателей дозаторов. Если фактическая масса отличается от заданной на величину, выходящую за допускаемые погрешности отвеса для заданного компонента, необходимо провести коррекцию. Дозаторы считаются настроенными, если погрешность отвешивания каждого компонента не превышает требуемой величины.

Дозаторщик должен знать, что для правильной работы дозаторов необходимо соблюдать следующие требования: обслуживать пульты управления и другие устройства следует в строгом соответствии с инструкциями завода-изготовителя; очищать в конце каждой смены призмы и подушки дозаторов от пыли; сдувать специальными приспособлениями пыль в труднодоступных местах; проверять один раз в десять дней затяжку болтов, гаек, наличие шплинтов; слегка смазывать без подтеков места шарнирных соединений; не смазывать призмы и подушки; скапливающуюся жидкость во влагоотделителе пневмосистемы сливать не реже одного раза в смену, а маслораспылитель по мере расхода заполнять отфильтрованным маслом.

На рис. 32 показана схема дозирования в многокомпонентных весовых дозаторах. Из наддозаторных бункеров *1* питателями *2* компоненты поступают в ковш дозатора *3*. Подача их поочередная, количество каждого компонента определяется рецептом. Особую трудность вызывает дозирование компонентов, вводимых в комбикорма в малом количестве.

§ 2. ОСОБЕННОСТИ ДОЗИРОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ ПРЕМИКСОВ И КОМБИКОРМОВ

Премиксы вводят в состав комбикормов в количестве 0,5...1,0 %, в БВМД они составляют 5...6 %. Основной задачей выработки премиксов является точность соблюдения состава рецепта и обеспечение максимальной эффективности использования биологически активных веществ в составе полнорационных комбикормов. Это значит, что, с одной стороны, процесс дозирования должен гарантировать точный ввод в состав премикса макро-, микро- и средних компонентов, с другой — готовый полнокомплектный премикс надо вводить в состав комбикорма в количестве до 1 %. С учетом этих задач создают технологическую схему производства и подбирают соответствующее оборудование.

Компоненты премиксов дозируют по количеству ввода и биологической совместимости. Так, макрокомпоненты, не требующие предварительной подготовки, например кормовые препараты ферментов, аминокислот, дозируемые в количестве 20...100 кг на 1 т премикса, загружают в бункера над дозаторами грузоподъемностью 200 кг. Средние компоненты (кормовые антибиотики, витамины B_{12}, B_2, некоторые лекарственные препараты), дозируемые в количестве 5...20 кг на 1 т, загружают в бункера над многокомпонентными дозаторами грузоподъемностью 50 кг.

Сернокислые соли микроэлементов подают в специальное загрузочное устройство одновременно с наполнителем в соотношении 1:1, смешивают и только тогда дозируют, направляя в соответствующие бункера над системой многокомпонентных дозаторов грузоподъемностью 40 и 250 кг для средних компонентов. Отвешенные для приготовления премикса порции солей микроэлементов поступают в смеситель. Подготовленную смесь измельчают и направляют в наддозаторные бункера системы главной линии дозирования и смешивания в дозаторы грузоподъемностью 50 кг.

В узле дозирования микрокомпонентов, вводимых в состав премиксов в количестве от 50 г до 2...3 кг на 1 т премикса (высокоактивные витамины, антибиотики), предусматривают также предварительное смешивание с наполнителем с последующей загрузкой в бункера над системой многокомпонентных весовых

дозаторов грузоподъемностью 25 и 100 кг. Так же дозируют предварительную витаминную смесь в дозаторах грузоподъемностью 20 кг.

Подготовку предварительной смеси микрокомпонентов с наполнителем и смешивание компонентов премикса в главном смесителе проводят одновременно, так как предварительную смесь готовят для последующей порции премикса.

В главный смеситель поступают: наполнитель, макрокомпоненты, средние компоненты и предварительная смесь микрокомпонентов с наполнителем. Таким образом, на линии дозирования при производстве премиксов предусмотрено многоэтапное дозирование компонентов в дозаторах различной грузоподъемности. Эта особенность дозирования премиксов связана с использованием компонентов с различными биологическими и физико-механическими свойствами.

Готовый промышленный премикс или обогатительная смесь, выработанные на комбикормовых заводах, при производстве комбикормов можно дозировать как в объемных, так и в одно- и многокомпонентных дозаторах. При дозировании в объемных дозаторах, как правило, используют малый тарельчатый дозатор МТД. Отклонения при дозировании составляют ±3 % от его производительности. При весовом дозировании премиксы (или отдельные аминокислоты) направляют в дозаторы малой грузоподъемности. При однокомпонентном дозировании могут быть использованы дозаторы ДК-20, а при многокомпонентном – дозатор 5ДК-200 или 6ДК-100.

На комбикормовых заводах, имеющих линии предварительного дозирования и смешивания трудносыпучих видов сырья, премикс растаривают в шкафах-пылеуловителях и подают в наддозаторный бункер, откуда шнековым питателем направляют его в дозатор для ввода в комбикорма или в БВМД в количествах, соответствующих рецептам.

Аналогично дозируют отдельные аминокислоты – лизин, метионин. При дозировании карбамида следует соблюдать условие – его вводят в комбикорм обязательно через выделенный для этого компонента дозатор.

В производстве комбикормов обычно используют гранулированный карбамид, который можно хранить длительное время. Первая фракция должна содержать не менее 90 % гранул разме-

ром 0,2...1,0 мм, а вторая фракция – не менее 90 % гранул размером от 1 до 2,5 мм включительно. В состав комбикормов карбамид вводят в сухом виде или растворенным в мелассе.

При вводе в сухом виде карбамид дозируют объемными или весовыми дозаторами соответствующей производительности. Поскольку карбамид гигроскопичен и даже в наддозаторных бункерах слеживается, его перед вводом в комбикорма смешивают с другими компонентами, например с премиксами, подсолнечным шротом и т. д., а затем полученную смесь направляют на главную линию дозирования. Предварительно составляют смесь карбамида с поваренной солью, которую измельчают в дробилках, а затем к измельченной смеси добавляют премиксы и направляют всю смесь на главную линию дозирования для ввода в комбикорма.

При вводе в комбикорма карбамида, растворенного в мелассе, две его весовые части растворяют в двух весовых частях воды (в равных количествах) и к раствору добавляют 1,5 весовой части мелассы. Для ускорения процесса растворения карбамида температуру мелассы надо поддерживать на уровне 55...60 °С. Таким образом, при необходимости ввода 3 % карбамида в комбикорма следует добавить 10,5 % раствора. Комбикорма с введенным раствором карбамида в мелассе легко слеживаются, поэтому их нельзя хранить длительное время в силосах. После выработки комбикормов с карбамидом все технологические линии тщательно зачищаются.

Для ввода жидких компонентов, кормового жира, мелассы, соленого гидрола и других применяют насосы-дозаторы, тарированные форсунки, регулировочные краны. Для ввода жидких компонентов характерна установка дозирующих устройств в смесителях. Главным в этом случае является контроль расхода жидкого компонента суммарно и в единицу времени. Впервые для ввода жидких компонентов были использованы смесители непрерывного действия, например горизонтальный двухвальный смеситель 2СМ-1 или специальные смесители для ввода жидких компонентов. Меласса подается в подогретом состоянии под давлением (3...4) 10^5 Па и распыливается при помощи форсунки или специального аппарата.

Меласса под давлением проходит через отверстия дисков, которые имеют различную величину и форму, и приобретает вращательное движение относительно оси форсунки. Она с большой

скоростью выходит из форсунки и распыливается. Размеры конуса распыления зависят от температуры и давления мелассы, от величины отверстия форсунки. При диаметре отверстия форсунки, равном 4 мм, температуре мелассы 50 °С и давлении 400 МПа образуется конус распыления высотой 700 мм с диаметром основания 750 мм. Распыленная меласса покрывает продукт, находящийся в смесителе, и таким образом смешивается с ним.

Затем начали использовать специальные агрегаты Б6-ДАК, а потом Б6-ДАБ производительностью до 10 и 30 т/ч. Агрегаты обеспечивают ввод мелассы до 10 %. Для этого в смесителе установлена форсунка, которая расположена в начале смесителя.

Меласса из расходного бака (резервуара) шестеренчатым насосом прокачивается через фильтр и расходомер к дозатору, который позволяет регулировать расход мелассы в пределах от 0,48 до 2,7 т/ч. Комбикорм для мелассирования подают в питатель, производительность которого можно регулировать от 9,7 до 42 т/ч.

Для ввода кормового жира промышленность выпускает специальную установку Б6-ДСЖ. Для дозирования жира используют насос-дозатор. В комплект установки кроме насоса-дозатора входят накопительный и расходный баки вместимостью 9000 и 1100 кг, расходомер, шнековый питатель, смеситель, сигнальная аппаратура. На установке Б6-ДСЖ можно вводить до 10 % жира, в этом случае ее производительность достигает 10 т/ч. Процессом дозирования жира автоматически управляют с пульта.

На линиях ввода жидких компонентов устанавливают расходомеры с цифровым указателем суммарного расхода. Расходомер ИР-51П в комплекте со счетчиком С-1 обеспечивает непрерывное автоматическое измерение расхода мелассы. При отсутствии жидкости включить расходомер нельзя. В связи с этим работа насоса-дозатора, подающего мелассу в смеситель, блокирована так, что при отключении насоса-дозатора отключается и расходомер.

§ 3. ПРОЦЕСС СМЕШИВАНИЯ

Смешиванием завершается технологический процесс производства комбикормов, БВМД, премиксов, карбамидного концентрата и кормовых смесей. На всех без исключения комбикормовых заводах этот процесс должен быть обязательно предусмотрен. За-

дача процесса смешивания заключается в том, чтобы конечный продукт (комбикорма полнорационные, концентраты, БВМД, премиксы и др.) был однороден.

По характеру процесс смешивания на комбикормовых заводах бывает двух типов: непрерывный и периодический. Это объясняется тем, что компоненты из наддозаторных бункеров при установке на линии дозирования объемных (барабанных, тарельчатых, шнековых) дозаторов подаются непрерывно, т. е. по мере заполнения ковша компонент из него выгружается на конвейер, который транспортирует отдельно сдозированные компоненты в смеситель непрерывного действия.

Подача компонентов из наддозаторных бункеров в ковш весового многокомпонентного дозатора происходит последовательно, послойно: например, сначала кукуруза, потом пшеница, за ней гранулированная травяная мука и т. д. При других вариантах схем поступают измельченные продукты или их смеси. Из ковша дозатора компоненты, естественно, нельзя выгрузить однородно, самосортирование неизбежно, поскольку сначала будут выгружаться компоненты с большей объемной массой, а затем уже компоненты с меньшей объемной массой.

Для получения однородной смеси компоненты после дозирования смешивают и получают продукты однородного состава. Однородность имеет большое значение, поскольку суточный рацион, а тем более одноразовая дача корма животным и особенно птице очень мала. В отдельных случаях, например для птицы, она исчисляется несколькими десятками граммов. И в этом небольшом количестве корма должны быть все вещества, предусмотренные рецептом комбикормов, БВМД, премиксов и т. д.

Однородность состава обеспечивает одинаковую питательную ценность комбикорма во всех частях его объема. Поэтому параметры процесса смешивания надо выполнять в строгом соответствии с требованиями технологии производства. Эффективность смешивания зависит от физико-механических свойств компонентов, поступающих в смеситель, времени смешивания и конструкции смесителей.

Наряду с перечисленными показателями эффективность смешивания характеризуется степенью однородности. Она будет тем выше, а качество комбикорма будет тем лучше, чем равномернее будут распределены все компоненты, составляющие данную

смесь. Это в равной мере относится и к производству обогатительных смесей, премиксов, минеральных смесей, компоненты которых дисперсны и вводятся в малом процентном соотношении. Поэтому особенно важно равномерно распределять такие компоненты, как витамины, соли микроэлементов, ферменты, антибиотики, имеющие высокую биологическую ценность.

Таким образом, *под смешиванием понимают механический процесс, при котором компоненты, первоначально находящиеся раздельно друг от друга, образуют однородную смесь, т. е. все частицы распределяются равномерно по всему объему.* Смешивание проводят в аппаратах, которые называют смесителями. В них смешивают или только сыпучие компоненты, или сыпучие компоненты с жидкими. Смесители, как и дозаторы, могут быть непрерывного или периодического действия. Как правило, смесители непрерывного действия применяют при непрерывном дозировании, хотя в отдельных случаях их можно использовать и при периодическом дозировании. Смесители периодического действия применяют только при периодическом дозировании.

В смесителях происходит взаимное перемещение частиц различных компонентов, причем в идеальном случае может быть получена смесь, в любой точке которой соотношение компонентов соответствует заданному. Такое идеальное распределение возможно в смеси, где компоненты состоят из сферических частиц одинаковых свойств и размеров. Естественно, что в комбикормах этого не может быть, так как смесь компонентов состоит из частиц разных размеров, которые обладают различными физико-химическими свойствами. Поэтому на процесс их перемещения влияет огромное число факторов, а в малых объемах перемещаемого или смешиваемого продукта возможно бесконечное разнообразие взаимного расположения частиц. Поэтому соотношение компонентов в любой точке смеси – случайная величина.

Исходя из этого, современные методы оценки качества комбикормов, степени их однородности основаны на методах статистического анализа. Большое число компонентов создает систему со многими случайными величинами, законы которой очень сложны. Для практических целей обычно выделяют компоненты, содержание которых в смеси должно быть сравнительно небольшим, так как наиболее сложно распределить равномерно в смеси именно такие компоненты. Желательно, чтобы физические свой-

ства их в наибольшей степени отличались от свойств других компонентов и, самое главное, чтобы метод их определения был достаточно прост и надежен. Таким требованиям в комбикормах лучше всего удовлетворяют мел и соль. Можно также использовать и соли микроэлементов, например марганца, меди и др.

При периодическом смешивании в смеситель обычно поступает набор компонентов, причем они предварительно почти не смешаны друг с другом. В процессе смешивания происходит:

перемещение группы смежных частиц из одного места смеси в другое внедрением или скольжением слоев;

постепенное перераспределение частиц различных компонентов через вновь образованные границы их раздела;

сосредоточение частиц, имеющих близкие размеры, форму, массу в разных местах смесителя под действием сил тяжести (гравитационных сил).

В первом и во втором случаях частицы при смешивании равномерно распределяются в смеси; последний, третий процесс препятствует равномерному распределению частиц. Все три процесса в смесителе протекают одновременно, но их роль в разные периоды смешивания неодинакова.

В начале процесса качество смеси улучшается в основном в результате перемещения частиц из одного места смеси в другое внедрением или скольжением слоев. Между отдельными компонентами смеси поверхность раздела невелика, доля диффузионного смешивания в этот период незначительна. Скорость процесса смешивания практически не зависит от физико-механических свойств компонентов, так как процесс идет на уровне больших объемов. Наиболее важную роль в это время играет конструкция смесителя, придающая смеси определенный характер движения. В этот период (т. е. в начале смешивания) частицы не успевают сосредоточиться в разных местах смесителя, поскольку в перемещаемых объемах компоненты относительно друг друга неподвижны.

Постепенно в процессе смешивания происходит перераспределение частиц. В этой фазе на эффективность смешивания начинают влиять плотность, форма и характер поверхности частиц, гранулометрический состав, влажность компонента, его сыпучесть. Чем ближе по своим свойствам компоненты, тем эффективнее процесс их смешивания. Число компонентов также имеет

значение для процесса смешивания: при большом числе компонентов доля каждого из них уменьшается, а продолжительность процесса увеличивается.

Распределить равномерно компоненты с высокой дисперсностью легче, так как в единице объема содержится большее количество частиц. При этом вступает в силу процесс сосредоточения частиц, залипания их в различных частях смесителя. Чем больше различие в физико-механических свойствах смешиваемых компонентов, тем этот процесс продолжительнее.

Выбор конструкции смесителя зависит от свойств смешиваемых компонентов. При перемешивании хорошо сыпучих компонентов широко используют гравитационные силы, под воздействием которых они пересыпаются и перемешиваются. Для трудносыпучих компонентов и для смешивания сыпучих компонентов с жидкими гравитационных сил недостаточно, приходится перемещать их шнеками, лопатками и т. д.

При непрерывном поступлении смешивание компонентов и выдача готовой смеси происходят непрерывно. Качество готовой смеси, получаемой в этих смесителях, зависит не только от их конструкции, но и от равномерности дозирования компонентов.

Существующие дозаторы не могут обеспечить строго постоянного количества подаваемого компонента в любую единицу времени, его обычно подают пульсирующими потоками. Поэтому смеситель не только должен хорошо перемешивать компоненты, но и сглаживать пульсацию их подачи. Выбор смесителя зависит от качества работы дозаторов. Если дозаторы подают компоненты равномерно или пульсация их подачи существенного влияния на качество смеси не оказывает, то в этом случае можно выбрать смеситель, в котором компоненты перемещаются вдоль его оси

Таблица 15

ристика горизонтальных смесителей периодического действия

ГК- ,5 М	БСГ- 3	ДСГ- 0,1	ДСГ- 0,2	ДСГ- 0,5	ДСГ- 1,5	ДСГ- 2,0	ДСГ- 3,0	УЗ- ДС	УЗ- Д92- 0,1	УЗ- Д92- 0,2	УЗ- Д92- 0,5	УЗ- ДСП- 1,5
2,5	3,0	0,1	0,2	0,5	1,5	2,0	3,0	0,05	0,1	0,2	0,5	1,5
35	29	47	40	28	20	17	16	55	47	40	28	–
40	37	2,2	3,0	7,5	17,0	22,0	30,0	2,2	2,2	3,0	7,5	28,5
580	5510	1770	1760	3130	4290	4880	5480	1500	1800	1800	3130	2260
960	1770	960	1080	1170	1630	2660	2020	500	960	1100	1170	2900
255	2280	1040	1300	1870	2360	2600	2900	1400	1050	1300	1870	2600
396	3750	440	520	1300	3030	4650	6000	105	440	600	1300	4300

зультате различного наклона лопастей компоненты перемещаются в основном от приема к выходу, а на некоторых участках часть их может передвигаться и в противоположном направлении.

В табл. 15 приведены характеристики смесителей периодического действия.

При непрерывном дозировании возможно предварительное смешивание компонентов в транспортных механизмах (конвейер – нория). Поэтому использование горизонтальных смесителей при объемном дозировании компонентов достаточно эффективно.

§ 4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ДОЗИРОВАНИЯ И СМЕШИВАНИЯ

В настоящее время в комбикормовой промышленности сложилось несколько вариантов технологических схем производства рассыпных комбикормов. Основная цель производства — ритмичность работы, равномерное распределение плана выработки продукции по всем участкам производства, исключение авралов и простоев.

Стабилизация производительности комбикормового завода связана с обеспечением непрерывного и бесперебойного дозирования и смешивания компонентов. Если это достигнуто, значит предшествующие и последующие операции производства работают равномерно и обеспечивают подачу компонентов в наддозаторные бункера. Опыт работы комбикормовых заводов существенно дополняет действующие типовые технологические схемы дозирования и смешивания.

При объемном дозировании создать какие-то дополнительные варианты труднее, так как усложнена перекомпоновка объемных дозаторов. Как правило, процесс непрерывный и производительность завода зависит от организации и стабилизации процесса измельчения компонентов. Следует отметить, что при объемном дозировании последовательная подача и обработка компонентов вызвала необходимость создания запаса их в наддозаторных бункерах.

Опыт работы комбикормовых заводов показал, что в процессе выработки комбикормов иногда не удается своевременно и непрерывно пополнить запас компонентов в бункерах. Из отдель-

ных бункеров дозируемый компонент вытекает раньше очередной его подачи, вследствие чего приходится останавливать всю батарею дозаторов. При последовательной подаче компонентов много времени затрачивается на зачистку транспортных механизмов при переходе с рецепта на рецепт или при переходе с дозирования одного компонента на другой.

Все это осложняется низкой транспортабельностью таких компонентов, как дрожжи, мясокостная, рыбная, травяная мука. В результате производительность комбикормового завода будет зависеть от сложности рецепта, числа компонентов, входящих в его состав.

Для того чтобы процесс объемного дозирования сделать непрерывным, не останавливать систему дозирования для накопления компонентов в наддозаторных бункерах, необходимо создавать параллельные потоки, т. е. подготавливать смеси компонентов в местах их хранения. При этом происходит ступенчатое дозирование сырья с предварительным составлением отдельных смесей: зернового, гранулированного сырья, кормовых продуктов пищевых производств, сырья минерального происхождения и т. д. В этом случае на главную линию дозирования и смешивания направляют подготовленные смеси и отдельные компоненты, например отруби, шроты, метионин и др.

На действующих заводах с объемным дозированием возможности применения ступенчатого дозирования осложняются, с одной стороны, отсутствием площади, ограниченным числом точек приемки сырья, отсутствием силосных корпусов для его хранения, а также многолинейностью и растянутостью сырьевых потоков. С другой стороны, на заводах имеются две линии подачи компонентов (одна для зерновых, другая – для всех остальных компонентов), что очень усложняет стабилизацию процесса производства комбикормов. Поэтому рассмотрим варианты дозирования и смешивания, используемые в типовых проектах, а также варианты реконструкции узлов дозирования и смешивания, которые успешно внедрены на комбикормовых заводах.

Как уже отмечалось, существуют схемы дозирования, которые предусматривают подачу компонентов на один узел дозирования и смешивания. Все компоненты направляют в бункера и дозируют в дозаторах различной грузоподъемности. В этом случае питателями поочередно компоненты подаются в ковши дозаторов. В

зависимости от производительности завода и вида (сложности рецепта) комбикорма число и грузоподъемность дозаторов могут быть различными. Главное – обеспечить точность дозирования с учетом погрешности.

Дозаторами и смесителями управляют с одного пульта. Дозаторы работают синхронно, но продолжительность набора массы компонентов разная. После получения команды на разгрузку компоненты направляют в смеситель периодического действия вместимостью 2,5 т для смешивания сдозированных компонентов. В данном варианте для обеспечения непрерывной и бесперебойной работы дозаторов бункера должны иметь восьмичасовой запас сырья. Поэтому на предприятиях большая производственная площадь отведена под наддозаторные бункера. Опыт работы комбикормовых заводов с объемным дозированием компонентов показал, что создание линий предварительного дозирования способствует стабилизации и непрерывности процесса дозирования на главной линии дозирования и смешивания. Такая схема дозирования компонентов применена для типового комбикормового завода производительностью 315 т/сут. На всех заводах, построенных по такому проекту, линия дозирования состоит из трех дозаторов 5ДК-200, 5ДК-500, 16ДК-1000 и одного смесителя периодического действия А9-ДСГ-1,5.

Схема комбикормового завода включает два узла дозирования: один расположен в отдельно стоящем цехе предварительного дозирования и смешивания (ЦПС), в котором делают предварительную смесь трудносыпучих компонентов, а второй – в производственном корпусе. Комбикормовые заводы производительностью 315, 500, 630 т/сут включают узлы предварительного дозирования трудносыпучих компонентов.

В последние годы стали внедрять технологические схемы с двумя узлами дозирования и смешивания: зернового и гранулированного сырья (I узел), кормовых продуктов пищевых производств (II узел).

Предварительно сдозированные и смешанные компоненты зернового и гранулированного сырья как один компонент направляют на дробление (рис. 33). При таком варианте на главную линию дозирования и смешивания вместо отдельных измельченных компонентов (кукуруза, пшеница, ячмень, овес и т. д.) в наддозаторный бункер поступает смесь как один компонент, который в

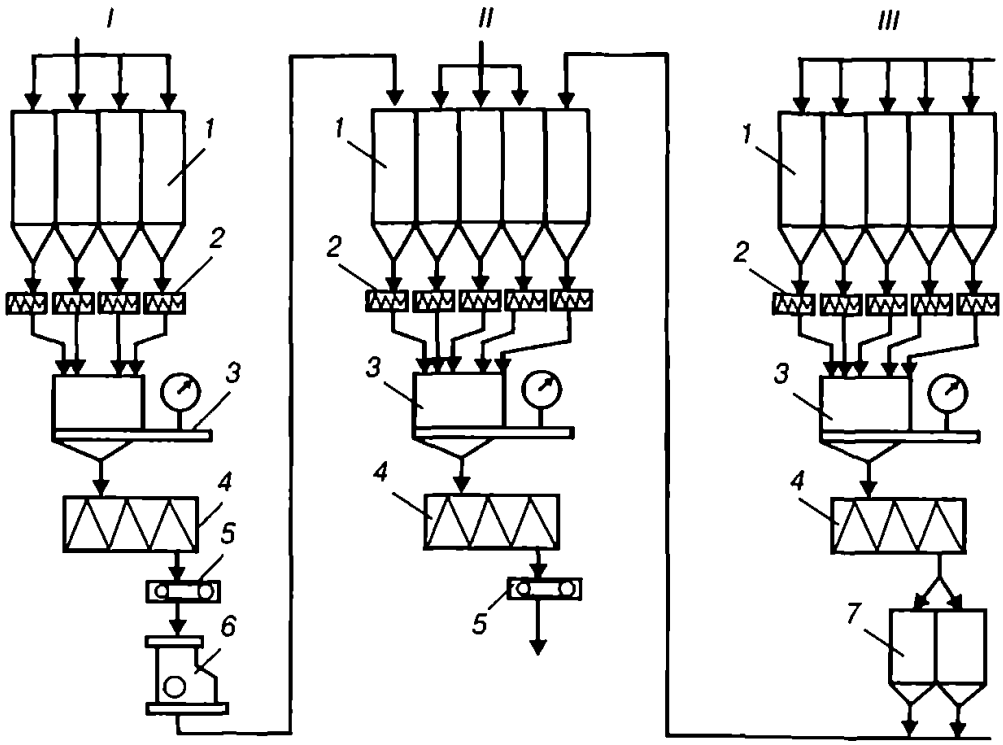


Рис. 33. Технологическая схема дозирования и смешивания с двумя узлами предварительного дозирования:
1 – наддозаторные бункера; *2* – питатели; *3* – многокомпонентные весовые дозаторы; *4* – смесители; *5* – магнитные сепараторы; *6* – дробилка; *7* – бункер; *I* – очищенное зерно; *II* – подготовленный компонент; *III* – трудносыпучее сырье

зависимости от производительности завода и содержания этих компонентов в комбикорме занимает один или два бункера.

Таким образом, дозирование и смешивание компонентов с двумя узлами предварительного дозирования происходит в два параллельных этапа: дозируются и смешиваются зерновые и гранулированные компоненты и трудносыпучие (мел, поваренная соль, премиксы, мясокостная, рыбная мука, дрожжи). Полученные смеси направляют для окончательного дозирования на главную линию, где дозируют согласно рецепту и смешивают в смесителях для получения готовой продукции.

Такие схемы имеют преимущества перед традиционными, в которых подготовленные компоненты (очищенные и измельченные) поочередно дозируются на главной линии дозирования один раз. Предварительное дозирование трудносыпучих компонентов улучшает сыпучесть смеси и в наддозаторных бункерах она не

слеживается. Кроме того, улучшается однородность комбикорма, так как все компоненты проходят смешивание в два этапа.

Опыт работы комбикормовых заводов с многокомпонентным автоматическим весовым дозированием и периодическим смешиванием показал, что для повышения производительности линии дозирования и смешивания, а следовательно, и всего завода возможны различные варианты компоновки смесителей – как последовательно, так и параллельно.

Последовательная установка смесителей (рис. 34) позволяет сократить цикл смешивания, т. е. распределить время смешивания на два смесителя. Рассмотрим параметры процесса дозирования и смешивания. Циклом дозирования и смешивания называют

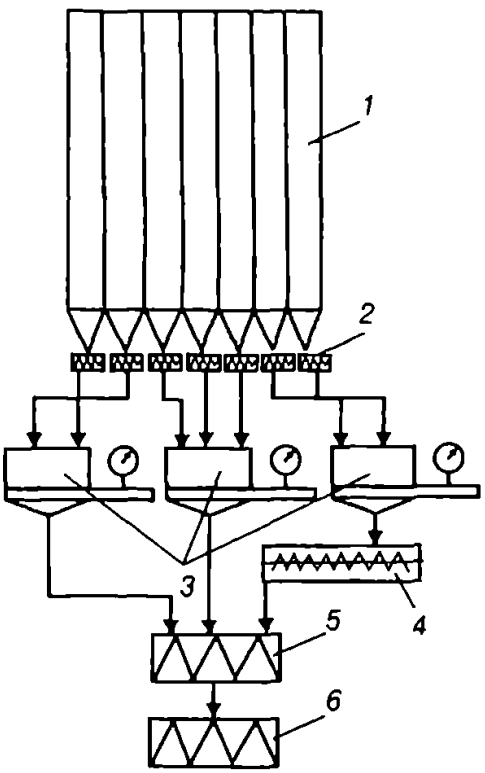


Рис. 34. Технологическая схема дозирования и смешивания с установкой смесителей последовательно: 1 – бункера; 2, 4 – питатели; 3 – многокомпонентные весовые дозаторы; 5, 6 –смесители

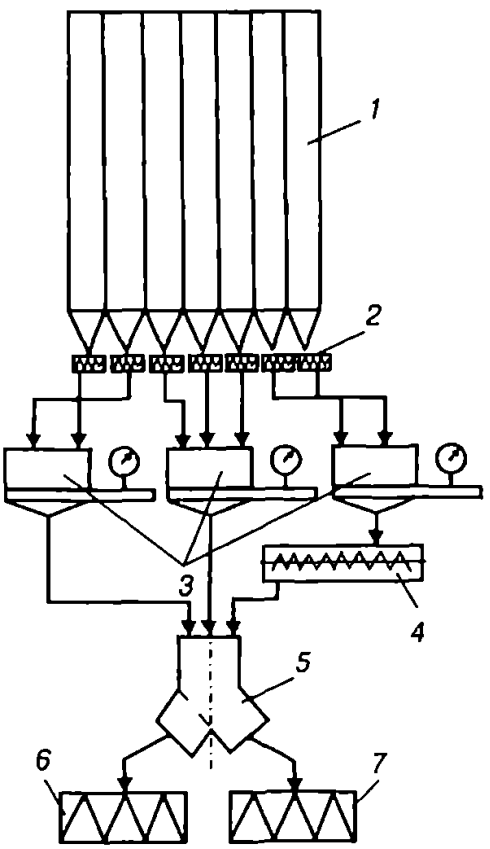


Рис. 35. Технологическая схема дозирования и смешивания с установкой смесителей параллельно: 1 – наддозаторные бункера; 2, 4 – питатели; 3 – многокомпонентные весовые дозаторы; 5 – перекидной клапан; 6, 7 – смесители

время, которое затрачивается на заполнение дозаторов компонентами, их опорожнение, включения смесителя, смешивания и опорожнения смесителя. Процесс этот повторяется до тех пор, пока не будет выработано требуемое количество продукции.

По паспортным данным, продолжительность одного цикла дозирования и смешивания принимают 6 мин. Она складывается из времени заполнения смесителя, собственно процесса смешивания и разгрузки смесителя. Длительность заполнения и разгрузки принимают по 1 мин, поэтому продолжительность смешивания будет 4 мин. В течение часа, исходя из этого, смеситель любой вместимости может смешать десять сдозированных порций или совершить десять циклов. Таким образом, производительность линии смешивания равна вместимости смесителя, умноженной на количество циклов. Например, если вместимость смесителя 2,5 т, то в час при десяти циклах производительность его будет 25 т/ч.

Наряду с установкой смесителей последовательно на некоторых заводах устанавливают их и параллельно (рис. 35).

§ 5. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ

1. Перечислите задачи процесса дозирования и его значение в производстве высококачественных комбикормов.

2. Почему необходимо точное (в соответствии с действующими технологическими инструкциями и правилами) дозирование?

3. Дайте краткую характеристику рецептов комбикормов для различных видов животных.

4. Назовите особенности комбикормов, вырабатываемых по различным рецептам (для свиней, молодняка свиней, взрослых птиц, цыплят и др.).

5. Какова схема процесса дозирования и смешивания?

6. Что такое объемный и весовой принципы дозирования? В чем преимущество весового принципа дозирования?

7. Расскажите об устройстве и принципе действия барабанных и тарельчатых дозаторов.

8. Опишите процесс дозирования в этих дозаторах. Правила установки их на определенную производительность и регулирование производительности.

9. Почему нельзя допускать работу дозаторов «напролет»?

10. Что нужно сделать в случае залегания компонентов над дозаторами в бункерах?

11. Расскажите о принципе устройства однокомпонентных весовых дозаторов типа ДК, назовите их основные узлы.

12. Каковы особенности конструкции и техническая характеристика многокомпонентных весовых дозаторов?

13. Какие условия надо соблюдать при дозировании соли и мела (влажность не выше установленных правилами норм, равномерность измельчения перед дозированием и т. д.)?

14. Опишите процесс дозирования жидких компонентов.

15. Что такое периодическое смешивание, какие способы перемещения частиц заложены в этот процесс?

16. Что такое непрерывное смешивание, какие смесители применяют для этого процесса?

17. Опишите процесс смешивания в смесителях СГК и А9-ДСГ.

18. Как вводят в комбикорма витамины, микроэлементы, антибиотики и другие микродобавки, а также карбамид?

19. Почему нужно строго соблюдать точность ввода в соответствии с рецептом в состав комбикормов карбамида, премиксов?

20. Расскажите о вариантах технологических схем дозирования и смешивания.

21. Какой вариант компоновки смесителей (параллельный, последовательный) можно применить на данном комбикормовом заводе?

22. Как обеспечить непрерывность процесса дозирования?

23. Как определить абсолютную погрешность?

24. Как рассчитать относительную погрешность?

ПОДГОТОВКА ГРАНУЛЯТОРЩИКА

Грануляторщик IV–V разряда должен знать: схему технологического процесса линии гранулирования; технологию производства гранулированных комбикормов и крупки из гранул, режимы гранулирования; требования стандартов и технических условий к качеству гранулированных комбикормов, крупки из гранул; влияние состава рассыпного комбикорма на качество гранул; способы определения в цеховых условиях размеров гранул, крошимости и водостойкости гранул; рецепты гранулируемых комбикормов.

(Из должностной квалификационной характеристики грануляторщика)

§ 1. ПРОЦЕСС ГРАНУЛИРОВАНИЯ

При транспортировании, хранении и использовании рассыпных комбикормов наблюдаются самосортирование, распыл, слеживание и ряд других вытекающих из этого отрицательных явлений (самосогревание, самовозгорание и т. д.). Поэтому одним из средств экономии и рационального использования комбикормов, сырьевых ресурсов является производство комбикормов в гранулированном виде, что позволяет механизировать процесс кормления птиц, рыб и других животных, улучшает условия труда в птицеводстве, условия погрузки, хранения и транспортирования комбикормов, обеспечивает полную сохранность питательных веществ. Это объясняется тем, что гранула представляет собой полный набор всех компонентов комбикорма, поедается (особенно птицами и рыбами) целиком, тогда как при кормлении рассыпным комбикормом птицы склевывают главным образом частицы зерна и другие крупные компоненты, оставляя много мелкоизмельченных питательных компонентов, особенно микродобавок.

При кормлении рыб рассыпным комбикормом последний легко самосортируется в воде, расплывается, часть питательных веществ растворяется в воде, увеличивая потери. В то же время гранулы довольно долго могут находиться в воде, и, поедая их, рыбы получают весь набор питательных веществ. Гранулированные комбикорма удобны и для кормления животных, так как пережевывание гранул способствует лучшей деятельности пищеварительного тракта.

Понятие «гранула» происходит от латинского слова *granulum* – зернышко. Гранулированный комбикорм представляет собой продукт в виде плотных комочков определенной формы и размеров. Получение комбикормов в виде плотных новых форм возможно при прессовании исходного рассыпного комбикорма.

Прессование – процесс обработки давлением разных материалов для уплотнения, изменения формы, отделения жидкой фазы от твердой. Целью прессования бывает также связанное с ним изменение различных механических и других свойств. Прессование осуществляют в прессах.

Пресс (от латинского слова *presso* – давлю) – машина для обработки давлением, оказывающая своими рабочими органами воздействие на обрабатываемый материал. Обработке в прессах подвергают металл, пластические, керамические массы, хлопок, сено, резину, кожу, тесто и многие другие материалы. Одним из материалов, который также подвергается обработке на прессах, является и рассыпной комбикорм.

Процесс прессования. В этом случае происходят основные структурные изменения комбикорма, превращающие его в гранулы. Процесс прессования увлажненного и нагретого комбикорма происходит следующим образом.

В комбикорме в зависимости от его влажности проявляются различные деформации: эластичные и хрупкие, упругие и пластические. Характер деформации зависит от влажности компонентов и от давлений прессования. Хрупкие деформации проявляются в том, что некоторые частицы раздавливаются и стираются, при этом происходит более тесная их укладка. При больших нагрузках деформации хрупкого характера получается гладкая, блестящая поверхность гранул. Пластические деформации при этом способствуют уплотнению объема без нарушения целостности частиц.

В процессе прессования комбикорм поглощает механическую энергию, которая расходуется на преодоление внешнего и внутреннего трения, на переход упругих деформаций в пластические, при этом происходит нагрев его. Температура гранул на выходе из пресса увеличивается на 5...10 °С по сравнению с комбикормом, поступающим на прессование после смесителя.

Вследствие того, что размер отдельных частиц рассыпного комбикорма разнообразен и их свойства различны, процесс деформирования при прессовании протекает очень сложно и неоднородно: пластические деформации одних частиц совпадают с хрупкими или упругими деформациями других. Влага в процессе прессования является пластификатором. Если на массу оказать определенное давление, то пространства между частицами и слой влаги уменьшаются. При уменьшении толщины слоя в спрессованном комбикорме в полной мере проявляются силы поверхностного натяжения, что и способствует получению прочной гранулы. Оптимальные результаты по качеству прессования, производительности пресса и расходу электроэнергии достигаются при поступлении на прессование комбикорма влажностью 15...18 %.

Для процесса гранулирования важнейшим фактором, влияющим на эффективность работы пресса, является соответствие параметров матрицы (форма отверстий, их число и частота вращения) свойствам прессуемого комбикорма. Кроме того, на качество прессования влияют состояние рабочих поверхностей прессующих роликов, угол захвата комбикорма между роликами и матрицей, длительность пребывания комбикорма в ее канале, рабочее давление на него в матрице, равномерность распределения обрабатываемого комбикорма по рабочей поверхности роликов и матрицы.

На величину давления прессования, удельный расход электроэнергии и прочность гранул существенно влияют длина и диаметр отверстий матрицы. Увеличение их диаметра снижает давление прессования, энергоемкость процесса и прочность гранул. Общее число отверстий в матрице влияет на производительность пресса больше, чем величина самих отверстий; чем меньше суммарная площадь отверстий, тем ниже производительность пресса.

На прочность гранул и расход электроэнергии влияет состояние рабочих органов пресса. Шероховатая поверхность отверстий повышает коэффициент трения комбикорма о стенки, что

затрудняет его выпрессовывание, снижает производительность пресса. Зазор между роликом и матрицей в значительной степени определяет давление прессования. С увеличением зазора в результате уплотнения значительного слоя комбикорма возрастает давление, гранулы становятся более прочными, но производительность пресса падает. Слишком малый зазор вызывает быстрый износ матрицы и прессующих роликов. Оптимальная величина рабочего зазора около 0,5 мм.

Дисперсность комбикорма также влияет на процесс прессования. Наиболее прочные гранулы получают при гранулировании комбикорма, имеющего средние размеры частиц 0,5...1,0 мм, при этом производительность пресса достаточно высокая.

Физико-механические свойства рассыпных комбикормов. На процесс гранулирования существенное влияние оказывают физико-механические свойства рассыпных комбикормов, к которым относят гранулометрический состав, однородность, объемную массу, влажность, коэффициенты внутреннего и внешнего трения.

Гранулометрический состав, или крупность рассыпных комбикормов характеризуется содержанием остатка (%) на соответствующих ситах, размер ячеек которых определен стандартами для каждого вида комбикорма. Производство гранул из тонкоизмельченного рассыпного комбикорма (остаток на сите с отверстиями ∅ 3 мм составляет 5...10 %) позволяет увеличить производительность прессов на 10...15 %.

Однородность характеризует состояние смеси, при котором в установленной единице объема или массы содержится заданное количество всех введенных компонентов. Однородность рассыпных комбикормов зависит от эффективности процесса смешивания компонентов.

Для оценки однородности используют показатель, который называют коэффициентом неоднородности. Чем меньше значение коэффициента неоднородности, тем смесь более однородна. Однородность состава рассыпных комбикормов не только обеспечивает их питательную ценность, но и способствует лучшему внешнему виду гранул.

Объемная масса характеризует плотность укладки сыпучей смеси в единице объема. Она зависит от влажности, формы, геометрических размеров, плотности и характера поверхности частиц, об-

разующих сыпучую смесь. С увеличением влажности объемная масса рассыпных комбикормов уменьшается, что необходимо учитывать при выработке гранулированных комбикормов.

При гранулировании комбикорма в результате взаимодействия рабочих органов пресса и частиц комбикормов, а также отдельных частиц между собой возникают силы внешнего и внутреннего трения. С их увеличением возрастают затраты электроэнергии на гранулирование. Коэффициент внутреннего трения характеризует связь между частицами компонента, а коэффициент внешнего трения – между частицами компонентов и взаимодействующей с ним поверхностью.

Схема прессования. В процессе развития и совершенствования технологии производства комбикормов значительно изменялись. На рис. 36 приведена схема прессования.

Прессующее устройство представляет собой стол с вертикальной осью вращения, к которому крепят болтами матрицу *1*. Снаружи сделано ограждение для предотвращения сбрасывания гранул с прессовального стола при его вращении. К раме этого стола крепят траверсу, на которой монтируют два рифленых прессующих ролика *3*.

Траверса состоит из двух продольных полос, которые приварены к двум швеллерам. На опорной части швеллеров закреплены пластинки, служащие для крепления траверсы. На них установлены эксцентричные оси *4* двух прессующих роликов *3*. Эксцентриситет их составляет 2,5 мм, что позволяет перемещать рамки относительно внутренней поверхности матрицы в пределах до 5 мм.

Рассыпной комбикорм увлекается в клиновидный зазор между роликами *3* и матрицей *1*, затем выдавливается через боковые отверстия *2* матрицы в виде длинных спрессованных нитей. На продольных полосах траверсы закреплены два подвижных ножа, служащих для отрезания гранул.

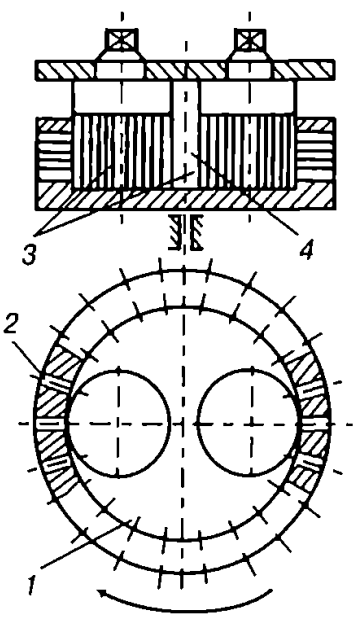


Рис 36. Схема прессования: *1* – матрица; *2* – отверстие в матрице; *3* – ролики; *4* – ось

В прессе предусмотрен ввод мелассы. Рассыпной комбикорм поступает в питатель-дозатор, который расположен над смесителем и прессующим устройством, и затем в смеситель, состоящий из кожуха и вала с лопастями, угол наклона которых можно регулировать для получения необходимой эффективности смешивания.

В смесителе рассыпной комбикорм обрабатывается паром и при помощи форсунок опрыскивается жидкими компонентами. Пройдя смеситель, рассыпной комбикорм подается в прессующее устройство. Благодаря быстрому движению матрицы комбикорм продвигается к левому ролику, а затем при помощи направляющей пластинки поступает к правому. Прессуемая масса продавливается роликами через отверстия в матрице и отрезается одним или двумя ножами. Длину гранул можно регулировать. Рабочий зазор между матрицей и прессующими роликами регулируют поворотом специального рычага, конструктивно выполненного в виде шестерни с внутренним зацеплением.

Режимы гранулирования. При гранулировании комбикормов происходят значительные структурно-механические изменения. Как они происходят, какие операции сопутствуют процессу гранулирования, необходимо рассмотреть. Следует отметить, что при гранулировании рассыпной комбикорм подвергается гидротермической обработке – ГТО (*гидро* – вода, *термо* – температура). Параметрами, определяющими режим этого процесса, являются влажность, температура, давление и продолжительность процесса.

При гранулировании используется метод ГТО – так называемое кондиционирование, которое осуществляется в смесителе пресс-гранулятора. В процессе кондиционирования происходит обработка рассыпного комбикорма паром под давлением 0,35...0,40 МПа (3,5...4,0 кг/см^2) и температуре до 150 °С. Для нормальной работы пресс-гранулятора, сохранения его рабочих органов, получения высококачественных гранул необходимо соблюдать некоторые обязательные параметры и режимы процесса гранулирования.

Первым важным условием стабильной работы пресс-гранулятора является первоначальная влажность рассыпного комбикорма, которая должна быть в пределах 11...12%. Добавочное увлажнение при кондиционировании может колебаться от 2 до 5 %. Обычно предел общей влажности составляет 15...18 %.

Не менее важен показатель режима гранулирования – это давление и расход пара. В смеситель подают пар в количестве 60...80 кг на 1 т гранул. Высокая эффективность гранулирования достигается применением сухого горячего пара определенного давления. Это особенно важно, так как пар, содержащий часть влаги, может привести к неравномерному увлажнению комбикорма, образованию комочков и в конечном счете к заклиниванию отверстий матрицы. Установлено, например, что повышение температуры смеси компонентов на 10...11 °С в результате обработки паром равносильно увеличению ее влажности на 0,7...1,0 %.

Для того чтобы обеспечить правильное ведение технологического процесса гранулирования, необходимо поддерживать постоянный расход пара, что достигается его регулированием. Это в свою очередь влияет на снижение расхода электроэнергии. Температура гранул, выходящих из пресса, должна составлять 70... 80 °С, а влажность увеличиться на 1,5...3,0 %. Эти параметры зависят от состава компонентов и назначения комбикорма, но обязательным является применение сухого пара с минимальным влагосодержанием, с высокой температурой (150...160 °С) и давлением не ниже 0,35...0,4 МПа.

Охлаждение готовых гранул. Назначение этого процесса – обеспечить охлаждение горячих гранул или снизить их температуру до температуры, превышающей температуру окружающего воздуха на 10...15 °С.

Технологический процесс в охладительной колонке заключается в следующем. Подготовленные в пресс-грануляторе гранулы сразу при выходе из матрицы направляют в колонку. Поток гранул должен быть отрегулирован так, чтобы число включений привода разгрузочного устройства от нижнего датчика было минимальным.

Для поддержания заданного уровня гранул в охладительной колонке устанавливают два датчика: верхний и нижний. Нижний датчик связан с разгрузочным устройством. В том случае, когда колонка заполнена комбикормом до уровня нижнего датчика, он включает разгрузочное устройство. Для эффективного охлаждения охладительная колонка должна быть всегда заполнена гранулами. Количество гранул, загружаемых и выгружаемых из нее, должно быть одинаковым. Если поток гранул не отрегулирован, т. е. загрузка их в колонку превышает разгрузку, то гранулы мо-

гут заполнить верхний бункер, самотечную трубу и произойдет «подпор» пресс-гранулятора.

При охлаждении гранул используют всасывающую систему аспирации. Холодный воздух, проходя через массу гранул, подогревается, увлажняется и направляется на очистку в циклоны. Очищенный воздух можно использовать в самом производственном помещении или его выбрасывают в атмосферу. Длительность охлаждения гранул ∅ 4,7 мм составляет 5...6 мин, ∅ 7,7 мм – 10 мин, ∅ 19 мм – 18 мин. Сокращение времени охлаждения ниже указанных величин ведет к образованию твердого поверхностного слоя, замедляющего скорость диффузии влаги от центра к наружной поверхности. В этом случае тепло и влага, оставшиеся в средней части гранул, при хранении перемещаются к их поверхности. В зимний период при хранении гранулированных комбикормов это может привести к увлажнению и плесневению их.

В зависимости от диаметра гранул изменяется и количество подаваемого на охлаждение воздуха. Оно колеблется в следующих пределах:

Диаметр гранул, мм	Потребное количество воздуха, м³/ч на 1 т
4,7	1400...1900
7,7	1500...1900
9,7	1800...2100
12,7	1900...2300
19,0	2100...2400

Скорость воздушного потока должна составлять 0,4...0,5 м/с при давлении, равном 1500 Па.

Влияние процесса гранулирования на качество комбикорма. Процесс гранулирования существенно влияет на изменение структурно-механических свойств рассыпного комбикорма. В результате этого он превращается из сыпучего состояния в продукт определенной формы. Кроме того, полученный комбикорм приобретает новые свойства и лучшие показатели питательности. В процессе кондиционирования происходят химические изменения основных органических веществ (белков,

жира, крахмала), а также витаминов, ферментов, минеральных веществ, аминокислот и др.

Наряду с повышением питательной ценности гранулированных комбикормов некоторые исследователи отмечают частичное разрушение витаминов, аминокислот, снижение содержания биологически активных веществ.

Витамин А относится к быстроокисляемым витаминам, он неустойчив. Поэтому и при гранулировании этот витамин быстрее других подвергается разрушению, его потери могут составлять до 30 %. Однако следует отметить, что это, бесспорно, компенсируется преимуществами гранулированных комбикормов перед рассыпными.

К нестойким витаминам можно отнести и витамины Е и К, которые также могут разрушаться при гранулировании на 12...15 %. Водорастворимые витамины: холин, холинхлорид, ниацин при нормальных условиях производства стойки. При гранулировании снижается активность антибиотиков и ферментов. Тепловая обработка практически не влияет на содержание минеральных компонентов.

Важным фактором, положительно влияющим на кормовую ценность гранулированных комбикормов, является стерилизующее действие пара, в результате чего уничтожаются практически все колонии плесневых грибов, вырабатывающих токсины.

Рассмотрим некоторые физические явления, сопровождающие процесс гранулирования. Комбикорма имеют коллоидно-пористую структуру. При поглощении влаги коллоиды набухают и видоизменяются. С повышением температуры набухание происходит более интенсивно, что улучшает пластические свойства комбикормов.

Биохимические изменения комбикорма при обработке паром сводятся к изменению состава крахмала, белков. Влияют эти изменения также и на активность ферментов. При повышении температуры в присутствии влаги происходит клейстеризация крахмала. Частично клейстеризуясь, крахмал переходит в более простые формы, доступные действию ферментов. Этот процесс очень важен при сцеплении частиц комбикорма в гранулы. На степень биохимических изменений крахмала комбикормов при гранулировании в основном влияют температура и длительность пропаривания. Эти параметры находятся в прямой зависимости от состава компонентов комбикорма.

Процесс гранулирования оказывает положительное влияние на изменение физико-химических свойств клетчатки. При прессовании нарушаются химические связи как между отдельными элементами клетчатки, так и между клетчаткой и другими компонентами. В результате количество сырой клетчатки при гранулировании уменьшается в 1,2... 1,3 раза.

Повышение температуры благоприятно влияет на высвобождение жира из жировых клеток компонентов комбикорма (шротов, жмыхов и др.), снижает вязкость жира, равномерно обволакивающего теплую и влажную поверхность частиц комбикорма.

Температура, давление пара и продолжительность являются основными параметрами, влияющими на интенсивность гидротермической обработки. Эти параметры не могут быть одинаковыми при гранулировании комбикормов для различных видов и групп животных, птицы. В комбикормах для свиней, например, преобладают углеводы и клетчатка, поэтому температура и влажность должны быть невысокими. Такой комбикорм поглощает ограниченное количество влаги, а при переувлажнении паром возможно образование комков, что приводит к ухудшению процесса прессования.

При гранулировании комбикормов, содержащих в своем составе относительно большое количество белков и незначительное – клетчатки, следует применять более интенсивные режимы гидротермической обработки. Это касается комбикормов, которые предназначены для птицы. Такие комбикорма обладают большой водопоглотительной способностью.

§ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГРАНУЛИРОВАННЫХ КОМБИКОРМОВ

Согласно Правилам организации и ведения технологического процесса производства комбикормов, БВМД, премиксов и карбамидного концентрата линия гранулирования является продолжением технологического процесса производства рассыпных комбикормов. На одних заводах линия гранулирования представлена в единой цепи выработки комбикормов, а на других ее выделяют в специальный самостоятельный цех, построенный по типовому или индивидуальному проектам.

Линия гранулирования предназначена для последовательного выполнения следующих технологических операций: контроля рассыпных комбикормов и БВМД по содержанию металломагнитных примесей; прессования в гранулы, их охлаждения и измельчения гранул при выработке крупки; просеивания гранул для отделения мелких частиц или сортирования крупки; взвешивания гранулированного комбикорма.

На предприятиях, где рассыпной комбикорм или БВМД на гранулирование передают не в потоке, а со склада готовой продукции (силосного корпуса готовой продукции), рекомендуется во избежание повреждения пресс-гранулятора в результате попадания случайных примесей устанавливать просеивающие машины, т. е. включать еще одну технологическую операцию - контроль от случайных примесей. Это могут быть обрывки бумажных мешков, веревок, слежавшиеся комки комбикормов и т. д. Для контроля и выделения таких примесей устанавливают бураты, просеивающие машины.

В последние годы стали использовать просеивающую машину, модернизированную инженерно-техническими работниками Болшевского комбикормового завода. Просеивающую машину А1-ДСМ. которую выпускают для контроля соли и мела, модернизировали и стали использовать для просеивания сырья при предварительной очистке и контроле перед дозированием, а также на контроле рассыпного комбикорма, гранулированных комбикормов и крупки.

Модернизированная просеивающая машина состоит из ситового корпуса, бункера с двумя П-образными опорами и привода ситового корпуса. Для просеивания гранул применяют ситовой корпус с двумя ситами, на которых отделяют мелкие частицы (при контроле гранулированных комбикормов) или сортируют крупки.

Рассмотрим технологическую схему производства гранулированных комбикормов (рис. 37). Рассыпной комбикорм после взвешивания в автоматических весах *1* и контроля в магнитном сепараторе *2* поступает в бункер *3*. Магнитными сепараторами могут служить магнитные колонки БКМА, электромагнитные сепараторы, другие магнитные заграждения с применением магнитов из сплава «Магнико».

Подготовленные комбикорма из бункера *3* равномерно поступают в пресс-гранулятор *4*. Его питатель регулирует поступление

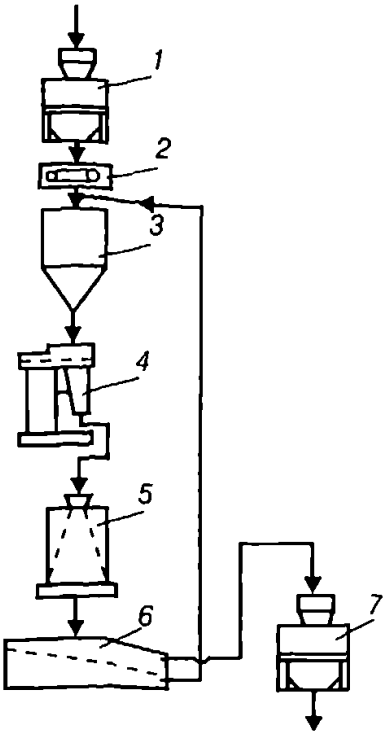


Рис. 37. Технологическая схема производства гранулированных комбикормов:
1, 7 – автоматические весы; *2* магнитный сепаратор; *3* бункер; *4* – пресс-гранулятор; *5* охладительная колонка; *6* – просеивающая машина.

комбикормов в смеситель, куда подают пар и связывающие жидкие компоненты (мелассу, жир). Из смесителя подготовленные рассыпные комбикорма направляют в пресс-гранулятор, в котором рассыпные комбикорма преобразуются в гранулы.

После пресс-гранулятора в схеме предусмотрено охлаждение готовых гранул в колонке *5* жалюзийного типа. Она работает в одной линии с прессами, и, как правило, ее монтируют под пресс-гранулятором и она не имеет промежуточного бункера. При установившемся режиме работы охладительной колонки температура выходящих гранул должна быть не более чем на 10 °С выше температуры окружающей среды.

После охлаждения гранулы поступают в просеивающие машины для отделения мучнистых частиц. В типовых схемах гранулирования технологический процесс завершается сепаратором, в котором устанавливают сита с отверстиями ∅ 2,0...2,5 мм или из проволочной сетки № 1,6...2,0, где отделяют крошку и мучнистые частицы. Готовые гранулы взвешивают и направляют в силосный корпус готовой продукции или на склад готовой продукции, или сразу же потребителю.

На типовых комбикормовых заводах производительностью 315 т/сут линия гранулирования смонтирована на семи этажах производственного корпуса и представляет собой продолжение технологического процесса выработки рассыпных комбикормов. Из-за отсутствия в технологическом процессе просеивающих машин для контроля крупности размола зернового сырья и мучнистых компонентов, а также большого числа транспортных механизмов действующая на таких заводах линия гранулирования не

может обеспечить 100 %-ное гранулирование рассыпного комбикорма.

На некоторых комбикормовых заводах рассыпной комбикорм направляют на линию гранулирования или непосредственно из смесителя (главного смесителя производства рассыпных комбикормов), или из силосного корпуса готовой продукции. Комбикорма поступают в магнитные сепараторы *4* (рис. 38), после которых освобожденный от металломагнитной примеси комбикорм направляют в три бункера вместимостью 8 т каждый. Из них рассыпной комбикорм поступает в пресс-гранулятор ДГ-1, в котором вырабатываются гранулы. С каждого из этих прессов гранулы направляют в три охладительные колонки ДГ-П. Готовые гранулы контролируют в трех сепараторах ЗСП-10. Готовые гранулы цепными конвейерами направляют в силосный корпус готовой

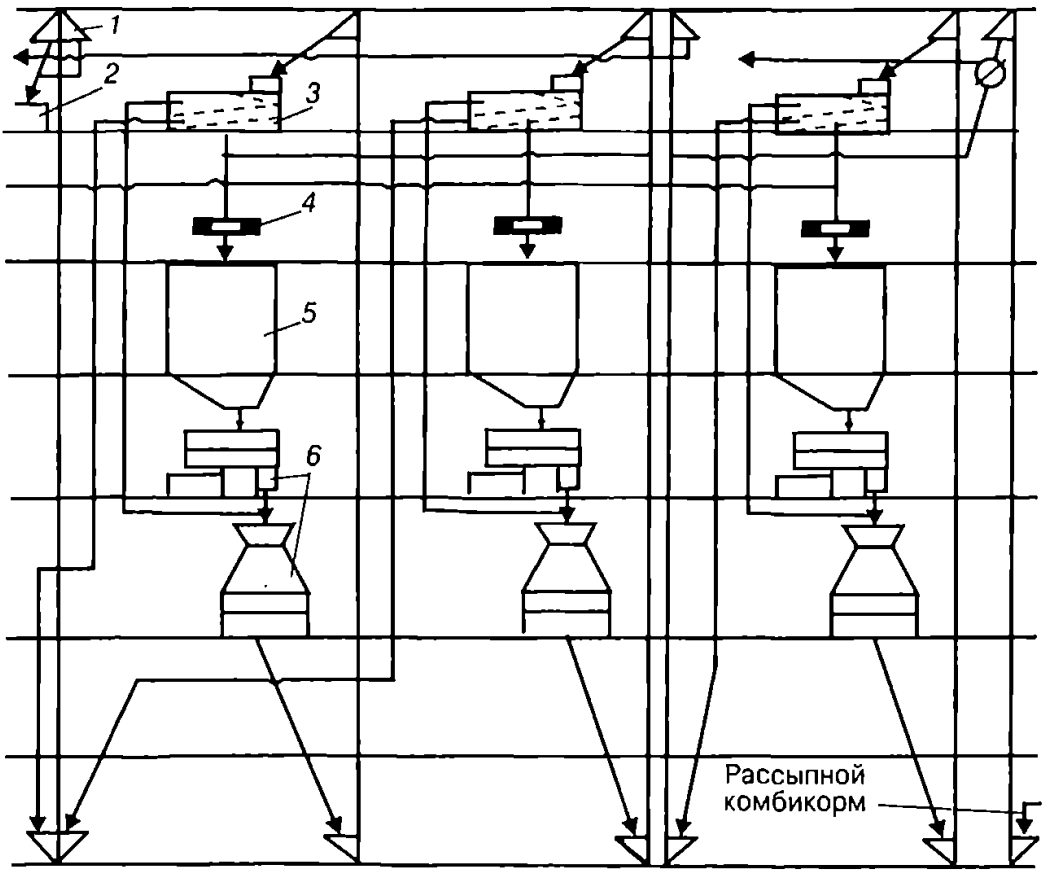


Рис. 38. Линия гранулирования комбикормового завода производительностью 315 т/сут:

1 – нория; *2* – цепной конвейер; *3* – сепаратор; *4* – магнитный сепаратор; *5* – бункер; *6* – установка ДГ.

продукции, а из него гранулированные комбикорма затем отгружают на автомобильный или железнодорожный транспорт.

На комбикормовом заводе производительностью 320 т/сут предусмотрены три линии гранулирования, которые по производительности соответствуют линии дозирования и смешивания. Отличаются эти линии тем, что установлено не три, а четыре пресс-гранулятора. Перед ними смонтированы два бункера небольшой вместимости. При наличии нескольких бункеров над пресс-грануляторами большая вместимость становится причиной снижения производительности, поскольку теряется время на поочередный пуск пресс-грануляторов на полную производительность. Кроме того, затрачивается время на их поочередный пуск, когда идет накопление рассыпных комбикормов во всех бункерах и может быть задержка подачи рассыпного комбикорма в случае вынужденного простоя линии дозирования и смешивания.

Наиболее рационально в пресс-гранулятор подавать комбикорм из одного бункера небольшой вместимости. Для того чтобы не нарушать непрерывности потока рассыпных комбикормов, предусмотрен дополнительный бункер, который используют одновременно и как оперативный при вводе жидких компонентов в смеситель Б6-ДАБ и установку Б6-ДСЖ (мелассы и жира в рассыпные комбикорма).

На линии гранулирования комбикормов завода производительностью 320 т/сут предусмотрены контроль гранулированных комбикормов в сепараторах и нанесение жира на готовые гранулы в установке роторспрей.

По схеме рассыпные комбикорма, пройдя магнитные аппараты, поступают в надпрессовые бункера. В схеме два бункера, из каждого комбикорм направляют в два пресс-гранулятора, а затем в охладительные колонки. Причем предусмотрена приемка гранул на охлаждение из каждой пары пресс-грануляторов, т. е. из первого пресс-гранулятора гранулы поступают в первую охладительную колонку, из второго пресс-гранулятора гранулы можно направить в первую и вторую колонки; из третьего пресс-гранулятора – во вторую и в третью колонки, а из четвертого – в третью охладительную колонку. Такой вариант обеспечивает непрерывность и маневренность технологии производства гранулированных комбикормов.

Сепараторы находятся на шестом этаже, причем два сепаратора контролируют комбикорм с трех линий гранулирования. На линии гранулирования установлено и оборудование для нанесения жира на готовые гранулы, которые смонтированы в одной линии после сепараторов.

§ 3. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КРУПКИ ИЗ ГРАНУЛ

Для кормления молодняка птицы, кур-несушек и рыбы вырабатывают комбикорма в виде крупки, гранулометрический состав которой для различных возрастов неодинаков и указан в соответствующих стандартах.

Производство гранул ∅ 2 или 3 мм экономически невыгодно, так как снижается производительность пресс-грануляторов, увеличивается расход электроэнергии на прессование и матрицы быстрее выходят из строя. Эффективнее вырабатывать крупку, измельчая гранулы. Согласно Правилам организации и ведения технологического процесса на комбикормовых предприятиях крупку вырабатывают из гранул диаметром до 10 мм путем измельчения их в измельчителях с последующей сортировкой на ситах.

Производство крупки из гранул ∅ 4,7 мм по сравнению с гранулами ∅ 2,0 мм увеличивает производительность пресс-гранулятора, снижает эксплуатационные расходы и уменьшает потребление электроэнергии. Кроме того, первоначальная стоимость матрицы с отверстиями ∅ 2,0 мм значительно больше, а ее долговечность, определяемая количеством выработанных гранул, значительно меньше, чем матриц с отверстиями ∅ 4,7 мм. Гранулы измельчают в вальцовых измельчителях специальной конструкции или в вальцовых станках, которые устанавливают в схеме под охладительными колонками.

Для получения большего выхода крупок высокого качества рассыпной комбикорм, направляемый на гранулирование, должен быть определенной крупности (остаток на сите с отверстиями ∅ 2 мм – не более 5 %). При производстве крупки можно использовать и вальцовые станки с нарезными вальцами (2,0...2,8 рифли на 1 см при отношении окружных скоростей вальцов 1,0...2,5).

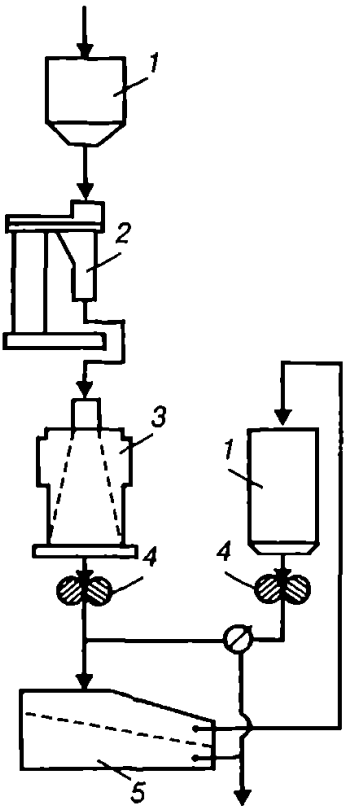


Рис. 39. Технологическая схема производства крупки из гранул:
1 – бункер; *2* – пресс-гранулятор;
3 – охладительная колонка; *4* – измельчитель;
5 – просеивающая машина

Измельченные гранулы сортируют в просеивающих машинах с двумя ситами: сходом верхнего сита получают крупные частицы и целые гранулы, которые направляют на повторное измельчение, сходом с нижнего сита - готовую крупку, а проходом – мучнистый продукт, который вновь направляют на прессование.

На рис. 39 приведена технологическая схема производства крупки из гранул. Отличает эту схему производства от схемы производства гранулированных комбикормов то, что в ней присутствует операция измельчения готовых гранул. Рассыпной комбикорм направляют на гранулирование из бункера *1* через питатель и смеситель в прессующую часть пресса *2*. Готовые гранулы охлаждают в колонке *3*, а оттуда направляют в измельчитель ДГ-Ш или отдельно стоящий вальцовый станок. В измельчителе ДГ-Ш соотношение скорости медленно вращающегося вальца к скорости быстро вращающегося составляет 1:1,5, величина зазора между вальцами около 2 мм, в вальцовом станке окружная скорость быстро вращающегося вальца 4,5...5,0 м/с.

Завершающей операцией в схеме производства крупки из гранул является процесс сортирования в просеивающей машине *5* или сепараторе. Как установлено ВНИИКП, сортировать измельченные гранулы достаточно на одном сите с отверстиями ∅ 3; 4; 5 мм в зависимости от вида рецепта. Проход сита, в состав которого входит и мелкая фракция, направляют в силосный корпус готовой продукции, а сход направляют на повторное измельчение.

На рис. 40 показаны варианты технологических схем производства крупки из гранул. По схеме (рис. 40, *а*) после охлади-

тельной колонки и измельчителя установлена просеивающая машина с двумя ситами. Сход верхнего сита направляют в охладительную колонку, т. е. присоединяют к потоку гранул, поступающему из пресс-гранулятора. Проход верхнего сита или сход второго представляет собой основной продукт – крупку, а проход нижнего сита направляют на повторное прессование.

Второй вариант наиболее распространен (рис. 40, *б*). В этой схеме в просеивающей машине одно сито, сход с которого направляют в охладительную колонку и далее для повторного измельчения вместе с новыми партиями гранул, поступающими из пресса. Проход сита относят к основному продукту, который поступает в силосы готовой продукции вместе с мелкой фракцией. По третьему варианту (рис. 40, *в*) в схему включается дополнительный отдельно стоящий измельчитель. Это делают для увеличения выхода крупки, так как после сортирования сходовую фракцию направляют для измельчения в отдельный измельчи-

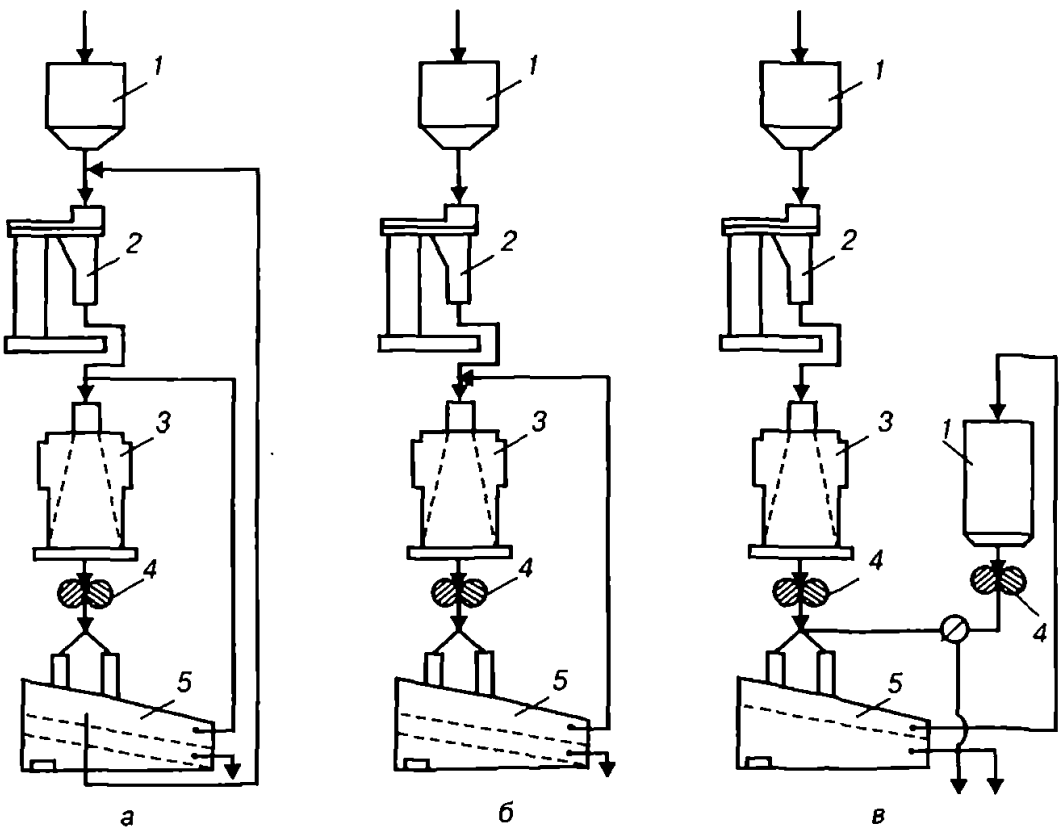


Рис. 40. Технологические схемы производства крупки из гранул:
1 – бункер; *2* – пресс-гранулятор; *3* – охладительная колонка; *4* – измельчитель; *5* – просеивающая машина.

тель, имеющий другие параметры (по сравнению с первым измельчителем, который принимает целые гранулы после охладительной колонки).

Такой вариант разгружает измельчитель, установленный под охладительной колонкой, разгружает и саму колонку, в которую направляют крупку по первому и второму вариантам. Кроме того, такой технологический прием позволяет в цехах или линиях гранулирования, имеющих в своем составе более двух прессов, использовать дополнительный измельчитель для сходов просеивающих машин одновременно с нескольких линий гранулирования.

Этот вариант технологической схемы, как показал опыт работы комбикормовых заводов, является наиболее эффективным. Он положен в основу реконструкции и технического перевооружения линий производства гранулированных комбикормов и крупки из гранул.

§ 4. РЕКОНСТРУКЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕВООРУЖЕНИЕ ЛИНИЙ И ЦЕХОВ ГРАНУЛИРОВАНИЯ

На рис. 41 показана технологическая схема реконструкции линии гранулирования комбикормового завода. Рассыпной комбикорм из силосного корпуса готовой продукции цепным транспортером или норией *1* из производства (после смесителя) подают в просеивающую машину *2*. На этом участке можно использовать и просеивающие машины типа буратов.

В просеивающей машине *2* устанавливают одно сито с отверстиями диаметра 6 мм. Сход в виде случайных и металломагнитных примесей собирают в отдельный ящик, а проход по самотечной трубе подают на три параллельные линии гранулирования.

После измельчителей *6*, которые установлены под охладительными колонками *5*, крупка поступает в норию *7*, которая смонтирована в период реконструкции. С нее продукт подают в просеивающую машину *8* для сортирования. В модернизированной просеивающей машине установлены два сита с отверстиями ∅ 4 и 1,0 мм. Сход с сита с отверстиями ∅ 4 мм направляют в отдельно стоящий измельчитель *9* для повторного измельчения, минуя охладительную колонку. Проход сита с отверстиями ∅ 1,0 мм пода-

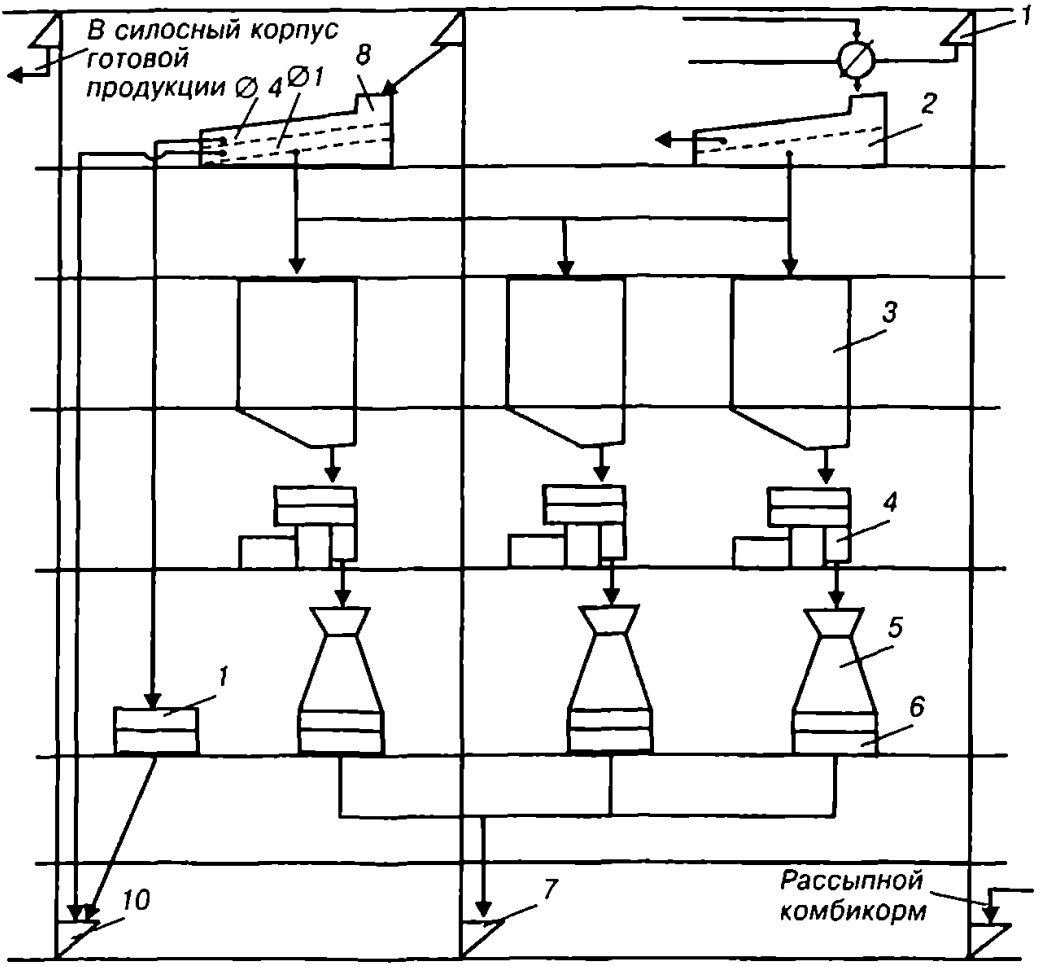


Рис. 41. Технологическая схема линии гранулирования комбикормов после реконструкции:

1, 7, 10 – нории; *2, 8* – просеивающие машины; *3* – бункер; *4* – пресс-гранулятор; *5* – охладительная колонка; *6, 9* – измельчители.

ют самотеком на повторное гранулирование, а готовую продукцию (крупку), проход сита с отверстиями ∅ 4 мм и сход с сита с отверстиями ∅ 1,0 мм направляют в норию *10*, которая подает готовую продукцию в силосный корпус на хранение или на отпуск потребителю. В эту же норию поступает крупка после повторного измельчения в дополнительном измельчителе *9*, т, е. после повторного измельчения продукт на контроль не направляют.

В связи с предлагаемым вариантом реконструкции линии гранулирования возникает необходимость в монтаже нового оборудования: двух норий, одной модернизированной просеивающей

машины, одного измельчителя, одного цепного конвейера ТСЦ-50. Однако с упрощением технологической схемы, ее совершенствованием демонтируют следующее оборудование: четыре нории НЦГ-20, одну норию НЦГ-2Х20, три сепаратора ЗСП-10, два цепных конвейера ТСЦ-25.

Технологическая схема отдельно стоящего цеха гранулирования на Болшевском комбикормовомо заводе представляет большой интерес и является предметом изучения и обмена опытом. В схеме цеха было шесть линий гранулирования. Рассыпной комбикорм контролируют в одной просеивающей машине. После измельчителей, которые установлены сразу же под охладительными колонками, измельченные гранулы поступают в просеивающую машину. Шесть потоков, с шести линий гранулирования, контролируют в одной просеивающей машине. Такой технологический прием позволил демонтировать шесть сепараторов ЗСП-10, шесть автоматических весов, шесть просеивающих машин, резко сократилось число транспортного оборудования. Сход с просеивающей машины (крупная фракция измельченных гранул) направляют в отдельно стоящий измельчитель, откуда измельченный продукт объединяют с проходом просеивающей машины и направляют в силосный корпус для хранения и отпуска на автомобильный транспорт.

Установка второго измельчителя для измельчения сходовых фракций просеивающих машин в настоящее время использована во всех новых типовых проектах. Сход с сита с отверстиями ∅ 3; 4; 5 мм направляют на повторное измельчение по следующей схеме:

а) при наличии в цехе одной линии гранулирования сходовая фракция (размером более 3; 4; 5 мм) поступает во второй измельчитель и далее продукт измельчения без сортирования направляют в силосный корпус готовой продукции;

б) при наличии 2–3 линий гранулирования в цехе сходовые фракции (размером более 3; 4; 5 мм) объединяют со всех линий и направляют в дополнительно установленный измельчитель и далее без сортирования продукт измельчения поступает в корпус готовой продукции.

Применение такой технологии производства крупки из гранулированных комбикормов без отбора мелкой фракции увеличивает производительность технологических линий на 8 % и дает зна-

чительный экономический эффект. Содержание мелкой фракции (проход сита с отверстиями ∅ 1,0 мм) для всех видов сельскохозяйственной птицы допускается 18 %.

Основные показатели, характеризующие эффективность процесса измельчения гранул: выход крупки на ситах с отверстиями ∅ 3,0/1,0 и 4,0/1,0 мм; удельный расход электроэнергии в процессе измельчения; количество мелкой фракции, полученной при измельчении.

На выход крупки и удельный расход электроэнергии влияют: состав комбикормов, физико-механические свойства, прочность гранул, параметры рабочих органов измельчителя, величина окружной скорости быстро и медленно вращающихся вальцов, величина уклона рифлей, расположение граней рифлей, число их на 1 см длины окружности вальцов, величина рабочего зазора между вальцами, количество продукта, поступающего в измельчитель в единицу времени.

Выход и качество крупки зависят от прочности гранул. Слабые гранулы при измельчении образуют большее количество мелкой фракции, крупка легко дробится в процессе хранения и транспортирования. При увеличении окружной скорости быстровращающегося вальца с 1,5 до 3,5 м/с количество мелкой (мучнистой) фракции снижается, а выход крупки на ситах с отверстиями 4,0/1,0 мм увеличивается. При соотношении окружных скоростей вальцов 1:2,5 и 1:3,5 снижается удельный расход электроэнергии на измельчение 1 т гранул.

При измельчении гранул на вальцах с взаимно перпендикулярной нарезкой образуется большое количество крупной фракции по сравнению с измельчением в вальцовом станке с нарезкой рифлей под уклоном. Выход крупки при использовании вальцов с взаимно перпендикулярной нарезкой составляет 80 %, тогда как на вальцах с нарезкой под уклоном выход около 75 %. Учитывая результаты исследований, проведенных во ВНИИКП, рекомендовано для производства крупки из гранул применять только вальцы с взаимно перпендикулярной нарезкой. При таком расположении нарезки вальцов максимальный выход крупки получен при зазоре между вальцами 1,0 мм. Выход крупки при этом составил 84,0 %. Наиболее универсальной является нарезка с шагом рифлей 3,2 мм быстро вращающегося вальца при уклоне рифлей 2,0 % и 2,8 мм медленно вращающегося вальца при уклоне риф-

лей 87,0%. При такой нарезке хорошо измельчаются гранулы как в крупную, так и в мелкую крупку.

Удельный расход электроэнергии на измельчение гранул зависит от величины рабочего зазора между вальцами и диаметра гранул. С увеличением рабочего зазора между вальцами и уменьшением диаметра гранул удельный расход электроэнергии уменьшается.

§ 5. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ

1. Что такое гранулирование?
2. Какое значение имеет гранулирование комбикорма, в чем преимущество гранулированных комбикормов перед рассыпными?
3. Начертите схемы гранулирования.
4. Каковы режимы гранулирования комбикормов?
5. Как изменяется производительность пресс-гранулятора в зависимости от диаметра отверстий матрицы?
6. Назовите основные операции производства крупки из гранул.
7. На каких машинах сортируют гранулы и крупку?
8. Какие факторы влияют на выход крупки из гранул и как стабилизировать этот процесс?
9. Какие основные факторы влияют на процесс гранулирования?
10. Какие возможные пути увеличения производительности установок для гранулирования?

ГРУППА КОМПАНИЙ «АМАНДУС КАЛЬ»

в российской комбикормовой промышленности

Иоахим и Ян Берман — совладельцы группы компаний «Амандус Каль»

Комбикормовый завод в Италии (производительность 30 т/ч)

Комбикормовый завод в Иране (производительность 20 т/ч)

Установка для переработки соломы в полнорационный комбикорм в Испании (производительность 15 т/ч)

Комбикормовый завод в Португалии (производительность 50 т/ч)

Комбикормовый завод в Египте (производительность 25 т/ч)

Комбикормовый завод в Греции (производительность 50 т/ч)

Более 50 лет в России известна немецкая фирма «Амандус Каль». Она начала свой путь в 1952 г. в Краснодарском крае, в поселке Тимашевском на сахарном заводе, куда был поставлен пресс-гранулятор фирмы, который не имеет аналогов по конструкции. Это пресс с горизонтальной матрицей. И в настоящее время для гранулирования свекловичного жома на Кубани используется пресс фирмы «Амандус Каль».

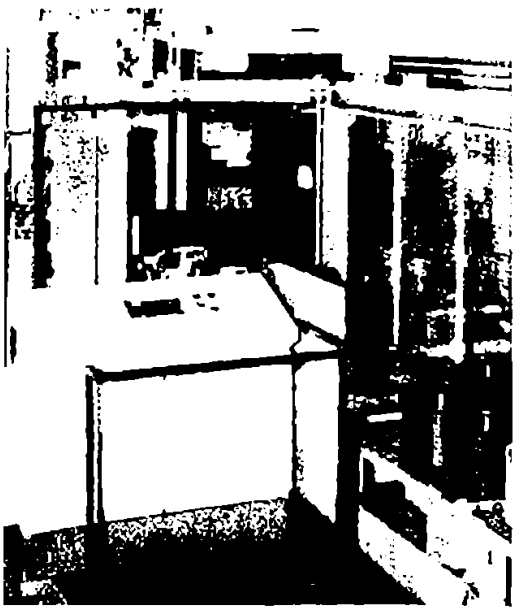
История фирмы берет начало с 1876 г. в городе Гамбурге с разработки и внедрения оборудования для отжима масла. Первые маслопрессовые предприятия оснащались шнековыми прессами «Амандус Каль».

С 1920-х годов начали разрабатывать и изготавливать оборудование для комбикормовой промышленности: пресса, охладители, комплектные комбикормовые заводы.

С 1948 г. производственная программа постоянно развивалась. В 1991 г. образовалась группа компаний «Амандус Каль». Сегодня к этой группе относятся фирмы: F. H. Schule Muehlenbau GmbH, Neuhaus Neotec GmbH, Berthold Wachtel GmbH и, конечно же, Amandus Kahl GmbH.

По мере расширения объектов производства требовались новые площадки для машиностроительного завода и его мастерских. Из Гамбурга фирма переехала в Райнбек, где находится основное предприятие группы « Каль».

Все фирмы, входящие в группу «Каль», представляют собой самостоятельные средние предприятия машиностроения, компетентно реализующие проекты с помощью современной техники. Они изготавливают машины и оборудование для комбикормовой, сахарной, пищевой, химической промышленности, промышленности по производству удобрений и утилизации отходов и вторичного их использования.

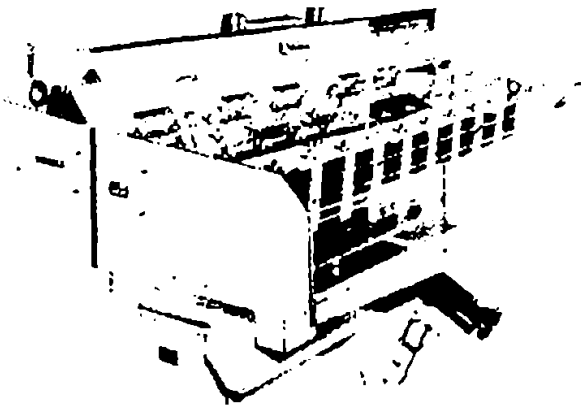


Робот «ПАТЛ» в сборочном цехе

Исследования, проектирование и новые разработки являются основными направлениями предприятий группы «Каль». Все наиболее важные машины и детали оборудования изготовляются на центральных заводах в Райнбеке под Гамбургом и в Гандеркессе под Бременом.

SCHULE

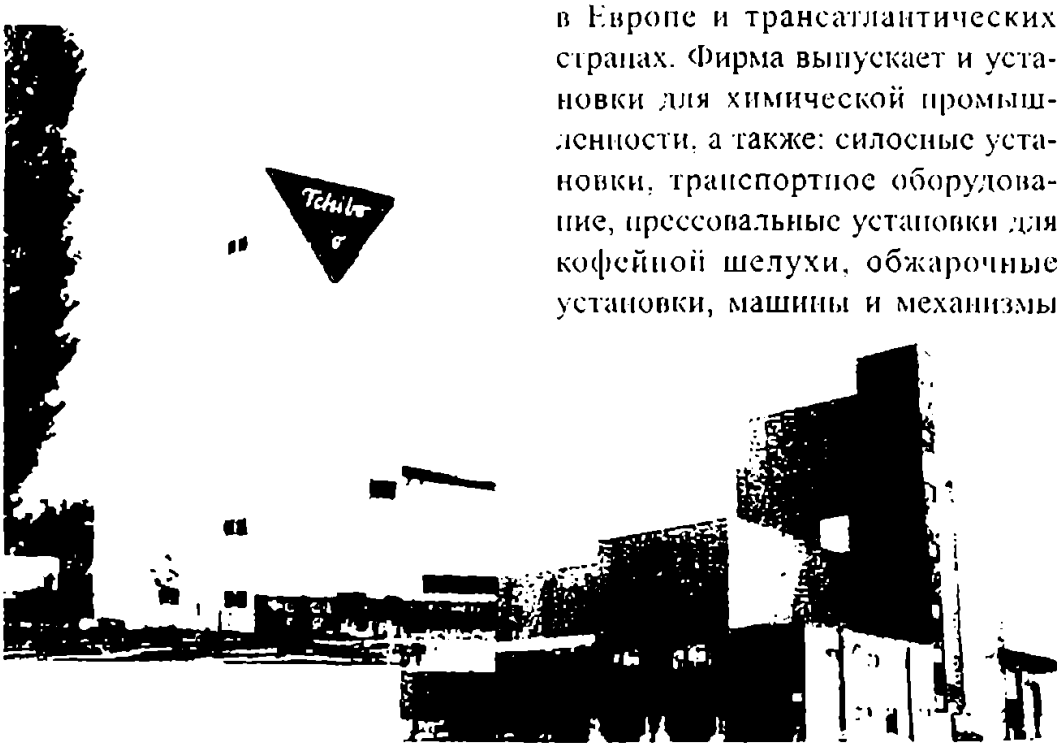
Программа поставок дочерней фирмы «Шуле Мюленбау» охватывает машины и установки для переработки зерновых культур, особенно риса. Во всем мире работает более 5000 машин для обработки овса и риса.



Падди-машина ТНЗ завоевала международное признание

Шелушитель с резиновыми валками

NEUHAUS NEOTEC



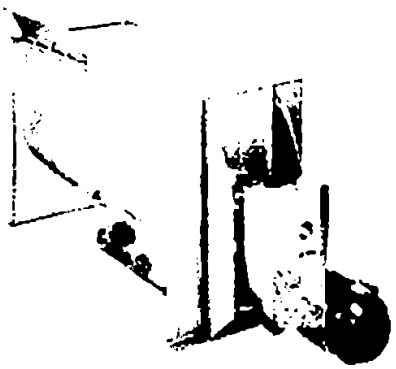
Дочерняя фирма «Нойхаус Неотек» поставляет машины, установки и заводы «под ключ» для пищевой промышленности, преимущественно для обработки и переработки кофе, какао и орехов. Благодаря разработке технологий и машин, фирма «Нойхаус Неотек» стала в этой области ведущим изготовителем в мире. Широкий спектр услуг предоставляется представительствами этой фирмы в Европе и трансатлантических странах. Фирма выпускает и установки для химической промышленности, а также: силосные установки, транспортное оборудование, прессовальные установки для кофейной шелухи, обжарочные установки, машины и механизмы для опорожнения мешков, смесители для сырого и обжаренного кофе, очистительное оборудование, в том числе камнеотборники, фильтровальные установки, размольные установки для кофе и химической промышленности, системы управления производственным процессом и системы обработки данных.

Размольная установка для кофе WMK

Обжарочная установка RFB для обжарки кофе во вращающемся вихревом слое

WACHTEL

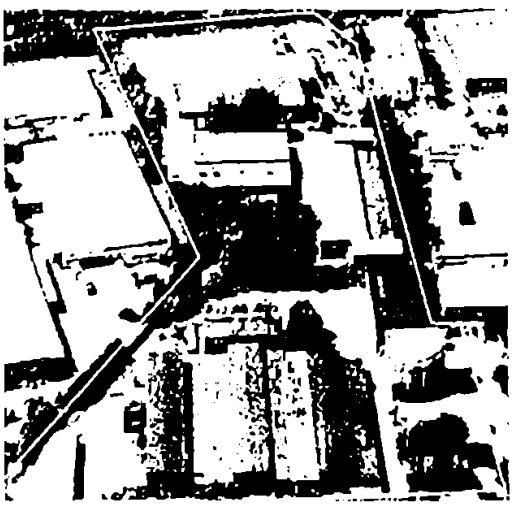
Дочерняя фирма «Бертольд Вахтел» проектирует, выпускает и поставляет машины и установки для разнообразных областей применения, например, для переработки пряностей, чая, зерновых культур, растительного, лекарственного и фармацевтического сырья. Фильтры самотечные и аспирационные трубопроводы, а также восстановление бывших в употреблении машин дополняют эту программу. «Бертольд Вахтел» выпускает машины для очистки, измельчения, просеиватели, ситовейки, механические и пневматические транспортеры, дозировочные установки, смесители.



Смесительные и просеивающие установки для пищевых стабилизаторов

KAHL

Головной фирмой группы является «Амандус Каль», которая существует около 130 лет, используя имя первого владельца фирмы, хотя во главе этой группы сегодня стоят братья Иоахим и Ян Берманы. Ян отвечает за финансы и дочерние предприятия, а И. Берман – за производство и сбыт. «Амандус Каль» – частное, типичное среднее немецкое предприятие с числом работающих 450 человек.



Головное предприятие в г. Райнбеке

«Амандус Каль» проектирует, разрабатывает и изготавливает машины, установки и производственные предприятия «под ключ» – для первичной обработки, кондиционирования и гранулированая самых различных продуктов для многих промышленных отраслей.

Прессы с плоскими матрицами и экспандер с кольцевым зазором

являются самыми успешными продуктами фирмы «Амандус Каль». К сервисным услугам относятся техникум для тестирования продуктов, всеобъемлющая сеть инженеров, а также филиалов и фирм по сбыту.

ПРОГРАММА ПОСТАВОК ВКЛЮЧАЕТ:

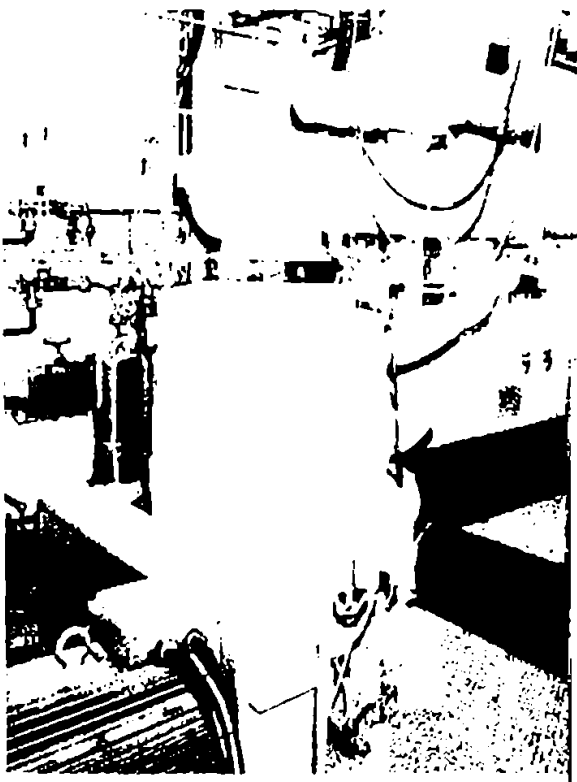
Технологию производства комбикормов, инжиниринг, отдельные машины и установки, комплексные комбикормовые заводы «под ключ», а также сервисные службы.

Установки

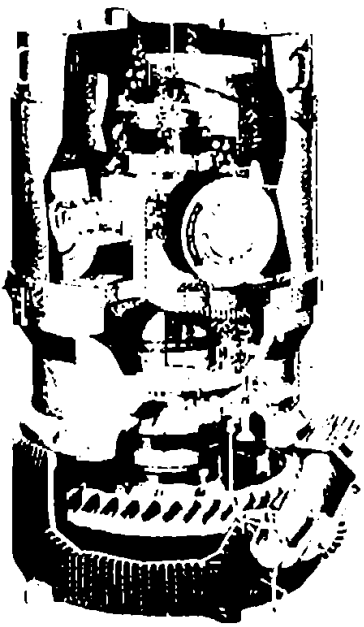
Комплексные комбикормовые заводы и установки «под ключ» для изготовления: комбикормов, кормов для рыб и креветок, кормов для домашних животных, премиксов/концентратов, объемистого сухого фуража, нетрадиционного комбикорма (соломы), зеленого корма, сушеного жома из сахарной свеклы.

Машины

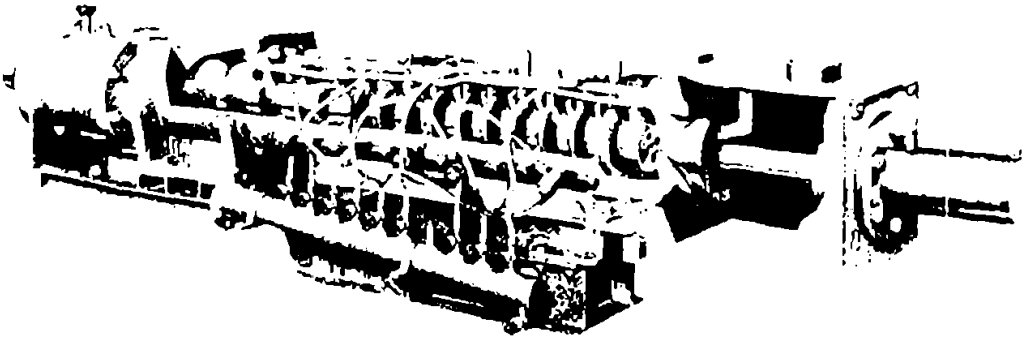
Дозировочные и взвешивающие установки, смесители, молотковые дробилки, дозировочные установки для жидкости, поточные смесители, кон-



Пресс-гранулятор с дозатором и смесителем



Пресс-гранулятор с плоской матрицей



Экспандер

Выход продукта из экспандера

Кольцевой зазор с гидравлическим конусом

диционеры, гидротермические реакторы, стерилизаторы, экспандеры с кольцевым зазором, экструдеры, прессы-грануляторы, сушилки/охладители, вальцовые измельчители, Ротоспрей, установки контрольного и процессуального визуализирования и известные во всем мире сервисные службы.

Представительства фирмы охватывают более 120 стран мира.

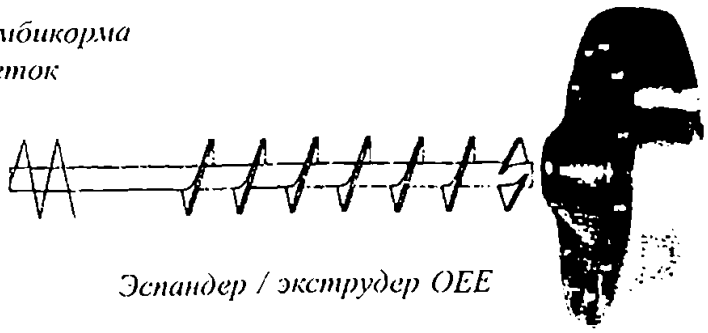
Особо следует отметить ту роль, которую отводит группа «Каль» науке, научно-исследовательским разработкам. 11 лет президентом Международного института комбикормовой инженерии в г. Брауншвейге является совладелец фирмы И. Берман. 120 сотрудников Института 38 лет занимаются только комбикормами, давая технологическую оценку оборудования мировых и европейских членов Международной ассоциации комбикормовой промышленности. Большое внимание фирма уделяет исследованиям оборудования – экспандеров, Ротоспрей, сушилок и т.п. не только в Брауншвейге, но и в многочисленных университетах и институтах, например, таких как «Фортек» в Норвегии. Благодаря этому фирме удалось сделать рывок.

Экструзия – комбикорма для рыб и креветок

Подробно технологию экспандирования, ее особенности мы рассмотрим в следующем разделе.

Сегодня фирма успешно реализует свою продукцию на комбикормовых и крупяных заводах России.

Линии экспандирования и гранулирования зарекомендовали себя на Магнитогорском, Челябинском, Раменском, Набережно-Челнинском, Белгородском комбинатах хлебопродуктов, Лузинском, Краснокамском, Волосовском, Новгородском комбикормовых заводах, в комбикормовых цехах птицефабрики «Тюменский бройлер» и других.



Эспандер / экструдер OEE

Экструзия – комбикорма для домашних животных

Большое внимание фирма уделяет охране окружающей среды, утилизации холодильников и радиоактивных отходов, переработке старого хлеба и кексов в экспандере.

Более 500 экспандеров в 40 стран мира поставлено фирмой «Амандус Каль», начиная с 1989 года.

Поставлены комбикормовые заводы в гг. Буинск (Татария) и Астрахань (фирма «БИОС»). Фирма «Амандус Каль» принимает участие в международных конференциях, проводимых Международной промышленной академией, и в ежегодных специализированных выставках «Зерно- Комбикорма», а также в постоянно действующих учебных семинарах руководящих работников и специалистов комбикормовых, птицеперерабатывающих и других предприятий АПК России.

Глава

6

ЭКСПАНДИРОВАНИЕ КОМБИКОРМОВ

§ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЭКСПАНДИРОВАНИЯ

Как мы уже отмечали, рассыпные комбикорма имеют целый ряд недостатков: самосортирование (расслоение) смеси во время транспортировки и хранения; выборочное потребление комбикорма животными, особенно птицей, зависимость безопасности и гигиенических требований комбикорма от составляющих его компонентов, низкая эффективность использования комбикормов.

Все эти недостатки до недавнего времени решались в основном за счет гранулирования комбикормов при максимальной температуре 70..80 °С. Для обеспечения безопасности комбикормов такой температурный режим недостаточен. Кроме того, при гранулировании невозможен ввод жира как энергетического компонента в количествах, превышающих 2 %. Нанесение дополнительного количества жира на готовые гранулы может привести к окислению при их хранении.

Устранить эти недостатки и обеспечить стабильную производительность пресса-гранулятора с улучшением качества гранул удалось с помощью процесса экспандирования и экспандеров, выпускаемых фирмой «Амандус Каль» для комбикормовых предприятий. На рис. 42 представлен типовой экспандер.

Как видно из рисунка, экспандер представляет собой одновальную машину. Подобно экструдеру экспандер состоит из толстостенной смесительной трубы (трубчатого корпуса), разделенного на сегменты. Рабочим органом экспандера является лопастной вал,

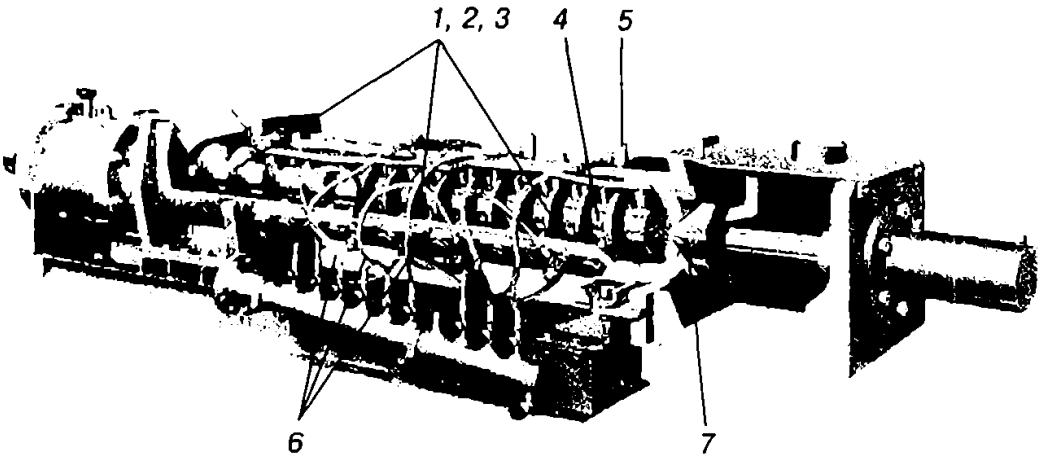


Рис. 42. Типовой экспандер:
1, 2, 3 – сегменты; *4* – лопастной вал; *5* – стопорные болты; *6* – паровые форсунки; *7* – конус, образующий регулируемую кольцевую щель

который одновременно выполняет смесительную функцию. В корпусе расположены стопорные болты и паровые форсунки.

В отличие от экструдера на выходе из экспандера установлена не матрица, а конус, образующий по отношению к корпусу экспандера регулируемую кольцевую щель. За счет конуса внутри экспандера создается давление благодаря сопротивлению продвигаемого по трубчатому корпусу продукта. В зависимости от желаемой структуры продукта давление может меняться. Это связано с тем, что во время работы экспандера силы сопротивления, которое оказывает продукт при продвижении, могут постоянно меняться. Меняются также температура и расход электроэнергии. Эти изменения регулируются одновременно с работой экспандера в автоматическом режиме.

Нормальная рабочая температура при обработке комбикормов для птиц и свиней находится в диапазоне от 105 до 110 °С. Можно достичь давления до 4000 МПа и температуры до 130 °С, но всего лишь на очень короткий период, так как общая продолжительность прохождения продукта через экспандер составляет не более 6 с.

На выходе из экспандера продукт мгновенно теряет нагрузку, а добавленная жидкость в значительной степени испаряется. Происходит молниеносное испарение, поэтому последующей сушки готового продукта (экспанданта) в основном не требуется. За счет испарения жидкости температура падает до 90 °С. В зависимости от рецептуры, температуры продукта и давления готовый продукт может иметь структуру теста, толстых хлопьев или комков.

Размер частиц готового продукта можно менять с помощью обрезного устройства (ножа), расположенного непосредственно на выходе за кольцевой щелью.

Экспандер приводится в действие непосредственно от редукторного двигателя или через клиноременную передачу. Расход энергии составляет 5...10 кВт·ч при производстве кормов для птицы и свиней и 15 кВт·ч – для крупного рогатого скота.

Экспандированым структурированным комбикормом называют такой комбикорм, который проходит гидротермическую обработку в экспандере и может непосредственно скармливаться в виде крупки без гранулирования. Экспандант свободен от патогенных микроорганизмов, хорошо растворяется в воде и очень хорошо вытекает из силосов и отсеков кормохранилищ и автоматических кормушек.

Такие параметры обработки, как влажность, температура, давление и расход энергии воздействуют в экспандере на зоотехнические и физические характеристики корма, а установленные затем устройства для измельчения – такие, как структуратор или вальцовый станок, обеспечивают требуемую структуру и размеры частиц комбикорма.

Экспандированным структурированным кормом может быть монокомпонент, любая зерновая культура, концентрат с высоким содержанием обменной энергии, белковый концентрат или готовый к употреблению комбикорм.

Экспандированный структурированный корм заменяет следующие традиционные кормовые структуры:

– обычный рассыпной комбикорм, отрицательными сторонами которого являются плохая сыпучесть, пылеобразование и низкое усвоение корма;

– гранулированный комбикорм, если в процессе скармливания нет необходимости в гранулах устойчивой формы, а применение рассыпного комбикорма нежелательно;

– крошку или крупку, приготовляемые путем измельчения гранул в валковом измельчителе.

Экспандер также хорош в целях превращения монокомпонентов в смесь устойчивой формы. Экспандированные монокомпоненты могут быть использованы в качестве наполнителей микрокомпонентов, например, в кормах с добавлением медикаментов, органических кислот или диетических кормов.

Монокомпоненты с большим содержанием клетчатки – такие, как отруби и шрот, можно экспандировать целенаправленно или использовать в качестве компонента в готовом корме. Это обусловлено необходимостью переработки корма в удобную для усвоения форму, концентрации объема, уменьшения количества микроорганизмов, сокращения факторов, снижающих питательную ценность комбикормов.

Экспандированный комбикорм можно скармливать поросятам и свиньям (в сухом и полужидком виде); курам-несушкам при выращивании и получении товарных яиц; откормочному птицепоголовью, особенно в первые недели жизни; молочным и откормочным животным, преимущественно при подмешивании к общему корму вместе с грубыми кормами и силосом в смесителе или при изготовлении монокомпонентов с модифицированным крахмалом из сорго, кукурузы, ячменя или пшеницы.

Экспандированный структурированный комбикорм в виде крупки оптимален для животных, поскольку крупка в отличие от гранул не настолько тверда, поэтому не травмирует пищевод и желудок, например, у свиней; крупнозерниста, не образует пыли и тем самым не вызывает налипания на органы пищеварения и дыхания; в отличие от рассыпного или гранулированного комбикорма легко растворяется в воде, сохраняет стабильность и устойчивость при транспортировке, что важно при скармливании свиньям в полужидком виде; имеет большую поверхность частиц и пористую структуру, что обеспечивает более легкое проникновение желудочного сока и собственных ферментов животных в экспандант.

Основная задача экспандирования – получить однородную продукцию с узким диапазоном крупности. Это означает, что в пределах определенного диапазона крупности должно находиться наибольшее количество экспандированных частиц.

§ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ЭКСПАНДИРОВАНИЯ

Процесс производства экспандированных структурированных комбикормов с использованием прессов-грануляторов, в том числе действующих линий гранулирования, является наиболее распространенным.

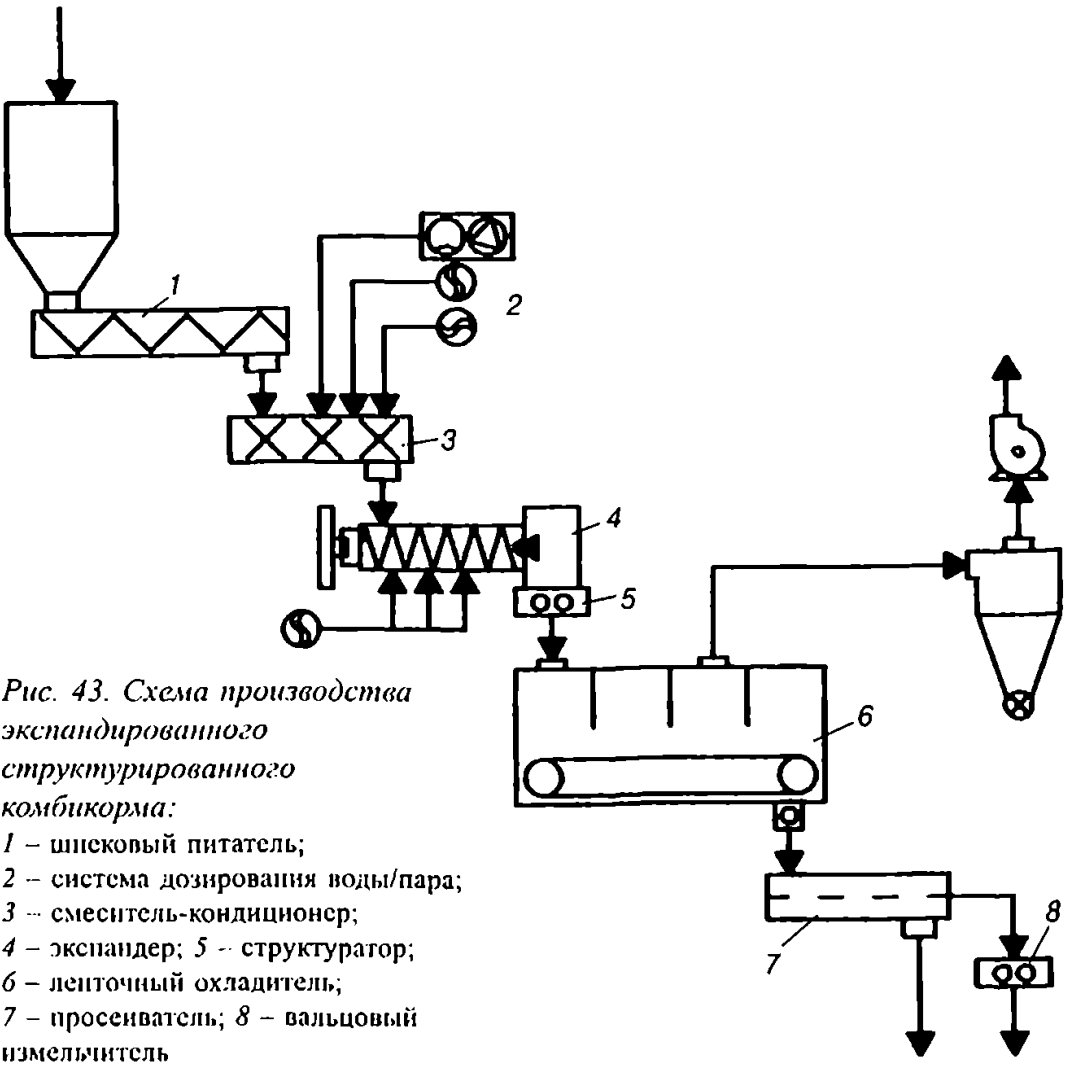


Рис. 43. Схема производства экспандированного структурированного комбикорма:
1 – шнековый питатель;
2 – система дозирования воды/пара;
3 – смеситель-кондиционер;
4 – экспандер; *5* – структуратор;
6 – ленточный охладитель;
7 – просеиватель; *8* – вальцовый измельчитель

На рис. 43 дана принципиальная технологическая схема экспандирования. Рассыпной комбикорм из расходного бункера через дозирующий шнек-питатель поступает в кондиционер-смеситель. Он используется для предварительного кондиционирования паром, водой, для добавки жидких компонентов (мелассы, жира, растительного масла и т. п.). Длительность кондиционирования в зависимости от заданных размеров частиц готовой продукции, температуры и влажности составляет от 0,5 до 2 мин.

После кондиционирования продукт поступает в экспандер, где под давлением происходит гидротермическая обработка.

Технологическая схема с указанием параметров процесса представлена на рис. 44. Эти параметры используются практи-

чески чаще всего, в том числе и на предприятиях, где установлены экспандеры фирмы «Амандус Каль».

Из экспандера продукт поступает в валковый структуратор-измельчитель с набором сит. В процессе работы они могут заменяться. От размера отверстий в сите зависит размер готового экс-

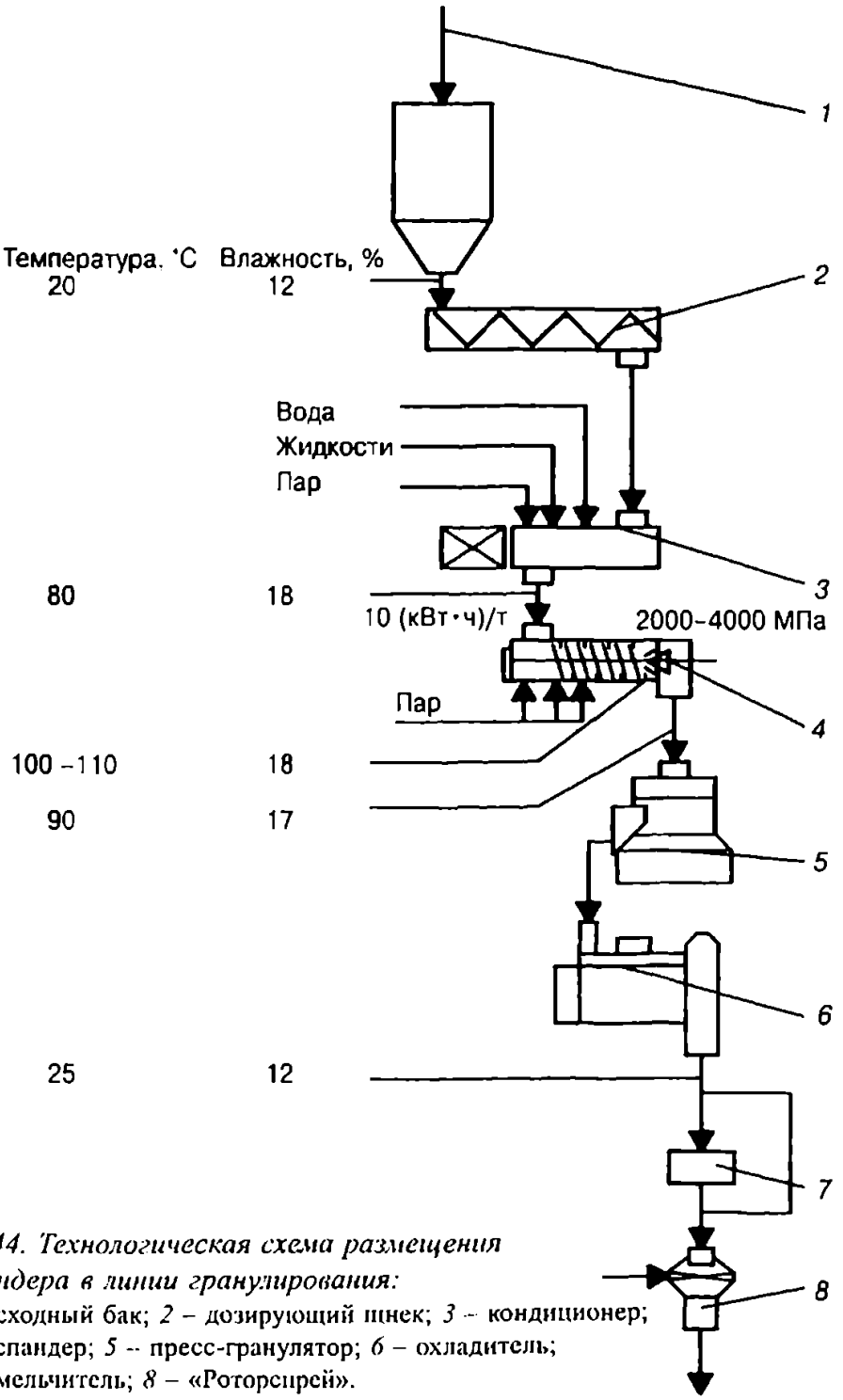


Рис. 44. Технологическая схема размещения экспандера в линии гранулирования:
1 – расходный бак; *2* – дозирующий шнек; *3* – кондиционер; *4* – экспандер; *5* – пресс-гранулятор; *6* – охладитель; *7* – измельчитель; *8* – «Роторспрей».

панданта. Такой продукт хорошо охлаждается, не крошится и не создает трудностей при транспортировании.

При установке экспандеров в линию гранулирования (рис. 44) структуратор не используется, так как структура экспанданта задается прессом-гранулятором. Во всех случаях рассыпной экспандант, гранулированный или крупка, поступают на охлаждение.

Для охлаждения применяется модифицированный для данного вида продукции ленточный охладитель. Модификация вызвана тем, что удельная поверхность экспанданта намного больше поверхности гранулированного комбикорма. Для такого комбикорма требуются другие параметры охлаждения. Например, поверхность гранул диаметром 4,7 мм составляет 450 $м^2/м^3$, поверхность экспанданта с частицами диаметром до 3 мм – 3250 $м^2/м^3$.

Удаление тепла и влаги велико в первой трети охладителя, так что для предотвращения образования конденсата в охладителе и в системе отвода отработанного воздуха необходимо применять специальные меры. Для равномерного охлаждения слоя и предотвращения образования каналов в слое материала (в отличие от охлаждения гранул) толщина слоя экспанданта уменьшается и продолжительность прохождения сокращается. Модифицированный ленточный охладитель подходит для охлаждения как экспанданта, так и гранул.

Конечная структура продукта определяется просеивающей машиной и устройством для приготовления крупок. На просеивающей машине при правильном выборе необходимого размера ячеек просеиваются все частицы, размеры которых менее определенной максимальной величины. В отсеивании и возврате мельчайших частиц экспанданта нет необходимости, поскольку и частицы меньших размеров также структурированы, существуют не в форме мучнистых частиц, а в виде крупки. Сход с сита подается на валковый измельчитель, где он измельчается до требуемой величины. В этих целях можно использовать и мельничный вальцовый станок с измененной нарезкой валков или валковый измельчитель, используемый для измельчения гранул. Благодаря предварительному просеиванию нагрузка на вальцовый станок составляет всего 40 – 60 % производительности экспандера.

Физические и технологические свойства продукции – такие, как насыпной вес, структура зерна, сыпучесть, растворимость в

воде, влияют на интенсивность термообработки и размеры частиц экспанданта. Экспандирование приводит к уменьшению насыпного веса по сравнению с рассыпным гранулированным комбикормом. Рассыпной комбикорм для свиней имеет насыпной вес 600 кг/м^3, в виде структурированного экспанданта – 500 кг/м^3, а в виде гранул – 650 кг/м^3.

§ 3. ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОДУКТА ПРИ ЭКСПАНДИРОВАНИИ

Декстринизация крахмала и другие физические изменения. Под воздействием тепла, влаги, условий сдвига и давления в зерне пшеницы происходит декстринизация крахмала и структура стенок клетки компонента разрушается. Степень декстринизации крахмала при 100 °С составляет от 30 до 40 %, при 120 °С – от 55 до 60 %. После экспандирования при 140°С крахмал имеет высокую степень модификации с 90 % декстринизации (рис. 45). Но такая степень модификации (рис. 46) в кормовых смесях не требуется.

Из-за перепада давления на выходе из экспандера зерно взрывается и становится более доступным для действия пищевари-

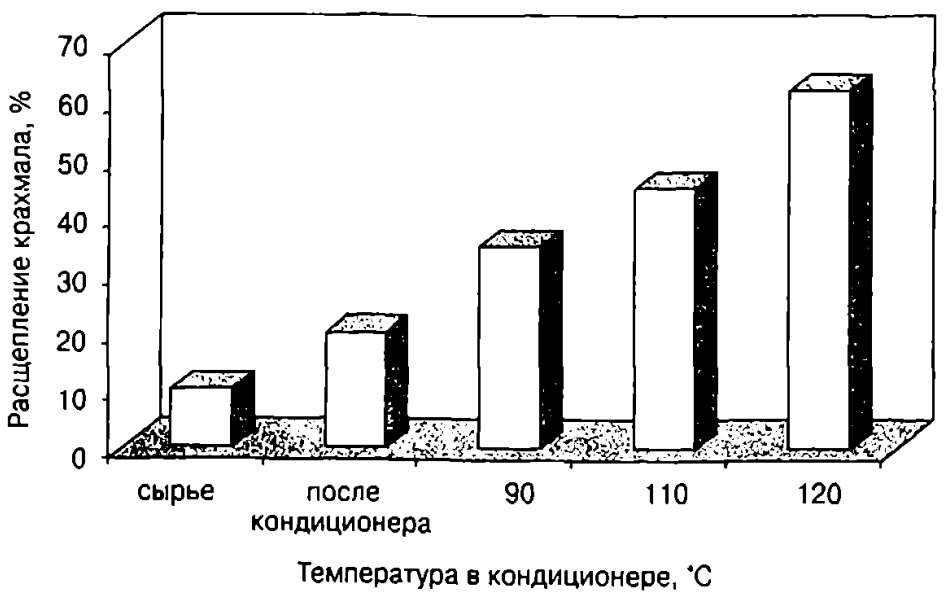


Рис. 45. Расщепление крахмала пшеницы

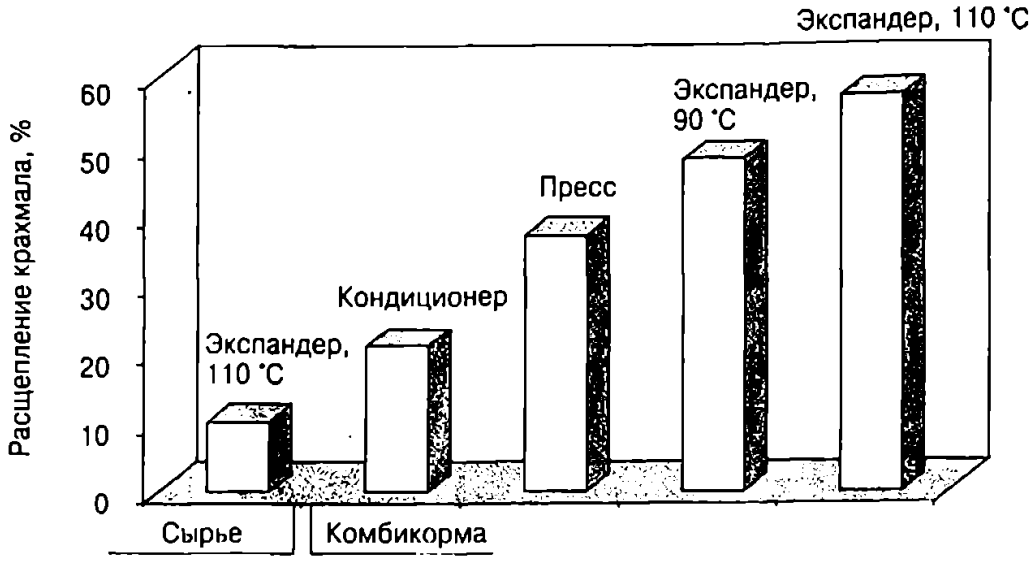


Рис. 46. Расщепление крахмала в стартовых кормах для поросят

тельных соков и ферментов животного. Рабочий диапазон температуры при обработке комбикормов для бройлеров составляет от 100 до 110 °С.

Улучшение качества гранул. При декстринизации крахмала образуется агломерат, который физически может связывать добавляемые жир, мелассу, другие жидкие компоненты; он способствует улучшению качества гранул, влияющего на конверсию корма и на привесы.

Качество гранул, несмотря на высокий процент ввода жира перед прессованием, лучше, чем у гранул, изготовленных традиционным методом без экспандирования, что особенно важно, так как при распределении гранул в помещении для содержания бройлеров меньше пыли.

Гигиена корма. Короткое, но интенсивное воздействие тепла, влаги и высокого давления во время экспандирования эффективно для уничтожения сальмонелл и других патогенных бактерий, грибков и плесени. Принцип обеззараживания основывается не только на тепловой обработке, но и на динамическом воздействии во время прохождения продукта через рабочую зону экспандера.

Результаты гигиенической обработки комбикормов в экспандере с кольцевым зазором фирмы «Амандус Каль» приведены в табл. 16. Для исследований брали пробу кормов 25 г.

Таблица 16

Гигиеническая обработка в экспандере (количество микроорганизмов в 1 г)

Показатели обсемененности	Комбикорма для свиней		Комбикорма для птицы	
	сырье (рассыпной комбикорм) 24 °С	после экспандирования при 120 °С	сырье (рассыпной комбикорм) 27 °С	после экспандирования при 125 °С
Общая обсемененность	67000000	330000	830000	39000
Колибактерии	100000	0	1000	0
Е-колибактерии	1000	0	Не исследовалось	
Плесневые грибки	300	0	1400	0
Сальмонеллы	Не обнаружены		Обнаружены	Отсутствуют

0 – менее 10 микроорганизмов/грамм

Установка экспандеров на комбикормовых заводах России (в гг. Лузино, Магнитогорск, Челябинск, Краснокамск и др.) наряду с существенным улучшением качества готовой продукции, обеспечением безопасности и чистоты комбикорма выявила ряд трудностей. Это, в первую очередь, относится к использованию в рецептурах комбикормов в стартерных комбикормах для поросят-отъемышей сухого молока, молочной сыворотки, а также сахарного песка. Воздействие высокой температуры при экспандировании комбикормов с вышеизложенным составом может привести к карамелизации, т. е. к реакции углеводов с протеином. При этом повреждаются протеин и аминокислоты, что сказывается отрицательно на усвояемости протеинов или аминокислот. При этом часть аминокислот (например лизин) теряется.

Важным условием при производстве экспандированных комбикормов, содержащих сухое молоко, является следующее: по возможности избегать высоких температур. При использовании сухого молока и обезжиренного сухого молока в стартерных комбикормах для поросят необходимо работать с более низкими температурами в экспандере и всегда стремиться к повышенной влажности продукта в экспандере (W = 17 – 18 %). При этом не менее важным является расход электроэнергии. Это относится как к экспандеру, так и к прессу-гранулятору. И в том и другом

случаях, как видно из табл. 17 и 18, расход электроэнергии увеличивается на 5 – 10 (кВт·ч)/т.

По этой причине должно происходить расщепление крахмала корма или крахмалсодержащих компонентов. Это при указанных в табл. 17 и 18 параметрах обработки возможно с определенными ограничениями. По этой причине необходимо часть зерновых компонентов обрабатывать отдельно при более высокой темпе-

Таблица 17

Параметры обработки: экспандированного стартерного комбикорма для поросят с сухим молочным порошком

Содержание: сухое молоко, сухая молочная сыворотка	Температура обработки, °С		Расход электроэнергии, (кВт·ч)/т (экспандер)
	в кондиционере	в экспандере	
Высокое 20 %	60	80	10
Среднее 10 %	60	80	10
Низкое 5 %	65	85	10

Таблица 18

Параметры обработки экспандированного стартерного комбикорма для поросят с сухим молочным порошком (гранулы)

Содержание: сухое молоко, сухая молочная сыворотка	Температура обработки, °С		Расход электроэнергии, (кВт·ч)/т	
	в кондиционере	в экспандере	экспандер	пресс-гранулятор
Высокое 20 %	55	70	7,5	5
Среднее 10 %	55	70	7,5	5
Низкое 5 %	60	75	7,5	5

ратуре обработки с более высоким расходом энергии, чтобы получить более высокий процент расщепления крахмала. При этом 20 % рецептуры должно состоять из зерна без предварительной обработки, чтобы стимулировать активность ферментов в пищеварительном тракте и чтобы получить необходимые связывающие силы для образования гранул или крупки. Часть же содержащегося в рецептуре зерна, как уже отмечалось, необходимо отдельно обрабатывать в экспандере при более высокой температуре.

С учетом данных табл. 18 и при 60 %-ном содержании зерновой части в смеси это означает:

- при содержании в смеси 10–20 % сухого молока приблизительно 60 % зерновой части необходимо обрабатывать отдельно. Расщепление крахмала зерна как отдельного компонента осуществляется со следующими параметрами: температура кондиционирования 90–95 °С, влажность кондиционирования 18 %;
- при 5 %-ном содержании в смеси сухого молока смесь экспандируется целиком.

Процесс экспандирования влияет на сохранность биологически активных веществ, вводимых в комбикорма с премиксом или как монокомпоненты. Это относится в первую очередь к витаминному комплексу. Остаточная активность витаминов в экспандированном комбикорме приведена ниже.

Витамин	Остаточная активность, %
A	85 – 90
B_1	93 – 98
B_2	98 – 100
B_6	90 – 100
B_{12}	100
C	50 – 70
D_3	80 – 90
E	80 – 95
Биотин	80 – 95
E	95 – 98
Каротиноид	> 85
Фолиевая кислота	98 – 100
Ca-D-пантотенаты	100
Холинхлорид	94 – 100
K_3 и аналог	60 – 85

Стабильность аминокислот в процессе экспандирования в комбикормах для откорма свиней приведена в табл. 19.

На диаграмме (рис. 47) приведены показатели стабильности витаминов и аминокислот в экспандированном комбикорме после процесса экспандирования и после хранения в течение 3 мес.

Описанные в этой главе технологические схемы и параметры экспандирования с анализом качественных показателей, в том числе с определением стабильности биологически активных компонентов, убедительно доказывают высокую эффективность тех-

Таблица 19

Сравнительное содержание аминокислот до и после экспандирования

Аминокислоты	Содержание в необработанных комбикормах, %	Содержание в экспандированных комбикормах (в %) при обработке, °С:	
		120	130
Лизин	0,84	0,83	0,78
Треонин	0,61	0,59	0,57
Метионин	0,55	0,56	0,54

нологии кондиционирования (гидротермической обработки) в экспандере.

Благодаря новому методу обработки рассыпных комбикормов получается новая структура продукции, в которой сохраняется структура сырых компонентов, что обеспечивает сохранность естественного запаха исходных продуктов в смесях экспанданта. Кроме того, такие питательные вещества, как аминокислоты и крахмал, лучше усваиваются животными.

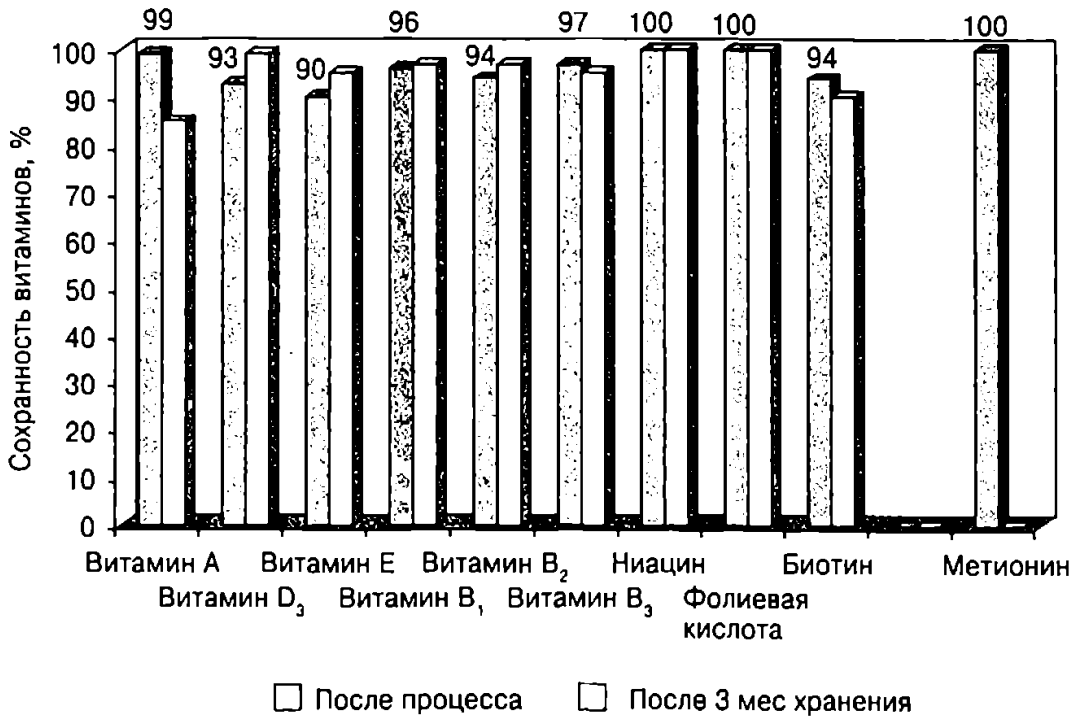


Рис. 47. Показатели стабильности витаминов и аминокислот в экспандированном комбикорме

Более 500 экспандеров фирмы «Амандус Каль» установлено в 40 странах мира. В Финляндии на экспандерах производят 80 % комбикормов, которые способны давать безопасный продукт животноводства, в связи с чем 80 % мяса экспортируется в Японию, где придается большое значение гигиене. Крупная немецкая фирма «Дойка» приобрела 4 линии экспандирования, на которых выпускается 500 тыс. т в год комбикормов для свиней.

До создания технологии экспандирования ни одна из фирм, выпускающих оборудование для комбикормовой промышленности, не уделяла внимание гигиене.

Экономическая эффективность использования экспанданта:

- улучшение энергетического баланса дает возможность при производстве комбикорма снизить расходы на приобретение сырьевых компонентов; в зависимости от ситуации на рынке можно сэкономить на тонне комбикормов от 16 до 35 тыс. руб.;
- лучшая реализация за счет улучшения качества и безопасности.

В настоящее время потери комбикормов (распыл, самосортирование и др.) составляют 10–15 %. По экспертным оценкам специалистов, экспандирование позволит сократить потери на 6–7 %, что равнозначно производству дополнительно до 12–14 тыс. т продукции в год.

§ 4. ОСОБЕННОСТИ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ БОБОВЫХ КОМПОНЕНТОВ КОМБИКОРМОВ

Задача комбикормовой промышленности заключается в том, чтобы применяемые в технологии различные способы обработки отдельных компонентов и готовых комбикормов улучшали их качество.

С учетом требований к энергетическим показателям комбикормов все чаще стали использовать нетрадиционные виды сырья с высоким энергопротеиновым содержанием и доступными ценами.

Некоторые компоненты, несмотря на высокую питательность, иногда содержат токсические вещества, из-за которых их либо нельзя использовать совсем, либо необходимо ограничить их

ввод в комбикорма или отдельные рационы. Это относится в первую очередь к бобовым – таким, как соя, горох, люпин, бобы.

Выработка качественных легкоусвояемых комбикормов требует если не полного, то значительного снижения токсичных веществ, из-за которых необработанные бобовые не могут использоваться в кормлении животных и в производстве комбикормов. Перед тем, как эти компоненты будут вводиться в комбикорма, они должны подвергаться механической, термической и гидротермической обработкам.

Что это за вещества, о которых так много говорят, и которые сдерживают использование высокопротеиновых, энергетических компонентов, какими являются бобовые, и в первую очередь – соя?

Эти вещества называют антипитательными, токсичными, или ингибиторами. Они имеют различную химическую природу, подавляют активность отдельных ферментов или ферментных групп. Ингибиторы влияют на усвоение протеина, замедляют процесс его расщепления на аминокислоты, особенно на незаменимые (такие, как лизин, метионин, цистин и другие). Поэтому ингибиторы (антипитательные вещества) называют также «вредными» веществами.

Рассмотрим некоторые ингибиторы бобовых культур, которые используются в рационе животных и в производстве комбикормов.

Трипсин – фермент, вырабатываемый поджелудочной железой животного. Он играет важную роль в расщеплении протеина. Трипсиновые замедлители (ингибиторы) белковой природы действуют на те ферменты, которые расщепляют протеин, т. е. замедляют действие фермента трипсина. Таким образом, трипсиновый ингибитор отрицательно влияет на выработку белка, необходимого для физического развития сельскохозяйственной птицы, свиней и других животных.

Уреаза, как и трипсин, содержится в семенах соевых бобов. Уреаза –ингибитор, который хорошо известен всем потребителям и производителям комбикормов. Это связано с тем, что аналитически определить уреазу проще, чем трипсин. Аналитическое определение трипсина дорогостоящее, требует много времени. Поэтому, как правило, на комбикормовых заводах при поступлении сои или других бобовых культур, или продуктов их переработки определяется активность уреазы.

В связи с этим перед комбикормовой промышленностью стоит задача найти способ обработки, который сможет снизить активность ингибиторов и повысить энергетическую ценность компонентов и в целом готовой смеси. К самым эффективным способам обработки относят гидротермическую, которая включает несколько методов, или технологических приемов. Опыты были проведены в Институте физиологии животных в г. Гетинген (Германия) по определению влияния различных видов тепловой обработки с применением измельчения, кондиционирования и механического воздействия на экспандерах или экструдерах. Технологические схемы обработки соевых бобов представлены на рис. 48.

Каждый технологический прием включает измельчение на молотковых дробилках или валковых измельчителях, обработку паром в смесителях-кондиционерах. Как показано на рис. 48 (вариант 1), после смесителя-кондиционера установлен гидротермический реактор, в котором, бобы обрабатываются паром в течение 40 мин при температуре 100 °С и расходе пара 60 кг на 1 т. Второй и третий способы отличаются методами измельчения при равных способах термической обработки (установке 10-минутного кондиционера с температурой 100 °С и расходом пара 60 кг на 1 т бобов); во втором случае установлен валковый измельчитель, а в третьем – молотковая дробилка. В четвертом и пятом вариантах технологии обработки бобов используется только кратковременное кондиционирование в смесителе-кондиционере.

При этом в пятом варианте используется экспандер с гибкой вставкой, которая способствует более интенсивной обработке продукта паром.

При исследовании привесов у бройлеров наиболее эффективным оказался первый вариант обработки с использованием валкового измельчителя и гидротермического реактора. Второй способ с использованием 10-минутного кондиционирования и экспандирования дал лучшие результаты по конверсии, содержанию в корме энергии, протеина и приблизился к первому по показателям привесов.

Самым важным показателем при обработке соевых бобов является активность уреазы, которая показывает, состоялась ли достаточная инактивация ингибитора трипсина, которая должна быть ниже 0,2. Этот показатель также получен при обработке в экспандере с более длительным кондиционированием.

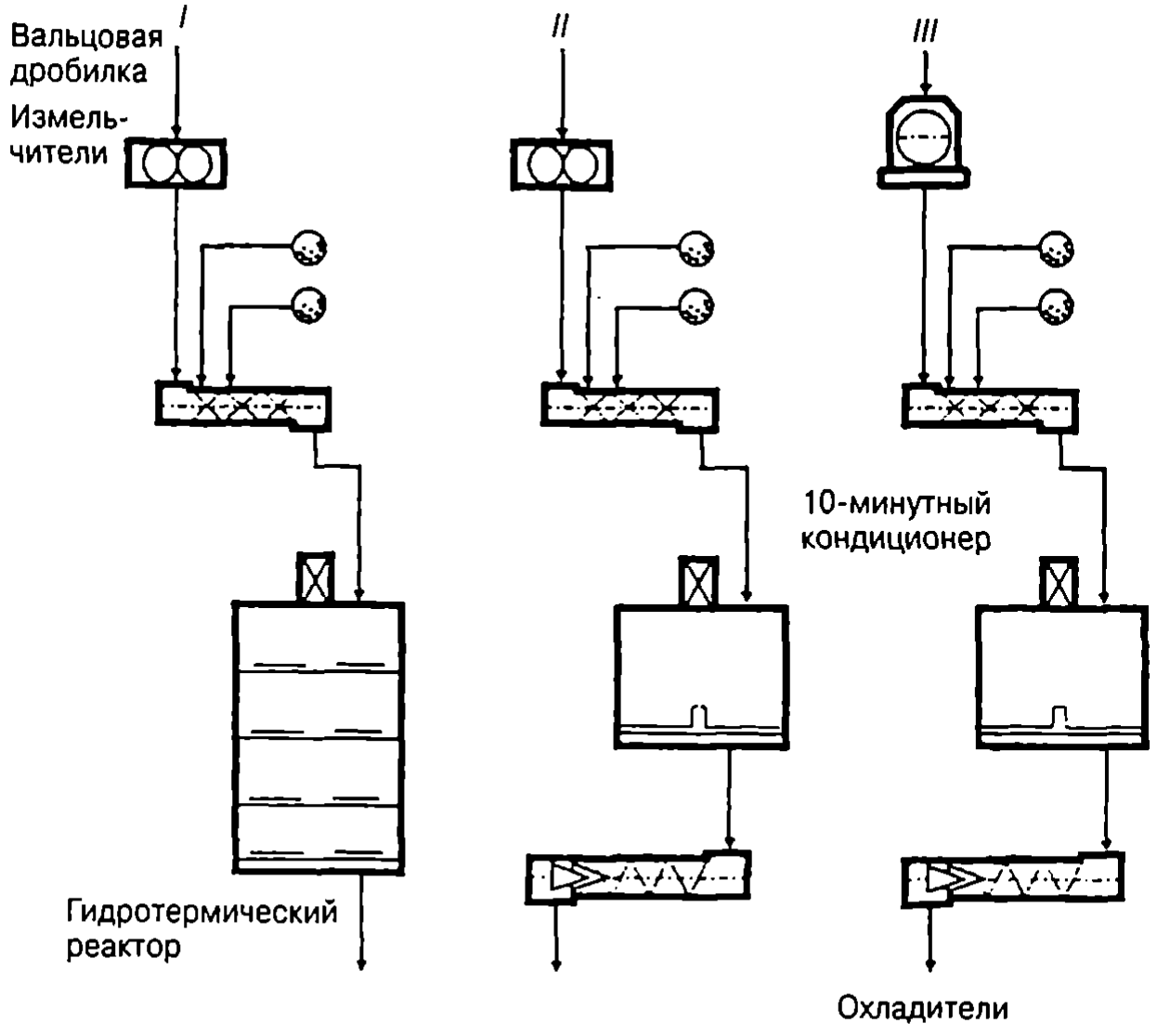
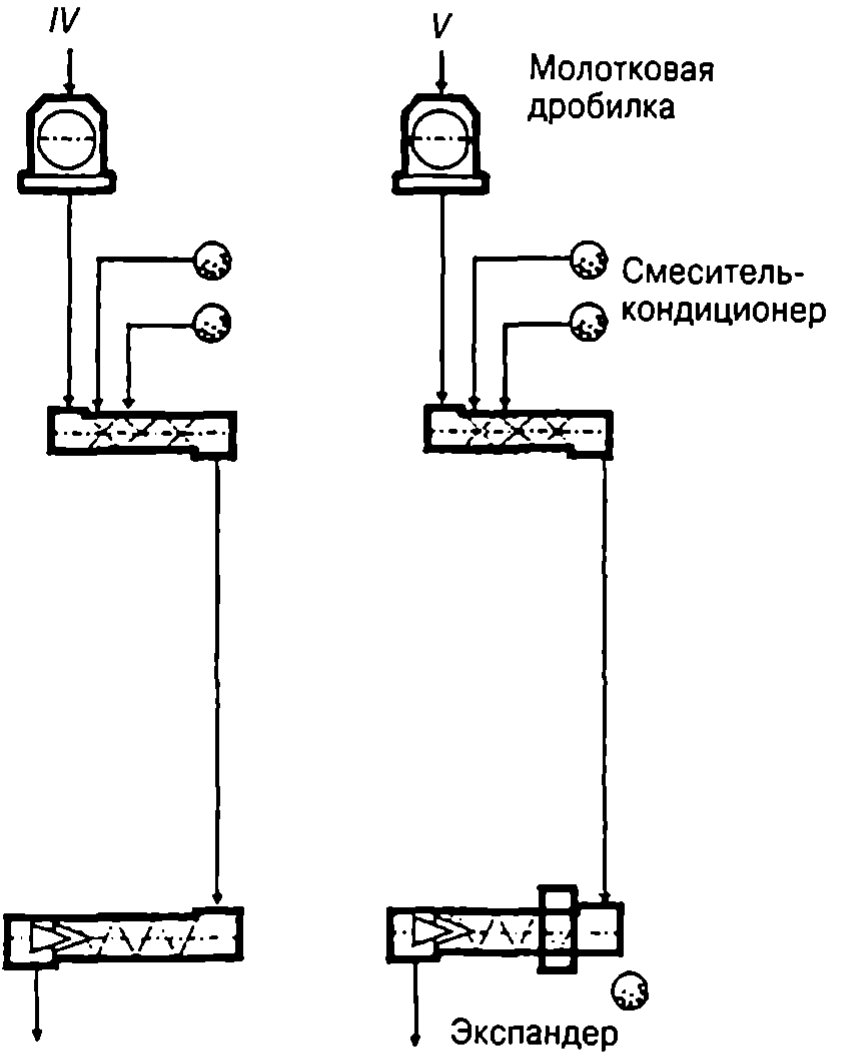


Рис. 48. Различные методы обработки соевых бобов


IV
V
Молотковая дробилка
Смеситель-кондиционер
Экспандер

Таким образом, 10-минутное кондиционирование при умеренной температуре 100 °С в сочетании с кратковременной обработкой в экспандере для лучшего механического расщепления клеток бобовых обеспечивает оптимальную обработку продукта. Эта система более щадящая, чем обычная обработка в экструдере, где процессы ведутся при высоких температурных режимах.

5. ДОЗИРОВАНИЕ ЖИДКИХ МИКРОДОБАВОК МЕТОДОМ «НАПЫЛЕНИЯ»

Современное животноводство требует от производителей комбикормовой продукции высокого уровня качества, безопасности, усвояемости, сохранности и экономии сырьевых ресурсов. Особое внимание в последнее десятилетие во всех странах с развитым уровнем производства и использования комбикормов стало уделяться расширению их ассортимента, особенно при выработке комбикормов для молодняка животных птиц, рыб и т. п. Все чаще стали применяться способы обработки комбикормовой продукции в целях повышения их привлекательности, улучшения аппетита животных, создания благоприятных внешних факторов, способствующих санитарному состоянию клеток, станков и других участков содержания животных.

Это относится к вводу в комбикорма на заключительных этапах их производства таких компонентов, которые необходимы в самых минимальных количествах. К этим компонентам можно отнести жидкие компоненты, ароматизаторы, жирорастворимые витамины, ферменты или их композиции, вкусовые добавки, растительные масла. К их особенностям относится в первую очередь неустойчивость к высоким температурным параметрам, требования к щадящим режимам обработки компонентов и в целом готовой комбикормовой продукции. В последние годы высокие температурные режимы, возрастающие механические усилия различных технологических приемов приводят к разрушению компонентов, которые необходимы при производстве полнорационных комбикормов.

Нанесение жидких компонентов, которые вводятся в комбикорма в незначительных количествах (от 50 до 500 мл на 1 т), требует очень высокой точности распределения. Система нанесе-

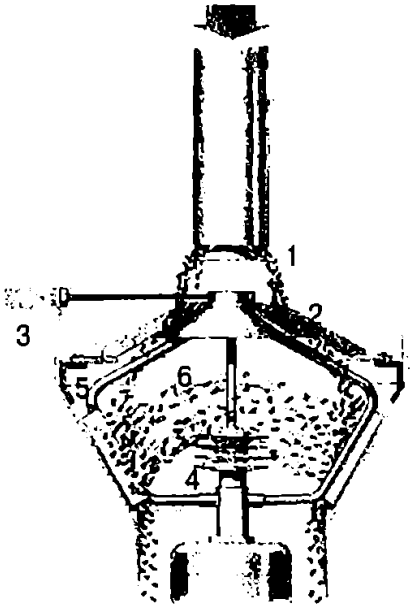


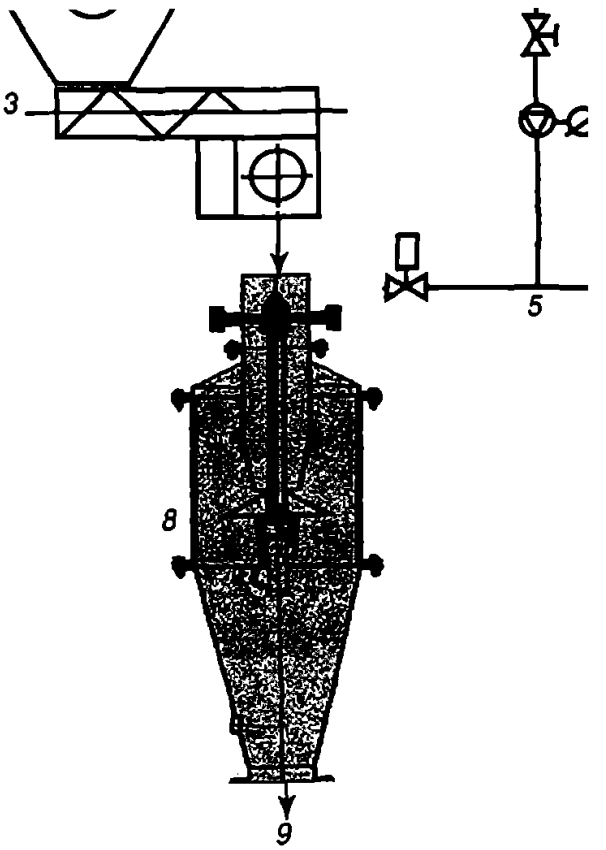
Рис. 49. Функциональная схема установки «Роторспрей»:
1 – дозирование; *2* поток материала (например гранул); *3* – дозирование жидкости; *4* – ротационная форсунка; *5* – распределительный рычаг потока продукта в камере; *6* специальный распределительный рычаг от стенок к центру камеры

ния жидких компонентов методом напыления позволяет точно дозировать и тонко распылять жидкие добавки в неразбавленном виде. Система дозирования жидких добавок «Роторспрей» фирмы «Амандус Каль» отвечает этим требованиям и поэтому находит все более широкое распространение на комбикормовых заводах.

Функциональная схема установки «Роторспрей» приведена на рис. 49. Как видно из рисунка, сдозированный поток экспандированного, гранулированного или рассыпного комбикорма поступает равномерно по центру конуса предварительного распределения продукта *2*.

Дозирование жидких компонентов происходит под давлением через центральную трубу *3* по центру конуса предварительного распределения ротационной форсунки *4*.

Ротационная форсунка имеет отдельный привод и достигает очень высокой частоты вращения до 3–4 тыс. об./мин. За счет возникшей центробежной силы жидкость падает на поверхность четырех расположенных друг над другом тарелок с форсунками, огибает их наружные обрезные кромки, что приводит к образованию мельчайших частиц в виде «облака» или «тумана». Специальное устройство 5 равномерно распределяет поток продукта в камере установки, и распределительным рычагом поток направляется от стенок камеры к ее центру. Тем самым комбикорм (гранулированный или экспандированный) на короткое время скапливается в центре камеры, и мельчайшие частицы жидкости напыляют (обволакивают) продукт. Жидкие добавки могут дозироваться на все виды комбикорма: гранулы, измельченный экспан-


3
5
8
9

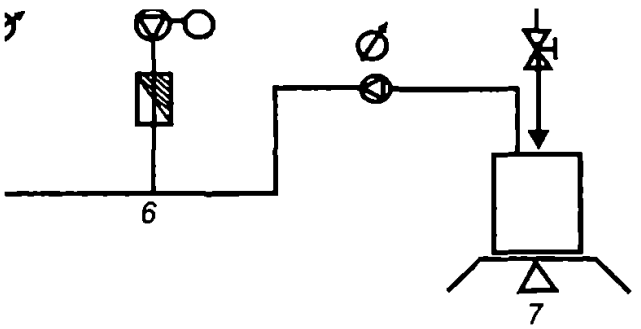


Рис. 50. Принципиальная схема установки «Роторспрей» для одновременной добавки трех жидких добавок:
1 – продукт; *2* – приемный бункер для продуктов; *3* – весовое дозирование; *4* – приемный бункер для жидких компонентов; *5* – объемное дозирование жидких компонентов; *6*, *7* – гравиметрическое дозирование жидких компонентов; *8* – аппарат «Роторспрей»; *9* – обработанный продукт

дированный продукт, гранулированную крупку или крошку, белково-витаминно-минеральные добавки.

На рис. 50 приведена технологическая схема одновременного дозирования трех жидких биологически совместимых компонентов.

§ 6. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ

1. Какие недостатки рассыпных комбикормов влияют на их сохранность и питательную ценность?
2. Чем по сравнению с гранулированием отличается процесс экспандирования?
3. Опишите конструкцию эскпандера фирмы «Амандус Каль».
4. Какие общие и отличительные характеристики у экспандера и экструдера?
5. Охарактеризуйте процесс экспандирования.
6. Опишите технологические схемы экспандирования.
7. Какие параметры экспандирования при производстве комбикормов для птицы?
8. Какие биохимические процессы происходят в комбикормах при экспандировании?
9. Какое значение имест модификация крахмала при производстве экспандированных комбикормов для свиней?
10. Охарактеризуйте экспандированный комбикорм.
11. Какие параметры экспандирования оказывают влияние на зоотехнические и физические показатели комбикормов?
12. Можно ли экспандировать монокультуры (пшеницу, сорго, сою, ячмень, солому и т.д.)?
13. Какие способы скармливания экспандированного комбикорма возможны?
14. Охарактеризуйте горизонтальный охладитель экспанданта.
15. Какое оборудование используется для измельчения экспанданта?
16. Какие физические и технологические свойства рассыпного комбикорма влияют на интенсивность термообработки?
17. Как меняется сыпучесть при экспандировании, гранулировании?

18.Какие физические изменения происходят с рассыпными комбикормами при экспандировании?

19.Какие химические изменения происходят с продуктом при экспандировании?

20.Охарактеризуйте, как улучшается гигиена комбикорма?

21.Какие требования предъявляются к процессу экспандирования с использованием сухого молока, сахарного песка?

22.Охарактеризуйте сохранность витаминов при экспандировании и хранении экспанданта.

23.Как ведут себя аминокислоты при экспандировании?

24.Какова экономическая эффективность использования экспанданта?

25.Опишите принцип действия «Роторспрея» при вводе жидких компонентов на экспандант.

Глава

7

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОМБИКОРМОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Современное комбикормовое производство основано на механизации и автоматизации технологических линий, операций, отдельных машин и агрегатов.

Автоматизация – это такой этап машинного производства, который характеризуется передачей функций управления производством от человека (частично или полностью) специальным устройствам – средствам автоматизации. Автоматизация невозможна без механизации производственных процессов.

К средствам автоматизации относят контроль, управление, сигнализацию, регулирование, блокировку. Уровень автоматизации производственного участка зависит от сложности технологического процесса. Автоматизация производства включает применение приборов, приспособлений, машин, позволяющих вести производственные процессы без непосредственных физических усилий человека, а лишь под его контролем.

На комбикормовых предприятиях могут применяться различные комплексы программных и технических средств для автоматизации технологических и организационно-экономических процессов.

В зависимости от технологических и организационно-экономических особенностей конкретного предприятия количество и функциональное назначение комплексов может быть различным и изменяться по мере необходимости. Это позволяет поэтапно создавать и развивать автоматизированную систему управления, начиная с приоритетных направлений.

Наибольший эффект достигается при создании на предприятии интегрированной автоматизированной системы управления,

объединяющей на базе вычислительной сети предприятия два уровня управления: нижний – управление отдельными технологическими процессами и оборудованием и верхний – управление организационно-экономической деятельностью предприятия.

Вычислительная сеть обеспечивает единую информационную базу для управления, возможность ее рационального использования существенно сокращает документооборот, повышает оперативность расчетов.

В укрупненном виде автоматизируются функции:

1) планирования производства (расчет плана производства продукции на год, квартал; расчет сменно-суточного задания, расчет оперативных рецептов);
2) бухгалтерского учета;
3) анализа хозяйственной деятельности;
4) управления маршрутами приема и размещения сырья;
5) управления дозированием, измельчением, смешиванием;
6) управления отпуском готовой продукции.

§. 1. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Системы управления. Автоматизация комбикормового завода представляет собой совокупность нескольких автоматизированных систем управления. К таким системам относят систему диспетчерского управления – ДУ, систему диспетчерского автоматизированного управления – ДАУ. Их применяют для управления машинами, механизмами на отдельных производственных участках. Задача автоматизированного управления процессами производства комбикормов заключается в том, чтобы при взаимодействии между собой обеспечить эффективность и бесперебойность работы всего оборудования. От слаженности системы автоматизированного управления зависят безопасность работы и устойчивость заданных кинематических и нагрузочных параметров, а также качество выпускаемой продукции.

Для функционирования автоматизированных систем управления предприятия должны быть оснащены:

– сигнализаторами уровня продукта в бункерах и силосах;

– сигнализаторами количества продукта в коммуникациях, винтовых и цепных конвейерах;

– сигнализаторами положения задвижек, перекидных клапанов, поворотных труб;

– исполнительными элементами и механизмами;

– реле скорости конвейеров, норий и шлюзовых затворов;

– амперметрами и трансформаторами для контроля нагрузки приводов технологического и транспортного оборудования.

По своим функциям автоматизированные системы управления подразделяют на две группы:

локальный автоматический контроль с местного пульта управления, обеспечивающий сигнализацию и регулирование процесса;

централизованный контроль и управление с центрального пульта, обеспечивающий сигнализацию.

К первой группе относят системы автоматизированного управления технологическими процессами дробления, гранулирования, ввода жидких компонентов и премиксов, узла дозирования и смешивания компонентов комбикорма.

Ко второй относят систему ДАУ для автоматизированного управления поточно-транспортными системами силосных корпусов и напольных складов сырья, готовой продукции и производственного корпуса, а также для сигнализации от машин, участвующих в этих системах.

ДУ – это комплекс мероприятий оператора, направленный на бесперебойную работу оборудования, но включающий на промежуточных этапах участие человека. Применение ДАУ на комбикормовых заводах возможно при выборе оптимального технологического приема или технологической схемы подготовки сырья, дозирования, смешивания, гранулирования и т. д., так как требуется стабильный технологический процесс с бесперебойной работой отдельных машин или линий в целом. Это относится и к правильному подбору магнитной защиты, влияющей на эффективность работы дробилок, и к контролю рассыпных комбикормов перед гранулированием, перед отпуском и др.

Внедрение ДАУ на комбикормовом заводе позволяет увеличить производительность труда в результате применения более совершенного и производительного оборудования (дробилок, пресс-грануляторов, многокомпонентных весовых дозаторов);

снизить себестоимость готовой продукции; уменьшить удельный расход электроэнергии на дробление, гранулирование; сократить холостые пробеги технологического оборудования, транспортных механизмов; уменьшить численность обслуживающего персонала; повысить качество готовой продукции в результате стабилизации технологических режимов производства; повысить качество дробления, дозирования, смешивания, гранулирования; обеспечить возможность включения завода в единую автоматизированную систему управления технологическим производством (АСУТП).

Центральный диспетчерский пункт со щитом – пультом управления ДАУ с мнемонической схемой технологического процесса — размещен в изолированном помещении производственного корпуса. Здесь находится рабочее место диспетчера. В этом же помещении предусмотрен пульт управления системой автоматического весового дозирования и смешивания.

Средства автоматизации контроля. Их применяют для дистанционного контроля состояния оборудования и технологического процесса на комбикормовом заводе. К ним относят так называемые датчики. Специальные датчики применяют для измерения таких параметров, как уровень и расход сыпучих и трудносыпучих компонентов, расход жидких компонентов высокой вязкости, температура сыпучей массы. По принципу действия различают датчики контактные, емкостные, термоэлектрические, индукционные.

Мембранные датчики уровня МДУ-3, МДУ-3М, МДУ-3СМ, флажковый сигнализатор уровня СУ-1Ф отличаются простотой конструкций, невысокой стоимостью, но малой надежностью. Поэтому в последние годы на комбикормовых заводах для контроля уровня сыпучих компонентов применяют электронный сигнализатор уровня СУС. Чувствительный элемент датчика СУС выполнен в виде металлического стержня длиной 350 мм и ∅ 25 мм, изолированного полиэтиленом. Датчик предназначен для контроля верхнего уровня, его монтируют с отклонением от вертикали на 15...20°.

Для контроля расхода жидких компонентов на комбикормовых заводах используют расходомеры, измеряющие количество продукта, которое проходит в потоке. Специальные расходомеры дают информацию о расходе компонентов за любой промежуток

времени. Расход жира измеряют расходомерами УИТЖ-1 и УИТЖД-10-6, а мелассы — индукционным расходомером ИР-51П.

На комбикормовых заводах большое значение придается контролю температуры хранящегося сырья и готовой продукции. Температуру компонентов, размещенных насыпью в складе, контролируют переносными термощупами типа ТЩ со спиртовым термометром ЭТЗ-58 и многозонной термоштангой типа ТМЩ-21 с несколькими электротермометрами. В силосах температуру компонентов измеряют дистанционно при помощи установок типа ДКТЭ (дистанционный контроль температуры электрический): ДКТЭ-2, ДКТЭ4М, ДКТЭ4МГ. Их чувствительные элементы – медные терморезисторы, смонтированные в гибком кабельтросе (термоподвески типа ТП-1 или ТП-Ш). При помощи установки ДКТЭ-2 измеряют температуру переносным измерительным прибором ПИП-2Э или МП-08, а при помощи остальных – дистанционно с передачей информации на центральный пульт.

Технологический процесс на комбикормовом заводе характеризуется большим числом транспортных маршрутов, по которым передают компоненты для дозирования и смешивания, готовый комбикорм на гранулирование, принимают сырье и отпускают продукцию.

При дистанционном автоматизированном управлении маршрутами возможны включение транспортных и технологических машин в определенной последовательности и подача материала в требуемом количестве из точек загрузки в точку разгрузки. Управление потоками связано с изменением направления движения сырья и готовой продукции регулирующими органами — задвижками и клапанами, управляют которыми дистанционно при помощи исполнительных механизмов. На комбикормовых заводах задвижек и клапанов более 200.

Регулирующие органы и исполнительные механизмы различают по типоразмерам, мощности приводного электродвигателя, а также по времени срабатывания. Разнообразие это вызвано разнообразием потоков по свойствам, расходу, фазовому состоянию (жидкость, твердое вещество, аэросмесь). Для полного и правильного удовлетворения всех требований и разработаны исполнительные механизмы, которые управляют реечными, шиберными задвижками и заслонками, поворотными клапанами, переклю-

чателями аэрозольтранспортных сетей. Исполнительные механизмы для ДАУ выполняют электромеханическими, электропневматическими и гидравлическими.

Краткие сведения об аппаратуре управления и контроля схем автоматики. Включают, переключают и отключают электрические машины, трансформаторы и различные электрические устройства, используемые в схемах автоматики комбикормовых заводов, специальной коммутационной аппаратурой, к которой относят рубильники, магнитные пускатели, контакторы, переключатели, предохранители, реле.

Аппаратура управления предназначена для включения и выключения оборудования, торможения, реверсирования и регулирования частоты вращения ротора электропривода, для поддержания режима работы привода в соответствии с требованиями технологического процесса. Аппаратура защиты предназначена для защиты электроустановок от перегрузки, от токов короткого замыкания, от работы на пониженном напряжении.

На неавтоматизированных предприятиях аппаратуру управления приводят в действие вручную – нажатием кнопок, замыканием рубильников. На предприятиях с ДАУ аппаратура управления и соответственно электроприводы включаются автоматически в строго определенной последовательности.

В автоматических системах применяют различного типа тепловые, электромагнитные и радиотехнические реле для включения и выключения промежуточных и исполнительных цепей управления.

Реле – это элемент автоматических устройств, который при воздействии на него внешних физических явлений скачкообразно принимает конечное число значений выходной величины. В комбикормовой промышленности успешно применяют реле контроля скорости, программное реле времени, тепловые реле.

§ 2. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ПОДГОТОВКИ КОМПОНЕНТОВ

Автоматизация процесса дробления. Задача этого процесса – обеспечить равномерную подачу продукта в зону дробления. Несмотря на постоянное сечение выпускного отверстия питателя

дробилки, поступление продукта колеблется в больших пределах. Это влияет на производительность дробилки, которая к тому же зависит от меняющихся физико-механических свойств измельчаемого продукта. Автоматизация устраняет такую зависимость, регулируя подачу компонентов в зону дробления.

Для получения максимальной производительности и предотвращения недопустимых перегрузок электродвигателей все дробилки должны работать в автоматическом режиме или в режиме автоматического регулирования. Этот режим основан на поддержании постоянной активной мощности в трехфазной сети переменного тока, питающей главный электродвигатель дробилки. Однако из-за неравномерной подачи сырья практически невозможно автоматизировать работу дробилки в устойчивом режиме и при этом обеспечить максимальную производительность.

Установленные на заводах дробилки укомплектовывают различными устройствами автоматизации. Например, реверсивные дробилки ДЦР и ДДП поставляют комплектно с устройствами А1-ДЦР и А1-ДДП автоматического управления загрузкой и поддержания заданного режима работы.

В качестве главного привода дробилки используют электродвигатель мощностью 100 кВт. Для защиты электродвигателя от коротких замыканий применен автоматический выключатель серии А-3144 с расцепителем на силу тока 300 А. Для включения электродвигателя применены контакты серии КТ-6033, а защиту электродвигателя от перегрузок выполняет реле РЭТ-571. В цепь питания через трансформатор силой тока 300 А включен амперметр для визуального контроля за нагрузкой электродвигателя.

Питатель дробилки приводится в работу электродвигателем мощностью 0,6 кВт. Направление вращения главного электродвигателя дробилки переключается трехполюсным переключателем. Дробилкой управляют с пульта управления. При помощи устройства А1-ДДР дробилка может работать в дистанционном и автоматическом режимах. Основным режимом является автоматический, дистанционный применяют только во время пуска. Дистанционно управляют дробилкой при помощи ключа дистанционного управления, а загрузку контролируют по амперметру, установленному на пульте управления.

Автоматизация процесса гранулирования. Линией гранулирования управляют со щита, установленного рядом с пресс-

гранулятором. Установка для гранулирования марки ДГ требует от обслуживающего персонала постоянного наблюдения за производительностью пресса, которую регулируют изменением подачи рассыпного комбикорма и пара ручным способом. При автоматическом способе регулирования производительности пресса рабочее место обслуживающего персонала также находится у пресса. Оператор задает режим, пускает установку в работу и наблюдает за приборами контроля и регулирования. Оптимальный же режим загрузки пресса поддерживается автоматически.

Электрическая схема управления установкой регулирования предусматривает управление работой пресса и охладительной колонки в ручном и автоматическом режимах. Ручное управление принимают при опробовании и первоначальном пуске установки. Основной режим работы – автоматический.

Система автоматизации загрузки пресса марки ДГ, разработанная рационализаторами, включает систему автоматического регулирования подачи пара в пресс в зависимости от изменения нагрузки на привод электродвигателя и контроль температуры комбикорма после гидротермической обработки. Она предусматривает работу линии загрузки пресса в двух режимах: дистанционном и автоматическом.

Для регулирования подачи комбикормов в пресс, т. е. регулирования частоты вращения привода шнекового питателя, вместо вариатора скоростей, входящего в комплект серийно выпускаемой установки марки ДГ, был установлен электродвигатель постоянного тока типа П-32, который через редуктор приводит во вращение шнек питателя.

Автоматическая загрузка пресса происходит следующим образом. При дистанционном управлении пресс устанавливают на заданный режим работы. Для этого прессовщик с пульта управления ключом периодически подает команду на открытие редукционного клапана подачи пара и переключателем периодически увеличивает частоту вращения питателя, т. е. подачу комбикорма в пресс, контролируя при этом по амперметру нагрузку на приводном электродвигателе пресса. Количество пара и комбикорма выбирают в таких пределах, чтобы нагрузка на приводном электродвигателе пресса была номинальной, а температура комбикорма, поступающего в камеру, находилась в требуемых пределах.

Температуру комбикорма после гидротермической обработки контролируют визуально логометром, вынесенным на пульт управления. Затем пресс ключом переводят в автоматический режим работы. Нагрузка на приводном электродвигателе пресса стабилизируется следующим образом.. Сигнал о нагрузке приводного электродвигателя пресса поступает в электронный регулирующий прибор с токового трансформатора, включенного в цепь питания электродвигателя. Нагрузку на постоянном уровне поддерживает регулирующий прибор, а подачу пара регулирует исполнительный механизм.

При остановке пресса реле закрытия клапана своим замыкающим контактом включает исполнительный механизм на закрытие клапана.

Для регулирования частоты вращения вала шнекового питателя, т. е. количества подаваемого в пресс комбикорма, применен электропривод, работающий по следующей схеме.

Якорь усилителя приводится во вращение с постоянной частотой вращения асинхронного электродвигателя. Обмотка возбуждения получает питание из сети напряжением 220 В через выпрямительный мостик и резистор с задатчиком. В зависимости от его положения изменяется напряжение питания обмотки возбуждения, а соответственно и частота вращения ротора электродвигателя привода шнекового питателя. Таким образом, чтобы задать определенную частоту вращения вала шнекового питателя, прессовщик устанавливает ручку переключателя в соответствующую позицию.

Автоматизация ввода жира и мелассы. На основе физико-механических свойств жира и мелассы разработаны специальные установки и схемы автоматического управления и контроля процессами подготовки и ввода их в комбикорма.

Жир в рассыпные комбикорма вводят на установке Б6-ДСЖ, а мелассу – на агрегате Б6-ДАБ. Основные контролирующие приборы – расходомеры, которые учитывают не только суммарное количество израсходованных жидких компонентов, но и их расход в единицу времени.

При помощи электрических схем блокируются транспортирующие машины, смеситель, расходный бак, насосы. Установками для ввода жидких компонентов управляют как с местного, так и с дистанционного пультов управления.

§ 3. ИНТЕГРИРОВАННАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ* (ИАСУ)

Современная система управления на комбикормовых заводах требует оптимизации всего производственного процесса и должна охватывать все этапы технологического процесса, начиная с приемки сырья, разработки рецептур, автоматического управления дозированием и смешиванием, транспортировки сырья и готовой продукции, заканчивая отгрузкой готовой продукции (включая автоматическую передачу данных в бухгалтерию завода).

ИАСУ предприятия и АСУТП создается на базе программируемых контроллеров и персональных компьютеров для оснащения автоматизированных рабочих мест (АРМ).

По функциональному назначению возможна организация АРМ самых различных типов, например рабочего места: оператора пульта управления производством; пульта управления элеватором; весовщика как автомобильных, так и железнодорожных весов, и т. п.

ИАСУ состоит из следующих подсистем:

смесеприготовления;

управления транспортно-технологическими маршрутами;

приемки сырья;

отпуска готовой продукции;

организационно-экономического управления;

локальной вычислительной сети;

управления элеватором;

производственно-технологической лаборатории.

Все программируемые контроллеры одной подсистемы объединены локальной сетью (интерфейс RS-485 или ETHERNET) и подключены к АРМ диспетчера подсистемы.

АРМ диспетчера подсистемы включено в общезаводскую локально-вычислительную сеть (ЛВС) типа ETHERNET, управляемую сервером сети на базе IBM PC с последующим подключением к сети «Интернет».

---

* Подраздел дополнен генеральным директором научно-производственного предприятия (НПП) «АСПРОК» **В.А.Ерохиным**

Важным звеном комплексной автоматизации на действующих комбикормовых предприятиях является перевод весоизмерительного оборудования на тензодатчики с погрешностью измерения до 0,1–0,01 % и с последующим подключением к программно-техническому комплексу (ПТК).

АРМ подсистемы смесеприготовления после загрузки задания с IBM PC в программируемый контроллер и визуального контроля в графической форме на экране монитора обеспечивает управление технологическим оборудованием в двух режимах:

комплексном (автоматический режим);

автономном (управлением технологическим оборудованием в ручном режиме с клавиатуры IBM PC для проведения ремонтных и профилактических работ по регулировке и наладке технологического оборудования).

Автоматические рабочие места всех производственных участков реализованы на базе IBM PC. Так, основной функцией АРМ производственно-технологической лаборатории является создание библиотеки рецептов и их расчет.

АРМ весовщика автомобильных и железнодорожных весов включает комплекс работ по переводу весовых платформ на тензодатчики и обеспечивает следующие функции:

автоматический режим приемки сырья с ведением базы данных по видам сырья и поставщиками;

автоматический режим отгрузки с ведением базы данных по видам готовой продукции и потребителям, с выдачей товарно-транспортной накладной.

АРМ управления элеватором (силосных корпусов) обеспечивает следующие функции:

автоматический режим приемки сырья при взвешивании с ведением базы данных по их видам;

управление транспортно-технологическими маршрутами при размещении сырья в силосах элеватора;

автоматический контроль температуры сырья с погрешностью измерения ±0,5 °С и уровня сырья в силосе с погрешностью измерения до 1 м;

управление транспортно-технологическим маршрутами при взвешивании и отгрузке сырья в производство с ведением базы данных по видам сырья.

Более подробно рассмотрим АРМ подсистемы смесеприготовления, представляющее наибольший интерес, так как в настоящее время оно является первостепенным при техническом перевооружении линии дозирования и смешивания компонентов комбикормов, БВМД, премиксов и других добавок.

Разработанный программно-технический комплекс (ПТК) на базе персональной ЭВМ (ПЭВМ) IBM PC и промышленного программируемого контроллера моноблочного ТКМ предназначен для систем дозирования и смешивания компонентов комбикормов, управления транспортно-технологическими маршрутами комбикормового производства и производства предварительных смесей трудносыпучего сырья в цехах предварительного смешивания (ЦПС). На базе ЦПС возможен выпуск белково-витаминных минеральных добавок (БВМД).

В состав ПТК входят: комплекс технических средств (КТС) и программные комплексы.

Комплекс технических средств на верхнем уровне включает:

– операторскую станцию: IBM-совместимый компьютер (локальный или в составе вычислительной сети) с операционной системой (ОС) MS DOS, Windows 98 (или Windows 95), Windows NT 2000, соединенные с контроллером (контроллерами) промышленной сетью типа BITBUS (интерфейс RS-485) или по сети ETHERNET.

На нижнем уровне:

– промышленные программируемые контроллеры ТКМ;

– дополнительное оборудование: тензометрические системы для перевода весовых дозаторов на тензодатчики (если используется старая рычажная система с циферблатным указателем и пультами КДК);

– комплектный шкаф автоматики;

– преобразователи частоты (ПЧ) для изменения частоты вращения асинхронных двигателей приводов шнековых питателей по одному ПЧ на каждые весы плюс один резервный;

– устройства контроля скорости движения нории и вертикальности ленты (требования Гостехнадзора);

– датчики подпора (ДП);

– датчики верхнего и нижнего уровней (ДВУ и ДНУ);

– блок аналого-цифрового преобразователя тензосигнала (ис-

кробезопасная цепь питания и индикация веса на электронном табло).

Программные комплексы обеспечивают управление

– системой дозирования и смешивания компонентов комбикормов, предварительных смесей трудносыпучего сырья или БВМД;

– транспортно-технологическими маршрутами (ТТМ);

– библиотекой рецептов, учетом компонентов и готовой продукции.

Программно-технический комплекс предназначен для:

• управления в автоматическом режиме процессом производства комбикормов, предварительных смесей трудносыпучего сырья и белково-витаминных добавок с использованием комплекса технических средств (КТС) на базе ПЭВМ IBM PC и промышленного программируемого технологического контроллера моноблочного ТКМ;

• обеспечения взаимодействия контроллера ТКМ с ПЭВМ IBM PC в удобной для пользователя форме, с выводом на дисплей ПЭВМ всей необходимой информации в режиме реального времени;

• немедленной сигнализации в случае возникновения нештатной ситуации;

• предоставления возможности оператору пульта управления при необходимости вмешиваться в работу оборудования, работающего в автоматическом режиме;

• проведения подготовительных работ по формированию задания контроллеру ТКМ и оформлению результатов работы на ПЭВМ.

Для обеспечения высокой точности дозирования компонентов предварительных смесей трудносыпучего сырья, БВМД и комбикормов используются преобразователи частоты (ПЧ) вращения асинхронных двигателей приводов шнековых питателей (по одному преобразователю на каждые весы), так как шнековые питатели включаются поочередно. Одновременно с включением ПЧ программно контролируется падающий столб («предварение») при максимальной скорости вращения (режим «грубо») и при минимальной скорости вращения (режим «точно»). Переключение режимов «грубо», «точно» осуществляется программой в автоматическом режиме. Так же программно вводит-

ся масло в смеситель, что в конечном итоге влияет на точность дозирования компонентов (не менее 0,1 % приближения к расчетному рецепту предварительных смесей трудносыпучего сырья, БВМД и комбикормов).

Универсальность ПТК позволяет производить комбикорма по согласованной с заказчиками рецептуре для птицеводства, свиноводства, животноводства, коневодства, звероводства, рыбоводства и т. д. Длительность перехода с одного рецепта на другой определяется продолжительностью перезагрузки рецепта в программируемый контроллер и составляет 30–40 с.

Минимизация влияния человеческого фактора на управление технологическим процессом производства предварительных смесей трудносыпучего сырья, БВМД и комбикормов с использованием новых подходов в системах управления технологическими процессами с помощью ПТК обеспечивает высокое и гарантированное качество продукции.

К достоинствам внедрения ПТК по сравнению с существующими на предприятиях системами автоматизации можно отнести:

– модульность, обеспечивающую единство системы при любом порядке ее внедрения; АСУТП вводится на каждом конкретном предприятии как в целом, так и отдельных подсистем и участков. В дальнейшем их количество может наращиваться;

– автоматический режим управления;

– высокую надежность (бесперебойная круглосуточная работа);

– высокую точность дозирования (не хуже 0,1 %) и как следствие – минимизация потерь сырья и обеспечение требуемого качества готовой продукции;

– использование для управления шнековыми питателями программно корректируемого «предварения» (падающий столб);

– малую энергоемкость оборудования;

– существенную экономию кабельной продукции;

– взрывобезопасность (технические средства могут работать в помещениях категории В-IIа, защита по IP 54 и выше);

– простоту эксплуатации и доступность для обслуживающего персонала.

§ 4. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ

1. В чем заключается автоматизация производства комбикормов?
2. Назовите автоматизированные системы управления.
3. Для чего используют средства автоматизации контроля?
4. По какому принципу действия различаются датчики?
5. Как измеряют расход жира?
6. Как контролируют температуру зерна?
7. Какие приборы входят в аппаратуру управления технологическим процессом?
8. Расскажите об автоматизации процесса дробления.
9. Как автоматизирован процесс гранулирования?
10. Расскажите об автоматизации процесса ввода жидких компонентов.
11. Для чего создана интегрированная автоматизированная система управления (ИАСУ)?
12. Из каких подсистем состоит система ИАСУ?
13. Какие составные части входят в программный комплекс?
14. Перечислите преимущества от внедрения программно-технического комплекса (ПТК).

Глава

8

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СЫРЬЯ И ПРОДУКЦИИ

Выработка комбикормов, белково-витаминно-минеральных добавок, премиксов и других добавок невозможна без постоянного системного контроля качества поступающих компонентов, этапов технологического процесса и готовой комбикормовой продукции. Традиционно эти функции ложились на работников производственно-технологических лабораторий (ПТЛ), которые в системе хлебопродуктов существуют с 1935 г.

На первых порах ПТЛ только оценивали качество сырья и готовой продукции. Со временем функции ПТЛ расширились и включали контроль наиболее важных участков технологического процесса и определения эффективности работы отдельных машин.

Работа ПТЛ в современных условиях развития технической базы комбикормовой промышленности приобретает значение основного контролирующего органа, ответственного за выпуск качественной продукции, отвечающей нормативно-техническим требованиям.

В организации службы контроля большая роль отводится технологическому контролю. На каждом технологическом участке производства комбикормов ответственность за качество возлагается не только на работников лаборатории, но и на производственный персонал – аппаратчиков (дробильщиков, дозаторщиков, грануляторщиков и т. д.).

Каждый на своем рабочем месте должен гарантировать выпуск качественной продукции, обеспечивая бесперебойную работу обслуживаемого им оборудования.

Схемы технологического контроля производства комбикормов разрабатывают и утверждают на предприятии. Некоторые из основных этапов организации контроля будут рассмотрены ниже.

§ 1. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПОСТУПАЮЩЕГО СЫРЬЯ

Общие положения организации контроля качества. На современном уровне развития животноводства для организации научно обоснованного кормления выдвигаются все более высокие требования к качеству комбикормовой продукции. Особенно важно, из каких компонентов составлен комбикорм, какими питательными свойствами обладает тот или иной вид сырья для производства продукции конкретного назначения (птиц-несушек, бройлеров, крупного рогатого скота, поросят-отъемышей и т. д.). Обеспечение выпуска качественной продукции в немалой степени зависит от уровня технологического и химического контроля сырья.

Рассмотрим некоторые термины и определения.

Контроль – это возможность выявления отклонений качества от нормативных требований.

На комбикормовых заводах контроль качества поступающего сырья называют также «входным» контролем. Входной контроль сырья наряду с проверкой соответствия показателей качества, указанных в документах поставщиков, позволяет предотвратить брак, вовремя подобрать сырье, выставить штрафные санкции и т. д. Особенно важен входной контроль при передаче данных анализа в информационно-вычислительный центр (ИВЦ), где рассчитывается оптимальный рецепт комбикорма. В ИВЦ, как правило, пользуются табличными данными для расчета основных показателей питательности комбикормов, БВМД и другой комбикормовой продукции. При менее тщательном входном контроле возможен перерасход сырья, в том числе белкового, нарушается рациональное использование многочисленных компонентов, питательных веществ сырья и комбикормов. Особый дефицит комбикормовая промышленность испытывает в кормовом белке. Наряду с расчетными

принципами определения содержания белка в рецептах комбикормов большое значение имеет фактическое его содержание в сырье и комбикормах.

Табличные данные часто не совпадают с фактическими, и малейшие колебания, например, количества сырого протеина в сырье (особенно введенном в большом процентном отношении) резко сказываются на его содержании в готовой продукции.

Например, условно ввод пшеницы в комбикорма составляет 30 %. По табличным данным, содержание сырого протеина в пшенице составляет 11,5 %. В готовом комбикорме этот показатель соответственно составит 3,45 %. Если фактическое содержание сырого протеина составляет 10 или 13,5 %, то в готовой продукции это содержание составит 3,0 и 4,0 %. Таким образом, колебания от среднего показателя составят от –0,5 до +0,6 %. В первом случае (при дефиците протеина) это может привести к выпуску нестандартной продукции, а во втором – к перерасходу белкового сырья.

Такие примеры можно привести к каждому виду сырья, чтобы убедиться в необходимости усиления «входного» контроля.

Организация приемки сырья на комбикормовых заводах предусматривает обязательные определения, характерные для всех видов сырья; специфические – для сырья, в составе которого имеются ядовитые, токсические вещества.

Приемка зернового сырья. При анализе зернового сырья в каждой партии определяются цвет и запах, влажность по стандарту, содержание сорной примеси, в том числе вредной и минеральной примесей и испорченных зерен (заплесневевших, с полностью выеденным эндоспермом), зараженность вредителями хлебных запасов. ПТЛ выборочно контролирует содержание сырого протеина. В табл. 20 приведены ограничительные показатели качества зернового сырья.

Приемка мучнистого сырья. При приемке отрубей и мучек на комбикормовых заводах определяют в каждой партии органолептические показатели – цвет, запах и влажность. При поступлении ячменной муки в ней определяется крупность. Содержание сырого протеина в мучнистом сырье также определяется в каждой партии, а показатель токсичности – выборочно.

Приемка сырья животного происхождения. Она включает достаточно большой перечень определений. Во всех компонен-

Таблица 20

Ограничительные показатели качества зернового сырья

Показатели	Кукуруза	Пшеница	Ячмень	Рожь	Овес	Просо	Горох	Вика
Влажность, %, не более	15,0	14,5	15,5	15,5	15,5	13,5	15,0	16,0
Сорная примесь, %, не более	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	8,0	8,0	5,0
в том числе минеральная примесь	–			1,0	–	–	–	–
Вредная примесь:	–	–	–	0,2	–	–	–	–
спорынья и головня	0,15	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
горчак и вязель	0,1	0,1	0,1	0,1	0,04	0,04	–	–
триходесма седая, гелиотроп опушеннолодный	Не допускается							
куколь	–	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	–	–
фузариозные зерна	–	1,0	1,0	5,0	–	–	–	–
головневые (мараные, синегузочные)	–	10,0		–	–		–	–
Зерновая примесь, %, не более	–			15,0	–		–	–
в том числе проросшие зерна	–			–	–		–	–
Зараженность вредителями	Не допускается, кроме зараженности клещом не выше I степени							

тах животного происхождения определяют органолептические показатели (цвет, запах), делают осмотр внешнего вида. Кроме того, в каждой партии обязательными являются показатели влажности, содержания металломагнитной примеси, сырого протеина. При поступлении в вагонах мясо-костной муки – сы-

рой клетчатки, в сухом молоке – общей кислотности, в каждой партии рыбной муки – хлоридов, в мясо-костной и рыбной муке – крупности.

При необходимости лаборатория определяет содержание сырого жира в мясо-костной и рыбной муке, минеральных примесей, не растворимых в соляной кислоте, а также токсичности при поступлении отечественного сырья. Если же сырье поступает по импорту, то токсичность, общая бактериальная обсемененность, количество сальмонелл, анаэробной микрофлоры и бактерий протея в мясо-костной и рыбной муке, свинца, ртути и кадмия в рыбной муке определяются в каждой партии. В зависимости от оснащенности некоторые из этих анализов проводятся в ПТЛ предприятия, но в основном их проводят в аккредитованных испытательных центрах.

Крупность сырья животного происхождения контролируют по остатку на ситах с отверстиями диаметром 5 и 3,2 мм. Остаток на сите с отверстиями диаметром 5 мм в рыбной муке не допускается, для китовой муки крупность помола не нормируется. На сите с отверстиями диаметром 3,2 мм остаток не должен превышать 5 %. *Содержание поваренной соли в рыбной муке не должно превышать* 5 %. Остальные показатели качества сырья животного происхождения приведены в табл. 21.

Приемка кормовых дрожжей. Включает обязательные определения в каждой партии цвета, запаха, сырого протеина, белка по Барнштейну, влажности. Выборочно определяется металломагнитная примесь, при необходимости – токсичность. Если комбикорма вырабатываются для животноводческих комплексов, то показатель токсичности определяется в каждой партии.

Таблица 21

ели качества сырья животного происхождения ГОСТ 17536–82

Металломагнитные примеси (частиц до 2 мм в 1 кг), мг/кг, не более	Влажность, %, не более	Массовая доля сырого протеина, %, не более	Сырой жир, %, не более	Зола, %, не более	Фосфор, %, не более	Кальций, %, не более	Сырая клетчатка, %, не более
150	9	50	13	26	–	–	2
200	10	42	18	28	–	–	2
200	10	30	20	38	–	–	2
200	9	64	14	11	–	–	2
200	9	81	3	6	–	–	1
200	9	20	10	61	–	–	–
200	9	75	4	8	–	–	4
100	10	50	10	–	5	13	
100	12	42	18	–	5,5	13	
100	12	36	10	–	5	13	

Таблица 22

Показатели качества дрожжей ГОСТ 20083–74

Наименование, стандарт	Металломагнитные примеси, до 2 мм в 1 кг дрожжей, мг/кг, не более	Влажность, %, не более	Сырой протеин, %, не менее	Белок по Барнштейну, %, не менее	Сырой жир, %, не более	Зола, %, не более		Общая бактериальная обсемененность, тыс. клеток в 1 г дрожжей, не более
						для гидролизных дрожжей	для спиртовых дрожжей	
Дрожжи кормовые, сорт:								
высший	20	10	56	44		10	12	150
первый	20	10	51	41		10		150
второй	30	10	46	36		10	14	150
третий	30	10	43	32		10		150

органических растворителей в шротах (например бензина, дихлорэтана) делает их пожаро- и взрывоопасными. Высокая температура и дальность доставки нарушают качество уже при транспортировании. Шроты являются высокобелковым компонентом, поэтому их ввод в комбикорма влияет на питательную ценность готовой продукции. В значительной степени шроты влияют и на стоимость комбикормов.

Шроты стоят дороже зерновых компонентов, поэтому ослабление или нарушение требований при их приемке, размещении и хранении отражается и на стоимости комбикорма, и на экономических показателях предприятия.

Как и при приемке компонентов, в каждой партии поступающих шротов определяют цвет, запах, влажность, содержание сырого протеина. Однако приемку всех шротов отличает обязательное определение в каждой партии температуры, остаточного количества органического растворителя, активности уреазы в соевом шроте, свободного госсипола в хлопковом шроте, синильной кислоты в льняном шроте и изотиоцианатов в рапсовом. По усмотрению определяется содержание сырой клетчатки и сырого жира.

По необходимости в шротах отечественных партий определяют токсичность, остаточное количество пестицидов, а в поступающих по импорту эти показатели необходимо определять в каждой партии (например, от каждого теплохода). Это относится и к партиям, которые предназначены для комбикормовых заводов, вырабатывающих комбикорма для животноводческих комплексов.

Показатели качества жмыхов и шротов приведены в табл. 23. Специфические показатели – такие, как содержание свободного госсипола, ограничены в хлопковом жмыхе и шроте величиной до 0,02 %. В шроте соевом активность уреазы должна быть не более 0,1–0,2 %, в соевом жмыхе – 0,1–0,3 %, в шроте кокосовом – не более 0,1 %. В шроте и жмыхе рапсовом содержание изотиоцианатов не должно превышать 0,8 %.

Содержание металломагнитных примесей с размером частиц до 2 мм во всех жмыхах и шротах ограничено до 0,01 %, содержание металломагнитных примесей с размером частиц более 2 мм и частиц с острорежущими краями не допускается.

Для более объективной оценки качества белковых компонентов (особенно дорогостоящих – таких, как соевый шрот и рыб-

Таблица 23

Показатели качества жмыхов и шротов

Вид жмыха, шрота	Влажность, %	Сырой протеин[1], % не более	Сырая клетчатка[2], % не более	Сырой жир, % не более	Зола, не растворимая в HCL, % не более
Шрот подсолнечный обыкновенный	7,0–10,0	99,0	23,0	1,5	1,0
тостированный	9,0–11,0	39,0	23,0	1,5	1,0
Шрот соевый тостированный	8,5–10,0	45,0	7,0	1,5	1,5
Шрот рапсовый тостированный	8,0–12,0	37,0	16,0	3,0	1,5
Шрот льняной: из льна масличного	6,0-9,0	36,0	9,0	3,0	1,5
из льна-долгунца	6,0–10,0	36,0	14,0	3,0	1,5
Шрот хлопковый тостированный	8,5–10,0	45,0	7,0	1,5	1,5
Жмых подсолнечный	8,5	38,0	20,0	10,0	1,0
Жмых соевый	7,0–10,0	42,5	7,0	8,0	1,5

[1] В пересчете на абсолютно сухое вещество.
[2] В обезжиренном продукте в пересчете на абсолютно сухое вещество

ная мука) необходимо проводить более широкий спектр исследований.

Качество соевого шрота во многом зависит от соблюдения режимов термообработки (тостирования). При недостаточной термообработке в шроте не инактивируются в достаточной мере антипитательные вещества. В то же время под воздействием высоких температур происходит частичная денатурация белка, лизин переходит в неусвояемую форму. Косвенным показателем степени термообработки может являться активность уреазы, но полной оценки состояния белкового комплекса она не дает. Поэтому при оценке качества соевого шрота следует проводить дополнительные исследования по определению индекса дисперсности протеина (он должен находиться в пределах 15–30 единиц) и показатель растворимости протеина (80–90 единиц). Необходимо контролировать аминокислотный состав шрота, особенно содержание лизина.

Для эффективной оценки биологической ценности рыбной муки также необходим комплексный анализ белкового состава, т. е. наряду с определением сырого протеина надо анализировать муку по содержанию переваримого протеина (не ниже 80 %), белкового азота (разница между сырым протеином и белковым азотом не должна превышать 6–10 %), карбамида (не более 0,3 %), аминокислотного состава, который должен соответствовать, в зависимости от содержания сырого протеина, следующим нормам (табл. 24).

Таблица 24

Количество протеина и аминокислот в рыбной муке, %

Протеин	Лизин	Метионин	Метионин + цистин	Триптофан
52	4,60	1,49	2,05	0,54
58	4,75	1,67	2,43	0,60
63	5,56	1,80	2,39	0,65
68	5,65	2,00	3,05	0,71

Приемка сырья минерального происхождения (мел, поваренная соль, известняк, ракушка, фосфат, костная мука и др.). Приемка включает обязательные определения в каждой партии органолептических показателей – внешнего вида, влажности и крупности поваренной соли, известняковой муки и фосфатов. При необходимости определяется (кроме поваренной соли) металломагнитная примесь, нерастворимый в соляной кислоте остаток в меле и известняковой муке, фосфатах, фтора, мышьяка и свинца, а также содержания кальция и фосфора в фосфатах, кальция в известняковой муке, меле, ракушках.

Показатели качества сырья минерального происхождения приведены в табл. 25. Кроме этих показателей необходимо ограничивать известняковую муку, моно-, ди- и трикальцийфосфаты по содержанию фтора, мышьяка, свинца. Так, в известняковой муке содержание фтора должно быть не более 0,15 %; мышьяка – 0,006; свинца – 0,002 %. В моно- и дикальцийфосфате фтора – не более 4 %, а в трикальцийфосфате - не более 1. Мышьяка соответственно 0,005, 0,002 и 0,001 %.

Приемка жома свекловичного и мелассы (побочных продуктов свеклосахарного производства). Приемка включает оп-

Таблица 25

Показатели качества сырья минерального происхождения

Сырье	Крупность частиц, остаток на сите, %, не более	Металломагнитные примеси до 2 мм, мг/кг, не более	Влаги, %, не более	Кальция, %, не менее	Фосфора в пересчете на Р, %, не менее	Остаток, не растворимый в HCl, %, не более
	Ø 2 мм					
Мел сухомолотый	–	30	6	–	–	–
высший сорт	–					
первый сорт	–	30	6	–	–	–
Соль поваренная пищевая: экстра	0	–	0,10	–	–	–
высший сорт	10	–	0,70	–	–	–
первый сорт	10	–	0,70	–	–	–
второй сорт	10	–	–	–	–	–
Соль поваренная очищенная	10	–	–	–	–	–
Крупа ракушечная кормовая	–	100	10	73–94	–	–
Бентонитовый порошок	–	100	8	–	–	–

Сырье	Крупность частиц, остаток на сите, %, не более	Металломагнитные примеси до 2 мм, мг/кг, не более	Влаги, %, не более	Кальция, % не менее	Фосфора в пересчете на Р, %, не менее	Остаток, не растворимый в HCl, %, не более
	Ø 2 мм					
Монокальцийфосфат кормовой: первый сорт	Не нормируется	–	4	Не более 18	24	10
второй сорт	Не нормируется	–	4	Не более 18	22	10
Преципитат кормовой (дикальцийфосфат)	5	100	4	24	20	10
Диаммонийфосфат кормовой	–	–	0,4	–	52	
Известняковая мука *	Не нормируется	100	6	32	–	5
Трикальцийфосфат: высший сорт	0	100	1	34	18	10
первый сорт	0	100	1	30	12	25

* Ø 1 мм

ределение цвета, запаха в каждой партии. В жоме свекловичном механических примесей должно быть не более 2,5 %, влажность ограничена до 11 %. Содержание частиц металломагнитных примесей размером более 2 мм не допускается. При оценке качества мелассы в каждой партии определяют цвет, запах, а также содержание сухих веществ, количество которых должно быть не менее 74 %. Выборочно определяется величина pH, которая должна соответствовать 6,5–8,5. В мелассе по усмотрению определяют содержание нитратов и нитритов.

Приемка кормового жира. В каждой партии определяют цвет и запах, влажность и кислотное число; выборочно определяется перекисное число. Влажность кормового животного жира при приемке не должна превышать 0,5 %, кислотное число для первого сорта не более 10°, а для второго – не более 20° и перекисное число не более 0,3 % йода для первого сорта и 0,1 % для второго.

Приемка премиксов. Ограничивается внешним осмотром тары, органолептической оценкой (определением внешнего вида, цвета и запаха), контролем влажности, содержания металломагнитной примеси и крупности. Эти показатели характерны для каждой партии премиксов. Кроме того, при наличии необходимого оборудования следует проверять на содержание одного из витаминов и одного из микроэлементов при каждой поставке, или же выборочно проводится определение витаминного и минерального состава в аккредитованных центрах.

Приемка лизина и метионина. В каждой партии определяются органолептические показатели (цвет, запах) и влажность. Два раза в год от каждого производителя контролируют содержание активного вещества.

На комбикормовых заводах, вырабатывающих комбикорма для крупных животноводческих комплексов, принимают сахар, который подвергается только органолептическому контролю.

Требования к приемке и хранению компонентов. На каждый вид сырья установлены сроки хранения, гарантирующие его качество. После истечения этих сроков в сырье могут происходить процессы, приводящие к ухудшению качества: окисление жиров, распад белков и повышение кислотности, возникновение токсичности и др. В связи с этим необходимо при поступлении сырья обращать

внимание на дату его изготовления, и исходя из этого, определять возможность приемки и очередность переработки.

Среднюю пробу жмыхов и шротов измельчают в ступке или на лабораторной мельнице до частиц, которые проходят через сито с отверстиями диаметром 3 мм. При просеивании измельченных жмыхов остаток на сите исследуют на наличие крупных частиц металломагнитных примесей. Крупные частицы жмыха, оставшиеся на сите, дополнительно измельчают до полного прохода через сито с отверстиями диаметром 3 мм. Среднюю пробу тщательно перемешивают, делят на две равные части, каждую из которых помещают в чистую плотно закручивающуюся банку.

При выгрузке шротов из вагонов разовые пробы отбирают автоматическим пробоотборником из расчета 250 г на каждую тонну продукции, но не менее 2,5 кг от партии или ручным способом через равные промежутки времени, пересекая не менее 10 раз поток по всей ширине в месте свободного падения шротов.

Разовые пробы при хранении шрота насыпью в складах отбирают конусным пробоотборником (щупом) через каждые 2 м в шахматном порядке из верхних, средних и нижних слоев. Общая масса выемок должна составлять не менее 2,5 кг.

Размещение компонентов комбикорма и контроль за его хранением. Начальник ПТЛ совместно с заместителем директора, начальником комбикормового и транспортного цехов, элеватора и заведующими складами составляет план размещения сырья на месяц. При составлении плана учитывают поступление сырья, рациональное использование имеющихся силосных корпусов и складов, механизацию хранилищ и наличие технических средств.

Размещать сырье необходимо только в чистых вентилируемых складах. Перед размещением сырья хранилища тщательно очищают, окна закрывают сетками, крыши, полы, двери и окна ремонтируют. Сырье разных видов хранят отдельно с учетом качества. Зерно и гранулированное сырье размещают преимущественно в силосах, трудносыпучее сырье – в силосах, оборудованных специальными приспособлениями для выгрузки.

Сырье животного происхождения, кормовые дрожжи, поступающие в мешках, хранят в штабелях повагонно высотой 12–14 мешков. Это сырье можно распаковать и хранить в силосах. Соль, мел и другое сырье минерального происхождения хранят раздельно в складах или контейнерах до подачи в производство.

Меласса поступает на комбикормовые заводы в цистернах. Ее хранят в накопительных наземных резервуарах. Перед подачей в производство ее подогревают до температуры 40–50 °С и транспортируют насосами.

Жидкий концентрат лизина и гидрол поставляют в цистернах. Их подают в производство и вводят в комбикорма без подогрева. Очищать и дезинфицировать баки для лизина необходимо один раз в месяц зимой и два раза в месяц летом. Дезинфекцию проводят двухпроцентным раствором хлорной извести или однопроцентным раствором формалина.

Жмыхи и шроты хранят в хранилищах силосного и напольного типа: склады для напольного хранения оборудуют перегородками во избежание смешивания различных видов жмыхов и шротов. Высота насыпи при хранении жмыхов и шротов в складах должна быть на более 5 м, а в силосах – не более 18 м. Жмыхи в плитках хранят в штабелях высотой не более 3 м. Чтобы рассыпные жмыхи и шроты не слеживались, их следует перемещать в свободный силос через каждые 5–8 дней хранения.

Жмыхи и шроты, упакованные в мешки, хранят в складах на поддонах или настилах в штабелях не более 14 рядов. Шроты, обогащенные липидами, содержат в хранилищах, защищенных от воздействия прямых солнечных лучей и источников теплоты. Закладывать на хранение жмыхи и шроты разрешается с температурой не выше 35 °С. В летнее время температура жмыхов и шротов не должна превышать температуру наружного воздуха более чем на 5 °С.

Взрывоопасность хранилищ жмыхов и шротов может быть следствием накопления продуктов термического распада сырья или паров бензина, выделяемых шротами, если нарушен технологический режим экстракции. Содержание бензина в шроте не должно превышать 0,08–0,1 %.

Пределы допустимой влажности (%) при приемке на хранение жмыхов и шротов указаны в табл. 23.

Размещать травяную муку следует по видам и сортам в силосах, в складах или специальных элеваторах, оборудованных системами подачи в силосы нейтральных газов.

Травяную муку укладывают в штабеля. Высота укладки зависит от температуры окружающего воздуха и влажности муки; данный расчет приведен в табл. 26.

Таблица 26

Число рядов мешков в штабеле

Среднесуточная температура	Влажность муки	
	до 8 %	от 8 до 12 %
Выше 20 °С	12	10
До 20 °С	14	12

§ 2. КОНТРОЛЬ ЭТАПОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ

Качество выпускаемой продукции на современном комбикормовом заводе зависит от стабильности работы действующих технологических линий, эффективности технологического, транспортного, весового, аспирационного оборудования и систем управления.

Технологический процесс контролируется главным образом производственным персоналом. Аппаратчики, техники-технологи, главный технолог отвечают за устойчивую работу оборудования, транспортных механизмов; периодически их контролируют. Для этого на рабочем месте производственного рабочего устанавливают приборы (весы, набор сит) для контроля работы оборудования всех технологических линий. При необходимости производственный персонал может передать образцы в ПТЛ. Производственный персонал не проводит химических анализов, а дает только органолептическую оценку качества сырья, полуфабрикатов, готовой продукции; определяет крупность, содержание металломагнитной примеси, температуры теплоносителя (при сушке слаботоксичного сырья), выход шелушенного зерна, параметры смешивания, гранулирования и т. д. в соответствии с Правилами. Во время транспортирования зерна, гранулированного сырья, шротов, жмыхов персонал проверяет соответствие перемещаемого сырья заданному рецепту и органолептически определяет внешний вид, цвет, запах.

Контроль производства рассыпных комбикормов. Контроль технологического процесса состоит из нескольких этапов.

Очистка сырья от примесей. Очистке подлежат все виды сырья, поступающего россыпью. Зерно очищают в воздушно-ситовых сепараторах и магнитных сепараторах. Основное внимание

при очистке зерна уделяется выделению крупного сора, песка, металломагнитной примеси.

Работу сепараторов производственный персонал (аппаратчики) контролируют не менее одного раза в смену, определяет в очищенных компонентах посторонние и крупные примеси и проверяет целостность сит. Работа сепаратора считается удовлетворительной, если в очищенном зерне крупные примеси удалены полностью, минеральной примеси содержится не более 0,25 %, а годного зерна в отходах не более 2 %.

Для очистки мучнистого сырья, кормовых продуктов пищевых производств, сырья минерального и животного происхождений и др. используют просеивающие машины с принудительным движением сит, центробежные просеивающие машины, бураты. Эффективность работы просеивающих машин контролирует производственный персонал не менее одного раза в смену.

Для контроля очистки сырья от металломагнитных примесей аппаратчик проверяет техническое состояние магнитных установок и качество очистки магнитов не менее одного раза в смену, а главный технолог контролирует грузоподъемность магнитов не менее одного раза в год. Грузоподъемность магнитов или магнитную индукцию главный технолог проверяет в присутствии работников лаборатории. Магнитная индукция подков в центре каждого полюса магнита должна быть не менее 100 мТ*. Магнитную индукцию определяют миллитеслометром, а если его нет, то проверяют грузоподъемность магнитных подков, которая должна быть не менее 24 кг на одну подкову. Лаборатория также проверяет соблюдение норм магнитных заграждений.

Работу магнитных аппаратов и сепараторов контролируют по наличию металломагнитных примесей в продуктах после очистки. Собранные металломагнитные примеси сдают в лабораторию, где ведут учет их количества и характера в специальном лабораторном журнале.

Если на комбикормовый завод поступает слаботоксичное зерно, то его подвергают сушке, термообработке. Аппаратчик через каждые 2 ч работы сушилок или других машин по термообработке (пропариватели) проверяет температуру теплоносителя с помощью термометров.

---

* мТ миллитесла — единица измерения магнитной индукции.

Отделение пленок у овса и ячменя. Аппаратчик контролирует эффективность работы шелушителей, определяет выход шелушенного зерна не менее одного раза в смену. Выход ядра является нормативным, если составляет не менее 55 % при шелушении овса и не менее 80% при шелушении ячменя.

Измельчение компонентов. Для каждого вида и возраста животных, птиц, рыб установлены определенные показатели по крупности измельчения компонентов, которые должны соответствовать требованиям стандартов и другой нормативно-технической документации. Требования к нормам для сельскохозяйственной птицы, характеризуемые остатком на сите в % по ГОСТ 18–221–99, приведены в табл. 27.

Качество полнорационных комбикормов для мясного откорма и беконного откорма свиней должно соответствовать требованиям стандарта 21055–96. Для мясного беконного откорма свиней с живой массой от 40 до 70 кг и от 71 до 110 кг остаток на сите с отверстиями диаметром 5 мм допускается не более 1 %, а на сите с отверстиями диаметром 3 мм не более 5 %.

Особое внимание придается комбикормам для выращивания и откорма свиней в промышленных животноводческих комплексах.

Таблица 27

Требования к комбикормам для сельскохозяйственной птицы

Назначение	Остаток (%) на сите с отверстиями:	
	Ø 3 мм	Ø 5 мм
Для кур-несушек в возрасте 7…18 мес (181...640 дней)	Не менее 2	не более 1
Для цыплят в возрасте 1...4 дней	Не более 5	Не допускается
Для молодняка в возрасте		
5. ..20 дней	Не более 5	«
21...90 дней	Не более 15	«
91...150 дней	Не менее 2	1
Для бройлеров в возрасте 5...50 дней	Не более 15	Не допускается
Для индеек взрослых	Не менее 2	1
Для индюшат в возрасте:		
1...60 дней	Не более 5	Не допускается
60...120 дней	Не более 15	То же
121...180 дней	Не менее 2	1

Крупность рассыпного комбикорма для подсосных свиноматок, поросят в возрасте 9–104 дней, а также первого и второго периодов откорма свиней, хряков-производителей, холостых и супоросных маток характеризуется остатком на сите с отверстиями диаметром 3 и 5 мм; остаток на сите с отверстиями диаметром 3 мм не допускается; а на сите с отверстиями диаметром 5 мм допускается не более 5 % (табл. 28).

В комбикормах-концентратах для свиней показатели крупности для всех возрастных групп колеблются, как это видно из табл. 28.

Таблица 28

Требования к комбикормам-концентратам для свиней (ГОСТ Р 51560–2000), характеризуемые остатком на сите, %

Назначение	Диаметр отверстий сит, мм		Целые зерна
	3	5	
Для поросят-отъемышей в возрасте от 2 до 4 мес, не более	5	Не допускается	0,3
Для ремонтного молодняка в возрасте от 4 до 8мес, не более	5	1	0,5
Для маток, подготавливаемых к случке, и супоросные первого периода, маток супоросных второго периода и подсосные, хряков-производителей, не более	5	1	0,5
Для беконного и мясного откорма свиней, не более	5	1	0,5

Показатели крупности в комбикормах-концентратах для крупного рогатого скота приведены в табл. 29.

Таблица 29

Требования к комбикормам-концентратам для крупного рогатого скота (ГОСТ 9268–90), характеризуемые остатком на сите, %

Назначение	Диаметр отверстий сит, мм	
	3	5
Телята в возрасте от 1 до 6 мес, молодняк в возрасте от 6 до 12 мес; с 12 до 18 мес	10	2
Дойные молочные коровы, быки-производители	25	5
Крупный рогатый скот (откорм)	25	5
Высокопродуктивные коровы	25	не допускается

Правилами организации и ведения технологического процесса установлено, что крупность измельчения комбикормов для различных видов животных и птицы определяют посредством просеивания навески продукта массой 100 г в рассевке-анализаторе с набором сит с отверстиями диаметром 1, 2, 3 и 5 мм в течение 3 мин. На большинстве комбикормовых заводов ответственность за контроль крупности возлагается на аппаратчика (дробильщика), который в процессе дробления контролирует фракционность компонента. При производстве комбикормов измельчают все зерновое, гранулированное сырье, ячмень, овес после отделения пленок, сходовые фракции кормовых продуктов пищевых производств и шротов, прессованное кусковое сырье, мел, соль и другое сырье минерального происхождения.

Аппаратчик через каждые 2 ч работы наблюдает за техническим состоянием дробилок, определяет в измельченной смеси содержание целых зерен и крупность размола.

Если сырье требует двухэтапного контроля (например, измельчение крупнокускового сырья и сырья минерального происхождения), то необходимо контролировать оба этапа измельчения.

Сушка соли, мела и другого сырья минерального происхождения. Сушка улучшает технологические свойства этих видов сырья. Контролируют влажность сырья до и после сушки и температуру агента сушки. Влажность контролируют не менее одного раза в смену. Влажность соли после сушки не должна превышать 0,5 %, а мела – 10 %. Температура агента сушки для мела 250–300 °С, а для соли 80–100 °С. Экспозиция сушки 20 мин.

Ввод жидких видов сырья. Технологический контроль заключается в наблюдении за техническим состоянием аппаратуры для ввода жидких компонентов, проверке температуры нагрева мелассы, жира кормового животного, жидкого концентрата лизина, гидрола и других жидких видов сырья. Температуру контролируют не менее одного раза в смену. Очищают жидкие компоненты от посторонних примесей на фильтрах-ловушках, за своевременной очисткой которых следит аппаратчик, обслуживающий линию ввода жидких компонентов.

Работу насосов-дозаторов контролируют не реже двух раз в смену по показателям расходомеров или мерных емкостей.

Линия дозирования компонентов. Контроль процесса дозирования включает контроль как многокомпонентных автоматичес-

ких весовых дозаторов, так и дозаторов объемного типа. Операторы пульта управления или инженеры КИП совместно с работниками лаборатории устанавливают точность дозирования согласно заданному рецепту, проводят постоянное наблюдение за работой многокомпонентных дозаторов и не менее двух раз в смену проверяют точность их работы. Многокомпонентные автоматические весовые дозаторы работают в автоматическом режиме по заданной программе. Точность дозирования от $\pm$ 0,1...1 %. Она зависит от грузоподъемности и класса точности дозаторов. При контроле работы весовых дозаторов устанавливают по паспорту класс точности и допустимую погрешность взвешивания. Затем определяют массу продукта в ковше после окончания отвеса по весовой стрелке. Определив 10 раз подряд массу продукта в ковше, устанавливают погрешность дозатора.

При дозировании на объемных тарельчатых или барабанных дозаторах на каждом дозаторе вывешивают таблицу производительности при дозировании закрепленных за данной группой дозаторов компонентов. В таблице указывают количество компонентов, пропускаемых дозатором в 1 мин и 1 с. Возле дозаторов вывешивают доску рецептов, где мелом записывают номер рецепта, вид сырья для каждого дозатора и его производительность. При дозировании одного вида сырья несколькими дозаторами в таблице указывают производительность каждого дозатора в отдельности.

Работу объемных дозаторов контролируют следующим образом: дозаторщик-аппаратчик засекает время по секундомеру и перекрывает клапан отводной самотечной трубы на 1 мин. Затем весь продукт тщательно собирают и взвешивают. Если производительность дозатора большая, то продолжительность отбора пробы сокращают до 15 с. Для большей точности отбор проб повторяют два-три раза.

Допустимые отклонения по массе для каждого компонента определяют, умножая расчетную массу компонента (кг/мин) на установленные коэффициенты: 0,3 – для компонентов, содержание которых в рецепте менее 1 %; 0,2 – для компонентов, входящих в рецепт в количестве 1–10 %; 0,1 – для компонентов, включаемых в рецепт в количестве более 10 %.

При определении массы продукта (кг/мин) с учетом этих коэффициентов рассчитывают допустимую норму отклонений каж-

дого компонента как в сторону увеличения (+), так и в сторону уменьшения (-). При дозировании микродобавок и их смесей допускается отклонение ± 3 %.

Смешивание компонентов. Главное требование этого этапа производства – обеспечить выпуск однородной готовой продукции. Поэтому при контроле проверяют соблюдение паспортного режима по продолжительности смешивания. Цикл смешивания в зависимости от рецепта комбикорма, от наличия трудносыпучих компонентов может колебаться, но не менее 4 мин.

На основании результатов анализа средней пробы, отобранной из партии комбикорма, дают оценку однородности. Однородной считается такая продукция, которая изготовлена по определенному рецепту, выработанному в соответствии с производственным регламентом линии дозирования и смешивания. Наряду с органолептическим определением однородности полученной смеси необходима объективная оценка. Такая оценка дается по определению наличия минимально введенного компонента. Чаще всего таким компонентом может быть поваренная соль (хлористый натрий), углекислый кальций или йодистый калий. Можно использовать и радиоактивные методы с применением различных радиоактивных изотопов, но в производственном процессе такой метод не находит применения.

При вводе жира в основной смеситель процесс смешивания контролируют по равномерности распределения жира в массе комбикорма.

Качество смешивания компонентов комбикормов, т. е. эффективность работы смесителя, определяют по методике, рекомендуемой «Правилами организации и ведения технологического процесса производства продукции комбикормовой промышленности».

Путем отбора от порции продукции на выходе из смесителя необходимого количества проб (не менее 10) определяют в них по утвержденной методике содержание одного или нескольких компонентов, входящих в смесь в малых количествах, и рассчитывают степень однородности по формуле:

$$K_0 = \left(1 - \frac{1}{x_{ср}} \cdot \frac{\sqrt{\sum (x_i - x_{ср})^2}}{n-1}\right) \cdot 100\%,$$

где K_0 – степень однородности;

x_i – содержание минимального компонента в каждой пробе;

$x_{ср}$ – среднее количество компонента в пробе;

n – число проб.

Комбикорм считается однородным при степени однородности не ниже 75 %, белково-витаминные минеральные добавки – 80 %, премиксы – 85 %.

Гранулирование комбикормов. Главными участками контроля являются пресс-гранулятор, охладительные колонки, просеиватели, а при производстве крупки – измельчитель. Через каждые 2 ч работы работники, обслуживающие линию гранулирования (аппаратчики, операторы-грануляторщики), определяют размеры гранул, содержание мелкой фракции, частиц, проходящих через сита с отверстиями диаметром 2 мм и температуру гранул после охладительной колонки. Через каждые 2 ч работы проверяют соответствие давления и температуры пара установленным для каждого рецепта комбикорма режимам.

Один раз в смену формируется средняя проба (аппаратчиком) и передается в лабораторию. Анализы в среднесменной пробе проводят работники лаборатории. Они определяют влажность готовых гранул, проход через сито с отверстиями диаметром 2 мм, длину и диаметр гранул, крошимость и разбухаемость гранул (табл. 30).

Таблица 30

Требования к гранулированным комбикормам ГОСТ 22834–87

Наименование показателя	Характеристики и норма
Внешний вид	Гранулы цилиндрической формы с глянцевой или матовой поверхностью
Цвет	Соответствующий цвету рассыпного комбикорма, из которого готовят гранулы, или темнее. При вводе в комбикорм мелассы цвет гранул – от светло-коричневого до темно-коричневого
Запах	Соответствующий набору доброкачественных компонентов исходного комбикорма без затхлого, плесенного и других посторонних запахов

Продолжение таблицы 30

Наименование показателя	Характеристики и норма
Влажность, %, не более: для птицы, кроликов, нутрий, племенных кобыл	14,0
для рыб	13,5
для остальных животных	14,5
Диаметр гранул, мм: для птицы, кроликов, нутрий, поросят-сосунов, телят в возрасте 1–6 мес, прудовых карповых рыб, не более	4,7
для лошадей, мм	4,7–14,7
для поросят-отъемышей в возрасте до 4 мес, подсосных ягнят и молодняка овец в возрасте свыше 4 мес	4,7–9,7
для свиноматок всех групп, хряков-производителей, откормочных свиней всех возрастных групп, ремонтного молодняка свиней в возрасте от 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 взрослого крупного рогатого скота и молодняка свыше 2 лет	4,7–19,0
Длина гранул, мм, не более	Двух диаметров
Крошимость гранул, %, не более: для сельскохозяйственных животных и птицы	22
для кроликов и нутрий	10
для прудовых карповых рыб	8
Проход через сито с отверстиями диаметром 2 мм, %, не более, в гранулированных комбикормах: для сельскохозяйственных животных и птицы	10
для кроликов и нутрий	10
для прудовых карповых рыб	5
Водостойкость гранул для прудовых карповых рыб, мин, не менее*	15
Разбухаемость гранул для рыб, мин, не менее	25
*С 01.07.89	

Гранулированные комбикорма с диаметром гранул 4,7 и 7,7 мм используют в приготовлении крупки для сельскохозяйственных животных, птицы, рыбы, пушных зверей, кроликов и нутрий.

Допускается уменьшение или увеличение диаметра гранул на 1,0 мм и длины гранул в соответствии с их диаметром.

При производстве гранулированной крупки производственный персонал через каждые 2 ч работы линии или цеха отбирает пробу готовой крупки и определяет остаток и проход на ситах по стандарту. Производственный персонал также формирует среднюю пробу и передает ее в лабораторию для определения показателей качества. Выход гранулированной крупки должен быть не менее 70 %.

Контроль производства БВМД. Он не имеет принципиальных отличий от контроля производства рассыпных и гранулированных комбикормов. Технологические линии кормовых продуктов животного происхождения, минерального сырья, пищевых производств, рассыпной травяной муки, шротов при производстве БВМД работают напряженнее. Поэтому со стороны производственного персонала требуется постоянное наблюдение и проверка соответствия фактической массы по нарастающему итогу и соответствия нумерации используемых бункеров заданным в технологической карте. Это в равной степени относится к линиям и цехам, оснащенным как многокомпонентным автоматическим весовым, так и объемным дозированием компонентов.

Особое внимание при контроле технологического процесса производства БВМД следует уделять крупности измельчаемых компонентов, так как остаток на сите с отверстиями диаметром 5 мм не более 5 %, а остаток на сите с отверстиями диаметром 3 мм – не более 10 %. В табл. 31 приведены технические требования к качеству БВМД по ГОСТ Р 51551–2000.

Контроль производства премиксов. Учитывая микродозы ввода компонентов в состав премиксов, производственному персоналу и лаборатории специализированных заводов с цехами премиксов необходимо тщательно контролировать поступающее сырье и этапы производственного процесса. Качество премиксов в значительной степени зависит от качества исходного сырья и режимов его хранения. В табл. 32, 33, 34 приведена характеристика премикса.

Таблица 31

Показатели качества БВМД

Наименование показателя	Характеристика и норма белково-витаминно-минеральных добавок (БВМД)
Внешний вид, цвет, запах: рассыпных	Соответствует набору компонентов без затхлого, плесенного и других запахов
гранулированных	Гранулы цилиндрической формы с глянцевой или матовой поверхностью по запаху и цвету соответствуют рассыпным БВМД или несколько темнее
Влажность, %, не более: рассыпных	14,0
гранулированных	14,5
Крупность: а) рассыпных остаток на сите с отверстиями диаметром 5 мм, %, не более	5,0
остаток на сите с отверстиями диаметром 3 мм, %, не более	10,0
б) гранулированных диаметр гранул, мм	От 4,7 до 12,7
длина гранул, не более	Двух диаметров
в) проход через сито с отверстиями диаметром 2 мм, %, не более: для гранул диаметром от 4,7 до 7,7 мм	5,5
для гранул диаметром свыше 7,7 мм	10,0
Крошимость, %, не более: для гранул диаметром от 4,7 до 7,7 мм	10,0
для гранул диаметром свыше 7,7 мм	22,0
Массовая доля сырого протеина, %, не менее	30,0

Продолжение таблицы 31

Наименование показателя	Характеристика и норма белково-витаминно-минеральных добавок (БВМД)
Массовая доля сырой клетчатки, %, не более: для птицы	7,0
для свиней	9,0
для остальных видов животных	Не нормируется
Массовая доля карбамида, %, не более	–
Металломагнитная примесь: частиц размером до 2 мм включительно в 1 кг БВМД, мг, не более	30,0
частиц размером свыше 2 мм	Не допускается
Песок, %, не более	1,0
Целые зерна, %, не более	0,5
Зараженность вредителями хлебных запасов, экземпляров в 1 кг БВМД, не более	5,0
Массовая доля золы, не растворимой в соляной кислоте, %, не более	2,0

Таблица 32

Показатели качества премиксов

Наименование показателя	Характеристика и нормы на основе отрубей или измельченного зерна
Массовая доля влаги, %, не более	13,0
Содержание металломагнитной примеси: частиц размером до 2 мм включительно, мг/кг, не более	100
частиц с острыми краями и размером свыше 2 мм	Не допускается
Зараженность вредителями хлебных запасов, экземпляров в 1 кг, не более	5
Содержание нитратов, мг/кг, не более	300
Содержание нитритов, мг/кг, не более	10
Наличие живых клеток продуцента	Не допускается
Наличие сальмонелл, КОЕ* в 25 г	Не допускается
Наличие бактерий КОЕ* в 1 г	Не допускается
* КОЕ – колониеобразующие единицы	

Таблица 33

Максимально допустимый уровень содержания микотоксина в премиксе, мг/кг, не более

Микотоксин	Для дойных коров и поросят старше 2 мес	Для телят и овец старше 4 мес	Для кур-несушек и бройлеров	Для холостых свиноматок	Для супоросных и подсосных свиноматок	Для откормочных свиней		Для стельных коров
						до 50 кг	50 кг и более	
Афлатоксин B_1	0,05	0,1	0,025	–				
Зеараленон (Ф-2-токсин)	–			Не допускается		2,0	3,0	–
Патулин	0,5				Не допускается	0,5		Не допускается
Вомитоксин (ДОН)	2,0							

Таблица 34

Максимально допустимые уровни содержания химических элементов в премиксе

Химический элемент	Содержание, мг/кг, не более
Ртуть	0,6
Кадмий	2,2
Свинец	50,0
Мышьяк	50,0
Фтор*	2000,0
* Фтор определяется только в премиксах, вырабатываемых на основе минеральных наполнителей	

При производстве премиксов в качестве наполнителя используют главным образом пшеничные отруби. Поступают они на комбикормовые заводы автомобильным или железнодорожным транспортом. От каждой партии отбирают среднюю пробу и определяют цвет, запах, влажность, содержание металломагнитных примесей и зараженность вредителями хлебных запасов. Влажность отрубей должна быть не более 15 %, содержание металломагнитных примесей ограничено до 5 мг/кг, зараженность вредителями хлебных запасов не допускается.

Хранят отруби в хранилищах силосного или напольного типа. При хранении работники ПТЛ контролируют относительную влажность и температуру воздуха, а также температуру наполнителя каждые 3 сут. Если температура наполнителя повышается более чем на 10 °С, то необходимо принимать профилактические меры (сушку, проветривание) для обеспечения сохранности и производства качественных премиксов. Органолептическую оценку и зараженность вредителями хлебных запасов определяют один раз в 15 дней.

Микрокомпоненты в основном поступают в виде порошкообразных продуктов, упакованных в мешки, пакеты, банки, бочки и т. п. В этой же упаковке их хранят до отпуска в производство. При поступлении микродобавок лаборатория проверяет состояние упаковки, маркировки, а также соответствие показателей качества сертификатам: микровит А кормовой – на активность; кормовые препараты витаминов B_2, B_{12}, антибиотики, ферментные препараты и аминокислоты – на влажность и крупность; витамин B_{12} – выборочно на наличие металломагнитных примесей; витамины Е, B_2, B_4 выборочно на активность; сернокислые и углекислые соли железа, марганца и меди – выборочно на чистоту и крупность.

Размещают микродобавки отдельно по видам в сырьевом складе, оборудованном стеллажами. При размещении учитывают качество, состояние упаковки и сроки хранения биологически активных веществ. Необходимо строго соблюдать порядок размещения согласно плану размещения и использовать микродобавки, не допуская их хранения сверх установленных сроков.

При хранении микродобавок лаборатория контролирует условия хранения, не допускает смешивания и вскрытия упаковки. Упаковку вскрывают лишь перед использованием и только на текущую потребность. Один раз в месяц выборочно в одной из 15 партий в микродобавках проверяют активность.

Производственный персонал совместно с работниками ПТЛ постоянно контролирует санитарное состояние складских помещений, проверяет чистоту транспортных механизмов, днищ и стенок силосов и цистерн.

Чтобы качество премиксов соответствовало требованиям нормативно-технической документации, необходимо четко соблюдать технологический режим на всех этапах производства.

Контроль линии подготовки наполнителя. Включает контроль процессов сушки, очистки и измельчения.

Производственный персонал не менее двух раз в смену контролирует температуру агента сушки, нагрева и охлаждения наполнителя с помощью термометров и визуально. Наполнитель сушат до влажности 7–9 %. При сушке учитывают количество влаги, которое будет добавлено за счет жидких компонентов. Контроль за температурным режимом и влажностью наполнителя при необходимости осуществляют работники ПТЛ.

Жир или растительное масло в наполнитель вводят, чтобы повысить его наполняемость и снизить пылеобразование и, следовательно, потери продукта. Количество вводимого жира в наполнитель составляет 1–3 %. Он распыляется форсункой по массе наполнителя. Не менее одного раза в смену производственный персонал контролирует точность дозирования согласно заданному рецепту, температуру подогрева жира (40–60 °С) и качество очистки от посторонних примесей в фильтрах-ловушках.

При измельчении наполнителей (зерна, отрубей) производственный персонал наблюдает за техническим состоянием измельчающих машин, проверяет крупность продукта через каждые 2 ч работы согласно Правилам организации и ведения технологического процесса. Крупность наполнителя после измельчения проверяется на ситах с отверстиями диаметром 1,2 мм. Остаток на этом сите должен быть не более 2 %.

Контроль линии ввода макро-, средних и микроэлементов. На этих линиях контролируют работу дозаторов, дробилок и смесителей. Не менее двух раз в смену производственный персонал проверяет крупность измельченных компонентов и точность дозирования.

Начальник ПТЛ при участии заведующего производством или главного технолога производит расчет дозируемых компонентов.

Соли микроэлементов, обладающие большой гигроскопичностью и слеживаемостью, требуют сушки и измельчения. Производственный персонал контролирует качество измельчения остатком на ситах с отверстиями диаметром 1,2 мм, который должен составить не более 0,5 %.

Для того чтобы не было разложения йодистого калия при контакте с солями микроэлементов, используют стабилизатор – стеа-

рат кальция в количестве 10 % или смесь стеарата кальция и тиосульфата натрия в количестве 2 и 6 % массы йодистого калия.

Два раза в смену работники лаборатории контролируют однородность смешивания, крупность измельчения и дозирования стабилизатора.

Микрокомпоненты – фармакопейные витамины – предварительно смешивают с наполнителем для более равномерного распределения в премиксе, и далее эту смесь подают в главный смеситель. При выборе порционной схемы предварительное смешивание можно исключить. Кормовые формы витаминов, ферментов, аминокислот и лекарственных препаратов подают на линии макро- и средних компонентов в главный смеситель без предварительной подготовки.

Каждый компонент отвешивают поочередно и направляют в смеситель предварительных смесей для смешивания с наполнителем. Соотношение наполнителя и компонента 1 : 1 или 1 : 2.

Лаборатория контролирует точное соблюдение расчетного количества вводимых компонентов на одну порцию смеси, соблюдение очередности подачи компонентов в главный смеситель и соблюдение режима смешивания. При необходимости проверяют однородность смешивания по распределению в составе смеси двух-трех типичных компонентов, например Mn или Fe.

Для определения качества премиксов пробы из-под смесителя отбирают автоматическими пробоотборниками постоянно из каждого отвеса, а вручную – через каждые 2 ч работы. В конце смены пробы смешивают, выделяют среднюю пробу и проводят химические анализы. При отпуске премиксов из каждой выработанной партии из точечных проб, отобранных в количестве 3 % общего числа мешков в партии, составляют общую пробу, которую сохраняют для проведения анализов по оценке качества премиксов.

Для контроля технологического процесса производственный персонал через каждые 2 ч работы отбирает пробы и проверяет в них крупность, содержание металломагнитных примесей, а в среднесменной пробе выборочно определяет цвет, запах, крупность, содержание металломагнитной примеси, влажность, содержание витамина А и марганца. Допускаемые отклонения содержания марганца должны быть не более 10 % от предусмот-

ренного по рецепту. Крупность премикса характеризуется остатком на сите с сеткой № 1, 2 и не должна превышать 5 %.

Контроль за хранением готовой продукции. Он входит в непосредственные функции работников ПТЛ. Ежесуточно делают внешний осмотр состояния хранящейся продукции, определяют цвет, запах, если выявлены ухудшения состояния и неблагополучие в хранении. Контроль за состоянием комбикормов ведется по температуре, влажности, запаху, зараженности, токсичности.

При отгрузке готовой продукции автомобильным или железнодорожным транспортом проверяют санитарное состояние транспортных средств. Работник лаборатории выписывает качественное удостоверение, которое подписывают начальник ПТЛ и заведующий производством или его доверенные лица.

§ 3. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Составление проб продукции для анализа

Вырабатываемая на комбикормовых заводах продукция (комбикорма-концентраты, комбикорма полнорационные, БВМД, премиксы, карбамидный концентрат и т. д.) не может быть отпущена с завода-изготовителя без оценки качества. Качество комбикормов оценивают как в процессе их производства, так и при хранении и отпуске. При оценке качества каждую партию вначале осматривают для определения ее состояния, затем отбирают точечные пробы и составляют *общую, объединенную пробу*, а из нее выделяют *среднюю пробу*.

Точечные пробы рассыпных и гранулированных комбикормов отбирают с автомобильного транспорта из пяти различных мест по всей глубине насыпи, отступая на 0,5 м от бортов и в середине; из специализированного автомобильного транспорта и железнодорожных вагонов при разгрузке – путем пересечения падающей струи.

При хранении комбикормов в складах поверхность насыпи делят на шесть условно равных секций. Из каждой секции пробы отбирают из пяти различных мест методом квартования. При высоте

насыпи до 0,7 м пробы отбирают из двух слоев: из верхнего – на глубине 10–15 см и нижнего – у самого пола; при высоте насыпи свыше 0,75 см – из трех слоев; из верхнего – на глубине 10–15 см от поверхности насыпи, среднего и нижнего – у самого пола.

Из гранулированных комбикормов точечные пробы отбирают на глубине не менее 30 см.

Из силосов при хранении рассыпных или гранулированных комбикормов пробы отбирают из струи при перемещении массы в другой силос.

Из тканевых мешков пробы отбирают из верхних и нижних частей мешка мешочным щупом, а из бумажных мешков (предварительно расшитых) – в трех местах – верхней, средней и нижней частях мешка. Отбору проб уделяется большое внимание, так как правильно отобранная проба гарантирует объективную оценку всей партии.

Контроль качества рассыпных комбикормов. Прежде чем приступить к контролю, все точечные пробы комбикормов объединяют, перемешивают и составляют объединенную пробу. Ее снабжают этикеткой, на которой указывают наименование рецепта, массу партии или число мешков в партии, дату и место отбора точечных проб и наименование предприятия-изготовителя. Масса объединенной пробы должна быть не менее 4 кг. Из объединенной пробы выделяют среднюю пробу с помощью делителя ДЗК-1 или вручную. Масса средней пробы должна быть не менее 2 кг. Затем среднюю пробу делят на две равные части. Одну из них используют для анализа, а другую передают на хранение в течение гарантийного срока на случай разногласия в оценке качества.

Из другой части средней пробы выделяют навеску для определения органолептических показателей; дается оценка внешнему виду выпущенной продукции в соответствии с введенными компонентами. Выделяется также навеска для определения влажности, содержания металломагнитных примесей, зараженности вредителями, крупности размола, содержания целых зерен и семян культурных растений.

Оставшуюся часть второй половины средней пробы измельчают на лабораторной мельнице так, чтобы полученный продукт полностью проходил через сито с отверстиями диаметром 1 мм; как исключение допускается остаток в виде частиц цветковых

пленок не более 3–4 % общего количества пробы, взятой на измельчение. Полученный остаток смешивают с отсеянной частью пробы и выделяют навески для химических анализов. Если комбикорм плохо измельчается в результате повышенной влажности, его подсушивают, но в этом случае оценка влажности должна проводиться до подсушивания.

Размолотую и хорошо перемешанную пробу помещают в банку с притертой пробкой для определения влажности, содержания сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира, поваренной соли, песка, кальция, фосфора и других показателей, характеризующих качество выпускаемой продукции.

Краткие сведения о технических анализах на комбикормовых заводах. Качество комбикормов зависит от качества компонентов и эффективности технологического процесса. Тщательная очистка от минеральных, металломагнитных примесей, степень измельчения, точность дозирования и смешивания имеют большое значение для обеспечения выработки качественных комбикормов. Тем не менее все эти участки требуют контроля, который выражается в проведении технических анализов для оценки перечисленных показателей.

Органолептические показатели рассыпного комбикорма. Определяют через каждые 2 ч работы завода.

При определении запаха из среднего образца берется навеска не менее 100 г, которую высыпают на чистую бумагу. При необходимости усиления ощущения запаха навеску комбикорма помещают в фарфоровую чашку, покрывают ее стеклянной пластинкой, ставят на предварительно нагретую до кипения водяную баню и прогревают в течение 5 мин, после чего определяют запах испытуемого рассыпного комбикорма или другой готовой продукции. Запах, внешний вид и цвет комбикорма должны соответствовать выбору компонентов, которые входят в его состав.

Зараженность комбикормов вредителями хлебных запасов. Навеску комбикорма массой 0,5–1,0 кг, выделенную из средней пробы, просеивают вручную или механическим путем через пробивное сито с круглыми отверстиями диаметром 2 мм или через проволочное сито № 08. Сход с верхнего и нижнего сит рассыпают тонким слоем на листе бумаги, тщательно рассматривают и подсчитывают вредителей в штуках на 1 кг продукта. Устанавливают виды вредителей (жуков, бабочек, личинок, куколок и пр.).

Зараженность вредителями определяют в рассыпных комбикормах для сельскохозяйственных животных, птиц, пушных зверей, кроликов, нутрий. Количество вредителей ограничено до 5 экземпляров в 1 кг комбикорма , а в комбикорме для прудовых рыб не допускается.

Для определения металлопримеси пробу комбикорма массой 500 г распределяют ровным слоем толщиной примерно 0,5 см на гладкой поверхности (лучше всего на стекле). Полюсами подковообразного магнита медленно проводят вдоль и поперек рассыпного продукта таким образом, чтобы ножки магнита слегка касались поверхности стекла. Периодически с магнита сдувают частицы продукта, а частицы металла снимают и собирают на часовое стекло или бумагу, а затем взвешивают. Для определения наличия частиц размером более 2 мм и частиц с острыми краями, которые не допускаются в комбикормовой продукции, металлопримесь осматривают с помощью лупы. Используемый для выделения металлопримеси магнит должен быть изготовлен из сплава с магнитной индукцией не менее 120 мТ. Магнитная индукция должна проверяться периодически, но не реже одного раза в 3 месяца. При наличии прибора для выделения металлопримеси определение проводят в соответствии с инструкцией.

Содержание частиц металломагнитной примеси размером до 2 мм должно быть не более 20–30 мг на 1 кг комбикорма. Частицы размером более 2 мм и с острыми краями не допускаются.

Крупность размола рассыпных комбикормов, содержание неразмолотых семян и плодов культурных и дикорастущих растений. Определяют по остатку на ситах с отверстиями диаметром 5; 3; 2; 1 мм (набор сит в порядке повышения размера отверстий сит сверху вниз) или на лабораторном рассевке-анализаторе.

Навеску комбикорма массой 100 г просеивают в течение 3 мин при 110–120 движениях в минуту и амплитуде колебаний сит около 10 см. Массу остатков на каждом сите взвешивают с точностью до 0,1 г. Расхождения при параллельных определениях крупности допускаются $\pm$ 0,1 %, а при арбитражных анализах – 0,2 %. Одновременно устанавливают количество неразмолотых плодов и семян культурных и дикорастущих растений. К ним относят семена и плоды с ненарушенными плодовыми и семенными оболочками и шелушенные зерна пленчатых культур; давленные и

проросшие к целым зернам не относятся. Крупность комбикорма нормируется для каждого вида и возраста животных. При использовании рассевка-анализатора следует выдерживать параметры вращения 190–210 колеб./мин.

Неразмолотые зерна культурных и дикорастущих растений разных групп взвешивают отдельно с точностью до 0,01 г и по каждой из них вычисляют процентное содержание по формуле

$$X = \frac{G_1}{G} 100,$$

где G_1 – масса данной группы плодов и семян, г;

G – масса навески комбикорма, г.

Влажность комбикормов определяют методом высушивания при температуре 130°С в течение 40 мин (стандартным методом). Влажность рассыпного комбикорма по нормативно-технической документации находится в пределах 13,0–14,5 % для разных видов сельскохозяйственных животных.

В гранулированных комбикормах контролируются физические показатели.

Размеры гранул определяют с помощью линейки, измеряя диаметр и длину десяти гранул, взятых подряд. По полученным данным вычисляют среднеарифметические значения диаметра и длины гранул.

Количество мучнистой фракции и мелких гранул нормируется по проходу через сито с отверстиями диаметром 2 мм. Для анализа используется навеска гранул массой 200 г, которая обрабатывается в соответствии с ГОСТ 13496.8–72. Полученный результат делится на 2.

Крошимость гранул определяется на установках марок ППГ-2 и У17-ЕКГ. Пробы гранулированных комбикормов должны отбираться после выхода из охладительной колонки и отлежки в течение не менее 30 мин.

Для проведения анализа пробу продукта массой 2 кг освобождают от крошки и мелочи на просеивателе, вмонтированном в лабораторную установку марки ППГ-2. Для этого в просеиватель устанавливают сито с отверстиями диаметром, равном 0,75 диаметра испытуемых гранул и производят просеивание в течение 1

мин. Из гранул, оставшихся на сите выделяют три навески по 500 г и помещают их в камеры истирателей. Испытание продолжается 10 мин, после чего производится отсев образовавшейся крошки из каждой камеры. Оставшиеся после истирания и просеивания гранулы взвешивают. Крошимость гранул в процентах для каждой камеры вычисляют по формуле (в %):

$$K = \frac{m_1 - m_2}{m_1} 100,$$

где m_1 – масса гранул до проведения испытания, г;

m_2 – масса гранул после испытания, г.

Водостойкость гранул определяют с помощью прибора У1-ДОВ. За показатель водостойкости принимается время, в течение которого гранулы разрушаются на 25 %.

Разбухаемость гранул – это свойство гранул сохранять в воде в течение определенного времени первоначальную форму. Для проведения испытаний навеску гранулированного комбикорма массой 25 г помещают в мерный цилиндр вместимостью 500 см^3. На нем отмечают уровень, соответствующий объему, занимаемому гранулами, и уровень, соответствующий двукратному объему. В цилиндр наливают воду температурой 20 °С так, чтобы верхний ее уровень был на высоте 130 мм над уровнем гранул. Время, за которое первоначальный объем гранул увеличился вдвое, принимают за показатель «разбухаемость гранул». Нормируется в комбикормах для плотоядных пушных зверей и в комбикормах для рыб при отсутствии прибора для определения водостойкости.

После проведения необходимых анализов полученные данные сопоставляют с нормами, определяемыми нормативной документацией. При полном соответствии всем требованиям комбикорма направляют на реализацию и хранение. При выявлении несоответствия по одному или нескольким показателям партия бракуется до принятия решения о возможности ее подработки, переработки или согласования с потребителем возможности использования по назначению.

Для того, чтобы предотвратить выпуск нестандартной продукции, необходимо контролировать процесс производства на всех его этапах.

§ 4. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ

1. Какие функции выполняет ПТЛ?
2. Какова роль «входного контроля»?
3. Какие условные группы показателей качества применяют при контроле качества сырья?
4. Какие обязательные показатели качества определяют при хранении компонентов?
5. Какова периодичность контроля температуры и влажности при хранении зерна, травяной муки?
6. Как проводится контроль процесса очистки сырья?
7. Как измеряют грузоподъемность магнитов, магнитную индукцию?
8. Как контролируют процесс измельчения?
9. Каковы особенности контроля двухэтапного измельчения сырья?
10. Какие параметры контролируют при сушке сырья минерального происхождения?
11. Опишите порядок и последовательность контроля процесса многокомпонентного автоматического весового дозирования компонентов.
12. Какие параметры контролируют при производстве премиксов?
13. Как контролируется качество хранящейся готовой продукции?

ЛИТЕРАТУРА

1. *Жеребцов Н.А. и др.* Ферменты: их роль в технологии пищевых продуктов. Изд. «Воронежский государственный университет». – Воронеж. – 1999 г.

2. *Кишухина О.В.* Ферменты в производстве пищи и кормов. – М.: ДеЛи принт. – 2002 г.

3. *Кожарова Л.С.* Основы комбикормового производства, М.: ВО «Агропромиздат». – 1987 г.

4. *Лухт Г.В.* Влияние термообработки на питательность комбикормов. Ж. «Комбикорма», № 8, 1999 г., стр. 43-45.

5. *Лухт Г.В.* Экспандированный комбикорм для животных и птицы. Ж. «Комбикормовая промышленность», № 8, 1997 г.

6. *Миочинский П.Н., Кожарова Л.С.* Производство комбикормов. – М.: ВО «Агропромиздат». – 1991 г.

7. *Правила* организации и ведения технологических процессов производства продукции комбикормовой промышленности. – Воронеж. – 1997 г.

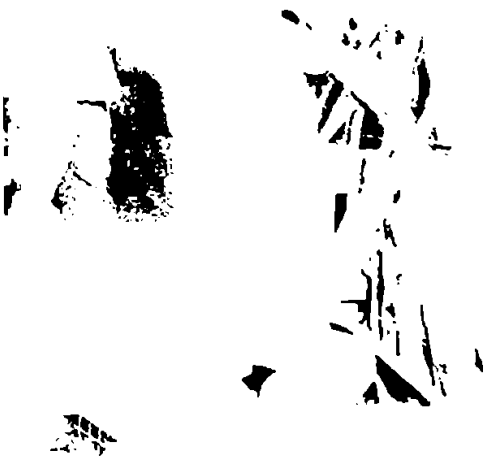
8. *Парфенов В.Н.* Что важно учитывать при производстве премиксов. Ж. «Комбикорма», № 2, 2002 г., стр. 15–17.

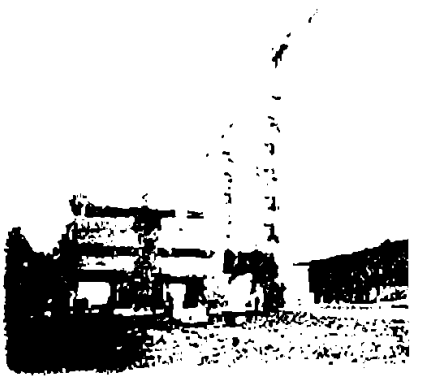
9. *Сизиков А.В.* Плоды агропромышленной интеграции. Ж. «Комбикорма», № 2, 2001 г., стр. 2–4.

10. *Телишевская Л.Я.* Белковые гидролизаты АНО. Редакция ж. «Аграрная наука», М., 2000 г., стр. 295.

КОМБИКОРМОВЫЕ ЗАВОДЫ –

ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ





Челябинский комбинат хлебопродуктов им. Григоровича

Берестов Александр Павлович – генеральный директор

Эти слова подтверждены большими делами во всех направлениях сложного и многопрофильного объединения «Союзпищепром», в которое входят самые стабильные и успешно развивающиеся предприятия пищевой и перерабатывающей промышленности Южного Урала: комбинаты хлебопродуктов им. Григоровича и № 1 в г. Челябинске; комбинат хлебопродуктов г. Варна Челябинской области, птицефабрика «Чебаркульская птица», г. Чебаркуль; торгово-производственная фирма в г. Екатеринбурге; официальные торговые представительства по всей России.

В 1960 г. введен в эксплуатацию комбикормовый завод производительностью 150 т/сут. Развивающееся в области птицеводство, большие объемы производства яиц Челябинской птицефабрики, которая расположена в ближайшем соседстве с комбикормовым заводом, требовали от предприятия увеличения производства полнорационных комбикормов.

Стратегия комбикормового завода на всех этапах развития – умение ликвидировать узкие мес-

та, которые напрямую влияют на качество продукции. Поэтому техперевооружение, проведенное в 1984 г., было направлено на механизацию линии подачи шрота, мела и фосфатов.

В 1985 – 86 гг. введены механизированные силосные корпуса для сырья и готовой продукции.

Коренной переворот в технологии производства рассыпных комбикормов произошел в 1987 г. Инженерная служба комбината (гл. инженер Н. В. Медведков) хорошо понимала, что без объективного, управляемого процесса дозирования компонентов невозможно выработать комбикорма, отвечающие всевозрастающим требованиям потребителей. Объемное дозирование, предусмотренное проектом, было заменено на многокомпонентную систему КДК-2 с двумя весовыми дозаторами 5ДК-500 и 10ДК-2500, работающими в автоматическом режиме.

Жизнь выдвигает новые требования к качеству комбикормовой продукции: сохранение всех питательных веществ, предусмотренных рецептом; сокращение потерь комбикорма; исключение самосортирования при транспортировке. В этой связи в 1991 г. были установлены пресса-грануляторы Б6-ДГВ.

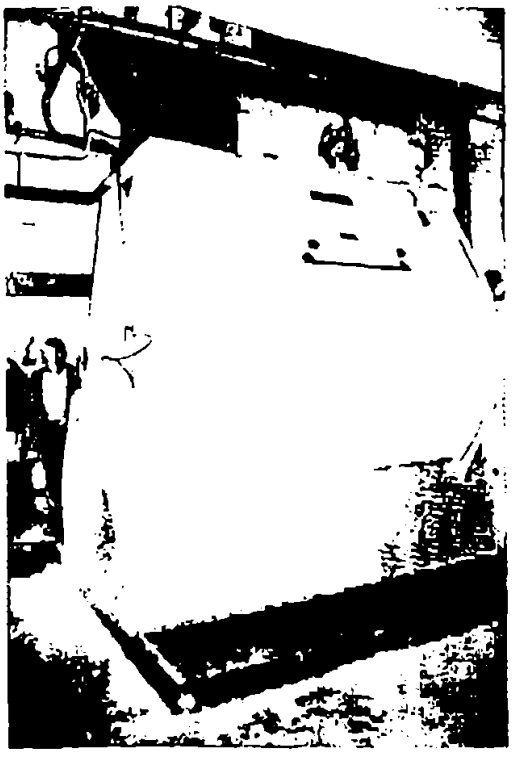
Использование передового отечественного и зарубежного опыта на комбикормовом заводе позволило ввести в 1997 г. полнокомплектную линию экспандирования – гранулирования производительностью 20 т/ч фирмы «Амандус Каль» (Германия).

Для руководства комбикормового завода характерно глубокое

Торжественное вручение сувенира фирмы «Бюлер АГ»

Решаются производственные задачи

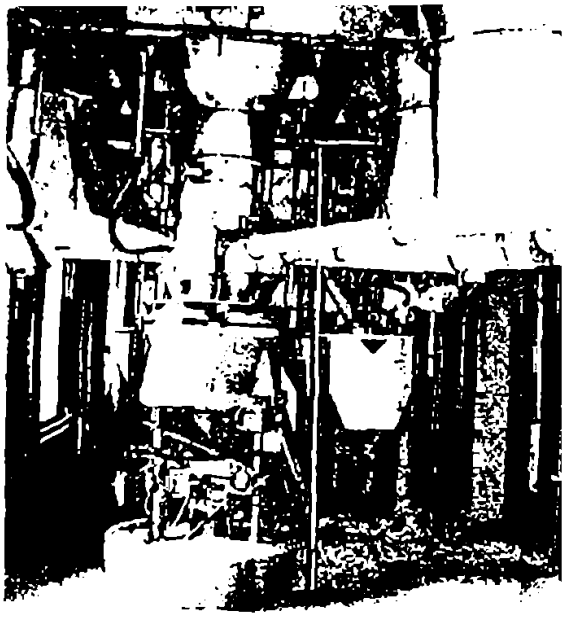
изучение научно-исследовательских разработок в областях техники и технологии комбикормового производства. Поэтому оперативно пущена в эксплуатацию линия экспандирования и гранулирования, которая позволила обеспечить безопасность комбикорма, что очень быстро сказалось на результатах работы птицефабрик.



Комбикормовый цех ОАО «Комбинат хлебопродуктов им. Григоровича» производит 40 тыс. т экспандированных и гранулированных комбикормов для Сосновской, Челябинской и Чебаркульской птицефабрик.

На этом не завершается процесс техперевооружения. В 2002 г. швейцарской фирмой «Бюлер АГ» предложена технология производства рассыпных комбикормов с использованием оборудования производительностью 20 т/ч. Таким образом, полностью сбалансировано по производительности производство рассыпных, экспан-

Смеситель Спидмикс DFML-4000



Блок дозирования микрокомпонентов

дированных и гранулированных комбикормов.

Комбикормовый цех с 1960 г. увеличил производительность с 7 до 20 т/ч. В условиях имеющихся производственных площадей инженерно-технический персонал максимально использовал возможности предприятия по техперевооружению.

Лучшим подтверждением высокого уровня работы комбикормового цеха, вырабатывающего полнорационные комбикорма, являются показатели работы птицефабрики «Чебаркульская птица», которые с каждым годом улучшаются.

Вертикальная молотковая дробилка DFZK-2

Сегодня уровень технологического процесса, квалификация специалистов позволяют вырабатывать полнорационные экспандированные комбикорма любого ассортимента: для откорма крупного рогатого скота, свиней, пушных зверей, рыбы. Успешно освоено производство премиксов, БВМД для всех видов животных. Специалисты обеспечивают методическое сопровождение при использовании комбикормов, рекомендуют адресные рецепты, учитывая индивидуальные условия кормления птиц, крупного рогатого скота, свиней на условиях долгосрочного сотрудничества с потребителями комбикормов.

Постоянными покупателями комбикормов являются птицефабрики, животноводческие комплексы, свиноткормочные предприятия, частные хозяйства во всех регионах России.

Рубцовский комбинат хлебопродуктов

Бедарев Александр Федорович– генеральный директор

75 лет Рубцовский комбинат хлебопродуктов бесперебойно решает продовольственные задачи. Все началось с 1928 г., когда Рубцовск посетило Правительство страны во главе с И. В. Сталиным. Это было связано с продовольственными трудностями в стране. С 5 мая 1930 г. началась грандиозная стройка крупного механизированного комплекса по переработке зерна в сортовую муку. 19 декабря 1932 г. государственная комиссия приняла комплекс, в состав которого входили элеватор вместимостью 10 тыс. т и мельница производительностью 200 т/сут.

В строительстве предприятия принял участие Юрий Васильевич Кондратюк – один из пионеров освоения космического пространства. В его честь названа улица, на которой расположен комбинат хлебопродуктов, ныне - АО «Мельник». На стройке Ю.В. Кондратюк осуществлял технадзор за возведением комбината.

...В декабре 1959 г. введен в эксплуатацию комбикормовый цех производительностью 150 т/сут. Это первенец края. Такие проекты создавались для комбинатов хлебопродуктов. Проект комбикормового цеха разработан ГИПРОзернопроект.

Учитывая постоянно растущие потребности в комбикормах для промышленного птицеводства и животноводства, в 1969 г. комбикормовый цех провел техническое перевооружение с увеличением производительности до 360 т/сут.

Идея техперевооружения принадлежала главному инженеру

Л. Ф. Кунсту и первому начальнику комбикормового цеха И. В. Козелу. Благодаря высокому профессиональному уровню специалистов была разработана схема, которая включила модернизацию отдельных технологических линий путем замены оборудования на более производительное.

Ежегодно руководство комбината хлебопродуктов вместе с рационализаторами комбикормового цеха вносит новые элементы в технологическую схему, устанавливает новое высокопроизводительное оборудование, монтирует новые линии.

Так, в 1966 г. была определена производственная площадь и смонтирована установка для гранулирования комбикормов. В этом же году рационализаторами цеха предложена и внедрена линия обогащения комбикормов микродобавками.

С целью учета движения продукции в 1967 г. дополнительно смонтированы две нории НЦГ-15 и двое весов ДМ-100 для взвешивания рассыпных комбикормов до и после гранулятора.

Для стабильной работы пресса перед подачей рассыпного комбикорма смонтирована просеивающая машина, исключающая попадание случайных и крупных примесей (металл, камень и т.д.).

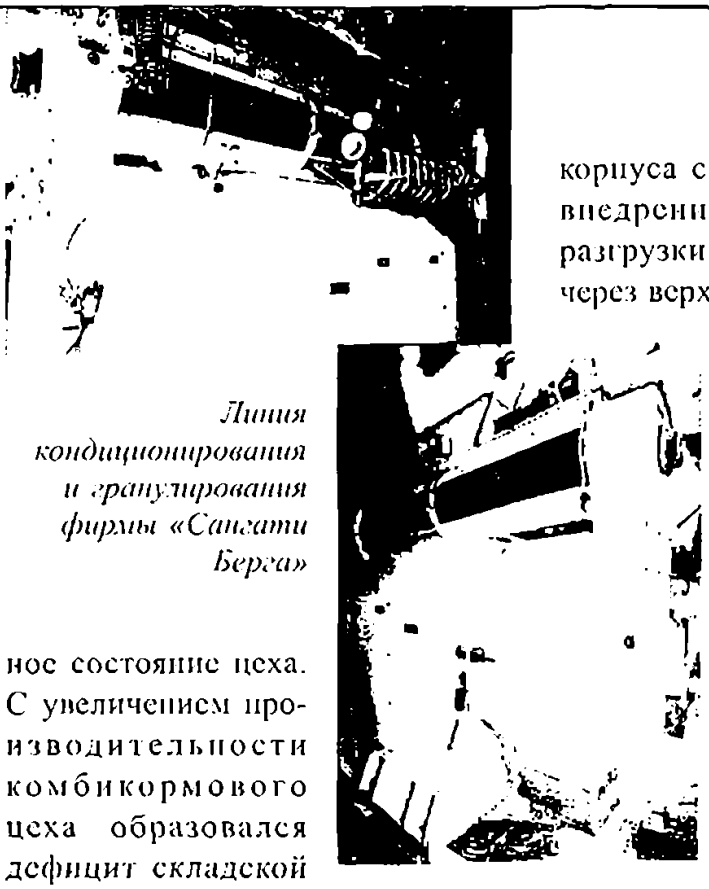
В 1968 г. проведена модернизация линии минерального сырья с установкой дробилки ДМ-600 и бурата ЦМБ. Измельченная соль, пройдя контроль на бурате, подается в наддозаторные бункера.

С развитием животноводства повысились требования к качеству и энергетической ценности комбикормов. В 1973 г. в цехе смонтирована линия ввода жиров в комбикорма при гранулировании.

Для сокращения технологических линий и стабилизации смесеприготовления в складе напольного хранения смонтирована линия для производства смеси трудносыпучих компонентов – рыбной, мясокостной, травяной муки, фосфатов, минерального сырья. На этой линии были установлены весы, смеситель периодического действия. Подготовленная смесь трудносыпучего сырья поступала на главную линию дозирования.

В 1976 г. проведена реконструкция линии механической подачи травяной муки и фосфата с переводом на пневмотранспорт, что значительно улучшило санитар-

Химический контроль компонентов и готовой продукции



Линия кондиционирования и гранулирования фирмы «Сангати Берга»

ное состояние цеха. С увеличением производительности комбикормового цеха образовался дефицит складской емкости для хранения зерновых компонентов. Поэтому в 1976 г. был введен силосный корпус зернового сырья вместимостью 7100 т, полностью механизированный, с диспетчерским пультом управления.

Самый значительный этап (1990 г.) реконструкции комбикормового цеха – это перевод на многокомпонентное автоматическое весовое дозирование с весами 5ДК-200, 16ДК-1000 и 10ДК-2500. В складе силосного типа смонтирована линия предварительного дозирования сырья, требующего измельчения. Эти прогрессивные технологические схемы позволили автоматизировать управление технологическим процессом с центрального пульта управления.

1992 г. ознаменовался вводом в эксплуатацию нового бытового корпуса с лабораторией, а также внедрением механизированной разгрузки из вагонов и погрузки через верхние люки вагонов самотеком. Комбикорма отпускаются также и на автомобильный транспорт.

В 2000 г. последовало еще одно переоснащение линии гранулирования с установкой оборудования «Сангати Берга» (Италия), производительностью 15 – 20 т/ч гранулированных комбикормов для птиц и крупного рогатого скота.

В августе 2001 г. реконструировали два пресса Б6-ДГВ, на которых были установлены модернизированные прессующие узлы МПУ, разработанные специалистами ООО СП «Грантех» совместного украинско-немецкого предприятия из Киева. Главная идея разработки – замена креплений матрицы к планшайбе, что значительно упрочняет конструкцию узла и создает более благоприятные условия для работы самой матрицы. В результате длительность непрерывной работы роликов и матрицы увеличивается в 4 – 5 раз.

В модернизированном варианте пресса установлена матрица d = 500 мм и ролики с D = 220 мм (вместо 406 мм и 180 мм в серийном), что улучшило условия прессования и увеличило производи-

тельность на 20 – 25 %. А это дает дополнительно до 1,5 т гранулированного комбикорма в час при неизменной мощности электродвигателя, что значительно экономит электроэнергию.

В настоящее время производительность комбикормового завода составляет 660 т/сут.

Говоря о предприятии, нельзя не отметить сплоченный в единое целое коллектив комбикормового цеха. Им руководит С. А. Черкасова, которая работает здесь с 1959 г. С 1961 г. работает мастер, руководитель бригады С. Ф. Губерт, и уже 40 лет работают Н. Ф. Молодых, А. Г. Протасова и А. П. Кочерга, которые в настоящее время передают свой опыт молодым рабочим. В цехе растет достойная смена старшему поколению, и в их числе - дозаторщица В. Н. Бондаренко.

Вся деятельность комбикормового цеха АО «Мельник», этапы техперевооружения направлены на производство качественной, безопасной продукции, которая реализуется в Кемеровскую, Свердловскую, Иркутскую и Сахалинскую области, Республику Саха-Якутия на птицеводческие и свиноводческие предприятия.

Сегодня комбикормовый завод имеет все возможности для расширения географии потребителей качественной продукции.

Погрузка в вагоны готовой продукции через верхние люки на железнодорожный транспорт

Погрузка комбикормов в машины

Годы	Комбикорма/ кормосмеси за год, т
1960	13214
1961	32504
1962	47979
1963	63020
1964	42533
1965	80730
1966	78015
1967	95222
1968	93806
1969	111754
1970	113606
1971	115648
1972	119100
1973	122917
1974	129446
1975	138836
1976	145008
1977	152105
1978	156168
1979	152021
1980	158280
1981	152420
1982	157952
1983	147519
1984	148364
1985	153250
1986	149796
1987	151455
1988	154066
1989	154457
1990	83016
1991	140010
1992	102296
1993	75814
1994	58837
1995	67291
1996	54742
1997	32409
1998	24635
1999	20705
2000	24769
2001	27872
2002	35384
2003	37607

Богдановичский комбикормовый завод

Сизиков
Анатолий Владимирович –
генеральный директор

Богдановичский комбикормовый завод сдан в эксплуатацию в 1988 г. Это - один из первых проектов типового комбикормового завода производительностью 50 т/ч, разработанный ГИПРОзернопроектом.

Комбикормовый завод предусматривает выпуск комбикормов и БВМД в соотношении 8 : 2 для всех видов сельскохозяйственных животных в рассыпном или гранулированном виде.

Отличительные особенности комбикормового завода и схемы технологического процесса следующие:

применение высокопроизводительного оборудования на линиях приемки сырья – 175 и 350 т/ч; на загрузке силосных корпусов и бункеров над дозаторами – 100–175 т/ч.;

очистка зернового и мучнистого сырья при приемке его с железнодорожного транспорта или авто-

транспорта и хранение в силосах очищенного сырья;

предварительное дозирование и дробление смеси основной массы компонентов – зерна, гранулированного сырья и шротов;

корпус готовой продукции – проездного типа с установкой в проездах автомобильных весов для взвешивания готовой продукции при отпуске;

двухсменный режим работы на операциях по распаковке и подаче сырья в производство. Создание накопительных емкостей перед очисткой зернового и мучнистого сырья с целью исключения простоя вагонов при разгрузке;

дозирование зернового и гранулированного сырья и шротов осуществлялось на двух многокомпонентных весовых дозаторах 10ДК-2500, минерального, мучнистого сырья и кормовых продуктов пищевых производств и премиксов – на двух многокомпонентных весах АД-2000-2К;

смешивание всех видов сдозированного сырья происходит на смесителях периодического действия, при этом для получения полнорационных порций оба узла дозирования работают синхронно.

Для размещения лабораторий, диспетчерского пульта и бытовых помещений при комбикормовом заводе имеется трехэтажный служебно-бытовой корпус.

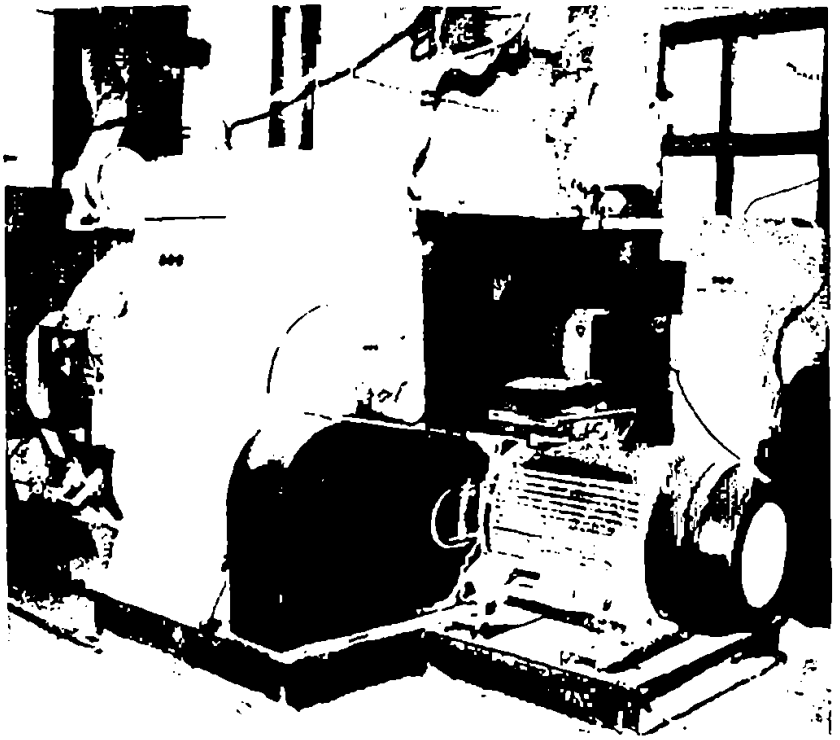
Типовой проект разработан с учетом опыта работы отдельных комбикормовых предприятий, достигших высоких показателей в работе, а также передового зарубежного опыта.

Объемно-планировочное решение завода принято исходя из условий наиболее экономичного и целесообразного ведения производственного процесса и максимально возможного блокирования производственных и вспомогательных цехов, с соблюдением противопожарных требований.

Здания производственного и оперативного корпусов запроектированы восьмиэтажными с ограждающими конструкциями с учетом температуры наружного воздуха –20 °С, –30 °С и –40 °С.

Такой проект принял коллектив комбикормового завода, который возглавил генеральный директор А. В. Сизиков. Думающий творческий коллектив постоянно повышал свой профессиональный уровень, и на всех этапах развития вносил интересные прогрессивные предложения по совершенствованию технического уровня производства.

В настоящее время комбикормовый завод является крупнейшим и стабильным производителем комбикормовой продукции. Ему было нелегко, так как традиционно в Свердловской области работали высокотехничные предприятия с хорошей школой руководящих кадров и специалистов отрасли. Постоянно развивался Свердловский комбинат хлебопродуктов (генеральный директор В. П. Дудин); типовой комбикормовый завод в Лае про-



Дробилка для измельчения компонентов фирмы «Ван Аарсен» (Нидерланды)

изводительностью 315 т/сут; комбикормовые заводы в Кольцово, на хлебоприемном предприятии в Ирбите и т.п. Дефицита в комбикормах не было; в области реализована программа специализации.

Но 1990 г. дал возможность самостоятельного и грамотного развития комбикормовых предприятий. Став акционерным обществом в 1993 г., Богдановичский комбикормовый завод остался в системе Птицепрома области. Агропромышленная интеграция дала комбикормовому заводу возможность устойчивой работы. Основная продукция – комбикорма для птицы.

С момента пуска 1989 – 91 гг. завод вырабатывал 300 тыс. т рассыпных комбикормов в год, из них 40 % - для птицы. В 1992 г., как и на всех комбикормовых заводах, произошел спад на 35 % и на Богдановичском. Животноводы стали сами производить свои кормосмеси. А так как наскоро возведенные линии или цеха не могли производить комбикорма необходимого качества, то появились не потребители комбикормовой продукции, а конкуренты. Поэтому добиться признания можно было только улучшением качества выпускаемой продукции.

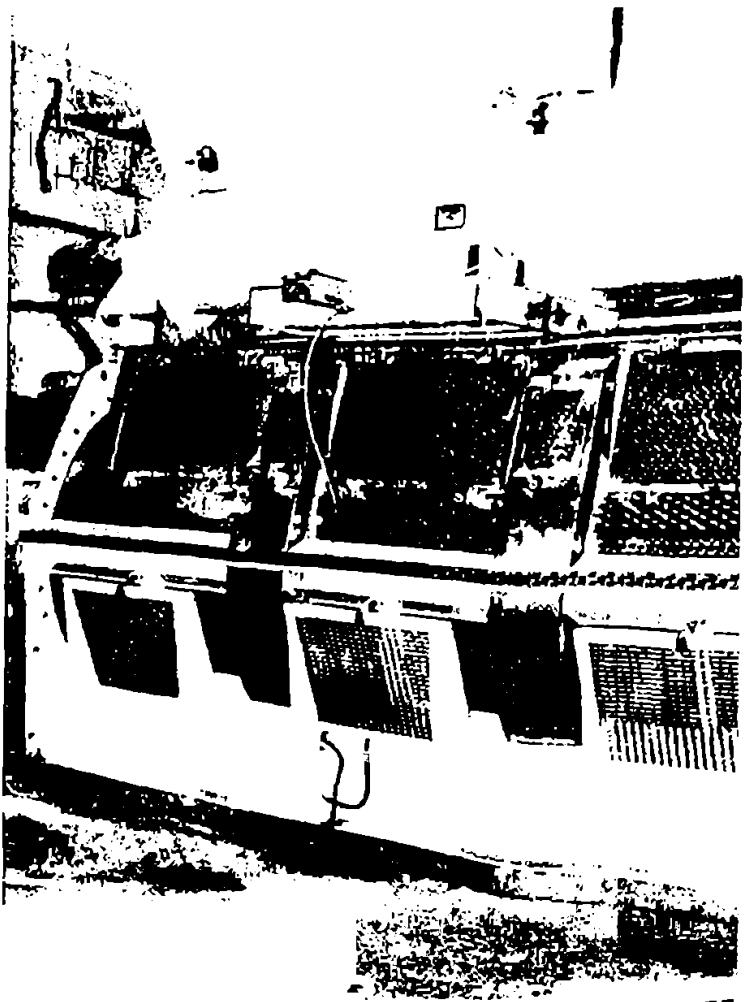
Задавшись этой целью, с 1994 г. приступили к работе над техническим перевооружением. Простая замена технологического оборудования не могла бы решить поставленные задачи. Нужно было изменить качество и структуру комбикорма. Так, после посе-

щения заводов в Европе дробилки были заменены на более производительные фирмы «Ван Аарсен».

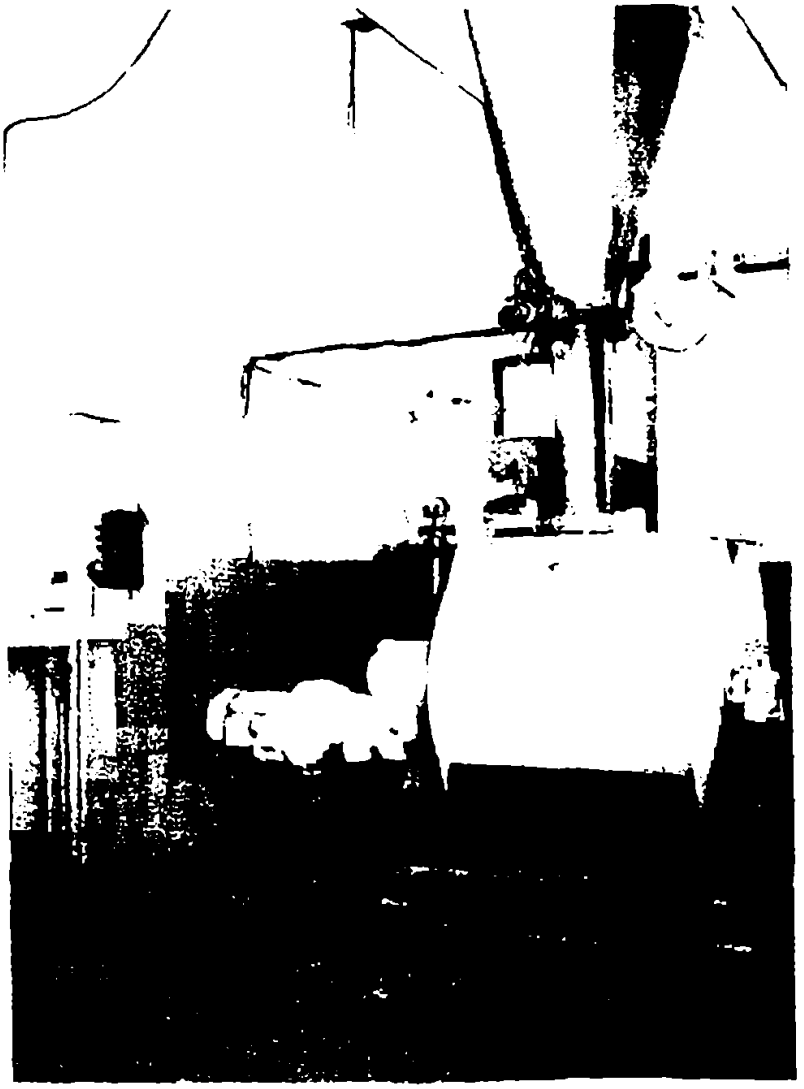
Предприятие пошло на установку нового для комбикормовой промышленности оборудования, которое смогло сделать продукт усвояемым и экономичным. Для этого установлены четыре линии экспандирования - гранулирования производительностью по 15 т/ч каждая датской фирмы «Спроут Матадор». Суммарно в час предприятие смогло получать 60 т безопасного, легкоусвояемого продукта, гарантирующего увеличение суточных привесов, сокращение расхода комбикорма и сроков откорма, а также снижение заболеваемости и, как следствие, – падежа.

Так Богдановичский комбикормовый завод вышел на конкурентоспособную продукцию и выдержал требования к качеству таких птицефабрик, как Рефтинская, Свердловская, птицесовхоз «Статинский».

Следующим этапом технического перевооружения стала линия производства и ввода обогатительных смесей.



Смеситель горизонтальный фирмы «Спроут Матадор» (Дания)



Смеситель фирмы «Бюлер»

Оборудование концерна «Бюлер» в России известно с 70-х годов прошлого века. Линия смесеприготовления полностью удовлетворяет производство высококачественной смеси микроэлементов, витаминов и других биологически активных компонентов.

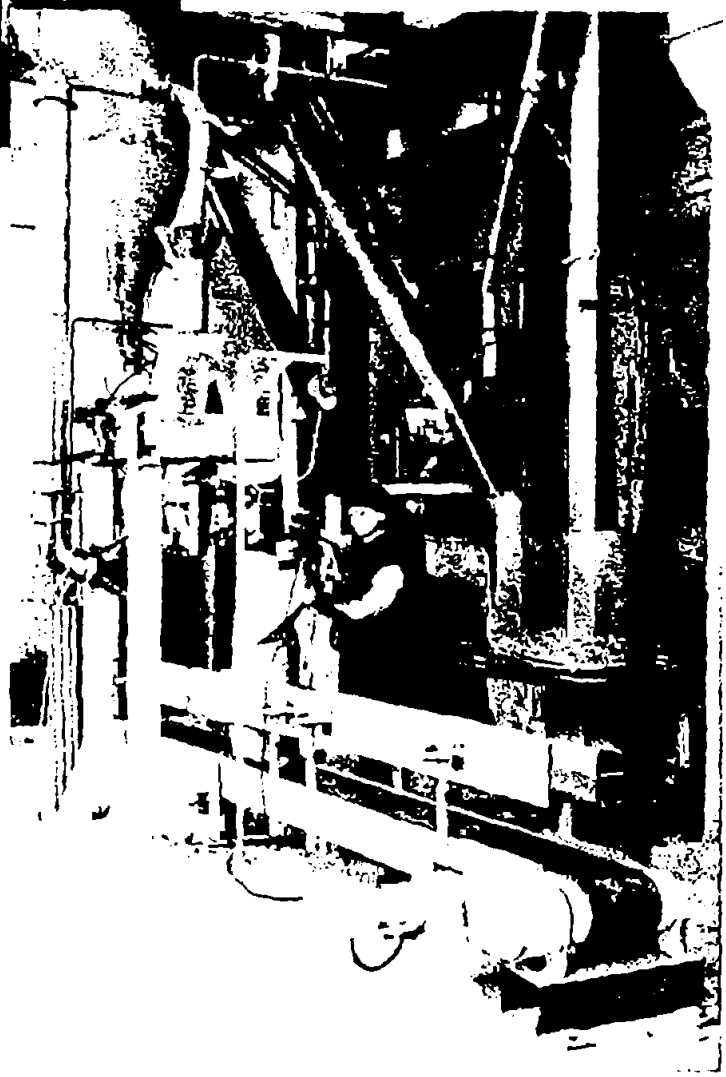
На Богдановическом комбикормовом заводе четкая инженерная служба поддерживает технический уровень оборудования (главный инженер Ю. В. Чегренец). Но не только это позволяет заводу стабильно работать.

Высокие требования качественного аппарата производственно-технологической лаборатории (начальник лаборатории Н.Чегренец), «входной» контроль каждого компонента позволяют оптимизировать выпускаемый комбикорм, с одной стороны, а с другой – не позволять недобросовестным поставщикам зерновых компонентов, рыбной муки, дрожжей и т.п. оставаться безнаказанными.

Узел дозирования микрокомпонентов

5 млн. голов птицы требуют от коллектива завода добросовестного отношения к своим обязанностям, соблюдения трудовой дисциплины.

Но сегодня предприятию было бы трудно реализовать свою продукцию без высокоорганизованной службы маркетинга (Т. Н. Сизикова), которая ведет постоянную работу, чтобы в сложных рыночных условиях удержать региональные приоритеты.



Упаковка готовой продукции

Сухиничский комбикормовый завод

Гуськов Олег Владимирович –
генеральный директор

Сухиничский комбикормовый завод Калужской области – один из первых заводов производительностью 735 т/сут.

Проект разработан ЦНИИпромзернопроект в 1974 – 1975 гг. и явился вкладом в техническое перевооружение комбикормовой промышленности.

В состав проекта вошли: производственный корпус, корпус мучнистого сырья, корпус зернового сырья, трехэтажный склад сырья, корпус шротов, корпус готовой продукции, приемное устройство с автотранспорта, отпускное устройство на железнодорожный транспорт, отпускное устройство на автомобильный транспорт.

Проектом предусмотрено производство рассыпных и гранулированных комбикормов по всем действующим рецептам и для всех видов и возрастных групп сельскохозяйственных животных; работа может осуществляться по взаимозаменяемой схеме БВМД-комбикорма.

Суточная производительность технологических линий принята из расчета выработки 70 % комбикормов и 30 % БВМД.

Проектом предусмотрены автоматизированные многокомпонентные весовые дозаторы, порционные смесители компонентов комбикормов, линия шелушения пленчатых культур, установки для гранулирования комбикормов, приготовления обогатительных

смесей, ввода премиксов промышленного производства, жидких компонентов, карбамида, растворенного в мелассе.

Основные производственно-складские здания комбикормового завода располагаются по двум осям, между которыми прокладываются железнодорожные пути. С одной их стороны размещаются склады зернового и мучнистого сырья, производственный корпус и склад готовой продукции (все здания имеют одинаковую ширину – 24 м и сблокированы друг с другом с помощью соединительных галерей). По другую сторону железнодорожных путей размещаются трехэтажный склад трудносыпучего сырья и склад шротов.

Приемное устройство с железнодорожного транспорта рассчитано на одновременную разгрузку двух вагонов – с зерновым или мучнистым сырьем (или шротом) в неупакованном виде.

Приемное устройство с автомобильного транспорта оборудовано автомобилеразгрузчиком ГУАР-15.

Склад для зернового сырья запроектирован из элеваторных элементов с подсилосным этажом высотой 6,0 м. Высота силосов 25,2 м, корпуса 38 м. Сырье перемещается с помощью цепных конвейеров и норий производительностью 100 т/ч.

Трехэтажный склад трудносыпучего сырья монтируется из сборных железобетонных элементов. Высота его 15,5 м, общая складская вместимость – 1660 т.

Кадры решают все

Мысина
Алла Васильевна
начальник
лаборатории

Соломатина
Татьяна Александровна
начальник производства

Суслова
Галина Ивановна
заместитель начальника
производства

Максимова
Татьяна Григорьевна
заместитель
главного инженера

Склад предназначен для хранения и подготовки минерального сырья, травяной муки, кормовых продуктов пищевых производств. Здесь предусмотрены механизированная приемка сырья, сушка минерального сырья в сушилках барабанного типа РЗ-ЧСС, его предварительное и вторичное измельчение.

Высота силосной части склада для хранения шротов 18 м. Для улучшения выпуска шротов из силосов установлены 4 винтовых разгрузителя А1-ДРВ. Металломагнитные примеси отделяются магнитной колонкой БКМА-500, шроты измельчаются дробилкой А1-ДДР.

Надсилосный этаж производственного корпуса

Корпус готовой продукции имеет то же конструктивное решение, что и склад мучнистого сырья. Здесь установлены два весовыбойных аппарата ДВК-50П и ДВМ-50П для упаковки готовой продукции.

Корпус готовой продукции соединен с производственным корпусом транспортерными открытыми эстакадами и с силосными металлическими емкостями проездного типа для механизированного отпуска готовой продукции на автомобильный и железнодорожный транспорт.

Производственный корпус – семиэтажное здание каркасного типа высотой 38 м. Схемой технологического процесса здесь предусмотрена подготовка зернового, гранулированного и мучнистого сырья перед дозированием, на которое шрот, минеральное сырье и кормовые продукты пищевых производств подаются аэрозольтранспортом, а травяная мука – пневматическим транспортом.

Проектом была предусмотрена линия ввода жидких компонентов. Оборудование размещено в двух зданиях – производственном корпусе и корпусе мучнистого сырья (накопительные емкости и насосы).

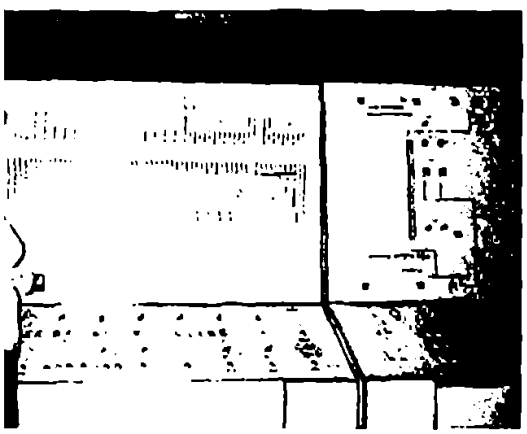
На комбикормовом заводе производительностью 735 т/сут запроектированы два узла дозирования и смешивания, позволяющие предприятию работать параллельно с разными рецептами. Установлены весы 10ДК-2500, 5ДК-500, 6ДК-100 и смесители порционного действия СГК-2,5. Управление смесеприготовлением осуществляется автоматически с централизованного диспетчерского пункта.

С момента основания в масштабах страны это был современный комбикормовый завод с поставками продукции во многие регионы государства.

На всех этапах развития в течение более 20 лет Сухиничский комбикормовый был и ос-

тается ведущим не только в районе, но и в области. Стабильный коллектив, в основном, сформированный с основания комбикормового завода, неоднократно награждался Переходящим Красным Знаменем, почетными грамотами, дипломами.

Творческий коллектив не стоял на месте. В процессе эксплуатации в 1989 г. в корпусе зернового сырья на линии приемки зерна цепные транспортеры были заменены на распределители самотечные – поворотные трубы для зерновых компонентов. В 1994 г. проведена реконструкция линии по передаче зерновых и мучнистых компонентов; в корпусе основного производства смонтирована и начала действовать линия производства растительного масла производительностью 2 т/сут; заменены пресса-грануляторы ДГ на ДГВ. В 2001 г. пущена в эксплуатацию линия по вводу растительного масла и кормового жира в комбикорма; проведена реконструкция цеха предварительных смесей. Это дало возможность вводить в комбикорма витамины и микроэлементы.



Мнемоническая схема управления комбикормовым производством

Образцы для проведения технических анализов

И сегодня завод вырабатывает комбикорма для всех видов сельскохозяйственных животных, птицы, рыб. Расчет рецептов комбикормов проводится как заказчиками, так и изготовителем, обязательно согласовывается с потребителем. Разработчиком программы по расчету рецептов является Всероссийский научно-исследовательский институт комбикормовой промышленности.

Вырабатываемые комбикорма отгружаются на птицефабрики Калужской, Брянской, Тульской, Смоленской областей и в Республику Беларусь. Реализуются комбикорма сельскохозяйственным предприятиям района и области.

Лузинский комбикормовый завод

Шабров Валерий Валентинович – генеральный директор

Среди специализированных предприятий, которые строились в конце 80-х годов, ведущее место принадлежит Лузинскому комбикормовому заводу. Завод был построен в поселке Лузино Омской области производительностью 630 т/сут рассыпных и гранулированных комбикормов.

Основное назначение комбикормового завода – обеспечение полнорационными комбикормами крупнейшего свиноводческого предприятия ордена Ленина совхоза «Лузинский», с 1993 г. – ОАО «Омский бекон».

Производство комбикормов на заводе начато с июля 1988 г. и к концу этого года достигло проектной производительности 630 т/сут.

Лузинский комбикормовый завод одним из первых вошел в интегрированную систему группы предприятий «Омский бекон».

Все достижения отечественных и зарубежных производителей комбикормов с большим интересом изучаются инженерами предприятия, тщательно экспертируются и внедряются с учетом особенностей технологии. Благодаря этому проводятся техническое перевооружение и совершенствование технологических процессов,

аспирации, механизации, автоматизации при производстве рассыпных, гранулированных и экспандированных комбикормов.

В первом полугодии 1997 г. одним из первых Лузинский комбикормовый завод установил на предприятии две линии экспандирования и гранулирования комбикормов производительностью по 20 т/ч каждая фирмы «Амандус Каль» (Германия).

Проводить более глубокую гидротермическую обработку выпускаемой продукции, особенно для поросят-отъемышей и молодняка до четырехмесячного возраста, было необходимо. Это связано с тем, что на предприятие поступали компоненты, качество которых требовало обязательной подработки.

Экспандирование позволило: полностью уничтожить болезнетворные микроорганизмы и вредные вещества, обеспечив бактериальную чистоту; повысить питательную ценность комбикормов и их усвояемость; увеличить ввод жидких компонентов.

Следующим важным фактором явилась возможность использования местных ресурсов сырья, особенно белкового. Рапс на имеющемся оборудовании для измельчения зерновых компонентов до 30 % остается неизмельченным, целые зерна рапса практически не усваиваются животными.

При экспандировании под действием создаваемого давления и температуры оболочка полножирового рапса разрывается, большая доля клетчатки расщепляется.

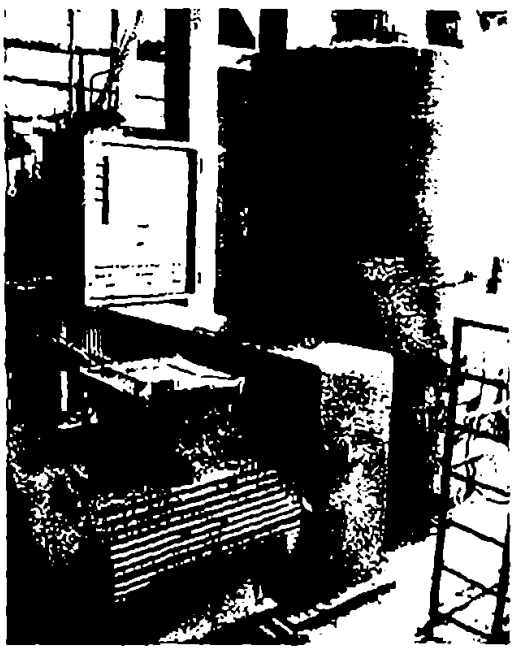
Структурированный экспандированный комбикорм полностью соответствует рецепту комбикорма, может прекрасно храниться в силосах.

Главная задача, которая стояла перед предприятием, - это сокращение затрат кормов. Для Лузинского комбикормового завода эта задача была очень сложной, так как показатель расхода кормов с 1993 по 1998 гг. был самым низким в России. Тем не менее экспандирование еще снизило этот показатель, обеспечив параллельно бактериальную чистоту комбикорма. 100 %-ное экспандирование и гранулирование позволило снизить потери комбикормов, тем самым сократить их расход и повысить эффективность производства животноводческой продукции.

Следующим существенным этапом технического перевооружения явилась замена оборудования для измельчения компонентов. Шесть дробилок были заменены на две производительностью 20 т/ч голландской фирмы «Ван Аарсен». В январе 1998 г. они были введены в эксплуатацию, что позволило сократить энергозатраты, повысить качество измельчения.

В 2002 г. была проведена замена отечественных смесителей на смесители фирмы «Ван Аарсен» вместимостью 6 и 4 м^3. Это позволило стабилизировать показатель однородности смеси.

Экспандер фирмы «Амандус Каль» (Германия)



Пресс-гранулятор фирмы «Амандус Каль»

Для производства полнорационных комбикормов с полным набором биологически активных компонентов на Лузинском комбикормовом заводе введена в эксплуатацию линия по приготовлению и вводу обогатительной смеси. Эта линия полностью обеспечила потребности предприятия в премиксах для всех возрастных групп животных.

Грамотный выбор технологии гарантирует качество и безопасность комбикормов. Это позволяет свиноводческому предприятию снизить расход комбикормов с 4,7 до 3,8 кормовых единиц, а прирост на откорме увеличился с 600 до 713 г.

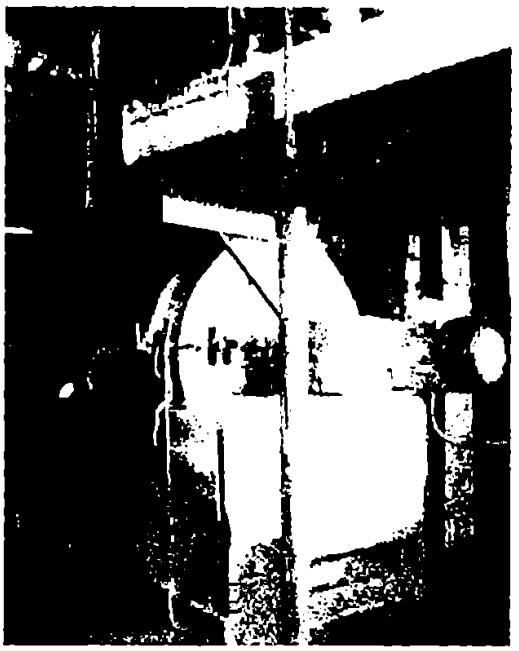
За последние годы благодаря высоким технологиям компанией произведено более 50 тыс. т продукции, объем увеличен более чем в 4 раза.

Дробилки фирмы «Ван Аарсен»

В настоящее время заводом вырабатываются полнорационные комбикорма в гранулированном и экспандированном виде для всех возрастных групп животных и птицы.

Основными потребителями продукции ОАО «Лузинский комбикормовый завод» являются: ОАО «Омский бекон», ЗАО «Птицефабрика «Сибирская» (бройлер), ГП «Изюмовская птицефабрика» (несушка), кроме того, организована продажа комбикормов населению с. Лузино и мелким фермерским хозяйствам.

С 2000 г. на предприятии функционирует система менеджмента качества версии ГОСТ Р ИСО 9000-2000, в настоящее время предприятие проводит предсертификационную работу по внедрению версии ГОСТ Р ИСО 9001–2001.



Смеситель фирмы «Ван Аарсен»