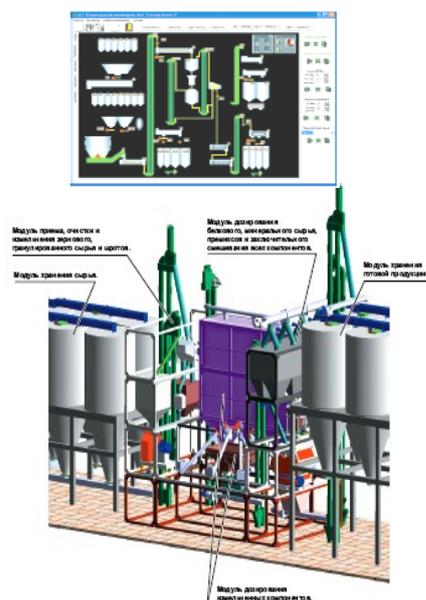




ОАО «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ»

АФАНАСЬЕВ В.А.

РУКОВОДСТВО ПО ТЕХНОЛОГИИ КОМБИКОРМОВОЙ ПРОДУКЦИИ С ОСНОВАМИ КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ



ВОРОНЕЖ 2007

УДК 636.085:55

ББК 36.824

А 94

В.А.Афанасьев

Руководство по технологии комбикормовой продукции
с основами кормления животных

Книга написана под общим руководством д.т.н. В.А.Афанасьева.

В написании книги принимали участие д.т.н. В.А.Афанасьев, к.т.н. А.И.Орлов; к.т.н. Л.Я.Бойко (гл. 14, 17), к.т.н. Л.А.Трунова (гл. 14, 17), Петров Н.В. (гл. 14); к.с/х.н. Л.А.Николенко (гл. 2); В.М.Щеблыкин (гл. 15); к.т.н. Н.В.Лисицына (гл. 16).

В книге изложены основные положения о комбикормах, белково-витаминно-минеральных концентратах и премиксах, приведены сведения по использованию кормовых средств животными, рассмотрены характеристика сырья для выработки комбикормовой продукции, основы организации технологических процессов комбикормового производства, ведение технологических процессов при выработке продукции: очистка сырья, измельчение сырья, дозирование и смешивание компонентов, гранулирование комбикормов, а также новые приемы по углубленной переработке сырья и обработке комбикормов: гидротермическая, экструдирование, экспандирование. Приведены схемы технологического процесса производства комбикормов на ранее построенных заводах и вновь созданных предприятий у сельхозпроизводителей.

Книга предназначена для научных работников, преподавателей учебных заведений по комбикормовому производству, студентов, инженерно-технического персонала комбикормовых предприятий, других специалистов в области производства комбикормовой продукции.

Одобрена и рекомендована:

Ученым советом ВНИИКП, протокол № 3 от 26 апреля 2007 г.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение	7
Глава 1. Общие сведения о комбикормах и кормопроизводстве	8
1.1. Основные требования для организации и создания комбикормового производства	10
Глава 2. Основные положения по кормлению животных	15
2.1. Содержание кормовых средств и их значение в кормлении животных	15
2.1.1. Питательные вещества корма	15
2.1.2. Биологически активные вещества в кормлении животных	24
2.1.3. Минеральные вещества корма	31
2.1.4. Значение воды в кормлении животных	38
2.2. Переваривание и абсорбция пищевых веществ в организме животного	39
2.2.1. Переваривание корма в пищеварительном тракте животного	39
2.3. Энергетическая оценка кормов	45
Глава 3. Сырье для производства комбикормовой продукции	47
3.1. Характеристика качества отдельных видов сырья	48
3.1.1. Рациональное использование и пути изыскания сырьевых ресурсов для производства комбикормов	61
3.2. Физико-механические и технологические свойства сырья, компонентов и готовой продукции	67
3.3. Требования к доброкачественности сырья	71
3.4. Требования к ветеринарно-санитарному состоянию сырья	72
Глава 4. Прием, размещение и хранение сырья	77
4.1. Хранение сырья насыпью в бункерах силосного типа и в складах	78
4.2. Хранение в мешках и контейнерах	80
4.3. Хранение трудносыпучих видов сырья в бункерах силосного типа	81
4.4. Хранение сырья в складах напольного хранения	83
4.5. Требования к складским помещениям и хранилищам	84
4.6. Ориентировочные сроки хранения сырья	85
4.7. Организация приема, размещения и хранения сырья	88
Глава 5. Комбикормовая продукция для различных видов животных	92
Глава 6. Основы организации технологических процессов производства комбикормовой продукции	99
6.1. Типовые линии технологического процесса производства комбикормов, белково-витаминно-минеральных концентратов	105
6.1.1. Линия приема и складирования зернового сырья	105
6.1.2. Линия приема и складирования гранулированного, мучнистого сырья и шротов	107
6.1.3. Линия приема и складирования затаренного в мешки и контейнеры сырья	108
6.1.4. Линия приема и складирования минерального сырья	110
6.1.5. Линия приема и складирования известняковой муки	111

6.1.6. Линия подготовки зернового сырья к дозированию	112
6.1.7. Линия отделения пленок	116
6.1.8. Линия подготовки отрубей и другого мучнистого сырья к дозированию	120
6.1.9. Линия подготовки муки кормовой животного происхождения из рыбы, кормовых дрожжей к дозированию	121
6.1.10. Линия подготовки шротов к дозированию	123
6.1.11. Линия подготовки сырья, поступающего в таре, к дозированию	124
6.1.12. Линия подготовки соли к дозированию	125
6.1.13. Линия подготовки мела и другого минерального сырья к дозированию	126
6.1.14. Линия ввода премиксов	127
6.1.15. Линия приготовления премиксов на комбикормовых заводах	128
6.1.16. Линия дозирования и смешивания компонентов	130
6.1.17. Линия гранулирования комбикормов и выработки комбикормов выравненного гранулометрического состава	132
6.1.18. Линия приема, складирования и ввода в комбикорма жира и фосфатидного концентрата	137
6.1.19. Линия приема, складирования и ввода мелассы в комбикорма	139
6.1.20. Линия ввода нетрадиционных жидких добавок и воды в комбикорма	140
6.2. Линии совместной переработки сырья при производстве комбикормов и БВМК	142
6.2.1. Линия переработки зернового гранулированного сырья и шротов в составе смеси	143
6.2.2. Линия переработки белково-минерального сырья в составе смеси	144
6.2.3. Линия совместной порционной переработки зернового, гранулированного и другого сырья, требующего измельчения	146
6.2.4. Линия совместной порционной переработки белково-минерального сырья	148
6.2.5. Линия совместной переработки всех видов сырья	149
6.3. Линии углубленной технологической переработки зернового сырья при производстве комбикормов	150
6.3.1. Линия экструдирования зернового сырья	150
6.3.2. Линия выработки пропаренных хлопьев из зерна	152
6.3.3. Линия микронизации (обработка инфракрасными лучами) зерна	154
6.3.4. Линия обжаривания зернового сырья	155
6.3.5. Линия экспандирования комбикормов	155
Глава 7. Основные технологические процессы производства комбикормов и белково-витаминно-минеральных концентратов	158
7.1. Очистка сырья	158
7.1.1. Очистка сырья просеиванием	160
7.1.2. Очистка сырья и продукции от металломагнитной примеси	162
7.2. Измельчение сырья	164
7.2.1. Оценка процесса измельчения	166
7.2.2. Определение затрат энергии на измельчение	169
7.2.3. Машины для предварительного измельчения	170
7.2.4. Машины для основного измельчения	171
7.2.5. Способы измельчения с применением молотковых дробилок	182

7.2.6. Организация процесса измельчения	185
7.2.7. Совершенствование процесса измельчения сырья	195
7.3. Просеивание измельченных продуктов	198
7.4. Дозирование компонентов	201
7.4.1. Требования к технологии дозирования	201
7.4.2. Объемное дозирование	202
7.4.3. Весовое дозирование	203
7.4.4. Устройства для объемного дозирования	204
7.4.5. Устройства для весового дозирования	207
7.4.6. Проверка точности дозирования компонентов	212
7.5. Смешивание комбикормов	226
7.5.1. Требования к технологии смешивания	226
7.5.1.1. Оценка смесителей периодического смешивания	229
7.5.2. Смешивание в смесителях непрерывного действия	230
7.5.3. Смешивание в смесителях периодического действия	232
7.5.3.1. Увеличение производительности узла дозирования-смешивания	237
7.6. Гранулирование комбикормов	240
7.6.1. Применение гранулированных комбикормов для кормления:	241
а) свиней	241
б) птицы	242
в) жвачных животных	243
г) кроликов, рыбы и др.	244
7.6.2. Необходимые размеры гранул для различных видов животных	244
7.6.3. Установки для гранулирования комбикормов	244
7.6.4. Оценка качества гранул	246
7.6.5. Факторы, влияющие на процесс гранулирования	247
7.6.6. Предварительная обработка материала перед гранулированием	250
7.6.7. Охлаждение гранул	252
7.6.8. Просеивание и измельчение гранул	253
7.6.9. Конструкции прессов-грануляторов	253
7.6.10. Практические рекомендации по организации процесса гранулирования комбикормов и БВМК	255
7.6.11. Производство комбикормов выравненного гранулометрического состава	257
Глава 8. Углубленная технологическая переработка зернового сырья при производстве комбикормов	260
8.1. Обработка зерна обжариванием	260
8.2. Обработка зерна при кондуктивном способе подвода тепла	261
8.3. Обработка зерна при конвективном способе подвода тепла	262
8.4. Обработка зерна при конвективно-кондуктивном способе подвода тепла	264
8.5. Обработка зерна инфракрасным излучением	264
8.6. Обработка зерна токами высокой частоты	265
8.7. Обработка зерна паром и давлением	266
8.8. Экструдирование зернового сырья	267
8.9. Экспандирование комбикормов	270
8.10. Эффективность скармливания комбикормов с зерновыми компонентами, подвергнутыми термической, гидротермической и термомеханической обработке	272

Глава 9. Переработка и использование сои и рапса в кормлении сельскохозяйственных животных	275
9.1. Эффективность использования экструдированных сои и рапса сельскохозяйственными животными	279
Глава 10. Производство комбикормов для домашних животных (собак)	281
Глава 11. Ввод жидких видов сырья в комбикорма	283
Глава 12. Схемы технологических процессов производства комбикормовой продукции	289
12.1. Производство комбикормов на комбикормовых заводах бывшей системы хлебопродуктов	290
12.2. Производство комбикормов на заводах, использующих местное сырье и покупные белково-витаминно-минеральные концентраты	301
12.3. Производство комбикормов у потребителя при новом строительстве комбикормовых предприятий	303
12.3.1. Создание новых комбикормовых предприятий для животноводческих хозяйств и птицефабрик по разработкам ВНИИКП	305
Глава 13. Методика анализа технологических схем с применением циклограмм	315
Глава 14. Технология премиксов	322
14.1. Характеристика и основные требования к премиксам и их компонентам	322
14.2. Основные варианты технологии приготовления премиксов	325
14.3. Технологический процесс приготовления премиксов, основные параметры	328
14.4. Организация производства премиксов на отдельных линиях в условиях комбикормовых заводов	331
14.5. Технологический контроль, техника безопасности и охрана труда при производстве премиксов	341
Глава 15. Основы автоматизации комбикормового производства	348
Глава 16. Особенности стандартизации комбикормовой продукции	359
16.1. Концепция национальной системы стандартизации	359
16.2. Структура и фонд национальной стандартизации	361
16.3. Новая концепция стандартизации комбикормовой промышленности	362
Глава 17. Контроль качества сырья, продукции и технологического процесса	371
17.1. Контроль сырья	371
17.2. Контроль технологического процесса	377
17.3. Контроль готовой продукции	381
Литература	383

ВВЕДЕНИЕ

Производство комбикормов остается основным звеном в развитии агропромышленного комплекса страны. Обеспеченность комбикормами во многом определяет уровень развития и экономику животноводства, особенно крупных животноводческих хозяйств и птицефабрик, так как в структуре себестоимости продукции животноводства стоимость кормов составляет 65-75%.

Основное назначение предприятий кормопроизводства – приготовить такие смеси, чтобы обеспечить полностью животных питательными веществами, гарантирующими их сохранность, рост, развитие и продуктивность.

Роль комбикормов возрастала по мере развития животноводческой отрасли. Так, с созданием ферм, крупных комплексов и птицефабрик стало невозможным накормить животных, не используя комбикорма, выработанные промышленным способом в цехах, на специализированных заводах и т.п. Обеспечение всех требований животноводов также невозможно без высоких показателей качества кормов. Здесь и полное выполнение научно-обоснованных норм питательности, обеспечение санитарной чистоты и безвредности корма, кормление животных и птицы любого возраста и направленности от рождения до забоя. Поэтому для выработки комбикормов строятся отдельные предприятия, создаются специальные машины, обеспечивающие очистку сырья от различных примесей (сорных, вредных, металломагнитных и др.), измельчение сырья таким образом, чтобы гранулометрический состав учитывал возможность полного потребления и переваривания компонентов, их правильное соотношение и сочетание, обоснованное научными исследованиями, высокую однородность смеси, гарантирующую требуемый химический состав для каждого животного. Для повышения питательной ценности ряд предприятий осуществляет дополнительную обработку: снижение содержания пленки, гидротермическую обработку, ввод вкусовых добавок в жидком виде, санитарную обработку и др.

Для производителя комбикормов необходимо знание основ кормления животных, всех видов сырья, применяемого для выработки комбикормов, их переработки, составления требуемых смесей, их смешивания и обогащения, обеспечения требуемого гранулометрического и химического состава, сохранения качества до потребления корма животными.

В данной книге освещены основные вопросы технологии комбикормового производства: свойства сырья, его переработка, способы получения комбикормовой продукции, обеспечивающей потребности животных для получения высокой их продуктивности.

ГЛАВА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОМБИКОРМАХ И КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ

Современное животноводство может существовать и развиваться только на основе широкого использования комбикормов. Поэтому комбикормовая промышленность является важнейшей отраслью народного хозяйства во всех развитых странах. Она играет большую роль в создании прочной кормовой базы для животноводства.

Известно [8. 05], что для развития животноводства качество кормов, сбалансированность рационов стоят на первом месте, так как доля влияния кормового фактора на продуктивность животных составляет 60-70% генетического фактора – 25-30% и около 10% - условия содержания.

При скармливании животным кормовых средств в отдельном виде общий расход их в 1,5-2,0 раза выше, чем использование их в сбалансированной по основным показателям питательности кормовой смеси. Установлено, что, так называемые концентрированные корма (т.е. зерновые культуры), при скармливании по отдельности не удовлетворяют потребности организма животного для его продуктивного развития, так как в них не содержится полного набора требуемых белков, жиров, витаминов, макроэлементов и др. веществ.

Использование кормовых средств в виде комбикормов позволяет экономить дефицитные белковые корма, вырабатывать смеси в более приемлемой для животных форме, где даже в небольшом объеме (грануле, крошке, брикете и т.п.) должны содержаться все питательные вещества, механизировать и автоматизировать процесс раздачи кормов и тем самым уменьшить затраты труда на выработку животноводческой продукции. Созданные в последние годы высокопродуктивные породы сельскохозяйственных животных и птицы, технология их содержания требует своевременного полноценного кормления. Производство птицеводческой продукции вообще невозможно без использования комбикормов. Высокоэнергетическое полноценное кормление гарантирует увеличение яйценоскости кур (до 320-350 штук в год), интенсивный рост и привесы (до 40-50 г сутки), сокращение сроков (до 50 дней) выращивания цыплят-бройлеров на мясо. При откорме свиней комбикормами привесы животных увеличиваются на 30-45%, срок откорма сокращается на 20-25 дней, а расход корма снижается. При введении комбикормов в рационы дойных коров удои молока повышаются на 20-25%.

В связи со сложностью изготовления комбикорма должны вырабатываться на специализированных комбикормовых заводах, хотя еще имеются и отдельные агрегаты, и простые установки, и недостаточно оснащенные цеха по производству комбикормов. В

зависимости от потребности обеспечения животных кормами и их местонахождения производительность комбикормовых предприятий составляет от 1,0 до 50,0 т/час или от 10 до 1200 т/сутки. Предприятия по производству комбикормов могут быть самостоятельными (в основном это заводы бывшей отрасли хлебопродуктов) и входящими в состав животноводческих хозяйств. Самостоятельные предприятия в основном используют привозное сырье, из которого вырабатывают главным образом полноценные комбикорма высокого качества для птицефабрик, животноводческих комплексов (ферм) и других потребителей. Эти заводы могут выпускать также высокопитательные белково-витаминно-минеральные концентраты, а кормопроизводящие предприятия у потребителей (животноводов) на базе этих БВМК и собственного местного сырья вырабатывать для себя полноценные комбикорма.

На современных комбикормовых предприятиях можно отметить следующие прогрессивные процессы:

- применение электронно-вычислительной техники для расчета оптимальных по питательности и себестоимости рецептов;
- применение высокоэффективного технологического оборудования, обеспечивающего требуемые режимы обработки;
- дозирование (отвешивание) компонентов с высокой точностью по заданному рецепту на весовых дозаторах, управляемых компьютерами;
- дополнительная обработка в виде гранулирования, экспандирования и других методов с целью повышения усвояемости и доброкачественности корма.

Включать сырьевые компоненты для составления комбикорма следует таким образом, чтобы в смеси были все питательные вещества в необходимом количестве и правильном соотношении по химическому составу.

В настоящее время оценка питательности комбикормов в основном ведется по содержанию в них обменной энергии, а также сырого протеина, клетчатки, введены показатели безопасности (содержание токсических элементов) и др.

В нормативно-технической документации (стандартах) предусматривается оценка качества комбикормов по следующим показателям: внешний вид, крупность размола, влажность, содержание металломагнитной примеси, вредной примеси, зараженность вредителями.

Крупность комбикорма определяется видом и возрастом животного.

Качество комбикормов зависит не только от качества перерабатываемого сырья, но и от ведения технологического процесса производства. Неправильное ведение процесса может влиять на содержание в комбикормах влаги, посторонней примеси, на крупность

размола. Испорченные корма при неправильном хранении и последующем скармливании могут вызвать не только заболевание, но и гибель животного. Особенно опасны в этом отношении продукты распада белковых веществ, образующиеся при гниении. Готовый комбикорм должен быть однородным по внешнему виду, без признаков плесени. Запах должен соответствовать запаху набора компонентов. Также не должен содержать металломагнитной примеси больше нормы, указанной в нормативно-технической документации.

1.1. Основные требования для организации и создания комбикормового производства

На начальном этапе организации производства комбикормовой продукции для кормления животных необходимо располагать следующими данными.

Специальные знания.

– изучить рецептуру комбикормов, методику расчета рецептов; имеющееся для этого пособие «Методические рекомендации для расчета комбикормовой продукции» содержит: перечень сырья, используемого для производства комбикормов; требования по питательной ценности комбикормов для различных возрастных групп животных; нормы ввода биологически активных веществ в премиксы; таблицы питательности и химического состава сырья, нормы ввода сырья в комбикорма [50];

– иметь сведения об эффективности данного корма или кормового средства, его поедаемости, получению продуктивности при скармливании, т.е. величину привесов на откорме, максимальную яйценоскость для кур-несушек, необходимые затраты корма на единицу привеса или десяток яиц для несушек, влияние корма на здоровье животных и птицы, их жизненные функции и др.;

– при необходимости организовать испытания нового вида кормового средства или корма в специализированных организациях (научных учреждениях или испытательных станциях) или воспользоваться данными научных и испытательных организаций, проспектов фирм и т.п.;

– располагать данными о биохимических изменениях, произошедших в компоненте или самом комбикорме при той или иной обработке и их влиянии на основные показатели жизнедеятельности и продуктивности животного или птицы.

Практические действия для создания производства.

Следует отметить, что создание предприятий по производству комбикормов сдерживается из-за недостатка квалифицированных специалистов, как имеющих специальные знания в этой области, знающих современные требования к кормопроизводству, так и

опыт их практической деятельности, умеющих принимать правильные решения и воплощать их в жизнь. Здесь в первую очередь необходимы специалисты-технологи по комбикормовому производству, подготовка которых производится крайне недостаточно: мало специальной литературы по комбикормам, должны быть организованы специальные курсы переподготовки специалистов, на которых бы своевременно сообщалось им о создании новых пород высокопродуктивных животных, кроссов птиц, новые требования к возрастающим потребностям их кормления. К одним из немногих пособий по кормопроизводству можно отнести учебник по организации комбикормового производства [37], правила организации и ведения технологических процессов производства продукции комбикормовой промышленности [71].

Перед началом строительства сооружений и зданий для производства комбикормовой продукции необходимо собрать и проработать:

- сведения о наличии собственных и приобретаемых кормовых средствах для данного производства, их физических, химических и кормовых характеристиках, питательной ценности, содержании в них полезных и вредных веществ, их стоимости;

- способы и средства доставки кормовых ресурсов, условий хранения и сохранности их до переработки, стоимость этих операций и оборудования;

- необходимость постройки помещений, складов, зданий для производственных цехов, инженерных сооружений для переработки сырья и выработки продукции, требуемые затраты, принципы функционирования и стоимость основного технологического оборудования, вспомогательных механизмов и средств;

- обеспечение хранилищами различных типов для размещения и хранения разных видов сырья: сыпучих, трудносыпучих, слеживающихся, гигроскопичных, в контейнерах, мешках, пакетах и другой таре, жидких видов и др.;

- порядок размещения, возможность очистки сырья при приеме, защиту от осадков и влияние метеоусловий, периодичность контроля за сохранностью сырья, температурой отдельных видов сырья, влажностью их, плесневелостью, гнилостными процессами в них и т.п.;

- очередность профилактических мероприятий, защиту от грызунов и насекомых;

- обеспечение средствами механизации приема (разгрузчиками), размещения (транспортными механизмами), хранения сырья (приспособлениями против слеживаемости), разгрузки сырья (выгрузными устройствами, транспортом для сыпучих материалов, для контейнеров и мешков), подачи сырья в производство;

- обеспечение автоматическими средствами контроля за процессом хранения, температурой, влажностью, слеживаемостью.

Обоснование технологии и схемы переработки сырья и выработки продукции.

Основой выработки комбикормовой продукции, как и других производств, является технология. Правильно разработанная технологическая схема должна обеспечивать гарантированное качество продукции, включать минимально необходимое оборудование, иметь экономически обоснованную степень механизации и автоматизации производственных процессов, обеспечивать минимальные затраты энергии и труда. Построение ее должно быть таким, чтобы на каждом этапе обеспечивать требуемую переработку сырья, постепенно изменяя качество в нужном направлении без ухудшения его, достигнутого на прежнем этапе.

При разработке технологической схемы прорабатываются:

- основные технологические процессы и приемы переработки сырья, обеспечивающие требуемые преобразования и превращения;
- варианты технологических схем переработки сырья и выработки продукции с целью оптимизации;
- целесообразность совмещения складских помещений с наддозаторными;
- возможность очистки сырья при приеме от посторонних и металломагнитных примесей;
- целесообразность совместной порционной переработки сырья, требующего гранулометрической подготовки с применением двухступенчатого принципа измельчения на дробилках и вальцовых станках или дробилок с регулируемым режимом работы с достижением однородного гранулометрического состава с минимальным количеством крупных и пылевидных фракций;
- способы повышения технологической эффективности процессов производства, обеспечивающие минимальный расход электроэнергии;
- возможность шелушения пленчатых культур (овса, ячменя и др.);
- методы углубленной переработки зерновых и масличных культур с учетом потребности животных, для которых вырабатывается комбикорм, в частности, улучшения их потребительских свойств;
- способы подготовки к дозированию трудносыпучих и мелкодисперсных (порошкообразных) видов сырья: очистка, фракционирование, улучшение технологических свойств и их стабилизация, обработка с целью повышения усвояемости и кормовой ценности;
- подача в наддозаторные бункера без перемешивания компонентов друг с другом, например, за счет подъема механическим вертикальным транспортом, применения пово-

ротных кругов с автоматическим переключением направлений и самотечных труб в каждый наддозаторный бункер, закрепленный за определенным видом сырья;

- обеспечение наддозаторных бункеров питателями, недопущения самоистечения продукта, возможность регулирования подачи продукта на дозирование с тем, чтобы обеспечить максимальную точность, особенно для компонентов в малых дозах;

- одноэтапное дозирование компонентов на автоматических весовых дозаторах на тензодатчиках с управлением от микропроцессоров, обеспечивающих ввод компонентов в любом заданном рецептом проценте, в том числе и микродобавок в микродозах;

- коррекция массы дозы в процессе дозирования;

- повышение точности ввода компонентов за счет использования современных питателей весовых дозаторов, целесообразность составления предсмесей для ввода компонентов в малых количествах;

- способы ввода жидких компонентов: в основной смеситель, в специальный смеситель, при отпуске продукции, при экспандировании или гранулировании;

- применение современных смесителей, гарантирующих эффективность смешивания не менее 95% при соотношении компонентов 1:10⁵ и минимальную длительность смешивания и энергозатраты;

- технологическая схема должна быть гибкой, обеспечивать максимальную загрузку оборудования, минимальное количество отходов, низкие энергозатраты;

- требования по питательности (химическому составу) комбикормов должны выполняться за счет высокой точности дозаторов (класс не ниже 0,1), правильного их подбора и обеспечения работы в автоматическом режиме;

- схема должна обеспечивать улучшение потребительских свойств продукции за счет обогащения сырья, т.е. удаления малоценных частей продукта, повышения перевариваемости питательных веществ, деструкции целлюлозно-лигниновых образований, инактивации антипитательных веществ, придания определенной структуры корму;

- доброкачественность комбикорма, а также его усвояемость (конверсия корма) может быть обеспечена за счет применения гидротермической обработки в экспандерах, прессах-грануляторах, пропаривателях с плющилками и др. аппаратах;

- технологическая схема цеха (или линии) предварительных смесей, если таковая будет предложена, должна предусматривать механическую работу с тарными грузами (автопогрузчики, растарочные машины и т.п.), оборудование для гранулометрической подготовки наполнителя и измельчения солей микроэлементов, наддозаторные и другие бункера со специальными выгрузными устройствами, весовое дозирование компонентов, обес-

печивающее ввод компонентов в требуемых рецептом дозах, смешивание с высокой однородностью как предсмесей, так и на заключительном этапе;

– для защиты окружающей среды должны быть максимально сокращены выбросы загрязняющего воздуха и тепла в атмосферу за счет применения современных систем аспирации оборудования, локальных систем, пылеотделителей (фильтр-циклонов т.п.), кондиционеров, замкнутого оборота воздуха.

Мероприятия по повышению потребительских свойств комбикормовой продукции.

Для повышения качества выпускаемой продукции в рыночной борьбе за увеличение сбыта целесообразно постоянно совершенствовать технологию, изыскивать новые сырьевые ресурсы и добавки, расширять ассортимент продукции.

К таким мероприятиям можно отнести:

– обогащение сырья имеющимися способами (например, удаление пленки у пленчатых культур и других балластных веществ);

– дополнительное использование вторичных ресурсов пищевых и перерабатывающих производств для повышения питательной ценности (например, молочная сыворотка и др. побочные продукты молокоперерабатывающей промышленности) и расширения ассортимента (побочные продукты свеклосахарной промышленности);

– ввод новых различных добавок, например, продуктов микробиологической промышленности: мультиэнзимных препаратов и ферментов, расщепляющих клетчатку; аминокислот; побочных продуктов пищевой промышленности, повышающих качество и вкус; витаминов, обеспечивающих дополнительный биохимический эффект, белковых кормов и др.;

– применение специальной переработки зерновых и других компонентов с целью повышения переваримости питательных веществ, инактивации антипитательных факторов, повышения доброкачественности корма;

– придание конечному продукту определенной структуры (текстурирование, хлопьевидность и т.п.), повышающей привлекательность корма для животных и т.п.

Для полной информированности в случае необходимости получения данных по полному циклу: эффективности использования корма животными (привесам, надоям молока, яйценоскости и др.), влияния корма на основные показатели жизнедеятельности животных, качество получаемой от них продукции с биохимическими показателями, в конечном итоге о влиянии этих продуктов на здоровье и жизненные функции человека необходимо подключить соответствующие организации для полномасштабных исследований с участием зоотехников, биохимиков, технологов-комбикормщиков, специалистов по питанию и здоровью человека.

ГЛАВА 2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО КОРМЛЕНИЮ ЖИВОТНЫХ

2.1. Содержание кормовых средств и их значение в кормлении животных

Растительные и животные кормовые средства содержат питательные, биологические активные, минеральные вещества и воду. Органические и минеральные вещества корма представляют собой соединения, состоящие из таких элементов как углерод, водород и кислород (из которых создаются углеводы и жиры), а также азот, серу и фосфор (для создания белковых веществ). В результате разложения органических веществ корма высвобождается энергия, необходимая для производства мяса, молока, яиц, шерсти, пера и др. Углеводы, жиры и белки называют основными питательными веществами [101, 102].

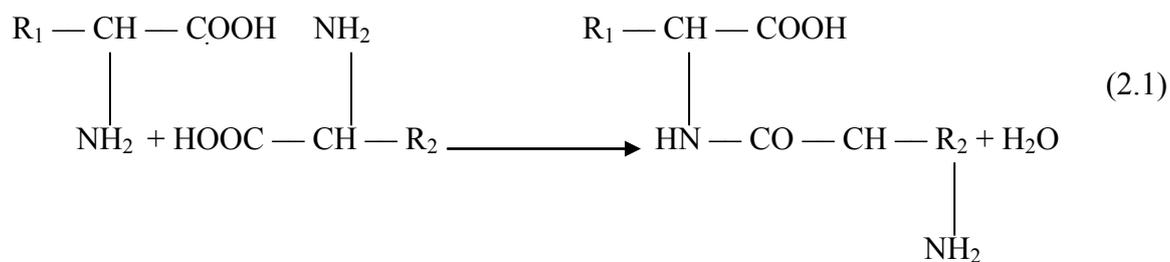
2.1.1. Питательные вещества корма

Белки

Белки по сравнению с углеводами и жирами занимают особое место, которое характеризуется тем, что белки невозможно заменить никакими другими питательными веществами. Это объясняется тем, что белки представляют собой не только питательное вещество, но и являются важной составной частью живой материи. В питании животных белки играют особенно большую роль для синтеза продукции в виде молока, мяса, яиц и шерсти.

В растительном и животном мире белок встречается в каждой клетке. Клеточное ядро, протоплазма и клеточная мембрана состоят из белковых соединений или содержат эти соединения в себе. Белок в организме играет большую роль не только в качестве структурного элемента клетки, но и как строительный материал для целого ряда биокатализаторов (например, гормонов и ферментов). Структурными элементами белка являются аминокислоты. Они состоят минимум из одной аминогруппы ($— NH_2$) и одной карбоксильной группы ($— COOH$).

Белки образуются в результате соединения аминокислот посредством связывания пептидов. Под этим следует понимать соединение двух аминокислотных молекул через мостик NH, когда аминогруппа одной аминокислоты соединяется с карбоксильной группой другой аминокислоты.



Известно более двадцати аминокислот. Из них 12 для питания свиней, птицы и молодняка жвачных животных (телят и ягнят) являются незаменимыми (жизненно необходимыми) или полунезаменимыми, т.е. их обязательно нужно давать животным вместе с кормом. Остальные аминокислоты не являются незаменимыми, т.е. без них можно обойтись. Они могут быть синтезированы в организме животного из безазотистых предварительных ступеней (кетокислот) и аммиака или посредством переаминирования. Основные аминокислоты приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Основные аминокислоты

Незаменимые аминокислоты (аминокислоты, которые не могут синтезироваться в организме животного)	Аминокислоты, не являющиеся незаменимыми (синтезируются организмом животного)
Лизин	Цистин
Метионин	Аланин
Триптофан	Глицин
Аргинин	Аспаргиновая кислота
Гистидин	Серин
Лейцин	Цистеин
Изолейцин	Гистамин
Фенилаланин	Пролин
Тирозин	Гидроксипролин
Треонин	Глутаминовая кислота
Валин	

Метионин, лизин, триптофан и цистин во многих кормах имеются лишь в ограниченном количестве, поэтому синтетический метионин и лизин впредь будут применяться в более широком масштабе в комбикормовой промышленности и в промышленности продовольственных товаров.

По сравнению с другими животными глицин для птицы является незаменимым.

Функции незаменимых и полунезаменимых аминокислот, а также симптомы недостаточности описаны в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Функции незаменимых и полунезаменимых
аминокислот в организме животного

Аминокислоты	Функции	Симптомы недостаточности
1	2	3
Лизин	Синтез белка плазмы и тканей	Отрицательный азотный баланс, прекращение роста, потери живой массы
Гистидин		
Метионин (на 1/6 может заменяться цистином)	Важен для роста тела, волос, шерсти и перьев, предотвращает распад белков, поставляет метиловые группы для синтеза холина и креатина, защиты печени	Ожирение печени, потери лецитина, уменьшение мышц, выпадение волос, анемия, связанная с дефицитом белков
Триптофан	Необходим для размножения и производства молока, индукции действия витамина В ₂ , образования глазного пигмента	Атрофия яичка, неподвижность сперматозоидов, выпадение волос, глазные болезни
Аргинин	Необходим для азотистого обмена, поддержания кислотно-щелочного баланса	Резкое замедление роста
Лейцин	Необходим для создания белка плазмы и белка тканей	Отрицательный азотный баланс
Изолейцин	Необходимы для использования аминокислот, поступающих с пищей	Потери белка пищи, потери живого веса тела
Треонин		
Фенилаланин (частично может быть заменен тирозином)	Необходим для синтеза тироксина (гормон щитовидной железы) и адреналина (гормон мозгового вещества), кроветворения и пигментообразования	Аномалии пигментов, нарушения в щитовидной железе и функций надпочечников
Валин	Необходим для функций нервной системы	Нарушение координации движений, вращательные судороги с поворотом головы, повышенная степень чувствительности

1	2	3
Цистин (может быть заменен метионином)	Синтез кератинов (волосы, шерсть, перья) и белка плазмы, обеззараживание вредных продуктов обмена и веществ, способствующих образованию рака; образование инсулина	Цирроз печени, выпадение волос, воспаление кожи, склонность к инфекциям

Различный уровень содержания отдельных аминокислот в структуре белка кормов обуславливают их различную биологическую ценность. В результате смешивания различных растительных белковых кормов между собой или же с белковыми кормами животного происхождения можно получить смеси, которые благодаря дополняющему воздействию обнаруживают в себе такой состав аминокислот, который гарантирует высокую биологическую ценность. Подобный результат получают и в том случае, когда добавки кормов с лимитирующими незаменимыми аминокислотами (лизин, метионин, треонин) включаются в синтетической форме.

В результате соединения аминокислот образуются простые и сложные белки. Отдельные протеины и протеиды приведены в таблица 2.3 и 2.4.

Таблица 2.3

Простые белки

Протеины	Местонахождение
Альбумины	Молоко, сыворотка крови, яичный белок, зерно, бобовые
Глобулины	Сыворотка, молоко, яйца, миозин вещества мышцы, фибриноген крови, белок семян масличных культур и бобовых
Глобины	Гемоглобин и миоглобин
Гистоны	Клеточные ядра
Проламины, глютелины	Основные компоненты зернового белка, а также некоторые белковые вещества в зеленых листьях
Протамины	Белок рыбы
Коллаген	Соединительные ткани, хрящи (органическое костное вещество)
Кератин	Волосы, шерсть, перья, копыта, рога, чешуя, когти
Эластин	Сухожилия, сосуды

Сложные белки

Протеиды	Простетические группы	Местонахождение и значение
Нуклеопротеиды	Нуклеиновые кислоты	Клеточные ядра (синтез белка, деление клетки)
Фосфопротеиды	Фосфорная кислота	Казеин, яичный желток (резервный белок)
Хромопротеиды	Пигменты (ксантофил и др.)	Гемоглобин, миоглобин, цитохромы, хролофил (транспортировка и накопление кислорода в организме животного, обмен веществ в клетках, фотосинтез)
Глюкопротеиды	Мукополисахариды	Опорные, защитные и соединительные ткани, слизистые вещества (иммунные реакции в теле, свертывание крови)
Липопротеиды	Жиры и жироподобные вещества	Плазма крови, оболочки клетки, яичный желток, митохондрии (регулирует растворимость липоидов в тканевой жидкости)

Небелковые азотистые соединения

К небелковым азотистым соединениям относятся:

- кислотные амиды (например, мочевины, аспарагин, глутамин);
- органические основания (например, бетаин, креатин, креатинин);
- аммиак, неорганические и органические аммониевые соединения, а также нитраты;
- промежуточные продукты синтеза и разложения белка (аминокислоты, пептиды).

Особенно много небелковых азотистых соединений содержится в молодых растениях. По мере роста их содержание в растениях и семенах снижается, т.е. чем старше растение, тем меньше содержание в них названных соединений. Но в результате разложения белков их содержание в зрелых семенах может значительно повыситься.

Большое значение в кормлении животных приобрела мочевины. Из аммиака, высвобождающегося при разложении мочевины, бактерии преджелудка жвачных синтезируют собственно бактериальный белок. Этот белок микроорганизмов жвачные животные используют для синтеза молока, мяса и шерсти. В комбикормах для жвачных животных с функционирующим преджелудком мочевины применяются в количестве 1-4%.

Углеводы

Наибольшую часть органических соединений, встречающихся в природе, представляют углеводы. Так, около половины всех органических углеводных соединений на земле состоит из целлюлозы. Синтез углеводов осуществляется с помощью хлорофилла из двуокиси углерода и воды под воздействием солнечной энергии, так происходит синтез в зеленом растении (фотосинтез). В живых организмах углеводы являются непосредственными источниками энергии и резервным веществом (крахмал в растениях, гликоген – в организме животных). Кроме того, они выполняют опорные функции (целлюлоза – в растительном, хитин – в животном мире) и специфические функции (образование слизистых веществ).

Исходя из химического состава, следует различать моносахариды (простой сахар), олигосахариды (состоящие из 2-7 моносахаридов, называемые также сложными сахарами) и полисахариды.

Моносахаридами являются углеводы, которые нельзя больше с помощью гидролиза разложить на последующие элементы сахара. Две основные группы моносахаридов представлены пентозами (5 атомов углерода) и гексозами (6 атомов углерода).

К пентозам относятся ксилоза, рибоза, дезоксирибоза и арабиноза. В растительном мире пентозы встречаются в виде пентозанов. Пентозы используются животными относительно хорошо. Рибозы и дезоксирибозы являются важными составными частями нуклеиновых кислот в клеточных ядрах. Имеющими важное значение гексозами являются глюкоза (виноградный сахар), фруктоза (сахар фруктов и ягод) и галактоза. Глюкоза самостоятельно или вместе с фруктозой встречается в винограде, плодах, семенах и корнях. В качестве сахара крови (0,08-0,12%) глюкоза является жизненно важным компонентом организма животного. Человек и животное используют гексозы непосредственно для выработки энергии.

Олигосахариды состоят из известного числа (2-7) моносахаридов. В результате гидролиза олигосахариды распадаются на их составные части.

Наиболее важную группу олигосахаридов представляют собой дисахариды. К ним относятся сахароза (тростниковый сахар и сахар свеклы), лактоза (молочный сахар), мальтоза (солодовый сахар) и целлобиоза. Сахароза состоит из глюкозы и фруктозы, а лактоза – из глюкозы и галактозы, в то время как мальтоза и целлобиоза состоят каждая из двух молекул глюкозы, которые отличаются между собой по форме связывания.

Оба простых сахара осуществляют между собой связь у мальтозы – по α – глюкозидной форме, а у целлобиозы – по β – глюкозидной форме.

Полисахариды, в отличие от моносахаридов и олигосахаридов, не поддаются кристаллизации, не имеют сладкого вкуса, а также или не растворимы в воде (целлюлоза), или образуют коллоидальные растворы (крахмал, гликоген). К полисахаридам относятся крахмал, гликоген, инулин, целлюлоза, гемицеллюлозы, пентозаны, гексозаны и пектины.

Для получения животными полноценного питания наиболее важную роль играют крахмал и целлюлоза.

Крахмал представляет собой основной резервный растительный углевод. Он состоит из связанных между собой по α – глюкозидной форме молекул глюкозы или мальтозы. Крахмальное зерно состоит из двух компонентов: амилопектина и амилозы. Амилопектин – это вещество оболочки. Амилопектин набухает в воде и дает крахмальный клейстер. Амилоза находится внутри крахмального зерна.

Гликоген, животный крахмал, имеется почти во всех клетках организма животного. В мышцах он образует энергию, необходимую для мышечной работы. Гликоген печени является энергетическим резервом организма животного.

Целлюлоза содержится во всех растениях в виде скелетообразующего вещества. Она состоит из связанных между собой по β – глюкозидной форме молекул глюкозы или целлобиозы. В пищеварительном тракте эта связь может быть разорвана только бактериальными ферментами. Гемицеллюлозы, пентозаны, гексозаны и пектины также относятся к скелетообразующему веществу растения.

Целлюлоза и другие скелетообразующие, основные вещества в виде полисахаридов обволакиваются инкрустирующими веществами, которые относятся к химическим веществам других классов.

Инкрустирующие вещества не подвергаются воздействию ни пищеварительных ферментов в организме животного, ни содержащихся в нем бактерий. Поэтому они оказывают отрицательное влияние на переваримость белка, крахмала и жиров. К инкрустирующим веществам относятся лигнин (вещество древесины), суберин (пробковое вещество), кутин (растительный восковый слой) и хитин.

При использовании организмом животного углеводы поставляют в первую очередь энергию, направленную на поддержание жизненных функций (поддержание кровообращения, мышечной деятельности, пищеварения, температуры тела и работоспособности). Далее они служат для образования жира и поставляют углеродные структурные вещества для образования аминокислот. Углеводы также обеспечивают энергией, необходимой для синтеза белков.

В анализе кормов углеводы рассматриваются как сырая клетчатка и безазотистые экстрактивные вещества.

Сырая клетчатка как вещество не имеет определения, данного с химической точки зрения. Под сырой клетчаткой подразумевается нерастворимый обезжиренный и безазотный остаток, остающийся после обработки корма с использованием разбавленных серной кислоты и щелочи. В сырой клетчатке содержатся главным образом целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин, суберин и кутин.

Определение безазотистых экстрактивных веществ определяется расчетным путем в виде разницы между суммой питательных веществ и воды и 100. (То есть безазотистые экстрактивные вещества = $100 - \text{/сырая зола} + \text{сырой протеин} + \text{сырой жир} + \text{сырая клетчатка} + \text{вода/}$). Они состоят из сахара, крахмала, пектинов и других веществ, перешедших в раствор при проведении определения сырой клетчатки.

Жиры и вещества, сопутствующие жирам (липиды)

Вещества, относящиеся к этой группе, могут растворяться только в органических растворителях (в бензине, бензоле, ацетоне, эфире и т.д.), но не в воде. Жиры и масла входят в состав как растений, так и животных и являются важными источниками резервной энергии. Различают нейтральные жиры (отложившиеся, депонированные жиры и органические жиры), фосфатиды, стерины, воск и каротиноиды.

Нейтральные жиры состоят из глицерина и трех одинаковых или трех различных жирных кислот. Природные жиры всегда содержат жирные кислоты с нормальной, неразветвленной углеродной цепью с четным числом атомов углерода. От длины этой цепи, а также от числа двойных связей в цепи зависит качество, свойства жиров (консистенция и температура плавления). Жирные кислоты с длинной цепью (насыщенные) отличаются более высокой точкой плавления, т.е. для их плавления требуется более высокая температура по сравнению с жирными кислотами, углеродная цепь которых короче. Насыщенные жирные кислоты в углеродной цепи не содержат двойных связей, ненасыщенные жирные кислоты, напротив, содержат одну или несколько двойных связей. Наличие двойных связей резко снижает температуру плавления жиров. Кроме того, двойные связи служат причиной мягкой или маслянистой консистенции жиров.

В вопросе обеспечения животных необходимым питанием большое значение имеет энергосодержание, калорийность жиров. Теплота сгорания жиров составляет 38-40 килоджоулей (9-9,5 ккал) на 1 г, белка 22-24 кДж (5,3-5,7 ккал) на 1 г, углеводов 16-18 кДж (3,8-4,2 ккал) на 1 г. Жир пищи поставляет энергию на поддержание жизнедеятельности и для синтеза веществ организма. В организме животного жир содержится в качестве депонированного, отложившегося жира и в качестве органического жира.

Отложившийся или депонированный жир служит накопителем энергии, он откладывается в области почек, в подкожных тканях, тканях внутренностей и в костном мозге. На его состав и свойства оказывает влияние жир, введенный в организм животного вместе с кормами. Так, после кормления животных с использованием кормов с большими количествами жирных рыбных продуктов (рыбной мукой, рыбными отходами, консервированной кормовой рыбой, эмульсией рыбьего жира, жиром печени трески), мясо животных и птицы имеют неприятный жировой привкус. При кормлении свиней большим количеством кукурузы (также богатой жирами) у них образуется мягкий мажущийся слой сала, а при кормлении названным кормом птиц подкожные ткани их размягчаются, приобретают желтоватый оттенок, это же в полной мере относится и к куриному мясу.

Состав органических жиров специфичен для каждого вида животных и даже для каждого отдельно взятого животного, органические жиры выполняют особые биологические функции в формировании клеточных структур. Одновременно жиры нужны для использования жирорастворимых витаминов. В формировании органического жира большое участие принимают ненасыщенные жирные кислоты (линолевая, линоленовая и арахидоновая кислоты), которые в организме не синтезируются. Поэтому их нужно вводить в организм животных вместе с кормами, по этой же причине их относят к незаменимым жирным кислотам.

Фосфатиды (лецитины и кефалины) состоят из глицерина, двух жирных кислот (в большинстве случаев незаменимых) и одной молекулы фосфорной кислоты, к которой присоединено одно азотосодержащее органическое основание (холин у лецитинов и коламин у кефалинов). Фосфатиды в качестве компонентов органического жира содержатся во всех клетках организма животного, но в особенности в тканях мозга и нервов. В кровеносных руслах и лимфатических путях они принимают участие в передаче энергии и транспортировке жиров.

Стерины представляют собой предстатии, играющие важную роль витаминов и гормонов. Наиболее важное значение для организма животного имеет из рассматриваемых стеринов холестерин. Как и лецитин, он служит для построения клеточной оболочки. В коже позвоночных животных имеется достаточно большое количество 7-дегидрохолестерина.

Из растительных стеринов прежде всего следует назвать эргостерин, большое количество которого содержится в кормовых дрожжах.

Воск состоит из длинноцепочного спирта и жирной кислоты. Он в небольшом количестве содержится в кормах растительного происхождения, однако организмом животного не используется.

Каротиноиды представляют собой образовавшиеся в растении желтые, желто-красные или фиолетовые растворимые в жирах пигменты, которые встречаются в помидорах, моркови обыкновенной, стручках перца и в листьях зеленых растений (особенно люцерны). Каротиноиды вызывают окрашивание яичного желтка в интенсивный желтый цвет. Поэтому их в виде сушеной зеленой люцерны, стручкового перца и синтетических продуктов примешивают к комбикормам, предназначенным для кормления кур-несушек. Наиболее важное значение из каротиноидов имеет β -каротин. Он представляет собой предварительную стадию витамина *A*.

Описанная здесь группа жиров и веществ, которые сопутствуют жирам, по анализу кормов входит в категорию сырого жира. При этом из предварительно высушенной пробы корма жир экстрагируется эфиром в аппарате Сокслета. Эфирная вытяжка содержит описанные вещества, а кроме того – органические кислоты.

Наиболее употребительные исходные корма, как правило, содержат мало жира. В то же время быстрорастущие животные и птицы (бройлеры, телята, свиньи мясного типа), а также куры-несушки для синтеза белков нуждаются в большом количестве энергии, которая не может быть обеспечена углеводами прежде всего в рационах с большим содержанием сырого протеина. Поэтому в комбикорма для птиц и телят, а также в заменители цельного молока для телят с целью обогащения этих кормов энергосодержащими веществами добавляют жиры в виде подогретых жидких жиров животного происхождения, растительного масла, порошкообразных жиров и жировых концентратов.

2.1.2. Биологически активные вещества в кормлении животных

Биологически активные вещества играют в кормлении сельскохозяйственных животных чрезвычайно важную роль. Лишь при применении биологически активных добавок вообще становится возможным промышленное животноводство. Биологически активные вещества жизненно необходимы для обмена веществ. Их отсутствие или нехватка может вызвать анемию и серьезные нарушения обмена веществ с соответствующими последствиями.

Известные на сегодняшний день биологически активные вещества можно разделить на несколько групп, перечень которых вместе с пояснениями приводится ниже.

Биокатализаторы: сюда относятся в первую очередь витамины и ферменты.

Вещества, оказывающие антибактериальное действие: в эту группу входят антибиотики и средства химической терапии (например, кокцидиостатики).

Стимуляторы роста – гормоны; вещества, физиологически родственные гормонам, успокоительные средства и другие вещества, обуславливающие рост, механизм действия, часть из которых на сегодняшний день не полностью выяснена.

Стабилизирующие вещества (антиокислители). Ими являются вещества, под воздействием которых стимулируется рост и оказывается стабилизирующее влияние, их называют эрготропными веществами. Часто влияние отдельных веществ очень тесно взаимосвязаны. Поэтому принятое здесь деление может служить только для ориентации.

Витамины. Витамины являются органическими веществами, которые в общем не могут быть синтезированы организмом животного. Поэтому организм животного непрерывно нуждается в самых небольших количествах витаминов (40 мг на каждый кг сухого вещества корма). Витамины необходимо вводить в организм животного или непосредственно как таковые, или в виде провитаминов, для этих целей витамины примешивают в корм. Некоторые витамины (витамины группы *B* в комплексе и витамин *K*) синтезируется микроорганизмами преджелудка и абсорбируются организмом животного.

Отсутствие витаминов или их нехватка в организме вызывает нарушение процесса роста и так называемые болезни «дефицита» различного рода. Появление болезни «дефицита» при полном отсутствии одного или нескольких витаминов называют авитаминозом, при недостаточном уровне – гиповитаминозом. Избыточное снабжение организма витаминами вызывает гипервитаминоз.

В зависимости от условий растворимости различают витамины, растворимые в жирах, и витамины, которые растворяются в воде. Для абсорбции жирорастворимых витаминов требуется пищевой жир. Что касается витаминов, растворимых в воде, то в желудке создаются благоприятные условия для их абсорбции.

В таблице 2.5 приведены данные по витаминам, имеющим большое значение для правильного питания животных, перечислены основные функции витаминов, заболевания и болезненные явления, имеющие место при отсутствии или нехватке витаминов в организме; наличие витаминов в компонентах, которые используются при производстве комбикормов.

Из приведенных в таблице 2.5 сведений следует, что достаточное обеспечение организма сельскохозяйственных животных соответствующими витаминами, оказывает большое влияние на их продуктивность и работоспособность. При этом потребность в витаминах очень различна в зависимости от продуктивности и вида животного, условий окружающей среды. Данные о потребности в витаминах для животных различных видов и о направлении их продуктивности содержатся в специальной литературе.

Витамины в кормлении животных

Наименование	Основные функции	Болезненные явления, вызванные дефицитом витаминов	Местонахождение
1	2	3	4
Витамины, растворимые в жире			
Витамин А (ретинол)	Стимулирование роста, защита кожи и слизистой оболочки, влияние на зрение	Болезненное ороговение кожи, слепота, рождение мертвого детеныша, выкидыши, неудачные роды, дегенерация половых желез	Премиксы и смеси биологически активных веществ, рыбная мука
Каротин (провитамин А)	Превращение в стенках кишок в витамин А через фермент каротиназа		Травяная мука, кукуруза
Витамин Д ₂ , Д ₃	Улучшение абсорбции кальция и фосфора из кишечника, регулирование отложения этих двух веществ в костях	Рахит и нарушение роста у молодых животных, размягчение или ломкость костей у старых животных	Премиксы и смеси биологически активных веществ, рыбная мука
Эргостерин (провитамин Д ₂), 7-дегидрохолестерин (провитамин Д ₃)	См. витамины Д ₂ и Д ₃	См. витамины Д ₂ и Д ₃	Кормовые дрожжи, кожа и волосы животных (превращение в витамин Д ₃ происходит под воздействием ультрафиолетового облучения)
Витамин Е (токоферол)	Повышение половых функций, естественный антиокислитель (защита жиров и витамина А), участие в углеводном и жировом обмене веществ	Нарушение половых функций и нервной системы, болезненные изменения сердечных и скелетных мышц (гибель свиней и телят от остановки сердца) снижение способности к оплодотворению и инкубации яиц у птицы, размягчение мозга у цыплят	Премиксы и смеси биологически активных веществ, зерно (проростки), отруби, зародыши пшеницы, корма животного происхождения

1	2	3	4
Витамин К (викасол)	Участие в обмене веществ в клетках, способствование образованию веществ, свертывающих кровь (протромбин и проконвертин)	Снижение свертываемости крови, возникновение внешних и внутренних кровотечений, в особенности у птиц	Премиксы и смеси биологически активных веществ, люцерна, рыбная мука
Витамины, растворимые в воде			
Витамин В ₁ (тиамин)	Коэнзим в углеводном и жировом обмене веществ, функционирование нервной системы	Нарушения обмена веществ, судороги, карликовость у свиней и птицы	Премиксы и смеси биологически активных веществ, зерно, отруби, кормовые дрожжи
Витамин В ₂ (рибофлавин)	Коэнзим в энергетическом и белковом обмене веществ	Прекращение роста, дегенерация нервов, параличи, сердечная недостаточность, ранняя эмбриональная смерть у свиней и птицы, кроме того, у цыплят и молодых курочек – судорожные искривления лапок	Премиксы и смеси биологически активных веществ, сухое обезжиренное молоко, рыбная мука, кормовые дрожжи, зерно, отруби
Витамин В ₆ (пиридоксин)	Коэнзим в белковом обмене веществ, участие в кроветворении	Повреждение кожи, нарушение роста, неровность волосяного покрова, анемия, нарушение функций центральной нервной системы	Премиксы и смеси биологически активных веществ, кормовые дрожжи, рыбная мука, зерно, отруби
Амид никотиновой кислоты (ниацин, витамин РР, витамин В ₃)	Коэнзим в энергетическом обмене веществ, окислительно-восстановительных процессах	Кожные заболевания, нарушения в развитии волосяного покрова и перьев, нарушение функций слизистой оболочки кишечника и нервной системы, истощение (похудение)	Премиксы и смеси биологически активных веществ, рыбная мука, кормовые дрожжи, отруби

1	2	3	4
Пантотеновая кислота	Компонент коэнзима А в углеводном, жировом и белковом обмене веществ, обеззараживание токсичных веществ, участие в процессах биологического окисления	Дегенерация центральной нервной системы, депрессия роста, повреждение кожи, нарушение плодовитости, расстройство движений, поносы, болезни почек, дегенерация печени (ожирение)	Премиксы и смеси биологически активных веществ, сухой обрат, кормовые дрожжи, отруби
Фолиевая кислота (витамин В _с)	Влияние на кроветворение, регулирование белкового обмена, синтез и перенос метильных групп	Отрицательное воздействие на образование красных и белых кровяных шариков, повреждение слизистой оболочки в желудочно-кишечном тракте, нарушение роста	Кормовые дрожжи, сухие зеленые корма, пшеница, ячмень
Витамин В ₁₂ (цианокобаламин)	Влияние на синтез белков и веществ клеточного ядра (нуклеиновые кислоты), а также на углеводный и жировой обмен веществ, участие в кроветворении, улучшение выводимости птицы и инкубационных показателей, а также продуктивности в стадиях выращивания и откорма	Анемия, нарушение роста, нарушение плодовитости птицы, плохое использование растительных белков свиньями и птицей, нарушение углеводного и жирового обмена	Премиксы и смеси биологически активных веществ, рыбная мука, сухой обрат, мясокостная мука, кровяная мука
Биотин (витамин Н)	Коэнзим в распаде углеводов и белков, а также при синтезе кислот жирного ряда, поддержание плодовитости и инкубационных качеств яиц, способствование развитию оперения	Повреждение кожи, нарушение плодовитости птицы	Рыбная мука, кормовые дрожжи, пшеница, соевый шрот

1	2	3	4
Холин	Структурный элемент при синтезе фосфатида, регуляция обмена жиров, предупреждение жирового перерождения печени	Нарушение жирового обмена веществ, тяжелые повреждения печени и почек (синдром жировой дистрофии печени у кур-несушек)	Премиксы и смеси биологически активных веществ, животные белковые корма, кормовые дрожжи, соевый шрот, зерно
Витамин С (аскорбиновая кислота)	Улучшение синтеза структурных веществ соединительных тканей, активизация гормонов, ферментов и защитных функций, улучшение усвоения железа (кровотворение)	Снижение сопротивляемости инфекциям, кровотечение в слизистой оболочке	Премиксы и смеси биологически активных веществ для поросят и птицы, а также собственный синтез, молоко и молочные продукты

Для оценочного определения потребности в витаминах ниже для примера назовем потребность в витаминах *А* и *Д* у молочных коров. Эта потребность составляет по витамину *А* 350-465 МЕ (международных единиц) на 1 кг живой массы в день, а по витамину *Д* 17,6-22,5 МЕ. 1 МЕ витамина *А* соответствует весу 0,3 микрограмма и 1 МЕ витамина *Д* равна 0,025 микрограмма.

Ферменты

Ферменты (энзимы) в качестве высокоэффективных катализаторов имеются в любом живом организме. Они оказывают большое влияние на виды и скорость протекания химических реакций в растениях и животных. С химической точки зрения ферменты – это чаще всего протеиды, которые состоят из коэнзима (простетическая группа) и апоэнзима (вещество-носитель: протеин). Каждый фермент может реагировать только с одним субстратом или с ограниченным количеством субстратов.

Наряду со специфичностью субстрата каждый фермент обладает специфичностью реакции (специфичностью действия). Специфичность реакции определяет вид реакции (например, расщепление с водой, передача водорода) и связана с определенной величиной рН. Специфичность субстрата связана с апоэнзимом, а специфичность реакции – с коэнзимом. Так как в природе нет ни одного процесса обмена веществ, который протекал бы без участия ферментов, то количество ферментов (энзимов) отличается достаточно большими числами. Данные ферменты называют по их субстрату, при этом добавляют окончание «аза» (например, протеин – протеиназа). Такие биокатализаторы по диапазону их

действия можно делить на ферменты переваривания и на ферменты промежуточного обмена веществ в клетке.

Ферменты переваривания взаимодействуют с водой как партнеры по реакции. В ходе переваривания они расщепляют питательные вещества при присоединении воды. Различают ферменты расщепления белков, углеводов и жиров.

В промежуточном обмене веществ действуют ферменты, передающие группы веществ, а также переносящие водород и электроны. Ферменты, переносящие группы веществ (например, перенос аминокрупп посредством трансаминаз), управляют процессами расщепления, перестройки и синтеза в клетках организма животных. Ферменты, переносящие водород и электроны, регулируют процесс энергообразования. При изучении процессов переваривания пищи и промежуточного обмена веществ в клетках учитывают также и действие основных ферментов. С 1950 года в разных странах в порядке проведения опытов в корма добавляют ферментные препараты, расщепляющие белки и углеводы. При этом было установлено, что прирост живой массы у животных, главным образом у ягнят и телят, увеличивается по сравнению с приростом живой массы у животных, которых кормили необработанными кормами; эти результаты объясняются улучшением использования питательных веществ организмом животного.

Кокцидиостатические средства

Кокцидиостатическими средствами являются профилактические и лечебные средства химического происхождения, которые используются против кокцидиоза (эймериоз цыплят). Возбудителями этой болезни являются простейшие. Эта болезнь проявляется в форме кровавых воспалений тонкой кишки и слепой кишки у кур. Болезнь вызывает большие потери (до 50% поголовья). С этой болезнью можно вести эффективную борьбу путем применения кокцидиостатических средств в стадиях выращивания и откорма птицы. В некоторых странах в комбикорма для цыплят, бройлеров и курочек добавляют 85-125 мг кокцидиостатических средств на каждый кг комбикормов.

Антиокислители

Антиокислители предохраняют чувствительные к кислороду составные части кормов, такие как жиры и витамины, от окисления. Их воздействие не ограничивается только кормами. Оно продолжается в организме животного. Витамин *E* представляет собой наиболее важный биологический антиокислитель. Он защищает, прежде всего, очень чувствительный к кислороду витамин *A*. Подобным же защитным воздействием обладают и синтетические антиокислители. В результате добавления их в корм сохраняется каротин в

сухом зеленом корме, а также витамин *A* в эмульсиях рыбьего жира, в рыбной муке и комбикормах.

В кормах с высоким содержанием жира антиокислители предотвращают образование перекисей, вредных для организма животных.

В ряде стран антиокислители добавляют в комбикорма для птиц, поросят и телят.

2.1.3. Минеральные вещества корма

Существует целый ряд элементов, без которых организм животного не в состоянии оптимально развиваться и обеспечивать высокую продуктивность и работоспособность. Поэтому эти вещества считаются жизненно необходимыми, их называют биоэлементами. В соответствии с потребностью животных биоэлементы разделяют на макроэлементы и микроэлементы.

Минеральные вещества в организме животного предназначены выполнять следующие задачи:

– Обеспечение опорных функций. Это обеспечивается структурой костной системы, которая состоит из нерастворимых минеральных солей;

– Изменение свойств воды. Минеральные вещества в растворенном виде являются электролитами, вследствие чего они изменяют химические и физические свойства воды. Минеральные вещества регулируют осмотическое давление и влияют на буферные свойства жидкости организма

Макроэлементы

К макроэлементам относятся кальций, фосфор, магний, натрий, калий, хлор и сера.

В таблице 2.6 приведены сведения о том, где встречаются эти элементы и основные функции отдельных макроэлементов в организме животного, а также наличие их в компонентах для производства комбикормов.

Микроэлементы

К микроэлементам относятся железо, медь, цинк, марганец, кобальт, йод, селен, молибден и фтор. Большинство микроэлементов, которые жизненно необходимы в небольших количествах, при наличии в больших количествах оказывают отравляющее воздействие, например, медь, цинк, кобальт, йод, селен, молибден и фтор.

В таблице 2.7 приведены сведения, в частности, о том, где встречаются отдельные микроэлементы в организме животного и их основные функции, а также их наличие в компонентах, используемых для производства комбикормов.

Таблица 2.6

Макроэлементы в организме животного и в компонентах

Элементы	Местоположение	Составные части и функции	Явления недостаточности	Компоненты
1	2	3	4	5
Кальций	Скелет, кровь	Построение скелета, секреция молока, стимулирование нервов и мышц (например, сердца), образование яичной скорлупы	Размягчение костей, ломкость костей, послеродовой парез	Сухие зеленые корма, сухое обезжиренное молоко, рыбная мука, смеси минеральных веществ
Фосфор	Скелет, клетки ткани, кровь	Построение скелета, накопление энергии, буферное действие, составная часть при синтезе белков, липидов, ферментов, гормонов и витаминов, составная часть в углеводном и жировом обмене веществ	Размягчение костей, ломкость костей, бесплодие, снижение поедаемости кормов	Зерно, мельничные отходы, шрот, сухое обезжиренное молоко, мясная мука, рыбная мука, смеси минеральных веществ
Магний	Кости, зубы, мышечные клетки	Построение скелета, промежуточный обмен веществ, активизация ферментов, подавление возбудимости мышц и нервов, обеззараживание аммиака и мочевой кислоты	Снижение поедаемости корма, снижение использования питательных веществ, нарушение функций кожи, снижение температуры тела, замедление роста	Пшеничные отруби, льняной шрот, хлопковый шрот, рыбная мука, специальные смеси минеральных веществ
Натрий	Жидкости организма, мышечные клетки	Буферное действие, регулирование осмотического давления в крови, эффективное выделение желудочного сока, активизация ферментов (например, амилазы), гашение возбудимости нервов и мышц, регулирование баланса электролитов	Снижение использования кормов, депрессия роста, снижение молочной продуктивности, задержание помета, у птиц – канибализм	Рыбная мука, мясная мука, смеси минеральных веществ

1	2	3	4	5
Калий	Клетки, мышцы, клетки крови	Набухание клеток, возбудимость мышц и нервов, воздействие, противоположное действию натрия, регулирование баланса электролитов	Нарушение функций мышц, аномальная деятельность сердца, прекращение роста. При избыточном содержании: повреждение мышц, нервные расстройства, гибель свиней от остановки сердца	Содержится в больших количествах во всех растительных кормах
Хлор	Желудочный сок, кожные и подкожные ткани	Участие в переваривании, регулирование осмотического давления (хлорид натрия, хлорид кальция), регулирование баланса электролитов	Нехватка поваренной соли ведет к депрессии роста, снижению яйценоскости и молочной продуктивности; избыток поваренной соли приводит у птицы к поносам, нервным расстройствам и к разрывам артерий	Содержится в компонентах и смесях минеральных веществ
Сера	Волосы, перья, шерсть, рога, слюна, желчная кислота	В качестве составной части незаменимых аминокислот имеет важное значение для синтеза белка, является строительным материалом для витаминов (витамин В ₁ , биотин), принимает участие в выполнении задач по обеззараживанию в организме (например, крезол, фенол)	Отсутствие аппетита, потеря шерсти, слюнотечение, мутные глаза и смерть	Имеется в достаточно большом количестве в компонентах, особенно в минеральных смесях

Наряду с элементами, представленными в таблицах 2.6 и 2.7, в организме животных регулярно находятся стронций, бор, алюминий, свинец, хром, никель и бром. Их задачи и функции требуют еще выяснения.

Потребность различных видов животных в отдельных макро- и микроэлементах и основные направления продуктивности этих животных вытекают из данных, приведенных в специальной литературе.

В связи с этим для оценки потребности организма животных в минеральных веществах здесь будет представлена только потребность дойных коров в кальции и фосфоре. При этом рассматриваемая потребность будет разделена на потребность в минеральных веществах, необходимых для поддержания жизнедеятельности, и на потребность в минеральных веществах, необходимых для продуктивной деятельности животных. Потребностью животного в веществах, необходимых для поддержания жизнедеятельности, называют потребность в веществах, необходимых для сохранения жизненных функций и обеспечения готовности животного к продуктивной работе. Общая потребность коров с удоем 15-19 л и живой массой 600 кг составляет: Са – 102 г, Р – 60 г в сутки. Продуктивная же потребность на производство 1 кг молока составляет 2,6 г кальция и 1,8 г фосфора. Потребность в названных минеральных веществах для продуктивной работы определяется следующим образом: в одном кг коровьего молока жирностью 3,5% содержится 1,2 г кальция и 0,9 г фосфора. Так как минеральные вещества используются в организме животного только на 50%, необходимо через корма вводить в организм животного двойное количество минеральных веществ.

Таблица 2.7

Микроэлементы в организме животного и в компонентах

Элементы	Местоположение	Составные части и функции	Явления недостаточности	Компоненты
1	2	3	4	5
Железо	Гемоглобин, миоглобин, печень	Образование красных кровяных телец, эффективная составная часть дыхательных ферментов, обеззараживание резко токсичного полифенольного соединения «госсипол» в жмыхе из семян хлопчатника	Анемия, преимущественно у поросят	Рыбная мука, мясная мука, кровяная мука, смеси минеральных веществ для свиней и птицы
Медь	Кровь	Образование красных кровяных телец, необходима для обмена веществ с участием железа, составная часть ферментов промежуточного обмена веществ, влияние на образование эластина в артериях, улучшение прироста живой массы у свиней в результате бактериального воздействия	Анемия, бесплодие, недостаточное поедание корма, снижение роста шерсти у овец, недоразвитость костяка	Мясная мука, обезжиренный шрот ядер кокоса и пальмы, специальные смеси минеральных веществ для кур и свиней
Цинк	Кожа, половые железы, красные кровяные тельца, островки Лангерганса поджелудочной железы	Составная часть ферментов и инсулина, углеводный и белковый обмен, воспроизводство, замедленный рост, паракератоз	Паракератоз у свиней, снижение молочной продуктивности и плодовитости дойных коров, болезни кожи у молодняка крупного рогатого скота и телят, деформация эмбрионов и карликовость, а также плохое оперение у птиц	Рыбная мука, мясная мука, соевый шрот, смеси минеральных веществ для свиней и птицы

1	2	3	4	5
Марганец	Печень, кровь, мышцы, кости	Составная часть ферментов пищеварения и обмена клетчатки, способствование хрящеобразованию, положительное влияние на размножение, улучшения яйценоскости птицы. Активация ферментативных процессов, связанных с обменом углеводов, белков, липидов	Крупный рогатый скот: замедление половой зрелости и стерильность, уменьшение молочной продуктивности. Племенные свиньи: снижение роста костей, размягчение костей, повышенное отложение жира, нерегулярность случного цикла, резорбция плода в материнском чреве, рождение нежизнеспособных поросят. У птиц: снижение яйценоскости, ухудшение качества яичной скорлупы, снижение выводимости, перозис	Рыбная мука, рапсовый обезжиренный шрот, кокосовый обезжиренный шрот, пшеничные отруби, пшеничная мука, сушеная люцерна, смеси минеральных веществ для КРС, свиней и птицы
Кобальт	Печень, почки, селезенка, поджелудочная железа	Составная часть или активатор различных ферментов, центральный атом витамина В ₁₂ , активизация деятельности микробов в преджелудке жвачных, улучшение переваримости целлюлозы	У крупного рогатого скота и овец: уменьшение поедаемости корма, истощение, упадок сил и уменьшение продуктивности	Шрот хлопковый, арахисовый шрот, рыбная мука, кормовые дрожжи, кокосовый шрот, льняной шрот, кукурузная глютенная мука, рапсовый обезжиренный шрот, пшеничная мучка, смесь минеральных веществ для крупного рогатого скота

1	2	3	4	5
Йод	Щитовидная железа	Составная часть гормона щитовидной железы тироксина	Пониженная функция щитовидной железы, нарушение процесса роста, карликовость роста, повышенное отложение жира, нарушение половых функций, мертворождение, снижение продуктивности животных	Рыбная мука, кокосовый и пальмовый шроты
Селен	Печень, почки, кожа, волосы	Защитные функции для печени, включается в обмен веществ с витамином Е	Дегенерация мышц у крупного рогатого скота и овец, некроз печени, при избытке селена наблюдаются явления отравления	В компонентах имеется в достаточных количествах
Молибден	Печень, почки, кровь, мышцы	Имеется в ферментах, улучшение использования сырой клетчатки организмом животного	При избытке – понос и истощение	Арахисовый и соевый шроты
Фтор	Кости, зубы	Повышает прочность костей и зубов	При избытке имеют место отравления, разрушение зубов, изменение скелета, параличи	Рыбная мука, мясная мука, обезжиренный рапсовый шрот

2.1.4. Значение воды в кормлении животных

Количество воды в организме животных, в зависимости от стадии развития животных, колеблется в диапазоне 80-50%. Если потребность животных в воде не удовлетворяется, то поглощение питательных веществ уменьшается и на пищеварение оказывается отрицательное воздействие. В результате этого продуктивность существенно снижается. Продолжительная нехватка воды приводит к отсутствию желания поедать корм и к рвоте. Потеря воды, составляющая 15% от живого веса, может оказаться смертельной. Это связано с разнообразными задачами, которые должна выполнять вода.

С помощью воды все необходимые для пищеварения вещества (слюна, желудочный сок, кишечный сок, желчный сок и панкреатический сок) поставляются к местам пищеварения. Затем вода принимает участие в гидролитических процессах. Транспортировка поглощенных питательных веществ через кровеносные русла и лимфатические пути осуществляется также с помощью воды. Кроме того, вода в тканях различных органов устанавливает связь от клетки к клетке и в качестве гидратационной воды или воды набухания вместе с коллоидальными элементами (белковыми тельцами) поддерживает эластичность клеток, а тем самым и всего тела. Все химические реакции и физиологические преобразования протекают в водном растворе.

Далее вода выполняет важные задачи в рамках теплового баланса животных. Благодаря высокой удельной теплоемкости, высокой теплоты испарения, равной $2260 \text{ кДж}\cdot\text{кг}^{-1}$ и относительно хорошей теплопроводности вода в рамках физической терморегуляции играет существенную роль в поддержании постоянной температуры тела.

В связи с таким большим значением воды в обмене веществ обеспечение организма полезных сельскохозяйственных животных таким количеством воды, которое соответствует потребностям, оказывает большое влияние на продуктивность и работоспособность этих животных.

Суточная потребность в воде зависит от вида корма и процента сухого вещества в нем, от температуры окружающей среды и от относительной влажности воздуха, от интенсивности движения животных, от вида животных и направления продуктивности, а также от возраста животных. В таблице 2.9 приведены данные о потребности в воде на 1 кг сухой массы поедаемого животными корма.

Суточная потребность кур в воде составляет 0,2-0,4 кг на голову. Вода должна быть свежей, чистой, не содержать патогенных (вызывающих заболевания) микроорганизмов, температура ее должна равняться $9-15^{\circ}\text{C}$.

Потребность в воде в кг на 1 кг потребленного
животным сухого вещества (по данным [102])

Крупный рогатый скот	4 – 6
Овцы	2 – 3
Лошади	2 – 3
Свиньи	7 – 8

2.2. Переваривание и абсорбция пищевых веществ в организме животного

2.2.1. Переваривание корма в пищеварительном тракте животного

Прежде чем организм животного сможет использовать питательные вещества, они должны быть переварены. Физиологическая задача переваривания заключается в том, чтобы отделить пригодные составные части корма от непригодных и высокомолекулярные, нерастворимые питательные вещества разложить на простые элементы, которые может усвоить организм. Это осуществляется с помощью вспомогательных средств, таких как слюна, желчь, ферменты и соляная кислота, которые поступают в пищеварительный тракт. Кроме того, к перевариванию относится выделение абсорбированных (усвоенных) твердых и жидких остатков.

Переваривание корма состоит из многих связанных между собой химических и физических процессов, регулируемых гормонами и нервной системой. Место переваривания пищи – это пищеварительный тракт (тракт желудок-кишечник).

Структура пищеварительного тракта

Структура пищеварительного тракта моногастричных и жвачных животных представлена в таблице 2.10. Следует упомянуть об одной особенности, которая заключается в том, что в отличие от свиньи и лошади курица перед проглатыванием корма его не размельчает. Зоб у кур служит для размягчения корма и для создания его запасов.

Строение пищеварительного тракта у свиней,
кур, лошадей, жвачных животных

Свиньи	Куры	Лошади	Жвачные животные
Рыло с челюстью всеядных. Пищевод. Однокамерный желудок, состоящий из слизистой оболочки с железами и без них. Тонкий отдел кишечника, состоящий из двенадцатиперстной кишки, тощей и подвздошной кишки. Толстая кишка, состоящая из слепой кишки, ободочной и прямой кишки.	Клюв без зубов. Пищевод. Зоб. Железистый желудок; мышечный желудок. Тонкий кишечник, состоящий из двенадцатиперстной кишки, тощей кишки и подвздошной кишки. Две слепых кишки. Прямая кишка.	Морда с челюстью травоядных. Пищевод однокамерный желудок, состоящий из слизистой оболочки с железами и без них. Тонкий кишечник, состоящий из двенадцатиперстной кишки, тощей кишки и подвздошной кишки. Толстая кишка, состоящая из слепой кишки, ободочной кишки и прямой кишки.	Морда с челюстью травоядных. Пищевод. Преджелудок жвачных, состоящий из рубца, сетки и книжки. Сычуг (истинный желудок жвачных). Тонкий кишечник, состоящий из двенадцатиперстной, тощей кишки и подвздошной кишки. Толстая кишка, состоящая из слепой кишки, ободочной и прямой кишки.

Пережевывание и усвоение питательных веществ

Первый этап обмена веществ – подготовка питательных веществ к усвоению (пережевывание корма) – характеризуется физическими процессами: измельчение, смачивание слюной, перемешивание и продвижение вперед пищевой кашицы.

Измельчение служит для увеличения поверхностной величины (большая поверхность для действия ферментов) и смешивания корма. Свиньи прожевывают корм менее тщательно и больше заглатывают. Поэтому им дают хорошо измельченные корма. В связи с этой особенностью свиней предназначенные для них комбикорма должны характеризоваться тонинной размолы и не содержать в себе неизмельченных зерен. Лошади размалывают коренными зубами корм очень тщательно. Корм при этом должен быть грубой консистенции. Поэтому компоненты комбикормов для лошадей лучше плющить, а не размалывать. В процессе приема корма крупный рогатый скот и овцы лишь слегка прожевывают пищу. Собственно измельчение поглощенных ими кормов они начинают лишь при последующем повторном истинном пережевывании, т.е. пережевывании корма. При проглатывании корма жвачными животными он сначала попадает в рубец. В результате так называемого отторжения корм из рубца вновь попадает в ротовую полость для интенсивного пережевывания. У молодых жвачных животных (телят, ягнят), у которых преджелудок

еще не полностью готов к выполнению своих функций, в результате рефлекса пищеводно-го желоба устанавливается непосредственная связь между пищеводом и сычугом (истинным желудком). У птицы корм сначала проходит через зоб и железистый желудок и лишь затем интенсивно истирается в мышечном желудке.

Измельчение кормов у всех животных вызывает раздражение слюнных желез, что приводит к выделению слюны. Слюна представляет собой слизистую жидкость без цвета и запаха с нейтральной щелочной реакцией. В результате смачивания слюной корм увлажняется, набухает и становится скользким (при набухании увеличивается поверхность корма).

Далее слюна у жвачных животных служит для нейтрализации органических кислот, образующихся в рубце в результате деятельности микроорганизмов. Суточное количество слюны у крупного рогатого скота достигает 150-180 л, у лошади 40 л, у овцы 3-4 л и у свиньи 2-5 л. У птиц слюнные железы развиты очень слабо, поэтому смачивание корма слюной у них довольно умеренное.

Собственно переваривание корма катализируется пищеварительными ферментами, которые являются составными частями белков пищеварительных соков, выделяемых пищеварительными железами. Этот процесс называют также гидролизом, катализирующие ферменты – гидролазами.

Переваривание белков начинается в желудке. Соляная кислота окисляет кашицеобразный корм (необходимая величина pH составляет 4-5) и, кроме того, активизирует процесс преобразования пепсиногена основных желудочных клеток в пепсин. Последний расщепляет белковые вещества в смесь полипептидов (пептоны и альбумозы). У жвачных животных это расщепление осуществляется посредством сычужного фермента.

В тонкой кишке сок кишечной стенки, сок поджелудочной железы и желчный сок повышают величину pH кашицеобразного корма приблизительно до 8. С помощью трипсина и пептидазы поджелудочной железы, а также дипептидаз и аминокептидаз желез стенок кишечника смесь полипептидов разлагается в тонкой кишке до отдельных аминокислот.

Углеводное переваривание начинается у свиньи еще в ротовой полости. При этом посредством содержащейся в слюне амилазы крахмал расщепляется в мальтозу. Однако основным местом переваривания углеводов у свиньи, кур и лошади является тонкий кишечник. Там под воздействием амилазы, сахаразы и лактазы из поджелудочной железы и под воздействием кишечного сока крахмал, мальтоза и лактоза расщепляются на простые сахара.

У жвачных расщепление углеводов происходит с помощью и под воздействием микроорганизмов.

Переваривание жиров, хотя в желудке имеется липаза, происходит в тонком кишечнике. Под влиянием желчной жидкости происходит эмульгирование жиров. Липазы из стенок тонкого кишечника и поджелудочной железы расщепляют жиры на глицерин и жирные кислоты.

Переваривание корма с помощью микроорганизмов

Сельскохозяйственные животные не могут синтезировать фермент для расщепления целлюлозы. В то же время бактерии в состоянии производить необходимый для этого фермент целлюлазы. Они выделяют этот фермент в окружающую среду и при соответствующих ее условиях (величине *pH*) возможно расщепление целлюлозы. Здесь целлюлоза расщепляется вплоть до глюкозы.

У свиней и птицы подобное бактериальное переваривание корма происходит в небольшом объеме в слепой кишке. У лошади в слепой кишке имеется камера брожения с значительным пищеварением с помощью микробов. Но наибольшее пищеварение с помощью микробов происходит все же в рубце жвачных.

Особенность жвачных животных – рубцовое пищеварение, в процессе которого питательные вещества преобразуются иначе, чем у животных с однокамерным желудком. Так у жвачных большая часть углеводов корма расщепляется в рубце с образованием жирных кислот. В результате сбраживания бактериями и простейшими рубца из глюкозы, фруктозы и сахарозы образуется молочная, протеиновая и масляная кислоты. Эти органические кислоты через стенку рубца проникают в кровь и используются в жировом обмене для синтеза составных частей молока. В табл. 2.11 приведены данные, показывающие степень участия трех аминокислот в молокообразовании.

Таблица 2.11

Использование жирных кислот в молокообразовании

Жирные кислоты	% перевода в 3 составные части		
	Молочный жир	Молочный сахар (лактоза)	Молочный белок
Уксусная кислота	70	18	12
Пропионовая кислота	20	60	18
Масляная кислота	20	38	38

Объем образования жирных кислот в рубце, а также количественное соотношение трех органических кислот между собой зависят от состава кормов. Например, высокое содержание целлюлозы в корме (в сене, соломе) приводит к повышенному образованию уксусной кислоты и тем самым способствует повышению содержания жира в молоке.

Микроорганизмы рубца способствуют не только расщеплению целлюлозы, но и попадающие в рубец белки и азотсодержащие вещества подвергаются воздействию протеолитических ферментов, вырабатываемых микроорганизмами. При этом микроорганизмы используют для синтеза белка в рубце животного не только аминокислоты, но и аммиак в качестве источника азота для синтеза аминокислот. Синтезированный бактериями белок отличается высокой степенью переваримости (около 75%) и имеет хорошую биологическую ценность (60-65%).

Дальнейшему улучшению белка способствуют живущие в рубце жвачных животных инфузории. Они преобразуют растительный белок в животный. Инфузорный белок характеризуется переваримостью 90% и биологической ценностью 65-70%.

Бактериальный и инфузорный белки, как и кормовой белок, перевариваются в сычуге и в тонкой кишке. Оба представляют важный источник белков для жвачных.

Влияние вида животных на переваримость и пищеварение вытекает уже из различий процессов пищеварения у жвачных и нежвачных животных. Жвачное животное благодаря соответствующим функциям рубца использует сырую клетчатку лучше свиньи и птицы. На переваримость кормов пол животного и его порода практически не оказывают никакого влияния. Но в зависимости от возраста между совсем молодыми животными (телятами, ягнятами, поросятами, цыплятами) и взрослыми животными имеются различия в способности к перевариванию корма, порой довольно существенные.

Состав кормовых рационов также оказывает влияние на переваримость кормов. Так, например, высокое содержание сырой клетчатки уменьшает переваримость органической массы, каждый процент сырой клетчатки сверх оптимального снижает переваримость сырого протеина на 4%. Белок, напротив, в определенных границах приводит к улучшению переваримости сырой клетчатки. При добавлении больших количеств легкорастворимых углеводов (крахмала, сахара) в содержащие большие количества сырой клетчатки кормовые рационы жвачных животных происходят изменения в образовании микробного белка, что влечет за собой снижение переваривания сырого протеина и сырой клетчатки. Жиры и масла, а также возбуждающие и вкусовые вещества на переваримость влияния не оказывают или же оказывают очень незначительное воздействие. Размер кормового рациона в пределах физиологически допустимых доз не оказывает отрицательного влияния на пищеварение и переваримость кормов.

Прибавление определенных ферментных препаратов (например, целлюлозного препарата) к кормовым рационам, как показывают результаты последних исследований, улучшает пищеварение и успешно применяется в практических условиях.

При кормлении животных в практических условиях для обеспечения высокой эффективности корма важное значение приобретает такое составление кормовых рационов, которое наилучшим образом подходило бы для успешного переваривания корма в пищеварительной системе животных соответствующего вида и соответствующей продуктивной направленности. Ориентировочные данные по этому вопросу приведены в таблице 2.12.

Таблица 2.12

Требования к переваримости органической массы

Вид животных и продуктивное направление	Переваримость органической массы, %	Ограничение сырой клетчатки, %	Корма
Поросята, ягнята и телята	85-95	2-7	Молоко, заменитель цельного молока, специализированные комбикорма
Цыплята, бройлеры, индейки и утки	85-90	0,4-0,6	Специализированные комбикорма
Куры-несушки, племенные утки и племенные индейки	80-85	0,5-0,6	Специализированные комбикорма
Растущие свиньи, подсосные свиноматки	80-85	5-7	Специализированные комбикорма, кормовые корнеплоды, жом сахарной свеклы, картофельные хлопья и стружка
Дойные коровы и крупный рогатый скот на откорме	60-80	42-45	Основные корма: сочные, грубые, комбикорма
Свиноматки в первой стадии супоросности	60-80	10-12	Травяная мука, зеленый корм, кормовая свекла, комбикорма

2.3. Энергетическая оценка кормов

В животноводстве выше 65% от общих затрат на производство животных и животноводческой продукции составляют затраты на корма. Отсюда вытекает требование обеспечения высокого коэффициента полезного действия от использования кормов и эффективной экономии питательных веществ. Для этого должны быть известны сведения относительно компонентов корма, определяющих его кормовую ценность, а также о потребности животных в питательных веществах корма для обеспечения размножения, роста, продуктивности животных и так далее.

Энергетическую оценку кормов и определение потребности организма животного в энергетических веществах и в их количестве можно проводить с использованием различных методов. Если от валовой энергии вычесть энергию выделений, то получится чистая перевариваемая энергия. Эти данные можно использовать только относительно кормов высокой переваримости. Перевариваемая энергия за минусом энергии веществ, содержащихся в выделенной моче, дает преобразуемую энергию. Это как раз и является энергией, которая действительно может быть использована организмом животного. Она подразделяется на тепловую энергию для производства тепла и на чистую энергию, нетто-энергию. Последняя в свою очередь делится на нетто-энергию на поддержание жизнедеятельности и на нетто-энергию, расходуемую на продуктивность животного. Нетто-энергия на поддержание жизнедеятельности служит для обеспечения жизненных функций животного. По выполнении этих задач она преобразуется в тепловую энергию. За счет нетто-энергии для продуктивности обеспечивается возможность продуктивных действий животного (производство мяса, молока, яиц, шерсти, перьев и т.д.).

В ряде стран оценка кормов основывается в соответствии с нетто-энергией жиров. Созданную систему можно использовать для животных всех видов и направлений продуктивности. В пользу применения показателя «нетто-энергия жиров» свидетельствуют следующие причины:

- все питательные вещества в соответствии с их энергетической продуктивной ценностью принимают участие в жиरोобразовании;
- как с энергетических, так и с физиологических точек зрения жиरोобразование в организме животного занимает большое место. Оно составляет 50% и более от общего состава энергии;
- с биохимической точки зрения процесс синтеза жиров выяснен и поэтому может быть чрезвычайно эффективно использован в качестве масштаба определения нетто-энергии кормов;

– содержание «нетто-энергии жиров» можно рассчитывать с помощью регрессионных уравнений из процентного содержания переваримых питательных веществ.

Энергетические кормовые единицы (ЭКЕ)

Единицей измерения энергетической кормовой ценности является 1 кДж нетто-энергии жиров. Для определения энергетической ценности кормов и кормовых рационов, а также потребности животных в энергии была введена в действие «энергетическая кормовая единица» (ЭКЕ) в качестве многократного значения 1 кДж нетто-энергии жиров. За энергетическую кормовую единицу (ЭКЕ) принято 10 МДж обменной энергии (ВИЖ)

Для определения степени эффективности использованных кормов привлекают данные о затратах энергии или затратах кормов, а также оба показателя вместе.

Они рассчитываются следующим образом:

$$\text{Расход энергии} = \frac{\text{Затраченные кЭКЕ (на поддержание жизнедеятельности и на продуктивность)}}{\text{кг выхода животноводческой продукции}} \quad (2.6)$$

$$\text{Расход кормов} = \frac{\text{Затраченное количество кормов (кг СВ-сухого вещества)}}{\text{кг животноводческой продукции}} \quad (2.7)$$

ГЛАВА 3. СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Для производства комбикормовой продукции используются различные виды сырья растительного, животного, минерального, микробиологического происхождения:

- зерновые культуры: ячмень, пшеница, кукуруза, рожь, овес, просо, сорго, рис, тритикале, пайза, амарант;
- зернобобовые культуры: горох, люпин, вика, соя, бобы кормовые, нут, чина, чечевица;
- технические культуры: подсолнечник, лен, арахис, кунжут, рапс, сафлор, тапиока;
- отруби: пшеничные, ржаные, кукурузные, рисовые и др.;
- мука: ячменная, овсяная, пшеничная;
- зародыш, отбираемый при переработке зерна в муку и крупу;
- мучки кормовые, получаемые при выработке крупы: ячменная, кукурузная, пшеничная, овсяная, ржаная, гречневая, рисовая, просяная, гороховая и др.;
- корма травяные, искусственно высушенные, мука люцерновая, горохо-овсяная, листовой массы клевера, листовой вики яровой, из древесной зелени и др.;
- побочные кормовые продукты масложировой промышленности: жмыхи и шроты подсолнечные, хлопковые, соевые, рапсовые, льняные, арахисовые, кориандровые, рыжиковые, горчичные, кунжутные, сафлоровые, кокосовые, клещевинные; масло подсолнечное, льняное, горчичное, соевое, рыжиковое, рапсовое, фосфатиды подсолнечные, фузы, фильтровальные осадки и др.;
- кормовые продукты сахарной промышленности: сахар, жом свекловичный сушеный, меласса (кормовая патока), дефека́т (фильтрационный осадок);
- кормовые продукты (корма) животного происхождения: мука мясокостная, мясная, костная, кровяная, из гидролизованного пера кератиновая, жир животный кормовой (говяжий, свиной, птицы); кормовые продукты молочной промышленности: сухое обезжиренное молоко, сухая молочная сыворотка, казеин обезвоженный, заменитель цельного молока;
- кормовые продукты крахмалопаточной промышленности: кукурузные корма, крахмал, гидрол;
- кормовые продукты пивоваренной промышленности: пивная дробина, дрожжи пивные, барда пивная и др.;

– кормовые продукты рыбной промышленности: мука кормовая из рыб, морских млекопитающих и ракообразных, мука креветочная, крилевая, мука и крупка водорослевая, жир рыбий и др.;

– продукты микробиологической промышленности: дрожжи кормовые, хлебопекарные сухие, белотин, биоприн, липрот, DL-метионин, L-треонин, L-триптофан, моногидрат лизина;

– продукты химической промышленности: соли микроэлементов, карбамид и др. синтетические азотистые вещества;

– сырье минерального происхождения: мел, известняк для минеральной подкормки животных и птицы, мука ракушечная кормовая, монокальций фосфат, дикальций фосфат, трикальций фосфат, фосфат обесфторенный, соль поваренная, цеолиты, бентониты, сапропель и др.;

– нетрадиционные кормовые продукты, разрешенные к использованию для кормления животных и имеющие утвержденную нормативно-техническую документацию.

3.1. Характеристика качества отдельных видов сырья

Сырье, поставляемое на комбикормовые предприятия, должно соответствовать показателям качества, обусловленным действующими стандартами, техническими условиями, ограничительными кондициями.

По договору с потребителем комбикормовые предприятия могут использовать местные и/или нетрадиционные кормовые продукты, имеющие нормативную документацию и разрешение соответствующих органов на их использование в качестве кормовых средств.

Ниже приводится краткая характеристика отдельных видов сырья для производства комбикормов [37, 92, 95].

Основным компонентом комбикормов является *зерно злаковых культур*. Зерновые компоненты не создают трудностей при транспортировании, размещении, хранении, подаче в производство, переработке их. Являются основным источником обеспечения животных крахмалом, т.е. углеводами. За счет гидротермической обработки имеется возможность повышения усвояемости молодняком сельскохозяйственных животных путем перевода его в легкопереваримые питательные вещества, а также повышения обменной энергии за счет уменьшения клетчатки (т.е. шелушение пленчатых культур). В связи с его значительным содержанием в комбикорме зерно является основным источником обменной энергии. Зерно злаковых значительно обеспечивает комбикорм витаминами: овес – содержит витамин Е, просо – В₁, просо и рожь – В₂, пшеница – В₃, В₄ и В₅, кукуруза – В₆,

рожь – фолиевую кислоту. Большое значение имеют в зерне ферменты, не образуемые в организме сельскохозяйственных животных и птицы, например, целлюлаза, фосфотаза и др. Следует также учитывать, что в зерне могут находиться семена ядовитых растений.

К растениям, содержащим ядовитые вещества, входящим во вредную примесь, относятся горчак ползучий розовый, вязель разноцветный, софора лисохвостная, термопсис ланцетовидный или мышатник, гелиотроп опушенноплодный, плевел опьяняющий, триходесма седая. Количество таких примесей в зерне ограничивается при поставке на переработку в комбикорма.

Зерно является источником появления в кормах микотоксинов, вредных химических веществ (пестицидов, вредных полициклических углеводов), а также ухудшать свои качества при хранении. Пораженное зерно следует подвергать обработке в соответствии с рекомендациями по обеззараживанию, обезвреживанию и использованию некондиционного сырья и готовой продукции в комбикормовой промышленности и сельскохозяйственных предприятиях, разработанными во ВНИИКП.

Ячмень является одним из основных зерновых компонентов комбикормов, а для свиней на откорме быть единственным. Он имеет наибольшее содержание лизина, большое содержание углеводов, в т.ч. крахмала до 60% и клетчатки до 6%, так как зерна ячменя покрыты цветковой пленкой, которая плотно срастается с зерновкой, пленчатость ячменя достигает 15%. За счет шелушения ячменя можно повысить обменную энергию, снизить содержание клетчатки, а путем гидротермической обработки улучшить питательную ценность, т.е. перевести крахмал в более усвояемые легкопереваримые углеводы.

Кроме повышения питательности отделение пленки приводит к уменьшению поверхностной микрофлоры на 75-85%, глубинной микрофлоры на 30-40%, бактерий – на 80-90%.

В шелушенном ячмене уменьшается количество вредных химических веществ, попавших из внешней среды, так как они в основном находятся в поверхностном слое зерна. Однако, шелушенный ячмень нельзя долго хранить, так как подвергается быстрому обсеменению микрофлорой, повреждению вредителями хлебных запасов и другим воздействиям.

Пшеница для большинства зон страны является основным источником обеспечения обменной энергии в комбикормах и имеет ее стабильный уровень 295 ккал в 100 г. Питательные вещества ее хорошо перевариваются животными. Однако следует учесть, что она может быть поражена грибом рода фузариум, а также твердой головней, и принимать во внимание при составлении рецептов и переработке.

Кукуруза обладает хорошими вкусовыми качествами, особенно для птицы. Зерна кукурузы не имеют цветковой пленки и отличаются наибольшим содержанием углеводов, особенно крахмала (до 65%), что обеспечивает до 330 ккал в 100 г обменной энергии и легкопереваримого полисахарида. Кукуруза способствует обеспечению животных, в первую очередь птицы, в линолевой кислоте, содержит меньше других злаковых антипитательных безазотистых веществ, в зерне желтых сортов содержится каротин. Она занимает первое место среди злаковых по переваримости безазотистых экстрактивных веществ (у птицы – 89%), и последнее по содержанию трудногидролизуемых углеводов (целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина и пектинов (до 9,8%). Наряду с этим имеются и отрицательные факторы: низкая доступность фосфора (до 0,03%), низкое содержание протеина, больше других злаковых поражается пыльной и пузырчатой головней и афлотоксинами.

Рожь по содержанию сырых питательных веществ приравнивается к пшенице. Скармливание свиньям способствует получению твердого сала высокого качества. Однако у птицы вызывает нарушение пищеварения и снижение поедаемости корма. При скармливании ржи птице образуются липкие и мокрые выделения, она сильно набухает в желудке и нарушает процесс пищеварения. Молодняку птицы можно начинать скармливать не ранее, чем с 1,5 месячного возраста и не более 5%.

Овес занимает первое место среди семян злаковых по биологической ценности протеина и доступности аминокислот. Он лучше других злаковых стимулирует рост животных, что связано с высокой ценностью протеина, повышенным содержанием глутаминовой кислоты и холина. Зерна овса покрыты легкоотделяющимися цветковыми пленками, вследствие чего содержат большее количество клетчатки. Имеет низкую переваримость безазотистых экстрактивных веществ у птиц (62%). Высокое содержание клетчатки (в среднем 10,3%) приводит к разжижению помета у птицы. Содержание цветковых пленок в зерне овса составляет 25-40%. Для лучшего использования его необходимо шелушить. Белок овса имеет самый лучший аминокислотный состав.

Просо, как зерновой компонент комбикорма, имеет цветковую пленку, количество которой достигает 17-25%. Пленка довольно прочная, клетчатка трудно переваривается и содержит много двуоксида кремния, который является балластным веществом и почти не переваривается. Однако имеются тонкопленчатые сорта, обладающие высокой питательностью (содержание сырого протеина 13,2%, сырого жира – 4,7% и сырой клетчатки – 5,8%). Красные сорта проса содержат каротин.

Сорго по химическому составу и энергетической ценности близко к кукурузе. Однако обладает плохими вкусовыми качествами, так как содержит фенольное соединение – танин и цианогенные гликозиды. Только тепловая обработка при гранулировании, экстру-

дировании или флакирование улучшает усвоение питательных веществ в большей степени, чем у других видов зерна.

Рапс, как кормовое средство растительного происхождения, самое энергонасыщенное и наиболее сбалансированное по аминокислотному составу. Имеет высокое содержание масла (38-45%) и белка (24-31%). В семенах рапса могут содержаться токсичные и имеющие горький вкус органические серосодержащие соединения – глюкозинолаты, которые оказывают вредное действие на щитовидную железу. Масло семян рапса содержит эруковую кислоту. В комбикормовой промышленности в основном используют жмых и шрот. Но в последние годы в комбикормовой промышленности начинают использовать и семена рапса, так как получены новые сорта рапса с низким содержанием глюкозинолатов в семенах до 0,1-0,2%. С применением тепловой обработки (экструдирование и др.) можно получить жмых с большим содержанием жира и хорошими показателями качества. Ввод его в комбикорма позволит исключить ввод жира в жидком виде.

Для получения белковой питательности комбикормов используют зернобобовые культуры, так как они содержат в 2-2,5 раза больше протеина, чем в зернах злаковых культур. Увеличение объемов производства и повышение качества комбикормов может быть обеспечено использованием зерна бобовых культур. В развитых странах основным источником растительного белка для производства концентратов и комбикормов является соя. В России из-за неблагоприятных климатических условий выращивание этой культуры ограничено, поэтому предпочтение отдают местным зернобобовым культурам: гороху, кормовым бобам, вике, люпину и др.

Зерно бобовых культур является не только хорошим источником белка для сельскохозяйственных животных, но протеин этих культур отличается высоким качеством и близок к кормам животного происхождения. В нем содержится значительное количество лизина и других незаменимых аминокислот. Вместе с тем, зерно бобовых содержит антипитательные факторы, снижающие переваримость и биологическую ценность протеина. Поэтому необходимо применять дополнительную обработку, в основном гидробаротермическую, обеспечивающую улучшение переваримости и биологической ценности протеина.

Антипитательные вещества в семенах бобовых культур представлены различными соединениями, снижающими переваримость и препятствующими усвоению организмом животных белков (ингибиторы трипсина и химотрипсина, танины), крахмала (ингибиторы амилазы), минеральных веществ (фитиновая кислота), а также обладающими токсическим (цианогенные гликозиды, алкалоиды) и агглютинирующим действием (лектины).

Согласно литературным данным [31, 38, 51, 87, 88, 90, 91] ингибиторы трипсина и химотрипсина присутствуют во всех семенах зернобобовых культур. Однако количественное их содержание варьирует в широком диапазоне даже для одной культуры. Что касается *люпина*, то многими исследователями ингибиторы трипсина в нем не обнаружены, другими указывается на их присутствие только в некоторых сортах. Тем не менее, все отмечают пониженную расщепляемость белков люпина из-за образования нерастворимых белковых комплексов за счет сахараминных связей. Фитиновая или инозитфосфорная кислота широко распространена в растениях. Негативная ее роль заключается в том, что образуя нерастворимые соли с кальцием, магнием или цинком, она препятствует их усвоению организмом животного. Имеющаяся информация о количестве фитиновой кислоты в зернобобовых касается только гороха, что не исключает ее присутствия и в других культурах.

Лектины или фитогемагглютинины, имеющие белковую природу, составляют, согласно литературным данным, 10-12% белка зернобобовых, или 2-3% к общей массе. В то же время имеются сведения, что люпин и горох содержат лектины в количествах, не влияющих на продуктивность животных.

При использовании зернобобовых для пищевых целей их антипитательные свойства устраняются путем замачивания, пропаривания, варки и т.п. Использование в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы зернобобовых в сыром виде вызывает отрицательные явления, причиной которых служат антипитательные вещества, не разрушающиеся при механической обработке зерна. Улучшение пищевой ценности семян зернобобовых происходит при их гидротермической обработке.

Горох является одним из распространенных и доступных видов зернобобовых. Особенностью его является то, что он содержит лизина в три раза больше, чем в зерне злаковых культур. Однако, для повышения питательной ценности, снижения активности ингибитора трипсина целесообразно проводить тепловую обработку гороха, например, экструдирование. В необработанном виде его можно вводить в комбикорм для свиней и птицы до 30% в рационе.

Вика также содержит повышенное количество протеина (до 24,1%) и лизина (1,4%) и способствует выполнению требований к комбикормам по этим показателям. Однако содержит цианогенный гликозид вицианин, расщепляющийся с образованием синильной кислоты. Этот фактор необходимо учитывать при производстве комбикормов и кормлении животных.

Соя, несмотря на наличие антипитательных веществ, является эффективным источником повышения биологической ценности комбикормов. Содержание белка в семе-

нах достигает 48%, масла – 26%. Имеет лучший состав по аминокислотам, минеральным веществам, витаминам и ферментам. Однако, сырые соевые бобы содержат ингибиторы трипсина, лектины (фитогемагглютенины), антивитамин Д, металлосвязывающие соединения и другие нежелательные вещества, которые вызывают неблагоприятную физиологическую реакцию организма животных, и снижают доступность аминокислот, витаминов и минеральных веществ. Из всех указанных в сое антипитательных веществ наибольший вред приносят ингибиторы трипсина. Они относятся к белковым веществам (глобулинам) и содержатся в сырой сое больше, чем в других кормовых средствах – до 1,0 – 3,2%. Ингибиторы трипсина в большей степени инактивируются при термической и гидротермической обработке бобов сои. Но при этом также денатурируют и остальные белки сои. Степень денатурации можно определить по количеству растворимого в воде белка, если он снизится до 15% и ниже, следовательно, степень денатурации очень значительная. Денатурация у большей части белка наступает при температуре нагрева 55-60⁰С, при этом биологическая активность (например, ферментативная) белка в большей или меньшей степени утрачивается. При слабой денатурации проявляются даже положительные свойства, которые выражаются в повышении гидролизуемости белка ферментами. Активность ингибитора трипсина в практических условиях определяется, как правило, по активности фермента уреазы. В обработанной и подготовленной к вводу в комбикорма сое активность уреазы должна составлять 0,1-0,2 ед.рН. При этом термическая обработка инактивирует не только ингибиторы трипсина, но и некоторые другие антипитательные вещества, как, например, лектины, которых содержится в сое 1-3%, белки соина – до 5%. Соин обладает ядовитыми свойствами и снижает аппетит у животных, затрудняет усвоение ими минеральных добавок, содержащих цинк, марганец, медь и железо.

Мука травяная является одним из источников, позволяющих сбалансировать рационы сельскохозяйственных животных по белку, витаминам и минеральным веществам. Мука люцерновая, из бобовых трав, убранных в ранние фазы вегетации, отличается высоким содержанием питательных веществ, содержит до 21% протеина, до 300 мг/г каротина-провитамина А, витаминов Е, С, К, группы В и др., минеральные вещества и микроэлементы. При соблюдении требуемых режимов приготовления в ней сохраняется до 95% питательных и биологически активных веществ, содержащихся в зеленых растениях. Сырой протеин имеет хорошее соотношение аминокислот.

Травяная мука является основным, а иногда и единственным источником обеспечения птицы и свиней каротином – провитамином А, улучшающим цвет желтка яиц. При вводе в комбикорм повышает его объемность, что способствует более медленному прохождению корма через желудочно-кишечный тракт и лучшему перевариванию питательных

веществ. Наряду с положительными сторонами требует особых условий хранения: в таре или специальных хранилищах в среде инертного газа. Из растительных кормовых средств содержит в наибольшем количестве нитраты и нитриты. Травяная мука из люцерны может содержать саломонин, а из разнотравья естественных угодий – другие вредные вещества.

В настоящее время эти компоненты из трав называются корма травяные, искусственно высушенные, и поставляются для производства комбикормов с показателями качества, указанными в методических рекомендациях для расчета рецептов комбикормовой промышленности [50] и включают: муку люцерновую, горохово-овсяную смесь, листовой массы клевера, листовой массы вики яровой, из древесной зелени.

Продукты переработки зерновых культур. К ним относятся отруби, мучки кормовые, зародыш, получаемые при переработке зерна в муку и крупу, побочные продукты пивзаводов: барда и дробина пивная, кукурузо-перерабатывающих заводов, а также лузга крупозаводов.

Отруби зерна, получаемые на мельницах, являются хорошим кормом для всех видов сельскохозяйственных животных и наиболее дешевым компонентом. Содержит больше чем в зерне пшеницы сырого протеина. В комбикорм для свиней и крупного рогатого скота вводят их до 30%. При помоле зерна зародыш его также попадает в отруби, что приводит к обогащению их витаминами. Они содержат достаточно большое количество минеральных веществ. Однако в отрубях много труднопереваримых фракций: до 13% сырой клетчатки и до 33% некрахмалистых полисахаридов, в том числе содержащихся в клетчатке. В связи с тем, что вредные химические элементы накапливаются в поверхностных слоях зерна, при помоле они переходят в отруби. Это соли тяжелых металлов и другие вредные вещества, грибная и бактериальная микрофлора. Отруби плохо хранятся из-за повышенной влажности, а также содержания жира. Поэтому их необходимо сразу использовать.

Продукты переработки технических культур – жмыхи и шроты. Жмыхи получают при переработке масличных культур при отжиме масла на гидравлических или шнековых прессах из очищенных, размолотых и обработанных паром масличных семян. Они представляют собой твердые кусочки различной величины и требуют двойного измельчения на комбикормовых заводах: на жмыхоломачах и затем молотковых дробилках. Шрот получают путем экстрагирования масла органическими растворителями (бензином, дихлорэтаном) из очищенных и размолотых масличных семян. После экстрагирования растворитель из этой массы удаляет путем тостирования с применением пара, в результате чего продукт подсушивается до требуемой влажности (не более 8-10%), в нем инактивируются антипитательные вещества.

Шрот и жмых подсолнечный являются самыми доступными компонентами, производимыми в нашей стране.

Имеют высокое содержание сырого протеина, больше других кормовых средств растительного происхождения содержат метионин, но сравнительно мало лизина и треонина. Для повышения усвояемости трудногидролизуемых веществ, содержащихся в подсолнечных жмыхах и шротах, при кормлении моногастричных животных целесообразно использовать ферментные препараты, обладающие целлюлозной активностью в сочетании с глюконазой и ксиланазой активностью. При вводе в комбикорм шрота или жмыха подсолнечного по максимальной норме (в соответствии с рекомендациями по кормлению) дозировка комплексных ферментов составляет от 10,0 до 20,0 микрограмма международных единиц (FPA) на 1 тонну корма (с уточнением согласно фирмы изготовителя). Наряду с этим, по последним данным ВНИТИП и ВНИИКП, в шроте содержится не более 230 ккал/100 г обменной энергии, что затрудняет выполнение требований по содержанию обменной энергии в комбикормах. К отрицательным факторам следует отнести содержание в нем антипитательного вещества – хлорогеновой кислоты. Действие ее проявляется при наличии в количестве 1% и выше. Уменьшает такое действие метионин и холин.

Хлопковый шрот и жмых получают при переработке семян хлопчатника. Они содержат высокое количество сырого протеина и удовлетворительное соотношение аминокислот. Однако часть аминокислот (до 65% лизина) является недоступным для животных. Наряду с этим шрот содержит большое количество фитина, фосфор полностью недоступен для свиней. Но основным отрицательным фактором является наличие в нем госсипола – ядовитого вещества. По требованиям нормативных документов в хлопковом шроте его не должно содержаться более 0,1%. При большем содержании госсипола шрот не допускается в переработку на комбикорма. Госсипол относится к сосудистым и нервным ядам.

Соевый шрот и жмых по биологической ценности является лучшим белковым компонентом комбикормов благодаря высокому содержанию белка и аминокислот и может быть единственным высокобелковым компонентом для цыплят-бройлеров и свиней. Отличается хорошей сбалансированностью аминокислотного состава. Однако сырые соевые бобы содержат ингибиторы трипсина, лектины и другие антипитательные вещества, которые снижают доступность аминокислот, витаминов и минеральных веществ. Поэтому при переработке сои шроты и жмыхи необходимо тостировать, т.е. подвергать гидротермической обработке до активности уреазы в шроте 0,1-0,2 ед.рН, переваримости протеина 85-90%. В перегретом шроте активность уреазы снижается ниже 0,1 ед.рН, а переваримость протеина падает до 70% и менее. Специалисты по кормлению считают, что использование соевого шрота с активностью уреазы свыше 0,2 ед.рН, в рационах птицы приво-

дят к угнетению их роста, уменьшению потребления корма и увеличению затрат корма на прирост живой массы.

Рапсовый шрот является также одним из высокобелковых компонентов комбикормов, в комбикорме для бройлеров им можно обеспечить до 6,5% сырого протеина. Однако относится к кормовым средствам с низкой доступностью аминокислот и низкой обменной энергией. В семенах рапса содержатся антипитательные вещества, часть которых удаляется при выработке масла (эруковая и кротониловая кислоты). Часть вредных веществ инактивируется при тостировании рапсового шрота, например, глюкозинолаты. При тепловой обработке удаляется летучая фракция изотиоцианатов, наиболее вредных веществ, исчезает горький вкус рапса. Согласно требованиям норм в рапсовом шроте не должно содержаться изотиоцианатов более 0,8%.

Льняной шрот и жмых получают при переработке семян льна на масло. Шрот (жмых) содержит слизистые вещества (от 3 до 10%), которые почти не перевариваются, а образуемая в желудке слизь обволакивает стенки кишечника, что полезно для молодняка животных. Имеет высокую усвояемость аминокислот (более 90%), является лучшим естественным источником селена (его содержание составляет 0,13-3,1 мг/кг). Наряду с положительными качествами семена льна содержат цианогенный гликозид – лимарин, из которого под воздействием фермента гидролизуется с выделением синильной кислоты. Ее содержание в льняном шроте может достигать до 0,03%, в жмыхе – до 0,06%. Поэтому ввод шрота (жмыха) в комбикормах для взрослой птицы и свиней ограничен до 5%, молодняка птицы – до 3%, поросят – до 2%. Уменьшить вредное действие синильной кислоты можно путем добавления лизина и метионина, которые ее детоксицируют.

Арахисовый шрот и жмых также являются хорошим белковым компонентом растительного происхождения и применяется при выработке комбикормов для всех видов сельскохозяйственных животных и птицы.

При переработке ряда других технических и вкусовых растений (рыжика, кориандра, горчицы, сафлора, клещевины и т.п.) получают также шроты и жмыхи, которые при утвержденной документации на них и заключения соответствующих организаций, могут быть использованы при производстве комбикормов.

Свекловичный жом (сушеный) – как побочный продукт переработки свеклы на сахар является одним из компонентов комбикормов для крупного рогатого скота и свиноматок. Содержит в большом количестве биологически ценный амид-глутамин, а также полезное биологически активное вещество – бетаин. Следует учитывать, что жом содержит большое количество сырой клетчатки (до 18,3%). Обладает низкой питательной ценно-

стью, так как в основном представлен амидами. Быстро набирает влагу, т.е. гигроскопичен, жом и комбикорм нельзя долго хранить.

Меласса (кормовая патока) – темно-бурая жидкость, является хорошим кормовым продуктом, содержит сахара. Обладает стабилизирующим действием для витаминов, содержит полезное вещество – бетаин. Сырой протеин в основном представлен не белками, а амидами, которые хуже усваиваются птицей. Ее можно вводить в комбикорм для всех видов животных, однако имеются ограничения: для птицы – не более 3%, для свиней – не более 5% по причине перенасыщения их организма калием.

Компоненты животного происхождения. К ним относятся побочные кормовые продукты мясной, молочной и рыбоперерабатывающей промышленности. Они выпускаются в виде сухой муки, иногда гранулированной, и отличаются высоким содержанием полноценного белка и минеральных веществ, хорошо усваиваемых организмом животных.

Рыбная мука имеет наиболее высокую из кормовых средств переваримость белка, которая достигает 95%. Содержит хорошее соотношение аминокислот. При вводе ее в комбикорм в количестве 5-7% в основном обеспечивает потребность животных во всех аминокислотах. Является хорошим источником витаминов, особенно большое количество витамина В₁₂ (содержит до 350 мкг/кг), но малое содержание витамина В₁. В рыбной муке содержится, как правило, более 10% сырого жира, который может окисляться из-за высокого наличия ненасыщенных жирных кислот (прогоркать). Поэтому она должна быть стабилизирована путем ввода в нее антиоксидантов. В муке может содержаться до 5% хлористого натрия, что следует учитывать при расчете рецептов.

Мясокостная мука получается при переработке животных на мясокомбинатах и является наиболее доступным сырьем животного происхождения. Она применяется, в первую очередь, для балансирования незаменимых аминокислот в комбикорме, кроме метионина и цистина. Переваримость белка может также достигать 85-90%. Является хорошим источником микроэлементов: кальция (8,4-13,2%), фосфора (3,7-5,6%), натрия (1,5-1,6%); витаминов группы В, особенно рибофлавина, холина, никотиновой кислоты и кобаламина. В зависимости от перерабатываемого в мясокостную муку сырья она может содержать неполноценные белки проламины, трудногидролизуемые белки – склеропротеиды и другие нежелательные биологические активные вещества.

Мясная мука более питательный белковый корм, так как вырабатывается из внутренних органов животных, отходов мясоконсервного производства.

Кровяная мука содержит более других сырого протеина – до 73-81%, причем белок представлен альбумином и глобулином. Отличается большим содержанием железа (до 920

мг/кг), аминокислот: треонина, гистидина и др., но аминокислотный состав плохо сбалансирован.

Костная мука вырабатывается на мясокомбинатах из костей животных и является минеральной добавкой в комбикорм для соблюдения правильного соотношения между фосфором и кальцием.

Кормовой жир вводится в комбикорм для увеличения его калорийности, так как повышает обменную энергию, что необходимо для кормления свиней и птицы, особенно бройлеров.

Сухое обезжиренное молоко повышает содержание протеина в комбикормах, в частности, обеспечивает полноценным белком-казеином, является хорошим источником доступных минеральных веществ: кальция, фосфора, натрия, а также содержит молочный сахар – лактозу, которая легко усваивается молодняком животных.

Сухая молочная сыворотка является источником молочного сахара – лактозы, содержание которого достигает 45-55%. Биологически ценный протеин в ней представлен белками альбуминами и глобулинами. Наряду с этим содержит минеральные вещества.

Дрожжи кормовые являются хорошим источником сырого протеина, его содержится 42-54%, и лизина – 2,8-3,6%. Из всех кормовых средств больше всех содержат витамины группы В и доступный фосфор.

Минеральные компоненты комбикормов включают мел, соль, фосфаты кормовые, известняк и др.

Мел, известняковая и ракушечная мука являются источником кальция для животных. При использовании этих видов сырья следует знать месторождения их, химический состав добываемых компонентов. Все указанные компоненты содержат 32-33% кальция. Доломитовый известняк содержит до 11% магния, что следует учитывать при вводе его в комбикорма.

Фосфаты обеспечивают животных в важном для них элементе – фосфоре. Наряду с этим содержат и другие химические соединения: кальций, неорганический фосфор и другие микроэлементы.

Соль поваренная вводится в комбикорм как источник натрия и хлора. Оно способствует образованию в желудке соляной кислоты, что обеспечивает переваривание питательных веществ.

Вводить в комбикорма мел и известняк лучше всего с фосфатами, так как высокий уровень их ухудшает вкусовые качества и снижает поедаемость. Исключительную роль играет кальций при кормлении кур-несушек. Только для образования скорлупы курице необходимо в сутки около 2,5 г кальция, а он необходим также и для других функций

жизнедеятельности организма. У взрослой птицы при недостатке кальция развивается остеопороз, это заболевание характеризуется нарушением минерального обмена, поражением костной ткани. У свиноматок после опороса при образовании молока возрастает потребность в кальции. Соли кальция, наряду с другими элементами, являются активатором фермента липазы, который необходим для нормальной деятельности нервной системы. Кальций способствует усвоению железа и обеспечивает устойчивость организма ко многим заболеваниям. Из вредных веществ в меле и известняковой муке обнаруживаются мышьяк, фтор, кадмий, ртуть.

В комбикормовой промышленности нашей страны в основном используется трикальций фосфат с содержанием в среднем: фосфора – 14%, кальция – 32%. Доступность фосфора у него самая низкая из фосфатов и составляет около 86%.

Фосфаты содержат в сравнительно высоком количестве железо, магний и серу. Это надо учитывать при вводе фосфатов в комбикорм.

Фосфаты всех видов можно вводить в комбикорм для свиней не более 2%, для птицы – не более 3%.

Соли поваренной вводить в комбикорм требуется 0,3-0,6%, так как катионы натрия и анионы хлора обеспечивают в крови нормальное осмотическое давление, водно-солевой обмен, кислотно-щелочное состояние. Натрий необходим для поддержания постоянства рН крови. Ионы натрия и калия влияют на процесс нервной деятельности, на состояние мышечной системы, на функции сердца, на сосуды, печень, почки и др. органы. Поваренная соль обеспечивает потребности организма в хлоре. В первую очередь он нужен для образования соляной кислоты в желудке, которая является важным компонентом желудочного сока. Уровень хлористого натрия должен составлять в комбикорме для птицы 0,25-0,50%, для свиней – 0,30-0,88%. Превышение поваренной соли в комбикормах для птицы и свиней может привести к их отравлению.

Цеолиты могут служить дополнительным источником макро- и микроэлементов. Представляют собой кристаллические пористые алюмосиликаты и относятся к гидрофильным высокодействующим адсорбентам. В результате повышается переваримость и усвояемость питательных веществ корма. Обладают способностью снижать токсичность корма и выводить из организма радионуклеиды и другие вредные вещества. Наибольший эффект цеолиты дают в свиноводстве, рекомендуется ввод их в комбикорма в количестве 2-5%. Наряду с этим содержат значительное количество солей тяжелых металлов, снижается питательная ценность за счет высокого содержания кремния (до 40%) и алюминия (до 6%).

Бентониты обладают свойствами, аналогичными цеолитам. Также относятся к гидрофильным сорбентам, являются источником макроэлементов: железа, кобальта, марганца и др. Но могут содержать и вредные вещества: ртуть, мышьяк, хром и др.

Синтетические аминокислоты также вводят в комбикорма для их обогащения особенно при отсутствии соевого шрота и рыбной муки. К ним относятся лизин, метионин, триптофан, треонин. Балансирование комбикорма по аминокислотам производят при расчете рецептов для получения максимальной продуктивности животных.

Сухие кукурузные (маисовые) корма – получают в процессе переработки кукурузы. Это глютен (клейковина), зародыш (после выделения масла) и мезга (плодовые и семенные оболочки с примесью крахмала). Их высушивают, перемалывают, смешивают и выпускают эту смесь под названием «корма кукурузные сухие». Этот корм может выпускаться без экстракта влажностью не более 10% (обычный) и с экстрактом (кислый) влажностью не более 12%.

Отходы крахмалопаточного производства – побочные продукты, получающиеся при выработке крахмала из кукурузы, картофеля и пшеницы, они богаты углеводами и другими питательными веществами. В сухом виде могут быть использованы для кормления сельскохозяйственной птицы.

Фосфатидный концентрат – получают при выработке растительного масла. Он представляет собой целый комплекс ценных веществ, оказывающих влияние на обменные процессы в организме животных. Наиболее ценное вещество – холин участвует в синтезе аминокислот и регулирует жировой обмен. Из-за своего пастообразного состояния ввод его в комбикорма затруднен, поэтому некоторые заводы повышают его транспортабельность путем смешивания с размолотым шротом или жмыхом в соотношении 1:2, 1:3, 1:4 и т.д. Это улучшает ввод его в комбикорма.

Соапсток – продукт, получаемый при щелочной рафинации растительного масла в процессе его нейтрализации. Содержит значительное количество нейтрального масла, фосфолипиды, пигментные вещества и др. Соапстоки разлагают на жирные кислоты, из них извлекают пигмент и другие продукты, которые используют как добавки в корм животным в количестве 2-5% от массы кормов.

Кукурузный экстракт – получается при переработке кукурузы на крахмал. Содержит до 50% сухих веществ, половину из которых составляет протеин, фосфор, железо и др. По физическим свойствам представляет собой густую непрозрачную жидкость светлорыжевого цвета с хлопьевой взвесью. Разбавив его 15% воды вводят в комбикорма вместе с жидкими компонентами в количестве до 5-6%.

Соленый гидрол – продукт крахмалопаточной промышленности, получаемый при производстве кристаллической глюкозы. Это жидкость темно-коричневого цвета с хорошей текучестью. Содержит 30-40% влаги, 45-50% сахаров, 11-14% золы, 9-13% поваренной соли и минеральные вещества. В 1 кг гидрола содержится 4,8% переваримого протеина. Вводится в комбикорм до 3-5% при учете содержания соли.

Лигносульфат также продукт крахмалопаточного производства, это жидкость и можно вводить для улучшения процесса гранулирования комбикормов.

Солодовые ростки – получают при приготовлении солода для производства пива. В свежем виде без посторонних примесей целесообразно использовать как кормовое средство.

Пивная дробина – пивная гуща, состоящая из солода. Содержит частицы ядра зерна, его оболочки, жир, безазотистые экстрактивные вещества. Сушеная пивная дробина является хорошим компонентом комбикорма.

3.1.1. Рациональное использование и пути изыскания сырьевых ресурсов для производства комбикормов

Уровень развития комбикормовой промышленности определяется также наличием сырьевой базы. Следует отметить, что зерновая часть сегодня в стране достигает 70-75%, в то время как США и Франция используют на кормление 40-42% зерна, Голландия – 25-28%. Пшеницы в рационе не должно быть более 20%, а у нас в России доля ее достигает 40%, в последнее время снижается удельный вес ячменя и бобовых.

Крупнейшим производителем комбикормов (около четверти мировой выработки) являются США. Эта страна располагает весьма значительными ресурсами сырьевых белковых компонентов для производства комбикормов, в основном кукуруза и соевый шрот. Немалую роль в кормовых ресурсах играют различные виды кормового зерна, а также побочные продукты (которые многие относят к отходам) мясной, молочной промышленности, других перерабатывающих отраслей промышленности, особенно рыбперерабатывающей. Комбикормовая промышленность вырабатывает полнорационные комбикорма, которые называют первичными, а также различные белковые, витаминные, минеральные и другие комплексные добавки, смешивая которые с зерном фермеры на местах вырабатывают также полнорационные, так называемые вторичные комбикорма, но доля их составляет около 10 процентов от всего объема производства комбикормов.

В Нидерландах доля зерна только в комбикормах для птицы, например, кур-несушек, достигает 50-55%, для свиней – 20%, комбикорма для крупного рогатого скота

практически его не содержат. Однако животноводство этой страны достигло высокого уровня и служит примером рационального использования кормовых ресурсов.

Использование незерновых компонентов, а именно побочных продуктов перерабатывающих отраслей промышленности значительно обогащает комбикорма. Так в развитых странах за рубежом широко используется сухая молочная сыворотка, для чего заводы оснащаются оборудованием для сушки обрат и сыворотки. Промышленная переработка сыворотки в Нидерландах составляет 95%, США, Германии и Великобритании – 70%. За рубежом для производства комбикормов в значительных объемах используется жом – до 6%, меласса – 7%, животный жир – до 6%.

Обязательное использование при производстве комбикормов находят побочные продукты мясокомбинатов: мясокостная, мясная, кровяная, перьевая и мука из отходов птицеводства. Наряду с этим используют муку из каньги, смешивая ее с травяной мукой. Добавляя ее к мясокостной муке (в Великобритании – до 7%) добиваются повышения в ней кальция, фосфора, цинка, меди и витаминов группы В.

В странах интенсивного животноводства развивается производство кормовых дрожжей и синтетических аминокислот. Так, например, во Франции выработка метионина составляет 90 тыс. тонн в год. Только на птицеводческих фермах он сокращает импорт белкового сырья до 300 тыс. тонн ежегодно.

Большая роль в решении белковой проблемы отводится увеличению производства кормового белка за счет повышения урожайности и расширения посевов бобовых и масличных культур: гороху, подсолнечнику, рапсу, люпину и др. Так, например, в Канаде рапсовый шрот в общем балансе высокобелковых добавок составляет 25%, более 98% семян рапса выращивают на основе низкоэруковых сортов. Большой опыт по выведению таких сортов накоплен в Польше, где его широко используют при кормлении животных и птицы в составе комбикормов.

В настоящее время бурно развивается пищевая промышленность, в связи с чем, наряду с расширением ее ассортимента, увеличивается и количество побочных продуктов, которые могут пополнить кормовую базу животных.

В ГосНИИСинтезбелок [19] разработан биотехнологический способ переработки сельскохозяйственного сырья (фуражное сырье, отруби, мельничные отходы, плодово-овощные отходы и др.) путем микробиологического синтеза на небольших установках или в промышленном масштабе высокопитательной кормовой добавки, содержащей протеина до 45-50%, полный набор аминокислот, витаминов и необходимые микроэлементы. В 1 тонне добавки содержится: лизина – до 40 кг, метионина – до 10 кг, треонина – до 20 кг, витаминов В₁ – до 40 г, В₂ – до 200 г, В₃ – до 60 г, В₆ – до 10 г, А – до 150 г, Д – до 90 г, Е

– до 500 г. Производительность установки – до 20-40 тыс. тонн в год. Добавка рекомендована в количестве 4-10% от массы полнорационного комбикорма. Технология может быть реализована в фермерских хозяйствах, птицефабриках, перерабатывающих и комбикормовых предприятиях.

Во ВНИИКП была разработана технология получения белково-жирового концентрата (БЖК) на мясокомбинатах. Он представляет собой порошок светло-кремового цвета в зависимости от компонентов для его изготовления: жир, кровь, белковый бульон и т.д. Концентрат содержит до 45% жира, до 36% белка, полноценного по аминокислотному составу, до 16% углеводов, до 11% минеральных веществ и до 5% жира. Питательность 1 кг БЖК составляет 1,45 кормовых единиц, содержит до 305 г переваримого протеина.

Актуальной задачей всегда было изыскание и использование более дешевых видов местного нетрадиционного сырья, что позволяет расширить сырьевую базу производства комбикормов. К ним можно отнести отходы перерабатывающих и промышленных предприятий [56].

– кормовые продукты растительного сырья – жиропротеиновый концентрат и паста из семян рапса;

– отходы предприятий микробиологической промышленности: дрожжи пекарские и пивные, биомасса микробная, белково-минеральный жировой концентрат;

– отходы рыбоперерабатывающей промышленности: мука кормовая кальмаровая и лангустовая, рыбий жир;

– отходы крахмалопаточной промышленности: мезга картофельная и кукурузная;

– отходы лесоперерабатывающей промышленности: мука кормовая из лесного сырья, древесная зелень хвойных, корм осажаренный из древесины, корм из коры, осажаренный торф и др.

3.2. Физико-механические и технологические свойства сырья и компонентов

В комбикормовом производстве, как и в другом, необходимо учитывать показатели, характеризующие свойства сырья и компонентов, как объектов хранения и переработки, т.к. они определяют проведение технологических процессов от приема сырья до готовой продукции.

Все виды сырья для производства комбикормов, БВМК и премиксов и продукция, представляющие собой сыпучие материалы, следует характеризовать определенными свойствами, которые можно отнести к физико-механическим, имеющим основное значе-

ние для транспортировки, складирования, хранения, и технологическим, учитывающим их возможность переработки – измельчения, просеивания, дозирования и смешивания, за- сыпки в бункера и другую упаковку [23, 69, 92].

В целом свойства сыпучих материалов, в частности комбикормов, БВМК и пре- миксов, характеризуются большим числом показателей, выбор которых зависит от вида инженерных задач: создание машин, переработка компонентов, упаковка продукции. Для материалов комбикормовой промышленности выделим следующие свойства, которые следует учитывать при производстве продукции: физико-механические показатели, к ко- торым можно отнести геометрические размеры частиц, их крупность и выравненность, форма, характеристика поверхности, и технологические показатели, такие как влажность, объемная масса, сыпучесть, способность к самосортированию, угол естественного откоса, коэффициенты внешнего и внутреннего трения, скважистость, плотность, твердость, аэ- родинамические свойства, гигроскопичность и др. Эти показатели определяют эффектив- ность работы предприятия в целом, а также технологического и транспортного оборудо- вания и энергоемкость процессов.

Геометрические размеры и крупность частиц. Для описания геометрических ха- рактеристик привлекают следующие показатели: линейные размеры, форму, площадь внешней поверхности, соотношение объема и внешней поверхности. Форма и линейные размеры определяют выбор схем просеивания, характеристику рабочих органов просеи- вающих машин, а также рабочие органы измельчающих машин, шелушителей, пневмосе- параторов и т.п. Форма частиц и состояние их поверхности влияют на плотность укладки их при формировании слоя на решетке, при загрузке емкостей. Форма зерна и частиц дру- гих сыпучих материалов комбикормового производства довольно разнообразна и может характеризоваться показателями длины, ширины и толщины. Эти показатели учитывают- ся при подборе размеров отверстий решет просеивающих машин.

Измельченные продукты, кормовые продукты других производств, поставляемые для производства комбикормовой продукции, готовую продукцию принято характеризо- вать показателем среднего размера частиц или модулем крупности, который рассчитыва- ется на основании результатов ситового анализа. Для этого навеску образца продукта (на- пример, 100 г) просеивают на лабораторном ситовом анализаторе с набором сит с отвер- стиями 5 мм, 4 мм, 3 мм, 2 мм, 1 мм, дно. Средний размер частиц рассчитывают по фор- муле:

$$d_{cp} = \frac{0,5m_0 + 0,5m_1 + 1,5m_2 + 1,5m_3 + 1,5m_4 + 1,5m_5}{100}; \quad (3.1)$$

где: m_0 – остаток на сборном дне последнего сита, г;
 m_1, m_2, m_3, m_4, m_5 – остаток на ситах с отверстиями 1, 2, 3, 4, 5 мм, г.

Гранулометрический состав продуктов наряду со средним размером характеризуют также остатками на ситах. Выравненность частиц имеет значения при переработке, а также как характеристика готовой продукции. Продукты выравненного гранулометрического состава обеспечивают лучшую эффективность их переработки, предотвращают расслоение по размерам при засыпке их в бункера и силоса, а конечная продукция выравненной крупности имеет лучшие потребительские свойства.

Влажность сырья и продукции имеет значение в первую очередь для определения длительности хранения при сохранности их качества. Наряду с этим она оказывает влияние на сыпучие свойства продуктов, что также важно как для выгрузки из силосов и бункеров, так и для проведения процессов их переработки. Влажные продукты плохо измельчаются на дробилках из-за залипаемости сит, производительность их снижается. Особенно плохое влияние оказывает влажность на сырье минерального происхождения, т.к. при повышенном ее значении (соль < 1,3%, мел < 11%) эти компоненты комкуются, слеживаются, трудно перерабатываются. Мел повышенной влажности проявляет свои когезионные свойства: налипает на поверхность рабочих органов машин, забивает отверстия сит дробилок и просеивающих машин.

Объемная масса относится к одним из важнейших показателей, необходимых для определения вместимости бункеров, силосов, величин нагрузки на рабочие органы машин. Она зависит от плотности укладки сыпучих материалов, а также от крупности частиц, их плотности (удельного веса вещества частиц), формы частиц, состояния их поверхности (шероховатости), коэффициента внутреннего трения, влажности и др. Для зерна она снижается при повышении влажности. Определяется с применением сосуда емкостью 1000 см³ (1 литр), в который засыпается продукт с определенной высоты.

Угол естественного откоса характеризует сыпучесть продуктов. Этот показатель определяется путем измерения угла наклона поверхности сыпучего материала, находящегося в покое к горизонтальной плоскости. В комбикормовой промышленности измеряется с применением прибора Меринга. Угол естественного откоса зависит от состояния поверхности частиц, формы их, внутреннего трения между частицами. Имеет большое практическое значение для определения угла наклона плоскостей и труб, по которым материал транспортируется. При величине угла естественного откоса более 44-45 градусов продукт относится к трудносыпучим, свободно не истекает из емкостей и бункеров при его хране-

нии. Значения объемной массы, угла естественного откоса и плотности некоторых компонентов приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Угол естественного откоса, объемная масса и плотность
сырья и компонентов комбикормов

Сырье, компоненты	Угол естественного откоса, град.		Объемная масса, т/м ³		Плотность, т/м ³	
	пределы	среднее	пределы	среднее	пределы	среднее
1	2	3	4	5	6	7
Горох	17-20	18	0,60-0,80	0,70	1,22-1,31	1,25
Горох измельченный	40-42	41	0,60-0,73	0,67	–	–
Горох экструдированный измельченный	40-44	42	0,35-0,40	0,37	0,85-0,95	0,9
Пшеница	23-25	24	0,65-0,76	0,72	1,26-1,37	1,28
Пшеница измельченная	43-44	44	0,57-0,67	0,62	–	–
Кукуруза	21-25	25	0,70-0,82	0,75	1,31-1,33	1,32
Кукуруза измельченная	44-47	45	0,57-0,64	0,60	–	–
Кукуруза экструдированная измельченная	41-43	42	0,25-0,30	0,28	0,80-0,90	0,85
Кукуруза плющенная	40-41	41	0,31-0,40	0,35	–	–
Рожь	21-30	26	0,65-0,81	0,74	1,31-1,42	1,37
Рожь измельченная	44-46	45	0,56-0,63	0,60	–	–
Овес	26-30	28	0,40-0,56	0,51	1,10-1,20	1,16
Овес измельченный	48-53	50	0,30-0,36	0,33	–	–
Овес шелушенный	25-27	24	0,60-0,70	0,65	1,15-1,22	1,18
Овес шелушенный измельченный	42-43	45	0,54-0,61	0,57	–	–
Овес шелушенный плющенный	42-46	43	0,41-0,47	0,44	–	–
Ячмень	20-30	25	0,60-0,75	0,68	1,20-1,40	1,30
Ячмень измельченный	42-43	42	0,46-0,60	0,53	–	–
Ячмень экструдированный измельченный	41-43	42	0,45-0,68	0,46	0,86-0,92	0,89
Ячмень плющенный	40-42	41	0,41-0,46	0,43	–	–
Ячмень шелушенный	25-27	24	0,63-0,72	0,67	1,25-1,37	1,28
Ячмень шелушенный измельченный	43-44	43	0,56-0,64	0,60	–	–
Ячмень шелушенный плющенный	42-45	43	0,41-0,46	0,44	–	–
Вика	18-21	19	0,7-0,88	0,78	1,25-1,30	1,27
Вика измельченная	39-40	39	0,52-0,56	0,54	–	–
Просо	20-24	21	0,68-0,82	0,69	1,30-1,40	1,36
Просо измельченное	39-40	40	0,56-0,61	0,58	–	–
Соя	20-25	22	0,73-0,85	0,78	1,11-1,17	1,15
Соя измельченная	40-45	43	0,66-0,70	0,68	–	–

1	2	3	4	5	6	7
Соя экструдированная полножирная	42-47	45	0,40-0,45	0,42	0,90-0,93	0,92
Сорго	22-25	23	0,55-0,64	0,60	1,25-1,34	1,31
Сорго измельченное	38-40	39	0,51-0,54	0,53	–	–
Рапс	20-26	24	0,68-0,78	0,73	1,23-1,32	1,28
Рапс измельченный	39-40	39	0,52-0,55	0,54	–	–
Рапс экструдированный измельченный	37-39	38	0,40-0,45	0,43	0,87-0,92	0,90
Бобы кормовые	23-25	24	0,70-0,80	0,74	1,16-1,24	1,19
Люпин кормовой	32-35	34	0,74-0,78	0,75	1,15-1,18	1,16
Люпин измельченный	38-40	39	0,52-0,54	0,53	–	–
Лузга овсяная	80-90	85	0,13-0,23	0,18	–	–
Лузга ячменная	80-90	85	0,21-0,30	0,26	–	–
Отруби пшеничные	40-45	43	0,22-0,33	0,30	1,18-1,25	1,23
Отруби ржаные	39-40	39	0,31-0,40	0,34	–	–
Жмых подсолнечный	40-45	43	0,58-0,70	0,64	1,25-1,35	1,30
Шрот подсолнечный	37-42	40	0,42-0,60	0,50	0,92-0,98	0,95
Жмых хлопковый	42-47	45	0,40-0,50	0,45	1,10-1,20	1,15
Шрот хлопковый	40-44	42	0,36-0,40	0,38	1,27-1,42	1,35
Шрот соевый	41-45	43	0,45-0,53	0,50	1,15-1,25	1,20
Жмых льняной	40-45	43	0,60-0,72	0,65	1,20-1,29	1,25
Шрот льняной	41-46	44	0,45-0,64	0,55	1,16-1,25	1,20
Мука мясокостная	42-44	43	0,55-0,65	0,60	1,30-1,40	1,36
Мука рыбная	41-46	43	0,56-0,67	0,61	1,19-1,30	1,25
Дрожжи кормовые	37-43	40	0,43-0,57	0,50	1,22-1,33	1,28
Молоко сухое обезжиренное	35-40	37	0,56-0,63	0,60	1,32-1,48	1,40
Мел кормовой	40-50	45	0,98-1,40	1,20	1,80-2,90	2,85
Мука костная	40-45	43	1,00-1,06	1,03	1,60-1,70	1,65
Фосфат обесфторенный	42-45	43	1,44-1,56	1,50	2,90-3,01	2,95
Соль	39-45	42	1,25-1,52	1,37	2,91-3,05	2,97
Бентонит	43-45	44	0,88-1,03	0,95	1,75-1,90	1,80
Мука известняковая	35-38	37	1,50-1,60	1,55	–	–
Продукция						
Комбикорм ПК-1 рассыпной	45-47	46	0,47-0,53	0,50	1,29-1,38	1,35
Комбикорм ПК-1 гранулированный	39-42	41	0,60-0,66	0,63	1,35-1,45	1,40
Комбикорм КК-55	41-43	42	0,46-0,48	0,47	1,26-1,40	1,33

Примечание: При расчетах следует принимать следующие значения объемных масс: для емкости складов – средние, для площадей складов напольного хранения – низшие, для на-грузок на строительные конструкции – высшие.

Плотность компонентов следует рассматривать как комплексную характеристику, суммарно отражающую особенности структуры материала, химического состава, объемной массы (для зерна – массы 1000 зерен) и др. Рыхлость внутренней структуры частиц, их влажность характеризуют их плотность. Определяется она пикнометрическим методом, при котором навеску сыпучего продукта заливают несмачивающей частицы жидкостью, и массу продукта делят на объем его в жидкости. Плотность зерновых и других компонентов, как правило, более 1 т/м^3 , так как они тонут в воде, за исключением экструдированных продуктов, которые имеют пористую структуру и, следовательно, держатся на поверхности. Меньшей плотностью обладают и цветковые оболочки пленчатых культур.

Наряду с этим показатели сыпучести материалов характеризуются *коэффициентом внешнего трения* по какой либо поверхности (металлической, деревянной, бетонной) и *коэффициентом внутреннего трения* частиц между собой в насыпи. В первую очередь они зависят от состояния поверхности частиц и других факторов. Поверхность частиц может быть гладкой у зерновых культур и шероховатой у измельченного зерна, других видов кормовых продуктов и минерального сырья, что оказывает основное влияние на коэффициент внешнего и внутреннего трения. От величины коэффициента внешнего трения материалов зависят углы наклона самотечного транспорта, днищ силосов и бункеров для беспрепятственного выпуска материала из них. С увеличением величины коэффициента внешнего трения продукта соответственно увеличиваются углы наклона самотечных труб и стенок днищ силосов. Знание коэффициента внутреннего трения также важно для заполнения бункеров и истечения материалов из них. Он увеличивается для продуктов с более шероховатой поверхностью частиц и нешаровидной формой. Данные по этим показателям отдельных видов сырья и продукции приведены в табл. 3.2.

Сыпучесть компонента показывает скорость истечения его из выпускных отверстий бункеров, силосов и т.п. Для определения сыпучести были предложены приборы, например, разработанные в ВИСХОМе и ВНИИКП. Прибор, разработанный в ВИСХОМе, состоит из 12 металлических воронок с различными конусами и диаметром выпускных отверстий. Сыпучесть определяется 12 бальной системе при нагрузке 450 кг/м^2 . Чем худшей сыпучестью обладает продукт, тем меньший бал он имеет. Прибор ВНИИКП характеризовал сыпучесть скоростью истечения из воронки при механическом побуждении, однако он не нашел практического внедрения.

Скважистость. Величина ее зависит от крупности, формы и состояния поверхности частиц, составляющих сыпучую смесь, т.к. промежутки между частицами продукта заполняет воздух. У зерна пленчатых культур она больше, чем у голозерных, в связи с

тем, что пленки уменьшают плотность укладки и создают пустоты между зернами. Для кормовых продуктов пищевых производств на скважистость влияет в основном крупность частиц, объемная масса продукта. Этот показатель оказывает влияние на теплопроводные и сорбционные свойства, что следует учитывать при хранении сырья и продукции.

Таблица 3.2

Коэффициенты трения некоторых видов сырья
и комбикормовой продукции

Компоненты	Внутрен- него трения	Внешнего трения		
		по стали	по дереву	по бетону
1	2	3	4	5
Просо	0,57	0,38	0,65	0,55
Горох	0,62	0,40	0,48	0,59
Пшеница	0,60	0,45	0,50	0,58
Рожь	0,62	0,48	0,51	0,60
Кукуруза	0,65	0,47	0,53	0,62
Ячмень	0,73	0,48	0,58	0,68
Овес	0,83	0,51	0,62	0,70
Отруби пшеничные	0,85	0,57	0,65	0,77
Шрот подсолнечный	0,73	0,47	0,55	0,65
Мука мясокостная	0,72	0,50	0,53	0,61
Мука рыбная	0,82	0,56	0,62	0,71
Дрожжи кормовые	0,67	0,45	0,50	0,57
Мел кормовой	0,75	0,65	0,70	0,74
Соль	0,79	0,68	0,72	0,77
Фосфат кальция	0,49	0,45	0,50	0,51
Комбикорм для птицы	0,85	0,71	0,67	0,80
Комбикорм для свиней	0,84	0,66	0,70	0,76

Самосортирование – взаимное перемещение частиц относительно друг друга в смеси. Возникает в результате неравномерного распределения частиц сыпучей смеси, различающихся между собой по величине, форме и плотности. Это явление происходит при движении смеси по поверхности (например, решета, днища и др.) и при ее падении с высоты (например, в емкость). При движении по плоскости мелкие и более плотные частицы проникают между крупными в нижний слой. Это фактор используется при просеивании сыпучего материала на решетках. Самосортирование также наблюдается во время транспортирования сыпучих материалов насыпью в механизмах, кузовах автомобилей, вагонах. При свободном падении с высоты частицы также расслаиваются вследствие их величины, плотности, формы, но здесь большое значение имеют также их аэродинамические свойства. Это явление нарушает однородность комбикорма, полученную в смесителях, и приводит к неравномерному распределению частиц, имеющих различный химический состав, в

комбикорме, что в конечном итоге может привести к худшей эффективности при скармливании животным.

Основными показателями механических свойств материала являются *твердость*, *прочность*, *пластичность*, *сопротивляемость измельчению* и др. Оценка их производится в соответствии с положениями механики твердых тел, теории прочности, теории пластичности и др. Эти показатели определяют способность материалов сохранять свою форму при перемещении и хранении, сопротивляться разрушению при воздействии приложенных усилий. Особое значение они имеют при измельчении компонентов, а также при их разжевывании животными и переваривании в желудке животных. При измельчении компонентов в дробилках или других измельчающих машинах этот показатель влияет на расход электроэнергии, степень износа рабочих органов. Твердость или прочность частиц комбикормов (зерна и др.) уменьшается с увеличением влаги и повышением температуры. В комбикормовом производстве эти показатели инструментально не определяются. Для оценки их имеются попытки заменить эти показатели способностью частиц к разрушению, например, усилие разрушения при сжатии частиц. Так, Наумов И.А. [53] предложил использовать понятие «сопротивляемость зерна измельчению» в кДж/м^2 , которая представляет собой удельную работу образования единицы площади внешней поверхности в результате измельчения материала. Этот показатель имеет технологическое значение, так как связан с крупностью продуктов измельчения зерна и расходом энергии на этот процесс. При увлажнении зерна твердость его уменьшается, оно переходит в пластическое состояние, т.е. теряет способность к измельчению, но улучшает процесс плющения.

Аэродинамические свойства определяются при воздействии воздушного потока на частицы. При этом используют такие показатели как парусность частиц – свойство частицы сопротивляться воздействию воздушного потока и скорость витания – скорость воздуха, при которой частица находится во взвешенном состоянии. Знание аэродинамических свойств необходимо при создании машин для очистки зерна от легких сорных примесей, при пневмотранспортировании или аэрозольтранспортировании зерна, продуктов размола, других сыпучих материалов. При скорости воздушного потока, превышающей скорость витания для данного вида продукта, он уносится потоком воздуха. Для сведения отметим, что скорость витания основных видов зернового сырья (пшеницы, ржи, ячменя, овса) колеблется от 8 до 12 м/с, а коэффициент парусности, который определяется как отношение площади наибольшего сечения частицы к массе ее составляет 0,0143-0,118 $\text{см}^2/\text{г}$.

Под *гигроскопичностью* понимают свойство тел поглощать влагу из воздуха. Степень гигроскопичности имеет большое практическое значение. От повышения содержания влаги в продукте ухудшается сыпучесть и возрастает угол естественного откоса. Особое

значение она имеет для технических солей микроэлементов, вызывая расплывание, прилипание их, что требует хранения и транспортирования их в герметичной таре.

Гигроскопичность продуктов определяется экспериментально. Для этого исследуемый материал помещают в эксикаторы с раствором серной кислоты различной концентрации для создания требуемой относительной влажности воздуха. По привесу навески рассчитывают поглощение влаги, затем гигроскопическую точку, т.е. влажность, при которой продукт не поглощает и не теряет влагу. Наибольшую гигроскопичность имеют сернокислые соли элементов (гигроскопический фактор – свыше 5%), меньшую - хлористые – (3-5%) и углекислые (от 1 до 3%). Из компонентов комбикормов наиболее гигроскопична мочеви́на (гигроскопический фактор – 4,7%), кормовые дрожжи (~1,4%), сухое обезжиренное молоко (~1,07%), мясная мука (~1,05%), рыбная мука (~0,80%), измельченное зерно (от ~0,5 до 0,65%). Следует отметить, что для новых нетрадиционных видов сырья необходимо определять гигроскопический фактор (точку) для разработки рекомендаций их дальнейшей переработки и хранения.

Распыляемость сырья и компонентов является отрицательным свойством и зависит в первую очередь от степени измельчения продукта и количества пылевидных частиц в продукте. Степень распыляемости определяется дисперсностью продукта, его влажностью и другими факторами. Определяется на установке, в которой вытекающий из воронки продукт продувается струей воздуха со скоростью 4 м/с. Количество относимого от кристаллизатора продукта характеризует его потери в процентах.

3.3. Требования к доброкачественности сырья для выработки комбикормов

Считаются недоброкачественными и непригодными к использованию [71]:

- зерно с наличием загнивших, проплесневевших, пораженных грибными и бактериальными заболеваниями зерен, непригодное по заключению ветеринарного надзора;
- отруби, дрожжи кормовые, мучка кормовая, жмыхи, шроты, мука кормовая рыбная, мука кормовая животного происхождения, имеющие затхлый и плесневелый, гнило-стный и другие запахи, не свойственные данным продуктам, а также комковатость и устанавливаемое визуально заплесневение.

При поставке сырья с отклонениями по отдельным показателям от требований нормативной документации допускается его переработка в производстве только в том случае, если технологические линии позволяют обеспечить его доработку по физико-технологическим показателям (крупность, металломагнитная примесь, сорная примесь и

т.п.). В случае отклонения по другим показателям (сырой протеин, жир и т.п.) при расчете рецепта должны быть внесены соответствующие коррективы, исключающие производство продукции, не отвечающей требованиям норм качества.

Если в зерновом сырье содержатся целые или измельченные семена ядовитых сорняков (триходесмы седой, гелиотропа опушенноплодного), то оно в переработку не допускается.

Сырье, содержащее куколь и вредную примесь (плевел опьяняющий, головню, спорынью, горчак, вязель и софору) в количестве, превышающем ограничения, установленные нормативной документацией, подавать на измельчение запрещается.

Зерновое сырье с трудноотделимым карантинным сорняком необходимо более тонко измельчать на дробилках или вальцовых станках до крупности, при которой содержание целых сорняков в измельченном сырье отсутствует. Комбикорм, выработанный с использованием такого сырья, необходимо гранулировать, чтобы полностью уничтожить сорняки.

Зерно, в котором обнаружены частицы стекла, в переработку не допускается.

3.4. Требования к ветеринарно-санитарному состоянию сырья

Сырье, используемое для выработки комбикормов и БВМК в основном определяет их ветеринарно-санитарное состояние. Как правило, сырье обсеменено бактериями и грибами, среди которых различаются сапрофитные, патогенные и токсичные виды микроорганизмов [71].

Сапрофитная микрофлора – наиболее распространенная группа микроорганизмов, которая при благоприятных условиях (температура, влажность), размножаясь, используют питательные вещества корма и ухудшают его санитарное состояние, выделяя продукты жизнедеятельности, обладающие токсичностью для сельскохозяйственных животных и птицы. Эта группа микроорганизмов наиболее широко представлена грибами и их токсинами. Из патогенных видов микроорганизмов, встречающихся в кормах, наибольшую опасность для здоровья животных представляют энтеропатогенные серотипы кишечной палочки, сальмонеллы, стафилококки, бактерии группы Протеус, анаэробы.

Поэтому для обеспечения выработки комбикормов, благополучных по ветеринарно-санитарному состоянию необходимо проводить входной контроль сырья и в зависимости от его результатов перерабатывать его или предварительно подвергнуть его обеззараживанию или обезвреживанию.

Показатели, характеризующие ветеринарно-санитарное состояние сырья и комбикормов следующие:

Общая бактериальная обсемененность (микробное число) – количество микроорганизмов, обнаруживаемых в 1 г исследуемого сырья или комбикорма; снижение бактериальной обсемененности достигается путем гранулирования комбикормов (на 79-99%), в зерновом сырье путем очистки на воздушно-ситовых сепараторах (на 23-45%) и на шелушильных машинах за счет удаления пленки (на 74-93%).

Кишечная палочка, например *E.coli*, относится к условно патогенным микроорганизмам и при ослаблении организма животных и птицы может вызвать различные заболевания; устойчивость ее невелика и при 60⁰С она погибает через 15 мин. Чаще всего ее обнаруживают в белковом сырье животного и растительного происхождения, отрубях, зерновом сырье. Она инактивируется при использовании сырья для выработки гранулированных комбикормов.

Сальмонеллезные бактерии являются возбудителями токсико-инфекций сельскохозяйственных животных и человека. Попав с пищей в желудочно-кишечный тракт человека или животного, сальмонеллы по лимфатическим путям проникают в кровь, вызывая бактериемию. Основным источником загрязнения сальмонеллезными бактериями являются выделения больных животных и животных-бактерионосителей (хроников). Сальмонеллы, накапливаясь в окружающей среде, могут попасть в сырье, в производственные помещения, технологическое оборудование их переносят грызуны (мыши и др.). Сальмонеллезные заболевания могут приносить большой экономический ущерб и создавать угрозу для человека. Поэтому в кормах для животных и птицы присутствие сальмонелл не допускается. Наиболее часто загрязнено сальмонеллами белковое сырье животного происхождения. Сальмонеллы могут обнаруживаться в зерновом сырье, продуктах его переработки и в комбикормах. Для инактивации сальмонелл сырье или рассыпной комбикорм направляют на гранулирование, так как при температуре свыше 60⁰С они погибают.

Стафилококки принадлежат к широко распространенным в природе микроорганизмам. Патогенные стафилококки являются причиной различных заболеваний животных и человека, кроме того они вырабатывают энтеротоксины, которые при определенных условиях могут вызвать кормовые и пищевые интоксикации. Исследованиями ВНИИКП установлено, что стафилококками в значительной степени обсеменены как сырье, так и комбикорма, что приводит к снижению эффективности комбикормов при их скармливании животным и птице (на 4-2%). В связи с этим при обнаружении патогенных стафилококков в сырье и комбикормах они подлежат обеззараживанию, одним из доступных средств для этого является гранулирование комбикормов.

Бактерии рода Протеус относятся к сапрогенным (гнилостным) аэробным микроорганизмам, вызывающим совместно с другими гниение различных веществ растительно-

го и животного происхождения. Чаще всего они накапливаются в кормах животного происхождения, а через них загрязняют комбикорма. Рассыпные комбикорма, загрязненные бактериями рода *Протеус*, подвергают гранулированию, после чего они полностью погибают.

Анаэробные бактерии – это микроорганизмы, вызывающие ботулизм, дизентерию и др. заболевания. Анаэробы широко распространены в природе, особенно в почве, некоторые обитают в кишечнике человека и животных, поэтому являются индикаторами фекального загрязнения. Они выделяют токсины, чаще всего обнаруживаются в сырье животного происхождения, источником загрязнения комбикормов и помещений могут быть также и грызуны. Применяемые способы обеззараживания – гранулирование комбикормов, сушка и экструдирование зернового сырья не инактивируют анаэробы.

Микотоксины – это токсинообразующие грибы и продукты их жизнедеятельности. Накапливаясь в кормах, придают им токсичные свойства. К наиболее часто встречаемым и опасным микотоксинам относятся афлотоксины, Т-2 токсин, зеараленон (Ф-2) и vomitоксин-дезоксиниваленон (ДОН), головневые грибы, спорынья. Содержание их в некоторых видах сырья ограничено.

Пестициды и другие вредные вещества, отрицательно действующие на организм сельскохозяйственных животных. К ним относятся ДДТ и его изомеры (ДДД, ДДЭ), альдрин и гептахлор, карбофос, четыреххлористый углерод, ртутьорганические пестициды, неорганические соединения ртути, а также свинец и кадмий, нитраты и нитриты, госсипол, ингибиторы ферментов сои и продуктов его переработки.

Способы обеззараживания и обезвреживания зернового сырья включают [71]:

- механические (очистка на воздушно-ситовых сепараторах, удаление пленки на шелушительных машинах и др.);
- обработку зерна в сушилках;
- обработку зерна на линиях обжаривания;
- обеззараживание зерна на линиях влаготепловой обработки (с пропариванием, обработкой инфракрасными лучами (микронизацией), плющением);
- обработку зерна в экструдерах.

Мучнистое сырье (отруби) обеззараживают в специальных сушилках (спиральных, паровых и др.).

Улучшение санитарного качества комбикормов и его обеззараживание обеспечивается их гранулирование, экспандирование, экструдирование.

Для обеспечения санитарного качества комбикормов необходимо:

– проводить ветеринарно-санитарный контроль сырья согласно утвержденным приказам и правилам;

– сырье, содержащее анаэробы, альдрин, гептахлор, ртутьорганические пестициды, запрещается использовать для производства комбикормов;

– сырье, имеющее повышенную общую бактериальную обсемененность, сальмонеллы, энтеропатогенные типы кишечной палочки, протей и стафилококки, обеззараживаются известными способами или используются на выработку гранулированных комбикормов;

– сырье, используемое для выработки комбикормов должно быть не токсичным.

Порядок использования некондиционных кормов предусматривает следующее:

Слаботоксичное фуражное зерно и продукты его переработки, токсичность которых обусловлена:

– грибами рода *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus* и др., допускается вводить в комбикорма животным на откорме: крупному рогатому скоту и овцам – в количестве не более 10%; свиньям, лошадям и птице – в том же количестве после обезвреживания и получения отрицательного результата при повторном исследовании на токсичность;

– грибами рода *Fusarium*, используется крупному рогатому скоту на откорме после обезвреживания в количестве не более 10% в рецепте.

Слаботоксичные шроты, жмыхи используют в корм только откормочному крупному рогатому скоту в количестве, не превышающем зоотехнические нормы.

Слаботоксичный шрот, выработанный из дефектных семян подсолнечника, пораженного склеротинией, может быть использован для приготовления комбикормов, в %: крупному рогатому скоту на откорме – не более 10; откормочному поголовью свиней – не более 8; ремонтному молодняку птицы промышленного стада яичных пород старше 60 дней – не более 6; курам-несушкам промышленного стада – не более 7. Указанный шрот запрещается использовать в корм свиноматкам, лактирующим и беременным маткам крупного и мелкого рогатого скота, молодняку сельскохозяйственных животных и птице раннего возраста. Шрот следует исключить из рациона за 2 недели до убоя.

Сырье, содержащее афлотоксины, зеараленон (Ф-2), Т-2 токсин, vomitоксины, споры головневых грибов, спорынью, ДДТ, ГХЦГ, карбофос, четыреххлористый углерод, неорганические соединения ртути, свинца, кадмия (рыбная мука), а также нитраты и нитриты, изоцианиды, госсипол (хлопковый жмых, шрот), можно использовать при выработке комбикормов в количествах, не превышающих допустимый уровень этих соединений в комбикормах в зависимости от вида и возраста животных и птицы.

Установлен следующий порядок использования пораженного фузариозом зерна и продуктов его переработки (1988 год):

Уровень содержания вомитоксина, мг/кг	Порядок использования
до 2,0	до 50% от массы комбикорма, кормосмеси, рациона
до 3,0	до 30% « – »
до 4,0	до 25% « – »
до 5,0	до 20% « – »
от 5,0 до 10,0	до 10% « – »
свыше 20,0	на техническую переработку

ГЛАВА 4. ПРИЕМ, РАЗМЕЩЕНИЕ И ХРАНЕНИЕ СЫРЬЯ

Хранение сырья занимает одно из ведущих мест среди технологических стадий комбикормового производства. Здесь речь идет не столько о сложном технологическом оборудовании, сколько о правильном и целесообразном обслуживании множества бункеров (емкостей), складских помещений, работе с контейнерами, в которых хранится сырье с различными свойствами.

Непосредственной задачей на этой технологической стадии является создание запасов для производства. Необходимо обеспечить, чтобы в нужное время и соответствующем количестве по весу в распоряжении имелись все компоненты для измельчения и дозирования. Задача заключается не только в обеспечении производства соответствующим сырьем, но и в предотвращении ухудшения ценности и порчи при хранении. Для наиболее рациональной организации переработки отдельных видов сырья они должны храниться только насыпью, без тары.

Хранение сырья на предприятии пока еще вызывает проблемы, при этом особо большие сложности связаны с хранением трудносыпучих видов сырья. Это и затруднения при разгрузке сырья и обеспечение обеспыливания для улучшения условий труда.

Отдельные виды сырья, подлежащие хранению, можно классифицировать с различных точек зрения:

- по величине частиц;
- по объемной массе;
- по текучести;
- по способности к хранению.

Для производства комбикормов поставляются различные виды сырья по величине частиц от крупнокусковых (до 160 мм) до порошкообразных (сухое молоко, минералы, биологически активные вещества).

По текучести различают свободнотекучие (зерно) и трудносыпучие (характеризующиеся когезионными свойствами) насыпные материалы.

Способность к хранению сырьевых компонентов зависит также от различных факторов: способ поступления товара (в мешках, насыпью, в гранулированном виде), опасность расслоения смеси, тенденция к затвердеванию или к когезии (налипанию к поверхности) и др.

Типичные способы хранения различных видов сырья приведены в таблице 4.1.

Типичные способы хранения сырья

№№ п/п	Виды сырья	Хранение в силосах	Хранение в складах насыпью	Хранение в мешках, контейнерах
1.	Зерно	х	х	–
2.	Отруби	х	–	–
3.	Шроты (подсолнечниковый, хлопковый, льняной, соевый, рапсовый, клещевинный и др.)	х	х	–
4.	Рыбная мука	х	х	х
5.	Мясокостная мука	х	х	–
6.	Корма травяные, искусственно высушенные	х	х	х
7.	Дрожжи рассыпные	–	–	х
8.	Дрожжи гранулированные	х	–	–
9.	Сухое обезжиренное молоко	–	–	х
10.	Мел и известняк	–	х	–
11.	Мука известняковая	х	–	–
12.	Соль	–	х	х
13.	Смеси биологически активных веществ	–	–	х

4.1. Хранение сырья насыпью в бункерах силосного типа

Преобладающим способом хранения компонентов комбикормов должно быть хранение в бункерах силосного типа. Процессы, происходящие в этих бункерах, делятся на физико-биологические (развитие микроорганизмов под действием температуры и влажности) и физические. Рассмотрим только физические процессы в условиях заполнения, хранения и опорожнения бункера.

Бункер (силос) состоит из двух главных частей: основной (ствольной) и разгрузочной части. На процессы, происходящие в бункере, влияют следующие признаки:

- загрузочное вспомогательное устройство;
- положение загрузочного отверстия;
- сечение бункера;
- высота бункера;
- объем бункера;
- форма бункера;

- устройства, вмонтированные внутри бункера;
- строительный материал;
- качество и свойства поверхности стенок;
- наклон разгрузочных поверхностей;
- сечение разгрузочного отверстия;
- положение выпускного разгрузочного отверстия, количество таких отверстий;
- качество материала и свойства поверхности стен разгрузочного устройства;
- разгрузочные вспомогательные средства;
- продолжительность хранения;
- физико-механические свойства продуктов (объемная масса, угол естественного откоса, коэффициенты внешнего и внутреннего трения, когезионные свойства);
- влажность продукта;
- содержание жира в продуктах и др.

Процессы, которые происходят в бункере можно рассмотреть с позиции трех факторов: заполнения, хранения и опорожнения. В ходе заполнения бункера под воздействием различных скоростей оседания отдельных частиц насыпного материала может возникнуть расслоение смеси. Одновременно с этим на дне, скошенных поверхностях и стенках бункера начинают действовать силы давления, которые необходимо принимать в расчет при определении данных по ожидаемым уплотнениям и образующимся силам сцепления. После заполнения бункера наблюдается явление оседания, что вызывает уплотнение материала, приводящее к повышению плотности насыпного материала, которая может быть различна как на высоте, так и по сечению бункера. В процессе хранения на свойства материала оказывают влияние условия среды (температура и влажность окружающей среды). Температурное воздействие может наблюдаться главным образом в наружных бункерах. При опорожнении бункера также могут возникнуть трудности при истечении продукта.

При работе следует руководствоваться следующими указаниями. Прежде чем заполнить бункер, необходимо установить, для хранения каких сыпучих грузов он рассчитан. Например, если бункер рассчитан на хранение зерна, то в него нельзя закладывать на хранение смеси минеральных веществ. Но в него можно закладывать на хранение материалы с меньшей объемной массой, например, шроты, если выпускное устройство позволяет их выгрузить. Для улучшения условий выпуска сыпучего материала в разгрузочной части можно устанавливать различные приспособления. Конструкции и их расчеты имеются в научных разработках и описаны в литературе.

Как уже отмечалось, при хранении материалов в бункерах увеличивается плотность насыпной массы. Увеличение плотности засыпанной массы зависит от вертикального дав-

ления в данном бункере, рода хранимого материала, продолжительности хранения, степени влажности и исходной объемной массы. Уплотнение ряда материалов в производственных и лабораторных условиях [102] приведено в таблице 4.2.

Таблица 4.2

Увеличение плотности насыпной массы некоторых материалов при продолжительности хранения 20 дней

№№ п/п	Компоненты	Влажность, %	Увеличение плотности засыпки, %
1.	Пшеница	13-15	4-5
2.	Рожь	13-15	8-10
3.	Ячмень	13-14	11-12
4.	Овес	13-14	18-20
5.	Соевый шрот	9-10	13-15
6.	Подсолнечниковый шрот	8-10	11-13
7.	Рапсовый шрот	8-10	27-30
8.	Хлопчатниковый шрот	7-9	10-12
9.	Пшеничные отруби	13-14	50-65
10.	Кормовая мука (пшеничная, ячменная)	11-13	10-15
11.	Травяная мука	10-11	25-30

4.2. Хранение сырья в мешках и контейнерах

В настоящее время из кормов, закладываемых на хранение, в мешках хранят только сухое обезжиренное молоко, соль, микрокомпоненты и т.п. Мешки могут быть бумажными, тканевыми и полиэтиленовыми. Мешки укладывают в штабеля, их транспортируют и хранят в 2-3 ряда высотой.

При хранении компонентов в контейнерах полезная масса составляет около 1 т в одном контейнере. Они изготавливаются в основном из специального материала (ткани). При таком хранении степень давления и увеличение плотности засыпки не имеют большего значения. Увеличение плотности засыпки следует ожидать в особенности при транспортировании на автомашинах, так как здесь играет роль вибрация. При применении воздухо непроницаемых, например, полиэтиленовых или бумажных материалов, мешках или контейнерах, в них возможен только теплообмен через поверхности. При применении тканевых мешков возможен дополнительно и влагообмен.

4.3. Хранение трудносыпучих видов сырья в бункерах силосного типа

Хранение трудносыпучих видов сырья в бункерах силосного типа является трудной проблемой. В литературе предлагаются различные пути решения этой проблемы. Большинство решений связано с конструктивными изменениями бункеров, в том числе и процессов их загрузки и выгрузки, которые должны осуществляться с применением различных устройств и приспособлений. Такими изменениями являются:

- вмонтированные в бункер и в воронку стационарные приспособления, улучшающие истечение материала при опорожнении бункера;
- вспомогательные устройства на входе, обеспечивающие наиболее благоприятное положение материала при хранении и выгрузке;
- разгрузочные устройства, с помощью которых обеспечивается равномерность выгрузки материала по всему сечению разгрузочного устройства и регулирование пропускной способности;
- вспомогательные устройства на выходе, которые в сочетании с разгрузочными приспособлениями обеспечивают бесперебойность истечения материала.

Улучшение процесса истечения материала можно добиться за счет изменения формы силоса.

Наряду с этим необходимо принимать во внимание также показатели, характеризующие сыпучесть, поведение сыпучего материала во время хранения. При загрузке когезионных слеживающихся материалов во всем бункере возникает состояние напряжения, при этом показатели, характеризующие продукт, изменяются под действием давления, температуры и времени. Сыпучий продукт в зависимости от достигнутой степени затвердения либо вытечет, либо образует свод. На этот вопрос можно ответить только с учетом комплекса данных, учитывающих конструкцию бункера, свойства компонента и др.

Как уже отмечалось, на процесс хранения трудносыпучего сырья оказывает влияние следующие факторы:

- технические характеристики силосов: геометрические размеры (диаметр, высота), размеры выпускного отверстия, угол наклона стенок выпускных бункеров, состояние их поверхности, конструкция выпускного механизма и др.;
- технологические показатели – высота засыпки, продолжительность хранения;
- свойства хранимого продукта – влажность, температура и др.

Влияние влажности шрота на продолжительность хранения приведено на рис. 4.1.

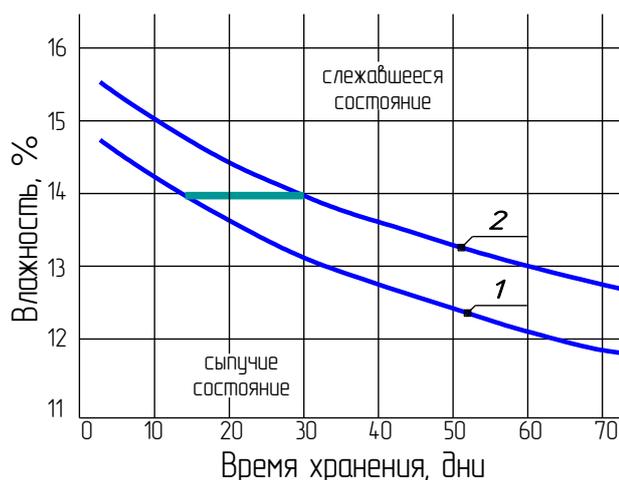


Рис. 4.1. Влияние влажности продукта на срок его хранения (на примере соевого шрота различной крупности)
 1 – предел времени хранения для мелкодисперсного продукта
 2 – предел времени хранения для крупнодисперсного продукта

Улучшения истечения сырья из бункера силосного типа в принципе можно добиться с использованием комплекса величин, влияющих на свойства компонентов, а также технико-технологических величин и характеристик самого бункера.

При работе с сыпучими материалами имеется возможность снижения прочности на срез или прочности стенок на сцепление, например, посредством уменьшения степени влажности или соответствующей обработки компонентов. Результаты показали, в частности при истечении шротов, очень большое улучшение свойств текучести наблюдается при снижении влажности более чем на 1%.

Высоту засыпки сырья в бункер силосного типа можно уменьшить с целью снижения явления затвердевания. Однако в этом случае теряется определенный объем бункера. Явление затвердевания можно снизить также и при полном заполнении бункеров, если установить отводные и компенсирующие наклонные приспособления. Сокращение времени хранения является одним из эффективных мер.

Что касается увеличения выпускного разгрузочного отверстия, то оно ограничивается конструкцией конуса и разгрузочной воронкой. В бункерах для хранения компонентов эффективное разгрузочное отверстие должно иметь площадь $\geq 1 \text{ м}^2$.

Следующими мероприятиями являются: использование эффективно действующих разгрузочных средств, повышение уклона разгрузочных наклонных приспособлений, облицовка разгрузочных наклонных приспособлений в бетонированных бункерах, установка дополнительных разгрузочных средств в основной и разгрузочной части бункера.

Практическое изучение действующих бункеров силосного типа показывает, что в настоящее время еще не существуют такие бункера, в которых можно было бы хранить все трудносыпучие компоненты в течение длительного времени, а также при плохих свойствах сыпучести и текучести материала. Слеживаемость материалов можно предотвратить соблюдая сроки безопасного хранения или применяя метод периодического приведения в движение содержимого бункера. Для этого необходимо, чтобы при поставках определялись как влажность материала, так и его температура, а при поставках рыбной муки также и процент жирности.

4.4. Хранение сырья в складах напольного хранения

Наиболее распространенной формой хранения сыпучего сырья в хранилищах для напольного хранения является хранение в складских помещениях. Стены в этих складах кирпичные или бетонные, пол – бетонированный или асфальтированный. Ширина помещений составляет 24 м, длина различная – до 60 м.

В таких складах хранится комбикормовое сырье как насыпью, так и в таре. При хранении насыпью шротов, рыбной муки и др. трудносыпучего сырья образующиеся в процессе хранения слеживаемость и затвердевание могут быть разрушены различными приспособлениями: тракторами-бульдозерами, погрузчиками, кранами и др. механизмами. Это является достоинством по сравнению с хранением в бункерах. Однако недостатком такого способа хранения является пылеобразование при закладке на хранение и при очистке помещений, большая трудоемкость.

В напольных складах хранят также минеральное сырье, а также другое сырье, поступающее в мешках и контейнерах. Мешки штабелируются на поддонах. Затем штабелируют поддоны с помощью вилочных погрузчиков в два или три ряда по высоте. Штабелирование мешков без поддонов более трудоемко.

При поступлении сырья в контейнерах их складывают с помощью погрузчиков также в два-три ряда по высоте.

Для механизации работ с сырьем, поступающим в контейнерах, на территории завода оборудуют контейнерную площадку, которую размещают в конце прирельсового склада тарных грузов перпендикулярно железнодорожным путям. Между складом тарных грузов и площадкой должна быть транспортная связь.

Площадка должна иметь твердое покрытие, рассчитанное на удельное давление не менее $1,5-2,0 \text{ т/м}^2$, уклоны в сторону канав для ливневой канализации, трапы и другое оборудование.

В состав контейнерной площадки должны входить участки приема контейнеров с железнодорожного и автомобильного транспорта, складирования контейнеров, растаривания их и хранения пустых контейнеров.

Основным грузоподъемным и транспортным средством площадок является кран-балки.

Рекомендуется применять кран-балки грузоподъемностью 3,5 и 5,0 т для одновременного подъема 2-3 контейнеров. Кран-балки необходимо комплектовать набором грузозахватных устройств, траверсами и другими вспомогательными устройствами.

Площадка обеспечивается поддонами для укладки контейнеров, вилочными погрузчиками для транспортирования контейнеров за пределы площадки. Погрузчики необходимо комплектовать грузозахватными устройствами.

4.5. Требования к складским помещениям и хранилищам

Складские помещения и хранилища, предназначенные для хранения сырья комбикормов, должны быть сухими, чистыми, иметь хорошую вентиляцию и защиту от вредителей. Хранилища нужно обезопасить от залета в них птиц. Трещины и отверстия в стенах необходимо хорошо заделать. Двери и окна складских помещений хранилищ должны хорошо и плотно закрываться, чтобы уменьшить воздействие колебаний микроклимата внутри хранилища, температура и влажность воздуха в помещениях должны поддерживаться на требуемом уровне. В бункерах силосного типа нужно следить за тем, чтобы входные лазы или решетки хорошо закрывались. Выбор бункеров для хранения тех или иных материалов должен производиться с учетом условий, вытекающих из химических и физических свойств данных компонентов. Зерно и другие компоненты, отличающиеся хорошей текучестью, следует закладывать на хранение в такие бункера, которые имеют небольшие разгрузочные отверстия и плоские разгрузочные наклонные стенки. Для хранения трудносыпучих видов сырья выбирают бункера с максимальными поперечными сечениями, с самыми большими разгрузочными отверстиями и с возможностью разгрузки по всему сечению.

При закладке на хранение в складском помещении следует обращать внимание на то, чтобы отдельные виды сырья закладывались на хранение отдельно, соответственно роду материала и классу качества, и возможность подачи любого материала в производственный цех на переработку. Для обеспечения пространства, необходимого для обработки сырья или перемещения их в другое место, всегда надо оставлять один свободный бункер в хранилищах силосного типа или соответствующее место в других хранилищах. На эти

цели обычно требуется 10-20% от всего имеющегося в распоряжении объема для хранения.

Не допускается заполнение складских помещений и хранилищ, если в них предварительно не проведены уборочные работы. Особенно это относится к бункерам силосного типа, в которых еще имеются остатки.

4.6. Ориентировочные сроки хранения сырья

При определении сроков хранения сырья необходимо различать сроки, которые указываются для сохранности качества сырья, и сроки, при которых обеспечивается свободное истечение материала из бункеров силосного типа. Как правило, те значения времени, соблюдение которых обеспечивает свободное истечение из бункера, всегда ниже тех, которые обеспечивают сохранение качества.

При хранении необходимо отсчитывать время, в течение которого сыпучий материал находился в состоянии покоя.

В таблице 4.3 приведены ориентировочные сроки хранения для части видов сырья.

Таблица 4.3

Ориентировочные сроки хранения трудносыпучих видов сырья

№№ п/п	Наименование сырья	Влажность, %	Относитель- ная влажность воздуха, %	Температура в помещении хранилища, °С	Высота насыпи или штабеля, м		Ориентировочная способность к хранению			
					насыпь	мешки	Склад- ские поме- щения и хра- нили- ща, мес.	Бетонные бункера прямоугольной и квадратной фор- мы	Бетонные и сталь- ные бун- кера круглого сечения	Хране- ние в контей- нерах, мес.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Отруби	14	70	10-15	5	2	3	10-20 дн., при W>15% не- сколько дней	1-2 ме- сяца	–
2.	Шрот подсолнечниковый	10	70	10-15	3	3	6	2-8 недель	6 меся- цев	–
3.	Шрот хлопчатниковый	10	70	10-15	3	3	6	2-8 недель, че- рез 3 дня приво- дить в движение или перекачи- вать	4-12 не- дель, каждые 3 дня перека- чивать	–
4.	Шрот соевый	10	70	10-15	3	3	6	2 недели при влажности <12%, срочно перегрузить при влажности >12%	6 меся- цев	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5.	Шрот рапсовый	10	70	10-15	3	3	6	3-8 недель, через каждые 3 дня перека- чивать	6 месяцев, каждый месяц отбирать 5 т	–
6.	Шрот льняной	10	70	10-15	3	3	6	8 недель	4 месяца	–
7.	Молоко сухое обезжиренное	6	40	до 10	–	1,5	3	–	–	1
8.	Мука рыбная	12	75	10-15	3	3	6	8-10 дней	8-10 дней	–
9.	Мука мясокостная	10	70	10-15	–	2	3	2-8 дней	14 дней, каж- дые 3 дня перекачивать	–
10.	Мука кукурузная глютенная	10	70	до 20	3	2	6	2 недели, че- рез каждые 3 дня перекачи- вать	–	1
11.	Дрожжи кормовые	10	60	10-15	2,5	2,5	6	–	–	1
12.	Мука травяная	12	65	10-15	–	3	6	гранулы – до 5 дней	гранулы 1-3 месяца	–
13.	Смеси минеральные	6	70	10-15	–	2	6	–	до 20 дней	1
14.	Смеси биологически актив- ных веществ	12	70	15-20	–	2	4	–	–	1
15.	Карбамид	1,5	75	15-20	3	2	2	–	–	1

4.7. Организация приема, размещения и хранения сырья

Сырье на комбикормовые предприятия поступает в основном железнодорожным и автомобильным транспортом.

Для приема сырья на предприятиях организуют приемные устройства. Количество приемных точек для заводов различной производительности принимаются согласно таблице 4.4. Для разгрузки указанных видов сырья должны проектироваться отдельные приемные устройства и транспортные линии.

Таблица 4.4

Количество приемных точек для заводов

Наименование разгружаемых видов сырья	Количество приемных точек для заводов мощностью, т/сут	
	до 600	свыше 600
Зерновое сырье	1	2
Мучнистое сырье и шроты	1	2
Затаренное сырье	1	2
Минеральное сырье	1	1
Меласса	1	1
Жир	1	1

Приемные устройства должны обеспечивать защиту мест разгрузки от атмосферных осадков, ветра, исключать потери продукта и распространение пыли в атмосферу.

Приемные устройства с железной дороги для зернового сырья должны предусматривать разгрузку зерна, поступающего вагонами-зерновозами и вагонами общего назначения. Для разгрузки вагонов общего назначения должен быть предусмотрен вагоноразгрузчик У20-УВС. Мощность приемных устройств и производительность разгрузочных механизмов должны обеспечивать нормативную продолжительность разгрузки вагона. Производительность транспортных механизмов (транспортеров и норий) следует принимать для заводов мощностью до 600 т/сут – до 175-350 т/ч, свыше 600 т/сут – до 350 т/ч.

Приемные устройства для мучнистого сырья (шротов, отрубей и т.д.) должны предусматривать разгрузку вагонов-хопперов и вагонов общего назначения. Для разгрузки мучнистого сырья следует предусматривать использование разгрузчиков МГУ, МВС и др., а также механических лопат. Техническая производительность транспортного оборудования должна составлять для заводов мощностью до 600 т/сут – 100 т/ч, свыше 600 т/сут – 175 т/ч.

Производительность приемного устройства с автомобильного транспорта целесообразно рассчитывать исходя из приема всего поступающего сырья в дневное время.

Прием сырья, поступающего в таре (мешках), в зависимости от свойств сырья, способности его к хранению, количества ввода в комбикорма и др. организуют для конкретных условий по одному из следующих вариантов:

- прием, складирование и хранение в таре;
- растаривание при приеме, хранение в силосах или бункерах;
- растаривание при приеме, загрузка в контейнеры, хранение в контейнерах и др.

По первому варианту производят разборку штабеля внутри вагона, формирование пакетов на поддонах, транспортирование пакетов электропогрузчиком в склад, расположение пакетов на этажах склада. Таким образом разгружают метионин, сухое обезжиренное молоко, сахар, обесфторенный фосфат и др. виды сырья.

По второму варианту целесообразно рыбную, мясокостную муку, дрожжи растаривать при приеме или по потребности производства и хранить насыпью в силосных емкостях. В силосных емкостях (металлических или железобетонных) с разгрузителями А1-ДРВ обеспечивается бестарное хранение указанных видов сырья в течение 3-10 суток и последующая выгрузка без затруднений.

Трудносыпучие виды сырья (минеральное и др.), поступающее в таре, по третьему варианту растаривают при приеме, загружают в контейнеры, хранят в них в напольных или специальных стеллажных складах.

Минеральное сырье (мел, соль), поступающее насыпью, выгружают с применением разгрузчиков МГУ или МВС, загружают в контейнеры и хранят в них. Минеральное сырье, поступающее в контейнерах, разгружают с помощью электропогрузчиков, размещают в напольных или стеллажных складах и хранят в них до подачи в производство.

Жидкие виды сырья, привезенные в цистернах, сливают в накопительные емкости. Сырье в бочках и другой таре (жир, фосфатидный концентрат) разгружают с применением разгрузчиков, хранят в складе напольного типа в этой таре.

Прием сырья на комбикормовых предприятиях производится по массе, определенной по показаниям автомобильных или вагонных весов или по количеству мест, при соблюдении правил приемки, предусмотренных договорами, особыми условиями или ГОСТами.

В целях оперативного решения вопросов поступления сырья на предприятии разрабатывают план приема и размещения сырья. К плану прилагается схема территории предприятия с указанием:

- основных сооружений, складов, хранилищ;

- подъездных автомобильных и железнодорожных путей;
- мест расположения точек разгрузки сырья и погрузки продукции;
- характеристик средств механизации, норм времени на разгрузку и др.

План приема и размещения сырья составляют с учетом планируемого объема поступления, фактического наличия складской емкости и требований взрывопожарной безопасности, рационального использования емкостей хранилищ и оборудования для разгрузки, максимальной механизации работ и др. факторов.

Размещение сырья в складах и элеваторах должно обеспечивать сохранность его, минимальное перемещение в процессе хранения и возможность подачи в производство любого вида сырья, требуемого для выработки комбикормов или БВМК по заданному рецепту. Зерновое и гранулированное сырье, как обладающее хорошей сыпучестью, рекомендуется хранить преимущественно в силосах. Трудносыпучие виды сырья целесообразно размещать для хранения в металлических бункерах небольшой емкости и напольных складах. Днища и стенки силосов и бункеров должны иметь гладкую поверхность. Угол наклона плоскостей днищ силосов должны быть не менее:

- для зернового сырья – 45 град.;
- для мучнистых и кормовых продуктов пищевых производств – 60-70 град.

Внутренние поверхности воронок конусов силосов и бункеров целесообразно покрывать специальными составами (эпоксидной смолой и т.п.).

Силоса для трудносыпучих видов сырья должны быть оборудованы специальными выпускными устройствами, а также при необходимости монтируют специальные приспособления для побуждения истечения продуктов. Силоса для хранения шротов целесообразно оборудовать установками для контроля температуры продукта при хранении. С целью проведения профилактических мероприятий необходимо предусматривать перекачку продукта в другие силосы.

Сырье, поступающее в мешках, которое невозможно хранить насыпью в бункерах (например, сахар, молоко, метионин) размещают в напольных складах в этой же таре в штабелях. Возможно их растаривать, загружать и хранить в контейнерах.

При хранении трудносыпучего сырья насыпью в напольных складах следует склад разделить на отдельные, изолированные друг от друга секции (отсеки). Не допускается смешивание разных видов сырья при хранении, попадания в него влаги, стекла и других примесей, проникновения в хранилища птиц, грызунов и т.п.

Минеральное сырье, такое как мел и соль, хранить в силосах и бункерах не допускается. Мел и соль следует перегружать в контейнеры и хранить в них. Мел гранулированный допускается хранить в силосах. Известняковую муку хранят насыпью в бунке-

рах. Высоту насыпи определяют исходя из объемной массы муки и прочности силосов. Подачу муки в производство целесообразно осуществлять аэрозольтранспортом.

Премиксы, поступающие в таре, хранят затаренными до подачи в производство. Возможно премиксы растаривать при приеме или по мере производственной необходимости и хранить в бункерах насыпью. Премиксы, перевозимые насыпью спецавтотранспортом, разгружают и хранят в бункерах. С целью предотвращения самосортирования премиксов высота бункеров должна быть не более 4 метров.

Мелассу, гидрол, жир кормовой, фосфатидный концентрат и другие виды жидкого сырья хранят в специально оборудованных емкостях (цистернах), а также в таре, в которой они поступают на предприятие.

За состоянием хранящегося сырья устанавливают систематический контроль. В складе силосного типа рекомендуется оформлять силосную доску; на сырье, хранящееся в таре, выписывают штабельные ярлыки. Для контроля температуры и влажности воздуха в хранилище устанавливают термометр и психрометр.

ГЛАВА 5. КОМБИКОРМОВАЯ ПРОДУКЦИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЖИВОТНЫХ

В сельском хозяйстве в животноводческих, птицеводческих, общественных и личных хозяйствах используется множество кормов и кормовых средств. К кормам относятся продукты растительного, животного и минерального происхождения, содержащие органические и минеральные вещества. Растительные корма делятся на следующие группы: сочные, концентрированные, грубые корма, побочные продукты пищевых и технических производств. Сочные корма включают зеленый корм, силосованный корм, корнеплоды и сочные плоды. Концентрированные (энергетические или основные) корма содержат не менее 20% протеина и не более 18% сырой клетчатки, питательность 1 кг такого корма выше 0,65 к.е. К ним же относят и семена бобовых культур. Грубые или объемистые корма имеют низкое содержание энергии на единицу массы и высокое содержание клетчатки (более 18%), питательность 1 кг корма ниже 0,65 к.е. К кормовым средствам также относят побочные продукты предприятий масложировой, сахарной, пивоваренной, мясной и молочной, рыбной, микробиологической и др. отраслей промышленности. На кормовые цели также используют минеральное сырье: соль, мел и др.

Ассортимент кормов, применяемых в животноводстве, очень разнообразен и характеризуется различным составом и свойствами. Однако среди большого разнообразия кормов нет таких, которые содержали бы все необходимые питательные и биологически активные вещества, необходимые для обеспечения роста и получения продуктивности животных. Растительные корма содержат белка значительно меньше, чем требуется большинству животных при интенсивном их развитии. Корма животного происхождения богаче белком, но их недостаточно. Для удовлетворения потребности животного организма в питательных веществах составляют различные смеси кормов – комбикорма (комбинированные корма).

Комбикорм является готовым для кормления животных продуктом.

По общему определению комбикорм представляет собой сложную однородную смесь очищенных и измельченных до необходимой крупности различных кормовых средств и биологически активных веществ, вырабатываемую по научно-обоснованным рецептам и обеспечивающую полноценное кормление сельскохозяйственных животных.

В последнее время (с 2006 г.) введено новое название – кормовой концентрат – продукция с содержанием питательных веществ выше физиологических потребностей животных, предназначенная для последующего разбавления и смешивания с другими кормовыми средствами с целью получения сбалансированного по питательности корма.

Предприятия комбикормовой промышленности вырабатывают:

- комбикорма (К);
- полнорационные комбикорма (ПК);
- комбикорма-концентраты (КК);
- кормовые смеси (КС);
- белково-витаминно-минеральные концентраты (БВМК);
- ячмень кормовой шелушенный;
- овес кормовой шелушенный;
- компоненты зерновые экструдированные;
- компоненты зерновые плющенные;
- дерть.

Полнорационный комбикорм – комбикорм, полностью обеспечивающий потребность животных в энергии, питательных, минеральных и биологически активных веществах.

Комбикорм-концентрат – комбикорм с повышенным содержанием протеина, энергии, аминокислот, минеральных и биологически активных веществ, используемый в хозяйствах для составления нормированного рациона животным с применением собственных кормовых средств.

Кормовая смесь – однородный продукт, состоящий из кормовых средств, используемых в кормлении животных, в котором не содержится полного набора питательных веществ.

Белково-витаминно-минеральная добавка (БВМД) (название, применяемое до 2006 г.) – однородная смесь измельченных до необходимой крупности высокобелковых, минеральных, кормовых средств и биологически активных веществ, используемая для приготовления комбикормов у потребителя на основе имеющегося кормового зерна.

С 2006 г. введен новый термин «Белково-витаминно-минеральный концентрат» (БВМК) – кормовой концентрат, представляющий собой однородную смесь высокобелковых кормовых средств, минеральных и биологически активных веществ, а также «Амидо-витаминно-минеральный концентрат» (АМВК) – белково-витаминно-минеральный концентрат, в котором часть белка заменена небелковыми азотистыми веществами и который предназначен для приготовления комбикормов жвачным животным.

Согласно принятому классификатору [50] в комбикормовой промышленности в настоящее время вырабатывают более 9 видов комбикормов (по признаку вида сельскохозяйственных животных), в каждом виде комбикорма выделяют от 4 до 41 групп (по признаку производственной группы сельскохозяйственных животных). В зависимости от воз-

растной группы и продуктивности животных в классификаторе представлено 41 рецепт комбикормов для птицы, 16 рецептов для дичи и 22 рецепта для свиней, 13 рецептов для крупного рогатого скота, 5 – для овец, 6 рецептов для лошадей, 5 – для кроликов, нутрий и пушных зверей, 6 – для рыб, 16 рецептов белково-витаминно-минеральных концентратов (или БВМК). Всего ассортимент комбикормовой продукции насчитывает свыше 130 наименований. По способу производства комбикорма вырабатывают в рассыпном виде, гранулированном (брикетированном) и в виде крупки из гранул.

Выработка продукции в настоящее время осуществляется по рецептам, рассчитанным на электронно-вычислительной технике, в соответствии с «Методическими рекомендациями для расчета рецептов комбикормовой продукции», [50], исходя из потребности животных в питательных веществах, наличия сырья и его качества, рационального его использования. При расчете руководствуются нормами ввода сырья, выданными научно-исследовательскими институтами сельскохозяйственного профиля (ВИЖ, ВНИТИП, ВНИИКП, ВНИИПРХ, КрасНИИРХ и др.). Анализ их показывает, что в комбикорма для всех видов животных вводят 2-3 вида зерновых, отруби и мучки, 2-3 вида шротов, 2 вида кормовых продуктов пищевых производств, дрожжи, минеральное сырье, жидкие виды сырья, биологически-активные вещества в виде премикса. Для молодняка животных используют наряду с этим ячмень и овес без пленок, сухое обезжиренное молоко и т.п.

Комбикорма всех рецептов различаются показателями качества, основными из которых, внесенными в стандарт, являются: влажность, крупность, содержание металломагнитных примесей, показатели безопасности.

Питательная ценность комбикормов и белково-витаминно-минеральных концентратов (БВМК) для птицы, для свиней, питательная ценность комбикормов, белково-витаминно-минеральных концентратов (БВМК) и амидо-витаминно-минеральных концентратов (АВМК) для крупного рогатого скота и овец, комбикормов для рыб при индустриальном выращивании и прочих видов животных приведены в «Методических рекомендациях для расчета рецептов комбикормовой продукции» [50].

В показатели питательной ценности полнорационных комбикормов для кур яичных и мясных кроссов, цыплят-бройлеров, индеек, уток, гусей, цесарок, перепелов, фазанов включены: обменная энергия, массовая доля сырого протеина, сырого жира, лизина, метионина, метионина+цистина, сырой клетчатки, кальция, фосфора, натрия, линолевой кислоты; полнорационных комбикормов и комбикормов-концентратов для свиней: обменная энергия, массовая доля сырого протеина, лизина, метионина+цистина, треонина, сырой клетчатки, кальция, фосфора, натрия и влаги; комбикормов-концентратов для телят, высокопродуктивных коров и быков-производителей: обменная энергия, массовая доля сырого

протеина, лизина, метионина+цистина, сырого жира, ЛПУ (крахмал+сахар), сырой клетчатки, кальция, фосфора, поваренной соли, золы (нерастворимой в соляной кислоте), влаги; комбикорма-концентраты для других групп крупного рогатого скота и овец включают те же показатели, за исключением лизина и метионина+цистина.

Показатели питательности белково-витаминно-минеральных добавок включает для птицы массовую долю сырого жира, лизина, метионина+цистина, сырой клетчатки, кальция, фосфора, натрия и влаги. В БВМК для свиней не нормируют натрий, для крупного рогатого скота и овец – натрий и сырую клетчатку.

Анализ набора компонентов в рецептах для различных видов животных и требований нормативных документов по качеству продукции показывает, что до 90-95% комбикормов могут быть выработаны по одному технологическому процессу. Это обуславливает иметь на заводе универсальную технологическую схему, а требования стандарта обеспечиваются за счет замены рабочих органов машин (сит в дробилках и просеивающих машинах, матриц в прессах) и режимов работы их.

Более повышенные требования предъявляются к комбикормам для молодняка животных (поросят и телят), содержащихся в крупных промышленных комплексах. Для этих животных комбикорма должны содержать меньшее количество клетчатки, углеводы в легкоусвояемой форме, иметь лучшее санитарно-гигиеническое состояние. В связи с этим такие пленчатые культуры, как овес и ячмень необходимо шелушить с целью удаления пленки, зерновое сырье подвергать гидротермической обработке путем экструдирования, пропаривания с плющением или микронизации.

Комбикорма для молодняка птицы (цыплят 1-7 дней) также должны содержать меньшее количество клетчатки, повышенное количество сухого молока, вырабатываться в виде мелкой крупки. Технология их предусматривает шелушение, гранулирование, выработку крупки. Исследования ВНИИКП показали, что дополнительная углубленная переработка зерновых, как например, экструдирование, может быть применима только для зернобобовых культур для снижения антипитательных факторов, таких как ингибитор трипсина, фитиновая кислота; для зернового сырья эффект использования от обработки не превышает издержек производства.

Комбикорма для пушных зверей на предприятиях вырабатывают в незначительном количестве. Звероводы предпочитают кормить их натуральными продуктами (рыбой, мясом и т.п.), так как качество меха при этом выше. Комбикорма включают зерновое сырье с углубленной обработкой с целью клейстеризации крахмала и денатурации белка, белковое сырье животного происхождения, большое количество жира (до 20%).

Комбикорма для собак, которых используют как лабораторных животных в исследовательских центрах, выпускают полнорационными по утвержденной рецептуре.

Рецепты комбикормов для собак, находящихся у населения, до настоящего времени не стандартизированы; на предприятиях, которые их выпускают это является коммерческой тайной. Однако известно, что корм должен содержать зерновое сырье с гидротермической обработкой, повышенное количество белкового сырья животного происхождения, жидкие добавки (определенные сорта жира и т.п.).

Комбикорма для ценных пород рыбы (форели, бестера, лососевых и др.) изготавливают по особой технологии, они отличаются повышенной водостойкостью и низкой крошимостью гранул, использованием специфических видов белкового сырья, пониженным содержанием углеводов. Для выработки таких комбикормов построены специальные заводы.

Шелушение пленчатых культур, а также углубленная переработка зерновых может быть организована на отдельных линиях комбикормовых заводов или в отдельных цехах. В последнем случае шелушенный ячмень, шелушенный овес, компоненты зерновые экструдированные, компоненты зерновые плющенные, компоненты зерновые микронизированные являются продукцией и поставляются на другие предприятия.

Комбикормовые предприятия (самостоятельно отдельно стоящие комбикормовые заводы, комбикормовые цеха в составе комбинатов хлебопродуктов, элеваторов, хлебоприемных предприятий, мини-комбикормовые заводы или мини-цеха в составе птицефабрик, откормочных комплексов, зверо-, рыбохозяйств и т.п.) могут вырабатывать комбикорма по рецептам изготовителя или по заявкам потребителя (заказчика).

Комбикормовая продукция, вырабатываемая по рецептам изготовителя, должна соответствовать нормам потребности животных и птицы (в зависимости от кросса) в питательных веществах, разработанным ведущими научно-исследовательскими институтами в области кормления животных, которые для различных видов животных и птицы приведены в «Методических рекомендациях для расчета рецептов комбикормовой продукции».

По заявке потребителя (заказчика) вырабатывается комбикормовая продукция, требования по питательности которой указывает заказчик. Эти требования могут быть выражены либо в виде процентного состава компонентов в рецепте, либо в виде показателей питательной ценности готовой продукции. По этим показателям продукция может быть отнесена к комбикормам, кормовым смесям или др.

Рецепты могут рассчитываться:

- изготовителем комбикорма;
- заказчиком (потребителем);

– научным учреждением, специализирующемся в области производства комбикормов и кормления животных.

Место расчета, тип вычислительной техники не регламентируются.

Изготовитель комбикорма при расчете конкретного рецепта должен использовать фактические данные о питательности и химическом составе сырья, которые поставщик указывает в качественном удостоверении, или данные, полученные путем входного контроля в собственной лаборатории. Витаминный, микроэлементный и аминокислотный состав премикса или витаминной добавки также берется из качественного удостоверения на данную партию премикса, добавки или определяется в специализированных лабораториях.

Рецепты комбикормовой продукции рассчитывают на основании:

- объема партии продукции;
- количества и качества имеющегося в наличии сырья;
- требований по питательности и химическому составу вырабатываемой продукции для различных половозрастных групп животных и птицы;
- рекомендаций по нормам ввода компонентов в комбикорма и др. продукцию;
- фактических показателей питательности и химического состава сырья.

Выработка продукции с отклонениями по питательности и химическому составу от требований государственных стандартов допускается только по согласованию ее рецепта с заказчиком (потребителем).

Каждый рецепт комбикорма имеет шифр, соответствующий виду животных, птицы, рыб, возрастной группе и продуктивной направленности, согласно «Методическим рекомендациям для расчета рецептов комбикормовой продукции», утвержденным МСХ РФ от 25.10.2003 г.

Изготовитель (поставщик) обязан представлять потребителю (заказчику) необходимую и достоверную информацию о выработанной комбикормовой продукции, обеспечивающую возможность его правильной идентификации. Информация должна быть предоставлена непосредственно с продукцией на удостоверении качества и безопасности и на этикетке.

Изготовитель сам устанавливает срок хранения выпущенной продукции и указывает его на удостоверении качества и безопасности и на этикетке.

При упаковке продукции, изготовленной по заявке потребителя, допускается на этикетке не приводить показателей питательности и перечень компонентов, входящих в рецепт, а указать номер удостоверения качества и безопасности на данную партию.

При отпуске продукции предел допускаемого отрицательного отклонения массы нетто от номинального значения для отдельной упаковочной единицы не должен быть более 1%, а от партии – не более 0,5%.

ГЛАВА 6. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Комбикормовые предприятия, построенные по проектам мощностью от 5 до 50 т/час, в основном являются универсальными, т.е. технологический процесс их позволяет вырабатывать продукцию практически для всех видов и половозрастных групп животных в рассыпном или гранулированном виде, в основном для взрослого поголовья сельскохозяйственной птицы, свиней, крупного рогатого скота, овец, лошадей, кроликов, рыб, дичи.

Только на некоторых специализированных заводах производят комбикормовую продукцию для поросят и телят, содержащихся в крупных животноводческих комплексах, для цыплят в возрасте до 7 дней, для пушных зверей, ценных пород рыб и т.п.

В последнее время переоборудуют линии или строят новые для выпуска комбикормов для домашних животных (собак, кошек и др.).

Технологический процесс производства рассыпных комбикормов для основного взрослого поголовья скота и птицы наиболее распространен и реализован на большинстве комбикормовых предприятий с применением оборудования, выполняющего основные технологические операции: очистку сырья, измельчение, дозирование, смешивание.

Технологический процесс производства гранулированных комбикормов осуществляется при наличии на предприятии линий гранулирования.

Гранулирование комбикормов было применено после закупки установок для гранулирования за рубежом (1952-1955 г.г.). В дальнейшем, после освоения выпуска отечественного оборудования для гранулирования, объем выработки гранулированных комбикормов достиг 20% к объему рассыпных.

Комбикорма для молодняка сельскохозяйственной птицы (цыплят в возрасте до 7 дней) должны содержать меньшее количество клетчатки и повышенное количество сухого молока и вырабатываться в виде мелкой крупки по отдельному технологическому процессу.

Технологический процесс производства комбикормов для пушных зверей (норок, песцов, чернобурых лисиц), относящихся к плотоядным животным, также предусматривает глубокую переработку зернового сырья с целью клейстеризации крахмала и денатурации белка с применением экструдирования или других способов гидротермической обработки (варки), наряду с этим необходимо вводить до 20% жира.

Технологический процесс производства комбикормов для собак в нашей стране разработан в последнее время. Процесс включает углубленную переработку зернового сырья, ввод повышенного количества мясокостной муки и жира, формование продукции.

Технологический процесс производства комбикормов для ценных пород рыб, особенно молоди, включает наряду с общепринятыми приемами ряд специфических операций: тонкое измельчение, ввод нетрадиционных видов сырья, выработку крупки малых размеров от 0,2 мм, микрогранулирование, поэтому он реализован на специализированных заводах.

Технологический процесс производства белково-витаминно-минеральных концентратов выполняется на заводах по выработке комбикормов для основного поголовья скота и птицы, так как отличается только повышенным вводом белкового и минерального сырья, пониженным содержанием зерна.

На конкретном предприятии технологический процесс производства комбикормов может реализован по различным вариантам построения:

1 – технологический процесс производства комбикормов с отдельной подготовкой сырья к дозированию (однокомпонентное измельчение – одноэтапное дозирование);

2 – то же с отдельной подготовкой зернового, гранулированного сырья и шротов, совместной переработкой белково-минерального сырья в составе смеси, двухэтапным дозированием;

3 – то же с переработкой зернового, гранулированного сырья и шротов в составе смеси, переработкой белково-минерального сырья в составе смеси, двухэтапным дозированием;

4 – то же с совместной порционной переработкой зернового, гранулированного сырья и шротов, совместной порционной переработкой белково-минерального сырья, одноэтапным дозированием;

5 – то же с совместной порционной переработкой всех видов сырья, одноэтапным дозированием и др.

По первому варианту производство продукции организуют следующим образом. Каждый вид зернового сырья на отдельных линиях подвергают очистке от сорных, минеральных и металломагнитных примесей, одно– или двухступенчатому измельчению и подают в наддозаторные бункера. Шроты фракционируют на просеивающей машине, доизмельчают крупные фракции, направляют на дозирование. Кормовые продукты пищевых производств, мучнистое, минеральное и другое сырье, подготавливают на предназначенных для этого линиях и накапливают в наддозаторных бункерах. Подготовленные очищенные до установленных норм и измельченные до требуемой крупности компоненты дозируют в соответствии с рецептом и смешивают в смесителях. Готовую продукцию направляют на гранулирование или в склад.

При втором варианте технологический процесс организуют практически на заводе с цехом предварительных смесей (ЦПС), где белково-минеральное сырье предварительно очищают, дозируют, смешивают, смесь подают в производственный цех, где еще раз дозируется и перерабатывается совместно с основной продукцией.

По третьему варианту на первом этапе подготавливают предварительную смесь компонентов, требующих измельчения и предварительную смесь трудносыпучих белковых и минеральных компонентов. Предварительно очищенное сырье, требующее измельчения (зерно, гранулы, жмыхи и шроты) дозируют, смешивают, измельчают в одну или две стадии, накапливают в наддозаторных бункерах. Белковое и минеральное сырье в отдельном цехе или линии очищают, измельчают, дозируют, смешивают и подготовленную смесь подают в наддозаторные бункера. На главной линии дозируют подготовленные предсмеси и некоторые отдельные компоненты, смешивают и готовую продукцию гранулируют и складывают.

По четвертому варианту предварительно очищенное сырье, требующее измельчения, дозируют, измельчают, а предварительно очищенное белково-минеральное сырье на отдельной линии предварительно очищают и дозируют, и смешивание всех компонентов производится на заключительном этапе процесса.

По пятому варианту все компоненты после предварительной очистки дозируют, перерабатывают совместно в составе смеси, смешивают на заключительном этапе.

Наряду с этим возможны и другие варианты построения схем технологического процесса производства комбикормов.

Более подробно технологические процессы производства комбикормов изложены в «Системе технологических процессов производства продукции комбикормовой промышленности». Воронеж, 1999 г. [4].

Выработку белково-витаминно-минеральных концентратов производят на предприятиях по производству комбикормов.

Организация технологического процесса производства комбикормов и белково-витаминных добавок на всех его этапах должна обеспечивать прием и рациональное использование сырья, оперативную подачу его в производство, требуемую технологическую подготовку и ввод всех компонентов в соответствии с рецептом, эффективную переработку сырья и выпуск продукции высокого качества в соответствии с требованиями стандартов, соблюдение режима и ритмичную работу технологического оборудования, полное использование производственной мощности комбикормового предприятия.

Организация технологического процесса производства комбикормов на предприятии определяется принятой технологией и объемно-планировочным решениями.

На заводе при производстве комбикормов и БВМК должны осуществляться следующие технологические операции:

- очистка сырья от посторонних, сорных, минеральных и металломагнитных примесей;
- гранулометрическая подготовка (измельчение) сырья;
- подготовка мучнистых видов сырья;
- дозирование и смешивание компонентов;
- ввод жидких видов сырья;
- гранулирование продукции.

На отдельных предприятиях, специализированных на выпуске специальных комбикормов могут выполняться и ряд других операций:

- отделение пленки (шелушение) от овса и ячменя;
- углубленная переработка зернового сырья (поджаривание, гидротермическая, экструдирование);
- экспандирование комбикорма и др.

Для практической реализации технологических процессов, рационального исполнения их, а также управления отдельными участками и процессом в целом на предприятии организуют технологические линии.

Технологические процессы производства комбикормовой продукции осуществляют на технологических линиях приема, подготовки и переработки сырья, функционирующих последовательно и параллельно до получения готовой продукции. При этом разделительными границами линий являются емкости для складирования, накопления или оперативного хранения сырья, подготовленных компонентов.

Типовыми линиями, с использованием которых может быть построен и реализован любой технологический процесс производства комбикормовой продукции, являются линии:

- приема и складирования зернового сырья;
- приема и складирования гранулированного, мучнистого сырья и шротов;
- приема и складирования затаренного в мешки и контейнеры сырья;
- приема и складирования минерального сырья: мела, соли и т.п.;
- приема и складирования известняковой муки;
- подготовки зернового сырья к дозированию;
- отделения пленок;
- подготовки отрубей и др. мучнистого сырья к дозированию;

- подготовки муки кормовой животного происхождения, из рыбы, кормовых дрожжей и др. к дозированию;
- подготовки шротов к дозированию;
- подготовки сырья, поступающего в таре, к дозированию;
- подготовки соли к дозированию;
- подготовки мела к дозированию;
- ввода премиксов;
- приготовления премиксов на комбикормовых предприятиях;
- дозирования и смешивания компонентов;
- гранулирования комбикормов;
- приема, складирования и ввода жира и фосфатидного концентрата;
- приема, складирования и ввода мелассы.

Для снижения пылевыведения и механических потерь в процессе производства, оптимизации влажности продукции рекомендуется организовать на предприятиях линии ввода жидких нетрадиционных видов сырья (бишофита, раствора соли, жидких консервантов, жидких премиксов и т.п.), а также воды.

На некоторых заводах в зависимости от принятой технологии и объемно-планировочных решений предприятий находят применение сокращенные варианты переработки различных видов сырья, в связи с чем организуют линии:

- переработки зернового, гранулированного сырья и шротов в составе смеси;
- переработки белково-минерального сырья в составе смеси;
- совместной порционной переработки зернового, гранулированного и другого сырья, требующего измельчения;
- совместной порционной переработки белково-минерального сырья;
- совместной переработки всех видов сырья.

На отдельных заводах, на которых выполняются технологические процессы производства комбикормов для крупных животноводческих хозяйств и молодняка животных, пушных зверей и собак, с целью повышения питательности и эффективности использования комбикормов используют дополнительно углубленную обработку зерна и комбикормов:

- экструдирование зернового сырья;
- выработка пропаренных хлопьев;
- микронизация (обработка инфракрасными лучами) зерна;
- обжаривание зерна;
- экспандирование комбикорма.

Для расчета производительности оборудования линий рекомендуется принимать следующие максимальные количества сырья (в процентах от производительности завода), приведенные в табл. 6.1.

Производительность каждой подготовленной линии должна быть рассчитана на переработку максимально предусмотренного рецептами для различных видов животных и птицы количества сырья. Производительность технологического оборудования линии рассчитывается с учетом производственной мощности предприятия по формуле:

$$Q = \frac{Q_{np} \cdot Z}{T \cdot K_u \cdot K_z \cdot 100}, \text{ т/ч} \quad (6.1)$$

- где: Q_{np} – производительность предприятия, т/сут.;
 Z – максимальное количество перерабатываемого сырья, % (табл. 6.1);
 T – производительность работы линии в час;
 K_u – коэффициент использования оборудования в течение суток ($K_u=0,8-0,9$);
 K_z – коэффициент загрузки оборудования.

Таблица 6.1

Максимальное количество сырья для расчета линий

№№ п/п	Наименование сырья	Для производства комбикормов, %	Для производства БВМК, %
1.	Зерновое сырье	80	30
2.	Мучнистое сырье	40	20
3.	Кормовые продукты пищевых производств	30	30
4.	Шроты	20	40
5.	Минеральное сырье	5	12
6.	Жидкие виды сырья	5	–

Примечание: 1. Указанные нормы могут быть изменены в задании на проектирование конкретного предприятия.

2. При выработке продукции по взаимозаменяемой схеме «Комбикорм-БВМК» принимают максимальный процент ввода, предусмотренный для комбикормов или БВМК.

6.1. Типовые линии технологического процесса производства комбикормов и белково-витаминно-минеральных концентратов

6.1.1. Линия приема и складирования зернового сырья

Линия предназначена для оперативного приема, разгрузки и складирования зернового сырья, поступающего по железной дороге и автомобильным транспортом (рис. 6.1). На предприятиях средней и малой мощности они могут быть совмещены.

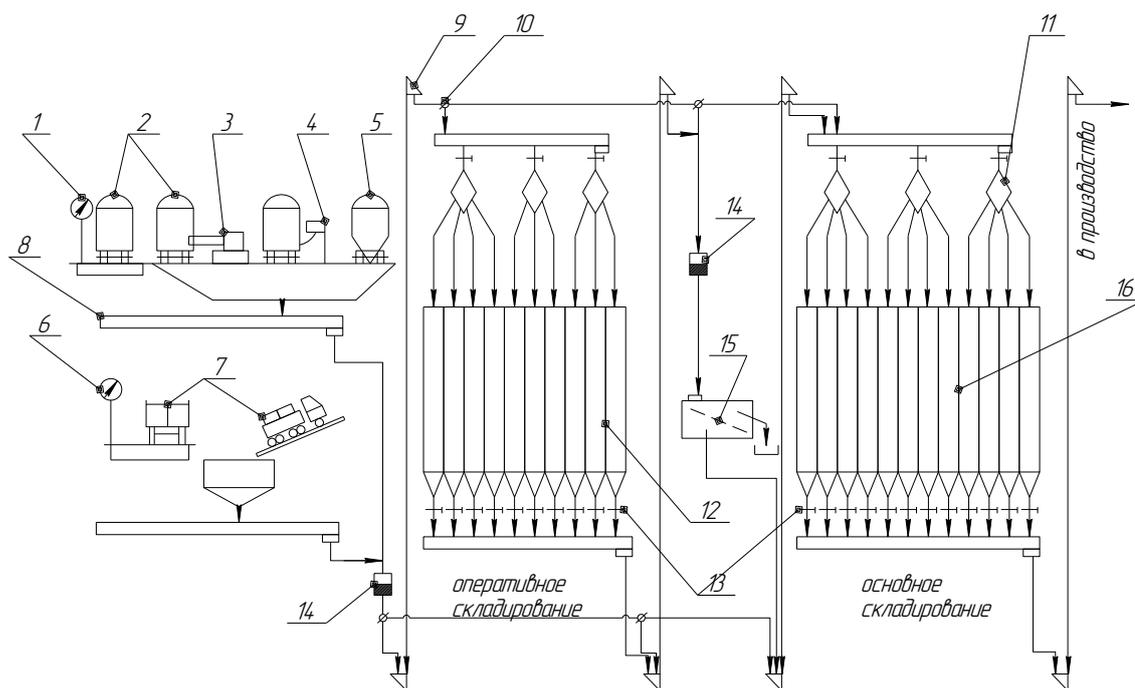


Рис. 6.1. Схема технологических линий приема и складирования зернового сырья.

- 1 – весы вагонные, 2 – вагон общего назначения, 3 – вагоноразгрузчик,
- 4 – механическая лопата, 5 – вагон-зерновоз, 6 – весы автомобильные,
- 7 – автомобиль, 8 – транспортер, 9 – нория, 10 – клапан перекидной,
- 11 – распределитель направлений, 12 – силосы оперативные,
- 13 – задвижка, 14 – сепаратор магнитный, 15 – сепаратор зерновой,
- 16 – силосы для хранения

При приеме обязательной операцией является определение массы поступающего сырья, поэтому на предприятии должны быть установлены железнодорожные и автомобильные весы.

Требования к весам следующие: класс точности средний по ГОСТ 29329-92 (т.е. 0,1). Для автоматизированного управления весы должны иметь дистанционную передачу данных, возможность регистрации данных и подключение к вычислительной технике.

Приемные устройства зернового сырья с железной дороги должны предусматривать разгрузку зерна, поступающего вагонами-зерновозами и вагонами общего назначения.

Приемные устройства с автомобильного транспорта должны быть оснащены автомобилеразгрузчиками в зависимости от планируемого объема перевозок, типа и грузоподъемности автотранспорта.

Мощность приемных устройств и производительность разгрузочных механизмов должны обеспечивать разгрузку транспорта (вагонов и автомобилей) в нормативное время.

Для разгрузки вагонов общего назначения предусматривают вагоноразгрузчики типа ВГК, ВРГ, У20-УВС, а также установки У8-УУ-75 и др.

Разгрузку зернового сырья из автомобилей производят с применением автомобилеразгрузчиков АВС-50МП, У15-УРАГ и др.

Производительность приемного устройства с автотранспорта следует рассчитывать исходя из приема всего поступающего сырья в дневное время суток.

Прием зернового сырья на предприятии может быть организован по следующим вариантам:

- 1 – разгрузка и складирование (основное);
- 2 – разгрузка – очистка – складирование (основное);
- 3 – разгрузка – оперативное складирование – очистка – основное складирование.

По первому варианту выгруженное из вагонов или автомобилей сырье транспортными механизмами направляется непосредственно в склад на хранение.

Второй вариант с очисткой при приеме от крупных некормовых примесей является более прогрессивным, так как в этом случае на хранение закладывается очищенное зерно, что позволяет совмещать складские емкости с наддозаторными и перерабатывать сырье по сокращенной технологической схеме в производственном цехе.

Третий вариант применяют при высокопроизводительных разгрузочных механизмах в приемных устройствах и недостаточной производительности очистительных машин. Приемные точки при этом оснащают вагоноразгрузчиками У20-УВС, ВРГ и др., транспортными механизмами К4-УТФ-500, А9-УТЦ-400, П-175 и П-350.

Во всех трех вариантах выделение металломагнитных примесей в приемных устройствах обязательно. Для этих целей могут быть рекомендованы электромагнитные сепараторы на базе железотделителей П-100, П-150, магнитные сепараторы УЗ-ДМУ (175, 100 и 50 т/ч), магнитные сепараторы на ленточном ковее УЗ-ДСМ (до 175 т/ч) или магнитные колонки типа УЗ-ДКМ соответствующей производительности (до 175 т/ч).

Очистку от крупных некроновых примесей осуществляют на зерновых сепараторах, просеивающих машинах, в которых устанавливают рамы с полотнами решетными № 150-200 (отверстиями \varnothing 15-20 мм) или проволочными сетками № 14-18 (ячейки размером 14x14 – 18x18 мм).

Складирование зерна осуществляют в складах силосного типа или механизированных складах напольного хранения.

6.1.2. Линия приема и складирования гранулированного, мучнистого сырья и шротов

Линия (рис. 6.2) предназначена для приема незернового сырья (гранулированных дрожжей, отрубей, шротов и т.п.), поступающего насыпью в вагонах и автомобилях. Прием сырья включает определение массы, разгрузку, размещение в складе напольного хранения или в бункерах силосного типа.

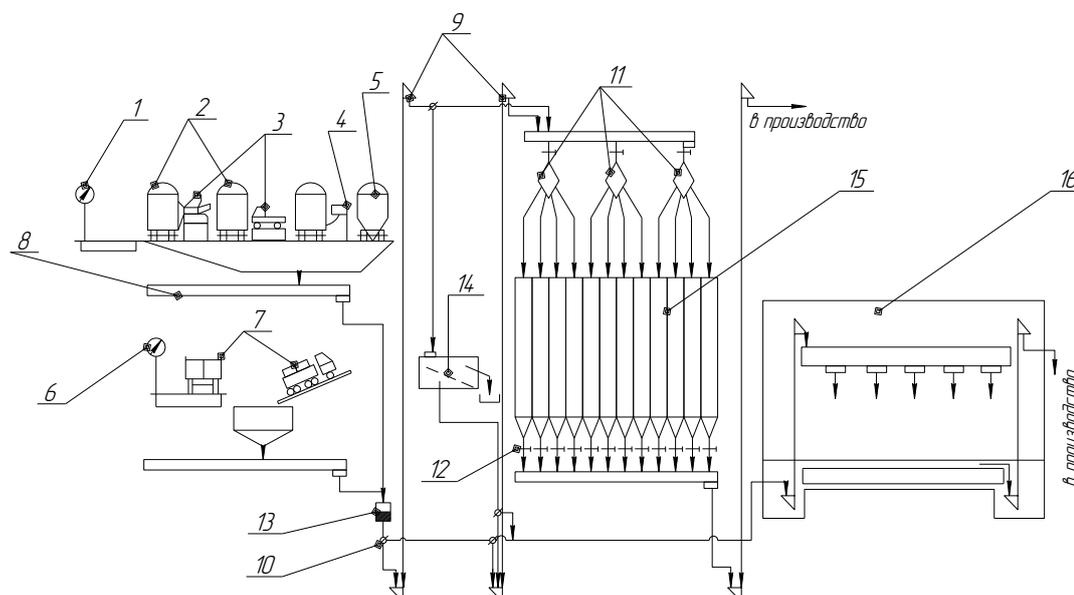


Рис. 6.2. Схема технологических линий приема и складирования гранулированного, мучнистого сырья и шротов

- 1 – весы вагонные, 2 – вагон общего назначения, 3 – вагоноразгрузчик,
- 4 – механическая лопата, 5 – вагон-зерновоз, 6 – весы автомобильные,
- 7 – автомобиль, 8 – транспортер, 9 – нория, 10 – клапан перекидной,
- 11 – распределитель направлений, 12 – разгрузочное устройство,
- 13 – сепаратор магнитный, 14 – машина просеивающая, 15 – силос,
- 16 – склад напольного хранения

Взвешивание незернового сырья также осуществляется на железнодорожных и автомобильных весах. Требования к весам такие же: класс 0,1 (ГОСТ 29239-92).

Для разгрузки гранулированного, мучнистого сырья и шротов организуют приемные устройства, оснащенные механизмами для разгрузки вагонов общего назначения, вагонов-хопперов и автомобилей.

Выгрузку этих видов сырья из вагонов следует производить с применением разгрузчиков типа МГУ, МВС, Бобкат и т.п., а также установок У8-УУ-75 и др.

Автомобильный прием может быть совмещен с железнодорожным.

Прием незернового сыпучего сырья может быть организован по двум вариантам:

- прием и складирование;
- прием – очистка – складирование.

При первом варианте сырье выгружается из вагонов и направляется непосредственно в склад.

По второму варианту организуют очистку сырья при приеме для защиты транспортного и технологического оборудования от поломок, улучшения сыпучести продуктов, сокращения технологической схемы в производственном цехе.

Отделение металломагнитных примесей рекомендуется осуществлять на магнитных колонках типа УЗ-ДКМ большой производительности.

Для очистки мучнистого сырья, шротов от крупных некормовых примесей целесообразно применять просеивающие машины типа А1-БЗО, А1-БЗ-20 и др. Допускается производить очистку мучнистого сырья при приеме в потоке с установкой решетных рам с полотнами № 160 или проволочных сеток № 14.

Шроты, мучнистые виды сырья следует размещать преимущественно в складах напольного хранения. При использовании складов силосного типа необходимо соблюдать требования, изложенные в инструкции по хранению этих видов сырья.

6.1.3. Линия приема и складирования затаренного в мешки и контейнеры сырья

Линии приема имеют различное исполнение (рис. 6.3) вследствие большого разнообразия видов сырья, поступающего в таре на комбикормовые предприятия.

Определение массы поступившего в таре сырья производится по показаниям вагонных или автомобильных весов или по числу мест при стандартной и трафаретной массе при соблюдении правил приемки, предусмотренных договорами или нормативной документацией.

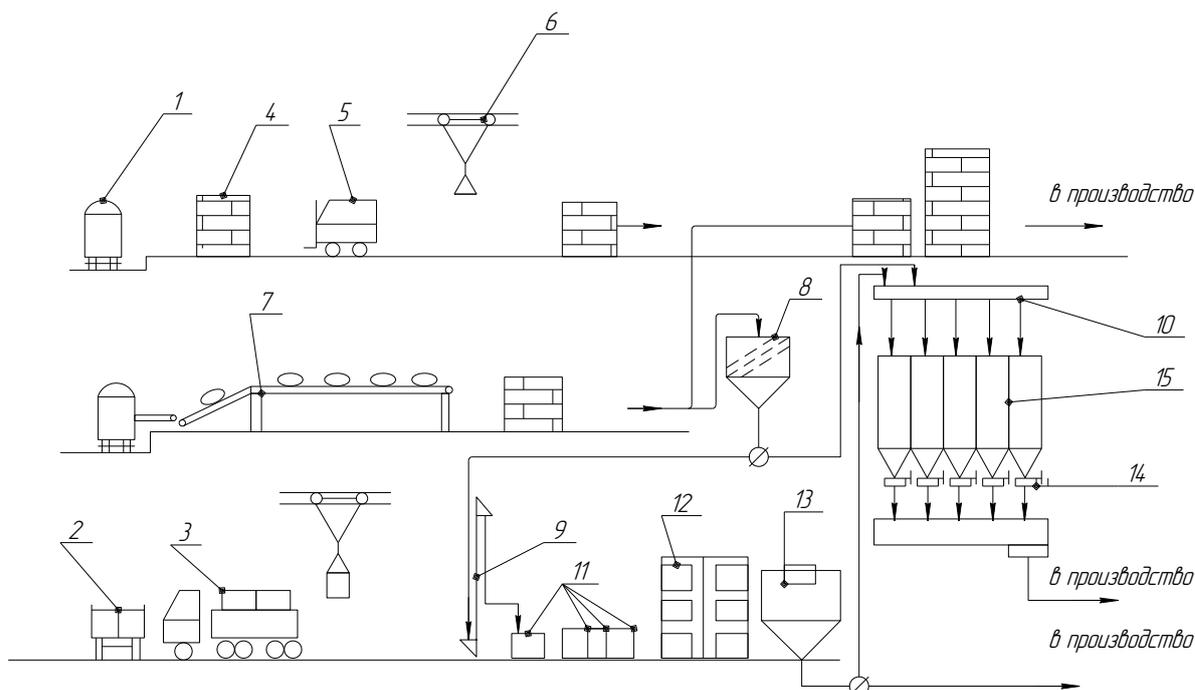


Рис. 6.3. Схема технологических линий приема и складирования затаренного сырья в мешки и контейнеры сырь

1 – вагон общего назначения, 2 – полувагон, 3 – автомобиль, 4 – штабель-пакет, 5 – электропогрузчик, 6 – тельфер, 7 – машина для выгрузки мешков, 8 – машина мешкорастарочная, 9 – нория, 10 – транспортер, 11 – контейнер, 12 – стеллаж, 13- контейнероопрокидыватель, 14 – задвижка, 15 - бункеры

Прием поступившего в таре сырь в зависимости от его физико-механических и химических свойств, способности к хранению, количества ввода в комбикорма и др. организуют для конкретных условий по одному из следующих вариантов:

- прием, складирование и хранение в таре;
- растаривание при приеме, хранение в силосах или бункерах;
- растаривание при приеме, загрузка в контейнеры, хранение в контейнерах и др.

По первому варианту рекомендуется разгружать метионин, сухое обезжиренное молоко, сахар, кормовые фосфаты и другие виды сырь. При этом производят разборку штабеля внутри вагона, формирование пакетов на поддонах, транспортирование пакетов электропогрузчиком, размещение пакетов на этажах склада.

По второму варианту целесообразно принимать дрожжи, премиксы, возможно рыбную, мясокостную муку, фосфаты и др. Растаренное при приеме или по потребности производства сырь хранят в силосных емкостях, бункерах или напольно. В силосных емкостях (металлических или железобетонных), оборудованных разгрузителями, обеспечивается бестарное хранение указанных видов сырь в течение 3-10 суток с последующей выгрузкой без затруднений. При более длительном хранении продукты слеживаются.

При третьем варианте – растаренные при приеме трудносыпучие виды сырья, поступающие в мелкой таре, загружают в металлические контейнеры, которые размещают в напольных или специальных стеллажных складах до подачи в производство.

Для механизации работ с сырьем в контейнерах целесообразно оборудовать контейнерную площадку.

6.1.4. Линия приема и складирования минерального сырья

Линия (рис. 6.4) предназначена для приема мела, соли и другого минерального сырья (кроме известняковой муки).

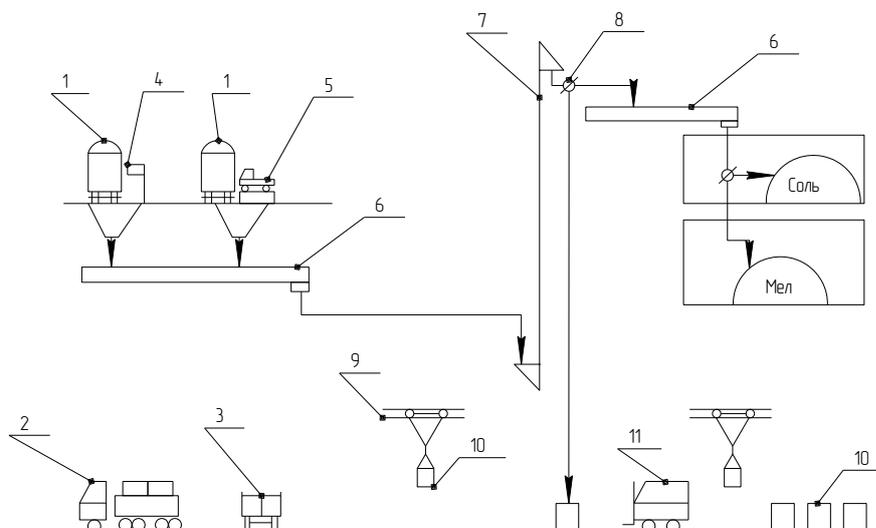


Рис. 6.4. Схема технологических линий приема и складирования минерального сырья
 1 – вагон общего назначения, 2 – автомобиль, 3 – полувагон, 4 – механическая лопата, 5 – разгрузчик, 6 – транспортер, 7 – нория, 8 – клапан перекидной, 9 – тельфер, 10 – контейнер, 11 – электропогрузчик

Определение массы поступившего сырья производится на вагонных или автомобильных весах.

Приемные устройства для минерального сырья, поступающего в вагонах насыпью, должны быть оснащены разгрузчиками типа МГУ, МВС или Бобкат, в исключительных случаях – механическими лопатами. Учитывая повышенные коррозионные и когезионные свойства соли и мела, приемные устройства должны быть оборудованы транспортными средствами, предназначенными для работы с такими грузами.

Минеральное сырье складировать насыпью в напольных складах. Возможно на предприятиях загружать сырье в контейнеры и хранить в них до подачи в производство.

Минеральное сырье, поступившее в мягких контейнерах, разгружают с помощью электропогрузчиков, размещают в напольных складах или на контейнерных площадках.

Там, где невозможно использовать электропогрузчики, контейнерные площадки и склады должны оборудоваться монорельсами и тельферами.

6.1.5. Линия приема и складирования известняковой муки

Для известняковой муки как мелкодисперсного и хорошо сыпучего продукта на предприятии оборудуют отдельную линию (рис. 6.5).

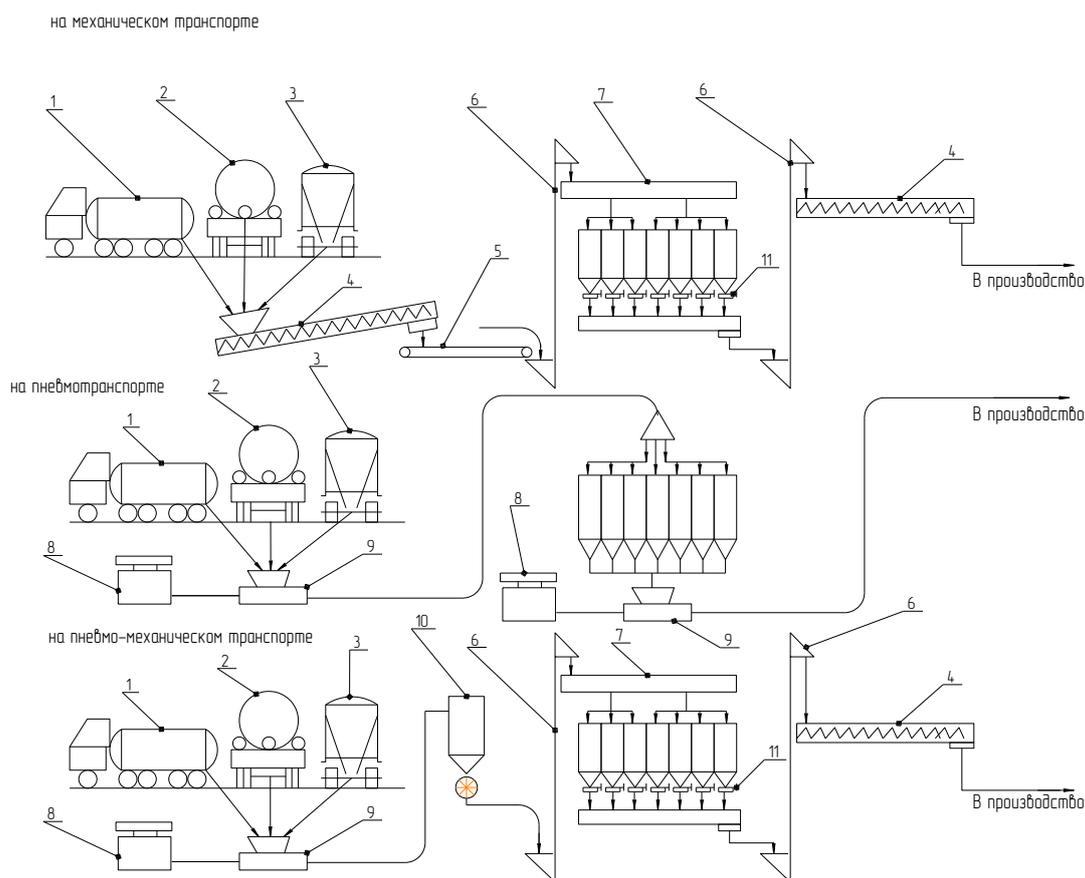


Рис. 6.5. Схемы технологических линий приема и складирования известняковой муки

- 1 – автоцистерна, 2 – железнодорожная цистерна, 3 – вагон-хоппер,
 4 – винтовой контейнер, 5 – ленточный транспортер, 6 – нория,
 7 – транспортер цепной, 8 – компрессор, 9 – питатель,
 10 – циклон-разгрузитель, 11 - задвижка

Известняковая мука поступает в железнодорожных и автомобильных цистернах.

Прием ее организуют на отдельной точке с применением:

- механического транспортирования;
- пневматического транспортирования;
- пневмо-механического транспортирования.

На линии с механическим транспортированием используют винтовые, цепные конвейеры, нории.

Более прогрессивными являются линии пневматического транспортирования (аэрозольтранспорта), когда мука из цистерны самотеком поступает в питатель и по пневмопроводу направляется в специальные силоса (бункера) для хранения.

Из силосных емкостей мука также пневмотранспортом (аэрозольтранспортом) передается в производство непосредственно в наддозаторные бункера без какой-либо подготовки.

При пневмомеханическом транспортировании прием муки осуществляется пневмотранспортом, загрузка силосов и подача в производство – механическим.

6.1.6. Линия подготовки зернового сырья к дозированию

На предприятиях с отдельной подготовкой сырья к дозированию линия служит для очистки и измельчения зернового сырья различных культур (рис. 6.6). Зерновое сырье подвергают очистке от сорных, минеральных и металломагнитных примесей, а также воздушной очистке от зерновой пыли.

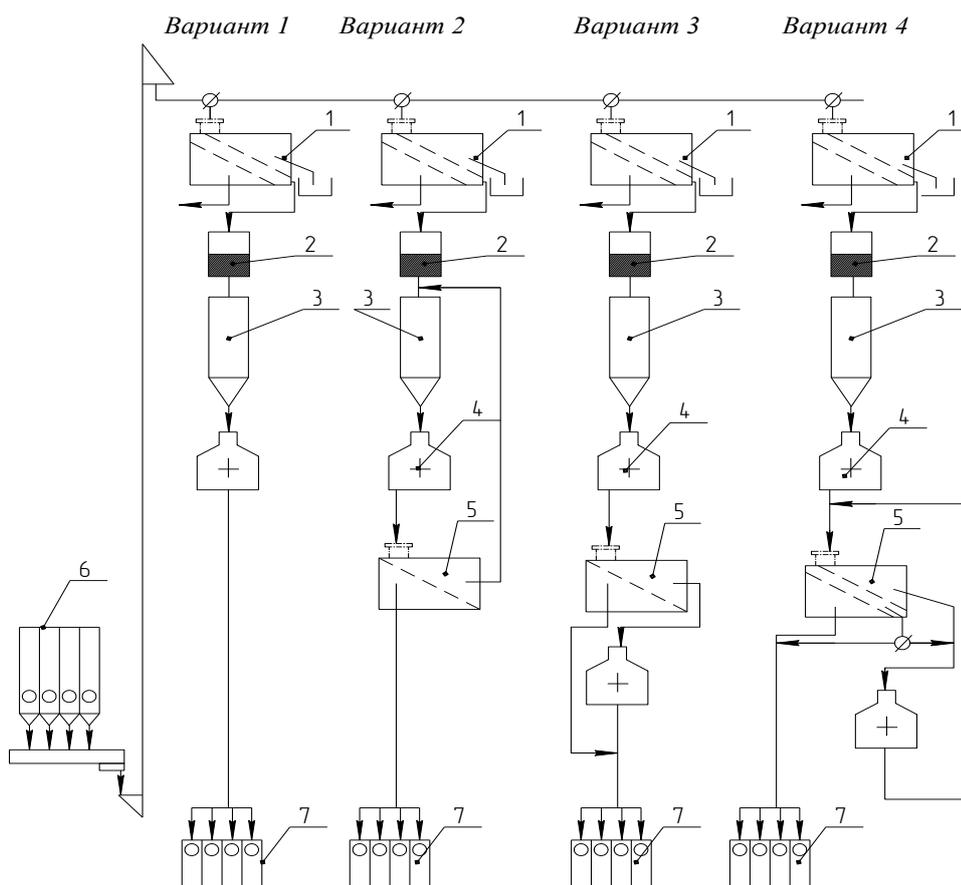


Рис. 6.6. Схемы технологических линий подготовки зернового сырья к дозированию

1 – сепаратор зерновой, 2 – магнитная защита, 3 – бункер-наддробильный, 4 – измельчающая машина, 5 – машина просеивающая для фракционирования продуктов измельчения, 6 – силосы, 7 – наддозаторные бункера

Для очистки зерна от сорных и минеральных примесей, а также от зерновой пыли применяют машины различных типов: сепараторы воздушно-ситовые с плоскими решетками (типа ЗСМ, А1-БИС, А1-БЛС) и центробежные (типа А1-БЦС), рассеивающие (типа А1-БСФ, А1-БСШ), скальператоры (А1-БЗО), бураты и др.

Работу очистительных машин настраивают в зависимости от вида и качества поступающего зерна. Режим работы сепараторов должен обеспечивать максимальное отделение сорных и минеральных примесей и исключить попадание зерна в отходы свыше 2%. Отходы, получаемые с очистительных машин, учитываются как некормовые и подлежат вывозу с территории и уничтожению.

В сепараторах, имеющих три ситовые рамы (типа ЗСМ), устанавливают:

а) в приемных рамах – полотна решетчатые с круглыми отверстиями № 200 (диаметр отверстий 20 мм) или сетки проволочные № 18 (ячейки размером 18x18 мм);

б) в сортировочных рамах – полотна решетчатые с круглыми отверстиями № 100-160 (диаметр отверстий 10-16 мм) или сетки проволочные № 8-14 (ячейки размером 8x8 или 14x14 мм);

в) в подсевных рамах – полотна решетчатые с круглыми отверстиями № 10-14; продолговатыми - № 10 (размер отверстий 1,0x10 мм) или № 12 (размер отверстий 1,2x12 мм) или сетки проволочные № 0,85-1 (ячейки размером 0,85x0,85 – 1,0x1,0 мм).

В сепараторах, имеющих две ситовые рамы (типа А1-БИС, А1-БЛС), устанавливают:

а) в сортировочных рамах – полотна решетчатые с круглыми отверстиями № 100-160 или сетки проволочные № 8-14;

б) в подсевных рамах – полотна решетчатые с круглыми отверстиями № 10-14, продолговатыми – № 10 или 12, или сетки проволочные № 0,85-1.

В сепараторах с одной ситовой рамой устанавливают сортировочное решетчатое полотно с круглыми отверстиями № 100-160 или проволочную сетку № 8-14.

При переработке проса, сорго рекомендуется применение ситовых рам с отверстиями нижних пределов. При очистке зерна, поступающего с содержанием минеральной примеси до 0,25% в подсевных рамах вместо полотен решетчатых возможно устанавливать сплошные листы.

Для очистки зернового сырья от металломагнитных примесей в линии устанавливают электромагнитные сепараторы или магнитные колонки с постоянными магнитами в соответствии с установленными нормами. Собранные металломагнитные примеси производственный персонал ликвидирует по установленному порядку.

Допускается следующее содержание посторонних примесей в каждом виде очищенного зерна, направляемого на измельчающие машины:

а) металломагнитных примесей – от 10 до 20 мг/кг в зависимости от назначения комбикорма;

б) крупных примесей (остаток на сите с отверстиями Ø 10-16 мм) – не допускается.

Отходы, получаемые с очистительных машин, в которых содержание полезного зерна не превышает 2%, учитываются и подлежат уничтожению как некормовые.

Все зерновое сырье при производстве комбикормов измельчают. Только при производстве комбикормов для сельскохозяйственной птицы с вводом цельного зерна до 30% отдельные зерновые культуры (ячмень, пшеницу и др.) без измельчения дозируют и смешивают в смесителе. В этом случае эти виды зерна после очистки на сепараторах направляют непосредственно, минуя дробилки, в наддозаторные бункера, дозируют согласно рецепту, смешивают с остальными компонентами при работе смесителя в паспортном режиме.

При раздельной подготовке каждой зерновой культуры рекомендуются следующие варианты измельчения:

- 1 – одноступенчатое измельчение;
- 2 – одноступенчатое измельчение с контролем крупности;
- 3 – двухступенчатое измельчение;
- 4 – двухступенчатое измельчение с регулированием крупности.

По первому варианту измельчение каждого вида сырья производят на машинах за один проход. Основным измельчающим оборудованием являются молотковые дробилки или вальцовые станки.

Размеры отверстий сит в молотковых дробилках при одноступенчатом измельчении для обеспечения требований по крупности рекомендуется дифференцировать в зависимости от типа дробилки, перерабатываемой культуры и назначения комбикорма.

Применение вальцовых станков для измельчения зернового сырья обеспечивает требуемую крупность размола, более выравненный гранулометрический состав, меньшее количество мелких и пылевидных фракций, снижение расхода электроэнергии.

Измельчение зерна на вальцовых станках производят при следующих режимах: число рифлей – 5-6 на 1 см, уклон рифлей – 4-6%, отношение окружных скоростей – 1:2,5, расположение рифлей – острие по острию, угол заострения рифлей – 90-95 град.

При втором варианте измельченный продукт после дробилки направляется на просеивающую машину, сходовая фракция после которой поступает на повторное измельчение на эту же дробилку, проходная – в наддозаторные бункера. Заданная крупность ком-

понента при этом обеспечивается за счет установки в просеивающей машине сит (сеток) соответствующих номеров.

При двухступенчатом измельчении (третий и четвертый варианты) сырье измельчают в два этапа на дробилках или вальцовых станках с промежуточным просеиванием. Процесс измельчения может быть построен по следующим схемам:

- 1) дробилка – просеивающая машина – дробилка;
- 2) дробилка – просеивающая машина – вальцовый станок;
- 3) вальцовый станок – просеивающая машина – вальцовый станок.

Обеспечение требуемой крупности продуктов при двухступенчатом измельчении достигается за счет установки в просеивающих машинах сит (сеток) соответствующих номеров.

Рекомендуемые режимы измельчения зерна при двухступенчатом построении процесса (третий вариант), обеспечивающие наименьший расход электроэнергии при получении продукта, характеризующегося остатком не более 5% на определенном сите, приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2

Рекомендуемые режимы измельчения зерна

Группа крупности	Гранулометрический состав по остатку на сите Ø	1-я ступень – дробилка с ситом Ø, мм	Просеивающая машина – сетка с ячейками, мм	2-я ступень – дробилка с ситом Ø, мм
1	2 мм – не допускается	4,0	0,85 x 0,85	2,0
2	2 мм – не более 5,0%	5,0	1,6 x 1,6	3,0
3	3 мм – не более 5,0%	6,3	2,5 x 2,5	4,0
4	4 мм – не более 5,0%	8,0	3,5 x 3,5	4,0
3	3 мм – не более 5,0%	8,0	2,5 x 2,5	Вальцовый станок

При производстве комбикормов для сельскохозяйственной птицы для измельчения зерна с целью обеспечения крупности продукта, отвечающий требованиям стандарта, особенно для кур-несушек и молодняка кур, применяют:

- по одноступенчатой схеме – в дробилках сита при измельчении ячменя, пшеницы и других мелкозернистых культур – Ø 4-5 мм, гороха, кукурузы – Ø 6,3 мм;

– по двухступенчатой схеме – в дробилках первой ступени сита с отверстиями Ø 6,3 или 8 мм, просеивающей машине – сетки № 2,8/2,2, дробилках второй ступени – Ø 5 мм.

Удельный расход электроэнергии при двухступенчатом измельчении зерна и оптимальном режиме на 25-30% ниже, чем при одноступенчатом способе измельчения. При этом производительность узла измельчения увеличивается за счет установки в дробилках сит с отверстиями больших размеров.

Для равномерной загрузки дробилок целесообразно применять питающие устройства, автоматическое регулирование подачи зерна в зависимости от нагрузки двигателя.

Молотки, применяемые в дробилках, изготавливают из высококачественной стали типа ХГС в соответствии с утвержденными техническими условиями.

При балансировке ротора необходимо подбирать молотки путем взвешивания их таким образом, чтобы разность массы осей в сборе с гайкой и молотками, устанавливаемыми на диаметрально противоположных сторонах ротора, не превышала 5 г. Статическую балансировку ротора осуществляют с осями молотков на месте без демонтажа. Ротор, установленный в подшипниках, должен проворачиваться от руки без торможения на протяжении всего оборота.

6.1.7. Линия отделения пленок

Комбикорма для молодняка животных, а также сельскохозяйственной птицы, пушных зверей и др. должны иметь ограниченное содержание клетчатки. Поэтому, такие культуры как ячмень и овес, хотя и отличаются высокой питательностью, но покрыты цветковыми пленками, которые содержат в основном клетчатку. Кроме того, при измельчении пленки имеют острые края и углы, которые представляют опасность для желудка, так как могут травмировать его. Поэтому при выработке таких комбикормов осуществляют снятие пленок с зерна этих культур. Такой прием также повышает обменную энергию этих культур, а следовательно, и комбикормов.

Снятие пленок осуществляют следующими способами:

- а) измельчение ячменя и овса с последующим отвеиванием пленок;
- б) шелушение овса и ячменя на специальных машинах с отделением пленок.

По первому способу отделение пленок осуществляют путем измельчения ячменя и овса на молотковой дробилке или вальцовом станке, фракционирования продуктов размола на просеивающей машине, отделения лузги от сходовой фракции на aspirаторе и объединения полученной крупки с проходовой фракцией [44, 45].

Готовый продукт, вырабатываемый на линии, состоит из проходовой фракции, выделенной в результате просеивания измельченного зерна ячменя или овса на просеивающей машине, и крупки, получаемой из сходовой фракции после отвеивания лузги. В этом продукте, также как и в шелушенном допускается содержание сырой клетчатки в ячмене – не более 3,5%, в овсе – 5,3%.

Технологический процесс отделения пленок овса и ячменя этим способом включает следующие основные операции (рис. 6.7а):

- измельчение зерна;
- просеивание продуктов размола;
- отвеивание пленок от сходового продукта.

Измельчение овса и ячменя осуществляют на молотковых дробилках (1) или вальцовых станках (2). При измельчении ячменя на дробилке устанавливают сита с отверстиями Ø 4 мм, при измельчении овса – Ø 5 мм.

В случае применения в качестве измельчителя вальцового станка величину зазора между валками устанавливают 0,7-0,9 мм для ячменя, 0,5-0,7 мм – для овса, количество рифлей на 1 см – 5-6, уклон – 5%. Рекомендуемые режимы измельчения ячменя и овса обеспечивают получение размола по содержанию целых зерен – не более 0,5% и максимального освобождения пленок от эндосперма зерна.

Для наиболее полного отделения пленок и получения продукта высокого качества на измельчение направляют зерно ячменя или овса влажностью не более 13,5%. При измельчении зерна с большей влажностью отмечается уменьшение количества освобожденной пленки в размоле.

Продукты размола направляют на просеивающую машину (например, МБО-2, С-1 или С-2), в которой устанавливают полотна решетчатые № 20-25. В зависимости от крупности продуктов размола ячменя и овса, полученный при измельчении на дробилке или вальцовом станке, а также размера отверстий сита, установленного в просеивающей машине, количество сходовых и проходových фракций, образующихся при просеивании, для ячменя составляет соответственно 60-85% и 15-40%, а для овса – 57-80% и 20-43%.

Выделенная в результате фракционирования проходová фракция, содержащая в основном мучку с минимальным содержанием пленки, образует часть готового продукта, а сходовая фракция, включающая пленку в свободном виде, направляется на aspirator (типа А1-БДЗ-6) для отвеивания пленки и получения крупки. Отвеивание пленки из сходовых фракций производят путем однократного пропуска их через aspirator. При отработанных режимах (Ø шкива вентилятора 155 мм, определенном положении заслонки: 1 (одно) деление для ячменя и 0,3-0,5 для овса) отвеивания пленок выход крупки из сходовой

вых фракций ячменя составляет 78-84%, овса – 45-60%. Содержание сырой клетчатки в ячменной крупке находится на уровне 1,0-2,0%, а овсяной – 4,0-6,0%.

Отвеянная пленка из осадочной камеры аспиратора выводится шнеком и направляется в бункер для лузги и последующего использования ее при выработке гранулированных комбикормов или кормосмесей для жвачных животных или для реализации на сторону.

Крупка, выделенная из сходовой фракции после отвеивания лузги, объединяется с проходовой фракцией, образуя готовый продукт.

Норма выхода муки без пленок зависит от качества исходного ячменя и овса, организации процесса и указанных режимах работы оборудования, не ниже, чем с применением шелушительных машин.

По второму способу шелушение овса и ячменя организуют на отдельных линиях комбикормовых предприятий или в отдельных цехах.

Для шелушения рекомендуется использовать более крупный ячмень с объемной массой не менее 605 г/л, а овес – 490 г/л. Технологические линии шелушения пленчатых культур представлены на рис. 6.7б – для ячменя, рис. 6.7в – для овса.

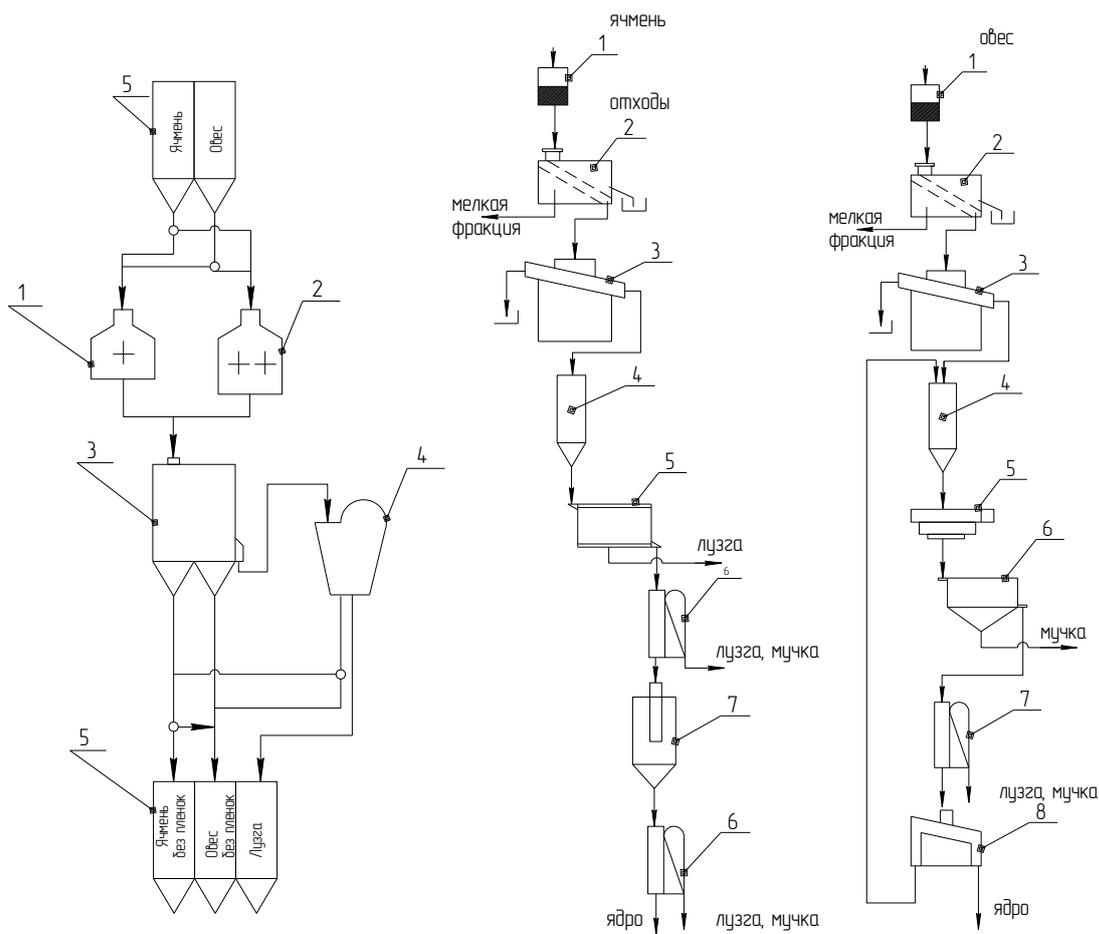
Технология шелушения ячменя включает очистку зерна от металломагнитных и минеральных примесей, крупных, мелких и легких незерновых примесей, шелушение и отделение лузги.

В линию шелушения ячменя (рис. 6.7б) устанавливают оборудование для выделения металломагнитных примесей (магнитные сепараторы или колонки), зерновые сепараторы (тип А1-БИС, А1-БЛС и др.) для отделения крупных, мелких и легких примесей. В сепараторах устанавливают в верхних рамах полотна решетные с прямоугольными отверстиями размером 4,0-4,5 x 32 мм, в нижних – 1,6 x 16 мм. Целесообразно перед сепаратором применять остеломатель, представляющий собой бичевую машину, барабан которой выполнен из пружинной проволоки с ячейками размером 2 x 2 мм. Для выделения минеральной примеси (гальки и т.п.) следует устанавливать камнеотборники (пневмостолы).

Шелушение ячменя осуществляют на импортных или отечественных шелушительных машинах. Импортные шелушители (по типу, установленному на Рыздвяненском комбикормовом заводе) обеспечивают отделение пленки за один проход. При использовании отечественных машин (шелушительных А1-ЗШН и обоечных РЗ-БГО) шелушение ячменя осуществляют путем последовательного пропуска зерна через несколько (не менее двух) шелушительных систем.

Система включает шелушильную (А1-ЗШН) или обочную машину (РЗ-БГО) и аспиратор. Продукт, полученный после каждого прохода через шелушильную или обочную машину, провеивают в аспираторах для отделения лузги.

Технологический процесс шелушения овса также включает выделение металломагнитных и минеральных примесей, очистку от крупных, мелких и легких примесей, шелушение и отделение пленок (рис. 6.7в).



<p>Рис. 6.7 а. Схема технологической линии отделения пленок методом измельчения 1 – дробилка, 2 – вальцовый станок, 3 – просеивающая машина, 4 – аспиратор, 5 - бункера</p>	<p>Рис. 6.7 б. Схема технологической линии шелушения ячменя 1 – сепаратор магнитный, 2 – сепаратор зерновой, 3 – камнеотборник, 4 – бункер, 5 – машина обочная, 6 – аспиратор, 7 – машина шелушильная</p>	<p>Рис. 6.7 в. Схема технологической линии шелушения овса 1 – сепаратор магнитный, 2 – сепаратор зерновой, 3 – камнеотборник, 4 – бункер, 5 – машина для шелушения овса, 6 – центрофугал, 7 – аспиратор, 8 – пади-машина</p>
---	---	--

Очистку овса осуществляют на магнитных сепараторах или колонках, зерновых сепараторах, в которых устанавливают 2 сита: верхнее с отверстиями размером 4,0-4,5 x 32 мм и нижнее – 1,6-1,8 x 16 мм, камнеотборники (пневмостолы).

Шелушение овса производят в обочных машинах или центробежных шелушителях (А1-ДЩЦ). Возможно использование шелушительных поставов, применяемых в крупной промышленности.

Рекомендуемый режим обочной машины: уклон бичей – 8%, окружная скорость – 20-22 м/с, зазор между бичами и абразивной поверхностью – 20-22 мм.

Продукты шелушения после шелушительной машины (обочной или центробежного шелушителя) просеивают для отбора мучки и дробленки в центрофугалах, затем провеивают в аспираторах для отделения лузги.

Отделение ядра от нешелушенных зерен производят на падди-машинах. Допускается применение на этой операции дисковых триеров (овсюгоотборников) и концентраторов. Нешелушенные зерна возвращают вновь на шелушительную машину, ядро направляют в производство. Лузгу накапливают в отдельных бункерах и отгружают другим предприятиям.

Целесообразно объединять лузгу, мучку, зерновые отходы, измельчать и использовать для выработки гранулированных комбикормов (кормосмесей) для жвачных животных.

В зависимости от качества овса и ячменя выход основного продукта должен достигать по ячменю не менее 80%, по овсу – 55%.

Шелушенные ячмень и овес должны удовлетворять требованиям нормативной документации на данные виды продукции. В основном продукте шелушения допускается содержание сырой клетчатки, не более: в овсе – 5,3%, ячмене – 3,5%.

6.1.8. Линия подготовки отрубей и другого мучнистого сырья к дозированию

Линия предназначена для отделения некормовых отходов (обрывки веревок, упаковочный материал) от отрубей, мучек, муки кормовой, дрожжей и других мучнистых продуктов, не требующих измельчения (рис. 6.8). На данную линию можно направлять также рассыпную травяную муку, сухое молоко, кормовые аминокислоты, кормовые фосфаты и др. после растаривания их из мешков в шкафах-пылеуловителях или растарочной машине.

Для очистки мучнистого сырья применяют просеивающие машины с принудительным просеиванием продуктов и другие очистительные машины с различным законом движения сит (А1-БПК, УЗ-ДЗС, бурат и др.). При производстве комбикормов практиче-

ски для всех видов животных в машинах устанавливают полотна решетные № 100 с отверстиями диаметром 10 мм или сетки проволочные № 8 с ячейками размером 8 x 8 мм. Сходовые фракции просеивающих машин являются некормовыми отходами, в них должно быть не более 2% годного продукта.

Выделение металломагнитных примесей из мучнистого сырья производят на сепараторах или на колонках со статическими магнитами.

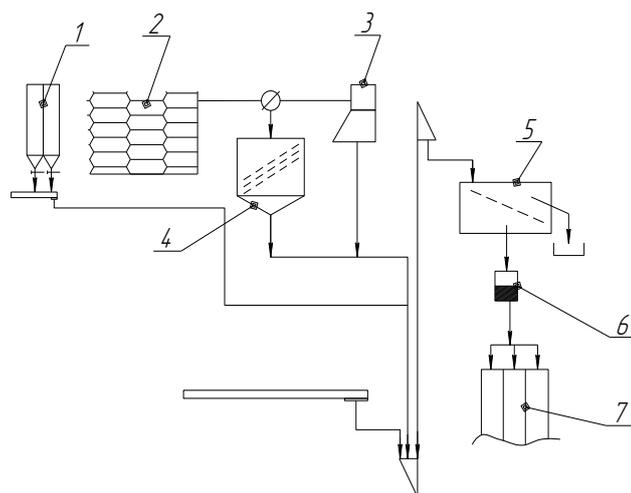


Рис. 6.8. Технологическая схема линии подготовки мучнистого сырья.

- 1 – бункера, 2 – штабель, 3 – шкаф-пылеуловитель,
4 – растарочная машина, 5 – просеивающая машина,
6 – магнитная колонка, 7 – наддозаторные бункера

6.1.9. Линия подготовки муки кормовой животного происхождения, из рыбы, кормовых дрожжей и др. к дозированию

Линия предназначена для обработки муки кормовой животного происхождения (мясокостной, мясной, кровяной, костной, из гидролизованного пера), муки кормовой рыбной, из морских млекопитающих и ракообразных, кормовых дрожжей и др. (рис. 6.9).

На данной линии производят растаривание сырья из мешков и контейнеров, очистку от крупных некормовых и металломагнитных примесей, его сортирование и последующее измельчение сходовых крупных фракций.

Растаривание сырья из мешков производят в растарочных машинах или шкафах-пылеуловителях. Из металлических контейнеров сырье разгружают с применением контейнероопрокидывателей.

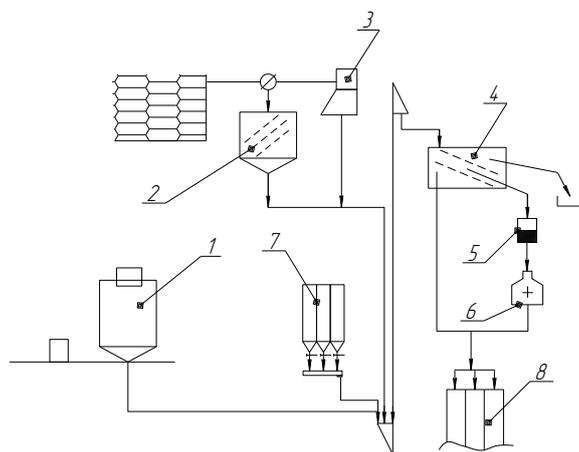


Рис. 6.9. Технологическая схема линии подготовки кормовых продуктов пищевых производств
 1 – контейнероопрокидыватель, 2 – растарочная машина,
 3 – шкаф-пылеуловитель, 4 – просеивающая машина,
 5 – магнитная защита, 6 – дробилка, 7 – бункера для хранения, 8 – наддозаторные бункера

Для стабильной работы производственного цеха целесообразно растаривать сырье в дневное время и накапливать в промежуточных бункерах.

Мясокостную и другую муку, поступающую насыпью и хранящуюся напольно или в бункерах, направляют транспортными механизмами непосредственно на переработку.

Очистку и сортирование сырья производят на просеивающих машинах, в которых должны быть две ситовые рамы: приемная и сортировочная. Для отделения крупных примесей в приемных рамах устанавливают полотна решетчатые № 150-200 с отверстиями диаметром 15-20 мм или сетки проволочные № 14-18; сходы этих сит направляют в некормовые отходы, в них не должно быть более 2% полезного продукта. В сортировочных рамах устанавливают полотна решетчатые № 30-60 с отверстиями диаметром 3-6 мм или сетки проволочные № 2,5-5 с ячейками размером от 2,5 x 2,5 до 5 x 5 мм. Сходовые фракции этих сит измельчают на молотковых дробилках, затем объединяют с проходовыми и направляют в наддозаторные бункера..

При использовании машин типа бурата следует применять сита из двух частей: первая часть выполнена из полотна решетчатого № 50-60 или сетки проволочной № 4-5, вторая – из полотна решетчатого № 300-420 или сетки проволочной № 25-35. Проходовую фракцию первой части направляют в наддозаторные бункера, второй части – на дробилку и затем в наддозаторные бункера, сходовую фракцию – в некормовые отходы.

Допускается производить подготовку муки кормовой животного происхождения и из рыбы путем очистки ее на просеивающих машинах с установкой решетчатых полотен №

200-300 или сеток проволочных № 18-25 и последующим измельчением их на дробилках до крупности, предусмотренной стандартом на вырабатываемый комбикорм.

6.1.10. Линия подготовки шротов к дозированию

Линия предназначена для очистки от крупных некормовых и металломагнитных примесей и измельчения шротов (рис. 6.10).

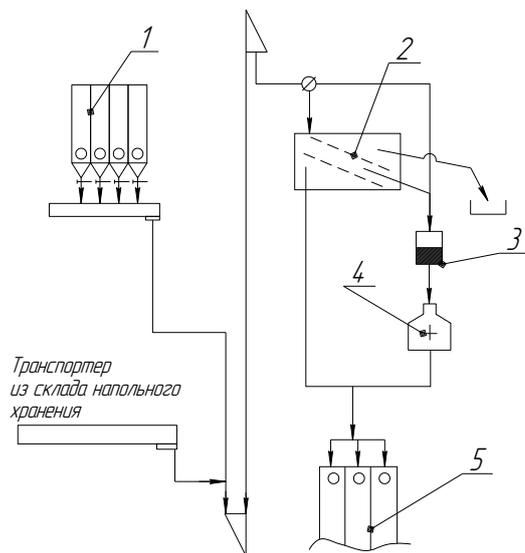


Рис. 6.10. Технологическая линия подготовки шротов к дозированию.

- 1 – силосная емкость, 2 – просеивающая машина,
- 3 – магнитная защита, 4 – дробилка,
- 5 – наддозаторные емкости

Очистку и сортирование шротов производят на просеивающих машинах, в которых устанавливают две решетчатые рамы: верхняя с полотнами решетчатыми № 150-200 (отверстия диаметром 15-20 мм) или сеткой проволочной № 14-18 (ячейки размером 14 x 14 – 18 x 18 мм), нижняя с полотном решетчатым № 20-60 (отверстия диаметром 2-6 мм) или сеткой проволочной № 1,8-5 (ячейки размером 1,8 x 1,8 – 5 x 5 мм).

Сходовую фракцию верхних рам направляют в некормовые отходы.

Сходовую фракцию сортировочных рам измельчают на молотковых дробилках, объединяют с проходовой и направляют в наддозаторные бункера.

В буратах, применяемых для сортирования шротов, следует устанавливать сито, состоящее также из двух частей. Первая часть сита выполняется из полотна решетчатого № 20-60 или сетки проволочной № 1,8-5, вторая – из полотна решетчатого № 150-200 или сетки проволочной № 14-18. Проходовая фракция первой части сита направляется в наддозаторные бункера, второй части – на дробилку и также в наддозаторные бункера, сходовая фракция – в некормовые отходы.

Допускается производить очистку шротов на просеивающей машине (типа А1-ДСМ, УЗ-ДЗС, бурат и др.) с установкой одного полотна решетного № 150-200 или сетки проволочной № 14-18 и последующее измельчение всего продукта на дробилке.

Хлопковый шрот очищают от металломагнитных примесей и направляют непосредственно на дробилки для измельчения. В молотковых дробилках устанавливают сита, обеспечивающие требуемую стандартом крупность размола для вырабатываемой продукции.

Очистку шротов от металломагнитных примесей производят на магнитных сепараторах или колонках.

6.1.11. Линия подготовки сырья, поступающего в таре, к дозированию

На линии производят растаривание сырья, поступающего в мешках (сухое молоко, кормовые фосфаты, костная мука, фумаровая кислота, кормовые аминокислоты, кормолизин, метионин и другое мелкодисперсное сырье, не требующее измельчения), очистку от некормовых и металломагнитных примесей и подачу в наддозаторные бункера (рис. 6.11).

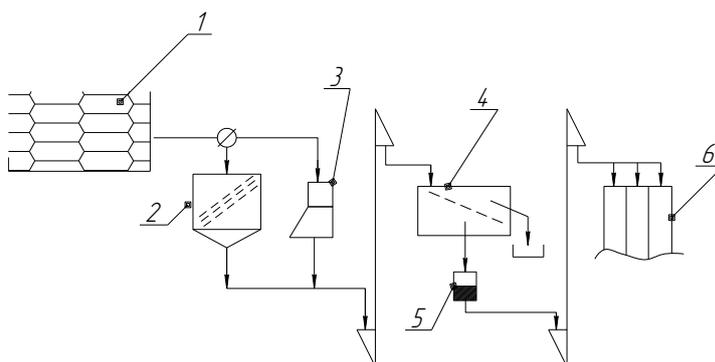


Рис. 6.11. Технологическая линия подготовки сырья, поступающего в таре.

- 1 – штабель, 2 – растарочная машина,
- 3 – шкаф-пылеуловитель,
- 4 – просеивающая машина,
- 5 – магнитная защита,
- 6 – наддозаторные бункера

Растаривание сырья из бумажных мешков осуществляют в растарочных машинах (типа У1-ДРМ, У21-ДРБМ и др.) или шкафах-пылеуловителях (типа А1-БПУ, А1-БПШ и др.). Сырье из тканевых мешков растаривают в шкафах-пылеуловителях.

Остаток сырья в мешках после растаривания не должен превышать 0,2% от массы продукта в мешке. Бумажную тару направляют на прессование и пакетирование.

Очистку растеренного сырья от некормовых примесей проводят на просеивающей машине (типа А1-ДСМ, УЗ-ДЗС, бурат и др.), в которой устанавливают полотно решетное с круглыми отверстиями диаметром 10 мм (№ 100) или сетку проволочную с ячейками размером 8 x 8 мм (№ 8).

Выделение металломагнитных примесей производят на магнитных колонках со статическими магнитами или электромагнитных сепараторах.

6.1.12. Линия подготовки соли к дозированию

Линия предназначена для просеивания, измельчения и сушки поваренной соли (рис. 6.12а).

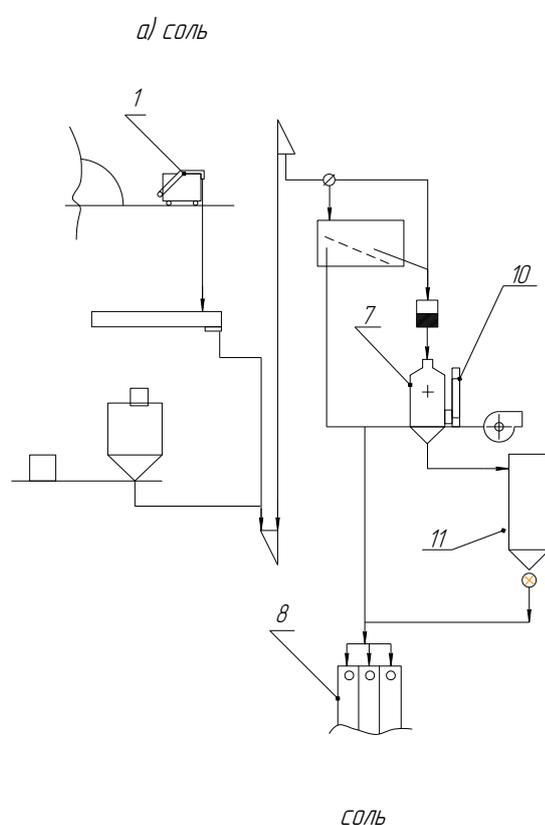


Рис. 6.12 а. Технологическая линии подготовки соли к дозированию

1 – погрузчик, 2 – контейнероопрокидыватель, 3 – транспортер, 4 – нория, 5 – просеивающая машина, 6 – магнитная защита, 7 – дробилка, 8 – бункера наддозаторные, 9 – контейнер, 10 – калорифер, 11 - циклон

Просеивание соли осуществляют на просеивающей машине (типа А1-ДСМ) с сеткой проволочной № 1-1,5. Сходовую фракцию соли измельчают на молотковой дробилке с установкой сита с отверстиями диаметром 2-3 мм.

При производстве комбикормов для выращивания и откорма животных в промышленных животноводческих комплексах следует добиваться крупности измельчения, пре-

дусмотренной нормативной документацией, путем установки сит с отверстиями меньших размеров.

Сушку проводят для улучшения технологических свойств соли если ее влажность превышает 0,5%. Для сушки применяют специальные сушилки.

Перспективным оборудованием для подготовки соли и мела следует считать дробилку, в которую подается горячий воздух от калорифера (установлена на Рыздвяненском комбикормовом заводе Ставропольского края). В данной установке измельчение и сушка соли производится одновременно.

Выделение металломагнитных примесей осуществляют на магнитных колонках со статическими магнитами.

6.1.13. Линия подготовки мела и другого минерального сырья к дозированию

Линия предназначена для подготовки мела, известняка, ракушечной крупы и других видов минерального сырья (рис. 6.12б).

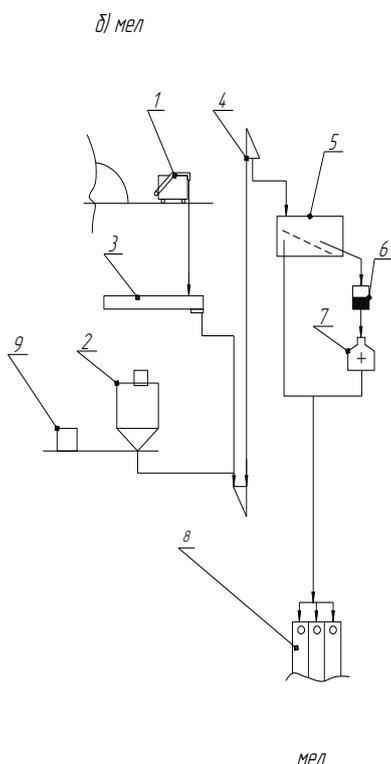


Рис. 6.12 б. Технологическая линии подготовки мела к дозированию
1 – погрузчик, 2 – контейнероопрокидыватель, 3 – транспортер, 4 – нория,
5 – просеивающая машина, 6 – магнитная защита, 7 – дробилка, 8 – бункера
наддозаторные, 9 – контейнер, 10 – калорифер, 11 - циклон

Мел, ракушечную крупу, имеющие крупность выше допустимых нормативной документацией норм, подвергают измельчению на молотковых дробилках, в которых устанавливают сита с отверстиями диаметром 6-8 мм.

Мел подлежит сушке с целью улучшения технологических свойств, если его влажность превышает 10%. Для сушки мела применяют специальные сушилки. Мел подсушивается, если подогревать воздух в помещении, где он хранится.

Минеральное сырье просеивают на машине (типа А1-ДСМ) с сеткой проволочной № 1, 6 или полотном решетным № 20. Проходовую фракцию направляют в наддозаторные бункера, сходовую – в измельчающую машину, а затем объединяют с проходовой.

Известняковую муку, удовлетворяющую требованиям и нормам по крупности (остаток на сите с отверстиями диаметром 1 мм – не более 5%) и влажности (не более 1,5%), механическим или пневматическим транспортом направляют непосредственно в наддозаторные бункера.

Известняки, поступающие в кусковом виде, сначала измельчают на дробилках (типа СМД) до кусков размером не более 10 мм, затем – в молотковых дробилках до частиц размером около 2 мм. Измельченное сырье сортируют на просеивающей машине с сеткой проволочной № 1,6 или полотном решетным № 20.

Очистку минерального сырья от металломагнитных примесей проводят на колонках со статическими магнитами.

6.1.14. Линия ввода премиксов

Премиксы растаривают, подают по отдельной линии в наддозаторный бункер и вводят в состав комбикорма или предварительной смеси согласно рецепту. Премиксы, поступающие бестарно, из бункеров для хранения транспортом подают непосредственно в наддозаторные бункера.

Ввод премиксов в белково-витаминно-минеральные концентраты осуществляют с учетом соотношения БВМК и зерна при производстве комбикормов в хозяйствах. Например, для производства комбикормов используется 20% БВМК, следовательно в БВМК необходимо ввести $(1 \times 100 : 20) = 5\%$ премикса однопроцентной концентрации, т.е. 50 кг на 1 тонну БВМК.

6.1.15. Линия приготовления премиксов на комбикормовых предприятиях

Линия предназначена для приготовления премиксов для собственного потребления, а также поставки другим предприятиям, фермерским хозяйствам и частным лицам.

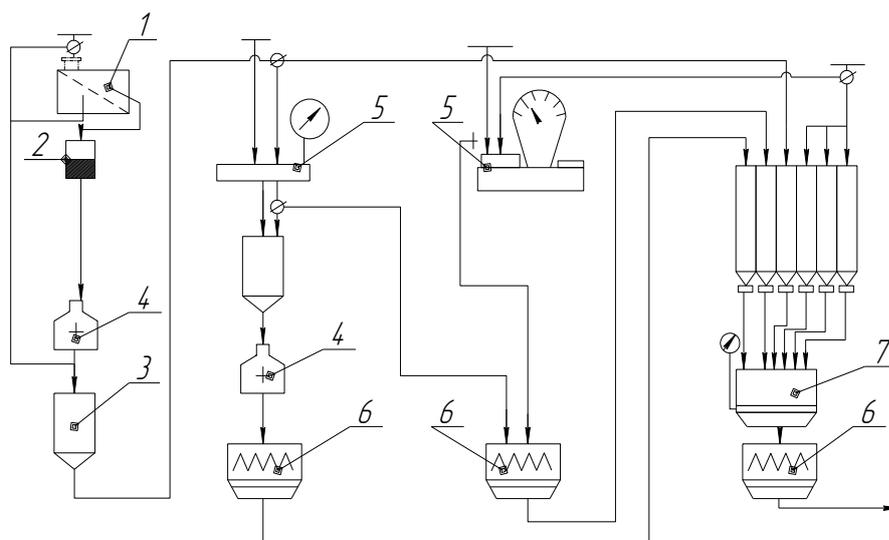
Линию размещают в производственном корпусе или в цехе предсмесей с использованием, в основном, площади склада напольного хранения сырья в таре и минералов.

Премиксы производят по рецептуре, утвержденной в установленном порядке, или заявленной потребителем, с нормой ввода в комбикорма 0,5-1,0%.

Премиксы с нормой ввода в комбикорма менее 0,5% производят для собственных нужд предприятия в зависимости от его технической оснащенности.

Премиксы, отпускаемые на сторону, по качеству должны соответствовать требованиям действующей нормативной документации.

Технологический процесс производства премиксов (рис. 6.13) состоит из следующих этапов:



Подготовка наполнителя	Подготовка солей микроэлементов (сернистых, хлористых)	Подготовка микро-добавок, не требующих измельчения (витамины, углекислые соли)	Подготовка ферментов, аминокислот, витамина В ₁₂ ; дозирование и смешивание
------------------------	--	--	--

Рис. 6.13. Схема технологического процесса производства премиксов на специальных линиях комбикормовых заводов
1 – просеивающая машина, 2 – магнитная защита, 4 – дробилка, 5 – весы, 6 – смеситель, 7 – дозатор

– подготовки наполнителя;

– подготовки солей микроэлементов, требующих измельчения;

- подготовки добавок в малых дозах (микродобавок), не требующих измельчения;
- подачи макрокомпонентов;
- дозирования и смешивания компонентов и их смесей.

В качестве наполнителя для производства премиксов используют измельченное зерно, отруби, шроты.

На линию премиксов наполнитель поступает из производственного цеха. Подготовка его заключается в контроле по крупности на просеивающей машине с сеткой проволоочной № 1, 2 с ячейками размером 1,2 x 1,2 мм или полотном решетным № 15 с отверстиями диаметром 1,5 мм. Сход просеивающей машины измельчают на молотковой дробилке, оборудованной ситом с отверстиями диаметром 2,0 мм. Проход просеивающей машины и измельченный сход объединяют и накапливают в бункере. Магнитный контроль схода перед молотковой дробилкой осуществляют на магнитных колонках. Подготовленный по крупности наполнитель направляют для приготовления предварительных смесей солей микроэлементов, микродобавок в малых дозах, и в бункер над весовым дозатором.

Сернокислые соли микроэлементов (железа, меди, цинка, марганца), имеющие высокую влажность, перерабатываются в составе предварительной смеси. Предсмесь готовят с наполнителем в соотношении 1:1 или 1:0,5 на несколько порций премикса.

Наполнитель и соли микроэлементов отвешивают на весах грузоподъемностью до 50 кг и направляют в бункер над молотковой дробилкой, оборудованной ситом с отверстиями диаметром 2,0 мм. Измельченная порция поступает в смеситель, где смешивается в течение 6 минут для получения однородной смеси. Подготовленную предварительную смесь микроэлементов направляют в бункер над весовым дозатором.

Добавки в малых дозах, не требующие измельчения: витамины, кобальт углекислый, калий йодистый со стабилизатором, углекислые соли микроэлементов, лекарственные препараты, ферменты отвешивают на настольных весах на несколько порций премикса и загружают непосредственно в смеситель предварительного смешивания с наполнителем в соотношении от 1:1 до 1:3. При этом в качестве наполнителя можно использовать также компоненты, входящие в состав премиксов в макродозах. Продолжительность смешивания порции в смесителе не менее 6 минут. Подготовленную предсмесь подают в бункер над весовым дозатором.

Кормовые формы биологически активных веществ – макрокомпонентов (витамин В₁₂, лизин, метионин, кормогризин и др.) подают без подготовки в бункера над весовым дозатором.

Дозирование макрокомпонентов, предварительных смесей сернокислых солей микроэлементов и добавок в малых дозах, а также наполнителя осуществляют многокомпонентным весовым дозатором.

Смешивание компонентов премиксов производят в смесителе периодического действия в течение 6 минут.

Готовый премикс транспортируют в бункера над дозаторами главной линии дозирования компонентов комбикормов и БВМК или на отпуск.

В зависимости от рецепта премикса, производительности оборудования линии производят расчет приготовления премиксов на всех этапах с оформлением технологических карт для каждого узла дозирования.

Премиксы, приготовленные для собственного потребления, используют в течение смены или суток. Для отпуска на сторону премиксы готовят адресно по заказу предприятий или хозяйств и хранят в течение одних или нескольких суток.

6.1.16. Линия дозирования и смешивания компонентов

Процесс дозирования предназначен для приготовления комбикорма или БВМД из заранее подготовленных компонентов согласно заданному рецепту.

Дозирование осуществляют на дозаторах, работающих по принципу взвешивания (весовые дозаторы) или отмеривания определенных объемов компонентов (объемные дозаторы).

Каждый из подготовленных компонентов должен поступать в отдельные бункера над дозаторами. На одном дозаторе допускается дозировать только один компонент или предварительную смесь компонентов (рис. 6.14).

Если в состав комбикорма или БВМК вводится большое количество какого-либо компонента, то в этом случае используются несколько дозаторов.

Наддозаторные бункера должны быть оборудованы выпускными устройствами в зависимости от свойств сыпучести загружаемых в них компонентов.

При дозировании компонентов комбикорма и БВМК по весовому принципу применяют многокомпонентные или однокомпонентные дозаторы. Имеются заводы, которые используют дозаторы непрерывного действия.

При многокомпонентном весовом дозировании в линии устанавливается несколько различных по грузоподъемности весов для обеспечения требуемой точности дозирования всех компонентов. При наборе порции масса первого дозируемого компонента должна быть не меньше нижнего предела взвешивания для данных весов.

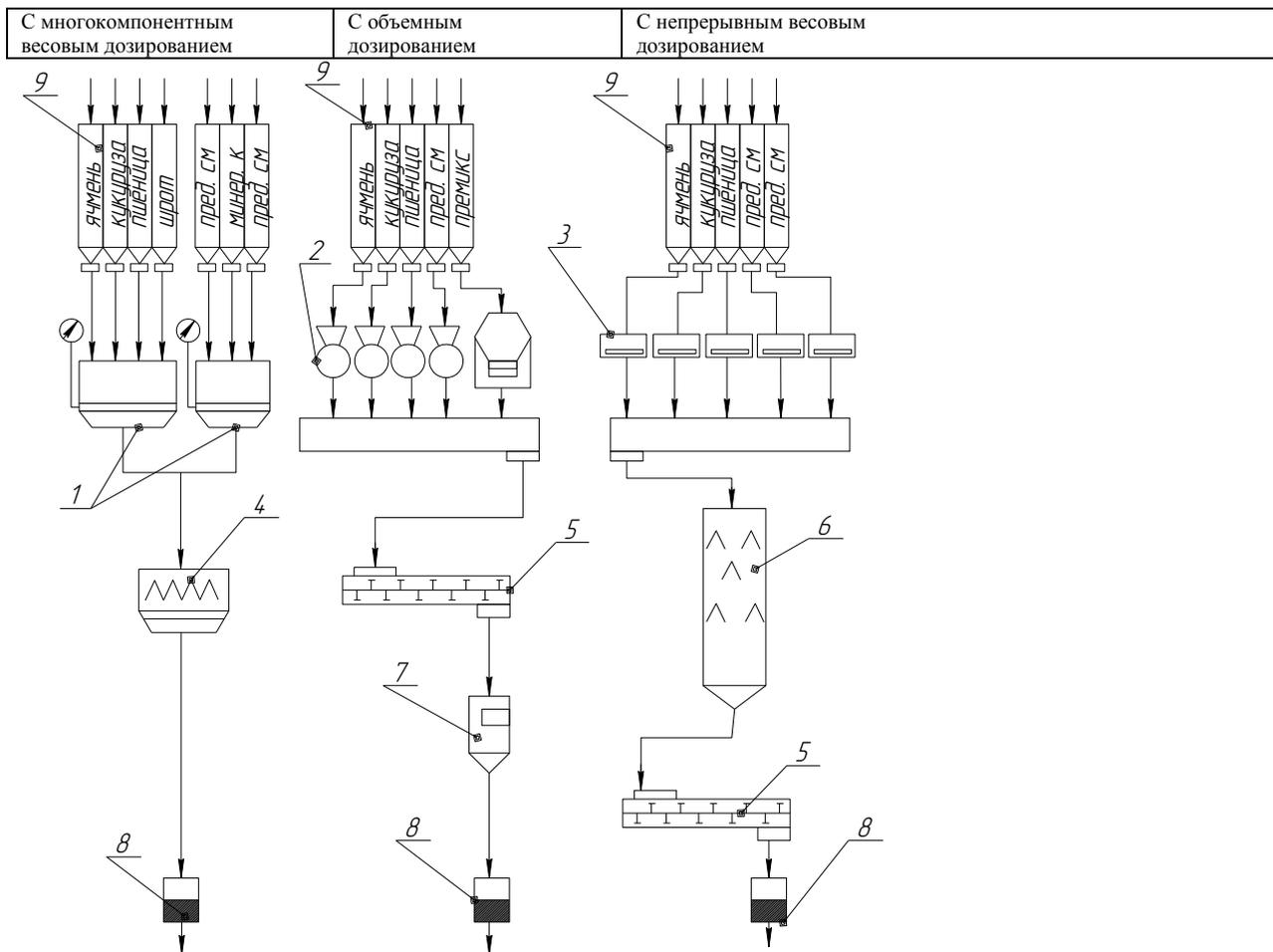


Рис. 6.14. Схемы технологических линий дозирования и смешивания компонентов

- 1 – дозатор весовой многокомпонентный, 2 – дозаторы объемные,
 3 – дозаторы весовые непрерывного действия, 4 – смеситель периодического действия, 5 – смеситель непрерывного действия,
 6 – смеситель гравитационный, 7 – весы, 8 – магнитный сепаратор,
 9 – наддозаторные емкости

При дозировании компонентов на весовых автоматических дозаторах отклонение от количеств, заданных в рецепте, допускается в пределах погрешности для данных весов.

Необходимая точность дозирования компонентов обеспечивается правильным подбором системы весов по диапазонам измерения и последовательностью набора порции.

Проверку точности дозирования осуществляют при настройке на новый рецепт и не менее двух раз в течение смены. Проверку проводят оператор пульта и лаборант. Результаты проверки заносят в журнал проверки работы дозаторов.

Метрологическую поверку дозаторов осуществляют с применением контрольных гирь и специальных кронштейнов в соответствии с методическими указаниями МИ 1540-91 Госстандарта.

При дозировании компонентов на однокомпонентных весовых дозаторах отвешиваемая порция устанавливается согласно заданному рецепту на каждом весах.

При применении весовых дозаторов непрерывного действия (типа 4488 и др.) состав рецепта исполняется путем установки процентного содержания компонента на управляющем комплексе каждого дозатора.

Для дозирования по объему применяют барабанные, тарельчатые и другие дозаторы. Расчет количества компонента, которое должен пропустить каждый дозатор в минуту, записывают на доске рецептов. У дозаторов помещают таблицу производительности каждого из них.

При дозировании микродобавок и их смесей отдельными микродозаторами допускается отклонение $\pm 3\%$ от их производительности.

Дозирование жидких компонентов осуществляется насосами, контроль и настройка – расходомерами или с помощью других приемов, например, мерных емкостей.

Компоненты комбикорма или БВМК после дозирования в соответствии с заданным рецептом смешиваются в смесителях для получения однородной смеси.

При применении весовых многокомпонентных автоматических дозаторов компоненты смешивают в смесителях периодического действия.

В линии дозирования-смешивания могут быть установлены один смеситель, а также два – последовательно или параллельно.

На предприятиях с весовыми дозаторами непрерывного действия для смешивания компонентов применяют смесители непрерывного действия.

При применении объемного дозирования компоненты после дозаторов поступают в сборный транспортный механизм, откуда подаются в смеситель непрерывного действия.

6.1.17. Линия гранулирования комбикормов и выработка комбикормов выравненного гранулометрического состава

Комбикорма в гранулированном виде производят для всех видов сельскохозяйственных животных, птицы и рыб. Качество гранулированных комбикормов должно соответствовать требованиям стандартов.

Гранулирование комбикормов организуют на специальной линии основного производства или в отдельном цехе (рис. 6.15).

Линия предназначена для последовательного выполнения следующих операций:

- контроля рассыпного комбикорма по содержанию металломагнитных и крупных примесей;
- пропаривания комбикорма и смешивания его с жидкими компонентами;
- прессования гранул;

- охлаждения гранул;
- просеивания гранул для отделения мелких частиц;
- измельчения гранул при выработке крупки;
- сортирования крупки;
- взвешивания готового продукта.

На предприятиях, где передача рассыпных комбикормов на гранулирование производится не в потоке, а из склада готовой продукции, рекомендуется для предотвращения повреждения пресса случайными примесями устанавливать просеивающие машины, в которых применяют полотна решетчатые № 60-80 или сетки проволочные № 5-7, и дополнительные весы для взвешивания рассыпного комбикорма.

Выделение металломагнитных примесей из рассыпного комбикорма производят на магнитных сепараторах, магнитных колонках и др.

Гранулирование комбикорма осуществляют на установках типа Б6-ДГВ, ДГ отечественного производства, а также иностранных различных фирм. В состав установки входят пресс-гранулятор, охладитель, измельчитель, сепаратор.

В прессах-грануляторах рассыпной комбикорм подвергается пропариванию и прессованию в гранулы.

Пропаривание производится в смесителе пресса с целью нагрева и увлажнения рассыпного комбикорма, обеспечивающих формирование гранул, меньший расход электроэнергии, санитарно-гигиеническую обработку и повышение усвояемости корма.

Одновременно в смеситель-пропариватель могут вводиться жир животный кормовой, меласса и другие жидкие компоненты.

Прессование комбикорма в гранулы осуществляют на кольцевых матрицах с отверстиями различных размеров в зависимости от назначения комбикорма.

Рекомендуемые размеры отверстий (мм) матриц при гранулировании комбикормов:

- | | |
|-------------------------------|---------------|
| – для птицы | — 3,2 – 7,7; |
| – для рыб | — 3,2 – 7,7; |
| – для свиней | — 4,7 – 7,7; |
| – для крупного рогатого скота | — 7,7 – 9,7; |
| – для лошадей | — 9,7 – 12,7. |

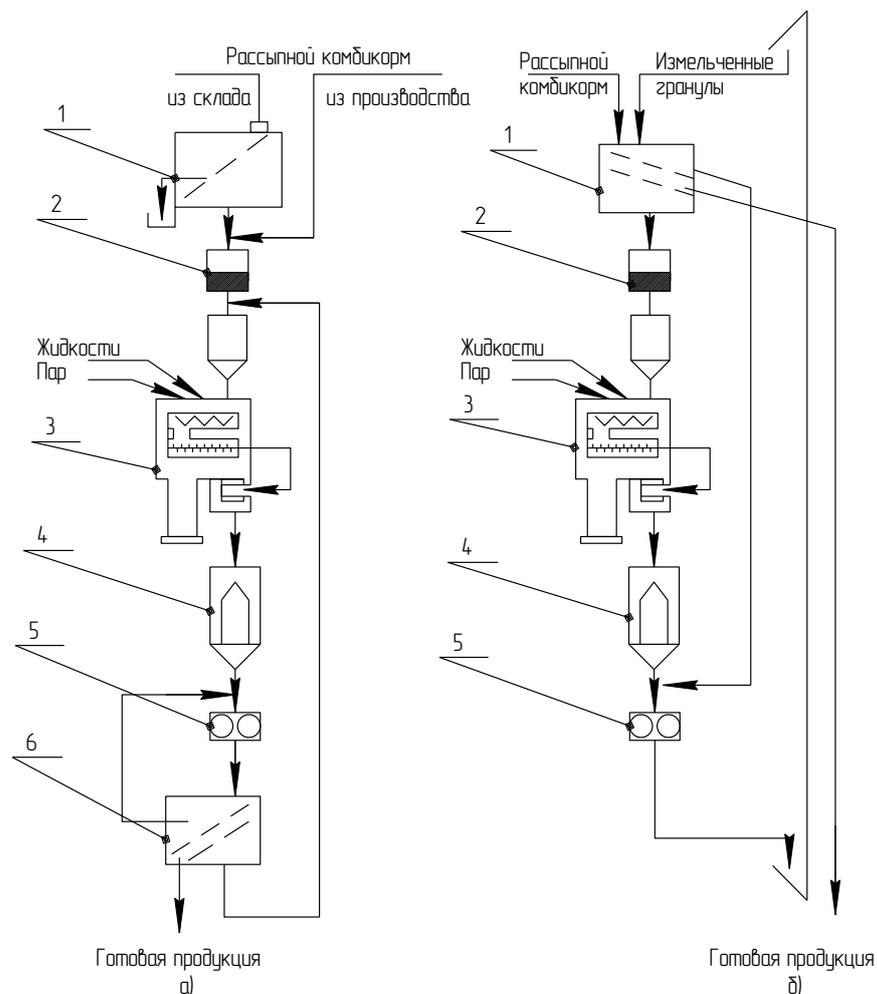


Рис. 6.15. Схемы технологических линий гранулирования комбикормов (а) и выработки продукции выравненного гранулометрического состава (б)
 1 – машина просеивающая с одним решетом, 2 – колонка магнитная, 3 – пресс-гранулятор, 4 – охладитель, 5 – измельчитель, 6 – машина просеивающая с двумя решетами

Режим работы установки для гранулирования должен обеспечить получение гранул, удовлетворяющих требованиям нормативной документации.

Рекомендуемые параметры гранулирования:

- | | |
|--|--------------------|
| – влажность пропаренного комбикорма, % | — 15 – 18; |
| – температура пропаренного комбикорма, °С | — 60 – 80; |
| – давление пара, кг/см ³ (МПа) | — 2 – 5 (0,2-0,5); |
| – расход пара, кг/т | — 50 – 80; |
| – зазор между валками и матрицей, мм | — 0,2 – 0,4; |
| – температура гранул на выходе из пресса, °С | — 65 – 95. |

Каждая матрица должна эксплуатироваться со своими валками. При замене матрицы должны менять и валки. Приработка новой матрицы должна проводиться новыми валками. Для приработки матрицы готовят пусковую смесь (около 100 кг), состоящую из 87%

комбикорма, 3% мелассы, 5% жира и 5% сеянного песка. Вода добавляется в количестве 3-5%. Смесь вручную (совковой лопатой) подают в прессующую камеру. Операция приработки продолжается до получения глянцевых гранул (30-90 мин).

Охлаждение гранул проводится в охладителях (входящих в комплект установки для гранулирования).

Параметры работы охладителя:

– температура поступающих гранул, °С	— 65 – 95;
– влажность гранул, %	— 15 – 18;
– расход воздуха, м ³ /т	— до 1500;
– температура выходящих гранул, °С	— не должна превышать температуру окружающей среды более, чем на 10 градусов;
– влажность выходящих гранул, %	— не более 14,5.

После охлаждения гранулы просеивают на машинах с установкой полотна решетного № 20-25 или проволочной сетки № 1,8-2 для отделения крошки и мучнистых частиц и подают в склад готовой продукции.

Выработка гранулированных комбикормов возможна без применения пара при использовании воды, мелассы или других жидких связующих добавок.

При гранулировании комбикормов с применением воды рассыпной комбикорм увлажняют на 3-4%. Влажность прессуемой смеси должна быть в пределах 16-17,5%. Охладительную колонку разделяют на две зоны: верхняя – для сушки, нижняя – для охлаждения гранул.

Режим сушки и охлаждения:

– расход теплоносителя на 1 т продукции, м ³	— 2500-3000;
– расход воздуха на охлаждение 1 т продукции, м ³	— 1500-2500;
– температура теплоносителя на входе:	
– в сушильную камеру, °С, для гранул Ø 4,7 мм	— 60-80,
– для гранул Ø 7,7 мм	— 80-100;
– скорость фильтрации воздуха в сечении колонки, м/с	— 0,4-0,5;
– продолжительность сушки, мин, для гранул Ø 4,7 мм	— 6
– для гранул Ø 7,7 мм	— 8;
– продолжительность охлаждения, мин	— 5-6.

Гранулирование комбикормов для кроликов с большим содержанием (до 40%) травяной муки (волокнутого компонента) осуществляют с обязательным вводом мелассы или бентонита при режимах:

- | | |
|---|--------------|
| – давление пара, МПа | — 0,28-0,33; |
| – расход пара при использовании мелассы, кг/т | — 40-60; |
| – расход пара при использовании бентонита, кг/т | — 60-80. |

Комбикорма для молодняка птицы, свиней, рыбы, кроликов допускается вырабатывать в виде крупки, гранулометрический состав которой для различного возраста указан в действующей нормативной документации.

Крупка – готовый продукт, получаемый измельчением гранулированного комбикорма.

Крупку получают измельчением гранул диаметром 4,7-7,7 мм в валковых измельчителях. В зависимости от вырабатываемого комбикорма между валками устанавливают зазор, мм:

- | | |
|-------------------------------------|------------|
| – для кур-несушек | — 1,0-1,5; |
| – для цыплят-бройлеров 2-го периода | — 0,7-1,0; |
| – для цыплят-бройлеров 1-го периода | — 0,4-0,5; |
| – для молоди рыб | — 0,1-0,5. |

Возможно для измельчения гранул в линии устанавливать вальцовые станки.

Измельченные гранулы сортируют на просеивающих машинах с двумя ситами – сход верхнего сита возвращают на повторное измельчение, сход нижнего – готовая продукция, проход нижнего сита направляют на повторное гранулирование.

При выработке крупки для сельскохозяйственной птицы, удовлетворяющей по крупности требованиям стандарта, в сепараторах типа А1-БЛС и А1-БИС устанавливают:

в верхних рамах:

– при выработке комбикормов для кур-несушек и цыплят-бройлеров 2-го периода сита пробивные № 60 и № 55 с отверстиями \varnothing 6,0 и 5,5 мм или сетки проволочные № 5,0 и № 4,5 с ячейками размером 5,0 x 5,0 и 4,5 x 4,5 мм;

– при выработке комбикормов для цыплят-бройлеров 1-го периода сита пробивные № 50 и № 40 с отверстиями \varnothing 5,0 и 4,0 мм или сетки проволочные № 4 и № 3,5 с ячейками размером 4,0 x 4,0 и 3,5 x 3,5 мм;

в нижних рамах – сита пробивные с отверстиями \varnothing 2,0 мм или сетки проволочные с ячейками размером 1,8 x 1,8 мм.

При производстве крупки для молоди рыб используются отсеивы (ЗРШ-4М и др.). При получении крупки № 3 (для мальков) в отсеиве устанавливается пакет рамок с прово-

лочными сетками с ячейками размером 0,63 x 0,63 и 0,4 x 0,4 мм; крупки № 4 (для мальков) – рамки с сетками размером ячеек 1,0 x 1,0 и 0,63 x 0,63 мм; крупки № 5 (для сеголеток) – 1,6 x 1,6 и 1,0 x 1,0 мм; крупки № 6 (для годовиков) – 2,5 x 2,5 и 1,6 x 1,6 мм.

Первый сход направляется на доизмельчение, второй является готовым продуктом, а проход направляется на повторное гранулирование.

С целью увеличения выхода крупки рекомендуется крупные частицы, получаемые сходом верхнего сита, направлять на отдельную измельчающую машину.

В случае, если требованиями стандарта или потребителя разрешается выпуск крупки без отбора мелкой фракции, то сортирование измельченных гранул производится на одном сите с направлением схода на повторное измельчение.

При правильном режиме работы установки для гранулирования выход крупки должен быть не менее 70%.

Комбикорм выравненной крупности – новый вид продукции, вырабатываемый по техническим условиям на определенную партию или определенный срок выработки, утвержденным директором предприятия, согласованным с потребителем и зарегистрированным в местном ЦСМ.

Комбикорм выравненной крупности представляет собой однородную смесь крупных частиц рассыпного комбикорма и крупки из гранул мелкой фракции комбикорма, характеризуется пониженным содержанием мелких и пылевидных частиц. Предназначен в первую очередь для кур-несушек, но также и остальной сельскохозяйственной птицы и свиней.

Комбикорм выравненной крупности вырабатывают на переоборудованной линии гранулирования рассыпного комбикорма (рис. 6.15б) по отдельному технологическому регламенту. Переоборудование линии гранулирования осуществляется с возможностью выработки как комбикорма выравненной крупности, так и крупки из гранул по традиционной технологии. При этом производительность линии возрастает на 60-80% по сравнению с выработкой крупки из гранул и снижается расход электроэнергии на 40-50%, расход пара – на 35-40%.

6.1.18. Линия приема, складирования и ввода в комбикорма жира и фосфатидного концентрата

Линия включает устройства для приема, резервуары и складские помещения для хранения, расходные баки, устройства подогрева, перекачивания, очистки, учета расхода, дозирования и ввода в комбикорма жира животного кормового, фосфатидного концентрата, масла растительного и т.п. (рис. 6.16).

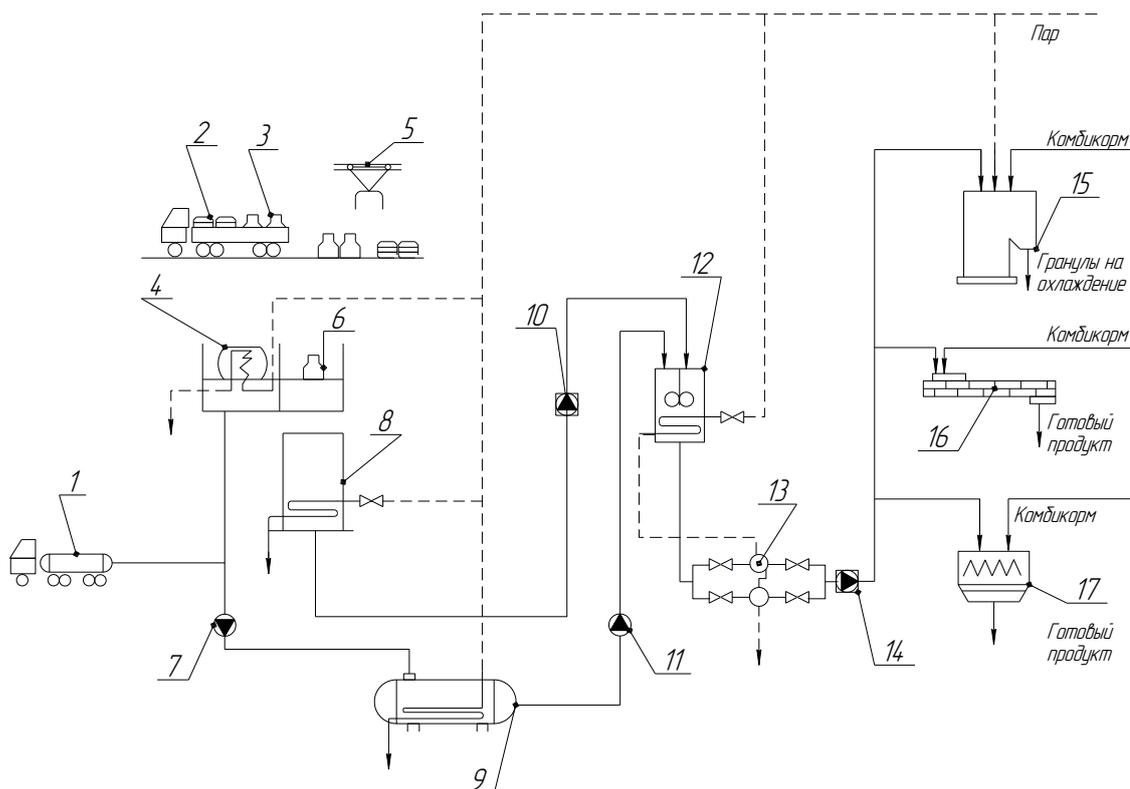


Рис. 6.16. Схема технологической линии приема, складирования и ввода жира, фосфатидного концентрата в комбикорма.

1 – автомобильная цистерна для жира, 2 – бочки с жиром, 3 – фляги с фосфатидом, 4 – жиротопка, 5 – таль электрическая, 6 – ванная для разогрева фосфатидов, 7.11 – шестеренный насос, 8 – емкость для хранения фосфатидов, 9 – емкость для хранения жира, 12 – расходная емкость, 13 – фильтр, 10.14 – насос дозатор, 15 – пресс-гранулятор, 16 – смеситель непрерывного действия, 17 – смеситель периодического действия

Жир животный кормовой, масло растительное, поступающие в автоцистернах и спецконтейнерах наливом, сливают в накопительные емкости (резервуары). Сырье, поставленное в бочках и флягах (жир, фосфатидный концентрат) размещают в складах и хранят в них до подачи в производство.

Жир и фосфатидный концентрат требуют подогрева, поэтому емкости и оборудование для этих видов сырья обогревают паром.

При поступлении жира в автоцистернах его разогревают до 40°C и сливают в накопительный бак. Жир из бочек вытапливают в жиротопках по мере производственной необходимости и сливают в накопительный бак. Из накопительных баков жир, разогретый до 50°C , насосом перекачивается в расходный бак, расположенный в производстве. Для перекачки могут быть использованы плунжерные насосы (типа НШК, НПШ), ротационно-зубчатые (типа РЗ) или вихревые (типа ВКО). Все трубопроводы жира прокладываются в общей изоляции с паровым спутником, наряду с этим должен быть предусмотрен паровой

обогрев насосов и фильтров. По окончании работы или при внезапной остановке оборудования необходимо слить остатки жира, провести промывку оборудования и жиропроводов. Для промывки оборудования используют конденсат, перекачиваемый насосом из конденсатного бака.

Фосфатидный концентрат во флягах перед использованием помещают в тепловую ванну или загружают в ванну с горячей водой. При нагреве до температуры 50-60⁰С он разжижается, после чего его выливают в расходный бак с жиром и перемешивают.

В расходном баке жир или смесь жира с фосфатидным концентратом нагреваются до температуры 70-80⁰С.

Для предотвращения засорения насосов, контролирующих приборов и форсунок в линии рекомендуется устанавливать фильтры грубой и тонкой очистки.

Дозирование жира, смеси жира с фосфатидным концентратом осуществляют насосами-дозаторами или другими насосами, установленными в комплекте с расходомерами.

При весовом дозировании и порционном смешивании для дозирования жидких компонентов возможно устанавливать весы с емкостью или мерные бачки, при помощи которых взвешивается или отмеривается порция жидкого компонента на одну порцию смешиваемых компонентов комбикорма.

Жир кормовой, фосфатидный концентрат вводят в основной смеситель при смешивании всех компонентов комбикормов, в готовый комбикорм с применением специальных агрегатов (например, выпускаемые во ВНИИКП и др.), в пресс-гранулятор при гранулировании и путем нанесения их на поверхность гранулированного комбикорма в специальных установках (по типу установки, применяемой на Рыздвяненском комбикормовом заводе).

6.1.19. Линия приема, складирования и ввода мелассы в комбикорма

Линия оснащается резервуарами для приема и складирования, устройствами для подогрева, транспортирования, очистки, дозирования и ввода мелассы в комбикорма (рис. 6.17).

Меласса, как вязкая жидкость, требует подогрева до 70⁰С для придания ей текучести, но для предотвращения карамелизации нагрев мелассы и подогрев трубопроводов должен осуществляться горячей водой.

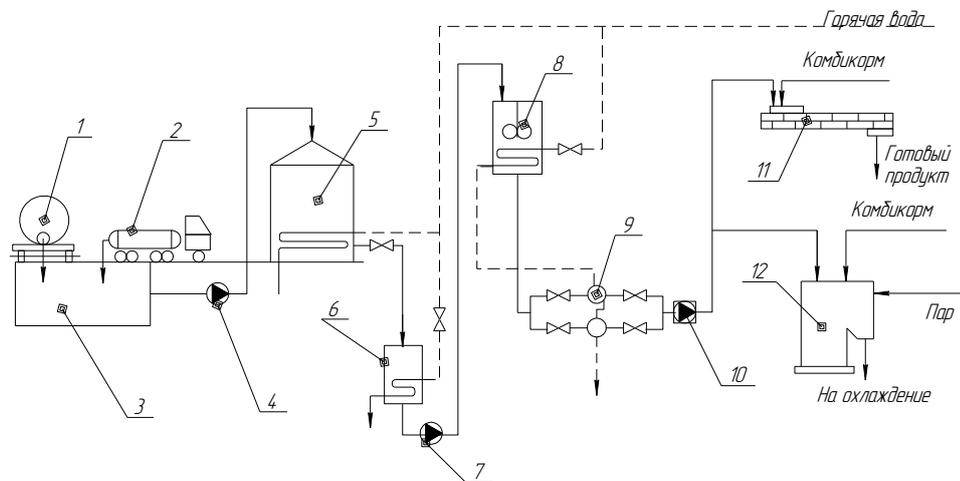


Рис. 6.17. Схема технологической линии приема, складирования и ввода мелассы в комбикорма.

1 – железнодорожная цистерна, 2 – цистерна автомобильная, 3 – приемная емкость, 4,7 – шестеренный насос, 5 – емкость для хранения, 6 – промежуточная емкость, 8 – расходная емкость, 9 – фильтр, 10- насос-дозатор, 11 – смеситель непрерывного действия Б6-ДАБ, 12 – пресс-гранулятор Б6-ДГВ

Мелассу, имеющую повышенную вязкость, вводят в комбикорма при гранулировании или в рассыпной комбикорм с применением специальных агрегатов (например, Б6-ДАБ, выпускаемые ВНИИКП), предназначенных для этой цели.

Перспективным приемом следует считать ввод мелассы в рассыпные комбикорма при отпуске потребителю с применением высокопроизводительных установок.

Измерительные, контролируемые и регулирующие устройства, а также материалопроводы и запорная арматура, установленные в линии, должны быть обогреваемыми.

Дозирование мелассы осуществляют насосами-дозаторами или расходомерами мелассы типа ИР-61П и др.

6.1.20. Линия ввода нетрадиционных жидких добавок и воды в комбикорма

К нетрадиционным жидким добавкам можно отнести бишофит, растворы солей и др.

Кормовой бишофит представляет собой маслянистую жидкость желтоватого цвета без определенного запаха. Содержание сухих веществ в продукте составляет 37,8%. Основная часть сухих веществ приходится на хлорид магния (94,1%). Содержание кальция в растворе составляет 12,0 г/л или 2,4% от сухих веществ. Плотность при температуре 20⁰С составляет 1,314 г/см³, вязкость при температуре 0⁰С – 0,02 Па, температура замерзания – 20-30⁰С.

Количество бишофита, вводимого в комбикорма, колеблется в интервале 0,1-3,0%. При вводе малых доз (0,1-0,5%) предварительно готовится водный раствор бишофита, при этом количество добавляемой воды составляет 0,5-0,9%, в зависимости от величины процента ввода бишофита. Ввод бишофита в количестве 1,0% и более осуществляется в чистом виде без предварительного смешивания с водой.

Технологическая схема линии (рис. 6.18) предусматривает выполнение следующих операций:

- прием и хранение бишофита;
- приготовление водного раствора бишофита;
- дозирование бишофита или его водного раствора и ввод в комбикорма.

Доставка бишофита на комбикормовые заводы может осуществляться в железнодорожных, автомобильных цистернах и цистернах-прицепах. Поступивший на завод бишофит сливают в существующий резервуар приема жидких добавок. Если таковой отсутствует, то в линии предусматривается установка резервуара емкостью 50 м³.

Из емкости для хранения бишофит насосом подают в расходную емкость производственного корпуса, оборудованную мешалкой, используемой при приготовлении водных растворов бишофита.

Дозирование бишофита или его водных растворов осуществляется насосом-дозатором или насосом с электромагнитным (типа РОСТ-2Вх) или поплавковым (типа РМ-1У, РМ-А-У) расходомерами. Наряду с этим рекомендуется дозирование водных растворов и воды осуществлять с применением автоматизированной системы, включающей насос – клапан – счетчик – реле времени.

Для удаления примесей в трубопроводах бишофита и воды устанавливаются сетчатые фильтры и грязевики.

Ввод бишофита в комбикорма осуществляют в пресс-гранулятор или смесители периодического (непрерывного) действия. Распыление бишофита в смесителях осуществляется с помощью центробежных форсунок для равномерного распределения бишофита в комбикорме.

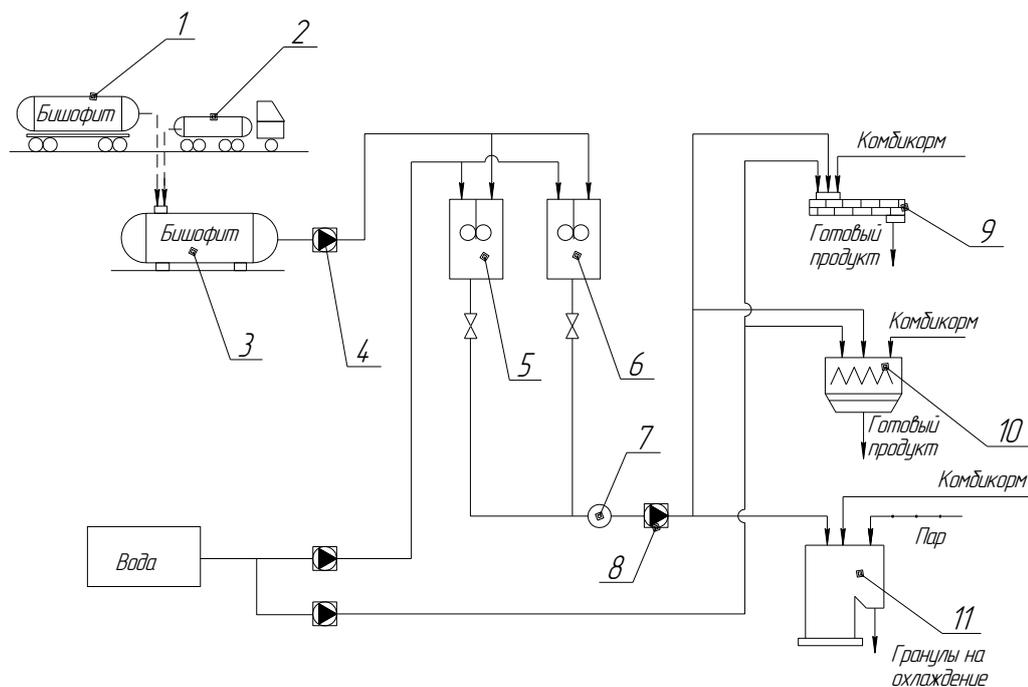


Рис. 6.18. Схема технологической линии ввода нетрадиционных жидких добавок и воды в комбикорма.

1 – железнодорожная цистерна, 2 – автомобильная цистерна, 3, 12 – емкость для приема бишофиты, воды, 4, 8, 13, 14 – насос-дозатор, 5, 6 – расходные емкости, 7 – фильтр, 9 – смеситель непрерывного действия, 10 – смеситель периодического действия, 11 – пресс-гранулятор

Технология ввода воды обеспечивает увлажнение комбикорма до максимальных по ГОСТу значений, сокращение потерь за счет снижения пылевыведения и увеличения выхода готовой продукции без снижения качества.

Линия включает расходный бак емкостью 400 л, оборудование для подвода воды к смесителю, грязевики и сетчатые фильтры для удаления примесей, а также насос с расходомером или насос-дозатор.

Ввод воды в смеситель периодического или непрерывного действия осуществляется с применением центробежных форсунок, что способствует более равномерному ее распределению в массе комбикорма. Подача воды в смеситель также регулируется с помощью счетчиков по массе и времени подачи.

6.2. Линии совместной переработки сырья при производстве комбикормов и БВМК

Наряду с развитым технологическим процессом с применением типовых линий подготовки каждого вида сырья к дозированию на отдельных заводах находят применение сокращенные варианты построения процесса совместной переработки различных видов

сырья. Это обусловлено в первую очередь разнообразными технологическими свойствами компонентов, их гранулометрическим составом, различной способностью к измельчению и смешиванию. Вместе с этим применяемое оборудование имеет различный принцип действия. Так, дробилки и просеивающие машины имеют непрерывный принцип действия, а дозаторы и смесители могут быть как непрерывного, так и периодического действия. В связи с этим и построение технологического процесса переработки сырья может быть осуществлено совместно в составе смеси по непрерывному или порционному принципу.

6.2.1. Линия переработки зернового, гранулированного сырья и шротов в составе смеси

Данную линию оборудуют на предприятиях, применяющих технологический процесс производства комбикормов с приготовлением предварительных смесей и двухэтапным дозированием.

В состав предварительной смеси включают сырье, требующее измельчения: зерновое, гранулирование, шроты и др. Компоненты накапливают в силосах (бункерах) после их очистки. Под силосами устанавливают дозаторы (рис. 6.19 варианты а, б, в, г).

Технология приготовления предсмесей предусматривает дозирование компонентов, смешивание, измельчение и подачу в бункера основной линии дозирования. Дозирование можно осуществлять как многокомпонентными весовыми дозаторами (порционного типа), так и дозаторами непрерывного действия. В первом варианте после смесителя перед дробилкой устанавливают бункер емкостью на 5-10 порций.

Подготовленную предварительную смесь зернового, гранулированного и другого сырья измельчают на дробилках по одно- или двухступенчатой схеме в непрерывном режиме. При одноступенчатом измельчении смеси на дробилках устанавливают сита в зависимости от типа дробилки и назначения комбикорма. Двухступенчатое измельчение смеси зернового, гранулированного сырья и шротов проводят при режимах, указанных в разделе 6.1.6.

Подготовленную по гранулометрическому составу предварительную смесь зернового, гранулированного и другого сырья накапливают в наддозаторных бункерах линии основного дозирования и смешивания.

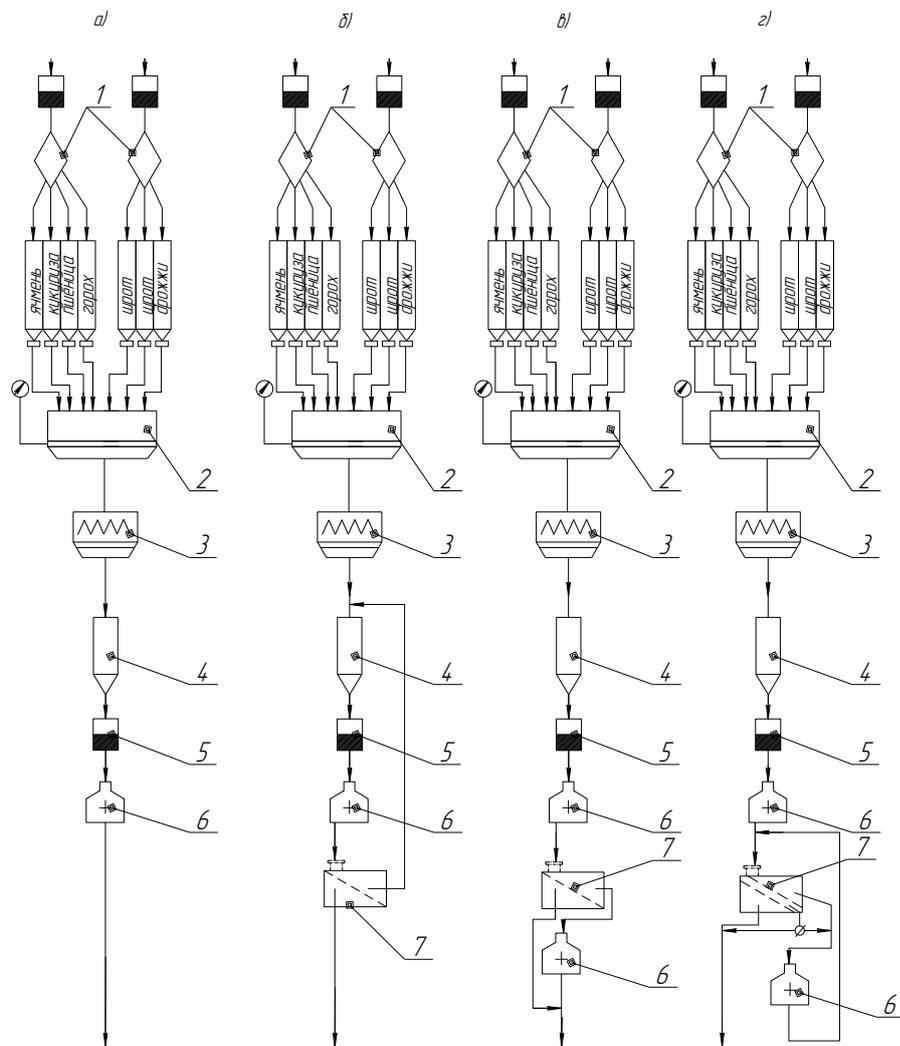


Рис. 6.19 а, б, в, г. Схемы технологических линий переработки зернового, гранулированного сырья и шротов в составе смеси с дискретным дозированием.

1 – распределитель направлений, 2 – дозаторы весовые многокомпонентные, 3 – смеситель периодического действия, 4 – бункер над-дробильный, 5 – сепаратор магнитный, 6 – дробилка, 7 – просеивающая машина для фракционирования продуктов измельчения

6.2.2. Линия переработки белково-минерального сырья в составе смеси

Для улучшения технологических свойств трудносыпучего белкового и минерального сырья рекомендуется составление из них предварительной смеси, которая далее перерабатывается как один компонент.

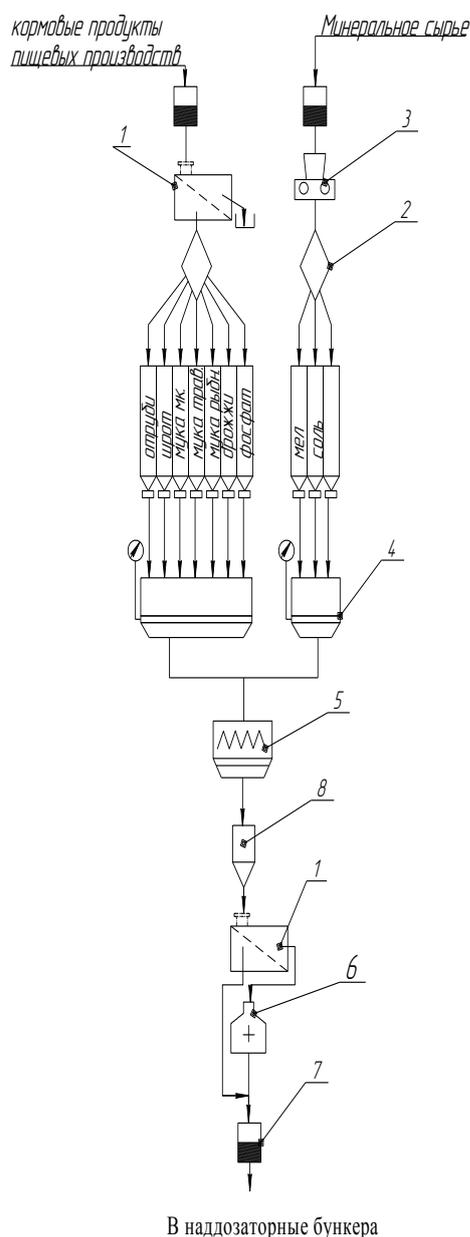


Рис. 6.20. Схема технологической линии переработки белково-минерального сырья в составе смеси.

1 – машина просеивающая, 2 – распределить направлений, 3 – измельчитель валковый, 4 – дозаторы весовые многокомпонентные, 5 – смеситель периодического действия, 6 – дробилка, 7 – магнитная защита, 8 – бункер (на одну порцию)

Предварительную смесь из сырья животного и минерального происхождения, дрожжей, травяной муки, премиксов и шротов приготавливают на отдельной линии в отдельном цехе (рис. 6.20). Подготовка сырья, входящего в предварительную смесь, осуществляется по обычной или сокращенной схеме. В основном подготовка заключается в очистке от крупных некормовых примесей на просеивающих машинах с установкой полотен решетных № 200-300 или сеток проволочных № 18-25, от металломагнитных примесей – на магнитных сепараторах.

Рекомендуется дозирование компонентов предварительной смеси согласно рецепту производить на многокомпонентных весовых дозаторах.

Смешивание сдозированных компонентов осуществляют в смесителях периодического действия при работе в паспортном режиме.

Целесообразно на линии предварительной смеси осуществлять контроль предсмеси по крупности. Для этой цели после смесителя устанавливают просеивающую машину с решетками, обеспечивающими выполнение требований стандарта, сходовую фракцию направляют непосредственно на дробилку без накопления и объединяют с проходовой.

Подготовленную смесь направляют в наддозаторные бункера линии основного дозирования-смешивания.

6.2.3. Линия совместной порционной переработки зернового, гранулированного и другого сырья, требующего измельчения

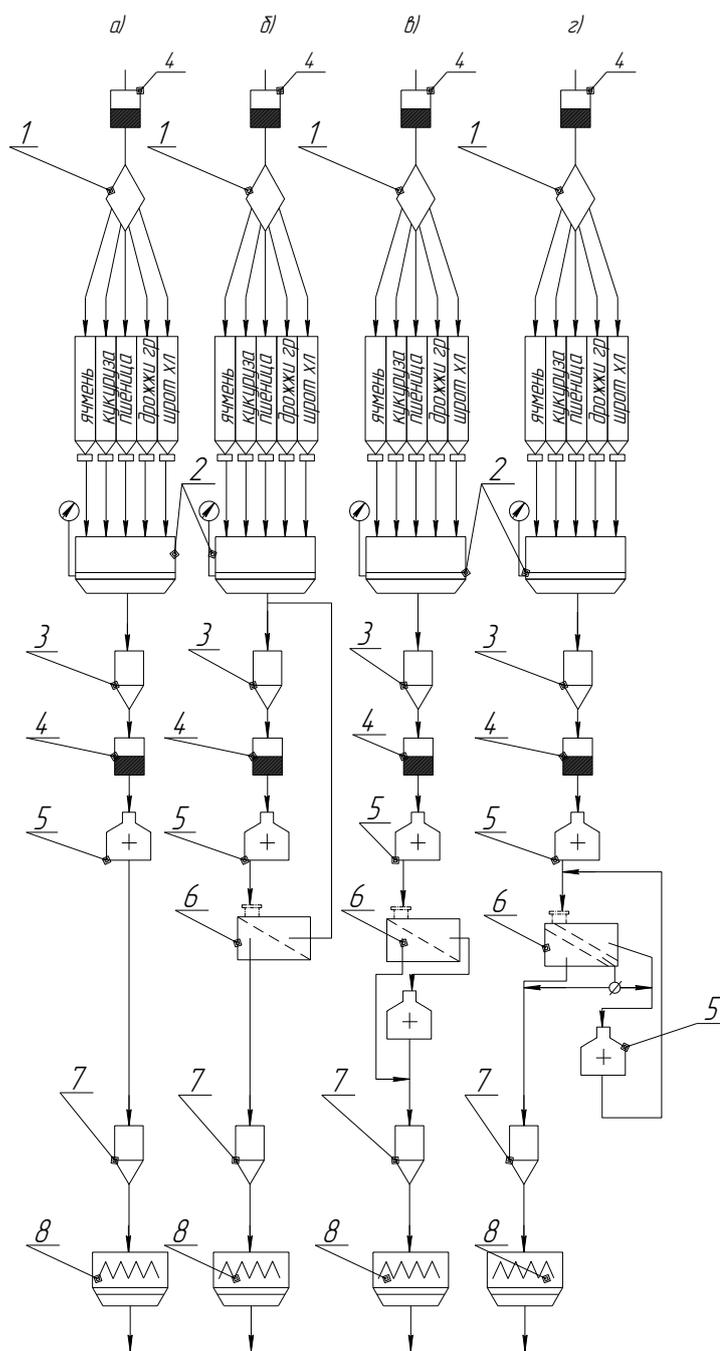
Линия предназначена для дозирования зернового, гранулированного и другого сырья и его совместной гранулометрической подготовки (измельчения).

В зависимости от принятой технологии и объемно-планировочных решений предприятия на совместную переработку направляют зерновое, гранулированное, возможно шроты и другое сырье. Дозаторы устанавливают под силосами (бункерами), в которых накапливают сырье, подготовленное на линиях предварительной очистки сырья, или с использованием технологических приемов линий подготовки сырья. В состав линии входят многокомпонентные весовые дозаторы, устройства магнитной защиты, измельчающее и просеивающее оборудование и бункера вместимостью на одну порцию (рис. 6.21 варианты а, б, в, г).

Порция компонентов, сдозированных на многокомпонентных весовых дозаторах, подвергается очистке от металломагнитных примесей, совместному измельчению по одно- или двухступенчатой схеме и накапливают в бункере на одну порцию перед смесителем

Для выполнения требований по крупности смесей компонентов измельчение проводят при режимах с установкой в дробилках сит, а в просеивающих машинах полотен соответствующих размеров отверстий, указанных в разделе 6.16.

Смешивание порций компонентов производится на завершающем этапе при работе смесителя в паспортном режиме, обеспечивающем высокую однородность полученной смеси.



В наддозаторные бункера

Рис. 6.21. Схемы технологических линий совместной порционной переработки зернового, гранулированного и другого сырья, требующего измельчения. 1 – распределитель направлений, 2 – дозатор весовой многокомпонентный, 3 – бункер наддробильный (на одну порцию), 4 – сепаратор магнитный, 5 – дробилка, 6 – машина просеивающая для фракционирования продуктов измельчения, 7 – бункер надсмесительный (на одну порцию), 8 – смеситель периодического действия

6.2.4. Линия совместной порционной переработки белково-минерального сырья

Линия предназначена для совместной переработки белково-минерального сырья (рис. 6.22).

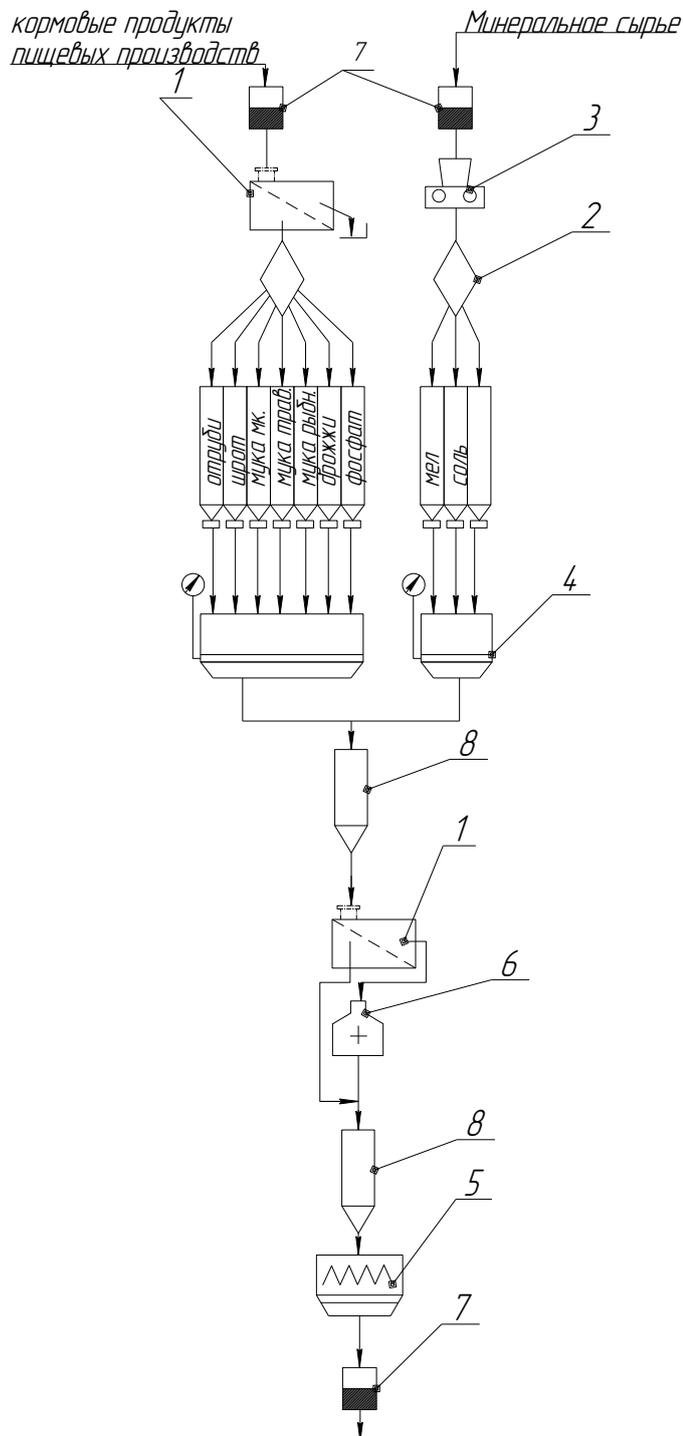


Рис. 6.22. Схема технологической линии совместной порционной переработки белково-минерального сырья.

1 – машина просеивающая, 2 – распределитель направлений, 3 – измельчитель валковый, 4 – дозаторы весовые многокомпонентные, 5 – смеситель периодического действия, 6 – дробилка, 7 – магнитный сепаратор, 8 – бункер (на одну порцию)

Белково-минеральное сырье предварительно очищают от крупных некормовых и металломагнитных примесей в просеивающих машинах с установкой полотен решетных № 200-300 или сеток проволочных № 18-25 и магнитных колонках и накапливают в емкостях, которые являются наддозаторными бункерами. Дозирование компонентов производят на многокомпонентных весовых дозаторах.

Порцию сдозированных компонентов направляют на просеивающую машину (например, бурат или др.) с установкой сит, обеспечивающих требуемую по стандарту крупность, сходовую фракцию измельчают на дробилке (типа А1-ДМР и др.), объединяют с проходовой, накапливают в бункере (на одну порцию) и выгружают в смеситель.

После смесителя подготовленную предсмесь направляют в наддозаторные бункера основной линии.

6.2.5. Линия совместной переработки всех видов сырья

При данном варианте построения технологического процесса емкости для хранения сырья совмещают с наддозаторными. Сырье, поступающее насыпью, очищают при приеме от некормовых и металломагнитных примесей и размещают в силосах и бункерах. Белковое и минеральное сырье после растаривания также направляют в наддозаторные бункера.

Все очищенные компоненты дозируют на многокомпонентных весовых дозаторах и перерабатывают порционно без смешивания или в составе смеси.

Схемы технологического процесса совместной переработки всех видов сырья при порционной технологии могут быть различными:

- одноступенчатое измельчение в составе порции (рис. 6.23а);
- одноступенчатое измельчение в составе порции с контролем крупности (рис. 23б);
- двухступенчатое измельчение в составе порции (рис. 6.23в);
- двухступенчатое измельчение в составе порции с регулированием крупности (рис. 6.23г);
- двухступенчатое измельчение в смеси (рис. 6.23д);
- двухступенчатое измельчение в смеси с контролем крупности (рис. 6.23е).

Подготовленная по крупности порция всех компонентов смешивается в смесителе периодического действия на заключительном этапе.

Режимы работы измельчающего и просеивающего оборудования изложены в разделах по совместной переработке групп сырья.

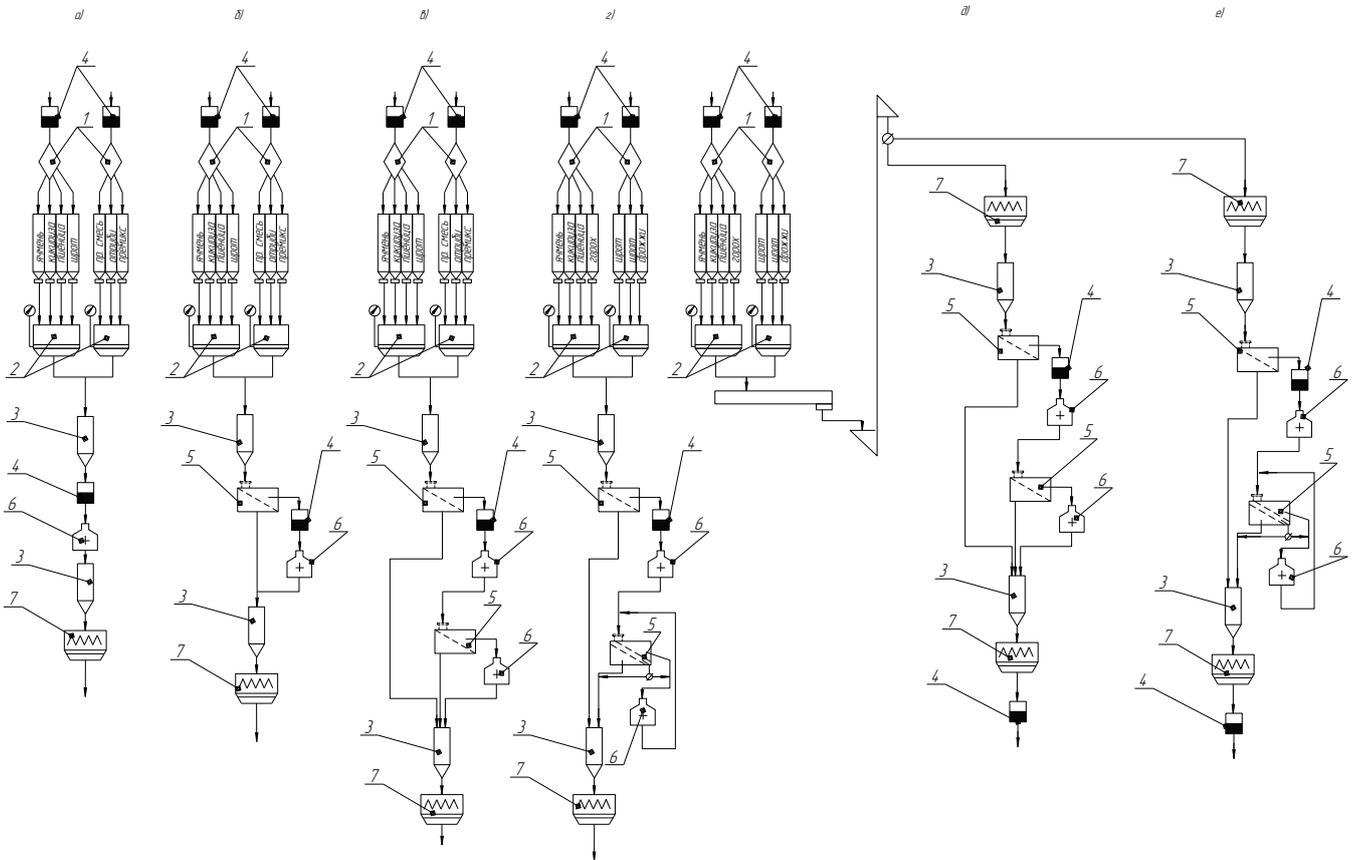


Рис. 6.23а, 6.23б, 6.23в, 6.23г, 6.23д, 6.23е. Схемы технологических линий порционной переработки всех видов сырья.

1 – распределитель направлений, 2 – дозатор весовой многокомпонентный, 3 – бункер наддробильный (на одну порцию), 4 – сепаратор магнитный, 5 – машина просеивающая для фракционирования продуктов измельчения, 6 – дробилка, 7 – смеситель периодического действия

6.3. Линии углубленной технологической переработки зернового сырья при производстве комбикормов

6.3.1. Линия экструдирования зернового сырья

Экструдирование зернового сырья производят при выработке комбикормов для молодняка сельскохозяйственных животных, собак, пушных зверей, ценных пород рыб и т.п.

Кроме этого при производстве комбикормов для собак, пушных зверей и ценных пород рыб проводят экструдирование всего комбикорма.

Экструдирование организуют на отдельной линии или в цехе (рис. 6.24). Экструдированию подвергают или отдельные виды зерна или их смеси, которые составляют в соответствии с рецептом на вырабатываемый комбикорм.

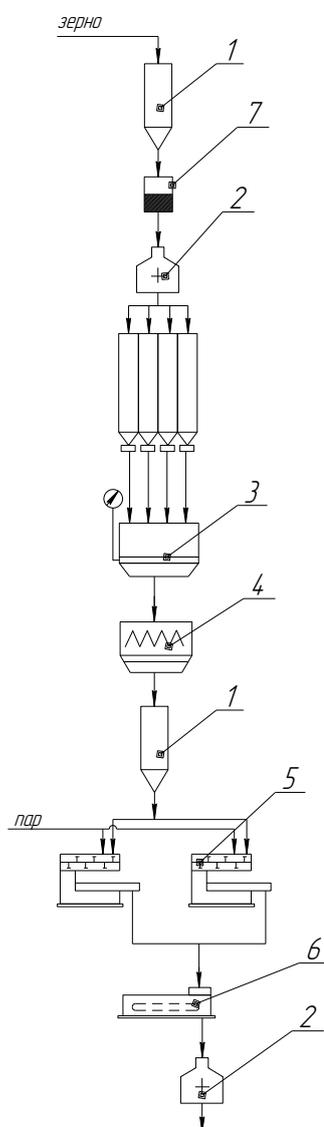


Рис. 6.24. Схема технологической линии экструдирования зерна.
 1 – оперативная емкость, 2 – дробилка, 3 – многокомпонентный весовой дозатор, 4 – смеситель, 5 – экструдер, 6 – охладитель, 7 – магнитная защита

Технология производства включает основные операции:

- подготовка зерна к экструдированию;
- обработка в экструдерах;
- охлаждение и измельчение экструдированного продукта.

Подготовка зерна к экструдированию включает очистку от сорных, минеральных и металломагнитных примесей, измельчение. Измельчение зерна осуществляют на дробилках с применением сит с отверстиями диаметром 3,0-4,0 мм.

Экструдирование зерновых компонентов или их смесей производят на экструдерах КМЗ-2У, КМЗ-2М, Бронто и др., модернизированных с установкой пропаривателя.

Для улучшения работы экструдера, повышения стабильности процесса экструдирования следует перед экструдированием проводить увлажнение зерновых продуктов водой или паром до влажности 17-18%.

Процесс экструдирования на КМЗ-2У, КМЗ-2М проводят при следующем режиме:

- температура продукта на выходе, °С — 120-130;
- нагрузка основного двигателя, А — 60-65;
- напряжение в сети двигателя питателя, В — 100-150.

Режим работы пропаривателя:

- давление пара, кг/см² (МПа) — 1-3 (0,1-0,3);
- расход пара, кг/т — 50-75;
- температура пропаренной смеси на выходе из пропаривателя, °С — 70-80.

Охлаждение экструдированного продукта – гранул проводят в горизонтальных охладителях марки Б6-ДОб. Регулирование температуры продукта, выходящего из охладителя, производят за счет изменения скорости движения ленты транспортера согласно инструкции по эксплуатации охладителя.

Измельчение охлажденных гранул осуществляют на молотковых дробилках с применением сит, обеспечивающих требуемую стандартом крупность. Для этой цели по возможности рекомендуется применять вальцовые станки, обеспечивающие меньшее количество пылевидной фракции.

Экструдированные зерновые компоненты используют в дальнейшем при выработке комбикормов для молодняка животных.

При выработке экструдированных комбикормов для собак, пушных зверей и др., подготовленный рассыпной комбикорм направляют на линию экструдирования. Экструдеры должны быть обязательно оснащены пропаривателями, но температура продукта на выходе из экструдера меньше и не должна превышать 105⁰С.

6.3.2. Линия выработки пропаренных хлопьев из зерна

На заводах, вырабатывающих комбикорма для молодняка сельскохозяйственных животных и высокоудойных коров, организуют линию производства хлопьев из зерна.

Технология производства хлопьев включает следующие операции:

- увлажнение зерна и его отволаживание;
- пропаривание зерна;

- плющение зерна;
- сушку хлопьев;
- измельчение.

Технологическая схема линии на примере Рыздвяненского комбикормового завода приведена на рис. 6.25.

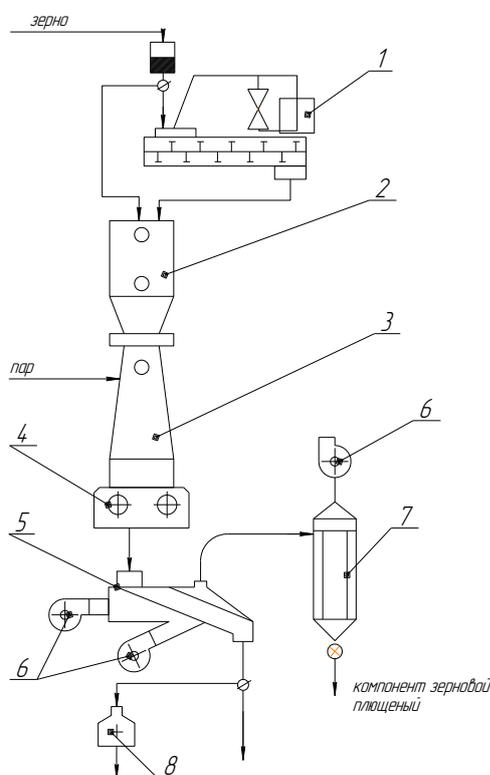


Рис. 6.25. Схема технологической линии выработки пропаренных хлопьев из зерна.

- 1 – машина увлажнительная, 2 – бункер для отволаживания,
 3 – пропариватель, 4 – плющилка, 5 – сушиллка-охладитель,
 6 – вентилятор, 7 – фильтр-циклон, 8 – дробилка, 9 – магнитная защита

На линию подается зерно, очищенное от посторонних, минеральных и металломагнитных примесей.

Увлажнение зерна водой производят на 4-5% на увлажнительной машине (типа А1-БШУ-2 и др.). Увлажненное зерно отволаживают в бункерах в течение 3-4 ч.

После отволаживания зерно пропаривают в специальных аппаратах (пропаривателях) при давлении пара – 0,2-0,4 МПа. Влажность зерна должна достигать 20-25%, температура – 80-100⁰С.

Плющение зерна производят на плющильной машине при зазоре между валками 0,2-0,5 мм. Горячие хлопья толщиной 0,3-0,5 мм поступают в сушиллку-охладитель, где подсушиваются до влажности не более 14% и охлаждаются до температуры не более, чем на 10⁰С выше температуры воздуха.

Высушенные хлопья измельчают на дробилке при выработке комбикормов для молодняка животных или используют непосредственно при производстве комбикормов для высокоудойных коров.

6.3.3. Линия микронизации (обработка инфракрасными лучами) зерна

Микронизация применяется для повышения питательной ценности и доброкачественности зерна, предназначенного в первую очередь для производства комбикормов для молодняка животных.

В состав линии включают оборудование для увлажнения или пропаривания зерна, обработки инфракрасным излучением, плющения и охлаждения хлопьев. Принципиальная технологическая схема линии микронизации приведена на рис. 6.26.

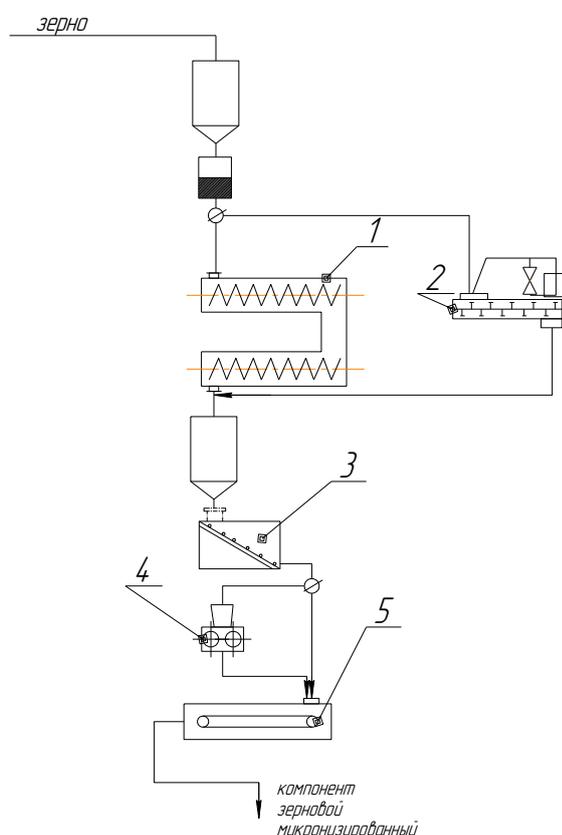


Рис. 6.26. Схема технологической линии микронизации зерна.
1 – пропариватель, 2 – машина увлажнительная, 3 – микронизатор, 4 – плющилка, 5 – охладитель ленточный

Увлажнение или пропаривание зерна применяют с целью повышения эффективности обработки и повышения питательной ценности зерна. Для этого используют увлажнительные машины (типа А1-БШУ) или пропариватели непрерывного действия. Режимы обработки в этих машинах: продолжительность пропаривания 6-16 мин, расход пара 50-100

кг/ч, влажность пропаренного зерна ячменя – 19-21%, кукурузы – до 25%. Возможно также обрабатывать зерно на микронизаторе без увлажнения или пропаривания.

Обработку зерна инфракрасными лучами проводят на специальной установке – микронизаторе, в которой оно нагревается инфракрасными излучателями до температуры 90-95⁰С в слое толщиной 1-2 зерна на движущейся металлической ленте или виброконвейере. Режимы обработки: продолжительность нагрева – 40-180 сек, температура нагрева зерна – 90-95⁰С. В процессе интенсивного нагрева зерна должны вспучиваться.

Нагретое зерно после микронизатора направляют на плющильный станок, зазор между валками которого составляет не более 1,3 мм. Лучший эффект получают при меньшем зазоре. Охлаждение хлопьев осуществляют в ленточном охладителе до температуры, позволяющей хранить или перерабатывать хлопья. Если зерно не требуется превращать в хлопья, то после микронизатора его охлаждают и направляют на измельчение.

Влажность обработанного зерна не должна превышать 8-9%, а толщина хлопьев – 1,5 мм.

6.3.4. Линия обжаривания зернового сырья

Линию обжаривания зернового сырья организуют на специальных заводах, вырабатывающих комбикорма для животноводческих комплексов, с целью улучшения его вкусовых качеств, повышения питательной ценности и термического обеззараживания.

На обжаривание направляют очищенное от примесей зерно, а также шелушенное, если предусмотрено рецептом.

Обжаривание производят на обжарочных аппаратах периодического действия.

Режим обработки:

- температура масла – теплоносителя, ⁰С — 220-250;
- продолжительность обжаривания, мин — 60-90.

Охлаждение обжаренного зерна осуществляют на установках-охладителях или бункерах-охладителях до температуры, не превышающей более чем на 10⁰С температуру воздуха.

Охлажденное зерно направляют на измельчение.

6.3.5. Линия экспандирования комбикормов

Экспандирование – это интенсивная механическая и гидротермическая обработка рассыпного комбикорма, отдельного компонента или смеси давлением, паром и температурой. Она обеспечивает позитивное воздействие на комбикорм: превращение крахмала в

легкоусвояемую животными форму, улучшение переваримости клетчатки, некоторую денатурацию белка и инактивацию антипитательных веществ, санитарную обработку – обеззараживание. Установка экспандера в линию гранулирования приводит к улучшению качества гранул.

Экспандирование комбикорма может быть организовано на отдельной линии или включено в линию гранулирования комбикорма перед прессом-гранулятором.

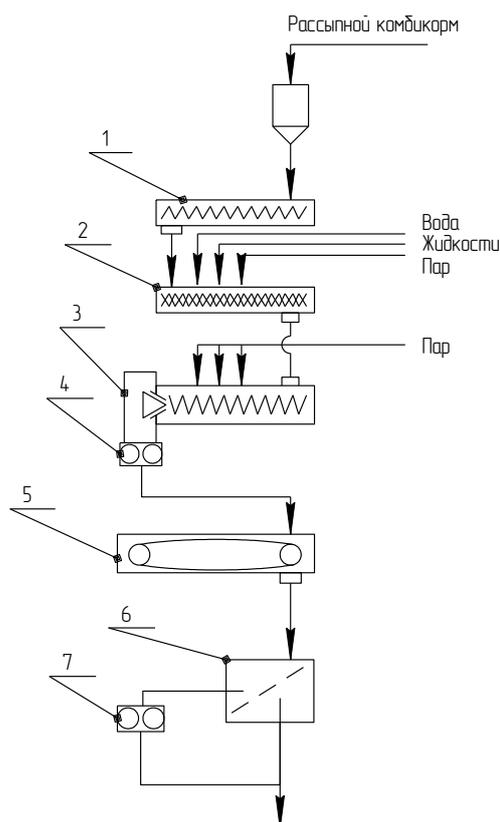


Рис. 6.27. Технологическая линия экспандирования комбикорма
1 – шнековый питатель, 2 - смеситель, 3 – экспандер, 4 - структуратор, 5 – охладитель ленточный, 6 – просеиватель, 7 – измельчитель валковый

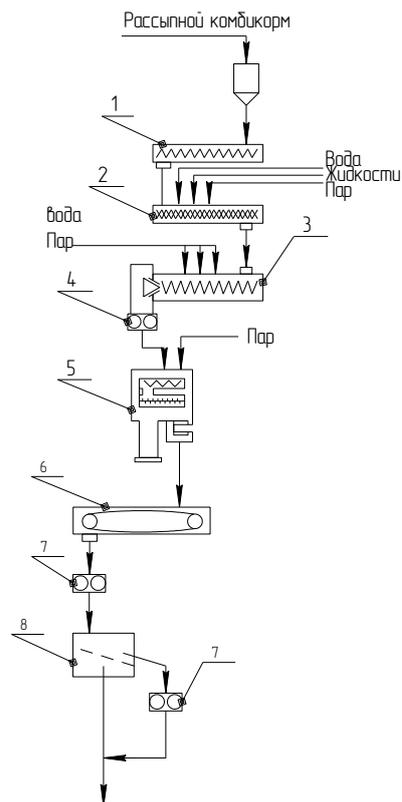


Рис. 6.28. Технологическая линия экспандирования и гранулирования комбикорма
1 – шнековый питатель, 2 – смеситель, 3 – экспандер, 4 – структуратор, 5 – пресс-гранулятор, 6 – охладитель ленточный, 7 – измельчитель валковый, 8 - просеиватель

Самостоятельная линия экспандирования комбикорма приведена на рис. 6.27 и включает шнековый питатель, смеситель, экспандер с измельчителем (структуратором), ленточный охладитель, просеиватель и измельчитель крупной фракции. В смеситель вводят жидкие добавки (жир, мелассу, растительное масло), воду и пар, в экспандер – только пар. В смесителе и экспандере продукт подвергается механическому перемешиванию с

жидкостями, обработке паром и высокому давлению при выдавливании его через кольцевой зазор, создаваемый коническим поршнем на выходе из экспандера. После экспандирования спрессованный продукт измельчается (структурируется) и измельченная крупка поступает на охлаждение и просеивание. Режимы обработки зависят от рецептуры комбикорма и составляют: увлажнение водой и паром до 17-18%, температура нагрева – 105-110⁰С, давление в камере – до 2,0 МПа, время обработки в экспандере составляет 5-6 сек.

Установку экспандера в линию гранулирования (рис. 6.28) осуществляют перед прессом-гранулятором, что приводит к снижению энергоемкости процесса гранулирования, повышению его производительности и улучшению качества гранул.

При выработке комбикормов для поросят и свиней достаточно использовать только экспандер, а для сельскохозяйственной птицы – только гранулирование.

Совместное использование экспандирования и гранулирования определяется рецептурой комбикорма и половозрастной группой животных и птицы.

ГЛАВА 7. ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ И БЕЛКОВО- ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

7.1. Очистка сырья

К компонентам, подлежащим переработке в комбикорма, необходимо предъявлять требования по их чистоте. Например, в неочищенном зерне могут содержаться органические примеси (части соломы, половы и др.), вредные примеси, семена сорных растений, минеральные примеси (песок, галька), металлические включения и др. Эти примеси попадают в зерно во время уборки и транспортировки. В шротах, кормовых продуктах пищевых производств, мучнистых и минеральных видах сырья довольно часто обнаруживаются инородные тела, комья, металлические примеси и т.п. Эти нежелательные примеси могут оказывать негативное влияние.

Наличие вредных примесей и других инородных тел в корме может повредить здоровью животных и даже вызвать их гибель. Вместе с тем нежелательные примеси оказывают отрицательное воздействие еще и в самом комбикормовом предприятии. Так, песок, галька, металломагнитные примеси приводят к повышенному износу машин. Особенно резко проявляются признаки износа на молотках, отражательных плитах и ситах молотковых дробилок, а также на матрицах прессов. Но крупные примеси могут вызвать еще более значительный ущерб. Например, попадание камней или металлических частиц в молотковые дробилки может привести к образованию искры, а искрообразование в свою очередь вызвать загорание смеси пыли с воздухом. Вследствие этого может иметь место взрыв пыли и, следовательно, большие разрушения.

Наконец, примеси в мучнистом сырье, кормовых продуктах пищевых производств, комкообразования и т.п. могут привести к помехам при истечении материала из бункеров, перебои при транспортировке, дозировании и переработке.

Удаление нежелательных примесей и инородных тел из рассыпных компонентов возможно только в тех случаях, когда названные примеси существенно отличаются от этого компонента хотя бы по одному физическому признаку. Такими отличительными признаками могут быть, например, размеры, форма, плотность и др. В результате сортирования материала в слое частицы меньших размеров пробиваются к поверхности решета. Вероятность попадания частицы в отверстие возрастает с увеличением живого сечения площади решета. Для предотвращения закупорки отверстий для большинства конструкций машин создают устройства для очистки решета.

Направление и величина силы, прилагаемой к отдельной частице меньших размеров, должны обеспечить прохождение ее через отверстие решета. Главное значение здесь имеет характер движения его. Просеиваемый материал необходимо перемещать с такой интенсивностью, чтобы эти частицы как можно чаще и в требуемом положении попадали в отверстия решета.

Качество просеивания зависит от полноты разделения и от интенсивности процесса.

Полнота разделения по величине частиц характеризуется величиной η :

$$\eta = \frac{(a - \epsilon) \cdot 100}{(100 - \epsilon) \cdot a} \cdot 100\%, \quad (7.1)$$

где: η – степень доброкачественности просеивания или полнота разделения материала на частицы меньших и крупных размеров, т.е. на сходовый и проходовой продукты, %;

a – количество частиц проходowych фракций в исходном продукте, %;

ϵ – количество частиц проходowych фракций в сходовом продукте, %.

При полном разделении частиц на проходовой и сходовый продукт величина $\eta = 100\%$.

Интенсивность процесса просеивания может быть выражена площадью просеивания, которая требуется для определения производительности сепаратора. При одинаковом материале загрузки и одинаковой полноте разделения (η) интенсивность просеивания может характеризоваться удельной рабочей площадью просеивания ($\text{м}^2/\text{кг}\cdot\text{ч}$) или удельной производительностью ($\text{кг}/\text{м}^2\cdot\text{ч}$).

Качество процесса просеивания зависит от рода движения решета, характеристики просеиваемого материала и производительности сита.

Перечислим некоторые машины и используемые для их создания отличительные признаки:

просеивающие машины	– размер частиц, их крупность,
ячеистые очистители	– длина частиц,
магнитные установки	– намагничиваемость частиц,
воздушные сепараторы	– скорость витания частиц,
сортировальные столы	– плотность частиц и упругость их поверхности.

Наряду с этим намного более экономичной представляется очистка компонентов на предприятиях-поставщиках. Путем заключения соответствующих договоров о поставках необходимо добиваться гарантий, что содержание примесей и инородных тел в поставляемых видах сырья не будет превышать допустимых количеств.

Однако, если поставки не договорные, импортные или др., и во время транспортировки насыпью и при приемке в компоненты могут попасть нежелательные примеси, то следует предусматривать очистку компонентов и на самих комбикормовых заводах. Для такой ограниченной очистки используют, как правило, простые просеивающие машины и магнитные устройства. От магнитных аппаратов нельзя отказываться в связи с необходимостью обеспечения техники безопасности.

7.1.1. Очистка сырья просеиванием

Просеивание представляет собой разделение зернистого материала на решете с множеством одинаковых отверстий, на сходовую и проходовую фракции. Имеющие решающие значения размеры отверстий решета, в соответствии с которыми частицы разделяются на нижний и верхний продукты, называют границами разделения.

Для того, чтобы зерно меньших размеров или частица могли пройти через отверстие решета, должны быть выполнены следующие условия. Такая частица должна находиться над свободным отверстием решета. Для того, чтобы такое условие выполнялось возможно чаще, необходимо чтобы между решетом и просеиваемым материалом имело место относительное движение. Такое движение чаще всего вызывается движением самого решета. При этом просеиваемый материал перемещается по решету в виде слоя.

В просеивающих машинах наиболее часто применяют наклонные плоские решета, которые подвешены под углом к горизонтали. В зависимости от привода частицы на решете совершают круглые, эллиптические, дугообразные или линейные траектории [76].

Подвергаемый просеиванию продукт перемещается по наклонному решету, как бы совершая небольшие прыжки по поверхности решета. Такое движение просеиваемого материала обеспечивает разрыхление слоя и сортирование частиц по толщине слоя, т.е. крупные частицы как бы остаются наверху, а мелкие перемещаются вниз к решету и проходят через отверстия. При сортировании дальность и высота выброса частиц на решете зависят от амплитуды и числа колебаний решета, формы и направлений колебаний решета, т.е. движения в вертикальной и горизонтальной плоскости, и от величины его наклона к горизонтали. Наибольшее влияние оказывает амплитуда и частота колебаний решета. Эти величины всегда надо выбирать в соответствии с размерами отверстий решета, чтобы обеспечить высокое качество просеивания. При небольшой величине отверстий амплитуда колебаний должна быть небольшой, а число колебаний высоким.

На плоских горизонтальных решетах каждая частица движется по траектории, находящейся в плоскости просеивания. Такие машины применяют там, где требуется «бе-

режное» просеивание. При применении горизонтальных решет большое значение придается процессу расслоения (самосортированию) обрабатываемого материала по плоскости и величине частиц.

В барабанных просеивающих машинах решето установлено на цилиндрических или призматических (шестигранных) барабанах. В этих машинах частицы при вращении пересыпаются по решетке, если рассматривать процесс просеивания в поперечном сечении барабана, перемещаются по толщине слоя и просыпаются через отверстия решета.

На комбикормовых заводах для предварительной очистки зерна применяются в первую очередь барабанные скальператоры (типа А1-БЗО, А1-БЗ-20), производительностью 100 т/ч, на которых отделяются крупные посторонние примеси, а также УЗ-ДЗС производительностью до 175 т/ч.

Для основной очистки зерна применяются воздушно-ситовые сепараторы типа ЗСМ, а также А1-БЛС и А1-БИС, выпускаемые серийно. Крупные примеси (солома, комья земли, деревянные включения, шпагаты для завязывания мешков и др.) отделяются на верхних ситах и поступают в ящики. Через нижние сита удаляются мелкие семена и песок. Воздушным потоком посредством собственного вентилятора или присоединенной аспирационной сети отделяются примеси, скорость витания которых меньше скорости витания зерна (полова, пыль и т.п.).

Для очистки зернового, мучнистого сырья и шротов от крупных случайных некормовых примесей предназначены сепараторы УЗ-ДЗС, обеспечивающие производительность на зерне пшеницы 50 и 175 т/ч, на мучнистом сырье – 20 т/ч.

Для очистки мучнистого сырья, кормовых продуктов пищевых производств, контроля рассыпных комбикормов перед гранулированием или складированием рекомендуется просеивающая машина УЗ-ДМП-2.

Нашли применение и просеивающие машины, изготавливаемые на комбикормовых заводах: барабанного типа – бураты, с плоскими решетками и др.

Для просеивания минерального сырья рекомендуются машины типа А1-ДСМ, А1-КСБ-03 (для соли), А1-КСБ-04 (для мела). Следует отметить, что эти продукты лучше просеиваются при низкой влажности, т.е. сухие. Соль с повышенной влажностью плохо просеивается и вызывает коррозию машин и транспортного оборудования, а мел обладает повышенными когезионными свойствами и налипает на металлические поверхности, особенно решета, отверстия которых через некоторое время значительно «зарастают» мелом.

Шроты, кормовые продукты пищевых производств и т.п. также должны просеиваться на машинах с двумя ситами, в исключительных случаях – с одним ситом.

Из выпускаемых промышленностью просеивающих машин для этой цели можно рекомендовать машины А1-ДСМ, разработанные и выпускаемые ВНИИКП машины УЗ-ДМП-2, УЗ-ДМП-15, а также разработанные АООТ «ЦНИИПроектабест» сортировки типа С-1 и С-2. Эти машины предназначены для разделения по крупности с частицами размером от 0,5 до 50 мм как комбикормов, так их компонентов, включая шроты и мел. Сортировки входят в состав линий шелушения овса и ячменя, измельчительно-сортировальных комплексов и выпускаются пяти типоразмеров. Каждый типоразмер может быть выполнен в одном (серия С-1) или в двухситовом исполнении (серия С-2). Их используют для удаления посторонних примесей из зерна, фракционирования измельченного продукта, сортирования измельченных гранул и гранулированных комбикормов, просеивания кормовых продуктов пищевых производств. Сортировки выпускают производительностью 10 т/ч (С-1-600 и С-2-600), 25 т/ч (С-1-1000 и С-2-1000), 35 т/ч (С-1—1250 и С-2-1250), 50 т/ч (С-1-1500 и С-2-1500) и 100 т/ч (С-1-2000 и С-2-2000). [1, 44, 45].

7.1.2. Очистка сырья и продукции от металломагнитной примеси

Магнитную очистку сырья и готовой продукции проводят с целью предотвращения попадания металлических ферромагнитных примесей в машины и повреждения их, а также снижения содержания ферромагнитных примесей в готовой продукции до норм, предусмотренных нормативной документацией.

Другой не менее важной целью магнитной очистки является обеспечение взрывопожаробезопасности предприятия за счет своевременного извлечения магнитных примесей, способных вызвать (инициировать) искру от соударения с металлическими частями оборудования [52, 71]. На предприятиях применяют следующие виды средств магнитной защиты: электромагнитные сепараторы, магнитные сепараторы, магнитные колонки. Магнитные и электромагнитные сепараторы, магнитные колонки вместе с транспортными коммуникациями в совокупности составляют схему магнитной защиты комбикормового предприятия.

Для снижения содержания магнитных примесей в готовой продукции до нормы, соответствующей требованиям нормативной документации, необходимо обеспечивать в схеме магнитной защиты очистку каждого вида сырья отдельно или в составе комбикорма не менее двух раз на магнитных сепараторах с эффективностью очистки не менее 80%.

Крупные примеси, способные повреждать рабочие органы машин и вызывать искру при соударении, должны быть удалены полностью. Для этого эффективность очистки установленными средствами магнитной защиты от крупных магнитных примесей должна быть равна 100%.

Для выделения металломагнитных примесей из выпускаемого в настоящее время оборудование рекомендуются:

– для очистки зерна – колонки магнитные БКМА2-300А, БКМА2-500А и БКМА3-750А;

– для очистки сырья и готовой продукции – колонки магнитные от УЗ-ДКМ-00 до УЗ-ДКМ-07, а также сепараторы магнитные марки от УЗ-ДМС-01 до УЗ-ДМС-03; от УЗ-ДМСА-01 до УЗ-ДМСА-03 и типа У1-БМЗ, У1-БМП и У21-СМД;

– для очистки трудносыпучего сырья – А1-ДЗС.

При выборе сепаратора для схемы магнитной защиты при прочих равных условиях предпочтение следует отдавать сепараторам с постоянными магнитами, так как они обеспечивают защиту от магнитных примесей независимо от подачи электроэнергии и режима работы технологического оборудования. Для серийно выпускаемых средств магнитной защиты не требуется проведения периодического контроля магнитной индукции магнитной системы. При установке указанных средств следует руководствоваться их паспортными данными. Не рекомендуется применять на предприятиях самостоятельно спроектированные средства магнитной защиты. Опыт оценки таких средств магнитной защиты показал, что все они не соответствуют требованиям комбикормового производства.

Магнитное ограждение, как правило, изготавливается в виде лотка. В днище лотка располагаются полюса постоянных магнитов. Три ряда полюсов магнитов устанавливаются перпендикулярно направлению движения продукта. В зоне действия магнитного поля детали магнитного ограждения должны быть изготовлены из немагнитных материалов. Не следует устанавливать магнитные ограждения в местах, подверженных вибрациям, сотрясениям и ударам.

Для лучшего выделения металломагнитных примесей продукт при проходе через магнитные ограждения должен распределяться равномерно по всей ширине магнитного поля слоем толщиной 10-12 мм для зерна, 5-7 мм – для мучнистых продуктов и комбикормов, до 15 мм – для гранул.

Для снижения скорости движения продукта через магнитные ограждения углы труб гравитационного транспорта должны быть минимальными и составлять: для зерновых продуктов – 25-30 градусов, мучнистых продуктов и комбикормов – 50-60 градусов.

Магнитные ограждения устанавливают на линиях: зернового сырья – после сепаратора перед каждым бункером над дробилками; отделения пленок – перед каждым бункером над дробилками и шелушительными машинами; мучнистых продуктов – после очистительной машины; шротов и кормовых продуктов пищевых производств – перед дробилками и после очистительной машины; дозирования и смешивания – после смесителя;

гранулирования – перед каждым прессом Все магнитные заграждения устанавливают в местах, обеспечивающих свободный доступ к ним.

Эффективность работы магнитных заграждений должна обеспечить выполнение норм содержания металломагнитной примеси в готовой продукции и взрывобезопасность предприятия.

7.2. Измельчение сырья

Под измельчением понимают процесс уменьшения размеров частиц комбикормового сырья под воздействием внешних условий до определенных размеров. Если крупные куски твердого материала уменьшают до величины, еще недостаточной для ввода в комбикорм, то процесс называют дроблением.

Большинство видов сырья при производстве комбикормов, должны быть измельчены. Это требуется по следующим причинам:

- при переваривании в желудке животного комбикормов, приготовленных из оптимально размельченных компонентов, активизируются ферменты, способствующие пищеварению, организм животного усваивает максимальное количество питательных веществ, содержащихся в корме;

- увеличивается поверхность продукта, которая способствует большей атакуемости корма ферментами;

- разрушается оболочка зерна, что обеспечивает доступ к внутренней части зернышка;

- обеспечивается лучшая смешиваемость компонентов и меньшая предрасположенность к расслоению смеси;

- обеспечиваются хорошие условия для прессования при гранулировании и брикетировании, гранулы становятся более прочными, сохраняется равномерное распределение в них разновеликих частиц комбикорма.

Зерновое, гранулированное сырье, жмыхи и некоторые шроты подвергаются измельчению в обязательном порядке для всех рецептов комбикормов. Следует отметить, что процесс измельчения сопровождается выделением тепла.

Другие виды сырья, к которым относятся шроты, рыбная и мясокостная мука, мел, соль и т.п. при выработке некоторых видов комбикормов требуют фракционирования и доизмельчения крупных фракций.

Сырье измельчают до крупности, обусловленной требованиями нормативно-технической документации на вырабатываемую продукцию. Однородность гранулометрического состава способствует лучшему усвоению питательных веществ, содержащихся

в комбикорме. Наличие пылевидных частиц ухудшает кормление животных и может вызвать закупорку дыхательных путей, особенно у молодняка.

Измельчение под воздействием нагрузки давлением.

Реализуется в валковых дробилках, где валки вращаются в противоположном направлении при одинаковых скоростях, при этом величина частиц должна быть меньше диаметра валка. Посредством регулирования ширины щели различные обрабатываемые материалы можно измельчить до требуемой степени. Измельчение с применением сил давления особенно хорошо подходит для хрупких материалов.

Измельчение с использованием нагрузки давления и сдвига.

Этот способ реализуется при применении цилиндрических валков, вращающихся в противоположные стороны с разной скоростью, и боковые поверхности которых должны быть рифлеными. В рассматриваемом случае величина нагрузки давлением зависит от зазора между валками, а на величину нагрузки сдвига влияет различная скорость вращения валков. Имеется возможность изменять отношение нагрузки от давления к нагрузке от сдвига. В результате этого при осуществлении процесса измельчения его можно привести в соответствие с теми или иными свойствами измельчаемого материала.

Измельчение с использованием ударно-отражательной нагрузки.

Существуют два способа измельчения с применением ударно-отражательной нагрузки:

- измельчающие рабочие органы, вращающиеся с высокой скоростью, наталкиваются на частицы, движущиеся свободно и относительно медленно;
- частицы получают большое ускорение и ударяются о другие частицы или о неподвижные отражающие плиты.

При ударе частицы о неподвижно установленную отражательную поверхность вся кинетическая энергия (W_k) превращается в энергию формоизменения (W_ϕ). Но эта энергия используется для измельчения лишь частично (W_u). Энергия формоизменения, не вызывающая дробления, приводит к пластичным и упругим деформациям, которые в данном случае нежелательны. Поэтому эта часть энергии называется энергией потерь ($W_{\phi u}$).

$$W_k = 1/2 mV^2 = W_\phi = W_u + W_{\phi u} \quad (7.2)$$

Энергия используется более эффективно, когда доля $W_{\phi u}$ относительно невелика. Поведение, характерное для частицы в момент ее столкновения с препятствием, зависит от модуля упругости частицы и ее прочности. Напряжения, возникающие в частице при ее столкновении с препятствием, при одинаковой нагрузке возрастают вместе с увеличением

модуля упругости. В то же время прочность материала является фактором, определяющим напряжение, необходимое для дробления. Поэтому удельные затраты энергии относительно малы у таких веществ, у которых модуль упругости большой, прочность невелика.

7.2.1. Оценка процесса измельчения

Характеристикой результата процесса измельчения являются [91]:

1 – показатели, характеризующие интенсивность процесса:

- средневзвешенный размер частиц продуктов измельчения (модуль крупности);
- суммарная поверхность единицы массы продуктов измельчения;
- приращение суммарной поверхности единицы продуктов измельчения одинаковых масс;

– степень измельчения;

2 – показатели, характеризующие качество процесса измельчения:

- гранулометрический состав;
- соотношение в продуктах измельчения частиц определенных классов крупности;

3 – показатели, характеризующие энергоемкость процесса:

- расход энергии на единицу вновь образованной поверхности;
- расход энергии на тонну измельченного сырья;

4 – показатели, характеризующие производительность операции:

– производительность измельчающего оборудования в единицах массы в единицу времени.

В комбикормовой промышленности принято характеризовать процесс измельчения на основе величины частицы.

Частицы материала до и после измельчения почти всегда имеют неправильную форму. Поэтому для определения величины частиц для расчетов наиболее целесообразным представляется следующее.

При наличии крупных частиц неправильной формы рассчитывают среднеарифметическую величину основных размеров.

$$d = \frac{\text{длина} + \text{ширина} + \text{высота}}{3} \quad (7.3)$$

При относительно мелких частицах неправильной формы используют контрольные сита. За величину частицы *d* берут ширину отверстий сита, через которое продукт просеивается.

Расчет средней величины частицы основывается на результатах ситового анализа. В специальной литературе приводятся различные методы расчета средней величины частиц d_m . Но наиболее часто используется следующее уравнение, согласно которому d_m получается в виде среднеарифметической величины всех диапазонов величин частиц

$$d_m = \frac{l_1 m_1 + l_2 m_2 + \dots + l_n m_n}{m_1 + n_2 \dots + n_n} \quad (7.4)$$

В комбикормовой промышленности используют показатель среднего размера или модуля крупности, который рассчитывают на основании ситового анализа. Для этого навеску образца (например, 100 г) просеивают на лабораторном рассевке (анализаторе) с набором сит с отверстиями 5 мм, 4 мм, 3 мм, 2 мм, 1 мм, дно. Средний размер частиц рассчитывают по формуле:

$$d_{cp} = \frac{0,5m_0 + ,5m_1 + !,5m_2 + !,5m_3 + !,5m_4 + !,5m_5}{100}; \quad (7.5)$$

где: m_0 – остаток на сборном дне анализатора, г;
 $m_1; m_2; m_3; m_4; m_5$ – остаток на ситах диаметром 1, 2, 3, 4, 5 мм, г.

В практической деятельности для характеристики измельченного материала ранее были установлены три степени крупности размол со следующими показателями каждой степени [91]. Размол считается крупным, если величина частиц (средний размер) составляет 2,6-1,8 мм, средним – 1,8-1,0 мм и мелким – 1,0-1,2 мм.

Степень измельчения продукта определяется как отношение суммарной поверхности частиц продукта после измельчения (S_k) к суммарной поверхности исходного продукта (S_u)

$$i = \frac{S_k}{S_u}; \quad (7.6)$$

Аналогичный результат получается, если вместо показателей поверхности использовать средневзвешенные размеры частиц продуктов до (d_u) и после (d_k) измельчения:

$$i = \frac{d_u}{d_k}; \quad (7.7)$$

В практической технологии комбикормов величину d находят доступным методом ситового анализа. Возможно использование седиментационного анализа и т.п.

Некоторые исследователи предлагают метод расчета поверхности частиц отдельной фракции, если принять, что частицы имеют форму кубиков или шариков [101]. По-

верхность отдельных фракций ситового анализа рассчитывают по следующему уравнению:

$$S_{\text{фр}} = \frac{50m}{gd_n} \text{ см}^2; \quad (7.8)$$

где: m – масса фракции, г;
 g – плотность частиц, г/см³;
 d_n – средний диаметр частицы фракции, см.

Поверхность пробы получают путем сложения поверхностей отдельных фракций.

Но так как действительные формы частиц отличаются от кубообразных и шарообразных форм, то полученный расчетом результат нужно откорректировать с применением коэффициентов формы, которые определяются экспериментальными микроскопическими исследованиями.

Отношение поверхности к массе материала называют удельной поверхностью.

В процессе измельчения частица испытывает упругие и пластические деформации, а затем при преодолении сил молекулярного сцепления разрушаются, образуя более мелкие частицы с большей суммарной поверхностью. Принимая это во внимание энергозатраты на процесс измельчения \mathcal{E}_i могут быть выражены:

$$\mathcal{E}_i = \mathcal{E}_y + \mathcal{E}_s, \quad (7.9)$$

где: \mathcal{E}_y – энергия, затрачиваемая на упругие и пластические деформации, Дж;
 \mathcal{E}_s – энергия, затрачиваемая на образование новых поверхностей, Дж/м².

Работа, затрачиваемая на измельчение по Ребиндеру П.А. [20, 82, 83] определяется по формуле:

$$A = g \cdot \gamma \cdot V + \sigma \cdot \Delta S, \text{ Дж/м}^2; \quad (7.10)$$

где: g – количество упругой энергии, накопленной единицей объема тела, деформируемого до разрушения, Дж/м³;
 γ – коэффициент перехода, показывающий какая доля объема деформируется;
 V – объем тела до деформации, м³;
 σ – разрушающее напряжение измельчаемого тела, Дж/м²;
 ΔS – поверхность, вновь образованная в процессе измельчения, м².

Из уравнения следует, что работа измельчения состоит из:

- работы, затрачиваемой на упругую и пластическую деформации тела; в момент разрушения тела она частично переходит в тепловую энергию;
- работы, затрачиваемой на приращение поверхности измельчаемого тела; чем больше ΔS , тем больше A .

В [91] предложено оценивать общие энергозатраты по следующей формуле в развернутом виде:

$$A_o = A_{об} + n_y \frac{\delta_r^2 \cdot V}{2E} + \omega \Delta F \cdot i; \quad (7.11)$$

где: $A_{об}$ – энергозатраты, образующиеся в оборудовании;
 n_y – число циклов (воздействий) при измельчении;
 δ_r – разрушающее напряжение измельчаемого материала;
 V – объем измельчаемого материала;
 E – модуль упругости материала;
 ω – энергия на образование единицы новой поверхности;
 $\Delta F = F_k - F_n$ – приращение поверхности;
 F_n, F_k – начальная и конечная поверхности измельчаемого материала;
 $i = \frac{F_k}{F_n}$ – безразмерный множитель, характеризующий степень измельчения.

Анализ этой зависимости (обобщенного закона измельчения) показывает, что энергозатраты могут быть сокращены при снижении $A_{об}$, что означает, что необходима высокая точность и надежность при изготовлении измельчающего оборудования, и при снижении числа циклов измельчения n_y .

7.2.2. Определение затрат энергии на измельчение

Расход энергии на измельчение компонентов комбикорма можно определить, если измельчающая машина имеет отдельный электропривод. В этом случае с помощью ваттметра можно определить величину потребляемой мощности или посредством счетчика киловатт-часов – измерить количество электроэнергии, израсходованного двигателем измельчающей машины.

Величину удельных энергозатрат определяют, относя расход электроэнергии к массе измельченного материала:

$$\mathcal{E}_{из} = \frac{P}{Q}, \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{т}; \quad (7.12)$$

где: P – расход электроэнергии измельчающей машиной, кВт-ч;
 Q – масса измельченного продукта, т.

Следует отметить, что энергозатраты измельчающих машин могут быть сокращены за счет усовершенствования их конструкций и создания оптимальных условий их экс-

плутации. Сокращение энергозатрат на измельчение можно достигнуть, направляя на машину только крупную фракцию, предварительно отделив мелкую на просеивающей машине. Нагрузку на измельчающую машину необходимо сделать оптимальной, т.е. привести производительность машины в соответствие с эффективной площадью рабочих органов машины таким образом, чтобы энергию, нужную для измельчения, можно было передать на максимальное число частиц (рис. 7.1).

Удельные затраты энергии возрастают по мере уменьшения величины частиц измельченного материала, т.е. с увеличением степени измельчения (рис. 7.2).



Рис. 7.1 Зависимость удельного расхода энергии от производительности



Рис. 7.2 Зависимость удельного расхода энергии от величины частиц измельченного материала

Процесс измельчения по сравнению с другими процессами является наиболее энергоемким. Расход энергии на измельчение составляет 60-70% общего расхода на производство рассыпных комбикормов.

7.2.3. Машины для предварительного измельчения

Для таких продуктов как жмых, скомковавшиеся шроты, кукуруза в початках и т.п. требуется предварительное измельчение. Это необходимо для того, чтобы эти виды сырья можно было бесперебойно перемещать транспортными средствами, закладывать на хранение в бункера силосного типа и измельчать в молотковых дробилках.

Валковые дробилки.

Валковые дробилки для измельчения материалов выпускаются промышленностью в одинарном и двойном исполнении. При одинарном исполнении валковой дробилки в корпусе машины устанавливают только одну пару дробильных валков. Дробилки же так называемого двойного исполнения работают двумя парами валков, установленными в машине одна пара над другой. Вращающиеся навстречу друг другу дробильные валки

снабжены зубьями или же имеют грубое рифление. При наличии в одной машине двух пар валков нижняя пара имеет более мелкие зубья или более мелкое рифление. Один из валков пары установлен неподвижно, в то время как противоположный валок можно смещать параллельно. Это позволяет менять ширину зазора между валками. Кроме того, установка прижимных пружин позволяет валку, который может перемещаться, отходить в сторону, если не поддающееся измельчению тело попадает в дробилку. Высокой производительности валковой дробилки можно добиться, если обеспечить условия для загрузки дробилки материалом для измельчения. На производительность дробилки влияет диаметр валков, размеры кусков загруженного материала, величина зазора между валками, трение между материалом и поверхностью валка, а также длина валка. Наиболее эффективным считается такое положение валков, когда оси их расположены в горизонтальной плоскости.

7.2.4. Машины для основного измельчения

Машины, предназначенные для основного процесса измельчения, должны соответствовать следующим требованиям:

- машина должна быть пригодна для обработки всех компонентов, подлежащих измельчению.
- колебания влажности и другие факторы, затрудняющие измельчение компонентов, не должны оказывать большого влияния на производительность.
- машина должна отличаться высокой эксплуатационной надежностью и др.

Кроме того, частицы должны отвечать требованиям физиологии питания животных.

На комбикормовых предприятиях нашли применение в основном следующие измельчающие машины: горизонтальные молотковые дробилки, вертикальные молотковые дробилки, безрешетные дробилки, вальцовые станки, дезинтеграторы, ножевые дробилки и др. [37, 44, 45, 55, 90в]

Все измельчающие машины, независимо от принципа и степени измельчения, а также физических свойств измельчаемого материала, должны удовлетворять следующим основным требованиям: получение измельченного продукта равновеликой крупности, отвечающей требованиям физиологии питания животных, возможность регулирования степени измельчения в процессе работы, регулируемая загрузка машины, быстрое удаление измельченного продукта из рабочей зоны машины, высокая герметичность (минимум пылевыведения в окружающую среду), возможность измельчения большинства видов сырья, отсутствие очистки рабочей камеры при перемене измельчаемого продукта, минимальное

время для замены изношенных рабочих органов машины, наименьший расход электроэнергии на измельчение, высокая эксплуатационная надежность и безопасность и др.

При производстве комбикормов измельчению подвергают следующие виды сырья: зерно, зерновую смесь, жмыхи, шроты, сырье минерального происхождения, крупные фракции кормовых продуктов пищевых производств и др. Крупнокусковое сырье (жмыхи, кукуруза в початках и т.п.) предварительно дробят в камнедробилках, жмыхоломачах до величины частиц не более $\approx 5-10$ мм, затем на молотковых дробилках – до требуемой крупности.

Пленчатые культуры и другие пластичные материалы предпочтительно измельчить на валковых мельницах (плющилках).

Молотковые дробилки.

Универсальными измельчающими машинами, способными размалывать практически все виды сырья, поступающие для производства комбикормов, БВМК, премиксов и др. продукции комбикормового производства являются молотковые дробилки горизонтального и вертикального типа (рис. 7.3). Они работают эффективно на любом виде продукта, незначительно нагревают продукт при измельчении. Технические характеристики основных видов дробилок приведены в табл. 7.1, параметры работы вальцовых станков – в табл. 7.2. Молотковые дробилки, применяемые в комбикормовой промышленности, различаются между собой размерами ротора, размерами молотков, величиной радиального зазора между кромкой молотков и ситовой поверхностью, типом питающего механизма, наличием вентилятора и другими техническими параметрами.

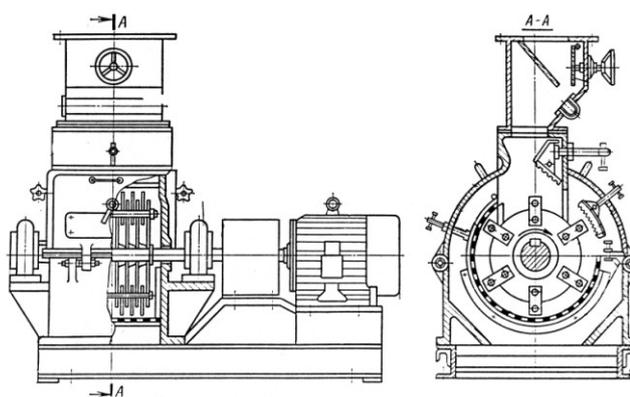


Рис. 7.3а. Горизонтальная молотковая дробилка ДМ

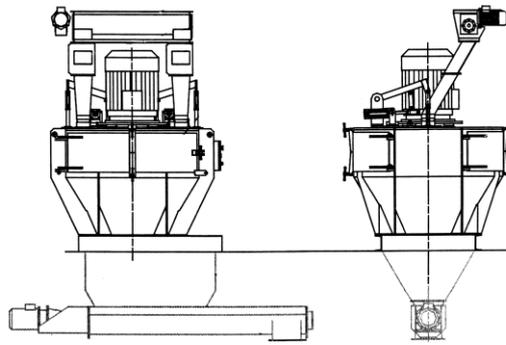


Рис. 7.3б. Вертикальная молотковая дробилка ДМВ

Основными рабочими органами молотковой дробилки являются вращающийся ротор, молотки, дека, металлические сита, питающее устройство.

Рабочий процесс дробилки происходит следующим образом: продукт, подлежащий измельчению, направляется в рабочую зону дробилки, где он разделяется на части вследствие удара, излома и истирания между рабочими органами машины. На степень измельчения продукта влияет размер зазора между молотками, неподвижными плитами и ситом, размер отверстий сита, окружная скорость кромок молотков, форма и величина молотков и рифлей броневых плит.

Вывод измельченных продуктов из рабочей зоны происходит через отверстия пробивного сита, которое представляет собой металлический лист толщиной 3-8 мм с отверстиями. Шахматное расположение отверстий способствует большей жесткости сита. Отношение площади отверстий к площади полотна сита называется живым сечением. Чем оно выше, тем лучше севкость сита, но снижается прочность листа сита, поэтому число отверстий должно быть оптимальным, обеспечивающим наибольшую просеваемость и прочность сита. В дробилках применяют пластинчатые молотки прямоугольной формы с двумя отверстиями, чтобы по мере износа одной стороны молотков их можно было перевернуть. Степень износа острых кромок и углов прямоугольных молотков зависит от физических свойств измельчаемого продукта, а также от качества стали, из которой они изготовлены и которая должна быть твердой и вязкой.

Дека служит для измельчения частиц продукта, отбрасываемых на нее молотками, и расположена в начале ситовой поверхности. Она представляет собой съемную и ребристую плиты, рифли обращены вершинами против вращения ротора.

Ротор установлен в стальном корпусе дробилки, имеет не менее 6 болтовых соединений, на которые устанавливают молотки, число которых может быть ≈ 20 штук и более. Для закрепления их на болтах предусмотрено по два отверстия, чтобы после изнашивания

передних и задних кромок их можно повернуть и насадить на другое отверстие. Для использования задних кромок молотков меняют направление вращения ротора. Таким образом, за счет разового поворота и путем изменения направления вращения можно использовать для процесса измельчения все кромки и края молотков. Боковые расстояния молотков на болтах фиксируются распорными кольцами. Молотки одного ряда на болте смещены по сравнению с предыдущим рядом.

Молотки, применяемые в дробилках, должны быть изготовлены из высококачественной стали (например, типа ХГС) в соответствии с утвержденными техническими условиями. Толщина молотка составляет 3-8 мм в зависимости от измельчаемого материала.

При замене молотков необходимо подбирать их путем взвешивания с тем, чтобы разность массы осей в сборе с гайками и молотками, установленных на диаметрально противоположных сторонах ротора, не превышала 5 г.

Выравнивание массы молотков для каждой из рабочих осей ротора производят путем снятия части металла (обрубкой или на абразивном круге) вдоль длинных сторон молотков. Металл должен удаляться симметрично с двух сторон молотка относительно средней линии, проходящей через центры отверстий молотка.

Статическую балансировку ротора осуществляют с осями молотков на месте без демонтажа его. Ротор, установленный в подшипниках дробилки должен проворачиваться от руки без торможения на протяжении всего оборота.

Молотковая дробилка вместе с ее приводным двигателем устанавливается на общей фундаментной раме. Для снижения колебаний и вибрации, передающихся на здание, применяют виброгасители. Валы двигателя и ротора соединяют между собой упругой втулочно-пальцевой муфтой.

Принцип работы дробилки.

Измельчаемый материал подается в дробилку питателем или гравитационным способом с применением задвижек под бункером над дробилкой. Производительность дробилки регулируется таким образом, чтобы была обеспечена равномерная и достаточно высокая загрузка как самой дробилки, так и ее приводного двигателя.

Ротор дробилки вращается со скоростью ~ от 1450 до 2970 об/мин при этом окружная скорость молотков зависит от диаметра ротора и составляет 96 м/с для дробилок А1-ДМ-6, А1-ДМР-12, А1-ДМР-20 и 75 м/с для дробилок А1-ДМ2Р-22, А1-ДМ2Р-55, А1-ДМ2Р-75, А1-ДМ2Р-110 и А1-ДМ2Р-160. Загружаемый материал поступает сверху в размольную камеру, молотками отбрасывается на деку, частично разрушается за счет удара и начинает вращаться кольцеобразно над ситом. Средняя окружная скорость вращающегося

Таблица 7.1

Техническая характеристика основных молотковых дробилок

Марка дробилки	Производительность, т/ч на диаметре сит				Диаметр ротора, мм	Частота вращения ротора, об/мин	Окружная скорость молотков, м/с	Размеры молотков						Длина и ширина сит, мм	Мощность основного электродвигателя, кВт	Габариты, мм			Масса, кг (без двигателя)
	6,3	5,0	4,0	3,0				длина	ширина	толщина	диаметр отверстий	зазор между ситом и молотками	кол-во молотков, установленных в дробилке, шт			длина	ширина	высота	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
А1-ДМР-6	6,0	–	–	–	630	2945	96	190	50	6	24	12-15	400		55	1810	1175	1935	1700
А1-ДМР-12	12,0	–	–	–	630	2940	96	190	50	6	24	12-15	655		110	2435	1176	1935	2350*
А1-ДМР-20	20,0	–	–	–	630	2940	96	190	50	6	24	12-15	625		160	2700	1176	3500	3100*
А1-ДДП	5,4-5,2	4,8-4,4	3,4-3,0	2,8-2,6	630	2940	97	190	50	3	20	12-15	96	340x430 340x1035	40	1885	1050	2500	1500
А1-ДДР	9,3-12,2	9,3-10,6	9,2-8,4	6,5-5,8	630	2950	100	190	50	3	20	12-15	144	630x430 630x1035	100	2250	1050	2590	2100
ДДМ	7,0	5,0-6,0	–	–	980	1470	76	165	50	2	20	7-10	144	500x1574	55	2365	1490	1685	1928
ДМ	3,0	5,1	–	–	500	2970	77	136	50	2	25	7-10	264	212x385 385x880	22	1640	888	1360	1085
ДМ-440У	–	2,5	–	–	450	2925	67	150	45	2	18	5-7	192	713x260 305x260	13	1380	690	640	223
50/63В/ГДР/	–	5,0	–	–	600	2970	94	130	50	2	25	–	120	492x192	40	2047	780	1174	1280
А1-ДМ2Р-22	4,0	–	2,0	–	–	1500	75	–	–	–	–	–	–	–	22	1500	1240	2080	1060

Продолжение таблицы 7.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
А1-ДМ2Р-55	6,0	–	4,5	2,5	–	1500	–	–	–	–	–	–	–	–	55	1390	1400	2300	1335
А1-ДМ2Р-75	10,0	–	7,0	3,5	–	1500	–	–	–	–	–	–	–	–	75	1815	1400	2300	1470
А1-ДМ2Р-110	14,0	–	13,0	6,0	–	1500	–	190	60	6(3)	–	–	–	–	110	2070	1400	2300	1905
А1-ДМ2Р-160	22,5	–	17,0	8,0	–	1500	90	–	–	–	–	–	–	–	160	2305	1400	2300	2420
ММ-140	–	–	–	–	630	–	97	–	–	–	–	–	–	–	90	1600	1400	1900	2500
ММ-70	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	55	160	1100	1050	176
УЗ-ДБМ-2	–	2,8	2,4	1,8	600	2970	94	100	50	2	25	–	90	400x190	22	1340	630	820	520
УЗ-ДБМ-3	–	5,1	4,2	3,7	600	2970	94	130	50	2	25	–	120	490x190	45	1900	800	985	850
ДМБ-10	–	12,0	10,0	8,0	600	–	–	–	–	–	–	–	120	–	76,5	2320	1060	1400	1200
Вертикальные																			
ДМВ-5	–	–	–	5,0	–	3000	–	–	–	–	–	–	–	–	55	1200	140	2050	1400
ДМВ-10	–	–	–	10,0	–	1500	–	–	–	–	–	–	–	–	90	1750	1750	2455	1910
ДМВ-15	–	–	–	15,0	–	1500	–	–	–	–	–	–	–	–	130	1750	1750	2455	1980
УЗ-ДБМ-2	–	2,8	2,4	1,8	600	2970	94	100	50	2	25	–	90	400x190	22	1340	630	820	520
УЗ-ДБМ-3	–	5,1	4,2	3,7	600	2970	94	130	50	2	25	–	120	400x190	45	1900	800	985	850

* масса с двигателем

по кольцу материала составляет 20-25 м/с [101]. Молотки ротора бьют по частицам, находящимся в относительно медленно движущемся кольце размола, сталкиваются с вновь загруженными, еще недостаточно измельченными частицами и создают за собой завихрение обрабатываемого материала, что обеспечивает благоприятные условия для столкновения измельченного материала и последующих молотков.

Измельчение продукта осуществляется главным образом молотками. В то же время трение частиц на сите или столкновение частиц с ситом не оказывает большого влияния на результат измельчения материала молотковой дробилкой. Частицы материала перемещаются через кольцо обрабатываемого материала, попадают на сито под углом и затем проходят через отверстия.

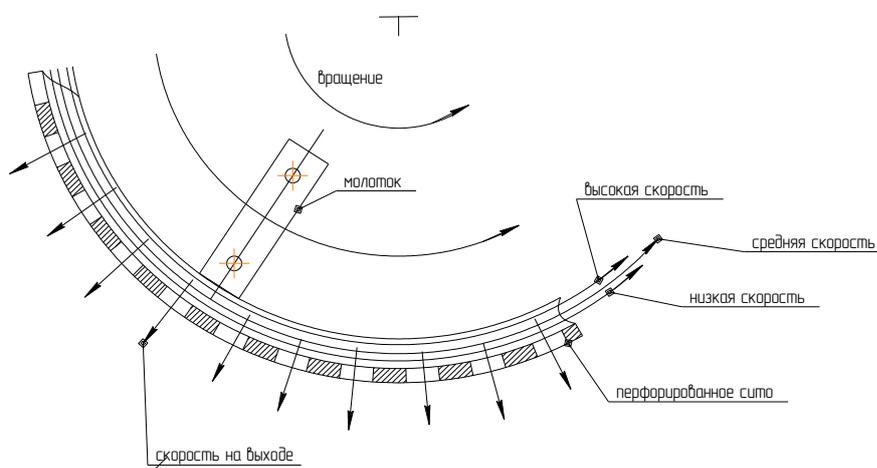


Рис. 7.4 Скорость частиц внутри измельчающей машины

В дробилке процесс измельчения проходит следующим образом (рис. 7.4). Поступивший продукт молотки начинают двигать в зону ускорения, где частицы увеличивают скорость. Это происходит на очень коротком участке вращения. Молотки постоянно вращаются, измельчают и разгоняют продукт, который движется слоем по ситу, но скорость их меньше чем скорость концов молотков. Верхняя часть материала движется под действием молотков с большей скоростью, внешняя часть материала замедляется благодаря трению о сито. Скорость последовательных слоев уменьшается по мере увеличения расстояния от центра. Измельченные частицы под действием центробежных сил движутся через слой, разрыхленный молотками, к ситу. Скорость частиц, движущихся по ситу, должна быть такой, чтобы частица могла пройти через отверстие. Когда скорость слоя, находящегося близко к ситу, слишком велика, частицы продолжают проходить мимо от-

верстий, вызывая износ молотков, нагревание и разрушение частиц. Скорость частиц уменьшается за счет сопротивления трения до тех пор, пока под действием центробежной силы частицы не проходят через отверстия.

Перегревание влажных материалов создает дополнительные проблемы, связанные с сыпучестью материала и его дальнейшим хранением в бункерах. Исследования показали, что повышение на 10-15⁰С является нормальным, а повышение температуры более чем на 15⁰ означает неэффективность процесса, дробилка быстрее изнашивается.

Технологический эффект работы дробилок характеризуется степенью измельчения продукта, производительностью и расходом энергии. На технологический эффект работы влияют: физические свойства продукта (влажность, твердость, вязкость, крупность частиц); характеристика рабочих органов дробилки (окружная скорость молотков, форма, размеры и количество молотков, величина зазора между верхней кромкой молотков и ситовой поверхностью, форма отверстий сита и их размеры, наличие вентилятора для отсоса воздуха из рабочей зоны машины).

Факторы, влияющие на производительность дробилки.

Производительность дробилки определяют по эмпирической формуле [49, 91]:

$$Q = \frac{3,6 \cdot K_1 \cdot \gamma \cdot D^2 \cdot L \cdot n}{60}, m / ч \quad (7.13)$$

где: K_1 – коэффициент, который зависит от типа и размеров ячеек ситовой поверхности

$$K_1 = 1,3 \cdot 10^{-4} \div 5,25 \cdot 10^{-4}$$

γ – объемная масса измельчаемого материала, кг/м³;

D – диаметр ротора дробилки, м;

L – длина ротора дробилки, м;

n – частота вращения ротора, об/мин.

Потребную мощность электродвигателя молотковой дробилки рассчитывают также по эмпирической формуле [49, 91]:

$$N = \frac{3,6 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \gamma \cdot D^2 \cdot L \cdot n}{60}, кВт; \quad (7.14)$$

где: $K_2 = 6,4 \div 10,5$ зависит от степени измельчения, при грубом измельчении коэффициент имеет меньшее значение, при тонком – большее.

Основными свойствами компонентов, влияющими на процесс измельчения, являются упругость и прочность частиц. Наиболее благоприятные условия для измельчения

создаются при высоком модуле упругости и относительно небольшой прочности. Однако определение этих величин материала связано со значительными трудностями, поэтому взаимосвязь между этими величинами и результатами измельчения не показываем. Но экспериментально подтверждено, что различные зерновые культуры и др. материалы измельчаются по разному, т.е. производительность дробилки на разных материалах различна. Обобщенные зависимости производительности дробилок от диаметра отверстий сит при измельчении зерна различных культур приведены на рис. 7.5 [19, 20].

Однако на производительность молотковой дробилки влияет не только вид измельчаемого материала, но и свойства, присущие тому или иному материалу. Особенно заметна здесь роль его влажности. С повышением влажности уменьшается модуль упругости материала, в то время как ее прочность остается почти на прежнем уровне. В результате этого создаются неблагоприятные условия для измельчения, производительность молотковой дробилки снижается. Эта зависимость показана на рис. 7.6 на примере измельчения ячменя [102].

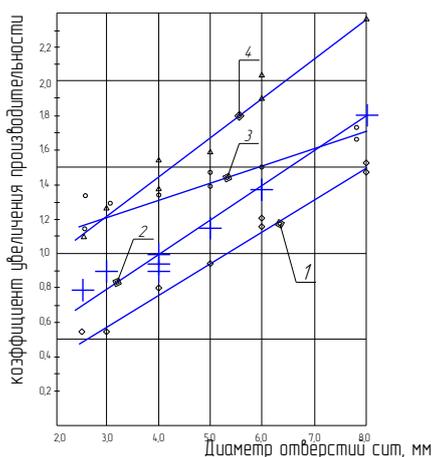


Рис. 7.5 Зависимость производительности дробилок от диаметра отверстий сит при измельчении зерна различных культур (производительность дробилки при измельчении ячменя на сите Ø4мм принята за единицу). 1 – овес; 2 – ячмень; 3 – пшеница; 4 – кукуруза

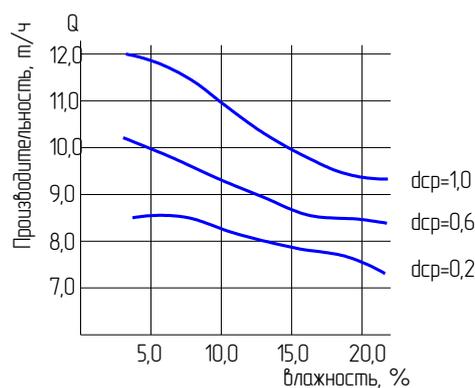


Рис. 7.6. Зависимость производительности дробилки от влажности зерна ячменя.

На технико-экономические параметры работы молотковой дробилки влияют: форма и величина отверстий сита и его живое сечение, окружная скорость молотков, толщина молотков, величина радиального зазора между молотками и ситом. Технические показатели работы дробилок типа А1-ДМР и др. при измельчении ячменя на ситах с отверстиями от 2 до 8 мм представлены на рис. 7.7.

Производительность дробилок и расход электроэнергии зависит от вида измельчаемого сырья, диаметра отверстий сит, состояния молотков и др. факторов при постоянных параметрах рабочих органов.

Износ молотков оказывает влияние на производительность дробилок и гранулометрический состав продуктов измельчения. По мере износа молотков крупность измельчения возрастает, т.к. средний размер частиц и сход сита $\varnothing 3$ мм увеличивается, а содержание проходной фракции сита $\varnothing 1$ мм уменьшается (рис. 7.8). Наряду с этим уменьшается производительность дробилки и увеличивается удельный расход электроэнергии. Износ кромок молотка не должен превышать 10 мм.

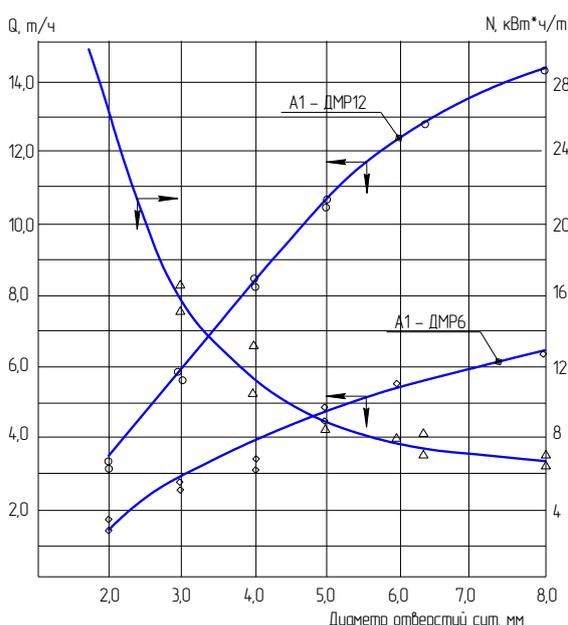


Рис. 7.7 Зависимость производительности и удельного расхода электроэнергии дробилок А1-ДМР12 и А1-ДМР6 при измельчении ячменя от диаметра отверстий сит

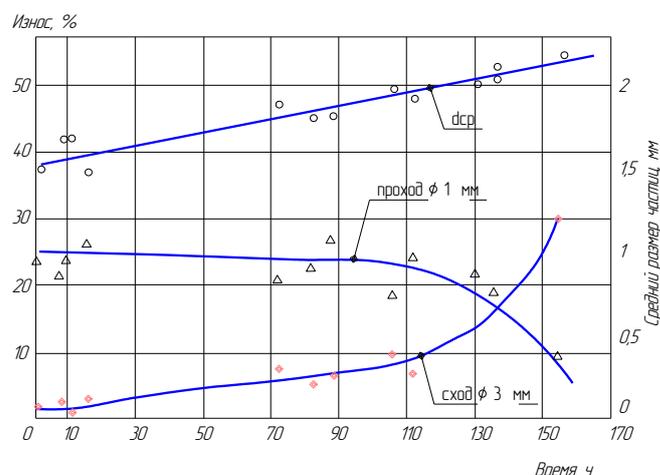


Рис. 7.8 Влияние износа молотков на гранулометрический состав ячменя при измельчении на дробилке А1-ДМР6

Влияние окружной скорости молотков.

У различных конструкций молотковых дробилок, используемых для измельчения комбикормов, окружные скорости молотков колеблются в пределах 70-100 м/сек. Она играет определенную роль при эксплуатации дробилки, т.к. влияет на относительную скорость между частицами и молотками. В результате этого изменяется и энергия, передаваемая при столкновении. Следовательно, от окружной скорости молотков зависят напряжения в частице, образующиеся при столкновении, и интенсивность процесса измельчения.

При измельчении каждого обрабатываемого материала существует определенная окружная скорость молотков. При оптимальной окружной скорости устанавливается максимальная производительность и минимальный расход электроэнергии (рис. 7.9). Хотя оптимальные окружные скорости для измельчения различных обрабатываемых продуктов отличаются между собой, все же для эксплуатации дробилки устанавливают определенную окружную скорость.

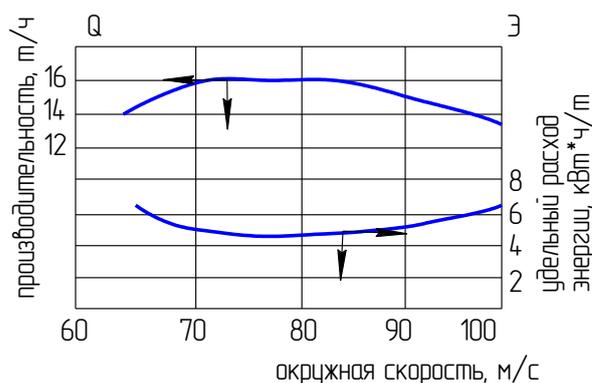


Рис. 7.9. Влияние окружной скорости молотков на производительность и удельный расход энергии.

Материал может подаваться из бункера в молотковую дробилку гравитационно с использованием регулируемых затворов (задвижек). Наиболее часто используют питатели объемные: шнековые, ленточные, скребковые и т.п. Производительность питателя должна регулироваться с использованием регулятора скорости. Регулятор может управляться автоматически от электродвигателя дробилки. Вся система молотковой дробилки может регулироваться с помощью датчиков, микропроцессора или компьютера.

Перед дробилкой должна быть установлена магнитная защита. Поток продукта должен быть направлен так, чтобы он проходил над или под магнитом и притянутый металл оставался на нем до его очистки.

Ротор и молотки должны быть динамически и статически сбалансированы, чтобы избежать лишней вибрации. Вибрация вызывает усталость металла и изнашивание подшипников.

Проведенные исследования показали [101], что с уменьшением толщины молотков увеличивается эффективность дробилки. При уменьшении толщины молотков от 8 мм до 3 мм можно увеличить эффективность на 15%. Однако более тонкие молотки изнашиваются быстрее, поэтому требуется их более частая замена. Количество молотков также влияет на размер частиц. Там же рассчитано и доказано, что 15 молотков на 100 мм шири-

ны ротора – наиболее оптимальное количество. Каждый молоток должен иметь толщину 3 мм.

В других исследованиях утверждается, что эффект ударного измельчения в молотковых дробилках возрастает при увеличении толщины молотков до 4-5 мм, а для некоторых продуктов рекомендуется применять молотки толщиной 5-10 мм. Зазоры между молотками и ситовой поверхностью могут регулироваться за счет перемещения молотков в пазах дисков. Пазы выполняются наклонными или продолговатыми.

Для тонкого измельчения продуктов зазор между окружностью вращения молотков и внутренней поверхностью решета должен быть в 2-4 раза больше толщины зерновки, а для крупного измельчения – в 6-8 раз. Зависимость величины зазоров между молотками и решетом от окружных скоростей молотков приведены в таблице 7.3.

Таблица 7.3

Окружная скорость молотков, м/с	60	70	80	95	100
Зазор, мм	14	18	22	25	27

Окружная скорость молотков для зерновых дробилок должна быть не менее 60 м/с и не превышать 100 м/с. При увеличении окружной скорости молотков возрастает разрушение частиц продукта, увеличивается производительность дробилки и, следовательно, снижается удельный расход электроэнергии.

7.2.5. Способы измельчения с применением молотковых дробилок

При выборе способа измельчения необходимо учитывать первоначальные вложения, энергетические затраты, затраты на ремонт, удобство обслуживания машин и др.

Варианты способов измельчения приведены на рис. 7.10.

Так называемая гравитационная система (рис. 7.10 – вариант № 1) предусматривает установку дробилок между двумя бункерами: верхний – для неизмельченного продукта, нижний – для измельченного. Установка дробилки требует самых низких первоначальных затрат, она имеет низкие эксплуатационные затраты, наименьшие потери, обеспечивает стабильную работу дробилок. Нижние бункера одновременно могут являться наддозаторными. Следует заметить, что такой вариант возможен при производственном цехе большой высоты. Однако предпочтительнее устанавливать дробилки на нижних этажах, в частности, на первом. Поэтому остальные варианты рассмотрены при установке дробилок на первом этаже. Установка дробилок на комбикормовом заводе может быть с приме-

нием механического транспорта или с использованием аэрозольтранспортирования (пневмотранспорта).

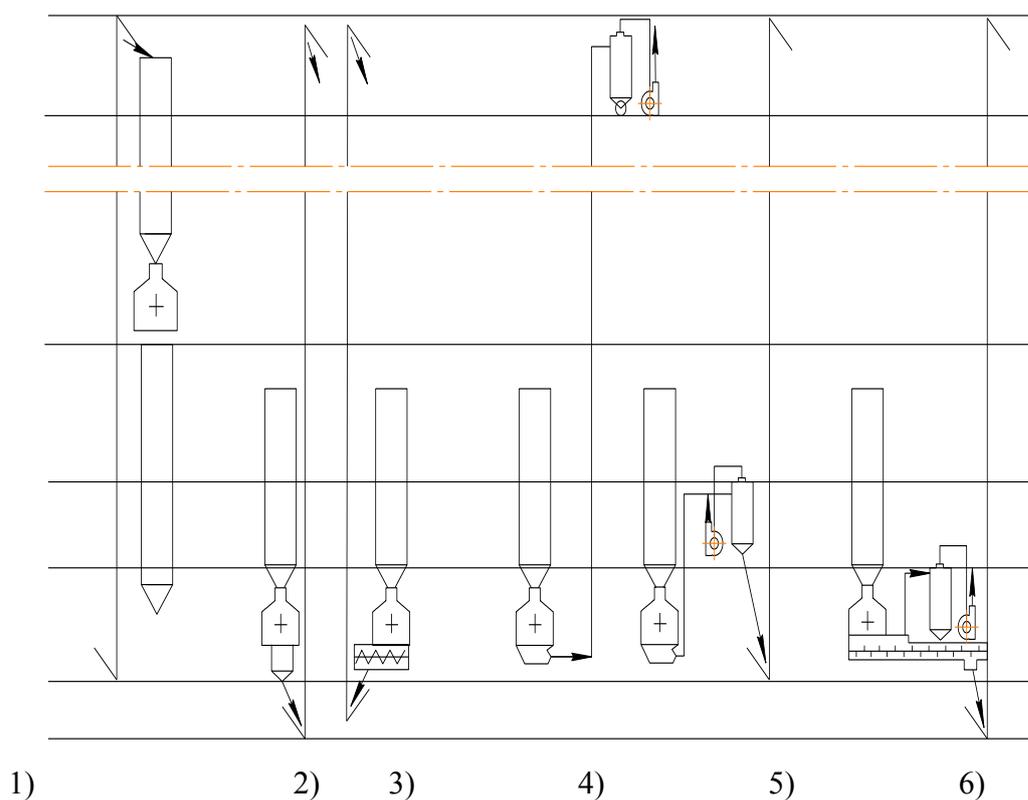


Рис. 7.10 Принципиальные схемы установки дробилок

При втором варианте (рис. 7.10 – № 2) дробилка устанавливается на первом этаже, разгрузка ее производится непосредственно в башмак нории, которая подает измельченный продукт в наддозаторные бункера. Однако при этом необходимо значительно заглублять башмак нории и устанавливать ее вплотную к дробилке.

Третий вариант (рис. 7.10 – № 3). Дробилку устанавливают на первом этаже, разгрузка ее происходит в шнековый транспортер, который подает продукт в башмак нории. Башмак нории необходимо также заглублять, но глубина заглубления меньше, чем во втором варианте, норию устанавливают с учетом норм расположения машин.

С использованием аэрозольтранспорта (пневмотранспорта) в комбикормовом производстве нашли применение следующие варианты (рис. 7.10 – № 4, № 5, № 6).

Четвертый вариант. Дробилка устанавливается на первом этаже, измельченный продукт поступает в пневмоприемник и аэрозольтранспортом направляется в циклон-разгрузитель, установленный над наддозаторным бункером.

Пятый вариант. Так же при установке дробилки на первом этаже, измельченный продукт поступает в пневмоприемник и поднимается только на 2-ой этаж, где установлен циклон-разгрузитель, и продукт возвращается в башмак норрии, который расположен на первом этаже, и далее норрия транспортирует продукт в наддозаторные бункера. В этом случае улучшается работа дробилки, за счет отсоса продукта воздухом, снижаются затраты электроэнергии на пневмотранспортирование.

Шестой вариант. Дробилка устанавливается также на первом этаже, измельченный продукт поступает в шнек, далее на норрию и в наддозаторные бункера. Шнек должен быть специальный, с увеличенной по высоте начальной частью и лопаточным винтом, чтобы воздух отсасывал продукт из дробилки, тем самым улучшая ее разгрузку, аспирировал и охлаждал продукт. Циклон устанавливается над шнеком, в который шлюзовой затвор разгружает продукт.

Отметим преимущества пневмотранспортирования продукта из-под дробилки. Использование аэрозольтранспорта (пневмотранспорта) в молотковых дробилках позволяет контролировать размер частиц (по диаметру отверстий сит), снизить температуру продукта, контролировать запыленность и снизить давление в дробилке. Скорость воздуха в пневмопроводе должна быть не менее 20 м/с, а количество воздуха 25-30 м³/мин на 1 т/ч [91]

Наряду с этим применение пневмоудаления продукта позволяет повысить производительность дробилки на 15-40% [101].

Молотки, вращающиеся с большой скоростью, будут создавать статическое давление внутри дробилки и транспортирующих измельченный продукт механизмах. Если оборудование недостаточно герметично, то пыль, которая образуется при измельчении, будет проникать в помещение через неплотности. Эта пыль является потенциальным источником взрыва. Применение пневмотранспорта позволяет снизить статическое давление на 15-40 мм.вод.столба. Отрицательное давление воздуха в молотковой дробилке обеспечивает лучшее просеивание частиц через сито, за счет быстрого удаления мелких частиц, снижения трения между частицами и ситом, уменьшения их скорости. Воздух должен входить в молотковую дробилку непосредственно рядом с впускным отверстием. Отверстие для воздуха должно иметь такую же ширину и площадь, что и загрузочное устройст-

во для продукта. Воздух будет входить в дробилку с продуктом и выходить через сито вместе с измельченным продуктом.

Наряду с достоинствами применение пневмотранспорта (аэрозольтранспорта) более дорогостоящее и дает большие потери влаги (таблица 7.4).

Таблица 7.4

Потери влаги в измельчающих установках

№№ п/п	Установка дробилок	Средние потери влаги, %
1.	С гравитационной разгрузкой (вариант 1)	0,10
2.	С механической разгрузкой продукта (варианты 2, 3)	0,22
3.	С пневматической разгрузкой продукта (варианты 4, 5, 6)	0,95

7.2.6. Организация процесса измельчения

В настоящее время на комбикормовых предприятиях находят применение следующие способы гранулометрической подготовки сырья (рис. 7.11)

- одноступенчатое однокомпонентное измельчение (рис. 7.11, схема 1);
- одноступенчатое однокомпонентное измельчение с контролем крупности (рис. 7.11, схема 2);
- одноступенчатое многокомпонентное измельчение (рис. 7.11, схема 3);
- одноступенчатое многокомпонентное измельчение с контролем крупности (рис. 7.11, схема 4);
- двухступенчатое однокомпонентное измельчение (рис. 7.11, схема 5);
- двухступенчатое однокомпонентное измельчение с регулированием крупности (рис. 7.11, схема 6);
- двухступенчатое многокомпонентное измельчение (рис. 7.11, схема 7);
- двухступенчатое многокомпонентное измельчение с регулированием крупности (рис. 7.11, схема 8).

Одноступенчатое однокомпонентное измельчение

При этом способе измельчение каждого вида сырья производят на машинах за один проход (рис. 7.11, схема 1). Основными измельчающими машинами являются молотковые дробилки и/или вальцовые станки.

Крупность продукта измельчения на дробилках зависит от вида измельчаемого сырья, размеров отверстий установленных сит, параметров рабочих органов (окружной скорости молотков, размеров молотков, зазора между ситом и молотками), степени износа молотков и др. факторов.

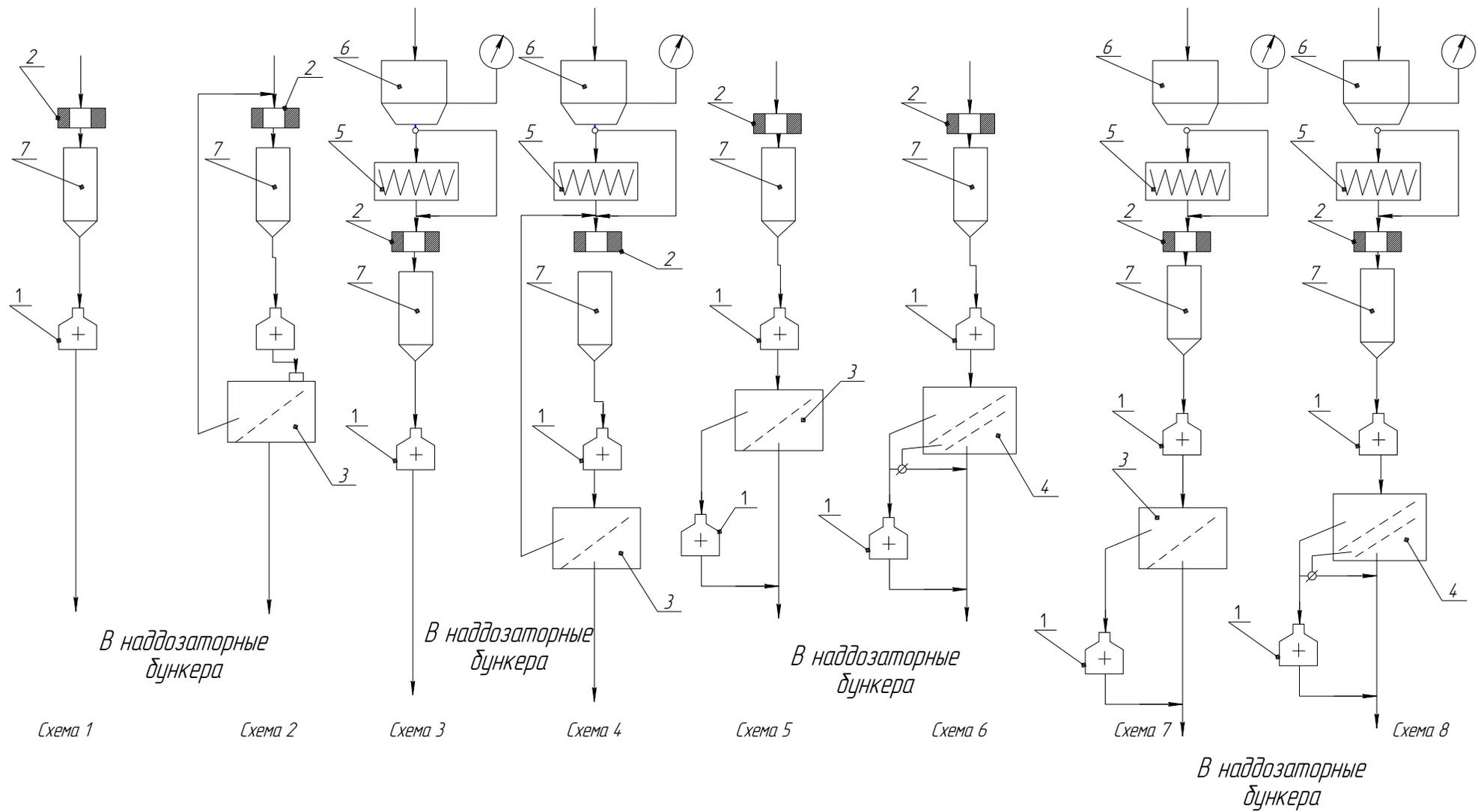


Рис. 7.11. Принципиальные схемы измельчения сырья при производстве комбикормов

1-дробилка, 2-магнитная защита, 3-просеивающая машина с одним решетом, 4-просеивающая машина с двумя решетами, 5-смеситель, 6-многокомпонентный дозатор, 7-бункер над дробилкой

Размеры отверстий сит в молотковых дробилках при одноступенчатом измельчении для обеспечения требований по крупности рекомендуется дифференцировать в зависимости от типа дробилки, перерабатываемой культуры и назначения комбикорма.

Применение вальцовых станков для измельчения зернового сырья обеспечивает требуемую крупность размола, более выравненный гранулометрический состав, меньшее количество мелких и пылевидных фракций, снижение расхода электроэнергии.

При выработке комбикормов определенной крупности в дробилках устанавливают сита с отверстиями требуемого размера.

Гранулометрический состав продукта, измельченных на дробилках (типа А1-ДМР и др.) при установке сит с отверстиями диаметром 3, 4, 5 и 6 мм для ячменя, пшеницы, кукурузы и гороха представлен в таблице 7.5.

Таблица 7.5

Гранулометрический состав измельченных компонентов и их смесей при одноступенчатом измельчении на дробилках А1-ДДР, А1-ДМР, ГМ-5

Наименование компонента	Диаметр отверстий дробилок	Остаток (%) на ситах с отверстиями диаметром, мм		Содержание мелкой фракции (проход сита с отверстиями Ø 1мм, %)	Содержание целых зерен, %	Средний размер частиц, мм	Объемная масса, т/м ³	Угол естественного откоса, град
		5	3					
Ячмень	3	0	0,7 – 3,2	45,7	0 – 0,3	0,9 – 1,0	0,50 – 0,65	42 – 43
	4	0	4,0 – 5,6	37,2	0 – 0,5	1,25 – 1,45	0,44 – 0,63	42 – 43
	5	0	6,3 – 11,9	29,8	1,0 – 5,5	1,45 – 1,65	0,47 – 0,60	42 – 44
	6	0,2	7,5 – 12,8	22,3	5,1 – 6,5	1,70 – 2,00	0,46 – 0,55	41 – 45
Пшеница	3	0	0,4 – 2,2	52,7	0 – 0,3	0,95 – 1,05	0,55 – 0,67	43 – 45
	4	0	3,0 – 5,0	41,8	0 – 0,4	1,20 – 1,40	0,55 – 0,65	43 – 45
	5	0	5,1 – 7,5	31,6	1,5 – 3,5	1,45 – 1,60	0,56 – 0,60	44 – 46
	6	0,2	6,5 – 10,5	27,0	3,5 – 5,0	1,65 – 1,80	0,57 – 0,59	45 – 47
Кукуруза	3	0	1,0 – 2,5	58,0	0	0,8 – 0,95	0,59 – 0,64	43 – 46
	4	0	2,6 – 4,0	46,8	0	1,0 – 1,20	0,55 – 0,62	44 – 46
	5	0	4,1 – 6,7	32,5	0	1,23 – 1,45	0,58 – 0,61	45 – 47
	6	0	6,8 – 9,5	21,5	0	1,50 – 1,75	0,57 – 0,60	45 – 47
Зерносмесь (кукуруза-ячмень-пшеница)	3	0	0 – 0,5	64,2	0	0,8 – 4,0	0,43 – 0,61	40 – 46
	4	0	0,5 – 1,5	51,6	0,1 – 0,2	1,15 – 1,28	0,44 – 0,60	39 – 46
	5	0	1,5 – 4,0	41,6	0,2 – 1,0	1,28 – 1,40	0,44 – 0,57	38 – 46
	6	0	3,5 – 7,0	31,4	1,0 – 1,5	1,40 – 1,50	0,45 – 0,55	38 – 45

По приведенным данным выбирают режим измельчения зернового сырья, в зависимости от требований по крупности на вырабатываемый комбикорм для взрослого поголовья скота и птицы.

При производстве комбикормов для выращивания и откорма животных в промышленных животноводческих комплексах для измельчения зерна с целью обеспечения крупности продукта в соответствии с требованиями НД по одноступенчатой схеме применяют в дробилках сита с отверстиями диаметром 1,8 и 2,0 мм.

При производстве комбикормов для сельскохозяйственной птицы для измельчения зерна с целью обеспечения крупности продукта, отвечающей требованиям стандарта, особенно для несушек и молодняка кур по одноступенчатой схеме применяют в дробилках сита при измельчении: ячменя, пшеницы и других мелкодисперсных культур – диаметром 4-5 мм, гороха, кукурузы – диаметром 6 мм.

Измельчение овса, гранулированных рыбной муки и хлопкового шрота на ситах с отверстиями диаметром 3 мм вызывает значительные затруднения, продукты измельчения этих компонентов плохо дозируются, имеют угол естественного откоса 44-55 град., не истекают из бункеров и силосов.

Износ молотков оказывает влияние на производительность дробилок и гранулометрический состав продуктов измельчения. По мере износа крупность измельчения возрастает, так как средний размер частиц и остаток на сите диаметром 3 мм увеличивается, а содержание проходовой фракции через сито диаметром 1 мм уменьшается (рис. 7.8).

Применение вальцовых станков для измельчения зерновых культур обеспечивает повышение крупности размола, что особенно важно при производстве рассыпных комбикормов для сельскохозяйственной птицы, в частности, для кур-несушек и бройлеров.

Измельчение зерна на вальцовых станках производят при следующих режимах: число рифлей – 5-6 на 1 см, уклон рифлей – 4-6%, отношение окружных скоростей – 1:2,5, расположение рифлей – острие по острию, угол заострения рифлей – 90-95 град.

Измельченные на вальцовых станках зерновые компоненты при нормированном содержании целых зерен (не более 0,5%) имеют меньшее количество мелких и пылевидных фракций (табл. 7.6).

Производительность вальцовых станков и расход электроэнергии при измельчении зерна зависит от зазора между валками.

Гранулометрический состав продуктов измельчения
на вальцовом станке

Величина зазора между валками	Остатки (%) на ситах с отверстиями диаметром, мм					Содержание целых зерен, %	Средний размер частиц, мм
	5	3	2	1	дно		
	Измельченная пшеница						
0,8	0	3,8	27,4	51,0	17,8	0	1,69
1,0	0	4,5	32,0	49,0	14,5	0	1,75
1,15	0	6,0	40,0	42,5	11,5	0,1	1,94
1,25	0	10,5	48,0	33,0	8,5	0,2	2,23
1,40	0	16,2	55,0	22,9	5,9	0,4	2,43
1,50	0	24,0	60,0	12,0	4,0	0,5	2,73
	Измельченный ячмень						
1,30	0	18,0	48,5	27,0	6,5	0,5	2,28
1,40	0	22,0	49,5	22,5	6,0	0,5	2,37
1,50	0	25,5	50,0	20,0	4,5	1,0	2,47

Одноступенчатое однокомпонентное измельчение с контролем крупности

При второй схеме (рис. 7.11, схема 2) измельченный продукт после дробилки направляется на просеивающую машину, сходовая фракция после которой поступает на повторное измельчение на эту же дробилку, проходная – в наддозаторные бункера. Заданная крупность компонента при этом обеспечивается за счет установки в просеивающей машине сит (сеток) соответствующих номеров.

Одноступенчатое многокомпонентное измельчение

Данная схема переработки включает первоначальное дозирование зернового, гранулированного и др. сырья, требующего гранулометрической подготовки, и последующее его совместное измельчение за один проход через измельчающую машину (рис. 7.11, схема 3).

Дозирование сырья осуществляют на дозаторах непрерывного или периодического действия.

При использовании дозаторов непрерывного действия (весовых или объемных) процесс измельчения организуют также непрерывно.

При применении весовых многокомпонентных дозаторов периодического действия процесс измельчения сырья может быть организован как непрерывно, так и порционно

(периодически). В первом случае над дробилками оборудуют бункер емкостью на несколько порций, во втором – на одну порцию.

После дозирования компоненты, направляемые на измельчение, перемешивают в смесителях или измельчают без перемешивания. Более целесообразно компоненты перемешивать, так как при измельчении смеси обеспечивается более стабильная работа дробилок, лучшая переработка трудноизмельчаемых компонентов, таких как овес, ячмень, повышается однородность и выравненность продукции. Вместе с этим исследования ВНИИКП показали, что исключение операции смешивания не оказывает влияния на показатели измельчения, однако при таком построении схемы необходимо обязательное смешивание этой порции измельченной смеси с соответствующим количеством остальных компонентов по рецепту на завершающем этапе приготовления комбикормов.

Измельчение проводят на дробилках с установкой сит, обеспечивающих требуемую нормативно-технической документацией крупность комбикорма.

Смесь измельченных компонентов имеет более мелкий гранулометрический состав по сравнению с отдельными компонентами, измельченными при установке тех же сит. Гранулометрический состав зерновых компонентов и их смесей, измельченных на дробилках А1-ДДР, А1-ДПП, 50/63 с установкой сит с отверстиями диаметром 3, 4, 5 и 6 мм представлены в таблице 7.5, а физико-механические свойства измельченных зерновых и гранулометрических компонентов – в табл. 7.6.

Производительность дробилки при измельчении смеси на 5-8% выше, чем при измельчении отдельных компонентов. Удельный расход электроэнергии на измельчение смеси на 5-7% ниже, чем при измельчении отдельных компонентов (рис. 7.12).

Одноступенчатое многокомпонентное измельчение с контролем крупности

При одноступенчатом многокомпонентном измельчении с контролем крупности (рис. 7.11, схема 4) в просеивающей машине устанавливают решета, обеспечивающие требования стандарта по крупности на данный вид комбикорма. В этом случае можно увеличить диаметр отверстий сит в дробилке на один номер, а просеивающая машина гарантирует требования по крупности даже при повреждении сит дробилки.

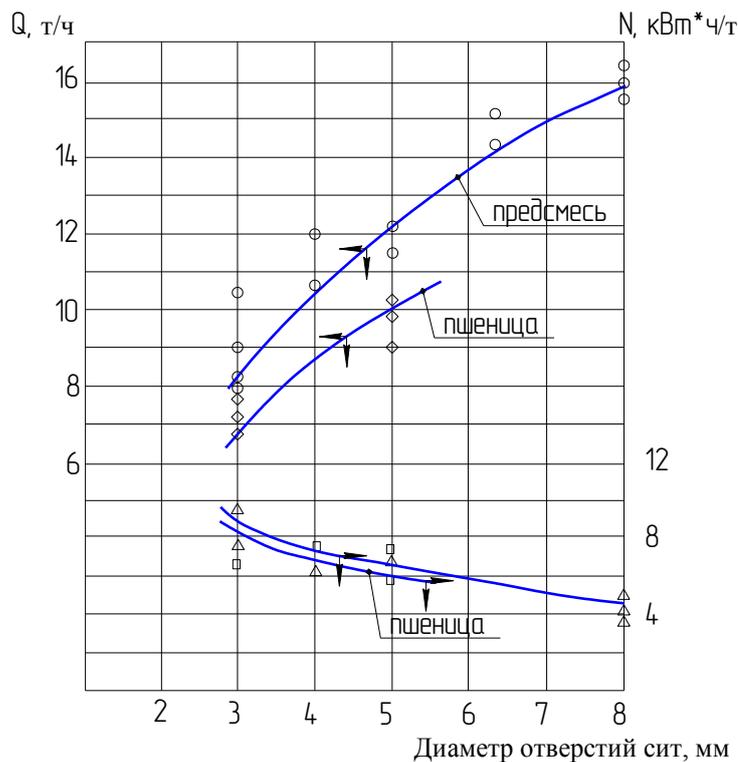


Рис. 7.12. Зависимость производительности и удельного расхода электроэнергии дробилки А1-ДДР при одноступенчатом измельчении смеси зерна от диаметра отверстий сит.

Двухступенчатое однокомпонентное измельчение

При данной схеме каждый вид сырья измельчается в два этапа на дробилках или других машинах (например, вальцовых станках) с промежуточным просеиванием (рис. 7.11, схема 5).

Этот способ целесообразно применять при выработке комбикормов выравненного гранулометрического состава, а также при производстве комбикормов тонкого размола или пониженной крупности.

Рациональное построение процесса измельчения по схеме 5 рис. 7.11 предусматривает установку на дробилках первой ступени сит с отверстиями диаметром 8, 6, 5 или 4 мм, на второй ступени – диаметром 4, 3 или 2 мм.

В просеивающей машине устанавливают сетки, при которых обеспечивается требуемая крупность комбикорма.

Гранулометрический состав продуктов измельчения после дробилок первой ступени аналогичен данным одноступенчатого измельчения (табл. 7.6). Измельченные сходовые фракции на дробилке второй степени имеют меньшую крупность, чем продукты после дробилок первой ступени.

Удельный расход электроэнергии при двухступенчатом измельчении зерна на оптимальном режиме на 25-30% ниже, чем при одноступенчатом способе измельчения, производительность узла измельчения увеличивается на 30-40% (рис. 7.13).

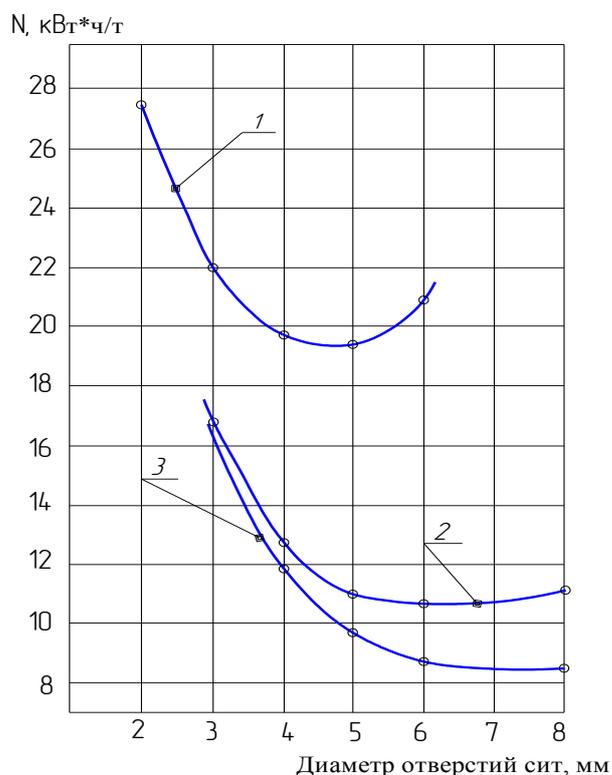


Рис. 7.13. Зависимость удельного расхода электроэнергии при двухступенчатом измельчении ячменя от диаметра отверстий сит I ступени при установке на дробилках II ступени сит: 1 – Ø 2 мм, 2 – Ø 3 мм, 3 – Ø 4 мм.

Двухступенчатое многокомпонентное измельчение

Данная схема переработки сырья включает дозирование компонентов, требующих гранулометрической подготовки, совместное измельчение компонентов, фракционирование на просеивающей машине, измельчение сходовых фракций на второй измельчающей машине. Переработку сырья осуществляют по схеме 7, изображенной на рис. 7.11.

Организацию технологического процесса осуществляют в соответствии с положениями, изложенными выше в настоящей главе.

Измельчения проводят в две ступени с применением молотковых дробилок или вальцовых станков.

На первом этапе в дробилках устанавливают сита с отверстиями диаметром 8, 6, 5 или 4 мм, на втором – диаметром 4, 3 или 2 мм.

Фракционирование измельченной смеси осуществляют на просеивающих машинах с установкой сит, обеспечивающих заданную крупность вырабатываемого комбикорма. В

зависимости от назначения комбикорма в просеивающих машинах устанавливают сетки проволочные различных номеров от № 2,0 до № 3,2.

Гранулометрический состав зерновой смеси при двухступенчатом измельчении по схеме дробилка-просеивающая машина-дробилка более выравненный.

При использовании на второй ступени вальцового станка представляется возможным получить требуемую крупность при обеспечении норм содержания целых зерен. По этой схеме возможно получить как тонкий размол (при производстве комбикормов для молодняка животных), так и продукт с повышенной крупностью (например, комбикормов для кур-несушек).

Рациональные режимы переработки многокомпонентных смесей при двухступенчатом измельчении, обеспечивающие наименьший расход электроэнергии и требуемую крупность аналогичны режимам при двухступенчатом измельчении отдельных видов сырья, (рис. 7.14).

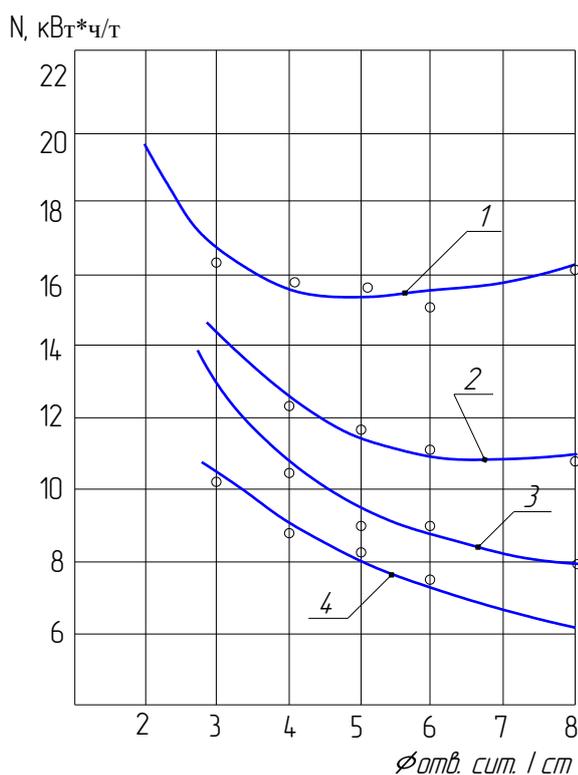


Рис. 7.14. Зависимость удельного расхода электроэнергии при двухступенчатом измельчении смеси от диаметра отверстий сит дробилок I ступени при установке на дробилках II ступени сит: 1 — Ø 2 мм, 2 — Ø 3 мм, 3 — Ø 4 мм, 4 — вальцового станка.

Удельный расход электроэнергии при двухступенчатом измельчении смеси на 5% ниже, чем средневзвешенный расход энергии при измельчении отдельных культур.

Двухступенчатое одно- и многокомпонентное измельчение с регулированием крупности продукта

При данных схемах (рис. 7.11, схемы 6 и 8) подготовки сырья по гранулометрическому составу в линии устанавливают просеивающую машину с двумя ситами. Проход нижнего сита направляется как готовый продукт, средняя фракция (проход верхнего сита и сход нижнего) может переключаться или в готовый продукт при повышенной крупности комбикорма или на доизмельчение на вторую дробилку, а сход верхнего сита также направляется на эту же вторую дробилку. По такой схеме подготовки регулируется крупность комбикорма в зависимости от рецепта для того или другого поголовья скота.

7.2.7. Совершенствование процесса измельчения сырья

К критериям оценки технологической эффективности процесса гранулометрической подготовки сырья при производстве комбикормов можно отнести снижение доли пылевидных частиц, повышение однородности помола, снижение энергоемкости. Реализация этих критериев будет включать многоступенчатое измельчение зерна с промежуточным контролем крупности, создание новых измельчающих машин и др. На современном этапе развития комбикормовой промышленности требования к измельчению сырья все более возрастают [89]. По требованиям животноводов комбикормовые предприятия должны вырабатывать так называемый «структурированный» корм, отвечающий потребностям животного. Это означает, что за счет измельчения должна возрасти усвояемость корма, частицы должны иметь выравненный гранулометрический состав, не вызывать возникновения язв и повреждений желудка, содержание пылевидных фракций должно быть минимальным, так как сухой корм в пылевидном состоянии несвойственен животному, кроме того вызывает увеличение расхода энергии на измельчение и загрязняет окружающую среду, т.е. ухудшает экологическую обстановку.

В этом плане на данном этапе целесообразно рекомендовать двухступенчатое измельчение компонентов, в первую очередь, зерновых с применением молотковых дробилок, вальцовых станков и просеивающих машин. Измельчение компонентов можно организовать по следующим вариантам:

- 1 – молотковая дробилка – просеивающая машина – молотковая дробилка;
- 2 – молотковая дробилка – просеивающая машина – вальцовый станок;
- 3 – вальцовый станок – просеивающая машина – вальцовый станок.

Наши исследования показали, что в практических условиях уже применяются на предприятиях два первых варианта. Требуемая крупность при этом обеспечивается как за

счет установки сит с отверстиями требуемых размеров, так и путем применения соответствующих решет в просеивающих машинах.

Для примера приведем данные исследований по измельчению зерна и смесей при выработке комбикормов для кур-несушек. Опыты проведены при установке на дробилках первой ступени сит с отверстиями $\varnothing 5$ мм, в просеивающей машине (сепаратор ЗСШ-20) сеток проволочных № 3,2 в приемных решетках и № 2,2 – в контрольных, в дробилках второй ступени – сит с отверстиями $\varnothing 4$ мм и количестве рифлей на вальцах – 5 рифлей/см с расположением «острие по острию». Гранулометрический состав продуктов измельчения ячменя и смеси ячменя, пшеницы и кукурузы для двух вариантов приведен на рис. 7.15.

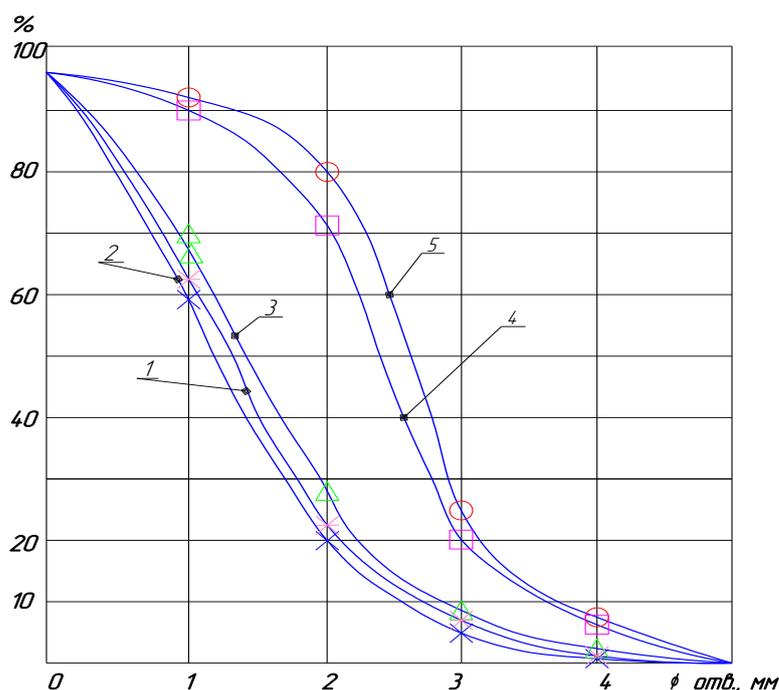


Рис. 7.15. Гранулометрический состав зерна при двухступенчатом измельчении с просеиванием.

- 1 – измельчение зерносмеси на дробилке I ступени с ситом $\varnothing 5$ мм
- 2 – измельчение схода зерносмеси на дробилке II ступени $\varnothing 5$ мм
- 3 – измельчение ячменя на дробилке I ступени с ситом $\varnothing 5$ мм
- 4 – измельчение схода зерносмеси на вальцовом станке
- 5 – измельчение схода ячменя на вальцовом станке

При измельчении по первому варианту зерносмеси (кривые 1 и 2) количество мелкой фракции – проход сита $\varnothing 1$ мм – составляет 32-35%. Для сравнения отметим, что при измельчении такого продукта за один проход при удовлетворении требований стандарта по содержанию целых зерен, проходная фракция сита $\varnothing 1$ мм составляет $\sim 50\%$. При измельчении ячменя наблюдается более крупный размол (на 4-6%). Лучшие результаты обеспечиваются с применением вальцового станка на второй ступени (кривые гранулометрического состава № 4 и № 5 представлены на графике). Гранулометрический состав

продуктов измельчения при таком способе получен наиболее выравненный, так как содержание мелкой фракции – проход сита Ø1 мм – составляют не более 35%, а количество целых зерен в измельченном продукте не превышало требуемых по стандарту. Удельный расход электроэнергии при таких вариантах двухступенчатого измельчения был ниже на 25-30% по сравнению с одноступенчатым измельчением.

Для решения задачи совершенствования процесса измельчения зерна перспективным направлением также следует считать создание новых измельчающих машин: дисковых дробилок, дезинтеграторов, пальцевых измельчителей и т.п.

За рубежом выпускают дисковые дробилки для измельчения зерна []. Дробилки доказали свою возможность обеспечивать регулируемую степень измельчения компонентов с одновременно небольшим потреблением энергии и низким уровнем шума и пыли. В дисковой дробилке зерно измельчается двумя дисками с профильными размольными элементами из карбида вольфрама. Основные преимущества дисковых дробилок:

- однородная структура продуктов размола;
- низкое по сравнению с аналогами удельное энергопотребление;
- низкий уровень шума;
- высокая прочность размалывающих частей оборудования, которая в 2-3 раза превышает прочность стандартной закаленной стали молотковых дробилок;
- отсутствие необходимости в сменных ситах, регулирующих крупность продукта;
- возможность плавной регулировки расстояния между дисками для получения продукта требуемой крупности.

Аналогичные работы проводятся в нашей стране, однако промышленного распространения они еще не получили.

7.3. Просеивание измельченных компонентов

Для обеспечения требуемого гранулометрического состава продукта (измельченного зерна, мучнистого сырья, измельченных гранул, комбикорма) целесообразно осуществлять его просеивание на предназначенных для этого машинах: просеивателях, отсевах, сепараторах и т.п. Это обеспечивает выполнение требований нормативно-технической документации по крупности продукта, экономию электроэнергии, повышения качества продукции. Эффективность процесса просеивания зависит от многих факторов: гранулометрического состава продукта, величины живого сечения решета, амплитуды и частоты колебаний решета, вида движения решета (возвратно-поступательное движение в горизонтальной плоскости, вертикальные колебания, движение решета с подбрасыванием продукта и др.).

В настоящее время созданы и применяются для сортирования продуктов измельчения различные машины. Параметры их работы, обеспечивающие наибольшую эффективность разделения, в основном установлены при создании машин. Поэтому рассмотрим только факторы, влияющие на процесс просеивания и зависящие от обслуживающего персонала.

К параметрам, которые оказывают наибольшее влияние на процесс и результаты просеивания относятся: живое сечение решета и сопротивление прохождению частиц через отверстия.

Под живым сечением понимают отношение площади, занимаемой отверстиями по всей площади решета. С увеличением живого сечения пропорционально изменяется вероятность прохождения через решето частиц меньших размеров при разовом появлении на поверхности сита. В связи с этим целесообразно применять решета с возможно большим живым сечением.

Сопротивление прохождению частиц через отверстия решета характеризуется силами, противодействующими продвижению частиц меньших размеров через отверстия. Оно зависит от формы, сечения и величины отверстий решета (рис. 7.16). Изготовленные из листового материала решета с коническими расширяющимися отверстиями и тканые решета из тонких проволок обладают небольшим сопротивлением прохождению частиц через отверстия. Наряду с этим и материал, из которого изготовлена ситовая ткань (с малым коэффициентом трения), оказывает влияние на степень сопротивления прохождению частиц через отверстия решета.

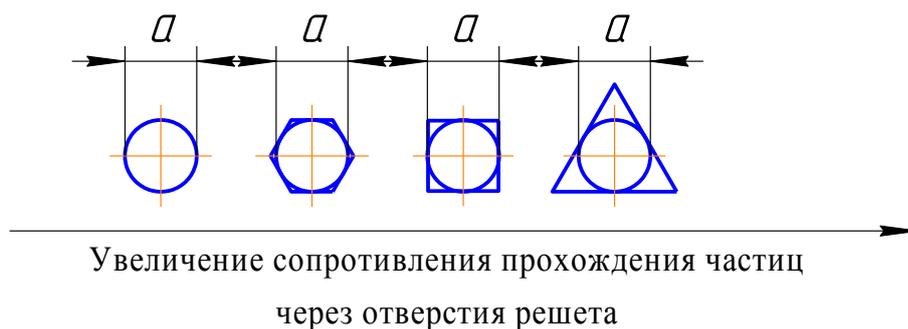


Рис. 7.16. Влияние формы отверстия на сопротивление прохождению частиц через отверстия

На эффективность процесса просеивания оказывает большое влияние гранулометрический состав (величина частиц) просеиваемого материала и подвижность отдельных частиц в слое этого материала.

Гранулометрический состав просеиваемого материала определяют методом ситового анализа. По результатам этого анализа строится график в координатах: остаток на сите (ось ординат) и величина частиц (ось абсцисс) (рис. 7.17 и 7.18). Получаемая кривая называется линией, характеризующая крупность продукта. По этим линиям можно видеть как гранулометрический состав просеиваемого материала отвечает требованиям определенного разделения частиц. На графике показывается процент материала, трудно поддающегося просеиванию. Это количество частиц, размеры которых лишь немного отличаются от величины размеров отверстий решета. Частица несколько меньших размеров лишь с трудом проходят через отверстия, а несколько больших размеров закрывают отверстия и тормозят процесс просеивания. Поэтому частицы, размеры которых на 20% отклоняются в верхнюю или нижнюю сторону от размеров отверстий сита, относят к продукту, который трудно поддается процессу просеивания. На диаграммах проводят вертикальную линию, которая показывает разделения частиц. Из диаграмм можно определить долю, приходящуюся на продукт, который трудно поддается просеиванию. Небольшое количество трудно просеиваемого материала (рис. 7.17) показывает на лучший показатель величины η – полноту разделения материала.

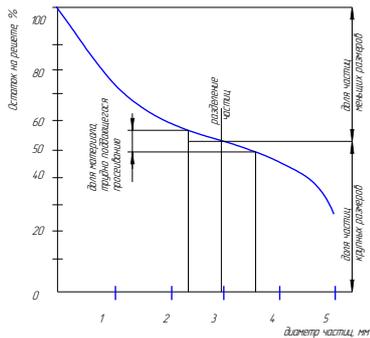


Рис. 7.17. Гранулометрический состав остатка на ситах (благоприятное разделение)

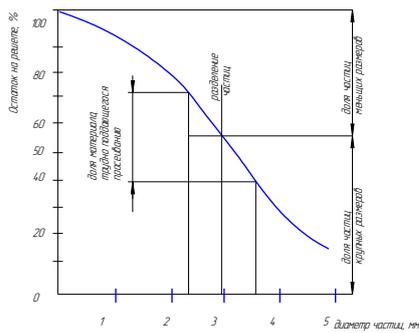


Рис. 7.18. Гранулометрический состав остатка на ситах (неблагоприятное разделение)

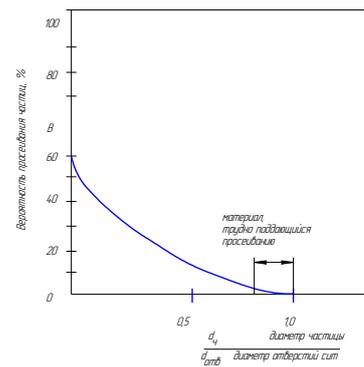


Рис. 7.19. Взаимосвязь между величиной частиц и вероятностью прохождения частиц через отверстия решета

Чем больше доля частиц меньших размеров в продукте проходит через отверстия, тем больше будет полнота разделения.

Доля частиц меньших размеров также может быть определена по линии, характеризующей крупность продукта (рис. 7.17 и 7.18).

Чем меньше величина частиц малых размеров, чем отверстия решета, тем больше вероятность прохождения частиц через эти отверстия (рис. 7.19).

По линии гранулометрического состава можно видеть, в какой степени просеиваемые частицы отличаются от диаметра отверстий решет.

Большую роль в разделении материала на решетке имеет и подвижность (коэффициент внутреннего трения) отдельной частицы, что характеризует процесс самосортирования частиц в слое. Большая подвижность частиц обеспечивает интенсивную циркуляцию их в слое, что способствует продвижению частиц к поверхности слоя и последующее ее прохождение через решето. Такая подвижность частиц в слое материала зависит от влажности и формы их, а также от свойств их поверхности. Например, эффективной для процесса просеивания является круглая форма, а также гладкая и сухая поверхность, так как эти качества повышают подвижность, в то время как подвижность снижается, если частицы имеют форму хлопьев или стержней и характеризуются шероховатой, колючей или влажной поверхностью. Мерой подвижности отдельной частицы внутри слоя просеиваемого материала является также угол естественного откоса. Если величина угла небольшая, то частицы имеют хорошую сыпучесть и отличаются лучшей подвижностью в пределах слоя просеиваемого материала.

На комбикормовых предприятиях для просеивания (сортирования) измельченных продуктов нашли применение рассевы типа ЗРШ-4М, РЗ-БРБ, сепараторы типа А1-БФФ. Наряду с этим возможно применять бичевые однороторные машины типа МБО, изготавливаемые Курском заводом, производительностью 5 т/ч и сепараторы с принудительным просеиванием УЗ-ДЗС-50 и УЗ-ДЗС-100, производительностью 50 и 100 т/ч, выпускаемые экспериментальной базой ВНИИКП. Для разделения сыпучих продуктов по крупности выпускаются сортировки в односитовом (С-1) и двухситовом (С-2) исполнении пяти типоразмеров, производительностью от 10 до 100 т/ч (см. гл. 7).

7.4. Дозирование компонентов

7.4.1. Требования к технологии дозирования компонентов

Дозирование компонентов на комбикормовом заводе представляет собой важную технологическую стадию. От дозирования и смешивания зависит объем производства комбикормового завода, а также качество производимых комбикормов. Под дозированием понимают распределение отдельных компонентов с помощью средств измерений по весу и объему в массе комбикорма в соответствии с предписанным рецептом. Зависимость качества комбикормов от правильного дозирования подчеркивается тем фактом, что в последующих технологических стадиях, например, в стадии смешивания ошибки, допущенные при дозировании, исправить либо очень трудно, либо вообще невозможно.

В последние годы значительно увеличилось количество рецептов приготавливаемых комбикормов для видов животных и число используемых компонентов. В настоящее время для приготовления комбикормов используется более 100 различных компонентов, приготавливается почти столько же видов комбикормов, к тому же проценты отдельных компонентов в составе комбикорма очень различны и соотношение наименьшего компонента к наибольшему может достигать до 1:200, так что в связи с вышеперечисленными фактами к точности дозирования предъявляются очень высокие требования. В ходе совершенствования процессов были разработаны и получили наибольшее распространение два основных вида метода дозирования компонентов, а именно, непрерывный и периодический (порционный) методы.

Непрерывное дозирование может основываться на весовом или объемном принципе, а в качестве дозирующих установок могут применяться барабанные ленточные дозаторы, а также однокомпонентные весовые дозаторы. Смешивание производят в смесителях непрерывного действия.

Наибольшее применение нашло дозирование на многокомпонентных весовых дозаторах, а смешивание – в смесителях периодического действия.

С учетом большого числа перерабатываемых компонентов, довольно различных весовых долей компонентов соответственно рецептуре и широкого ассортимента комбикормов для отдельных видов животных к технологии дозирования предъявляются следующие требования:

- возможность дозирования всех компонентов с учетом их процентного состава соответственно рецептуре;
- обеспечение постоянства состава комбикормов;
- бесперебойность автоматического процесса дозирования;
- обеспечение высокой производительности;
- возможность быстрой смены рецептуры;
- контроль за процессом дозирования и управления им с центрального пункта.

7.4.2. Объемное дозирование

При объемном дозировании для компонентов сыпучих материалов применяют средства измерения, действующие по объемному принципу, например, барабанные, тарельчатые и шнековые дозаторы, реже – вибрационные, ленточные, виброшнековые, пневматические дозаторы, а для дозирования жидких компонентов используют, как правило, поршневые или шестеренчатые насосы, расходомеры и т.п. Недостатком этих дозаторов является то, что они не могут реагировать на колебания плотности засыпки, т.е. колебания объемной массы, в результате чего наблюдаются колебания в производительности. Считают, что колебания в объемной массе и колебания производительности дозирования у отдельных видов насыпных материалов могут достигать до 10%. Практика показывает, что для правильного объемного дозирования насыпных материалов необходимо через каждые 30-60 минут производить проверку установленной величины дозирования.

Еще один недостаток объемного дозирования заключается в том, что объемные дозаторы насыпных материалов лишь в ограниченной степени позволяют применять электронно-вычислительную технику и автоматику, поэтому обслуживающему персоналу требуется очень много времени на осуществление контроля.

Преимущества объемного дозирования заключаются в простоте конструкции дозаторов и в возможности обеспечения высокой производительности дозирования при относительно невысоких затратах труда и средств.

7.4.3. Весовое дозирование

Во многих отраслях промышленности, например, в металлургической и химической, а также в сельском хозяйстве и промышленности по переработке сельскохозяйственной продукции, применение весового дозирования является обязательным условием для обеспечения хорошего качества продукции и предотвращения потерь материалов, чему в немалой степени способствует возможность точного учета материалов. Технические устройства для взвешивания, применяемые при весовом дозировании легко можно оборудовать средствами регулирования и управления. При применении соответствующих дополнительных установок с этих устройств можно получать информацию, являющуюся основой для управления процессами дозирования и смешивания и для их регулирования.

Для дозирования главным образом используют многокомпонентные весовые дозаторы, ленточные весовые дозаторы и др. Для транспортировки компонентов из наддозаторных бункеров в ковш весов применяются питающие устройства различных систем, имеющих электрические приводы. В зависимости от степени текучести дозируемых насыпных материалов применяются шнековые транспортеры, лопастные питательные устройства или вибрационные желобы, с условием, что при применении последних для транспортирования легко текучих материалов необходимо предвключение шлюзовых затворов. Для обеспечения высокой точности взвешивания производительность питающих устройств, как правило, поддается регулированию, для чего до достижения заданного веса компонента можно произвести переключение с потока грубой подачи на более тонкий поток. Точка переключения с грубой дозировки на более тонкую лежит примерно в диапазоне 70-90% установленного заданного значения. После отключения питателя продукт еще движется в ковше. Этот дополнительный поток находится в зависимости от целого ряда факторов, как то:

- диапазон колебаний объемной массы материала;
- свойства и текучесть компонентов;
- соотношение между выбранным весом и диапазоном, в котором можно производить взвешивание на данных весах;
- конструкция питающего устройства;
- равномерность поступления дозируемого материала в ковш применяемых весов;
- форма ковша используемых весов;
- производительность питающего устройства;
- высота между питающим устройством и насыпью материала в ковше весов;
- точность отключения питающего устройства по достижению заданной величины.

Наличие большого числа влияющих факторов приводит к тому, что даже при весовом дозировании существует ряд проблем, связанных с обеспечением достаточно высокой точности дозирования. Число этих проблем увеличивается еще больше из-за того, что затруднения и неполадки в управлении дозирочными весами являются дополнительной причиной возникновения погрешности в дозировании. По данным исследований эти ошибки могут доходить до 30% [102].

7.4.4. Устройства для объемного дозирования

Дозирование насыпных материалов при использовании объемных дозаторов осуществляется по объему материала, который проходит через дозатор в единицу времени.

Произведение объемной массы на дозирочный объем в единицу времени показывает пропускную способность или производительность дозатора. Колебания в дозировании, вызываемые постоянными изменениями объемной массы, вызывают необходимость в частом контроле за объемными дозаторами. Проверка, а в необходимых случаях и корректировка установленной величины дозирования, осуществляется с помощью контрольных взвешиваний дозированной массы в единицу времени.

Ленточные дозаторы.

Короткий ленточный транспортер непрерывно отбирает из емкости сыпучий материал (рис. 7.20). В зависимости от конструкции дозатора скорость движения ленты может быть постоянной или переменной. Нужная в каждом случае производительность может быть обеспечена за счет различной загрузки ленты путем изменения положения шибера на выходе из емкости или же за счет регулирования скорости движения ленты.

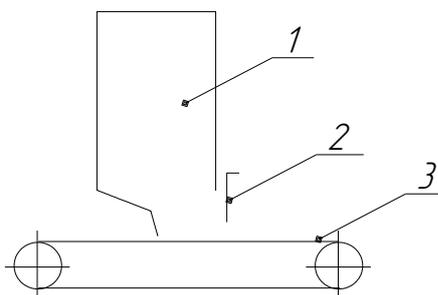
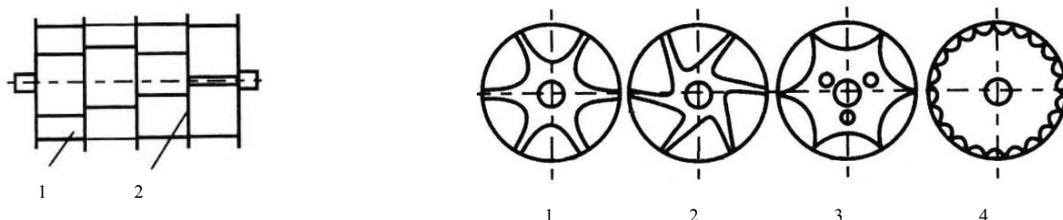


Рис. 7.20. Схема ленточного дозатора

1 – наддозаторный бункер; 2 – шибер; 3 – ленточный транспортер.

Барабанные дозаторы.

В комбикормовой промышленности барабанные дозаторы применялись в первые периоды ее развития и до настоящего времени работают в сельскохозяйственном производстве. Это дозаторы ДП-1 и ДП-2 и др. производительностью 35 м³/ч и менее. В литом чугунном корпусе или корпусе из листовой стали установлен ячеистый барабан, по длине разделенный дисками на секции так, что ячейки каждой секции смещены относительно друг друга на ~ 20 градусов по винтовой линии для придания потоку более непрерывного и равномерного дозирования (рис. 7.21 а, б).



<p>Рис. 7.21 а. Схема барабанного дозатора 1 – звездочки дозирующие, 2 – разделительный диск</p>	<p>Рис. 7.21 б. Звездочки барабанного дозатора 1 – для зернового сырья, 2 – для мучнистого сырья, 3 – для трудносыпучего сырья, 4 – для компонентов в малых дозах</p>
--	---

Барабанные дозаторы устанавливают группами под наддозаторными бункерами. Их объединяют в батареи, приводимые одним электродвигателем. Каждый дозатор имеет диск с делениями и рычаг, соединенный с общим валом храповым механизмом. С помощью рычага и храпового механизма устанавливают угол поворота барабана за один оборот и, следовательно, его производительность. Дозаторы устанавливают непосредственно под наддозаторными бункерами, которые должны быть оборудованы выпускными устройствами в зависимости от свойств сыпучести загруженного в них компонента.

При подготовке батарей объемных дозаторов к выпуску комбикормов по заданному рецепту составляют расчет производительности каждого дозатора. Согласно расчету устанавливают производительность вначале приближенно по делениям на шкале диска, а затем осуществляют проверку, для чего с помощью перекидного клапана под дозатором отбирается проба за определенное время в мешок, который взвешивается на платформенных весах, установленных возле дозаторов. Такая установка производится при каждой смене рецепта. Расчет количества компонента, которое должен пропустить каждый дозатор в минуту, записывают на доске рецептов. У дозаторов помещают таблицу производительности каждого из них в зависимости от делений шкалы. После установки включают

всю систему и проводят проверку. В процессе работы дозаторщик проверяет работу всех дозаторов не менее двух раз в смену не считая первоначальной проверки в начале работы или при переходе на другой рецепт. Сдозированные компоненты поступают в сборный транспортный механизм, откуда подаются в смеситель непрерывного смешивания.

Производительность барабанного дозатора определяется по формуле:

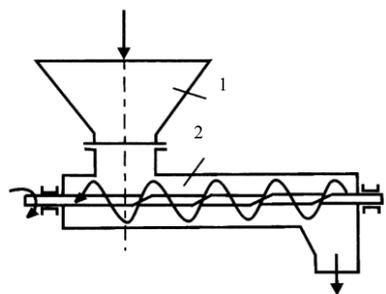
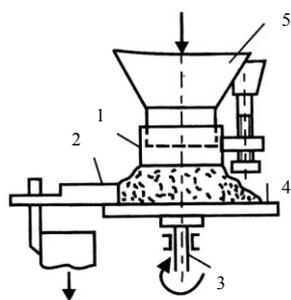
$$Q = V_k \cdot g \cdot n, \text{ кг / мин} \quad (7.15)$$

где: V_k – общий объем барабанной камеры, м^3 ;
 g – объемная масса, $\text{кг}/\text{м}^3$;
 n – число оборотов барабана, $\text{об}/\text{мин}$.

В результате колебаний объемной массы постоянство производительности нарушается и возникает необходимость в проведении постоянных проверок. Нужная производительность устанавливается с применением храпового колеса и рычага.

Тарельчатые дозаторы.

В комбикормовой промышленности применяются тарельчатые дозаторы марки ДТ производительностью 0,12-0,6 т/ч для дозирования мела и 0,06-0,42 т/ч для дозирования соли и малые тарельчатые дозаторы МТД-1 производительностью 0,02-0,25 т/ч и МТД-4А – 0,03-0,75 т/ч для дозирования микрокомпонентов комбикормов. Схема тарельчатого дозатора приведена на рис. 7.22.



7.22. Схема тарельчатого дозатора
 1 – бункер, 2 – манжета, 3 – диск,
 4 – скребок, 5 – выгрузной патрубок,
 6 – винт

Рис. 7.23. Схема шнекового дозатора
 1 – приемный бункер, 2 – шнек,
 3 – корпус шнека

Дозатор имеет бункер небольшой вместимости (1), на выпускной горловине которого установлена регулируемая по высоте манжета (2), вращающийся горизонтальный диск (3), с которого компоненты сгружаются скребком (4) в выгрузной патрубок (5). Диск приводится во вращение электродвигателем. Дозируемый сыпучий материал вытекает из бункера и располагается конусом на вращающемся диске, с которого скребком сгружается в патрубок, имеющий перекидной клапан для настройки дозатора. Производительность

дозатора устанавливается перемещением манжеты с помощью винтового механизма (6). При поднятии манжеты величина конуса продукта на диске увеличивается, скребок сгружает большее количество продукта, следовательно, производительность дозатора увеличивается и, наоборот, при опускании манжеты количество сгружаемого продукта уменьшается и производительность дозатора снижается. Тарельчатые дозаторы предназначены для мела и соли, но при этом продукты должны иметь сыпучее состояние, т.е. влажность измельченного мела – не более 6-8%, измельченной соли – не более 1,5%.

Шнековые дозаторы.

Находят применение в сельскохозяйственном производстве и шнековые дозаторы (рис. 7.23). Производительность его зависит от диаметра и числа оборотов шнека и регулируется в основном вариатором скорости, установленном в приводном устройстве дозатора.

Вибрационные дозаторы.

Для дозирования компонентов могут применяться и вибрационные дозаторы, представляющие собой качающиеся желобы. Здесь применяется электромагнитный привод. Производительность дозатора легко регулируется посредством изменения частоты или амплитуды колебаний желоба. Недостаток вибрационных устройств заключается в том, что легкотекучие материалы могут вытекать по желобу после отключения дозатора. Для предотвращения этого после отключения на таких дозаторах следует устанавливать быстродействующие задвижки. Такие устройства можно использовать в качестве питающих установок.

7.4.5. Устройства для весового дозирования

Питающие устройства и установки.

Так как от питающего устройства в значительной степени зависит точность дозирования весов, созданы самые различные питающие устройства, базирующиеся на шнековом транспорте. В качестве привода могут применяться двигатели с переключением полюсов с 2-3 числами оборотов в единицу времени. Максимальное число оборотов применяют для относительно грубых, больших потоков материала, низкие числа оборотов используются при небольших потоках дозируемого материала.

Представленная на рис. 7.24а питающая установка состоит из двух шнековых транспортеров, из которых большой используется для грубого, а маленький – для тонкого потока материала. Преимущество этого питающего устройства состоит в том, что обеспечивается высокая точность взвешивания даже при больших производительностях дозиро-

вания. Недостатком являются дополнительные затраты и потребность в большей площади установки.

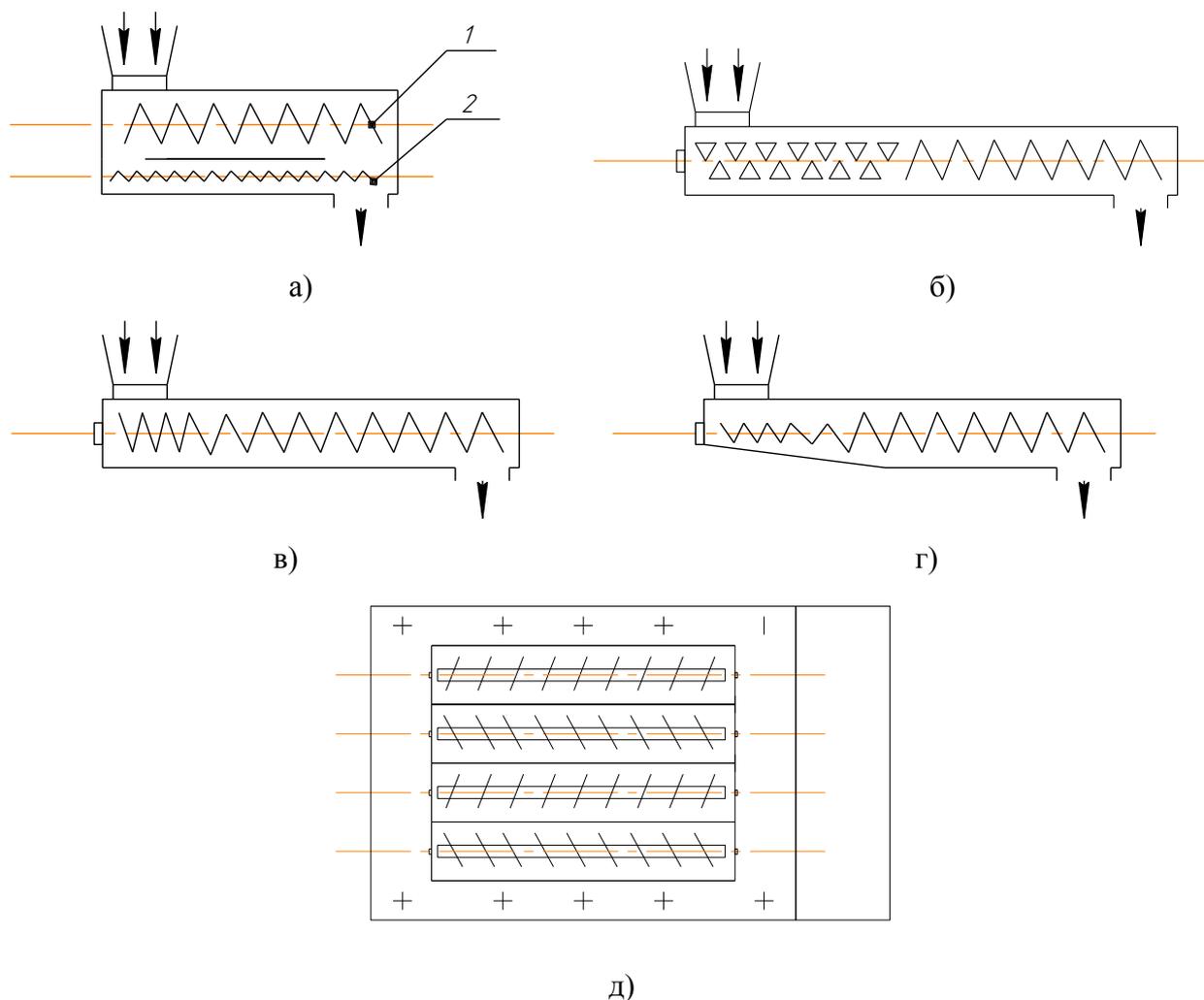


Рис. 7.24. Шнековые питающие установки (а, б, в, г, д)

Наряду с этим имеются шнековые питатели, у которых шнек может иметь различную конструкцию:

а) часть шнека, которая находится под выпускным отверстием, имеет вместо непрерывного винта лопатки, также прикрепленные к валу по спирали (рис. 7.24б), это позволяет разрыхлять выходящий из бункера сыпучий материал, что особенно необходимо для комкующихся видов трудносыпучего сырья, этот вариант выполнения винта также позволяет не перегружать шнек;

б) начальная часть шнека, также находящегося под выпускным отверстием, выполнена в виде сплошного винта, но с переменным шагом, т.е. шаг его уменьшается к началу винта, что улучшает работу питателя, материал не переполняет шнек (рис. 7.24.в);

в) начальная часть шнека, расположенная под выпускным отверстием бункера, выполнена конусной, что также стабилизирует работу шнека и непрерывность выпуска материала из бункера (рис. 7.24г).

Шнековые питатели, у которых в начальной части, находящейся под бункером, к валу прикреплены разрыхляющие и перемещающие продукт лопатки, а конечная часть выполнена со спиралями шнека, выпускаются экспериментальной базой ВНИИКП пяти типоразмеров рис. 7.24.б).

Технические показатели этих питателей приведены в табл. 7.7.

Таблица 7.7

Технические характеристики питателей УЗ-ДПШ

Показатели	УЗ-ДПШ-100-1	УЗ-ДПШ-100-2	УЗ-ДПШ-200	УЗ-ДПШ-250	УЗ-ДПШ-320
Производительность на зерне, т/ч	6 – 8	3 – 4,5	6 – 10	10 – 15	32 – 40
Диаметр шнека, мм	100	100	200	250	320
Частота вращения шнека, об/мин	420	200	90	90	90
Наибольшая длина транспортирования, м	6	6	3	3	4
Установленная мощность, кВт	1,1 – 3,0	0,55 – 2,2	1,1 – 3,0	1,5 – 5,5	2,2 – 5,5
Габаритные размеры, мм					
длина	$L_0 + 580$	$L_0 + 850$	$L_0 + 1075$	$L_0 + 1240$	$L_0 + 1240$
ширина	200	362	394	394	420
высота	620	355	510	480	634

Для бункеров большого размера, из которых дозируют продукт в больших количествах, применяют многошнековые выпускные устройства, обеспечивающие равномерное истечение материала из бункеров и требуемую подачу в весовой бункер (рис. 7.24д).

Для обеспечения равномерной подачи трудносыпучих компонентов в требуемых количествах (в том числе и малых) применяют роторные питатели, устанавливаемые как выпускные устройства под наддозаторными бункерами (рис. 25). Ротор, приводимый в движение от вертикально расположенного электродвигателя под дном бункера, разрыхляет продукт и передвигает его к выпускному отверстию, которое перекрывается задвижкой.

Этой задвижкой, приводимой в движение другим электродвигателем, регулируется подача продукта в весовой ковш.

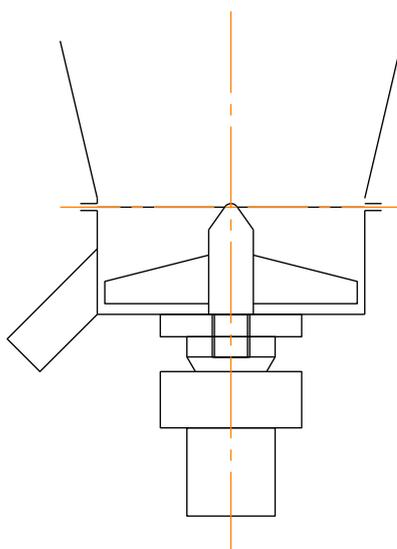


Рис. 25. Роторный питатель

Весы.

Для дозирования компонентов применяют в основном циферблатные весы, которые состоят из двух отдельных друг от друга частей: циферблатной головки с противовесами и ковшом весов для приемки в него взвешиваемого сыпучего материала. У этих весов имеется шкала, с которой можно произвести считывание массы в пределах определенного диапазона взвешивания. Циферблатные весы устроены так, чтобы легко можно было использовать программирование. Их можно оборудовать фотоэлектрическими сопротивлениями, фотоэлементами, а также индукционными и импульсными системами с дистанционной передачей показаний.

Счетные методы регистрации измеренных значений.

Цель счетного метода измерения массы заключается в том, чтобы любую измеренную величину массы представить в виде цифры. Задача устройства для сбора этих величин заключается в том, чтобы аналоговую измеренную величину, представленную в виде углового отклонения стрелки циферблатного устройства, посредством аналого-цифрового преобразователя перевести в цифровой сигнал. При переводе измеренных величин в цифровую форму применяют два хорошо зарекомендовавших себя метода – кодовый метод и метод приращения. При применении метода приращения на циферблатном приборе в качестве датчика закрепляется диск с прорезями или диск с отверстиями. При вращении диск с отверстиями постоянно прерывает прохождение лучей светового пучка, который создается лампой накаливания и подает на два фотодиода. Создаваемые диском-датчиком световые импульсы фотодиоды передают в виде электрических импульсов на измеритель-

ный усилитель и нагружает тем самым электронный датчик. При этом один импульс соответствует одному делению на шкале прибора весов. С помощью еще одного диода после опорожнения весов счетное устройство вновь устанавливается в нулевое положение.

Дозировочные весы.

При применении этих весов в ковш поочередно большое число компонентов без промежуточного опорожнения. Для дозирования применяют исключительно циферблатные весы или тензометрические весы. В зависимости от емкости ковша и от диапазона взвешивания над весами может быть установлено до 20 дозировочных питателей. В таких случаях емкость весового ковша чаще всего соответствует вместимости установленного после него смесителя. Отдельные питающие устройства последовательно подают массы отдельных компонентов для взвешивания в ковш весов. Управление может осуществляться вручную посредством нажатия на кнопку или же автоматически с помощью перфокарт или компьютера. Посредством управляющего устройства отдельные компоненты последовательно подаются питателями в ковш весов и производится суммирование масс. По достижению общей массы весы могут быть опорожнены.

Ленточные весы.

Ленточные весы применяются для непрерывного весового дозирования сыпучих материалов.

Сыпучий материал с помощью ленточного транспортера (ленты взвешивания) извлекается из наддозаторного бункера и при прохождении роликовой станции (моста взвешивания) непрерывно взвешивается. Величина потока устанавливается изменением скорости ленты. Заданное значение массы устанавливается управляющим устройством. Возможны дистанционный контроль и дистанционное управление с центрального пульта. Имеются и другие способы регулирования потока, например, регулируемой подачей материала.

Тензометрические весы.

Взвешивание осуществляется с использованием тензометрических датчиков. При использовании такого метода измеряется давление, оказываемое весами на тензометрический датчик. У таких датчиков расширение или деформация при сжатии измерительного цилиндра измеряется непосредственно с помощью «полосок», наклеенных на поверхности цилиндра. «Полоска» представляет собой тонкую проволоку толщиной 20 мкм, изготовленную из константанового сплава и установленную петлеобразно на бумаге или фольге. С помощью так называемого цифрового компенсатора (вольтметра) представляется возможным прямое преобразование выходного напряжения тензодатчика в цифровую величину.

Тензометрические весы имеют следующие преимущества:

- малоинерционны;
- не имеют движущихся частей, что снижает износ;
- конструкция датчика отличается прочностью;
- не чувствительны к изменениям условий окружающей среды;
- имеется возможность отдельной установки датчиков показывающего прибора;
- деление в диапазоне взвешивания может производиться до 10^4 частей.

7.4.6. Проверка точности дозирования компонентов

Каждый из подготовленных компонентов должен поступать в отдельные бункера над дозаторами. На дозирование подают отдельные компоненты или предварительные смеси компонентов.

На каждом дозаторе допускается дозировать только один компонент или предварительную смесь компонентов.

Если в составе комбикорма или БВМК вводится большое количество какого-либо компонента, то в этом случае используется несколько дозаторов.

Наддозаторные бункера (или силосы) должны быть оборудованы выпускными устройствами в зависимости от свойств сыпучести загружаемых в них компонентов.

Проверка объемных дозаторов.

Если завод (цех) оборудован объемными дозаторами при подготовке батарей объемных дозаторов к выпуску комбикормов или БВМК по заданному рецепту составляет расчет производительности каждого дозатора. Согласно расчету устанавливают производительность вначале приближенно по делениям на шкале, а затем в процессе проверки – по количеству продукта в единицу времени. Такая установка производится при каждой смене рецепта.

Расчет количества компонентов, которое должен пропустить каждый дозатор в минуту, записывают на доске рецептов. У дозатора помещают таблицу производительности каждого из них в зависимости от делений шкалы. После установки включают всю систему и проводят проверку работы всех дозаторов. Дозаторы проверяют путем отбора дозируемого продукта от каждого из них в течение 15-60 секунд в зависимости от производительности.

Отобранные порции компонентов взвешивают, результаты записывают в журнал работы и контроля дозаторов и сверяют с расчетной массой (табл. 7.8), а также на доске рецептов.

В таблице 7.8 приведен пример фактической проверки объемных дозаторов для линии дозирования-смешивания завода производительностью 18 т/ч. В таблице указаны требуемое количество компонента, которое должен отмеривать каждый дозатор в кг/мин, фактически сдозированная масса каждым дозатором также в кг/мин. Эти определения проводят в трех повторностях. Здесь же приводятся допустимые отклонения массы компонента для каждого дозатора.

В связи с тем, что добиться высокой точности дозирования по массе методом отмеривания компонентов довольно затруднительно, и точность дозирования нередко недостаточна для получения смеси требуемого химического состава, то в «Правилах организации и ведения технологических процессов производства продукции комбикормовой промышленности», утвержденных в 1996 г., установлены нормы допустимой погрешности, которая для малых количеств компонентов достигает 30%. Допустимые отклонения по массе каждого компонента при объемном дозировании определяется путем умножения расчетной массы компонента (кг/мин) на коэффициенты, которые дифференцированы в зависимости от их процентного содержания в рецепте.

Установлены следующие коэффициенты:

- 0,3 – для компонентов, вводимых в рецепт менее 1%;
- 0,2 – для компонентов, вводимых в рецепт от 1 до 10%;
- 0,1 – для компонентов, вводимых в рецепт свыше 10%.

Определенная с применением коэффициентов масса (кг/мин) составляет для данного рецепта допустимое отклонение дозирования компонентов на объемных дозаторах как в сторону увеличения (+), так и в сторону уменьшения (–).

Примеры для завода производительностью 18 т/ч:

1. При вводе 0,5% компонента в рецепт требуется установить дозатор на производительность 1,5 кг/мин. Тогда отклонения при дозировании этого компонента допускаются $1,5 \text{ кг/мин} \times 0,3 = 0,45 \text{ кг/мин}$, т.е. дозировать данный компонент можно в пределах не более $1,5 + 0,45 = 1,95 \text{ кг/мин}$ и не менее $1,5 - 0,45 = 1,05 \text{ кг/мин}$.

Таблица 7.8

Проверка объемных дозаторов

Дата, смена	Наименование компонентов	% ввода	№ закрепленного дозатора	Требуемое количество компонента, кг/мин	Фактически пропущено дозатором, кг/ мин			Допустимые отклонения, ± кг/мин	Отклонения при проверке, кг/мин			Подпись	
					1	2	3		1	2	3	сменный мастер	дозаторщик
22.07.05 II см.	Ячмень	35	Q=18 т/ч	105,0	111,0	115,0	100,0	10,5	+ 6,0	+ 10,0	- 5,0		
	Кукуруза	26		78,0	82,0	82,0	72,0	7,8	+ 4,0	+ 4,0	- 6,0		
	Пшеница	10		30,0	31,0	32,0	28,0	3,0	+ 1,0	+ 2,0	- 2,0		
	Отруби	8		24,0	26,0	27,5	23,0	4,8	+ 2,0	+ 3,5	- 1,0		
	Шрот подсолнечный	6		18,0	21,0	20,0	17,0	3,6	+ 3,0	+ 2,0	- 1,0		
	Мясокостная мука	4		12,0	10,0	13,0	11,0	2,4	- 2,0	+ 1,0	- 1,0		
	Костная мука	2		6,0	7,0	6,5	5,0	1,2	+ 1,0	+ 0,5	- 1,0		
	Дрожжи	2		6,0	6,5	7,0	5,0	1,2	+ 0,5	+ 1,0	- 1,0		
	Мел	5,7		17,1	20,0	18,0	16,5	3,4	+ 2,9	+ 0,9	- 0,6		
	Соль	0,3		0,9	1,0	0,8	0,8	0,27	+ 0,1	- 0,1	- 0,1		
	П1-2	1		3,0	3,2	3,4	2,9	0,6	+ 0,2	+ 0,4	- 0,1		
		100		300,0									

2. При вводе 5% компонента в рецепт требуется установить дозатор на производительность 15 кг/мин. Допустимое отклонение при дозировании данного компонента составит $15 \text{ кг/мин} \times 0,2 = 3 \text{ кг/мин}$, следовательно, дозировать этот компонент можно в пределах не более $15 + 3 = 18 \text{ кг/мин}$ и не менее $15 - 3 = 12 \text{ кг/мин}$.

3. При вводе 12% компонентов в рецепт требуется по расчету установить дозатор на производительность 36 кг/мин. Отклонения при дозировании данного компонента допускается $36 \text{ кг/мин} \times 0,1 = 3,6 \text{ кг/мин}$, следовательно, дозировать этот компонент можно в пределах не более $36 + 3,6 = 39,6 \text{ кг/мин}$ и не менее $36 - 3,6 = 32,4 \text{ кг/мин}$.

Аналогичными расчетами определяются допустимые отклонения по массе по каждому дозатору.

Дозаторы, имеющие отклонения сверх допустимых значений, настраивают на более точное дозирование.

Результаты проверки дозирования на объемных дозаторах при общей производительности 18 т/ч показали, что фактические отклонения по массе не превышают допустимые, рассчитанные с применением коэффициентов.

Пропускная способность батареи объемных дозаторов определяется производительностью смесителя.

Проверка весовых дозаторов.

При применении на комбикормовых предприятиях многокомпонентных весовых дозаторов узлы дозирования-смешивания включают один или два смесителя и набор (комплекс) многокомпонентных весов-дозаторов для обеспечения требуемой точности дозирования всех компонентов. При наборе порции масса первого дозируемого компонента должна быть не меньше нижнего предела взвешивания для данных весов.

Допускаемые минимальные порции отвешивания компонентов в диапазоне от наименьшего до наибольшего пределов взвешивания на всех дозаторах указаны в таблице 7.9.

Необходимая точность дозирования компонентов обеспечивается правильным подбором системы весов по диапазонам измерения и последовательностью набора порции.

При дозировании компонентов на весовых автоматических дозаторах отклонение от количеств, заданных в рецепте, допускается в пределах погрешности данных весов.

Эксплуатацию и обслуживание многокомпонентных весовых дозаторов проводят в соответствии с инструкцией по эксплуатации, входящей в комплект поставки. Проверку точности дозирования осуществляют при настройке на новый рецепт и не менее двух раз в течение смены. Проверку проводят оператор пульта и лаборант.

Допускаемые минимальные порции отвешивания
компонентов в различных дозаторах

Марка дозатора	Предел взвешивания	Минимальная порция, кг
6ДК-100, 6ДК-100М, ДК-100Т	10-100	2,5
5ДК-200, 5ДК-200М, ДК-200Т	20-200	5,0
5ДК-500, 5ДК-500М, ДК-500Т	50-500	12,5
16ДК-1000, 16ДК-1000М, ДК-1000Т	100-1000	25,0
10ДК-2500, 10ДК-2500М, ДК-2500Т	250-2500	62,5
АД-500-2К, АД-500-2К-М	5-50; 50-500	1,25; 12,5
АД-2000-2К, АД-2000-2К-М	20-200; 200-2000	5,0; 50,0
АД-3000ГК, АД-3000-ГК-М, ДК-3000ТГ	300-3000	75,0

Настройка точности дозирования и проверка производится следующим образом. Оператор переключает работу весов с автоматического режима на дистанционный по требованию сменного мастера или лаборанта. Сменный мастер или лаборант находятся у циферблатной головки весов, наблюдая за показаниями стрелки, оператор показания отвесов видит на пульте в избыточном циклическом коде. Сравнивая отвесы и порции, необходимые по рецепту, они делают соответствующие выводы о точности дозирования. Результаты проверки заносят в журнал.

Пример результатов проверки точности дозирования компонентов комбикормов, проведенной на одном из комбикормовых заводов, на котором в узле дозирования-смешивания установлены комплексы 5ДК-2500, 5ДК-500 и 6ДК-100 и смеситель СГК-2,5 приведен в табл. 7.10. Комбикорм вырабатывали порциями по 2400 кг. При оценке дозаторов руководствовались паспортными данными (приведены в табл. 7.11), допускаемой абсолютной погрешности. Для весов 5ДК-2500 она не должна превышать $\pm 6,25 \div \pm 12,5$ кг, для весов 5ДК-500 от $\pm 1,25$ до $\pm 2,5$ кг, для дозаторов 6ДК-100 – $\pm 0,25 \div \pm 0,5$ кг, при относительной допускаемой погрешности $\pm 0,5\%$. Следует отметить, что фактическое значение массы в данном случае рассчитывали по показаниям стрелки циферблатной головки и с учетом значения массы предыдущей и последующей порции продукта.

Таблица 7.10

Проверка работы многокомпонентных весовых дозаторов

Дата, смена	Марка много- компо- нентных весовых дозато- ров	№ пита- теля	Наименование компонентов	Масса компонентов и порции в цикле						Допусти- мые от- клонения	Фактическое отклонение		
				%	кг	рецеп- ту, кг	нарастающим итогом				суммарной массы от		
							по	по результатам проверки, кг			допустимой, ± кг		
						№ 1	№ 2	№ 3	от сум- марной массы, ± кг	№ 1	№ 2	№ 3	
20.05.	5ДК-2500	2	Ячмень	20,0	480	480	485	478	483	± 6,25	+ 5,0	- 2,0	+ 3,0
II см.		3	Кукуруза	10,0	240	720	723	720	718	± 6,25	- 2,0	+ 2,0	- 5,0
		4	Пшеница	40,0	960	1680	1682	1685	1675	± 12,50	- 1,0	+ 5,0	- 3,0
		5	Шрот подсолнечный	5,0	120	1800	1805	1799	1800	± 12,50	+ 3,0	- 6,0	+ 5,0
		6	Отруби	13,0	312	2112	2115	2110	2110	± 12,50	- 2,0	- 1,0	- 2,0
	5ДК-500	7	Травяная мука	2,0	48	48	50	48	47	± 1,25	- 2,0	0	- 1,0
		8	Рыбная мука	3,5	84	132	133	133	132	± 1,25	- 1,0	+ 1,0	+ 1,0
		12	Дрожжи	2,5	60	192	192	192	191	± 1,25	- 1,0	- 1,0	- 1,0
	6ДК-100	13	Мел	2,5	60	60	60,4	60,2	59,5	± 0,5	+ 0,4	+ 0,2	- 0,4
		14	Соль	0,5	12	72	72,7	72,1	71,8	± 0,5	+ 0,3	- 0,1	+ 0,2
		15	Премикс	1,0	24	96	96,6	96,0	96,0	± 0,5	- 0,1	- 0,1	+ 0,2
				100	2400								

Результаты проверки показали, что требуемая точность дозирования может быть достигнута при точной настройке весов по всем факторам, особенно по высоте падения столба продукта от питателя до ковша, а также распределения продуктов по их массе в пределах диапазона взвешивания.

Таблица 7.11

Техническая характеристика многокомпонентных весовых дозаторов

Показатели	6ДК-100	5ДК-200	5ДК-500	16ДК-1000	10ДК-2500	АД-500-2К	АД-2000-2К	АД-3000ГК
	6ДК-100М	5ДК-200М	5ДК-500М	16ДК-1000М	10ДК-2500М	АД-500-2КМ	АД-2000-2КМ	АД-3000ГКМ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предел дозирования, кг (НПД) наибольший	100	200	500	1000	2500	50-500	200-2000	3000
(Н _м ПД) наименьший	10	20	50	100	125	5-50	20-200	30
Минимальная порция в диапазоне от Н _м ПД до НПД								
в диапазоне первом, кг	–	–	–	–	–	1,25	5	–
втором, кг	2,5	5,0	12,5	25,0	62,5	12,5	50	60
Минимальная порция в диапазоне от Н _м ПД до НПД, %	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Продолжительность цикла дозирования порции, набранной из максимального числа компонентов, не более, мин	5	5	5	5	5	5	5	5
Класс точности	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Цена деления отсчетной шкалы циферблатного указателя, кг								
в диапазоне первом	–	–	–	–	–	0,1	0,5	–
втором	0,1	0,2	0,5	1,0	2,5	0,5	2,0	20
Число делений шкалы в диапазоне								
первом	–	–	–	–	–	500	400	–
втором	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	150
Относительная допускаемая погрешность массы отдельных отвесов:								
а) для суммарной массы продукта в диапазоне от Н _м ПД до 0,5 НПД, ± %								
от 0,5 НПД	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0

Продолжение таблицы 7.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
б) для суммарной массы продукта в диапазоне свыше 0,5 НПД до НПД, ± % от номинальной массы дозы Допускаемая абсолютная погрешность дозирования, ±кг	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0
а) для суммарной массы продукта в диапазоне от Н _м ПД до 0,5 НДП в диапазоне первом: втором:	– 0,25	– 0,5	– 1,25	– 2,5	– 6,25	0,125 1,25	0,5 5,0	– 30,0
б) для суммарной массы продукта в диапазоне свыше 0,5 НПД в диапазоне первом: втором:	– 0,25-0,5	– 0,5-1,0	– 1,25- 2,5	– 2,5-5,0	– 6,25- 12,5	0,125- 0,5 1,25- 2,5	0,5-1,0 5,0- 10,0	– 30,0
Наибольшее допустимое количество питателей, шт.	9	9	12	12	12	12	12	16
Габариты дозатора, мм								
длина	2100	2100	3000	2500	2900	2410	2950	12340
ширина	1900	1900	1800	1890	2650	1980	2680	2060
высота	2900	2900	3200	3500	3400	2270	2730	3160
Масса, кг	690	690	835	970	2100	1130	1760	3860

При многокомпонентном весовом дозировании применяют комплексы автоматического весового дозирования для компонентов комбикормов, состоящие из весовых дозаторов, питателей, пультов управления.

Промышленность выпускала дозаторы 6ДК-100, 5ДК-200, 5ДК-500, 16ДК-1000, 10ДК-2500, АД-3000ГК, а также двухдиапазонные АД-500-2к и АД-2000-2к, затем модернизированные (с буквой М). В последнее время выпускаются многокомпонентные тензометрические дозаторы – ДК-100Т, ДК-200Т, ДК-500Т, ДК-1000Т, ДК-2500Т, ДК-1000ТГ, ДК-3000ТГ. Техническая характеристика весовых многокомпонентных дозаторов приведена в табл. 7.11 и 7.12.

Технические характеристики многокомпонентных
тензометрических весовых дозаторов

Наименование показателя	ДК-100.Т	ДК-200.Т	ДК-500.Т	ДК-1000.Т	ДК-2500.Т	ДК-1000.ТГ	ДК-3000.ТГ
1	2	3	4	5	6	7	8
Номенклатура дозируемых продуктов	Все виды сыпучих компонентов						
Наибольший предел дозирования (НПД), кг	100	200	500	1000	1000	2500	3000
Наименьший предел дозирования (НмПД), кг	10	20	50	100	250	100	300
Дискретность задания значения массы компонентов, кг	0,1	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0
Класс точности	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Погрешность значений массы отдельных отвесов:							
– от НмПД до 0,5 НПД, ±%	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
– свыше 0,5 НПД до НПД, ±% от номинальной массы дозы	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Метрологические характеристики весового устройства:							
– дискретность отсчета устройства отображения массы, кг	0,1	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0
– пределы допускаемой погрешности, ± кг	0,1	0,2	0,5	1,0	2,5	1,0	3,0
– чувствительность: изменение массы взвешиваемого груза на значение, кг	от 0,1 до 0,14	от 0,2 до 0,28	от 0,5 до 0,7	от 1,0 до 1,4	от 2,5 до 3,5	от 1,0 до 1,4	от 3,0 до 4,2
должно вызвать изменение показаний на, кг	0,1	0,2	0,5	1,0	2,5	1,0	3,0
Продолжительность цикла дозирования, не более, с	240	240	240	240	240	240	240
Управление комплексом	Электромеханическое дистанционное и автоматическое						
Потребляемая мощность (без питателей), не более, кВт	1,1	2,2	2,2	5,5	5,5	2,2	5,5

1	2	3	4	5	6	7	8
Габаритные размеры грузоприемного устройства, мм							
длина	1195	1195	1820	2000	2600	12450	12450
ширины	1050	1050	1774	1925	2525	2080	2080
высота	1760	1760	2260	2600	3200	3000	3000
Масса грузоприемного устройства, кг	300	300	770	890	1340	5340	5340

Как показывают данные таблицы 7.11 минимальная порция в относительном значении для всех весов составляет 2,5%, а в абсолютном отвешиваемое значение равно 1,25 кг на первом диапазоне дозирования весов АД-500-2к; 2,5 кг – на дозаторах 6ДК-100 и 6ДК-100М; 5 кг – на дозаторах 5ДК-200 и 5ДК-200М и далее (указано в таблице).

Цена деления отсчетной шкалы циферблатного указателя составляет 0,1 кг для малых весов с пределом дозирования до 50 кг (АД-500-2к) и до 100 кг (6ДК-100); 0,2 кг для весов с диапазоном дозирования до 200 кг (5ДК-200); 0,5 кг – для 5ДК-500; 1,0 кг – для 16ДК-1000; 2,5 кг – для 10ДК-2500 и 30 кг – для АД-3000ГК. Для автоматического управления процессом дозирования необходимо, чтобы масса в рецепте была краткой цене деления.

Дозаторы имеют одинаковую относительную допускаемую погрешность массы отдельных отвесов, равную $\pm 0,5\%$, но различную абсолютную погрешность, которая зависит от грузоподъемности весов и диапазона взвешивания компонента. Наименьшую абсолютную погрешность имеют дозаторы АД-500-2к на первом диапазоне, равную 0,125 кг, а наибольшую – дозаторы АД-3000ГК, равную 30 кг (рис. 7.26).

Следует отметить, что допускаемая абсолютная погрешность дозирования для всех весов указывается для суммарной массы продукта в диапазоне от наименьшего предела взвешивания до половины наибольшего предела взвешивания и в диапазоне свыше половины наибольшего предела взвешивания. На рис. 7.26 графически приведена допускаемая абсолютная погрешность дозирования для всех весовых дозаторов в зависимости от их грузоподъемности.

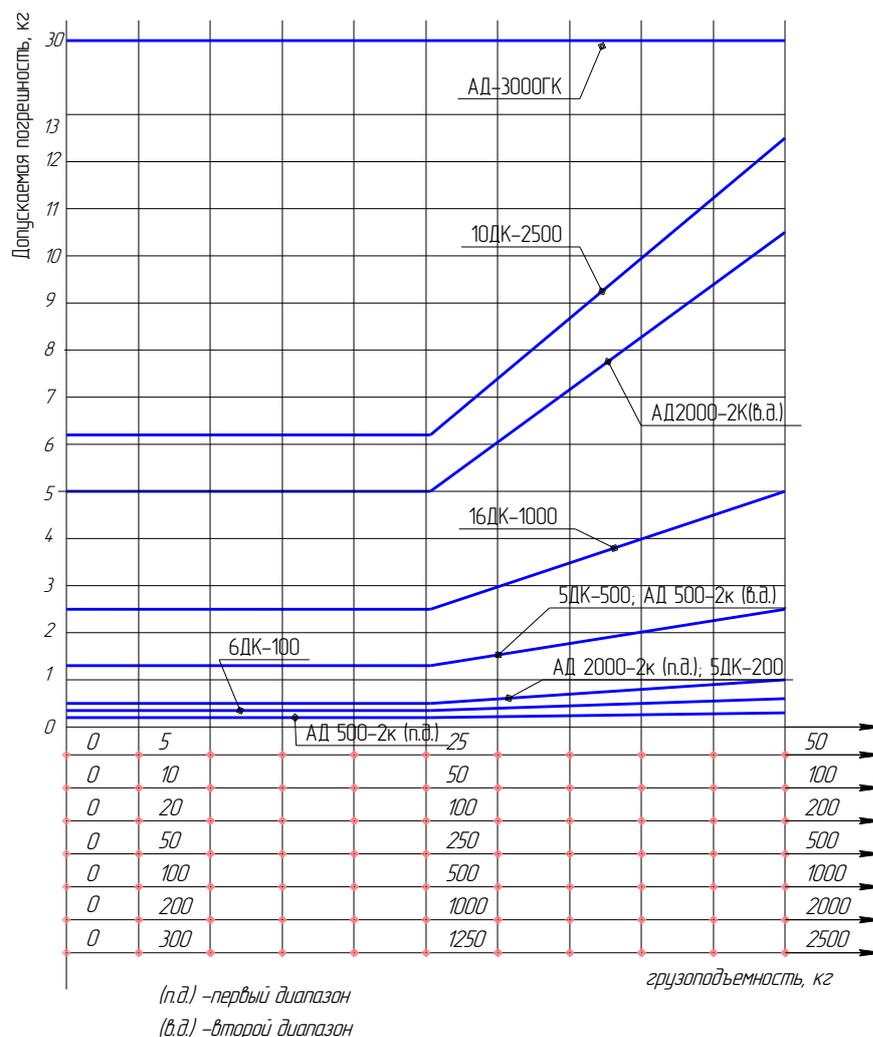


Рис. 7.26. Допускаемая абсолютная погрешность дозирования в зависимости от грузоподъемности весовых дозаторов

Многокомпонентные тензометрические весовые дозаторы имеют класс точности 0,4 (табл. 7.12) и несколько другие технические характеристики. Так, соответственно классу, относительная погрешность дозирования массы отдельных отвесов составляет 0,4%. Введены новые показатели, например, дискретность задания значения массы компонентов в кг, указаны метрологические характеристики весового устройства: дискретность отсчета устройства отображения массы, чувствительность весов.

Дозирование компонентов каждым дозатором должно производиться в диапазоне от наименьшего до наибольшего пределов взвешивания.

Максимальное число компонентов, дозируемых на одном дозаторе, определяется количеством питателей. Наибольшее допускаемое количество питателей для дозаторов 6ДК-100 и 5ДК-500 составляет 9, для остальных – 12.

В производственных цехах заводов, цехах и линиях предварительных смесей устанавливают узлы дозирования-смешивания на величину порции 500, 1000, 1500, 2000, 2500 и 3000 кг.

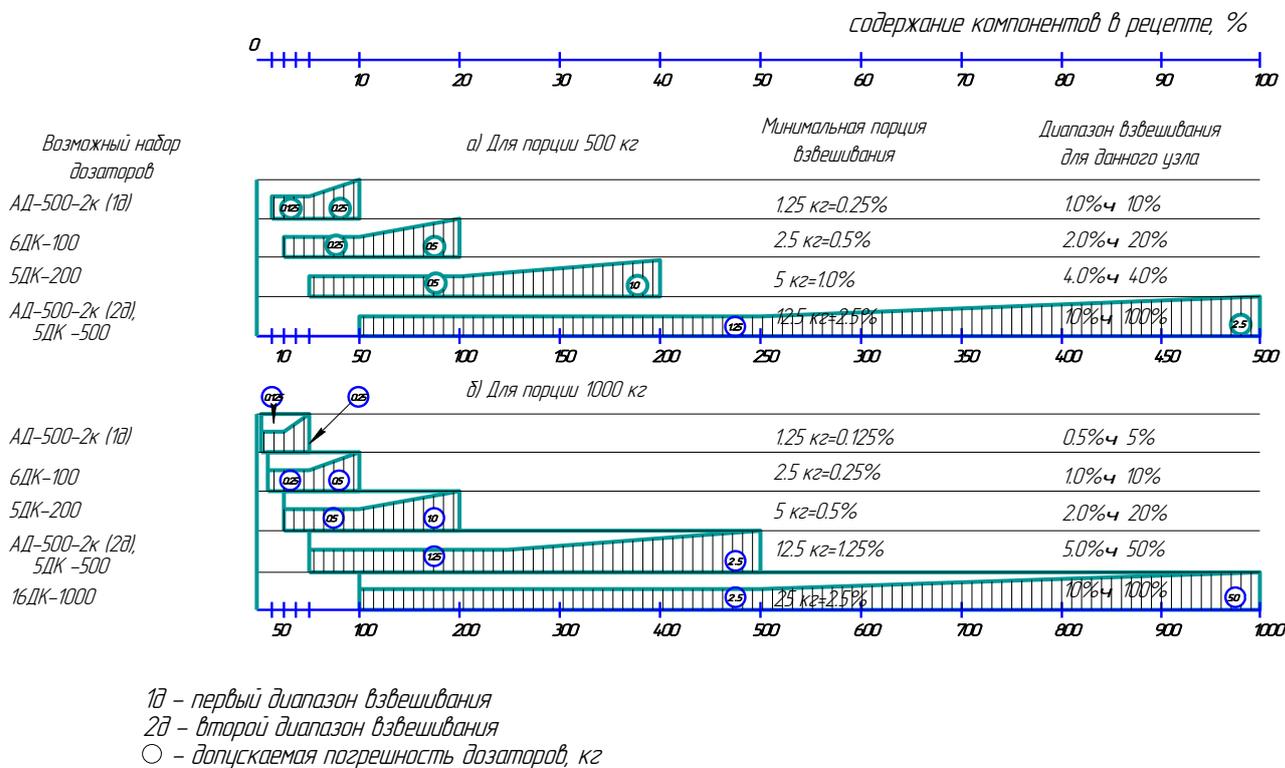
Точность выполнения рецепта зависит от правильного подбора дозаторов в одном узле дозирования-смешивания. Учитывая, что в рецепт комбикорма входят компоненты в дозах менее 2,5%, устанавливать один дозатор в узле не рекомендуется.

Необходимость установки в одном узле нескольких дозаторов обуславливается следующими соображениями:

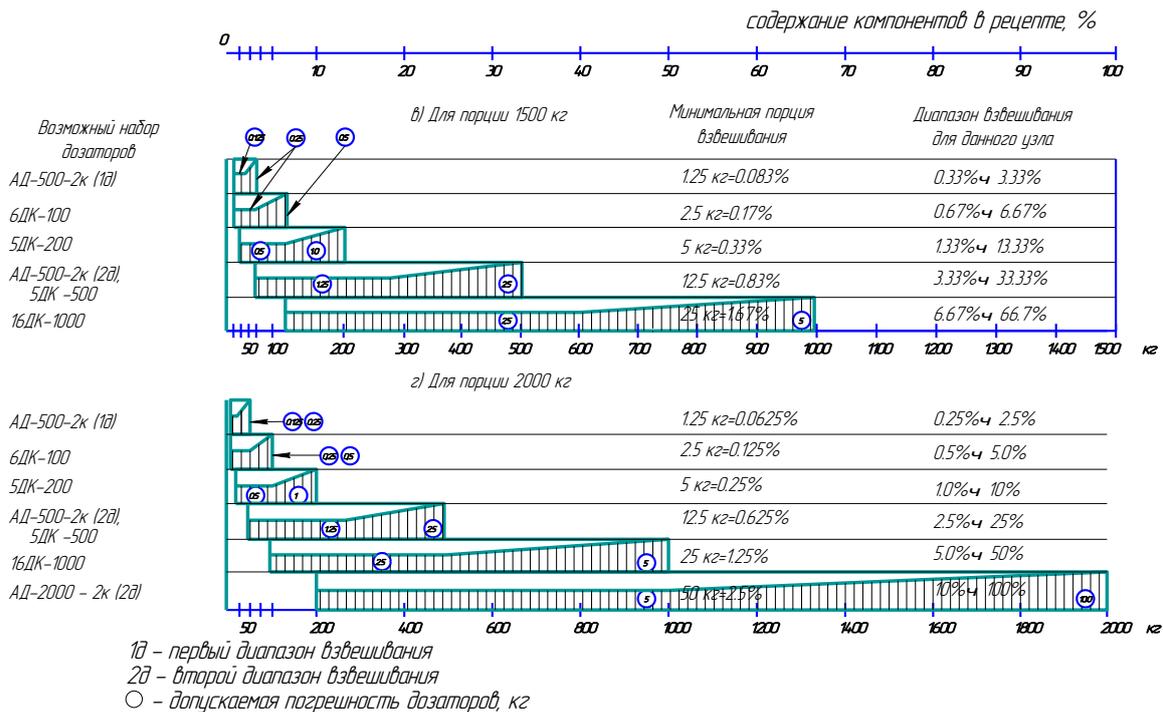
- обеспечивается требуемая точность дозирования во всех диапазонах, в частности для компонентов в малых дозах;
- число компонентов в рецепте обычно превышает число питателей;
- сокращается продолжительность процесса дозирования за счет одновременного набора нескольких компонентов и др.

Диапазоны взвешивания дозаторов всех выпускаемых марок для узлов дозирования различных порций от 500 до 3000 кг изображены графически на рис. 7.27 а, б, в, г, д, е.

Диапазон взвешивания дозаторов для узлов различной величины порции



Диапазон взвешивания дозаторов для узлов различной величины порции



Диапазон взвешивания дозаторов для узлов различной величины порции

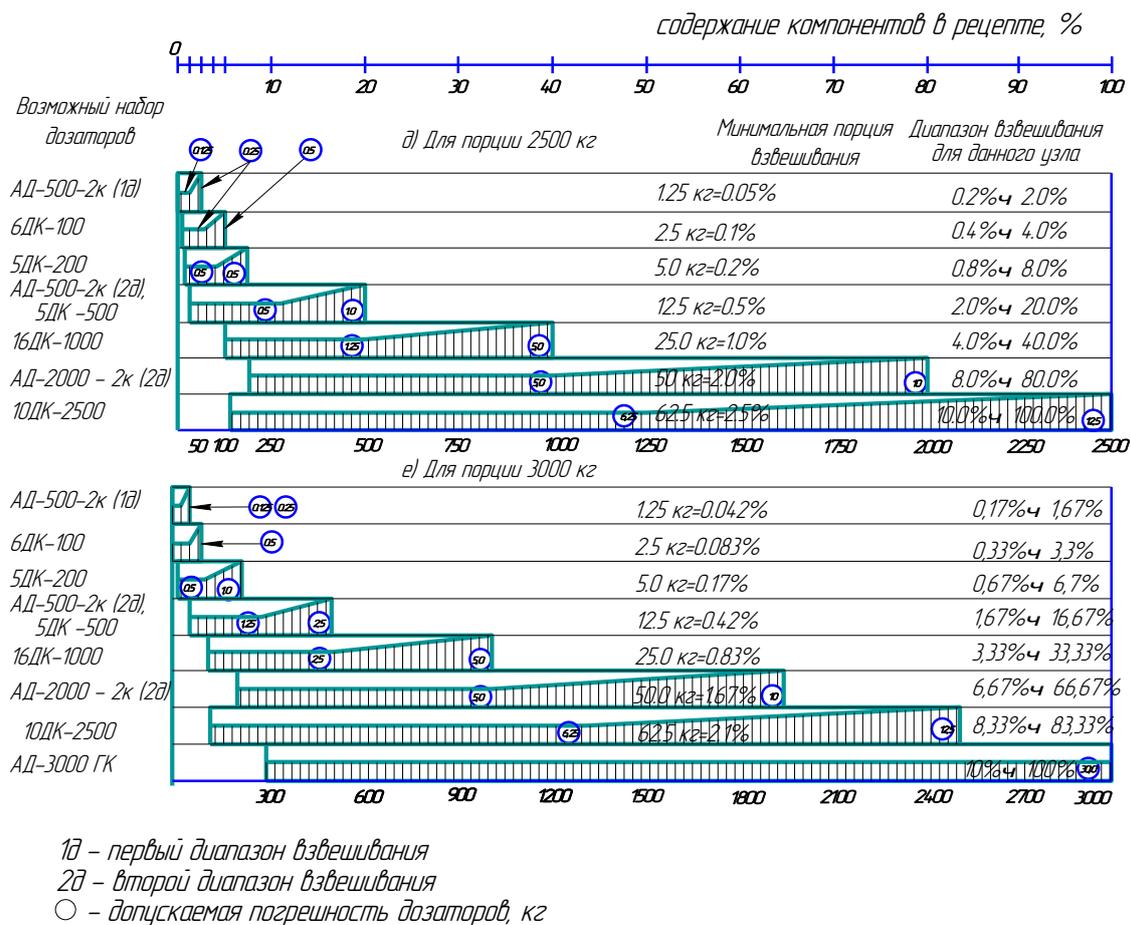


Рис. 7.27 а, б, в, г, д, е. Диапазоны взвешивания дозаторов для узлов различной величины порции 500, 1000, 1500, 2000, 2500 и 3000 кг

На графиках для каждой величины порции наглядно представлен возможный набор многокомпонентных весовых дозаторов, которые могут быть установлены в данном узле, чтобы был обеспечен весь диапазон взвешивания. Для каждого дозатора указана допускаемая абсолютная погрешность дозирования в килограммах, какую часть диапазона взвешивания для данного узла он может составить, какова минимальная порция взвешивания на каждом весах, в данном узле в килограммах и процентах.

Из графического изображения диапазонов взвешивания видно, что для узла дозирования на порцию 500 кг можно использовать 4 дозатора (АД-500-2к, 6ДК-100, 5ДК-200 и 5ДК-500), на порции 1000 и 1500 кг – 5 дозаторов (добавляется дозатор 16ДК-1000), на порцию 2000 кг – 6 дозаторов (добавляется АД-2000-2к), на порцию 2500 кг – 7 дозаторов (добавляется 10ДК-2500) и на порцию 3000 кг – 8 дозаторов (добавляется АД-3000ГК). При этих наборах дозаторов в узлах достигается взвешивание от 1,25 кг до максимального веса в данном узле. Однако двухдиапазонные дозаторы еще не нашли широкого применения, поэтому количество дозаторов в узле снижается до 3-х на порцию в 500 кг, до 5 на порцию 3000 кг. При этом минимальная порция взвешивания для всех узлов составит 2,5 кг.

Анализ представленного набора дозаторов в одном узле показывает, что для отвешивания компонентов, вводимых в малых количествах, необходимо устанавливать весы малой грузоподъемности, для полной загрузки смесителя за один цикл следует предусматривать один весовой дозатор с диапазоном взвешивания, равным вместимости смесителя. Однако на практике необходимо стремиться к тому, чтобы загружать смеситель полностью за один цикл, применяя минимальное количество дозаторов, но диапазон взвешивания их обеспечивал бы любой процент ввода компонента от минимального значения в рецепте до максимального количества, без ограничения количества компонентов в рецепте.

Для обоснования количества дозаторов в одном узле и диапазонов их дозирования проводили анализ рецептов комбикормов для различных видов животных (всего около 200 рецептов, рассчитанных для ВЭКЗ).

При анализе рецептов компоненты условно разбили на группы по проценту ввода. Кумулятивная кривая распределения процента ввода компонентов от содержания их в рецепте показала, что практически основное большинство компонентов вводится в рецепт до 50%. Число компонентов, вводимых в малых дозах больше, чем их количество в больших дозах.

Количество компонентов в зависимости от процента ввода в рецепт различно. Наибольшее количество компонентов в комбикормах для кур-несушек составляет до 9 в диа-

пазоне 8-12%, для молодняка птицы – до 6 в диапазоне 15-20%, для свиней – до 9-10 в диапазоне 10-15% (рис. 7.28). Полученные результаты характеризуют ситуацию, когда наддозаторные бункера закреплены за определенным продуктом. Если наддозаторные бункера не закрепляют за каждым видом сырья, то количество компонентов в определенной группе будет меньше.

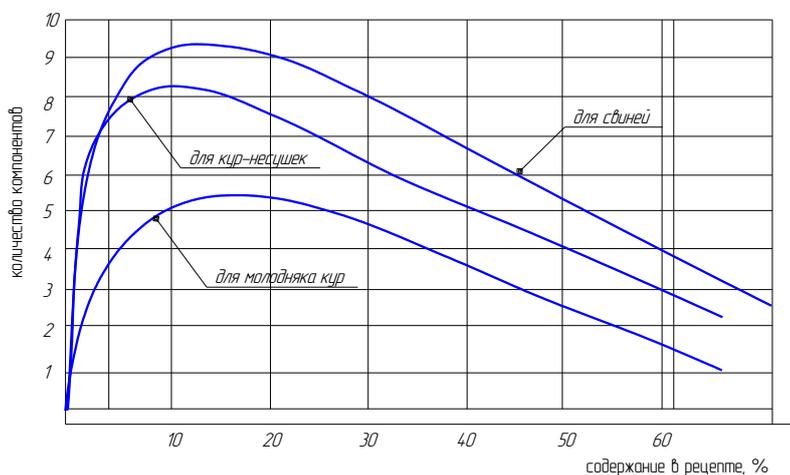


Рис. 7.28. Количество компонентов в зависимости от содержания их в комбикорме

7.5. Смешивание компонентов

7.5.1. Требования к технологии смешивания

Распределение частиц в смеси можно охарактеризовать на основе законов статистики. Частоту отклонений величин от средней (\bar{x}) можно охарактеризовать посредством нормального распределения. Частотное распределение может быть описано через среднюю статистическую погрешность отдельной величины S , которую также называют стандартным отклонением, или через его относительную величину $S\%$ – коэффициент вариации. При этом математическое описание:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}; \quad (7.16)$$

$$V = \frac{S}{\bar{x}} 100\% \quad (7.17)$$

где: x_i – единичное значение, г/т, кг/т, %;
 n – число единичных значений;
 \bar{x} – среднее значение, г/т, кг/т, %;
 V – коэффициент вариации, %.

Это дает возможность охарактеризовать качество смесей твердых веществ после процесса смешивания через коэффициент вариации.

В литературе существует единое мнение о необходимости применения коэффициента вариации в качестве числовой меры качества смесей твердых веществ. Наряду с этим предлагаются другие названия: гомогенность, степень смешения, качество смешения, доброкачественность смешивания. Общая особенность этих определений является то, что они указывают на улучшение смеси, когда этот показатель приобретает все меньшую величину. С учетом этого в области смеси твердых веществ коэффициент вариации следует назвать числовой мерой негомогенности (неоднородности) [15].

В нашей комбикормовой промышленности степень смешивания принято характеризовать критерием однородности, выраженным в % [15, 41, 97]:

$$K_0 = -S\% = \left(-\frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \right) 100\%; \quad (7.18)$$

где: x_{cp} – среднее содержание компонента в нескольких пробах, г/т; кг/т; %;
 x_i – фактическое содержание компонента в одной пробе, г/т; кг/т; %;
 n – количество проб.

В связи со статистическим характером распределения компонентов в смесях твердых веществ четкое суждение о неоднородности (негомогенности) комбикорма может быть сделано только по результатам анализа большого числа проб.

По обычно анализируемым составным частям, например, по сырому протеину и сырой золе, невозможно определить, какие компоненты дозированы неправильно или какие компоненты были недостаточно хорошо перемешаны, так как высокие значения по сырой золе, например, могут быть следствием передозировки смесей минеральных веществ или же отрубей.

В связи с этим неоднородность смеси с целью получения принципиально важной информации (например, данных об оптимальном времени смешивания в конкретном смесителе) определяется с помощью индикаторов, которые легко поддаются анализу и дают

однозначные результаты. В качестве таких индикаторов принята соль поваренная или мел, фосфат кальция для определения однородности комбикормов, белково-витаминно-минеральных концентратов и соль марганца или железа – для премиксов.

Наряду с этим другие исследователи [49, 91] предлагают рассчитывать коэффициент неоднородности смеси компонентов комбикормов по той же формуле коэффициента вариации, но с учетом фактического содержания компонента в смеси и его заданного значения в рецепте:

$$V = \frac{100}{x_3} \sqrt{\frac{\sum (x_i - x_3)^2}{n}}, \% \quad (7.19)$$

где: x_i – фактическое значение компонента в смеси, г/т, кг/т, %;

x_3 – заданное значение компонента в смеси, г/т, кг/т, %;

n – число отобранных проб.

Эффективность смешивания предлагается определять по показателю степени однородности по формуле:

$$\theta = \frac{1}{n} \sum i; \quad (7.20)$$

где: $i = \frac{x_i}{x_3}$, если $x_i < x_3$ или $x_i = x_3$;

$i = \frac{2x_3 - x_i}{x_3}$, если $x_i > x_3$.

Соответственно, более равномерное распределение компонента в смеси при $V \rightarrow 0$ и $\theta \rightarrow 1$.

Данные формулы (7.16) и (7.17) будут идентичны формулам (7.19) и (7.20), если считать, что заданное значение x_3 будет определяться как среднее значение \bar{x} . Если же x_3 считать тем, что задано в рецепте, то предложенный авторами подход можно отнести к дискуссионному.

Практически степень смешивания компонентов оценивается при использовании показателя среднего значения компонента в отобранных пробах, а не заданного в рецепте. Количество введенного (заданного в рецепте) компонента зависит от точности дозирования его и от точности настройки дозаторов (изложено в п.7.4.7). По нашему мнению оценивать совместное воздействие дозирования и смешивания на состав смеси следует по сравнению среднего значения содержания компонентов по отобранным образцам \bar{x} с заданной величиной этого компонента в рецепте:

$$\Delta = \bar{x} - x_3, \quad (7.21)$$

В основном процесс производства комбикормов, т.е. получение однородной смеси компонентов заданного химического состава состоит из процесса дозирования и смешивания, т.е. для того чтобы получить высококачественный комбикорм необходимо подготовленные компоненты точно отвесить (сдозировать согласно рецепту) и затем тщательно смешать. Тогда оценка однородности может производиться по распределению введенного (отдозированного) компонента, т.е. коэффициент вариации определяют по отобраным пробам, в которых среднее содержание химического элемента индикатора должно соответствовать заданному в рецепте, так как оно должно быть равномерно распределено в смеси. Тогда для расчета степени однородности смеси можно использовать формулы (7.19) и (7.20).

Очевидно следует признать, что принятые ранее положения (приложение 12 Правил... [71], что комбикорм следует считать однородным при степени однородности не ниже 75%, белково-витаминно-минеральные концентраты – 80%, а премиксы – 85%, в настоящее время можно считать устаревшими. При промышленном ведении животноводства, особенно птицеводства, а в последнее время в связи с выращиванием птицы новых высокопородных кроссов, содержание их в ограниченном пространстве требует также кормления их высококачественными комбикормами, содержащими все необходимые химические вещества в строго заданном количестве.

7.5.1.1. Оценка смесителей периодического действия

Для оценки смесителей периодического действия или порционных смесителей используют так называемую кривую времени смешивания. По ней можно узнать, за какое время можно добиться высокой однородности. В качестве индикатора берут компонент, наиболее отличающийся от используемых компонентов и содержащийся в смеси в наименьшем количестве. В смесителе после загрузки через определенные промежутки времени, которые в общем могут быть установлены после ориентировочного предварительного смешивания (например, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 30 мин) отбирают минимум 5 проб, отбор проб проводят из смесителя по возможности равномерно, затем пробы анализируются. На основе этого для каждого времени смешивания рассчитывают среднюю величину \bar{x} и коэффициент вариации $S\%$ [97].

Отображают зависимость коэффициента вариации от времени смешивания в виде кривой смешивания, по которой определяют минимальное время смешивания для $S\%=5\%$, или же оптимальное время смешивания, т.е. время, за которое устанавливается оптимально возможное распределение компонентов в смеси (рис. 7.29).

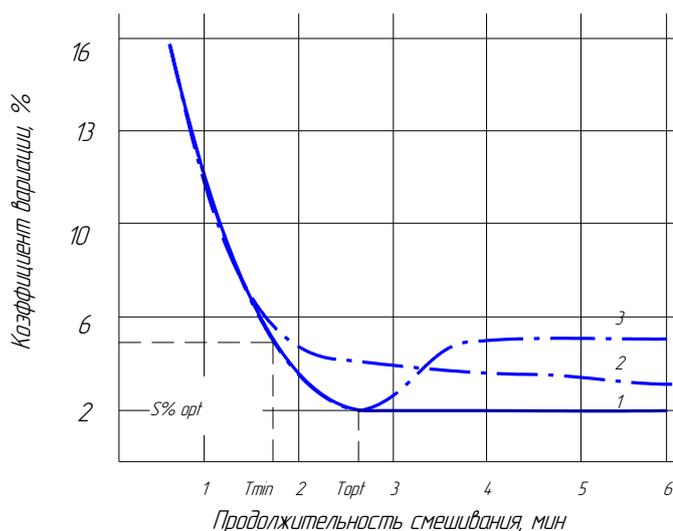


Рис. 7.29. Характеристика кривых продолжительности смешивания в порционных смесителях:

- 1 – нормальная характеристика кривой;
- 2 – с дополнительным измельчением проб;
- 3 – с расслоением компонентов.

На графике можно отметить 3 вида кривых.

1 – нормальная характеристика кривой. Коэффициент вариации $S\%$ постоянно уменьшается до достижения наименьшей величины $S\%_{min}$ и затем остается постоянным. Такой ход кривой является типичным для большинства комбикормовых компонентов.

2 – смешивание с дополнительным измельчением проб. После первоначального относительно быстрого уменьшения $S\%$ в соответствии с падением нормальной кривой происходит медленное приближение к минимальной неоднородности.

3 – смешивание с расслоением. По достижении минимального значения величина $S\%$ вновь увеличивается в последующее время. Расслоение возможно тогда, когда производится смешивание компонентов с чрезвычайно различными физическими свойствами (с большими различиями в размерах и плотности частиц), или рабочий орган смесителя не захватывает одновременно все содержимое смесителя.

7.5.2. Смешивание в смесителях непрерывного действия

Для смешивания компонентов, сдозированных с применением дозаторов непрерывного действия (объемных, тарельчатых, однокомпонентных весовых, ленточных весовых) применяют и смесители непрерывного действия. На комбикормовых предприятиях широко применяли горизонтальный двухвальный смеситель непрерывного действия мар-

ки 2СМ-1, который обеспечивал производительность до 20 т/ч и степень однородности смешивания до 90%. Работает он следующим образом: из сборного транспортера сдозированные компоненты поступают в этот смеситель, в котором расположенные горизонтально два вращающихся в разные стороны вала с установленными на них и повернутыми под углом лопатками перемешивают их и одновременно перемещают продукт в желобе к выходу из него. Ввод жидких компонентов в этот смеситель не предусмотрен, а для этой цели создана другая установка, например, Б6-ДСЖ. Принципиальная схема двухвального лопастного смесителя приведена на рис. 7.30.

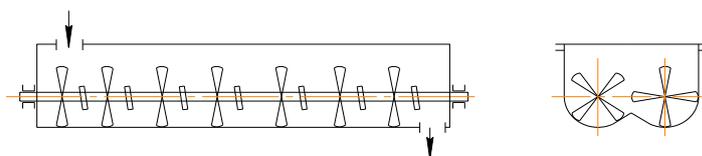


Рис. 7.30. Горизонтальный двухвальный смеситель непрерывного действия

В настоящее время ОАО «ВНИИКП» выпускает одновальные лопастные смесители непрерывного действия марки УЗ-ДСНД. Рабочим органом является горизонтальный вал с лопатками, помещенный в цилиндрическую трубу. Смеситель предназначен для непрерывного смешивания сыпучих компонентов, а также одновременный ввод жидких компонентов различной вязкости (мелассы, жира, масла растительного и др.) в количестве до 10%. Жидкие компоненты вводятся в смеситель через штуцеры, расположенные на корпусе, без использования форсунок. Вращающийся вал с лопатками интенсивно перемешивает компоненты и обеспечивает однородность смеси до 90% (рис. 7.31), таблица 7.13.

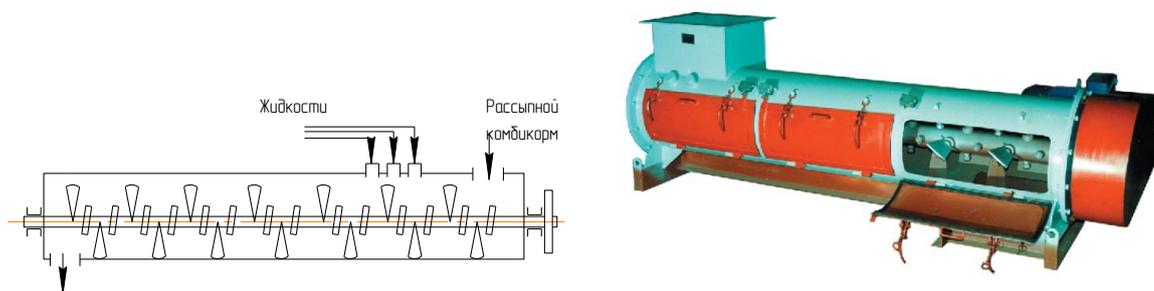


Рис. 7.31. Смеситель непрерывного действия УЗ-ДСНД

Техническая характеристика смесителей УЗ-ДСНД

Тип смесителя	Производительность, т/ч	Установленная мощность, кВт	Габаритные размеры, мм			Масса, кг
			длина	ширина	высота	
УЗ-ДСНД-10	10	7,5	2320	965	600	550
УЗ-ДСНД-20	20	15,0	2360	1240	720	850
УЗ-ДСНД-30	30	22,0	2895	1620	925	1400
УЗ-ДСНД-50	50	37,0	2925	1620	925	1500
УЗ-ДСНД-100	100	55,0	3500	1870	1350	2200

7.5.3. Смешивание в смесителях периодического действия

Сдозированные на многокомпонентных весовых дозаторах компоненты комбикормов или белково-витаминно-минеральных концентратов выгружаются в смеситель периодического действия (табл. 7.14). На комбикормовых предприятиях в основном были установлены смесители типа СГК емкостью 1,0 и 2,5 тонны и серии А9-ДСГ с объемом ванны 100, 200, 500, 1500, 2000 и 3000 кг. Смесители данных серий имеют ванну с дном цилиндрической формы с впускными и выпускными отверстиями. Основным смешивающим органом являются металлические ленты, винтообразно прикрепленные к валу с помощью крестовин, причем одна ленточная полоса, прикрепленная к крестовине приближена к внутренней поверхности цилиндра так, чтобы расстояние между цилиндром и лентой было по возможности меньшим (порядка 10 мм), а другая ленточная полоса имеет противоположную навивку и прикреплена к тем же крестовинам на расстоянии от центра, примерно равном половине радиуса (рис. 7.32).

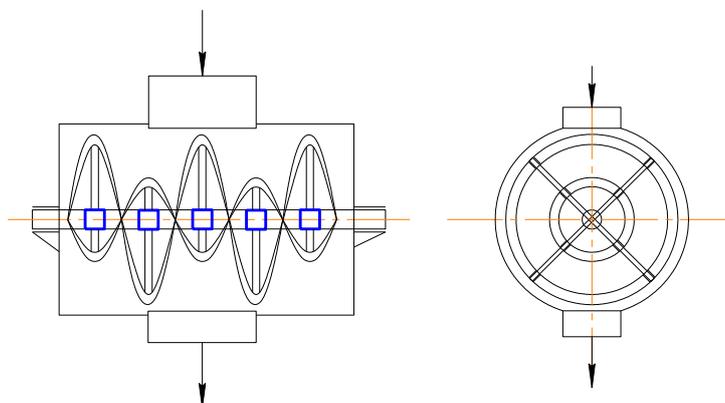


Рис. 7.32. Принципиальная схема горизонтального ленточного смесителя

Таблица 7.14

Техническая характеристика применяемых смесителей периодического действия
(выпускаемых отечественно промышленностью)

Показатели	А9-ДСГ- 0,1	А9-ДСГ- 0,2	А9-ДСГ- 0,5	СГК-1,0	А9-ДСГ- 1,5	А9-ДСГ- 2,0	СГК-2,5	А9-БСГ- 3,0	А9-ДСГ- 3,0
Тип смесителя	Горизонтальный периодического действия								
Рабочая емкость ванны (при $\gamma=445 \text{ кг/м}^3$), т	0,1	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,0
Число оборотов лопастного вала, об/мин	47	43	30	48	22	19	35	30	16
Общий цикл смешивания, мин	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6	6	
а) продолжительность смешивания для компонентов комбикормов, мин	4	4	4	4	4	4	4	5	4
б) продолжительность загрузки, мин ^{х)}	0,5-1,0	0,5-1,0	0,5-1,0	0,5-1,0	0,5-1,0	0,5-1,0	0,5-1,0	0,5	1,0
в) продолжительность разгрузки, мин ^{х)}	0,5-1,0	0,5-1,0	0,5-1,0	0,5-1,0	0,5-1,0	0,5-1,0	0,5-1,0	0,5	1,0
Мощность электродвигателя, кВт	2,2	3,0	7,5	17,0	18,5	22,0	40,0	37,0	30,0
Производительность при установке в узле, т/ч одного смесителя ^{хх)}	1,0-1,2	2,0-2,4	5,0-6,0	10,0-12,0	15,0-18,0	20,0-24,0	25,0-30,0	30,0-36,0	30-36
2-х смесителей параллельно	1,33-2,4	2,67-4,8	6,65-12,0	13,3-24,0	19,95-36,0	26,6-48,0	33,25-60,0	39,0-72,0	30-72
2-х смесителей последовательно	1,33-2,0	2,67-4,0	6,65-10,0	13,3-20,0	19,95-30,0	26,6-40,0	33,25-50,0	39,0-60,0	30-60
Габариты смесителя, мм:									
длина	1770	1830	3045	4407	4420	4880	6250	5520	5470
ширина	960	1070	1170	1195	1630	2660	2000	2650	2010
высота	1180	1270	1870	1770	2380	2600	2130	2800	2890
Масса, кг	425	550	1400	3100	3410	4650	4800	5300	5600

х) – продолжительность загрузки и разгрузки может изменяться в зависимости от сыпучести компонентов и состава батареи весов;

хх) – производительность рассчитывается с построением циклограмм работы узла дозирования-смешивания и приведена на рис. 6.4.2

Число оборотов ленточного ротора зависит от диаметра цилиндра смесителя и составляет до 47-48 об/мин для смесителей малой емкости и снижается до 16-20 об/мин с увеличением размеров ванны. Частота вращения определяется в первую очередь тем, что при линейной скорости ленты более 1 м/с продукт может выбрасываться из ванны. Наряду с этим скорость лопастного вала значительно влияет на мощность приводного электродвигателя.

Продолжительность смешивания ленточных смесителей этого типа составляет 4 минуты. Рекомендуемая длительность загрузки и выгрузки составляет 0,5-1,0 мин, что обуславливает длительность общего цикла (загрузка + смешивание + выгрузка) в пределах 6 минут. Емкость смесителя и длительность цикла его работы определяют производительность узла дозирования-смешивания и цеха в целом. Она составляет примерно 10 порций в час и при емкости смесителя 1000 кг составляет 10 т/ч, при 2500 кг – 25 т/ч.

С целью интенсификации процесса смешивания комбикормов в последнее время разработаны смесители нового поколения, в которых смешивание производится в «псевдокипящем» слое, создаваемым лопатками. По сравнению с ленточными смесителями это приводит к сокращению продолжительности смешивания до 1-2 мин и обеспечения однородности смеси до 95%. Так, во ВНИИКП разработаны и выпускаются смесители периодического действия (рис. 7.33, табл. 7.15), которые относятся к универсальным машинам, позволяющим смешивать компоненты комбикормов, белково-витаминно-минеральных концентратов и премиксов. Принципиальная схема смесителя и фотография его внешнего вида изображены на рис. 7.33. При разработке конструкции учтен передовой зарубежный опыт, в частности, аналогичные смесители Forberg выпускаются за рубежом.

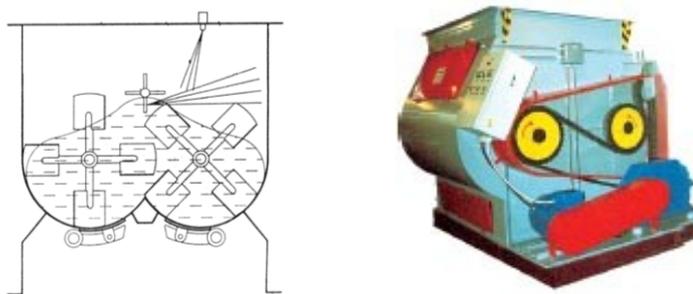


Рис. 7.33. Схема двухвального лопастного смесителя, выпускаемого ВНИИКП

Корпус смесителя состоит из сварной стальной конструкции, днище которого образует форму из двух взаимнопересекающихся полуцилиндров и соответственно смеситель имеет два горизонтальных вала, вращающихся в противоположные стороны. На каждом валу установлены по винтовой линии лопасти прямоугольной формы с углом поворота 45° и 15° .

В смесителе обеспечивается противоточное перемещение смешиваемых компонентов вдоль лопастных валов, а также многократное перемещение их в центре смесителя между лопастями. Это движение частиц сырья относительно друг друга способствует эффективному смешиванию их и обеспечивает получение высокой однородности смеси за короткий промежуток времени. Профилактические окна в корпусе смесителя обеспечивают легкий доступ в смесительную камеру для осмотра и очистки. Большие выпускные окна (типа бомболоков) позволяют осуществить быструю и полную выгрузку готовой смеси без зачистки, что особенно важно при переходе с одного рецепта на другой. В смесителях УЗ-ДСП-0,02 и УЗ-ДСП-0,05 привод выпускных задвижек ручной, а в остальных электрический.

Смесители выпускаются в двух исполнениях: для смешивания сыпучих компонентов и для смешивания компонентов с вводом жидких. При втором исполнении в смеситель дополнительно устанавливается система подвода жидкости (коллектор с соплами). Продолжительность смешивания сыпучих компонентов с жидкостями 2-5 мин, количество ввода жидкости – до 6,0%.

Смеситель обеспечивает однородность смешивания – не менее 95%, при продолжительности чистого смешивания – одна минута. Опорожнение смесителя происходит в течение – 5-30 секунд.

Таблица 7.15

Технические характеристики смесителей
периодического действия (выпускаемые во ВНИИКП)

Тип смесителя	Вместимость, кг	Установленная мощность, кВт	Габаритные размеры, мм			Масса, кг
			длина	ширина	высота	
1	2	3	4	5	6	7
УЗ-ДСП-0,02	20	0,75	760	770	640	150
УЗ-ДСП-0,05	50	2,20	955	1015	810	200
УЗ-ДСП-0,1	100	3,55	1350	1120	1040	600
УЗ-ДСП-0,2	200	6,25	2050	1270	1400	1000
УЗ-ДСП-0,5	500	15,10	2720	1700	1800	2150

1	2	3	4	5	6	7
УЗ-ДСП-1,0	1000	19,6	3000	2050	2050	3200
УЗ-ДСП-1,5	1500	31,5	3200	2565	2400	4300
УЗ-ДСП-3,0	3000	56,5	4630	3300	2600	6000
УЗ-Д92-01	12	2,2	1800	960	1050	440
УЗ-Д92-02	24	3,0	1800	1100	1200	600
УЗ-Д92-05	60	7,5	3130	1170	1870	1300
УЗ-ДСО-1,5	1500	23,5	3980	1462	1995	3500
УЗ-ДСО-3,0	3000	56,5	5560	2270	2400	8700

Фирмой ТЕХНЭКС также разработан модульный ряд смесителей объемом от 5 до 4000 кг [89], которые обеспечивают при продолжительности смешивания 1,5-2,0 мин высокую однородность смеси и снижение общего цикла дозирования-смешивания компонентов до 2-3 мин (табл. 7.16, рис. 7.34).

Таблица 7.16

Смесители одновальные лопаточные периодического действия (выпускаемые фирмой ТЕХНЭКС)

Технические характеристики	СП-100	СП-200	СП-300	СП-500	СП-1000	СП-2000	СП-4000	СП-6000
Объем смесителя	100	200	300	500	1000	2000	4000	6000
Потребляемая мощность, кВт	3	5,5	5,5	7,5	18,5	30,0	45,0	2 x 30
Габаритные размеры:								
длина	1750	1900	1900	2100	2500	2900	3800	4500
ширина	700	900	950	1000	1300	1600	2000	2172
высота	850	1200	1250	1300	1600	1900	2500	2676
Масса, кг	400	500	700	900	2000	3000	4700	4900

В последнее время за рубежом также разработаны и выпускаются аналогичные одновальные лопаточные смесители фирмой Бюлер. Рабочим органом являются «лопатообразные» лопасти большого размера, установленные на одном центральном валу. Емкость ванны смесителей достигает до 4 тонн продукта. Фирмой установлены такие смесители на некоторых отечественных комбикормовых заводах (в г. Тверь и др.).

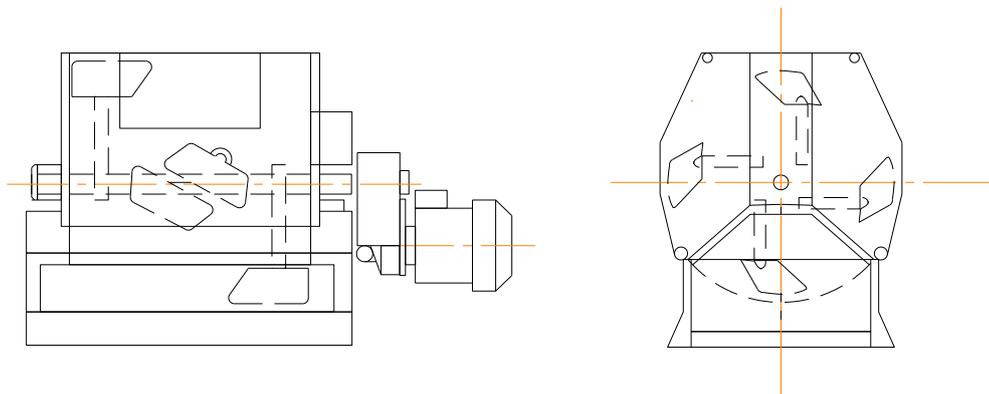


Рис. 7.34. Схема одновального лопастного смесителя

7.5.3.1. Увеличение производительности узла дозирования-смешивания

Производительность узла дозирования-смешивания зависит от емкости смесителя, компоновки их и продолжительности цикла (рис. 7.35). Производительность узла дозирования-смешивания увеличивается при установке в узле двух смесителей последовательно или параллельно и сокращения продолжительности цикла. Она рассчитывается с применением построения циклограмм работы узла. На графике (рис. 7.36) приведены примеры построения циклограмм при установке в узле одного смесителя, двух смесителей последовательно и двух смесителей параллельно. При установке одного смесителя продолжительность цикла составляет 5-6 мин (две нижние прямые). Установка двух смесителей позволяет уменьшить длительность цикла до 3 минут (при последовательном и параллельном исполнении) и до 2 минут при параллельной их работе. Общая длительность смешивания составляет 4 минуты.

Сокращение длительности общего цикла обусловлено тем, что продолжительность набора компонентов порции меньше 4 минут, особенно при установке двух-трех дозаторов, так как они набирают компоненты одновременно.

Работу смесителей в этом случае можно характеризовать степенью увеличения производительности узла и коэффициентом использования смесителей.

Степень увеличения производительности узла при прочих равных условиях зависит от времени цикла и рассчитывается по формуле:

$$K_y = \frac{6(\text{мин})}{\tau, (\text{мин})}; \quad (7.22)$$

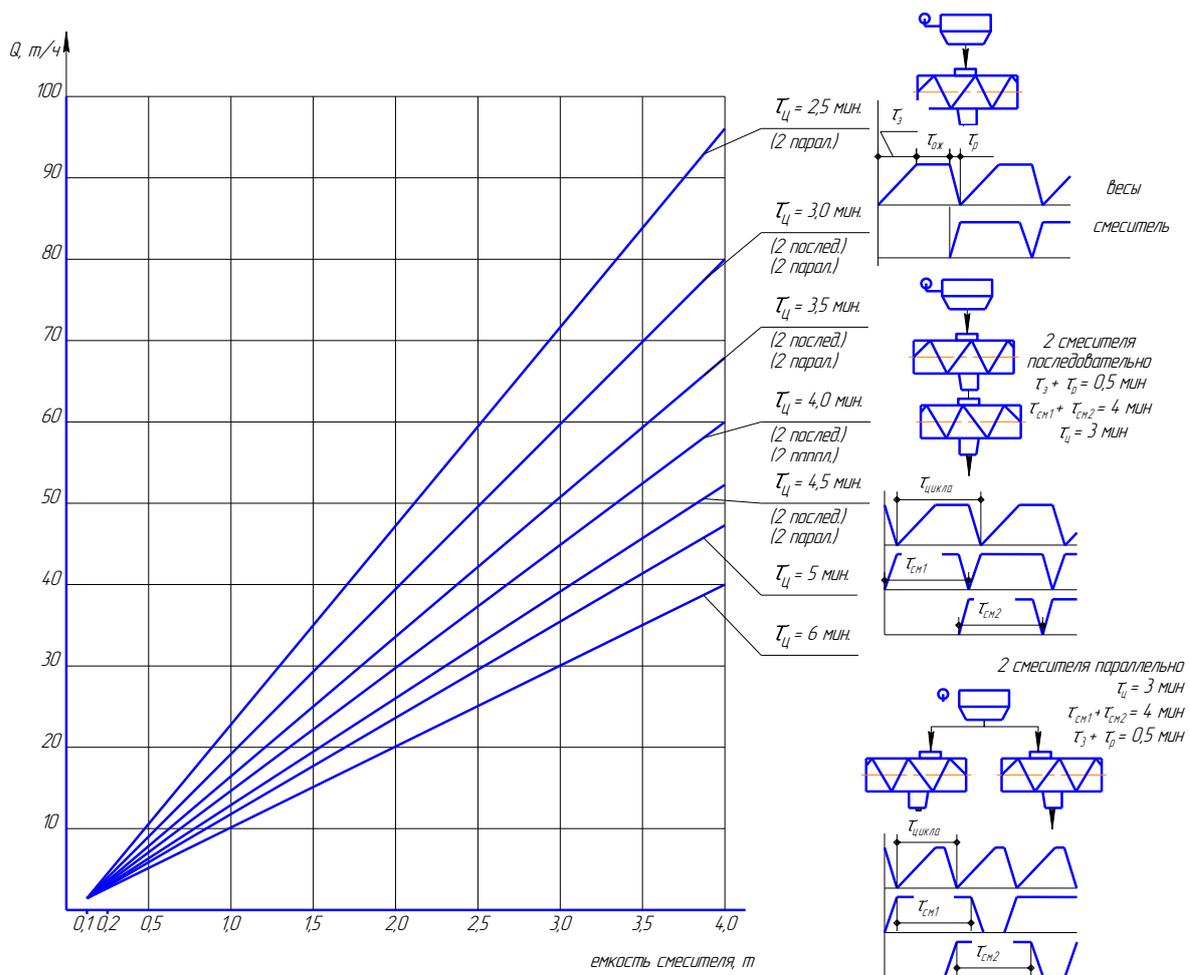


Рис. 7.35. Зависимость производительности узла дозирования-смешивания от емкости смесителей при различной их компоновке и продолжительности цикла

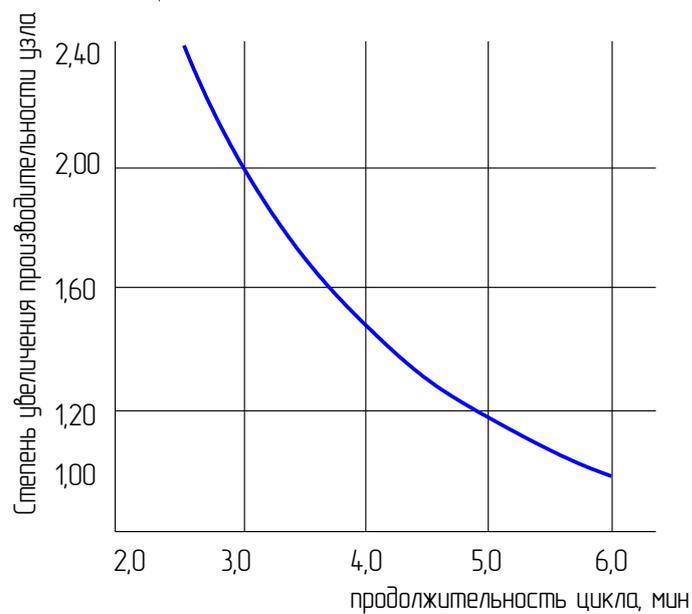


Рис. 7.36. Зависимость производительности смесителя от длительности цикла

При расчете принимаем, что при длительности цикла ($\tau_{\text{ц}}$) 6 мин производительность смесителя считается паспортной и степень увеличения равна единице, т.е. производительность не увеличивается (рис. 7.36). С уменьшением времени цикла до 4 мин степень увеличения составляет $K_y = 1,5$, а до 2,5 мин – производительность узла увеличивается в 2,4 раза.

Коэффициент использования смесителей рассчитываем по формуле:

$$K_u = \frac{\tau_{\text{загр.}} + \tau_{\text{см.}} + \tau_{\text{разгр.}}}{\tau_{\text{цкла}}}; \quad (7.23)$$

где: $\tau_{\text{загр.}}, \tau_{\text{см.}}, \tau_{\text{разгр.}}$ – продолжительность загрузки, смешивания и разгрузки смесителя.

При установке в узле одного смесителя, длительности смешивания 4 мин, загрузки и разгрузки по 1,0 мин, коэффициент использования составит $K_u = 1,0$. При сокращении продолжительности загрузки и разгрузки до 30 сек коэффициент использования составит $K_u = 0,83$.

С установкой в узле двух смесителей последовательно коэффициент использования рассчитываем по формуле:

$$K_{\text{исп.посл}} = \frac{\tau_{\text{загр}} + \tau_{\text{см1}} + \tau_{\text{разгр}}}{\tau_{\text{ц}}}; \quad (7.24)$$

При этом $\tau_{\text{см1}} = \tau_{\text{см2}}$, а общее $\tau_{\text{см}} = \tau_{\text{см1}} + \tau_{\text{см2}}$

Расчеты показывают, что при $\tau_{\text{см1}} = 2\text{мин}$ на первом смесителе, $\tau_{\text{см2}} = 2\text{мин}$ на втором смесителе при общем $\tau_{\text{см}} = 4\text{мин}$ коэффициент использования составит $K_u = 0,75$ (рис. 7.37). С уменьшением продолжительности цикла до 3 мин коэффициент использования смесителей возрастет до $K_u = 1,0$, т.е. они будут работать без холостого хода.

При установке в узле двух смесителей параллельно коэффициент использования определяется

$$K_{\text{исп.пар}} = \frac{\tau_{\text{загр}} + \tau_{\text{см}} + \tau_{\text{разгр}}}{2\tau_{\text{ц}}}; \quad (7.25)$$

При этом $K_{\text{исп.пар}} = 0,63$ при общей продолжительности цикла 4 мин и увеличится до 1,0 при $\tau_{\text{ц}} = 2,5\text{мин}$ (рис. 7.37).

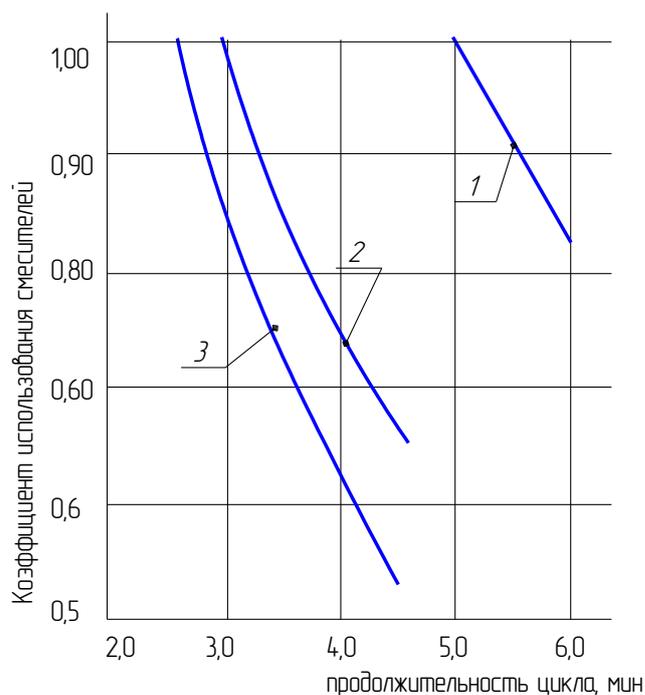


Рис. 7.37. Зависимость коэффициента использования смесителя от продолжительности цикла смешивания

- 1 – один смеситель
- 2 – два смесителя последовательно
- 3 – два смесителя параллельно

7.6. Гранулирование комбикормов

Производство гранулированных комбикормов в настоящее время в различных странах колеблется от 20 до 75%, однако в перспективе можно ожидать дальнейшего повышения выработки гранул. Такое положение объясняется наличием преимуществ их перед рассыпными комбикормами. Рассыпные комбикорма при последующей транспортировке их, складировании, раздаче и потреблении животными характеризуются тенденцией к расслоению, в результате чего снижается их качественный состав. Гранулирование позволяет сохранить их достигнутую степень смешивания. Наряду с этим гранулирование повышает объемную массу кормов примерно на 20-25%, что позволяет увеличить эффективность использования объема хранилищ, улучшить процесс их хранения особенно в хранилищах силосного типа, разгрузки силосов, уменьшает количество транспортных средств, облегчает механизацию транспортировки кормов, снижает потери и пылеобразование при транспортировании и кормлении животных.

В результате гранулирования частично повышается питательная ценность комбикормов. При правильных режимах изменяется углеводный состав за счет увеличения ами-

лолитической активности ферментов при переваривании крахмала. Гранулирование оказывает влияние также на сырую клетчатку, при скармливании комбикормов с ячменем гранулированным позволяет снизить расход кормов примерно на 5-6% при кормлении свиней, а также птицы. Воздействие гранулирования на протеины кормов зависит от температуры процесса гранулирования. При кратковременном нагревании комбикорма до 80⁰С отрицательного изменения протеинов не происходит. Если гранулирование производить при более высокой температуре, то чувствительные к температуре аминокислоты, например, лизин и др. теряют свою активность. Исследованиями установлено, что при температуре выше 90⁰С снижается содержание метионина примерно на 20-30%. Процесс гранулирования, осуществляемый при нормальной температуре до 80⁰С и кратковременном воздействии давления до 1,0 МПа не оказывает значительного влияния на жиры комбикормов, а уменьшение поверхности соприкосновения с воздухом уменьшает прогоркание комбикормов, что повышает сохраняемость комбикорма.

Биологически активные вещества, в особенности витамины, под воздействием температурной обработки и обработки давлением, т.е. в процессе гранулирования ведут себя различно. Если витамины В₁ и В₁₂ при температуре 80-90⁰С в процессе гранулирования не подвергаются изменениям, то синтетические термолабильные витамины А и Е при обычных температурах гранулирования, равных ~ 80⁰С, разрушаются примерно на 10-15%. При гранулировании материалов при температуре выше 80⁰С потери витаминов А и Е уже превышают 25-30%. В противоположность этому процесс гранулирования не оказывает отрицательного значения на провитамин А (каротин).

Термическая обработка и обработка давлением в процессе гранулирования уменьшает содержание микроорганизмов в комбикормах. Не образующие спор бактерии, плесневые грибки, сальмонеллы и клещи почти полностью уничтожаются, на образующие споры микроорганизмы гранулирование оказывает лишь некоторое влияние.

7.6.1. Применение гранулированных комбикормов для кормления:

а) свиней

Различные исследователи не пришли к единому мнению относительно того, полезно ли и насколько гранулирование комбикормов для физиологии питания свиней. Многие ученые, занимающиеся вопросами кормления и питания животных на основе проверенных опытов установили, что при кормлении гранулированными комбикормами затраты кормов на единицу привеса продукции снижаются и представляется возможность более полного использования генетического потенциала продуктивности животных. В то же

время другие исследователи, напротив, пришли к выводу о том, что гранулированные комбикорма, по сравнению с рассыпными, никаких преимуществ не имеют, мало того, они частично даже приводят к снижению продуктивности животных для некоторых групп.

Для рационального выращивания поросят необходимы гранулированные комбикорма. Опыты, проведенные по кормлению выращиваемых поросят, показывают, что поросята предпочитают гранулированные комбикорма. Отъем поросят в пятинедельном возрасте предполагает, что животные к этому времени могут поесть достаточное количество гранулированных комбикормов. Экономическое преимущество заключается не только в снижении затрат на корма, но и в улучшении количества опоросов в расчете на свиноматку в год.

Применение гранулированных комбикормов на откорме свиней остается спорным вопросом. Некоторые ученые придерживаются мнения, что применение комбикормов в гранулированном виде для скармливания их свиньям на откорме не дает никаких преимуществ. Это мнение обосновывается результатами опытов и фактами, наблюдаемыми на практике, в соответствии с чем применение гранулированных комбикормов ухудшает поедаемость кормов животными, что естественно приводит к снижению среднесуточных привесов животных. Кроме того, при кормлении свиней на откорме гранулированными комбикормами наблюдались нарушения пищеварения и возникновение язвы желудка. Другими исследователями обосновывается, что применение гранулированных комбикормов для кормления здоровых откормочных свиней дает определенные преимущества. Они заключаются в повышении среднесуточного прироста живой массы примерно на 7% и сокращении расхода кормов приблизительно на 8%. При этом следует отметить, что показатели прироста живой массы и расхода кормов зависит от состава комбикорма и от твердости гранул. Преимущества кормления свиней гранулированными комбикормами особенно четко проявляются при кормлении комбикормами, содержащими большое количество сырой клетчатки, а из зерновых – преимущественно ячмень, а также от режимов гранулирования (давление пара должно быть не менее 0,5 МПа). При кормлении свиноматок может быть рекомендовано применение гранулированных кормов с большим содержанием сырой клетчатки.

б) птицы

Гранулирование нашло широкое применение при производстве комбикормов для птицы. При скармливании гранулированных комбикормов обеспечивается повышение прироста живой массы и снижение расхода корма.

Особенно большое значение имеет гранулирование комбикормов для бройлеров, если энергия комбикорма ниже 13 МДж/кг. В результате гранулирования снижается необходимость во включении в комбикорма для бройлеров таких компонентов как кукуруза или жиры, без которых скармливание рассыпных комбикормов неэффективно.

Промышленное разведение уток приспособлено к применению гранулированных комбикормов, так как рассыпные комбикорма обуславливают большие потери их.

Кормление кур-несушек гранулированными комбикормами, как правило, способствует повышению их продуктивности. Следует учитывать, что при содержании кур-несушек в клетках птицы не сразу проглатывают гранулу, а отступают с ними в клетку, что приводит к потерям кормов. Этот недостаток в значительной степени можно устранить путем измельчения гранул, т.е. превращать гранулы в крупку.

в) жвачных животных

Для улучшения выращивания телят предпочтительно применять также гранулированные комбикорма, т.к. телята быстро привыкают к твердому корму. Очень выгодно применение гранулированных комбикормов для кормления крупного рогатого скота на откорме и лактирующих коров, потому что в результате этого предотвращается расслоение мочевины и уменьшается ее растворимость в воде. Наряду с этим улучшаются условия механизации процесса кормления коров в доильной установке, осуществляемое в соответствии с продуктивностью животных. Кроме того, гранулированные комбикорма создают меньше пыли и животные их поедают быстрее. К этим кормам можно отнести пресованную и соответственно обработанную солому и сухие зеленые корма.

г) кроликов, рыбы и др.

Промышленный откорм кроликов невозможно осуществлять без применения гранулированных комбикормов, т.к. эти животные поедают комбикорма в большем количестве. При этом значительно снижаются потери комбикорма.

При кормлении рыбы также предпочтительно применять гранулированные комбикорма.

7.6.2. Необходимые размеры гранул для различных видов животных

Размеры гранул зависят от величины ротовой полости соответствующих животных и производственных затрат. В целом можно констатировать, что все животные отдают предпочтение гранулам малых диаметров. В то же время затраты на производство гранулированных комбикормов тем выше, чем меньше диаметр гранул. Длина гранул должна быть не больше в 1,5-2,0 раза диаметра гранул для обеспечения лучшей сыпучести и увеличения объемной массы.

В соответствии с результатами исследований можно рекомендовать следующие размеры гранул (диаметры), мм:

- для жвачных животных – 12,7 – 7,7
- для свиней – 7,7 – 4,7
- для птицы – 4,7 и крупка.

7.6.3. Установки для гранулирования комбикормов

Гранулирование комбикормов производят на установках для этой цели. Схема установки для гранулирования приведена на рис. 7.38, технические характеристики отечественных установок в табл. 7.17. Установка обычно состоит из пресса-гранулятора, охладителя, измельчителя гранул, просеивающей машины, электрооборудования.

Таблица 7.17

Технические характеристики установок для гранулирования

Показатели	Марки установок		
	Б6-ДГВ	Е8-ДГН	ПГ-520
Производительность, т/ч			
на матрицах с отверстиями Ø 4,7-7,7 мм	8,0 – 8,5	2,0 – 2,5	10 – 14
Ø 9,7-12,7 мм	9,0 – 11,0	3,0 – 4,0	13 – 18
Установленная мощность электродвигателей, кВт	144 – 154	70	172
Расход пара, кг/ч	400 – 550	150 – 200	650 – 950
Давление пара, кг/см ²	3,5 – 5,0	3,5 – 5,0	3,5 – 5,0
Масса, кг	8760	5130	5560

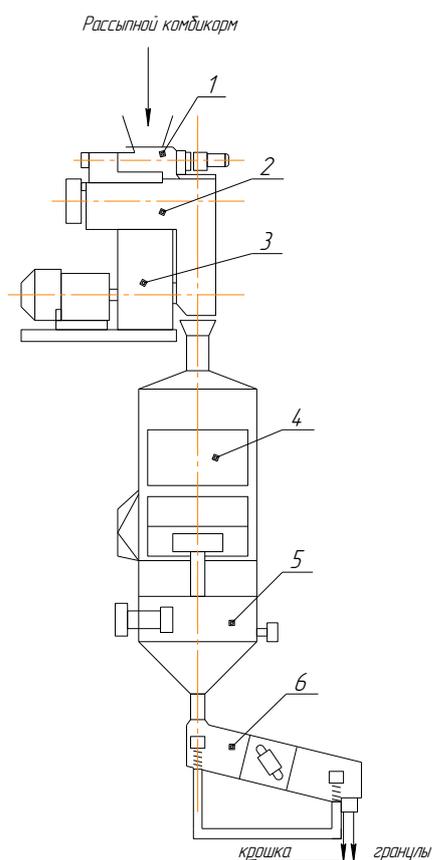


Рис. 7.38. Установка для гранулирования комбикормов
 1 – питатель, 2 – смеситель, 3 – пресс-гранулятор,
 4 – охладитель, 5 – измельчитель, 6 – машина просеивающая

Таблица 7.18

Технические характеристики прессов-грануляторов серии ГТ
 (совместного предприятия «Грантех»)

Тип прессы	ГТ-360	ГТ-420	ГТ-500	ГТ-520
Внутренний диаметр матрицы, мм	360	420	500	520
Рабочая ширина матрицы, мм	75 – 120	90 – 120	120	142
Количество роликов, шт.	2	2	2	2
Диаметр роликов, мм	160	206	240	252
Мощность основного двигателя, кВт	22 – 45	75 – 90	110	150

Процесс получения гранулированных комбикормов включает предварительную обработку комбикорма, превращение его в гранулы, последующее их охлаждения.

Целью гранулирования является уплотнение материала и изменение формы. Для уплотнения рассыпных комбикормов применяется прессование, при котором получают

гранулы преимущественно цилиндрической формы диаметром 3-20 мм. В некоторых странах предпочитают кубовидную форму (например, в США и Великобритании).

Качество гранул, прежде всего, зависит от их плотности и прочности. Прочность гранул должна быть такой, чтобы они не разрушались при транспортировке и хранении, и в то же время животные могли беспрепятственно поедать эти гранулированные корма.

Плотность гранулированных комбикормов должна незначительно отличаться от плотности зерна хлебных злаков. Плотность гранул обычно составляет $1,4 \text{ г/см}^3$, плотность пшеничного, кукурузного и ячменного зерна – $1,3 \text{ г/см}^3$, ржаного – $1,4 \text{ г/см}^3$. Плотность гранулы уменьшается с увеличением ее пористости. Различают, кроме того, и насыпную плотность или объемную массу материалов. Насыпная плотность включает еще и промежуточные пространства между отдельными частицами. Объемная масса (насыпная плотность) гранулированных комбикормов, равная $0,6-0,75 \text{ т/м}^3$ как правило выше, чем у рассыпных, которая составляет $0,45-0,6 \text{ т/м}^3$.

Плотность гранулы зависит от степени сцепления частиц между собой в составе гранулы. В результате прессования между отдельными частицами возникают различные механизмы сцепления, из которых можно выделить когезионные и адгезионные силы, связи между отдельными частицами различной формы. Большее значение имеют когезионные и адгезионные силы, которые возникают за счет больших площадей соприкосновения (небольшие частицы), малого расстояния между площадями соприкосновения (под воздействием давления), а также участие в этом воды (между площадями соприкосновения). Связи между твердыми телами возникают также за счет связывающих веществ (например, мелассы), химических реакций, а также высокого давления и температуры. Способствуют сцеплению частиц также их волокнистость, т.е. трудносыпучий материал лучше прессуется.

7.6.4. Оценка качества гранул

Гранулированные комбикорма должны быть устойчивыми к их транспортировке, промежуточному хранению и раздаче животным. Но высокая прочность гранул не должна привести к снижению поедания и отрицательному действию на желудок животного. Поэтому как изготовители, так и потребители гранулированных комбикормов должны иметь показатель оценки качества гранул.

В числе показателей прочности гранул у нас в стране используются данные по абсолютной предельной величине нагрузки, выражаемой в Ньютонах (Н), а также данные по крошимости (истиранию) гранул, выражаемой в процентах. Под абсолютной нагрузкой следует понимать силу, необходимую для разрушения гранул. Крошимостью (истирани-

ем) называют ту часть гранулированных комбикормов, которая отделяется (стирается) от гранул после стандартной механической обработки. Эту часть определяют посредством просеивания и взвешивания, соотнесения с общей массой гранул и выражения полученных результатов в процентах.

Для измерения предельных нагрузок применяют методы, известные из области испытания материалов. Устройства для измерения силовой нагрузки и усилия сжатия состоят из одного неподвижного и подвижного штампов, манометра и рукоятки или винта. Гранулу зажимают между штампами, затем с помощью рукоятки подвижный штамп приближают к неподвижному. Манометр показывает давление, которое воздействует на гранулу. Устройство для измерения абсолютной нагрузки, которое определяет максимальную силу (выраженную в Ньютонах), необходимую для разрушения гранул, очень удобно в обращении, и ее можно использовать в повседневной работе. Следует, однако, признать, что получаемые таким способом величины отличаются большой неточностью и поэтому могут использоваться в качестве ориентировочных значений. Данные по предельной нагрузке применяют прежде всего для проведения научно-исследовательских работ. На основании исследований установлено, что предел прочности гранул должен составлять не менее 80 Н.

Определение крошимости (истирания). При практической работе с гранулами нагрузка не всегда будет доходить до той, которая вызывает полное разрушение. Скорее всего будут иметь место возникающие в одно и то же время или последовательно друг за другом усилия давления, среза и трения, которые приводят к частичному разрушению гранул. Поэтому старались смоделировать нагрузку внутрихозяйственной транспортировки и другие процессы в одном методе, чтобы можно было определить величину разрушения гранул.

Для этого создан аппарат определения крошимости гранул, включающий три прямоугольного сечения барабана, приводимые во вращение, и сменное сито под ними. В барабаны загружается три пробы гранул по 500 г (три повторности), они вращаются определенное время, затем пробы просеиваются на сите и определяется количество прохода, которое и характеризует процесс истирания в процентах. Крошимость гранул вносится как показатель гранулированных кормов в стандарты.

7.6.5. Факторы, влияющие на процесс гранулирования

С целью получения гранулированных комбикормов применяется их прессование выдавливанием через отверстия с использованием высоких давлений. Предварительно обработанный комбикорм подается на поверхность матрицы, имеющей прессовальные кана-

лы, и под давлением прессующих вальцов материал продавливается через них. Выходящие из каналов гранулы срезаются (отламываются) ножом. Для определения влияния различных факторов на получение гранулы можно разделить процесс на две стадии.

На первой стадии на слой материала, поданного на матрицу, прессовальный валец образует клин и создает такое давление, чтобы преодолеть силы сцепления сыпучего материала в прессовальных каналах. Образование давления в клине сыпучего материала зависит от следующих факторов:

- от текучести материала;
- от сопротивления прессующего материала деформации;
- от степени сцепления клина материала между прессовальным вальцом и матрицей;
- от зазора между прессовальным вальцом и матрицей др.

Степень текучести материала зависит от его свойств, которые можно изменить за счет предварительной обработки, например, водяным паром. Для создания необходимого давления в клине сыпучий материал должен обладать определенной связанностью (вязкостью). Если эта связанность слишком велика, гранулы получаются мягкими, или материал невозможно протолкнуть через отверстия. Если связанность слишком мала, то степень сцепления материала с матрицей и валком уменьшается и гранулы не формируются. Связанность комбикорма перед прессованием зависит от свойств, прессуемых компонентов, величины частиц, формы частиц, процента влажности, поверхностных свойств, плотности частиц и т.д. Создание клина сыпучего материала перед прессованием также зависит от числа оборотов матрицы, диаметра вальца и высоты слоя материала на матрице. Расстояние между матрицей и прессовальным вальцом должно поддерживаться на минимальном уровне, но так, чтобы они не соприкасались друг с другом [86].

Вторая стадия начинается сразу же после того, как только давление в клине сыпучего материала преодолевает трение сцепления прессуемого сыпучего материала в прессовальных каналах. Когда силы сжатия преодолевают силы сцепления, сыпучий материал продавливается через прессовальные каналы и формируется в гранулы. Прочность гранул зависит от свойств обрабатываемого материала и от воздействия сил сжатия и трения в прессовальных каналах. Величина сил сжатия и трения зависит от:

- формы прессовальных каналов;
- текучести прессуемого сыпучего материала;
- шероховатости прессовальных каналов;
- скорости формования и др.

В этом процессе имеет большое значение длина и диаметр цилиндрической части каналов, длина и угол подъема конусообразной части. В цилиндрической части имеет значение только воздействие силы давления и сжатия. Сила давления зависит от сопротивления движению прессуемого сыпучего материала в канале и примерно пропорциональна длине канала, объему канала и сопротивлению силы трения. На величину давления оказывает влияние также текучесть прессуемого материала, чем она ниже, тем больше сила давления. На коэффициент трения между стенкой канала и материалом влияет также шероховатость стенок. Степень шероховатости стенок через некоторое время стабилизируется, но в новой матрице необходимо провести шлифовку их с применением смеси из комбикорма (87%), песка (5%), мелассы (3%), жира (5%).

Факторами, влияющими на качество гранул и производительность пресса-гранулятора, которые поддаются изменению, являются:

- выбор матрицы, которая наиболее подходит для гранулирования данного материала;
- зазор между матрицей и прессующим роликом;
- окружная скорость матрицы;
- предварительная обработка материала паром или ввод других средств.

Зазор между поверхностью матрицы и ролика (прессовального вальца) оказывает непосредственное влияние на степень уплотнения в клине сыпучего материала. Слишком большой зазор снижает прочность гранул, но производительность пресса возрастает до предельной величины. В практических условиях зазор между матрицей и прессовальным вальцом (роликом) колеблется в пределах 0,5-2,5 мм. Нельзя допускать соприкосновение матрицы с прессующим вальцом (роликом). Величину зазора следует устанавливать при остановке пресса.

Окружная скорость матрицы также влияет на качество гранул и приводную мощность двигателя. С увеличением окружной скорости матрицы повышается сопротивление деформации материала, в принципе улучшается качество гранул, но при этом требуется повышение силы сжатия и мощности двигателя. Чтобы добиться такой окружной скорости матрицы, которая была бы оптимальной для гранулируемого материала, потребовалось бы бесступенчатое регулирование числа оборотов в диапазоне 100-300 мин⁻¹. Для небольших диаметров гранул целесообразны более высокие окружные скорости, для больших – более низкие. Технически эти вопросы решаются затруднительно, поэтому с односкоростным двигателем обычные окружные скорости матриц для грануляторов комбикормов для кольцевых матриц являются 5-8 м/с, для дисковых – 2-5 м/с.

7.6.6. Предварительная обработка материала перед гранулированием

Предварительная обработка материала, подлежащего гранулированию, имеет большое значение для улучшения процесса, повышения качества гранул, переваримости комбикорма животными, обеспечения санитарной обработки материала. Предварительная обработка включает удаление инородных тел, измельчение, смешивание, добавление воды, водяного пара, мелассы, жира и других средств.

Измельчение материала имеет важное значение. С уменьшением крупности частиц прочность гранул увеличивается. Если для измельчения применяются молотковые дробилки, то достаточны сита с отверстиями диаметром 3 мм.

Смешивание материала требуется для обеспечения равномерности работы гранулятора. Если прессуемый материал перемешан недостаточно хорошо, то требуется непрерывное регулирование подачи материала и режимов гранулирования.

Если хорошее измельчение и высокая гомогенность гранулируемого материала оказывает положительное влияние на процесс гранулирования кормов практически при любых условиях, то виды и количество необходимых добавок, например, водяного пара, воды, вспомогательных гранулирующих средств зависят главным образом от свойств гранулируемого материала. Это относится главным образом к комбикормам различного состава.

В основном при гранулировании применяют водяной пар. При применении водяного пара следует обратить внимание на его энтальпию. Различают влажный, насыщенный и перегретый пар. Разница между ними заключается прежде всего в энтальпии. Вода испаряется при температуре насыщения 100°C . Температура насыщения, несмотря на теплоотдачу, сохраняется до тех пор, пока вся вода не испарится. Лишь после этого при дальнейшем теплоподводе температура пара повышается. В соответствии с этим влажный пар представляет собой смесь из воды и пара. Насыщенный пар имеет температуру насыщения, а перегретый пар – выше.

Превосходство водяного пара по сравнению с теплой водой видно из табл. 7.19. Причина, скорее всего, заключается в быстром проникновении его в рассыпной корм, в результате чего улучшается текучесть материала. Степень изменения свойств текучести зависит от длительности воздействия пара, температуры, а также величины частиц комбикорма, следовательно для гранулирования комбикорм должен быть более мелкий. В практических условиях оправдало себя применение водяного пара давлением 0,1-0,5 МПа. Влияние водяного пара на уменьшение крошимости объясняется повышением температуры и клейстеризацией крахмала, имеющей место при высоких температурах.

Производительность гранулятора повышается по мере увеличения температуры предварительно обработанного материала (рис. 7.38). Следует также учитывать, что наряду с повышением температуры, вызываемой водяным паром, повышение ее на 10-15⁰С наступает также в результате последующего процесса гранулирования.

Таблица 7.19

Результаты опытов по гранулированию кормов с применением гранулятора с матрицей диаметром 4,7 мм при различной предварительной обработке

№ варианта	Вид добавки	Повышение степени влажности, %	Нагрузка двигателя прессы, А	Температура гранул		Производительность, т/ч	Изменение влажности гранул, %	Крошимость, %
				перед прессованием, °С	после прессования, °С			
1	Водяной пар	1,2-1,6	87	53	68	3,7	- 0,5	5,1
2	Вода теплая	2,3-4,4	86	30	55	2,0	+ 1,6	6,3
3	Вода холодная	3,7-5,9	93	23	48	2,5	+ 3,0	4,7

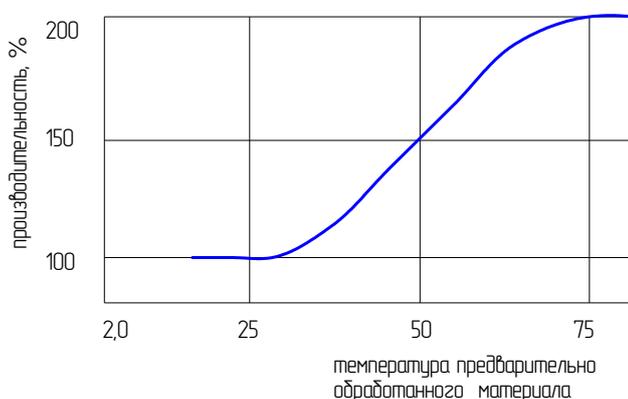


Рис. 7.38. Зависимость производительности гранулятора от температуры предварительно нагретого материала

Наряду с такими средствами, как водяной пар и вода, при гранулировании возможно применять и другие вещества, которые повышают производительность прессы или же улучшают качество и прочность гранул. Вместе с тем они не должны оказывать вредного влияния на животных. Известные вещества, способствующие гранулированию, можно

разделить на две группы: вспомогательные средства, содержащие питательные вещества, и вспомогательные средства, не содержащие питательных веществ. К содержащим питательные вещества средствам, способствующим гранулированию, относятся такие компоненты как жиры, свекловичный жом, меласса.

Применение жиров способствует увеличению текучести гранулируемого материала и повышению производительности. При добавлении в комбикорма более 3% жира давление в прессовальных каналах матриц уменьшается настолько, что прочность гранул становится недостаточно высокой и они в большинстве случаев разрушаются. Поэтому жиры желательно использовать в тех случаях, когда гранулированию должны подвергаться компоненты и комбикорма с повышенным содержанием клетчатки.

Свекловичный жом (стружка) оказывает на гранулирование влияние, противоположное воздействию жира, т.к. повышает трение между стенкой канала и материалом. Опыт показывает, что содержание стружки сахарной свеклы не должно превышать 5%, этот процент может быть повышен, если в комбикорма добавляют жиры. Также при вводе жира более 3% достаточно добавлять 2-3% жома сахарной свеклы.

Меласса является хорошей добавкой для комбикорма, который даже можно не гранулировать. Она улучшает прочность гранул, но при вводе до 5% влияние мелассы на процесс гранулирования незначителен.

Из веществ, способствующих гранулированию и не содержащих питательных веществ, следует назвать порошкообразный сульфат лигнина, который является отходом целлюлозной промышленности. Однако порошкообразный лигнин дорогой, поэтому можно применять полужидкий лигнин, но его надо подогревать. Поэтому использует его редко.

7.6.7. Охлаждение гранул

На выходе из пресса-гранулятора температура гранул достигает 65-80⁰С, гранулы в этом состоянии характеризуются мягкостью и хорошей деформационной способностью. Окончательную твердость и прочность на истирание гранулы приобретают после охлаждения. Хранить и транспортировать их можно только в охлажденном состоянии. Поэтому сразу после пресса влажные и с высокой температурой гранулы подают для охлаждения и сушки в охладительную камеру, в которой они продуваются наружным воздухом. Объем воздуха зависит от количества тепла, которое нужно отвести от гранул, а также от времени продувки. Продолжительность охлаждения не должно быть меньше времени прохождения тепла от внутренней части гранулы до ее поверхности, а скорость воздуха не выше скорости витания гранул. На практике обычно продолжительность охлаждения не превы-

шает 15 минут. В камере охлаждения влажность гранул понижается на 1,5-2,0%. Разгрузка материала из камеры охлаждения предпочтительно должна быть непрерывная.

7.6.8. Просеивание и измельчение гранул

Охлажденные гранулы содержат также негранулированный продукт в виде боя гранул или мелкой фракции. Наличие в гранулах этой мелочи может привести к отрицательным результатам при дальнейшем их использовании. В связи с этим после охлаждения гранул их просеивают. Получаемый просеянный продукт направляют снова на гранулирование.

Для получения крупки из гранул их измельчают на валковых измельчителях. Крупность крупки регулируют путем установки требуемого зазора между валками. Число оборотов обоих рифленых валков различно. Измельченные гранулы можно просеивать для получения крупки требуемого качества [42].

7.6.9. Конструкции прессов-грануляторов

Рабочими органами пресса-гранулятора, предназначенного для гранулирования комбикормов, являются прессовальные валки и матрица. В зависимости от формы матриц различают грануляторы с дисковыми и кольцевыми матрицами.

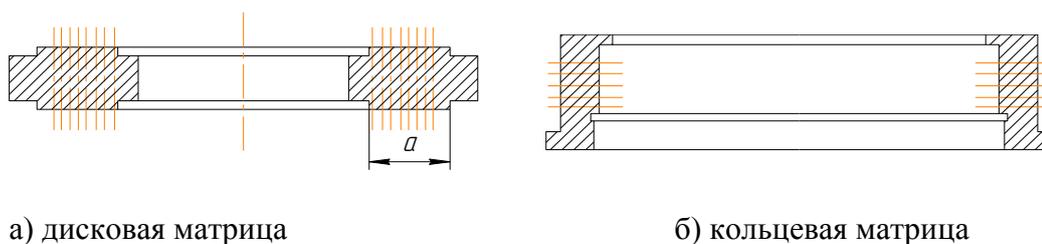


Рис. 7.39 а, б. Схематическое изображение матриц
а – рабочая ширина матриц

У дисковой матрицы (рис. 7.39а) рабочая поверхность несколько выше остальных поверхностных частей. Степень возвышения определена с учетом максимального износа. Симметричность позволяет переворачивать матрицу.

Отечественные прессы-грануляторы выпускают обычно с кольцевыми матрицами (рис. 7.39б). Кольцевую матрицу в зависимости от конструкции пресса-гранулятора, можно устанавливать горизонтально или вертикально. Конический бортовой выступ служит

для закрепления приводного вала стяжными кольцами, состоящими из двух или трех частей. Матрицы изготавливаются из легированной стали, которая должна обладать как вязкостью, так и твердостью.

Прессовальные валки состоят из корпуса, подшипников качения, оси, крышек подшипников, осевого фиксатора и уплотнительных колец. В качестве подшипников качения применяют сферические, самоустанавливающиеся роликоподшипники или конические роликоподшипники. Прессовальные валки подвергаются не только высокому давлению, но и постоянно – температуре 80-100⁰С. Если не применяется масляная смазка, не требующая обслуживания персонала, необходимо использовать консистентные смазочные средства, не содержащие или смол или же устойчивые к температурным воздействиям. Корпусы прессовальных валков также изготавливаются из вязких легированных материалов. Срок службы прессовальных валков должен соответствовать сроку службы матрицы, потому что нельзя изношенные валки использовать с новыми матрицами, как и нельзя новые валки использовать с изношенными матрицами, т.к. в противном случае степень износа повысится.

Прессы-грануляторы с дисковыми матрицами (например, изготавливаемые фирмой Каль и др.) позволяют сравнительно легко устанавливать матрицы и быстро их менять. Гранулированный материал через загрузочное отверстие попадает непосредственно на матрицу, а прессовальные валки продавливают его через каналы (отверстия). С помощью ножей-съемников гранулы отламываются на нужную длину и выводятся через разгрузочное отверстие. При этом гранулируемый материал распределяется по отдельным прессовальным валкам достаточно равномерно. При применении цилиндрических прессовальных валков чистое перекачивание имеет место только на средней части поверхности матрицы. Чтобы добиться чистого качения валков по всей ширине матрицы, валки должны иметь конусообразную форму.

У прессов-грануляторов с кольцевой матрицей гранулируемый материал через входной конус попадает во внутрь вращающейся матрицы и прессовальными валками выдавливается через каналы наружу. Посредством направляющих устройств необходимо равномерно распределить материал по прессовальным роликам. Для равномерного распределения давления по кольцевой матрице используют два противолежащих или три симметрично расположенных ролика. Для приведения во вращение кольцевой матрицы от двигателя используется клиноременная и зубчатая передачи.

Для регулирования производительности прессов-грануляторов применяют шнековые транспортеры с регулируемым числом оборотов, а также барабанные питающие уста-

новки с задвижкой у выпускной части. Эти машины и установки, кроме того, должны предотвратить проникновение пара в линию подачи гранулируемого материала.

7.6.10. Практические рекомендации по организации процесса гранулирования комбикормов и БВМК

Гранулирование включает в себя следующие операции:

- пропаривание комбикорма и смешивание его с жидкими добавками;
- прессование в гранулы;
- охлаждение гранул;
- измельчение гранул при выработке крупки;
- сортирование прессованных гранул или сортирование крупки.

Комбикорма и БВМК гранулируют сухим и влажным способами. В основном применяется сухое гранулирование на установках типа Б6-ДГВ, ДГ и др. отечественного производства, а также различных иностранных фирм. В состав установки входят пресс-гранулятор, охладитель, измельчитель, сепаратор.

Параметры матриц, режимы гранулирования комбикорма и охлаждения гранул, режимы измельчения гранул, выработки крупки и сортирования измельченных гранул приведены в разделе 6.1.17.

Особенность ведения процесса гранулирования БВМК обусловлена повышенным содержанием в них протеина.

Для БВМК с высоким содержанием белкового сырья животного происхождения рекомендуется следующий режим гранулирования:

- давление пара – 0,4-0,5 МПа (4,0-5,0 кг/см²);
- расход пара – 60-80 кг/т.

БВМК с высоким содержанием белкового сырья растительного происхождения гранулируют при режиме:

- давление пара – 0,2-0,3 МПа (2,0-3,0 кг/см²);
- расход пара – 60-80 кг/т.

Полученные гранулы после пресса охлаждают в охладительной колонке, при установившемся режиме работы, в котором температура входящих гранул должна быть не более чем на 10⁰С выше температуры окружающей среды.

Практический опыт производства комбикормов и БВМК показывает, что для рационального осуществления процесса гранулирования рассыпные комбикорма и другие смеси кормовых средств условно можно подразделить на следующие группы:

1. Теплонестойкие смеси. К ним относятся рецепты комбикормов с высоким содержанием сухого молока, сахара, сыворотки. Особенность их состоит в том, что в них при повышении температуры и влажности происходит реакция карамелизации, это наблюдается непосредственно в отверстиях матрицы пресса-гранулятора, поэтому процесс выпрессовывания резко затрудняется, истечение продукта через фильеры матрицы происходит с большим трудом. В некоторой степени положение улучшается в случае добавки в смеси жира.

2. Комбикорм с мочевиной. Для этих комбикормов требуется только незначительное использование пара, что обусловлено тем, что при прогреве свыше 60°C происходит разложение мочевины. Мочевина выступает здесь в роли увлажняющего агента.

3. Комбикорм с мелассой. В этом случае количество подводимого пара зависит от процента ввода мелассы, так как она уже содержит в своем составе 15-25% воды. Ввод пара повышает температуру смеси в прессе-грануляторе более чем до 90°C .

4. Высококрахмалистые смеси. К ним относятся комбикорма с высоким содержанием зернового компонента. Особенность этих смесей заключается в том, что для клейстеризации крахмала требуется обеспечить высокую влажность и нагрев, так как наиболее эффективно процесс клейстеризации крахмала развивается при влажности 17-18% и температуре $82-85^{\circ}\text{C}$.

5. Комбикорм с высоким содержанием натурального белка. Для эффективного гранулирования требуется обеспечить пластификацию белка. Установлено, что на этот процесс основное влияние оказывает повышение температуры, увлажнение имеет меньшее значение. При гранулировании необходимо повышенное количество пара.

6. Комбикорма для жвачных животных. Обычно эти комбикорма содержат до 16% белка, в их составе значительную долю занимают грубые компоненты и незначительное количество зернового компонента. Эти смеси плохо поглощают влагу, поэтому для них достаточно умеренное пропаривание, чтобы влажность находилась на уровне 12-13%, а температура не поднималась выше 60°C . Если эти пределы будут превзойдены, то резко затрудняется формирование гранул.

Таким образом, основными управляющими факторами процесса гранулирования являются два: влажность и температура. При этом следует иметь в виду, что для каждого рецепта комбикорма необходимо поддерживать эти параметры на индивидуальном уровне.

Необходимо учитывать также то, что повышение температуры в прессе-грануляторе происходит и вследствие трения продукта, в особенности в самой матрице, что также влияет на процесс гранулирования.

Помимо отмеченных выше основных факторов – влажности и температуры, управляющее воздействие на процесс гранулирования оказывают также:

- крупность частиц комбикорма, желательна, чтобы разные компоненты не имели существенно отличный гранулометрический состав, в этом случае процесс равномерного распределения частиц при смешивании улучшается;

- давление выпрессовывающих роликов – радиальное и касательное;

- конструктивные особенности матрицы, диаметр фильера и др.

7.6.11. Производство комбикормов выравненного гранулометрического состава

Комбикорм выравненного гранулометрического состава (выравненной крупности) – новый вид продукции на базе гранулированной крупки, в которой гранулируется только мелкая фракция комбикорма [62, 68].

На основании анализа гранулометрического состава рассыпного комбикорма определено, что при современной технологии производства в них содержится до 50-60% мелкой фракции (проход сита Ø 1 мм), в т.ч. до 20% пылевидной (проход сетки с ячейками 0,2 мм), что приводит к распылу их при транспортировке всеми видами транспорта, ухудшает санитарно-гигиенические условия работы. Потери комбикормов в виде пылевидной фракции имеют место при погрузке, разгрузке, а также при кормлении птицы.

Выработка комбикормов в гранулированном виде и в виде крупки сдерживается недостаточной производительностью линий гранулирования и их высокой энергоемкостью. Наряду с этим следует отметить, что в мировой практике принято вырабатывать комбикорма для кур-несушек преимущественно в рассыпном виде. Новая технология комбикормов выравненной крупности для сельскохозяйственной птицы обеспечивает уменьшение пылевидной фракции по сравнению с рассыпным комбикормом и снижение энергозатрат на производство по сравнению с гранулированным [47].

Комбикорм выравненной крупности представляет собой однородную смесь крупных частиц рассыпного комбикорма и крупки из гранул мелкой фракции.

Комбикорм выравненной крупности по показателям качества и питательности должен удовлетворять требованиям технических условий, утвержденных директором предприятия и согласованным с потребителем. При выработке рассыпного комбикорма целесообразно применять двухступенчатое измельчение зерновых с целью повышения крупности и выравненности частиц, что в конечном счете улучшает качество и технико-

экономические показатели производства комбикормов выравненного гранулометрического состава.

Выработку комбикормов выравненной крупности осуществляют на линии гранулирования, переоборудованной для этой цели. Переоборудование заключается в дополнительной установке (лучше на верхних этажах) сепараторов (типа А1-БЛС-100 или А1-БИС-100) с двумя ситами, по производительности превышающих производительность линии гранулирования в 2 раза, дополнительных транспортеров для подачи комбикорма на сепараторы и уборку готовой продукции. На переоборудованной линии возможно вырабатывать как крупку из гранул, так и комбикорм выравненной крупности.

При выработке крупки из гранул оборудование линии работает по традиционной технологии. Рассыпной комбикорм из производства или из склада готовой продукции норийей подают в надпрессовые бункера, гранулируют на прессах-грануляторах, охлаждают в охладителях, измельчают на измельчителях, подают на просеивающие машины, из которых мелкую фракцию направляют в надпрессовые бункера, крупную доизмельчают на измельчителе, среднюю фракцию взвешивают и направляют в склад как готовую продукцию.

Порядок работы при выработке комбикормов выравненной крупности следующий. Рассыпной комбикорм сначала также подают в надпрессовые бункера. После того как на просеивающую машину начинают поступать измельченные гранулы, переключают подачу рассыпного комбикорма на просеивающую машину. Таким образом, на просеивающую машину одновременно поступают измельченные гранулы и рассыпной комбикорм. Следовательно, производительность ее должна быть примерно в два раза выше производительности прессовых установок. В дальнейшем на гранулирование поступает только мелкая фракция рассыпного комбикорма и измельченных гранул, полученная проходом нижних сит сепаратора. Вследствие этого производительность линии повышается в 1,5-2,0 раза. Средняя фракция сепаратора, полученная проходом верхнего сита и сходом нижнего и представляющая собой смесь крупных частиц рассыпного комбикорма и измельченных гранул из мелкой фракции комбикорма, является готовой продукцией. Сходная фракция верхнего сита направляется на отдельный валковый измельчитель, затем объединяется со средней фракцией и поступает в склад готовой продукции.

В зависимости от гранулометрического состава рассыпного комбикорма, рецепта, качества исходного сырья, способности комбикорма к гранулированию, качества крупки из рассыпного комбикорма и его мелкой фракции возможно подавать на просеивающую машину только часть рассыпного комбикорма, вторую часть через задвижку на транспортере на гранулирование. В этом случае производительность линии несколько снизится.

Требования по крупности для комбикорма выравненного гранулометрического состава такие же, как для крупки из гранул для птицы. Поэтому в сепараторах (типа А1-БЛС-100 или А1-БИС-100) рекомендуется устанавливать сита:

– в верхних рамах сита пробивные № 60 и № 55 с отверстиями Ø 6,0 и Ø 5,5 мм или сетки проволочные № 5,0 и № 4,5 с ячейками размером 5,0x5,0 и 4,5x4,5 при выработке комбикормов для кур-несушек и бройлеров II периода; и сита пробивные № 50 и № 40 или сетки проволочные № 4 и № 3,5 при выработке комбикормов для цыплят-бройлеров I периода;

– в нижних рамах сита пробивные комбинированные с отверстиями Ø 2,5 мм и Ø 2,0 мм или сетки проволочные № 1.6.

Для фракционирования рассыпного комбикорма в просеивающей машине устанавливают сита пробивные с отверстиями Ø 1,8-2,0 мм или сетки проволочные № 1,4-1,6 или комбинированные из этих сит.

Режимы гранулирования при выработке комбикормов выравненной крупности такие же, как при выработке крупки из гранул.

Измельчение гранул проводят при следующих режимах на измельчителе:

– от 1,0 до 1,5 мм при выработке комбикормов для кур-несушек;

– от 0,7 до 1,0 мм – для цыплят-бройлеров II периода;

– от 0,4 до 0,5 мм – для цыплят-бройлеров I периода.

На конкретном предприятии в зависимости от технического состояния измельчителей, прочностных показателей гранул дополнительно регулируют зазор с тем, чтобы обеспечивалась требуемая крупность и минимальное количество мелкой фракции.

ГЛАВА 8. УГЛУБЛЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОМБИКОРМОВ

Повышение степени использования питательных веществ кормов является значительным резервом повышения продуктивности животных. На основании исследований многих ученых (ВНИИКП, МГУПП и др.) проведена классификация методов углубленной переработки зернового сырья и комбикормов, которая осуществляется под воздействием тепла, влаги (вода или пар), давления на них. Эти методы включают термическое, гидро-термическое и термомеханическое воздействие [3, 5, 21, 23, 43, 56, 61]. Подвод тепла осуществляется непосредственно пламенем огня (обжаривание), от горячей металлической поверхности (кондуктивный нагрев), от нагретого воздуха (конвективный нагрев), электричества (инфракрасные лучи, токи высокой частоты), пара (паровой нагрев), механического воздействия (сжатие, прессование) и др. Увлажнение продукта производится холодной или горячей водой, паром (пропаривание). Давление в сочетании с другими воздействиями создается в отверстиях матрицы пресса-гранулятора, экструдера, в зазорах между валками (плющение), между конусом и корпусом шнека экспандера.

Позитивные воздействия термических методов обработки проявляются через такие явления:

- превращение крахмала в более усвояемую форму;
- превращение клетчатки в удобную для переработки форму;
- денатурирование протеина в физиологической сфере;
- инактивация веществ, ухудшающих пищеварение;
- превращение жиров в более удобную для скармливания форму;
- уменьшение количества микроорганизмов.

Ряд методов нашли применение на комбикормовых предприятиях, некоторые разработаны в стендовых условиях и находятся в стадии создания опытных образцов и внедрения в производство [3, 5].

Термические способы обработки

8.1. Обработка зерна обжариванием

Обработка зерна непосредственно обжариванием – смесью топочных газов с воздухом высокой температуры – свыше 300⁰С является наиболее интенсивной. Она реализована только за рубежом в установке Джет-Сплюдер (США). Создано оборудование производительностью до 5 т/ч. Быстрый нагрев зерна выходящими из топки газами в падаю-

щем или кипящем слое за время до 40-60 сек приводит к нагреву зерновки до 150-180⁰С, превращению содержащейся в ней воды в пар, который вспучивает зерновку, она размягчается и частично растрескивается, затем подается на вальцовый станок для плющения и далее в охладитель хлопьев. Для получения просто вспученного зерна после нагрева его направляют на охлаждение. Охлажденное вспученное зерно для кормовых целей измельчается на линии зернового сырья. Термическое и механическое воздействие приводит к значительным изменениям химического состава зерна: белок частично денатурирует, крахмал расщепляется до легкорастворимых сахаров (мальтозы, глюкозы и т.п.), антипитательные вещества инактивируются, грибная и бактериальная микрофлора уничтожается. За счет этого повышается переваримость и усвояемость зерна, что особенно важно и необходимо для молодняка животных, рыб, пушных зверей, домашних животных (собак, кошек).

8.2. Обработка зерна при кондуктивном способе подвода тепла

Такой способ обработки воплощен в линии поджаривания зерна на заводах с оборудованием итальянской фирмы Джи-э-Джи. На этих линиях поджаривают зерно, в основном ячменя, с целью повышения переваримости питательных веществ и доброкачественности его при выработке комбикормов для поросят раннего отъема, подкормку которых начинают в 9 дней, а в 26 дней отнимают от свиноматки.

Нами изучен процесс теплообмена зерна в кондуктивном обжаривателе. При температуре металлической поверхности, нагретой до 100⁰С в течение одной-двух минут температура зерна первого слоя возрастает до 70⁰С, в течение четырех минут – до 85⁰С, далее темп нагревания снижается. Вполне закономерно, что при более высокой температуре греющей поверхности степень нагрева зерна выше. Так, при температуре поверхности $t_n = 250^0\text{C}$ в течение двух минут зерно нагревается до 150⁰С, за четыре минуты – до 170⁰С и за 10 минут – до 200⁰С.

При поджаривании в толстом перемешиваемом слое высотой до 200-250 мм тепло зерновой массе передается от дна и стенок камеры. Средняя температура зерна в камере возрастала менее интенсивно, чем в тонком слое, но уже через 10 минут составила 60⁰С при температуре поверхности 100⁰С и 90⁰С – при $t_n = 200^0\text{C}$. В течение 90 минут зерно нагревалось до 80-85⁰С при $t_n = 100^0\text{C}$, до 110-115⁰С при $t_n = 150^0\text{C}$ и до 140-145⁰С при $t_n = 200^0\text{C}$.

Влажность зерна оказывает большое влияние на степень декстринизации крахмала. При поджаривании ячменя влажностью до 15% происходит незначительное увеличение содержания декстринов в нем. Количество декстринов значительно возрастает при повы-

шении влажности до 20-25% и достигает максимального значения при увлажнении зерна до 30%. При режимах, которые могут применяться в практике, т.е. при $t_n = 250^0-300^0\text{C}$ количество декстринов достигало 18-20% ко всему зерну. Процесс декстринизации протекает при влажности выше 15%.

Влияние обработки зерна ячменя поджариванием на белковый комплекс показывает, что при обработке его при температуре не выше 200^0C разрушения сырого протеина не происходит. При всех температурных режимах обработки наблюдается снижение растворимости альбуминов, глобулинов, глютаминов и проламинов ячменя, что свидетельствует о происходящем процессе денатурации белка, причем глубина процесса увеличивается с повышением режима обработки.

Поджаривание ячменя при 150^0C не приводит к разрушению сырого протеина, температура же 200^0C в течение 30-90 минут снижает количество сырого протеина на 7,6-9,5%. Коэффициент переваримости протеина при всех температурных режимах снижается с 83,0% до 75,0%.

8.3. Обработка зерна при конвективном способе подвода тепла

Интенсивность конвективного нагрева зерна и изменение биохимических показателей его зависят от температуры воздуха, скорости продувки и продолжительности обработки.

Величину скорости воздуха теплоносителя выбирали с учетом условий обработки зерна в барабанных обжарочных агрегатах, где падающий слой продувается смесью топочных газов с воздухом, движущимся со скоростью до 3,0 м/с. Поэтому исследования проводили при скорости воздуха 2,0-3,0 м/с, т.е. слой зерна находился в кипящем состоянии. Температуру воздуха в опытах изменяли от 100 до 300^0C , длительность обработки от 0,5 до 20 минут в зависимости от температуры. Для опытов применяли нешелушенный ячмень исходной влажностью 13% и пропаренный под давлением, близком к атмосферному до влажности свыше 16 %.

Результаты измерений температуры зерна ячменя показывают, что нагрев проходит очень интенсивно. При температуре воздуха $t_r = 100^0\text{C}$ уже на первой минуте температура зерна достигает $80-90^0\text{C}$, а через 2 минуты возрастает почти до $95-96^0\text{C}$ и дальше поддерживается на этом уровне. При более высокой температуре греющего агента степень нагрева зерна выше. Так при температуре воздуха 250^0C после обработки в течение 30 сек зерно нагревается до $140-150^0\text{C}$, через 1 мин до $200-210^0\text{C}$, а через 2 мин температура зерна достигает величины $230-240^0\text{C}$ и в дальнейшем повышается до температуры теплоносителя. При обработке зерна воздухом, нагретым до 300^0C , температура зерна уже через 1 мин

приближается к температуре 250-260⁰С. С увеличением влажности интенсивность нагрева и величина его несколько (на 5-10 град) ниже, вследствие того, что часть тепла тратится на испарение влаги.

За критерий оценки режимов обработки при конвективном нагреве была выбрана степень декстринизации крахмала. Как показали результаты, при всех исследуемых температурах греющего агента количество декстринов в зерне возрастает с повышением длительности обработки и достигает наибольшего значения при температуре воздуха 200⁰С через 20 мин, при 250⁰С – через 4,0 мин, при 300⁰С – через 2,5 мин. Исходная влажность зерна влияет на степень декстринизации крахмала и переваримость протеина при нагревании.

При всех режимах обработки выявлена общая тенденция: степень декстринизации крахмала ячменя сначала возрастает с повышением его влажности до 16-20%, а затем при дальнейшем увеличении влажности – уменьшается.

Переваримость или атакуемость крахмала ферментами характеризуется интенсивностью образования из него легкоусвояемых веществ, таких как глюкоза. Отмечено, что переваримость крахмала повышается с увеличением температуры горячего воздуха. Наилучшей переваримостью обладает крахмал ячменя, обработанного при температуре 300⁰С в течение 2,5 мин. Количество образовавшейся глюкозы в ней составляет 420 мг/г, что в 3,5 раза больше, чем в исходном зерне.

В процессе конвективного нагрева изменения претерпевает и белковый комплекс. Хотя содержание белка остается неизменным, но переваримость его несколько снижается. Для сохранения свойств протеина следует применять кратковременное интенсивное воздействие.

Конвективный нагрев зерна характеризуется следующими параметрами:

- температура зерна при обработке в кипящем слое нагретым воздухом со скоростью 2,0-2,5 м/с в течение двух минут приближается к температуре газа;
- вследствие интенсивного нагрева в течение 2 мин до температуры 200⁰С зерна вспучиваются, объемная масса зерна уменьшается до 240-300 г/л;
- содержание декстринов в ячмене кондиционной влажности при обработке нагретым воздухом температуры 300⁰С возрастает до 25,3%;
- наибольшее улучшение углеводного комплекса ячменя достигается при пропаривании зерна до влажности 16-17% и последующем нагреве воздухом с температурой 300⁰С в течение 2-2,5 мин. Содержание декстринов в обработанном ячмене достигает 39,7%, переваримость крахмала достигает наибольшей величины, переваримость протеи-

на практически не изменяется, полностью уничтожается грибная и бактериальная микрофлора.

8.4. Обработка зерна при конвективно-кондуктивном способе подвода тепла

Интенсификация процесса нагрева зерна возможна при сочетании различных способов подвода тепла. На основании исследований конвективного и кондуктивного нагрева создан барабанный обжарочный агрегат, который нашел применение для обжаривания зерна и кофе на этих комбинатах.

Нагрев зерна в агрегате осуществляется конвективным способом от топочных газов, пронизывающих падающий слой продукта и кондуктивным – от нагретых стенок барабана. В данном агрегате используют также способ влаготепловой обработки зерна, заключающийся в нагреве зерна в течение короткого времени до 70-80⁰С, затем подача воды через систему форсунок в течение короткого времени с целью увлажнения и пропаривания, далее сухой нагрев до температуры 180-200⁰С в течение 11-12 минут. Биохимические исследования показали, что в результате обжаривания крахмал зерна подвергается термическому гидролизу до декстринов, степень декстринизации крахмала зависит от влажности зерна, продолжительности и интенсивности нагрева. Обжаривание сухого зерна увеличивает содержание декстринов с 2,4 до 10,1%, увлажнение зерна в барабане, а затем пропаривание при превращении этой воды в пар, приводит к вспучиванию его, созданию лучших условий для декстринизации крахмала. Установлено, что для зерна ячменя лучшим режимом обжаривания в агрегате является следующий: увлажнение водой и образовавшимся паром до 16-20%, нагрев его до температуры 185-195⁰С при общей продолжительности нагрева 14-15 минут. Питательные свойства зерна повышаются за счет увеличения содержания декстринов до 15,0-15,6% при сохранении коэффициента переваримости протеина практически на уровне исходного. Обжаренный ячмень представляет собой вспученные растрескавшиеся зерна с влажностью 7-8%, объемной массой 300-420 г/л.

8.5. Обработка зерна инфракрасным излучением

В комбикормовой промышленности этот процесс называют микронизацией зерна, он заключается в интенсивном нагреве зерна инфракрасными лучами, в результате чего оно вспучивается, становится пластичным и затем плющится и охлаждается.

Промышленные установки для микронизации зерна производительностью до 1т/ч работают на некоторых предприятиях. В качестве источников нагрева используются газовые излучатели или специальные электрические лампы. Зерно движется под излучателями

по вибрирующей платформе и после нагрева поступает на валки для плющения, а затем хлопья охлаждаются. Для улучшения качества обработки зерна перед платформой с излучателями устанавливают шнековый пропариватель.

Исследованиями определено, что оптимальная плотность падающего потока излучения составляет 28-30 кВт/м², толщина слоя облучаемого зерна на виброплатформе – 10-15 мм, продолжительность обработки 50-60 сек, температура нагрева зерна – до 100⁰С. При обработке повышается качество зерна, т.к. крахмал декстринизируется, доброкачественность его улучшается.

Обработка сухого ячменя приводит к увеличению содержания декстринов до 5-6%. Увлажнение зерна водой перед обработкой до 20% обеспечивает увеличение содержания декстринов до 10-12%. Наилучшие результаты по переваримости крахмала получены при пропаривании с последующим ИК-нагревом ячменя. В этом случае переваримость крахмала возрастает в 2,7 раза по сравнению с исходным зерном, что можно объяснить его декстринизацией.

Микронизация существенно не влияет на изменение содержания аминокислот белка. Инфракрасный нагрев не ухудшает переваримость белка при микронизации.

8.6. Обработка зерна токами высокой частоты (ТВЧ)

Изучение обработки зерна, проведенное на полупроизводственной установке ТВЧ марки ЛД-1-06, показало, что зерно нагревается до 100⁰С в течение 3-4 минут, а через 5-6 минут воздействия ТВЧ происходит растрескивание зерна. Установлено, что если в исходном зерне ячменя и кукурузы содержание декстринов до обработки составляло 1,1% и 0,8%, то после обработки оно повысилось в зерне ячменя до 5,5-9,0%, а в зерне кукурузы – до 4,0-6,4%. При этом атакуемость крахмала амилолитическими ферментами также повысилась в 1,5-2,0 раза. Однако изучение содержания протеина показало, что оно несколько снижается при использовании жестких режимов обработки.

Таким образом, при обработке зерна ТВЧ получены результаты, свидетельствующие о положительном влиянии этого способа на биохимические свойства зерновых компонентов комбикормов и их питательную ценность. Но этот способ обработки связан с высокой затратой энергии и не имеет заметного преимущества перед другими более экономичными способами. Следует также отметить, что промышленная обработка зернистых масс не применяется, т.к. зерновая масса является неэлектропроводным материалом.

8.7. Обработка зерна паром и давлением

При обработке зерна паром производится его нагрев и увлажнение за счет конденсации пара на его поверхности. При этом процесс увлажнения может происходить очень интенсивно. Так при расходе пара 0,1 кг/кг зерна в минуту влажность зерна в течение 5-7 минут достигает 30%. Эффективность процесса увлажнения ячменя влажным паром очень высокая особенно в начальный период времени, так, например, в первые три минуты около 90% пара поглощается зерном. В дальнейшем по достижении влажности 27-30% темп увлажнения зерна замедляется, однако, длительная обработка паром увеличивает степень клейстеризации крахмала зерна.

Под воздействием тепла и влаги в зерне протекают сложные биохимические процессы, в результате которых происходит клейстеризация и декстринизация крахмала. Клейстеризацию определяют как разрыв оболочек крахмальных гранул под воздействием возрастающего внутри зерна давления. Благодаря клейстеризации комплекс молекул нативного крахмала легче расщепляется на простые растворимые углеводы, так как ферменты, превращающие полисахариды в моносахара, на оклейстеризованный крахмал действуют гораздо интенсивнее. Действие высоких температур при нагревании вызывает деструкцию крахмала, сопровождающуюся укорачиванием цепей макромолекул и образованием легко растворимых углеводов, в первую очередь, декстринов.

Так как крахмал является основным компонентом злаковых культур, процесс клейстеризации его является наилучшим показателем изменений при пропаривании (табл. 8.1).

Таблица 8.1

Влияние длительности пропаривания на степень
клейстеризации крахмала ячменя

Длительность обработки, мин	3	5	7	10	20	30	60	70
Клейстеризация крахмала, %	3	5	8	13	23	38	83	100

Для большего разрушения структуры набухших крахмальных гранул, так называемый деструкции применяют механическое воздействие – плющение. В результате его степень клейстеризации растет с уменьшением величины зазора между вальцами. В получен-

ных хлопьях степень клейстеризации равнялась 29% при зазоре 0,5 мм и возростала до 68% при уменьшении зазора до 0,1 мм.

Известно, что количество выделенной при ферментативном гидролизе глюкозы растет для более клейстеризованного крахмала. При этом следует отметить, что для хлопьев с большей степенью клейстеризации длительность переваривания (инкубирования) сокращается до 4 часов. В количественном выражении через 5 часов инкубирования в исходном образце образовалось 140 мг/г глюкозы, в хлопьях с 50%-ной степенью клейстеризации крахмала – 270 мг/г глюкозы, а в хлопьях с полной клейстеризацией – 500 мг/г, т.е. наблюдается увеличение в 3,5 раза по сравнению с необработанным зерном. При этом количество выделенной глюкозы при ферментативном гидролизе хлопьев растет с уменьшением их толщины, т.е. при уменьшении зазора между вальцами.

Установлено также, что пропаривание с плющением практически не изменяет суммы белковых веществ в ячмене, однако влияет на их состав, т.е. изменяет соотношение белковых фракций. Пропаривание при атмосферном давлении пара в течение более 5 минут приводит к снижению растворимости всех фракций белка, что свидетельствует о денатурационных изменениях в нем.

Термомеханическая обработка зерна

8.8. Экструдирование зернового сырья

Этот процесс нашел применение на многих комбикормовых и сельскохозяйственных предприятиях с применением отечественных серийно выпускаемых экструдеров марки КМЗ-2, ЭЗ-210М, Экспро-02, ПЭ-500С-Р, ПЭ-500СМ-Р, ПЭ-500У-Р, ПЭ-700-Р, экструдеров марки Е (Е-150, Е-250, Е-500, Е-1000) производительностью от 150 кг до 1000 кг/г, импортной фирмы Инста-Про и др. За счет высокой температуры 110-160⁰С, давления до 50 атм и сдвиговых усилий происходят структурно-механические и химические изменения в зерновом сырье. Также за счет резкого падения давления при выходе из экструдера разогретой зерновой массы возникает «вспучивание» (увеличение в объеме) продукта, что делает его более доступным для воздействия ферментов желудка животных, повышает усвояемость питательных веществ. Изучены и проведены на практике режимы экструдирования различных культур [3, 61, 88].

На основании результатов экструдирования неизмельченного ячменя установлено:

- экструдирование неизмельченного зерна кондиционной влажности невозможно;
- ввод жира не улучшает процесс экструдирования;

– процесс экструдирования протекает стабильно при увлажнении зерна водой или паром до влажности 16-18%;

– лучшие показатели получены с пропариванием при следующем режиме: температура продукта на выходе – 140-150⁰С, производительность экструдера – 560 кг/ч;

– качество продукта повышается за счет декстринизации (до 11,6%) и клейстеризации (до 100%) крахмала, однако продукт имеет неоднородный состав в связи с имеющимися место включениями в виде нераздробленных зерен.

Поэтому на основании проведенных сравнительных исследований экструдирования зерна, измельченного на дробилках с отверстиями диаметром от 2 до 6 мм можно рекомендовать с учетом технико-экономического обоснования перед экструдированием измельчать зерна на дробилке с ситом с отверстиями диаметром 3,0 мм.

Исследования показали, что экструдирование зерна кондиционной влажности затруднительно. Достаточно его увлажнять водой. На основании исследований по экструдированию увлажненного до различной влажности и измельченного ячменя можно сделать заключение:

– подготовку к экструдированию можно проводить путем предварительного увлажнения зерна водой до 17-18% и последующего его измельчения;

– продолжительность отволаживания зерна перед измельчением не имеет существенного значения для процесса экструдирования и качества продукта;

– режим экструдирования для КМЗ-2 следующий:

– начальная влажность смеси – до 17%;

– температура обработки в экструдере – 120⁰-140⁰С;

– производительность экструдера – 350-400 кг/ч.

Одним из лучших приемов, повышающих эффективность работы экструдера, является предварительное увлажнение измельченной смеси паром или водой. В связи с этим с целью усовершенствования конструкции экструдера и улучшения процесса экструдирования зерновых компонентов применяется смеситель-пропариватель, который установлен на экструдере вместо питателя. Смеситель-пропариватель представляет собой цилиндрическую камеру, в которой помещен вращающийся ротор с лопатками. Лопатки установлены под углом к оси с шагом ≈ 50 мм и смещены на 90⁰. Привод ротора осуществляется от отдельного двигателя мощностью 3 кВт. Пар или вода подводится через штуцер, установленный в верхней части пропаривателя. Продукт, поступающий в смеситель, перемещается вдоль его за счет угла остановки лопаток и небольшого (порядка 5 градусов) наклона смесителя. При интенсивном перемешивании продукт обрабатывается паром или водой, подводимыми через штуцер из системы (рис. 8.1).

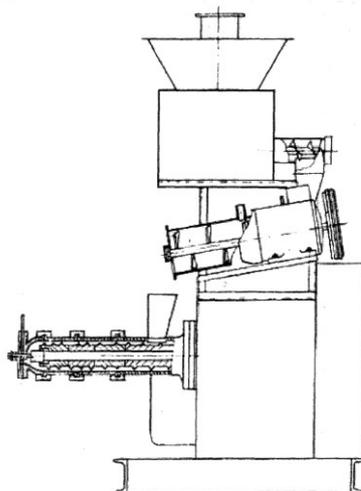


Рис. 8.1. Экструдер КМЗ, оборудованный пропаривателем

Эксплуатация экструдера с пропаривателем-увлажнителем показала, что экструдер работает устойчиво, пропаривание или увлажнение стабилизирует процесс.

В связи с этим на основании результатов исследований можно заключить:

– при оборудовании экструдера пропаривателем значительно упрощается подготовка сырья к экструдированию;

– пропаривание смеси стабилизирует процесс экструдирования и обеспечивает высокое качество продукта, при этом можно применять шайбы меньшего размера;

– режим работы экструдера, оборудованного пропаривателем должен соблюдаться следующий: расход пара – 25-38 кг/ч (50-75 кг/т); давление пара – 0,1-0,3 МПа; влажность смеси после пропаривания – 16-18%; температура пропаренной смеси – 70-80⁰С; температура продукта в экструдере – 120-130⁰; производительность экструдера – 500-600 кг/ч.

Возможно проводить экструдирование зерновых компонентов на экструдере КМЗ-2 при увлажнении измельченной смеси непосредственно перед экструдированием. Лучшие показатели качества продукта обеспечиваются при следующем режиме: увлажнение смеси до 16-18%; температура продукта должна быть не менее 110⁰С; производительность экструдера при этом составляет 300-320 кг/ч.

Показатели качества полученных экструдированных продуктов при этом значительно улучшаются: степень декстринизации ячменя при оптимальных режимах возрастает до 14,5-16,0%, переваримость крахмала увеличивается в 2,0-2,2 раза, степень клейстеризации крахмала достигает 100%, переваримость белка практически не снижается. Определение содержания витаминов показало, что в исходном ячмене имелось 0,47мг% витамина В₁, 0,20 мг% витамина В₂ и 5,8 мг% витамина Е. После обработки в экструдере содержа-

ние витаминов группы В осталось на том же уровне, содержание витамина Е снизилось.

Вследствие высокой температуры и давления экструдирование обеспечивает практически полное обеззараживание сырья от грибной и бактериальной флоры и частичное обезвреживание, так как слабо токсичное сырье становится нетоксичным. Это приводит к тому, что полученный на основе экструдированных компонентов комбикорм имеет лучшие санитарные показатели и в целом лучшее качество.

8.9. Экспандирование комбикорма

В последнее время получает распространение еще один способ гидротермической обработки комбикорма – экспандирование.

Преимущества технологии с использованием экспандера следующие:

- улучшается качество гранул, прежде всего в случае труднопрессуемых компонентов;
- на производство экспандата затрачивается меньше энергии, себестоимость продукта ниже, чем обычных гранул;
- экспандат, как правило, можно использовать непосредственно вместо гранулированного комбикорма;
- появляется возможность вводить в комбикорм в большем количестве кормовой жир, мелассу и другие жидкие добавки;
- в процессе экспандирования витамины и другие биологические активные добавки не разрушаются, их кормовая ценность сохраняется;
- уничтожаются сальмонеллы, бактерии и грибки;
- частично клейстеризуется крахмал, в результате чего существенно возрастает усвояемость комбикорма животными;
- снижается активность ингибиторов протеиназ в тех продуктах, где они содержатся (соя и др. бобовые), это позволяет использовать их в большем количестве, обеспечивая необходимое содержание белка в комбикорме;
- вследствие высокой санитарной чистоты комбикорма не требуется применения каких-либо консервантов.

Установка для экспандирования должна включать, как и пресс-гранулятор, шнековый питатель, смеситель-пропариватель и собственно экспандер (рис. 8.2).

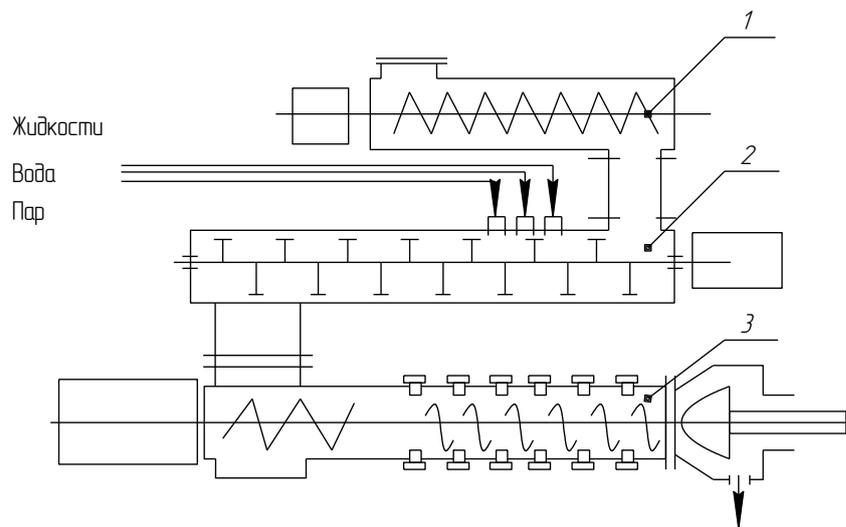


Рис. 8.2. Устройство экспандера
1 – питатель, 2 – смеситель-кондиционер, 3 – экспандер

Шнековый питатель обеспечивает равномерную подачу продукта и предотвращает выход пара из пропаривателя наружу или в бункер.

Смеситель-пропариватель представляет собой аппарат цилиндрической формы, внутри которого установлен быстровращающийся вал с лопатками. За счет изменения угла поворота лопаток можно регулировать продолжительность пребывания продукта в камере. Смеситель оборудован устройствами (трубопроводами, форсунками) для ввода пара, воды, жидкостей (жира, мелассы, масла и др.). Продукт, поступающий из питающего шнека, интенсивно перемешивается быстро вращающимися лопатками, пропаривается, увлажняется и равномерно смешивается с введенными жидкостями. Температура смеси на выходе из пропаривателя достигает 80-90⁰С, влажность – до 18%. Подготовленный таким способом продукт направляется затем в экспандер. Экспандер представляет собой одновальную машину и подобно экструдеру состоит из толстостенной трубы, разделенной на сегменты. Внутри трубы располагается червячный вал. В зоне захвата на валу имеются витки червяка, которые подают продукт на рабочие элементы – лопасти. В корпус трубы установлены стопорные болты и паровые сопла, которые тормозят движение комбикорма, что вызывает его нагрев и нарастание давления по направлению к выпускному конусу. В отличие от экструдера у экспандера в зоне выпуска нет матрицы. Устройством выпуска является коническое кольцо, которое может открываться и закрываться поршнем. Этот поршень играет роль клапана. В зависимости от перемещения поршня можно регулировать давление в экспандере. Поршень движется с применением гидравлической системы, что позволяет в любой момент создавать необходимое давление. В зависимости от обра-

батываемого продукта параметры работы экспандера изменяются: давление – от 1,0 до 4,0 МПа, температура продукта от 100 до 130⁰С, продолжительность обработки – до 5 секунд.

На выходе из экспандера в результате резкого падения давления влага из продукта испаряется, продукт несколько увеличивается в объеме. Экспандированный комбикорм в виде комков и лепешек измельчается на структураторе, установленном на выпуске из экспандера.

Эффект экспандирования достигается за счет давления и температуры внутри машины. Важнейшим фактором при этом является температура. Она устанавливается с учетом предназначения обрабатываемой продукции. В связи с тем, что продолжительность обработки в экспандере составляет от 5 до 6 секунд, значительных повреждений чувствительных к температуре компонентов удается избежать.

Установка экспандера в обычной линии гранулирования комбикормов производится между смесителем-пропаривателем и прессом-гранулятором. При производстве корма для поросят и свиней гранулирования не требуется, поскольку экспандат уже обработан паром и давлением и структурирован.

8.10. Эффективность скармливания комбикормов с зерновыми компонентами, подвергнутыми термической, гидротермической и термомеханической обработке

Эффективность скармливания комбикормов, включающих зерновые компоненты, подвергнутые термической, гидротермической и термомеханической обработке различными методами, определена специалистами ВНИИКП совместно со специализированными институтами ВИЖ, БелНИИЖ, ВНИИФБиП, Северо-Кавказским НИИЖ и др. на основании зоотехнических исследований, проведенных на поросятах и телятах различного возраста, начиная с отъема, а также цыплятах-бройлерах [3, 33, 39]. Зерновые компоненты и комбикорма обрабатывали на экспериментальных промышленных установках, а также цехах и комбикормовых заводах, внедривших технологические линии специальной обработки зерна и комбикормов.

Исследования эффективности использования комбикормов, а именно увеличение привесов, снижение затрат комбикорма по сравнению с контролем, дополнительные издержки производства при этом приведены в таблице 8.2.

Полученные результаты зоотехнических опытов позволяют сделать заключение, что почти все разработанные технологии углубленной переработки зерновых компонентов и обработки комбикормов при обоснованных режимах обеспечивали повышение пита-

тельной ценности, улучшение санитарных показателей и, следовательно, повышение привесов животных и снижение затрат комбикорма, что обеспечивало экономическую эффективность обработки.

Данные по скармливанию таких комбикормов позволяют также сделать вывод, что для конкретного вида животных целесообразен определенный вид обработки. Так для поросят раннего отъема при производстве комбикормов возможно применение любого из разработанных методов, вследствие того, что обеспечивают повышение эффективности скармливания ячменя, обработанного пропариванием и с последующим нагревом кондуктивным, конвективным методами и инфракрасными лучами, а также экструдированного. В комбикормах для телят целесообразнее применять пропаренные и плющенные компоненты, при этом для молодого поголовья их измельчают, для более взрослого – скармливают в неизмельченном виде. Хорошие результаты обеспечиваются также при скармливании микронизированных хлопьев. В случае использования в комбикормах соевых бобов их необходимо экструдировать.

Для сельскохозяйственной птицы достаточно только гигиеническая обработка корма, обеспечивающая снижение грибов, бактерий и т.п., уничтожение токсичных и антипитательных факторов, т.е. обеззараживание и обезвреживание комбикорма и тем самым повышение его доброкачественности. Главным фактором для них является обеспечение заданного в рецепте химического состава комбикорма.

Таблица 8.2

Эффективность скармливания комбикормов с компонентами, подвергнутыми различной обработке

Вид обработки зерна и комбикорма	Вид животных	Обрабатываемое сырье	Увеличение привесов по сравнению с контролем, %	Снижение затрат комбикорма по сравнению с контролем, %
Гранулирование комбикорма Получение крупки из гранул Выработка комбикорма выравненного гранулометрического состава Кондуктивный нагрев зерна (поджаривание на линии Джи-э-Джи) Кондуктивный нагрев зерна с пропариванием Конвективно-кондуктивный нагрев зерна с пропариванием Пропаривание зерна с плющением	Свиньи всех возрастов, телята	Комбикорм	5,0-8,0	4,0-7,0
	Птица	Комбикорм	9,0-11,0	7,0-9,0
	Куры-несушки, цыплята-бройлеры	Мелкая фракция комбикорма	7,0-10,0	6,5-7,5
	Поросята раннего отъема	Ячмень шелушенный	0,1-1,0	0
	Поросята раннего отъема	Ячмень шелушенный	7,5-11,3	8,0-10,3
	Поросята раннего отъема	Ячмень шелушенный	12,0-15,0	15,0-20,0
	Телята 10-75 дней	Ячмень шелушенный	14,0-20,1	9,9-11,3
	Телята 76-115 дней	То же	9,8-11,1	7,5-8,7
	Поросята до 60 дней	То же	11,5-13,3	10,1-12,2
	Поросята 61-104 дней	То же	8,5-9,5	6,8-8,6
Инфракрасный нагрев зерна (микронизация) Экструдирование зерна	Телята до 95 дней	Ячмень	8,0-10,0	4,0-5,0
	Поросята-отъемыши	Ячмень	12,3-15,3	11,1-12,7
	Телята до 95 дней	Ячмень	6,0-9,0	6,0-7,2
	Поросята-отъемыши	Ячмень	18,6	9,7
	Цыплята-бройлеры	Соя полножирная, соя полуобезжиренная	6,8-7,1 4,5-5,9	6,0-7,2 3,0-4,2
Экспандирование комбикорма	Поросята	Комбикорм	2,8-8,8	2,5-5,3
	Цыплята	Комбикорм	4,7-6,2	3,5-4,9

ГЛАВА 9. ПЕРЕРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОИ И РАПСА В КОРМЛЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Соя и рапс богаты не только белком, но и жиром, поэтому их можно использовать в составе комбикормов как белковые и энергетические компоненты взамен соевого и рапсового шротов и растительного масла.

В нативной сое содержится до 45% белка с большой долей незаменимых аминокислот, в том числе лизина, треонина, триптофана и до 20% растительного жира. Однако до настоящего времени соя не используется в составе комбикормов в натуральном виде из-за содержания в ней антипитательных веществ, которые замедляют расщепление белка в организме животных и птицы, снижают эффективность использования корма или оказывают токсическое действие. Наиболее активными являются ингибиторы трипсина и других протеаз, которые связывают пищеварительные ферменты протеолитического действия в неактивные комплексы, тем самым уменьшают переваримость белка. Так трипсинингибиторная активность (ТИА) сои составляет 27,7-34,7 мг/г при максимально допустимой концентрации 4-5 мг/г. Имеющийся в сое фермент уреазы, активность которого легко определяется, при тепловой обработке инактивируется как и ингибиторы протеаз и другие вредные вещества. Поэтому активность уреазы в сое является показателем активности вредных для организма соединений, а также степени обработки зерна.

Рапс относится к самым энергонасыщенным кормовым средствам, так как содержит до 38-45% масла и 24-31% белка, наиболее сбалансированного по аминокислотному составу. Однако и он содержит целую группу антипитательных веществ, среди которых глюкозилазы, эруковая кислота, танины, полифенолы, фитиновая кислота и др. Эруковая кислота в больших количествах оказывает токсическое действие и приводит к высокой смертности, особенно птицы. Глюкозилазы не сами оказывают вред животным, а продукты их ферментативного гидролиза, осуществляемого растительным ферментом мироназой, в результате образуются токсические вещества – тионаты, изотионаты, нитрилы и др. Летучие соединения изотионаты и тиоцианаты придают семенам рапса специфический горький привкус. В рапсе их называют кротониловым маслом.

Таким образом, содержащиеся в семенах сои и рапса антипитательные вещества ограничивают возможность их использования при производстве комбикормов в нативном виде, что обуславливает их предварительную технологическую обработку. В последнее время развивается новое направление использования этих культур – не только в качестве белкового компонента в виде жмыха и шрота, но и как источника энергии в виде полно-

жирного или полуобезжиренного компонента, прошедшего специальную обработку для инактивации антипитательных веществ.

В связи с этим во ВНИИКП проведены комплексные исследования по разработке технологии переработки с применением экструдеров и определению эффективности использования в составе комбикормов этих видов сырья [87, 88].

Технология переработки сои и рапса может быть организована в отдельном цехе или на линии (рис. 9.1).

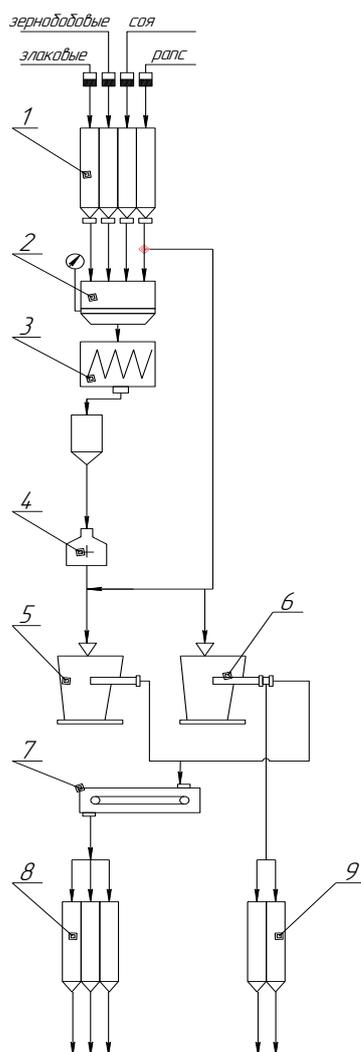


Рис. 9.1. Технологическая схема линии производства рапса, сои и соевых кормовых концентратов.

- 1 – наддозаторные бункера, 2 – дозаторы, 3 – смеситель, 4 – дробилка, 5 – экструдер, 6 – экструдер с масложировой насадкой, 7 – охладитель, 8 – бункера готовой продукции, 9 – емкости для масла

По данной технологии могут быть выработаны следующие продукты:

- соя экструдированная кормовая полножирная;
- соя экструдированная кормовая полуобезжиренная;
- корма соевые экструдированные белковые и белково-углеводные;

- рапс экструдированный полножирный;
- рапс экструдированный полуобезжиренный.

Во всех полученных продуктах антипитательные факторы снижены до допустимых норм.

Основной операцией является экструдирование, которое осуществляется на экструдерах отечественного или зарубежного производства типа КМЗ-2У, Экспо-02, ЭЗ-21ОМ, фирмы Инста-Про и др. С целью наиболее полного разрушения структуры семян и инактивации антипитательных факторов, т.е. обеспечение заданной температуры и давления экструдеры должны иметь особую конструкцию внутреннего шнека с тормозящими элементами, а выходную головку с фильерами Ø 3-8 мм в зависимости от типа применяемого экструдера и вырабатываемого продукта. При выработке полуобезжиренного продукта из сои и рапса экструдер оборудуют специальной насадкой, устанавливаемой на выходе из экструдера для отжима масла.

Соевый корм представляет собой двухкомпонентную смесь сои и зерна бобовых или злаковых культур в соотношении 50:50% или 60:40% или 70:30% (соя:зерно), обработанную в экструдерах для снижения антипитательного фактора сои и повышения легко-растворимых углеводов зерна.

Производственный процесс получения названных продуктов включает:

- накопление в бункерах зерна сои, рапса, зернобобовых и злаковых;
- дозирование сои и рапса для обработки в экструдерах;
- дозирование сои, зернобобовых и злаковых культур для получения кормовых продуктов из их смеси;
- смешивания сдозированных компонентов в смесителе периодического действия;
- измельчение смеси на дробилке;
- экструдирование сои, соевых смесей, рапса на экструдере для получения полножирных продуктов;
- экструдирование сои или рапса с установкой маслоотжимающей насадки для получения полуобезжиренных продуктов;
- охлаждение экструдированных продуктов.

Дозирование указанных видов сырья производят на многокомпонентном весовом (или тензометрическом) дозаторе, а смешивание – в серийно выпускаемом смесителе при работе его в паспортном режиме. Полученную смесь измельчают на дробилке с установкой сит с отверстиями Ø 3 или 4 мм. Сою также целесообразно измельчать, но измельченный продукт становится трудносыпучим из-за высокого содержания масла, угол естественного откоса составляет 45-50 град. Семена рапса вследствие своей мелкозернистости

(Ø 3-4 мм) и высокого содержания жира перерабатывают без измельчения. Для экструдирования сои и рапса необходимо устанавливать специальные тормозящие элементы или винт специальной конструкции, обеспечивающие повышение температуры продукта на выходе до 100-105⁰С и более до 130⁰С. При выработке полуобезжиренных продуктов на выходной части винта устанавливается маслоотделяющая головка. Экструдированный продукт имеет вид мелкой крошки типа измельченных гранул, его охлаждают в охладителях ленточного типа.

Полуобезжиренные продукты содержат примерно в два раза меньше жира, чем полножирные. Полученное соевое или рапсовое масло может быть использовано также для ввода в комбикорма или использовано на другие цели.

Основные показатели питательности новых продуктов приведены в таблице 9.1.

Таблица 9.1

Показатели питательности экструдированных продуктов

Показатели	Соя экструдированная		Корм соевый экструдированный		Рапс экструдированный	
	полножирная	полуобезжиренная	белковый (50:50%)	белково-углеводный (70:30%)	полножирный	полуобезжиренный
Массовая доля влаги, %, не более	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Массовая доля сырого протеина, %, не менее	30,0	34,0	25,0	19,5	20,0	25,0
Массовая доля сырого жира, %, не менее	18,0	10,0	9,0	6,0	40,0	20,0
Массовая доля водорастворимого протеина, % к общему протеину	15,0-30,0	15,0-30,0	не нормируется		—	—
Массовая доля водорастворимых углеводов (сахаров), %, не менее	—	—	—	12	—	—
Активность уреазы, ΔрНза 30мин	0,1-0,3	0,1-0,3	0,15	0,15	—	—
Активность ингибитора трипсина, мг/г, не более	5,0	5,0	5,0	5,0	—	—
Содержание изоцианатов, %	—	—	—	—	0,09	0,1

9.1. Эффективность использования экструдированных сои и рапса сельскохозяйственными животными

Наиболее эффективно использование шротов соевого и рапсового и полножирных экструдированных бобов в птицеводстве. После обработки в экструдерах, которая снижает уровень антипитательных факторов до безопасной величины, экструдированная соя и рапс считаются отличным источником энергии и высококачественного протеина. Экструдированная соя хорошо усваивается всеми видами птицы, в ней содержится жир, в котором 50% приходится на линолевую кислоту.

Для биологической оценки кормовых продуктов, полученных при переработке сои и рапса, во ВНИИКП проведены два научных опыта. В первом опыте в комбикорм вводили соевый шрот и жир животный (первая группа), полуобезжиренную экструдированную сою (вторая группа), полножирную экструдированную сою (третья группа). Четвертая, пятая и шестая группы получали аналогические продукты рапса. Наибольшая живая масса и среднесуточные привесы были у третьей группы, получавшей комбикорм с полножирной соей, при наименьших затратах корма.

Вторая серия зоотехнических опытов проведена с целью изучения эффективности применения масла рапсового, полученного по разработанной технологии, в сравнении с пищевым животным жиром, а также для дополнительной проверки эффективности использования цыплятами-бройлерами (кросс «Смена») полножирных сои и рапса при совместном вводе их в комбикорма. Оценивая в целом результаты опытов, можно отметить высокие показатели продуктивности: на конец опыта живая масса цыплят превышала 2 кг, среднесуточный прирост массы составил 39,7-40,4 г, следовательно, полножирная соя и рапсовое масло дают равнозначную продуктивность с пищевым жиром.

В целом использование экструдированных сои и рапса для бройлеров имеет следующие преимущества:

- повышение содержания обменной энергии в комбикорме;
- эффективная замена (на 34-41%) потребности в тостированном соевом шроте на заключительной фазе откорма с улучшением конверсии и производственных показателей;
- повышение содержания важнейших незаменимых жирных кислот (линолевой, линоленовой) в составе тушек, что увеличивает их пищевую ценность для человека;
- использование экструдированной сои в сравнении с другими компонентами (горохом, кормовыми бобами) увеличивает потенциальную прибыль на бройлерах на 30-40%.

В рационах молодняка кур и несушек экструдированные соя и рапс дают снижение расхода кормов до 7%, повышение продуктивности – до 4%, улучшение качества скорлупы по сравнению с соевым шротом. Содержащаяся в сое линолевая кислота (до 9,5-10,5%) полностью обеспечивает потребность птицы в ней, что приводит к улучшению обменных процессов. Допустимый уровень ввода экструдатов – до 20% от массы комбикорма.

Для свиней экструдированные продукты актуальны по ряду причин. Генетический потенциал новых мясных пород, кроссов и гибридов требует существенного улучшения белкового и энергетического питания. С вводом сои можно существенно сократить содержание в рационах кормов животного происхождения, рыбной муки, а также кукурузы и соевого шрота. Жизнеспособность и энергия роста поросят повышается на 12-25%, а репродуктивные функции маток – на 10-15%.

ГЛАВА 10. ПРОИЗВОДСТВО КОМБИКОРМОВ ДЛЯ ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ (СОБАК)

Во ВНИИКП разработана и внедрена на ряде комбикормовых заводов технология приготовления экструдированных комбикормов для собак (служебных, охотничьих и декоративных). Она реализуется на специальной линии с использованием отечественного оборудования.

Для производства комбикормов для собак используют зерновое сырье, шроты, белковое сырье животного и микробного происхождения, минеральное и др. сырье. По договору с потребителем могут применяться и другие виды сырья, но включенные в нормативную документацию и разрешенные Департаментом ветеринарии МСХ и ПР РФ в качестве кормовых средств. Для выработки комбикормов применяют зерно кукурузы и пшеницы, подсолнечный и соевый шроты, мясокостную или мясную муку, молоко сухое обезжиренное, сухой заменитель цельного молока, кормовые дрожжи, фосфат кормовой, жир животный, мелассу свекловичную и др. Для повышения качества комбикорма обогащают специальным премиксом для собак или используют премиксы рецепта П-2 «Пушно-вит» (для плотоядных животных) или П-5 (для цыплят-бройлеров).

Принципиальная технологическая схема производства комбикормов для собак приведена на рис. 10.1. Технология приготовления комбикормов для собак предусматривает двойное экструдирование компонентов. Поэтому вначале осуществляют экструдирование только зернового сырья с целью повышения его усвояемости животными. Для улучшения процесса экструдирования зерно измельчают на дробилках с установкой сита с отверстиями Ø 3 мм. Обработку в экструдерах проводят с увлажнением паром (или водой) в пропаривателе перед экструдером при давлении его 0,1-0,3 МПа, расходе 50-75 кг/т. Это обеспечивает повышение температуры после пропаривателя до 70-80⁰С, увеличение влажности продукта до 17-18%. Экструдировать пропаренное зерно при температуре 120-130⁰С. Горячий экструдат охлаждают, измельчают на дробилках на ситах Ø 5-6 мм. Подготовленные компоненты накапливают в наддозаторных бункерах, затем дозируют согласно рецепту и смешивают в смесителе при работе его в паспортном режиме. В этот же смеситель добавляют жидкие компоненты согласно рецепту.

Приготовленный рассыпной комбикорм обрабатывают дополнительно также в экструдере с пропаривателем в основном с целью гигиенической обработки мучнистых компонентов и формования продукции в гранулы определенных размеров (экструдат). Температура экструдирования не должна превышать 100⁰С, при этом обеспечивается сохранность витаминов и получение продукта в виде гранул. Выходящие из экструдера гранулы

охлаждают, просеивают на сепараторе, мелкую часть отделяют и возвращают вновь на экструдирование. Готовые гранулы имеют размеры: диаметр 5-10 мм, длина 15-30 мм, вспученную пористую структуру. Экструдированный комбикорм для собак расфасовывают в пакеты. Рекомендуемые нормы фасовки в потребительскую тару массой 1-5 кг.

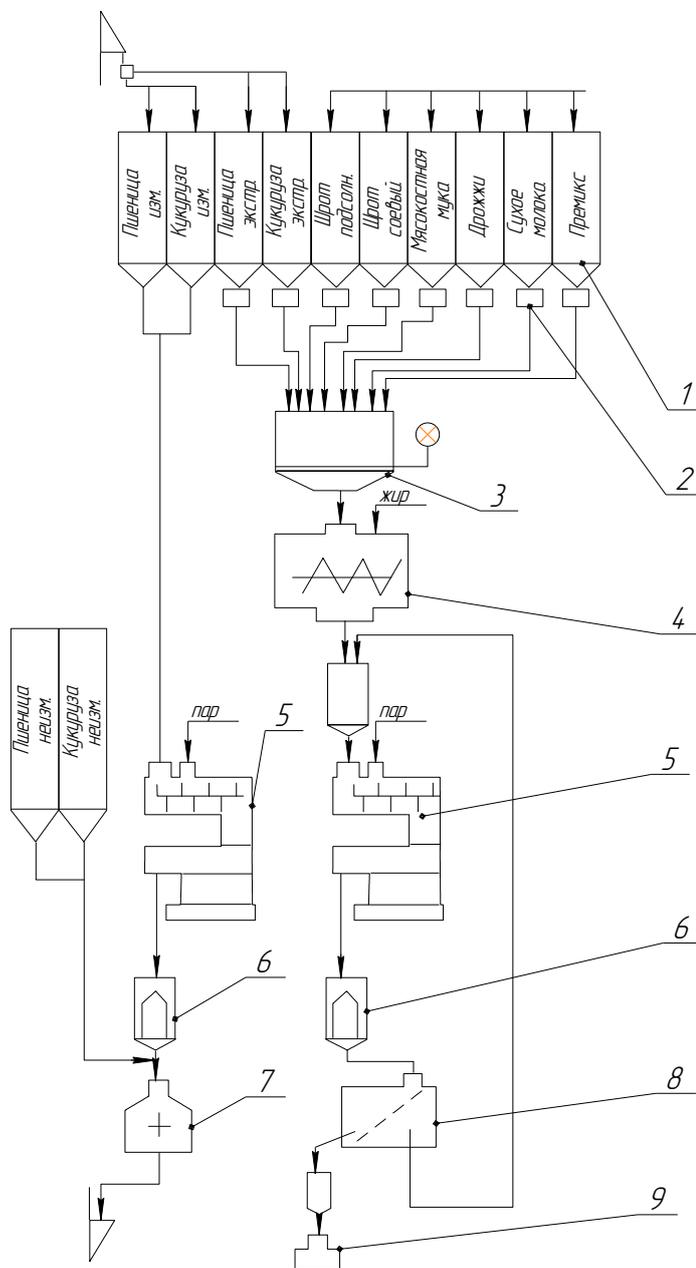


Рис. 10.1. Технологическая схема производства экструдированных комбикормов для собак.

1 – бункера наддозаторные, 2 – питатели, 3 – дозаторы, 4 – смеситель, 5 – экструдеры, 6 – охладители, 7 – дробилка, 8 – просеивающая машина, 9 – затарочная машина

ГЛАВА 11. ВВОД ЖИДКИХ ВИДОВ СЫРЬЯ В КОМБИКОРМА

Ввод жидких компонентов в комбикорма повышает их качество за счет увеличения обменной энергии и кормовой ценности, в том числе улучшения вкуса корма. В комбикормовой промышленности применяют следующие виды жидких добавок: мелассу, жир животный кормовой, фосфатидный концентрат, жидкий лизин, бишофит. В последнее время используется масло растительное, а также эмульсия – смесь масла с водой в различных соотношениях [9].

Отметим некоторые физико-химические свойства жидких компонентов.

Жир животный кормовой вырабатывается на мясокомбинатах и должен поставляться на комбикормовые предприятия в стабилизированном виде. При температуре 15-20⁰С он имеет однородную твердую консистенцию и цвет от матово-белого до темно-коричневого в зависимости от сорта. Плотность жира колеблется в пределах 0,92-0,96 г/см³; температура плавления 35-37⁰С; температура застывания – 25-26⁰С; динамическая вязкость при температуре 50-70⁰С – $16,6 \cdot 10^{-3} \div 10,2 \cdot 10^{-3}$ Па с; электропроводность при температуре 50⁰С – более 10^7 1/Ом см; теплоемкость 0,3-0,5 ккал/кг град. По качеству жир животный кормовой должен удовлетворять следующим требованиям: кислотное число – не более 20; перекисное число – не более 0,1; содержание влаги – не более 0,5%.

Меласса вводится в комбикорма для повышения его кормовой ценности и лучшей поедаемости животными, и также как связующее вещество при гранулировании. Меласса содержит 50% сахарозы, 20% органических и 10% минеральных веществ и представляет собой пересыщенный водный раствор сахарозы. По внешнему виду меласса – вязкая жидкость темно-коричневого цвета со следующими свойствами: плотность – 1,3-1,44 г/см³; электропроводность – $3 \cdot 10^{-3}$ 1/Ом см; теплоемкость – 0,6 ккал/кг град; динамическая вязкость при температуре 40⁰С – 4,4 Па с. Меласса растворяется в воде при любых соотношениях. С понижением температуры от 50 до 40⁰С вязкость мелассы повышается в 2,5 раза; при снижении температуры от 40 до 30⁰С и повышении содержания сухих веществ от 82 до 84% – в 2 раза. При температуре 10-15⁰С меласса теряет свою текучесть.

При температуре 60-70⁰С вследствие уменьшения вязкости возникает свободная конвекция и при нагреве до 100-110⁰С меласса кипит, образуя большое количество пены. Дальнейшее кипение мелассы может привести к превращению всей ее массы в пену и полному выбросу из емкости вследствие 10-20 кратного увеличения объема.

По технологическим условиям допустимая температура нагрева мелассы должна быть не более 70⁰С. При температуре 80⁰С и выше, или длительном нагревании в течение двух, трех и более суток в мелассе происходит экзотермическая автокаталитическая саха-

ро-аминная реакция, в результате которой образуется твердый темный нерастворимый гумусоподобный осадок, засоряющий емкости и трубопроводы. С понижением температур – до 30⁰С вязкость мелассы увеличивается в десятки раз, но она не замерзает и сохраняет незначительную текучесть [25].

Фосфатидный концентрат – жироподобный продукт, содержащий до 40% фосфатидов, в основном лецитина, и 60% растительного масла, пастообразной консистенции, цвета от светло- до темно-коричневого. Нагретый до температуры 55-60⁰С, он становится текучим. Динамическая вязкость фосфатидного концентрата при температуре 50-70⁰С составляет $16,7 \cdot 10^{-3} - 35,3 \cdot 10^{-3}$ Па с, плотность колеблется в пределах 0,93-0,98 г/см³.

Фосфатидный концентрат вводится в комбикорма в смеси с жиром в различных соотношениях, предусмотренных рецептом.

Жидкий концентрат лизина является источником незаменимых аминокислот. По внешнему виду представляет собой непрозрачную темно-коричневую жидкость с плотностью 1,15-1,30 г/см³ при температуре 20⁰С и динамической вязкостью 0,10-0,12 Па с. Содержание сухих веществ составляет 45-60%. Жидкий концентрат лизина при температуре выше 0⁰С является текучей, легкоподвижной жидкостью.

Бишофит, получаемый растворением подземных пластов минеральных солей, содержит жизненно необходимые макро- и микроэлементы: магний, кальций, фосфор, натрий, медь и др. и используется в комбикормовой промышленности для оптимизации влажности готовой продукции.

Бишофит представляет собой маслянистую жидкость желтоватого цвета, плотность которой при различных температурах практически не меняется и составляет 1,3 г/см³. Динамическая вязкость этой жидкости с изменением температуры изменяется незначительно: при 0⁰С – 0,02 Па с; 20⁰С – 0,011 Па с. По своим физико-химическим свойствам бишофит принадлежит к невязким легкоподвижным жидкостям и не требует использования тепла при вводе в комбикорма. В комбикорма его вводят в количестве 0,1-3%.

Вода вводится в комбикорма для оптимизации влажности готовой продукции и технологических целей.

Прием и хранение жидких видов сырья

Жир животный кормовой поступает на комбикормовые предприятия специализированным автотранспортом (в автоцистернах или цистернах-прицепах), а также в специализированных контейнерах или деревянных бочках, доставляемых автомобильным или железнодорожным транспортом. Доставка жира в автоцистернах является наиболее рациональной, позволяющей улучшить условия труда. Прием и разгрузка контейнеров из

железнодорожных вагонов и автотранспорта осуществляется передвижными или стационарными кранами и автопогрузчиками. Из цистерн и контейнеров жир сливают в накопительные емкости. В случае необходимости жир подогревают паром. Продолжительность подогрева и опорожнения составляет 30-35 мин. Деревянные бочки с жиром посредством электрической тали устанавливают на змеевик жиротопки, где осуществляется расплавление жира и дальнейшее его перемещение в накопительную или расходную емкость.

Фосфатидный концентрат поставляется маслоэкстракционными заводами в бочках из белой жести вместимостью 25 л, молочных флягах вместимостью 25 и 38 л, стальных бочках. Из бочек и фляг предварительно разогретый фосфатидный концентрат выливают в расходный бак. Для разогрева фляги с фосфатидным концентратом помещают в тепловую или водяную ванну. Перед погружением фляги открывают. В тепловой ванне концентрат постепенно вытекает из фляг, которые устанавливают вверх дном. В водяной ванне при температуре воды 80-90⁰С в процессе нагрева содержимое фляги для ускорения разжижения периодически перемешивают. Температура нагретого фосфатидного концентрата составляет 50-60⁰С, время нагрева – примерно 3 ч.

Меласса на комбикормовые предприятия поступает в специализированных железнодорожных цистернах, автомелассовозах и в цистернах на автоприцепах. Перед разгрузкой мелассу подогревают. Для подогрева мелассы в железнодорожных цистернах используют стационарные средства (паровые рубашки, змеевики), а при их отсутствии – открытый водяной пар. Температура мелассы при сливе в накопительную или расходную емкость должна быть 20-25⁰С при содержании сухих веществ 81-85%.

Жидкий концентрат лизина и бишофит поставляются на комбикормовые предприятия в автомобильных или железнодорожных цистернах.

Поступившие на предприятие жир животный кормовой и меласса хранятся в накопительных резервуарах, снабженных подогревателями. Такие же подогреватели или паровые рубашки находятся в расходных емкостях. Емкости и трубопроводы линий приема, складирования и ввода этих жидкостей обогреваются паром или горячей водой для придания им необходимой текучести.

Жиры легко подвергаются окислению, особенно при хранении их на свету в открытой таре. Процесс окислительной порчи ускоряется с повышением температуры и продолжительности их нагрева. Для предохранения жиров от окисления используют следующие стабилизаторы: сантохин, дилудин, бутилоксианизол, которые вводятся в количестве 150-200 г на 1 т. Хранить жир необходимо в закрытых сухих без постороннего запаха помещениях при возможно низкой температуре. В помещениях для хранения жира в таре

и пустой тары необходимо предусмотреть соответствующую механизацию для вертикального и горизонтального перемещения грузов (бочек).

Мелассу на заводах рекомендуется хранить только в наземных стальных без теплоизоляции окрашенных в белый цвет резервуарах, покрытых крышей, надежно предохраняющей мелассу от попадания атмосферных осадков и талых вод. При соблюдении всех правил транспортировки, подогрева и хранения гарантийный срок сохранности мелассы – 9 месяцев со дня поступления на предприятие.

Хранение жидкого концентрата лизина и бишофита в емкостях и подача их в производство для ввода в комбикорма осуществляется без использования тепла.

Ввод жидких компонентов в комбикорма

Из накопительных емкостей жир, меласса и др. шестеренчатыми насосами перекачиваются в расходные емкости или баки, которые оборудуются мешалками и средствами автоматизации: датчиками уровня и регуляторами температуры. Для предотвращения засорения насосов и форсунок и очистки жидкостей от примесей перед расходными емкостями устанавливаются фильтры грубой, после – тонкой очистки. Фильтры устанавливаются параллельно и работают поочередно. Перед ними и после них в нагнетательном трубопроводе устанавливаются манометры. По перепаду давления равном $1,5 \text{ кгс/см}^2$ и более определяют необходимость очистки фильтра.

Перед подачей в производство мелассу подогревают вначале в резервуаре для хранения, а затем в теплообменных аппаратах.

Жидкие компоненты добавляют в рассыпные и гранулированные комбикорма на различных стадиях технологического процесса: в смеситель периодического действия на линии весового дозирования и смешивания; в смеситель непрерывного смешивания на отпуске готовой продукции; в смеситель пресс-гранулятора перед гранулированием, на горячие гранул при выходе их из матрицы пресса-гранулятора. Наиболее простым и точным способом считается ввод жидких компонентов в смеситель периодического действия. В смеситель периодического действия старых конструкций ленточного типа количество добавляемых жидкостей не превышает 1-2%. В современные смесители периодического действия жидкие компоненты вводят в количестве до 4%, в смесители непрерывного действия – до 10%, в прессы-грануляторы – 3-4%.

Дозирование жидкостей: жира животного кормового, фосфатидного концентрата, мелассы, жидкого концентрата лизина, бишофита и воды может осуществляться насосами-дозаторами типа НД различной производительности. Для дозирования электропроводящих жидкостей: мелассы, жидкого концентрата лизина, бишофита и воды могут приме-

няться электромагнитные расходомеры типа РОСТ-2ВХ и др.; неэлектропроводящих; жира животного кормового, фосфатидного концентрата, растительного масла – индукционные расходомеры типа ТМ-2С и др. Наряду с этим рекомендуется дозирование водных растворов и воды осуществлять с применением автоматизированной системы, включающей насос – клапан – счетчик – реле времени.

Ввод жидких компонентов в смеситель основной линии дозирования-смешивания рекомендуется осуществлять под давлением через трубу, которая должна быть расположена под крышкой смесителя и форсунки.

Специалистами ВНИИКП на основании научных исследований и с учетом современных требований к качеству смешивания комбикормов с жидкостями, точности дозирования разработаны установки УЖД и УЖН нового поколения периодического и непрерывного действия для ввода жидких компонентов.

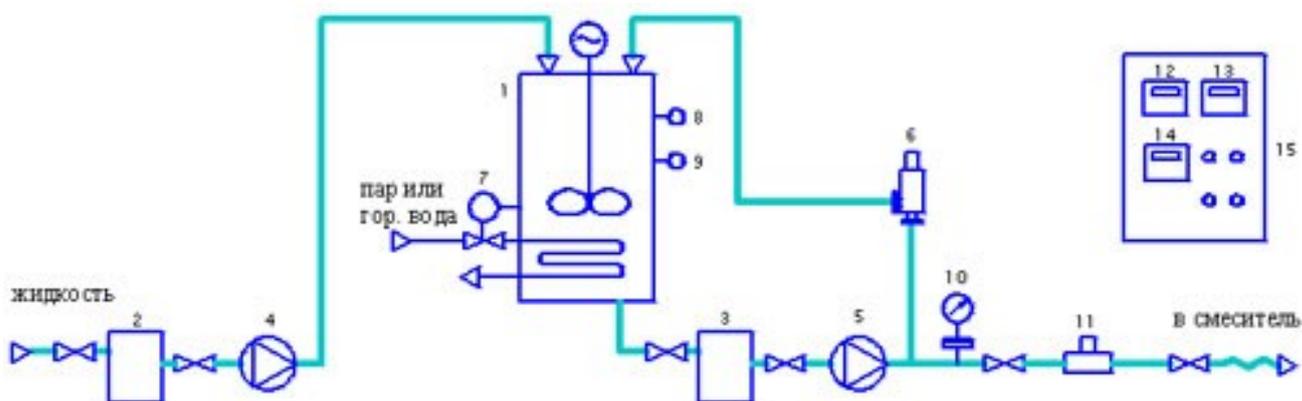


Рис. 11.1. Схема установки для ввода жидких компонентов в комбикорма
 1 – расходная емкость; 2,3 – фильтр; 4, 5 – насос; 6 – предохранительный клапан;
 7 – регулятор температуры; 8, 9 – датчики уровня; 10 – манометр; 11 – преобразователь
 первичный счетчика жидкости; 12 – вторичный прибор счетчика жидкости;
 13 – счетно-задающее устройство; 14 – сигнализатор уровня; 15 – шкаф управления

Для ввода жира животного, масла растительного в смесители комбикормов периодического действия выпускаются установки марки УЖД производительностью от 0,25 до 6,3 м³/ч, в смесители комбикормов непрерывного действия – марки – УЖН производительностью от 0,63 до 6,3 м³/ч. Для ввода мелассы выпускаются также установки УЖН и УЖД производительностью от 1,8 до 6,0 т/ч.

Для измерения расхода жидкости при дозировании их в смесители периодического и непрерывного действия используются счетчики жидкости отечественного и зарубежного производства: для масла и жира – турбинного типа, мелассы – электромагнитного типа. При дозировании жидкости в смесители периодического действия используется программируемое счетно-задающее устройство, а в смеситель непрерывного действия – система

автоматического регулирования расхода жидкости. Таким образом, новые установки для ввода жидких обеспечивают автоматическое объемное дозирование жидкостей в дозах от 1 до 100 л, с расходом от 100 до 6300 л/ч, автоматическое измерение суммарных расходов жидкостей, точность дозирования жидкостей с погрешностью 0,5-1,0%, автоматическое заполнение расходной емкости жидкостью, контроль и регулирование уровня жидкости в расходной емкости, контроль и измерение давления в трубопроводе, регулирование и измерение температуры нагрева жидкости в расходной емкости, высокую степень очистки жидкости от посторонних примесей. Управление установками возможно в трех режимах: ручном, автоматическом от шкафа управления и автоматическом от контроллера, который управляет процессом дозирования и смешивания сыпучих компонентов.

Жидкий концентрат лизина, бишофит и воду вводят по специальным аналогичным линиям или по линии ввода жира, но без использования подогрева трубопроводов и оборудования. Ввод водных растворов и воды в смеситель осуществляют с помощью центробежных дефлекторных форсунок.

Форсунки дефлекторные, используемые для распыла жидкостей, обеспечивают мелкодисперсный плоскоструйный факел. Они просты по своей конструкции, удобны в обслуживании и надежны в работе. При мелкодисперсном распыле жидкость лучше поглощается комбикормом. Материал форсунок (корундовая керамика) обеспечивает долговечность их эксплуатации.

Установки ввода жидких компонентов марки УВМ в смеситель периодического действия разработаны и выпускаются ТЕХНЭКС трех модификаций: УВМ-60 (доза жидкости 5-60 кг), УВМ-120 (10-120 кг) и УВМ-200 (20-200 кг) с дискретностью отсчета от 0,05 до 0,2 кг.

При производстве гранулированных комбикормов для рыб с целью доведения количества жира до требуемого по рецепту и повышения их водостойкости применяется поверхностная обработка гранул жиром. Для этого используется оборудование – обволакиватели гранул жиром (по аналогу на Рыздвяненском комбикормовом заводе). Подогретые жиры до температуры 60-70⁰С распыляются на поверхность гранул во вращающемся барабане.

ГЛАВА 12. СХЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВОЙ ПРОДУКЦИИ

В настоящее время в стране вырабатывают менее 15 млн. тонн комбикормов, в то время как потребность в них составляет около 40 млн. тонн. Такой объем производства был достигнут в 1990 г. и производственные мощности комбикормовых заводов бывшей системы Хлебопродуктов обеспечивали его. Однако с 1991 г. поголовье животных начало сокращаться и производство комбикормов на этих заводах резко упало.

Потребители комбикормов перестали покупать их у комбикормовых заводов из-за дороговизны и зачастую низкого качества. В связи с этим они начали создавать свои цеха, используя собственное и местное сырье, а это означает, что производство и потребление комбикормов максимально сблизилось за счет исключения транспортных расходов.

К настоящему времени сложилась следующая ситуация, при которой полнорационные комбикорма, а также БВМК и премиксы вырабатываются:

- на комбикормовых заводах бывшей системы Хлебопродуктов;
- в кормоцехах, межхозяйственных заводах и комбикормовых предприятиях при птицефабриках и животноводческих комплексах с использованием местных сырьевых ресурсов (зерно, жмых, шрот, отруби и т.п.) и покупных БВМК;
- на вновь построенных заводах (в основном при животноводческих комплексах) с организацией производства полнорационных комбикормов.

Однако новое строительство комбикормовых предприятий, которые могут обеспечить выработку комбикормов высокого качества, требуют много времени и денежных средств.

Малые комбикормовые цеха не всегда обеспечивают требуемое качество комбикормов из-за недостаточно развитой технологической схемы производства продукции. Поэтому перспективы производства высококачественных полнорационных комбикормов следует связывать с модернизацией комбикормовых заводов бывшей системы Хлебопродуктов, их техническим перевооружением, которое в основном связано с заменой оборудования и обходится предприятию в 5-8 раз дешевле, а также реконструкцией, при которой как правило предусматривается еще и новое строительство объектов, но все же обходится дешевле в 2,5-4 раза. Эти работы могут быть проведены в сжатые сроки, в то же время позволят создать современное производство [40].

12.1. Производство комбикормов на комбикормовых заводах бывшей системы Хлебопродуктов

Комбикормовая промышленность за период своего развития с 1930 г. прошла путь от малых предприятий с объемным дозированием до автоматизированных заводов со сложной технологической схемой. Производственная мощность отдельных предприятий достигла до 2000 т/сутки. Общая мощность всех заводов составила к 1990 г. до 60 млн. т/год. Развитие комбикормовой промышленности происходило путем строительства новых заводов по проектам, разработанным в разное время различными специализированными проектными организациями, мощностью 100-150, 200, 240, 300, 315, 400, 420, 500, 600, 630, 735, 1000 и 1050 т/сутки. Однако, следует отметить, что технологические процессы не были стандартизированы или утверждены Министерством (ведомством), не осуществлялся надлежащий контроль за соблюдением технологической дисциплины и заложенной в проектах технологической схемы со стороны разработчиков и утвердившей проект организации. Правила организации и ведения технологических процессов производства продукции комбикормовой промышленности составлялись под существующее состояние производства. В процессе эксплуатации технологические схемы постоянно совершенствовались и в настоящее время каждый завод практически имеет схему, отличную от других.

Построение схемы технологического процесса комбикормового производства основано на общепринятом в технической литературе определении, что технологический процесс – это совокупность научно-обоснованных и проверенных на практике приемов и операций по переработке сырья в высококачественные продукты.

Анализ качества продукции, процессов ее производства на действующих комбикормовых предприятиях, утвержденной нормативно-технической документации позволил отметить, что большинство заводов вырабатывают продукцию по одному технологическому процессу производства рассыпных комбикормов, только в различных его модификациях. Около 20% комбикормовых предприятий имеют линии гранулирования и выпускают комбикорма в гранулированном виде. Несколько отличаются технологические процессы при выработке комбикормов для молодняка животных (поросят и телят), содержащихся в крупных животноводческих комплексах, для цыплят 1-7 дней, пушных зверей, ценных пород рыб, домашних животных. Эти технологии предусматривают снятие пленок у пленчатых культур, углубленную гидротермическую обработку компонентов и комбикормов.

На основе анализа типовых проектов, технологических схем конкретных комбикормовых предприятий, норм технологического проектирования разработана структура технологического процесса производства комбикормов, включающая этапы от приема сырья до отгрузки готовой продукции. Этапы включают: №1 – прием сырья, № 2 – складирование сырья, № 3 – подготовка сырья к дозированию, № 4 – дозирование и смешивание компонентов, № 5 – получение готовой продукции. Каждый этап имеет подэтапы. В этапе приема выделены подэтапы: № 1.1 – взвешивание сырья, № 1.2 – разгрузка сырья, № 1.3 – очистка сырья при приеме. Этап складирования включает подэтапы: № 2.1. – оперативное складирование сырья, № 2.2 – очистка сырья перед хранением, № 2.3 – стабилизация технологических свойств сырья, № 2.4 – складирование сырья для хранения. Подготовка сырья к дозированию осуществляется по подэтапам: № 3.1 – подготовка сырья к дозированию, № 3.2 – дополнительная обработка пленчатых культур, № 3.3 – углубленная обработка компонентов. В этап дозирования-смешивания компонентов входят подэтапы: № 4.1 – предварительное дозирование и смешивание, № 4.2 – дозирование и смешивание основное. На этапе получения готовой продукции выполняются подэтапы: № 5.1 – дополнительная гранулометрическая подготовка (контроль продукции по крупности), № 5.2 – ввод жидких видов сырья, № 5.3 – гранулирование продукции, № 5.4 – упаковка продукции, № 5.5 – отгрузка продукции. В связи с тем, что для получения комбикормовой продукции используется большое число видов сырья, каждый подэтап имеет составляющие подэтапов. Последний элемент деления технологического процесса – технологическая операция. В комбикормовом производстве она, как правило, выполняется в одной машине. Проведенная систематизация и классификация вариантов построения технологических процессов позволила установить, что в комбикормовом производстве применяются процессы 1-го, 2-го и 3-го классов, класс определяется по числу подэтапов дозирования-смешивания. На данный период в комбикормовой промышленности нашли применение 9 технологических процессов по видам выпускаемой продукции. Основной технологический процесс производства рассыпных комбикормов для взрослого поголовья скота и птицы имеет 15 вариантов исполнения [4].

Оценка вариантов технологических процессов проведена путем определения их основных технико-экономических показателей, к которым относятся: энергоемкость (кВт·ч/т), материалоемкость (кг·ч/т), производительность на единицу площади (т·ч/м²). Для основных подэтапов рассчитан коэффициент технического уровня (Кт.у) технологического процесса на основе сопоставительного анализа значений изучаемого процесса с показателями аналогов, в качестве которых принимали лучший вариант, включающий зарубежный или отечественный образец. Дополнительными показателями приняты стабильность и

уровень развития операций (процессов). Стабильность изменяется от нуля до единицы, уровень развития операций по пятибалльной системе оценивали следующим образом: процесс, в котором параметры не контролируются – 1 балл, контролируются – 2, регулируются путем поддержания на заданном уровне – 3, управляются – 4, саморегулируются – 5 баллов.

Для примера отметим наиболее отличающиеся друг от друга схемы построения технологического процесса, которые реализованы на комбикормовых заводах.

1. Основной технологический процесс производства рассыпных комбикормов, белково-витаминно-минеральных концентратов для взрослого поголовья скота и птицы с отдельной подготовкой сырья к дозированию (однокомпонентное измельчение – одноэтапное дозирование (рис. 12.1) включает 5 этапов и 33 подэтапа. Общая энергоемкость процесса составляет 22,12 кВт.ч/т, материалоемкость – 5098,8 кг.ч/т, средняя производительность на единицу площади – 2,68 т.ч/м². Коэффициент технического уровня всего процесса (усредненный) – 0,93. Стабильность процесса не превышала 0,87 (максимальная величина – 1), что указывает на неустойчивость отдельных этапов процесса и неподготовленность их к автоматизации. Средний уровень развития операций, равный 2,96 балла показывает, что процесс относится к регулируемому путем поддержания параметров на заданном уровне. Реализован на многих заводах, построенных в начальный период развития комбикормовой промышленности (заводы мощностью 100-150 т/сутки, 200 т/сутки и др.).

2. Технологический процесс производства комбикормов, белково-витаминно-минеральных концентратов для взрослого поголовья скота и птицы с отдельной подготовкой зернового, гранулированного сырья и шротов, переработкой белково-минерального сырья в составе смеси, двухэтапным дозированием (рис. 12.2). Такой процесс реализован на предприятиях, построенных по проекту завода мощностью 315 т/сутки. Всего для процесса производства рассыпных комбикормов общая энергоемкость составляет 27,75 кВт.ч/т, материалоемкость 5570,0 кг.ч/т, средняя производительность на единицу площади 3,05 т.ч/м². Коэффициент технического уровня по лучшему показателю по отношению к аналогу 0,93, стабильность процесса составляет 0,90, уровень развития операций – 2,94 балла.

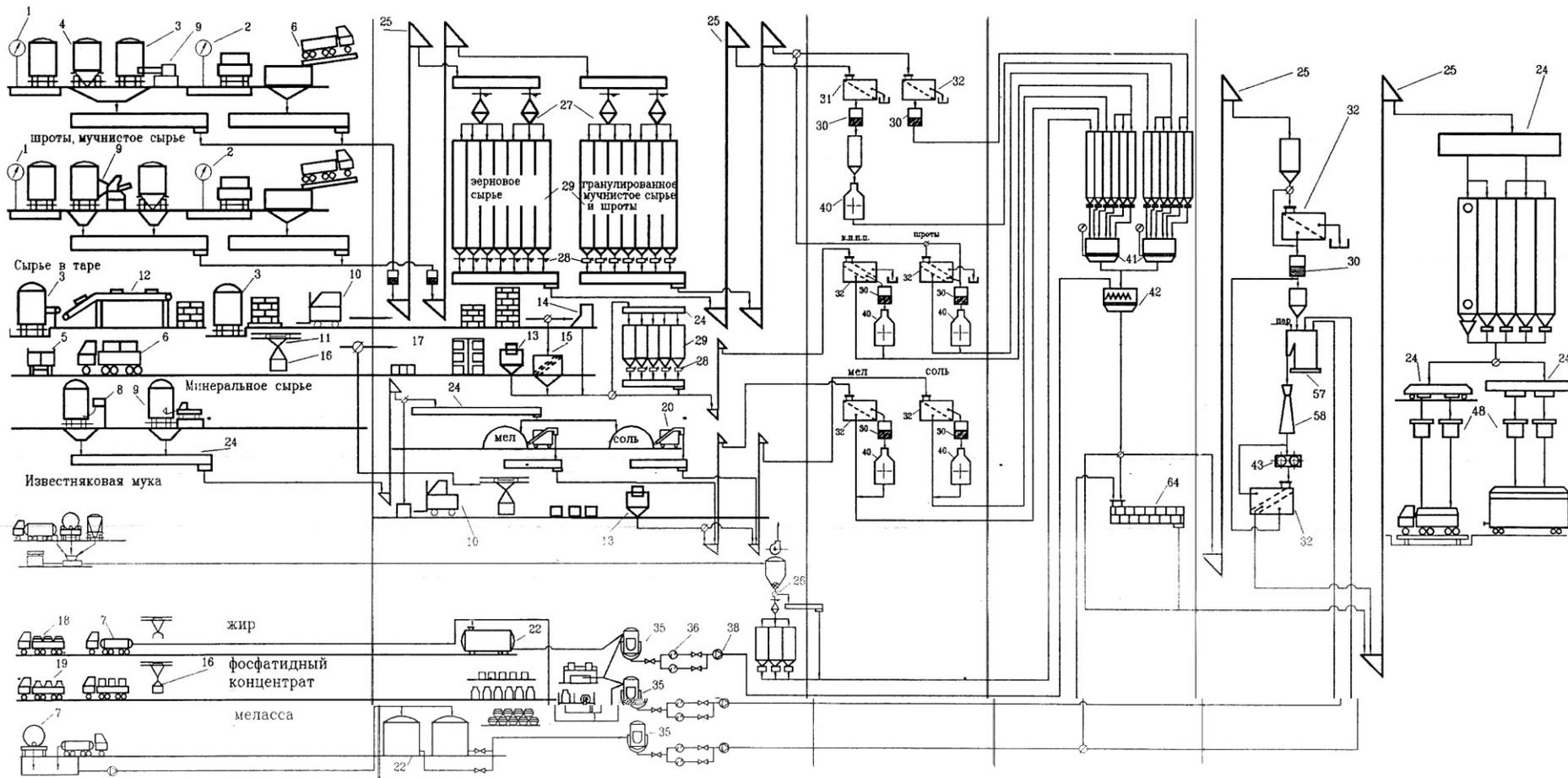


Рис. 12.1. Схема технологического процесса производства рассыпных и гранулированных комбикормов для взрослого поголовья скота с отдельной подготовкой каждого вида сырья одноэтапным дозированием

СПЕЦИФИКАЦИЯ
к схемам технологических процессов
производства комбикормов

№ позиций	№ позиций
1 – весы вагонные;	35 – бак расходный обогреваемый;
2 – весы автомобильные;	36 – фильтр;
3 – вагон общего назначения;	37 – насос-дозатор;
4 – вагон-зерновоз;	38 – насос;
5 – полувагон;	39 – фильтр-циклон;
6 – автомобиль;	40 – дробилка;
7 – цистерна;	41- дозаторы весовые многокомпонентные;
8 – механическая лопата;	42 – смеситель периодического действия;
9 – вагоноразгрузчик;	43 – измельчитель валковый;
10 – электропогрузчик;	44 – остеломатель;
11 – тельфер;	45 – камнеотборник;
12 – машина для выгрузки мешков;	46 – машины для шелушения овса;
13 – контейнероопрокидыватель;	47 – машина горизонтальная обочная;
14 – пылеуловитель;	48 – сепаратор воздушный;
15 – машина мешкорастарочная;	49 – паддимашина;
16 – контейнер;	50 – машина шелушильно-шлифовальная;
17 – стеллаж;	51 – машина увлажнительная;
18 – бочки;	52 – бункер для отволаживания;
19 – фляги;	53 – пропариватель;
20 – грузчик;	54 – плющилка;
21 – жиротопка;	55 – сушилка-охладитель;
22 – емкость;	56 – экструзионная установка;
23 – бункера;	57 – пресс-гранулятор;
24 – транспортер;	58 – охладитель;
25 – нория;	59 – устройство отгрузочное;
26 – клапан перекидной;	60 – автокормовоз;
27 – распределитель направлений;	61 – устройство для фасования в мешки;
28 – задвижка;	62 – устройство для фасования в полиэтиленовые пакеты;
29 – силос;	63 – вентилятор;
30 – сепаратор магнитный;	64 – смеситель непрерывного действия;
31 – сепаратор зерновой;	65 – весы;
32 – просеивающая машина;	66 – сушилка;
33 – питатель;	67 – устройство для фасования в контейнеры
34 – фильтр-циклон;	

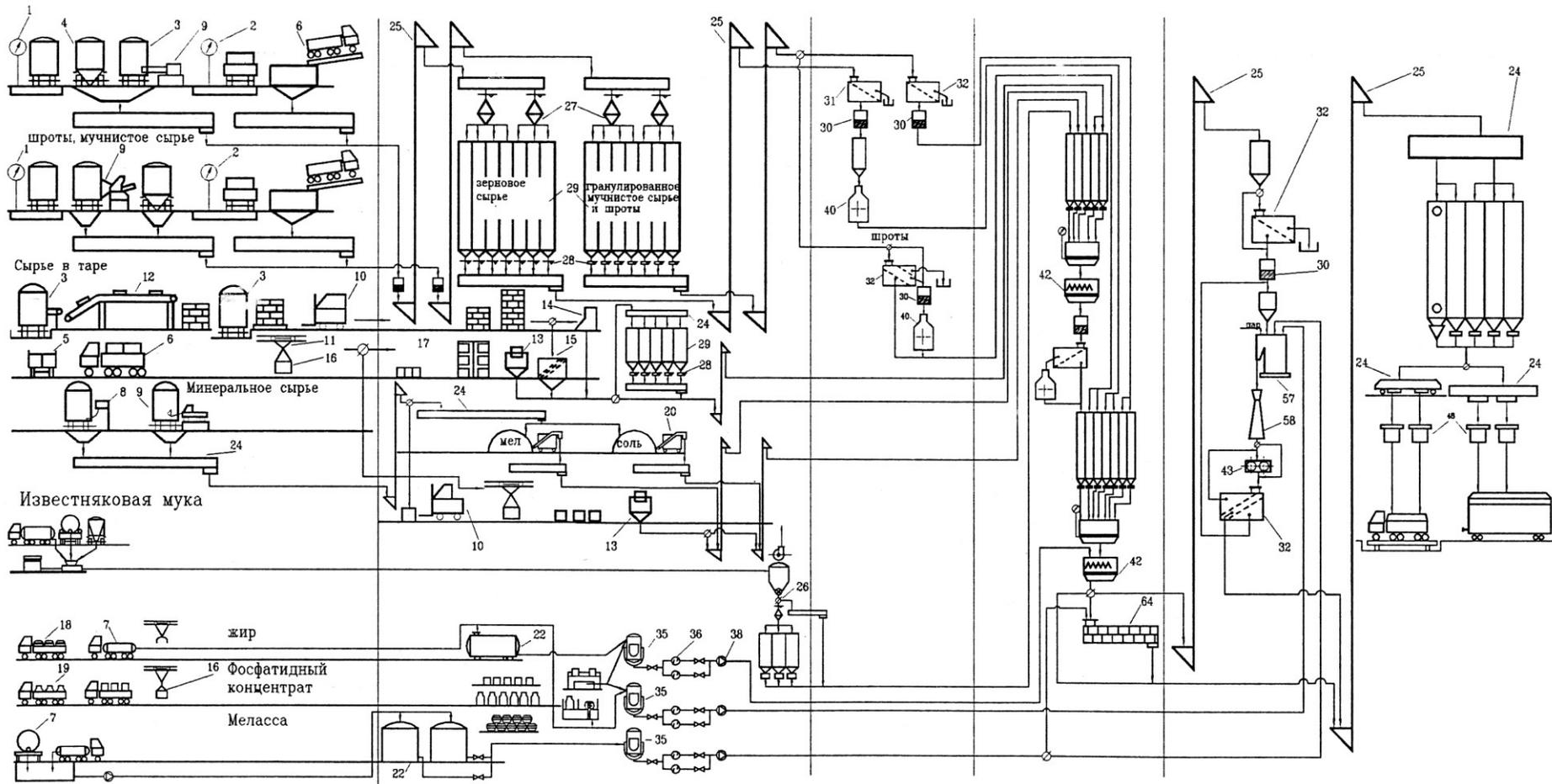


Рис. 12.2. Схема технологического процесса производства рассыпных и гранулированных комбикормов для основного поголовья скота и птицы с раздельной подготовкой зернового, гранулированного сырья и шротов, совместной переработкой белково-минерального сырья в составе смеси, двухэтапным дозированием

3. Технологический процесс производства рассыпных комбикормов, БВМК с переработкой зернового, гранулированного сырья и шротов в составе смеси, переработкой белково-минерального сырья также в составе смеси, двухэтапным дозированием (рис. 12.3). При таком построении процесса энергоемкость его снижается до 16,13 кВт.ч/т, материалоемкость – до 4216,7 кг.ч/т, производительность на единицу площади возрастает до 4,90 т.ч/м², технический уровень всего процесса также увеличивается до 0,96, стабильность – до 0,95, уровень развития операций по пятибалльной системе – до 2,97. Примером реализации такого процесса является Болшевский комбикормовый завод Московской области.

4. Технологический процесс производства рассыпных комбикормов и БВМК с совместной порционной переработкой зернового, гранулированного сырья и шротов, совместной порционной переработкой белково-минерального сырья, одноэтапным дозированием (рис. 12.4). При этом варианте построения схемы основные базовые технико-экономические показатели также улучшаются. Энергоемкость процесса снижается до 15,01 кВт.ч/т, материалоемкость – до 3890,7 кг.ч/т, удельная производительность, отнесенная к площади, составляет 5,05 т.ч/м². Технический уровень по лучшему показателю и стабильность процесса составляет по 0,95, уровень развития операций – 2,98 балла. По такому варианту построен технологический процесс производства комбикорма на комбикормовом заводе Раменского КХП Московской области.

5. Технологический процесс производства рассыпных комбикормов с совместной порционной переработкой всех видов сырья, одноэтапным дозированием (рис. 12.5). Технологическая схема по этому варианту является самой короткой, однако, как и варианты 3 и 4 требует автоматизированного управления механизмами. При такой схеме обеспечивается наименьшая энергоемкость (до 11,22 кВт.ч/т), материалоемкость (3241,2 кг.ч/т) и удельная производительность (до 5,32 кг.ч/т), технический уровень и стабильность процессов также достаточно высокие – до 0,95, а уровень развития операции – до 2,98. При этом исполнении сокращается количество применяемого оборудования, наддозаторные емкости совмещаются с силосами для хранения сырья, применяется очистка сырья при приеме. Такой вариант построения схемы применен на Гиагинском и Рыздвяненском комбикормовых заводах Ставропольского края.

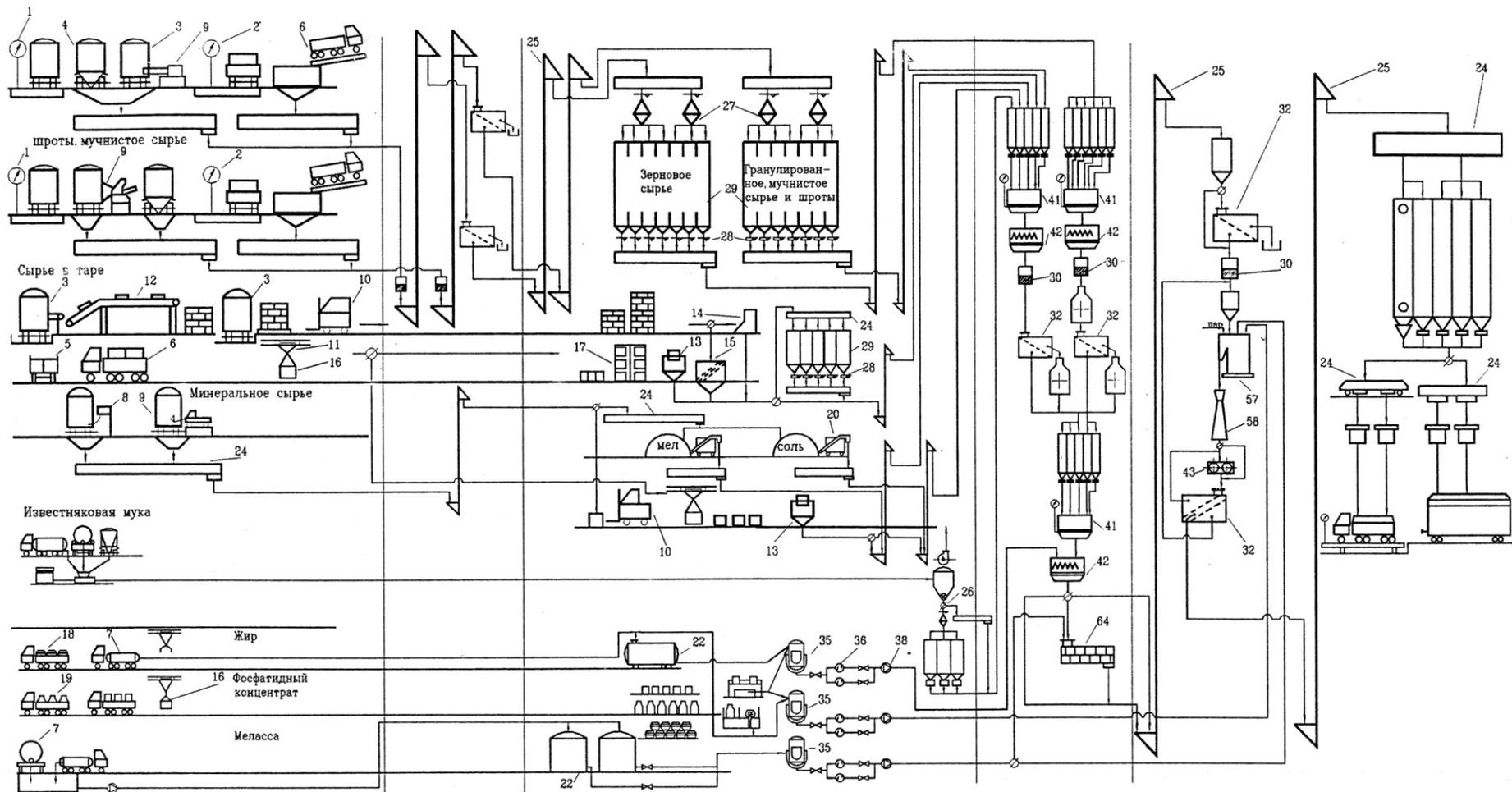


Рис. 12.3. Схема технологического процесса производства рассыпных и гранулированных комбикормов для основного поголовья скота и птицы с подготовкой зернового, гранулированного сырья и шротов, совместной переработкой белково-минерального сырья в составе смеси, двухэтапным дозированием

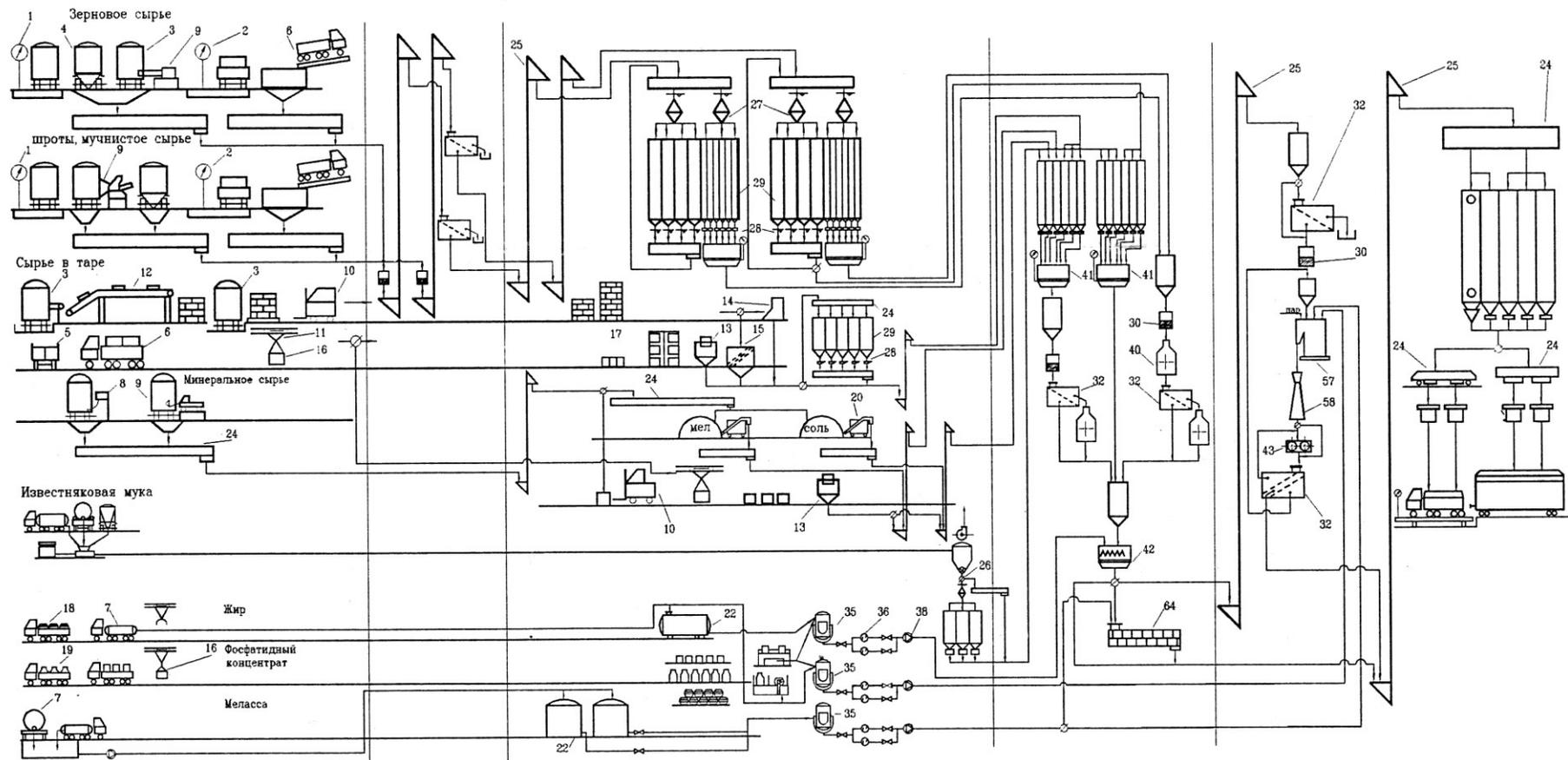


Рис. 12.4. Схема технологического процесса производства рассыпных и гранулированных комбикормов для основного поголовья скота и птицы с совместной порционной переработкой зернового, гранулированного сырья и шротов, совместной порционной переработкой белково-минерального сырья, одноэтапным дозированием

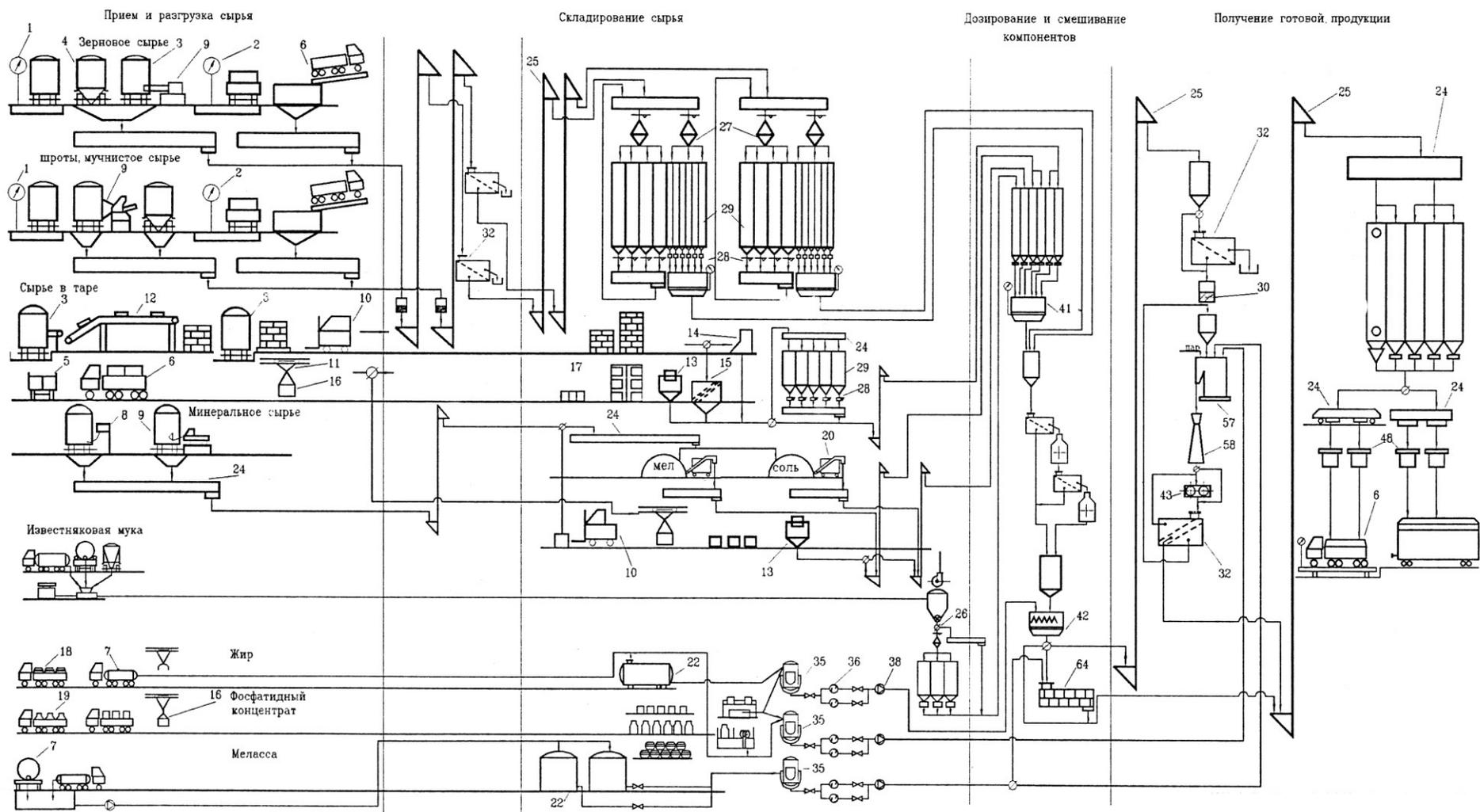


Рис. 12.5. Схема технологического процесса производства рассыпных и гранулированных комбикормов для основного поголовья скота и птицы с совместной порционной переработкой всех видов сырья, одноэтапным дозированием

Наряду с этим возможны и другие варианты построения технологического процесса производства комбикормов из приведенных в главе 6 типовых линий. Более подробно различные варианты технологических схем изложены в [4].

Говоря о развитии комбикормовой промышленности России, следует отметить, что комбикормовые заводы были довольно равномерно распределены по территории страны в соответствии с развитием животноводства, но в настоящее время число эффективно работающих предприятий резко сократилось. Соответственно увеличились во многих районах расстояния от производителей комбикормов до их потребителей. Однако существует объективная причина, побуждающая производителей повышать качество кормов и снижать их стоимость – создание оптимальных условий для потребителей кормов, которые оплачивают продукцию завода. В связи с этим необходимо совершенствовать продукцию, так как требования к качеству кормов не только постоянно растут по известным показателям, но и изменяются. Появляются новые более продуктивные породы животных, к кормлению которых предъявляются более высокие требования.

Учитывая неполную загруженность производственных мощностей комбикормовых заводов, сегодня нет необходимости строить новые предприятия – реконструкция существующих позволит превратить их в современные намного быстрее, израсходовав в несколько раз меньше средств, выпускать высококачественную конкурентноспособную продукцию. Но следует учитывать в первую очередь то, что высокая степень изношенности оборудования на многих комбикормовых заводах и особенно построение их технологических схем создают три основные проблемы: ограничение возможности производства продукции требуемого качества, высокая энергоемкость производства единицы продукции и невозможность быстрого перехода с выработки продукции по одному рецепту на другой. Осложняют ситуацию и значительные расходы на поддержание работоспособности изношенного оборудования. Поэтому необходимость реконструкции очевидна. При этом необходимо учитывать требования потребителей к качеству продукции в нынешних условиях, учитывая, что эти требования со временем будут только возрастать. Также должен быть проведен анализ состояния технологического процесса для выявления позиций, которые в первую очередь ограничивают производство продукции высокого качества и снижение энергоемкости производства.

Разработанные ранее (в 60-70 годы прошлого столетия) типовые проекты ныне существующих комбикормовых заводов базировались на технологических схемах, предусматривающих непрерывную выработку комбикормов большими партиями, при которых было затруднительно быстро переходить на новый рецепт и выпускать малые партии

(схемы подвариантов № 1 и № 2). Однако в последние годы в европейских странах принята порционная схема производства. Производственный процесс, построенный на основе этой схемы, обеспечивается небольшим количеством единиц оборудования меньшей протяженностью транспортных линий, соответственно и меньшей энергоемкостью.

12.2. Производство комбикормов на заводах, использующих местное сырье и покупные белково-витаминно-минеральные концентраты

Зачастую во многих хозяйствах зернофураж скармливают животным и птице в виде одно- или двухкомпонентной смеси, несбалансированной по питательным веществам, что ведет к перерасходу концентратов, хотя у них имеются или должны быть приобретены компоненты для балансирования кормов – это жмыхи, шроты масличных культур, отруби, травяная мука, минералы и витамины. Так, если в развитых странах на 10 яиц затраты корма составляют 1,2-1,3 к.е., то в России они доходят до 2,2 к.е.

Исследованиями ряда как отечественных, так и зарубежных ученых доказано, что применение балансирующих добавок (белково-витаминно-минеральных концентратов и премиксов) позволяет повысить продуктивность животных и птицы почти в 1,5 раза. Кроме того, включение биологически активных веществ в кормовые рационы для их балансирования повышает не только эффективность кормов, но и улучшает их состояние здоровья, воспроизводительную способность, повышает качество продуктов животноводства и птицы, снижает себестоимость их производства. Поэтому одним из путей является производство комбикормов на основе собственного зернофуража и БВМК, изготовленных на крупных комбикормовых заводах.

Комбикормовые предприятия, использующие этот принцип производства комбикормов, имеют простую технологическую схему, включающую переработку зерновых и других – при их наличии культур, дозирование и смешивание с приобретенными БВМК. Однако выработку комбикормов также следует проводить обязательно с использованием методических рекомендаций для расчета рецептов комбикормовой продукции [50]. При расчете рецептов следует использовать данные по питательности приобретенных БВМК и фактические значения химического состава имеющегося местного сырья. В этом случае можно определить процент ввода БВМК в смесь, что позволит выработать комбикорм, удовлетворяющий зоотехническим требованиям и обеспечивающий наибольшую продуктивность животных и птицы.

ЦНИИПромзернопроект [32] разработал схемы производства полнорационных комбикормов в цехах животноводческих и птицеводческих хозяйств, основанные на использовании сырья и привозных БВМК, приготовленных на других комбикормовых заво-

дах. Схемы приготовления комбикормов предусматривают порционный принцип работы. Все оборудование размещается в одноэтажном здании, имеющем пролеты высотой 8, 10 и 12 метров. Зерновое сырье с очисткой при приеме накапливается в хранилищах силосного типа, другое имеющееся сырье (травяная, мясокостная мука, минеральное сырье) в складе напольного хранения, белково-витаминно-минеральные концентраты доставляются автотранспортом и разгружаются в силоса бункерного типа. Под бункерами зернового сырья установлены многокомпонентные весовые дозаторы горизонтального типа (марки ВД-7 или ВД-9), для дозирования мучнистого сырья и БВМК установлен второй весовой дозатор. Сдозированная порция зернового сырья на дозаторах под силосами направляется в бункера над дробилками, измельчается, контролируется по крупности на просеивающей машине и затем накапливается в первом бункере на одну порцию над смесителем. Одновременно порция БВМК и другого мучнистого сырья дозируется на втором весовом дозаторе и загружается во второй бункер над смесителем. Подготовленные две предсмеси, составляющие по массе одну порцию, равную объему смесителя, разгружаются одновременно в этот смеситель, смешиваются и подготовленная порция направляется в бункера готовой продукции. Порядок дозирования всех компонентов, их перемещения, измельчения, накопления в промежуточных бункерах, смешивания определяется с применением циклограмм. При таком построении схемы выработка комбикорма осуществляется циклически с применением автоматического управления механизмами и времени работы, установленного по циклограмме.

Специалистами ТЕХНЭКС также разработаны схемы комбикормовых предприятий и оборудование для производства полнорационных комбикормов в хозяйствах. В [1, 92] предложена технологическая схема производства комбикормов производительностью 10 т/ч. Переработка сырья предусматривается по «порционной» технологии с выполнением основных технологических процессов: дозирования, измельчения, смешивания и гранулирования. В данной схеме предусмотрен узел дозирования зернового сырья и компонентов, требующих дробления, измельчение их, накопление в бункере над смесителем, узел дозирования белкового и минерального сырья и также накопление его в бункере над смесителем, линия приготовления премиксов, линия ввода растительного масла и других жидких видов сырья в основной смеситель. После подготовки всех компонентов согласно рецепту и накопления порции в надсмесительном бункере, она выгружается в основной смеситель, осуществляется ввод жидких компонентов, смешивание компонентов порции, подача готового комбикорма на гранулирование или в бункера отпуска рассыпного комбикорма.

Для приготовления комбикормов разработаны весовые дозаторы для сыпучих компонентов грузоподъемностью от 100 до 5000 кг с погрешностью статического взвешива-

ния 0,1-0,2%, в комплекте с винтовыми питателями. Линия дозирования биологически активных веществ для приготовления премиксов комплектуется специально разработанными для этих целей модулями микродозирования серии ММД с номинальными весами на 10, 30, 50, 100 и 300 кг с погрешностью статического взвешивания не более 0,1%. Для смешивания компонентов созданы и выпускаются смесители объемом от 5 до 4000 л, коэффициент вариации при смешивании не превышает 5% при соотношении компонентов 1:100000, продолжительность смешивания – 1,5-2,0 мин. Примененная в схеме «порционная» технология выработки комбикорма позволяет обеспечить выполнение требований по химическому составу комбикормов, не нарушая его в процессе производства.

Аналогичные схемы построения технологического процесса производства комбикормов используются и другими организациями, в том числе и ВНИИКП, и будут описаны ниже.

Такие комбикормовые заводы имеют сравнительно короткую технологическую схему и обеспечивают лучшие показатели при выработке комбикормов для взрослого поголовья в первую очередь свиней, крупного и мелкого рогатого скота и птицы. Комбикорма для молодняка животных и птицы целесообразнее вырабатывать на крупных специализированных заводах, имеющих развитую технологическую схему и применяющих прогрессивные приемы переработки сырья, обеспечивающие получение продукции необходимой крупности и однородности, снятие пленки с пленчатых культур, гранулирование или экспандирование комбикорма, углубленную переработку зерновых и другие приемы, повышающие усвояемость и доброкачественность продукции.

12.3. Производство комбикормов у потребителя (крупных птицефабриках и животноводческих хозяйствах) при новом строительстве комбикормовых предприятий

Перспективы увеличения производства полнорационных комбикормов связывают как с модернизацией (реконструкцией и техническим перевооружением) крупных комбикормовых заводов бывшей государственной системы и адаптацией их к современным условиям производства сельскохозяйственной продукции, так и с увеличением доли производства полнорационных комбикормов непосредственно потребителями их - птицефабриками, крупными животноводческими фермами и др. Развитие внутрихозяйственного производства комбикормов, по сравнению с промышленным, идет в настоящее время опережающими темпами, что связано с определенными преимуществами. Однако при общих положительных предпосылках эффективного производства комбикормов непосредственно

в хозяйствах фактически полученный эффект в каждом конкретном случае может быть различным и даже отрицательным.

По данным [67] существуют границы экономической целесообразности создания внутрихозяйственных комбикормовых предприятий (табл. 12.1). Анализ расчетных данных показывает, что строительство предприятий малой производительностью (менее 1 т/ч) и большой (более 12 т/ч) экономически нецелесообразно практически в любых случаях. Большую эффективность имеют предприятия производительностью 3-8 т/ч, при этом срок окупаемости капитальных вложений составляет 1-3 года.

Таблица 12.1

Экономическая эффективность внутрихозяйственных комбикормовых предприятий

Производительность завода, т/ч	менее 1,0	1 – 2	3 – 8	8 – 10	10 – 12	более 12,0
Срок окупаемости, лет	не окупается	3 – 6	1 – 3	2 – 4	3 – 6	не окупается

Необходимыми условиями для создания эффективного производства комбикормов в хозяйствах являются:

- выращивание хозяйствами в достаточных объемах фуражного зерна и, по возможности, наличие других видов сырья;
- наличие свободных и пригодных для создания комбикормового производства зданий, сооружений и коммуникаций;
- имеющиеся потребители комбикорма (птицефабрики или животноводческие фермы), которые и определяют производственную программу предприятия, ее производительность и ассортимент продукции.

Для создания собственного комбикормового производства необходимо разработать техническое план-задание, в котором учесть имеющуюся техническую базу, вспомогательное оборудование и применить современные концепции хозяйственной деятельности:

- оптимизация структуры и состава создаваемого производства;
- соответствие объемов, рецептуры и качества производимой продукции существующим и перспективным потребностям животноводства и птицеводства в этом хозяйстве, а также включающим и фермерскую (частную) деятельность;

– применение энерго- и ресурсосберегающих современных технологий и высокоэффективного технологического оборудования, обеспечивающих низкие затраты и издержки, выработку продукции высокого качества, отвечающего новым требованиям;

– поэтапное формирование структуры комбикормового производства, включающее блочно-модульное исполнение сооружений, совершенствование технологии, расширение ассортимента, увеличение объемов выработки.

Специалистами [67] разработаны и сформулированы общие организационно-технологические принципы и условия, в соответствии с которыми предложено блочно-модульное исполнение завода с пятью технологическими линиями и технологическими блоками.

12.3.1. Создание новых комбикормовых предприятий для животноводческих хозяйств и птицефабрик по разработкам ВНИИКП

Опыт работы по производству комбикормов показал, что в условиях хозяйств можно приготавливать полнорационные кормовые смеси с использованием высокоэффективных технологий подготовки компонентов и приготовления смесей, снизить затраты труда на тонну выработанного комбикорма.

При создании нового комбикормового предприятия схема технологического процесса производства комбикормов, объемно-планировочные решения комбикормовых заводов определяются в первую очередь экономическими возможностями производителя, производительностью завода, требованиями к переработке различных видов сырья, степенью загруженности оборудования, возможностью выработки продукции высокого качества, в конечном счете, себестоимостью выработки продукции. Для заводов любой производительности желательным является применение минимального количества технологического и транспортного оборудования, его максимальное использование в течение рабочего периода, обеспечение выпуска высококачественной продукции в соответствии с требованиями животноводства.

Изучение отечественного и зарубежного опыта производства комбикормов, проектов и действующих комбикормовых заводов показывает, что к настоящему времени накоплен значительный материал по построению технологического процесса.

Исследованиями ВНИИКП по сравнению двух схем переработки сырья с измельчением каждого компонента в отдельности и смесей отдельных групп компонентов позволило сделать вывод о преимуществе измельчения смесей. При измельчении смесей в сравнении с измельчением отдельных компонентов увеличивается производительность дробилок до 15,1% в зависимости от размера сит дробилки, снижается удельный расход

электроэнергии при измельчении на дробилке с ситами, имеющими отверстия от 3 до 8 мм, до 15,2%, эффективно перерабатываются трудноизмельчаемые компоненты, повышается коэффициент использования измельчающего оборудования за счет сокращения простоев при переходе с измельчения одного вида сырья на другой, улучшаются физико-механические свойства измельченных смесей – увеличивается объемная масса в среднем на 5,1% и снижается угол естественного откоса на 1,5 градуса.

Отметим следующие тенденции в построении схем комбикормовых предприятий.

Для заводов малой производительности (до 5-7 т/ч), как правило, имеет место совмещение технологических операций и процессов обработки, сокращенная подготовка сырья, их совместная переработка в составе смеси всех видов или отдельных групп. Это дает возможность уменьшить количество технологического и транспортного оборудования, объемы помещений, количество работающего персонала, а следовательно, капитальные и эксплуатационные затраты. Однако на таких предприятиях трудно добиться стабильности процессов (стабильность технологических систем снижается с 1,0 до 0,53), выполнения требований по крупности и химическому составу, а в итоге, высокого качества продукции.

С увеличением производительности (от 7 до 15 т/ч) технологические процессы усложняются и становятся более стабильными. Находит применение подготовка и переработка отдельных видов или групп сырья, подготовка предсмесей зернового и трудносыпучего белкового сырья, возможно поддержание требуемого режима переработки сырья, выпуск продукции, отвечающей требованиям нормативно-технической документации по крупности и химическому составу.

При высокой производительности заводов (свыше 15 т/ч) применяют переработку каждого вида сырья или приготавливают предсмеси с целью лучшей переработки и обеспечения требуемого качества продукции. Зерновое сырье перерабатывают отдельно, однако возможно составление предсмесей зерновых, незначительно отличающихся по крупности, для лучшей переработки пленчатых культур. Так, например, переработку пленчатых культур (овес и др.) осуществляют в смеси с голозерными (например, пшеница) кукурузу и просо перерабатывают отдельно из-за их различной крупности. Трудносыпучее белковое сырье перерабатывают отдельно или в смеси, которую формируют для улучшения технологических свойств. Минеральное сырье (мел и др.) также перерабатывают в составе смеси, которую составляют с целью улучшения их транспортировки и переработки, повышения точности дозирования. При этом обеспечивается большая стабильность технологических процессов, лучшая загрузка оборудования, высокое качество продукции по крупности и химическому составу.

Нами сделана попытка анализа технологических схем видов с целью определения более перспективных.

Анализируя полученные результаты можно отметить более высокий уровень развития операций в системах приема и складирования, а также – дозирования-смешивания. В системах приема более механизированы операции с зерновым, мучнистым сырьем и шротами, сырьем в контейнерах. Уровень развития операций оценивается от 3 до 4,5 балла (максимальный уровень – 5 баллов), стабильность этих процессов достигает 1,0. К менее механизированным и, соответственно, имеющим недостаточно высокий уровень развития, относятся операции с тарными грузами и минеральным сырьем (солью, мелом), средняя величина уровня развития операций составляет 1,8-2,0 балла, при этом стабильность подсистем снижалась до 0,53.

Хранение сырья на комбикормовых предприятиях не обеспечивают всех требований, предъявляемых нормативно-технической документацией, так как никаких технологических операций по улучшению показателей недоброкачественного сырья или стабилизации его качества не предусматривается. Поэтому величина уровня технологических операций хранения сырья составляла от 2,5 для минерального и затаренного сырья до 3-4 баллов для зернового, мучнистого сырья, шротов. Соответственно стабильность систем хранения минерального и тарного сырья составляет 0,53-0,71, сыпучих и жидких видов – достигает 1,0.

Самые низкие показатели по уровню развития операций имеют системы подготовки сырья к дозированию. Из-за отсутствия надежных работоспособных машин не осуществляется сушка соли и мела, недостаточна подготовка их по крупности. Уровень развития этих операций от 1,7 до 2,0 балла, стабильность подсистем составляет 0,53.

Подготовка зернового, мучнистого сырья и шротов оценивается в 2,8-3,0 балла, так как крупность продуктов достигается только за счет смены сит в дробилках и просеивающих машинах, регулировка параметров не осуществляется, контроль процессов проводится только по отобраным образцам, но стабильность подсистем может достигать значения 1,0.

Системы дозирования на основе комплексов многокомпонентного весового дозирования и тензометрических устройств достаточно автоматизированы, на большинстве предприятий они управляются от компьютеров, уровень развития операций составляет от 3 до 4 баллов, стабильность процессов достигает 1,0.

На основе исследований технологических схем комбикормовых заводов можно отметить прогрессивные технологические приемы, которые включают разгрузку сырья с применением разгрузчиков, очистку сырья при приеме, совмещения складских емкостей с

наддозаторными, сушку и измельчение соли, шелушение пленчатых культур и углубленную переработку зерна, переработку сырья в составе порции с двухступенчатым измельчением, ввод жидких видов сырья, применение автоматизированных систем дозирования-смешивания, управление всеми процессами от компьютеров.

В последние годы проектно-конструкторский отдел ВНИИКП начал разрабатывать проекты комбикормовых цехов различной производительности.

В технологические схемы заводов включается как серийно выпускаемое оборудование (дробилки, транспортное и др. оборудование), так и разработанное на основе последних достижений науки и изготовленное на собственной базе дозирующее и смешивающее оборудование. Тензометрические системы, используемые при конструировании и изготовлении весовых дозаторов, обеспечивают высокую точность дозирования – не ниже 0,1%. Горизонтальные смесители периодического действия, выпускаемые базой института и закладываемые в проекты, имеют емкость ванны от 0,2 до 3,0 т/ч. При этом однородность смеси составляет 92-96% при степени разбавления компонента 1:10⁵.

В зависимости от требований заказчика, имеющихся у них помещений и поставляемого сырья, прорабатываются варианты объемно-планировочных решений, возможных технологических схем и компоновки оборудования. Если ограничений по высоте нет, то как правило, принимается вертикальный вариант, т.е. установка тензометрического бункера (дозаторов) над смесителем. Если же высота помещений недостаточна, то разрабатывается горизонтальный вариант компоновки оборудования, либо применяются смесители на тензодатчиках, выполняющие функции и дозаторов и смесителей. Последний вариант приемлем только для цехов по производству комбикормов производительностью не более 5 т/ч.

Из разработанных и используемых на практике комбикормовых цехов можно выделить четыре варианта исполнения по принципу построения схемы технологического процесса.

Первый вариант (рис. 12.6) исполнения включает прием и очистку зернового, мучнистого сырья, шротов, измельчение компонентов, требующих гранулометрической подготовки, одноэтапное дозирование этих компонентов и компонентов белкового, минерального сырья и премикса, смешивание всех компонентов на заключительном этапе. Достоинством завода является относительно короткая технологическая схема, возможность ее автоматизации, что позволяет осуществлять выработку комбикормов в автоматическом режиме от контроллера или персонального компьютера.

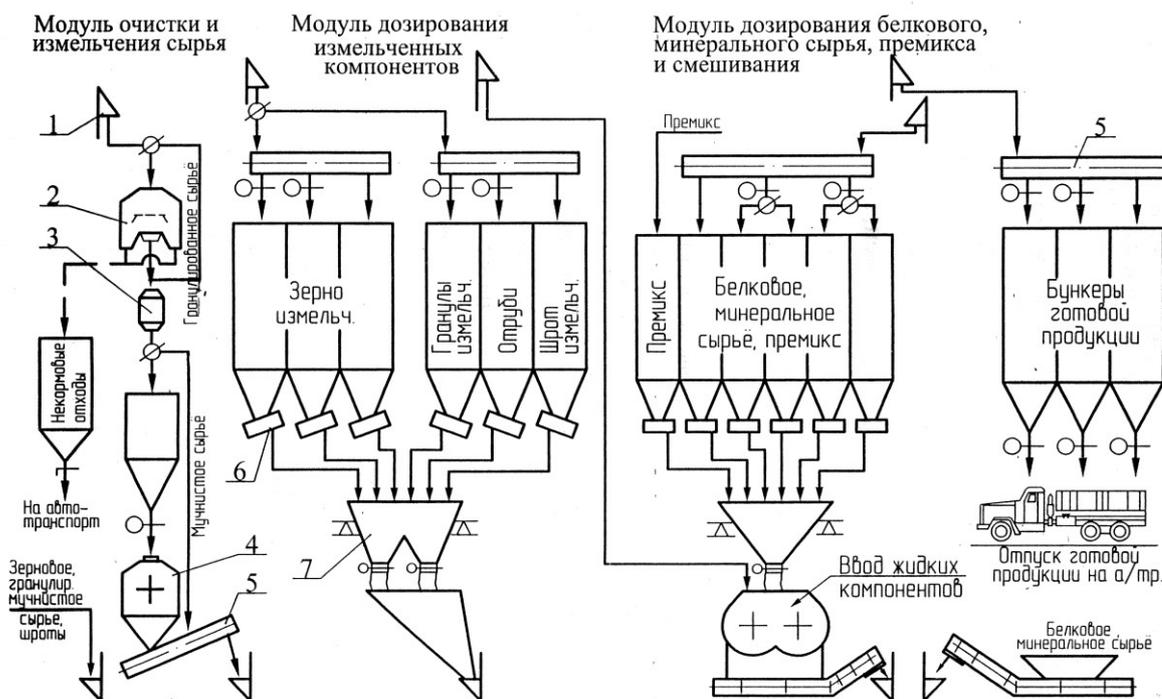


Рис. 12.6. Принципиальная схема технологического процесса блочно-модульного комбикормового завода с одноэтапным дозированием
 1 – нория, 2 – сепаратор, 3 – колонка магнитная, 4 – дробилка молотковая, 5 – конвейер, 6 – питатель, 7 – бункер-дозатор тензометрический, 8 – смеситель

Второй вариант (рис. 12.7) исполнения включает прием и очистку зернового, мучнистого сырья и шротов, дозирование неизмельченных компонентов, просеивание сдозированных компонентов, измельчение крупной фракции, приготовление БВМК, смешивание всех компонентов на заключительном этапе.

Преимуществом этой схемы является:

- уменьшение количества дробилок, следовательно, энергопотребления цеха;
- оперативный переход с рецепта на рецепт.

К особенностям схемы следует отнести наличие дополнительной операции - просеивания, что, однако, позволяет добиваться требуемой крупности комбикорма за счет смены сит в просеивающей машине.

В третьем варианте (рис. 12.8) предусматривается прием и очистка зернового сырья и шротов, измельчение каждого компонента в отдельности, приготовление предсмеси белково-витаминно-минеральных концентратов (БВМК) со смешиванием компонентов, дозирование и смешивание всех компонентов с БВМК

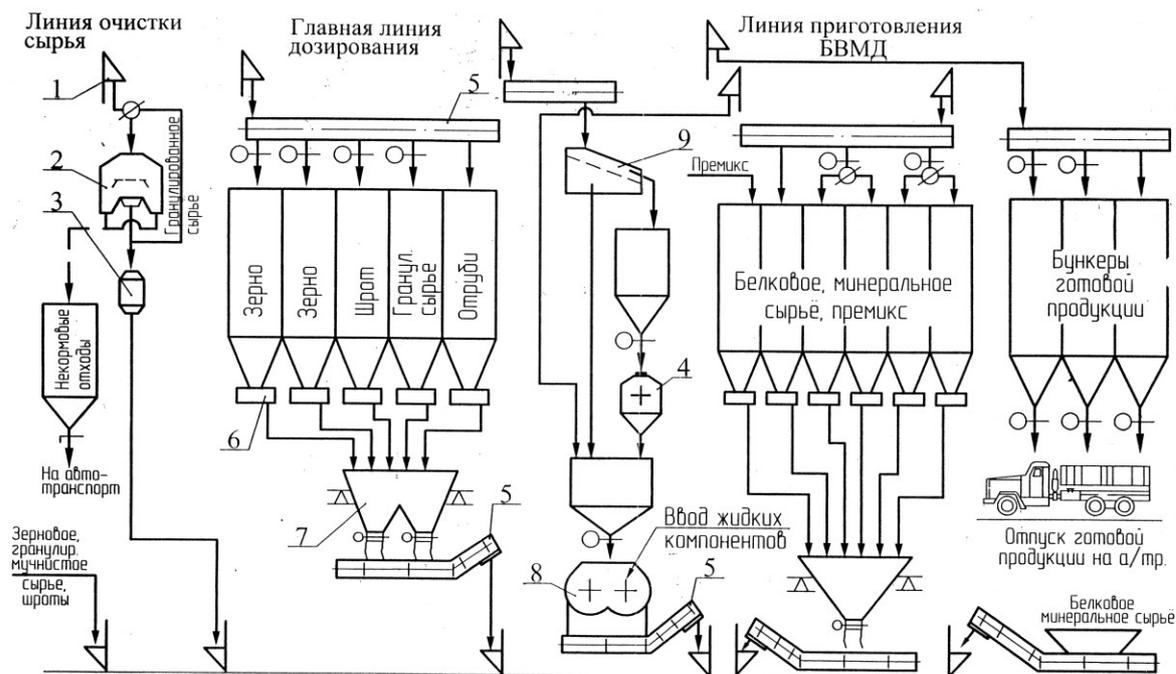


Рис. 12.7. Принципиальная схема технологического процесса производства комбикормов с отбором и измельчением крупной фракции и смешиванием на заключительном этапе

1 – нория, 2 – сепаратор, 3 – колонка магнитная, 4 – дробилка молотковая, 5 – конвейер, 6 – питатель, 7 – бункер-дозатор тензометрический, 8 – смеситель, 9 – просеивающая машина

При четвертом варианте (рис. 12.9) осуществляется также прием и очистка зернового, мучнистого сырья и шротов, дозирование и смешивание их в неизмельченном состоянии, т.е. подготовка предсмеси, измельчение этой предсмеси, приготовление предсмесей белково-витаминно-минеральных концентратов (БВМК) на другой линии, дозирование и смешивание двух предсмесей на главной линии, направление комбикорма в бункера готовой продукции. К особенности данной схемы следует отнести совместное измельчение предсмеси зернового, гранулированного сырья и шротов, что дает снижение удельного расхода электроэнергии до 15%.

Проведена сравнительная оценка реализованных вариантов построения технологического процесса производства комбикормов в этих цехах (табл. 12.2). Анализ данных показывает, что наименее энерго- и материалоемким является технологический процесс по варианту 1, реализованный в блочно-модульном исполнении. Худшие базовые показатели имеет вариант схемы с дополнительной линией дозирования-смешивания (четвертый вариант).

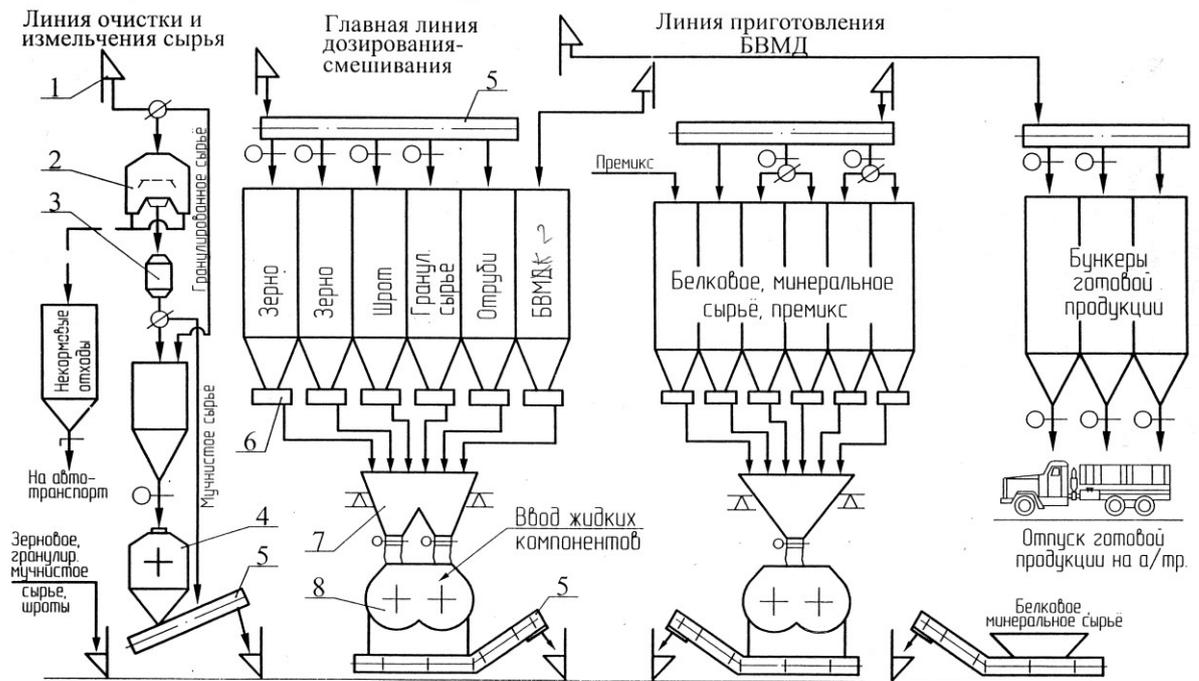


Рис. 12.8. Принципиальная схема технологического процесса производства комбикормов с отдельной подготовкой зернового и мучнистого сырья, подготовкой предсмеси БВМК и двухэтапным дозированием
 1 – нория, 2 – сепаратор, 3 – колонка магнитная, 4 – дробилка молотковая, 5 – конвейер, 6 – питатель, 7 – бункер-дозатор тензометрический, 8 – смеситель

Следует отметить, что в разработанных вариантах схем построения технологического процесса более половины наименований оборудования выпускается филиалом ОАО «ВНИИКП» – экспериментальная база. Это – сепараторы, просеивающие машины, смесители периодического действия, магнитные колонки, горизонтальные и наклонные винтовые питатели, бункера-дозаторы на тензодатчиках, винтовые конвейеры и др.

При проектировании и разработке цехов применяется изготовление их в блочно-модульном исполнении. Конструкция блочно-модульных комбикормовых заводов (цехов) основана на изготовлении и предварительной сборке конструктивных элементов в виде блоков, образующих модули, перевозка их транспортом и сборка непосредственно на строительной площадке.

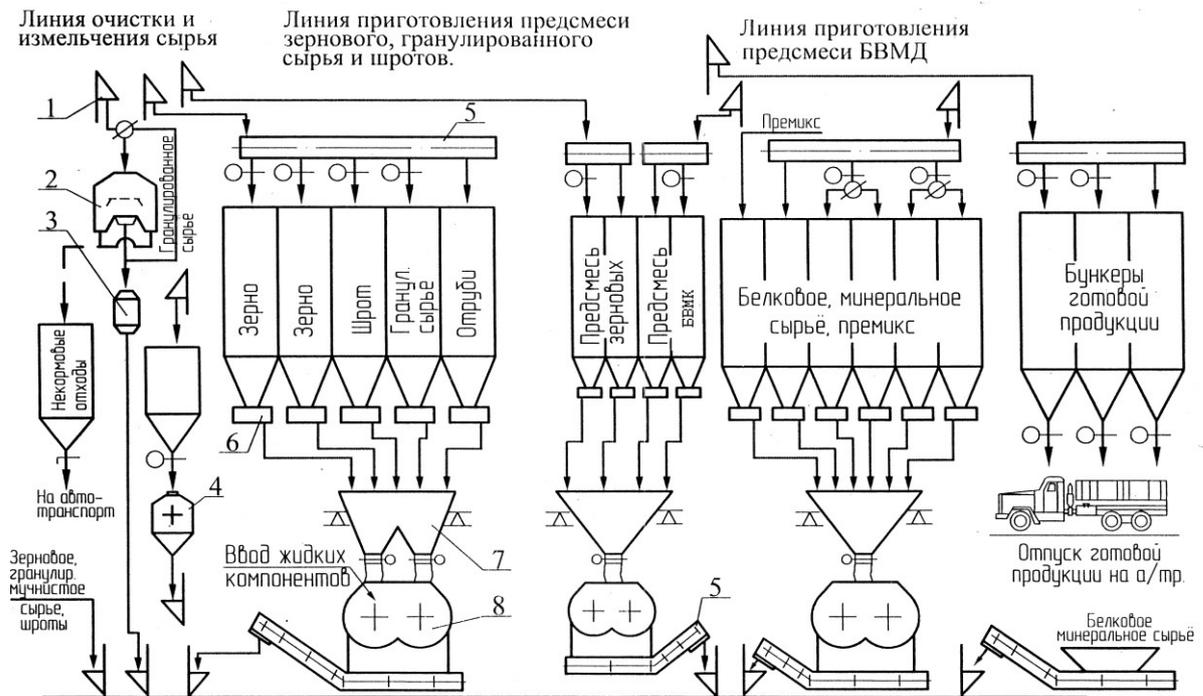


Рис. 12.9. Принципиальная схема технологического процесса производства комбикормов с приготовлением предсмесей зернового, гранулированного сырья, шротов и БВМК и двухэтапным дозированием 1 – нория, 2 – сепаратор, 3 – колонка магнитная, 4 – дробилка молотковая, 5 – конвейер, 6 – питатель, 7 – бункер-дозатор тензометрический, 8 – смеситель

Таблица 12.2

Основные базовые показатели разработанных вариантов построения технологического процесса производства комбикормов

№№ п/п	Варианты технологического процесса производства комбикормов в разработанных проектах	Энергоемкость, кВт.ч/т	Производительность на единицу площади, т.ч/м ²	Материалоемкость, кг.ч/т
1	2	3	4	5
1.	Технологический процесс производства комбикормов по первому варианту (блочно-модульный завод с одноэтапным дозированием (рис. 12.6))	11,7	6,4	3000
2.	Технологический процесс производства комбикормов с отбором и измельчением крупной фракции компонентов и смешиванием на заключительном этапе (второй вариант – рис. 12.7)	12,2	10,2	3210

1	2	3	4	5
3.	Технологический процесс производства комбикормов с отдельной подготовкой зернового сырья, подготовкой предсмеси БВМК (третий вариант – рис. 12.8)	13,1	10,0	3360
4.	Технологический процесс производства комбикормов с приготовлением предсмесей зернового сырья, шротов и БВМК и двухэтапным дозированием (четвертый вариант – рис. 12.9)	13,6	10,8	3500

Завод комплектуется следующими основными модулями:

- модуль приема, очистки от случайных некормовых примесей зернового, мучнистого сырья, шротов;
- модуль измельчения этих компонентов с использованием одной или двух дробилок (одна из двух является резервной);
- модуль дозирования измельченных зерновых, мучнистых компонентов и шрота;
- модуль дозирования компонентов белково-витаминного и минерального сырья, премикса и окончательного смешивания всех компонентов.

Кроме того, по желанию заказчика завод может комплектоваться модулями шелушения овса и ячменя, гранулирования, экспандирования и экструдирования, установками ввода жидких компонентов.

Достоинствами разработанных блочно-модульных комбикормовых заводов являются:

- блочное исполнение модулей с повышенной монтажной готовностью;
- расположение завода в одноэтажном помещении;
- минимальная номенклатура комплектующего оборудования;
- более низкий удельный расход электроэнергии;
- минимальные удельные капитальные вложения;
- относительная меньшая стоимость.

Система управления, разрабатываемая в рабочих проектах, предусматривает три режима работы: режим ручного управления, режим управления технологическим оборудованием от промышленного контроллера, режим управления от компьютера. Применение автоматизированной системы управления дозированием и смешиванием позволяет в значительной степени повысить точность дозирования и, в конечном счете, качество вы-

пускаемой продукции. Система управления от компьютера обеспечивает передачу информации о расходе сырья и выработке продукции, автоматическое формирование отчетов об аварийных ситуациях, причинах отказов и др. Уровень автоматизации выбирается по заданию заказчика.

ГЛАВА 13. МЕТОДИКА АНАЛИЗА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ КОМБИКОРМОВЫХ ЗАВОДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИКЛОГРАММ

Комбикормовые предприятия построены по различным проектам и имеют разные технологические схемы. Наряду с этим в процессе эксплуатации заводов технологические схемы производства комбикормов претерпевают значительные изменения нередко без должного обоснования. Многообразие вариантов схем производства комбикормов не позволяет разработать единый регламент их функционирования.

Для правильного построения технологической схемы при проектировании нового предприятия, при реконструкции действующего, а также для совершенствования в процессе эксплуатации целесообразно проводить анализ функционирования схем.

Необходимость анализа схемы и оптимизации ее работы диктуется следующими причинами:

- число компонентов в рецепте, как правило, больше числа линий;
- режимы переработки сырья различны для разных видов;
- целесообразно изыскание путей сокращения количества оборудования и обслуживающего персонала и др.

Одним из прогрессивных методов анализа технологических схем комбикормового производства является метод построения циклограмм.

Метод анализа с построением циклограмм позволяет:

- установить во времени порядок подачи и подготовки каждого вида сырья;
- рассчитать программу выработки комбикормов конкретного рецепта;
- определить продолжительность перехода с рецепта на рецепт;
- оценить эффективность использования времени смены;
- определить загрузку оборудования по производительности;
- рассчитать наибольшую производительность цеха (линии) при выработке комбикормов определенного рецепта и т.д.

В перспективе метод анализа технологических схем с построением циклограмм может быть использован при разработке математической модели процесса производства комбикормов, обосновании рационального набора оборудования и линий, минимального расхода электроэнергии и оптимальной потребности в рабочей силе.

Метод анализа с построением циклограмм может быть применен:

- при проектировании новых технологических схем;
- при изучении эффективности работы схем действующих предприятий;

- при обучении производственного персонала:
- для разработки схемы автоматизации и автоматизированного управления технологическими процессами и т.п.

Исходными данными для построения циклограмм являются:

- технологическая схема производства, маршруты движения сырья, промежуточных продуктов:
- объемно-планировочные решения предприятия:
- рецепты вырабатываемой продукции:
- параметры работы оборудования (производительность, скорости рабочих органов, продолжительность обработки и др.).

Циклограммы могут быть построены для групп машин, отделений, линий и всего производства.

Циклограммы представляют собой график-таблицу и строятся с соблюдением масштаба предпочтительно на миллиметровой бумаге.

По строкам циклограммы в первом столбце перечисляются операции, выполняемые в этом технологическом процессе, оборудование, емкости бункеров и др. В каждой строке по оси абсцисс наносится масштабная шкала для того, чтобы производительность машин, емкость бункеров была отражена в масштабе. По оси ординат во всех строках откладывается время в часах, минутах или секундах.

Во втором столбце циклограммы целесообразно графически изобразить для наглядности оборудование, участвующее в технологическом процессе.

В третьем столбце графически изображаются операции, протекающие в течение заданного отрезка времени. За начало отсчета может быть принято начало смены или другая контрольная точка.

Циклограммы строятся на стадии проектирования схемы графоаналитическим способом. В дальнейшем в производственных условиях циклограммы должны быть уточнены.

При построении циклограммы используют паспортные данные оборудования и расчетные показатели: продолжительность переработки, перемещения продукта и т.п.

Расчет целесообразно начинать с ведущего оборудования, основных технологических линий: дозирования-смешивания, измельчения.

Производительность узла дозирования-смешивания без промежуточного оборудования рассчитывают с учетом емкости смесителя по формуле:

$$Q = \frac{G \cdot 60}{T_u \cdot 1000}, \text{ т/ч} \quad (13.1)$$

где: G – емкость смесителя, кг;

$T_{ц}$ – продолжительность цикла смешивания, мин.

При установке в одном узле двух смесителей производительность линии определяют на основе данных, приведенных в разделе 7.4 настоящей книги.

Продолжительность набора весов можно рассчитывать по массе набираемой порции и производительности питателей.

$$T_{ni} = \frac{G_i}{Q_i} = \frac{G_i \cdot 4}{\pi^2 \cdot S \cdot n \cdot \phi \cdot \rho \cdot \kappa \cdot 60}, \text{ мин.} \quad (13.2)$$

где: T_{ni} – продолжительность набора i -го компонента, мин;

G_i – масса набираемого компонента, кг;

Q_i – производительность узла дозирования-смешивания, т/ч;

D – диаметр шнека, м;

S – шаг винта, м;

n – частота вращения, об/мин;

ϕ – коэффициент заполнения шнека

ρ – объемная масса продукта, кг/м³;

κ – коэффициент, учитывающий угол наклона транспортера, град.

$$\kappa = 1 - 0,02 \rho$$

Общая продолжительность набора весов будет равна сумме продолжительности набора отдельных компонентов.

При построении циклограмм обязательно необходимо учитывать продолжительность перемещения продукта по транспортному оборудованию и коммуникациям, продолжительность обработки (переработки) в каждой технологической машине.

Продолжительность перемещения продукта норией, транспортером и др. транспортным механизмом рассчитывается по формуле:

$$T_n = \frac{L}{V} = \frac{H}{V}, \text{ сек} \quad (13.3)$$

где: L, H – длина или высота перемещения, м;

V – скорость перемещения продукта рабочим органом, м/сек.

Выполняя необходимые расчеты, одновременно производят построение циклограммы по каждой операции, соблюдая масштаб по производительности и во времени, каждому виду оборудования и емкости.

Примеры построения циклограмм для различных вариантов схем построения технологического процесса производства комбикормов приведены на рисунках:

– для схемы с подготовкой каждого компонента в отдельности, дозирования и смешивания на конечном этапе – рис. 13.1;

– для схемы с дозированием всех компонентов, переработки порциями, смешивания на заключительном этапе – рис. 13.2 и 13.3.

Особую тщательность при построении циклограмм следует соблюдать при порционной технологии переработки сырья и выработки продукции, расчеты и построения при этом производить с точностью до секунды.

На основании данных циклограмм рассчитывают коэффициент использования времени смены каждым видом оборудования:

$$K_{см} = \frac{T_{ф}}{T_{см}}, \quad (13.4)$$

где: $T_{ф}$ – фактическая продолжительность работы оборудования в течение смены, мин;

$T_{см}$ – продолжительность смены, мин;

и коэффициент загрузки оборудования

$$K_{з} = \frac{Q_{ф}}{Q_{н}}, \quad (13.5)$$

где: $Q_{ф}$ – фактическая производительность, т/ч;

$Q_{н}$ – паспортная производительность, т/ч.

По циклограмме определяются «узкие места» в технологической схеме.

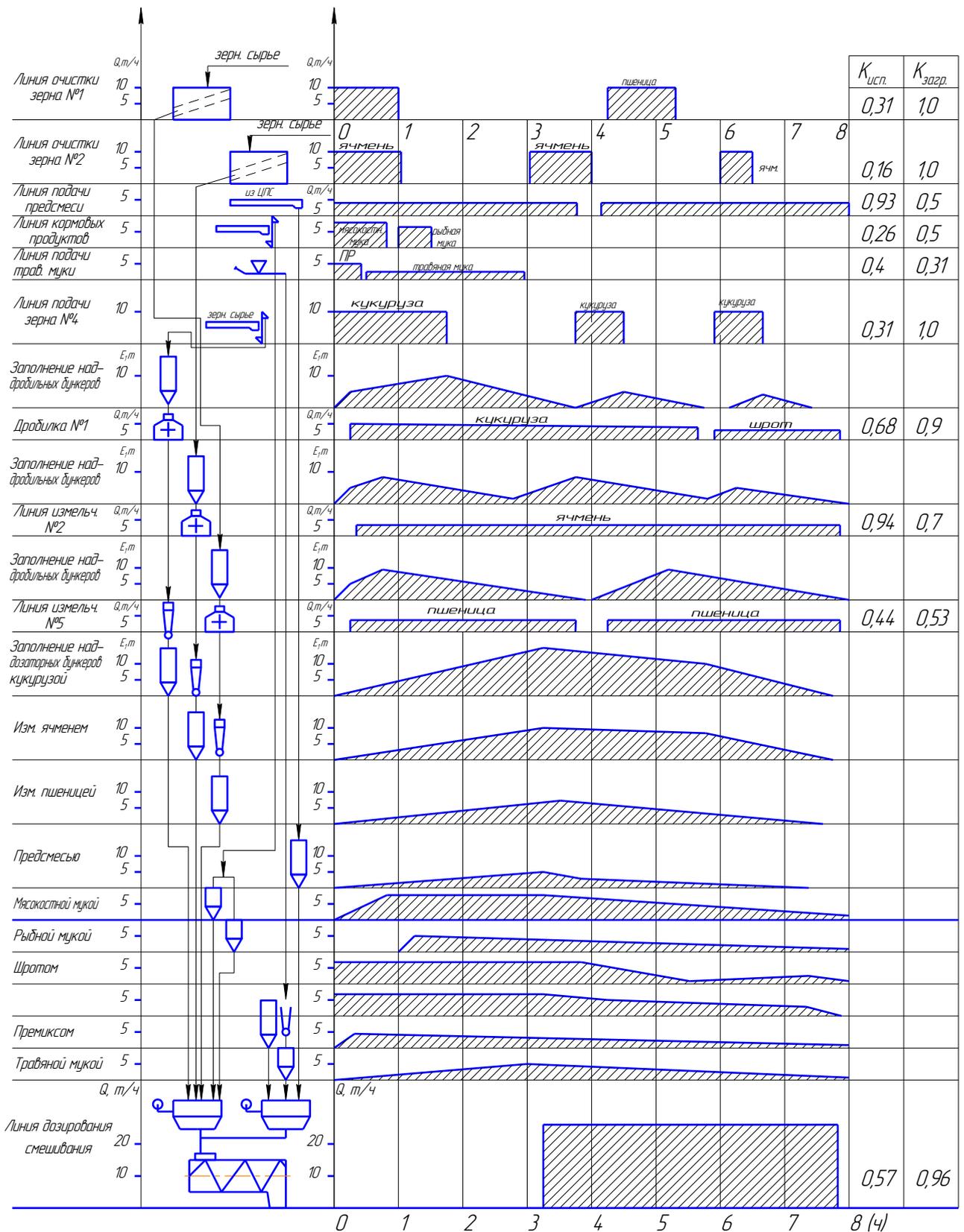


Рис. 13.1. Циклограмма технологического процесса для схемы с подготовкой каждого компонента в отдельности, дозирования и смешивания на конечном этапе

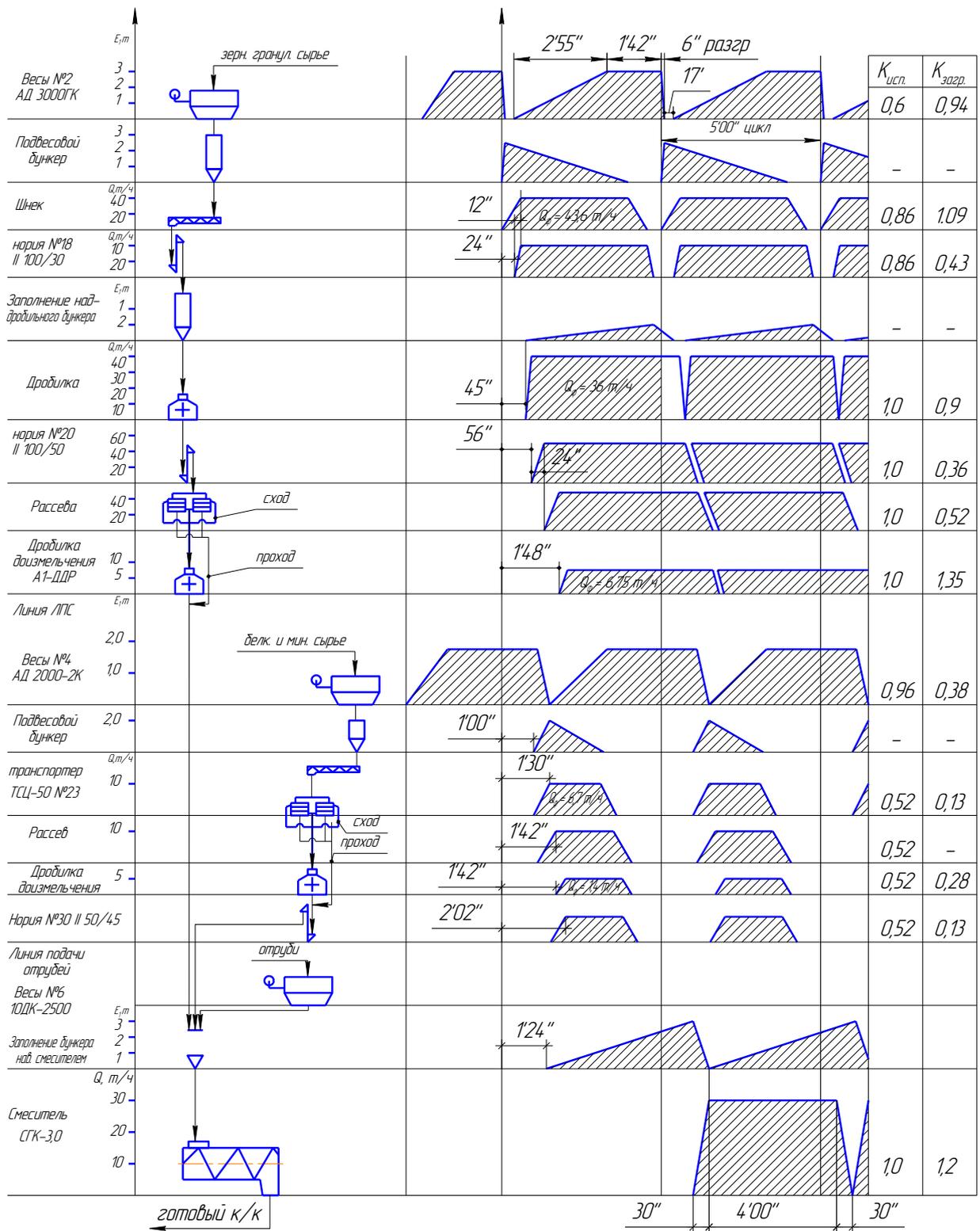


Рис. 13.2. Циклограмма технологического процесса для схемы с дозированием всех компонентов, переработкой порциями смешиванием на заключительном этапе (вариант 1)

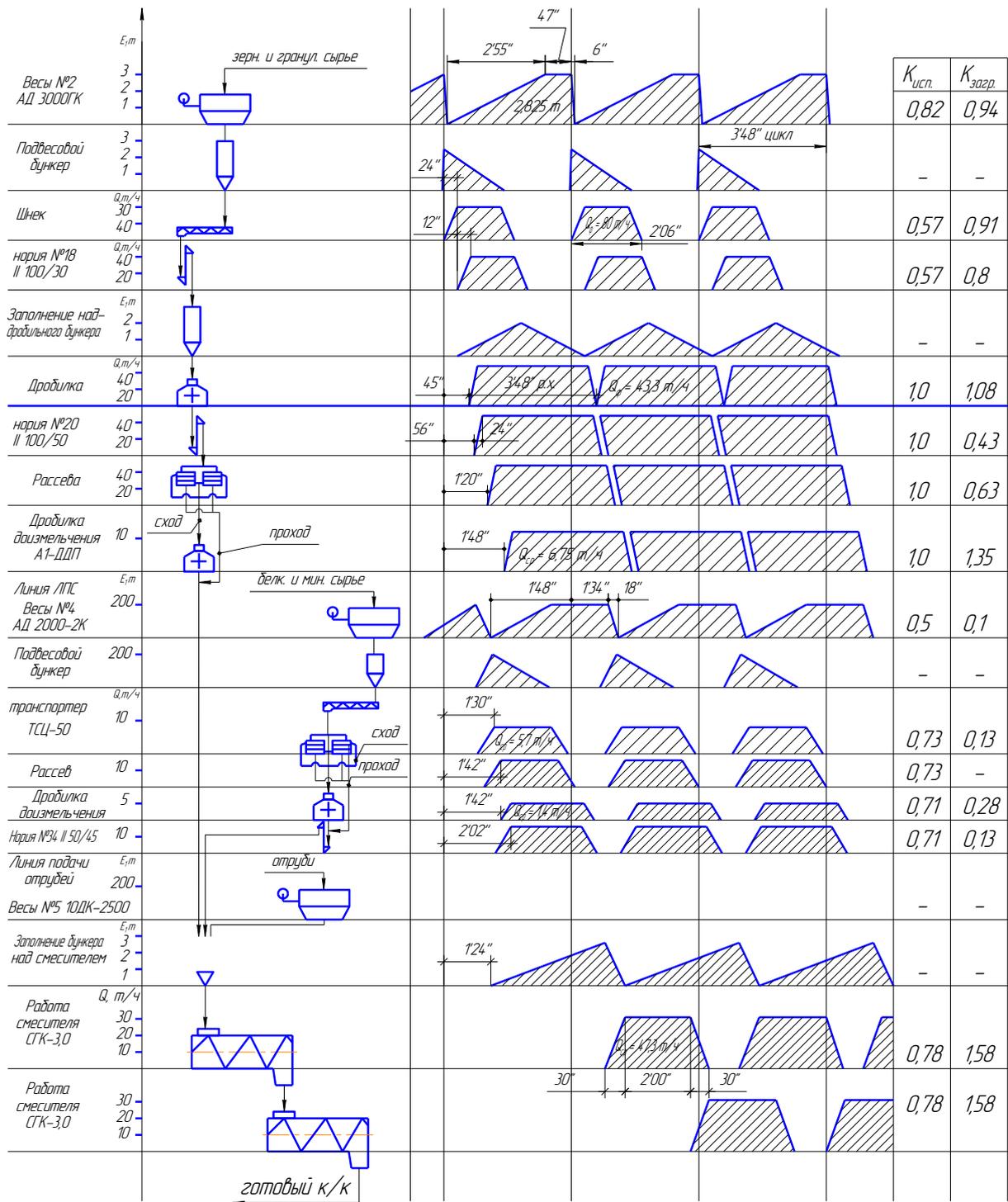


Рис. 13.3. Циклограмма технологического процесса для схемы с дозированием всех компонентов, переработкой порциями смешиванием на заключительном этапе (вариант 2)

ГЛАВА 14. ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕМИКСОВ

14.1. Характеристика и основные требования к премиксам и их компонентам

Витамины и микроэлементы являются жизненно важными и необходимыми веществами для сельскохозяйственных животных и птицы, особенно в условиях интенсивного разведения. Потребность животных и птицы в витаминах и микроэлементах за счет натуральных кормов удовлетворяется лишь частично, поэтому они вводятся в корм в виде синтетических препаратов в составе премиксов.

Премиксы представляют собой сложные однородные смеси биологически активных веществ (БАВ): витаминов, микроэлементов, аминокислот, лечебных и других препаратов и наполнителя, предназначенные для обогащения комбикормов, белково-витаминно-минеральных концентратов и различных кормовых смесей. Премиксы производят по стандартной рецептуре, утвержденной Министерством сельского хозяйства РФ, или по рецептуре, заявленной потребителем.

Качество готовых премиксов должно соответствовать нормам и требованиям ГОСТ Р 51095-97 «Премиксы. Технические условия» и ГОСТ Р 52356-2005 «Премиксы. Номенклатура показателей». В настоящее время многие производители премиксов имеют свои технические условия.

Премиксы вырабатывают различной концентрации с нормой ввода в комбикорма до 5,0%. В зависимости от назначения и предъявляемых требований премиксы подразделяют на витаминные (смесь витаминных препаратов с наполнителем); минеральные (смесь солей микроэлементов с наполнителем); комплексные (смесь витаминных препаратов, солей микроэлементов и других компонентов с наполнителем); лечебные (лекарственные препараты в профилактических или лечебных дозах); антистрессовые и др.

Сырьем для производства премиксов служат различные витаминные препараты (А, Е, D₃, К₃, группы В, С, U, Н), соли микроэлементов (марганца, железа, цинка, меди, кобальта, йода, селена), антибиотики (бацитрацин, фуразалидон и др.), аминокислоты (метионин, лизин, триптофан и др.), антиоксиданты (сантохин, агидол и др.), ферментные и лечебно-профилактические препараты, вкусовые и ароматические вещества, кормовые пигменты и др. добавки, зарегистрированные в Российской Федерации в установленном порядке и разрешенные Минсельхозом РФ для использования в кормах. Качество сырья должно соответствовать требованиям нормативной документации.

Биологически активные вещества должны характеризоваться высокой дисперсностью частиц, что позволяет при малых дозах ввода этих веществ обеспечить их равномерное распределение и гарантированное присутствие в каждом единичном объеме приготавливаемого премикса. Размер частиц БАВ, используемых для производства премиксов, не должен превышать 250 мкм.

Массовая доля БАВ в премиксах в зависимости от его назначения составляет от 2 до 30%, остальная часть приходится на наполнитель. Следовательно, наполнитель во многом определяет качество и стабильность свойств премикса. Основное назначение наполнителя – обеспечить оптимальное перемешивание и равномерное распределение БАВ в объеме корма. Поэтому очень важно, чтобы выбираемый для приготовления премиксов наполнитель отвечал определенным требованиям. Можно выделить следующие основные требования к наполнителю премиксов: кормовое растительное средство, относится к нейтральным продуктам (рН = 5,5-7,5), предотвращает расслоение смеси, связывает мелкие частицы в премиксе, не поглощает влагу, не слеживается, не пылит, хорошая сыпучесть, стабильность при хранении и др.

В качестве наполнителя для производства премиксов используются отруби, измельченное зерно, шроты, кормовые дрожжи и др. виды сырья, технические характеристики которых отвечают требованиям, предъявляемым к наполнителям. Наилучшими наполнителями премиксов являются отруби пшеничные и ржаные, которые относятся к группе нейтральных продуктов, а также размол зерна пшеницы, ячменя и др. Целесообразно данные наполнители использовать для приготовления витаминных или комплексных премиксов. В качестве наполнителя для минеральных премиксов лучше использовать кормовые фосфаты, мел, известняковую муку, бентонит и др. минеральное сырье.

Наполнитель должен соответствовать определенным требованиям по крупности. Его необходимо тонко измельчать. При этом следует учитывать, что слишком крупный наполнитель, также как и слишком мелкий, не обеспечивает хорошего смешивания с БАВ, порошкообразный наполнитель обладает плохой сыпучестью и комкуется. Подготовленный по крупности наполнитель должен удовлетворять требованиям крупности, предъявляемым к готовым премиксам (остаток на проволочной сетке № 1,2 с квадратными ячейками в свету 1,2x1,2 мм не должен превышать 5,0%).

Критической точкой влажности, обеспечивающей отсутствие самовозгораний и стабильность компонентов премикса, считается 13%, а наиболее оптимальной – 10%. В этой связи влажность наполнителя должна обеспечивать выпуск премикса с влажностью 13% и ниже (в случае использования органического наполнителя) или 8% и ниже (в случае использования минерального наполнителя). Допускается одновременно использовать

два и более вида наполнителя. Так, в последнее время при производстве премиксов в наполнитель стали включать различные виды разбавителей преимущественно минерального происхождения (мел, бентонит, известняковая мука и др.). При этом, чтобы обеспечить приемлемые технологические свойства приготавливаемого премикса, соотношение применяемых в каждом случае наполнителя и разбавителя должно соответствовать определенному оптимальному значению. Например, при использовании в качестве наполнителя премиксов пшеничных отрубей оптимальное содержание в них минерального разбавителя должно соответствовать: мела – 15-30%, бентонитового порошка – 10-25%. Объемная масса комбинированного наполнителя при этом увеличивается примерно на 40%.

При выработке премиксов высокая дисперсность БАВ и наполнителя может приводить к выделениям в воздушную среду мелких и пылевидных частиц, излишним потерям премиксов и ухудшению санитарно-гигиенических условий производства в целом. Помимо этого премикс, в состав которого входят вещества различной природы, отличающихся между собой физико-механическими свойствами, при определенных условиях подвержен расслоению (например, при загрузке свободным падением в силоса, неправильном подборе наполнителя и т.д.). Для стабилизации свойств, предотвращения возможного расслоения, снижения пылевыведений и сокращения потерь премиксов целесообразно в их состав вводить растительное масло или высококачественный кормовой животный жир в количестве 2-3%. Животные жиры, используемые для этих целей, должны быть обязательно стабилизированными, так как применение окисляющихся с образованием перекисей жиров может повлечь за собой разложение некоторых витаминов.

Важным показателем качества приготовленного премикса является однородность его состава, которая оказывает прямое влияние на эффективность его использования при обогащении комбикормов. Однородность премикса оценивают по равномерности распределения в нем индикаторного компонента (соль марганца, железа или отдельные витамины).

Критерием однородности премикса служит показатель однородности, который выражают в процентах и определяют расчетным путем по соответствующей методике, исходя из фактических значений содержания индикаторного компонента в пробах.

$$P_0 = \left(\frac{1}{X_{cp}} \sqrt{\sum \frac{x_i - X_{cp}}{n}} \right) \cdot 100$$

где: P_0 – показатель однородности, %;

x_i – содержание индикаторного компонента в пробе, г/т, кг/т, %;

X_{cp} – среднее количество индикаторного компонента в пробах, г/т, кг/т, %;

n – количество проб.

По действующим нормам премикс считается однородным, если его показатель однородности составляет не ниже 85%. Невысокий уровень данного показателя с учетом современных требований объясняется, прежде всего, техническими возможностями производимого в прошлом отечественного оборудования. В настоящее время эффективность производимого различными фирмами оборудования значительно возросла. Например, выпускаемые экспериментальной базой ОАО «ВНИИКП» двухвальные лопастные смесители типа УЗ-ДСП вместимостью 20-1500 кг обеспечивают однородность приготавливаемой смеси не ниже 95% при продолжительности смешивания 1 минута.

14.2. Основные варианты технологии приготовления премиксов

В современных условиях кормопроизводства на многих комбикормовых предприятиях стали организовывать собственное производство премиксов для удовлетворения, прежде всего, внутренних потребностей, а также для отгрузки на сторону другим потребителям. При этом на предприятиях, организующих производство премиксов, широко используется как отечественное, так и зарубежное оборудование (дозаторы, смесители, модули дозирования и смешивания компонентов с весами различной грузоподъемности, установки и целые линии по приготовлению премиксов и т.д.). Анализ ряда производств показывает, что в условиях конкретного предприятия технология приготовления премиксов реализуется по одному из двух основных вариантов.

Первый вариант предусматривает разбивку всех биологически активных веществ (БАВ) по весовым группам с учетом их количественного содержания в премиксе (микрокомпоненты от 0,1 до 2 кг, средние компоненты от 2 до 30 кг, макрокомпоненты от 30 до 100 кг на 1 т премикса), подачу каждой группы компонентов в наддозаторные бункера весов соответствующей грузоподъемности, последующее их параллельное дозирование на каждую порцию (замес) приготавливаемого премикса и смешивание на завершающем этапе. В данном случае технология приготовления премиксов базируется на одноэтапном дозировании и смешивании компонентов.

Ключевым моментом этой технологии является дозирование компонентов и, прежде всего, в той его части, которая касается отвешивания микродобавок в малых дозах (витамины, кобальт углекислый, селенит натрия и др.). От того насколько точно будет произведено отвешивание компонентов этой группы во многом зависит правильность исполнения рецепта и качество самого премикса. Поэтому применяемые в рамках данной технологии весовые дозаторы, установки или модули для отвешивания микрокомпонентов и других компонентов премиксов должны отличаться высокой точностью и надежностью в

работе. В этой связи многие фирмы в установках дозирования для более точного отвешивания компонентов все больше применяют различные технические решения: на бункерах устанавливают консольные шнековые питатели малого диаметра с затворами на концах, в приводах шнеков используют шаговые импульсные электродвигатели с мгновенным остановом, для обеспечения свободного истечения компонентов из наддозаторных бункеров их оборудуют вибрационными разрыхлителями, включающиеся при его зависании или работающие при включенном шнеке и др. Осуществляемое постоянное совершенствование весового оборудования в этом направлении позволяет гарантированно производить отвешивание компонентов премиксов с погрешностью 0,1-0,2% и ниже.

Следует отметить, что наибольшая эффективность технологии премиксов с одноэтапным дозированием и смешиванием компонентов будет в том случае, если для выработки премиксов используется качественное с хорошими сыпучими свойствами сырье. В этом случае при непродолжительной подготовительной операции, заключающейся в подаче требуемого количества сырья в наддозаторные бункера, основное производственное время будет расходоваться на дозирование и смешивание компонентов, т.е. на выработку премиксов. Наряду с этим обеспечивается возможность оперативного перехода с одного рецепта на другой, что очень важно при большой номенклатуре выпускаемых премиксов.

Однако многие виды сырья, используемые в производстве премиксов, характеризуются неудовлетворительными технологическими свойствами (сернокислые соли микроэлементов, отдельные витамины и др.). Для улучшения технологических свойств сырья его подвергают определенной технологической подготовке. Например, сернокислые соли микроэлементов железа, марганца и др., характеризующиеся повышенной влажностью и крупностью, предварительно высушивают и измельчают или смешивают с наполнителем в определенном соотношении и измельчают, витамины и другие микродобавки также смешивают с наполнителем для улучшения их сыпучести.

Другим важным моментом рассматриваемой технологии премиксов является одноэтапное смешивание компонентов. Современные отечественные и зарубежные смесители, как отмечалось выше, обеспечивают высокую однородность приготавливаемых смесей (на уровне 95% и выше при соотношении смешиваемых компонентов 1 : 100000). Однако в отношении качества смесей премиксов, получаемых при одноэтапном смешивании, существуют различные противоречивые оценки по однородности их состава, что, возможно, связано с отсутствием полных объективных данных на этот счет.

Второй вариант технологии приготовления премиксов также как и первый предусматривает разбивку всех БАВ по весовым группам, формирование из них и наполнителя одной или нескольких предварительных смесей (витаминовой, минеральной и др.) с после-

дующим дозированием и смешиванием предсмесей и других компонентов (второй части наполнителя, макрокомпонентов и др.) на конечном этапе. Предсмеси обычно готовят на одну или несколько порций (замесов) приготавливаемого премикса или на сменную выработку.

Формирование предсмесей заключается в отвешивании компонентов одной группы и их смешивании с наполнителем в определенном соотношении (например, при подготовке витаминной смеси). В других случаях смеси подвергают измельчению (например, при подготовке минеральной смеси). Основная преследуемая цель при формировании предсмесей состоит в приготовлении качественных однородных смесей с хорошими сыпучими свойствами, чтобы обеспечить их свободное истечение из наддозаторных бункеров в процессе дозирования. Поэтому при формировании предсмесей в их состав обязательно включают те биологически активные вещества, которые не соответствуют определенным требованиям (повышенная влажность, неудовлетворительная сыпучесть, высокая крупность и т.д.). При этом на отдельных предприятиях, где организовано производство премиксов, в зависимости от применяемого оборудования и используемой сырьевой базы количество приготавливаемых предсмесей и их состав может быть различным.

На конечном этапе подготовленные предсмеси и другие компоненты дозируют и смешивают с получением премикса. Таким образом, данный вариант технологии приготовления премиксов базируется на двухэтапном дозировании и смешивании компонентов.

По сравнению с первым вариантом данная технология позволяет в 2-4 раза уменьшить количество отвесов, выполняемых на установке основного дозирования и смешивания компонентов, и тем самым за счет сокращения продолжительности цикла дозирования повысить ее производительность, а осуществляемое в рамках данной технологии двухэтапное смешивание компонентов гарантирует приготовление однородных по составу премиксов.

Узким местом технологии является необходимость ручного отвешивания БАВ при формировании предварительных смесей. Операция ручного отвешивания БАВ в меньшем или большем объеме характерна для многих производств премиксов с такой технологией, что в основном определяется неудовлетворительными технологическими свойствами используемого для выработки премиксов сырья.

14.3. Технологический процесс приготовления премиксов, основные параметры

Технологический процесс приготовления премиксов в зависимости от принятой технологии, эффективности применяемого оборудования и используемой сырьевой базы на каждом предприятии может включать ту или иную совокупность технологических операций или этапов, основными из которых являются подготовка сырья, дозирование и смешивание компонентов.

Следует отметить, что наиболее применяемой и наиболее полно охватывающей все моменты приготовления премиксов является технология с двухэтапным дозированием и смешиванием компонентов.

Принципиальная технологическая схема производства премиксов с двухэтапным дозированием и смешиванием компонентов, представленная на рис. 14.1, предусматривает выполнение следующих основных операций:

- подготовка наполнителя;
- приготовление предварительной смеси солей микроэлементов, требующих измельчения (минеральная смесь);
- приготовление предварительной смеси микродобавок, не требующих измельчения (витаминная смесь);
- подача макрокомпонентов;
- дозирование и смешивание;
- упаковка готовой продукции.

Подготовка наполнителя заключается в его измельчении или контроле по крупности на просеивающей машине. Используемое в качестве наполнителя зерно пропускается через магнитную колонку 3 для отбора металломагнитных примесей и измельчается на молотковой дробилке 4 при установке сита с отверстиями Ø 2 мм.

Отруби подвергаются контролю по крупности на просеивающей машине 2, оборудованной ситом с проволочной сеткой № 1, 2 (размер ячеек 1,2x1,2 мм) или решетным полотном № 14 (диаметр отверстий 1,4 мм). Мелкая (проходовая) фракция отрубей направляется в производственные бункера подготовленного наполнителя, а крупная (сходовая) фракция измельчается на молотковой дробилке 4 и объединяется с проходовой.

Подготовленный по крупности наполнитель направляется для приготовления предварительных смесей солей микроэлементов и микродобавок в малых дозах, а также в наддозаторный бункер 17 главного узла дозирования и смешивания. Наполнитель по влажности должен обеспечивать выпуск продукции стандартной влажности.

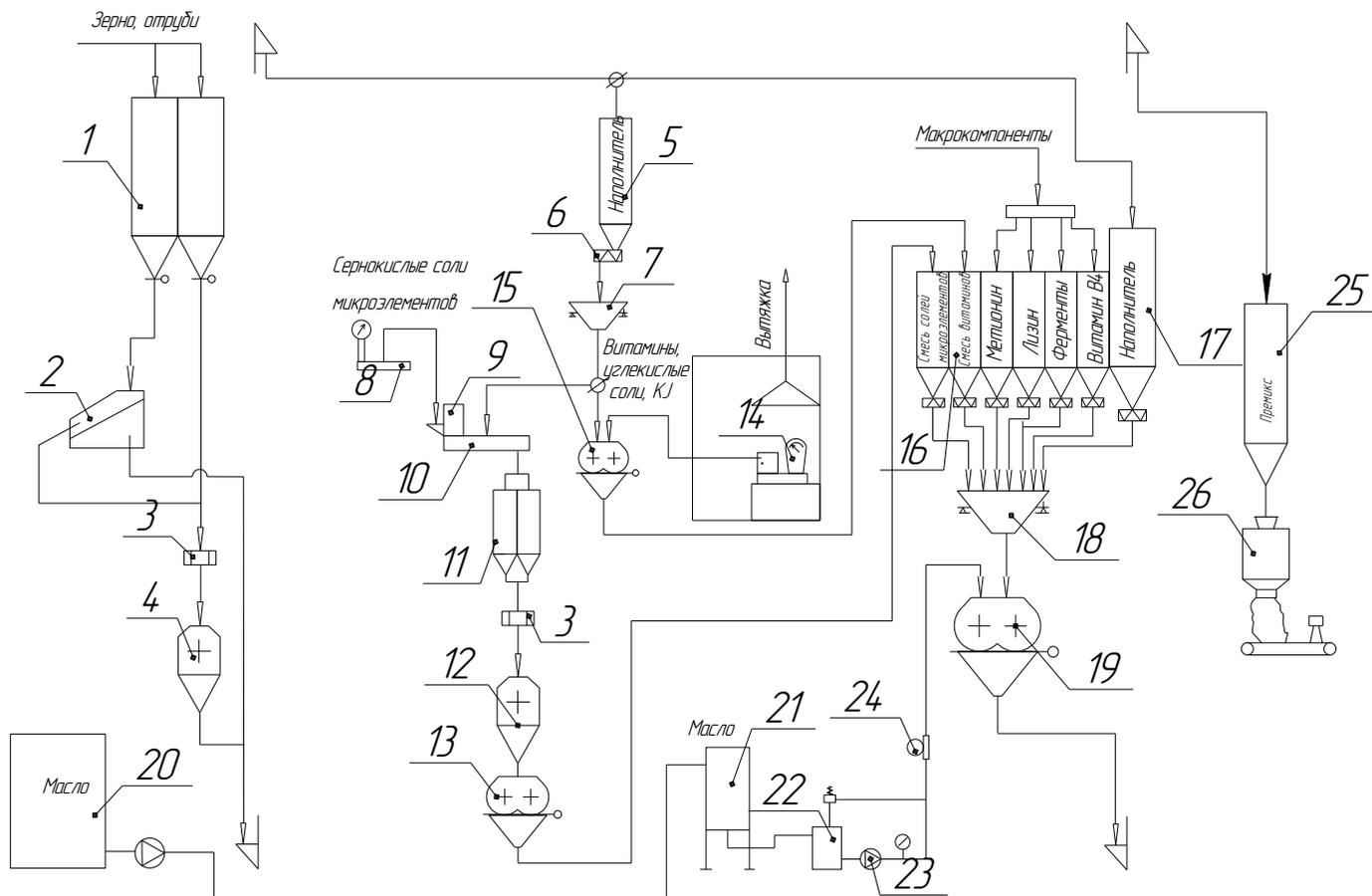


Рис. 14.1. Принципиальная технологическая схема производства премиксов с двухэтапным дозированием и смешиванием компонентов
 1, 5, 17 – бункера для наполнителя, 2 – просеивающая машина, 3 – магнитная колонка, 4 – молотковая дробилка, 6 – шнековый питатель, 7, 18 – весовой дозатор, 8, 14 – весы, 9 – загрузочный шкаф, 10 – винтовой конвейер, 11 – наддробильные бункера, 12 – молотковая дробилка, 13 – смеситель для приготовления минеральной смеси, 14 – смеситель для приготовления витаминной смеси, 16 – наддозаторные бункера, 19 – основной смеситель, 20 – накопительная емкость для масла, 21 – расходная емкость, 22 – фильтр, 23 – насос, 24 – расходомер, 25 – бункер готовой продукции, 26 – весовыбойный аппарат.

Подготовка сернокислых солей микроэлементов, имеющих кристаллическую форму и характеризующихся высокой влажностью и крупностью, заключается в улучшении их сыпучести путем предварительного смешивания с наполнителем в соотношении 1:1 или 2:1 и последующего измельчения. Согласно схемы технологического процесса (рис. 1), отвешанные порции наполнителя и солей микроэлементов, из расчета на один или несколько замесов приготавливаемого премикса, объединяют, полученную предсмесь измельчают на молотковой дробилке 12, оборудованной ситом с отверстиями Ø 2 мм, окончательно смешивают для обеспечения необходимого уровня однородности в смесителе 13 и готовую минеральную смесь направляют в закрепленный наддозаторный бункер главного узла дозирования и смешивания.

Микродобавки, не требующие измельчения: витамины, кобальт углекислый, калий йодистый со стабилизаторами, лекарственные препараты и другие, дозируют и загружают в отдельный смеситель 15, куда вначале подают отвешанную порцию наполнителя. Соотношение микродобавок с наполнителем устанавливается в пределах от 1:1 до 1:3. Витаминную смесь готовят на определенную партию вырабатываемого премикса. В качестве стабилизирующих веществ для йодистого калия используется стеарат кальция в количестве 10%, или смесь тиосульфата и бикарбоната натрия в количестве, соответственно, 2 и 6% от массы КJ. Подготовленную витаминную смесь подают в наддозаторный бункер главного узла дозирования и смешивания.

Макрокомпоненты (метионин, лизин, витамин В₄, ферментные препараты и др.) подают без подготовки непосредственно в наддозаторные бункера.

На завершающем этапе подготовленные компоненты и предсмеси дозируют на каждую порцию (замес) вырабатываемого премикса и загружают в основной смеситель 19 в следующей последовательности: наполнитель, витаминная смесь, макрокомпоненты, минеральная смесь. Ввод растительного масла в смеситель осуществляется после загрузки в него наполнителя. После предварительного смешивания наполнителя с маслом в смеситель подают остальные компоненты.

Отмеченная выше последовательность загрузки компонентов в основной смеситель, а также применение в отдельных случаях временных интервалов между отдельными загрузками преследует своей целью исключить прямой контакт несовместимых друг с другом БАВ и тем самым обеспечить высокое качество приготавливаемого премикса.

Выход премиксов зависит от качества перерабатываемого сырья, его физических свойств, соотношения компонентов в рецептах и от организации технологического процесса производства. Норма выхода премиксов составляет не менее 99%, норма потерь сырья в сумме составляет не более 1%.

Готовые премиксы направляют на выбой для расфасовки и упаковки в мешкотару. В зависимости от состава и применяемого наполнителя премиксы с помощью весовыбойного аппарата 26 фасуют по 20-30 кг в четырехслойные бумажные мешки, ламинированные полиэтиленовой пленкой изнутри или в четырехслойные крафт-мешки с полиэтиленовым вкладышем. Каждый мешок снабжают этикеткой с указанием наименования продукта, номера рецепта, даты изготовления, массы нетто, информации по применению. Упакованные в мешки премиксы укладывают на поддоны и направляют в склад для последующей реализации потребителям.

14.4. Организация производства премиксов на отдельных линиях в условиях комбикормовых заводов

Обе, рассмотренные в п. 14.2 технологии, находят применение при организации производства премиксов на отдельных линиях в условиях комбикормовых предприятий, а также при создании новых производств премиксов.

Так, производство премиксов на базе технологии с одноэтапным дозированием и смешиванием компонентов функционирует на ЗАО «Завод премиксов № 1», являющегося составной частью крупного многофункционального предприятия ЗАО «Приосколье» (Белгородская обл.).

В соответствии с технологической схемой завода (рис. 14.2) отдельные группы компонентов премиксов: микрокомпоненты (витамины и микродобавки в малых дозах), средние и макрокомпоненты (концентрат минеральный КМ, ферментные препараты, антиоксиданты, лечебные препараты и др.), наполнитель (отруби), разбавитель (известняковая мука) накапливают в наддозаторных бункерах шести электронных тензометрических весов различной грузоподъемности. Отруби предварительно подвергают гранулометрической подготовке путем пропуска через бичевую машину типа МБО с последующим доизмельчением сходовой фракции на молотковой дробилке.

Дозирование компонентов на каждую порцию вырабатываемого премикса осуществляется одновременно на всех весах в автоматическом режиме. При этом для отвешивания микрокомпонентов задействовано сразу четверо весов грузоподъемностью 3 кг каждый, которые обеспечивают точность производимых отвесов с погрешностью $\pm 0,1\%$ при минимальной величине порции 10 г. Средние и макрокомпоненты отвешивают на весах грузоподъемностью 150 кг, а наполнитель и разбавитель – 500 кг. Достаточно высокая точность и плавность набора компонентов на весах обеспечивается применением целого ряда технологических решений и, прежде всего, установкой в приводах шнековых

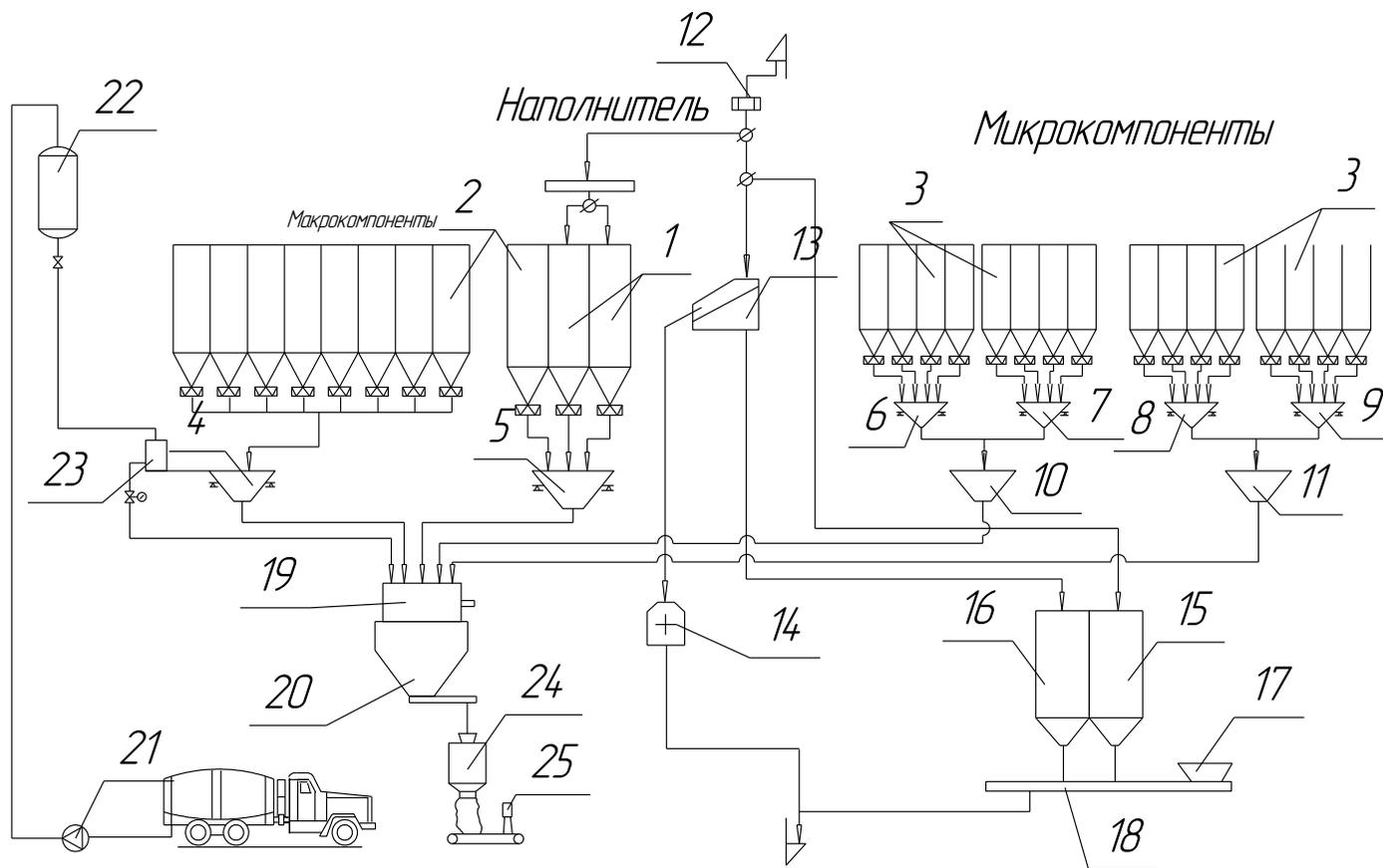


Рис. 14.2. Технологическая схема производства премиксов на ОАО «Завод премиксов №1»

1 – бункер для отрубей и известняковой муки, 2 – бункера для макрокомпонентов, 3 – бункера для микрокомпонентов, 4 – весы для макрокомпонентов на 150 кг, 5 – весы для наполнителя на 500 кг, 6, 7, 8, 9 – весы для микрокомпонентов на 3,5 кг, 10, 11 – сборные бункера, 12 – магнитная колонка, 13 – бичевая машина, 14 – дробилка, 15 – бункер для известняковой муки, 16 – бункер для отрубей, 17 – загрузочный бункер, 18 – конвейер, 19 – смеситель Van Aarsen емкости 500 л, 20 – бункер готовой продукции, 21 – насос шестеренчатый, 22 – расходная емкость для масла, 23 – емкость для взвешивания масла, 24 – дозатор, 25 – зашивочная машина

питателей шаговых электродвигателей с мгновенным остановом (1250 импульсов за 1 оборот шнека).

Разгрузка весов с набранными компонентами производится в горизонтальный лопастной смеситель емкостью 500 л фирмы «Van Aarsen» (Дания).

Для стабилизации свойств премиксов и уменьшения пылевыведений технологической схемой предусмотрена предварительная обработка наполнителя (отрубей) растительным маслом.

Производительность завода при односменной работе составляет 340 т премиксов в месяц, что обеспечивается высокой надежностью работы оборудования и системы автоматизированного управления технологическим процессом, осуществляемой с помощью компьютера.

Следует отметить, что на заводе для производства премиксов в основном используется сырье с удовлетворительными технологическими свойствами, которое перед дозированием не подвергается какой-либо технологической подготовке. В тех случаях, когда для выработки премиксов поставляется нетехнологичное (с неудовлетворительной сыпучестью и не отвечающее требованиям крупности) сырье, например, сернокислые соли микроэлементов их на отдельном предприятии с целью улучшения технологических свойств дорабатывают путем измельчения и смешивания с минеральным наполнителем – карбосилом. Подготовленную минеральную смесь с хорошими сыпучими свойствами передают на завод для приготовления премиксов.

Таким образом, технология премиксов с одноэтапным дозированием и смешиванием компонентов на заводе ориентирована преимущественно на использование технологичного сырья, что следует рассматривать как отрицательный фактор, так как в данном случае ограничивается база сырья для выработки премиксов.

В тоже время эта технология включает минимум операций, обеспечивает компактное размещение основного оборудования завода и, что особенно важно, практически полностью исключает использование ручного труда в общем технологическом процессе. Применение ручного труда ограничивается лишь подачей (загрузкой) БАВ в наддозаторные бункера. Помимо этого в рамках данной технологии не предусмотрено ручного отвешивания БАВ, что довольно часто встречается на многих предприятиях. В этом случае при эффективном и стабильно работающем оборудовании завода гарантируется высокое качество вырабатываемых премиксов. Все это можно отнести к положительным сторонам данной технологии.

Наибольшее распространение на комбикормовых предприятиях при создании собственных производств премиксов получила технология их приготовления с двухэтапным дозированием и смешиванием компонентов.

Линия премиксов на основе этой технологии смонтирована на экспериментальной базе ОАО «ВНИИКП». Аналогичные линии премиксов, но с другой комплектацией оборудования функционирует на Богдановичском и Волосовском комбикормовых заводах.

Линия премиксов экспериментальной базы ОАО «ВНИИКП» практически полностью укомплектована оборудованием, выпускаемым самой базой. Схема линии (рис. 14.3) имеет вертикальную компоновку основного оборудования и включает:

- молотковую дробилку А1-ДМР-6 для измельчения наполнителя;
- просеивающую машину УЗ-ДМП-15 для контроля крупности измельченного наполнителя;
- два двухвальных смесителя УЗ-ДСП-0,1 вместимостью 100 кг каждый для приготовления минеральной и витаминной смесей и основной смеситель УЗ-ДСП-0,5 на 500 кг для смешивания премиксов, обеспечивающие степень однородности смеси на уровне не ниже 95%;
- установку ввода растительного масла типа УВЖ-Д, обеспечивающую точность ввода дозы с погрешностью $\pm 1,5\%$;
- два бункера-дозатора тензометрические УЗ-ДБДТ-0,05 с объемом бункера 50 кг для дозирования БАВ минеральной и витаминной смесей, основной дозатор УЗ-ДБДТ-0,5 с объемом бункера 500 кг для дозирования наполнителя, макрокомпонентов и предсмесей с погрешностью $\pm 0,1\%$;
- молотковую дробилку А1-ДМР-6 для измельчения смес солей микроэлементов с наполнителем (минеральной смеси);
- весовыбойный аппарат, мешкозашивочную машину, шнековые питатели УЗ-ДПШ-200 и УЗ-ДПШ-100, транспортное и другое оборудование.

В соответствии со схемой линии на первом этапе наполнитель (отруби) измельчают и фракционируют, а из отдельных групп БАВ формируют предварительные смеси (витаминную и минеральную) на определенную партию или сменную выработку премикса. Минеральную смесь, приготовленную из наполнителя и сернокислых солей микроэлементов железа, марганца, цинка и др., дополнительно измельчают на молотковой дробилке. Подготовленный по крупности наполнитель, предсмеси, а также макрокомпоненты (метионин, лизин, витамин В₄ и др.) подают в наддозаторные бункера главного узла дозирования и смешивания. На втором этапе их дозируют на каждую порцию приготавливаемого премикса (500 кг) и смешивают.

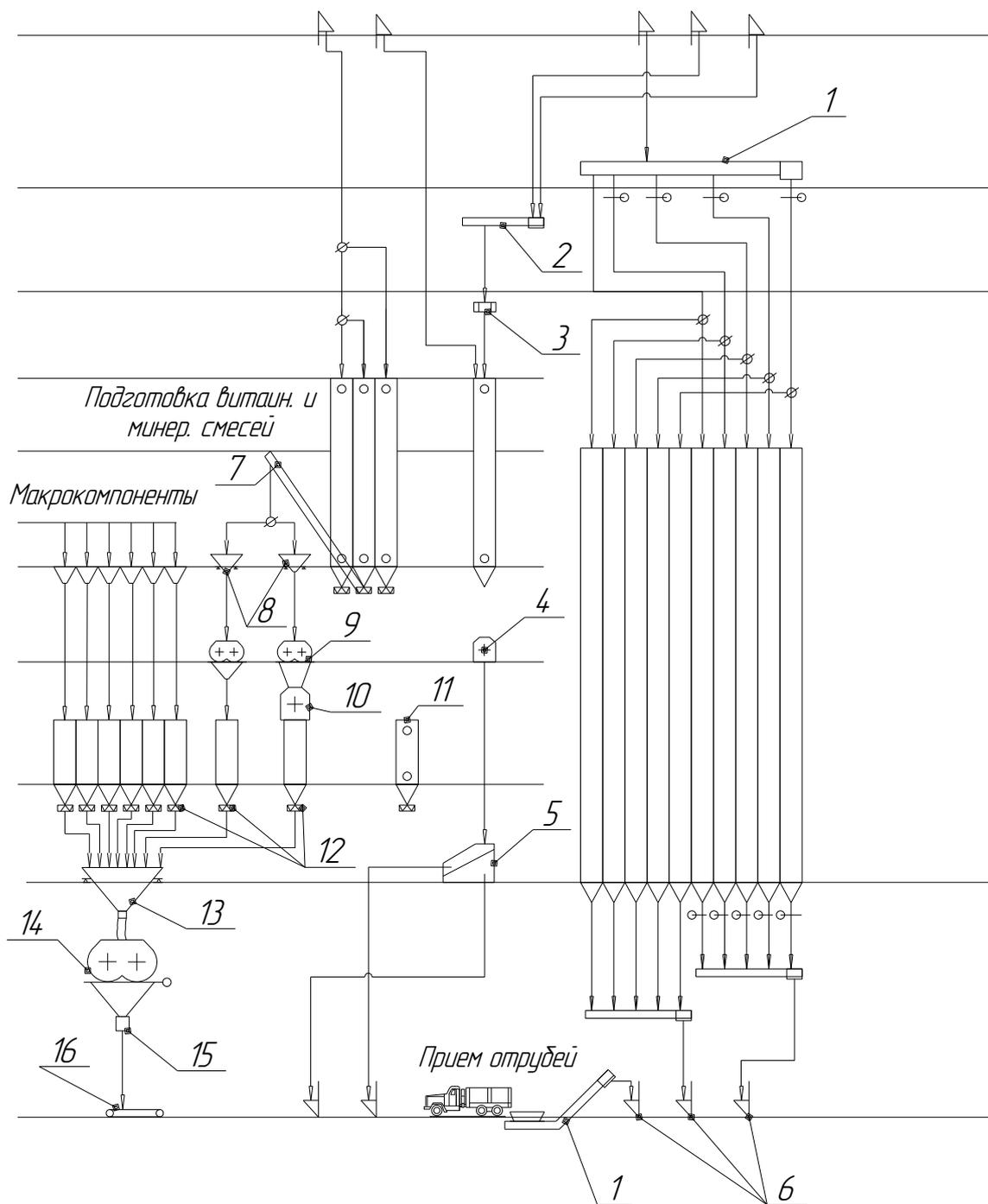


Рис. 14.3. Технологическая схема линии премиксов на экспериментальной базе
ОАО «ВНИИКП»

1 – конвейер ТСЦ–100, 2 – конвейер ТСЦ–25, 3 – колонка магнитная УЗ-ДКМ-03, 4 – дробилка А1-ДМР, 5 – просеивающая машина УЗ-ДМП-15, 6 – нория 1-20, 7 – конвейер УЗ-ДКМ-140, 8 – бункер тензометрический №3-ДБДТ-0,05, 9 – смеситель УЗ-ДСП-0,1, 10 – дробилка УЗ-ДБМ-2, 11 – питатель шнековый УЗ-ДПШ-200, 12 – питатель шнековый УЗ-ДПШ-100, 13 – бункер тензометрический №3-ДБДТ-0,5, 14 – смеситель УЗ-ДСП-0,5, 15 – весовыбойный аппарат, 16 – конвейер ленточный.

Производительность линии составляет 20-25 т в смену. Управление основным процессом дозирования и смешивания компонентов осуществляется оператором с общего пульта в ручном режиме. Ответственной операцией на линии является производимое в ручную отвешивание на платформенных электронных весах грузоподъемностью 5 кг микрокомпонентов (витамины и др.) для приготовления витаминной смеси. При формировании минеральной смеси отвешивание сернокислых солей микроэлементов железа, марганца, цинка и др. также осуществляется вручную.

Таким образом, в данном случае можно отметить, что человеческий фактор в общем технологическом процессе занимает ключевое место и во многом определяет качество приготавливаемых на линии премиксов.

На Богдановичском комбикормовом заводе Свердловской области производство премиксов также организовано на отдельной линии производительностью 1-2 т/ч, основным элементом которой является узел дозирования и смешивания компонентов швейцарской фирмы Бюлер. В состав линии входят:

- 2 загрузочных шкафа для подачи биологически активных веществ с контрольным ситом, фильтром и вентилятором;
- 20 накопительных бункеров, изготовленных из нержавеющей стали с винтовыми разгрузителями и шариковыми вибраторами, предотвращающими слеживание продуктов;
- весовые тензометрические двухдиапазонные дозаторы с пределом взвешивания 10 и 50 кг;
- скоростной одновальный смеситель «Спидмикс» DFML-1000 вместимостью 1000 л на тензодатчиках.

Линия дооборудована узлами подготовки наполнителя и приготовления предварительной смеси микродобавок в малых дозах и трудносыпучих компонентов. Управление процессом дозирования и смешивания, расчет рецептов и ведение статистики осуществляется с помощью компьютера. Технологическая схема линии представлена на рис. 14.4.

Технологический процесс производства включает: подготовку и подачу наполнителя; подготовку добавок в малых дозах и трудносыпучих; подачу средних компонентов и макрокомпонентов; дозирование и смешивание всех компонентов; выбор готовой продукции.

Подготовка наполнителя (отрубей) заключается в очистке от металломагнитных и посторонних примесей, фракционировании и измельчении крупной фракции. Для этого наполнитель направляют на магнитную колонку УЗ-ДКМ-0,3 и просеивающую машину С-1000, в которой устанавливаются два сита: верхнее для выделения посторонних примесей; нижнее для фракционирования продукта. То есть на просеивающей машине происхо-

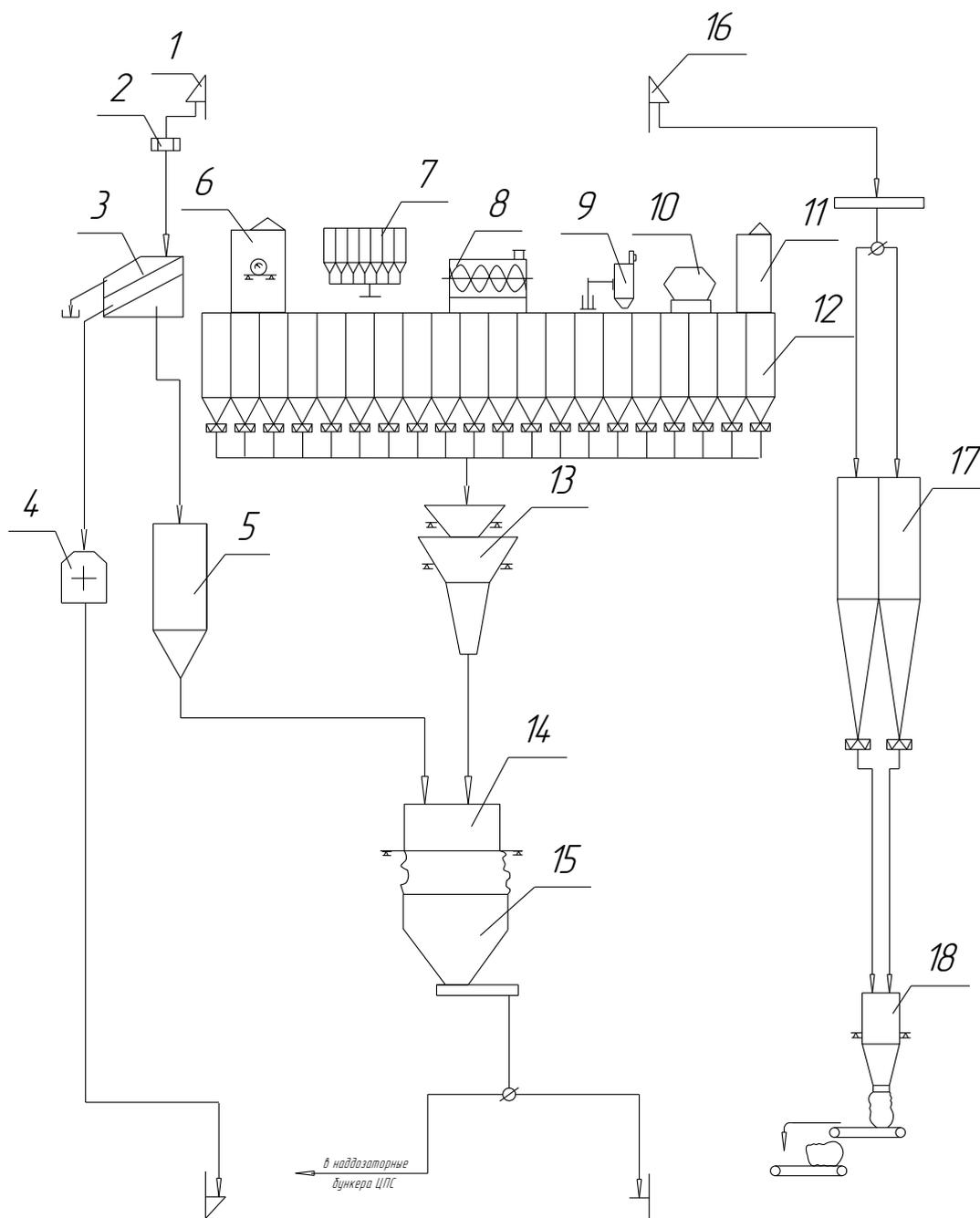


Рис. 14.4. Технологическая схема линии премиксов на Богдановичском комбикормовом заводе.

1, 16 – нория, 2 – магнитная колонка, 3 – просеивающая машина, 4 – дробилка, 5 – бункер для подготовленного наполнителя, 6 – вытяжной шкаф с электронными весами для микрокомпонентов, 7 – бункера для микрокомпонентов, 8 – смеситель для смешивания микрокомпонентов, 9 – передвижное загрузочное устройство, 10 дробилка для солей микроэлементов, 11 – сушильный шкаф для солей микроэлементов, 12 – накопительные бункера с винтовыми питателями, 13 – тензометрические двухдиапазонные весы, 14 - смеситель, 17 – бункера готовой продукции, 18 - весовыбойный аппарат

дит совмещение операций очистки и фракционирования. Верхнее сито представляет собой решетное полотно № 10 с отверстиями Ø 10 мм, нижнее – проволочную сетку № 1, 2. Сход верхнего сита направляется в некормовые отходы, сход – нижнего – на измельчение, проход нижнего – в накопительный бункер для готового наполнителя. Измельчение схода нижнего сита производят на молотковой дробилке А1-ДМ2Р-22, оборудованной ситом с отверстиями Ø 2 мм. Измельченная сходовая фракция подается на контрольное просеивание на ту же просеивающую машину С-1000. Подготовленный по крупности наполнитель подается в оперативный бункер. Его дозирование осуществляется электронными весами с верхним пределом взвешивания 1000 кг.

Средние по массе компоненты и макрокомпоненты: витамины (А, Е, D, В₅, В₁₂, С), соли микроэлементов (серноокислые цинк и марганец), аминокислоты (лизин, метионин) поочередно подаются с помощью передвижного загрузочного устройства в накопительные бункера, закрепленные за каждым компонентом, в количествах, исходя из сменной потребности. Взвешивание средних компонентов и макрокомпонентов осуществляется на тензометрических двухдиапазонных весах с верхним пределом взвешивания 10 и 50 кг. Разгрузка весов происходит в промежуточный сборный бункер.

Добавки в малых дозах, а также трудносыпучие компоненты (витамины В₁, В₂, В₃, В₆, К₃, Н, стабилизированный йодистый калий, углекислый кобальт, серноокислые медь и железо) отвешиваются на настольных весах РН-6Ц13У или настольных РН-50Ш-13П грузоподъемностью 50 кг и загружаются в смеситель предварительного смешивания, куда вначале подается наполнитель. Серноокислые медь и железо перед взвешиванием высушиваются в специальных сушильных шкафах и измельчаются на дробилке. Соотношение добавок и наполнителя в подготовленной предварительной смеси составляет от 1:1 до 1:3 в зависимости от концентрации биологически активных веществ в премиксе. Продолжительность смешивания не менее 6 минут. Подготовленная предварительная смесь микродобавок в малых дозах и трудносыпучих компонентов подается в промежуточный сборный бункер через стационарный загрузочный шкаф.

Витамин В₄, обладающий повышенной гигроскопичностью и способностью слеживаться, подается непосредственно в сборный бункер.

После набора всех компонентов, предусмотренных рецептом, порция из сборного бункера поступает в смеситель DFML-1000, в который вначале подается порция наполнителя. Продолжительность смешивания компонентов составляет 1,5 минуты. Готовый премикс транспортируется в наддозаторные бункера цеха предварительных смесей комбикормового производства или на фасовку и отпуск.

В отличие от линии премиксов экспериментальной базы ОАО «ВНИИКП» на данной линии при выработке премиксов вместо двух формируют одну предсмесь. При ее подготовке отвешивание БАВ также осуществляется вручную на платформенных весах и, следовательно, качество приготавливаемых премиксов будет напрямую зависеть от правильности производимых отвесов рабочим.

Линия приготовления премиксов на Волосовском комбикормовом заводе Ленинградской области размещена в складе трудносыпучего сырья и минералов в специально выделенном помещении (рис. 14.5). Премиксы производят по рецептуре, разработанной ЗАО «Тест Корм» для условий Ленинградской области.

Технологический процесс приготовления премиксов на линии включает следующие операции:

- подача наполнителя;
- подготовка витаминной смеси;
- подготовка минеральной смеси;
- подача макрокомпонентов;
- дозирование и смешивание компонентов и предсмесей;
- затаривание и складирование премиксов.

В качестве наполнителя премиксов используют ржаные отруби и мясную муку, применяемую при выработке премиксов для собак. Отруби из корпуса мучнистого сырья подают в корпус готовой продукции, где их затаривают в мягкие контейнеры МК-1,5Л. Далее контейнеры передают на линию премиксов, где отруби из них выгружают в бункер для приготовления витаминной и минеральной предсмесей и в бункер над весовым дозатором 5ДК-200. При использовании в качестве наполнителя мясной муки, хранящейся в складе напольного хранения, подача ее осуществляется в те же бункера.

Добавки в малых дозах, не требующих измельчения (витамины, кобальт углекислый, калий йодистый со стабилизатором), отвешивают вручную на весах грузоподъемностью 2 кг на каждую приготавливаемую порцию премикса (500 кг) и смешивают с наполнителем в соотношении 1:3 на горизонтальном смесителе вместимостью 50 кг в течение 20 минут.

Макрокомпоненты (витамин В₄) после растаривания загружают в бункер над весовым дозатором.

Дозирование наполнителя и витамина В₄ осуществляется на многокомпонентном весовом дозаторе 5ДК-200. Смешивание компонентов премикса производят в смесителе периодического действия А9-ДСГ-0,5, куда после загрузки наполнителя и витамина В₄ шнековым питателем ПШ-200 подают заранее подготовленные на каждую порцию приго-

тавливаемого премикса витаминную и минеральную предсмеси, а также остальные макрокомпоненты (витамины В₁₂, С и др.). Продолжительность смешивания компонентов премикса составляет 20 минут. Из смесителя премикс выгружают в мягкий контейнер МК-1,5Л и размещают в складе готовой продукции. По мере необходимости премикс подается в производство для выработки комбикормов.

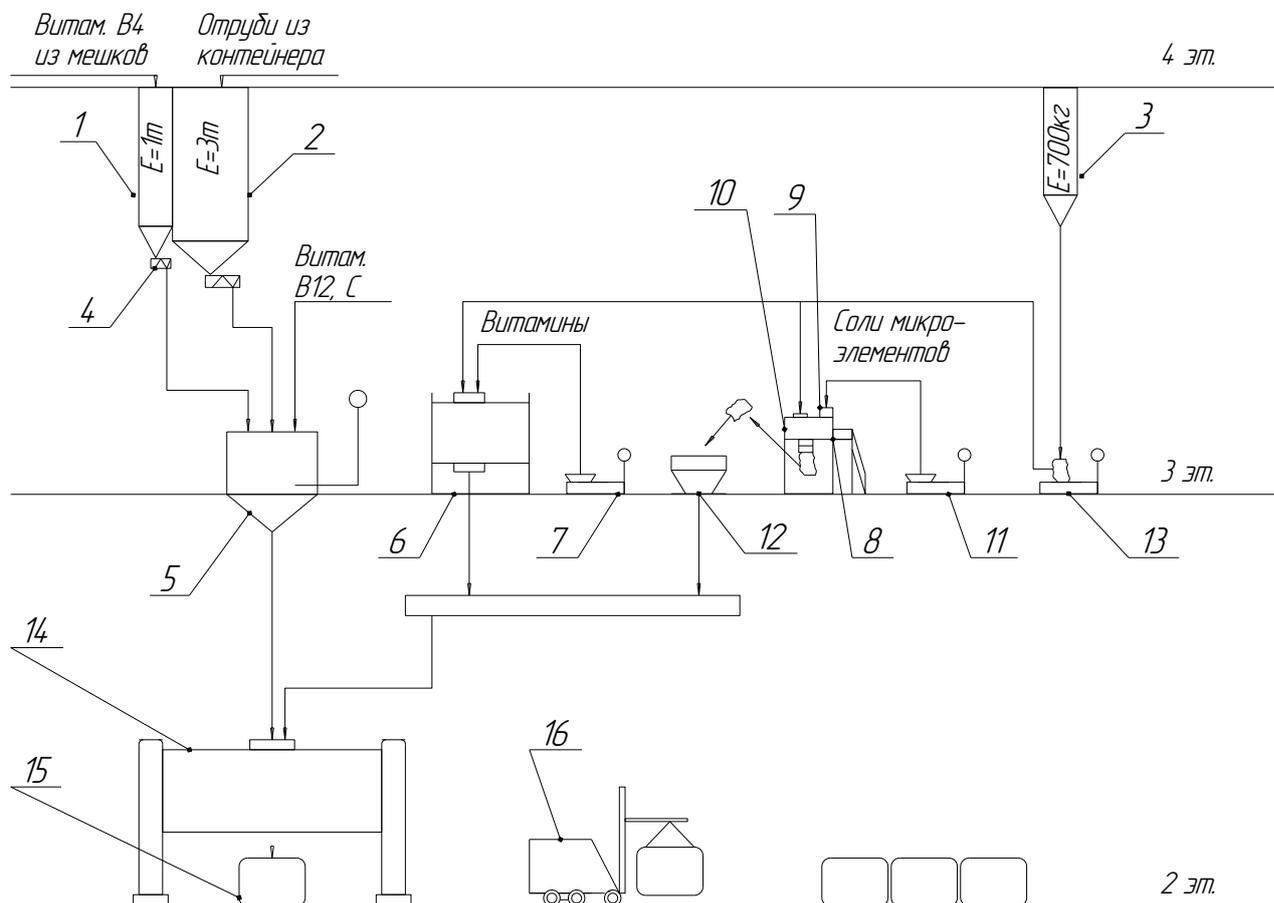


Рис. 14.5. Технологическая схема линии премиксов на Волосовском комбикормовом заводе

1,2 – наддозаторные бункера для витамина В₄ и наполнителя, 3 – бункер для наполнителя, 4 – питатель шнековый ПШ-200, 5 – весовой дозатор 5ДК-200, 6 – смеситель на 50кг, 7 – настольные весы на 2 кг, 8 – установка «Малыш», 9 – ножевой измельчитель, 10 – смеситель на 50кг, 11, 13 – платформенные весы на 15 и 60 кг, 12 – загрузочная воронка, 14 – смеситель А9-ДСГ-0,5, 15 – мягкий контейнер МК-1,5Л, 16 - автопогрузчик

В целом процесс приготовления премиксов на данной линии включает большую долю ручного труда: отвешивание компонентов при формировании предварительных смесей, загрузка их в смеситель, подача готовых предсмесей и других компонентов в основную смеситель и т.д. Причем эти операции повторяются при выработке каждой порции

премикса. Вследствие этого производительность линии из-за большой доли ручного труда невелика и составляет около 5 т в смену, что полностью покрывает потребности завода.

14.5. Технологический контроль, техника безопасности и охрана труда при производстве премиксов

Производство премиксов на предприятиях ведется по технологическим регламентам. Непременным условием правильного ведения процесса и обеспечения высокого качества готовой продукции является организация теххимического контроля (ТХК). В систему ТХК должен входить контроль качества поступающего сырья и готовой продукции и контроль всех основных технологических операций производства премиксов. Контроль качества сырья включает проверку соответствия всех показателей качества сырья требованиям нормативной документации, химический анализ содержания активного начала, контроль условий хранения и порядка использования в производстве. Теххимический контроль основных технологических операций включает контроль правильности выполнения расчета рецепта, подготовки сырья и наполнителя, приготовления предварительных минеральных и витаминных смесей, дозирования и смешивания. Контроль качества готовой продукции включает контроль соответствия ее требованиям нормативной документации и составу утвержденных рецептов премиксов.

Качество премиксов в первую очередь зависит от исходного сырья. Поэтому все поступающее на предприятие сырье по своим качественным характеристикам должно соответствовать требованиям и нормам ГОСТ и ТУ на данные виды продукции. При поступлении сырья на предприятие лабораторией проверяется состояние транспортных средств, упаковки и маркировки, соответствие качественных показателей, указанных в сопроводительных документах, требованиям нормативной документации, от каждой партии отбирается средний образец на анализ. Препараты БАВ поступают на предприятия упакованными в мешки, пакеты и другую тару и хранятся на сырьевом складе в упаковке на стеллажах или в штабелях на поддонах. При хранении не допускается вскрытие упаковки, смешивание различных видов сырья. Упаковка вскрывается перед использованием БАВ в количествах, соответствующих плану работ на одну смену. Содержание активного начала в препаратах БАВ проверяется лабораторией при поступлении сырья, в случае нарушения условий хранения, по истечении гарантируемых сроков хранения и в других необходимых случаях по методикам, изложенным в соответствующих стандартах на сырье.

Наполнитель поступает на предприятие насыпью и хранится в складах силосного типа. От каждой поступающей партии наполнителя отбирается средняя проба для опреде-

ления влажности, содержания металломагнитных примесей, а, при необходимости, и других показателей. За наполнителем, хранящимся в силосах, ведется систематическое наблюдение, осуществляется постоянный контроль за состоянием и чистотой транспортных механизмов и силосов. В случае возникновения опасности порчи или самовозгорания лабораторией немедленно назначаются мероприятия, обеспечивающие сохранность и последующее использование сырья.

Растительное масло или кормовой животный жир поступают на предприятие в цистернах или в бочках и хранятся в накопительных резервуарах. Жир до подачи в производство может храниться в бочках. При поступлении от каждой партии растительного масла и животного жира отбирается средняя проба, которая анализируется на содержание влаги, кислотное и перекисное числа.

Качество готовой продукции определяется не только качеством сырья, но и правильным ведением технологического процесса и работой оборудования. Технохимический контроль производства премиксов должен осуществляться по основным технологическим операциям. При подготовке наполнителя следует постоянно контролировать техническое состояние просеивающей машины и дробилки, перед началом работы и в случае отклонения подготовленного наполнителя по крупности проверять целостность сита дробилки. Не менее одного раза в смену необходимо отбирать пробы измельченного наполнителя для определения его крупности. Для обеспечения магнитной защиты не менее одного раза в смену контролируется техническое состояние магнитной установки и качество очистки магнитов. Рекомендуется не реже одного раза в год проверять магнитную индукцию магнитов специальным прибором для измерения магнитной индукции.

Транспортировка премиксов должна производиться с соблюдением санитарных правил в крытых транспортных средствах, сухих, чистых, без постороннего запаха, без острых выступающих деталей. При погрузке, выгрузке и транспортировке премиксы должны быть защищены от атмосферных осадков.

Расчет массовой доли препаратов витаминов, антибиотиков, ферментов и других добавок в рецептах производят по следующей формуле:

$$Q = 1,01 \cdot g \div k,$$

где: Q – необходимое количество препарата на 1 т продукции, г;

g – норма чистого вещества, указанного в рецепте на 1 т продукции, И.Е., г;

k – концентрация чистого вещества в препарате И.Е./г, г/г;

$1,01$ – коэффициент, учитывающий потери при проведении технологических операций.

Расчет необходимого количества солей микроэлементов производят с учетом содержания основного элемента в соли по формуле

$$X = 1,01 \cdot g_1 \cdot c,$$

где: X – необходимое количество соли микроэлемента, г;

g_1 – норма элемента, указанная в рецепте на 1 т продукции, г;

c – коэффициент пересчета элемента в соль.

В качестве примера приведен расчет типового рецепта премикса П5 для бройлеров, молодняка кур, индеек, цесарок в возрасте 1-4 недели, утят, гусят 1-3 недели (табл. 14.1). В таблице указан состав рецепта, активность биологически активных веществ, количество препаратов БАВ в граммах на 1 т премикса, в том числе с учетом потерь 1%.

Таблица 14.1

Рецепт адресного премикса П5 для бройлеров, молодняка кур, индеек, цесарок в возрасте 1-4 недели, утят, гусят 1-3 недели

Наименование компонентов	Единицы измерения	Типовой состав рецепта, на 1 т	Наименование препарата	Активность или коэффициент пересчета на соль	Кол-во препарата на 1 т, г	С учетом механических потерь 1%
1	2	3	4	5	6	7
Витамин А	млн.и.е.	1000	Лутавит А	0,5 млн. и.е./г	2000	2020
Витамин D ₃	млн.и.е.	200	Витамин D ₃ Просол 500	0,5 млн. и.е./г	400	404
Витамин Е	г	2500	Микровит Е Промикс 50	50%	5000	5050
Витамин К ₃	г	200	Гетразин	51,5%	388	392
Витамин В ₁	г	200	Тиамин	98%	204	206
Витамин В ₂	г	400	Лутавит В ₂	80%	500	505
Витамин В ₃	г	1200	Кальпан	98%	1224	1237
Витамин В ₄	г	40000	Холинхлорид	60%	66667	67334
Витамин В ₅	г	3000	Ниацин	99,5%	3015	3045
Витамин В ₆	г	200	Пиридоксин HCL	98%	204	206

1	2	3	4	5	6	7
Витамин В ₁₂	г	3	Витамин В ₁₂ кормовой	1000мг/кг	3000	3030
Витамин В _с	г	70	Фолиевая кислота	95%	74	74
Витамин Н	г	10	Биотин	98%	10	10
Витамин С	г	5000	Витамин С	99%	5050	5101
Железо	г	1000	FeSO ₄ 7H ₂ O	4,835	4835	4883
Медь	г	250	CuSO ₄ 5H ₂ O	4,237	1060	1071
Цинк	г	5000	ZnSO ₄ 7H ₂ O	4,405	22025	22245
Марганец	г	10000	MnSO ₄ 5H ₂ O	4,545	45450	45905
Кобальт	г	100	CoCO ₃	2,222	222	224
Йод	г	100	KJ	1,328	133	134
Селен	г	20	Na ₂ SeO ₃	2,188	44	45
Метионин	г	50000			50000	50500
МЭК-СХ-2	г	50000			50000	50500
Наполнитель	кг	до 1000				736

Например, по рецепту предусмотрено введение витамина А в количестве 1000 млн.и.е. на 1 т премикса. Имеется импортный препарат Лутавит А с активностью 0,5 млн.и.е. в 1 г. Следовательно, на 1 т премикса с учетом механических потерь (1%) необходимо ввести следующее количество препарата витамина А:

$$\text{Лутавит А} = \frac{1000 \text{ млн.и.е.}}{0,5 \text{ млн.и.е./г}} \cdot 1,01 = 2020 \text{ г}$$

По рецепту на 1 т премикса необходимо ввести 338 г витамина К₃. Используется препарат гетразин с содержанием витамина К₃ 51,5%. Тогда необходимо ввести препарат в количестве:

$$\text{Гетразин} = \frac{200 \text{ г}}{0,515 \text{ г/г}} \cdot 1,01 = 392 \text{ г}$$

По рецепту необходимо ввести 3 г витамина В₁₂. В наличие имеется кормовой препарат витамина активностью 1000 мг/кг или 0,001 г/г. Следовательно, на 1 т премикса необходимо ввести с учетом механических потерь витамина В₁₂ в количестве:

$$\text{Витамин В}_{12} \text{ кормовой} = \frac{3 \text{ г}}{0,001 \text{ г/г}} \cdot 1,01 = 3030 \text{ г}$$

Микроэлементы вводятся в премикс в составе солей, в нашем случае сернокислых солей марганца, меди, цинка, железа, углекислого кобальта, йодистого калия и селенита натрия. Для расчета количества соли содержание элемента умножают на переводной коэффициент (коэффициенты рассчитаны исходя из фактического содержания элемента в соли). Например, количество марганца сернокислого 5-водного на 1 т премикса составит с учетом механических потерь:

$$\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 1000 \text{ г} \cdot 4,545 \cdot 1,01 = 45905 \text{ г}$$

Аналогично производится расчет содержания других солей.

Активность витаминов, ферментов и др. препаратов, содержание элементов в солях микроэлементов указываются в сопроводительных документах по качеству продуктов или на этикетках упаковки. При отсутствии информации возможно использовать таблицы коэффициентов перевода элементов в соль.

При ведении технологического процесса и эксплуатации оборудования производства премиксов должны выполняться требования и мероприятия по соблюдению техники безопасности, охраны труда, производственной санитарии, а также противопожарные и противозрывные мероприятия. Премиксы в воздушной среде в присутствии других веществ не образуют токсичных соединений, при попадании в организм не аккумулируются. Однако, пыль премиксов может вызвать раздражение слизистой оболочки дыхательных путей и органов пищеварения, а также кожных покровов. Поэтому для предупреждения отрицательных воздействий премиксов на человека следует применять индивидуальные средства защиты: специальную одежду, респираторы, резиновые перчатки, специальную обувь. Запрещается оставлять личную одежду, хранить и принимать пищу в помещениях, где приготавливаются премиксы или хранятся биологически активные вещества. После работы с премиксами и БАВ необходимо принять душ. Лица, контактирующие с биологически активными веществами, периодически подвергаются медицинскому осмотру.

Для снижения запыленности воздуха в помещениях, где размещается оборудование для производства премиксов, предусматривается система аспирации, которая должна обеспечить концентрацию пыли в рабочей зоне не выше 4 мг/м^3 . В производственных помещениях должна осуществляться регулярная уборка пыли с поверхности оборудования, полов, стен. Поэтому места, на которых возможно накопление пыли, должны быть доступны для очистки, а внутренние поверхности стен помещений должны быть окрашены в тона, отличные от цвета пыли. Если технологией предусмотрено ручное отвешивание БАВ в малых дозах, то это следует проводить в вытяжном шкафу, как и все испытания по определению качества премиксов. В противопожарном отношении в производственных помещениях должна контролироваться относительная влажность воздуха и поддерживаться в пределах 60-75%.

В таблице 14.2 представлены ПДК, ОБУВ и класс опасности вредных веществ при производстве премиксов. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны подлежит систематическому контролю в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями и стандартизованными методиками измерения.

ПДК вредных веществ в воздухе рабочей
зоны и класс опасности

№№ п/п	Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м ³	Класс опасно- сти*
1.	Медь сернокислая	0,5	2
2.	Марганец сернокислый пятиводный	0,5	2
3.	Марганец углекислый	0,5	2
4.	Магний углекислый основной	10	4
5.	Магний сернокислый семиводный	2	3
6.	Магния оксид	4	3
7.	Железо сернокислое семиводное	2	3
8.	Цинк углекислый	6	4
9.	Цинка оксид	0,5	2
10.	Кобальт углекислый	0,01	1
11.	Сера	6	4
12.	Селен	2	3
13.	Натрий двууглекислый	10	4
14.	Пыль растительного и животного происхождения		
	а) зернова	4	3
	б) мучнистая с примесью двуокси кремния 2%	6	4
15.	Лизин	5	3
16.	Метионин	5	3
17.	Бацитрацин	0,01	1
18.	Фуразолидон	0,5	2
19.	Сульфадимезин	1	2
20.	Витамины:		
	А	10	4
	В ₁	0,1	2
	В ₂	1	2
	В ₆	0,1	2
	В ₁₂	0,05	1
	В _с	0,5	2
	С	2	3
	К	0,1	2
	Е	0,1	2
	В ₅	0,01 (ОБУВ)	
21.	Калий йодистый	3 (ОБУВ)	
22.	Сантохин	1	3
23.	МЭК СХ-1	1	3
24.	МЭК СХ-2	2	3

*Примечание: по степени воздействия на организм человека вредные вещества подразделяются на 4 класса опасности: 1 – чрезвычайные; 2 – высоко опасные; 3 – умеренно опас-

ные; 4 – малоопасные (в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»).

Правильность работы узла дозирования контролируется по точности отвесов компонентов и соответствию их заданным значениям в рецепте в течение всей работы производственным персоналом и не менее двух раз в смену – лабораторией. Правильность работы узла смешивания контролируется периодически путем определения распределяемости индикаторных компонентов в премиксе. В течение всей работы узла смешивания следят за техническим состоянием смесителей и соблюдением продолжительности смешивания.

Вырабатываемые на предприятиях премиксы по показателям безопасности должны соответствовать ветеринарно-санитарным требованиям, утвержденным в установленном порядке. Порядок и периодичность контроля качества готовой продукции по показателям безопасности устанавливает производитель. Контроль премиксов по номенклатуре гарантируемых показателей осуществляют органы государственного надзора. К гарантируемым показателям согласно ГОСТ Р 52356-2005 «Премиксы. Номенклатура показателей» отнесены: содержание витаминов – А, D₃, Е, К₃, В₁, В₂, В₄, В₅; содержание микроэлементов – марганца, цинка, железа, меди, кобальта; массовая доля влаги; крупность (остаток на сите с сеткой № 1,2). На предприятии организуется выборочный контроль каждой партии выпускаемой продукции по гарантируемым показателям качества, для определения которых используются стандартизированные методики. Содержание влаги определяют по ГОСТ 13496.3; крупности – по ГОСТ 26573.3; содержание витамина А – по ГОСТ 26573.1 или ГОСТ Р 50928; содержание витаминов D₃, Е – по ГОСТ Р 50928; содержание витаминов В₁, В₂, В₄, В₅ – по ГОСТ Р 50929; содержание витамина К₃ – по ОСТ 00932117-006-97; содержание микроэлементов: марганца, цинка, железа, меди, кобальта – по ГОСТ Р 51637. Отклонения содержания витаминов в премиксах от предусмотренного в рецептах должны быть не более 15%, микроэлементов – не более ошибок определения стандартизированных методик для каждого компонента.

Качество премиксов в значительной степени зависит от условий хранения и транспортировки. Хранят премиксы упакованными в мешках в сухих, чистых, хорошо вентилируемых складских помещениях. Каждую партию размещают отдельно на поддонах штабелем или на стеллажах. Каждая партия снабжается ярлыком с указанием наименования продукции, изготовителя, массы партии, даты выработки, рекомендуемого срока хранения. Премиксы влажностью до 10% хранятся не более 5 месяцев, влажностью от 10% до 13% – не более 4 месяцев, упакованные в контейнеры – не более 3 месяцев. Премиксы, в состав которых введены антиоксиданты, хранятся не более 6 месяцев. По истечении га-

рантийного срока хранения премиксы необходимо проверить на содержание биологически активных веществ с последующей корректировкой нормы ввода их в комбикорма.

ГЛАВА 15. ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ КОМБИКОРМОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Совокупность технологических процессов, связанных между собой материальными и информационными потоками и осуществляемых для производства конечного продукта, называется производственным процессом. Для каждого производственного процесса характерно получение готового продукта или полуфабриката с определенными свойствами

В соответствии с выполняемыми функциями материально-производственную систему любого предприятия, в том числе и комбикормового, можно разделить на подсистемы. В составе комбикормового производства объединяются, как правило, несколько подсистем. Подсистема материальной подготовки (материально-технического обеспечения) выполняет функции, связанные с приобретением необходимого сырья и материалов, хранением его, выдачей в производство. Подсистема обеспечения и обслуживания включает в себя ремонтные цехи и службы, энергетическое хозяйство, транспортные службы и инструментальное хозяйство. Подсистема реализации готовой продукции обеспечивает ее складирование, экспедицию, оперативные контакты с заказчиками.

Центральной подсистемой предприятия является подсистема основного производства. Именно здесь осуществляется производственный процесс превращения материалов, сырья и полуфабрикатов в готовые изделия. Осуществление любого производственного процесса требует выполнения действий по управлению им, т.е. по изменению хода процесса в желаемом направлении. Поэтому любой производственный процесс протекает под контролем системы управления. Для управления производственными процессами в настоящее время широко используются автоматизированные системы. Основными технико-экономическими критериями создания и применения автоматизированных систем управления являются: увеличение производительности комбикормового завода, снижение себестоимости и повышение качества готовой продукции.

Рассматривая комбикормовый завод как объект автоматизации, можно выделить следующие участки, которые могут иметь самостоятельное управление: прием сырья, транспортно-технологические маршруты, дозирование — смешивание, измельчение, гранулирование комбикормов, ввод жидких компонентов, спецобработка, контроль качества сырья и готовой продукции, отпуск комбикормов, организационно-экономическое управление. Уровень автоматизации на этих участках может быть разным: от самого низшего — управления вручную по месту до высшего — управления с помощью ЭВМ.

Выбор рационального уровня во многом будет зависеть от эффективности использования средств автоматизации.

Автоматизация управления маршрутами

Технологический процесс на комбикормовом заводе характеризуется большим числом транспортных маршрутов, по которым передаются компоненты для дозирования и смешивания, готовый комбикорм на гранулирование, принимается сырье и отпускается готовая продукция.

Автоматизация маршрутов приема, очистки сырья, отпуска готовой продукции заключается в управлении транспортным оборудованием таким образом, чтобы предотвратить «завалы» механизмов продуктом при аварийных ситуациях.

При дистанционном автоматизированном управлении маршрутами включение транспортных и технологических машин производится в определенной последовательности. В составе маршрутов имеются исполнительные устройства (задвижки и перекидные клапаны), выполняющие функции регулировки величины потока продуктов и их направления. Управление потоками связано с изменением направления движения сырья и готовой продукции такими регулирующими органами, что позволяет организовать подачу сыпучих продуктов в требуемом направлении и в нужном количестве. В схемах управления предусматривается блокировка работы оборудования, обеспечивающая в случае остановки какой-либо машины в маршруте автоматическую остановку всех предшествующих по технологическому потоку машин. Все последующие по технологическому потоку машины продолжают работать до разгрузки от продукта. В случае необходимости диспетчер имеет возможность остановить их командой с пульта управления.

При автоматизированном управлении транспортным оборудованием экономическая эффективность может быть получена в результате уменьшения организационных простоев и повышения надежности работы этого оборудования.

Для полноценного функционирования системы управления маршрутами необходимо получение информации о работе каждой единицы оборудования, входящего в состав системы. Такую информацию дают датчики работы оборудования.

К обязательным элементам, устанавливаемым на транспортном оборудовании, относятся: сигнализаторы уровня продукта в бункере, силосе; сигнализаторы количества продукта; элементы контроля положения поворотных труб, задвижек, перекидных клапанов; реле скорости конвейеров и норий.

Режим работы оборудования влияет в первую очередь на его долговечность и надежность, и, таким образом, на безопасность производства в целом. Датчики устанавли-

ваются в первую очередь на пожаровзрывоопасное оборудование, такое, как нории, цепные конвейеры, дробилки. Пожаровзрывоопасность перечисленного оборудования связана с тем, что зерновые компоненты, жмыхи, шроты являются горючими веществами, тем более их пыль. При перемещении сельхозпродуктов транспортным оборудованием возникает их пыление. В коробе оборудования пыль активно перемешивается с воздухом, образуется ее взрывоопасная концентрация. Для возникновения взрыва нужен только источник энергии. Таким источником энергии может явиться удар ковша о короб нории при ослаблении ленты или разогрев ее при торможении за счет завала продуктом.

Для контроля работы норий и цепных конвейеров применяются датчики скорости лент норий и цепей конвейеров, а также датчики положения ленты нории на приводном и натяжном барабанах. В настоящее время применяются датчики различного принципа действия. В основном, это емкостные и радиолокационные датчики.

Принцип действия емкостных датчиков основан на контроле изменения электрической емкости чувствительного элемента датчика относительно заземленного корпуса оборудования. Емкостной датчик может состоять из чувствительного элемента и вторичного преобразователя. В настоящее время широко распространены датчики, в которых преобразование сигнала первичного элемента производится в самом датчике.

Для контроля скорости ленты нории или цепи конвейера чувствительный элемент емкостного датчика монтируется на корпусе нории или конвейера и вместе с корпусом оборудования образует измерительный конденсатор. Емкость конденсатора зависит от диэлектрической проницаемости вещества между его обкладками. Одной обкладкой является чувствительный элемент, подключенный к схеме управления, второй обкладкой - корпус оборудования. При прохождении ковшей нории мимо чувствительного элемента происходит периодическое скачкообразное изменение емкости. Такие изменения преобразуются схемой управления в импульсы, производится подсчет частоты следования этих импульсов. При изменении частоты появления импульсов срабатывает выходное реле, включается аварийная световая индикация и отключается привод нории. Изменение частоты следования импульсов может происходить при торможении ленты нории из-за завала ее продуктом, а также при ослаблении ее натяжения. При обрыве ленты импульсы пропадают вообще. Точно также отслеживается скорость цепи скребковых конвейеров, но чувствительный элемент размещается вблизи металлической крыльчатки, связанной с осью натяжной станции. При обрыве цепи конвейера или при ее ослаблении вращение натяжной оси замедляется и изменяется частота следования импульсов.

Для того, чтобы датчик правильно работал, его надо правильно настроить в соответствии с нормальным режимом работы оборудования.. Это значит следующее. Датчик

скорости ленты должен отслеживать изменения ее движения. Но любой транспортный механизм обладает каким-то временем разгона, то есть временем, в течение которого скорость его работы может меняться из-за инерции движущихся частей. По прошествии этого времени скорость стабилизируется и должна оставаться неизменной. Но из-за колебаний напряжения питания, из-за кратковременных изменений нагрузки потоком продукта неизменность скорости также будет соблюдаться в определенных пределах. Такие кратковременные колебания скорости, а также постепенное нарастание ее в момент включений не являются аварийным режимом. Поэтому датчики скорости имеют возможность установки времени паузы перед началом контроля, а также зоны нечувствительности к кратковременным колебаниям скорости. Настройка производится вращением соответствующих переменных резисторов. В современных реле контроля скорости такие регулировки производятся при помощи переключателей, которыми в двоичном коде можно выставить соответствующие параметры.

На предприятиях применяются также датчики скорости, основанные на радиолокационном принципе действия и предназначенные для бесконтактного дистанционного контроля скорости, пробуксовки, разрыва ленты нории или ленточного конвейера. Принцип работы основан на эффекте Доплера. Чувствительный элемент этого датчика состоит из передающей и приемной антенн и монтируется в корпусе оборудования таким образом, что антенны направлены на движущийся объект - ленту нории или конвейера. В его направлении излучается поток радиоволн определенной частоты. Приемная антенна принимает отраженный поток, определяется его частота и по изменению частоты делается вывод о скорости движения ленты.

Для контроля положения ленты нории на барабанах применяется устройство контроля ленты. Это те же емкостные датчики, смонтированные в корпусе с боков нории. Чувствительность датчиков настраивается так, чтобы при движении ленты по средней линии между датчиками не происходило бы их срабатывания. При смещении ленты в одну или другую сторону происходит изменение емкости датчика и включение выходного реле вторичного прибора.

Емкостные датчики используются также и в качестве датчиков контроля уровня в силосах и бункерах, а также в качестве датчиков подпора продукта в загрузочных секциях транспортных механизмов. Контролируется емкость конденсатора, образованного чувствительным элементом и корпусом силоса или бункера. Повышение уровня продукта при загрузке в силос изменяет емкость и происходит срабатывание датчика. Датчик уровня, установленный в загрузочной секции оборудования, выполняет функции датчика подпора.

Он срабатывает при повышении уровня продукта, если конвейер или нория не справляются из-за неисправности.

Автоматизация процесса измельчения

При производстве комбикормов на измельчение расходуется до 70% электроэнергии, затрачиваемой всем оборудованием комбикормового цеха.

Основной задачей управления дробилками как в ручном, так и в автоматизированном режимах является обеспечение оптимального функционирования, то есть поддержания в оптимальных пределах рабочего тока ее главного двигателя.

Основными факторами, влияющими на производительность и эффективность работы дробилок, являются:

- окружная скорость молотков,
- равномерность поступления сырья,
- физико-механические свойства продукта,
- влажность,
- тип сит и размеры отверстий,
- величина радиального зазора между окружностью молоткового тора и ситом.

Рабочий ток главного двигателя при нормальных режимах эксплуатации зависит от величины потока сырья, поступающего на ротор дробилки.

Бесперебойная работа дробилки во многом зависит от равномерности и стабильности потока сырья, подаваемого в зону измельчения. Формирование потока производится при помощи регулирующего устройства, в качестве которого может использоваться задвижка или питатель. При уменьшении потока продукта режим работы главного двигателя близок к холостому. Двигатель при этом не испытывает перегрузок, но коэффициент полезного действия низок, велики непроизводительные потери электроэнергии.

Работа дробилок в таких режимах противоречит требованиям промышленной безопасности. Ротор дробилки с системой расположенных на нем молотков представляет собой аналог крыльчатки вентилятора. При высокой скорости вращения ротора (как правило, 1500 или 3000 оборотов в минуту) в корпусе дробилки создаются мощные вихревые потоки воздуха. Большинство компонентов, используемых в качестве сырья для комбикормовой промышленности, выделяют пыль при их перемещении. Пыль продуктов растительного происхождения в большей или меньшей степени является горючей и взрывоопасной. При малой загрузке дробилки продуктом происходит хорошее перемешивание пыли сыпучего продукта с кислородом воздуха. Таким образом создается взрывоопасная пылевоздушная смесь, в которой концентрация пыли находится между наимень-

шим и наибольшим пределами взрываемости. При возникновении искры происходит взрыв.

Увеличение потока сыпучего сырья, подаваемого на дробилку, уменьшает количество воздуха с пылью в корпусе дробилки, замещая его продуктом. При этом концентрация пыли выходит за рамки взрывоопасного предела. Увеличение потока продукта улучшает также экономические показатели процесса измельчения, повышается коэффициент полезного действия дробилки, производительность работы, но при этом повышается также вероятность превышения предельно допустимого тока двигателя. Это может происходить из-за нестабильности потока продукта вследствие недостаточно хорошей очистки сырья, попадания в него влаги, изменения физико-механических свойств сырья и т.д. Следствием этого может быть выход из строя мощного и дорогого двигателя дробилки.

При управлении маршрутами измельчения одной из основных функций, выполняемых системой автоматизации, является прекращение подачи продукта на дробилку при отключении маршрута приема измельченного сырья.

Автоматизация процессов дозирования и смешивания

Основной технологической операцией при производстве комбикормов является дозирование компонентов корма с необходимой точностью и их однородное смешивание. Процесс дозирования предназначен для приготовления комбикорма или БВМК из заранее подготовленных компонентов согласно заданному рецепту. Операции дозирования и смешивания во многом определяют качественные показатели продукции и, как следствие этого, эффективность применения корма.

Типовая автоматизированная технологическая линия дозирования и смешивания компонентов комбикормов или кормовых добавок состоит из наддозаторных бункеров, подбункерных питателей, весового устройства, смесителя и транспортного оборудования, обеспечивающего подачу компонентов смеси в наддозаторные бункера и выгрузку готовой продукции.

В технологических линиях комбикормовых заводов применялись и до сих пор используются комплексы весового дозирования типа КДК. Основу дозирующего комплекса составляют ковшовые весы. В них использован принцип автоматического уравнивания силы тяжести компонентов при помощи квадранта циферблатного указателя. Грузоприемные рычаги ковша дозатора связаны с указателем через систему рычагов и тяг. Масса продукта индицируется циферблатным указательным прибором. Для передачи текуще-

го значения веса в систему управления предназначался диск - преобразователь угла поворота стрелки в цифровой код Грея.

По данным литературных источников [94] определены составляющие точности дозирования, которыми являются:

$\pm 0,1$ % - точность дозирования в статическом состоянии весовой системы,

$\pm 0,2$ % - погрешность от столба падающего продукта,

$\pm 0,2$ % - погрешность, вызванная дистанционным автоматическим управлением, включающая считывание показаний с кодового диска, перевод данных в цифровой код, сопоставление с данными перфокарты.

Таким образом, общая погрешность этих устройств составляла величину $\pm 0,5\%$ и в существовавших условиях удовлетворяла и потребителей и производителей комбикормов.

Современные кроссы мясной птицы, молодняк свиней требует корма со вполне определенным химическим составом. Точность дозирования компонентов комбикорма в соответствии с рассчитанным рецептом и однородность его смешивания является одним из важнейших качественных показателей работы оборудования. Хороший рецепт, полученный на компьютере, может не обеспечить желаемой продуктивности при кормлении из-за высокой погрешности дозирования и неоднородности смешивания компонентов.

Применение тензометрических систем взвешивания позволяет снизить первую составляющую погрешности дозирования и добиться в статическом режиме точности $\pm 0,05$ - $0,1$ %. При этом повышается надежность работы устройств, так как при износе призм рычажных взвешивающих систем погрешность взвешивания быстро растет, что вызывает необходимость замены механических элементов и настройку и калибровку весов..

Для снижения погрешности в динамическом режиме необходимо применение автоматизированных систем управления.

Современная автоматизированная система управления технологической линией дозирования и смешивания обеспечивает включение и выключение подбункерных питателей, привода смесителя и задвижек смесителя и весов, а также транспортного оборудования. Система управления процессом дозирования может быть выполнена на основе ЭВМ или технологического контроллера.

Режим управления без использования ЭВМ можно рекомендовать для относительно небольших объектов. Для цехов по производству комбикормов с большим количеством технологического оборудования необходимо использование ЭВМ в составе АСУ ТП, то есть так называемый верхний уровень управления.

Режимы работы задаются при помощи компьютера, на котором установлена система управления. На экране дисплея показана технологическая схема, на которой в динамиче-

ческом режиме в форме мультипликации отражаются изменения в работе оборудования. Во время работы система получает сигналы, приходящие с контроллера или с другого работающего оборудования, анализирует их и делает заключение о том, работает данное устройство в соответствии с заданной программой или нет. В случае несоответствия выдается сигнал тревоги (авария) и программа выключает аварийный участок. Информация о причинах отказов или сбоев в работе оборудования выводится на экран.

Сложность и взаимная обусловленность задач управления производством привели к необходимости создания и использования на практике различных видов автоматизированных систем. В настоящее время широко применяются: система диспетчерского автоматизированного управления (ДАУ), автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП), автоматизированное управление предприятием (АСУП) и интегрированная автоматизированная система управления (ИАСУ), сочетающая свойства АСУТП и АСУП. Опыт работы предприятий показал, что применение ЭВМ обеспечивает повышение производительности труда, улучшение качества комбикормов, увеличение производительности завода до 15% в результате улучшения внутрисменного планирования производства.

Основная функция систем ДАУ заключается в централизованном управлении электрооборудованием и сырьевыми потоками. Внедрение ДАУ позволяет сконцентрировать управление всеми механизмами и машинами предприятия на центральном диспетчерском пункте. Таким образом, функции управления транспортно-технологическими маршрутами передаются одному человеку — оператору (диспетчеру). Система ДАУ—это первый этап внедрения автоматизации управления сырьевыми потоками, т. е. один из элементов АСУТП. Поэтому использование АСУТП на предприятиях, оснащенных ДАУ, требует значительно меньших усилий, чем при отсутствии ДАУ. Связано это с тем, что многие элементы ДАУ и АСУТП одинаковы, их применяют в обеих системах.

Систему управления технологическим процессом считают АСУТП, если она управляет технологическим процессом в целом, управляет скоростью протекания технологического процесса, если ЭВМ и человек-оператор участвуют в выработке решений по управлению. Основными целями АСУТП являются:

- 1) совершенствование организационно-экономического и технологического управления предприятием, повышение технико-экономических показателей его работы, улучшение условий труда;
- 2) эффективное использование транспортно-технологического оборудования и увеличение производства продукции, стабилизация ее качества, увеличение произ-

водительности труда, снижение затрат в результате уменьшения той части производственных потерь, которая вызвана несовершенством существующих систем управления отдельными машинами, линиями, технологическим процессом и предприятием в целом;

- 3) обеспечение возможности непрерывного исследования факторов, влияющих на качество комбикормов, и дальнейшего перехода к управлению качеством для его повышения;
- 4) автоматизированное выполнение организационно-экономических задач по учету, планированию и оперативному управлению производством.

Внедрение автоматизированных систем снижает себестоимость выпускаемой продукции при обеспечении надлежащего качества, энергетические затраты при заданной производительности, уменьшает простои организационного характера и работу оборудования вхолостую при обеспечении непрерывности технологического процесса.

Целью создания интегрированных автоматизированных систем управления комбикормовыми заводами является совершенствование организационно-экономического и технологического управления, повышение технико-экономических показателей их работы, а также улучшение условий труда. При этом должны обеспечиваться эффективное использование транспортно-технологического оборудования и увеличение производства продукции, стабилизация ее качества, повышение производительности труда, снижение затрат в результате уменьшения той части производственных потерь, которая вызвана несовершенством существующих систем управления отдельными агрегатами, линиями, технологическим процессом и предприятием в целом.

ИАСУ предприятия представляет собой систему автоматизированных рабочих мест (АРМ) на базе персональных компьютеров, объединенных локальной вычислительной сетью. Для непосредственного управления технологическими процессами применяются программируемые контроллеры, которые управляют отдельными подсистемами общей автоматизированной системы, причем управляющие подсистемы соответствуют управляемому технологическому процессу или участку.

Таким образом, ИАСУ комбикормового предприятия состоит из следующих подсистем:

- дозирования и смешивания;
- управления транспортно-технологическими маршрутами;
- измельчения;
- приемки сырья;

- отпуска готовой продукции;
- организационно-экономического управления;
- управления элеватором;
- производственно-технологической лаборатории.

Можно выделить следующие основные функции автоматизированных рабочих мест различного назначения.

АРМ производственно-технологической лаборатории:

- 1) контроль температуры хранящегося сырья,
- 2) анализ наличия сырья в складах силосного и напольного типа,
- 3) расчет оперативных рецептов и создание их библиотеки,
- 4) формирование журнала определения влажности сырья и комбикормов,
- 5) определение качества поступающего и хранящегося сырья,
- 6) определение качества вырабатываемого и отпускаемого комбикорма,
- 7) формирование качественных удостоверений на отпускаемую продукцию.

АРМ весовщика автомобильных и железнодорожных весов:

- 1) формирование сопроводительных документов,
- 2) ввод информации в центральную базу данных,
- 3) формирование журналов поступления сырья автомобильным и железнодорожным транспортом,
- 4) формирование «Приемного акта поступления сырья»,
- 5) формирование журналов (реестров) отгрузки комбикормов (автомобильным и железнодорожным транспортом),

А Р М «Склад сырья и готовой продукции».

- 1) прием, размещение сырья,
- 2) отпуск сырья со склада,
- 3) управление движением сырья в складе,
- 4) обеспечение качественных показателей хранимой продукции.

А Р М «Оператор АСУТП»

- 1) обеспечение программирования работы контроллеров при помощи ЭВМ «Оператор»,

- 2) воспроизведение мнемосхемы на экране монитора с отображением рабочего режима оборудования,
- 3) управление технологическим оборудованием (включение и выключение) в составе технологических маршрутов,
- 4) диагностика работы оборудования и индикация срабатывания датчиков блокировок и аварийных ситуаций,
- 5) формирование информации о расходе каждого компонента и количестве выработанной продукции за рабочий период,
- 6) подготовка информации для программ складского и бухгалтерского учета,
- 7) прием информации из программы расчета рецептов и формирование заданий веса порций компонентов для контроллера технологических процессов,
- 8) создание резервных копий баз данных по расписанию,
- 9) разделение уровней доступа различных служб предприятия к использованию возможностей программного обеспечения.

А Р М «Руководитель»

- 1) анализ финансового положения предприятия (наличие средств на расчетных счетах, дебиторская и кредиторская задолженности, взаиморасчеты с поставщиками и потребителями, платежи в бюджет и т.п.),
- 2) анализ наличия сырья на складах,
- 3) анализ поставок сырья,
- 4) анализ выработки готовой продукции,
- 5) анализ поставок продукции потребителям,
- 6) кадры,
- 7) исполнительская дисциплина.

ГЛАВА 16. ОСОБЕННОСТИ СТАНДАРТИЗАЦИИ КОМБИКОРМОВОЙ ПРОДУКЦИИ

История государственного управления стандартизацией в России начинается с 1925 года. На этапе становления и развития она преследовала интересы государства и финансировалась исключительно за средства государственного бюджета.

С принятием и вступлением в силу Федерального закона «О техническом регулировании» наступил новый, переходный этап развития стандартизации в России, который характеризуется изменением статуса стандартов. Государственные стандарты Российской Федерации из основного инструмента государственного технического регулирования трансформируются в российские национальные стандарты – признанные обществом, но добровольные для применения технические правила, которые способствуют соблюдению обязательных требований, устанавливаемых в технических регламентах. При этом Российская национальная стандартизация должна занять важное место в новой системе технического регулирования и должна быть направлена на реализацию ее целей.

Необходимость повышения безопасности, технического уровня, качества и конкурентоспособности выпускаемой в России продукции, создания благоприятных условий для ее доступа на мировой рынок вызывает потребность овладения современными, правовыми формами регулирования процессов и результатов деятельности во всех сферах научно-технических, производственных, торгово-экономических, социальных и других отношений. Опыт развитых стран свидетельствует об активном использовании для решения этих задач возможностей стандартизации.

16.1. Концепция национальной системы стандартизации

В целях реализации Федерального закона «О техническом регулировании» Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии разработана Концепция национальной системы стандартизации.

Концепция описывает стратегию действий и представляет систему взглядов по основным направлениям развития национальной системы стандартизации, которые призваны создать эффективно функционирующую, признанную на международном уровне, востребованную промышленностью и потребителями национальную систему стандартизации в России.

Стандартизация в качестве одного из элементов технического регулирования может обеспечить достойный вклад в экономическое развитие страны. При этом цели и принципы стандартизации в условиях реформирования российской экономики должны

быть адекватны происходящим переменам и учитывать общепризнанные в мировой практике подходы:

- добровольность применения национальных стандартов Российской Федерации и обязательность соблюдения их требований при принятии решения об использовании;

- максимальный учет при разработке стандартов законных интересов заинтересованных лиц;

- применение международных стандартов как основы разработки национальных стандартов Российской Федерации за исключением случаев, когда такое применение признано невозможным, вследствие несоответствия требований международных стандартов климатическим и географическим особенностям Российской Федерации, техническим и/или технологическим различиям или, когда Российская Федерация в соответствии с установленными процедурами выступала против принятия международного стандарта или отдельного его положения;

- недопустимость создания препятствий для производства и обращения продукции, выполнения работ и оказания услуг в большей степени, чем это минимально необходимо для выполнения целей стандартизации;

- обеспечение условий для единообразного применения национальных стандартов;

- открытость процессов разработки стандартов;

- обеспечение доступности стандартов и информации о них для пользователей;

- однозначность понимания всеми заинтересованными сторонами требований, излагаемых в национальных стандартах;

- прогрессивность и оптимальность требований, включаемых в стандарты и содействие научно-техническому прогрессу;

- применение национальных стандартов в контрактных отношениях между изготовителем и потребителем.

Одним из важнейших вопросов национальной системы стандартизации является вопрос, связанный с определением в стандартах на продукцию обязательных требований к продукции, гарантирующих потребителю безопасный товар, соответствующий заявленному изготовителем наименованию.

Современный взгляд на роль государства в обеспечении безопасности и качества продукции сводится к необходимости разделения проблемы безопасности товаров и проблем качества.

Международный опыт работы по подтверждению соответствия продукции говорит о том, что требования к безопасности продукции должны определяться только комплексом законодательных актов. Применительно к комбикормовой продукции таким доку-

ментом будет специальный технический регламент «О требованиях к безопасности кормов и кормовых добавок», который имеет статус Федерального Закона Российской Федерации.

Требования же к качеству продукции должны формулироваться в договорном порядке субъектов хозяйственной деятельности. Роль государства при этом сводится к достоверной оценке качества и безопасности продукции, что достигается путем проведения испытаний в испытательных лабораториях с использованием стандартизованных методов контроля.

16.2. Структура и фонд национальной системы стандартизации

Законодательную и нормативную базу национальной системы стандартизации составляют:

- Конституция Российской Федерации, которая относит стандарты к вопросам исключительного ведения Российской Федерации;
- Федеральный закон «О техническом регулировании», определивший правовые основы стандартизации в Российской Федерации, участников работ по стандартизации, правила разработки и добровольность применения стандартов;
- нормативные правовые акты Правительства Российской Федерации по вопросам стандартизации;
- основополагающие стандарты национальной системы стандартизации.

Организационно-функциональную структуру национальной системы стандартизации составляют:

- национальный орган по стандартизации (Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии);
- научно-исследовательские организации по стандартизации;
- технические комитеты по стандартизации;
- разработчики стандартов.

Основным элементом системы, с помощью которого происходят формирование программы стандартизации, разработка стандартов и их экспертиза, являются технические комитеты по стандартизации (ТК). В настоящее время в России зарегистрировано 352 технических комитета.

Технический комитет по стандартизации - это формирование специалистов, являющихся полномочными представителями заинтересованных предприятий или организаций, создаваемое на добровольной основе для разработки национальных стандартов Российской Федерации.

В соответствии с пунктом 4 статьи 14 Федерального закона «О техническом регулировании» в состав ТК на паритетных началах включаются представители федеральных органов исполнительной власти, научных и общественных организаций, объединений предпринимателей и потребителей.

В состав фонда документов национальной системы стандартизации входят межгосударственные, государственные и национальные стандарты, отраслевые стандарты, правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации, общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации.

По состоянию на 01.01.2006 г. фонд национальной системы стандартизации насчитывает более 25000 стандартов, из них 305 приходится на комбикормовую продукцию, комбикормовое сырье и методы их испытаний.

16.3. Новая концепция стандартизации комбикормовой продукции

В международной практике среди ведущих стран с высоким уровнем животноводства нет национальных стандартов на конкретные виды комбикормовой продукции, а международные стандарты устанавливают требования только к методам контроля.

По мнению специалистов комбикормовых предприятий, любая рекомендуемая норма по качеству в добровольном стандарте на комбикормовую продукцию, в том числе и вида «Общих технических условий», будет создавать технические барьеры во взаимодействии производителя и потребителя продукции на рынке.

Действующие в России стандарты технических условий на комбикормовую продукцию позволяют получать удовлетворительные результаты по продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы. Однако, все большее число заказчиков не устраивают нормативы стандартных комбикормов, и они требуют качественный состав комбикормов под конкретные породы животных и кроссы птицы. При этом, для одних случаев требования заказчиков могут быть выше требований стандартов, для других - ниже.

Рассмотрим конкретный пример. В соответствии с ГОСТ Р 18221-99 «Комбикорма полнорационные для сельскохозяйственной птицы. Технические условия» содержание кальция в комбикорме для кур-несушек должно быть 3,0 - 3,4 %. В то же время для различных кроссов требуется: для «Хайсекса Белого» от 3,4 до 4,2 %, для «Родонита» - 3,6%, для кросса «Шавер» - от 3,8 до 4,2 %.

Для предкладкового периода (17 - 20 недель) по ГОСТ содержание кальция должно быть 1,1 - 1,4 %, а для кросса «Ломан Белый» необходимо не менее 2,0 %.

Кроме того, часто бывают ситуации, когда у потребителя имеется собственное сырье и экономически выгоднее вводить его на месте, чем везти на комбикормовый завод.

Для таких вариантов полнорационный комбикорм получается только на последней фазе - в смесителе у потребителя, где смешивается исходный продукт - комбикорм с комбикормового завода и собственное сырье. Понятно, что к исходному продукту в таком случае предъявляются требования, отличающиеся от требований национальных стандартов и от требований данного поголовья животных.

Основываясь на Концепции развития национальной системы стандартизации и, учитывая опыт стран с наиболее развитой рыночной экономикой и комбикормовой промышленностью, в первую очередь США, разработана Концепция регламентирования показателей качества комбикормовой продукции, отвечающая современным условиям хозяйствования и позволяющая комбикормовым предприятиям оперативно откликаться на потребности рынка, в том числе, на запросы конкретных потребителей.

На сегодняшний день в рамках Концепции разработаны три основополагающих стандарта: ГОСТ Р 51848-2001 «Продукция комбикормовая. Термины и определения», ГОСТ Р 51849-2001 «Продукция комбикормовая. Информация для потребителя. Общие требования», ГОСТ Р 51850-2001 «Продукция комбикормовая. Правила приемки. Упаковка, транспортирование и хранение», а также целевые стандарты номенклатуры показателей практически на все виды комбикормовой продукции.

Стандарт на термины и определения на территории Российской Федерации введен взамен ГОСТ 21669-76 «Комбикорма. Термины и определения». В новом стандарте, по сравнению с ранее действующим, значительно увеличено число стандартизованных терминов: с 47 до 75.

Прежде всего, в нем дано общее понятие комбикормовой продукции, а также приведены частные определения отдельных ее видов.

Кроме того, в стандарте даны определения видам сырья в зависимости от их происхождения, а также показателям качества и безопасности. Большинство стандартизованных терминов с теми или иными формулировками уже использовались в нашей отрасли. Наряду с ними в документ вошли принципиально новые термины, необходимость стандартизации которых вытекает непосредственно из разработанной концепции. Это, прежде всего, термин «гарантируемые показатели». В ГОСТе ему дано следующее понятие: «гарантируемые показатели (качества комбикормовой продукции): Показатели, характеризующие минимальное и (или) максимальное количество питательных веществ комбикормовой продукции, определяемые аналитическими методами и гарантируемые изготовителем, при которых она будет соответствовать своему назначению».

Разработанные в рамках Концепции целевые стандарты номенклатуры показателей вносят радикальные изменения во взаимоотношения изготовителей и потребителей

продукции. В стандартах приведен только перечень показателей питательности, необходимых для характеристики качества комбикормовой продукции для тех или иных видов животных и птицы, в том числе гарантируемых, без указания норм.

Целевыми стандартами определено, что изготовитель может вырабатывать продукцию по своим рецептам, рассчитанным в соответствии с нормами кормления животных и птицы или по заявкам потребителя (заказчика), которая может быть оформлена как по показателям питательности, так и по составу. Последнее особенно важно, если учесть, что более 90 % продукции комбикормовые предприятия производят по заявкам конкретных потребителей и менее 10 % реализуют населению через торговую сеть. А в соответствии с ГОСТ Р 51849-2001 «Продукция комбикормовая. Информация для потребителя. Общие требования» заявка потребителя (заказчика) - это документ, устанавливающий требования потребителя к виду и качеству приобретаемой комбикормовой продукции. В зависимости от внутренних условий потребителя он может заказать полнорационные комбикорма для конкретного кросса птицы или половозрастной группы животных, которые не требуют никакой доработки; концентрат с повышенной концентрацией питательных и биологически активных веществ для приготовления на его основе полнорационных комбикормов с использованием собственного зернофуража, грубых и сочных кормов; комбикорм с пониженным содержанием питательных веществ для последующей его доработки собственными компонентами до полнорационного.

Такой подход позволяет комбикормовым предприятиям расширять ассортимент выпускаемой продукции. Одновременно с них снимаются необоснованные претензии со стороны потребителя за снижение продуктивности животных и птицы, так как уровень питательности установлен самим потребителем.

На сегодняшний день разработаны национальные стандарты номенклатуры показателей практически на все виды комбикормовой продукции: на комбикорма для сельскохозяйственной птицы, свиней, крупного рогатого скота, рыб, премиксы, БВМК.

Следует отметить, что при работе по новым стандартам, удостоверения качества и безопасности должны оформляться в соответствии с ГОСТ Р 51849-2001 «Продукция комбикормовая. Информация для потребителя», который является обязательным для исполнения. Примеры оформления удостоверений качества и безопасности приведены на рисунках (Рис.16.1, 16.2, 16.3, 16.4).

В настоящее время на рынке кормовых продуктов работает большое количество как зарубежных, так и российских фирм. При этом специалисты сталкиваются с таким фактом, что один из видов комбикормовой продукции, имеющей одинаковые свойства и предназначение, называется по-разному, в зависимости от того, где она произведена: у

нас в стране или за рубежом. Причем разница в наименовании носит принципиальный характер, что может ввести в заблуждение покупателя.

Речь идет о продукции, которая у нас выпускается как «белково-витаминно-минеральная добавка», а во всех других странах - «белково-витаминно-минеральный концентрат».

Изучив, применяемую в других странах терминологию, установили, что добавками за рубежом называют продукцию, которая вносится в комбикорма на стадии производства в малых дозах для придания им определенных свойств и/или сохранения качества. Например, витамины, микроэлементы, ферменты, красители, антиоксиданты и др. Концентратами называют продукцию с повышенным содержанием питательных веществ, которую разбавляют другими кормовыми средствами, например зерном, для получения комбикорма.

В ближайшее время Россия станет членом Всемирной торговой организации (ВТО), а среди прочих требований, которые эта организация предъявляет к своим участникам, есть требование об информационной, в том числе терминологической, совместимости документов.

Для того, чтобы наша страна могла стать полноправным партнером на мировом рынке комбикормовой продукции, необходимо привести свою терминологию в соответствие с общепринятой.

Поэтому в ГОСТ Р 51848-2001 «Продукция комбикормовая. Термины и определения» были внесены следующие изменения.

1. добавлен отсутствующий в нем термин «кормовой концентрат» со следующим определением:

кормовой концентрат: Продукция с содержанием питательных веществ выше физиологических потребностей животных, предназначенная для последующего разбавления и смешивания с другими кормовыми средствами с целью получения сбалансированного по питательности корма.

2. термин «белково (амидо)-витаминно-минеральная добавка (БВМД)» заменен на «белково (амидо)-витаминно-минеральный концентрат (БВМК)»:

белково-витаминно-минеральный концентрат; БВМК: Кормовой концентрат, представляющий собой однородную смесь высокобелковых кормовых средств, минеральных и биологически активных веществ.

амидо-витаминно-минеральный концентрат; АВМК: **Белково-витаминно-минеральный концентрат, в котором часть белка заменена небелковыми азотистыми веществами, предназначенный для приготовления комбикормов жвачным животным.**

Изменения были внесены также в ГОСТ Р 51551-2000 «Белково-витаминно-минеральные и амидо-витаминно-минеральные добавки. Технические условия» в части замены терминов «белково-витаминно-минеральная и амидо-витаминно-минеральная добавка (БВМД и АВМД)» на термины «белково-витаминно-минеральный и амидо-витаминно-минеральный концентрат (БВМК и АВМК)».

С применением новых терминов изменены и приведены в соответствие с Общероссийским классификатором продукции (ОК 005-93) коды продукции.

В действующем ГОСТ Р 51551-2000 белково (амидо)-витаминно-минеральные добавки (БВМД и АВМД) имеют цифровой код 97 5949, что обозначает «Корма прочие».

Это связано с тем, что в классификаторе такие виды продукции, как БВМД и АВМД, отсутствуют вообще.

С принятием новых терминов «белково-витаминно-минеральный концентрат (БВМК)» и «амидо-витаминно-минеральный концентрат (АВМК)» попадают в группу 92 9600 «Продукция комбикормовой промышленности» в подгруппу «Концентрат кормовой» и им будет соответствовать код ОКП 92 9630.

Удостоверение качества и безопасности № _____ от

**Комбикорм для кур-несушек от 21 до 47 нед. (россыпь)
по ГОСТ Р 51851-2001 код ОКП 92 9611**

Содержит ферментный препарат «Ровабио» - 50 г/т

Обменная энергия, мин, **273** ккал/100 г

Гарантируемые показатели, %:		Дополнительные показатели:		Состав рецепта, % :		
сырой протеин, мин	16,5	содержание метал- ломаг-нитной примеси	17 мг/кг	кукуруза	27,20	
сырая клетчатка, макс	5,2			пшеница	18,56	
сырой жир, мин	5,2			шрот подсолнечный	15,50	
лизин, мин	0,8	крупность: остаток на сите с отвер- стиями диаметром 5 мм	0,9 %	ячмень	13,30	
метионин+цистин, мин	0,66			минеральная подкормка	5,75	
кальций, мин, макс	3,2 – 3,8			мука рыбная	4,80	
фосфор, мин, макс	0,4 – 0,7			дрожжи кормовые	4,10	
натрий, мин, макс	0,1 – 0,2			Введены на 1 тонну:	отруби пшеничные	4,00
поваренная соль, мин, макс	0,3 – 0,6			Витамины (Микровит):	морская ракушка	3,20
влажность, макс	13,0	А 1,0%	8,0 млнМЕ	масло подсолнечное	2,70	
		В ₁	1,5г	монокальцийфосфат	0,22	
		В ₁₂	0,01г	поваренная соль	0,20	
		В ₂	4,00г	лизин	0,12	
		В ₃	5,00г	метионин	0,10	
		В ₅	20,00г	минеральная смесь	0,10	
		В ₆	2,00г	микосорб	0,07	
		В ₉	0,40г	холин хлорид	0,05	
		Д ₃	1,6 млнМЕ	микровит	0,02	
		Е	10,00г	Окси Нил Драй	0,01	
		К ₃	2,00г	Итого	100	
		Микроэлементы (мин. смесь):				
		йод	0,70г			
		кобальт	0,50г			
		марганец	70,00г			
		медь	2,50г			
		селен	0,20г			
		цинк	70,00г			

Изготовитель: наименование предприятия, адрес

Потребитель: наименование предприятия, адрес

Дата изготовления

Срок хранения 1 месяц

Масса нетто партии, кг



Начальник ПТЛ

МП

Рис. 16.1

Удостоверение качества и безопасности № _____ от

**Комбикорм для откорма свиней до жирных кондиций (россыпь)
по ГОСТ Р 52255-2004 код ОКП 92 9612**

Изготовитель (поставщик): наименование предприятия,
адрес

Потребитель (заказчик):): наименование предприятия,
адрес

Дата изготовления: _____ Срок хранения: 2 месяца с даты изготовления
Масса нетто партии, _____ кг
№ партии _____ Вагон/авто № _____

Состав рецепта: **отруби пшеничные, шрот подсолнечный, пшеница, ячмень, зерно-
мель, минеральная подкормка, соль поваренная, премикс П 52-1**

Обменная энергия, мин, **219,977** ккал/100 г (9,21 МДж/кг)

Гарантируемые показатели, %:		
	Мин	Макс
сырой протеин	15,0	
сырая клетчатка		9,7
лизин	0,50	
кальций	0,8	1,2
фосфор	0,6	1,0
поваренная соль	0,6	0,9
влажность		14,5
Дополнительные показатели		
метионин+цистин, %	0,42	
треонин, %	0,40	
Остаток на сите:		
с отв. диаметром 5 мм, %	1,0	
с отв. диаметром 3 мм, %	5,0	



Начальник ПТЛ

МП

Рис. 16.2.

Изготовитель: наименование предприятия, адрес

Код ОКП 92 9141

Удостоверение качества и безопасности № _____ от

**Премиксы витаминно-минеральные 1% для кур-несушек
ГОСТ Р 52356-2005**

Отправитель		Дата изготовления		Приказ №	
Станция отправления		Вагон №		Накладная №	
Станция назначения		Машина		Дата выбоа	
Получатель		Вес, кг		Число мест	

Содержит антиоксидант 125 г/т

Гарантируемые показатели

Влажность, %, не более	13,0
Крупность: остаток на сите с сеткой № 1,2, %, не более	5,0
Содержание витаминов, мин.:	
А, млн. МЕ/т	600,0
D ₃ , млн. МЕ/т	160,0
Е, г/т	600,0
К ₃ , г/т	80,0
В ₁ , г/т	80,0
В ₂ , г/т	250,0
В ₅ , г/т	1800,0
Содержание микроэлементов, г/т, мин.:	
Цинк	3100,0
Марганец	4000,0
Медь	210,0
Железо	800,0
Кобальт	10,0
Дополнительные показатели:	
В ₃ , г/т	700,0
В ₆ , г/т	150,0
В ₁₂ , г/т	1,5
Йод, г/т, мин.	60,0
Стеарат кальция	8,0
Наполнитель: отруби пшеничные	

«Беречь от влаги»

Сертификат соответствия № _____
срок действия с _____ по _____

Срок хранения 4 месяца со дня выработки

Начальник ПТЛ
МП

ФИО

Рис. 16.3.

Удостоверение качества и безопасности № _____ от

Комбикорм для откорма крупного рогатого скота (гранулы)
ГОСТ Р 52254-2004

Код ОКП 92 9604

Кормовых единиц в 100 кг.....76,6

Состав рецепта, % :	
Отруби пшеничные	59,00
Кормовой зернопродукт	12,00
Мучка ячменная	10,50
Лузга ячменная	8,00
Шрот подсолнечный	6,00
Мел кормовой	3,00
Премикс минеральный	1,00
Поваренная соль	0,50
Итого:	100,00

Показатели качества, %:

сырой протеин.....13,2
кальций.....1,26
фосфор.....0,72
поваренная соль.....0,53
влажность.....10,6

Дополнительные показатели:

содержание металломагнитной примеси – 12,1 мг/кг, крупность гранул:
диаметр гранул - 5,0 мм, длина гранул - 10,0 мм, проход через сито с
отверстиями диаметром 2 мм – 4%, крошимость - 3,6 %

Изготовитель, наименование, его адрес:

Потребитель, его адрес:

Дата изготовления _____ Срок хранения 2 месяца _____

Масса нетто партии, кг _____

Сертификат соответствия №

«Беречь от влаги»

Начальник ПТЛ _____

МП

Рис. 16.4.

ГЛАВА 17. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СЫРЬЯ, ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Качество и безопасность комбикормов, представляющих собой многокомпонентную смесь продуктов растительного, животного и минерального происхождения, в основном определяется качеством исходного сырья. Из недоброкачественного сырья выработать комбикорм хорошего качества практически невозможно, поэтому следует ответственно подходить к выбору сырья и контролю его качества. Являясь высокопитательными продуктами, сырье и комбикорма одновременно могут служить субстратом для развития различных микробов и бактерий в процессе хранения. Поэтому при несоблюдении условий и сроков хранения они могут содержать бактериальные и грибные токсины, токсины жизнедеятельности амбарных вредителей, продукты окисления жиров и многое другое. То есть требуется контроль качества сырья и комбикормов в процессе хранения. Технологические приемы и различные способы обработки сырья при производстве комбикормов могут изменять качество, улучшая биохимические показатели и показатели безопасности, при условии надлежащего ведения технологического процесса и поддержания необходимых режимов обработки. Следовательно, необходим контроль технологического процесса. Таким образом, качество комбикормов определяется, во-первых, качеством используемого сырья; во-вторых, соблюдением условий и сроков хранения сырья и готовой продукции; в-третьих, правильностью ведения технологического процесса. Поэтому рациональная организация системы контроля качества на предприятии должна включать: а) всеобъемлющий контроль поступающего сырья; б) необходимый контроль сырья и готовой продукции при хранении; в) обоснованный контроль производственного процесса; г) регулярный контроль качества готовой продукции [37, 90].

17.1. Контроль сырья

Все сырье, поступающее для производства комбикормов, должно иметь сертификат соответствия по показателям безопасности.

Во избежание выработки недоброкачественных комбикормов на предприятии следует организовать оперативный контроль безопасности поступающего сырья. Из показателей безопасности необходимо определять токсичность каждой партии поступающего сырья растительного и животного происхождения, за исключением животных жиров и растительных масел, в которых следует контролировать кислотное и перекисное числа, и содержание токсичных элементов в минеральном сырье.

Для получения объективной оценки токсичности кормовых средств следует одновременно и параллельно проводить экспрессный метод биотестирования на инфузориях стилонихиях или колподах ацетонового и водного экстракта сырья по ГОСТ Р 52337. Нетоксичное сырье дальнейшим испытаниям не подвергается и используется в производстве без ограничений. Слаботоксичные и токсичные кормовые средства по биотесту на инфузориях отправляется поставщику или подвергается дополнительному биотестированию на мышах или кроликах, и только после этих испытаний нетоксичные корма используются по назначению. В кормах животного происхождения, кроме токсичности, рекомендуется также определять патогенную микрофлору (сальмонеллы, анаэробы, протей и др.).

В жирах почти всегда имеются свободные жирные кислоты, причем в растительных жирах их концентрация обычно более высокая, чем в животных. Содержание свободных жирных кислот может увеличиваться при длительном хранении семян масличных культур или полученного из них масла. В присутствии кислорода воздуха кислоты, входящие в состав жиров, могут частично окисляться и образовывать перекиси. Это явление наблюдается при порче жиров, а также при их высыхании. Использование таких жиров и масел при производстве комбикормов может повлиять на качество вырабатываемой продукции и на ее хранение. Показателями, характеризующими гидролитические и окислительные изменения в жирах, служат, соответственно, кислотное и перекисное числа. Поэтому, каждая партия животного жира и растительного масла, поступающая на комбикормовое предприятие, должна проверяться по этим показателям, значения которых не должны превышать нормативы, установленные стандартами на каждый вид жира или масла. Например, для подсолнечного масла в соответствии с ГОСТ Р 52465 кислотное число не должно превышать 6 мг КОН/г, перекисное – 10 ммоль активного кислорода/кг или 0,1% йода; для животного кормового жира, в соответствии с ГОСТ 17483, кислотное число не более 20 мг КОН/г, перекисное – не более 0,1% йода.

Целесообразно и в кормах животного происхождения определять кислотное и перекисное числа, характеризующие качество липидной фракции. Нормативы по этим показателям рекомендованы ВНИТИП: кислотное число – не более 20 мг КОН/г; перекисное число – не более 0,1 % йода [106].

Минеральное сырье может стать причиной завышенного уровня токсичных элементов в готовом комбикорме и белково-витаминно-минеральных концентратах. Поэтому каждая партия поступающего минерального сырья должна исследоваться на содержание свинца, ртути, кадмия и мышьяка. Кроме того, в кормовых фосфатах целесообразно определять содержание фтора.

После того, как определены основные показатели безопасности поступающего сырья, следует оценить его качество для расчета рецептов вырабатываемой продукции. Показатели качества сырья, используемого для производства комбикормовой продукции, можно разделить на две основные группы: показатели, декларируемые поставщиком в соответствии с нормативными документами, и специальные показатели, которые принимаются по согласованию между продавцом и покупателем.

Контроль зерна и продуктов его переработки

В производственно-технологической лаборатории предприятия обязательно проводится анализ зерна и продуктов его переработки по органолептическим показателям, влажности, зараженности вредителями хлебных запасов. По этим показателям зерно и продукты его переработки должны отвечать нормам и требованиям, указанным в соответствующих стандартах. Так как зерно и продукты его переработки вводятся в комбикорма в количестве 60-80%, то для составления рецепта и расчета его питательности целесообразно в каждой партии зерна определять содержание сырого протеина. Следует также определять натуру зерна (ячмень, овес), предназначенного для шелушения. Для ячменя она должна составлять не менее 605 г/л, для овса – не менее 490 г/л. Целесообразно такое зерно размещать на хранение в отдельных силосах. С целью обеспечения безопасных уровней содержания микотоксинов в комбикормах целесообразно осуществлять их контроль в зерне и составлять рецепты с учетом загрязненности сырья микотоксинами [107]. В России официально утверждены предельно допустимые концентрации (ПДК) для четырех микотоксинов (афлатоксин В1, Т-2 токсин, дезоксинилваленол или vomитоксин, охратоксин А). Контроль микотоксинов следует осуществлять с учетом их распространения в различных зерновых культурах. Афлатоксины чаще присутствуют в кукурузе, дезоксинилваленол обычно обнаруживается в пшенице, охратоксин распространен в ячмене и кукурузе, токсин Т-2 встречается в зерновых, но чаще непосредственно в комбикормах, что связано с их пониженной устойчивостью к действию плесневых грибов при хранении.

Контроль жмыхов и шротов

При приеме всех видов жмыхов и шротов следует проводить органолептический анализ, определять влажность, содержание сырого протеина, в подсолнечных жмыхах и шротах – содержание сырой клетчатки. Обязательно требуется измерение температуры жмыхов и шротов, которая не должна превышать 35°С, а в летнее время - температуру окружающего воздуха более чем на 5°С. В отдельных видах жмыхов и шротов следует определять специфические показатели, указанные в нормативных документах на них. Так, в хлопковом шроте – свободный госсипол, содержание которого ограничено величиной

0,02%; в рапсовых жмыхах и шротах – изотиоцианаты, содержание которых не должно превышать 0,8%; в соевом жмыхе и шроте – активность уреазы, значение которой должно быть в пределах 0,1-0,3 ед. рН и 0,1-0,2 ед. рН, соответственно.

Известно, что соевый шрот подвергается тепловой обработке (тостированию) для устранения антипитательных факторов (ингибиторы трипсина, лектины и др.), препятствующих усвоению белка. Тостирование ведется при температуре 100-105°C и влажности материала от 15 до 25% в течение 15-30 минут, что создает определенную защиту для питательных веществ и одновременно способствует усилению процесса разрушения антинутриентов. С целью сокращения длительности обработки многие производители снижают уровень влажности материала и, увеличивая температуру, добиваются необходимой степени разрушения уреазы и ингибитора трипсина. Однако снижение влажности на стадии тостирования приводит к меньшей защищенности продукта от перегрева и от возможного ухудшения питательной ценности. Чрезмерный нагрев шрота вызывает глубокую денатурацию белков, снижение их переваримости, а также потерям метионина и цистина. Поэтому при оценке качества соевого шрота следует определять суммарную массовую долю растворимых протеинов по ГОСТ 13979.3, уровень содержания которых должен находиться в пределах от 75 до 90%. При значении этого показателя ниже 75% шрот считается «пережаренным», а его использование - экономически неоправданным.

Для оценки качества термообработанной полножирной сои помимо активности уреазы, характеризующей степень разрушения антипитательных веществ, целесообразно определять еще и активность ингибиторов трипсина, так как активность уреазы не всегда объективно отражает уровень воздействия обработки на антипитательные вещества. В случае использования казеинолитического метода для определения активности ингибиторов трипсина [3], значение показателя должно находиться на уровне 3,5-8,5 мг/г в пересчете на абсолютно сухое обезжиренное вещество. Кроме того, необходимо оценить степень растворимости протеина, характеризующей уровень доступности и переваримости протеина пищеварительными ферментами. Для чего определяют или индекс дисперсности белка (PDI), или индекс растворимости азота (NSI), или водорастворимую фракцию белка. Во всех случаях определяется количество протеина или азота, переходящего в водный раствор, и выражается в процентах от содержания сырого протеина или общего азота. Первые два показателя широко используются Американской соевой ассоциацией для оценки растворимости соевых белков. Соя считается оптимально обработанной, если значение PDI находится в пределах от 15 до 30%. Индекс растворимости азота можно пересчитать в PDI по формуле: $PDI=1,07(NSI)+1$ [108]. Водорастворимая фракция белка определяется методом Осборна по [109], который изложен в ТУ 9296-038-00932117-2004 «Соя

полножирная кормовая. Технические условия». Исследованиями ВНИИКП установлено, что в оптимально обработанной полножирной сое доля водорастворимой фракции должна составлять 15-30% от сырого протеина.

Контроль сырья животного происхождения и кормовых дрожжей

Схема контроля рыбной муки представляет собой органолептический анализ, определение влажности, содержания сырого протеина, сырого жира, кальция, фосфора и хлоридов. При подозрении на фальсификацию в сырье следует определить истинный белок по Барнштейну и по разнице между сырым протеином и истинным белком, которая должна составлять 4-8 %, оценивают качество. Кроме того, определяют массовую долю мочевины, которая не должна превышать 0,3%, и аминокислотный состав, который в зависимости от содержания сырого протеина должен соответствовать следующим нормам (табл. 17.1).

Таблица 17.1

Количество протеина и аминокислот в рыбной муке, %

Сырой протеин	Лизин	Метионин	Метионин+цистин
52	4,60	1,49	2,05
58	4,75	1,67	2,43
63	5,56	1,80	2,39
68	5,65	2,00	3,05

Оценка качества мясной, мясокостной, кровяной и перьевой муки заключается в определении органолептических показателей, влажности, сырого протеина, сырой золы. Определение истинного белка проводят при подозрении на фальсификацию.

В каждой партии сухого молока помимо органолептических показателей и влажности, определяется сырой протеин и кислотность.

Кормовые дрожжи и другие продукты микробиологического синтеза (белотин, биотрин и др.) контролируют по органолептическим показателям, влажности, сырому протеину, истинному белку, выборочно определяют бактериальную обсемененность.

Контроль минерального сырья

Входной контроль минерального сырья включает обязательное определение в каждой партии органолептических показателей, влажности, крупности. При необходимости определяется металломагнитная примесь, нерастворимый в соляной кислоте остаток, а также содержание кальция и фосфора в кормовых фосфатах, кальция – в известняковой муке, меле, ракушке.

Контроль животного жира и растительного масла

В каждой партии животного жира и растительного масла определяются органолептические показатели, влажность. Эти показатели должны соответствовать характеристикам и нормам, указанным в нормативной документации на соответствующие жиры и масла. Например, для кормового животного жира по ГОСТ 17483 влажность не должна превышать 0,5%, растительного подсолнечного масла по ГОСТ Р 52465 – 0,3%.

Контроль мелассы

Контроль мелассы при приеме включает определение цвета, который должен быть от коричневого до темно-бурого, запаха, содержания сухих веществ (не менее 75%). Выборочно определяется величина рН, которая должна быть в пределах 6,5-8,5 единиц.

Контроль премиксов

Поступающие на предприятие премиксы контролируются по органолептическим показателям, влажности, крупности. Кроме того, необходимо проверять содержание витаминов, выборочно одного или нескольких, и также микроэлементов, особенно при смене поставщика. Рекомендуются периодически проводить полный анализ витаминного и минерального состава премиксов.

Контроль сырья при хранении

Поступающее на предприятие сырье подлежит хранению. Сырье разных видов хранится отдельно с учетом качества. Зерно, продукты его переработки, гранулированное сырье преимущественно размещают в силосах, трудносыпучее сырье – в силосах, оборудованных специальными выгрузными устройствами. Сырье животного происхождения, кормовые дрожжи, премиксы, поступающие в мешках, хранятся в штабелях, минеральное сырье – насыпью в складах напольного хранения или в контейнерах, меласса, растительное масло – в накопительных резервуарах, жир до подачи в производство может храниться в бочках.

Контроль сырья при хранении включает постоянный контроль температуры в силосах, насыпи жмыхов и шротов, штабеле мешков с травяной мукой. В случае обнаружения повышения температуры следует немедленно охладить сырье путем его перемещения по транспортным механизмам или в свободные силосы, или в первую очередь подать его в производство, а также усилить вентиляцию и проветривание склада. При обнаружении процесса активного самосогревания следует руководствоваться инструкциями по хранению жмыхов и шротов, травяной муки на комбикормовых предприятиях, а также соблюдать правила пожарной безопасности. Необходимо установить систематический контроль качества сырья при хранении. Следует постоянно определять органолептические показате-

тели всего сырья, зараженность вредителями хлебных запасов зерна и продуктов его переработки не реже двух раз в месяц. При обнаружении отклонений от нормы органолептических показателей и при превышении сроков хранения обязательно определяется токсичность всего сырья, кроме животного жира и растительного масла, которые анализируются на кислотное и перекисное числа, в кормах животного происхождения дополнительно определяется патогенная микрофлора, выборочно - основные показатели качества.

17.2. Контроль технологического процесса

Качество готовой продукции определяется не только качеством сырья, но и технологическим процессом и работой оборудования. Ответственность за ведение контроля технологического процесса возлагается не только на производственно-технологическую лабораторию, но и производственный персонал, который должен контролировать и обеспечивать техническое и санитарное состояние приемных точек сырья, определять места складирования с учетом возможности подачи любого его вида в производство, следить за состоянием тары, упаковки и маркировки, транспортных средств, выполнять необходимые санитарные требования. Производственный персонал осуществляет ведение журналов или карт размещения сырья в силосах, формирование штабелей и оформление штабельных ярлыков, определение внешнего вида, цвета и запаха сырья, при наметившемся ухудшении качества сырья, истечении срока хранения принимает меры по их устранению. Кроме того, производственный персонал контролирует подачу сырья в производство и соответствие перемещаемого сырья заданному в рецепте.

Технохимический контроль производства комбикормов должен осуществляться по основным технологическим операциям: очистка сырья, отделение пленок, измельчение, влаго-тепловая обработка зерна, дозирование и смешивание компонентов, экспандирование и гранулирование продукции, обогащение жидкими компонентами.

Очистка сырья от сорных, зерновых и металломагнитных примесей

Работу очистительных машин настраивают в зависимости от вида и качества зерна, перед началом работы проверяют целостность сит. Режим работы сепаратора должен обеспечить максимальное отделение сорных и минеральных примесей и исключить попадания зерна в отходы. В очищенном зерне не должно содержаться крупных сорных примесей (остаток на сите с отверстиями диаметром 10-16 мм), минеральной примеси должно быть не более 0,25%. Не реже одного раза в смену аппаратчик должен визуально определять посторонние сорные и минеральные примеси в очищенном зерне и случайные круп-

ные примеси в незерновом сырье. Некормовые отходы, подлежащие уничтожению, должны содержать не более 2% полезного продукта.

Для обеспечения магнитной защиты не менее одного раза в смену контролируется техническое состояние магнитной установки и качество очистки магнитов. Металломагнитные примеси помещаются в закрытый ящик, данные об их количестве и характеристики заносятся в специальный журнал. Рекомендуется не реже одного раза в квартал проверять магнитную индукцию магнитов в магнитных заграждениях специальным прибором. Магнитной индукции в центре полюса каждого магнита должна быть не менее 100 мТл. При необходимости лаборатория определяет содержание металломагнитных примесей в очищенном сырье, которое не должно превышать 20 мг/кг при полном отсутствии крупных частиц размером более 2 мм.

Отделение пленок у ячменя и овса

Аппаратчик через каждые два часа работы шелушителя должен визуально определять количество не полностью обрушенных зерен, которое должно составлять не более 5% для ячменя и не более 15% для овса. Периодически следует определять выход шелушенного зерна по разнице в массе поступающего и отпускаемого зерна. Норма выхода шелушенного ячменя составляет не менее 80%, шелушенного овса – не менее 55%. В среднесменном образце определяется содержание сырой клетчатки, которой должно быть не более 3,5% в ячмене и не более 5,3% в овсе.

Измельчение

Перед началом работы дробилки необходимо проверить ее техническое состояние и целостность сита. Через каждые два часа работы аппаратчик визуально должен контролировать наличие целых зерен в размоле, а лаборатория – крупность размола по ГОСТ 13496.8. Крупность размола, характеризующаяся остатками на ситах, должна соответствовать нормам, указанным в стандартах на комбикорм, для которого измельчается зерно, или заявленным потребителем.

Влаго-тепловая обработка зерна

Производственный персонал, обслуживающий линию экструдирования или плющения, должен постоянно следить за техническим состоянием оборудования. При кондиционировании зерна по приборам следует вести наблюдение за давлением пара и температурой пропаренной смеси, при экструдировании – за нагрузкой на двигатель, температурой продукта на выходе из экструдера, при плющении – за нагрузкой на двигатель и режимами работы сушилki-охлаждителя.

В среднесменном образце обработанного зерна определяют степень деструкции крахмала по количеству образовавшейся глюкозы при гидролизе крахмала в присутствии амилолитических ферментов в течение двух часов.

Дозирование и смешивание

Точность работы дозирующих устройств должна постоянно проверяться производственным персоналом совместно с лабораторией, не менее двух раз в смену и при настройке на изготовление по новому рецепту. Точность дозирования на весовых и тензометрических дозаторах указывается в паспорте и должна составлять $\pm 0,1-1,0\%$, на объемных – $\pm 3,0\%$. Контроль точности весовых, тензометрических и объемных дозаторов подробно описан в главе 7.4 настоящей книги. В случае отклонения заданного количества выше допустимого производится настройка дозаторов оператором на пульте управления или дозаторщиком совместно с ПТЛ. Многокомпонентные весовые и тензометрические дозаторы должны работать в автоматическом режиме по заданной программе.

Контроль смесителя периодического действия заключается в проверке продолжительности смешивания, которая устанавливается паспортным режимом и проводится производственным персоналом совместно с ПТЛ. Длительность смешивания в отечественных ленточных противоточных смесителях должна быть не менее 4 минут. При установке в одной линии двух смесителей последовательно общая продолжительность смешивания также должна быть не менее 4 минут, если смесители устанавливаются параллельно, то в каждом смесителе продолжительность смешивания должна быть не менее 4 минут. Современные смесители периодического действия обеспечивают требуемую однородность смеси за меньший промежуток времени – 2 минуты. Смесители непрерывного действия при объемном дозировании должны работать в паспортном режиме.

Основной критерий оценки эффективности работы смесителя – однородность получаемой смеси, ее определяют при отработке новых рецептов. Для этого отбирают не менее 10 проб готовой продукции на выходе из смесителя и определяют в них содержание одного из компонентов, входящих в смесь в малых количествах, например поваренной соли. Далее рассчитывается однородность по формуле:

$$K_o = \left(-\frac{1}{\bar{X}} \cdot \sqrt{\frac{\sum x_i - \bar{X}}{n}} \right) 100\% \quad (7.1)$$

где: K_o – однородность смеси, %;
 x_i – фактическое содержание компонента в одной пробе, %;
 \bar{X} – среднее содержание компонента в отобранных пробах, %;
 n – количество проб.

Современные смесители обеспечивают однородность смеси до 95%.

Экспандирование продукции

Производственный персонал, обслуживающий линию экспандирования, должен постоянно следить за режимами процесса кондиционирования и экспандирования. При кондиционировании комбикорма по приборам следует вести наблюдение за давлением пара и температурой пропаренной смеси, при экспандировании – за нагрузкой на двигатель, давлением на подшипник, температурой продукта на выходе из экспандера.

При запуске линии экспандирования и при переходе с одного рецепта на другой в лаборатории обязательно определяется влажность и крупность рассыпного комбикорма.

Гранулирование продукции

Перед началом работы установки для гранулирования производственный персонал должен проверить техническое и санитарное состояние оборудования линии, в процессе работы - постоянно по приборам следить за режимами работы машин: нагрузкой на двигатель пресса, давлением, расходом и температурой пара, при запуске – органолептически определить степень увлажнения и сцепления частиц пропаренной смеси, через два часа работы охладителя – проверить температуру охлажденных гранул. При выработке крупки необходимо проверять зазор между валками измельчителя, правильность установки соответствующих сит в просеивающей машине, их состояние и целостность. В среднесменном образце лабораторией определяется влажность рассыпного комбикорма, переданного на гранулирование, готовых гранул и крупки, диаметр и длина гранул, содержание мелкой фракции (проход сита с отверстиями диаметром 2 мм), крошимость и разбухаемость гранул, предназначенных для рыб.

Ввод жидких компонентов

Технологический контроль заключается в наблюдении за техническим состоянием аппаратуры линии ввода жидких компонентов, проверке температуры нагрева мелассы, кормового животного жира. Работу насосов-дозаторов контролируют не реже двух раз в смену по показателям расходомеров или мерных емкостей.

Не реже одного раза в неделю ветеринарный врач контролирует выполнение ветеринарно-санитарных правил на всех участках производства.

17.3. Контроль готовой продукции

Вырабатываемые на предприятиях комбикорма по показателям безопасности должны соответствовать ветеринарно-санитарным требованиям, утвержденным в установленном порядке. Порядок и периодичность контроля качества готовой продукции по показателям безопасности устанавливает производитель.

Контроль комбикормов по номенклатуре гарантируемых показателей осуществляют органы государственного надзора. В число гарантируемых показателей обычно входят влажность, крупность, содержание металломагнитной примеси, для гранулированных комбикормов – диаметр и длина гранул, проход через сита с отверстиями диаметром 2 мм, крошимость. Кроме этого, для всех комбикормов в число гарантируемых показателей входят показатели питательности: содержание сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, кальция, фосфора и др.

На предприятии организуется выборочный контроль каждой партии выпускаемой продукции по гарантируемым показателям согласно разработанной и утвержденной схемы теххимического контроля.

Качество комбикормов в значительной степени зависит от условий хранения. При хранении комбикормов ведется контроль температуры, влажности, органолептических показателей, зараженности вредителями хлебных запасов. Температуру комбикорма в силосах измеряют ежедневно; в штабелях - через 15 дней, если температура комбикормов 0°C и ниже; через 7 дней, если температура комбикормов выше 0°C и до +20°C; через 3 дня, если температура комбикормов выше +20°C. От температуры комбикормов зависит периодичность отбора проб для определения органолептических показателей и зараженности вредителями хлебных запасов. При температуре комбикормов +10°C и ниже пробы отбирают через 15 дней; при температуре комбикормов выше +10°C – через 7 дней. Органолептические показатели и зараженность определяют по образцам, отобраным по отдельным секциям, силосам, штабелям. Влажность комбикормов при хранении определяют не реже одного раза в 15 дней. Результаты проверки комбикормов при хранении заносят в хронологическом порядке в журнал наблюдений и штабельный ярлык. При отгрузке комбикормов производственный персонал проверяет санитарное состояние транспортных средствах, которые должны быть, сухими, чистыми, без постороннего запаха, а также обеспечивает защищенность продукции от атмосферных осадков. При обнаружении отклонений по органолептическим показателям или влажности и превышении допустимых сроков хранения комбикорма проверяются на токсичность и содержание основных питательных веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ануфриев Б. Комплектное оборудование для производства комбикорма. Ж. Комбикорма, № 2, 2001
2. Афанасьев В.А. Системный анализ технологических процессов комбикормового производства, Воронеж, 1999
3. Афанасьев В.А. Теория и практика специальной обработки зерновых компонентов в технологии комбикормов, Воронеж, ВГУ, 2002
4. Афанасьев В.А., Орлов А.И. Система технологических процессов комбикормового производства, Воронеж, 2002
5. Афанасьев В.А., Орлов А.И. Углубленная обработка зерна при производстве комбикормов. Ж. Комбикорма, № 4, 1999
6. Афанасьев В.А., Орлов А.И. Технология производства комбикормов для животноводческих комплексов. – М. Из-во ЦНИИТЭИ, 1984
7. Афанасьев В.А., Плаксина Л.А. Эффективность двухстадийного измельчения сырья при производстве комбикормов для животноводческих комплексов. Труды ВНИИКП, в. 33, 1989
8. Афанасьев В.А., Плаксина Л.А. Анализ технологического процесса производства комбикормов для свиноводческих комплексов на комбикормовых заводах. Труды ВНИИКП, в. 30, 1987
9. Афанасьев В.А., Щерблякин В.В., Картунов Л.А. Установки для ввода жидких комбикормов. Ж. Комбикорма, № 1, 2005
10. Афанасьев В.А., Щерблякин В.М., Клевцов Е.В. Автоматизация комбикормового производства. Ж. Комбикорма, №
11. Беззубцев А., Ефремов К.И., Орлов Е.Л. Блочно-модульный комбикормовый завод. Ж. Комбикорма, № 6, 2005
12. Бенкен И.И. и др. Активность ингибиторов трипсина и химотрипсина в семенах гороха. Бюл. ВИР, в. 193, 1989
- 12а. Бенкен И.И. Определение активности ингибиторов трипсина в семенах зерновых бобовых культур казеинолитическим методом//Бюл. ВИР, 1982.-Вып. 121.
13. Бессонова Л.П., Орлов А.И., Андреещев С.Д. Выбор оптимальной структуры технологического процесса производства комбикормов. Труды ВНИИКП, № 34, 1990
14. Бессонова Л.П., Чернышова Г.Д. и др. Моделирование и модернизация технологического процесса производства комбикормов. Труды ВНИИКП, в. 34, 1990
15. Бойко Л.Я. Исследование процесса смешивания БВД. Дисс... к.т.н., 1976

16. Бойко Л.Я., Каликина Т.Ф. Результаты исследований по использованию кормовых форм лизина при производстве комбикормов. Материалы IV международного симпозиума, 1983
17. Боциев Ф., Козлов С., Верига Л. АСУТП линии производства комбикормов. Ж. Комбикорма, № 6, 2005
18. Бутковский В.А. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства. – М. Колос, 1981
19. Винаров А.Ю. Промышленная технология кормового белка. Сборник тезисов докладов 2-й Международной конференции. М. 1998
20. Глебов Л.А. Повышение эффективности измельчения компонентов комбикормов. Обзорная информация. Комбикормовая промышленность. – М. ЦНИИТЭИ, 1984
21. Егоров Г.А. Влияние тепла и влаги на процессы переработки и хранения зерна. – М. Колос, 1973
22. Егоров Г.А. Технологические свойства зерна. – М. Агропромиздат, 1975
23. Егоров Г.А. Управление технологическими свойствами зерна. Воронеж, ВГУ, 2000
24. Зверев С.В. Повышение эффективности измельчения ИК-обработанного зерна. Дисс... д.т.н. – М. 1995
25. Зоткин В.И. Разработка технологии ввода мелассо-карбамидного раствора в комбикорма при гранулировании. Дисс... к.т.н. – М. 1985
26. Зоткин В.И., Новиков С.С. Исследование технологии шрота рапсового в комбикорма. Труды ВНИИКП, в. 30, 1987
27. Ильясов С.Г. Теоретические основы инфракрасного облучения пищевых продуктов. Дисс... д.т.н. – М. 1977
28. Инструкция о работе производственных технологических лабораторий предприятий отрасли хлебопродуктов в РФ, № 9-5-94
29. Инструкция по хранению жмыхов и шротов на комбикормовых предприятиях. – Воронеж, 1999
30. Инструкция по хранению комбикормов. – Воронеж, 1999
31. Казаков Е.Д., Кретович В.Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. – М. Колос, 1980
32. Касьянов Б.В. Технология и оборудование комбикормовых цехов в хозяйствах. Ж. Комбикорма, № 1, 1999
33. Кириллов М.П., Калинин В.В., Клейменов В.И. Эффективность использования экструдированного ячменя в комбикорме-стартере для телят. Корма и кормление сельскохозяйственных животных. № 1, 1986

34. Клычев Е. Система технологий и машин для небольших предприятий. Ж. Комбикорма, № 1, 2000
35. Клычев Е. Направления в развитии комбикормовых технологий. Ж. Комбикорма, № 3, 2000
36. Кожарова Л.С. Особенности производства премиксов и БВД. Ж. Комбикорма, № 3, 2000
37. Кожарова Л.С. Основы комбикормового производства. – М. Пищепромиздат, 2004
38. Козьмина Н.П. Биохимия зерна и продуктов его переработки. – М. Колос, 1976
39. Крохина В.А. и др. Ячмень различной обработки в комбикормах-стартерах. Ж. Животноводство, № 4, 1995
40. Крюков В. О конкуренции и реконструкции. Ж. Комбикорма, № 4, 2005
41. Крюков В. Контроль однородности комбикормов. Ж. Комбикорма, № 7, 2005
42. Левицкая Л.Ф. Исследование технологического процесса измельчения гранул в комбикормовом производстве. Канд. дисс., 1968
43. Лисицына Н.В. Исследование способов термической и гидротермической обработки ячменя при производстве комбикормов. Дисс... к.т.н. – М, 1978
44. Лоскутов А. Дробильное оборудование. Ж. Комбикорма, № 4, 2000
45. Лоскутов А. Техника для производства комбикормов. Ж. Комбикорма, № 5, 2000
46. Лысенко В.П., Шабаев С.В. Оборудование и технологии для производства комбикормов. г. Сергиев Посад, 2005
47. Лыткина Л.И. Совершенствование технологии комбикормов заданной крупности для сельскохозяйственной птицы. Автореф. канд. дисс. Воронеж, 2004
48. Максаков В.Я., Дюкарев В.В. Организация производства комбикормов в колхозах и совхозах. – М. Знание, 1975
49. Мартыненко Я.Ф. Промышленное производство комбикормов. – М. Колос, 1975
50. Методические рекомендации для расчета рецептов комбикормовой продукции. – М, 2003
51. Мироненко А.В. Биохимия люпина. – Минск, Наука и техника, 1975
52. Мещеряков И.Б. К вопросу повышения качества очистки сырья и готовой продукции от металломагнитных примесей. Труды ВНИИКП, № 25, 1984
53. Наумов И.А. Совершенствование кондиционирования и измельчения пшеницы и ржи. – М. Колос, 1975

54. Новотный Л. Развитие технологии производства комбикормов. Материалы IV Международного симпозиума, 1989
55. Оборудование для комбикормового производства. Ж. Комбикорма, № 8, 2005
56. Определить пути рационального использования, объемы производства и питательную ценность вторичных кормовых ресурсов, получаемых на предприятиях области, для выработки комбикормов и кормовых смесей. Отчет ВНИИКП», В. 1991
57. Орлов А.И. Современное состояние и перспективы развития технологии производства комбикормов. Труды ВНИИКП, в. 26, 1985
58. Орлов А.И., Кретов С.И., Лыткина Л.И., Бессонова Л.П. Метод анализа технологических схем комбикормовых заводов с применением циклограмм. Труды ВНИИКП, вып. 29, 1986
59. Орлов А.И., Петров Н.В., Лыткина Л.И. Экспериментальные исследования процесса измельчения зерна при производстве комбикормов для сельскохозяйственной птицы. Труды ВНИИКП, № 34, 1990
60. Орлов А.И., Подгорнова Н.М., Петров Н.В. Обоснование технологии производства комбикормов выравненного гранулометрического состава для сельскохозяйственной птицы. Труды ВНИИКП, № 37, 1991
61. Орлов А.И., Подгорнова Н.М. Производство комбикормов с применением экструзионной технологии. Обз. инф. сер. Комб. пром. ЦНИИТЭИ, № 12, 1990
62. Орлов А.И., Петров Н.В., Кожевникова Г.А. и др. Новая технология производства комбикормов выравненного состава для птицы. Обзорная информация. – М. 1994
63. Пайскер М. Улучшение качества комбикормов посредством экспандирования. Ж. «Allgemeiner Munlen-Markt», 1992
64. Панин И.Г., Щеблыкин В.М. Эффективная система дозирования и смешивания – залог высокого качества. Ж. Комбикорма, № 1, 2000
65. Панфилов В.А. Научные основы развития технологических линий пищевых производств. – М. Агропромиздат, 1986
66. Панфилов В.А. Технологические системы пищевых производств. – М. Пищепромиздат, 1998
67. Пахомов В. Проектирование внутрихозяйственных комбикормовых предприятий. Ж. Комбикорма, № 5, 2005
68. Петров Н.В., Орлов А.И., Подгорнова Н.М. Аналитическое обоснование производительности линии гранулирования при выработке комбикормов выравненного гранулометрического состава. Труды ВНИИКП, № 36, 1991
69. Пестов Н.Е. Физико-химические свойства зернистых и порошкообразных химических продуктов. – М-Л. Госхимиздат, 1977
70. Петрухин И.В. Корма и кормовые добавки. – М. Росагропромиздат, 1989

71. Правила организации и ведения технологических процессов производства продукции комбикормовой промышленности. – Воронеж, 1991, 1997
72. Правила сертификации кормов и кормовых добавок на соответствие установленным требованиям. Утв. Госстандартом РФ 23.07.94 г.
73. Производство комбикормов для прудовых рыб. – М. Колос, 1976
74. Производство и использование комбикормов. Под редакцией Денисова Н.И. – М. Колос, 1964
75. Прокопенко А.Ф., Вихорнов Б.Л. Анализ эффективности применения технологических схем измельчения сырья на комбикормовых предприятиях. Труды ВНИИКП, № 36, 1991
76. Прокопенко А.Ф., Вихорнов Б.Л. К вопросу повышения производительности процесса ситового сепарирования. Труды ВНИИКП, № 30, 1987
77. Пунков С.П., Ким Л.В., Фейденгольд В.Б. Проектирование элеваторов и хлебоприемных предприятий с основами САПР, Воронеж, 1996
78. Резчиков В.А. Теплофизические и технологические методы повышения эффективности сушки зерна. Дисс...д.т.н. – М., 1988
79. Рекомендации по бестарному хранению трудносыпучего сырья и комбикормов. Технологические требования для экспериментального проектирования силосов. – М., 1982
80. Рекомендации по обеззараживанию, обезвреживанию и использованию рекомендуемого сырья и готовой продукции в комбикормовой промышленности и сельскохозяйственных предприятиях. Утв ГК СМ СССР 31.10.89
81. Рядчиков В.Г. Улучшение зерновых белков и их оценка. – М. Колос., 1978
82. Семенов Е.В., Глебов Л.А. Анализ эффективности процесса измельчения зерна в молотковой дробилке. Труды ВНИИКП, в. 34, 1990
83. Семенов Е.В., Глебов Л.А. Моделирование процесса измельчения компонентов комбикормов в ударной системе, замкнутой ситовой поверхностью. Труды ВНИИКП, в. 34, 1990
84. Спесивцев А., Куликов В., Пашков А. Мы служим нашим клиентам. Ж. Комбикорма, № 5, 2005
85. Сыроватка В.И. Методика расчета технологических схем комбикормовых предприятий. Ж. Мукомольно-элеваторная и комбикормовая промышленность, № 5, 1980
86. Трофимов В.Е., Любимов С.П. Теоретическое обоснование возможности повышения производительности пресса-гранулятора. Труды ВНИИКП, в. 34, 1990
87. Трунова Л.А., Бойко Л.Я. Приемы переработки сои, пригодные для кормопроизводства. Ж. Аграрный эксперт, Ставрополь, 2005

88. Трунова Л.А., Бойко Л.Я., Зоткин В.И., Петров Н.В. и др. Получение полножирной сои на современных экструдерах. Ж. Комбикорма, № 8, 2003
89. Фарахманд Х.М. Требования к комбикормовому заводу будущего. Сборник тезисов докладов II международной конференции. М. 1998
90. Филиппов М. Как обеспечить контроль безопасности и качества продукции. Ж.Комбикорма, № 7, 8, 2005, № 1, 2006
- 90а. Филимонов Ю. Скоростные смесители фирмы ТЕХНЭКС. Ж. Комбикорма, № 3, 2001
- 90б. Фицев А.И. Повышение качества и эффективности использования зерна бобовых в рационах сельскохозяйственных животных. О.И. ВНИИТЭИагропром, М., 1992
91. Чеботарев О.Н., Шаззо А.Ю., Мартыненко Я.Ф. Технология муки, крупы и комбикормов. – М. РД, 2004
92. Чемодуров А.А. и др. Белково-витаминные добавки. – М. Колос, 1977
93. Черепанов С. Технология и оборудование для производства премиксов и комбикормов. Ж. Комбикорма, № 1, 1999
94. Черняев Н.П. Технология комбикормового производства. – М. Колос, 1992
Сборник задач и упражнений по технологии комбикормов. – М. ЦНИИТЭИ «Хлебопродуктинформ», 1995
95. Чернышев Н.И., Панин И.Г. Компоненты комбикормов. Воронеж, 2005
96. Чернышев Н.И. Компоненты премиксов. Воронеж, 2005
97. Шевандина В.М. Исследование процесса вибромеханического смешивания компонентов премиксов. Канд. дисс., 1978
98. Шевандина В.М., Ковалева Г.П. Перспективные технологические схемы переработки зернового, мучнистого и гранулированного сырья при производстве комбикормов. Труды ВНИИКП, № 20, 1982
99. Шевцов А.А., Лыткина Л.И., Пашенко Л.П. Технология энергосбережения в процессе приготовления комбикормов для птицы. Материалы международной конференции. Воронеж, 2003
100. Щеблыкин В.М. Современные средства автоматизации технологических процессов. Ж. Комбикорма, № 5, 2005
101. Feed Manufacturing Technology, III, American feed industry association, ING, 1985
102. Technology Mischfuttermittel, VEB Fachbuchverlag Zeipzig, 1981
103. Technology vjroby Krmiv a ipravy plodin, Praha, 1980
104. Beaven Don, Feed Mill Design, Milling Feed and Fertiliser

105. Кшешиньский Я. Современные методы производства кормов. Перевод с польского, Г-32001, М. 1981
106. Рекомендации по кормлению сельскохозяйственной птицы/Под общ. ред. ак. РАСХН В.И. Фисинина.- Сергиев Посад: ВНИТИП, 2004.
107. В.И. Фисинин и др. Кормление сельскохозяйственной птицы.- Сергиев Посад: ВНИТИП, 2004.
108. Практическое руководство по переработке и использованию сои/Под ред. Д. Эриксона/Пер. с англ. Под ред. М. Доморощенковой.-М.: Макцентр,2002.
109. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. - М.: Агропромиздат,1985.