

# 1. ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

## 1.1. Особенности формирования животноводческих предприятий

Предприятия животноводческого комплекса представляют собой сложную систему, состоящую из совокупности взаимосвязанных элементов – логистических звеньев, между которыми установлены функциональные связи и отношения. Это непосредственные производители животноводческой продукции: крупные и средние предприятия, мелкие хозяйства населения, фермерские хозяйства и изготовители комбикормов – отдельные комбикормовые предприятия, а также собственные специализированные цеха в хозяйствах.

Тип производственных помещений и потребность в них зависят от вида и структуры поголовья животных, принятой системы содержания. При выборе проекта необходимо предусмотреть выполнение следующих зоотехнических и инженерных требований:

- внедрение комплексной механизации и автоматизации технологических процессов; применение прогрессивной технологии содержания и кормления животных и птицы;
- соответствий объема помещений и размеров элементов зданий нормам для размещения поголовья животных или птицы;
- обеспечение противопожарных и санитарных норм.

В зависимости от конкретных условий (планировочного решения, изменения функций объектов, радиуса их обслуживания и др.) состав объектов по производству молока, говядины и свинины может содержать производственные зоны, приведенные в таблице 1.1.

Размеры территории производственной зоны зависят от специализации хозяйств, структуры и мощности сельскохозяйственных предприятий, входящих в состав производственной зоны, взаимного их расположения при условии соблюдения установленных санитарных, зооветеринарных и противопожарных разрывов.

Для помещений крупного рогатого скота нормы площади на одно животное при привязном содержании составляют 8...10 м<sup>2</sup>, при беспривязном – 5...6 м<sup>2</sup>, на откорме 3,5...4 м<sup>2</sup>. Фронт кормления зависит от возраста крупного рогатого скота и колеблется в пределах 0,5...1,0 м.

Состав зон комплексов (ферм) по производству молока,  
говядины и свинины

Зона	Наименование объектов
Административно-хозяйственная	Административно-бытовое здание, столовая, ветеринарно-санитарный пропускник, лаборатория, медпункт, пожарное депо и другие.
Основного назначения (производственная)	Здания и сооружения для содержания животных и объекты обслуживающего назначения - доильно-молочный блок, родильная, выгульные площадки, ветеринарно-санитарный пропускник.
Хранения и приготовления кормов	Кормоцех, комбикормовый цех, здания и сооружения для хранения кормов - силосная траншея, сарай для сена, корнеплодохранилище.
Вспомогательных зданий и сооружений	Объекты, имеющие значение для всего комплекса, размещенные в пределах огражденной территории: - котельная; - ветпункт с изолятором; - водонапорная башня, артскважина.
Сооружений для хранения и переработки навоза	Навозохранилища, сооружения для переработки навоза.

Для свиноматок при индивидуальном содержании норма площади на одно животное равна 4,0...5,0 м<sup>2</sup>, при групповом – 2,5...3,0 м<sup>2</sup>; при откорме свиней – 0,65...0,70 м<sup>2</sup>, а для молодняка – 0,2...0,4 м<sup>2</sup>. Фронт кормления для свиней составляет 0,2...0,5 м.

При напольном содержании кур-несушек по норме на 1 м<sup>2</sup> размещают 4...5 голов, при клеточном содержании – 11 голов.

В таблице 1.2 приведены размеры территории крупных животноводческих комплексов и ферм.

При выборе плана, проектируемое предприятие должно быть лучше аналога с точки зрения экономики – единовременные затраты и эксплуатационные, расходы на амортизацию и текущий ремонт в сумме должны быть меньше.

Все здания и сооружения, входящие в состав животноводческих ферм, надо размещать так, чтобы были обеспечены наилучшие условия для правильной организации хозяйства, соблюдены экологическая безопасность и безопасность жизнедеятельности людей. Для этого все постройки на территории фермы располагают компактно, что сокращает протяженность трубопроводов и внутрифермских дорог.

Ориентировочные размеры территории крупных животноводческих комплексов и ферм

Наименование проектов комплексов и ферм	Площадь территории, га				
	всего	в пределах оградения комплекса	для хранения и переработки навоза	внешние дороги и озеленение	предприятия по кормопроизводству
1 Комплекс по выращиванию и откорму 108 тыс. свиней в год	30,0	19,6	1,7	5,0	3,7
2 Комплекс по выращиванию и откорму 54 тыс. свиней в год	22,9	15,8	1,3	3,0	2,8
3 Комплекс по выращиванию и откорму 24 тыс. свиней в год	13,1	9,2	1,0	1,0	1,9
4 Комплекс по выращиванию и откорму 12 тыс. свиней в год	8,1	5,7	0,6	0,7	1,1
5 Комплекс по выращиванию и откорму 10 тыс. голов молодняка КРС в год	19,9	14,7	2,3	1,0	1,9
6 Площадка по откорму КРС на 20 тыс. скотомест	102,8	94,2	2,8	3,0	2,8
7 Площадка по откорму КРС на 30 тыс. скотомест	100,3	88,8	3,3	4,5	3,7
8 Ферма крупного рогатого скота молочного направления на 1200 коров боксового содержания	10,0	7,8	0,5	0,7	1,0
9 Ферма крупного рогатого скота молочного направления на 1200 коров беспривязного содержания	14,9	12,6	0,6	0,7	1,0
10 Фермы крупного рогатого скота на 800 коров	9,5	6,0...8,0	-	0,5	1,0

Животноводческие здания, для которых требуется большой разрыв от жилых зданий, обычно располагают в глубине участка фермы и ниже кормовых построек с соблюдением между зданиями для содержания животных одного и того же разрыва, не менее 30 м.

Склад для грубых кормов, силосные траншеи целесообразно располагать вблизи проездов, связывающих с кормоцехом и в непосредственной близости от основной транспортной дороги, по которой доставляются корма на ферму.

Необходимая минимальная величина санитарных разрывов между животноводческими и жилыми сооружениями составляет 150 м.

Животноводческие здания рекомендуется располагать длинной осью с севера на юг с отклонением до 30 градусов для более равномерной внутренней освещенности, но по отношению к направлению господствующих ветров торцевой или угловой частью.

Постоянно действующие выходы должны находиться с подветренной стороны здания. Выгульные дворы располагаются в непосредственной близости от коровников и огораживаются высоким плотным забором из расчета на каждую взрослую голову скота 15 м<sup>2</sup>, молодняка - 10 м<sup>2</sup>.

Навозохранилища располагают ниже животноводческих зданий с подветренной стороны на расстоянии 60 м. Вокруг них устанавливают земляные отмостки и канавы для отвода поверхностных вод и производят посадку зеленых насаждений с наветренной стороны.

Кормоцех располагают так, чтобы он имел удобную связь со складами кормов и располагался вблизи животноводческих помещений.

Противопожарные емкости по 100 м<sup>3</sup> с радиусом действия 100 м располагают вокруг строений.

Места въезда и выезда на территорию фермы оборудуют дезбарьерами, ширина которых равна ширине проезда (прохода), длина 1...1,5 м и глубина 0,1...0,15 м.

Пути сообщения с сельскохозяйственными угодьями, пастбищами и водопоями для животных должны быть наиболее короткими и удобными, но не должны пересекать жилую зону.

Кроме того, необходимо учитывать возможность максимальной механизации трудоемких процессов с наименьшими затратами.

## 1.2. Формы производственных процессов

Под процессом понимается совокупность последовательных действий для достижения определенного результата в какой-либо сфере человеческой деятельности и технологические средства (машины, приспособления и инструменты, служащие для выполнения отдельных технологических операций или технологического процесса в целом).

К современным производственным процессам предъявляются требования по достижению наибольшей непрерывности, безопасности, гибкости и производительности при одновременном обеспечении оптимального управления производством, повышении качества и снижении себестоимости выпускаемой продукции. Эти требования могут быть успешно выполнены при совершенствовании производственных процессов в ходе их развития путем все более полной замены труда человека машинным трудом.

Традиционно основными формами такого развития производственных процессов, характеризующимися разной степенью участия в них различных видов технических средств, являются механизация, автоматизация и компьютеризация производства.

Механизация производства – это модернизация производства путем замены ручных средств труда (инструментов) машинами, обеспечивающими выполнение технологических операций; при этом ручной труд используется для управления машинами, их регулирования и наладки, а также на тех нетрудоемких технологических операциях, механизация которых экономически нецелесообразна.

К техническим средствам механизации производства относятся рабочие машины, совершающие определенные технологические операции в производственном процессе, а также другие машины или механизмы, непосредственно не участвующие в этих операциях, но необходимые для того, чтобы данный процесс мог вообще совершаться (например, вентиляционные установки).

В зависимости от степени оснащения производственных процессов техническими средствами и рода работ различают частичную и комплексную механизацию производства.

При частичной механизации механизуются отдельные технологические операции или виды работ, как правило, наиболее трудоемкие, при сохранении значительной доли ручного труда, особенно при ветеринарном обслуживании животных.

Более высокой степенью является комплексная механизация, при которой ручной труд заменяется машинным обычно на всех основных

технологических операциях. Комплексная механизация осуществляется на основе рационального выбора машин, работающих во взаимно согласованных режимах, увязанных по производительности и обеспечивающих наилучшее выполнение заданных технологических операций. Ручной труд при комплексной механизации может сохраняться на отдельных нетрудоемких операциях, механизация которых не имеет существенного значения для облегчения труда или экономически нецелесообразна. За человеком остаются функции контроля и управления производственным процессом.

Комплексная механизация предопределяет возможность применения поточных методов производства продукции, способствует повышению ее качества, обеспечивает сохранение однородности, степени точности и постоянство заданных параметров.

*Дальнейшее развитие механизации* производства направлено на максимальную интенсификацию производственных процессов, сокращение технологического цикла, высвобождение рабочей силы, осуществление комплексной механизации в наиболее трудоемких отраслях производства продукции животноводства.

**Автоматизация производства** – это модернизация производства, при которой выполнение технологических операций обеспечивается с помощью средств автоматики без непосредственного участия человека; при этом управление машинами, их регулирование и наладка осуществляются автоматически.

Полнота автоматизации всего производственного процесса животноводческого предприятия определяется уровнем автоматизации. Выделяют следующие уровни автоматизации:

– *нулевой*. Участие человека исключается в ходе рабочего цикла машины или оборудования, т. е. по сути нулевой уровень автоматизации – это механизация;

– *первый*. Автоматизировано выполнение отдельных технологических операций (снятие доильных стаканов, включение освещения, уборка навоза скреперным оборудованием и т. п.);

– *второй*. Автоматизировано выполнение отдельных технологических процессов (поддержание параметров микроклимата, водоснабжение и автопоение животных);

– *третий*. Автоматизация управления технологическими процессами.

Наиболее прогрессивные направления автоматизации производства связаны с применением технологического оборудования с программным управлением, роботизированных технологических комплексов и гибких производственных систем.

Технологическое оборудование с программным управлением представляет собой автомат (полуавтомат), подвижные органы которого совершают рабочие и вспомогательные движения автоматически по заранее установленной компьютерной управляющей программе.

Роботизированный технологический комплекс (РТК) представляет собой совокупность автоматически действующих технологических машин, в том числе реализующих всю технологию производства за исключением функций управления и контроля, осуществляемых человеком.

С развитием программно-управляемого технологического оборудования и РТК появились новые организационно-технические формы использования автоматизированного оборудования – гибкие производственные системы (ГПС), представляющие собой автоматизированные производственные системы, в которых на основе соответствующих технических средств и организационных решений обеспечивается возможность оперативной переналадки на выпуск новой продукции в довольно широких пределах ее номенклатуры и характеристик.

**Компьютеризация производства** – это модернизация производства, основанная на широком применении компьютерной техники, с помощью которой обеспечивается выполнение технологических процессов, а также организационно-экономическое управление производством.

С компьютеризацией производства тесно связана его информатизация – процесс активного формирования и крупномасштабного использования информационных ресурсов в производственной сфере на основе широкого распространения информационных технологий, представляющих собой совокупность методов сбора, хранения, обработки и передачи информации с помощью компьютерных и телекоммуникационных средств.

Информатизация технологических процессов осуществляется по следующим направлениям:

- информатизация контроля и управления отдельными технологическими операциями путем оснащения технологического оборудования комплексом приборов и датчиков;
- создание пакетов прикладных программ для специалистов для решения отдельных технологических задач;
- разработка компьютерных технологий управления производственным процессом в целом.

Наряду с указанными формами развития производственных процессов, все большее распространение получает еще одна форма – ***интеллектуализация производства***, которая сегодня становится

стратегическим направлением научно-технического прогресса для предприятий большинства отраслей экономики.

Интеллектуализация производства – это модернизация производства, при которой выполнение технологических процессов и организационно-экономическое управление производством основываются на широком применении интеллектуальных систем.

Интеллектуализацию производства следует рассматривать как высшую стадию его компьютеризации.

Все указанные формы развития производственных процессов находятся в тесной взаимосвязи, дополняя друг друга. При этом развитие механизации производства создает предпосылки для развития его автоматизации, развитие механизации и автоматизации производства создает предпосылки для развития его компьютеризации, а следовательно и его интеллектуализации.

### **1.3. Общая характеристика интеллектуальных технических систем**

Под технологией понимается управляемая человеком совокупность процессов целенаправленного изменения различных форм вещества, энергии и информации, а также средств осуществления этих процессов.

Особой разновидностью производственных технологий являются интеллектуальные производственные технологии. В них в роли технологических средств выступают интеллектуальные системы, которые отражают высокий уровень развития современных информационных технологий и представляют обширную область проведения теоретических исследований и практического (коммерческого) использования их результатов.

Характерной особенностью интеллектуальных систем является их способность реагировать на изменения, происходящие во внешней среде, настраивая определенным образом свои параметры в зависимости от состояния внешней среды.

Существуют различные виды интеллектуальных систем, которые характеризуются присущими им структурными и функциональными особенностями, сферами применения.

**Интеллектуальные адаптивные системы.** С помощью адаптивных (самоприспосабливающихся) систем можно существенно изменять характер управления автоматизированным производством, делать его в наивысшей степени автономным и способным сохранять работоспособность в условиях непредвиденного изменения свойств управляемого объекта, цели управления или условий внешней среды.

По способам адаптации они разделяются на самонастраивающиеся, самообучающиеся и самоорганизующиеся системы.

В самонастраивающихся системах приспособление к случайно изменяющимся условиям обеспечивается автоматическим поиском оптимальной настройки или автоматическим изменением параметров настройки (в результате контролируемый показатель качества управления поддерживается в заданных пределах).

Управление производством на основе применения самонастраивающихся систем позволяет оптимизировать режимы функционирования управляемых объектов, облегчает задачу унификации систем управления, сокращает время на испытания и наладку, снижает технологические требования на изготовление устройств управления, освобождает обслуживающий персонал от трудоемких операций настройки.

В самообучающихся системах алгоритм функционирования вырабатывается и совершенствуется в процессе самообучения, который сводится к «пробам» и «ошибкам». При этом система выполняет пробные изменения алгоритма и одновременно контролирует результаты этих изменений. Если результаты оказываются благоприятными с точки зрения целей управления, то изменения продолжают в том же направлении до достижения наилучших результатов или же до начала ухудшения процесса управления.

В самоорганизующихся системах приспособление к изменяющимся условиям или оптимизация процессов управления достигается изменением структуры системы управления, в частности, включением или выключением отдельных подсистем, качественным изменением алгоритмов управления, связей между подсистемами и схемы их подчинения и т. д.

**Интеллектуальные роботизированные системы.** В последние годы интеллектуальные системы активно внедряются в робототехнику.

*Интеллектуальный робот* – это робот, оснащенный интеллектуальной системой управления.

В состав интеллектуального робота входят следующие основные части:  
– исполнительные органы – манипуляторы, ходовая часть и др. устройства, с помощью которых робот может воздействовать на окружающие его предметы (по аналогии с живыми организмами это «руки» и «ноги» робота).

Все они представляют собой довольно сложные технические устройства, включающие сервоприводы, мехатронные части, датчики, системы управления;

– сенсоры – системы технического зрения, слуха, осязания, датчики расстояний, локаторы и др. устройства для получения информации из окружающего мира;

– система управления – это «мозг» робота, который принимает информацию от сенсоров и управляет исполнительными органами; эта часть робота реализуется с помощью программных средств.

Работа интеллектуального робота основывается на использовании систем искусственного интеллекта, методов нечеткой логики, искусственных нейронных сетей.

*Искусственный интеллект* – это свойство интеллектуальной системы выполнять творческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека. При этом под интеллектуальной системой понимается техническая или программная система, способная решать задачи, традиционно считающиеся творческими, принадлежащие конкретной предметной области, знания о которой хранятся в памяти такой системы.

Структура интеллектуальной системы включает три основных блока: базу знаний, решатель и интеллектуальный интерфейс, позволяющий вести общение с компьютером без специальных программ для ввода данных.

*Нечеткая логика* – это раздел математики, являющийся обобщением классической логики и теории множеств, базирующийся на понятии так называемого нечеткого множества. Нечеткая логика представляет собой набор нестрогих правил, в которых для достижения поставленной цели могут использоваться радикальные идеи, интуитивные догадки, а также опыт специалистов, накопленный в соответствующей области.

На основе нечеткой логики и следящей системы технического зрения разрабатываются интеллектуальные системы управления мобильными роботами.

*Искусственные нейронные сети* – это математические модели, а также их программное или аппаратное воплощение, построенные по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма.

Нейронная сеть представляет собой систему соединенных и взаимодействующих между собой простых процессоров (искусственных нейронов). Каждый процессор нейронной сети имеет дело только с сигналами, которые он периодически получает, и сигналами, которые он периодически посылает другим процессорам.

Нейронные сети используются в задачах адаптивного управления и как алгоритмы для робототехники. Они не программируются в привычном смысле этого слова, вместо этого они обучаются.

Возможность обучения – это одно из главных преимуществ нейронных сетей перед традиционными алгоритмами. Обучение нейронных сетей заключается в нахождении коэффициентов связей между нейронами. В процессе обучения нейронная сеть способна выявлять сложные зависимости между входными и выходными данными, а также выполнять обобщение.

**Беспроводные сенсорные сети.** Беспроводная сенсорная сеть (wireless sensor network, WSN) – это распределенная, самоорганизующаяся сеть множества сенсоров и исполнительных устройств, объединенных между собой посредством радиосвязи. Область покрытия такой сети может составлять от нескольких метров до нескольких километров за счет способности ретранслировать сообщения от одного элемента сети к другому.

Использование сравнительно недорогих беспроводных сенсорных устройств открывает широкие возможности для применения систем телеметрии и контроля. В животноводстве сенсорные сети используются для беспроводного сбора данных, мониторинга и обслуживания машин, контроля окружающей среды, отслеживания активности и физиологических параметров животных.

**Системы радиочастотной идентификации.** Радиочастотная идентификация (radio frequency identification, RFID) – это способ автоматической идентификации объектов, в котором дистанционно, посредством радиосигналов, считываются или записываются данные, хранящиеся в так называемых транспондерах (приемопередающих устройствах), или RFID-метках.

Большинство RFID-меток состоит из двух частей: интегральной схемы (для хранения и обработки информации, модулирования или демодулирования радиочастотного сигнала и некоторых других функций) и антенны (для приема и передачи сигнала).

**Спутниковые навигационные системы.** Спутниковая система навигации представляет собой комплексную электронно-техническую систему, которая состоит из совокупности наземного и космического оборудования и предназначена для определения местоположения (географических координат и высоты) и точного времени, а также параметров движения (скорости и направления движения и т. д.) для наземных, водных и воздушных объектов.

Принцип работы спутниковых систем навигации основан на измерении расстояния от антенны на объекте (координаты которого требуется получить) до спутников, положение которых известно с большой точностью.

В свою очередь, измерение расстояния от спутника до антенны приемника основано на определенности скорости распространения радиоволн.

Для осуществления возможности измерения времени распространяемого радиосигнала каждый спутник навигационной системы излучает сигналы точного времени, используя точно синхронизированные с системным временем атомные часы. При работе спутникового приемника его часы синхронизируются с системным временем, и при дальнейшем приеме сигналов вычисляется задержка между временем излучения, содержащимся в самом сигнале, и временем приема сигнала. Располагая этой информацией, навигационный приемник вычисляет координаты антенны. Все остальные параметры движения (скорость, курс, пройденное расстояние) вычисляются на основе измерения времени, которое объект затратил на перемещение между двумя или более точками с определенными координатами.

#### 1.4. Направления развития интеллектуальных систем в технологиях точного животноводства

Пооперационный анализ затрат труда работников на весь технологический процесс производства молока показал, что *наибольшее количество времени* приходится на выполнение следующих операций: доение – 37 % от общих трудовых затрат, раздачу кормов – 26,5 %, очистку стойл и проходов от навоза – 15,5 % (рис. 1.1 а)..

Из расчета затрат труда по дополнительным показателям видно, что и по затратам физической энергии *наиболее трудоемкими* являются раздача кормов – 32,9 % и доение – 32,2 %. Затраты энергии персонала, связанные с кормлением животных и уборкой навоза, в целом составляют 56,7 % (рис. 1.1 б).

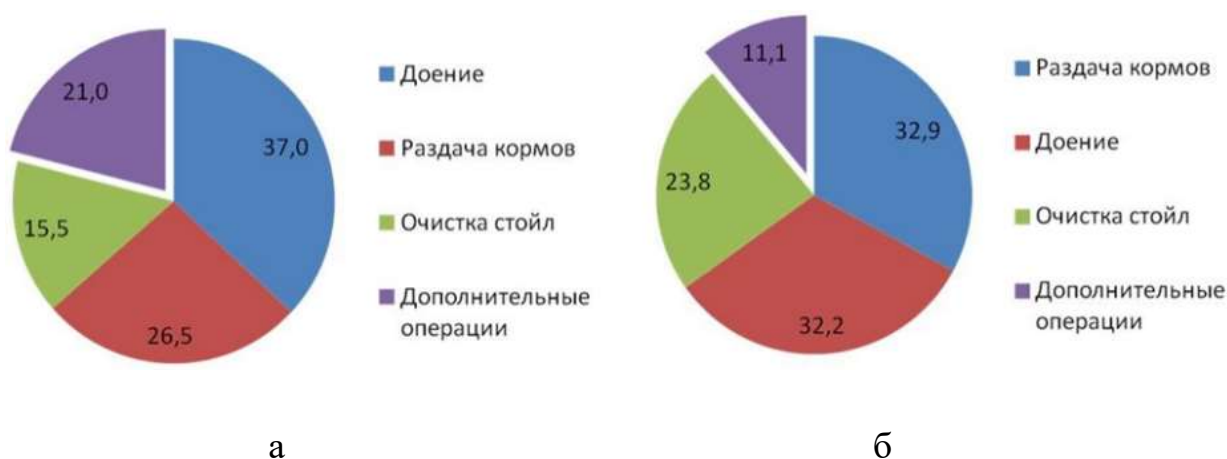


Рис. 1.1. Пооперационный анализ затрат труда на производство молока:  
 а – затраты времени на выполнение технологических операций, %;  
 б – затраты физического труда на выполнение технологических операций, %

Анализ поставляемых на рынок роботизированных систем для животноводства показал, что практически все они предназначены для выполнения работ по кормлению и доению животных, а также очистки проходов животноводческих помещений от навоза на фермах для содержания крупного рогатого скота.

На рис. 1.2 представлена базовая классификация сельскохозяйственных роботов для выполнения технологических операций на животноводческих предприятиях по производству коровьего молока.

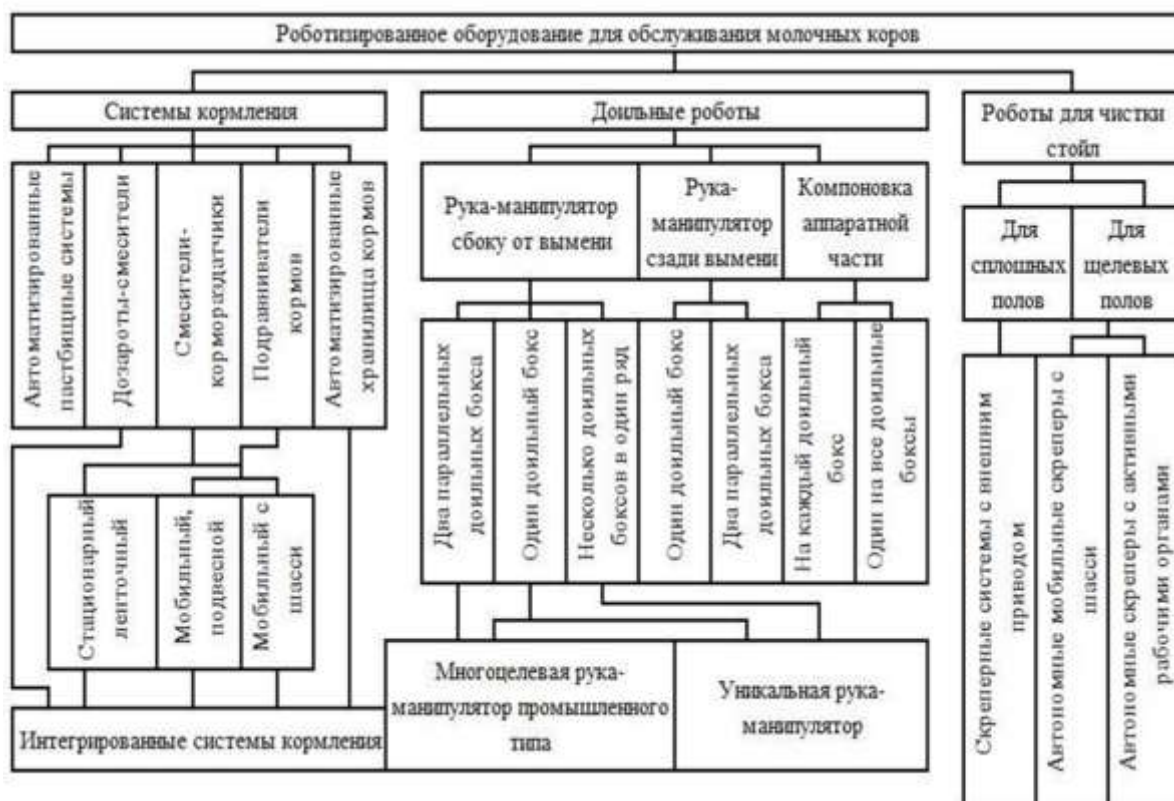


Рис. 1.2. Классификация сельскохозяйственных роботов для обслуживания молочных коров

Основными производителями роботов, для широкого спектра технологических операций, являются такие фирмы, как «Lely», «DeLaval», «GEA Farm Technologies», «BouMatic».

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ ПОДГОТОВКИ КОРМОВ К СКАРМЛИВАНИЮ

### 2.1 Виды скармливаемых кормов и схемы подготовки к скармливанию

Под кормовой базой понимается объем и качество кормов, научно обоснованная система их производства, приготовления, хранения и использования в животноводстве.

Каждый вид используемых кормов характеризуется питательной ценностью. Она определяется содержанием обменной и продуктивной энергии протеина, клетчатки, жиров и других органических веществ.

В рационе животным и птице используются следующие корма:

*Грубые корма:*

– сено скармливается как полноценный корм без применения подготовительных операций. В измельченном виде сено может скармливаться в составе кормовой смеси, при этом размер частиц должен находиться в пределах 30...50 мм;

– солому измельчают и запаривают для лучшей поедаемости животными и повышения питательности рациона. При этом величина частиц измельченной соломы для крупного рогатого скота должна быть 4...5 см (КРС не дают мелкую резку), а количество частиц, расщеплённых вдоль волокон, должно быть 80...90 % от общей массы. Кроме того, с целью повышения эффективности использования питательных веществ грубых кормов, соломенную резку смешивают с другими видами корма (силос, ККП и др.).

Грубостебельное сено и солому в основном приготавливают по таким технологическим схемам:

измельчение > дозирование > смешивание;

измельчение > запаривание > дозирование > смешивание;

измельчение > химическая или биологическая обработка > дозирование > смешивание.

*Стебельчатые корма:*

– сенаж готовят из трав, провяленных до 45...55 % и измельченных на частицы размером 60...80 мм. Измельчение провяленной зеленой массы при закладке на хранение позволяет выдавать этот вид корма в кормушки кормораздатчиками общего назначения. Сенаж, вынутый из траншеи, поступает для скармливания в этот же день (при более длительном хранении происходит разрушение витаминов, теряется аромат, масса сильно грубеет);

– силос готовят путем измельчения зеленой массы, при этом длина ее резки должна быть не менее 20 мм. Измельчение зеленой массы, при закладке силоса на хранение, позволяет выдавать его в кормушки кормораздатчиками общего назначения;

- свежесобранная зеленая масса скармливается как полноценный корм без применения подготовительных операций.

*Сочные корма:*

– корнеклубнеплоды занимают в кормовом балансе животных важное место. Наиболее часто в рационы включаются кормовая и сахарная свекла, морковь, брюква, картофель. Корнеклубнеплоды отличаются большим содержанием воды (70...90 %) и низким содержанием протеина, жира и клетчатки, они бедны фосфором и кальцием. Это обуславливает их скармливание в составе кормосмеси.

Перед скармливанием животным корнеклубнеплоды требуют предварительной очистки от почвы.

Если корнеплоды скармливаются в резаном виде, то их режут столько, сколько полагается на дачу. Будучи заранее нарезанными, они скоро портятся, чернеют и выпускают из себя сок.

Корнеклубнеплоды обрабатывают и готовят по следующим технологическим схемам:

мойка > резка;

мойка > резка > дозирование > смешивание;

мойка > запаривание > разминание > смешивание;

мойка > измельчение > дозирование > дрожжевание > смешивание.

*Высокоэнергетические корма:*

– зерновые корма являются важным источником пополнения кормового белка в рационе животных, из которых наибольший удельный вес занимают ячмень, овес и рожь.

Для приведения зернофуража в стойкое для хранения состояние известны три технологии. Одна из них *предусматривает сушку влажного зерна до 14 %* и закладку его на хранение в специализированные помещения, где необходимо поддерживать режим влажности воздуха. Для скармливания этих кормов в измельченном виде используются дробилки.

Технология консервирования плющеного зерна в начале восковой спелости, при влажности его от 14 до 40 %. Зерно в этом случае не высушивается, а закладывается на хранение сразу после плющения.

Известна технология консервирования зерна при влажности его от 14 до 40% путем его измельчения;

– комбинированные концентрированные корма для крупного рогатого скота должны иметь частицы размером от 1,5 до 4 мм (крупный помол). Жмых дробят до 4...8 мм. Загрязненность зерновых кормов при этом не должна превышать: песком 0,5...1,7 %, горчаком, вязелем и спорыньей - 0,04 %,

головней, плевелом - 0,25 %. Содержание металломагнитных примесей размером до 2 мм с неострыми краями допускается не более 30 мг/кг корма.

Комбинированные концентрированные корма в основном приготавливают по схемам:

очистка > дробление > дозирование > смешивание;

очистка > дробление > дозирование > дрожжевание > смешивание;

очистка > измельчение и дозирование > смешивание > брикетирование (гранулирование).

Задача подготовки кормов к скармливанию заключается в том, чтобы уменьшить потери энергии корма путем повышения его питательной ценности, поедаемости, переваримости и усвоения животными. Обработка кормов в процессе приготовления предупреждает заболевание животных, уничтожает вредное влияние некоторых кормов на качество продукции. Различают механические, тепловые, химические и биологические способы обработки кормов.

*К механическому способу* обработки кормов относятся очистка, мойка, просеивание, резание, дробление, раскалывание, истирание, плющение, прессование, гранулирование, брикетирование, смешивание, дозирование и др. Такие способы обработки кормов наиболее широко применяются как на мелких, так и на крупных комплексах, в кормоцехах и на комбикормовых заводах.

*Тепловые способы* обработки – запаривание, заваривание, сушка, выпаривание, пастеризация.

*Химические способы* (гидролиз, обработка щелочью, кислотами, каустической содой и аммиаком, известкование, консервирование и др.) используют реже из-за трудностей, связанных с использованием и хранением активных веществ.

*Биологические способы* (силосование, заквашивание, осолаживание, дрожжевание и др.) основаны на воздействии на корм молочнокислых бактерий, дрожжевых клеток и других микроорганизмов и ферментов. Эти способы позволяют улучшить питательную ценность, поедаемость и сохранность кормов.

На животноводческих фермах и комплексах применяют комбинированные способы обработки кормов, сочетающие механические операции с тепловой, химической и биологической обработкой.

## **2.2. Расчет потребности в кормах**

Планирование производства кормов подразделяют на три этапа:

– определяют потребность в них отдельных видов скота и птицы и хозяйства в целом;

– разрабатывают кормовой план (план производства);

– составляют баланс кормов по их объему и протеину.

Потребность в кормах рассчитывают на два периода:

– от урожая планируемого года до урожая будущего года;

– с первого января планируемого года до первого января следующего года.

С учетом потребности в кормах обосновывают план посева кормовых культур на предстоящий год. При этом определяют плановую урожайность и валовые сборы кормовых культур.

Годовую потребность в кормах подсчитывают зная поголовье животных или птицы и кормовые рационы. Последние выбирают в зависимости от вида животных или птицы, их продуктивности, а также с учетом зоны расположения хозяйства.

Суточный расход каждого вида корма:

$$q_c = q_1 m_{ж1} + q_2 m_{ж2} + \dots + q_n m_{жn} = \sum_1^q q_n m_{жn} , \quad (2.1)$$

где  $q_1, q_2 \dots q_n$  – суточная норма выдачи корма в расчете на одно животное для различных групп, кг;  $m_{ж1}, m_{ж2} \dots m_{жn}$  – поголовье животных в группах, шт.

Годовая потребность в кормах:

$$q_{\Gamma} = q_{с.л} t_{л} k + q_{с.з} t_{з} k , \quad (2.2)$$

где  $q_{с.л}, q_{с.з}$  – суточный расход кормов в летний и зимний периоды года, кг;  $t_{л}$  и  $t_{з}$  – продолжительность летнего и зимнего периодов использования данного вида корма, дни;  $k$  – коэффициент, учитывающий потери кормов во время хранения и транспортировки (для концентрированных кормов  $k = 1,01$ ; для корнеплодов  $k = 1,03$ ; для силоса  $k = 1,1$ ; для зеленой массы  $k = 1,05$ ).

Продолжительность летнего и зимнего периодов использования кормов зависит от зоны расположения хозяйства (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Продолжительность летнего и зимнего периодов использования кормов в различных районах страны

Период года	Продолжительность периода (дни) в районах с расчетной зимней температурой самой холодной пятидневки (°С)				
	ниже -40	-30...-40	-25...-30	-20...-25	до -20

Летний	125	155	185	215	245
Зимний	240	210	180	150	120

### 2.3. Нормирование запасов кормов на животноводческом предприятии

Наличие запасов – это расходы. Однако отсутствие запасов – это тоже расходы, только выраженные в форме разнообразных потерь.

Основными причинами создания запасов кормов на животноводческом предприятии являются:

- возможность колебания спроса;
- сезонные колебания производства. Например, урожай картофеля убирается в начале осени. Потоки же этого клубнеплода идут круглый год. Следовательно, должен накапливаться запас.
- сведение к минимуму простоев производства;
- упрощение процесса управления производством. Наличие запасов позволяет снизить требования к степени согласованности производственных процессов на различных участках, а следовательно и соответствующие издержки на организацию управления этими процессами.

Перечисленные причины свидетельствуют о том, что на животноводческом предприятии вынуждены создавать запасы, так как в противном случае увеличиваются издержки обращения, то есть уменьшается прибыль. В то же время запас не должен превышать некоторой оптимальной величины.

*Нормой запаса* называется расчетное количество продукции (кормов), которое должно находиться на животноводческой ферме для обеспечения бесперебойного технологического процесса (снабжения животных кормами). При определении норм запаса используют три группы методов: эвристические и методы технико-экономических расчетов.

*Эвристические методы* предполагают использование опыта специалистов, которые изучают отчетность за предыдущий период и принимают решения о минимально необходимых запасах, основанные, в значительной степени, на субъективном понимании тенденций развития спроса.

*Метод технико-экономических расчетов.* Сущность метода заключается в разделении совокупного запаса в зависимости от целевого назначения на отдельные группы, например, корнеклубнеплоды, комбикорма и т.д. Далее для выделенных групп отдельно рассчитывается текущий, страховой, и сезонный запасы:

- текущие запасы обеспечивают непрерывность производственного процесса между очередными поставками;

– страховые запасы предназначены для непрерывного обеспечения материалами производственного процесса в случае различных непредвиденных обстоятельств, например, непредвиденного возрастания спроса;

– сезонные запасы образуются при сезонном характере производства и потребления. Примером сезонного характера производства может служить производство сельскохозяйственной продукции.

Метод технико-экономических расчетов позволяет достаточно точно определять необходимый размер запасов, однако трудоемкость его велика.

Для создания запасов кормов на животноводческом предприятии создаются склады.

Склады - это здания, сооружения и разнообразные устройства, предназначенные для приемки, размещения и хранения поступивших на них кормов, и отпуску их потребителю. Склады могут иметь разные конструкции - размещаться в отдельных помещениях (*закрытые*), иметь только крышу или крышу и одну, две или три стены (*полузакрытые*). Некоторые корма хранятся вообще вне помещений на специально оборудованных площадках, в так называемых открытых складах.

В складе может создаваться и поддерживаться специальный режим, например температура, влажность.

Любой склад обрабатывает, по меньшей мере, три вида материальных потоков: входной, выходной и внутренний.

Наличие *входного* потока означает необходимость разгрузки транспорта, проверки количества и качества прибывшего груза.

*Выходной* поток обуславливает необходимость погрузки транспорта.

*Внутренний* поток обуславливает необходимость перемещения груза внутри склада.

Технология выполнения погрузочно-разгрузочных работ на складе зависит от характера груза и вида используемых средств механизации.

В качестве критерия оптимальности количества складов для кормов выбирают минимум совокупных расходов по доставке и хранению по критериям:

*1. Зависимость величины затрат на транспортировку от количества складов в системе распределения.* При увеличении количества складов в системе распределения стоимость доставки товаров на склады возрастает вследствие увеличения совокупной величины пробега транспорта.

Так как при увеличении количества складов они располагаются ближе к потребителю, то стоимость доставки товаров со складов потребителям

снижается. Это происходит в результате резкого сокращения пробега транспорта.

Суммарные транспортные расходы при увеличении количества складов в системе распределения, как правило, убывают.

2. *Зависимость затрат на содержание запасов от количества складов в системе распределения.* Увеличивая число складов, сокращается зона обслуживания каждого из них. Сокращение зоны обслуживания влечет за собой и сокращение запасов на складе.

Однако увеличение складской сети влечет за собой тиражирование страхового запаса, то есть, создавая сеть складов, необходимо в каждом из них создать страховой запас. В результате суммарный запас во всех складах возрастет (по сравнению с запасом с одним центральным складом).

3. *Зависимость затрат, связанных с эксплуатацией складского хозяйства от количества складов.* При увеличении количества складов затраты, связанные с эксплуатацией одного склада, снижаются. Однако совокупные затраты на содержание всего складского хозяйства возрастают. Происходит это в связи с так называемым эффектом масштаба: при уменьшении площади склада эксплуатационные затраты, приходящиеся на один квадратный метр, увеличиваются.

4. *Зависимость затрат, связанных с управлением от количества входящих в нее складов.* При увеличении количества складов расходы на системы управления возрастают.

Общая вместимость хранилища для хранения годовых запасов корма определяется по формуле

$$V_k = P_r / \rho_k, \quad (2.3)$$

где  $P_r$  – годовая потребность в кормах, кг;  $\rho_k$  – насыпная плотность корма, кг/м<sup>3</sup>.

Потребное число хранилищ

$$N_k = V_k / (V_x \varepsilon), \quad (2.4)$$

где  $V_x$  – вместимость хранилища, м<sup>3</sup>;  $\varepsilon$  – коэффициент использования вместимости хранилища (табл.2.2).

Выбрав вместимость хранилища, ширину и высоту, определяют его длину:

$$L = V_x / (B_x h_x), \quad (2.5)$$

где  $B_x$  – ширина хранилища, м;  $h_x$  – высота хранилища, м (табл. 2.3).

Таблица 2.2

Примерная вместимость и коэффициент использования  
вместимости хранилищ

Вид хранилища	$V_x, \text{ м}^3$	$\varepsilon$
---------------	--------------------	---------------

Траншея для хранения силоса и сенажа	500; 750; 1000; 1500; 2000; 3000; 4000; 5000; 6000	0,95...0,98
Хранилище (скирда)	1000; 1500; 2000; 2500; 3000; 4000	1,0
Траншея или бурт для корнеплодов	150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500	0,85...0,90
Склад концентрированных кормов	500; 1000; 1500; 2000; 2500; 3000; 3500; 4000; 5000; 6000	0,65...0,75

Таблица 2.3

### Рекомендуемые размеры хранилищ

Хранилище	Ширина, м	Высота, м
Силоса	12...18	2...3
Сенажа	6; 9; 12; 16	2,5...3
Сена	5...6	2...4
Соломы	5...6	4

Концентрированные корма хранят в закрытых складах, которые целесообразно размещать рядом с кормоцехом. Запас концентрированных кормов на комплексе (ферме) должен составлять 16 % потребного количества.

Корнеплоды сохраняют в буртах. Силос и сенаж закладывают в углубленные траншеи. Грубые корма в россыпном или прессованном состоянии сохраняют в скирдах или сенохранилищах.

Для того чтобы выбрать оптимальный вариант склада необходимо определить величину затрат. Этот показатель определяют по формуле

$$Z_{\text{п}} = C_{\text{э}} + C_{\text{т}} + K/T, \quad (2.6)$$

где  $Z_{\text{п}}$  – приведенные затраты по варианту, руб.;  $C_{\text{э}}$  – годовые эксплуатационные расходы, руб.;  $C_{\text{т}}$  – годовые транспортные расходы, руб.;  $K$  – капитальные вложения в строительство распределительных центров, руб.;  $T$  – срок окупаемости варианта, дни.

Для реализации принимается тот вариант, который обеспечивает минимальное значение приведенных (годовых) затрат.

## 2.4. Организация процесса подготовки кормов к скармливанию

Технологический процесс подготовки кормов к скармливанию является сложным многостадийным механизмом. Он включает в себя выполнение следующих операций: выемку, погрузку, транспортировку и подготовку к скармливанию.

Для выполнения перечисленных операций привлекают машины и оборудование, которые в зависимости от группы, образуют производственные подразделения, целью которых является решение единой задачи – обеспечение оговоренного зоотехническими требованиями режима кормления животных при минимальных затратах. Это условие может быть выполнено только при наличии достаточного числа современных машин и оборудования, взаимосвязанных между собой в единые технологические линии по производительности.

В зависимости от размеров комплексов (ферм), видов обрабатываемых кормов используют кормоприготовительные предприятия (кормоцехи, кормовые дворы и отдельные кормоприготовительные линии). Они предназначены для приема, накопления, подготовки и обработки кормового сырья (соломы, сена, корнеклубнеплодов и др.), приема и накопления отдельных компонентов в готовом виде (комбикорм, меласса и т.д.), приготовления смесей и выдачи их в мобильные или стационарные кормораздатчики. В их состав входят линии (рис. 2.1): грубых кормов, силоса, корнеклубнеплодов, концентрированных кормов, приготовления и дозированной подачи обогатительных растворов, смешивания, измельчения и выдачи готовой кормосмеси.

Из схемы на рисунке 2.1 видно, что технологический процесс подготовки кормов к скармливанию зависит от эффективности работы отдельных технологических линий. Эти линии представляют собой группу машин, согласованных по производительности и синхронности выполнения технологического процесса. В результате воздействия рабочих органов входящих в их состав машин изменяется либо состояние и форма корма, либо его положение в пространстве.

Кормоцехи могут обеспечивать кормосмесями одну или несколько ферм и подразделяются в зависимости от типа кормления и суточного объема производства кормосмеси.

Работа технологических линий кормоцехов *первой группы* не согласовывается с распорядком дня животноводческой фермы или комплекса. Кормосмеси, приготовленные в таких кормоцехах должны иметь все

ингредиенты, предусмотренные рецептом. Отклонения от принятой технологии не допускаются. Этот тип кормоцехов отличается более сложным схемно-конструктивным исполнением.



Рис. 2.1. Примерная технологическая схема кормоцеха

Работа технологических линий кормоцехов *второй группы* согласовывается с распорядком дня животноводческой фермы или комплекса. Кормосмеси в своем составе могут иметь разное количество ингредиентов в соответствии с зоотехническими нормами кормления животных, поэтому отказ одной из технологических линий не всегда приводит к прекращению выпуска готовой продукции.

### 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РАЗДАЧИ КОРМОВ ЖИВОТНЫМ

#### 3.1. Способы скармливания кормов животным

Известны следующие способы скармливания кормов животным.

*Один из них* заключается в раздельной, последовательной выдаче животным кормов. Данный производственный процесс весьма энерго- и металлоёмок, так как для выдачи кормов необходимо различное оборудование – от механизированных транспортных средств до ручных тележек.

Существенным недостатком данного способа является и увеличение периода процесса кормления, что ухудшает аппетит животных.

*Другой способ* кормления заключается в одновременной раздаче всех видов кормов в виде кормосмеси. Он позволяет повысить продуктивность животных за счет взаимодополняющего действия компонентов смеси и увеличения поедаемости кормов на 5...9 % у молочных коров и на 10...15 % у молодняка на откорме, а также на 10...15 % снизить потери кормов.

Скармливание кормов в виде кормосмеси значительно упрощается организация процесса кормления. В этом случае разные по физико-механическим свойствам корма превращают в однородную смесь, что позволяет механизировать ее раздачу одним типом кормораздатчиков.

Перечисленные преимущества скармливания кормов животным в виде кормосмеси способствовали широкому внедрению следующих типов кормления:

- сенажно-концентратного;
- силосо-концентратного;
- силосо-корнеплодо-концентратного;
- сено-сенажно-концентратного и других.

Готовят кормосмесь двумя способами.

*Один из них* предусматривает загрузку скармливаемых кормовых компонентов в машину, измельчение и смешивание их механическими рабочими органами и последующую раздачу кормосмеси животным.

Однако, приготавливая такие кормосмеси, не обеспечивается индивидуальное скармливание отдельных видов кормов в процессе раздачи их животным. В этом случае установленная одному животному энергетическая норма скармливания кормов не учитывает продуктивность животных, расположенных в одном кормовом ряду. Особенно это ощутимо при скармливании дорогих высокоэнергетических кормов – комбикорма, зернофуража, микродобавок. Такая неравномерность раздачи кормов снижает их энергетическую отдачу, а, следовательно, и рентабельность отрасли.

При данном способе приготовления кормосмеси повторному измельчению подвергаются готовые к скармливанию сенаж и силос, составляющие в рационе около 60...70 % по массе рациона. Следствием этого является возрастание энергозатрат и металлоёмкости машин и оборудования на приготовление кормосмеси.

Известен *малозатратный* способ кормления животных, при котором организована одновременная выдача животным двух групп кормов:

- объемных компонентов. Это грубые и силосованные корма.
- многокомпонентной высокоэнергетической добавки. Предварительно подготовленные и измельченные корнеклубнеплоды, высокоэнергетические сыпучие корма (комбикорм) и различные кормовые добавки скармливаются в виде отдельно приготовленной смеси.

Малозатратный способ позволяет дозировать каждую группу кормов в процессе раздачи их животным с учетом их продуктивности. В этом случае обеспечивается индивидуальное кормление животных, особенно высокоэнергетическими кормами, исключается повторная подготовка силосованных стебельчатых кормов.

Рассмотренный способ позволяет сократить энергетические, материальные, трудовые и финансовые затраты на подготовку кормов к скармливанию и приготовление кормосмеси, повысить энергетическую отдачу кормов.

Потребность в механизированной малозатратной технологии приготовления и раздачи кормов неизмеримо возрастает при переводе стада на круглосуточное однотипное кормление заготовленными впрок кормами и комплектовании стада в однородные группы животных со сходными потребностями в питательных веществах.

В соответствии со схемой подготовки кормов и способом их скармливания выбирают технологическое оборудование. При выборе оборудования желательно выбирать энерго- ресурсосберегающие технические средства.

### **3.2. Требования к процессу раздачи кормов и системы автоматического кормления животных**

Правильная организация раздачи кормов животным имеет важное значение. По трудоемкости она составляет 30...40 % от общих трудовых затрат по уходу за животными.

К кормораздающим устройствам предъявляются следующие *зоотехнические требования*:

- отклонение дозы по массе на одну голову для крупного рогатого скота составляет: стебельчатых кормов 10 %; корнеклубнеплодов 15 %; комбикорма и концентрированных кормов 5 %; минеральных добавок 5 %;

– продолжительность операции раздачи кормов в одном помещении не должна превышать 30 мин при использовании мобильных средств и 20 мин – при раздаче стационарными средствами;

– кормораздатчики должны быть универсальными в отношении возможности выдачи всех видов кормов;

– иметь высокую производительность и возможность регулирования нормы выдачи на 1 голову от минимальной до максимальной, в зависимости от принятого рациона;

– не создавать излишнего шума в помещении;

– механически очищаться от остатков корма;

– быть надежными в работе.

В процессе автоматизации процесса кормления животных кормораздатчики занимают особое место. Кормораздатчики могут быть оснащены различными системами управления, что позволяет оптимизировать процесс кормления, в том числе с учетом потребностей животных в разные сезоны, а также диетических требований. Эти системы могут быть мобильными, стационарными или полностью автоматизированными.

В зависимости от назначения и условий эксплуатации кормораздатчики делятся на несколько типов. Каждый из них имеет свои особенности и преимущества.

**Стационарные кормораздатчики** предназначены для использования на постоянных кормовых пунктах. Они обеспечивают постоянное и эффективное кормление скота, поскольку их работа не зависит от необходимости перемещения. Стационарные кормораздатчики часто оснащены различными дозаторами и системами управления, которые обеспечивают точную дозировку корма в соответствии с потребностями животных.

*Основные преимущества* стационарных кормораздатчиков:

– высокая производительность. Обслуживают большие объемы корма, что удобно для крупных ферм.

– меньше излишков корма. Благодаря точной настройке кормораздатчиков корм подается в нужных количествах.

– низкие эксплуатационные расходы. После установки кормораздатчик работает без необходимости перемещать его, что экономит время и трудовые ресурсы.

Стационарные кормораздатчики подают корм по трубопроводам или ленточным транспортерам в кормушки и имеют конструктивные особенности.

Ленточные кормораздатчики кормов (рис. 3.1) обеспечивают раздачу всех видов кормов (кроме жидких) при обслуживании крупного рогатого скота и овец.

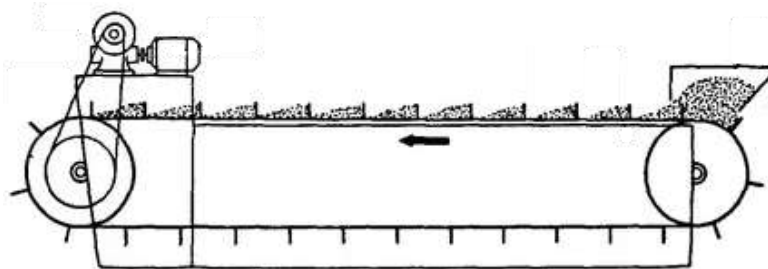


Рис. 3.1. Технологическая схема ленточного кормораздатчика

Для группового кормления животных можно использовать и стационарные автоматизированные технические средства для раздачи кормов. Так, фирма Pellon Group OY предлагает потребителям **ленточный конвейер Pellon Belt Feeder** (рис. 3.2), который устанавливается в животноводческом помещении над кормовым проходом.



Рис. 3.2. Ленточный конвейер Pellon Belt Feeder

Предварительно приготовленная кормосмесь подается в приемную часть ленточного конвейера и далее ленточным транспортером перемещается над кормовым проходом. Над ленточным транспортером установлено сбрасывающее поворотное устройство в виде клина, которое имеет возможность автономного перемещения вдоль транспортера. За счет управления перемещением сбрасывающего устройства (вручную или с помощью компьютера) обеспечивается выдача необходимого количества корма в кормушку или на кормовой стол.

Раздача кормов может производиться на левую или правую сторону от ленты транспортера за счет поворота клиновидного сбрасывающего устройства, выполняемого автоматически сервомотором, установленным в конце конвейера. Ширина ленты конвейера 450 мм, длина до 80 м, установленная мощность привода 3 кВт.

*Цепочно-скребковые кормораздатчики* (рис. 3.3) распространены на фермах для раздачи сухих концентрированных, грубых и сочных кормов, влажных мешанок.

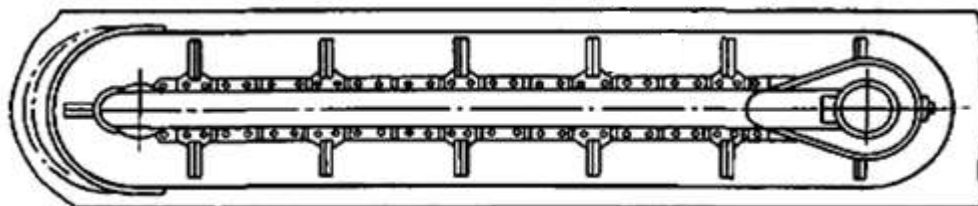


Рис. 3.3. Стационарный скребковый раздатчик кормов

Установка для транспортировки и раздачи полужидких кормов по трубам сжатым воздухом содержит компрессор, ресивер, продувочный котел, магистральный кормопровод с отводами и устройством для автоматического изменения направления подачи кормов, кормоприемные бункера, кормопроводы-дозаторы с комплектом двусторонних кормушек (рис. 3.4).

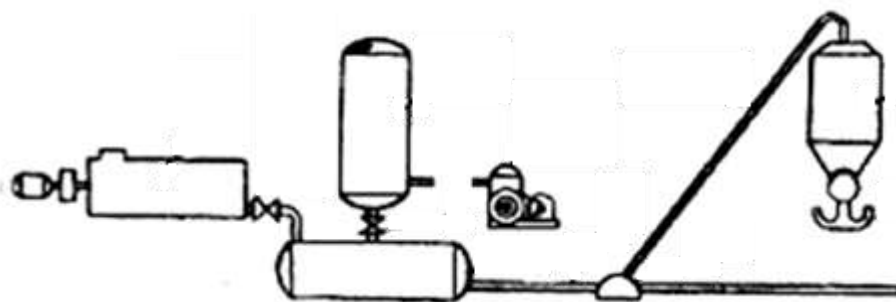


Рис. 3.4. Технологическая схема транспортирования и раздачи жидких кормов по кормопроводу сжатым воздухом:

Корма могут транспортироваться на расстояния до 500...600 метров при давлении сжатого воздуха 0,6...0,8 МПа и производительности 10...15 т/ч.

*Недостатки стационарных кормораздатчиков:*

- необходима регулярная чистка и профилактика механизма ленты;
- чувствительны к повышенной влажности и налипанию влажного корма;

– ограниченная гибкость при изменении схем размещения животных и птицы.

– требуют точного расчета под вид корма и нагрузки.

**Мобильные кормораздатчики** – автономные машины, которые перемещаются по ферме и раздают корм согласно заданной программе, могут быть прицепными или самостоятельно передвигающимися, что позволяет им работать в разных местах.

*Основные преимущества* мобильных кормораздатчиков:

– удобство перемещения. Возможность перевозить кормораздатчик с одного участка на другой;

– многофункциональность. Один кормораздатчик может обслуживать несколько частей фермы, обеспечивая равномерное кормление.

– экономия пространства. При необходимости мобильные кормораздатчики можно легко перемещать и хранить;

– при выходе из строя кормораздатчика на любой стадии работы, раздача кормов увеличится только по времени и производится другими машинами, участвующими в данном процессе.

На фермах крупного рогатого скота эксплуатируются мобильные бункерные кормораздатчики с приводом рабочих органов от вала отбора мощности (ВОМ) трактора.

Кормораздатчик **КР-Ф-10** предназначен для перевозки и раздачи на ходу в кормушки, на одну сторону, измельченных листостебельных масс или смеси их с другими сыпучими кормами (рис. 3.5).



*Рис. 3.5. Общий вид раздатчика кормов КР-Ф-10*

Измельчитель-смеситель-раздатчик кормов **ИСРК-12 «Хозяин»** (рис. 3.6) является универсальным транспортно-технологическим средством для приготовления (доизмельчения и смешивания) кормовых компонентов.

Используется на молочно-товарных фермах и имеет возможность раздачи кормосмесей как на одну, так и на обе стороны одновременно.



*Рис. 3.6.* Измельчитель-смеситель-раздатчик кормов ИСРК-12 «Хозяин»

В модельном ряде представлены различные варианты данной машины.

Смеситель-раздатчик кормов **СРК-11 В** (рис. 3.7) предназначен для приготовления (доизмельчения и смешивания) кормов, транспортирования и раздачи по заданной программе кормовых смесей. Машина агрегируется с колесными тракторами тягового класса 1,4 (МТЗ – 80/82).



*Рис. 3.7.* Смеситель-раздатчик кормов СРК-11 В

Самоходные смесители-кормораздатчики Siloking (рис. 3.8) содержат бункер вместимостью 10...30 м<sup>3</sup> на 60...300 коров, один или два шнека. Высокая манёвренность и производительность обеспечивают применение самоходных смесителей-кормораздатчиков, как на современных животноводческих комплексах, так и в узких и низких зданиях.



*Рис. 3.8. Самоходный смеситель-кормораздатчик Siloking*

*Недостатки мобильных раздатчиков кормов:*

- производительность ниже, чем у стационарных систем;
- зависимость от оператора;

Идеально подходит для: Небольших и средних ферм, где нет смысла устанавливать стационарную систему.

**Роботизированные системы** – оснащены сенсорами и программным управлением, анализируют потребление корма, регулируют дозировку и отслеживают изменения в аппетите животных.

Для кормления животных при привязном содержании животных фирмой Pellon Group OY разработан робот-кормораздатчик Pellon Combi (рис. 3.9), конструктивное исполнение которого и возможности системы управления позволяют осуществлять индивидуальное кормление животных в соответствии с запрограммированным рецептом.



*Рис. 3.9. Робот-кормораздатчик Pellon Combi*

Отличительная особенность работа – реализованный в его конструкции способ приготовления кормосмеси: она готовится с помощью поперечного раздаточного ленточного транспортера, оснащенного системой электронного взвешивания. На транспортер дозаторами (работают в согласованном с системой взвешивания режиме) из соответствующих бункеров подается необходимая порция объемистых (силос, сенаж, сено) и концентрированных кормов.

Исходные компоненты кормосмеси смешиваются в процессе их подачи на поверхность транспортера. Готовая порция кормосмеси транспортером выгружается конкретному животному в кормушку или на кормовой стол (раздача может осуществляться на обе стороны).

### ***Автоматизированные системы для приготовления и раздачи полнорационных кормовых смесей.***

Одним из ключевых факторов продуктивности является сбалансированное питание. Современные автоматизированные системы кормления позволяют точно дозировать корм в соответствии с физиологическими потребностями животных, исключая перекорм или дефицит питательных веществ. Система может регулировать количество и состав кормов для каждой группы животных или даже для отдельных особей, что особенно актуально в молочном скотоводстве и свиноводстве.

Автоматические системы кормления позволяют оптимизировать процессы раздачи кормов, повысить продуктивность животных и снизить затраты на ручной труд. Эти технологии обеспечивают:

- точность дозирования. Системы обеспечивают равномерное распределение кормов, что снижает отклонения в питании и предотвращает потери;

- снижение затрат на рабочую силу. Автоматизация процессов кормления минимизирует потребность в ручном труде, что особенно важно на крупных фермах;

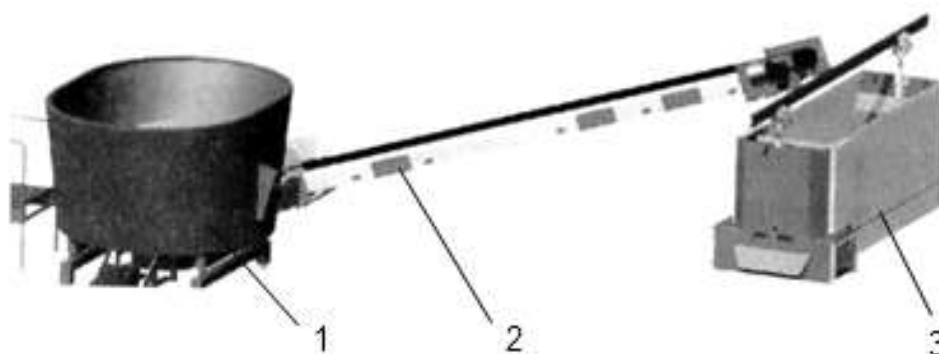
- повышение продуктивности животных. Стабильный и сбалансированный рацион способствует увеличению привесов и молочной продуктивности, снижая риски заболеваний;

- экономия кормов. Точное распределение кормовой смеси позволяет избежать перерасхода и потерь, что положительно сказывается на себестоимости продукции;

- гибкость и адаптация. Системы могут настраиваться под различные рационы и группы животных, учитывая их потребности в питательных веществах.

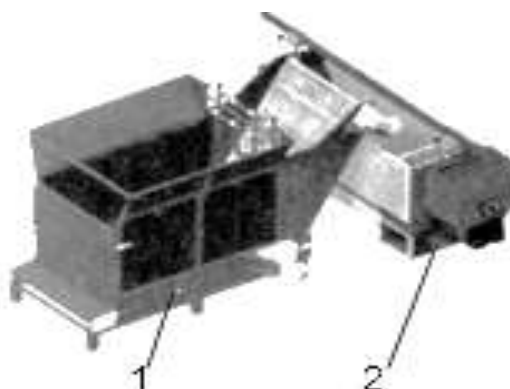
При автоматическом раздаче кормов молочная продуктивность коров увеличивается на 10...15 % за счет более равномерного и своевременного поступления питательных веществ, что снижает стрессы и повышает усвоение рациона. В мясном животноводстве точное кормление способствует ускоренному набору массы и сокращению периода откорма, снижая расход кормов на единицу продукции.

Фирма *Pellon Group OY* (Финляндия) при беспривязном содержании животных предлагает использовать варианты исполнения автоматизированной системы кормления животных, основными элементами которых являются робот-кормораздатчик Pellon TMR (рис. 3.10).



*Рис. 3.10* Автоматизированная система кормления животных фирмы «Pellon Group OY» при беспривязном содержании животных:  
1 – смеситель CutMix + 2 – ленточный конвейер + 3 – робот-кормораздатчик Pellón Silage

Для кормления животных при привязном способе содержания предлагается линия в составе загрузчика и робота-кормораздатчика Pellon Combi (рис. 3.11).



*Рис. 3.11.* Автоматизированная система кормления животных фирмы «Pellon Group OY» при привязном содержании животных:  
1 – загрузчик + 2 – робот-кормораздатчик Pellon Combi

Для реализации предложенных вариантов построения автоматизированных систем кормления животных фирмой разработаны подвесные роботы-кормораздатчики с различными функциональными возможностями, позволяющие приготавливать полностью сбалансированные по питательным веществам кормосмеси.

Фирма *Mullerup A/S (Дания)* предлагает потребителям варианты автоматизированных систем кормления животных. Конструкция роботов-кормораздатчиков *Mix Feeder* фирмы позволяет выполнять приготовление кормосмеси и ее раздачу в животноводческих помещениях с различными системами содержания животных в автоматическом режиме под управлением компьютера МПТ или вручную (рис. 3.12).

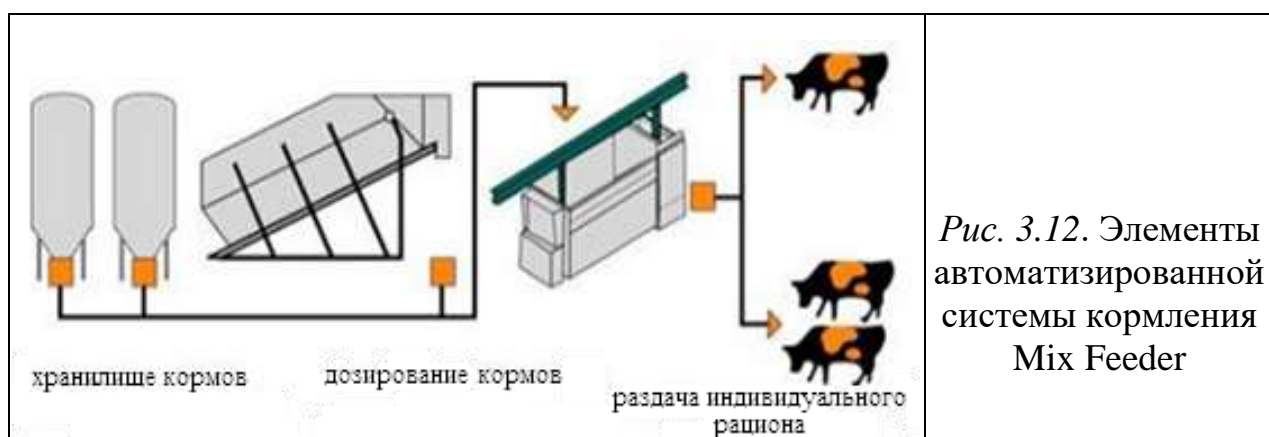


Рис. 3.12. Элементы автоматизированной системы кормления Mix Feeder

Для кормления молочного стада с большим поголовьем (до 1000 коров) при беспривязном содержании фирма *GEA Farm Technologies* разработала систему *MIX & CARRY*, состоящую из подвесного робота-кормораздатчика и стационарного смесителя *MVM* для приготовления кормосмесей (рис. 3.13).

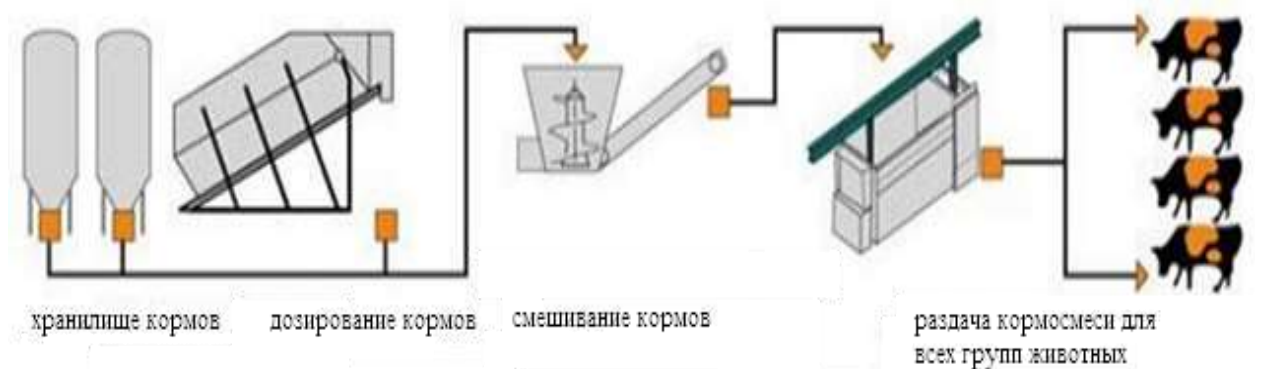


Рис. 3.13. Элементы автоматизированной системы кормления MIX & CARRY при беспривязном содержании молочного стада

Подвесные роботы-кормораздатчики *MIX & CARRY* с бункером вместимостью 2 или 3 м<sup>3</sup> могут обслуживать до 20 групп животных, выдавая

им до 30 рационов кормосмесей, перемещаясь при этом со скоростью 8...16 м/мин.

Система DeLaval Optimat II Master (рис. 3.14) может использоваться для кормления различных групп коров с определенным рационом для каждой из них. Компоненты автоматически дозируются, смешиваются после чего кормовая смесь многократно раздается животным в течение суток.

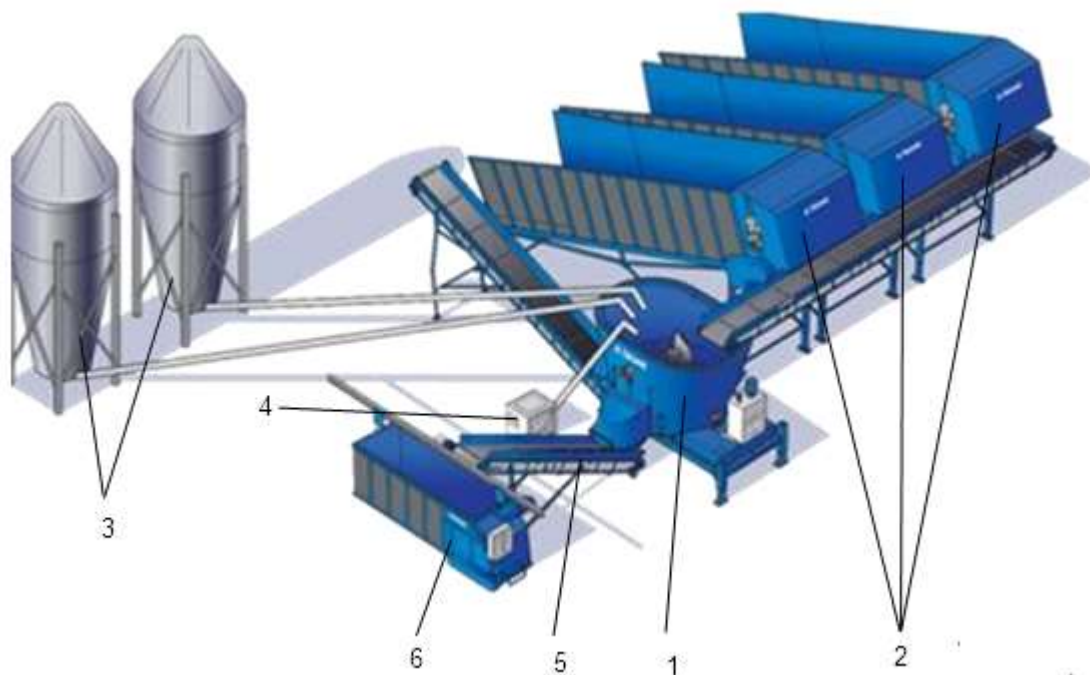


Рис. 3.14. Автоматизированная система приготовления и раздачи кормов DeLaval Optimat II Master:

- 1 – стационарный смеситель; 2 – бункер стебельчатых кормов; 3 – бункер концентратов; 4 – бункер минеральных добавок;  
5 – транспортер; 6 – кормораздатчик

В установленное время, стационарный смеситель 1 загружается компонентами корма потоком из бункеров стебельчатых кормов 2, концентратов 3 и минеральных добавок 4.

После приготовления корма в смесителе 1 готовая кормовая смесь загружается наклонным транспортером 5 в кормораздатчик 6, который распределяет смесь по кормовому столу.

Optimat master может использоваться для кормления различных групп коров с конкретным рационом для каждой из групп. Рационы автоматически смешиваются и многократно раздаются животным в течение суток.

В последнее время получают развитие автоматизированные системы кормления животных, оснащаемые кормораздатчиками на колесном ходу. При создании конструкции таких машин за основу были взяты мобильные

смесители-раздатчики кормов (автоматический смеситель-кормораздатчик Innovado (рис. 3.15) фирмы Schuitemaker Machines B. V. (Нидерланды).



Рис. 3.15. Автоматический смеситель-кормораздатчик Innovado

В конструкции кормораздатчика *Innovado* выемка силоса из траншейных хранилищ и его загрузка в бункер установки осуществляются резчиком силосных блоков, размещенным на стреле с регулируемой длиной вылета. Смешивание ингредиентов производится в бункере кормораздатчика с помощью вертикального шнека. Раздача корма ведется ленточным поперечным транспортером на левую или правую сторону.

Инновационными решениями в конструкции *Innovado* являются шасси и система управления. Шасси, на котором размещены все рабочие органы робота, имеет четыре независимо управляемых колеса. Привод колес осуществляется электродвигателем с питанием от аккумуляторной батареи.

Система управления кормораздатчика обеспечивает выполнение в автоматическом режиме всех технологических операций загрузки, приготовления и раздачи кормосмеси, а также перемещение робота по заданному маршруту.

Маршрут для *Innovado* задается путем размещения под поверхностью дорожного полотна специальных индукционных датчиков. На самом роботе установлены гироскоп и взаимодействующие с датчиками сенсоры, обеспечивающие перемещение машины по установленному маршруту.

Безопасная эксплуатация *Innovado* обеспечивается за счет установленного на нем лазера, который сканирует близлежащее пространство на предмет присутствия людей, животных и других объектов. При

обнаружении препятствия на маршруте движения робот немедленно останавливается.

Программное обеспечение системы управления позволяет Innovado осуществлять загрузку кормами из нескольких хранилищ, обслуживая при этом различные группы животных в разных помещениях и приготавливая им кормовые смеси соответствующих рационов.

Автоматизированные системы кормления *позволяют* повысить эффективность животноводческого хозяйства, снижая затраты и улучшая показатели продуктивности.

Однако они имеют и *недостатки*:

1. Высокая стоимость внедрения – закупка и установка автоматических систем требуют значительных инвестиций, что может быть неподъемно для небольших хозяйств.

2. Техническая сложность и зависимость от электроники – при сбоях в системе возможны задержки в раздаче кормов, что может негативно сказаться на продуктивности животных.

3. Необходимость квалифицированного персонала – для обслуживания и настройки систем требуются специалисты, что увеличивает затраты на обучение и найм.

4. Ограниченная адаптация на фермах с нестандартной инфраструктурой – автоматизированные системы наиболее эффективны в современных хозяйствах, но могут потребовать модернизации помещений.

5. Риски при неправильных настройках – ошибки в программировании или несоответствие рациона могут привести к недоеданию или перекорму животных.

Таким образом, в автоматизированных системах приготовления и раздачи кормовой смеси, подготовка кормов и их выдача животным могут осуществляться разными техническими средствами. Для приготовления кормосмесей применяются как стационарные смесители, так и передвижные координатные роботизированные смесители-раздатчики кормов.

Такие кормораздатчики имеют электронную весоизмерительную систему и смешивающие рабочие органы внутри бункера.

В обоих случаях координатные кормораздатчики совершают многократные перемещения по заранее запрограммированному маршруту. При движении по нему автоматически производится выдача полнорационных кормов через выгрузной патрубков или раздаточный транспортер непосредственно в общую кормушку или на кормовой стол.

Процессом раздачи кормов, в зависимости от выбранной программы кормления и введенных исходных данных, управляет бортовой компьютер,

который может иметь набор базовых функций: выдача суточного рациона, режимы наращивания или снижения нормы выдачи кормов и режим расчетного потребления корма на конкретную корову. Помимо управления компьютер выполняет и ряд расчетных функций: суммирует фактический расход кормов и выдает статистические данные о потреблении коровами различных кормов.

Технические возможности выпускаемых кормораздатчиков позволяют реализовать как индивидуальное, так и групповое кормление, в зависимости от способа содержания животных. Так, при привязном содержании и наличии постоянного месторасположения коровы в конкретном стойле подвесные кормораздатчики способны обеспечить индивидуальную выдачу кормосмеси точно в соответствии с надоем и физиологическим состоянием лактирующей особи. В этом случае остановка кормораздатчика для выдачи кормосмеси конкретной особи обеспечивается с помощью специальных меток на монорельсе или датчиков, установленных над кормушками.

*Выбор конкретного решения должен основываться на масштабах фермы, типе содержания животных и экономической целесообразности, чтобы автоматизация приносила максимальную выгоду.*

### **3.3. Автоматизированные системы для индивидуальной раздачи концентрированных кормов**

Автоматизированные станции индивидуального кормления могут контролировать потребление корма животными и оперативно выявлять отклонения. Если животное начинает меньше есть, система подает сигнал оператору, что может быть признаком заболевания или стрессового состояния. Такой подход позволяет вовремя реагировать на возможные проблемы и предотвращать падение продуктивности.

Для беспривязного содержания молочного стада КРС существуют два способа индивидуального кормления концентрированными кормами: кормление в доильном зале и кормление в стойловом помещении.

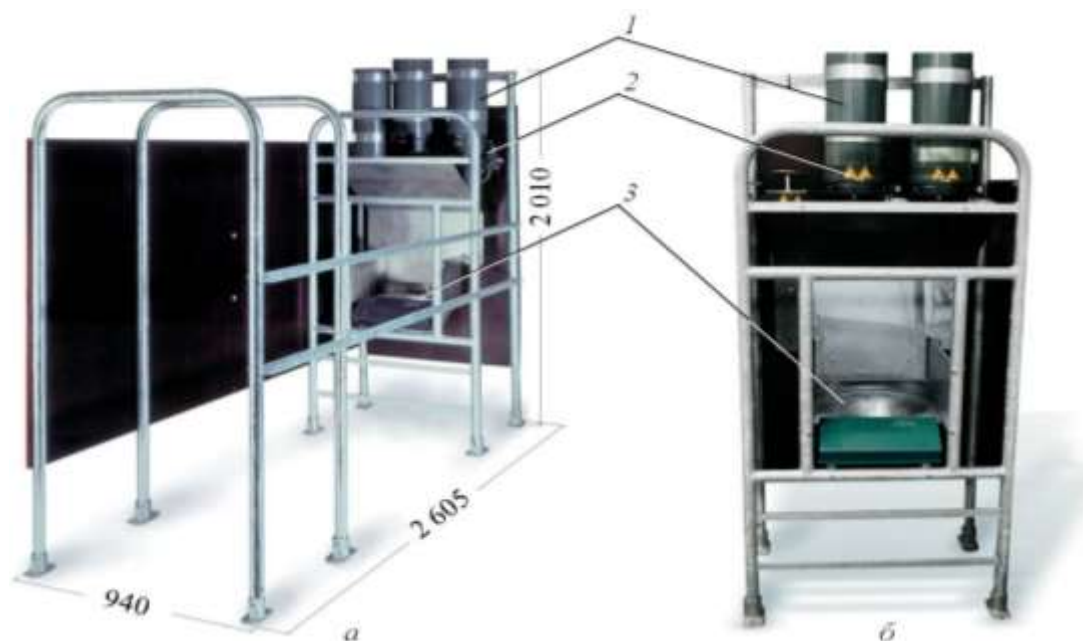
***Кормление в доильном*** зале осуществляется с помощью кормораздатчика с ручной или автоматической идентификацией животных.

*Недостатком этого метода* является то, что поедание большого количества корма за один раз требует больше времени и может отрицательно сказываться на здоровье животного. Альтернативой этому методу является использование кормораздатчиков для кормления вне доильного зала круглый год и загон животных в коровник на пару часов перед тем, как выпустить их обратно на пастбище.

*Кормораздаточные устройства для кормления в стойловых помещениях* требуют автоматизированной идентификации.

При кормлении в стойловом помещении используются кормовые станции, осуществляющие дозирование и индивидуальную выдачу порции комбикорма животному. Когда корова заходит в кормовую станцию, система идентифицирует животное и выдает нужное количество корма. Использование компьютера позволяет снизить трудовые затраты и обеспечивает ведение учета потребления корма каждой коровой.

*Автоматическая кормовая станция DairyFeed C 8000* фирмы «GEA Farm Technologies» представляет собой индивидуальный станок (рис. 3.16), оборудованный одним или несколькими накопительными бункерами 1, дозатором комбикорма 2 и кормушкой 3. Для идентификации входящих в бокс животных кормовые станции оснащаются техническими средствами для считывания индивидуального номера коровы с RFID транспондера, закрепленного на ошейнике или ушной бирке коровы.



*Рис. 3.16.* Общий вид и размеры автоматической кормовой станции DairyFeed C 8000:

*а* – вид сбоку; *б* – вид спереди;

*1* – накопительный бункер; *2* – дозатор; *3* – кормушка

Поскольку кормовые станции подключаются к программе управления стадом на ферме, то выдаваемая доза комбикорма автоматически корректируется в зависимости от уровня молочной продуктивности коровы, ее физиологического состояния и ряда других показателей.

Компании «Lely» предлагает кормовую станцию *Cosmix P* (рис. 3.17). Кормовая станция полностью совместима с доильными роботами Lely Astronaut и подключается к программе управления Т4С. Это обеспечивает индивидуальную выдачу концентрированного корма каждой корове с учетом уже съеденных ею комбикормов, выдаваемых доильным роботом во время доения.



Рис. 3.17. Общий вид кормовой станции *Cosmix P*

В коровнике кормовые станции 2 (рис. 3.18) обычно размещают у продольных стен помещения.

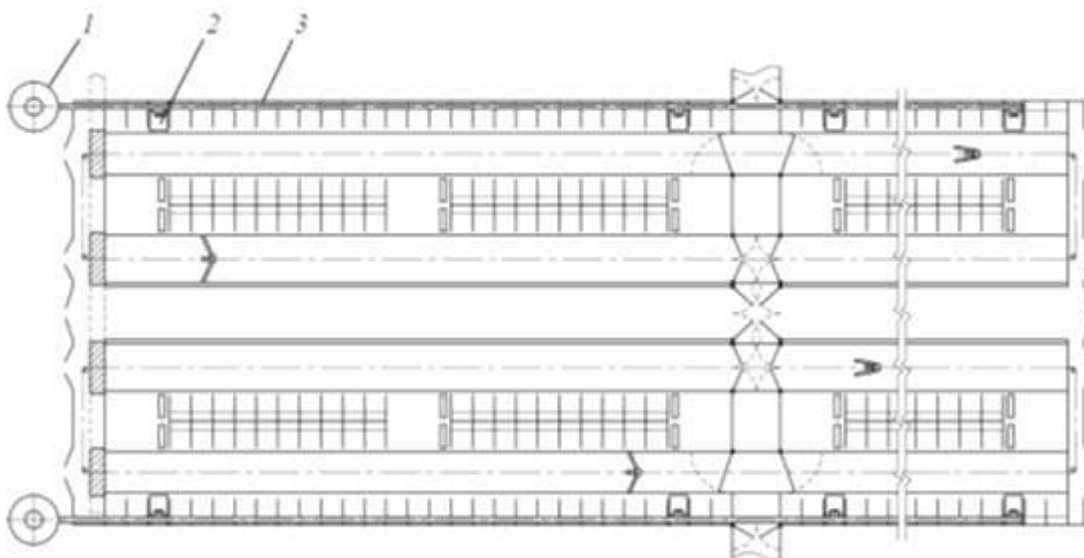


Рис. 3.18. Особенности планировки коровника беспривязно-боксового содержания при использовании комбинированного способа скармливания кормов:

- 1 – бункер; 2 – автоматическая кормовая станция; 3 – спиральный транспортер

Оперативный запас гранулированного комбикорма хранится в бункерах 1, из которых спиральными транспортерами 3 подается в кормовые станции 2. Количество кормовых станций в коровнике принимается из соотношения одна станция на 50...70 животных. Индивидуальная выдача концентрированных кормов животным позволяет реализовать *комбинированный способ скормливания*, когда объемистые корма (силос, сенаж, сено) дозируются на группу животных и раздаются на кормовой стол или в кормушки в виде кормовой смеси, а концентрированные выдаются персонально каждому животному.

### 3.4. Автоматизированное оборудование для подталкивания кормов на кормовом столе

Из-за поведенческого стереотипа выборочного поедания корма коровами через небольшой промежуток времени после начала кормления, часть корма оказывается вне зоны их досягаемости. Поэтому на молочных фермах приходится подталкивать корм ближе к кормовой решетке 2...5 раз в сутки. Выполнение этой операции вручную требует значительных затрат труда. В связи с этим для возврата корма в зону досягаемости его животными выпускаются роботизированное оборудование различного исполнения.

*Роботизированная установка Butler* австрийской фирмы «Wasserbauer» (рис. 3.19) перемещается по рельсовой направляющей, смонтированной вдоль ограждения кормового стола. Рабочий орган установки выполнен в виде повернутого на угол в 90° ленточного конвейера, привод которого осуществляется от электродвигателя с напряжением питания 24 В.



*Рис. 3.19.*  
Роботизированная установка Butler-Plus фирмы «Wasserbauer»

В соответствии с заданной программой робот до 12 раз в сутки перемещается вдоль фронта кормления и за счет вращения конвейера сдвигает корм в зону досягаемости животных.

Фирма «Wasserbauer» разработала и новую модель робота с расширенными функциональными возможностями Butler-Plus. Он дополнительно оснащен бункером и дозатором (или двумя дозаторами), имеет возможность вносить поверх корма на кормовом столе концентрированные корма, жидкие или минеральные добавки.

Фирма «Lely» (Нидерланды) разработала другой вариант роботизированной установки для подталкивания корма на кормовом столе. Робот-подталкиватель Juno (рис. 3.20) представляет собой самоходное устройство цилиндрической формы, диаметром 1 или 1,6 м, размещенное на трех колесах (одно служит для управления направлением движения робота, два других имеют привод от электродвигателя и обеспечивают перемещение установки).



*Рис. 3.20.* Робот-подталкиватель кормов Juno фирмы «Lely»

Перемещение робота Juno по скользкой поверхности кормовых проходов животноводческого помещения без проскальзывания ведущих колес и создание необходимого усилия для сдвигания корма обеспечивается путем увеличения массы установки до 575 кг за счет размещенного в области ее задней оси и электропривода балласта из бетона. Сдвигание корма в зону досягаемости его животными осуществляется за счет вращения цилиндрического корпуса робота, приводимого в движение электродвигателем. Питание электродвигателей установки осуществляется от аккумуляторной батареи напряжением 12 В. Зарядка батареи производится на зарядной станции, расположенной на маршруте движения робота.

Для обеспечения работы *робота Juno* в полностью автоматизированном режиме необходимо определить направление его движения и пройденное расстояние, обеспечить движение по заданному маршруту и поддержание установленного расстояния робота от ограждения кормового стола. Решение этих задач обеспечивается путем оснащения робота соответствующими сенсорами и бортовым компьютером с программным обеспечением для анализа полученной информации, принятия необходимого решения и выдачи команды исполнительным механизмам.

На основе анализа информации, поступающей от установленного в корпусе Juno гироскопа (фиксирует любые изменения направления движения и передает сигналы в блок управления), бортовой компьютер определяет направление движения робота. Пройденное им расстояние вычисляется по результатам обработки информации, получаемой от размещенных на приводных колесах датчиков (подсчитывают число оборотов колес). Расстояние робота от ограждения, по мере его продвижения по кормовому проходу, непрерывно контролируется ультразвуковым датчиком.

Задание маршрута движения робота выполняется вручную путем программирования бортового компьютера с помощью портативного контроллера E-link.

На маршруте движения робота размещается станция для подзарядки аккумулятора, путь к которой также программируется. Для обозначения направления движения по выбранному маршруту в начале и конце пути робота устанавливаются маркеры в виде металлических планок. Робот может обслуживать все кормовые проходы животноводческого помещения.

## **4. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ДОЕНИЯ КОРОВ И ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА**

### **4.1. Проектирование механизированных процессов доения и первичной обработки молока**

Доение коров – не только функционально наиболее ответственный процесс в общей технологии производства молока, влияющий на продолжительность хозяйственного использования коров, их продуктивность и качество получаемого молока, но и один из наиболее трудоемких, на выполнение которого затрачивается до 37 % рабочего времени, связанного с обслуживанием животных. Критериями, характеризующими эффективность функционирования технологической системы машинного доения коров, являются полнота выдаивания, скорость выведения молока из вымени и частота заболеваний коров маститом. Указанные критерии зависят как от технических характеристик применяемого доильного оборудования, так и от соблюдения технологии машинного доения обслуживающим персоналом.

Качественное проведение преддоильных операций, своевременное выполнение заключительных операций требуют от оператора постоянного контроля за интенсивностью молокоотдачи у животных. Но, так как у животных разная продолжительность доения, как в целом по вымени, так и по каждой доле в отдельности, оператор, работая с тремя или четырьмя доильными аппаратами, не в состоянии вовремя воспринять или, в силу своей некомпетентности, правильно оценить и своевременно отреагировать на изменение этого показателя. Доильный аппарат вследствие конструктивных особенностей также не может адекватно воспринять изменение интенсивности потока молока в процессе молоковыведения. В результате снижается молочная продуктивность, увеличивается заболеваемость коров маститом, сокращается лактационный период. Поэтому наиболее целесообразным является использование такого доильного оборудования, функционирование которого обеспечивает автоматическое управление режимом доения коров в соответствии с физиологическими особенностями долей вымени и минимизирует возможные отклонения в технологической системе машинного доения.

Технологический процесс доения коров может выполняться по двум схемам:

- в стойлах коровников со сбором молока в молокопроводы или в переносные ведра линейных установок;
- в станках молочно-доильных блоков и площадок со сбором молока в молокопроводы.

*При привязном содержании* доение проводят аппаратами в доильные ведра или молокопровод.

Более прогрессивный метод - *доение коров в специальных помещениях*. Применяют его на фермах с беспривязным содержанием коров. При этом используют доильные установки типа "Елочка", "Тандем", "Карусель" или установки с параллельным размещением коров.

На современной доильной установке "Елочка" один оператор может обслуживать 16 доильных аппаратов и доить за час 60...80 коров.

При использовании автоматизированной установки "Карусель" количество обслуживаемых одним оператором аппаратов возрастает до 20, производительность составляет 80...100 коров в час.

Установку "Тандем" можно рекомендовать в первую очередь для тех хозяйств, где нет еще подобранного по времени доения и скорости молокоотдачи стада. В то же время для достижения максимальной производительности на установке "Елочка" коровы должны быть подобраны по скорости молокоотдачи и продуктивности.

При машинном доении следует выполнять ряд важных требований, определяющих успешное его применение и создающих благоприятные условия для деятельности молочных желез коров:

- необходимо у животного выработать полный рефлекс молокоотдачи, т. е. активную ответную реакцию коровы на доение;
- обеспечить быстрое доение и устранение ручного дооя;
- учитывать индивидуальные особенности коров и их повадки;
- устанавливать режим доения, обеспечивающий заполнение молока вымени.

Обычно коров доят 2...3 раза в день, высокопродуктивных и новотельных 3...4 раза. При трехкратном доении в ряде случаев получают на 10 % больше молока, чем при двукратном, но при сокращении же количества доений с трех до двух затраты труда снижаются на 25...30 %.

Обработка и реализация молока осуществляются одним из трех способов:

- первичная обработка с фильтрацией, неглубоким охлаждением, кратковременным хранением и транспортировкой молока на заводы;
- обработка с фильтрацией, глубоким охлаждением, кратковременным или длительным хранением и транспортировкой на заводы;
- обработка с улучшенной очисткой, пастеризацией, глубоким охлаждением, кратковременным или длительным хранением разливного или фасованного молока и доставкой его непосредственно потребителям.

При машинном способе доения и первичной обработки молока все последовательные операции объединяют в неразрывный технологический

поток, т.е. создаются поточные производственные механизированные и автоматизированные линии.

Поточно-технологические линии должны:

- осуществлять технологический процесс с наименьшими затратами труда, энергии, средств и времени;
- отвечать зоотехническим требованиям по качеству работы и быть максимально надежными;
- обслуживать все поголовье животных на ферме.

Построение технологического процесса начинают с определения состава и последовательности операций, которые включаются в ту или иную линию, изображаемую в виде схемы.

*Технологические (или операционные) схемы* представляют собой краткое описание порядка и последовательности выполнения отдельных операций поточно-технологических линий (ПТЛ) без указания типа и марки машины, осуществляющей ту или иную операцию (рис. 4.1).

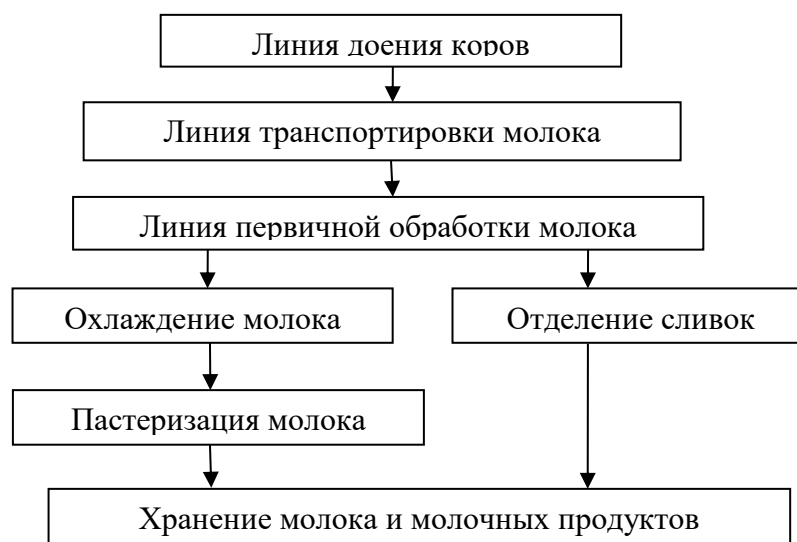


Рис.4.1. Технологическая схема процесса доения коров и первичной обработки молока на молочной ферме

Состав и последовательность операций выбирают с учетом зоотехнических требований к качеству конечных продуктов, новейших достижений науки и техники.

*Конструктивно-технологические схемы* отражают конкретный состав машин, включенных в ПТЛ, и представляются в проектной технической документации, отображающей типы машин и технологические процессы (рис. 4.2).

Структурные схемы ПТЛ отражают внутреннюю структуру производственных потоков, соподчиненность отдельных элементов, участков или секций, показывают направления движения материальных потоков, управляющих воздействий и команд, наличие и месторасположение регулирующих или запасных емкостей и резервирующих средств (рис. 4.3).



Рис. 4.2. Конструктивно-технологическая схема процесса производства молока и первичной обработки молока на молочной ферме

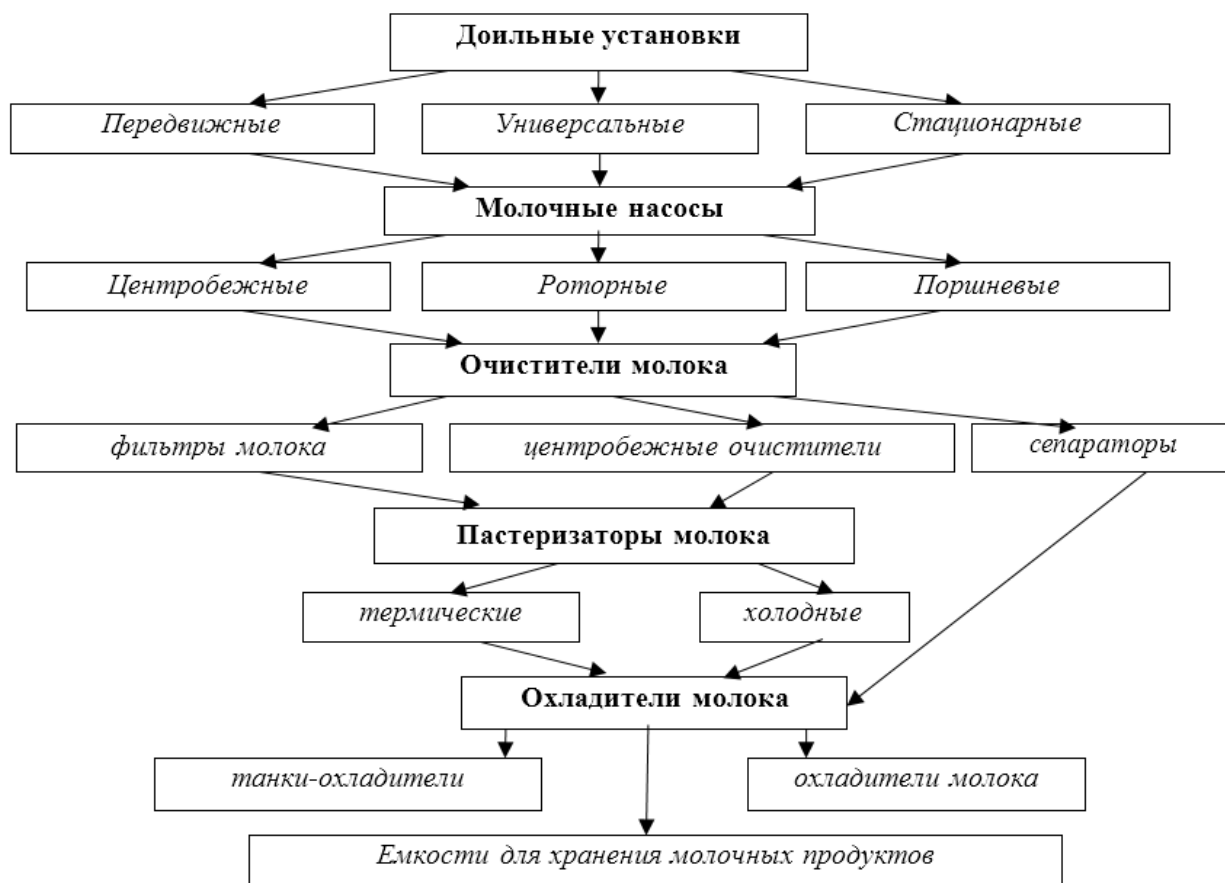


Рис. 4.3. Структурная схема поточной линии доения коров и первичной обработки молока

От правильности выбора структуры ПТЛ зависит, прежде всего, надежность работы всей линии и ее технико-экономические показатели.

#### 4.2. Стационарные доильные установки для доения в специальных доильных залах

Установки для доения в специальных доильных залах применяются преимущественно при беспривязной системе содержания коров, но могут применяться и при привязной, в особенности, если имеется автоматическая групповая привязь.

На доение коров перегоняют от мест их содержания по очереди или группами, впускают в доильное помещение и размещают в станках. После окончания доения коровы возвращаются на прежние места, а в доильные станки загоняют следующих коров.

Преимуществом доильных установок для доения в доильных залах является: глубокая специализация труда операторов, исключая выполнение таких операций, как раздача корма, чистка стойл и др. Наличие заглубленной траншеи устраняет работу дояра в наклонном положении при

проведении подготовительных и заключительных операций; минимальный путь перемещения молока от доильного аппарата к охладителю; возможность максимально автоматизировать доение; взаимодействие с программами менеджмента стада.

Это позволяет повысить производительность труда операторов при машинном доении и получать молочную продукцию более высокого качества.

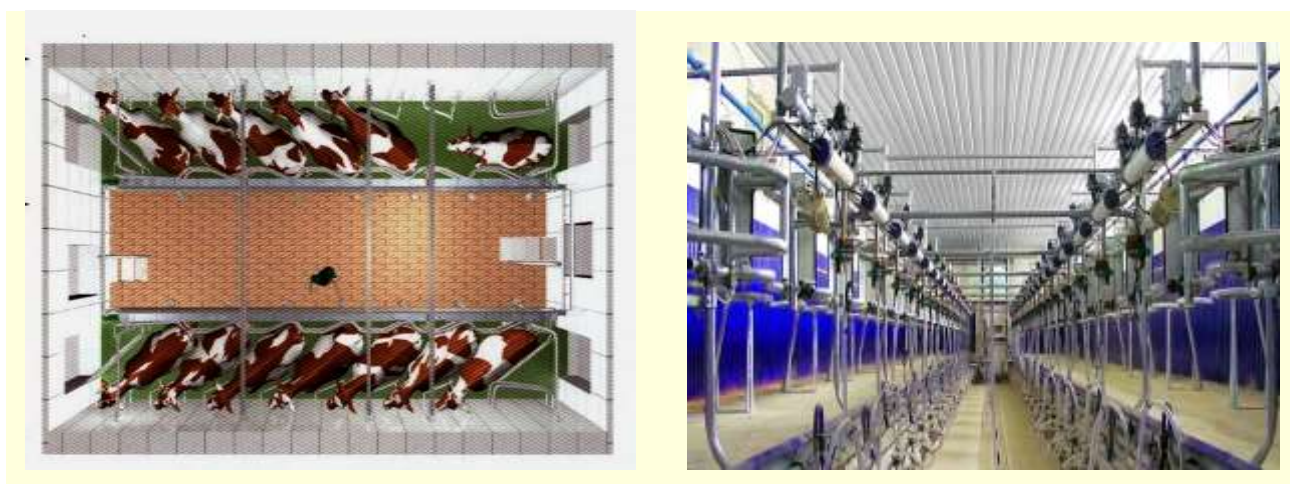
Доильные установки для доения коров в специальных залах подразделяют на группы: «Ёлочка»; «Тандем»; «Карусель».

Установки класса «Ёлочка» обеспечивают доение коров, которые имеют приблизительно одинаковую интенсивность молокоотдачи (рис. 4.4). В зависимости от особенностей конкретной модели внутрь доильного зала одновременно запускается определенное количество коров. После доения коровы выходят по очереди.

Установки типа «Ёлочка» выпускают в двух модификациях - с углом постановки коров к траншее дояра  $30^{\circ}$  и  $60^{\circ}$ .

Достоинства «Ёлочки  $30^{\circ}$ » - небольшая ширина установки, что позволяет размещать эти установки в типовых доильно-молочных блоках молочных ферм, имеющих шестиметровый строительный пролет.

«Ёлочки  $60^{\circ}$ » оборудуются быстрым выходом, что ускоряет освобождение установки и повышает ее пропускную способность. Однако эти установки требуют более широкого доильного зала и дороже. В состав стационарной доильной установки «Ёлочка» входят два доильных станка на 8 мест каждый. Расстояние между доильными аппаратами составляет 115 см.



а)

б)

Рис. 4.4. Доильный зал «Ёлочка»:

а – схема доильной установки; б – общий вид доильной установки

*Достоинством* считается хороший обзор вымени коровы и удобный доступ к нему – оператор получает к вымени безопасный и удобный доступ, благодаря тому, что подсоединение сосковой резины к вымени коровы осуществляется сбоку.

К преимуществам можно отнести относительно небольшую площадь, занимаемую залом, относительную дешевизну в обслуживании, высокую унифицированность оборудования.

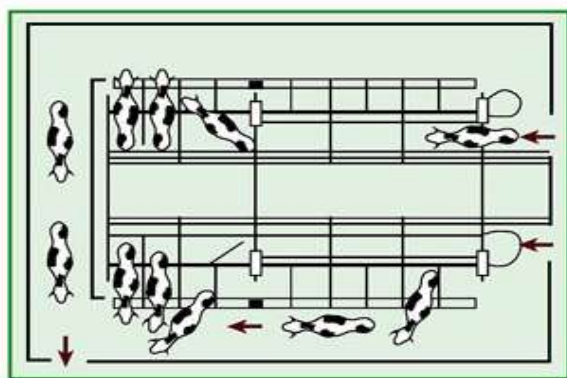
*Однако* увеличение фронта работы дояра (длина траншеи) снижает производительность труда, а следовательно и пропускную способность установки, особенно в группах коров, имеющих разную продуктивность и скорость молокоотдачи – высокоудойные и тугодойные коровы задерживают выход остальных животных из зала, в результате чего замедляется общее время дойки.

В таких установках после окончания доения коровы выходят последовательно друг за другом, что также снижает пропускную способность.

Количество дойных мест в «Ёлочке», как правило, не больше 28 (2х14, то есть по 14 коров с каждой стороны). «Ёлочку» рационально использовать на фермах с поголовьем не более 500 голов.

Доильная установка может быть оборудована системой кормораздачи. Выдача корма – групповая со ступенчатой регулировкой порций.

Особенности установки «**Параллель**» (рис. 4.5): животные уже находятся под углом 90 градусов к доильной яме, то есть ровно задом к оператору, благодаря позиционированию коровы близко по краю доильной ямы, доступ к вымени и подсоединение доильного аппарата происходит без усилий. Надёжная фиксация животных происходит спереди с помощью устойчивой фронтальной решётки. После окончания доения животным для выхода не нужно менять направление движения.



а)



б)

Рис. 4.5. Доильный зал «Параллель»:

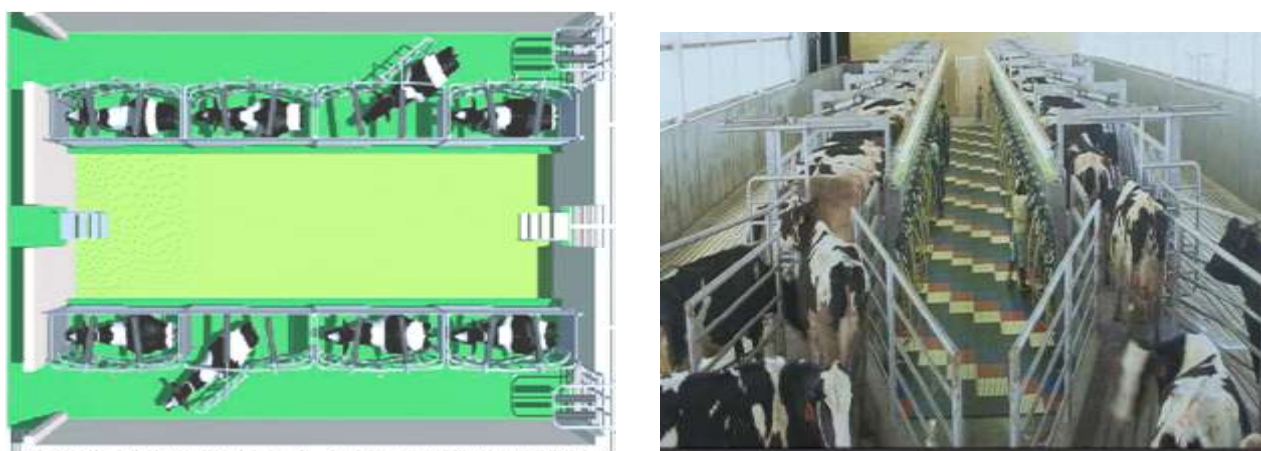
а – схема доильной установки; б – общий вид доильной установки

Подключение доильных аппаратов производится между задних ног животного. Благодаря такой постановке животных длина доильного места уменьшается до 0,75 м, существенно экономится площадь доильного зала. Такая компоновка позволяет монтировать установки до 50 голов в ряд, то есть до 100 коров (2x50) могут доиться одновременно.

Большинство залов типа «Параллель» оборудовано системой индивидуального выхода – отдоившиеся коровы не должны ждать других животных, что способствует быстрому освобождению зала.

*Недостаток* залов типа «Параллель» – из-за особенности постановки животных на дойку оператору неудобно работать с передними четвертями вымени. Данный тип установок на сегодняшний день является оптимальным решением для крупных хозяйств – 500...2000 голов. Пропускная способность установок данного типа достигает 4,5 гол/час на одно место.

*Доильные установки с индивидуальными станками типа «Тандем»* предназначены для доения коров на племенных и товарных фермах, комплексах промышленного типа с неподобранными по продуктивности животными (рис. 4.6).



а)

б)

Рис. 4.6. Доильная установка "Тандем":

а – схема доильной установки; б – общий вид доильной установки

Станки установки «Тандем» обеспечивают возможность индивидуального обслуживания и осмотра каждой коровы.

На установках типа «Тандем» операторы находятся в траншее глубиной 0,6...0,75 м, по бокам и параллельно которой расположены индивидуальные станки для коров. В каждом станке имеется свой доильный аппарат.

Для выполнения подготовительных и заключительных операций не приходится нагибаться и работать в согнутом положении.

Входом и выходом коров в станок управляет оператор индивидуально для каждой коровы, не мешая работе в других станках. При этом коровы поедают подкормку из кормушек во время доения.

*Преимуществом* этой установки является возможность доить в станке коров любой продуктивности и имеющей разную продолжительность доения. Поэтому их применяют на небольших фермах с неоднородными по продуктивности и скорости молокоотдачи стадом.

Из *недостатков доильной* установки «Тандем» нужно отметить относительно большую площадь, занимаемую оборудованием; высокую материалоемкость; низкую унифицированность оборудования; длинный путь оператора от одного доильного места до другого (2,55 м).

Данный тип доильного зала применяется на небольших фермах со 100...150 головами дойного стада.

*Доильная установка «Карусель»* (рис. 4.7) представляет собой вращающуюся платформу в виде кольцеобразного диска – внутренний диаметр 12 м, наружный 15 м. Она применяется на комплексах и фермах промышленного типа с хорошо подобранным по продуктивности поголовьем. Позволяет доить коров в ритме конвейера, что создает условия для автоматизации процесса доения и обеспечивает доение от 100 до 120 коров в час на одного оператора – 2 оператора успевают обслужить более 200 коров за час.

В начале дойки животные заходят одна за другой в станки по мере вращения «Карусели». На установках коровы непрерывно едут на платформе. Скорость вращения карусели настраивается в зависимости от скорости молокоотдачи коров, количества операторов и навыков их работы.



Рис. 4.7. Доильный зал «Карусель»

Операторы находятся с внутренней стороны установки на глубине 0,6-0,75 м и свободно двигаются внутри «Карусели». Для выполнения подготовительных и заключительных операций оператору не приходится нагибаться и работать в согнутом положении.

Мощность привода платформы 4 кВт от моторредуктора с бесступенчатым вариатором, обеспечивающим частоту вращения платформы в пределах один оборот за 6 ...14 минут.

### 4.3. Цифровые технологии для доения животных

В мире созданы и активно используются на практике автоматизированные системы доения – доильные роботы. Эффективность использования роботизированных систем для доения коров заключается не только в известных преимуществах автоматизации индустриального производства (исключение ручного труда, повышение интенсивности использования оборудования и т. д.), но и в достижении технологического эффекта путем создания физиологически более благоприятных условий для молочного скота.

Основной эффект от использования роботов складывается из общего снижения трудозатрат (порядка 4,5 тыс. чел.-ч в год для МТФ на 200 голов), а также исключения низкоквалифицированного труда обслуживающего персонала, от которого зависит состояние здоровья выдаиваемых животных. Поэтому, в целом, затраты на эксплуатацию роботизированной фермы часто оказываются ниже, чем для доильного зала или при доении животных на привязи (рис. 4.8).

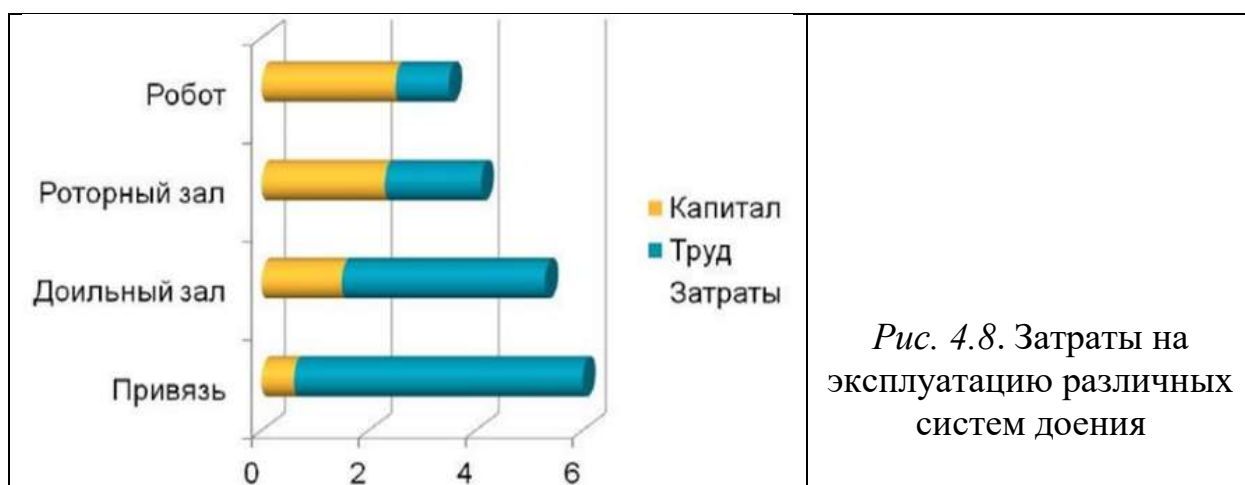


Рис. 4.8. Затраты на эксплуатацию различных систем доения

Исследования показывают, что животные достаточно быстро привыкают к доению роботом и самостоятельно посещают доильный бокс. При этом увеличивается частота доений животных (у высокопродуктивных

коров – до 4 и более раз в сутки), что благотворно сказывается на здоровье вымени животного.

#### 4.3.1. Конструктивные особенности доильных роботов

На рынке доильных роботов представлена продукция семи производителей: «Lely», «Fullwood», «Insentec» (Нидерланды), «DeLaval» (Швеция), «S.A. Christensen» (Дания), «BouMatic» (США) и «GEA Farm Technologies» (Германия). Все выпускаемые роботы имеют конструктивные отличия.

Фирма «Lely» предлагает потребителям новое поколение доильного робота – Astronaut A4. Основные составляющие доильного робота Astronaut представлены на рис. 4.9:

- автоматическая кормушка 2 установлена на передней панели бокса 1 и оснащена антенной, идентифицирующей корову для системы доения;
- машинное отделение 7 расположено в задней части бокса и содержит вакуумное оборудование для доения коров, оборудование для контроля количества и качества выдаиваемого молока, контроллер M4Use системы управления роботом.

В машинном отделении также размещены все коммуникационные устройства, обеспечивающие связь доильного робота с танком-охладителем молока и офисом управления.

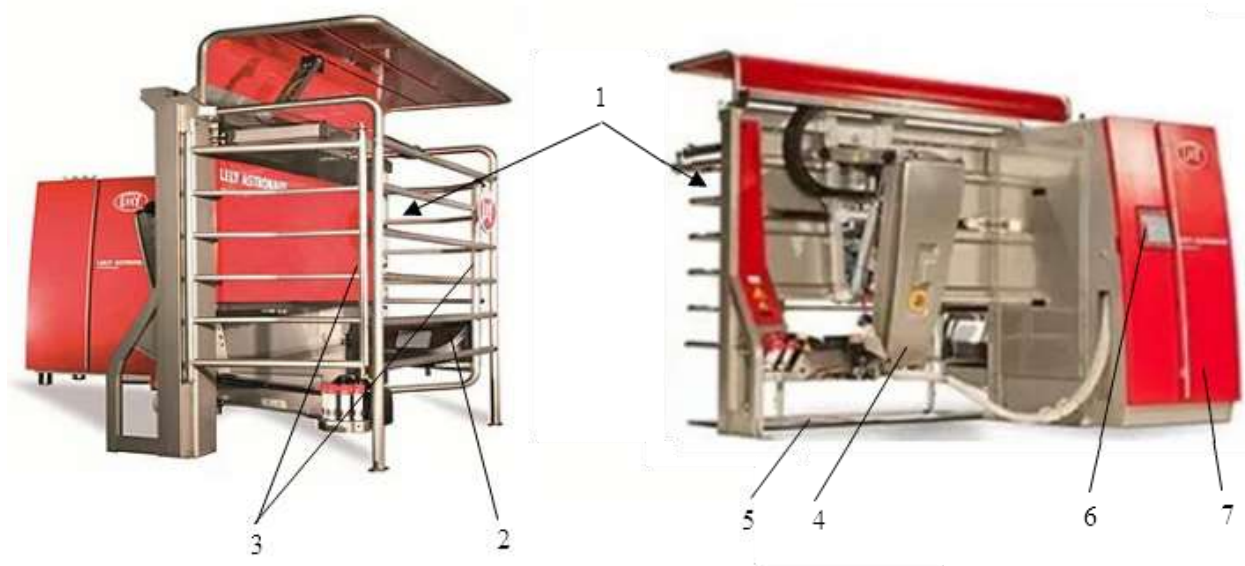


Рис. 4.9. Основные составляющие доильного робота Astronaut:  
1 – бокс для коровы; 2 – кормушка; 3 – входные и выходные ворота; 4 – рука-манипулятор; 5 – взвешивающий помост ; 6 – панель управления X-Link;  
7 – машинное отделение

Рука-манипулятор 4 предназначена для преддоильной очистки сосков вымени и постановки (надевания на соски) доильных стаканов. Манипулятор имеет приводной механизм, соединяющий руку манипулятора с корпусом доильного бокса и обеспечивающий перемещение руки с держателем доильных стаканов в трех плоскостях. Держатель доильных стаканов закреплен в нижней части руки-манипулятора и оборудован системой обнаружения соска (TDS), четырьмя доильными стаканами, двумя щетками для преддоильной очистки сосков и распылителем антисептического ДИР-средства, наносимого на соски по окончании доения. Система TDS обнаруживает соски коровы, и дает сигнал приводному механизму для постановки доильных стаканов в правильное положение.

Панель управления X-Link 6 представляет собой пользовательский интерфейс доильного робота. Она отображает все команды и информацию, необходимую для эксплуатации и обслуживания робота. Панель оснащена сенсорным экраном и устанавливается в машинном отделении со стороны подвижной руки-манипулятора. При нормальной работе доильного робота панель X-Link отображает на экране статус робота и все выполняемые операции. Иногда на экране X-Link появляются всплывающие окна, которые информируют о возможных неполадках, или запрашивают ответ оператора в ситуациях, когда робот не в состоянии самостоятельно принять решение.

Компрессор подает чистый и сухой воздух под давлением к исполнительным механизмам доильного робота. Он оснащен роторным нагнетателем воздуха, осушителем и ресивером. Компрессор должен устанавливаться в отапливаемом помещении с чистым незапыленным воздухом.

Робот Astronaut учитывает физиологические особенности каждого животного за счет использования нового пульсатора 4Effect, создающего оптимальный режим доения независимо для каждой четверти вымени.

Кроме того, доильный робот оснащен инновационной системой контроля качества молока MQC. Эта сенсорная система выполняет проверку цвета, электропроводимости и скорости потока молока, обеспечивая тем самым максимальный контроль его качества. Astronaut A4 может оснащаться улучшенной сенсорной системой MQC-C, которая позволяет в режиме on-line определять количество соматических клеток в молоке из каждой доли вымени.

Для эффективного менеджмента молочного стада система управления доильным роботом оснащена современной программой T4C, позволяющей отображать все данные о каждой корове на экране персонального компьютера в виде понятной и легко читаемой графической информации, а также накапливать и сохранять их в течение длительного времени. Программа

оснащена системой предупреждения, которая, при необходимости, оповещает оператора о сбоях в технологическом процессе. Эта система имеет функцию дистанционной диагностики и настройки, что облегчает работу сервисной службы и позволяет удаленно устранять некоторые проблемы в работе робота.

Каждая корова на ферме, оборудованной роботами Astronaut, носит ошейник с идентификационным транспондером. После входа коровы в доильный бокс и ее идентификации, система проверяет время, истекшее с момента последнего доения этого животного. Если интервал времени слишком мал, то доение не будет производиться. В этом случае выпускные ворота сразу открываются и корова покидает бокс.

Если корова подлежит доению, то все последующие действия выполняются автоматически. Манипулятор размещается под выменем и вращающиеся щетки очищают и стимулируют соски. После очистки доильные стаканы автоматически подключаются к соскам коровы. Снятие доильных стаканов происходит индивидуально по мере того, как опорожняется каждая из четвертей вымени. После снятия последнего доильного стакана соски опрыскиваются специальным дезинфицирующим составом, открываются выпускные ворота и корова выходит из бокса. По окончании доения происходит промывка щеток и доильных стаканов дезинфицирующим средством.

Периодически (не менее 3-х раз в день) робот автоматически переводится в режим глубокой очистки, в ходе которой вся система транспортирования молока, от доильных стаканов до танка-охладителя, промывается моюще-дезинфицирующими средствами.

Данные доильные установки имеют опцию – взвешивающий помост 5. На взвешивающем помосте расположены четыре датчика веса, по одному датчику в каждом углу весового помоста в боксе. По- средством этих датчиков вес коровы измеряется после доения. Вес коровы используется в качестве информации о состоянии коровы и сохраняется в Т4С.

Фирма «DeLaval» применила инновационные технические решения в новой версии **доильного робота VMS** (рис. 4.10), которые направлены на совершенствование процесса подключения доильных стаканов к соскам вымени, сохранение здоровья коров, сокращение трудовых затрат на монтаж оборудования и снижение энергозатрат. Так, замена пневматического привода многофункциональной руки-манипулятора робота на гидравлический увеличила рабочую зону манипулятора на 18 %, что, в свою очередь, позволило обслуживать коров с большими отклонениями геометрических параметров сосков и вымени от стандартных значений. Кроме того, высокая

надежность гидравлического привода позволяет значительно сократить затраты на его сервисное обслуживание.



Рис. 4.10. Общий вид доильного робота VMS фирмы «DeLaval»

Быстрый и точный поиск сосков обеспечивается за счет оптической камеры и двух лазерных устройств, совместное использование которых дает возможность в режиме реального времени получать точные сведения о геометрических параметрах сосков и вымени животного.

Усовершенствованное программное обеспечение позволяет выбирать наиболее подходящую схему поиска сосков для каждого отдельного животного, что особенно важно при доении коров со сложной формой вымени. Имеется функция «автоматическое изучение новых коров» – робот VMS самостоятельно определяет месторасположение сосков у новых животных и сохраняет полученную информацию в собственной базе данных.

В схеме подготовки сосков вымени к доению применяется специальный стакан, который по очереди выполняет очистку теплой водой, стимулирование, сдаивание первых струек молока и сушку каждого соска.

Использование отдельного стакана для предварительной подготовки сосков к доению полностью исключает попадание остатков от первых струек молока и промывочной воды в молочную линию и далее – в молоко. Ополаскивание доильных стаканов внутри и снаружи перед доением каждой коровы и наличие нескольких режимов автоматической обработки сосков дезинфицирующим раствором после доения позволяет поддерживать гигиену коров стада на высоком уровне.

Встроенный навозный лоток и программируемая автоматическая мойка пола обеспечивают круглосуточное содержание установки в хорошем санитарном состоянии.

Основой обеспечения здоровья вымени животных является постоянный контроль с помощью четырех оптических датчиков (по одному на каждую четверть) выдаиваемого молока по следующим параметрам: уровень надоя,

скорость молокоотдачи, продолжительность доения, электропроводность молока и присутствие в нем крови. В дополнение к этому предлагается счетчик соматических клеток в потоке молока ОСС, который автоматически производит отбор пробы молока при каждой дойке, смешивает ее с контрольным реактивом и в течение одной минуты производит оценку каждой пробы.

Животные с повышенным содержанием соматических клеток в молоке регистрируются в отдельном журнале. Такой подход позволяет на ранней стадии обнаружить начальные признаки мастита и принять своевременные меры. Молоко с повышенным содержанием соматических клеток с включениями крови или получаемое от лечащихся антибиотиками коров отделяется от общего надоя и направляется в отдельную емкость или канализацию.

Система управления VMS осуществляет частотное регулирование производительности вакуумного насоса, что позволяет экономить до 60 % потребляемой им электроэнергии.

Фирма «Fullwood» представила на рынок доработанную конструкцию **робота Merlin** (рис. 4.11). Для идентификации животных фирма предлагает использовать ножные транспондеры с расширенными функциональными возможностями (определяют еще и активность животных). Данные с датчиков активности поступают в программу Crystal, которая позволяет своевременно выявлять животных, находящихся в состоянии половой охоты.



Рис. 4.11. Общий вид доильного робота Merlin фирмы «Fullwood»

Для контроля качества выдаиваемого молока робот Merlin оснащен датчиком BloodSensor (для определения крови в молоке) и сенсором FullQuest (для определения электропроводности молока), совместная работа которых позволяет перенаправлять несоответствующее стандартам качества молоко в отдельные емкости. В будущем планируется оснащать Merlin анализатором

молока типа Fullexpert-ИМА, позволяющим измерять во время доения содержание жира, белка и лактозы в молоке. Также анализатор сможет оценивать количество соматических клеток в молоке.

Доильные роботы фирм «Insentec», «S.A. Christensen» («SAC») и «BouMatic» имеют общее концептуальное устройство (рис. 4.12...4.14). Их рука-манипулятор устанавливается вне доильного бокса и может обслуживать как один доильный бокс, так и два расположенных параллельно друг другу. В качестве манипулятора все три фирмы используют хорошо зарекомендовавший себя промышленный робот фирмы «Idento», предназначенный для работы в условиях с повышенными требованиями надежности.

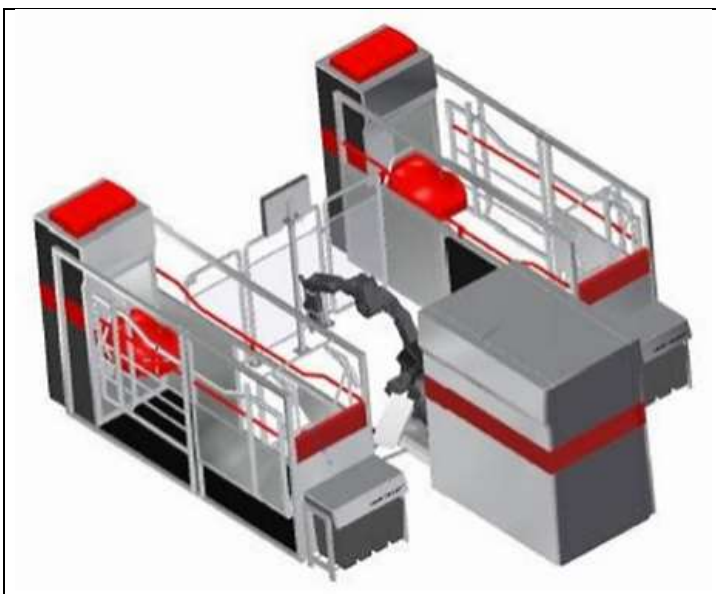


Рис. 4.12. Общий вид доильного робота Astrea фирмы «Insentec»

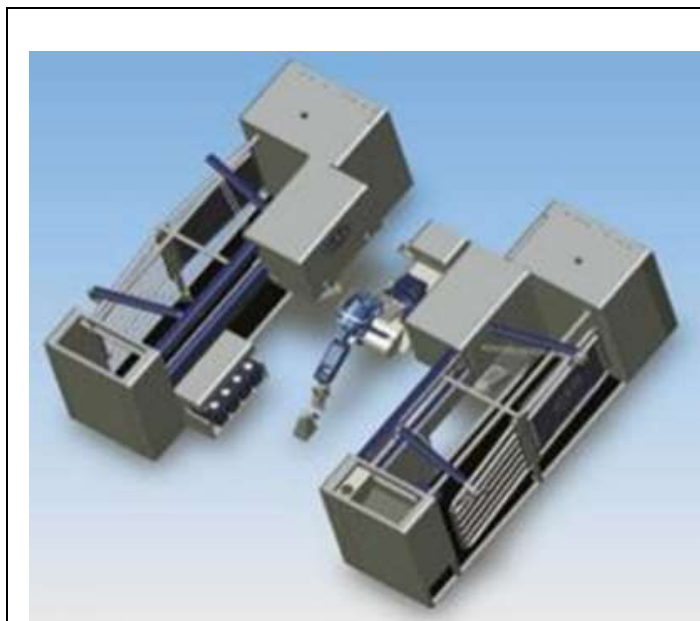


Рис. 4.13. Общий вид доильного робота FutureLine фирмы «SAC»



Рис. 4.14. Общий вид доильного робота ProFlex фирмы «VouMatic»

Основное конструктивное отличие роботов MR-S1 и MR-D1 от всех предыдущих состоит в том, что рука-манипулятор расположена сзади коровы, а не сбоку (рис. 4.15).



Рис. 4.15. Общий вид доильного робота MR-D1

Сам робот включает в себя машинное отделение, которое выполнено в виде офиса для работника, и располагается в задней части робота. Там же размещена и рука-манипулятор.

Уникальной конструктивной особенностью однобоксового робота MR-S1 является наличие входных и выходных ворот с обеих сторон доильного бокса. Это дает возможность доступа животного к роботу с обеих сторон и позволяет использовать доильный бокс как селекционный: направлять животное в ту или иную секцию коровника на основании информации об этом животном в базе данных.

Компания «GEA Farm Technologies» предлагает новую концепцию построения доильного **робота MOne** (рис. 4.16), модульная конструкция которого позволяет расширять систему от одного до пяти доильных боксов.

Основным преимуществом модульной конструкции MOne является возможность увеличения производительности доильной системы путем

присоединения дополнительных доильных боксов к уже имеющейся установке. Таким образом, расширение комплекса не требует больших дополнительных инвестиций, поскольку основная и наиболее дорогостоящая его составляющая приобретается только один раз. Модульная конструкция обеспечивает более рациональное использование ресурсов, поскольку все доильные боксы обслуживаются одной рукой-манипулятором, вакуумным насосом, управляющим компьютером, имеют общую систему промывки и молочный фильтр, что в совокупности обеспечивает экономию электроэнергии, воды и моюще-дезинфицирующих средств.



Рис. 4.16. Общий вид доильного робота Mione в двухбоксовой комплектации

Для эффективного использования доильных боксов в работе Mione применяется принцип предварительного отбора готовых к доению коров. Животные, распознанные компьютером как готовые к доению, направляются в преддоильную секцию ожидания доильного робота, а все остальные, т. е. еще не готовые к доению, возвращаются в основную секцию коровника. Это обеспечивает впуск в доильные боксы только готовых к доению коров, что повышает пропускную способность оборудования.

Позиционирование доильного модуля осуществляется с помощью манипулятора, который поочередно обслуживает все доильные боксы системы.

Для определения точных координат сосков используется трехмерная инфракрасная камера, которая распознает форму и расположение отдельных сосков вымени. Полученная камерой информация используется рукой-манипулятором для точного размещения модуля с доильными стаканами под отдельными сосками вымени. Доильные стаканы подключаются специальными кронштейнами модуля (по одному кронштейну на каждый стакан) с пневматическим приводом. После подключения доильных стаканов рука-манипулятор освобождается от захвата доильного модуля, возвращается в исходное положение и может использоваться для выполнения аналогичных операций в других доильных боксах.

Доильный модуль поддерживает каждый из стаканов как при подключении, так и во время доения. В случае спадания стакана он удерживается на кронштейне модуля, благодаря этому снявшиеся с сосков стаканы никогда не соприкасаются с полом.

После подключения доильных стаканов выполняются очистка сосков, сдаивание первых струек молока, преддоильная стимуляция и доение с последующим снятием доильных стаканов. Во время очистки каждый сосок в течение 15 с очищается в доильном стакане водой и просушивается потоком воздуха. Затем происходит сдаивание первых струек молока, которое вместе с моющей водой удаляется из системы с помощью клапанного механизма.

В ходе доения молоко проверяется на электропроводность и на цвет, что позволяет распознавать и отделять молоко нестандартного качества (по каждой четверти вымени отдельно). Количество выдоенного молока определяется счетчиком DemaTron. Информация о продуктивности каждого животного и качестве производимого им молока передается в персональный компьютер.

При достижении порогового значения молокоотдачи в одной из долей система контроля потока молока, спустя установленное время ожидания, отключает подачу вакуума к соответствующему доильному стакану.

Таблица 4.1. **Конструктивные особенности доильных роботов**

Конструктивная особенность оборудования	Модель доильного робота	Фирма-производитель
Доильный робот состоит из одного доильного бокса, обслуживаемого одной рукой-манипулятором	Astronaut	«Lely»
	VMS	«DeLaval»
	Merlin	«Fullwood»
Система, включающая в себя два параллельно установленных доильных бокса, обслуживаемых одной рукой-манипулятором (опционально может состоять из одного доильного бокса)	Galaxy Starline	«Insentec»
	RDS Futurline	«S.A. Christensen»
	ProFlex	«BouMatic»
Роботизированная система, состоящая из нескольких доильных боксов, смонтированных один за другим (тандемного типа) и обслуживаемых одной рукой-манипулятором	Mlone	«GEA Farm Technologies»

Для обеспечения гигиенических требований в системе выполняется три вида промывки BlackFlush:

– после каждого доения. Реализует промывку водой доильных стаканов непосредственно по окончании доения каждой коровы. Это поддерживает в чистоте доильное оборудование и уменьшает вероятность переноса инфекции между коровами;

– промежуточная в каждом из боксов – настраивается по времени, количеству выдоенных коров или после доения определенных, например больных, животных. Промежуточная промывка теплой водой осуществляется по отдельным боксам и длится около 4 минут. Интервалы между промежуточными промывками настраиваются индивидуально;

– системная выполняется не менее 2-х раз в сутки. Системная промывка занимает в общей сложности 25 минут и включает в себя предварительную промывку теплой водой, основную – горячей водой с моющим средством, окончательную – ополаскивание теплой водой.

## **5. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ПРОЦЕССОВ ПТИЦЕВОДЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

### **5.1. Способы содержания птицы**

На птицефермах и фабриках распространены выгульный, интенсивный (безвыгульный) и комбинированный способы содержания птицы.

*Выгульный способ* содержания применяют на фермах маточного стада и птицефабриках.

*Интенсивный способ* (на глубокой подстилке, в клетках, в птичниках с вольерами) используется на фабриках яичного и мясного направления.

*Комбинированный способ* предусматривает выращивание цыплят до возраста 60, утят и гусят до 20, индюшат до 45 дней в клетках, а затем в лагерных условиях.

Широкое распространение получил способ содержания курнесушек в широкогабаритных птичниках на глубокой подстилке, оборудованных транспортерами для раздачи корма и сбора яиц, автопоилками и гнездами (располагаются в середине птичника). Птичники комплектуются системами приточно-вытяжной вентиляции. Куры имеют свободный доступ к кормам, воде и 12 гнездам. Высокая подвижность несушек обеспечивает их полноценное биологическое развитие.

При клеточном содержании куры находятся в клетках, расположенных в несколько рядов и ярусов, что позволяет использовать площадь помещения в 3...4 раза эффективнее, чем при напольном содержании. Кормление, поение, уборка навоза и сбор яиц осуществляет комплекс машин, составляющих неотъемлемую часть клеточной батареи.

### **5.2. Оборудование для содержания кур-несушек промышленного стада**

Отличительной чертой содержания промышленного стада кур-несушек является переход на многоярусные клеточные батареи (от 2 до 8 ярусов) с повышенными показателями использования полезного объема птичников, их комплексной механизации и автоматизации процессов.

*Комплект птицеводческого оборудования КПО-Н* для содержания кур-несушек состоит из комплекта клеточных батарей КБК-Н (8 батарей для птичника размером 18 x 96; 5 батарей для птичника размером 12 x 96), комплекта транспортеров для подачи корма; бункеров хранения сухих кормов; комплекта транспортеров поперечной уборки помета КПН(Г); монорельсовых тележек для обслуживания верхних ярусов батарей ТОБ.

**Клеточная батарея для содержания кур-несушек КБК-Н** (рис. 5.1) входит в комплект оборудования содержания птицы и предназначена для содержания промышленного стада кур-несушек в закрытых помещениях с регулируемым микроклиматом и может использоваться во всех природно-климатических зонах.



*Рис. 5.1* Клеточная батарея для кур-несушек КБК – Н

Комплектность батареи обеспечивает полную механизацию основных технологических процессов при содержании кур-несушек: раздача корма, поение, уборки помета, сбора яиц.

Клеточная батарея КБК-Н представляет собой многоярусный (2...8 яруса) металлический наборный поярусно каркас, состоящий из расположенных симметрично относительно продольной оси батареи клеток, со стойками приводов механизмов, расположенных в торцах батареи.

*Клетка для размещения птицы* формируется из элементов каркаса поярусно. Сетчатый полук укладывается на систему опорных прутков, проходящих вдоль всей батареи на каждом ярусе, и имеет наклон в сторону желоба яйцесбора. Боковые стенки формируются перфорированными поперечными перегородками, что способствует снижению стрессов птицы и обеспечивает нормальный воздухообмен. Дверки клетки парные, сдвигаемые в сторону.

*Система раздачи корма цепная* (рис. 5.2) состоит из основных составных элементов цепной кормораздачи: бункер, привод, кормушка, поворотный угол и кормораздаточная цепь, и дополнительных принадлежностей: очиститель корма, таймеры, наклонные элементы контура.

Применение весов или системы бункерного взвешивания обеспечивает получение птицей точного количества корма

Из бункера-питателя корм подается в кормушки желобового типа каждого из ярусов и передвигается вдоль клеток ярусов замкнутым контуром плоской кормовой цепи.

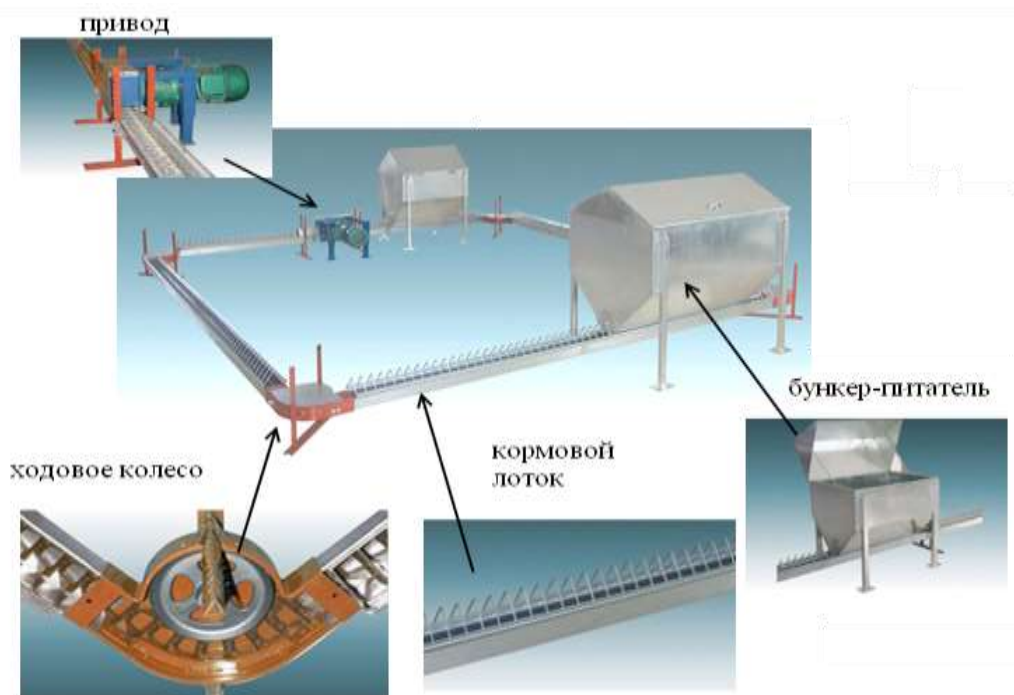


Рис. 5.2. Система раздачи корма цепная

Скорость движения цепи (7,7 м/мин) является достаточной для предотвращения выборочного склевывания корма птицей во время его движения вдоль батареи. Приемный бункер имеет дозирующие шибера на каждом ярусе, которые обеспечивают пределы дозирования от 300 гр. до 1500 гр. на 1 м.п. кормушки.

Применение весов или системы бункерного взвешивания обеспечивает получение птицей точного количества корма. Система состоит из основных составных элементов цепной кормораздачи: бункер, привод, кормушка, поворотный угол и кормораздаточная цепь, и дополнительных принадлежностей: очиститель корма, таймеры, наклонные элементы контура. Скорость цепного транспортера в зависимости от типа кормления 12, 18 или 36 м/с.

Система поения (рис. 5.3) обеспечивает подачу воды птице, находящейся в клетках батареи и представляет собой систему линий пластиковых труб с ниппельными поилками и каплеуловителями

установленных по центру клетки на каждом из ярусов. Каждая из линий снабжена питающим бачком поплавкового типа, связанного с общей магистралью водоснабжения имеющей устройства фильтрации воды.



Рис. 5.3. Система поения кур несушек комплекта птицеводческого оборудования КПО-Н

*Система удаления помета.* Удаление помета производится замкнутыми ленточными транспортерами, расположенными под сетчатыми полами клеток каждого яруса с приводами в задней части батареи. Рабочая лента выполнена из полипропилена устойчивого к агрессивной среде помета птицы. Скорость движения ленты 6,1 м/мин.



Рис. 5.4. Ленточная система пометоудаления с продольными пометоуборочными лентами клеточной батареи

Накопившийся помет лентами поярусно перемещается к задней торцевой части батареи, где срезается с них рабочими скребками и брасывается на горизонтальный поперечный транспортер, который выносит и сбрасывает помет из здания птичника. Натяжение лент поярусно производится натяжным барабаном, размещенным на передней стойки батареи.

*Система яйцесбора* обеспечивает сбор яиц со всех ярусов батареи на стол-накопитель или транспортер сбора яиц со всех батарей для выноса их из зала.

Линия яйцесбора комплекта батареи состоит из ленточного транспортеров и элеватора батареи (рис. 5.5).



Рис. 5.5. Элеваторная система яйцесбора

Ленточные транспортеры поярусно, с каждой стороны батареи, переносят яйца на элеватор. Элеватор принимает яйца со всех ярусов, поднимает их с нижних и опускает с верхних на стол-накопитель или поперечный яйцесборный транспортер.

Сбор яиц производится ленточным транспортером шириной. Яйца от кур-несушек из гнезд клеток по наклонному полику скатываются в желоб на транспортерную ленту. По мере накопления яиц оператор вручную переключает кулачковую муфту и транспортер перемещает яйца к столу яйцесбора, при этом отключается система уборки помета. Скорость движения транспортирующей ленты не превышает 0,1 м/с, что позволяет одному оператору укладывать яйца со стола-накопителя в тару. Натяжение транспортерной ленты регулируется натяжным устройством.

**Комплект оборудования для содержания промышленного стада кур-несушек КП-112ЛМ** в базовой модификации выпускается в четырехъярусном исполнении (рис. 5.6). Может выпускаться и 2 и 3- ярусном варианте.

Комплект обеспечивает комплексную механизацию: раздачу корма, поение птицы, сбора яиц и уборку помета.

Клеточная батарея состоит из сборного каркаса, клеток для содержания птицы, кормушек, поилок, кормораздатчика, устройства для поярусной уборки помета, электрооборудования и приводов.

Детали каркаса клеточной батареи изготовлены из высококачественной оцинкованной стали.



**Рис. 5.6. Клеточная батарея для содержания промышленного стада кур-несушек КП-112ЛМ**

Раздача корма осуществляется навесным бункерным кормораздатчиком дозированного типа с бесступенчатой регулировкой нормы выдачи корма, как при движении кормораздатчика вперед, так и назад. Норма выдачи устанавливается оператором с помощью боковых заслонок на свободно плавающем по кормушке дозатора. Пределы регулировки от 0 до 50 гр/гол.

*Поение* ниппельное с каплеуловителем расположено по центру каркаса. Две ниппельные поилки на клетку.

*Удаление помета* ленточное поярусно с помощью кулачковых муфт.

*Сбор яиц* механизирован. В желобах яйцесбора уложена транспортирующая лента, которая с помощью приводных механизмов, установленных на передней стойке батареи, доставляет яйца к вертикальному элеватору, который подает яйца на стол-накопитель. Включение и выключение механизма сбора яиц осуществляется кнопками на пульте управления, установленном на передней стойке батареи. Площадь клетки 413 см<sup>2</sup>, в клетках размещают 9 голов.

**Клеточная батарея БКН-3** (рис. 5.7) каскадная, трехъярусная предназначена для содержания промышленного стада кур-несушек. Выпускают эти батареи в составе комплекта.

Оборудование, входящее в комплект, позволяет механизировать следующие операции: прием, хранение и раздачу корма по

кормушкам; поение птицы; сбор и транспортировку яиц на стол-накопитель; уборку и погрузку помета.



*Линия кормораздачи* представляет собой комплект оборудования, состоящий из двух бункеров сухих кормов, транспортера универсального унифицированного ТУУ-2 и желобковых кормушек.

Кормушки, расположенные в каждом ярусе батареи, представляют собой замкнутый контур, внутри которого находится цепной транспортер, проходящий через бункер-дозатор, установленный на передней стойке. Скорость движения троса 0,5...0,66 м/с.

Корм из наружного бункера транспортером подается в приемник горизонтального транспортера ТУУ-2, который доставляет корм в бункера-дозаторы клеточных батарей, загружая их поочередно. При заполнении последнего бункера-дозатора срабатывает выключатель подачи корма, установленный на стенке горловины бункера, и отключает электродвигатели линии загрузки кормов.

При расходе корма и понижении его уровня в бункерах клеточных батарей электродвигатель линии кормозагрузки включается автоматически.

Управляют двигателем линии загрузки кормов и кормораздачи на клеточной батарее вручную или автоматически.

*Для поения птицы в клетках* устанавливают желобковые, ниппельные или чашечные поилки. Подача воды из водопроводной сети к ниппельным поилкам осуществляется через индивидуальные бачки постоянного уровня, находящиеся с обеих сторон в каждом ярусе клеточной батареи. Ниппельные поилки крепят сверху клеточных батарей, а чашечные – внутри клеток.

*В линию сбора яиц* входят шесть продольных ленточных транспортеров, два элеватора и поперечный транспортер яйцесбора. Ленты обеспечивают сбор яиц со всех ярусов батареи. Яйца со второго и третьего ярусов на конвейер яйцесбора спускаются наклонными элеваторами. Привод ленточных транспортеров и элеваторов от одного мотор-редуктора. Скорость движения лент яйцесбора 0,03 м/с.

Сбор яиц осуществляется следующим образом. Яйца скатываются по наклонным полкам на продольные ленточные транспортеры, которые доставляют их в переднюю торцевую часть батареи.

Ленточный транспортер первого яруса доставляет яйца непосредственно на поперечный конвейер, который транспортирует их далее в отделение переработки и складирования.

*В линию удаления и погрузки помета* входят: установка канатно-скребковая для уборки помета МПС-6М (или МПС-4М) и транспортер скребковый для уборки помета от батарей и погрузки его в транспортные средства НКЦ-7/18 (или НКЦ-7/12).

Каскадное расположение клеток батарей создает благоприятные условия для работы механизма уборки помета в батарее.

С наклонных настилов верхних ярусов остатки помета счищают скребками облегченной конструкции, которые сбрасывают помет в траншеи в щель между настилами по всей длине батареи.

*Особенностью клеточной батареи БКН-3* является каскадное расположение ярусов клеток. Клетки каждого яруса частично заходят под клетки вышерасположенного яруса, образуя ступеньки. Поэтому каскадные батареи занимают промежуточное положение между вертикально и горизонтально ярусно располагаемыми клетками. К тому же клетка каскадной батареи как бы копирует форму тела птицы. Этим создает большой объем клеток и лучшие условия содержания. В каскадных батареях птица хорошо просматривается, улучшается воздухообмен, освещение и облегчается обслуживание птицы.

### **5.2.1. Технологические особенности линии для кормления птицы**

В зависимости от методики кормления (досыта или нормируемое) оборудование для откорма птицы должно всесторонне удовлетворять потребности этой птицы с учетом ее возраста, кросса и прочих специфических факторов. Оно должно быть приемлемо как для однодневных цыплят, так и для уже взрослой, тяжелой птицы.

Важным при этом является обеспечение легкого доступа к корму и предотвращение его потерь. С этой целью разработаны различные типы кормушек, подача корма к которым осуществляется при помощи, отлично зарекомендовавшей себя кормораздаточной системы AugerMatic (рис. 5.8).



Рис. 5.8. Кормораздаточная система AugerMatic

Система AugerMatic состоит из следующих узлов (рис.5.9): бункер для корма 1 с дополнительной насадкой 2 или без нее легко снимается с кормораздатчика 3. Вся кормолиния полностью поднимается лебедкой на максимальную высоту под потолок и тем самым гарантирует беспрепятственное проведение работ по очистке помещения от помета. Мощный привод 4 и прочная спираль гарантируют возможность кормораздачи на расстояние до 150 м. Датчик 5 с контрольной кормушкой 6 автоматически отключает подачу, как только все кормушки заполнятся кормом.

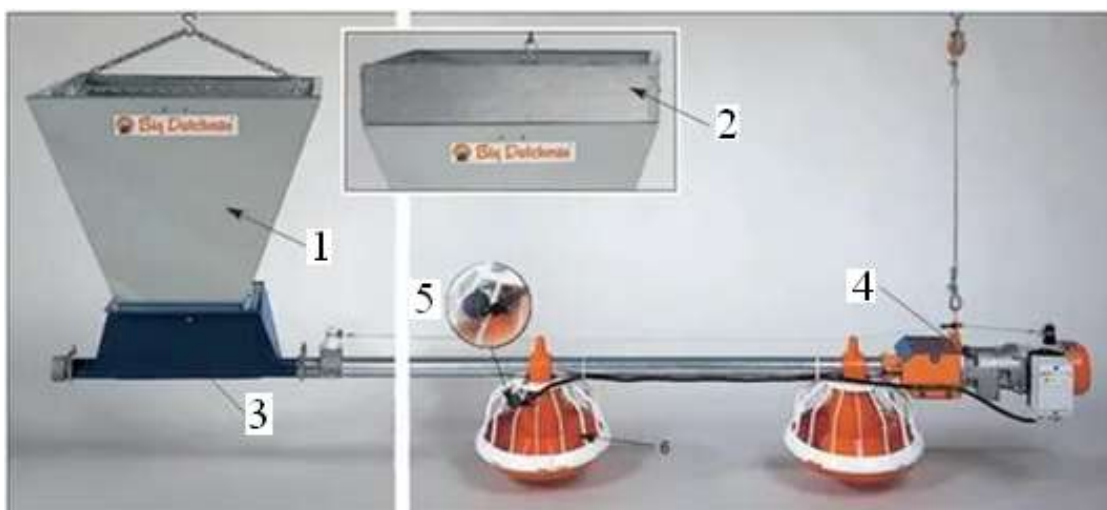


Рис. 5.9.– Система кормления AugerMatic:

Техническая характеристика системы кормления AugerMatic:

- кормораздатчик с емкостью вместимостью ~ 115 л / 75 кг;
- насадка для кормоемкости вместимостью 38 л / 25 кг;
- максимальная длина кормолинии 150 м; – труба кормления с 2 – 4 отверстиями диаметром 45 мм; – длина трубы 3000 мм + муфта; – центральная подвесная лебедка, привод с мотором 3 фазы, 0,37/0,55 кВт, 230/400 В, 50 Гц, 325 мин<sup>-1</sup> ; – производительность 450 кг/ч; – размер гранул до 4 мм

Одним из важных элементов системы кормления AugerMatic является линия подачи корма птице, в состав которой входит кормушка **FLUXX** разработанная компанией Big Dutchman (рис. 5.10). Она одинаково полно отвечает требованиям, как однодневных цыплят, так и бройлерной птицы.



Рис. 5.10. Кормушка FLUXX фирмы Big Dutchman

В зависимости от возраста и размера птицы вся линия подачи корма поднимается, механизм предельного наполнения кормом автоматически закрывается и уровень корма понижается. Это позволяет снизить потери корма

до абсолютного минимума. Закрепленные на внешнем цилиндре кормушки лопасти служат дополнительной мерой предотвращения потерь корма, поскольку позволяют значительно сократить количество корма, разбрасываемого птицей в стороны.

Кормушка **FLUXX** представлена в различных вариантах: диаметром 330 или 360 мм.

Комплектация кормушки FLUXX –330 (рис. 5.11):

- 1) решетка с пятью ребрами и глубоким днищем;
- 2) решетка с пятью ребрами и мелким днищем;
- 3) решетка с 14 ребрами и глубоким днищем;
- 4) решетка с 14 ребрами и мелким днищем.

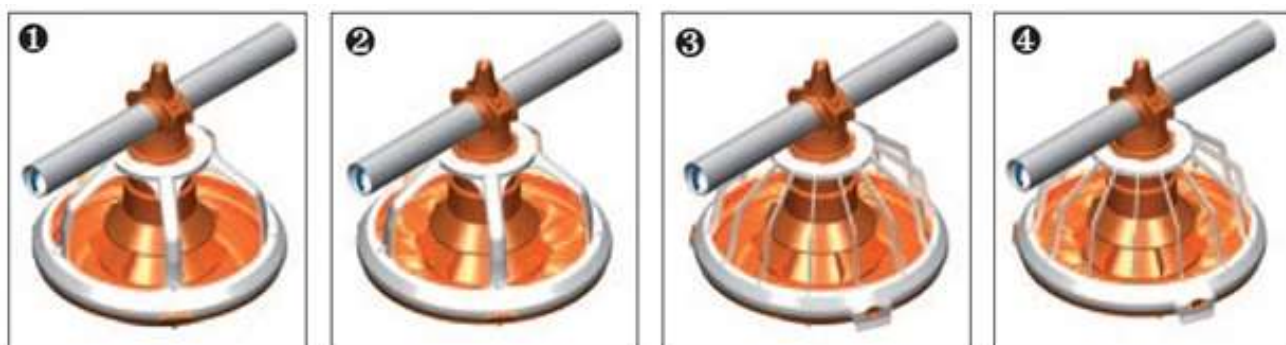


Рис. 5.11. Кормушка FLUXX–330

Комплектация кормушки FLUXX–360 (рис.5.12)

- : 1) решетка восемью ребрами и глубоким днищем;
- 2) решетка восемью ребрами, мелким днищем и заслонкой;
- 3) решетка с 16 ребрами и глубоким днищем;
- 4) решетка с 16 ребрами, мелким днищем и заслонкой.

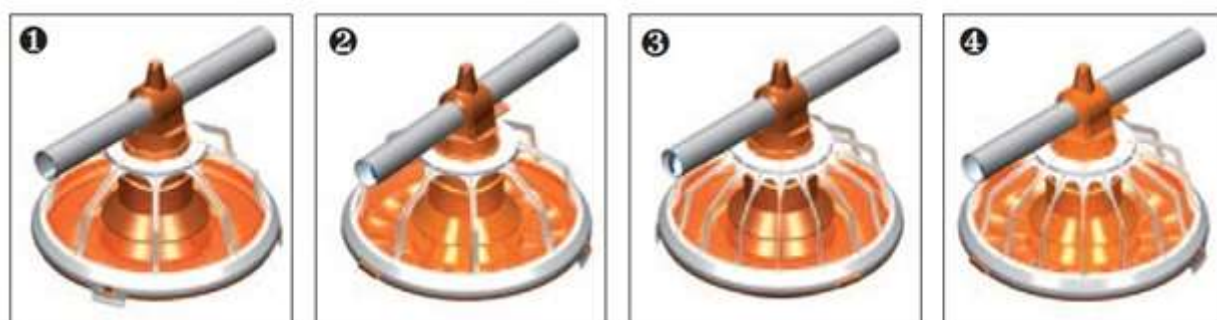


Рис. 5.12. Кормушка FLUXX–360

Кормушка **BIG PAN-330** для откорма бройлеров (рис. 5.13) предназначена для откорма тяжелой птицы (живым весом свыше 2 кг).



Рис. 5.13. Кормушка BIG PAN–330 для откорма бройлеров

При нормированном кормлении в кормушку монтируется ограничитель колодец, который в комбинации с ячеистым днищем чашки сокращает объем корма примерно на две трети. При этом гарантируется быстрое и равномерное заполнение всех кормушек одной линии практически сразу после начала процесса кормления.

BIG PAN PLUS можно использовать и при выращивании уток живым весом до 2,5 кг. Плоское с ячейками дно кормушки идеально подходит для маленьких утят, требует минимальной толщины слоя глубокой подстилки и предотвращает потери корма. Кроме того, с ячеистого дна кормушки уткам очень удобно поедать корм. Так называемая ограждающая решетка не позволяет птице залезать в кормушку, что предотвращает загрязнение корма

Эти кормушки разработаны специально для меняющихся условий откорма бройлеров, индеек, уток и прочей птицы (цесарок, фазанов, гусей) до 12 кг живого веса

Универсальная чашечная кормушка *TRU PAN* для индеек (от суточных цыплят до птиц весом 23 кг (рис. 5.14).



Рис. 5.14. Кормушка TRU PAN для индеек с ограничителем потерь корма

Регулирование уровня корма в кормушке TRU PAN может осуществляться вручную или автоматически, при этом уровень корма на каждой линии устанавливается централизованно. Особенно удобна система автоматического регулирования уровня заполнения при двухэтапной системе откорма, поскольку уже в возрасте 4...6 недель индюки переводятся в отдельное помещение, где с первого дня устанавливается ограничитель потерь корма. Поэтому в первые дни может возникнуть необходимость максимального заполнения всех кормушек и обеспечения свободного доступа птицы к корму.

### **5.3. Роботизированные системы для обработки яиц**

*Обработка и хранение яиц.* При производстве куриного яйца следует обращать большое внимание на его качество. Качество пищевых яиц должно соответствовать техническим условиям. Пищевые яйца подразделяют на диетические, хранившиеся менее 7 дней, и столовые – с более длительным сроком хранения.

Первой операцией товарного яйца следует считать сортировку. Тщательно отбирают яйца с нарушением целостности скорлупы, их используют в хлебопекарной и кондитерской промышленности или же для изготовления яичного порошка. При сортировке разделяют яйцо на первую и вторую категории по массе и величине яйца: к первой категории относятся диетические яйца массой не менее 54 г и столовые – массой 48 г; ко второй категории – диетические яйца массой 44 г и столовые – не менее 43 г.

На основе стандарта происходит выборка и сортировка пищевых яиц, с учетом чистоты, целостности, состояния качества и размера яиц (сюда включается и масса), просвечивание на наличие дефектов (насечка, мраморность или пятнистость скорлупы, кровяные включения и т. д.), дезинфекция.

Обработка инкубационных яиц производится для поддержания высоких показателей выводимости.

Для сортировки яиц применяют высокопроизводительное оборудование, основанное на зеркальном просвечивании. Этот метод пригоден для контроля крупных партий яиц. Яйца на непрерывном транспортере поступают на просвечивание по несколько штук в одном ряду, и происходит автоматический контроль качества яиц.

Роботизированные машины сортировки яиц компании «STAALKAT» являются результатом многолетнего опыта изготовления и эксплуатации на сортировальных предприятиях по всему миру. Прочная простая конструкция отвечает требованиям сортировочного цеха птицефабрики или упаковочного

пункта. Эти машины работают со всеми распространенными в мире видами упаковки. В зависимости от требований рынка, возможна комплектация установками мойки яиц и лотков.

Роботизированные яйцесортировочные машины компании «STAALKAT» (рис. 5.15) аккуратно обрабатывают каждое яйцо индивидуально по всей технологической цепочке до укладки в коробку, обеспечивая при этом высочайшую производительность труда и малый износ деталей. Детектор насечек и весы не имеют подвижных деталей, требующих сложного обслуживания или представляющих сложность при очистке.



- роботизированная яйцесортировочная машина STAALKAT OPTIGRADER  
60



- роботизированная яйцесортировочная машина STAALKAT ALPHA



Рис. 5.16. Роботизированные яйцесортировочные машины  
компании «STAALKAT»

В таблице 5.1 приведена производительность роботизированных яйцесортировочных машин компании «STAALKAT».

**Таблица 5.1. Производительность роботизированных  
яйцесортировочных машин фирмы «STAALKAT»**

Марка машины	Производительность, тыс. шт/ч
OPTIGRADER 600	216
OPTIGRADER 400	144
ARDENTA 12	100
ARDENTA 6	54
ALPHA 125	45
ALPHA 100	36
ALPHA 70	25
ULTRA Compacta	14
INTER Compacta	9
FRG 20	9

В большинстве предприятий, осуществляющих сортировку и упаковку яиц, производство начинается с загрузки яиц на конвейер. Компания «SANOVO» специализируется на разработке роботизированного загрузочного оборудования для работы в сухих и влажных условиях с обеспечением оптимальной обработки яйца различных видов и количеств, уложенных в бумажные или пластиковые лотки. Загрузчики компании «SANOVO» имеют производительность до 201 тыс. яиц в час (560 коробок в час). Все загрузчики

имеют модульную конструкцию и их можно монтировать в зависимости от конкретных условий и требований к размещению.

Роботизированная система загрузки яиц серии OPTILOADER PLUS компании «SANOVO» (рис. 5.17) представляет собой абсолютно новое поколение оборудования.



Рис. 5.17. Роботизированная система загрузки яиц серии OPTILOADER PLUS

Роботизированные системы компании «SANOVO» серии OPTILOADER PLUS выполняются на 12 и 18-рядных платформах. Специальный манипулятор обеспечивает синхронизацию скорости подачи яиц пневматическими присосками, снимающими яйца с лотков, с движением роликового подающего транспортера.

После сортировки яйца поступают на автоматические линии по их упаковке, где яйца упаковываются в оптовую (промышленную) тару и потребительскую упаковку. Упакованная продукция поступает на реализацию. Упаковка яиц должна защищать продукт от загрязнений, механических повреждений и отвечать эстетическим требованиям.

Роботизированные машины компании «STAALKAT» применяются для упаковки пищевого и инкубационного яйца.

Роботизированные машины STAALKAT FARMPACKER (рис. 5.18) применяются для упаковки пищевого яйца в промышленную тару и потребительскую упаковку. STAALKAT FARMPACKER имеют прочную конструкцию и аккуратно обращаются с яйцом. Они обеспечивают правильную упаковку яиц острым концом вниз, поддерживают высокое качество продукции и уменьшают затраты на техобслуживание оборудования.



Рис. 5.18. Роботизированная машина упаковки пищевого яйца  
STAALKAT FARMPACKERS

Роботизированные машины STAALKAT FARMPACKER включают в себя систему подачи упаковки, упаковочный роботизированный стол и систему сбора лотков в штабели. Машины могут эксплуатироваться как на больших птицеводческих предприятиях по производству пищевого яйца, так и на малых фермерских птицефабриках.

В таблице 5.2 приведена производительность роботизированных машин упаковки яиц компании STAALKAT FARMPACKER.

Таблица 5.2. Производительность роботизированных машин  
STAALKAT FARMPACKER

Марка машины	Производительность, тыс. шт/ч
FARMPACKER 40	14,4
FARMPACKER 70	25,2
FARMPACKER 100	36,0
FARMPACKER 200	72,0

Роботизированные машины STAALKAT HATCHERY PACKER (рис. 5.19) применяются для упаковки инкубационного яйца и поддерживают высокую выводимость цыплят осторожным обращением с инкубационным яйцом и обеспечивают снижение затрат труда.



Рис. 5.19. Роботизированная машина упаковки инкубационного яйца  
STAALKAT HATCHERY PACKER

Машины STAALKAT HATCHERY PACKER имеют прочную эргономичную конструкцию из неподверженных коррозии материалов и обладают технологической гибкостью. Наличие встроенного устройства выборки и подачи лотков позволяет устанавливать упаковщик инкубационного яйца даже в небольших помещениях.

Упаковщики STAALKAT HATCHERY PACKER могут укладывать инкубационные яйца в инкубационные лотки различной вместимости. В зависимости от типа лотка, производительность машины находится в диапазоне от 20 тыс. яиц в час (в случае модели 10×15 с квадратным расположением ячеек) до 24...28 тыс. яиц в час при использовании моделей с ромбовидным расположением ячеек.

Роботизированные машины STAALKAT HATCHERY PACKER оборудуются сортировщиком STAALKAT FARMGRADER 80. Эта автономная машина может удалять из потока яйца с размерами, не обеспечивающими хорошую выводимость цыплят. Таким образом, обеспечивается максимальная эффективность процесса инкубации.

Робот ITALPROJECT OR P18 (рис. 5.20) применяется для укладки лотков на паллеты. Робот производит укладку на паллеты со скоростью до 180 тыс. яиц в час.



Рис. 5.20. Робот укладки лотков на паллеты ITALPROJECT OR P18

Система может работать с пластиковыми или картонными лотками, а также с пластиковыми или деревянными паллетами наиболее распространенных размеров. С помощью специального вилочного устройства робот подхватывает за один раз до 4 стопок бумажных или пластиковых лотков. К тому же штабели бумажных лотков на заполненных паллетах можно поворачивать на 90°. ITALPROJECT OR P18 может устанавливаться в технологической линии после упаковщика FARMPACKER, а также после сортировщика.

Робот компании «Massman» (рис. 5.21) применяется для упаковки и укладки лотков яиц на паллеты. В системе, разработанной фирмой «Massman», четыре двусторонних машины для упаковки в короба принимают и позиционируют транспортные короба, автоматически укладывают в них коробки или лотки с яйцами и транспортируют упакованные короба через сортировочную систему в зону формирования паллет, оснащенную роботом-манипулятором. Далее роботизированная рука и конвейер формируют паллеты из коробов. Компания «Massman» использовала робот-манипулятор производства фирмы АВВ.



Рис. 5.21. Робот для упаковки яиц компании «Massman»

К выгодам от внедрения роботизированных систем обработки яиц можно отнести: короткий срок окупаемости (менее 5 лет), экономию ручного труда, улучшение экологической безопасности, эффективность процессов упаковки коробов и формирования паллет, снижение процента боя яиц благодаря более бережному обращению с продуктом, повышение выводимости инкубационных яиц.

#### **5.4. Системы контроля и управления в птицеводстве**

Фирма Big Dutchman представила разработала компьютерную программу управления фермой Farm Power Manager.

Система EggCam компании Big Dutchman International GmbH – это новая система для подсчета яиц с интегрированным опознаванием их массы и регистрацией параметров качества яиц (загрязненность скорлупы) с помощью видеодатчика.

У прежних систем яйца подсчитывались при сборе механическим и электронным способами, а контроль массы и качества не производился. Грязные яйца учитывались недостаточно хорошо и отсортировывались вручную.

Благодаря регистрации массы яиц система EggCam позволяет определить массу произведенной продукции уже при сборе яиц. При отклонении от целевых параметров можно быстро внести соответствующие коррективы.

Опознавание грязных яиц и яиц с поврежденной скорлупой позволяет определять проблемные зоны в отдельных участках птичника и предварительно сортировать яйца.

Она представляет собой интересный и важный инструмент менеджмента для средних и крупных комплексов по содержанию кур-несушек (в том числе и для напольного и мелкогруппового содержания).

Компьютерная система учета раздачи кормов, разработанная научно-производственной фирмой «Севекс», предназначена для нормированной раздачи кормов по времени, учета расхода корма в птичнике и беспроводной передачи данных в компьютер. Она обеспечивает ввод и хранение сведений о массе порции комбикорма от 1 до 50 кг, норм раздачи комбикорма от 1 до 1000 кг, времени его раздачи, а также нормированную раздачу комбикорма по времени, индикацию массы дозируемого комбикорма, учет его расхода за сутки, неделю, месяц, год; передачу данных о выданной норме комбикорма в компьютер по радиомодему.

Система диспетчеризации птицефабрик **НПФ «Севекс»** состоит из трех узлов: традиционного компьютера, расположенного в диспетчерской, микропроцессорного блока и датчиков, размещаемых в птичнике (рис. 5.22).

Важнейшим отличием от аналогов является отсутствие проводов и кабельных коммуникаций, соединяющих диспетчерскую и птичники: вся информация передается и принимается с помощью радиомодемов (разрешения на использование радиочастот не требуется).



Рис.5.22. Система диспетчеризации птицефабрик НПФ «Севекс»

Диспетчерская может располагаться далеко, так как каждый блок, установленный в птичнике, имеет возможность транзитно передавать

информацию дальше. Как следствие – повышение надежности и резкое снижение затрат на монтаж и обслуживание оборудования.

В птичнике сбор и передача данных со всех измерительных приборов осуществляются по единой цифровой трехпроводной линии. Применяемые датчики передают сведения в едином цифровом стандарте, что повышает точность и надежность системы.

В каждом птичнике устанавливается комплект оборудования, контролируемые параметры выбираются заказчиком индивидуально для каждого случая. Просмотр параметров производится с помощью дисплея, а управление контроллером, с помощью клавиатуры или дистанционного инфракрасного пульта. Программное обеспечение позволяет контролировать до 64 птичников, на экране отображаются значения, графики, расчеты, сообщения и др. Параллельно происходит информирование, построенное по голосовому принципу. Сообщения озвучиваются компьютером в помещении диспетчерской службы, а также могут передаваться на переносное приемное устройство дежурному электрику голосом в следующем виде: «В птичнике номер пять температура низкая», «В птичнике номер восемь несанкционированное отключение освещения», «В птичнике номер семь сработала пожарная сигнализация».

Отслеживаемые специалистами птицефабрики данные позволяют корректировать все технологические процессы, что повышает эффективность всего производства.

Дальнейшее развитие и внедрение информационных технологий на птицеводческих предприятиях ведутся в направлении разработки и реализации системных решений, которые выполняют не только классическую функцию сбора и регистрации данных, но и интегрируют всю информацию по производству. При этом гарантируется полное и быстрое отслеживание данных.

Также предлагаются системы менеджмента на основе сетевых технологий, обеспечивающих системное управление производством. Примером является система *Amacs фирмы Big Dutchman*, предназначенная для управления производством яиц.

Система может использоваться как в малых, так и больших птичниках. Модульный принцип построения позволяет оптимально адаптировать ее к ситуации на конкретном предприятии. Система позволяет непрерывно вести процесс сбора данных, осуществлять управление и наблюдение за производственными процессами в птичниках традиционного и альтернативного типов содержания несушек либо на всем птицеводческом комплексе.

Дополнительными преимуществами данной системы являются непосредственная трансляция видеоизображения из птичника через локальную сеть на центральный компьютер фермы либо посредством браузера – на персональный компьютер в офисе.

В комплекс функциональных возможностей системы входит также и система оповещения о срабатывании сигнала тревоги посредством передачи сообщений на средства мобильной связи (телефон, смартфон, планшетный компьютер).

В зависимости от требований к типу информации мониторинг и управление могут проводиться по четырем функциональным группам каждого птичника: микроклимат, производство, сбор яйца и сушка помета.

Функциональная группа «Микроклимат» позволяет установить в птичнике необходимые параметры микроклимата. Предусмотрено управление всеми системами вентиляции, охлаждения и отопления.

Функциональная группа «Производство» включает в себя комплексный менеджмент, в который входит управление кормлением, освещением, расходом воды и сигналом тревоги.

Обеспечение птиц кормом в соответствии с их возрастом и яйценоскостью является решающим фактором в вопросе экономии корма. Система позволяет в любое время рассчитать его расход на ярус и голову в день, дает возможность регулировать процесс потребления корма автоматически или вручную. Расход корма рассчитывается с помощью взвешивания бункера или корма, выгружаемого из него. Система ведет автоматический учет количества поставок корма.

Функциональная группа «Производство» управляет также и водоснабжением, освещением, гнездами и выгулом.

Потребление воды регулируется таймером, а расход воды может рассчитываться как поярусно, так и на каждый ряд – в зависимости от типа системы поения.

Правильно отрегулированное освещение оказывает большое влияние на поведение птицы, яйценоскость, качество яйца и конверсию корма. Свободно программируемые таймеры, функция симуляции рассвета и наступления сумерек позволяют реализовать в птичнике любой режим освещения.

Функциональная группа «Сбор яйца» управляет работой систем сбора и учета яиц. Счетчик яиц ведет автоматический учет количества снесенных несушками яиц, сохраняя данную информацию в базе данных для составления протоколов и графиков. Сравнение с заданными в системе (с учетом кросса и возраста птицы) значениями позволяет установить оптимален ли уровень яйценоскости.

Дополнительные датчики позволяют проследить за ходом процесса сбора яйца продольными транспортерами. При этом прямо отслеживается и отмечается цветом, достигнуто ли ожидаемое количество яиц.

Система Amacs позволяет осуществлять контроль посредством вывода всех данных на компьютер фермы в сервисном помещении.

Сбой в подаче питания, отклонения от нормы в температурном режиме, в параметрах расхода воды и корма наряду с уменьшением объема корма в бункере ниже минимальной отметки являются серьезными причинами для срабатывания сигнала тревоги. Система Amacs передает всю информацию о нарушениях в работе оборудования посредством электронной почты на мобильную связь.

Параллельно с возможностью передачи аварийного сигнала предусмотрена автономно работающая система аварийной сигнализации. Хронологическая статистика событий, выступающая одновременно в роли производственного журнала, позволяет выявить и отследить часто повторяющиеся сбои в работе оборудования. Фильтры событий позволяют сузить поиск до целенаправленной выборки, например, проблем производственного характера либо сбоев в работе системы микроклимата.

### **5.5. Оптимизация параметров оборудования линии сбора яиц**

В комплектах оборудования для содержания кур-несушек в клеточных батареях для сбора яиц применяют ленточные транспортеры с двусторонним или односторонним расположением клеток или гнезд, которые работают в автоматическом режиме и без него.

*При автоматическом сборе* присутствие птичницы около стола не обязательно, по мере заполнения стола яйцо сборный транспортер автоматически отключается. Вместимость стола находят по формуле

$$D = \frac{m_{\text{кур}} a_{\text{я}}}{K_{\text{кур}} a}, \quad (5.1)$$

где  $m_{\text{кур}}$  – количество несушек в птичнике, голов;  $a_{\text{я}}$  – суточная яйценоскость несушек, %;  $K_{\text{кур}}$  – количество операций сбора яиц за сутки;  $a$  – число линий сбора яиц в птичнике.

Скорость транспортера линии сбора яиц устанавливают в пределах 4...12 м/мин.

*При механизированном способе* птичница в течение всего сбора яиц непрерывно находится у приемно-накопительного стола, снимая с него яйца, и по мере надобности включает и отключает яйцо сборный транспортер, что

позволяет значительно сохранить вместимость стола. Вместимость стола в этом случае определяют по формуле

$$D = \frac{1}{z_{\text{тр}}} \left( \frac{m_{\text{кур}} a_{\text{я}}}{100 k_{\text{кур}} a} - \frac{L}{v_{\text{тр}}} Q \right), \quad (5.2)$$

где  $L$  – длина рабочей ветви транспортера, м;  $v_{\text{тр}}$  – скорость движения транспортера, м/мин;  $Q$  – средняя производительность птичницы при сьеме яиц, включая их укладку и отбраковку, шт/мин;  $z_{\text{тр}}$  – число отключений транспортера,  $z_{\text{тр}} = 2 \dots 4$  раза при проходе одной полной длины рабочей ветви транспортера.

Мощность на приводном валу транспортера определяют по формуле

$$N_{\text{T}} = \frac{v_{\text{тр}} P_{\text{д}} \eta_{\text{с}}}{102}, \quad (5.3)$$

где  $v_{\text{тр}}$  – скорость ленты транспортера, м/с ( $v_{\text{тр}} = 0,5$  м/сек);  $P_{\text{д}}$  – движущая сила, Н;  $\eta_{\text{с}}$  – коэффициент, учитывающий сопротивление ленты и сопротивления вращения шкивов ( $\eta_{\text{с}} = 1,2 \dots 1,3$ ).

Мощность электродвигателя сборного транспортера яйца определяют по формуле

$$N = \frac{k_{\text{п}} N_{\text{T}}}{\eta_{\text{T}}}, \quad (5.4)$$

где  $k_{\text{п}}$  – коэффициент, учитывающий перегрузку в момент пуска ( $k_{\text{п}} = 1,2 \dots 1,5$ );  $N_{\text{T}}$  – мощность на приводном валу транспортера, кВт;  $\eta_{\text{T}}$  – коэффициент полезного действия трансмиссии ( $\eta_{\text{T}} = 0,8$ ).

Полученное значение мощности электродвигателя позволяет по каталогу выбрать сборный транспортер яйца.

### 5.5.1. Расчет линии сбора яиц

Годовой выход яиц определяется по формуле

$$Q_{\text{я}} = m_{\text{кур}} J z_{\text{п}}, \quad (5.5)$$

где  $m_{\text{кур}}$  – количество кур несушек в помещении;

$J$  – яйценоскость одной курицы, шт, ( $J = 250 \dots 280$ );

$z_{\text{п}}$  – количество помещений.

Суточная производительность линии определяется из выражения

$$Q_{\text{см}} = \frac{\alpha Q_{\text{я}}}{365}, \text{ шт/сут}, \quad (5.6)$$

где  $\alpha$  – коэффициент суточной неравномерности поступления яиц, ( $\alpha = 1,3$ ).

Сменная производительность механизированного яйцесклада:

$$Q_{\text{см}} = \frac{Q_{\text{сум}}}{n_{\text{см}}} \text{ шт/смену}, \quad (5.7)$$

где  $n_{см}$  – количество смен работы яйцесклада.

Часовая производительность яйцесклада определяется по формуле

$$Q_{см} = \frac{Q_{см}}{t_{см}}, \text{ шт/час}, \quad (5.8)$$

где  $t_{см}$  – время смены, час ( $t_{см}=8$  час).

По производительности проверяем правильность выбора оборудования для сбора, очистки, мойки, сортировки и обработки яиц (табл. 5.3...5.5).

Таблица 5.3 – Техническая характеристика машин для сбора яиц

Параметр	КЯ-50а	ЛСЯ 32Т
Тип	Горизонтальный, прутковый	Горизонтальный, прутковый
Производительность, шт/час	68000	32000
Потребляемая мощность, кВт	0,55	0,55
Габаритные размеры, м	длина до 70	12,3x0,8x2,7
Масса, кг	-	1260

Таблица 5.4 – Техническая характеристика машин для сортировки яиц

Параметр	Ритм 8-3	Ритм 16-6	МС 3-18И	МС 3-18
Производительность, шт/ч	6000...7000	13000...16000	18000	18000
Погрешность взвешивания в диапазоне 30-80 г, г	±0,5	±0,5	±0,5	±0,5
Мощность электродвигателя, кВт	0,55	0,55	0,5	1
Габаритные размеры, м	4,8x2,2x1,2	4,8x4,1x1,2	6,3x2,6x1,1	5,5x3,1x1,2
Масса, кг	900	1300	500	550

Таблица 5.5 – Техническая характеристика яйцесъемных машин

Параметр	Роса 16-6	Спрут 05
Производительность, шт/час	16000	9000
Потребляемая мощность, кВт	24,8	6
Габаритные размеры, м	5,3x1x1,7	1,3x1,5x2,3
Масса, кг	1260	420

### 5.5. Оптимизация параметров оборудования линии инкубации яиц

Птицеводческие предприятия содержат свои инкубационные цехи (станции), которые комплектуют в зависимости от потребностей производства инкубационно-выводными инкубаторами ИКП-60 и ИКП-90, а также инкубационными ИУП-Ф-45 и выводными ИУВ-Ф-15. Инкубатор ИКП-90 вмещает 91728 яиц, из которых в блоке инкубационных камер 78624 и в выводной – 13104 яйца. Яйца для инкубации должны иметь массу 50...65 грамм, оплодотворенность у кур яичных пород не ниже 90...95 %, у мясных – 90 %. Для отбора яиц по массе используют яйце сортировочные машины ЯС-1 или МСЯ-1М, по качеству – овоскоп И-11А и стол-овоскоп СМУ-А.

Перед инкубацией яйца и камеры, в которые их закладывают, дезинфицируют. После вывода цыплят их сортируют на курочек и петушков на столах СЦП-2 и СЦП-2А, оборудованных счетчиками.

Производительность инкубатора определяют по формуле

$$Q_{\text{и}} = \frac{K_{\text{я}}}{t_{\text{ц}} k_{\text{и}}}, \quad (5.9)$$

где  $K_{\text{я}}$  – число закладываемых в инкубатор яиц, шт;  $t_{\text{ц}}$  – время цикла, дни;  $k_{\text{и}}$  – коэффициент неравномерности вывода цыплят.

Число закладываемых в инкубатор яиц определяют по формуле

$$K = K_{\text{и}} + K_{\text{в}}, \quad (5.10)$$

где  $K_{\text{и}}$  и  $K_{\text{в}}$  – число яиц в инкубационной и выводной секциях, шт.

Время цикла определяют по формуле

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{з}} + t_{\text{и}} + t_{\text{в}} + t_{\text{п}}, \quad (5.11)$$

где  $t_{\text{в}}$  – время загрузки инкубатора, дни;  $t_{\text{и}}$  – время нахождения яиц в инкубационной секции, дни;  $t_{\text{в}}$  – время нахождения яиц в выводной секции, дни;  $t_{\text{п}}$  – время подготовки инкубатора к принятию новой партии яиц, дни.

Годовую производительность инкубатора определяют по формуле

$$Q_{\Gamma} = Q_{\text{и}} D, \quad (5.12)$$

где  $D$  – число дней в году.

Число инкубаторов для птицеводческого предприятия определяют по формуле

$$n = \frac{K_{\Gamma}}{Q_{\Gamma} \eta_{\text{ц}} k_{\text{п}}} = \frac{K_{\Gamma}}{Q_{\text{и}} D \eta_{\text{ц}} k_{\text{п}}}, \quad (5.13)$$

где  $K_{\Gamma}$  – годовая производительность птицефабрики, голов;  $\eta_{\text{ц}}$  – коэффициент, учитывающий цикличность посадки птицы в производственные помещения;  $k_{\text{п}}$  – коэффициент, учитывающий выход цыплят.

## **6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ МИКРОКЛИМАТА НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

### **6.1. Микроклимат животноводческих помещений и его влияние на продуктивность животных**

Микроклиматом животноводческих помещений называется совокупность физических и химических факторов сформировавшейся внутри воздушной среды.

К *важнейшим параметрам* микроклимата относятся температура и относительная влажность воздуха, скорость его движения, химический состав, а также наличие взвешенных частиц пыли и микроорганизмов и др.

Параметры микроклимата устанавливаются для каждого вида и каждой возрастной группы животных с учетом их физиологических и продуктивных особенностей, экономической целесообразности и технических возможностей.

Максимальная допустимая температура в помещениях для крупного рогатого скота всех возрастных групп не должна превышать 30 °С, минимальная относительная влажность воздуха – 50 %, уровень шума в этих помещениях не должен превышать 70 децибел (дБ).

Максимальная допустимая температура воздуха в свиноводческих помещениях для всех возрастных групп (кроме поросят-сосунов) в летний период года не должна превышать 25 °С, минимальная влажность воздуха – 50 %, уровень шума не более 70 дБ.

Кроме температуры и влажности, на состояние здоровья животных и птицы большое влияние оказывает также скорость движения воздуха в помещении. Поток окружающего воздуха должен быть равномерным, чтобы в помещении не было сквозняков.

Воздухообмен в животноводческих помещениях в зимний период, из расчета на 100 кг массы животного, должен быть для взрослого скота и молодняка не менее 17 м<sup>3</sup>/ч, для телят и свиней – 20 м<sup>3</sup>/ч.

Формирование микроклимата животноводческих помещений зависит от ряда *технологических факторов* – температура поверхности стен и пристенной зоны, особенно в холодный период года, когда температура ограждающих конструкций значительно ниже температуры кожи животного. В таких случаях теплотери животных достигают 50 % и более от общего количества энергии, вырабатываемой организмом, что может служить причиной местного или общего переохлаждения организма животного. Это,

в свою очередь, приводит к снижению привесов, продуктивности и увеличению числа больных животных.

Отклонение параметров микроклимата от установленных пределов приводит к сокращению удоев молока на 10...20 %, прироста живой массы на 20...33 %, увеличению отхода молодняка до 5...40 %, уменьшению яйценоскости кур на 30...35 %, расходу дополнительного количества кормов, сокращению срока службы оборудования, машин и самих зданий, снижению устойчивости животных к заболеваниям.

Также неблагоприятный микроклимат отрицательно влияет на здоровье и производительность труда обслуживающего персонала. Расходы на ремонт помещений, вызванные конденсацией влаги иногда достигают четверти общего объема прибыли.

В поддержании параметров микроклимата на уровне зоотехнических и санитарно-гигиенических требований большую роль играет вентиляция помещений.

По принципу действия системы вентиляции делятся на:

- естественную (гравитационную);
- принудительную с механическим побудителем потока;
- комбинированную.

При *естественной* вентиляции воздухообмен происходит вследствие разности плотностей воздуха внутри и вне помещений, а также под влиянием ветра. Необходимый воздухообмен в помещении осуществляется с помощью приточных и вытяжных каналов. В этом случае, воздухообмен происходит сам собой – теплый воздух выходит через шахты в крыше здания, а холодный поступает в него через специальные отверстия в стенах коровника.

Для регуляции воздушного потока входные отверстия снабжают заслонками, а выходные – дефлектором вытяжной вентиляции.

Более совершенной является *искусственная вентиляция*, установки которой принудительно создают воздушный поток и позволяют удалять из помещения строго определенное зоотехническими нормативами количество воздуха, заменять его свежим и повторять такой воздухообмен заданное число раз.

*Принудительная* вентиляция с механическим побудителем подразделяется на: – приточную(нагнетательную); – вытяжную; – приточную-вытяжную с рециркуляцией.

Приточный воздух нагнетается вентилятором, после чего распределяется через перфорированные воздуховоды в верхней части стойлового помещения.

При работе вытяжной системы чистый воздух поступает в помещение через неплотности в ограждающих конструкциях. Она принудительно, с помощью осевых вентиляторов, удаляет загрязненный воздух из помещения. При этом давление воздуха в последнем снижается, и наружный воздух устремляется внутрь через вентиляционные отверстия в щели.

Приточно-вытяжная вентиляция. В этой системе воздух подается в помещение приточной вентиляцией, а удаляется вытяжной вентиляцией, работающими одновременно.

## 6.2. Автоматизированные системы для ухода за животными

Комфорт животных и гигиена являются важнейшими составляющими содержания коровника. Автоматические щетки-чесалки для коров предназначены для комфортной и эффективной чистки животных, обширного массажа, стимуляции обмена веществ, улучшения циркуляции крови, а также удаления паразитов. Автоматические щетки-чесалки включаются от легкого их поднятия коровой, чистят не только спину и шею, но также бока и грудь. Щетка автоматически настраивается под размеры животных. При чрезмерной нагрузке происходит автоматическая смена направления вращения.

Фирма Lely предлагает щетку для коров Lely Luna (рис. 6.1). Износостойкая и не сгибающаяся щетка работает от электродвигателя мощностью 0,37 кВт. Щетка вращается со скоростью 60 об/мин. Масса щетки с приводом составляет 135 кг.



Рис. 6.1. Щетка для коров Lely Luna

Щетки для коров устанавливают в коровнике в любом удобном месте. Монтаж щетки достаточно прост – обычно устройство устанавливается на стене или столбе в свободной зоне коровника, таким образом обеспечивая беспрепятственное движение и естественное поведение животных в коровнике.

Благодаря изменяющемуся направлению движения, щетина щетки сохраняет свою форму на протяжении более длительного времени по сравнению со щетками, вращающимися только в одном направлении. Комбинация мягких и более жестких щетинок создает оптимальный баланс для обеспечения эффективной и комфортной чистки. Благодаря своей конструкции щетка Luna не нуждается в обслуживании, так как состоит из минимального количества подвижных деталей. Щетка приводится в действие двигателем и активируется простым касанием.

Автоматические щетки для коров модели PROFI-COW и KRAZZMAXX производства компании SUEVIA (рис. 6.2) позволяют свести к минимуму трудоемкую чистку животных.



Рис. 6.2. Автоматические щетки для коров моделей PROFI-COW и KRAZZMAXX компании SUEVIA

Автоматическая щетка для коров Profi-SWING (рис. 6.3) монтируется на прочном оцинкованном носителе. Эффективная чистка шерсти осуществляется благодаря пружинному подвесу, обеспечивающему равномерное давление щетки на спину коровы. Щетка имеет маятниковую конструкцию и предназначена для повышения комфорта содержания крупного рогатого скота путем выполнения массажа кожного покрова в труднодоступных местах, удаления шерсти после сезонной линьки, очистки животных от пыли и грязи.



Рис. 6.3. Автоматическая щетка для коров Profi-SWING

Система крепления кронштейнов позволяет щетке качаться вокруг двух горизонтальных взаимно перпендикулярных осей. Угол качания (от вертикали)  $\pm 90^\circ$ . На кронштейне закреплен привод с мотор-редуктором. На тихоходном валу мотор-редуктора установлен вал, на котором закреплены щеточные диски. Привод щетки включается автоматически при отклонении ее от вертикального положения более чем на  $2^\circ$ . Выключение привода происходит спустя некоторое время после того, как щетка вернется в исходное (вертикальное) положение.

Компания DeLaval разработала ряд инновационных решений для работы со стадом, которые позволяют улучшить самочувствие животных. Одним из таких решений является мини-щетка DeLaval (рис. 6.4), которая создана по образцу щеток для дойного стада.



Рис. 6.4. Мини-щетка DeLaval

Щетка предназначена для мелкого рогатого скота, например, коз, но ее также можно использовать и при выращивании молодняка крупного рогатого скота. Телята с раннего возраста теперь могут рассчитывать на уход, который раньше был доступен только взрослым животным.

Автоматические щетки широко внедряются во всех хозяйствах. Результат использования щеток для коров – здоровая, блестящая шерсть, а также чистота и комфорт животных.

### **6.3. Автоматизированная система освещения при выращивании и содержании птицы**

Освещение в птицеводстве играет важную роль при выращивании кур всех направлений и позволяет управлять процессами физиологического развития птицы, обеспечивать более комфортные условия ее содержания и при этом добиваться существенного увеличения продуктивных показателей. Правильно спроектированная система освещения с применением программ контроля и регулировки освещения позволяет влиять на возраст полового созревания, яйценоскость, длительность периода яйцекладки, воспроизводство, качество продукции, а также увеличить выживаемость молодняка, снизить затраты кормов, травматизм и уменьшить затраты электроэнергии.

В качестве источников освещения в птичниках применяют электрические лампы.

Компактные люминесцентные лампы применяются в птицеводческих помещениях. Эти лампы объединили в себе преимущества ламп накаливания (небольшие габариты, возможность включения в электрическую сеть через обычный патрон для ламп накаливания, хорошая цветопередача) и стандартных люминесцентных ламп (высокая световая отдача и длительный срок службы).

Светодиодные лампы, последние 5..10 лет, находят применение практически во всех отраслях народного хозяйства. Преимуществами светодиодных источников света являются: мощность ламп в 8...10 раз ниже, в сравнении с лампами накаливания, и в 1,5...2 раза – с люминесцентными лампами, при такой же светоотдаче; длительный срок службы светильников (более 75 тыс. ч); их экологическая безопасность (не требуется специальная утилизация отработавших ламп).

Для выбора системы освещения разработана компьютеризированная модель системы освещения птичника, которая позволяет определять уровень освещенности на любом ярусе клеточной батареи, в зависимости от типа и мощности применяемых источников света, расстояния между лампами,

расстояния между ярусами клеточной батареи и тому подобное. Данная компьютеризированная модель дает наглядное представление об уровнях освещенности по каждому ярусу клеточной батареи. Для одного из вариантов основные параметры модели показаны на рисунке 6.5.



Рис. 6.5. Использование компьютеризированной модели для определения и оптимизации параметров систем освещения птичников

Из рисунка 6.5 видно, что компьютеризированная модель имеет следующие возможности:

- можно задавать мощность и тип источников света;
- расстояние между лампами;
- расстояние между ярусами клеточной батареи;
- высоту подвески светильника от пола птичника;
- силу излучения света от каждого источника света.

*Например, если взять за источник освещения стандартную лампу накаливания мощностью 40 Вт с расстоянием между светильниками 3 м, то с помощью компьютеризированной модели, можно мгновенно установить уровни освещения вдоль всех ярусов клеточной батареи. Нормативная освещенность равна 15 лк, освещенность на уровне кормушек первого яруса будет близка до 10,7 лк, на уровне второго – 16,4 лк, на уровне третьего – 31*

лк; минимальная освещенность будет на уровне 10 лк, максимальная – 75 лк, средняя – 22 лк.

Наряду с применением новых источников освещения важным фактором является применение и разработка эффективных режимов освещения. Прерывистые режимы освещения, применяемые в птицеводстве, позволяют влиять как на экономичность систем освещения (снижение энергозатрат), так и на физиологическое развитие птицы.

Исследования по применению прерывистых режимов освещения, в технологии выращивания молодняка курячной породы «Род-Айлэнд», показали, что затраты электроэнергии на освещение птичников снизились в 1,2...1,3 раза. При этом отмечалось положительное влияние прерывистых режимов освещения на показатели продуктивности птицы: повышается живая масса птицы, сохранность и выход кондиционного молодняка.

Для регулирования режимов освещения фирмой «Око» разработан и налажен выпуск микропроцессорного регулятора РО-15 (рис. 6.6). Эти приборы позволяют применять различные прерывистые режимы в освещении птичников при выращивании и содержании птицы, а при изменениях освещенности по периодам использовать так называемый режим «рассвет – закат», который позволяет экономить электроэнергию и продлить срок службы источников света.



Рис. 6.6. Регулятор освещения РО-15:

- 1 – корпус; 2 – вентилятор; 3 – индикатор режимов и уровней освещения;  
4 – кнопки управления режимами освещения; 5 – индикаторы  
включения; 6 – автоматические выключатели

Прибор подключается к сети через автоматические выключатели 6, индикатор включения 5 сигнализирует о включении каждой из фаз. Индикатор режимов и уровней освещения (электронное табло) 3 используется для вывода

нужной информации при настройке регулятора и во время эксплуатации. Кнопки управления 4 применяются для выбора нужной программы режима освещения и запуска регулятора в работу. Вентилятор 2 служит для отвода дополнительного тепла, создаваемого электронными компонентами регулятора.

Регулятор освещения использует до 20 программ прерывистых режимов освещения. Каждая программа предназначена для разных кроссов и возрастов птицы, как при выращивании ремонтного молодняка, так при содержании взрослого поголовья. Оператор выбирает необходимую программу для работы и далее регулятор самостоятельно контролирует выполнение прерывистого режима освещения в течение всего периода выращивания.

#### 6.4. Основы расчёта воздухообмена на животноводческом предприятии

Воздухообмен ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ), необходимый для поддержания допустимой концентрации углекислого газа, определяют по формуле

$$V_{\text{CO}_2} = m_{\text{ж}} C_{\text{ж}} / (C_1 - C_2), \quad (6.1)$$

где  $m_{\text{ж}}$  – число животных;  $C_{\text{ж}}$  – количество углекислого газа, выделяемое одним животным, л/ч;  $C_1$  – предельно допустимая концентрация углекислого газа в помещении, л/м<sup>3</sup>, в коровнике составляет  $C_1 = 2,5$  л/м<sup>3</sup>;  $C_2$  – концентрация углекислого газа в атмосферном воздухе, л/м<sup>3</sup>,  $C_2 = 0,3$  л/м<sup>3</sup>.

Воздухообмен, обеспечивающий допустимое содержание в воздухе водяных паров:

$$V_w = Q_{\text{вл}} / \rho_v (d_v - d_n), \quad (6.2)$$

где  $Q_{\text{вл}}$  – общее количество влаги, выделяемое в помещении (учитывается количество влаги, выделяемое животными при дыхании и суммарное влаговыделение с открытой и смоченной поверхностей в помещении), г/ч;  $\rho_v$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $d_v$  и  $d_n$  – влагосодержание, соответственно, внутреннего и наружного воздуха.

Влаговыделения в животноводческих помещениях:

$$Q_{\text{вл}} = Q_{\text{ж}} + Q_{\text{исп}}, \quad (6.3)$$

где  $Q_{\text{ж}}$  – расход водяных паров, выделяемых животными, г/ч;  $Q_{\text{исп}}$  – расход испаряющейся с поверхности влаги, равный сумме расходов  $Q_{\text{с.п.}}$  (со свободной поверхности) и  $Q_{\text{м.п.}}$  (со смоченной (мокрой) поверхности).

Влаговыделения со свободной поверхности:

$$Q_{\text{с.п.}} = \omega_{\text{с.п.}} \cdot S_{\text{с.п.}}, \quad (6.4)$$

где  $\omega_{\text{с.п.}}$  – удельное влаговыделение, г/(ч·м<sup>2</sup>);  $S_{\text{с.п.}}$  – свободная поверхность, м<sup>2</sup>.

Количество влаги, испаряющейся со смоченной поверхности пола и стен:

$$Q_{\text{м.п.}} = \omega_{\text{м.п.}} \cdot S_{\text{м.п.}}, \quad (6.5)$$

где  $\omega_{\text{м.п.}}$  – удельное влаговыделение, г/(ч·м<sup>2</sup>);  $S_{\text{м.п.}}$  – смоченная поверхность, м<sup>2</sup>.

Из двух расчетных значений расходов вентиляционного воздуха  $V_{\text{co}_2}$  и  $V_w$  принимают наибольшее.

Для характеристики воздухообмена пользуются понятием кратности воздухообмена, которая указывает на число смен воздуха в помещении в течение часа:

$$n = V_B / V_C, \quad (6.6)$$

где  $V_B$  – расход вентиляционного воздуха, м<sup>3</sup>/ч;  $V_C$  – строительный объем помещения, м<sup>3</sup>.

Для взрослого поголовья при кратности воздухообмена  $n < 3$  выбирают естественную вентиляцию, при  $n = 3,0 \dots 5$  – принудительную вентиляцию без подогрева выдаваемого воздуха и при  $n > 5$  – принудительную вентиляцию с подогревом подаваемого воздуха.

Сечение вытяжных и приточных каналов определяют по формуле

$$F = V_B / 3600 v_B, \quad (6.7)$$

где  $v_B$  – скорость воздуха в вентиляционном канале, м/с.

Скорость воздуха (м/с) в вентиляционном канале зависит от разности температур внутри помещения и снаружи, а также длины шахты:

$$v_B = 2,3 (h (\tau_1 - \tau_2) / 273)^{1/2}, \quad (6.8)$$

где  $h$  – высота канала, м;  $(\tau_1 - \tau_2)$  – разность температур внутреннего и наружного воздуха, град.

Число вытяжных каналов определяют из выражения:

$$K_K = F / f, \quad (6.9)$$

где  $f$  – площадь сечения одного канала, м<sup>2</sup>.

Исходными данными для выбора вентилятора служат требуемая подача и развиваемое давление (напор).

Требуемая подача вентилятора:

$$V = k_{\text{потерь}} V_{\text{co}_2}, \quad (6.10)$$

где  $V_{\text{co}_2}$  – расчетный воздухообмен, м<sup>3</sup>/ч;  $k_{\text{потерь}}$  – коэффициент, учитывающий потери или подсос воздуха в воздуховоде ( $k_{\text{потерь}} = 1,1 \dots 1,5$ ).

Общие потери напора ( $\Delta H$ ) складываются из потерь на трение воздуха о стенки воздуховода ( $H_T$ ) и потерь от местных сопротивлений ( $H_M$ ):

$$\Delta H = H_T + H_M. \quad (6.11)$$

Трение воздуха о стенки воздуховода определяется по формуле

$$H_T = \lambda_B \frac{l}{D} \frac{v_B^2}{2} \rho_B. \quad (6.12)$$

где  $\lambda_B$  – коэффициент трения.

Местные сопротивления определяются по формуле

$$H_M = \sum \zeta_M \frac{v_B^2}{2} \rho_B, \quad (6.13)$$

где  $\sum \zeta_M$  – суммарный коэффициент сопротивления движения воздуха;  $l$  и  $D$  – соответственно, длина и диаметр воздуховода, м;  $v_B$  – скорость движения воздуха, м/с.

Давление вентилятора должно быть больше или равно ( $\Delta H$ ).

Мощность электрического двигателя на привод вентилятора:

$$N_{дв} = \frac{V \Delta H k_3}{\eta_n \eta_B}, \quad (6.14)$$

где  $k_3$  – коэффициент запаса мощности двигателя ( $k_3 = 1,1$  – для осевых вентиляторов,  $k_3 = 1,2 \dots 1,5$  – для центробежных вентиляторов);  $\eta_B$  – к. п.д. вентилятора;  $\eta_n$  – к. п.д. передачи ( $\eta_n = 1$  – если рабочий орган вентилятора насажен на вал двигателя,  $\eta_n = 0,98$  – если валы соединены муфтой,  $\eta_n = 0,95$  – клиноременная передача).

Полученные показатели позволяют по каталогу подобрать вентилятор.

*Методика расчета выбора калорифера* строится следующим образом. Тепловой поток (Вт), необходимый для нагрева воздуха, определяют по формуле

$$Q = V_B \rho_B c_B (\tau_k - \tau_n), \quad (6.15)$$

где  $V_B$  – объемный расход воздуха, м<sup>3</sup>/ч;  $\rho_B$  – плотность воздуха при средней температуре, кг/м<sup>3</sup>;  $c_B$  – средняя удельная теплоемкость воздуха при средней температуре, принимаемая равной 1 кДж/(кг·С);  $\tau_k$  – температура воздуха после калорифера, град.;  $\tau_n$  – температура наружного воздуха до входа в калорифер, град.

Расчетная площадь живого сечения калорифера для прохода воздуха:

$$F = \frac{V_B \rho_B}{3600 v_p}, \quad (6.16)$$

где  $v_p$  – расчетная скорость воздуха, м/с. Для пластинчатых калориферов принимают равной  $v_p = 7 \dots 10$ , для оребренных  $v_p = 3 \dots 5$  м/с.

По таблицам конструктивных характеристик подбирают модель и номер калорифера с площадью живого сечения по воздуху, близкой к расчетной.

## **7. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОТОЧНЫХ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УБОРКИ И УДАЛЕНИЯ НАВОЗА**

### **7.1. Способы содержания животных**

В скотоводстве наибольшее применение находят два способа содержания животных – на подстилке и без подстилки.

На крупных фермах распространен *бесподстилочный способ* содержания животных. Он менее трудоемкий, так как допускает применение комплексной механизации и автоматизации работ, связанных с уборкой навоза из производственных помещений. При таком содержании животных получают жидкий (полужидкий) навоз. При *бесподстилочном способе* содержания животных навоз из стойл убирают 2...3 раза в сутки.

На небольших фермах крупного рогатого скота распространено содержание животных *на подстилке*. В этом случае получают твердый (густой) навоз.

Подстилка поглощает жидкие выделения животных и образующийся азот, улучшает физико-химические и биологические свойства навоза, который становится менее влажным, более рыхлым, легче разлагается при хранении. При наличии подстилки пол стойла более ровный, теплый и чистый, облегчаются перевозка навоза, внесение и заделывание его в почву.

Различные виды подстилки поглощают неодинаковое количество жидкости. Так, солома, опилки и измельченные стружки поглощают воду в количестве в 2...3 раза превышающем их массу (при влажности 10...14 %), а сухой верховой торф – в 5...7 раз.

При содержании скота *на глубокой подстилке*, 2...3 раза в год.

### **7.2 Средства для удаления и утилизации навоза**

По назначению навозоуборочные средства делят на: – средства очистки помещений; – средства накопления и удаления навоза; – средства транспортировки его и обработки с целью последующей утилизации.

Уборка навоза из животноводческих помещений может осуществляться двумя способами – механическим и гидравлическим.

#### **7.2.1 Механические средства для удаления навоза**

При механическом способе уборки навоза применяют скребковые транспортеры и мобильные средства.

К скребковым транспортерам относят:

1 *Цепочно-скребковый транспортер для удаления навоза кругового действия* (рис. 10.1) предназначен для удаления навоза из животноводческих помещений с привязным содержанием коров и одновременной погрузкой навоза в транспортные средства. В его состав входят горизонтальный и наклонный транспортеры, приведение в действие которых осуществляется посредством индивидуальных электроприводов.

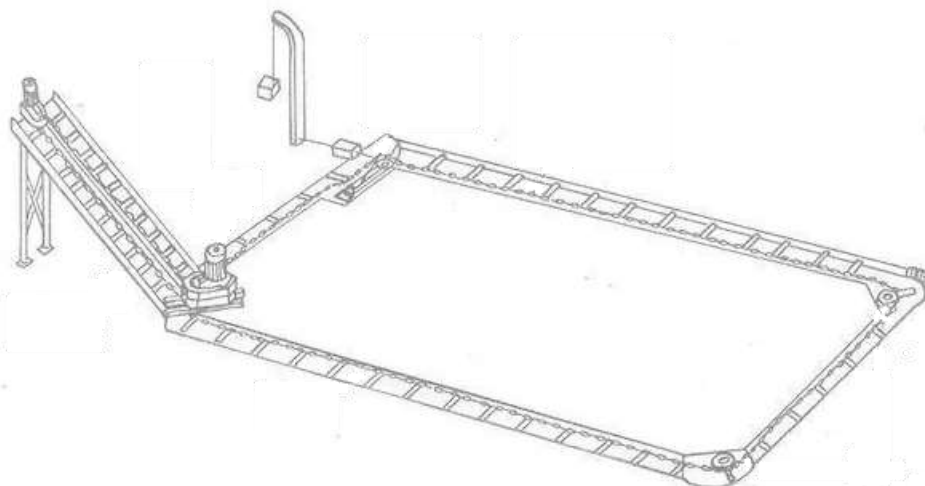


Рис. 10.1. Схема скребкового навозоуборочного транспортера:

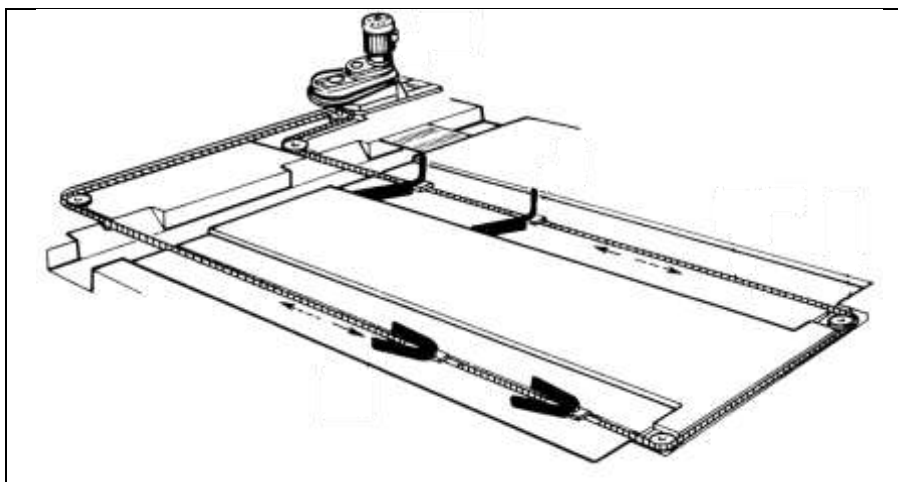
2. *Скреперные установки с возвратно-поступательным движением рабочих органов или дельтаскрепера*, обеспечивают механическую транспортировку навоза из животноводческих помещений и его подачу с помощью специальных поперечных навозоуборочных конвейеров в навозосборники или транспортное средство.

В зависимости от вида тягового органа транспортеры с возвратно-поступательным движением делятся на два типа:

- штанговые и тросовые;
- по расположению оси подвески скребков – на две группы:
  - а) с вертикально расположенной осью, когда скребки разворачиваются в горизонтальной плоскости параллельно дну желоба;
  - б) с горизонтально расположенной осью, когда скребки разворачиваются в продольно-вертикальной плоскости.

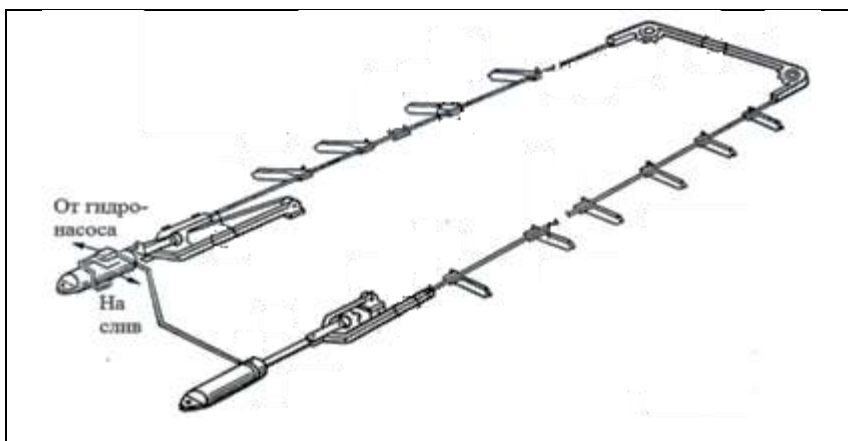
Наиболее распространены транспортеры первой группы.

*Скреперная установка с вертикально расположенной осью* (рис. 10.2) предназначена для удаления бесподстилочного навоза из открытых продольных проходов в коровниках длиной до 80 м при боксовом и комбибоксовом содержании животных. Установка может работать в двух режимах – ручном и автоматическом.



*Рис. 10.2. Схема скреперной установки*

При двух- и четырехрядном расположении стойл коровников применяют навозоуборочную установку (рис. 10.3), в состав которой входят два горизонтальных штанговых транспортера возвратно-поступательного движения.



*Рис. 10.3. Транспортер возвратно-поступательного движения*

Скорость движения скребков транспортера изменяется в пределах 0,2...0,4 м/с.

### **7.2.2. Автоматизированные системы навозоудаления**

Регулярная и полная уборка навоза в животноводческих помещениях является необходимым условием получения высококачественной продукции животноводства, обеспечения требуемого микроклимата и санитарного состояния ферм, сохранения здоровья животных и обслуживающего персонала. Но удаление навоза из животноводческих помещений – один из наиболее трудоемких процессов на ферме. В связи с этим для сокращения затрат труда и обеспечения качественной и своевременной уборки навоза в

животноводческих помещениях за рубежом были разработаны автоматизированные системы навозоудаления.

Конструктивное исполнение навозоуборочного оборудования зависит, главным образом, от его целевого назначения, т. е. для уборки каких навозных проходов они предназначены: со сплошными или щелевыми полами.

Для очистки навозных проходов со сплошными полами используются скреперные роботизированные установки, обеспечивающие сбор навоза с поверхности пола и транспортировку навозной массы к поперечному навозному каналу. Автоматизированные навозоуборочные системы такой конструкции выпускает ряд ведущих производителей.

Французская фирма «Sermar Sas» (торговая марка – MIRO) для уборки подстилочного и бесподстилочного навоза из навозных проходов со сплошными полами разработала автономную скреперную установку *Scarabeo*, основными частями которой являются комбискрепер, блок управления, зарядное устройство и направляющий профиль (рис. 10.4).



Рис. 10.4. Автономная скреперная установка Scarabeo

Корпус скрепера установлен на колесах, приводимых в движение от мотор-редуктора с двумя аккумуляторными батареями. При возврате в исходное положение скребки автоматически переводятся в холостое положение. На конечной станции аккумуляторы заряжаются от зарядного устройства. Задание направления перемещения установки осуществляется за счет взаимодействия направляющего профиля скрепера с желобом, выполненным в навозном проходе помещения. Это позволяет перемещать установку по дуге радиусом до 4 м. Кроме того, при разветвлении навозных проходов предусмотрена возможность использования системы стрелок (по аналогии с железнодорожными путями) и уборки навоза поочередно в каждом из них.

Блок управления обеспечивает работу установки в полностью автоматическом режиме по установленной программе с возможностью дистанционного управления рабочим процессом. Безопасная эксплуатация работа обеспечивается за счет функции остановки робота при столкновении его

с препятствием. Одна установка может выполнять уборку навоза из нескольких навозных проходов длиной до 100 м (табл. 7.1).

**Таблица 7.1. Размеры скреперных установок Scarabeo и навозных проходов**

Размеры установки, мм		Ширина навозного прохода, мм	Максимальная длина навозного прохода при уборке, м	
корпус скрепера	длина внешних скребков		бесподстилично го навоза	подстилично го навоза
1600 × 550 × 280	400	1,70...2,49	60	30
2200 × 500 × 280	650	2,50...2,75	80	45
2200 × 500 × 280	1050	2,76...3,00	80	45
2200 × 500 × 280	1450	3,01...3,50	80	45
2700 × 500 × 280	1450	3,51...4,00	100	60
2700 × 500 × 280	2350	4,01...5,00	100	60

Скреперные установки с гидравлическим, тросовым или цепным приводом, работающие полностью в автоматическом режиме, предлагаются к продаже многими фирмами. Программное обеспечение систем управления современных установок позволяет настроить временные интервалы между рабочими циклами и другие параметры.

Безопасная эксплуатация скрепера обеспечивается благодаря наличию функции его остановки при столкновении с препятствием. При этом могут быть запрограммированы следующие этапы поведения оборудования в этой ситуации: 1) приостановка работы на 15...30 с; 2) попытка возобновления работы; 3) в случае невозможности возобновить движение, подача сигнала об аварийной ситуации (светового, звукового, по мобильной связи и др.).

### **7.2.3. Оборудование для уборки навоза в проходах со щелевыми полами**

При уборке навоза в проходах животноводческих помещений, оборудованных щелевыми полами, основной функцией используемых технических средств является проталкивание навозной массы через щели в подпольное пространство, где она накапливается или удаляется с помощью механических или гидравлических систем. Это и обусловило разработку для очистки щелевых полов мобильных роботов, работающих в автономном режиме. Такие машины имеют компактную конструкцию и оснащены электроприводом с питанием от аккумуляторных батарей, программируемой системой управления и рабочим органом в виде фронтального скребка.

Мобильный навозоуборочный робот *Srone* разработан канадским подразделением «Houle» компании «GEA Farm Technologies» (рис. 7.5). Основные элементы робота размещены на шасси с двумя большими приводными колесами и одним маленьким управляющим колесом. Энергоснабжение робота осуществляется от аккумуляторных батарей, емкость которых обеспечивает работу робота в течение 19,5 ч в сутки. При такой продолжительности работы и рабочей скорости передвижения 4 м/мин робот может очищать от навоза поверхность решетчатых полов в животноводческих помещениях до 8 раз в сутки на площади 6000...8600 м<sup>2</sup>. Зарядная станция, входящая в комплект оборудования, за счет наличия функции быстрой зарядки позволяет всего за 4,5 ч (обычно в ночное время) производить полную зарядку аккумуляторных батарей.



Рис. 7.5. Навозоуборочный робот *Srone* фирмы «GEA Farm Technologies»

Высокое качество очистки проходов обеспечивается за счет оснащения скребка боковыми створками с роликами, а также очень высокой маневренностью робота (для полного его разворота требуется расстояние в 2 м). Предотвращение буксования приводных колес и создание необходимого усилия для сдвигания навозной массы (до 100 кг) робот оснащен балластом, увеличивающим его общую массу до 400 кг, и приводными колесами с шинами с глубоким протектором.

Контакт боковых створок скребка с бортиком навозного канала в сочетании с сенсорами расстояния дает возможность роботу автономно следовать по заданному маршруту. При потере контакта боковых створок бортиком навозного канала (например, при движении по криволинейной траектории, отклонении от маршрута, начале работы и т. д.) система управления поворачивает робота в сторону бортика вплоть до соприкосновения с ним.

Возможно запрограммировать два режима зарядки аккумуляторов робота: 1 раз в сутки по 6 ч или 2 раза в сутки по 4 ч каждый. Каждые 28 дней робот осуществляет зарядку аккумуляторов в непрерывном режиме в течение 10 ч (функция запрограммирована на заводе и выполняется автоматически). Безопасная эксплуатация Stone обеспечивается наличием функции остановки робота, когда сопротивление его движению превышает допустимое значение. Спустя определенное время после остановки робот возобновляет движение по запланированному маршруту.

Навозоуборочный робот **RS250** аналогичной конструкции разработала фирма «DeLaval». На его шасси, как и у Stone, размещены электропривод с аккумуляторными батареями, фронтальный скребок и автоматическая система управления с интегрированной функцией безопасной эксплуатации робота. Программируется маршрут передвижения RS250 вручную с использованием портативного контроллера (рис. 7.6).



Рис. 7.6. Навозоуборочный робот RS250 фирмы «DeLaval»

Емкость аккумуляторных батарей робота RS250 позволяет в коровнике на 250 голов очищать щелевые полы от навоза до 5 раз в сутки без подзарядки.

Фирма «JOZ» (Нидерланды) разработала робот **JOZ-Tech** для удаления навоза со щелевых полов. Он, как и предыдущие аналоги, состоит из шасси, электропривода, аккумуляторных батарей, автоматической системы управления и скребка (рис. 7.7).

Программное обеспечение системы управления робота JOZ-Tech позволяет выполнять в автоматическом режиме перемещения по установленному маршруту (за счет установленных в полу проходов датчиков), необходимую периодичность уборки, аварийные остановки и др.

Система безопасной эксплуатации дает возможность при необходимости самостоятельно находить альтернативные пути движения робота, если какие-либо препятствия делают невозможным его следование по запрограммированному маршруту.



Рис. 7.7. Навозоуборочный робот JOZ-Tech фирмы «JOZ»

Робот оснащен модемом для беспроводной связи с центральным пультом управления фермы, благодаря чему информация о сбоях и аварийных ситуациях сразу поступает в диспетчерскую. При перемещении со скоростью 4 м/мин, продолжительности непрерывной работы 18 ч и максимальной ширине захвата скребка в пределах 130...190 см, робот способен за сутки очистить до 8000 м<sup>2</sup> поверхности решетчатых полов.

Используя свои многочисленные наработки в области создания роботизированных систем для животноводства, фирма «Lely» для уборки навоза со щелевых и коротких (до 5 м) сплошных полов коровников разработала мобильный робот *Discovery* (рис. 7.8).



Рис. 7.8. Навозоуборочный робот Discovery

Робот Discovery работает от аккумуляторной батареи и оснащен рабочим органом в виде скребка. Маршрут движения робота программируется с дистанционного пульта управления по электронным каналам связи E-link. С

целью более интенсивной очистки наиболее загрязненных участков оператор имеет возможность внести соответствующие изменения в уже введенное задание.

Заранее программируется и расстояние робота от внешних конструктивных ограждений коровника, которое поддерживается при всех его перемещениях с помощью ультразвукового датчика. Отправным пунктом для выполнения каждого запрограммированного маршрута уборки является зарядная станция.

Оригинальным элементом конструкции навозоуборочного робота Discovery является расположенная в его передней части вращающаяся дуга безопасности, которая служит для предотвращения блокирования движения робота при его столкновении с препятствиями.

## 8. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

### 8.1. Источники водоснабжения и водозаборные сооружения в животноводстве

Источники водоснабжения подразделяют на две основные группы:

- поверхностные источники воды – реки, озера, искусственные водоемы;
- подземные источники – грунтовые и межпластовые воды.

Для забора воды из поверхностных источников используют специальные устройства и сооружения - береговые или русловые.

*Русловые водозаборы* применяют в тех случаях, когда воду берут из средней части реки, имеющей пологие берега и небольшую глубину.

*Береговые водозаборы* применяют при достаточной глубине у берега реки и устойчивом грунте. Однако вода этих источников часто требует очистки или обеззараживания, что значительно увеличивает ее стоимость.

Воду из подземных источников используют через шахтные или трубчатые колодцы (буровые скважины).

*Для водоснабжения животноводческих ферм*, создания постоянного достаточного напора в водопроводной сети, а также формирования запаса воды на случай отключения насосной установки устанавливают *водонапорную башню* конструкции А. Рожновского (рис. 8.1).



Рис. 8.1. Схема водонапорной башни

Водонапорная башня оснащена погружным насосом, который опускают в скважину для того, чтобы он подавал воду в бак водонапорной башни,

расположенный на высоте. Когда вода поднимется до верхней отметки в водонапорной башне, то насос отключается.

По мере того как вода разбирается из башни по магистрали, уровень поверхности снижается и если вода достигает определенную отметку, то включается насос. Включение и отключение насоса осуществляется автоматически.

## 8.2. Оборудование для поения крупного рогатого скота, свиней и птицы

Для поения крупного рогатого скота при беспривязном содержании, свиней и птицы применяют поилки.

*Индивидуальная автопоилка ПА-1А* (рис. 8.2) предназначена для поения крупного рогатого скота. Поилку присоединяют к водопроводу посредством трубных вертикальных стояков.

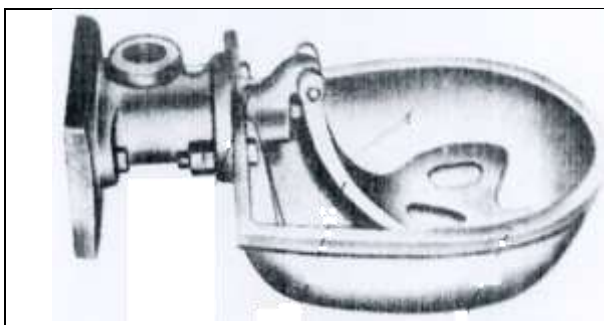


Рис. 8.2. Общий вид чашечной автопоилки ПА-1А

Шведская фирма Де Лаваль (рис. 8.3) предлагает поилки, большая площадь водной поверхности которых способствует естественному процессу питья.

Немецкая фирма Suevia (рис. 8.4) выпускает ряд автопоилок с клапанным механизмом аналогичным по устройству ПА-1А. Поилки изготавливают из пластмассы или эмалированного чугуна.

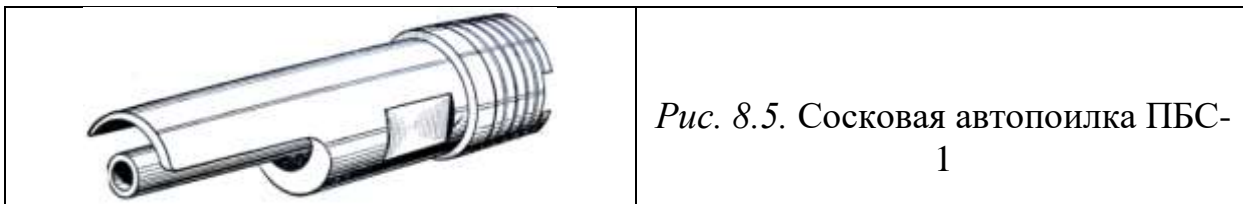


Рис. 8.3. Поилка для воды С20 шведской фирмы Де Лаваль

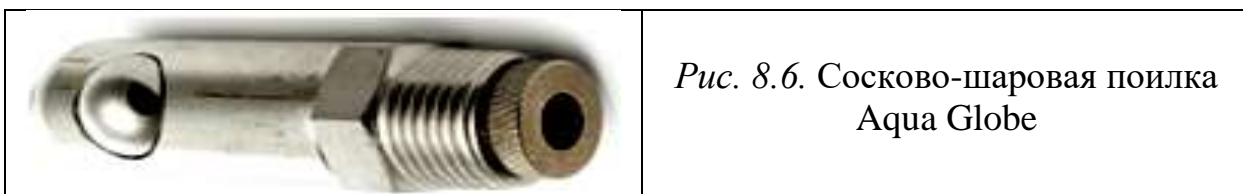


Рис. 8.4. Поилка для воды немецкой фирмы Suevia

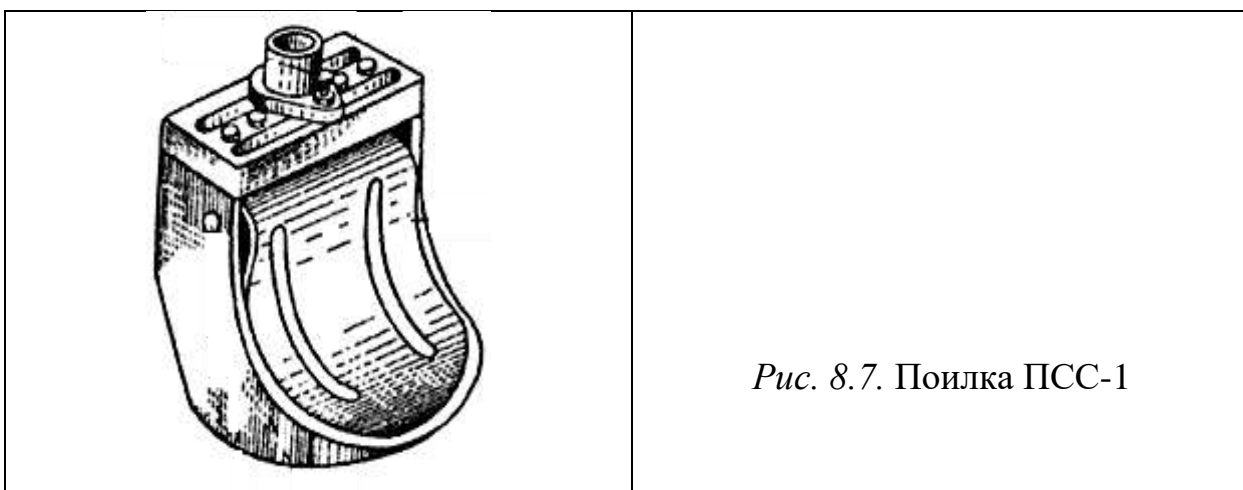
Для *поения свиней* применяются бесчашечные сосковые поилки типа ПБС-1 различных размеров. Поилка имеет вид цилиндра, внутри которого имеется сосок 3 (рис. 8.5).



Индивидуальная сосково-шаровая поилка Aqua Globe (рис. 8.6) швейцарского производства отличается тем, что в этих поилках животные должны взять поилку в рот целиком, чтобы привести в действие шаровый клапан.



*Поилка самоочищающаяся для свиней ПСС-1* (рис. 8.7) предназначена для поения животных различных возрастных групп при индивидуальном и групповом содержании на свиноводческих фермах.

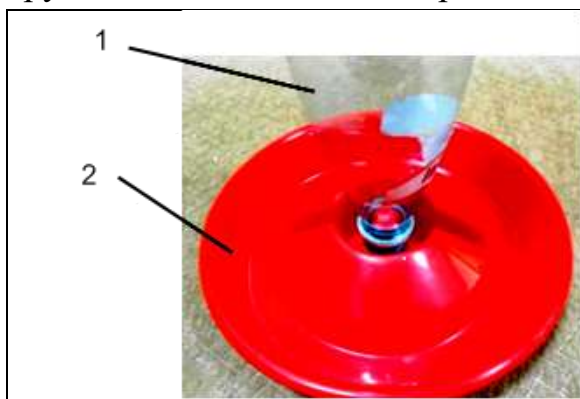


Поилка состоит из литой поильной чаши, клапанного механизма.

В птицеводстве наибольшее распространение получили вакуумные, ниппельные, чашечные и микрочашечные автопоилки.

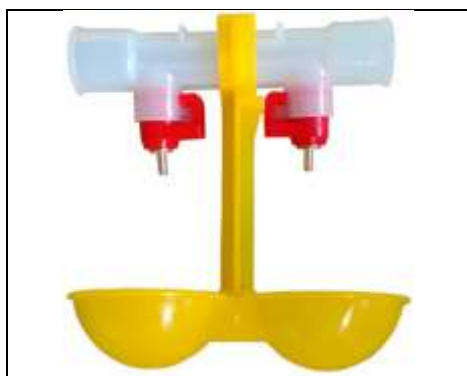
*Вакуумные поилки* предназначены для поения цыплят при напольном содержании в первые дни выращивания. Такая поилка (рис. 8.8) состоит из

стеклянного или пластмассового баллона 1 вместимостью 3...5 литров и круглого поддона 2 диаметром около 230 мм.



*Рис. 8.8.* Вакуумная автопоилка для птицы:  
1 – баллон; 2 – поддон

**Ниппельная поилка** (рис. 8.9) предназначена для поения любой птицы при содержании в клетках или на полу и крепиться на распределительном трубопроводе 1 с интервалом 300...400 мм.



*Рис. 8.9.* Ниппельная автопоилка для птицы

За счет малого давления воды на конце нижнего клапана (ниппель) через каждые 30...40 секунд появляется капля воды, которая удерживается за счет капиллярного сцепления. Птица проклевывает и выпивает каплю. Для каждого типа птицы используют различные модификации ниппелей.

**Микрочашечные поилки** (рис. 8.10) предназначены для поения птенцов в возрасте до 10 дней и птиц продуктивного возраста. Поилка состоит из чаши, в которой установлен запорный механизм.

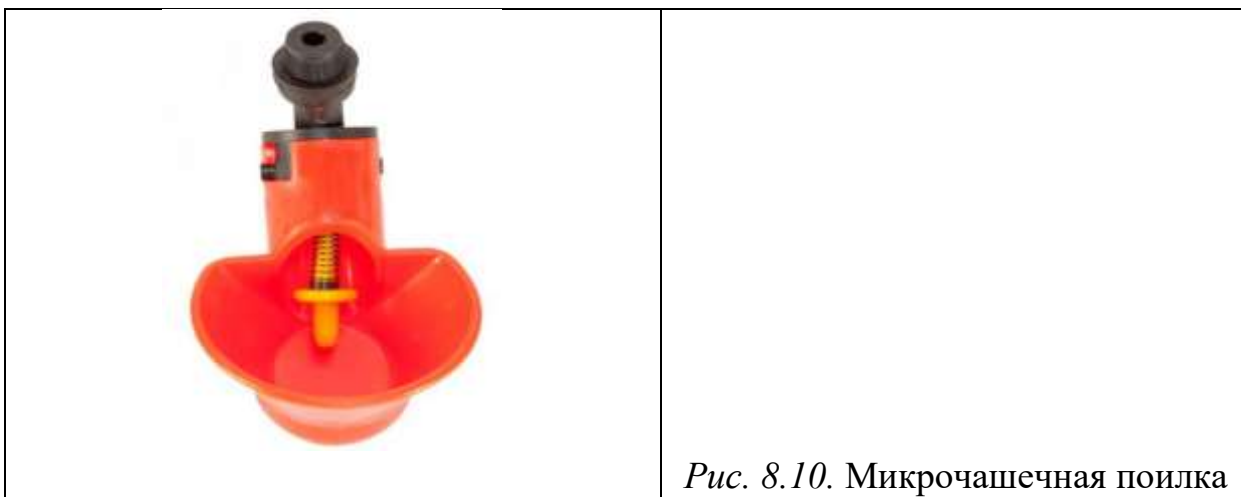


Рис. 8.10. Микрочашечная поилка

При необходимости птица нажимает клювом на язычок штока 3 вследствие чего пружина сжимается и клапан открывает доступ воде в чашку. При достаточном уровне воды шарик или шток действием пружины поднимаются вверх и клапан 5 перекрывает доступ воде в чашку.

### 8.3 Основы расчета оборудования для поения животных и птицы

Среднесуточный расход воды на ферме определяется по формуле

$$Q_{\text{ср. сут.}} = (q_1 n_1 + q_2 n_2 + \dots + q_m n_m) \alpha_{\text{сут.}}, \quad (8.1)$$

где  $q_m$  – среднесуточная норма потребления воды одним потребителем, л;  $n_m$  – количество потребителей;  $\alpha_{\text{сут.}}$  – коэффициент суточной неравномерности,  $\alpha_{\text{сут.}} = 1,3$ .

Максимальный часовой расход вода определяется по формуле

$$Q_{\text{макс.ч.}} = Q_{\text{макс.сут.}} \alpha_{\text{ч.}}/24, \quad (8.2)$$

где  $\alpha_{\text{ч.}}$  – коэффициент часовой неравномерности,  $\alpha_{\text{ч.}} = 2,3$ .

Суточный расход насосной станции должен быть равен максимальному суточному расходу воды на помещении или ферме, а часовой расход станции (насоса) определяется по формуле

$$Q_{\text{нас.}} = Q_{\text{макс.сут.}}/\tau, \quad (8.3)$$

где  $\tau$  – продолжительность работы насоса или станции в сутки, ч. Принимается равным 7 или 14 часам.

По величине  $Q_{\text{нас.}}$  и требуемому напору выбирают по рабочим характеристикам тип и марку насоса.

Потребная мощность электродвигателя для привода насоса определяется по формуле

$$N = (Q_{\text{нас.}} \rho H K_3 g)/(\eta_{\text{п}} \eta_{\text{н}}), \quad (8.5)$$

где  $Q_{\text{нас}}$  – объемный расход воды (подача насоса), м<sup>3</sup>/с;  $\rho$  – плотность воды, кг/м<sup>3</sup>;  $H$  – полный напор насоса, м;  $K_3$  – коэффициент запаса мощности, учитывающий возможности перегрузки во время работы насоса;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $\eta_{\text{н}}$  – к.п.д. насоса;  $\eta_{\text{п}}$  – к.п.д. передачи от двигателя к насосу.

Необходимая вместимость резервуара (м<sup>3</sup>) водонапорной башни равна:

$$V_{\text{рез}} = (0,15 \dots 0,20) Q_{\text{макс.сут}}, \quad (8.6)$$

Полученную вместимость резервуара округляем до стандартной.

Диаметр труб выбирает так, чтобы скорость воды в них не превышала 0,4...0,25 м/с. Диаметр труб внешнего водопровода на начальном участке, на котором проходит все количество воды, определяется по формуле

$$d = \sqrt{\frac{4Q_{\text{макс}}}{\pi v_{\text{в}}}}, \quad (8.7)$$

где  $Q_{\text{макс}}$  – максимальный секундный расход воды, м<sup>3</sup>/с;  $v_{\text{в}}$  – скорость воды в трубах, м/с.

После определения диаметра трубопровода выбирают тип автопоилок и определяют необходимое их количество ( $n$ ) на животноводческой ферме или комплексе:

$$n = m/z, \quad (8.8)$$

где  $m$  – количество животных, гол;  $z$  – коэффициент, показывающий, на какое количество животных предназначена та или иная автопоилка.

#### 8.4. Расчет потребления воды

На фермах воду используют:

- для производственно-технических нужд (поения животных или птицы, приготовления кормов, обработки молока, мойки оборудования, уборки помещений, мытья животных и профилактического их купания и т.д.);
- для нужд обслуживающего персонала (в душевых, умывальниках, туалетах и т.д.);
- для отопления и противопожарных мероприятий.

Расчет водопотребления производится с целью определения численных значений среднесуточного расхода  $Q_{\text{ср.сут}}$ , максимального суточного расхода  $Q_{\text{макс.сут}}$  и максимального часового расхода  $Q_{\text{макс.ч}}$  с учетом затрат воды на поение животных и на производственно-технические нужды.

К основным исходным данным для расчета водопотребления относятся:

- наименование и производственное направление фермы, ее мощность и продуктивность животных;
- система и способ их содержания;

- количество основных и вспомогательных построек рацион кормления;
- источники водоснабжения и их удаленность от фермы.

В расчетах также необходимо учесть расход воды на создание в системе минимально необходимого запаса (на случай отключения электроэнергии, наложения карантина при эпизоотии и т. п.).

Среднесуточный расход воды на ферме определяется по формуле

$$Q_{\text{ср.сут}} = q_i K_i, \quad (8.9)$$

где  $k_i$  – число потребителей  $i$ -го вида;  $q_i$  – среднесуточная норма потребления воды  $i$ -м потребителем,  $\text{дм}^3/\text{сут}$ .

В нормы потребления включены расходы на мойку помещения, клеток, молочной посуды, приготовление кормов, охлаждение молока. На удаление навоза предусматривают дополнительный расход воды в размере от 4 до 10  $\text{дм}^3$  на одно животное. Для молодняка птицы указанные нормы уменьшают вдвое. Норма расхода на одного работающего 25  $\text{дм}^3$  за смену.

Максимальный суточный расход воды определяется из формулы

$$Q_{\text{max сут}} = Q_{\text{ср.сут}} k_{\text{сут}}, \quad (8.10)$$

где  $k_{\text{сут}}$  – коэффициент суточной неравномерности,  $k_{\text{сут}} = 1,3$ .

В сутки максимального водопотребления среднечасовой расход составит:

$$Q_{\text{ср.ч}} = \frac{Q_{\text{max сут}}}{24}. \quad (8.11)$$

Секундный расход рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{max сек}} = \frac{Q_{\text{max ч}}}{3600}. \quad (8.12)$$

Принимают следующие нормы расхода воды ( $\text{дм}^3/\text{кг}$ ) в кормоцехе: на запаривание концентрированного корма – 1,0...1,5; приготовление смесей для свиней – 0,5...1,0; увлажнение соломенной резки – 1,0...1,5; дрожжевание корма – 1,5...2,0; мойку корнеклубнеплодов – 0,1...0,8.

На бытовые нужды (душ, санузел и др.) потребность в воде:

$$Q_b = k_p Q_p, \quad (8.13)$$

где  $k_p$  – количество работников фермы;  $Q_p$  – норма расхода воды на одного работника в сутки, л.

Общую потребность фермы в воде необходимо определять с учетом противопожарного запаса, который рассчитывают по формуле

$$Q_{\text{пж}} = q_n t_n, \quad (8.14)$$

где  $q_n$  – норма расхода воды на тушение пожара л/ч;  $t_n$  – продолжительность пожара, ч.

Расходы воды на тушение пожара определяется учетом продолжительности пожара в течение 2...3 часов. При поголовье фермы до 300 голов расход воды составляет 2,5 л/с, при 300...5000 голов – 5 л/с, при мощности фермы более 5000 голов – 7 л/с.

Суточную потребность в горячей воде можно определить, пользуясь уравнением теплового баланса:

$$G_r(\tau_r - \tau_x) = G_1(\tau_1 - \tau_x) + G_2(\tau_2 - \tau_x) + \dots + G_n(\tau_n - \tau_x), \quad (8.15)$$

где  $G_r$  – суточный объем горячей воды, л;  $G_1, G_2, \dots, G_n$  – суточные объемы воды соответствующей температуры, необходимые для отдельных операций, л;  $\tau_r$  – температура горячей воды ( $\tau_r = 90$  °С);  $\tau_x$  – температура холодной воды ( $\tau_x = 10$  °С);  $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$  – температура смешанной воды для отдельных операций, °С.

Рассчитав потребность в воде и выбрав источник водоснабжения, определим параметры водопроводной сети.

## 9. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИННОВАЦИИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

### 9.1. Экономическая оценка инновации в животноводстве

Экономическая эффективность инновации выражается в снижении трудоёмкости выполняемых производственных процессов, уменьшении эксплуатационных и энергетических затрат, а также в снижении себестоимости животноводческой продукции, полученной в результате применения технического и технологического новшества.

Организационно-экономическая оценка инновации в животноводстве может быть проведена на основе общей (абсолютной) или сравнительной экономической эффективности.

Первая характеризует степень эффекта от использования тех или иных определенных ресурсов, каких-то материально-денежных затрат, а вторая – позволяет оценить отдельные альтернативные варианты использования ресурсов, их замещения, т. е. дает возможность хозяйствующему субъекту сравнить, оценить и выбрать лучший, наиболее экономичный вариант.

#### 9.1.2. Капитальные вложения в основные средства производства

Капитальные вложения (инвестиции) – это единовременные затраты денежных средств (капитала) для приобретения основных средств производства. В качестве показателя капитальных вложений (инвестиций) применяют *балансовую стоимость* основного средства, определяемую по формуле

$$B_{ci} = C_{oi} (1 + \alpha_{ii} + \alpha_{mi}), \quad (9.1)$$

где  $C_{oi}$  – оптовая (прейскурантная), отпускная цена  $i$ -го технического средства, руб. (у. е.);  $\alpha_{ii}$  – коэффициент, учитывающий дополнительные торгово-транспортные и складские расходы, связанные с доставкой технического средства потребителю;  $\alpha_{mi}$  – коэффициент, учитывающий затраты на монтаж, досборку, пуско-наладочные работы и обкатку технического средства.

Если установить балансовую стоимость машины (агрегата, узла) затруднительно, то балансовую стоимость в базовом и проектном вариантах можно упрощенно рассчитать по формуле

$$B_{ci} = M_m C_{уд}, \quad (9.2)$$

где  $M_m$  – масса машины (агрегата, узла) в базовом или проектном вариантах, кг;  $C_{уд}$  – удельная стоимость, руб./кг (у. е./кг).

Расчет цены узла или детали машины производят по формуле

$$Ц_y = (C_m + C_o)K_p, \quad (9.3)$$

где  $C_m$  – стоимость использованных материалов, руб. (у. е.);  $C_o$  – себестоимость изготовления, руб. (у. е.);  $K_p$  – коэффициент, учитывающий среднюю норму рентабельности относительно себестоимости изготовления узла или детали машины.

Стоимость использованных материалов определяют по формуле

$$C_m = \sum_1^n Ц_i M_i, \quad (9.4)$$

где  $Ц_i$  – цена  $i$ -го материала, руб. (у. е.)/кг;  $M_i$  – расход  $i$ -го материала, кг.

Себестоимость изготовления узла или детали подсчитывают по формуле

$$C_o = \left(1 + \frac{\alpha}{100}\right) \sum C_{тчи} t_i K_{ув}, \quad (9.5)$$

где  $\alpha$  – процент накладных расходов мастерской, где изготавливается узел или деталь, %;  $C_{тчи}$  – часовая тарифная ставка рабочих  $i$ -го вида работ, руб. (у. е.)/ч;  $t_i$  – трудоемкость  $i$ -го вида работ, чел-ч;  $K_{ув}$  – коэффициент увеличения тарифных ставок.

Инвестиции в *капитальное строительство* животноводческих построек определяют по формуле

$$B_{сп} = C_{см} K_{пр} n_{п}, \quad (9.6)$$

где  $B_{сп}$  – балансовая стоимость животноводческих построек (зданий и сооружений), руб. (у. е.);  $C_{см}$  – сметная стоимость объекта строительства по типовому проекту, руб. (у. е.);  $K_{пр}$  – коэффициент привязки;  $n_{п}$  – число однотипных построек.

При отсутствии типового проекта животноводческой постройки, её балансовую стоимость можно определить по удельному весу стоимости строительства 1 квадратного метра здания и сооружения. В этом случае используют формулу

$$B_{сп} = F C_{удс}, \quad (9.7)$$

где  $F$  – площадь животноводческой постройки, м<sup>2</sup>;  $C_{удс}$  – удельная сметная стоимость строительства 1 м<sup>2</sup> животноводческой постройки, руб. (у. е.).

Под *капиталоёмкостью (фондоёмкостью)* понимают удельные капитальные вложения в расчете на единицу механизированной работы, выполненной за срок полезного использования инвестиций ( $T_{пн}$ ) или произведенной продукции за этот же срок и определяют по формуле

$$K_{уд} = \frac{B_c}{w_{ч} T_{г} T_{пн}}, \quad (9.8)$$

где  $w_{ч}$  – производительность технического средства за 1 ч сменного времени, т (голов, м<sup>3</sup> и др.);  $T_{г}$  – годовая загрузка (наработка) технического средства, ч.

Снижение капиталоемкости производственного процесса (работы) или продукции определяют по формуле

$$\dot{I}_k = \left( \frac{K_{уд}^п - K_{уд}^б}{K_{уд}^б} \right) \times 100 = \left( \frac{K_{уд}^п}{K_{уд}^б} - 1 \right) \cdot 100, \quad (9.9)$$

где  $K_{уд}^б$  – удельные капитальные вложения (капиталоемкость) в сельскохозяйственную технику в базовом варианте, руб (у.е.);  $K_{уд}^п$  – то же в проектном варианте.

*Срок возврата (окупаемости) капитальных вложений* находят по формуле

$$t_{ок} = \frac{K}{ЧД}, \quad (9.10)$$

где  $K$  – сумма капитальных вложений (инвестиций) в основные средства производства, руб (у. е.);  $ЧД$  – среднегодовой чистый доход (прибыль) в течение полезного срока использования инвестированных средств производства, руб. (у. е.) /год.

*Рентабельность инвестиций (капитала)* в процентах:

$$R, \% = \frac{ЧД}{K} 100. \quad (9.11)$$

При сравнительной экономической оценке альтернативных вариантов вместо суммы капитальных вложений ( $K$ ) учитывают только дополнительные капитальные вложения ( $\Delta K$ ).

### 9.1.3. Энерго- и ресурсосберегающие показатели

Важнейшими натуральными показателями использования материальных ресурсов и их сбережения являются:

- относительная материалоемкость производственного процесса в расчете на единицу механизированной работы (или произведенной продукции):

$$m_e = \frac{M_m}{Q_{ч} T_{г} T_{пн}}, \quad (9.12)$$

где  $Q_{ч}$  – производительность технического средства (машины) за 1ч сменного времени, т (ц, голов и др. единиц);  $M_m$  – масса (вес) машины, участвующей в производственном процессе, кг;  $T_{г}$  – время работы машины в течение года (годовая загрузка), ч;  $T_{пн}$  – срок полезного использования технического средства, лет.

- энергоёмкость механизированной работы, производственного процесса или продукции. Эта величина производственного процесса (работы) определяется

как отношение эффективной мощности двигателя энергетического средства ( $N_e$ , кВт) к производительности машины за 1 час сменного времени ( $\omega_{\text{ч}}$ ):

$$\mathcal{E}_{\dot{e}} = \frac{N_e \cdot \alpha}{\omega_{\text{ч}}}, \quad (9.13)$$

где  $N_e$  – мощность электродвигателя, кВт;  $\omega_{\text{ч}}$  – сменное время, час;  $\alpha$  – коэффициент использования мощности двигателя на производственной технологической операции (работе).

- расход основного топлива на единицу работы (продукции) определяют по формуле:

$$G = \frac{1}{\omega_{\text{ч}}} \cdot N_e \cdot q \cdot \alpha, \quad (9.14)$$

где  $N_e$  – номинальная мощность двигателя, кВт;  $q$  – удельный расход топлива на единицу мощности двигателя, кг;  $\alpha$  – коэффициент использования мощности двигателя.

- полная энергоёмкость производства животноводческой продукции при применении той или иной технологии определяют по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{сзз}} = \mathcal{E}_{\text{пз}} + \mathcal{E}_{\text{оз}}, \quad (9.15)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{сзз}}$  – совокупные затраты энергии, МДж (ГДж);  $\mathcal{E}_{\text{пз}}$  – прямые энергозатраты, МДж (ГДж);  $\mathcal{E}_{\text{оз}}$  – овеществленные энергозатраты, МДж (ГДж).

Величину прямых энергетических затрат находят по соответствующим энергетическим эквивалентам:

- энергоёмкость использованного жидкого топлива:

$$\mathcal{E}_{\text{прт}} = \alpha_{\text{ж.т}} G, \quad (9.16)$$

где  $G$  – расход жидкого (дизельного) топлива в течение года, кг;  $\alpha_{\text{ж.т}}$  – энергетический эквивалент 1 кг потребленного жидкого топлива, МДж/кг.

Энергоёмкость потребленной электроэнергии определяют по формуле

$$\mathcal{E}_{\dot{e}} = \alpha_{\text{э}} P_{\text{э}}, \quad (9.17)$$

где  $P_{\text{э}}$  – расход электрической энергии на производственные цели в течение года, кВт-ч;  $\alpha_{\text{э}}$  – энергетический эквивалент 1 кВт-ч, МДж.

Аналогичным образом исчисляют затраты энергии двигателей внутреннего сгорания. При этом расход её определяют исходя из мощности двигателя (кВт) и времени использования в году (ч).

Энергозатраты живого труда рассчитывают по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{жт}} = \alpha_{\text{тр}} T_{\text{п}}, \quad (9.18)$$

где  $T_{\text{п}}$  – прямые затраты труда на производство животноводческой продукции, чел. - ч.;  $\alpha_{\text{пр}}$  – энергетический эквивалент 1 чел.- ч. прямых затрат труда, МДж.

Удельная энергоёмкость произведенной продукции:

$$\mathcal{E}_{\text{уд}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{ёс}}}{Q_{\text{ж}}}, \quad (9.19)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{уд}}$  – удельные затраты энергии в расчете на единицу животноводческой продукции, МДж/т (ц), ГДж/т (ц);  $\mathcal{E}_{\text{ёс}}$  – суммарные затраты энергии за год для производства животноводческой продукции, МДж (ГДж);  $Q_{\text{ж}}$  – объём производства животноводческой продукции за год, т (ц).

Определив удельную энергоёмкость животноводческой продукции в базовом и проектном вариантах, рассчитывают её снижение (в %) от применения:

$$I_{\mathcal{E}} = \left(1 - \frac{\mathcal{E}_{\text{уд}}^{\text{п}}}{\mathcal{E}_{\text{уд}}^{\text{б}}}\right) 100, \quad (9.20)$$

#### 9.1.4. Показатели трудоемкости и производительности труда

Затраты труда на выполнение машинной производственной операции в течение года рассчитывают по формуле

$$T_{\text{г}} = Ч t_{\text{м}}, \quad (9.21)$$

где  $Ч$  – количество основных и вспомогательных работников, обслуживающих машину, чел;  $t_{\text{м}}$  – время работы машины в течение года, ч.

Имея данные о затратах труда в проектном и базовом вариантах, исчисляют *годовую экономию прямых затрат труда* по проектируемому варианту:

$$\mathcal{E}_{\text{тп}} = (T_{\text{п}}^{\text{б}} - T_{\text{п}}^{\text{п}}) Q_{\text{жг}}^{\text{п}}, \quad (9.22)$$

где  $T_{\text{п}}^{\text{п}}$  – трудоемкость механизированной работы (или животноводческой продукции) в проектном варианте, чел-ч./ц(т);  $T_{\text{п}}^{\text{б}}$  – то же в базовом варианте;  $Q_{\text{жг}}^{\text{п}}$  – годовой объём производства продукции или механизированной работы в проектируемом варианте, т (ц, голов, тыс. штук яиц и др.).

В приведенной формуле под индексом *-б-* подразумевается базовый вариант, а под индексом *п* – проектный.

Затраты труда исполнителей на выполнение производственного процесса на животноводческой ферме или комплексе определяют по формуле

$$T_{\text{г пр}} = \frac{\Pi_{\text{сг}j}}{H_{\text{обс}j}} \Gamma_{\text{фр}}, \text{ или } T_{\text{г пр}} = \Gamma_{\text{фр}} Ч_{\text{обс}}, \quad (9.23)$$

где  $\Pi_{сгj}$  – среднегодовое поголовье животных  $j$ -й половозрастной группы, гол.;  $N_{обсj}$  – норма обслуживания животных  $j$ -й половозрастной группы на одного работника, гол.;  $\Gamma_{фр}$  – годовой фонд рабочего времени одного работника, ч;  $Ч_{обс.}$  – среднегодовое количество обслуживающего персонала, чел.

Затраты труда на техническое обслуживание и ремонт используемых машин и оборудования рассчитывают по формуле

$$T_{г\ то} = \sum t_{moi} n_i, \quad (9.24)$$

где  $t_{moi}$  – трудоёмкость технического обслуживания и ремонта  $i$ -го технического средства в году, чел-ч.;  $n_i$  – количество установленных и используемых в технологическом процессе технических средств, шт.

Рост производительности труда в проектируемом варианте по сравнению с базовым вариантом исчисляются по формуле

$$P_{пт} = \frac{\Pi_{т}^п}{\Pi_{т}^б} \cdot 100, \%, \quad (9.25)$$

где  $\Pi_{т}^п$  – производительность труда в проектном варианте, ц (т)/чел-ч;  $\Pi_{т}^б$  – то же в базовом варианте.

### 9.1.5. Эксплуатационные затраты

Величину эксплуатационных издержек определяют на среднегодовой объем механизированной работы:

$$I_э = O_{т\ оп} + C_n + Э_л + \Gamma_{см} + P_{то} + I_{хс} + A + Пр_{зэ}, \quad (9.26)$$

где  $O_{т\ оп}$  – оплата труда обслуживающего персонала, руб. (у. е.);  $C_n$  – отчисления на социальные нужды единым платежом, руб. (у. е.);  $Э_л$  – стоимость потребленной электроэнергии, руб. (у. е.);  $\Gamma_{см}$  – стоимость израсходованного топлива и смазочных материалов, руб. (у. е.);  $P_{то}$  – затраты на ремонт и техническое обслуживание средств механизации, руб. (у. е.);  $I_{хс}$  – издержки, связанные с хранением (консервацией) и обязательным страхованием технических средств, руб. (у. е.);  $A$  – сумма амортизационных отчислений на реновацию средств механизации, руб. (у. е.);  $Пр_{зэ}$  – прочие затраты, связанные с использованием технических средств, но не учтенные в перечисленных статьях затрат, руб. (у. е.).

Если *зарботок* обслуживающему персоналу начисляют по повременно-премиальной системе, то среднегодовые расходы на оплату труда:

$$O_{т.п} = \sum_1^n C_{тj} K_{ув} T_{см} D_{рг}, \quad (9.27)$$

где  $C_{тj}$  – ставка тарифная часовая  $i$ -го работника по  $j$ -му разряду, руб.;  $K_{ув}$  – коэффициент увеличения тарифного заработка;  $T_{см}$  – время смены, которое включает время основной, вспомогательной и подготовительно-заключительной работы, а также время регламентированных перерывов, ч;  $D_{рг}$  – количество дней его работы в течение года;  $n$  – численность обслуживающего персонала, чел.

При сдельно-премиальной (или аккордно-премиальной) системе начисления заработка расходы на оплату труда исполнителей определяют по формуле

$$O_{т.с} = Q_{пр} P_{асц(сд,ак)} K_{ув\ расц}, \quad (9.28)$$

где  $Q_{пр}$  – объем произведенной продукции (работы), т (ц);  $P_{асц(сд,ак)}$  – расценка (сдельная, или аккордная) за единицу продукции или работы, руб/т (ц);  $K_{ув\ расц}$  – коэффициент увеличения заработка.

*Отчисления на социальные нужды* рассчитывают по формуле

$$C_{н} = 0,01 O_{т\ оп} H_{ст}, \quad (9.29)$$

где  $H_{ст}$  – установленная ставка отчислений в фонды социального страхования и других налогов, и сборов единым платежом, %.

*Стоимость потребленной электроэнергии за год:*

$$\mathcal{E}_л = N_э T_о \eta D_{рг} Ц_э, \quad (9.30)$$

где  $N_э$  – сумма мощностей установленных электродвигателей, кВт.;  $T_о$  – средняя продолжительность работы установленных электродвигателей в течение суток, ч;  $\eta$  – коэффициент использования номинальной мощности установленных электродвигателей;  $D_{рг}$  – количество дней работы электродвигателей в течение года;  $Ц_э$  – цена (тариф) на электроэнергию, руб./кВт - ч.

Если в производственных процессах применяют машины с двигателями внутреннего сгорания, то в состав эксплуатационных затрат включают стоимость израсходованных топлива и смазочных материалов:

$$\Gamma_{см} = G Ц_{компл}, \quad (9.31)$$

где  $G$  – расход основного (дизельного) топлива в среднем за год, кг;  $Ц_{компл}$  – комплексная цена основного (дизельного) топлива, руб./кг;

Среднегодовой расход основного топлива находят по формуле

$$G = 0,001 Ne q \alpha_n t_d D_{рг}, \quad (9.32)$$

где  $Ne$  – номинальная мощность двигателя внутреннего сгорания, кВт (л. с.);  $q$  – удельный расход основного топлива на единицу мощности двигателя внутреннего сгорания, г/ч;  $\alpha_n$  – коэффициент использования номинальной мощности двигателя;  $t_d$  – средняя продолжительность работы машины в

течение рабочего дня, ч;  $D_{\text{рг}}$  – количество дней работы энергетического средства в течение года.

*Затраты на ремонт и периодическое техническое обслуживание* устанавливаются по формуле

$$P_{\text{то}} = \sum_1^n 0,01 B_{ci} r_i, \quad (9.33)$$

где  $B_{ci}$  – балансовая стоимость  $i$ -го технического средства (машины, механизма, оборудования, энергетического средства), руб.;  $r_i$  – норматив среднегодовых затрат на ремонт и периодическое техническое обслуживание  $i$ -го технического средства, %;  $n$  – количество технических средств.

*Издержки, связанные с хранением (консервацией) и обязательным страхованием* исчисляются по формуле

$$I_{\text{хс}} = \sum_1^n 0,01 B_{ci} N_{\text{хс}}, \quad (9.34)$$

где  $N_{\text{хс}}$  – норматив затрат на хранение (консервацию) и обязательное страхование (страховой взнос), %.

Сумму амортизационных отчислений определяют по формуле

$$A_{\Gamma} = \sum_1^n B_{ci} a_i, \quad (9.35)$$

где  $a_i$  – норма амортизации,  $a = 1/T_{\text{ш}}$ .

(Если величина « $a$ » выражена в процентах, то необходимо полученный результат разделить на 100).

*Прочие эксплуатационные затраты* принимают от 5 до 10 % от основных статей расходов:

$$P_{\text{рз}} = 0,05 \dots 0,10 (O_{\text{топ}} + \text{Э}_{\text{л}} + \Gamma_{\text{см}} + P_{\text{то}}). \quad (9.36)$$

Производственные затраты (издержки) на получение конечной животноводческой продукции за год рассчитывают по формуле

$$I_{\text{прг}} = I_3 + I_{\text{к}} + Z_{\text{упр}} + P_{\text{рз}}, \quad (9.37)$$

где  $I_3$  – эксплуатационные затраты, руб.;  $I_{\text{к}}$  – стоимость (себестоимость) скормленных кормов, руб.;  $Z_{\text{упр}}$  – общепроизводственные и общехозяйственные затраты по организации производства и управлению персоналом, руб.;  $P_{\text{рз}}$  – прочие производственные затраты, руб.

Стоимость (себестоимость) кормов высчитывают по формуле

$$I_{\text{к}} = P_{\text{кij}} \Pi_{\text{корм.ед.}i}, \quad (9.38)$$

где  $P_{\text{кij}}$  – годовой расход  $i$ -го корма для производства  $j$ -го вида животноводческой продукции, корм. ед.;  $\Pi_{\text{корм.ед.}}$  – цена приобретения (себестоимость корма собственной заготовки) 1 ц кормовых единиц, руб.

Затраты на корма находят по формуле

$$I_K = \sum_1^n P_{kij} \cdot \Pi_{ki} , \quad (9.39)$$

где  $P_{kij}$  – расход  $i$ -го корма на производство  $j$ -й животноводческой продукции, ц;  $\Pi_{ki}$  – цена корма, руб/ц;  $n$  – количество определенных видов корма.

Затраты по организации производства и управлению персоналом рассчитывают по соотношению:

$$Z_{упр} = 0,25 \dots 0,33 I_3, \quad (9.40)$$

Прочие производственные затраты:

$$\Pi_{рз} = 0,05 \dots 0,07 (I_3 + I_K). \quad (9.41)$$

Кроме этого в прочих затратах должны быть учтены налоги и сборы, включаемые в себестоимость продукции.

### 9.1.6. Показатели экономической эффективности

Годовая экономия издержек эксплуатационных:

$$\Delta I_{из} = (I_{эуд}^6 - I_{эуд}^n) Q_p^n, \quad (9.42)$$

где  $I_{эуд}^6$  и  $I_{эуд}^n$  – удельные эксплуатационные затраты соответственно в базовом и проектируемом вариантах, руб/ед. работы;  $Q_p^n$  – среднегодовой объем механизированной работы в проектом варианте, единиц работы.

Прирост чистого дохода (прибыли) от *снижения материальных затрат* вычисляют по формуле

$$\Delta ЧД_{мз} = (M_3^6 + M_3^n) Q_p^n, \quad (9.43)$$

где  $M_3^6$  и  $M_3^n$  – удельные материальные затраты в расчете на единицу механизированной работы (продукции) соответственно в базовом и проектируемом вариантах, руб/ед. работы.

Дополнительный чистый доход (прибыль) за счет повышения продуктивности животных устанавливают по формуле

$$\Delta ЧД_{прж} = \Delta \Pi_{рж} (\Pi_{прж} - I_{прж}) \Pi_{гж}, \quad (9.44)$$

где  $\Delta \Pi_{рж}$  – прирост продуктивности животных от использования технического средства, кг;  $\Pi_{прж}$  – рыночная цена дополнительной продукции животноводства, руб/кг;  $I_{прж}$  – издержки (затраты), связанные с получением и реализацией дополнительной продукции животноводства, руб/кг;  $\Pi_{гж}$  – среднегодовое поголовье животных, обслуживаемых новым техническим средством, голов.

Прирост чистого дохода за счет повышения цены реализации более качественной животноводческой продукции определяют по формуле

$$\Delta ЧД_{кач} = (\Pi_p^n - \Pi_p^6) Q_p^n, \quad (9.45)$$

где  $\Pi_p^n$ ,  $\Pi_p^6$  – средняя цена реализации единицы животноводческой продукции соответственно в проектируемом и базовом вариантах, руб/кг;  $Q_p^n$  – среднегодовой объем реализации продукции высшего качества в проектируемом варианте, кг.

Чистый дисконтированный доход можно рассчитать по формуле

$$\text{ЧДД} = \sum_t \alpha_t, \quad (9.46)$$

где  $\alpha_t$  – коэффициент приведения денежных потоков к началу расчетного периода, который определяют по формуле

$$\alpha_t = \frac{(1+d)^t - 1}{d \cdot (1+d)^t}, \quad (9.47)$$

где  $d$  – ставка дисконтирования (норма дисконта);  $t$  – срок полезного использования инвестиций в инновацию, лет.

Эффективность капитальных вложений (инвестиций) в основные средства производства определяется сроком их окупаемости (периодом возврата инвестиций).

*Статический* (теоретический) срок окупаемости определяют по формуле

$$t_y = \frac{K_b}{\sum_t}, \quad (9.48)$$

где  $K_b$  – сумма капитальных вложений (инвестиций) в сельскохозяйственную технику, руб. (у. е.);  $\sum_t$  – среднегодовой экономический эффект (прирост чистого дохода), руб. (у. е.)/год.

*Динамический (реальный)* срок окупаемости (возврата) производственных инвестиций рассчитывают по формуле

$$t_d = \frac{K_b}{\text{ЧДД}_{\text{ср}}}, \quad (9.49)$$

где  $\text{ЧДД}_{\text{ср}}$  – среднегодовая сумма накопительного чистого дисконтированного дохода за весь срок полезного использования сельскохозяйственной техники, руб. (у. е.)/год.

$$\text{ЧДД}_{\text{ср}} = \frac{\sum \text{ЧДД}}{T}. \quad (9.50)$$

Эффективность капитальных вложений (инвестиций) характеризует *индекс доходности капитала* ( $I_{\text{дк}}$ ), который определяют по формуле

$$I_{\text{дк}} = \frac{\text{ЧДД}_{\text{ср}}}{K_b}. \quad (9.51)$$

Для анализа данных организационно-экономических расчетов и проведения оценки инновации основные технико-экономические показатели сводят в таблицу и дают обобщающие выводы.