

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Алтайский государственный аграрный университет»

И.Я. Федоренко, В.В. Садов

**ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
В ЖИВОТНОВОДСТВЕ**

Часть 2

Учебное пособие

Барнаул 2015

УДК 636 (075.8)

Рецензенты:

докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Сельскохозяйственные машины» Алтайского ГАУ Беляев В.И.

канд. техн. наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой «Наземных транспортно-технологических систем» АлтГТУ им. И.И. Ползунова» Дрюк В.А.

Федоренко И.Я., Садов В.В. Техника и технологии в животноводстве. Часть 2. – Барнаул: РИО АГАУ, 2015. - 218 с.

В учебном пособии изложены основы современной технологии производства продукции животноводства, дано описание технических средств нового поколения, приведены принципы функционирования информационных систем в животноводстве и теоретические.

Пособие предназначено для студентов инженерных и технологических направлений, а также для специалистов сельскохозяйственного производства.

Рекомендовано к печати методической комиссией ИФ АГАУ (протокол №5 от 13 декабря 2015 г.)

Содержание

| | |
|---|----|
| 1. Механизация поения животных | 6 |
| 1.1. Механизация водоснабжения | 6 |
| 1.1.1. Требования к системам водоснабжения | 6 |
| 1.1.2. Устройство системы водоснабжения | 7 |
| 1.2. Оборудование для поения | 10 |
| 1.2.1. Оборудование для поения крупного рогатого скота | 10 |
| 1.2.2. Оборудование для поения свиней | 14 |
| 1.2.3. Оборудование для поения овец | 18 |
| 1.2.4. Оборудование для поения птицы | 19 |
| 1.3. Основы расчета инженерных сетей водоснабжения и выбор оборудования | 22 |
| 1.3.1. Расчет водопотребления | 22 |
| 1.3.2. Определение потребного количества автопоилок | 23 |
| 2 Механизация доения коров | 23 |
| 2.1. Основные физиологические требования к машинному доению | 23 |
| 2.2. Доильные аппараты | 25 |
| 2.2.1. Требования к доильным аппаратам | 25 |
| 2.2.2. Принцип действия современных доильных аппаратов | 27 |
| 2.2.3. Доильные аппараты с автоматически управляемыми параметрами | 32 |
| 2.3. Доильные установки | 38 |
| 2.3.1. Общее устройство | 38 |
| 2.3.2. Расчет расхода воздуха доильной установкой | 40 |
| 2.3.2. Вакуумные установки | 41 |
| 2.3.3. Требования к доильным установкам | 44 |
| 2.3.4. Схемы и технологии доения | 45 |
| 2.3.5. Доение в фермерских и личных хозяйствах | 47 |
| 2.3.6. Доение при привязном содержании коров в молокопровод | 50 |
| 2.3.7. Доение при беспривязном содержании коров | 56 |
| 2.4. Доение овец и коз | 65 |
| 2.5. Электронные системы управления стадом | 66 |
| 2.6. Доильные роботы | 70 |
| 2.7. Технологический расчет процесса доения | 74 |
| 3. Механизация первичной обработки и переработки молока | 78 |
| 3.1. Общие сведения | 78 |
| 3.2. Технологические свойства молока | 81 |
| 3.3. Тепловые процессы при обработке молока | 83 |
| 3.3.1. Охлаждение молока | 83 |

| | |
|---|-----|
| 3.3.2. Пастеризация | 91 |
| 3.3.3 Универсальные установки для обработки молока | 93 |
| 3.3.5. Расчеты пластинчатых аппаратов | 99 |
| 3.4. Сепарирование и центробежная очистка молока | 101 |
| 3.4.1. Принцип действия сепараторов и молокоочистителей | 101 |
| 3.4.2. Устройство сепараторов и молокоочистителей молока | 103 |
| 3.4.3. Теория центробежного сепарирования | 107 |
| 3.5. Технология получения питьевого молока | 109 |
| 3.6. Расчет производительности поточно-технологической линии первичной обработки молока | 112 |
| 4. Механизация уборки и утилизации навоза | 113 |
| 4.1. Требования к уборке, утилизации и переработке навоза | 113 |
| 4.2. Уборка навоза | 114 |
| 4.2.1. Способы уборки навоза | 114 |
| 4.2.2. Механические системы навозоудаления | 115 |
| 4.2.3. Гидравлические системы навозоудаления | 123 |
| 4.2.4. Навозоуборочные роботы | 126 |
| 4.2.5. Технологические схемы уборки и переработки навоза | 129 |
| 4.3. Расчет навозоуборочных средств | 130 |
| 4.3.1. Расчет цепочно-скребковых транспортеров | 130 |
| 4.3.2. Расчет тросово-скреперных установок | 131 |
| 4.3.3. Расчет линии уборки навоза | 132 |
| 4.3.4. Выбор технологии подготовки навоза к использованию | 136 |
| 5. Механизация обеспечения требуемого микроклимата животноводческих помещений | 145 |
| 5.1. Требования к системам обеспечения микроклимата | 145 |
| 5.2. Классификация систем вентиляции и их краткая характеристика | 149 |
| 5.3. Особенности вентиляции помещений для содержания крупного рогатого скота | 157 |
| 5.3. Микроклимат свиноводческих помещений | 160 |
| 5.5. Вентиляция птичников | 165 |
| 5.6. Расчет вентиляции и отопления животноводческих помещений | 172 |
| 6. Механизация стрижки и профилактической обработки овец | 178 |
| 6.1. Требования к стрижке овец | 178 |
| 6.2. Современные схемы и технологии стрижки овец | 180 |
| 6.2.1. Традиционный метод стрижки | 180 |
| 6.2.2. Скоростной метод стрижки | 181 |
| 6.2.3. Стрижка овец на столах | 182 |

| | |
|---|-----|
| 6.3. Оборудование для стрижки и профилактической обработки овец | 183 |
| 6.3.1. Стригальные пункты | 183 |
| 6.3.2. Машинки для стрижки овец | 188 |
| 6.3.3. Оборудования для профилактической обработки овец | 196 |
| 6.4. Основы теории и расчет стригальной машинки | 200 |
| 6.5. Основы расчета механизации стрижки и профилактической обработки овец | 203 |
| 7. Системы сбора, обработки и сортировки яиц | 206 |
| 7.1. Зоотехнические требования к линиям обработки яиц | 206 |
| 7.2. Технологии сбора и сортировки яиц | 207 |
| 7.3 Расчет линии сбора яиц | 214 |
| Литература | 216 |

1. Механизация поения животных

1.1. Механизация водоснабжения

1.1.1. Требования к системам водоснабжения

Вода служит важнейшей составной частью внешней среды, без которой невозможны поддержание здорового состояния организма и получение значительной продуктивности от сельскохозяйственных животных и птицы.

Хозяйственно-питьевая вода должна удовлетворять требованиям ГОСТа 2874-82, в соответствии с которым вода считается хорошей, если она прозрачна, бесцветна, без запаха и освежающая на вкус, не содержит болезнетворных бактерий, паразитов, их личинок и яиц, а также ядовитых веществ. Не должно быть чрезмерного количества соединений кальция, магния, железа, но должны присутствовать некоторые соединения (в том числе фтор и йод).

Системой водоснабжения называется комплекс взаимосвязанных машин, оборудования и сооружений, предназначенных для забора воды из источников, подъема ее на высоту, очистки, хранения и транспортирования к местам потребления.

На животноводческих и птицеводческих фермах вода расходуется на поение животных и птицы, а также на технологические, гигиенические, хозяйственные и противопожарные нужды.

При проектировании схемы водоснабжения фермы (комплекса) следует руководствоваться строительными нормами и правилами «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» (СНиП-2.04.02-84).

Водопроводная сеть является одним из основных элементов системы водоснабжения и неразрывно связана в работе с водоводами, насосными станциями, подающими воду в сеть, а также с регулирующими емкостями (резервуарами и башнями).

Водопроводная сеть должна удовлетворять следующим основным требованиям:

- а) обеспечивать подачу заданных количеств воды к местам ее потребления под требуемым напором;
- б) обладать достаточной степенью надежности и бесперебойности снабжения водой потребителей.

Кроме того, выполняя поставленные требования, сеть должна быть запроектирована наиболее экономично, т. е. обеспечивать наименьшую величину приведенных затрат на строительство и эксплуатацию как самой сети, так и неразрывно связанных с ней в работе других сооружений системы.

Выполнение этих требований достигается правильным выбором конфигурации сети и материала труб, а также правильным определением диаметров труб с технической и экономической точки зрения.

1.1.2. Устройство системы водоснабжения

Источниками водоснабжения для животноводческих ферм может быть: вода, собранная из атмосферных осадков, вода из открытых водоемов, подземные грунтовые и артезианские воды (рис. 1.1).

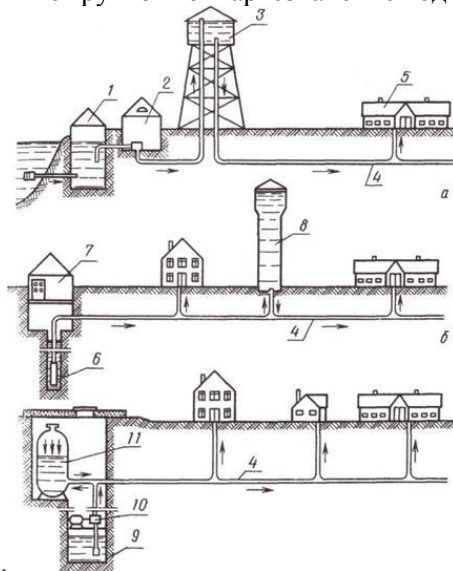


Рис 1.1. Схемы водоснабжения при заборе воды:

а - из открытого водоема; б - из бурового колодца; в - из безбашенной автоматической водокачки; 1 - береговой колодец; 2 и 10 - насосные станции; 3 - водонапорный бак; 4 - водопроводная сеть; 5 - место для потребления воды; 6 - буровой колодец; 7 - насосная станция с погружным электронасосом; 8 - водонапорная башня; 9 - шахтный колодец; 11 - воздушно-водяной бак

В зависимости от конкретных условий (рельефа местности, мощности источника водоснабжения, надежности электроснабжения и др.) схемы водоснабжения могут иметь один или два подъема воды, предусматривать хранение регулируемого ее количества в водонапорных башнях или подземных резервуарах, подачу противоположного запаса воды непосредственно из источника и др.

На рисунке 1.1 показана возможная схема водоснабжения из открытого или подземного источника для животноводческой фермы. Для забора воды из открытого источника на берегу сооружают приемный береговой колодец 7 (рис. 1.1, а), куда вода поступает по трубе самотеком. Из колодца вода центробежным или вихревым насосом насосной станции 2 подается в водонапорный бак 3 и далее по магистральному водопроводу самотеком поступает к потребителям 5. Схема, изображенная на рисунке 1.1, б, аналогична предыдущей с той лишь разницей, что забор воды осуществляется из шахтного или трубчатого (бурового) колодца. Шахтные колодцы сооружают не глубже 40 м, а трубчатые - глубиной до 150 м и более. В этом случае вода забирается поршневыми, погружными и винтовыми насосами или водоструйными установками и ленточными водоподъемниками. Здание насосной станции строят над колодцем.

Водонапорный резервуар (рис 1.1, в) служит для создания запаса воды, который необходим для надежной и бесперебойной подачи воды на ферму. Вместо водонапорной башни можно применять воздушно-водяной бак, который входит в комплект безбашенных автоматических водокачек.

Система механизированного водоснабжения животноводческой фермы (комплекса) состоит из водозабора с насосной станцией, разводящей сети и регулирующего сооружения. В некоторых случаях систему водоснабжения дополняют сооружениями по очистке и обеззараживанию воды. В сельском хозяйстве наибольшее распространение получили локальные системы, когда отдельный объект обслуживается соответствующей системой водоснабжения. Они, как правило, имеют одну ступень подъема.

Представленный на рисунке состав инженерных сооружений непостоянен, его можно изменить в зависимости от качества воды в источнике, рельефа местности и прочих условий. Например, очистные сооружения, резервуары чистой воды и насосная станция второго подъема могут отсутствовать, если качество воды в источнике соответствует ГОСТу на питьевую воду.

Окончательный выбор той или иной схемы водоснабжения в каждом конкретном случае должен быть обоснован технико-экономическим расчетом. К строительству принимается вариант с наименьшими капитальными и эксплуатационными затратами.

Основными установками механизированного водоснабжения на пастбищах являются:

1. Стационарный водоприемник, работающий от энергии вет-

ра, солнца или двигателя внутреннего сгорания

2. Стационарный водоподъемник, работающий от передвижных источников энергии.

3. Передвижные водоприемник и источник энергии привода, смонтированные на автомашине или тракторе.

4. Вода подвозится извне цистернами от базового водоисточника.

При выборе схемы установки пастбищного водоснабжения предпочтительнее использование энергии ветра и солнца. Так, применение ветронасосной установки или солнечного генератора позволяет снизить стоимость 1 м^3 воды в 4,5 раза по сравнению с применением ленточных водоприемников с двигателем внутреннего сгорания.

Водопойные пункты на пастбищах сооружают чаще всего на базе шахтных и трубчатых колодцев. Они должны иметь резервные емкости и водопойные корыта. Схема пастбищного водопойного пункта для овец у шахтного колодца с ветронасосной установкой показана на рис. 1.2. Водопойная площадка 7 размещается рядом с водоисточником 1, из которого вода поршневым насосом 6, приводимым в работу ветродвигателем 2, по трубе 5 подается в емкость 3 и далее самотеком поступает в корыто 4. Размеры корыт обычно берут следующие: ширина в верхней части 350 мм, глубина 350 мм, длина 4 м. Корыта устанавливают на фундамент с понижением на 50 мм одного корыта относительно другого.

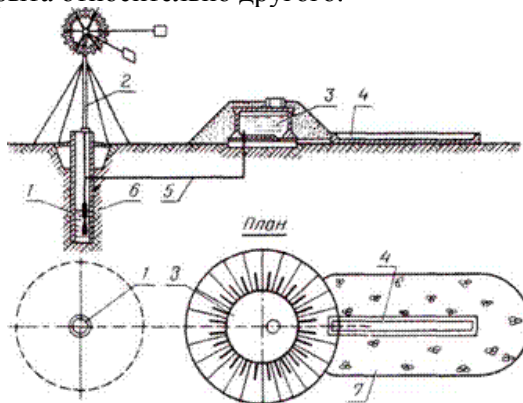


Рис. 1.2. Схема водопойного пункта с ветронасосной установкой:
1 - колодец; 2 - ветродвигатель; 3- емкость; 4 - водопойное корыто; 5 - труба; 6 - насос; 7 - водопойная площадка

В сельском хозяйстве наибольшее распространение получили локальные системы, когда отдельный объект обслуживается соответствующей системой водоснабжения.

Водопроводные сети могут быть тупиковыми, кольцевыми и смешанными. Тупиковые сети для одного и того же объекта имеют меньшую длину, а следовательно, и меньшую стоимость строительства. Однако кольцевые сети обладают рядом преимуществ: более надежны в эксплуатации, а в случае аварии допускают возможность отключения отдельных участков на время ремонта с сохранением подачи воды ко всем потребителям; в меньшей мере склонны к замерзанию, так как вода в них постоянно циркулирует; изготавливают из труб меньшего диаметра. Поэтому по возможности используют кольцевые сети. Тупиковые сети целесообразно применять в случаях, когда постройки фермы вытянуты в одну линию.

Для устройства водопроводной сети используют чугунные, стальные, асбестоцементные и полиэтиленовые трубы.

Напорно-регулирующие устройства предназначены для создания давления (напора) воды, хранения ее запасов и регулирования подачи в водонапорную сеть. Для этих целей в системе устанавливают: 1) водонапорную башню, из которой вода поступает ко всем потребителям самотеком, 2) воздушно-водяные котлы, откуда вода к пунктам потребления подается под давлением сжатого воздуха (безбашенные установки).

1.2. Оборудование для поения

Для поения животных и птицы используют поилки разных конструкций, что обусловлено различием вида животных и птицы, способов их содержания и поиском рациональных устройств, наиболее полно отвечающих технико-экономическим требованиям. Поилки бывают индивидуальные и групповые, стационарные и передвижные.

Поилки должны обеспечивать обслуживаемое поголовье необходимым количеством чистой воды, температура которой должна быть близка к температуре воздуха в помещении животных и птицы. Тип и число автопоилок выбирают в зависимости от способа содержания, вида животных, птиц и технических характеристик поилок.

1.2.1. Оборудование для поения крупного рогатого скота

Для производства 1 кг молока корове необходимо потребить минимум 3 литра воды. При дефиците воды молочная продуктивность понижается практически в тот же день, и может достигнуть 15-20 % от

обычных удоев. Это значит, что корова должна потреблять как можно больше жидкости. Температура воды для поения коров желательна 10 - 12°C, поэтому в регионах с большими морозами обязательна система подогрева автопоилок.

В индивидуальных поилках чашечного типа, применяемых при привязном содержании, количество воды, поступающей в поильную чашу, регулируется специальной педалью, которую нажимает само животное.

Групповые поилки применяют для поения крупного рогатого скота при беспривязном содержании. Уровень воды в поилках регулируется клапанным механизмом поплавкового типа.

Техническая характеристика поилок для крупного рогатого скота отечественного и зарубежного производства представлена в таблице 1.1.

Табл. 1.1. Техническая характеристика поилок для КРС

| Марка | Материал | Ем- кость, л | Габаритные размеры, (ДхШхВ) мм | Макс. обслужи- вание, голов |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Привязное содержание | | | | |
| ПА-1А -1 | чугун | 1,7 - 2 | 342x212x160 | 2 |
| АП-1А | пластмасса | 1,85 - 2 | 265x262x170 | 2 |
| Suevia модель 115 | чугун эмали- рованный | 2 | 310x240x160 | 2 |
| модель 25R | чугун эмали- рованный | 1,5 | 280x250x75 | 2 |
| модель 130P | пластмасса | 2,4 | 300x262x150 | 2 |
| DeLaval серия С 10 | чугун эмали- рованный | 2,4 | 280x260x190 | 2 |
| серия С 22 | нержавеющая сталь | 4 | 260x250x240 | 2 |
| серия РТ 11 | полиэтилен | - | 430x430x350 | 1 |
| Беспривязное содержание | | | | |
| Поилка груп- повая | нержавеющая сталь | 190 | 2000x800x300 | 50 |
| АГК-4А с подогревом | нержавеющая сталь | 60 | 920x770x500 | 50-60 |

Продолжение табл 1.1

| | | | | |
|--|----------------------|------|--------------------|-----------------------------------|
| Suevia модель 6523 с подогревом | полиэтилен | 160 | 2300x700x570 | 80 |
| модель 600 поплавковая | нержавеющая сталь | 6 | 420x400x490 | 15-20 |
| опрокиды- вающая поилка | нержавеющая сталь | 55 | 1500x530x690 | 20-30 |
| DeLaval серия DC 2 с подог- ревом | полиэтилен | 60 | 813x560x660 | 50 мо- лочных 100 мясных |
| серия ST 150 опрокиды- вающая поилка | нержавеющая сталь | 56 | 1500x550x960 | 20-30 |
| серия T 400 | полиэтилен | 70 | 2150x620x46 | 80 мо- лочных 250 мясных |
| ВУК-3 пере- движная поил- ка | сталь | 3000 | 3950x1925x200 0 | 110 |

Поилки, предназначенные для привязного содержания, можно применять при беспривязном содержании из расчета 1 поилка на 10...12 голов. Мячевая поилка (рис. 1.3), имеющая емкость 81 л, рассчитана на 40 животных. Выполняется из ударопрочного высококачественного пластика, не имеет дополнительного подогрева воды. Гладкая круглая форма поилки предотвращает возможность ранения животных.

Но даже в небольшие морозы вода, стекающая с морды попившего животного, по периметру шара (мяча) быстро замерзает, особенно ночью, когда животные менее активны и ниже температура внутри помещения, что препятствует повторному поению животных. Приходится ее разогревать горячей водой или применять физическую силу для освобождения «мяча». При многократном повторении это приводит к его поломке и выходу из строя. Использование такой поилки для поения молодняка первого периода (2-4 месяца) жизни в зимний период вообще невозможно. У телят не хватает силы опустить мяч в связи с высоким уровнем воды в корпусе поилки.

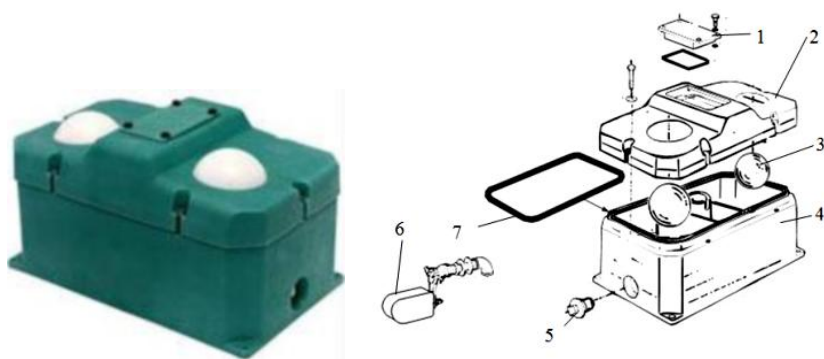


Рис. 1.3. Общий вид и устройство мячевой поилки Suevia 640:
 1 - люк; 2 - крышка; 3 - шар; 4 - корпус; 5 - дренажный клапан; 6 - поплавковый механизм; 7 - уплотнительная прокладка

Для высокопродуктивного скота даже четырехмячевая поилка не решает проблемы обеспечения его водой. Животные порой подолгу стоят в очереди, чтобы утолить жажду. А если на комплексе эксплуатируется необезроженный скот, то помимо снижения продуктивности из-за недостаточного количества питьевой воды, в группе появляется большое количество животных с травмами вымени, полученными во время борьбы за место у поилки. В дальнейшем такие животные выбраковываются по причине повреждения вымени. Поэтому на комплексе с продуктивностью четыре тысячи и более литров молока за лактацию необходимо использовать только открытые поилки с большим объемом воды, позволяющие животным быстро утолить жажду. Они должны иметь дополнительный подогрев воды с помощью электрической энергии. Таким требованиям отвечает отечественная поилка АГК-4А, выпускаемая с советских времен.

Групповые автопоилки АГК-4А с электроподогревом применяются при беспривязном содержании крупного рогатого скота для поения 4 животных одновременно. Ее устанавливают и внутри помещений, и на выгульных площадках. Емкость чаши – 60 л. Уровень воды регулируется поплавковым механизмом.

Животные получают доступ к воде, нажав одну из четырех крышек-клапанов, расположенных в верхней части поилки. По мере снижения уровня воды в чаше поплавков опускается, клапан открывается, и вода из водопровода поступает в поилку. Температура воды в

чаше регулируют в пределах 4-18 °С, изменяя зазор между мембраной и микропереключателем. Она поддерживается автоматически с помощью терморегулятора. Поилка рассчитана на 80...100 животных.

Подобный принцип работы имеют зарубежные поилки немецкого производства BAUER, SUEVIA и ряд других.

Немецкая фирма SUEVIA выпускает также поилку для привязного содержания скота (рис. 1.4), сходную по конструкции с отечественной ПА-1А.



Рис. 1.4. Поилка Suevia, модель 115

В последнее время получили распространение поилки с одним или двумя трубчатыми клапанами, которые обеспечивают подачу воды без брызг (рис. 1.5). Регулировка скорости воды производится наружным регулировочным винтом. Во время питья животное касается легкоподвижного клапана, что приводит к подаче воды в поилку.

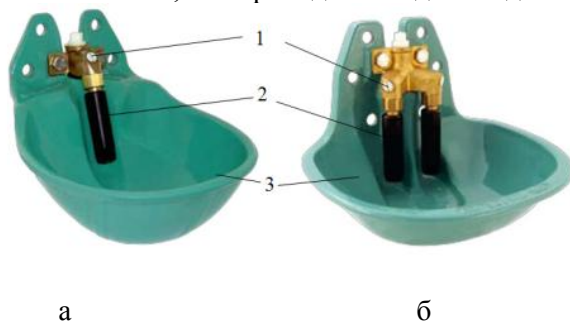


Рис. 1.5. Поилки Suevia с трубчатыми клапанами: а - модель 25R, б - модель 19R; 1 - регулировочный винт; 2 - трубчатый клапан; 3 - чаша

1.2.2. Оборудование для поения свиней

На свиноводческих комплексах и на фермах для обеспечения свиней водой применяют автоматическое поение, используют чашечные и сосковые (нипельные) поилки разных типов. В последнее время стали широко применяться бесчашечные сосковые (нипельные)

поилки различных размеров или комбинированные. Поилка имеет вид цилиндра, внутри которого имеется сосок, нажимая на который животное смещает с отверстия в водопровод запорный клапан и пьет воду.

Техническая характеристика поилок для разных половозрастных групп свиней отечественного и зарубежного производства представлена в таблице 1.2.

Табл. 1.2. Техническая характеристика поилок для свиней

| Марка | Емкость чаши, л | Габаритные размеры, (ДхШхВ) мм | Максимальное обслуживание, голов |
|--|-----------------|--------------------------------|---|
| ПСС-1А самоочищающаяся | 0,3 | 180x155x245 | 25...30 взрослого поголовья |
| Suevia модель 90 | 0,3 | 85x100x50 | 1 свиноматка с поросятами-сосунами |
| модель 898 переворачивающаяся поилка-ванна | 2,7 | 180x450x100 | 20...30 поросят отъемышей |
| модель 72 модель 93 | 1 | 50x145x65 80x170x65 | 20...30 поросят на откорме весом до 45 кг |
| ПБС-1 | сосковая | 105x35x40 | 25 взрослого поголовья |
| ПБП-1 | сосковая | 82x27x27 | 1 свиноматка с поросятами-сосунами |
| Suevia модель 306 | нипельная | 70x27x27 | 1...25 взрослого поголовья |
| модель 304 | нипельная | 35x17x17 | 25 поросят отъемышей |
| модель 324 | нипельная | 40x25x25 | 25 поросят на откорме |
| ТермАк ПС-4 с подогревом | 60 | 800x750x370 | 160 взрослого или откормочного поголовья |

Свиньям ежедневно требуется воды в 2,5 раза больше, чем корма. Вообще воду свињи должны потреблять из корыта, кормушки или ниппельной поилки.

Вода для поения поросят-сосунов и поросят-отъемышей должна иметь температуру 16-20°C, для взрослых свиней в холодное время года – 10-16°C, а в теплое – она не нормируется.

Место и высота расположения поилок в индивидуальных или групповых станках должны выбираться с таким расчетом, чтобы обеспечить свободный доступ к ним животных и исключить травмирование рыла и полости рта свиней. Обеспечение животных свежей чистой питьевой водой очень важно для максимального использования их потенциала. При этом животным должен быть обеспечен свободный доступ к чистой воде в достаточном количестве. В качестве дополнительной меры в современном свиноводстве при необходимости могут использоваться мероприятия по дезинфекции питьевой воды диоксидом хлора.

В оборудование для поения входят:

- ниппельные поилки;
- чашечные поилки;
- узлы подключения к водоснабжению;
- медикаторы;
- переносные дозирующие элементы.

Ниппельные поилки гарантируют подачу чистой питьевой воды и очень рентабельны. Их главное преимущество – отсутствие загрязнений. Для того чтобы сократить потери воды до минимума, необходимо установить поилку на правильной высоте, т.е. на 2,5 см выше плеча свињи.

При поении голова животного должна быть слегка поднята вверх. В связи с этим на дорацивании поросят и откорме целесообразно установить ниппели на разной высоте.

Поилки компании BigDutchman удовлетворяют требованиям рынка и включают в себя различные ниппели с соответствующими питьевыми трубами (рис.1.6):

- ниппели высокого давления для свиноматок;
- ниппели высокого и низкого давления для поросят;
- ниппели высокого и низкого давления для начального и заключительного этапов откорма.

Во избежание оседания витаминов либо медикаментов в трубах поения может быть использована закольцованная труба, обеспечивающая циркуляцию воды (рис. 1.7). Это позволяет провести промыв-

ку всех труб по завершении медикаментирования. Применение закольцованной линии возможно и при использовании чашечных поилок.

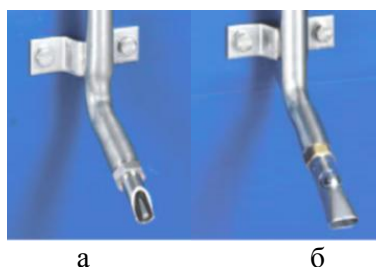


Рис. 1.6. Ниппельные поилки: а - ниппель для поросят с первого дня; б - ниппель с шариком для животных на откорме



Рис. 1.7. Ниппельные поилки с закольцованной трубой

Ниппельные поилки, встроенные в кормовые автоматы, применяются при сухом кормлении для поросят отъемышей и откорма свиной. Применение *чашечных поилок* позволят сократить до минимума потери воды и обеспечивает быстрое привыкание животных к поилкам (рис. 1.8). Благодаря боковым бортикам голова животного при потреблении воды находится внутри чашечной поилки, что позволяет существенно сократить потери воды и практически исключить загрязнение воды. Особенно удобны данные поилки для поросят. Поскольку поросята видят воду, они привыкают к поилке уже в первые дни жизни. Благодаря низкому расположению в боксе для опороса, специальными чашечными поилками могут пользоваться как поросята, так и свиноматки. Для долговечной работы и предотвращения коррозии поилки выполняют из нержавеющей стали или эмалированного чугуна.

Уровневые поилки применяются для поения вволю, преимущественно для свиноматок при групповом содержании или в станках с

фиксацией. Системой клапанов с диафрагмами поддерживается постоянный уровень воды в корыте.

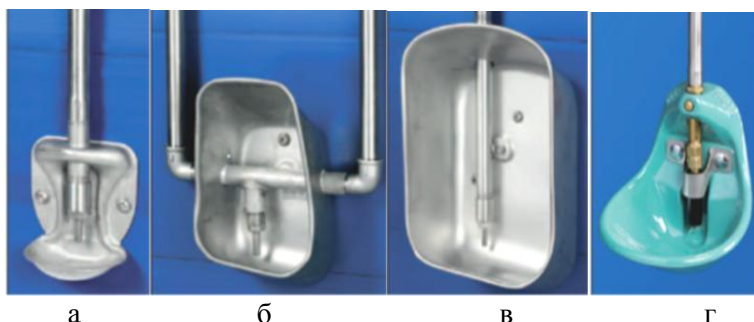


Рис. 1.8. Чашечно-ниппельные поилки: а - для поросят-сосунов; б - для поросят на доразивании; в - для животных на откорме; г - для боксов опороса с защитой клапана

1.2.3. Оборудование для поения овец

Овцы по сравнению с крупным рогатым скотом меньше нуждаются в воде. Поение овец - очень трудоемкий процесс. В тех хозяйствах, где в овчарнях имеется водопровод, поение животных намного облегчается. Летом за сутки овца выпивает около 5-7 л, в остальное время года - 2-3 л. Поют овец обычно не менее 2 раз в сутки. Вода на фермах должна удовлетворять требованиям действующего стандарта.

Технические характеристики поилок отечественного и зарубежного производства для овец представлены в таблице 1.3.

Табл. 1.3. Техническая характеристика поилок для овец

| Марка | Емкость чаши, л | Габаритные размеры, (ДхШхВ) мм | Максимальное обслуживание, голов |
|------------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| ГАО-4 | 30 | 620х620х420 | для овцематок и ягнят в овчарне, 90 |
| Suevia модель WT 200 | 200 | 1530х54х46 | для овец на пастбище, 200 |
| Lil'Spring 3000 с подогревом | 19 | 610х 560 х 430см | 50 |
| ВУО-3 передвижная поилка | 3000 5000 | 4300х2230х2000 | 1000 |

1.2.4. Оборудование для поения птицы

Для поения птицы применяют чашечные, желобковые, ниппельные поилки. Чашечные подразделяют на чашечно-вакуумные, чашечно-клапанные и с постоянным уровнем воды в желобе. Преимущество *чашечных поилок* – малые потери воды. Однако они быстро загрязняются за счет большого водного зеркала и способствуют повышению влажности в птичнике.

Желобковые поилки просты по устройству, но их трудно монтировать по уровню на всю длину птичника. Для них характерны большой расход воды и сильная загрязненность.

На практике предпочтительны *ниппельные поилки*, но они должны быть изготовлены высокого качества и рассчитаны на определенный напор воды.

Технические характеристики поилок для птицы отечественного и зарубежного производства представлена в таблице 1.4.

Табл. 1.4. Техническая характеристика поилок для птицы

| Марка | Диаметр поильной чаши, мм | Максимальное обслуживание, голов |
|--|---------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Поилка вакуумная | 200 | 90-100 цыплят до 10дневного возраста |
| Поилка подвесная | 380 | 90-100 цыплят 2недельного возраста |
| П-4 чашечно-клапанная | 380 | 100 взрослых кур |
| Поилка ниппельная ПКН-6 | - | 15 молодняка или бройлеров |
| Поилка ниппельная ПКНК-24 с каплеулавливателем | - | 30 молодняка или бройлеров |
| Поилка ниппельная ПЖН-8 | | 10-12 взрослых курилки родительское стадо |

Обеспечение птицы свежей и чистой водой в достаточном количестве и санитарно-гигиеническое состояние подстилки – главные задачи современной технологии выращивания.

Линии ниппельно-чашечного поения устанавливаются на птицефабрике между линиями кормления и позволяют не только подавать птице свежую воду без потерь, но и вводить в нее ветеринарные пре-

параты при помощи медикатора, при этом система поения является закрытой и вода не подвергается воздействию внешней среды. Обе системы подвешиваются к потолку, снабжаются лебедкой и легко поднимаются вверх при очистке птичника.

Для поения птиц при клеточном содержании необходимы следующие элементы: трубопроводы с ниппелями; регуляторы давления; комплект водоподготовки; рукава для питьевой воды; системы подвески линий (лебедка, трос тяговый, зажимы, ролики).

При использовании чашечного поения нет необходимости в дополнительных поилках для суточных цыплят. Благодаря яркому цвету, специальному поплавку и высокому уровню воды в чашке цыплята легко находят поилку (рис. 1.9). Свободный и простой доступ к воде значительно снижает отход на ранних стадиях посадки.

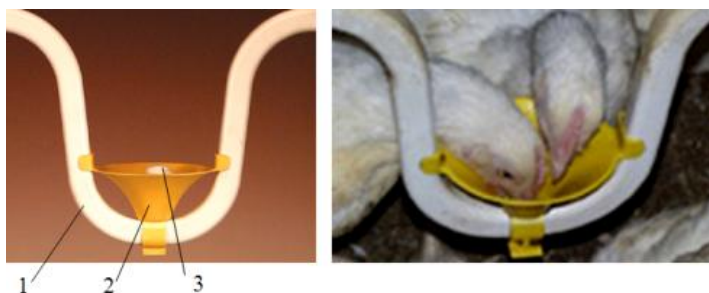


Рис. 1.9. Система поения с чашечными поилками: 1 - трубопровод; 2 - чаша; 3 – поплавок

Конструкция чашки предотвращает расплескивание воды. Подача воды осуществляется под высоким давлением, обеспечивая пропускную способность ниппеля до 600 мл в минуту, что гарантирует поступление необходимого количества воды.

Стремление производителей обеспечить птицу максимально чистой водой приводит к вытеснению чашечных и желобковых систем поения и замене их на *нипельные системы*.

Ниппельные системы различных производителей отличаются конструкцией и качеством самой ниппельной поилки.

Для защиты подстилки от влаги ряд производителей используют чашки – каплеуловители (рис. 1.10).

В процессе выпойки птица забирает воду не только с поилки, но и с чашки. Поскольку в теплой и влажной среде на каплеуловителе развивается колоссальное количество микроорганизмов, в том числе и

патогенных, за короткое время чашка превращается из полезной вещи в рассадник микробов.

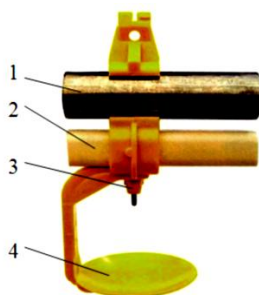


Рис. 1.10. Ниппель с каплеуловителем: 1 - несущая труба; 2 - трубопровод; 3 - ниппель; 4 – каплеуловитель

Компания VAL-CO, уделяя повышенное внимание качеству ниппельной поилки, создала поилку, позволяющую полностью исключить попадание воды на подстилку (рис. 1.11) .При этом была исключена из системы чашка, как искусственно создаваемый источник микробного обсеменения. Один из основных факторов, определяющих надежность – ниппель подает воду только при прикосновении, поэтому птица всегда имеет легкий доступ к чистой воде.

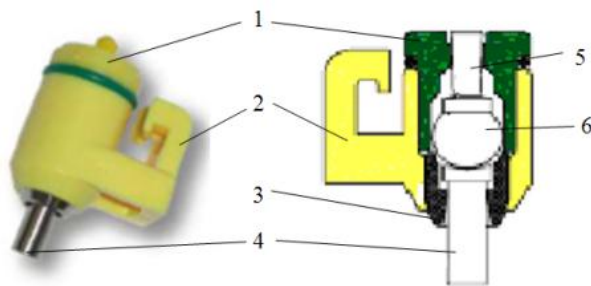


Рис. 1.11. Ниппель VAL-CO: 1 - заглушка; 2 - корпус; 3 - посадочное место; 4 - стальной дозатор ниппеля; 5 - верхний дозатор; 6 - стальной шарик

Два наиболее важных показателя для ниппеля:

1. Высота ниппельной поилки от пола в отношении птицы: первые два дня цыпленок должен получать воду под углом 30-45°; менять положение системы поения так, чтобы через следующие 5 дней цыпленок получал воду с соска под углом 60°; каждые 2-3 дня менять

высоту, выдерживая баланс положения поилки и роста птицы, чтобы птица получала воду с нижней части соска под углом 70-80°;

2. Поддержание давления воды в линиях (водяной столб в трубке): первый день уровень воды в трубке 2,5-5 см; на третий день поднять уровень воды в трубке до 10 см; на пятый день поднять уровень воды в трубке до 15 см. Продолжать повышать уровень воды в трубке каждый следующий день пока подстилка не станет мокрой. Перестаньте увеличивать давление в течение 3-4 дней пока условия подстилки не будут хорошими; продолжите процедуру поднятия воды в стояке на 2,5-5 см через день. При поении птицы необходимо учитывать температуру воды. Так наиболее комфортное питье при t воды 10-15 °С, при t выше 30 °С идет значительное сокращение потребления воды, а при t выше 44 °С птица отказывается пить. централизованно, легко выставить определенную высоту размещения ниппеля в клетке.

1.3. Основы расчета инженерных сетей водоснабжения и выбор оборудования

1.3.1. Расчет водопотребления

Нормой водопотребления называют количество воды в литрах, расходуемое одним потребителем в сутки. Применительно к животным она включает расходы на поение, мойку помещений, молочной посуды, охлаждение молока, приготовление кормов и др.

Потребность в воде на ферме зависит от количества животных и норм водопотребления, установленных для животноводческих и птицеводческих ферм.

Среднесуточный расход воды на ферме $Q_{CP.CVT}$ (м³/сут.) определяется по формуле:

$$Q_{CP.CVT} = 0,001 \cdot (n_1 \cdot q_1 + n_2 \cdot q_2 + \dots n_N \cdot q_N),$$

где n_1, n_2, \dots, n_n - число потребителей i -го вида, гол.;

q_1, q_2, \dots, q_n - среднесуточная норма потребления воды i -м потребителем, л/сут, в жарких и сухих районах нормы допускается увеличивать на 25%;

N - общее число потребителей.

Вода на ферме в течение суток расходуется неравномерно.

Максимальный суточный расход $Q_{MAX.CVT}$ определяется по формуле:

$$Q_{MAX.CVT} = k_{CVT} \cdot Q_{CP.CVT},$$

где k_{CVT} - коэффициент суточной неравномерности, $k_{CVT} = 1,3$.

Среднечасовой расход $Q_{CP, ч}$ ($м^3/ч$) определяется по формуле:

$$Q_{CP,ч} = \frac{Q_{MAX.CVT}}{24},$$

Колебания расхода воды на ферме по часам суток, учитывают посредством коэффициента часовой неравномерности $k_ч = 2,5$, и максимальный часовой расход $Q_{MAX, ч}$ ($м^3/ч$) определяется по формуле:

$$Q_{MAX,ч} = k_ч \cdot Q_{CP,ч}.$$

Для обоснования выбора насосов и расчета линий подачи воды требуется значение максимального секундного расхода $Q_{MAX.C}$ ($м^3/с$), который определяется по формуле:

$$Q_{MAX.C} = \cdot Q_{MAX.ч} / 3600.$$

На основании полученных данных рассчитывают водонапорную башню, водопроводную сеть, выбирают насосное оборудование и т. д.

1.3.2. Определение потребного количества автопоилок

Тип автопоилок выбирают в зависимости от способа содержания, вида животных или птицы.

Требуемое количество автопоилок определяется по формуле:

$$N = m / m_1,$$

где m - количество животных данной группы, голов;

m_1 - количество животных обслуживаемых одной поилкой.

2. Механизация доения коров

2.1. Основные физиологические требования к машинному доению

Молоко является важнейшим продуктом питания населения. Оно ценно тем, что содержит все необходимые для организма вещества, причем в легкоусвояемой форме. При решении задач по увеличению производства молока большая роль отводится машинному доению, которое увеличивает производительность и облегчает труд доярка.

Прежде чем переходить к изучению работы доильного оборудования, вспомним физиологию молокоотдачи животного.

Внутренний механизм молокоотдачи сводится к следующему. Раздражение (т.е. тепло, массаж вымени и т.д.) при доении окончаний нервных волокон (рецепторов) передается через центральную нервную систему в головной мозг животного. В ответ на это раздражение мозг подает сигнал в *гипофиз* (железу внутренней секреции, расположен-

ную у основании головного мозга), который выделяет в кровь особый гормон – **окситоцин**.

Окситоцин, дойдя по системе кровообращения до вымени, вызывает быстрое и энергичное сокращение звездчатых мышц, в результате чего молоко переходит в соски. Происходит так называемый припуск молока, являющийся ответом животного на внешнее раздражение.

Время от получения первого внешнего сигнала до активного припуска составляет в среднем 45 с.

За это время должны быть выполнены все **подготовительные операции**, которые включают: 1) подмывание вымени теплой водой; 2) обтирание его и массаж; 3) сдавливание первых струек молока; 4) включение аппарата в работу и надевание доильных стаканов на соски. **Время от подмывания вымени и до надевания стаканов не должно быть более 60 сек.**

В этом случае процесс молокоотдачи протекает относительно быстро, и доение коровы должно быть закончено не более чем за 4-6 мин (рис. 2.1).



Рис.2.1. График интенсивности молокоотдачи (Goft & Worstoff 1989)

В начале доения скорость молокоотдачи достигает максимального значения 4-5 кг/мин. По мере выдаивания внутреннее давление в вымени уменьшается, и скорость доения резко падает.

Из кривой молокоотдачи видно, что выдаивание последних порций молока связано с большими затратами времени, особенно если корова не была подготовлена к доению.

Для сокращения времени доения и обеспечения полноты выдаивания требуется проводить машинное додаивание коров путем оттягивания доильных стаканов вниз и вперед с одновременным мягким поглаживанием вымени. За рубежом машинное доение часто не проводится, т.к. животные высокоудойные.

Состав операций, выполняемых доярком при машинном доении, обусловлен физиологией молокоотдачи. Эти операции должны проводиться вне зависимости от типа и конструкции доильной машины или от способа организации дойки на ферме. Сама процедура выполнения всех операций должна быть в процессе каждой дойки совершенно одинаковой не только по их последовательности, но и по длительности, т.е. должен быть выработан и постоянно поддерживаться жесткий *стереотип машинного доения*.

В результате многократного осуществления доения в постоянных условиях на ферме и совпадения во времени акта доения с определенными факторами внешней среды (время, место, последовательность, операции на вымени, запуск в работу вакуум-насоса и др.) у коров формируют *условные рефлексy молокоотдачи*, и вырабатывается устойчивый стереотип поведения при машинном доении.

Из всего изложенного также следует, что работа доильного аппарата должна быть согласована с секреторной деятельностью коровы, регулирующей процессы молокообразования и молокоотдачи.

Обычно поток молока для автоматического снятия доильного аппарата установлен на уровне 0,4-0,8 кг/мин., в зависимости от процесса дойки и модели автоматики для снятия доильного аппарата. Поток молока в момент включения и снятия определяется индивидуально в хозяйстве. Автоматика должна снимать доильный аппарат тогда, когда его сняла бы доярка.

Отправным моментом качественной работы автоматических устройств снятия доильного аппарата является хорошая обработка вымени, в результате чего поток молока будет четко прекращаться. В этом случае автоматика снятия аппарата легко зафиксирует, когда поток молока закончится.

2.2. Доильные аппараты

2.2.1 Требования к доильным аппаратам

Анализ динамики рабочего процесса доения позволяет определить требования, которым должен удовлетворять наиболее совершенный (идеальный) доильный аппарат. Эти требования сводятся к следующему:

1) Аппарат должен работать на переменном режиме вакуума в зависимости, от интенсивности молокоотдачи и обеспечивать оптимальную скорость доения (т.е. отсасывающая способность аппарата должна соответствовать молокоотдаче животного);

2) В процессе доения должна быть обеспечена своевременная стимуляция молокоотдачи и полное выдаивание молока без ручного додаивания;

3) Аппарат должен быть обеспечен средствами для регулирования соотношения тактов и частоты пульсации (в случае ее нарушения);

4) Аппарат должен обеспечивать полную безопасность для животных, как во время доения, так и при случайных передержках доильных стаканов на сосках;

5) Должна быть достигнута полная изоляция молока от соприкосновения с руками человека, исключая бактериологическую загрязненность свежесвыдоенного молока;

6) Аппарат должен осуществлять учет надоя молока от каждой коровы;

7) Аппарат должен быть оборудован средствами сигнализации о ходе доения, об окончании процесса доения и устройствами для автоматического отключения доильных стаканов со снятием их с сосков в конце доения или при сухом доении.

8) В конструктивном отношении аппарат должен быть простым, с минимальным числом деталей и обеспечивать возможность проведения быстрой и тщательной мойки.

Отечественные доильные аппараты полностью отвечают лишь пунктам 4 и 5, и в некоторой степени пунктам 2 и 6, а с манипуляторами – п. 7.

Зарубежные аппараты в некоторой степени удовлетворяют п. 1, другим требованиям в основном отвечают.

Так, доильный аппарат «То же самое доильный аппарат» *«Stimopuls»* германской фирмы *«Westfalia»*: стимуляция – 33 кПа; основное доение – 50 кПа; додаивание – 50 кПа.

«Duovac 300» шведской фирмы *«DeLaval»* (в России модификация этого аппарата выпускается под маркой *«Нурлат»*) меняет в процессе доения уровень вакуума ступенями: стимуляция – 35 кПа; основное доение – 51 кПа; додаивание – 35 кПа.

Частота пульсаций также меняется ступенями. У *«Нурлата»* (*«Duovac 300»*) это составляет, пул/мин: фаза стимуляции – 45; основное доение – 60; фаза додаивания – 45.

Автоматическое изменение соотношения тактов в процессе доения не выполняет ни один из современных доильных аппаратов. Единственный аппарат, где это соотношение меняется вручную (50:50; 60:40; 70:30) в зависимости от периода лактации и индивидуальных особенностей коров – это аппарат «Profimilk» (Россия-Италия).

2.2.2. Принцип действия современных доильных аппаратов

Рабочим органом всех современных доильных машин, работающих по принципу отсасывания молока под действием вакуума, является доильный стакан, надеваемый на сосок вымени. Доильные стаканы могут быть однокамерными или двухкамерными (рис. 2.2).

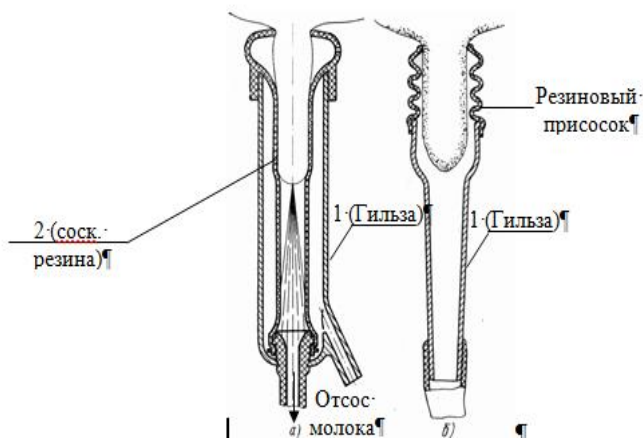


Рис.2.2. Двухкамерный (а) и однокамерный (б) доильные стаканы

Однокамерные стаканы очень требовательны к размерам сосков и поэтому не нашли применения на производстве.

Давление в камерах изменяется от атмосферного до 48...53 кПа (360...400 мм.рт. ст.). Однако в технике машинного доения принято параметры режимов выражать не через абсолютное давление, а через разрежение, т.е. вакуум, под которым понимается разность между атмосферным и абсолютным давлением (давление, недостающее до атмосферного). В камерах доильных стаканов вакуум составляет не более 53 кПа.

Двухкамерный доильный стакан состоит из двух цилиндров – наружной гильзы и внутренней резиновой трубки, (т.н. сосковой резины), которые образуют две камеры – межстенную и подсосковую.

Период времени, в течение которых происходит физиологически однородное воздействие аппарата на животное, называется **тактом**, а период времени в течение которого совершается вся совокупность разноименных тактов, называется **циклом** рабочего процесса доения.

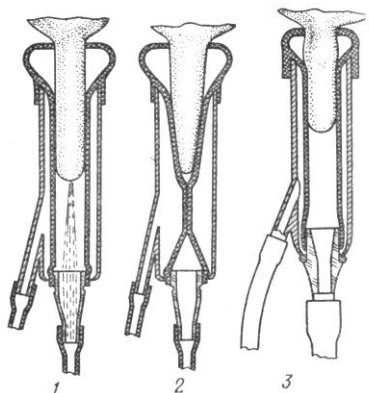


Рис.2.3 Принцип работы доильных стаканов

Когда в обеих камерах имеется вакуум, то сосковая резина не испытывает деформаций, а молоко под действием разности давлений внутри вымени и под соском вытекает струей в подсосковую камеру и из нее по молочному шлангу отводится в молокоприемник. Происходит **такт сосания**.

Через некоторое время в межстенной камере действие вакуума прекращается, и давление тем повышается до атмосферного. Под действием разности давлений в камерах стакана сосковая резина сжимается, сфинктер соска закрывается и течение молока прекращается. Происходит **такт сжатия**. На этом рабочий цикл у 2х-тактного аппарата заканчивается, и такт сжатия снова сменяется тактом сосания. Чередование тактов обеспечивается автоматически **пульсатором**, который входит в комплектацию доильного аппарата.

В 3х-тактном доильном аппарате в конце такта сжатия и в подсосковую камеру подается воздух и там создается атмосферное давление, в результате чего сосковая резина расправляется, а сосок не испытывает действие вакуума. При этом истечение молока не происходит, сосок отдыхает, и в нем восстанавливается нормальное кровообращение. Происходит такт **отдыха**.

3х-тактный режим работы в большей степени отвечает требованиям физиологии животного, поскольку обеспечивает стимуляцию процесса молокоотдачи и не опасен для здоровья животного.

2х-тактный режим работы доильной машины является более напряженным, так как сосок все время испытывает на себе воздействия вакуума. 2х-тактные аппараты чаще вызывают воспалительные явления в вымени (маститы).

Несмотря на эти недостатки, 2х-тактные аппараты также широко применяются, поскольку позволяют проводить доение в высоко-расположенный молокопровод, имея большую скорость доения, чем 3х-тактные доильные аппараты.

В комплект доильного аппарата входит, кроме названных доильных стаканов и пульсатора, еще **коллектор**, в котором собирается молоко от доильных стаканов, а также молочные и вакуумные шланги и некоторые другие вспомогательные детали. 3х-тактный доильный аппарат имеет доильное ведро, у 2х-тактных доильных аппаратов молоко отсасывается непосредственно в молокопровод, хотя можно доить и в ведро.

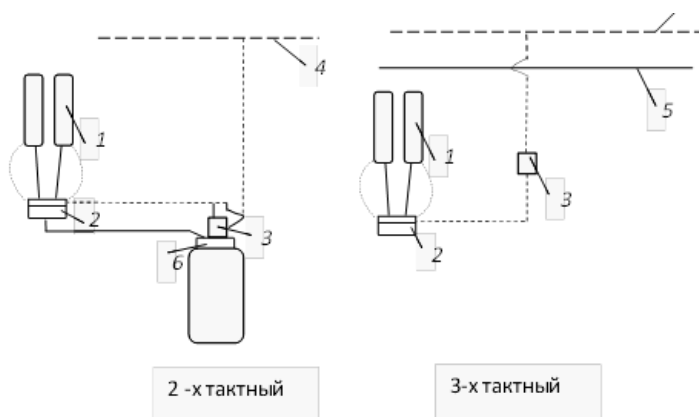


Рис.2.4. Функциональные схемы доильных аппаратов:1) доильный стакан; 2) коллектор; 3) пульсатор; 4) вакуумпровод; 5) молокопровод; 6) доильное ведро

К 3х-тактным доильным аппаратам относится выпускаемый у нас в стране аппарат «Волга», к 2х-тактным - ДА-2М «Майга». Аппарат АДУ-1 выпускается в 2х- и 3х-тактном исполнении. Все зарубежные аппараты работают по двухтактному принципу.

Двухтактный доильный аппарат АДУ-1 предназначен для машинного доения коров на всех типах отечественных доильных установок. Состоит из четырех доильных стаканов, пульсатора, коллектора и шлангов.

АДУ-1 (рис. 2.5) имеет *пульсатор с нерегулируемой частотой пульсаций* за счет применения дросселирующего канала с увеличенным сечением. Это упрощает эксплуатацию аппарата, исключает необходимость регулировки частоты пульсов во время работы.

Применен унифицированный доильный стакан, в состав которого входят: цельнометаллическая гильза из нержавеющей стали, сосковая резина, выполненная заодно с молочной трубкой, патрубок переменного вакуума. Конструкция сосковой резины обеспечивает три степени натяжения в доильном стакане по мере вытяжения при эксплуатации.

Коллектор аппарата АДУ-1 (рис. 2.5) изготовлен из пластмассы и имеет прозрачную молочную камеру для контроля молоковыделения. Введен клапан отключения вакуума, исключающий применение зажима молочного шланга. Большой угол наклона от горизонтальной оси выходного штуцера коллектора по сравнению с коллектором аппарата "Волга" (соответственно 75 и 15) улучшает отток молока и способствует более равномерному распределению массы подвесной части доильного аппарата на сосках вымени коровы.

Увеличена вместимость молочной камеры с 58 см^3 до 76 см^3 , молочная камера изготовлена из пластмассы, введена новая конструкция шайбы клапана коллектора, в результате чего шайба фиксируется в пазах основания коллектора и не требует многократных перегибов для ее перевода в положение "доение" и "промывка". Новый прозрачный молочный шланг из пластифицированного поливинилхлорида (ПВХ).

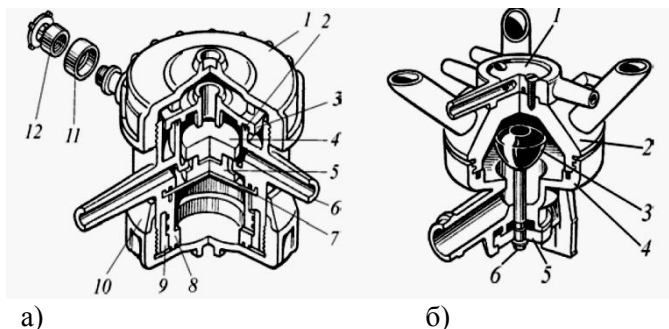


Рис. 2.5. Пульсатор доильного аппарата АДУ-1. а: 1 – гайка; 2 – прокладка; 3 – крышка; 4 – клапан; 5 – обойма; 7 – корпус; 8 – корпус камеры управления; 9, 10 – уплотнительные кольца и коллектор; б: 1 – распределитель; 2 – корпус; 3 – резиновый клапан; 4 – крышка; 5 – резиновая шайба.

Во избежание отключения работы вследствие загрязненности воздуха и осаждения пыли на дросселе, пульсатор оснащен фильтром с бумажными или ватными вкладышами.

Схема работы двухтактного доильного аппарата АДУ-1 дана на рис. 2.6. При такте сосания вакуум из вакуумпровода 7 по камере 1П пульсатора поступает в камеру 2П и далее через распределитель 2К коллектора в межстенные камеры 1С доильных стаканов. Одновременно из молокопровода по молочному шлангу 1 через камеру коллектора 1К вакуум распространяется в подсосковые камеры 2С доильных стаканов, и молоко отсасывается из сосков вымени.

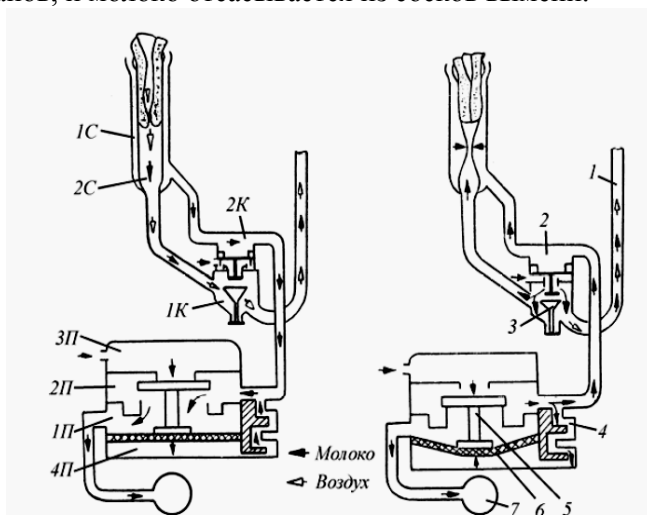


Рис. 2.6. Схема работы доильного аппарата АДУ-1

Постепенно из камеры 4П пульсатора через калиброванный канал 4 отсасывается воздух и эта камера вакуумируется. Под действием давления атмосферного воздуха в камере 3П диафрагма 6 вместе с клапаном 5 опустится вниз, доступ вакуума из камеры 1П пульсатора в камеру 2П прекращается, а из камеры 3П атмосферный воздух поступает в камеру 2П пульсатора и далее через камеру 2К коллектора в межстенные камеры 1С доильных стаканов. Сосковая резина сжимается, охватывая нижнюю часть соска. Произойдет такт сжатия. Истечение молока прекращается и на время такта сжатия восстанавливается нормальное кровообращение в сосках вымени животного.

Наряду с этим воздух постепенно будет поступать из камеры 2П через канал 4 в камеру 4П пульсатора, и через мембрану 6 преодолеет силу, действующую на клапан 5 сверху (со стороны атмосфе-

ры), так как рабочая площадь клапана 5 значительно меньше площади мембраны 6. Клапан 5 вновь поднимется вверх, отсоединит камеру 2П пульсатора от камеры 3П, вакуум из камеры 1П через камеру 2П пульсатора, камеру 2К коллектора поступает в межстенные камеры 1С доильных стаканов. Наступит такт сосания и рабочий цикл доильного аппарата будет повторяться.

Параметры некоторых отечественных аппаратов приведены в табл. 2.1.

2.2.3. Доильные аппараты с автоматически управляемыми параметрами

Ведущими компаниями по производству оборудования для доения являются DeLaval (Швеция), WestfaliaSurge, Impulsa, SystemHappel (Германия), SAC (Дания), Lely и Prolion (Нидерланды), Fullwood (Великобритания), Daigymaster (Ирландия), Afimilk (Израиль). Доильное оборудование этих фирм имеет одинаковый принцип работы, но по техническим решениям оно отличается. Технологии производства доильного оборудования передовых зарубежных компаний достигли высокого уровня развития. Это происходит на основе конкуренции, поисков путей роста рентабельности, а также тесной связи исследований и производства.

Конструкции современного доильного оборудования имеют следующие основные тенденции развития: использование электронных систем управления и контроля за процессом доения; роботизация технологических операций процесса доения, применение устройств и систем, которые облегчают условия труда мастера машинного доения, обеспечение комфортного состояния животных во время доения, сохранение первичных показателей качества молока, поступающего в доильные аппараты от вымени коровы.

Большинство мировых фирм производят доильные аппараты с управляемым режимом работы. Основное назначение этих аппаратов – снижать вредное воздействие вакуума на соски коров в начале и в конце доения.

Система Duovac 300 фирмы DeLavalс пульсатором попарного доения золотникового типа и с устройством, изменяющим величину вакуума, задает в начале и в конце доения щадящий режим (вакуум под соском – 35 кПа, частота пульсаций – 48 в мин, соотношение тактов 1:2) и основной режим доения после увеличения скорости молокоотдачи до 200 г/мин (вакуум – 51 кПа, частота – 60 в мин, соотношение 3:1).

Табл. 2.1. Параметры отечественных доильных аппаратов

| Показатели | Исполнение аппарата АДУ-1 | | | | СБ-42 «Волга» |
|---|----------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|
| | Основное | МДФ 03.000 | 03 | 04 | |
| Тип | Одновременного доения 2-хтактные | | | | |
| Марка доильной установки | АДМ-8 | УДА-8А | АДМ-8А | АДМ-8 | АДМ-8 |
| | АДС-2Б | УДА-16А | ДАС-2В | ДАС-2Б | ДАС-2Б |
| | УДС-3 | УДА-100 | УДС-3 | УДС-3 | УДС-3А |
| Рабочий вакуум, кПа | 48 | 46 | 45 | 48 | 48 |
| Тип пульсатора | АДУ 02.000 | АДУ 02.000 | АДУ 02.100 | АДУ 02.200 | ПМ-1; ППД 00.000 |
| Частота пульсаций в мин | 67±5 | 67±5 | 65±5 | 60±5 | 66±6 |
| Частота стимулирующая, Гц | - | - | - | 10±1,5 | - |
| Соотношение тактов, % | сосание | 68±3 | 65±3 | 73±3 | 68±5 |
| | сжатие | 32±3 | 32±3 | 35±3 | 32±5 |
| | отдых | - | - | - | - |
| Марка коллектора | АДУ 03.000 | МДФ 03.030 | АДУ 03.100 | АДУ 03.000 | ШРИБ-161-13 |
| Режим впуска воздуха в коллектор | Непрерывный подсос | Непрерывный подсос | Периодически в такт сжатия | Непрерывный подсос | Непрерывный подсос |
| Объем молочной камеры коллектора, см ³ | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 |
| Марка сосковой резины | ДД 00.41А | ДД 00.41А | ДД 00.41А | ДД 00.41А | ДД 00.41А |
| Расход воздуха аппаратом, м ³ /ч | 2,7 | 2,7 | 3,2 | 4,05 | 2,7 |
| | | | | | 24 |
| | | | | | 68В-1 |
| | | | | | 3,6 |

В последнее время ООО «Петротрейд» (С.-Петербург) выпускает доильный аппарат «Нурлат» (аналог Duovac). Доильный аппарат «Нурлат» обеспечивает два уровня вакуума, поступающего под сосок коровы. При интенсивности выдаивания до 0,2кг/мин и ниже величина вакуума равна 33 ± 3 кПа (в начале и в конце доения), при интенсивности больше 200 г/мин - 50 ± 1 кПа. Аппарат состоит из узлов доильного аппарата АДУ-1 (доильных стаканов, шлангов, трубок) и дополнительно разработанных узлов (рис.2.7): потокомера 7, блока управления 5, пульсатора попарного доения золотникового типа без регулировки частоты пульсаций 4. Эти три узла объединены в один.

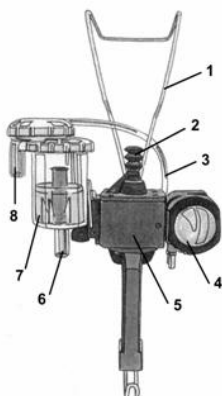


Рис.2.7. Управляющий блок доильного аппарата Duovac 300 и «Нурлат»: 1 – скоба крепления управляющего блока; 2 – сигнальный механизм режима работы аппарата; 3 – шланг управления вакуумом в подсосковой камере; 4 – пульсатор; 5 – блок управления вакуумным режимом аппарата; 6 – патрубок выходной (к шлангу молокоприемника); 7 – потокомер; 8 – патрубок входной (к молочному шлангу коллектора)

Система «Stimopuls» фирмы Westfalia (рис. 2.8) имеет режим стимуляции в начале доения продолжительностью 40, 60 или 90 с (устанавливается оператором). В межстенные камеры доильных стаканов подается переменный вакуум с частотой 300 вмин, в подсосковой камере 20 кПа. После этого аппарат переходит на основной режим доения: вакуум 50 кПа, частота пульсаций 60 в мин.

При снижении интенсивности потока молока в конце доения ниже 200 г/мин загорается сигнальная лампочка. Если поток молока в течение 30 с не превысит 200 г/мин, пульсатор выключается на такт сжатия и одновременно понижается уровень вакуума в подсосковых камерах.

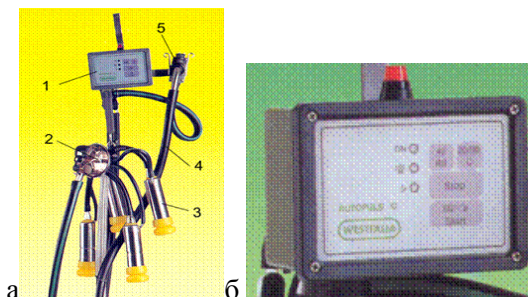


Рис.2.8. Доильный аппарат «STIMOPULS» (ФРГ): а – общий вид; б – блок управления; 1 – блок управления; 2 – коллектор; 3 – доильные стаканы; 4 – шланги; 5 – кран подключения к вакуумной и молочной системам

В таблице 2.2 приведены основные характеристики доильных аппаратов с управляемыми параметрами.

Табл. 2.2. Доильные аппараты с управляемыми параметрами

| Фирма-разработчик | Режимы работы доильного аппарата | Параметры, изменяемые в зависимости от режима | Пределы изменения параметров |
|------------------------------------|---|---|---|
| Alfa-Laval (Швеция) (Duo-ovac 300) | Начальный до интенсивности доения 200 г/мин; Основной при интенсивности > 200 г/мин; Заключительный при ≤ 200 г/мин | Величина вакуума, кПа Частота пульсаций, Гц Соотношение тактов | 35 - 51 - 35 0,8-1,0-0,8 1:2-3:1-1:2 |
| Westfalia (ФРГ) (Stimopuls) | Предварительная стимуляция; Основное доение; Заключительное при < 200 г/мин. выдержка 30 с, отключение на такте сжатия | Продолжительность стимуляции (частотой 5 Гц), с; величина вакуума 20 кПа Основное и заключительное доение: вакуум 50 кПа Частота пульсаций 1 Гц, Соотношение тактов 67:33 | 40; 60; 90 в зависимости от времени лактации коровы |

| | | | |
|--------------------------------|------------------|--------------------|-----------|
| Петротрейд (РФ) (Нурлат) | Начальный до | Величина вакуума, | 33-50-33 |
| | интенсивности | кПа | |
| | доения 200 | Частота пульсаций, | 0,75-1,0- |
| | г/мин; | Гц | 0,75 |
| Основной при | Соотношение так- | 60:40 - без | |
| интенсивности | тов, % | изменения | |
| > 200 г/мин; | | | |
| Заключительный | | | |
| при ≤, 200 г/мин | | | |

Большинство зарубежных конструкций автоматически снимают доильный аппарат в конце доения с помощью управляемого приводного мотора и тросика (рис. 7.9). До того, как мотор начнет натягивать тросик снятия, приборы отключают вакуум. Доильные стаканы продуваются. Благодаря этому доильный аппарат может бережно отделяться от вымени. Только затем в дело вступает мотор и точно определяет, насколько большим должно быть усилие для дальнейшего снятия. Если это усилие превышает определенное пороговое значение, то мотор автоматически корректирует его для того, чтобы снова осторожно увеличить в самом конце процесса снятия. Эта техника снятия очень чувствительна и оберегает вымя. Доение вхолостую исключается.



Рис. 2.9. Автоматическое снятие доильного аппарата

Система DeLavalDelPro™ MU480 является одной из ключевых составных частей системы управления молочной фермой **DeLavalDelPro**. Доильный аппарат этой системы представляет собой легкое портативное автоматическое устройство, которое одновременно обеспечивает оптимальное доение и поддерживает беспроводную связь с центральным компьютером (рис.2.10). Доильный аппарат MU480 может использоваться также автономно.

Аппарат DeLavalDelPro MU480 отправляет и принимает точную информацию автоматически. Как только аппарат идентифицирует корову, он немедленно уведомляет пользователя в случае наличия тех или иных предупреждений в отношении нее во время подготовки коровы к доению.



Рис. 2.10. Общий вид доильного аппарата MU480

Портативный доильный аппарат оснащен средствами двухсторонней связи с системой управления молочной фермой DeLaval DelPro. Благодаря этому передаются данные о доении, а дояр своевременно получает соответствующие предупреждения, позволяющие экономить время и избежать дорогостоящих ошибок.

Система поддержания стабильности подачи вакуума обеспечивает оптимальное значение вакуума в подвесной части даже при доении коров с высокой молокоотдачей. Таким образом, оптимизируется действие сосковой резины и скорость доения, соответственно доение выполняется быстро, безопасно и до полного опорожнения вымени.

Доильный аппарат DeLavalDelPro MU480 может работать с широким спектром подвесных частей, в том числе с теми, которые предназначены для коров с большими надоями и высокой пиковой интенсивностью потока молока, что позволяет выбрать подвесную часть, наиболее подходящую данному стаду.

Система интеллектуальной идентификации заранее определяет номер коровы по выполненным ранее процедурам доения. Это ускоряет доение и способствует единообразию рабочих операций.

Аппарат оснащен счетчиком молока, наличие которого обеспечивает международно признанную точность регистрации надоев. Он также оснащен системой отбора проб молока. Пробы молока можно отбирать и исследовать в любое время, когда в этом возникнет необходимость.

Автоматическая система снятия подвесных частей экономит затраты времени оператора, одновременно предотвращая травмирование сосков, которое может быть вызвано сухим доением.

Беспроводная связь – это настоящий прорыв для молочных хозяйств с привязным содержанием животных. Аппарат MU480 предоставляет самую актуальную информацию о продуктивности коров для поддержки процесса принятия решений. При использовании аппарата MU480 в составе системы управления молочной фермой DelPro сведения о повседневных надоях молока будут мгновенно доступны и готовы к использованию, что позволит более эффективно управлять деятельностью хозяйства.

Доильные аппараты ДеЛаваль обеспечивают комфортное и при этом быстрое доение, поддерживают хорошее состояние вымени благодаря полноте выдаивания и снабжены наглядными индикаторами состояния, позволяющими контролировать процесс доения коровы одним взглядом.

Система стабилизации вакуума помогает поддерживать устойчивый вакуум в подвесной части даже при доении высокопродуктивных коров. Эта система помогает оптимизировать сокращение сосковой резины, что улучшает состояние сосков вымени и способствует более быстрому доению. Она также обеспечивает более эффективную промывку доильной установки.

Переносной доильный аппарат можно нести одной рукой, а для облегчения труда и повышения производительности можно установить подвесную транспортную систему, которая снизит физическую нагрузку на оператора.

2.3. Доильные установки

2.3.1. Общее устройство

Разумеется, что доильный аппарат должен подключаться к системам доильной установки.

Доильная установка - это комплект технологически связанных устройств для выдаивания и сбора молока. Унифицированный ряд доильных установок состоит из различного набора единых базовых и

унифицированных узлов. Вместе с тем каждая доильная установка имеет свою, отличающуюся от других техническую характеристику.

Доильная установка содержит, как правило, источник вакуума (вакуум-насос 1), регулятор вакуума 7(рис. 2.11), выравнитель пульсаций вакуумного насоса 8, вакуумную трубопроводную сеть с регуляторами вакуума и вакуумметрами 3, воздушными кранами и другой арматурой. Зачастую доильные установки имеют молокопровод, по которому молоко от доильного аппарата транспортируется в молочное отделение, а также счетчики и охладители молока, молочные фильтры. Доильные установки, как правило, снабжены аппаратурой для промывки аппаратов, а также молокопровода при его наличии.

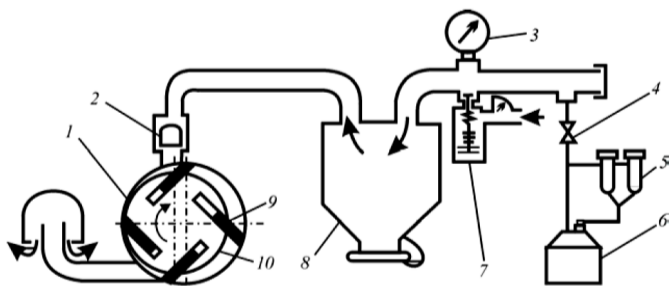


Рис. 2.11. Схема доильной машины

Главные системы доильной установки – вакуумный насос 1, вакуум-провод и доильный аппарат 5. Вакуумный насос служит для откачивания воздуха и создания вакуума в доильном аппарате. Связующим звеном между вакуумным насосом и доильным аппаратом является вакуум-провод, по которому вакуумметрическое давление от вакуумного насоса распространяется в доильные аппараты.

Главной исполнительной частью доильной машины является доильный аппарат, который непосредственно контактирует с животным, отсасывая молоко из вымени коровы. Он подключается к трубопроводам установки посредством крана 4.

Вакуумный насос 1 снабжен электродвигателем, глушителем и предохранителем 2. Самый распространенный тип вакуумного насоса – ротационный. Он содержит вращающийся ротор 10 с лопатками 9.

Технологический процесс работы доильной машины происходит следующим образом. Создаваемое вакуум-насосом разрежение распространяется через вакуум-баллон по вакуум-проводу через открытые вакуумные краны в доильные аппараты, обеспечивающие процесс доения и сбора молока в доильном ведре 6. При работе доиль-

ных установок с молокопроводом молоко из доильного аппарата отсасывается в молокопровод, по которому воздушным потоком транспортируется в молокоприемник.

Одним из основных конструктивных звеньев доильной машины является вакуумная линия. Величина рабочего вакуума в подсосковой камере доильного стакана существенно влияет на молокоотдачу коров и на процесс машинного доения. Уменьшение этой величины приводит к изменению технических показателей доильных аппаратов, к нарушению стереотипа доения и торможения рефлекса молокоотдачи, а следовательно, к снижению продуктивности коров.

При увеличении рабочего вакуума животные испытывают неприятные ощущения. Кроме того, доильные стаканы под действием высокого вакуума наползают на соски, перекрывают молочные каналы, что приводит к холостому доению и заболеванию вымени.

2.3.2. Расчет расхода воздуха доильной установкой

Потребная подача вакуумного насоса включает в себя расход воздуха доильными аппаратами и системой вакуумпровода, зависящих от глубины вакуума, частоты пульсаций, типа доильного аппарата и вместимости камер и трубок, в которых действует переменное разрежение.

Примем процесс расширения воздуха при откачивании его из камер доильных стаканов изотермическим, а суммарную вместимость этих камер для одного аппарата равной V_a (м^3). Объем воздуха, V_h , м^3 после расширения по закону Бойля-Мариотта составит

$$V_h = p_b V_a p_h,$$

где p_b – барометрическое (атмосферное) давление, кПа; V_a – начальный объем воздуха в камерах при атмосферном давлении, м^3 ; p_h – атмосферное давление в камерах при вакууме h , т.е. после откачивания воздуха, кПа.

Абсолютное давление после откачивания равно

$$p_h = p_b - h,$$

а соответствующий объем воздуха определяем из соотношения

$$V_h = p_b V_a (p_b - h).$$

Объем воздуха $V_{ц}$, подлежащий откачиванию за один цикл работы аппарата, получается из равенства

$$V_{ц.прив} = V_{ц} p_b.$$

Подставим в выражение (3) равенства (1) и (2) и найдем объем воздуха, приведенный к атмосферному давлению, откачиваемый за один пульс

$$V_{ц.прив} = V_{апрб} .$$

Из формулы (4) следует, что при вакууме, равном 52 кПа, необходимо откачать около половины всего воздуха, находящегося в камерах стаканов и в шлангах переменного вакуума доильного аппарата.

Приближенно потребный расход воздуха, Q , м³/с, вакуумной системой можно определить по формуле

$$Q = 1,35vVa (I + A),$$

где 1,35 – коэффициент, учитывающий несовершенство конструкций пульсатора и коллектора, выражающееся в протечке воздуха при переключении клапанов; v – частота пульсаций, Гц; Va – начальный объем воздуха при атмосферном давлении, заключенный в камерах и трубках одного доильного аппарата, м³; A – коэффициент, учитывающий протечки воздуха из вакуумной системы вследствие ее недостаточной герметичности.

Коэффициент A находится по формуле

$$A = (100 + \Sigma\alpha)/100 ,$$

где $\Sigma\alpha$ – суммарные потери, которые составляют по экспериментальным данным: $\alpha 1 = 10$ % – утечки воздуха через зазоры в соединениях труб и в кранах; $\alpha 2 = 5$ % – подсосы воздуха через зазоры между сосками вымени и сосковой резиной стаканов; $\alpha 3 = 20$ % – подсосы воздуха через доильные стаканы при надевании их на соски; $\alpha 4 = 25$ % – подсосы воздуха при случайном спадании шлангов с воздушных кранов вакуум-провода и обусловленном им спадании стаканов; $\alpha 5 = 20$ % – потеря подачи из-за перегрева насоса при длительной работе.

2.3.3. Вакуумные установки

Вакуумная установка предназначена для создания вакуума в вакуум-проводах. Установка состоит из вакуумного насоса и двигателя.

В доильных установках используются ротационные лопаточные и водокольцевые насосы. На рис. 2.12 приведена вакуумная установка УВУ 60/45 с ротационным лопаточным насосом типа УВД. Установка состоит из вакуумного насоса 2, электродвигателя 1, масленки 3, рамы 4.

Насосы типа УВД вакуумной установки УВУ 60/45 работают в двух режимах с производительностью (быстротой откачки) 1,0 и 0,75 м³/мин. Производительность обеспечивается частотой вращения. Первая производительность - частотой 23,8 с⁻¹ (1430 об/мин, мощность двигателя 4 кВт), вторая – частотой 18,8 с⁻¹ (1128 об/мин, мощность 3

кВт). Связь насоса с двигателем осуществляется клиноременной передачей.

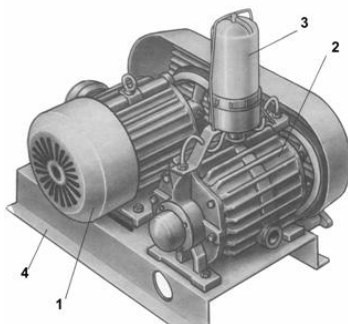


Рис. 2.12. Вакуумная установка УВУ 60/45:1 – двигатель; 2 – вакуум-насос; 3 – масленка; 4 – рама

Вакуумный насос с вакуумной системой должен соединяться через предохранитель, изготовленный из пластмассы и имеющий обратный клапан. Он служит для предотвращения обратного вращения ротора насоса под действием разности давлений при выключении электродвигателя и одновременно служит электроизоляционной вставкой между насосом и вакуумной системой.

На выход вакуумного насоса устанавливается глушитель шума воздушного потока, выбрасываемого насосом. Глушитель состоит из корпуса с патрубками, внутри которого имеется звукопоглощающая облицовка.

На рис. 2.13 приведен разрез **ротационного лопаточного вакуумного насоса**.

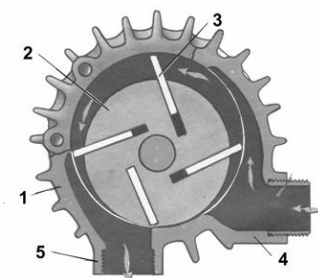


Рис. 2.13. Разрез ротационного лопаточного вакуумного насоса типа УВД: 1 – корпус; 2 – ротор; 3 – лопатка; 4 – всасывающий патрубок; 5 – выхлопной патрубок

Насос состоит из корпуса 1 из серого чугуна с цилиндрической камерой. Внутри камеры эксцентрично располагается ротор 2 с четырьмя пазами, выполненными тангенциально. Внутри пазов свободно перемещаются лопатки 3 из текстолита под действием центробежной силы.

Ротор вращается в шариковых подшипниках, расположенных в боковых крышках. Действие насоса основано на принудительном изменении объема ячейки между лопатками. При вращении ротора лопатки периодически погружаются в пазы ротора или выходят из них, изменяя при этом объем между двумя смежными лопатками. Этот объем (считая от наименьшего зазора между корпусом и ротором) за один оборот ротора при всасывании через патрубок 4 увеличивается, создавая разрежение между лопатками, а затем перед выпуском уменьшается, и воздух под давлением выбрасывается в атмосферу через патрубок 5. Для смазки подшипников и трущихся поверхностей (масло компрессорное или индустриальное) насос снабжен масляной фитильного типа, обеспечивающей равномерную непрерывную подачу масла в насос.

Насос водокольцевой (рис.2.14) состоит из цилиндрического статора 1, внутри которого эксцентрично расположен вал с насаженным на него ротором 2 с лопатками 3. Вал вращается в подшипниках. Выход вала из торцовых крышек уплотнен сальниковой набивкой.

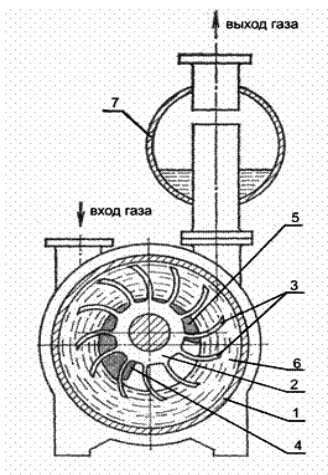


Рис.2.14. Схема водокольцевого вакуумного насоса: 1 – статор; 2 – ротор; 3 – лопатки; 4 – всасывающее окно; 5 – выпускное окно; 6 – водяное кольцо; 7 – сборник жидкости

Эксцентрично расположенный ротор при вращении отбрасывает лопатками воду к стенкам статора, образуя водяное кольцо 6. За счет эксцентриситета образуется серповидное пространство между водяным кольцом и ступицей ротора, которое является рабочим объемом насоса.

Проходя по серповидному пространству, лопатки изменяют величину своего погружения в водяное кольцо, при этом объем камер между смежными лопатками также изменяется. При прохождении камер мимо всасывающих окон 4 объем их возрастает, и воздух поступает в насос. Затем объем камер уменьшается, воздух сжимается и выбрасывается через выпускные окна 5 в выхлопную трубу. Для того, чтобы отделить откачиваемый воздух от воды, за выхлопной трубой устанавливается сборник жидкости 7.

При работе насоса происходит повышение температуры водяного кольца в статоре, что снижает производительность. Для поддержания температуры в заданных пределах (не выше 40 °С) за время доения (2 ч) в водяное кольцо через торцевые зазоры между ротором и крышками постоянно подводится охлажденная вода через жиклер определенного диаметра. Из кольца вода отводится через выпускные окна. Запас воды находится в специальной емкости, служащей одновременно и для отделения откачиваемого воздуха от воды.

2.3.4. Требования к доильным установкам

Технические требования содержатся в между народном стандарте ISO5707 «Установки доильные, конструкции и технические характеристики», при этом должно обеспечиваться:

- постоянство вакуумметрического давления в линии (отклонения в любой точке молочно-вакуумной линии не должны превышать ± 2 кПа);

- отклонение частоты пульсаций и соотношения тактов от номинальных значений не должно превышать 3%;

- доильные аппараты и установки должны обеспечивать по возможности автоматическое выполнение операций индивидуального и группового учета молока, машинного до даивания и снятия доильных стаканов, кратчайший путь отвода и транспортировки молока от животного до молокосборника;

- молокопроводящие пути доильных аппаратов и установок должны хорошо очищаться при циркуляционной промывке и соответствовать надлежащим санитарно-гигиеническим требованиям;

- составные части доильных аппаратов и установок должны выдерживать воздействие агрессивных сред (воздушная среда коровника, моющие растворы) и быть изготовленными из соответствующих материалов.

Эргономические требования заключаются в следующем:

- рабочая поза оператора по возможности должна быть рациональной (исключающая частые наклоны);

- шум на рабочем месте оператора не должен превышать 80 дБ, а составные части установок (станок для обработки вымени животных, манипулятор) не должны пугать животных;

- ограждение станков доильных установок должно обеспечивать защиту оператора от воздействия животных;

- переносные комплекты доильных аппаратов должны быть легкими и доступными для разборки и сборки.

2.3.5. Схемы и технологии доения

Доильное оборудование является ключевым звеном в технологии производства на молочной ферме, так как, **во-первых**, доение является самым трудоемким процессом молочного производства; **во-вторых**, именно на доильной установке проявляется интеграция системы «человек - машина - животное», то есть доильное оборудование влияет на все факторы этой системы, начиная от эргономики работы персонала, здоровья животных и заканчивая качеством получаемой продукции; **в-третьих**, именно здесь собирается, обновляется и может быть зафиксирована информация о продуктивности, воспроизводстве, физиологическом состоянии животных, качественных показателях молока. Поэтому выбор типа системы доения есть задача первоочередной важности при проектировании любого молочного комплекса.

При выборе типа доильного оборудования, как правило, учитывают следующие факторы:

- способ содержания (привязный или беспривязный) в данной технологической зоне;

- численность поголовья дойных коров в данный момент и планируемое изменение в будущем;

- кратность доения животных, с учетом кратности доения в период раздоя;

- возможные колебания среднегодовой равномерности отелов;

- желательная длительность смены доения (с учетом планируемого графика работы операторов доения, скотников, трактористов-кормачей и машинистов очистки кормонавозных проходов);

- численность животных в зоотехнических группах стойловых помещений (в плане кратности деления любой группы количеству доильных постов установки);

- возможные габариты и планировка доильно-молочного блока, с учетом вместимости преддоильного накопителя и санитарной зоны и организации прогона групп в доильный зал и из него;

- «вписываемость» доильного зала заданной конфигурации в строительную часть доильно-молочного блока с учетом расположения опорных колонн и несущих стен;

- уровень квалификации персонала зоотехнической и ветеринарной служб;

- инженерно-технические требования (в плане максимального водо- и энергопотребления).

В зависимости от производственного процесса, формирования последовательности технологических операций при машинном доении, размера животноводческой фермы, продуктивности коров и способа содержания животных используют различные схемы технологического процесса доения коров на животноводческой ферме.

Наиболее характерными из них являются следующие:

1. Доение в коровниках с привязным содержанием животных на молочных фермах и крестьянских фермерских хозяйствах с использованием малогабаритных доильных установок УДИ - 4, УДИ - 5 и агрегатов индивидуального машинного доения АИД - 1, Elmas - 1 и др., установленных на специальных тележках.

2. Доение в коровниках с привязным содержанием животных со сбором молока в переносные ведра на установках АД -100А, ДАС - 2Б и со сбором молока в молокопровод на установках АДМ - 8А- 100-200, УДМ - 200 и др.

3. Доение при беспривязном содержании животных в специализированных доильных залах с использованием отечественных установок УДА - 8А, Тандем - автомат, УДА - 16А «Елочка - автомат», а также доильных установок типа «Тандем», «Елочка», «Европараллель», «Карусель» производства фирм DeLaval(Швеция) и Westfalia (Германия).

4. При стойлово-пастбищной системе доение зимой на ферме, а летом в стационарном лагере, где используются доильные установки с параллельно - проходными стаканами типа УДС - 3Б, УДЛ - Ф - 12 и др.

5. Доение с использованием доильных роботов (система добровольного доения).

При выборе технологической схемы необходимо учитывать взаимосвязь оборудования и последовательности выполнения технологических операций доения и первичной обработки молока.

2.3.6. Доение в фермерских и личных хозяйствах

Механизация доения эффективна не только в условиях крупных животноводческих комплексов, но и в небольших фермерских и частных хозяйствах. Использование машинного доения в личном подсобном хозяйстве позволяет сократить время доения и механизировать ручной труд.

Конструкция доильной аппаратуры, используемой при производстве агрегата индивидуального доения, позволяет легко снимать и надевать аппарат на вымя коров. Принцип работы агрегата основан на переменной пульсации и смены атмосферного воздуха безвоздушным пространством (вакуумом), создаваемым применяемой вакуумной установкой. Вакуумная система адаптирована к условиям частного использования с малым поголовьем скота, что обеспечивает низкий уровень шума при работе агрегата, использование электрической сети с напряжением 220В. Таким образом, предлагаемый агрегат индивидуального доения может использоваться в любом личном подсобном хозяйстве.

При доении коров на малых фермах и крестьянских фермерских хозяйствах выдоенное молоко переносится ведрами в молочное отделение, собирается в промежуточную емкость, откуда насосом перекачивается в молочный танк с предварительной его фильтрацией. В танке молоко охлаждается до $+4^{\circ}\text{C}$ и хранится до его вывоза на перерабатывающее предприятие. Техническая характеристика некоторых агрегатов индивидуального доения, используемых на молочных фермах, приведена в таблице 2.3.

Табл. 2.3. Техническая характеристика агрегатов индивидуального доения

| Наименование показателей | Марка агрегата | | | |
|---|----------------|---------|---------|--------|
| | Elmas - 1 | УДИ - 5 | УДИ - 6 | АИД -2 |
| Величина обслуживаемого стада | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Пропускная способность за 1 час | 6 | 6 | 10 | 6 |
| Рабочее вакуумметрическое давление, кПа | 48±1 | 48±1 | 48±1 | 48±1 |

Продолжение табл. 2.3

| | | | | |
|-----------------------------|-------|------|------|------|
| Напряжение, В | 220 | 220 | 220 | 220 |
| Установленная мощность, кВт | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| Длина вакуумпровода, м | - | - | 10 | - |
| Масса, не более кг. | 70 | 65 | 80 | 60 |
| Цена, тыс. руб. | 26,77 | 28,5 | 26,2 | 22,8 |

На рис. 2.15 показана *установка доильная индивидуальная УДИ-5*. Она *предназначена* для машинного доения коров в переносные доильные ведра в индивидуальном хозяйстве. Выпускается ОАО Кургансельмаш следующих исполнений:

- УДИ-5-передвижная с комплектом механической промывки с доильным ведром из алюминия;
- УДИ-5-01- передвижная с комплектом механической промывки с доильным ведром из нержавеющей стали;
- УДИ-5тк-передвижная без комплекта механической промывки с доильным ведром из алюминия;
- УДИ-5-01тк- передвижная без комплекта механической промывки с доильным ведром из нержавеющей стали;
- УДИ-6 – стационарная с ручной промывкой.

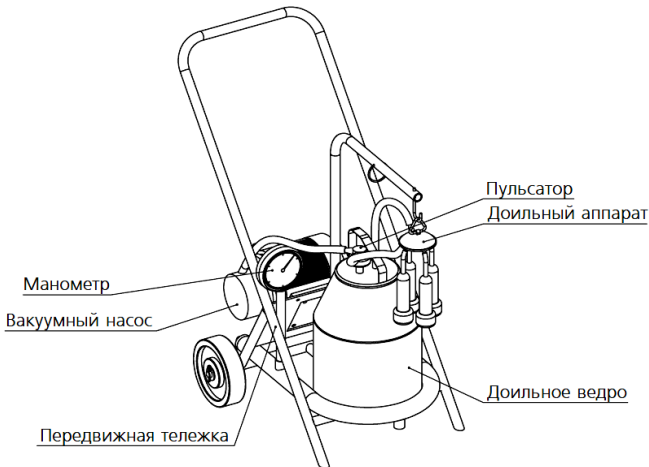


Рис. 2.15. Общий вид установки индивидуального доения

Установка может быть укомплектована одним доильным аппаратом либо попарного доения, либо трехтактным, либо двухтактным.

Установка комплектуется однофазным конденсаторным электродвигателем, экологически чистым насосом, в конструкции которого используются углепластиковые лопатки, поэтому применение масла не требуется.

Условия эксплуатации: - доение под навесом; - температура окружающей среды, не ниже $+5^{\circ}\text{C}$; - высота над уровнем моря, не более 1000 м.

Технология доения коров в переносные ведра. В переносные ведра и молокопровод доят коров при привязном содержании (рис. 2.15). При небольшом поголовье (до 100 коров) применяют доильные установки без молокопровода ДАС-2Б и АД-100А (табл. 2.4). При этом можно работать с одним, двумя и тремя аппаратами. Чаще всего доярки работают с двумя или тремя аппаратами. На продольном проходе коровника ставят доильные аппараты и ведра возле коров, с которых начинают доение. Доярка подмывает вымя первой коровы теплой водой, вытирает полотенцем, сдаивает первые струйки молока в кружку и, убедившись в нормальном состоянии вымени, подключает первый доильный аппарат. Затем переходит к третьей корове и в такой же последовательности подключает второй аппарат. Подключив оба аппарата, доярка наблюдает за доением. Заметив по смотровому устройству уменьшение интенсивности молокоотдачи у первой коровы, доярка подмывает вымя второй корове, сдаивает первые струйки молока, затем проводит заключительный массаж вымени первой коровы. Сняв с нее аппарат и слив молоко во флягу, доярка подключает аппарат на вымя второй коровы. В такой же последовательности переносят аппарат от третьей коровы к четвертой. Далее доярка готовит к доению пятую корову, затем седьмую и переносит доильные аппараты к ним соответственно от второй и четвертой коров.



Рис. 2.15. Доение коровы в стойле в ведро

При работе с тремя аппаратами доярка готовит к доению первую и третью коровы и подключает доильные аппараты, потом приступает к подготовке вымени пятой коровы. Подключив аппарат к вымени пятой коровы, доярка возвращается к первой паре коров и начинает готовить вторую корову, затем додаивает первую и переносит аппарат на вымя второй коровы и так далее.

2.3.7. Доение при привязном содержании коров в молокопроводе

Доильный агрегат с молокопроводом АДМ-8А-100/200 (рис.2.16) предназначен для машинного доения коров в стойлах, транспортировки выдоенного молока в молочное помещение, группового учета выдоенного молока, фильтрации, охлаждения и сбора в емкости для хранения.

Работа доильного агрегата состоит из следующих основных технологических операций:

- а) подготовка доильного агрегата к доению;
- б) доение с одновременным транспортированием, фильтрацией и подачей молока в емкость для охлаждения и хранения;
- в) механизированная промывка агрегата после доения;
- г) выполнение контрольного доения в переносные ведра или отдельно приобретенное устройство зоотехнического учета молока УЗ М-1 А;
- д) групповой учет выдоенного молока.

Установки доильные с молокопроводом АДМ-8А-100 (на 100 коров) и АДМ-8А-200 (на 200 коров). Предназначены для доения коров в стойлах, транспортировки молока по стеклянному трубопроводу в молочное отделение, группового (от 50 коров) учета надоя, фильтрации, охлаждения молока и подачи его к месту сбора и хранения.

Резервуары-охладители, холодильные установки и электроводонагреватели в комплектацию АДМ-8А не входят, их заказывают отдельно.

Установка состоит из следующих основных узлов (рис. 2.16): доильных аппаратов, вакуумной системы, молокопровода 9, молокоприемника 15, молочного насоса 14, фильтра молока 13, пластинчатого охладителя 12, счетчиков группового надоя (дозаторов), счетчиков индивидуального надоя (УЗМ-1А), автомата промывки молочной линии, шкафа запасных частей. Стойловые ветви вакуум-провода и молокопровода располагают в стойловом

помещении. Молокоприемник, молочный насос, дозаторы, автомат промывки располагают в специальном помещении (молочной). Вакуум-насосы – в вакуум-насосной.

Стойловые ветви вакуум-провода монтируют с постоянным уклоном в сторону молочной, на расстоянии 400 мм от внутреннего (к корове) края кормушки. На пониженных участках (у центрального прохода) устанавливают автоматические клапаны спуска конденсата. Магистральный участок вакуум-провода 6 (от вакуум-баллона до рабочих участков), включая подвод к молокоприемнику 15, выполнен из труб диаметром 50 мм. Вакуумные насосы соединяют с вакуум-баллоном трубами диаметром 40 мм.

Вакуум-провод оборудован вакуумным регулятором 3АДМ 08.000 или ШРИБ 115.00.000.

На вакуум-проводе установлено три вакуумметра 4: в помещении вакуум-насосной, в молочном отделении у молокоприемника и в центральном проходе коровника.

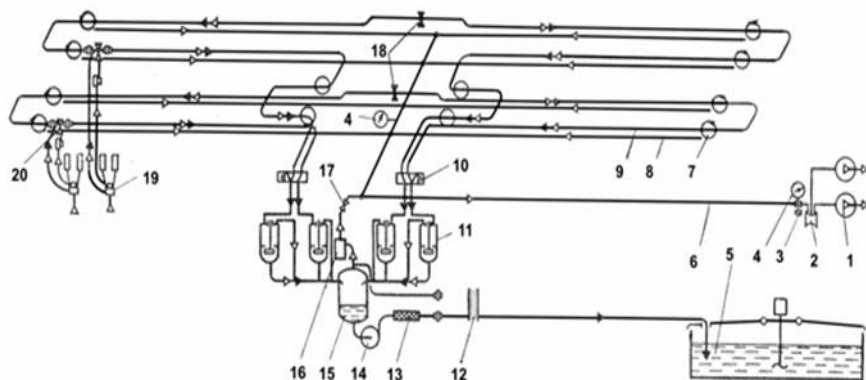


Рис. 2.16. Схема работы доильной установки АДМ – 8А-200: 1 – вакуумный насос; 2 – вакуум-баллон; 3 – вакуум-регулятор; 4 – доильный аппарат; 5 – танк-охладитель молока; 6 – магистральный вакуум-провод; 7 – устройство подъема молокопровода; 8 – рабочий вакуум-провод; 9 – молокопровод; 10 – переключатель с доения на промывку; 11 – дозатор молока; 12 – пластинчатый охладитель молока; 13 – фильтр молочный; 14 – молочный насос; 15 – молокосорник; 16 – предохранительная камера; 17 – кран вакуумный; 18 – разделитель молокопровода; 19 – доильный аппарат; 20 – кран молочный

Для нормальной работы установки необходима правильная сборка вакуум-провода на фитингах, без сварки, излишних пово-

ротов и не предусмотренных конструкцией вентилях и кранов на магистральном участке.

Поскольку к вакуум-проводу крепят трубы молокопровода, должна быть обеспечена его прямолинейность без изгибов в вертикальной и горизонтальной плоскостях и с постоянным уклоном в сторону молочного отделения.

Молокопровод состоит из стеклянных и полиэтиленовых труб с внутренним диаметром 38 мм. Трубы соединены между собой молочно-вакуумными кранами и соединительными муфтами.

На каждой петле молокопровода на 100 коров над центральным проходом в коровнике установлен разделитель 18, предназначенный для разделения молокопровода на две ветви, каждая из которых собирает молоко от 50 коров, закрепленных за одной дояркой. Это исключает перемещение молока по трубам в двух направлениях, обеспечивает лучший вакуумный режим доения за счет быстрой направленной эвакуации молока из молокопровода и точный учет надоя от группы коров, закрепленных за одной дояркой.

Чтобы промыть молокопровод, открывают разделители 18 и образуют одну петлю молокопровода, по которой циркулирует моющая жидкость. Этой же цели служит переключатель 10, который во время доения отдельно направляет молоко из двух ветвей молокопровода в дозаторы 11, а после переключения в режим промывки один конец петли молокопровода соединяется с коллекторной трубой устройства промывки, а другой - одновременно с двумя патрубками дозаторов молока. Таким образом, образуется замкнутый контур петли молокопровода от каждых 100 коров.

Для обеспечения нормального вакуумного режима доения и проезда кормораздатчика в перерывах между дойками установка АДМ-8А оснащена устройствами для подъема молокопровода 7 над проходами в коровнике. Устройство крепится к торцевым участкам вакуум-провода. Подъем и удержание молокопровода на высоте 2,6 м над полом кормового проезда осуществляется с помощью рычажного механизма с грузом. Опускание производится с помощью пневмоцилиндра.

По этой схеме молоко, поступающее от доильных аппаратов в молокопровод, транспортируется в молочное отделение, где происходит его учет групповыми счетчиками молока (50 голов в группе обслуживает одна доярка) и сбор в молокосорнике - воздухоразделителе.

ле. Затем молоконасосом перекачивается через трубчатый молочный фильтр и пластинчатый охладитель в молочный танк

Выпускаемый серийно доильный агрегат с молокопроводом АДМ-8А (изготовитель - ОАО «Кургансельмаш») разработан более 50 лет назад, его технический уровень не отвечает современным требованиям, предъявляемым к доильному оборудованию. В результате длительной эксплуатации была выявлена его низкая надежность, молокопровод агрегата имеет много стыков, что отрицательно сказывается на качестве молока (плохое качество промывки молокопровода). Доильный аппарат, используемый с агрегатом, не приспособлен к физиологическим особенностям животных (синхронное доение четвертей вымени, малая вместимость коллектора и др.). Поэтому при переоснащении молочных ферм экономически состоятельные хозяйства в последнее время отдают предпочтение доильному оборудованию ведущих зарубежных фирм, которое имеет высокий технический уровень, но и соответственно высокую стоимость.

В связи с этим НИИ "Фемакс" (Москва) и разработали новые доильные установки УДМ-100 и УДМ-200 (изготовитель – НИИ "Фемакс"), конструктивные отличия которых от АДМ-8А заключаются в следующем:

- вакуум-провод увеличенного диаметра;
- молокопровод (тонкостенные трубы из нержавеющей стали) увеличенного диаметра;
- новая технологическая схема размещения молокопровода;
- более простое устройство подъема ветвей молокопровода над кормовым проходом;
- новые конструкции молоковакуумного крана и кронштейнов крепления молокопровода;
- наиболее приспособленные к физиологическим особенностям животных доильные аппараты.

Стереотип машинного доения коров и эффективность этого процесса в значительной степени зависят от того, насколько точно поддерживается установленное значение вакуума в вакуумной линии. При колебаниях магистрального вакуума изменяются частота пульсаций и соотношение тактов, характер воздействия сосковой резины на сосок, что обуславливает падение скорости доения, заболевания животных маститом, снижение продуктивности и др.

Установлено, что на стабильность вакуума в линии большое влияние оказывают размеры вакуум-провода. При использовании ва-

куум-провода Ø 25 мм (АДМ-8А) отклонение вакуума в системе от номинального значения при возникновении нештатных ситуаций превышает допустимую величину, а время восстановления номинального вакуума превышает величину, предусмотренную нормативными документами. Увеличение диаметра вакуум-провода до 40 мм, как это сделано в новых установках, позволяет не только удержать отклонения вакуума в системе в допустимых пределах (при экстремальных ситуациях), но и стабилизировать вакуум в системе в рамках отведенного для этого времени.

Изготовление молокопровода из нержавеющей стали повышает его надежность, качество промывки (за счет уменьшения количества стыков) и т.д. Как показали исследования, на стабильность вакуума и молокопроводе большое влияние оказывают его размеры. Так, при использовании стеклянного молокопровода Ø 38 мм (АДМ-8А), нарушается стабильная работа вакуумной системы со всеми вытекающими отсюда последствиями. Увеличение диаметра молокопровода в новых установках до 52 мм позволило увеличить объем воздуха над потоком молока, а соответственно и снизить скорость откачиваемого воздуха, что позволяет транспортировать поток молока в ламинарном режиме и исключить возможность возникновения экстремальных ситуаций для вакуумной системы установок.

Использование новой технологической схемы размещения молокопровода обеспечивает более эффективную его промывку и высокое качество молока.

Новая конструкция молоковакуумного крана предусматривает использование доильных аппаратов как отечественного, так и зарубежного производства (фирмы "Alfa-Laval", "Westfalia" и др.). Это дает возможность использовать двухтактные доильные аппараты с парным доением четвертей вымени крупного рогатого скота, что в наибольшей степени соответствует физиологическим особенностям животных.

Линейные доильные установки, аналоги отечественной АДМ-8А, выпускаются также фирмой DeLaval под маркой *Unicala*. Одна из модификаций этой установки имеет подвесную транспортную систему для доильных аппаратов.

Подвесная транспортная система облегчает доение на молочной ферме, уменьшает нагрузку на оператора, исключает подъем тяжестей и предотвращает получение травм.

Подвесная транспортная система помогает дояркам эффективно работать по всему коровнику, не перенося на себе доильные аппараты

и сопутствующее оборудование. Эту систему малой механизации можно также использовать для таких рутинных операций, как, например, перемещение ведер с молоком к телятам.

Оператор, пользующийся подвесной транспортной системой, лучше защищен от усталости и возрастного ухудшения состояния здоровья, он испытывает меньшие физические нагрузки, чем оператор, переносящий доильные аппараты на себе.

Выдоенное молоко поступает в молокоприемник, находящийся под вакуумом и установленный в коровнике между вторым и третьим рядами стойл. Такая схема установки молокоприемника позволяет сократить длину транспортных участков молокопровода и количество механизмов подъема молокопровода как минимум на два. Молокоприемник может изготавливаться как из стекла, так и из специальной стали и имеет объем 50 л. В молочное отделение молоко из молокосборника перекачивается насосом.

При привязном содержании используются линейные доильные установки, техническая характеристика которых приведена в таблице 2.4.

Табл. 2.4 -Технические характеристики линейных доильных установок

| Наименование показателя | АДМ - 8А - 200 | Unica-la | УДМ - 200 | Д - 100А | ДАС - 2Б | Westfalia RMA - 200 |
|---|----------------|--------------|------------|----------|----------|---------------------|
| Обслуживаемое поголовье, гол. | 208 | 200 | 200 | 100 | 100 | 200 |
| Количество операторов, чел. | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Пропускная способность, коров/час | 112 | 100 | 100 | 50 | 50 | 100 |
| Количество доильных аппаратов | 16 | 12 | 12 | 8 | 8 | 12 |
| Марка доильного аппарата | АДМ - 1.02 | Douvac - 300 | Интерпульс | Волга | ДА - 2 М | Classic 300 |
| Рабочее вакуумметрическое давление, кПа | 46±1 | 30-50-30 | 50 | 53 | 48-51 | 38-4 |
| Диаметр молокопровода, мм | 45 | 52 | 52 | - | - | 52 |

Продолжение табл. 2.4

| | | | | | | |
|---|------|------|------|-----|-----|------|
| Диаметр вакуумпровода, мм | 40 | 40 | 40 | 25 | 25 | 40 |
| Максимально допустимая длина петли молокопровода, м | 200 | 140 | 200 | - | - | 200 |
| Средний срок службы, лет | 8 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 |
| Примерная стоимость, тыс. руб. | 720 | 1921 | 1100 | 125 | 137 | 2400 |
| Общая подключенная мощность, кВт | 8,75 | 10 | 12 | 3 | 2 | 16 |

2.3.8. Доение при беспривязном содержании коров

При беспривязном и беспривязно - боксовом содержании коров доят в специализированных доильных залах с применением станочных доильных установок (рис. 2.17). Техническая характеристика этих установок приведена в таблице 2.5.

При этом способе коровы поочередно из каждого коровника, по специальным галереям переходят в накопитель, выдаиваются в доильном зале и по возвратным галереям переходят снова в коровник.

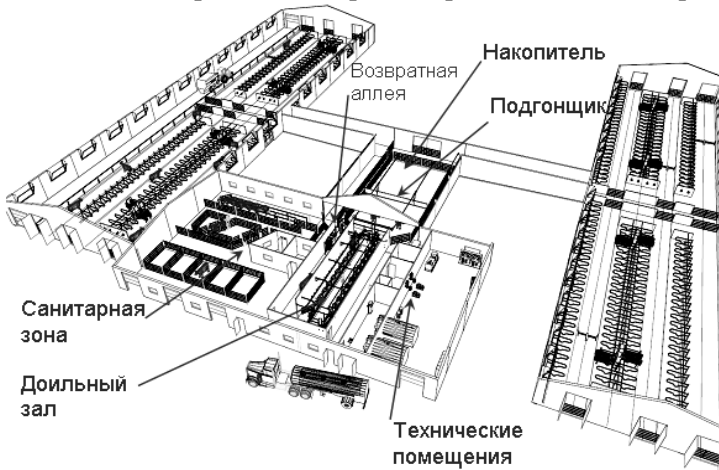


Рис. 2.17. Размещение помещений на комплексе при беспривязном содержании коров

В доильном зале молоко поступает от доильных аппаратов в молокопровод расположенный ниже уровня вымени коровы, затем собирается в молокосорборнике - воздухооразделителе, из которого перекачивается молочным насосом через молочный фильтр и пластинчатый охладитель в молочный танк.

Доение в доильном зале позволяет получить молоко высшего сорта. Выбор доильной установки при беспривязном содержании коров в зависимости от продуктивности и поголовья животных рекомендуется проводить по таблице 2.5.

Конфигурация расположения доильных станков и количество доильных постов - самые важные аспекты при выборе вида доильного зала, так как этого зависят планировка доильно-молочного блока, организация движения скота, производительность доильной установки, время доения, количество персонала, вовлеченного в процесс, и интенсивность процесса доения. Ниже мы рассмотрим основные типы доильных залов.

«Тандем»- конфигурация доильного зала, в которой животные располагаются параллельно кромке доильной ямы. Несмотря на то, что в период индустриализации советского животноводства (конец 1970-х — начало 80-х гг.) многие комплексы, особенно в племенных хозяйствах, оснащались установками УДТ-6 «Тандем», в новейшей истории молочного производства их становится все меньше. Это обусловлено рядом недостатков, которые несовместимы с понятием эффективного молочного производства.

Преимущества:

- обзор всего корпуса животного;
- индивидуальный вход и выход каждого животного (вся группа не ждет окончания доения самой тугодойной коровы);
- возможность чтения ушной бирки;
- автоматическая раздача концорма в доильном зале.

Недостатки:

- самый большой фронт доения (260 смна голову) — низкая интенсивность работы оператора доения в связи с большими перемещениями по яме;
- высокие затраты на строительные работы вследствие большой длины доильной ямы и помещения;
- высокая стоимость оборудования в расчете на один доильный пост.

Способ подключения доильного аппарата - классический, сбоку; вариация размеров - от 1×3 до 2×8.

Табл. 2.5 – Технические характеристики доильных установок для доильных залов

| Наименование показателя | Значение показателя | | | | | | | | | |
|---|---------------------|-------------|----------------|----------------|--------------------|----------------|----------|-------------|-------------|--|
| | УДА-8А | УДА-12Е | УДА-16А | Еuroclass 1200 | УДА-24Е | Европа-раздель | Карусель | Аutoator | Рoto-factor | |
| Предприятие изготовитель | Курган-сельмаш | БелНИИ-ИМСХ | Курган-сельмаш | Westfalia | Гомельфармкомплект | Westfalia | S.A.C. | Westfalia | Alfa-Laval | |
| Страна | Россия | Беларусь | Россия | Германия | Беларусь | Германия | Дания | Германия | Швеция | |
| Поголовье обслуживаемого стада, гол. | 200 | 240 | 400 | 500 | 400 | 600 | 800 | 600 | 600 | |
| Пропускная способность, коров/час | 60-70 | 70 | 66-78 | 80 | 100 | 100 | 120(200) | 90-110 | 100-120 | |
| Расположение станков | тандем | елочка | елочка | елочка | елочка | тандем | елочка | елочка | елочка | |
| Количество доильных станков, шт. | 8 (2×4) | 12(2×4) | 16 (2×8) | 16 (2×8) | 24(2×12) | 16 | 28 | 24 | 20 | |
| Число доильных аппаратов, шт. | 8 | 12 | 16 | 16 | 24 | 16 | 28 | 24 | 20 | |
| Марка доильных аппаратов | МД-Ф-1 | Майстар | МД-Ф-1 | Classic 300 | АДС | Classic 300 | Unico2 | Classic 300 | МаэстроЕ | |
| Вакуумметрическое давление, кПа | 47±1 | 48±1 | 47±1 | 48±1 | 48±1 | 48±1 | 48±1 | 48±1 | 50±1 | |
| Установленная мощность, кВт | 18,1 | 18 | 20,1 | 22 | 32 | 25 | 38 | 36 | | |
| Масса установки, кг | 2515 | 2740 | 2820 | 2200 | 6700 | 12800 | 15000 | 13450 | | |
| Обслуживающий персонал: | | | | | | | | | | |
| оператор | 1 | 1 | 1 | 1 | 1-2 | 1 | 1(2) | 1 | 1 | |
| скотник | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Примерная стоимость на 2013 г., тыс. руб. | 1200 | 1250 | 1400 | 4500 | 4300 | 1300 | 7500 | 7500 | 600 | |

Тип доильного зала «Елочка» (рис. 2.18) получил наибольшее распространение как в России, так и за рубежом. Это связано с его универсальностью и самой низкой, по сравнению с другими типами, стоимостью оборудования в расчете на один доильный пост. Животные располагаются под определенным углом к кромке доильной ямы. Чем больше этот угол, тем короче фронт доения, но тем более широкого пространства требует доильный зал в целом. Елочка имеет множество разновидностей, главные из которых делятся по следующим признакам:

Угол постановки животных к кромке доильной ямы:

- «Елочка 30°» - фронт доения 110 см, предусматривает классическое подключение аппарата сбоку;

- «Елочка 50°» - фронт доения 80 см, предусматривает подключение аппарата сзади.

Тип выхода группы после доения:

- «Елочка» с боковым выходом - предусматривает классический выход животных по одному через выходные ворота;

- «Елочка» с быстрым выходом - предусматривает одновременный выход группы животных по всему фронту грудных упоров, это ускоряет операцию выхода животных, но повышает требования к ширине помещения; имеет смысл использования в длинных доильных залах.

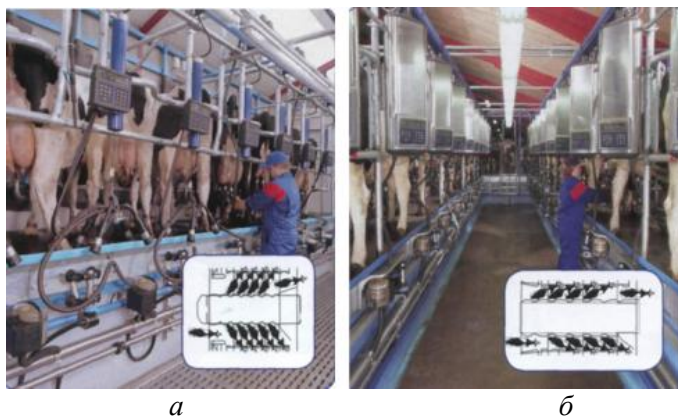


Рис. 2.18. Доильный зал «Елочка»: а — «Елочка 30°»; б — «Елочка 50°»

Количество доильных аппаратов и расположение молочной линии:

- «Елочка» классическая - имеет нижнее расположение молочной линии; каждый доильный пост оснащен доильным аппаратом;

- «Елочка “Топ Свинг” - имеет верхнее расположение молочной линии и один доильный аппарат, переводящийся в разные стороны при помощи специального рычага и рассчитанный на обслуживание двух оппозитных постов.

В доильных залах «Елочка 30°» компании Delaval подключение подвесной части к вымени коровы осуществляется также сбоку. Конструкция доильного зала обеспечивает эргономичные и комфортные условия доения, отличное положение подвесной части и хороший обзор вымени (см. рис. 2.18а).

В доильных залах «Елочка 50°» корову устанавливают под углом 50° к доильной яме, что обеспечивает легкий доступ к вымени во время доения сзади (см. рис. 2.18б). Именно в данном доильном зале реализуется новая функция - фронтальный выход, который позволяет одновременно выпускать из доильного зала всех коров, находящихся на одной стороне зала. Фронтальный выход значительно повышает производительность больших доильных залов.

В целом можно отметить следующие преимущества и недостатки доильных установок «Елочка».

Преимущества:

- небольшой фронт доения;
- невысокая стоимость оборудования из расчета на доильный пост;
- большое количество разновидностей позволяет максимально учесть существующие или планируемые условия производства;
- широкий размерный ряд - большой разброс обслуживаемого поголовья.

Недостатки:

- ограничения по обслуживаемому поголовью;
- недостаточная интенсивность работы оператора.

«*Параллель*» - более индустриальный по сравнению с «Елочкой» тип доильного зала (рис. 2.19). Фронт доения максимально уменьшен (70 см на один доильный пост); обязательное условие быстрого выхода; угловые ворота, создающие отдельные ячейки при постановке каждого животного; максимальная защищенность оператора. Такой тип приобретает все большую популярность в связи с процессами укрупнения хозяйств, так как оптимальным является доение от 500 до 1200 голов.

При дойке коровы группой заполняют общую секцию станков, двигаясь гуськом поперемой вдоль траншеи, поворотная рама-ограждение разворачивает каждое животное перпендикулярно, а фикс-

сирующая скоба на уровне шеи-груди мягко придвигает его задом к траншее. Таким образом, каждая корова без подгона занимает свое место для доения. «Фронтальное самозапирание» скота позволяет оператору начинать подготовку к доению первых зашедших в станки животных, не дожидаясь полного заполнения всей секции. Более того, расстояние между коровами составляет всего 90 см - так что бегать по траншее операторам не приходится.

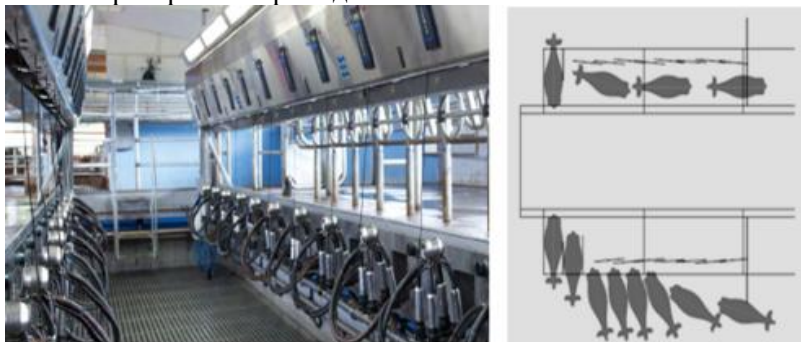


Рис. 2.19. Доильный зал параллельного типа

Все операции дойки производятся не сбоку, как обычно, а сзади. Преимущество: свобода движения животных при доении очень ограничена. Кроме того, корове в данной позиции сложнее сбросить ногой аппарат с вымени, что иногда имеет место при постановке стаканов традиционно сбоку. Коровы спокойно стоят вплотную и хорошо видят друг друга. Отсюда и другое название данных установок: «sidebyside» («бок о бок»).

Доильный зал с параллельными стойлами компании обеспечивает высокую пропускную способность, быструю смену групп животных и низкие затраты на капитальное строительство благодаря компактному расположению доильных мест. Конструкция стойл позволяет сократить время, затрачиваемое коровами на вход в доильный зал, а компактное расположение животных снижает время, необходимое для их обработки. Эти достоинства, присущие всем доильным залам со стойлами параллельного типа, позволяют использовать доильное оборудование с максимальной эффективностью и достичь высокой производительности труда оператора.

Все положительные особенности, включая уровень безопасности и удобство оператора, легли в основу новой конструкции параллельных стойл. Например, благодаря защитному экрану из нержавеющей стали и новой форме окантовки, корова не может оступиться в

доильную яму. Наличие лотка для мочи и навоза, встроенного в защитный экран, позволяет держать в чистоте рабочую зону, оборудование и оператора, что положительно сказывается на качестве молока. Подсветка вымени на каждом доильном месте, выполненная на светодиодах, и система поддержки шлангов доильного аппарата облегчают работу с коровой и гарантируют правильное положение подвесной части. В некоторых вариантах комплектации появилась возможность подводить молочные шланги и трубки вакуума из-под окантовки доильной ямы, исключая таким образом препятствия в зоне работы оператора.

Преимущества:

- минимальный фронт доения;
- высокая интенсивность работы оператора доения;
- сравнимая с «Елочкой» стоимость оборудования из расчета на единицу производительности (короводоек в час);
- широкий размерный ряд - большой разброс обслуживаемого поголовья;
- как правило, более прочная рамная конструкция, рассчитанная на самую интенсивную эксплуатацию.

Недостатки:

- повышенные требования к ширине помещения;
- повышенные требования к форме вымени.

«**Карусель**» - воплощение конвейерного типа производства молока (рис. 2.20). Главное отличие такой доильной установки - уменьшенный до нуля фронт доения за счет того, что животное само подъезжает к оператору на подвижной платформе, в то время как оператор подключает доильные аппараты, оставаясь на своем месте. Доильный зал «Карусель» облегчает работу с группами животных: упрощает работу оператора машинного доения, снижает затраты на сервисное обслуживание. Наиболее высокая эффективность доения на карусели может быть достигнута при выровненном по строению вымени и скорости молокоотдачи стаде.

Существуют два вида «Карусели»:

- с расположением оператора внутри радиуса платформы (вращающаяся «Елочка»);
- с расположением оператора снаружи радиуса платформы (вращающаяся «Параллель»).

Вращающаяся «Параллель» нацелена на доение больших поголовий и интенсивную работу, так как при равном количестве постов, диаметр ее платформы будет меньше по сравнению с вращающейся

«Елочкой». В то же время, «Елочка» обеспечивает лучшую визуализацию животных и классическое подключение аппаратов сбоку, что делает ее привлекательной для хозяйств с небольшим поголовьем, направленных на конвейерное производство.

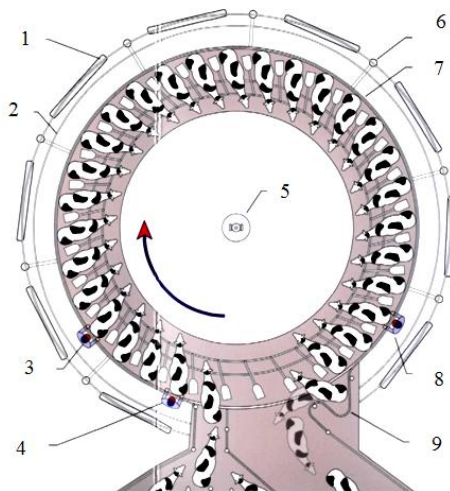


Рис. 2.20. Доильный зал типа «Карусель»: 1 - освещение; 2 - магистраль подачи воды; 3 - зона присоединения подвесной части; 4 - преддоильные операции; 5 - муфта; 6 - поддержка заднего упора; 7 - задний упор; 8 - зона проведения последоильных операций; 9 - дуга выхода

За рубежом доильные установки типа «Карусель» называют роторными.

Роторные доильные залы в зависимости от модели имеет размеры от 12 до 80 доильных мест. Таким образом, на одного оператора приходится нагрузка от 100 до 120 коров в час, недоступная для других доильных установок.

При использовании роторных доильных установок создаются лучшие технологические условия для получения молока высокого качества, так как конструкция и дизайн данной установки обеспечивают максимально быстрое и удобное выполнение всех этапов дойки. Это является важным фактором успешного доения большого стада.

В роторном доильном зале «Параллель» корова заходит на вращающуюся платформу (см. рис. 2.20). Двигаясь, платформа перемещает корову к месту расположения первого оператора. Оператор выполняет необходимые действия для правильного доения коровы.

Второй оператор проводит заключительные операции доения. Коровы непрерывно входят в роторный доильный зал и выходят из него. Этот непрерывный поток является основным фактором высокой пропускной способности доильного зала.

Доение в роторном доильном зале отличается от доения в неподвижном доильном зале. В стационарном доильном зале группа коров впускается для заполнения одной стороны помещения. Затем один или несколько операторов обходят коров, пока подвесные части не будут прикреплены ко всей группе. Во время выполнения этого этапа работы на другой стороне зала проводится доение коров. После завершения доения животные выходят, и в зал впускается новая группа коров. Технология этого типа доения подразумевает, что группы коров попеременно вводятся на разные стороны зала. Для повышения эффективности используется дополнительное оборудование, требуется установка дополнительных систем или привлечение дополнительных операторов.

Доение в роторном доильном зале является тщательно проверенной технологией. Роторные доильные залы обеспечивают высокую производительность труда на фермах, которым требуется высокая пропускная способность. Коровы ведут себя очень спокойно, так как процедура доения для каждой коровы повторяется неизменно изо дня в день.

Операторы роторного доильного зала находятся в одном месте для выполнения необходимых действий. Они покидают свои места только при появлении проблем с коровами или оборудованием. Непрерывный поток коров в роторном доильном зале позволяет доярку работать без простоев, поскольку ему не приходится заниматься обеспечением потока коров, и он может полностью сконцентрироваться на основных операциях доения. В роторных доильных залах для операторов созданы оптимальные и безопасные условия работы. Этапы входа коровы на платформу, подготовки вымени перед доением, закрепления доильного аппарата и выход коровы из роторного зала выполняются всегда одинаково.

Преимущества:

- высокая интенсивность работы;
- поточная технология;
- максимальная производительность из расчета обслуживаемого поголовья одним оператором в единицу времени;
- эффективная работа, не зависящая от численности зоотехнических групп в стойловом помещении.

Недостатки:

- повышенные требования к проведению подготовительных строительных работ;
- повышенные требования к выравненности стада по продуктивности, молокоотдаче и строению вымени;
- высокая стоимость из расчета на один доильный пост.

2.4. Доение овец и коз

Все ведущие производители доильного оборудования выпускают доильные установки для овец и коз.

Мобильная установка для доения коз и овец DeLaval MMU SG с одним ведром позволяет доить от 30 до 40 животных в час (рис.2.21).

Доильная установка типа «Параллель» также выпускается фирмой DeLaval. Установка снабжена системой быстрого выпуска животных. Молоко охлаждается в два этапа: сначала в охладителе поточного типа, затем окончательно — в танке, где и хранится. Выпускается в двух модификациях: с нижним и верхним расположением молокопровода.



Рис 2.21. Общий вид установки MMU SG

Доильные системы с нижним расположением молокопровода компании DeLaval – традиционно самые популярные у производителей молока. Доильное оборудование устанавливается внутри доильной ямы и защищено окантовкой. Одной подвесной частью обычно обслуживается одно или два животных.

Молоко плавно течёт из подвесной части в молокопровод, поддерживая низкий уровень вакуума и сокращая колебания вакуума.

Доильные залы Midiline SG с верхним расположением молокопровода – экономичное решение, простое для монтажа и запуска в эксплуатацию (рис.2.22). Одна подвесная часть посередине доильного зала работает на обе стороны зала. Эта конструкция – оптимальное по затратам вложение в молочное оборудование. Доильная установка легко монтируется в большинстве уже существующих помещений, может быть использована для реконструкции старых доильных залов. Все компоненты хорошо защищены от влаги и грязи благодаря конструктивным особенностям.



Рис.2.22. Установка для доения овец и коз в доильном зале

В Германии и Дании выпускаются также карусельные доильные установки, позволяющие двум дояркам выдаивать до 500 животных в час.

2.5. Электронные системы управления стадом

Все крупные зарубежные фирмы по выпуску доильного оборудования разработали собственные электронные системы управления доением и стадом. В качестве примера можно указать на одну из таких систем — разработку компании SAEAfimilk (Израиль). Она является самой полной из представленных на мировом рынке программ по управлению молочной фермой и стадом. Ее уникальность заключается в том, что она помогает пользователям принимать аргументированные решения на основе обширной базы данных, получаемых автоматически в режиме реального времени от модулей системы и других источников информации о животных и событиях.

DeLavalAIPro™ (Швеция) является практическим воплощением интеграции современных технологий беспроводной передачи дан-

ных, программного обеспечения и технологии машинного доения, основанной на последних научных и практических исследованиях.

Весьма совершенную систему под маркой DairyPlan выпускает фирма Westfalia (Германия) (рис.2.23).



Рис.2.23.Связи компонентов электронной системы DairyPlan

Последние две фирмы специально для стран СНГ разработали также электронные системы для *ферм с привязным содержанием коров*.

Электронная система доильного зала определяет функции, которые будет обеспечивать оборудование помимо операции доения. Принципиально можно рассматривать два типа электронных систем:

- система обеспечения управления процессами доильного поста;
- система передачи данных в компьютерную программу управления стадом.

При этом вторая система является надстройкой над первой.

Ежедневные данные по удоям, являются одним из ключевых факторов эффективного управления фермой, которые позволяют:

- осуществить раннюю диагностику возможных проблем со здоровьем;
- построить наглядную кривую лактации;
- оценить и рассчитать рацион кормления;
- определить сроки охоты, осеменения, проверки на стельность, отела, запуска;
- оценить надои от каждой коровы за длительный период времени, чтобы планировать мероприятия по разведению и выбраковке; осуществить мероприятия по организации труда и планированию всей хозяйственной деятельности.

Двусторонний обмен информацией между доильным аппара-

том и компьютерной программой позволяет своевременно отслеживать и принимать правильные решения по всем технологическим операциям на фермах, с привязным содержанием животных.

Система учета молока, управления доением и автоматического отключения доильных аппаратов обычно выполняет следующие функции:

- электронная пульсация с функцией изменения режима в соответствии с интенсивностью молокоотдачи животного;
- функция стимуляции при низкой интенсивности молокоотдачи в начале доения;
- измерение и индикация надоя и скорости молокоотдачи на основе работы инфракрасного датчика потока;
- опция измерения электропроводности молока;
- автоматическое отключение доильного аппарата по окончании доения;
- управление доильным постом при помощи одной кнопки.

Система идентификации, учета двигательной активности животных и автоматической передачи данных молочной продуктивности в компьютер выполняет функции:

- идентификации животных в доильном зале при помощи инфракрасных электронных меток;
- передачи данных посредством инфракрасных антенн на каждом доильном месте;
- регистрации прихода животных в охоту, базирующейся на фиксировании активности в соответствии с двухчасовыми интервалами времени;
- передачи в компьютер данных о продуктивности, скорости молокоотдачи электропроводности молока и времени доения, записи и обработки этих данных в программе управления стадом;
- интерактивной связи с компьютером при помощи информационного терминала, расположенного в доильной яме;
- доски сообщений в доильном зале, на которую выводится информация о всех случаях сбоя доения.

К дополнительному оборудованию, которым может быть оснащен доильный зал, в первую очередь, относятся селекционные ворота, взвешивающие устройства, система раздачи концентрированных кормов (в доильном зале или в стойловом помещении), станции выпойки телят и прочие устройства, интегрированные с компьютерной программой управления стадом. Задача таких устройств - автоматизировать зоотехническую и ветеринарную работу с животными.

Система может регистрировать различные показатели состояния молочного стада. Она формирует отчеты, графики и рабочие списки для понимания точной картины происходящего в молочном стаде в любой заданный момент, накапливает сведения об истории лактации коров, выбраковках, потомстве и быках-производителях. Это позволяет проводить точный анализ данных, а также составлять прогноз на будущее и планировать стадо. Отдельные компоненты системы предоставляют средства для осуществления повседневной деятельности и принятия решений на молочной ферме параллельно с тщательным анализом производительности стада и фермы за определенное время.

Электронная система управления стадом - это автоматизированная система, собирающая данные о каждом животном, формирующая базу данных и выдающая отчеты по запросам специалистов. Система состоит из датчиков, собирающих данные о каждом животном в доильном зале и посылающих информацию в программу, установленную на компьютере. Она регистрирует собранную информацию о каждом животном в базе данных, анализирует ее и выдает отчеты согласно запросам специалистов фермы. Система включает несколько основных компонентов.

Молокомер для точного измерения удоя многофункциональный, простой в использовании, позволяет руководителю фермы полностью контролировать процесс доения, оснащен системой управления, обеспечивающей сбор необходимых данных и отображающей показатели, требующиеся специалисту доильного зала.

Электронный датчик-шагомер, прикрепленный к ноге коровы. Служит для идентификации животного и измерения его двигательной активности. Эти данные лежат в основе эффективного обнаружения животных в охоте

Прибор, управляющий работой системы идентификации животных. Высокая точность идентификации в каждом стойле гарантируют достоверность собранных системой данных.

Прибор, анализирующий состав и качество молока каждой коровы в режиме реального времени, т. е. в доильном зале во время дойки. Аппарат устанавливается на каждом доильном месте между молокомером и молокопроводом.

Автоматическая система взвешивания коров в движении. Это модуль системы, который автоматически определяет вес коровы и хранит его в базе данных. Система состоит из одной или нескольких платформ для взвешивания, установленных по пути следования коров в доильный зал или из него. Каждая корова, проходя по платформе для

взвешивания, автоматически идентифицируется и взвешивается. Эти данные, загруженные в индивидуальную базу данных коровы, представляются в виде отчетов, основанных на весе тела, что очень важно для успешного управления молочной фермой.

Компьютеризированная система управления сортировочными воротами, предназначенная для регулирования направления движения коров. Точный отбор и сортировка коров системой производится автоматически.

Контроллер системы промывки, представляет собой программируемое устройство для управления системами промывки и дезинфекции оборудования доильного зала. Совместим с большинством существующих систем и технологий, включающих промежуточную емкость для моющего раствора или без нее.

2.6. Доильные роботы

Автоматические системы привлекли внимание производителей доильного оборудования в конце 80-х годов. Однако разработка принципиальной концепции доильных роботов осложнялась прежде всего тем, что в отличие от роботов промышленных, имеющих дело с неодушевленными объектами, данные должны взаимодействовать с живыми организмами, которым присуща изменчивость. Успех пришел только после создания достаточно чувствительных сенсоров, анализаторов и соответствующего программного обеспечения для компьютера – интегральной части автоматической доильной системы. Помимо собственно доения, роботы должны были взять на себя еще целый ряд операций, выполняемых ранее операторами и работниками различных лабораторий. Автоматические доильные системы, или доильные роботы, впервые появились в Нидерландах в 1992 г.

Значительная трудоемкость процесса доения, неуклонно повышающиеся требования к качеству молока и высокая оплата труда наемных работников стимулировали инвестирование в производство высокотехнологичного и наукоемкого оборудования для молочных ферм в этой стране. Роботы были призваны примерно вдвое сократить время работы фермеров, предоставив им возможность получать дополнительный заработок за пределами собственного хозяйства.

Первой компанией, начавшей промышленное производство доильных роботов, была голландская LelyNY. Сейчас их производят по лицензии Lely фирмы Fullwood и Bou-Matic. А компании AMC Li-

berty, DeLaval, GaskonMelot, Мeko, Prolion, SAC и Westfalia выпускают системы автоматического доения по собственным технологиям. Фирма Lely и сейчас остается мировым лидером по производству доильных роботов. В самой Голландии каждая четвертая доильная установка, покупаемая фермерами, - автоматическая. В последние годы в мире использовалось 1500 доильных роботов, большая их часть - в Европе, а в Азии практически все они сосредоточены в Японии. Сегодняшние системы автоматического доения различаются в основном по числу одновременно обслуживаемых коров. Главные части робота – это «рука», способная совершать трехмерные движения, система очистки сосков и вымени при помощи щеток и мощного раствора, устройство для надевания и снятия доильных стаканов, контрольные и сенсорные приборы, весы (для автоматического взвешивания коров, молока и концентратов), компьютер, интерфейс, программное обеспечение, система контроля качества молока (определяет его цвет, электропроводность, температуру, кислотность, скорость молокоотдачи, объем и т.п. по отдельным долям вымени, что позволяет отбраковывать молоко нежелательного качества), система идентификации животных. Для обнаружения сосков, обработки вымени, надевания и снятия доильных стаканов используются лазерные, оптические, ультразвуковые или комбинированные системы. Некоторые фирмы выпускают системы контроля качества молока, определяющие и число соматических клеток (например, робот Astronaut A3 фирмы Lely).

Все автоматические доильные системы можно условно разделить на три группы: один доильный бокс с одним роботом и одной «рукой» (рис.2.24); роботизированная система, состоящая из нескольких доильных боксов, обслуживаемых одним роботом с одной «рукой»; система, оснащенная двумя-тремя роботами, каждый из которых обслуживает несколько доильных боксов.

Сейчас ряд фирм ведет разработки роботов, способных функционировать на доильных установках типа «Карусель».

Доильные роботы действуют 24 часа в сутки, из которых 21 час отводится на процесс доения, а 3 часа необходимы для двух циклов мойки и очистки лазерного сенсора. Один робот способен обслуживать 50-70 коров.

По мнению немецких специалистов, к 2025 г. роботы будут доминировать на фермах с поголовьем от 50 до 250 коров.



Рис. 2.24. Доильный робот

Главное преимущество роботов - сокращение расходов на оплату труда примерно на 2/3 по сравнению с использованием «Елочки», что для фермеров европейских стран при дороговизне рабочей силы имеет большое значение.

Внедрение автоматических доильных установок на небольших фермах с традиционным двукратным доением, по данным голландских специалистов, повышает надой молока до 15% за счет увеличения числа доений при свободном доступе коров к доильной установке, что в свою очередь способствует сравнительно быстрой окупаемости затрат на нее. Однако само по себе автоматическое доение не повышает надой по сравнению с обычным трехразовым доением. Исследования, проведенные в Швейцарии, показали, что по степени выдаивания молока из вымени достоверных различий между автоматической системой и традиционной «Елочкой» не установлено.

Важный плюс роботов – практически новая технология «добровольного» доения, которая дает животному право выбора времени и частоты посещения доильного бокса.

Наряду с очевидным преимуществом автоматических доильных систем в процессе их эксплуатации обнаружен ряд проблемных моментов.

Прежде всего - это высокая их стоимость. В Европе цена робота, способного доить 50-70 коров, по разным источникам, колеблется от 80 до 170 тыс. евро, в США - 150-170 тыс. долл. В то же время традиционная «Елочка» стоит на 50-70% дешевле. Правда, цена роботов

постоянно снижается.

Еще одна важная проблема при внедрении роботов – особый подход к дойному стаду. Прежде всего, необходима тщательная выбраковка коров по параметрам вымени в целом и сосков в частности. Выбраковывать при этом приходится от 5 до 10% поголовья. Затем нужно приучить коров к доильной установке. На это уходит от двух недель до одного-двух месяцев, в течение которых существенно падает молочная продуктивность. Некоторых особей приучить так и не удастся.

Оборудование, необходимое для нормальной работы системы добровольного доения, приведено на рис. 2.25. Видно, что кроме самой станции доения необходим ряд устройств, присущих любой доильной установке. Отвод 4 нужен для сбора в отдельную емкость молока от больных коров. Компрессор 8 обеспечивает сжатым воздухом пневмоцилиндры манипулятора, а также используется для продувки воздухом доильных стаканов после их падения и мойки.

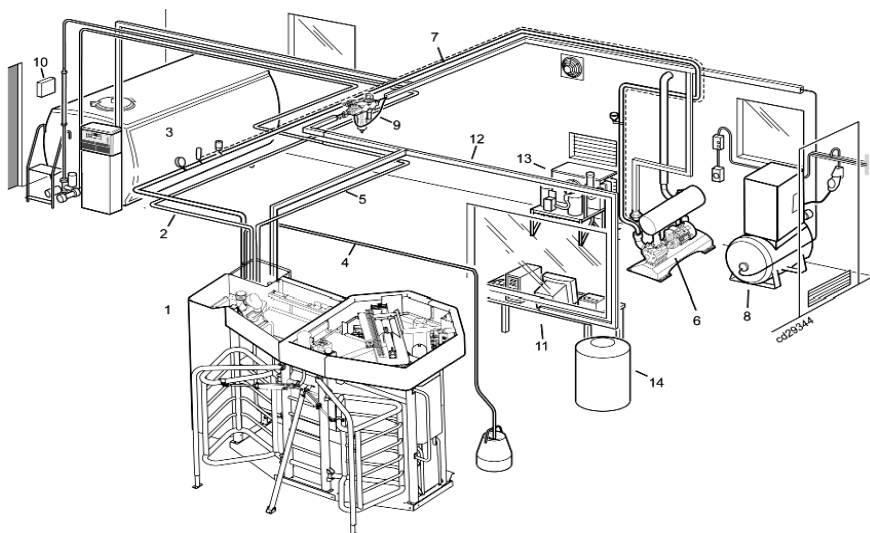


Рис. 2.25. Схема размещения оборудования доильного робота:

1 - доильная станция (MS), 2 - линия подачи молока, 3 - цистерна для хранения молока, 4 - линия отводов, 5 - обратная линия, 6 - вакуумный насос, 7 - вакуумная линия, 8 - компрессор, 9 - узел воздушного фильтра, 10 - контроллер доильного места, 11 - компьютер, 12 - кабелепровод, 13 - компрессорно-конденсаторная установка, 14 - водонагреватель

Роботы идеально подходят для небольших ферм, каких много в Европе. Но отечественное молочное животноводство развивается, скорее, по американскому пути. Так сложилось, что в нашей стране выживают мегакомплексы, поэтому будущее за доильными залами. Роботы в ближайшей перспективе останутся лишь узким сегментом на российском рынке. Их приобретение имеет смысл для фермерских хозяйств, где содержится от 50 до 200 коров, но они, к сожалению, не имеют финансовой возможности приобретать такое дорогое оборудование. И все же роботы-дояры нужны, чтобы поднять планку отечественного животноводства на более высокий уровень, ведь фермеры должны иметь перед глазами разные примеры организации работы.

2.7 Технологический расчет процесса доения

Стационарные доильные установки подразделяются, как уже указывалось, на установки для доения коров в переносные ведра и в молокопровод при привязном содержании животных (линейные доильные установки) и для доения в молокопровод в доильных залах при беспривязном содержании животных. В связи с этим методики расчетов процессов доения могут несколько различаться.

Производительность линии доения Q_l , коров в час

$$Q_l = \frac{m_{д.к}}{T}$$

где $m_{д.к}$ - число дойных коров на ферме.

T - время доения ($T = 1,5 \dots 2$ ч)

Число доильных установок

$$n_{д} = \frac{Q_l}{Q_{д.у}}$$

где $Q_{д.у}$ - производительность доильной установки, коров в час.

При доении коров в стойлах на доильных установках типа ДАС - 2Б и АДМ - 8А:

$$Q_{д.у} = \frac{60N_{он} \cdot z}{t_{д} + t_p}$$

где $N_{он}$ - число операторов машинного доения; $t_{д}$ - продолжительность доения одного животного, мин; z - число доильных аппаратов, обслуживаемых одним дояром; t_p - затраты времени на выполнение ручных операций, мин (при доении в переносные ведра - 3 мин, в молокопровод - 2...2,5, в доильных залах - 0,5...1 мин).

Число доильных аппаратов, обслуживаемых одним дояром

$$z = \frac{t_d + t_p}{t_p} = \frac{(0,33q + 2,78) + t_p}{t_p}$$

где t_d - время машинного доения, $t_d = 5-7$ мин.

q -разовый удой от одного животного, кг

Число дояров, исходя из допустимой нагрузки по числу обслуживаемого поголовья.

$$Non = \frac{m_{d,y}}{m_d},$$

где $m_{d,y}$ - число коров, обслуживаемых на доильной установке (из технических характеристик); m_d - число коров, обслуживаемых одним дояром (при доении в молокопровод - 50, при доении в переносные ведра - 30).

Средняя продолжительность доения одной коровы в зависимости от ее продуктивности, мин

$$t_d = 0,33q + 2,78 ;$$

$$q = \frac{M}{305\varphi},$$

где M - продуктивность коровы за лактацию, кг;

305 - продолжительность дней лактации;

φ - кратность доения в сутки.

Подставляя полученные данные в формулу для определения производительности линии доения, определяют фактическую производительность доильной установки с учетом продуктивности животных.

При беспривязном содержании используют автоматизированные доильные установки типа «Тандем», «Елочка», «Карусель. Для подбора числа скотомест для данного типа установок, в зависимости от численности поголовья и продуктивности животных, производителям оборудования пользуются специальными таблицами (см. для примера табл. 2.6). Это существенно упрощает процедуру выбора. К примеру, имеем молочную ферму на 500 коров, из них дойных-418. В этом случае при продуктивности животных от 5000 до 7000 кг в год необходима доильная установка “Ёлочка” с $2*10=20$ доильными местами.

Продолжение табл. 2.6.

| Елочка 2*16 | | 32 | | Елочка 2*18 | | 36 | | Елочка 2*20 | | 40 | | Елочка 2*22 | | 44 | | Елочка 2*24 | | 48 | |
|-------------|------|------|------|-------------|------|------|------|-------------|------|------|------|-------------|------|------|------|-------------|------|------|------|
| б часов | | | | б часов | | | | б часов | | | | б часов | | | | б часов | | | |
| 5000 | 6000 | 7000 | 5000 | 6000 | 7000 | 5000 | 6000 | 7000 | 5000 | 6000 | 7000 | 5000 | 6000 | 7000 | 5000 | 6000 | 7000 | 5000 | 6000 |
| 4,5 | 4,3 | 4 | 4,5 | 4,3 | 4 | 4,5 | 4,3 | 4 | 4,5 | 4,3 | 4 | 4,5 | 4,3 | 4 | 4,5 | 4,3 | 4 | | |
| 1,7 | 1,8 | 2,0 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,3 | 1,3 | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | | |
| 2,3 | 2,4 | 2,6 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 1,9 | 1,9 | 2,1 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | | |
| 2,9 | 3,0 | 3,3 | 2,6 | 2,7 | 2,9 | 2,3 | 2,4 | 2,6 | 2,1 | 2,2 | 2,4 | 1,9 | 2,0 | 2,2 | 1,9 | 2,0 | 2,2 | | |
| 3,5 | 3,6 | 3,9 | 3,1 | 3,2 | 3,5 | 2,8 | 2,9 | 3,1 | 2,5 | 2,6 | 2,8 | 2,3 | 2,4 | 2,6 | 2,3 | 2,4 | 2,6 | | |
| 4,1 | 4,3 | 4,6 | 3,6 | 3,8 | 4,1 | 3,2 | 3,4 | 3,7 | 3,0 | 3,1 | 3,3 | 2,7 | 2,8 | 3,0 | 2,7 | 2,8 | 3,0 | | |
| 4,6 | 4,9 | 5,2 | 4,1 | 4,3 | 4,6 | 3,7 | 3,9 | 4,2 | 3,4 | 3,5 | 3,8 | 3,1 | 3,2 | 3,5 | 3,1 | 3,2 | 3,5 | | |
| 5,2 | 5,5 | 5,9 | 4,6 | 4,9 | 5,2 | 4,2 | 4,4 | 4,7 | 3,8 | 4,0 | 4,3 | 3,5 | 3,6 | 3,9 | 3,5 | 3,6 | 3,9 | | |
| 5,8 | 6,1 | 6,5 | 5,2 | 5,4 | 5,8 | 4,6 | 4,9 | 5,2 | 4,2 | 4,4 | 4,7 | 3,9 | 4,0 | 4,4 | 4,2 | 4,3 | 4,7 | | |
| 6,4 | 6,7 | 7,2 | 5,7 | 5,9 | 6,4 | 5,1 | 5,3 | 5,7 | 4,6 | 4,9 | 5,2 | 4,3 | 4,5 | 4,8 | 4,3 | 4,5 | 4,8 | | |
| 7,0 | 7,3 | 7,8 | 6,2 | 6,5 | 7,0 | 5,6 | 5,8 | 6,3 | 5,1 | 5,3 | 5,7 | 4,6 | 4,9 | 5,2 | 4,6 | 4,9 | 5,2 | | |
| 7,5 | 7,9 | 8,5 | 6,7 | 7,0 | 7,5 | 6,0 | 6,3 | 6,8 | 5,5 | 5,7 | 6,2 | 5,0 | 5,3 | 5,7 | 5,0 | 5,3 | 5,7 | | |
| 8,1 | 8,5 | 9,1 | 7,2 | 7,6 | 8,1 | 6,5 | 6,8 | 7,3 | 5,9 | 6,2 | 6,6 | 5,4 | 5,7 | 6,1 | 5,4 | 5,7 | 6,1 | | |
| 8,7 | 9,1 | 9,8 | 7,7 | 8,1 | 8,7 | 7,0 | 7,3 | 7,8 | 6,3 | 6,6 | 7,1 | 5,8 | 6,1 | 6,5 | 6,3 | 6,6 | 7,0 | | |
| 9,3 | 9,7 | 10,4 | 8,3 | 8,6 | 9,3 | 7,4 | 7,8 | 8,4 | 6,8 | 7,1 | 7,6 | 6,2 | 6,5 | 7,0 | 6,2 | 6,5 | 7,0 | | |
| 9,9 | 10,3 | 11,1 | 8,8 | 9,2 | 9,9 | 7,9 | 8,3 | 8,9 | 7,2 | 7,5 | 8,1 | 6,6 | 6,9 | 7,4 | 6,6 | 6,9 | 7,4 | | |
| 10,4 | 10,9 | 11,8 | 9,3 | 9,7 | 10,4 | 8,4 | 8,7 | 9,4 | 7,6 | 7,9 | 8,5 | 7,0 | 7,3 | 7,8 | 7,0 | 7,3 | 7,8 | | |
| 11,0 | 11,5 | 12,4 | 9,8 | 10,3 | 11,0 | 8,8 | 9,2 | 9,9 | 8,0 | 8,4 | 9,0 | 7,4 | 7,7 | 8,3 | 7,4 | 7,7 | 8,3 | | |
| 11,6 | 12,1 | 13,1 | 10,3 | 10,8 | 11,6 | 9,3 | 9,7 | 10,4 | 8,4 | 8,8 | 9,5 | 7,7 | 8,1 | 8,7 | 7,7 | 8,1 | 8,7 | | |

3. Механизация первичной обработки и переработки молока

3.1. Общие сведения

Питательные вещества молока находятся в легкоусвояемой форме, поэтому само молоко и продукты из него обладают высокой пищевой ценностью.

Молоко представляет собой скоропортящийся продукт. Оно является весьма благоприятной средой для развития различных микроорганизмов. Поэтому качество молока и молочных продуктов во многом зависит от своевременности обработки и переработки полученного молока. Бактерицидными свойствами обладает только свежесвыдоенное молоко благодаря присутствию в нем *лактенинов*, представляющих собой иммунные тела. Установлено, что лактенины находятся в молоке в активном состоянии в пределах 2 часов после выдаивания. Следовательно, обрабатывать молоко необходимо сразу же после доения.

Первичная обработка молока применяется в целях сохранения молока в свежем виде в период доставки потребителям или на молочные заводы и состоит обычно из следующих операций:

-*учет*-измерение количества надоенного молока;

-*очистка*- процесс освобождения молока от механических примесей и микроорганизмов, при этом *фильтрованием* можно удалить лишь механические примеси, а более тонкой *центробежной очисткой*- и крупные микроорганизмы;

-*охлаждение*-процесс снижения температуры молока до уровня, при котором приостанавливается развитие в нем микроорганизмов и окислительных процессов;

-*пастеризация*-процесс термической обработки молока с температурой, не превышающей 100°C, с целью уничтожения любых патогенных микроорганизмов и тем самым снижения их количества до безопасного для человека уровня. Пастеризация проводится при поставке молока с фермы непосредственно в торговую сеть или при возникновении на ферме эпизоотий.

Технологическую линию первичной обработки молока выбирают на основе схем (рис. 3.1. - 3.3).

Показанные схемы являются лишь примерами аппаратурного оформления первичной обработки молока. В действительности число вариантов обработки молока может весьма велико. В частности, очистительно-охладительный агрегат может быть успешно применен и

при доении в молокопровод. Любая из этих схем может быть дополнена пастеризатором и т. д.



Рис. 3.1. Доение в ведро, очистка и охлаждение молока в резервуар-охладителе: 1 – тележка для перевозки фляг; 2 – фляга; 3 – платформенные рычажные весы; 4 – молочные насосы; 5 – резервуар-охладитель (молочный танк); 6 – автоцистерна

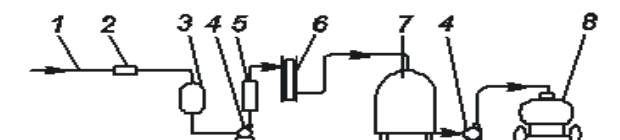


Рис. 3.2. Доение в молокопровод, очистка молока в магистральном фильтре и охлаждение в пластинчатом охладителе: 1 – вакууммированный молокопровод; 2 – групповой счетчик молока; 3 – воздухоразделитель; 4 – молочные насосы; 5 – магистральный фильтр; 6 – пластинчатый охладитель; 7 – резервуар-охладитель; 8 – автоцистерна



Рис. 3.3. Доение в ведро, очистка и охлаждение молока в очистительно-охладительном агрегате: 1 – тележка для перевозки фляг; 2 – фляга; 3 – платформенные рычажные весы; 4 – молочные насосы; 5 – очистительно-охладительный агрегат; 6 – резервуар-охладитель; 7 – автоцистерна

Очистка является составной частью технологического процесса первичной обработки молока. Наиболее распространенный способ очистки - это фильтрация. В качестве фильтров используют вату, марлю, фланель, металлическую сетку и синтетические материалы. Фильтры производят в виде тонких дисков с гладкой или «вафельной» поверхностью. Они хорошо очищают не более 40 л молока, после чего требуют замены новыми. Ватные фильтры медленно пропускают молоко, вследствие чего увеличиваются затраты времени на его очистку.

На фермах и комплексах как фильтрующий материал широко применяют марлю. Но фильтры из нее быстро изнашиваются, загрязняются и не обеспечивают высокой степени очистки молока.

В производственных условиях предпочтительными являются фильтры из лавсана. Они обеспечивают необходимую скорость фильтрации и значительно превышают марлю по качеству очистки молока. На современных доильных установках молоко очищают поточно в очистителе, смонтированном непосредственно на молокопроводе. Фильтрация молока, даже с использованием самых совершенных фильтрующих материалов, не обеспечивает полной очистки молока от механических примесей, поскольку происходит размывание отфильтрованных остатков потоком молока до мелких частиц, которые проходят через поры фильтра в молоко.

Более совершенными для очистки молока от механических примесей являются центробежные молокоочистители, которые широко применяют в молочной промышленности, а в последнее время и на крупных молочных фермах и комплексах.

Под действием центробежной силы молоко очищается не только от механических частиц, но и от слизи, сгустков, эпителия и элементов, которые появляются в молоке при заболевании вымени. Примеси откладываются в грязевом пространстве очистителя и периодически удаляются. Одновременно с очисткой от механических примесей при данном способе снижается бактериальная обсемененность молока. Наиболее легко исчезают спорообразующие организмы, которые погибают при пастеризации.

При очистке холодного молока, которое имеет повышенную вязкость, скорость отделения взвешенных частиц уменьшается и качество очистки ухудшается. При высокой температуре (80-85 °С) скорость отделения частиц повышается, но качество очистки не улучшается вследствие того, что часть загрязнений в горячем молоке растворяется и не может быть выделена под действием центробежной силы. Оптимальной температурой молока при центробежной очистке принято считать 35-45 °С.

Переработка молока непосредственно на ферме чаще всего представлена получением питьевого молока или сепарированием сырого молока на сливки и обрат.

И лишь в отдельных случаях сильные в экономическом отношении хозяйства организуют глубокую переработку молока с получением кисломолочных продуктов, масла и сыра. В этом случае можно

надеяться на получение максимальной прибыли от молочного животноводства.

3.2. Технологические свойства молока

Молоко представляет собой дисперсную смесь, включающую дисперсную (в виде жировых шариков) и дисперсионную (в виде растворов сывороточных и казеиновых белков) фазы. Размер жировых шариков составляет 0,1...10 мкм. Количество их в 1 мл молока составляет от 1,5 до 3 млрд. Состав молока приведен в таблице 3.1.

Табл. 3.1. Состав коровьего молока

| Составляющая молока | Вода | Молочный жир | Белки | Углеводы | Минеральные вещества | Витамины |
|---------------------|---------|--------------|-----------|-----------|--------------------------------|---------------|
| Содержание, % | 86...89 | 2,8...5,0 | 2,9...4,0 | 4,5...5,2 | $(0,58...0,63) \times 10^{-3}$ | 0,033...0,038 |

Углеводы молока представлены в первую очередь лактозой (молочным сахаром), обуславливающей наряду с другими компонентами его пищевую ценность.

Минеральные вещества молока включают как макро-, так и микроэлементы. Они, кроме пищевой ценности, стабилизируют коллоидное состояние белков.

В молоке присутствуют практически все жир- и водорастворимые *витамины*. Однако их содержание все-таки недостаточно для удовлетворения потребностей человека, т.е. поддержания необходимого обмена веществ в человеческом организме.

К основным *технологическим свойствам* молока относят физико-механические свойства, содержание жира, кислотность, микробиологические и органолептические показатели, чистоту и ряд других.

Основные физико-механические свойства молока, играющие важную роль при его переработке, представлены в таблице 3.2. Здесь же для сравнения приведены аналогичные данные по воде.

Кислотность молока является одним из главных показателей его качества и обуславливается наличием в свежесвыдоенном молоке кислых солей белков и углекислоты. По мере хранения кислотность молока повышается вследствие развития молочнокислых бактерий, сбраживающих молочный сахар. В молочном деле кислотность выражают обычно в градусах Тернера ($^{\circ}T$), под которыми понимают количество миллилитров 0,1 нормального раствора едкого натра, необходимого для нейтрализации 100 мл молока или молочного

продукта. Очевидно, что между рН и ^{0}T существует связь. Например, $16^{0}T$ соответствует значению рН 6,73.

Табл. 3.2. Основные показатели физико-механических свойств молока и воды при $20^{0}C$

| Показатель | Единица измерения | Молоко | Вода |
|-------------------------|----------------------|----------------|-------|
| Плотность | кг/м ³ | 1027...1032 | 998,2 |
| Вязкость | Па·с10 ⁻³ | 1,3...2,2 | 1,004 |
| Удельная теплоемкость | кДж/кг·град | 3,85...3,393 | 4,19 |
| Температура кипения | ^{0}C | 100,3 | 100 |
| Температура заморозания | ^{0}C | -(0,53...0,57) | 0 |
| Кислотность | рН | 6,55...6,75 | 7 |

Микробиологические свойства молока определяются содержащимися в нем веществами, являющимися питательной средой для микроорганизмов. Бактерии попадают в молоко с первыми струйками из соскового канала, поверхности вымени животного, молокопровода, с посуды для сбора молока.

При хранении молока количество бактерий постоянно возрастает, кислотность повышается и качество молока ухудшается.

Поскольку молоко представляет собой хорошую среду для размножения микроорганизмов, то оно нестойко при хранении. В связи с этим основная цель сохранения молока состоит в том, чтобы уничтожить микроорганизмы или остановить их размножение, сохраняя при этом все полезные свойства молока.

К органолептическим свойствам относят в первую очередь вкус и запах, которые должны быть свойственны молоку. Допускается слабо выраженный запах кормов в зимне-весенний период.

Степень чистоты характеризует загрязненность молока механическими примесями. Определяется фильтрованием и сравнением цвета фильтра с эталоном.

Оценку качества молока проводят на молокоперерабатывающих предприятиях при приемке. Органолептические свойства, температуру, плотность, чистоту, кислотность и массовую долю жира определяют

ют ежедневно в каждой партии молока. Массовую долю белка, бактериальную обсемененность определяют не реже одного раза в декаду.

На основе анализов молоко относят к тому или иному сорту в соответствии с ГОСТ Р 52054-2003 “Молоко коровье сырое. Технические условия”. Например, молоко первого сорта должно иметь кислотность не выше 16...18 °Т; степень чистоты по эталону - 1-я группа; плотность, не менее 1027кг/м³; температуру замерзания, не выше минус 0,520°С.

3.3. Тепловые процессы при обработке молока

3.3.1. Охлаждение молока

Развитие большинства микроорганизмов резко замедляется при охлаждении молока ниже 10°С и почти полностью приостанавливается при температуре (2÷4)°С. По этой причине Федеральный закон № 163-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию» устанавливает, что хранение сырого молока допускается при температуре (4±2) °С не более чем 36 часов с учетом времени перевозки. Для детского питания срок хранения не должен превышать 24 часов.

Эффективность охлаждения высока для свежевыдоенного молока: бактерицидную фазу можно продлить с 2...3 часов до суток, применяя температуру 3...5 °С.

Охлаждению подвергают молоко сразу после дойки и в процессе хранения, а также после проведения пастеризации.

На сохранение качественных показателей молока большое влияние оказывает скорость охлаждения – чем быстрее охлаждается молоко, тем лучше. Одним из перспективных путей сокращения времени на охлаждение является проведение его в две стадии: на первой выполняется предварительное охлаждение молока, а на второй – окончательное охлаждение и хранение. Для предварительного охлаждения используют пластинчатые проточные охладители, характеризующиеся высокой эффективностью. Окончательное охлаждение молока с его последующим хранением выполняют в танках-охладителях. Оборудование для этой технологической операции выпускают все ведущие производители холодильной техники.

Для охлаждения молока в потоке чаще всего применяют *пластинчатые аппараты*. Такой аппарат обычно входит в комплектацию доильной установки, но его хладопроизводительности обычно недостаточно для глубокого охлаждения молока. Эффективность охлаждения снижена также в связи с повторно-кратковременной работой молочного насоса доильной установки.

При движении в межпластинчатых каналах молоко обтекает волнистую поверхность пластин, омываемых с обратной стороны охлаждающей жидкостью, (рис.3.4). Пластины выполнены из пищевого алюминия или нержавеющей стали, поэтому хорошо отводят тепло от молока к охлаждающей жидкости (хладоносителю).

Движение хладоносителя и молока в теплообменных аппаратах может быть попутным (прямоток) или встречным (противоток). Использование теплоносителя является более эффективным при противотоке, поэтому теплообменные аппараты выпускают только противоточного типа (см. рис.3.4).

В качестве хладоносителей используют водопроводную и артезианскую воду, рассол. Рассол (раствор соли в воде) может являться носителем отрицательных температур, т.к. растворенная соль снижает точку замерзания раствора по сравнению с чистой водой. Охлаждение рассола проводится в источниках искусственного холода - холодильных машинах.

Для экономии искусственного холода пластинчатые охладители также выполняют в 2...3 секции. В одной - двух секциях молоко предварительно охлаждается водопроводной или артезианской водой, окончательное же охлаждение проводится в рассольной секции до температуры 4 °С.

С помощью пластинчатых охладителей реализуется *технология мгновенного охлаждения молока*.

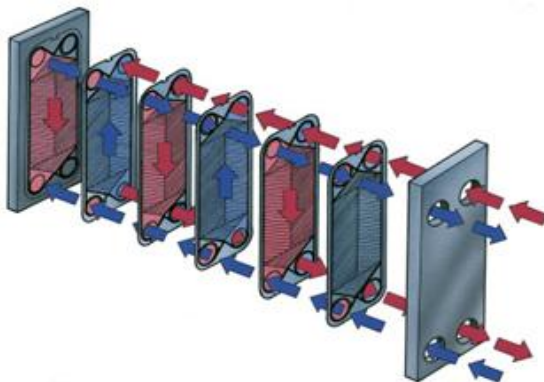


Рис. 3.4. Схема движения молока и хладоносителя в пластинчатом аппарате (противоток)

Мгновенное – это по сравнению с непосредственным охлаждением в молочном танке, время которого составляет от двух до трех часов. При использовании данной технологии охлаждение молока от

температуры +35 до +4°С происходит очень быстро, всего за 8–12 с, в темпе его поступления от вымени коровы. Развитие бактерий полностью приостанавливается, что позволяет эффективнее использовать природную бактерицидную фазу.

Такой результат возможен лишь при охлаждении молока в противоточном теплообменнике с обширной площадью теплообмена. Мгновенный способ охлаждения позволяет подавать молоко в *танк-термос* с температурой +4°С, поэтому можно смешивать молоко от разных доек. Быстро (мгновенно) охлажденное молоко пригодно для изготовления таких продуктов, как йогурт, детское питание, сыр и др. *Танки-термосы* в отличие от танков-охладителей не имеют водяных рубашек, обеспечивающих циркуляцию охлаждающей жидкости. Они имеют только термоизоляция, обеспечивающую хранение в них охлажденного продукта.

В стандартную комплектацию оборудования для мгновенного охлаждения входят приемная емкость с молочным фильтром, комплект насосов, генератор ледяной воды, пластинчатый теплообменник, танк-термос для длительного хранения охлажденного молока и система автоматической промывки.

Но применение данной системы имеет и ряд *недостатков*: из-за плохого качества проточной воды теплообменникам требуется частое техническое обслуживание, замена резиновых прокладок и очистка пластин. Для предотвращения отложения осадка между пластинами, как молоко, так и воду следует фильтровать перед тем, как направлять через пластинчатый охладитель. Для получения максимального эффекта предварительного охлаждения скорость потока воды из магистрали должна быть в 2,5-3 раза выше скорости потока молока. Нагретая в процессе охлаждения молока вода могла бы быть использована при поении животных, промывке оборудования, для бытовых нужд, но практически такое использование имеет ряд сложностей, поэтому, как правило, ее сбрасывают в сливной трап, что приводит к огромному перерасходу.

При выборе *молочного танка-охладителя* необходимо учитывать, что в процессе охлаждения молока должно сохраняться его качество. Для обеспечения полезных свойств молока охладитель молочного танка изготавливают из нержавеющей стали, которая обладает такими свойствами, как устойчивость к воздействию высоких температур, агрессивным моющим средствам, устойчивостью к коррозии. В молочных танках время охлаждения молока до рекомендуемой темпера-

туры + 4 градуса, составляет около 2-3 часов, затем температура молока поддерживается автоматически.

Конструктивное исполнение молочных танков бывает двух типов: открытого и закрытого.

Молочный танк *открытого типа* имеет поднимающийся съемный верх. Для обеспечения равномерного охлаждения молока и предотвращения его замерзания на стенках резервуара, молочный танк открытого типа снабжен мешалкой. Открытые танки, как правило, имеют объем до 3 тонн и предназначены для сбора молока на небольших фермах. Их особенностью является откидываемая крышка. Открытые танки промываются вручную, поэтому их рекомендуется использовать там, где нет квалифицированного персонала, способного эксплуатировать и обслуживать сложные системы управления и автоматы промывки. Ввиду того, что верхняя (подъемная) часть этих танков не имеет термоизоляции, охлажденное молоко в этих танках нагревается быстрее и холодильный агрегат танка чаще включается для поддержания заданной температуры.

Существуют жесткие требования к помещениям, в которых эксплуатируются молочные танки открытого типа: хорошая проветриваемость, температура окружающей среды от 8°C до 35°C, относительная влажность воздуха до 85%.

Современное решение проблемы охлаждения молока возможно при помощи танка-охладителя *закрытого типа*, подобранного индивидуально, с учетом качества выдоенного молока, частоты отгрузки молока, количества и времени доек и т.д. Закрытая конструкция обеспечивает минимальное влияние микрофлоры коровника на молоко. Закрытые танки имеют герметичный корпус с надёжной термоизоляцией и всегда оборудуются системами автоматической промывки. Кроме того, они имеют специальный люк небольшого диаметра, через который при необходимости возможен спуск специалиста для проведения ремонтных мероприятий.

Танки-охладители закрытого типа – наиболее совершенное технологическое оборудование молочных ферм, обеспечивающее глубокое охлаждение молока и его хранение в охлажденном виде в условиях ферм. Танки подразделяются на танки с автономной системой охлаждения и *непосредственным охлаждением (без промежуточного хладоносителя)*. В настоящее время на молочных фермах широкое распространение получили танки-охладители молока с испарителями непосредственного действия.

В испарителях непосредственного действия фреон воздействует на молоко через тонкий металлический лист. Форма танков-охладителей с испарителями непосредственного действия может быть самой разнообразной: круглые вертикальные, круглые горизонтальные, эллиптические горизонтальные и др.

В качестве примера рассмотрим устройство танка непосредственного охлаждения фирмы DeLaval. Он предназначен для сбора, охлаждения и хранения суточного надоя молока на фермах. Состоит из молочной ванны, компрессорно-конденсаторного агрегата с испарителем щелевого типа, мешалки с приводом, электронасоса и панели управления (рис.3.5).

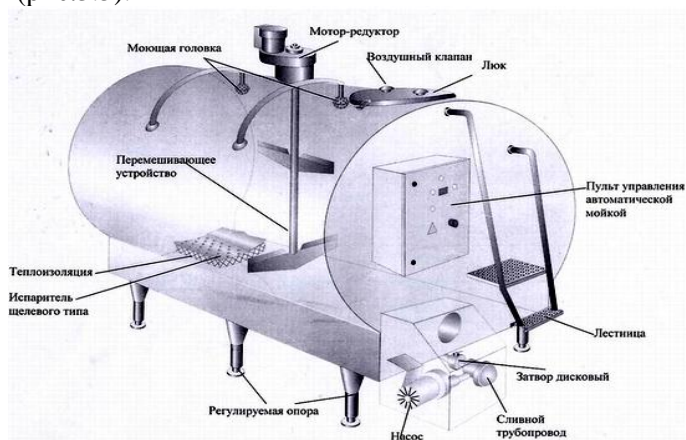


Рис. 3.5. Общее устройство танка-охладителя молока

Холодильно-компрессорный агрегат обеспечивает циркуляцию хладагента, его испарение в нижней полости танка в испарителе и охлаждение молока.

В состав современных молочных танков также входят: электронный индикатор уровня молока; регулятор охлаждения молока; таймер; дозировочный насос для моющих средств; автоматическая мойка; электронасос и др.

Процессы охлаждения и хранения молока, промывки внутренней полости танка полностью автоматизированы. Данное оборудование имеет индивидуальную калибровку, позволяющую определять количество молока с погрешностью 0,05%.

Охладители молока с непосредственным охлаждением выпускают также фирмы «SERAP» (Франция) - марки FIRST SE, «Westfalia» (Германия) - марки KRYOS и Atlas и др.

Современные танки - охладители снабжаются компьютеризиро-

ванными системами индикации температуры, этапов процесса охлаждения, работы мешалки, остановки процесса охлаждения, времени охлаждения, начала и окончания промывки танка, режимов и времени промывки. Система позволяет устанавливать до 20 основных функциональных параметров работы танка.

Популярность систем прямого охлаждения обуславливается относительно простой конструкцией самих танков и типовой технологией их изготовления. Тем не менее, данная конструкция танков-охладителей обладает рядом *недостатков*.

Во всех танках-охладителях с испарителем непосредственного действия, момент начала охлаждения молока при первичном заполнении танка зависит от скорости заполнения танка молоком. Производитель, как правило, рекомендует включать компрессорно-конденсаторный агрегат только после заполнения молоком 10% максимального объема. При таком объеме уровень молока достигает лопаток мешалки танка-охладителя и появляется возможность равномерно перемешивать молоко. Это условие необходимо для того, чтобы молоко не примерзало в местах контакта с поверхностью испарителя.

Так, например, для молочной фермы с дойным поголовьем 200 коров и трехразовым доением, при первичном заполнении танка-охладителя емкостью 5000 л, включить компрессорный агрегат можно будет только после накопления 500 л. Этот отрезок времени составит примерно 30-40 мин., а молоко будет оставаться неохлажденным при температуре 34-35°C.

Ко второму и достаточно серьезному недостатку можно отнести проблему смешивания холодного молока, находящегося уже в танке-охладителе и теплого молока, поступающего от второй и последующих доек. При этом происходит разрушение жировых и белковых клеток у теплого молока.

В некоторых случаях, для понижения температуры поступающего в танк молока, на фермах используют пластинчатые теплообменники. Решая эту проблему, на ферме сталкиваются с новой проблемой. Так для охлаждения 3 т молока потребуется не менее 9 куб. м чистой питьевой воды при температуре 8-12°C, которую, как правило, сразу отправляют в канализацию. И это происходит ежедневно. Качественно промыть пластинчатый теплообменник после каждой дойки тоже не очень просто.

В последнее время предложены системы с аккумуляцией холода и предварительным охлаждением молока в трубчатом теплообменнике.

У танков с *аккумуляцией холода* в нижней части между внутренней и внешней оболочками расположен льдоаккумулятор, на котором происходит намораживание льда (рис. 3.6). Вода, образующаяся при таянии, с температурой $0...1^{\circ}\text{C}$ насосом подается в верхнюю часть танка и через форсунки распыляется на стенки резервуара, где хранится молоко, и, забирая тепло у молока, стекает по внешней стенке внутренней емкости в область нахождения льдогенератора. В льдогенераторе происходит медленное таяние льда и повторное его намораживание, если количество льда достигнет критического минимума. При этом система является полностью замкнутой.

В льдокумуляторе происходит постоянное накопление льда. При охлаждении молока лед плавится. Удельная теплота плавления льда составляет 334 кДж/кг , таким образом для охлаждения 1000 литров молока на 25°C необходимо около 300 кг льда. При охлаждении молока ледяной водой без аккумуляции необходимо $5,5 \text{ м}^3$ воды с начальной температурой $0,5^{\circ}\text{C}$ и температурой на выходе 5°C . Поэтому аккумуляция холода в воде без намораживания льда малоэффективна. При накопленной массе льда любая нагрузка преодолевается меньшим по мощности компрессором. В генераторе ледяной воды после прекращения тепловой нагрузки на поверхности труб снова начинает намораживаться лед – накапливается холод до очередного "пика". В результате оборудование меньшей холодопроизводительности обеспечивает необходимое количество холода, работая с более равномерными нагрузками.

Еще один очень важный положительный момент заключается в том, что накопленный холод можно использовать не только для охлаждения внутренней емкости с молоком, но и для подключения внешнего теплообменника для первичного охлаждения молока (рис. 3.6). При этом молоко, поступая в танк, будет иметь температуру $+(6-8)^{\circ}\text{C}$, что полностью исключит проблему смешивания холодного и теплого молока. Такое охлаждение представляет собой *способ с предварительным охлаждением молока в теплообменнике*.

Благодаря циркуляции ледяной воды в замкнутом контуре, абсолютно отсутствует ее расход, свойственный системам с применением пластинчатых охладителей.

Еще одним неоспоримым преимуществом применения системы предварительного охлаждения является полное исключение смешивание уже охлажденного молока с новым поступающим теплым молоком. Чем больше емкость танка или объем охлаждаемого молока, тем важнее этот фактор.

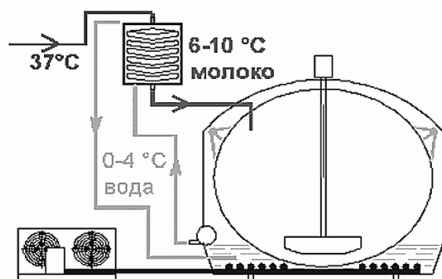


Рис. 3.6. Схема охлаждения молока при использовании устройства аккумуляции холода и предварительного охлаждения молока в трубчатом охладителе компании РАСКО

Представленный ниже график дает наглядное представление о скорости охлаждения молока в зависимости от применяемой системы (рис. 3.7).



Рис. 3.7. Сравнение эффективности различных способов охлаждения молока (данные компании РАСКО)

Первая кривая характеризует охлаждение молока в танках-охладителях с испарителями непосредственного действия. Кривая дана с учетом задержки включения компрессорного агрегата при первичном заполнении танка теплым молоком. Вторая кривая представляет охлаждение в танках-охладителях с аккумулятором льда. Третья кривая характеризует охлаждение в танках-охладителях с аккумулятором льда и подключенным теплообменником для первичного охлаждения молока.

3.3.2. Пастеризация

Советский ученый Г.А. Кук установил, что граничные температурные параметры процесса пастеризации определяются двумя уравнениями и, соответственно, двумя кривыми в координатах время τ - температура t (рис.3.8).

Предельные значения температуры и продолжительности пастеризации, определяющие начало изменения свойств молока, находят из эмпирической формулы (кривая 1)

$$\ln \tau_{\max} = 40.75 - 0.53t_{\max}$$

где τ_{\max} -максимальная продолжительность пастеризации, с;
 t_{\max} -максимальная температура, при которой еще не происходит изменения физико-механических свойств молока, $^{\circ}\text{C}$.

Кривая 2 следует выражению

$$\ln \tau_{\min} = 33,54 - 0.44t_{\min}$$

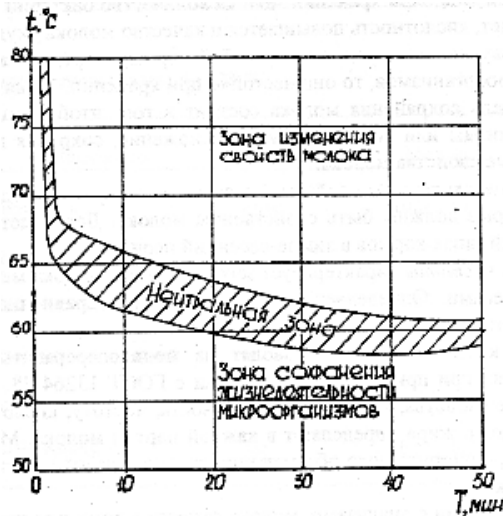


Рис. 3.8. Диаграмма зависимости эффекта пастеризации молока от температуры процесса и длительности теплового воздействия

Между двумя этими граничными кривыми лежит зона тепловой пастеризации молока. Судя по графику, существует множество режимов пастеризации, характерных различными комбинациями температуры и времени воздействия. Однако на практике применяют только три режима пастеризации молока: 1) длительный ($t = 63^{\circ}\text{C}$, $\tau = 30$

мин); 2) кратковременный ($t = 72...76\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau = 15...20\text{ с}$); 3) мгновенный ($t = 85...90\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau \rightarrow 0$).

Пастеризацию проводят в пастеризаторах следующих типов: 1) с вытеснительным барабаном; 2) пластинчатых; 3) с применением инфракрасных лучей.

Паровые пастеризаторы с вытеснительным барабаном довольно громоздки, морально устарели и все реже применяются в фермерских молочных.

Инфракрасные пастеризаторы недавно вышли из лабораторий ученых и не получили пока широкого применения.

В настоящее время пастеризацию молока проводят чаще всего в пластинчатых аппаратах, имеющих такую же конструкцию, как и пластинчатые охладители. Как правило, пластинчатый аппарат имеет несколько шпилек, которые стягивают пакет теплообменных пластин 2 (рис.3.9), расположенных между сжимными плитами 1 и 8. Необходимое давление обеспечивается посредством гаек 4 через упоры 3. Жесткость конструкции придает стяжка 5. Горизонтальное расположение пастеризатора обеспечивается стойкой 6 с регулировочным устройством 7.

Между пластинами наклеиваются резиновые прокладки, предотвращающие, во-первых, течь жидкостей из аппарата и, во - вторых, устанавливают отдельные пути движения молока и горячей воды. С одной стороны каждой теплообменной пластины течет молоко, а с другой - горячая вода. Пластины изготавливаются обычно из нержавеющей стали.

В результате теплообмена молоко нагревается, приобретает температуру пастеризации. Как правило, пластинчатые пастеризаторы работают в режиме мгновенной или кратковременной пастеризации.

Обычно пластинчатые пастеризаторы имеют еще одну или две дополнительные секции пластин - секции рекуперации. В них молоко, поступающее на пастеризацию, подогревается молоком, прошедшим пастеризацию. В результате этого существенно экономится тепло, а следовательно и энергозатраты на этот процесс.

Разделение секции рекуперации на две позволяет сначала подогреть молоко до температуры $45...48\text{ }^{\circ}\text{C}$ в первой секции рекуперации и подавать его с этой температурой в центробежный молокоочиститель, а затем уже нагревать до $66...65\text{ }^{\circ}\text{C}$ во второй секции рекуперации.

Пластины секции пастеризации и секций рекуперации находятся в одном пластинчатом аппарате, сжимаются одними и теми же плитами.

Пастеризация уничтожает до 99,9 процентов микробов, содержащихся в молоке. Если оно повторно не обсеменяется, то по сравнению с сырым может храниться вдвое дольше.

Для полного уничтожения всех видов микрофлоры молока применяют другой вид тепловой обработки - стерилизацию при температуре 140 °С и выше. Однако столь высокие температуры разрушают ряд компонентов молока, поэтому стерилизация на фермах применяется очень редко.

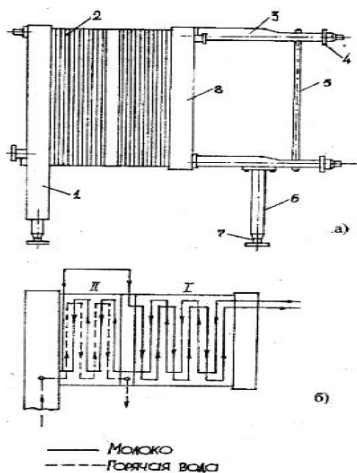


Рис. 3.9. Общий вид (а), схема движения молока и греющей жидкости (б) в пластинчатом пастеризаторе: I - секция рекуперации; II - секция пастеризации

3.3.3 Универсальные установки для обработки молока

Очиститель-охладитель молока ОМ-1А предназначен для центробежной очистки и охлаждения молока в закрытом потоке на молочных фермах и комплексах. Агрегируется с доильными установками, предназначенными для доения коров в переносные ведра, а также имеющими молокопровод.

Основными сборочными единицами очистителя-охладителя молока ОМ - 1А (рис. 3.10) являются сепаратор-молокоочиститель 6, охладитель молока 10, смонтированные на плите и стойке, соединительные шланги – 7, 8. Для охлаждения молока используют воду из артезианской скважины, а чаще из водоохлаждающей установки.

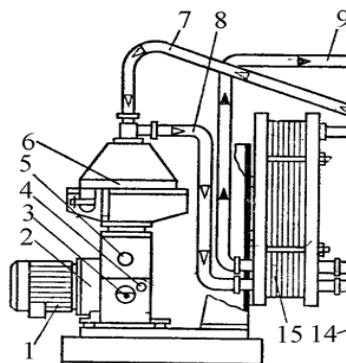


Рис. 3.10. Конструктивно-технологическая схема очистителя-охладителя молока ОМ-1: 1 – электродвигатель; 2 – муфта фрикционно-центробежная; 3 – указатель уровня масла; 4 – кнопка пульсатора; 5 – пробка заливного отверстия; 6 – сепаратор-молокоочиститель; 7,8 – шланги; 9 – трубопровод; 10 – охладитель

Пластинчатый охладитель состоит из набора штампованных пластин из нержавеющей стали, которые изолированы одна относительно другой резиновыми прокладками. Пластины скрепляют двумя боковинками, стянутыми болтами. Каналы для молока и охлаждающей жидкости разделены. При охлаждении холодной водой применяют схему противотока молока и воды.

По числу пластин в рабочем пакете определяют поверхность теплообмена и производительность охладителя, которую подсчитывают с учетом начальной температуры охлаждающей жидкости и молока, находящихся в теплообмене, и требуемой конечной температуры молока.

Охладитель молока, представляющий собой набор теплопередающих пластин, зажатых между упорной и прижимной плитами, обеспечивает быстрое тонкослойное охлаждение воды и начальной ее температуре 7...9 °С. Перепад температур между охлажденным молоком и входящей водой составляет не более двух градусов.

Технологический процесс работы охладителя-очистителя молока ОМ-1А протекает следующим образом. Молоко с температурой не ниже 24 °С из фляги или другой накопительной емкости молочным насосом по шлангу 7 нагнетается в барабан молокоочистителя. Под действием центробежной силы находящиеся в молоке примеси отбрасываются к стенке грязевой камеры и остаются на ней. Очищенное молоко, напорным диском нагнетается в межпластинчатые каналы ох-

ладителя 10и, отдав теплоту встречному потоку охлаждающей воды, поступает в молочный резервуар. Холодная вода из ванны водоохлаждающей установки насосом нагнетается в соседние по отношению к молочным водяные межпластинчатые каналы охладителя. Пройдя навстречу потоку молока и охладив его, она сливается обратно в водоохлаждающую установку.

Молоко охлаждается водой из холодильной установки или артезианской скважины. Охлаждающая вода подается через штуцер, установленный в прижимной плите, движется в направлении, противоположном направлению движения молока, и выходит из охладителя через штуцер упорной плиты.

Табл 3.3.Техническая характеристика ОМ-1А

| | |
|--|--------------|
| Производительность, л/ч | 1020–1060 |
| Частота вращения барабана, с ⁻¹ | 132–139 |
| Число тарелок в барабане | – |
| Температура сепарирования, °С | 24–36 |
| Продолжительность непрерывной работы, ч | 2,5 |
| Установленная мощность, кВт | 1,5 |
| Габаритные размеры, мм | 1210х350х950 |
| Масса, кг | 95 |

Установка пастеризационно-охладительная пластинчатая автоматизированная ОПФ-1 предназначена для центробежной очистки, пастеризации, выдержки и охлаждения молока в закрытом потоке.

Установка ОПФ-1 поставляется в двух модификациях: ОПФ-1-20 – для пастеризации незараженного молока при температуре 74...78 °С с выдержкой 20 с.; ОПФ-1-300 – для пастеризации молока от больных коров при температуре 90...94 °С с выдержкой 300 с.

Установка ОПФ-1 (рис. 3.11) состоит из пластинчатого теплообменного аппарата 1, центробежного молокоочистителя 2, трубчатого выдерживателя 7, молочного насоса 4 и насоса для горячей воды 8, уравнильного бака 5, перепускного электрогидравлического клапана 11 и перепускного клапана 3, систем трубопровода и автоматики.

Пластинчатый теплообменный аппарат снабжен пластинами из нержавеющей стали, которые разбиты на пять секций: *I* – пастеризации, *II* и *III* – регенерации, *IV* – охлаждения холодной (артезианской) водой, *V* – охлаждения ледяной водой или рассолом.

Секции отделены одна от другой специальными промежуточными плитами. На каждой плите выбиты порядковые номера, те же номера указаны на схеме компоновочных пластин. Пластины присоединены к стойке при помощи плит и нажимных устройств. Степень сжатия тепловых секций определяют по табличке со шкалой, установленной на верхней и нижней распорках. Нулевое деление устанавливают по оси болта вертикальной распорки, что соответствует минимальному сжатию аппарата, обеспечивающему герметичность. В секции пастеризации происходит теплообмен между потоками горячей воды и молока, разделенными тонкими пластинами из нержавеющей стали. Между пластинами вода и молоко чередуются в противотоке. Молочный и водяной насосы создают необходимый для движения напор. В плиты ввернуты штуцеры для ввода и вывода молока, холодной и горячей воды.

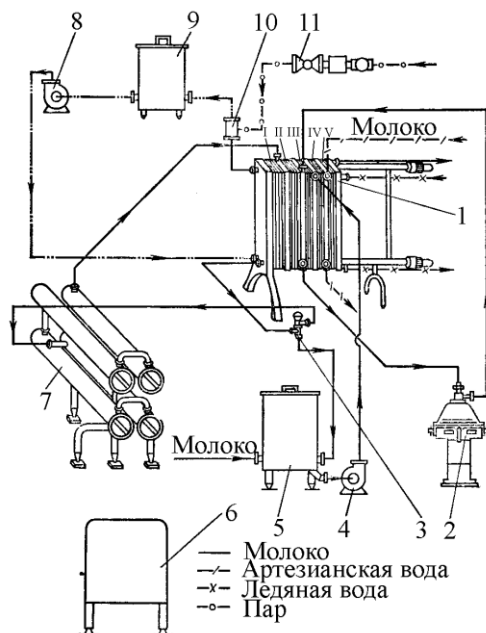


Рис. 3.11. Технологическая схема пастеризационно-охладительной установки ОПФ-1-300: 1 – пластинчатый аппарат, 2 – центробежный молокоочиститель, 3 – перепускной клапан, 4 – насос для молока, 5 – уравнильный бак, 6 – пульт управления, 7 – выдерживатель, 8 – насос для горячей воды, 9 – бойлер, 10 – инжектор, 11 – электрогидравлический клапан, регулирующий подачу пара

Центробежныймолокоочиститель 2 предназначен для удаления из молока механических примесей. Происходит также очистка молока от частиц эпителия, скоплений микроорганизмов.

Перепускной электрогидравлический клапан 11 служит автоматического переключения потока молока на повторный подогрев при снижении температуры пастеризации молока. Он состоит из клапана с гидравлической камерой и электрогидравлического реле.

Уравнительный бак 5 служит для приема молока и равномерного заполнения им насоса 4, подающего молоко в секцию первой рекуперации. Кроме того, он используется для приготовления моющего раствора при циркуляционной промывке.

Бойлер 9 в системе нагрева теплоносителя пастеризованной установки служит для сбора воды, выравнивании ее температуры и отвода излишков. Он состоит из цилиндрического бака со сферической крышкой и перфорированных дисков, закрепленных на переливной трубе. В нижней части бака для подвода и вывода теплоносителя имеются два патрубка с фланцами на концах. Инжектор 10 предназначен для смешивания пара с горячей водой, циркулирующей между бойлером и секцией пастеризационной установки. Он представляет собой корпус, внутри которого установлен смеситель с цилиндрическими соплами и резьбовой штуцер с фланцем для подсоединения инжектора к трубопроводу.

Количество пара, поступающего в смеситель, регулируется автоматически в зависимости от температуры пастеризации молока. Подачу пара в инжектор регулирует электрогидравлический клапан.

Установки работают в автоматическом режиме или на ручном управлении.

Технологический процесс в автоматизированной пластинчатой пастеризационно-охладительной установке (см. рис. 3.11) протекает в следующем порядке. Молоко, требующее обработки, самотеком поступает в уравнительный бак 5, откуда молочным насосом 4 подается во вторую секцию регенерации, где нагревается до 36-38 °С встречным потоком горячего молока (из выдерживателя), которое идет по другой стороне теплообменных пластин, и далее направляется в центробежный молокоочиститель 2. Здесь под действием центробежных сил молоко очищается не только от механических частиц, но и от слизи, сгустков, эпителия и форменных элементов крови, которые появляются в молоке при заболевании вымени. Из очистителя молоко подается в первую секцию регенерации, где дополнительно нагревается встречным потоком горячего молока и направляется в секцию пасте-

ризации для окончательного нагрева до температуры, требуемой по технологии обработки (ОПФ-1-20 – до 76 °С и ОПФ-1-300–до 92 °С). Из секции пастеризации молоко идет к перепускному клапану, который автоматически переключает поток, и оно поступает в уравнильный бак на повторный нагрев, если не нагрелось до требуемой температуры. Нагретое до заданной температуры молоко попадает в выдерживатель, где находится 300 с и возвращается в первую и вторую секции регенерации. В секциях оно предварительно охлаждается встречным потоком холодного молока, идущим из уравнильного бака, и далее подается в четвертую и пятую секции для окончательного охлаждения.

В установках используется вода, охлажденная естественным льдом или с помощью холодильной установки до 2–4 °С, а также артезианская или водопроводная вода такой же температуры. Расход охлаждающей воды 1800...2000 л/ч. Температура охлажденного молока регистрируется на пульте управления, а температура пастеризации – на диаграммной ленте, которая является документом, подтверждающим соблюдение технологического режима процесса обработки.

Установка работает при малом давлении пара (около 0,4 МПа), агрегируется с паровым котлом КВ-300М. За счет высокой степени регенерации тепла и полной автоматизации расход пара незначителен.

Табл. 3.4 Техническая характеристика ОПФ-1

| Показатели | ОПФ-1-20 | ОПФ-1-300 |
|---|----------|-----------|
| Производительность, л/ч | 1000 | 1000 |
| Температура пастеризации, °С | 74...78 | 90...94 |
| Температура охлажденного молока, °С | 8 | 8 |
| Расход пара, кг/ч | 15 | 25 |
| Расход охлаждающей воды, л/ч | 1800 | 2000 |
| Рабочее давление пара, МПа | 0,4 | 0,4 |
| Установленная мощность электродвигателей, кВт | 4,8 | 4,8 |
| Габаритные размеры, мм: | | |
| длина | 3600 | 3600 |
| ширина | 2000 | 2000 |
| высота | 2500 | 2500 |
| Масса, кг | 910 | 910 |

3.3.5. Расчеты пластинчатых аппаратов

Существует много конструкций охладителей и пастеризаторов молока, но все они в настоящее время вытесняются пластинчатыми аппаратами.

Независимо от назначения теплового аппарата (пастеризатор, охладитель, рекуператор) процессы теплообмена между молоком и хладо или теплоносителем осуществляются через разделяющую их твердую стенку (пластину аппарата) и подчиняются одним и тем же закономерностям.

Процесс передачи тепла между молоком и охлаждающей (нагревающей) жидкостью складывается из следующих этапов: 1) теплообмена между молоком и стенкой; 2) передачи тепла через стенку теплопроводностью; 3) теплообмена между стенкой и жидкостью (рис. 3.12).

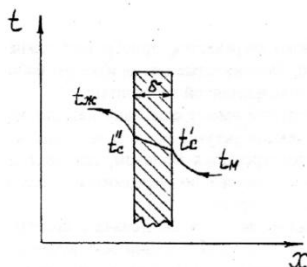


Рис. 3.12. Характер изменения температуры в жидкостях и разделяющей их стенке (в случае нагревания молока)

Молоко и жидкость прокачиваются в теплообменном аппарате насосами, поэтому перенос теплоты между ними и стенкой осуществляется в общем случае одновременным действием теплопроводности и конвекции (переносом самой среды). Однако вблизи теплопередающей стенки течение жидкости затормаживается (эффект прилипания), вследствие этого применим закон теплопроводности. Согласно ему количество теплоты dQ (Вт), переносимое через элементарную поверхность dS , определяется законом Ньютона-Рихмана

$$dQ = k(t_{жс} - t_{м})dS,$$

где $t_{жс}, t_{м}$ - температура молока и греющей (охлаждающей) жидкости, $^{\circ}\text{C}$; k - коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$ (рис. 8.13).

Коэффициент теплопередачи определяется по формуле

$$k = (1/\alpha_{\text{в}} + \delta/\lambda + 1/\alpha_{\text{жс}})^{-1},$$

где $\alpha_m, \alpha_{жс}$ - коэффициенты теплоотдачи молока со стенкой и жидкости со стенкой соответственно, Вт/(м² град); λ - коэффициент теплопроводности стенки, Вт/(м град); δ - толщина стенки, м.

При проектировании новых теплообменных аппаратов искомой величиной является их поверхность нагрева S . Если же последняя задана, то расчетом определяется конечная температура молока.

В уравнении разность $t_m - t_{жс}$ является переменной по длине пластинчатого аппарата. Ее можно заменить среднелогарифмической по длине разностью по формуле Грасгофа

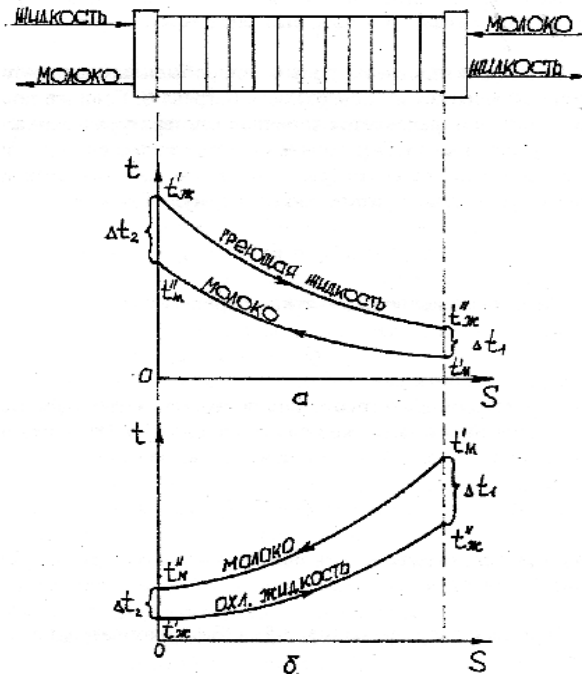


Рис. 3.13. Характер изменения температуры в теплообменном аппарате при противотоке: а) диаграмма нагрева молока; б) диаграмма охлаждения молока

$$(t_{жс} - t_m)_{cp} = (\Delta t_2 - \Delta t_1) / \ln(\Delta t_2 / \Delta t_1)$$

Тогда исходное выражение Ньютон-Рихмана можно переписать в виде

$$Q = k(t_{жс} - t_m)_{cp} S,$$

откуда можно найти требуемую поверхность теплообмена S .

С другой стороны, количество тепла Q (Вт), которое переходит к молоку (или уходит), можно найти по выражению

$$Q = G_m c_m (t_m'' - t_m')$$

где G_m - производительность аппарата по молоку, кг/с; c_m - теплоемкость молока, Дж/(кг·град).

Приравнявая последние выражения, окончательно находим

$$S = G_m c_m (t_m'' - t_m') / k(t_{ж} - t_m)_{cp}$$

3.4. Сепарирование и центробежная очистка молока

3.4.1. Принцип действия сепараторов и молокоочистителей

Известно, что в процессе естественного отстаивания молока жировые шарики поднимаются вверх под действием силы Архимеда. Однако процесс этот длительный и люди давно искали способы его ускорения. Одним из таких способов является использование центробежных сил, возникающих во время вращения жидкости.

По производственному назначению сепараторы классифицируют на следующие группы:

- а) сепараторы-очистители (для очистки молока от механических и естественных примесей);
- б) сепараторы-сливкоотделители (для получения сливок и очистки молока);
- в) сепараторы-нормализаторы (для получения молока определенной жирности);
- г) сепараторы специального назначения (для получения высокожирных сливок, сепараторы-творогоотделители и т.д.).

Принцип работы сепарирующих барабанов молокоочистителя и сливкоотделителя показан на рисунке 3.14. Поток молока в барабанах делится на отдельные плоские слои. Этой цели служит набор из нескольких десятков разделительных тарелок. Зазоры между тарелками должны быть оптимальными по критерию качества проведения процесса сепарации. Доказано, что для молокоочистительных барабанов этот зазор должен составлять 0,8...2,0 мм, для сливкоотделительных - 0,35...0,50 мм.

Молокоочистительный барабан состоит из основания 1, на котором устанавливается тарелкодержатель 2 и пакет тарелок 3. Герметизация барабана осуществляется посредством применения кожуха 4.

Процесс очистки молока протекает следующим образом. Молоко в барабан подается сверху и попадает в центральную трубку бара-

бана. Через отверстия и каналы тарелкодержателя оно поступает в грязевое пространство барабана, т.е. полость, образованную кожухом 4 и внешним обрезом пакета тарелок 3. Здесь под действием центробежной силы механические частицы оседают на стенку кожуха, а молоко проходит через зазоры тарелок, где дополнительно очищается.

Очищенное молоко выводится из барабана через отверстие 5.

Сливкоотделительный барабан также имеет набор разделительных тарелок, но каждая из тарелок содержит три или четыре (в зависимости от конструкции) отверстия.

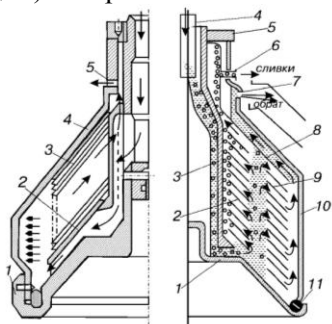


Рис. 3.14. Принципиальные схемы центробежных аппаратов для молока: а - молокоочистителя; 1 - основание; 2 - тарелкодержатель; 3 - пакет разделительных тарелок; 4 - кожух; б - сливкоотделителя; 1 - основание; 2 - пакет тарелок; 3 - тарелкодержатель; 4 - трубка для ввода молока; 5 - верхняя разделяющая тарелка; 6, 7-отверстия для выхода сливок и обрата; 8-верхняя разделительная тарелка; 9-вертикальный канал; 10-кожух барабана

Сливкоотделительный барабан (рис. 3.14, б) состоит из основания 1, тарелкодержателя 3, пакета тарелок 2, кожуха барабана 10, накидной гайки 5. Между основанием и кожухом закладывается уплотнительное кольцо 11. В основание вставляется трубка 4 приемной камеры. На центральную трубку основания надеваются тарелкодержатель и комплект тарелок. Зазор между тарелками обеспечивается за счёт приваренных шипиков. Пакет тарелок накрыт разделительной тарелкой 8. В ее горловине припаяна планка с регулировочным винтом 6. На наружной конусной части разделительной тарелки напаяны три ребра, на которые ложится кожух барабана, образуя пространство для выхода обезжиренного молока. При сепарировании молоко из молокоприемника через калиброванную трубку с постоянным напором поступает в центральную трубку основания. Далее по каналам и отверстиям 9 в тарелкодержателе молоко попадает по трем вертикальным каналам в

пакете тарелок 2 и распространяется между тарелками вращающегося барабана. В межтарелочном пространстве поток молока разделяется. Плазма, как более тяжелая часть молока (обрат), движется к периферии к стенкам кожуха барабана.

Жировые шарики под действием центробежной силы движутся к оси вращения и "всплывают". Таким образом, в межтарелочном пространстве под действием напора вновь поступивших в барабан порций молока образуются два потока: I –поток сливок, направленный к оси барабана; II –поток плазмы к стенкам кожуха барабана. Сливки оттесняются к тарелкодержателю и, поднимаясь вверх, выходят через отверстие регулировочного винта. Обезжиренное молоко проходит между разделительной тарелкой и кожухом и выбрасывается из барабана через канал 7 (см.рис. 3.14).

Для изменения жирности сливок регулировочный винт с отверстием неизменного сечения ввертывают внутрь. Скорость истечения сливок снижается, так как центробежная сила по мере приближения винта к оси вращения уменьшается, а с ней уменьшается и напор. При этом сливки будут выходить меньше, но они будут содержать больше жира.

В пространстве между пакетом тарелок и кожухом барабана (грязевое пространство) оседает грязь. Молоко для потребителя должно быть стандартизовано по жирности. Такое молоко называется **нормализованным**, а процесс приведения молока к стандартной жирности называется **нормализацией**.

Нормализация молока производится различными способами: удаляют избыточную часть жира с помощью **сепаратора-нормализатора**, удаляют жир из части молока и направляют обезжиренное молоко в танк для хранения; добавляют сливки к цельному или обезжиренному молоку.

3.4.2. Устройство сепараторов и молокоочистителей молока

В качестве примера рассмотрим конструкцию молокоочистителя, входящего в агрегат ОМ-1А.

Центробежный молокоочиститель агрегат ОМ-1А, или центрифуга состоит из барабана, приводного механизма, приемно-выводного устройства, электродвигателя 2 и станины 1 (рис. 3.15).

В чаше 3 станины укреплены два тормоза 4 для быстрой остановки барабана после выключения электродвигателя, а также два стопора 11, удерживающие барабан от произвольного вращения при раз-

борке и сборке. Основание барабана закрепляется на веретене приводного механизма с помощью фигурной гайки 9.

Приемно-выводное устройство крепится к кожуху гайкой, а кожух – к чаше станины прижимами. Приводной механизм размещен в станине, масляная ванна которого имеет отверстия для залива масла и его выпуска, закрываемые соответственно пробками 12 и 15. Уровень масла контролируется указателем 14, а частота вращения барабана – пульсатором.

Основной рабочий орган центробежного очистителя – барабан. На его основании в проточке устанавливают крыльчатку 5. Сверху барабан закрывают крышкой 6.

Приводной механизм состоит из горизонтального вала, связанного с вертикальным валом-веретеном винтовой парой. Вращение горизонтальному валу от электродвигателя передается через центробежную фрикционную муфту, которая обеспечивает постепенный разгон барабана до рабочей частоты вращения.

Приемно-выводное устройство состоит из центральной трубки 17 (см. рис. 3.15), напорного диска 7, тройника, втулки, клапана и патрубка подвода вакуума 16. Фиксация приемно-выводного устройства относительно крышки барабана осуществляется фланцем, а его крепление – болтами.

Молоко через дроссель, установленный на выходе из насоса с заданной подачей поступает через центральную трубку 17 к основанию барабана, а затем выводится к периферии. Под действием напора оно проходит через крыльчатку от периферии к центру.

Центробежными силами, развиваемыми в барабане, тяжелые частицы (механические примеси) отбрасываются к стенкам барабана, образуя на них плотный осадок, который удаляют из барабана после остановки.

Очищенное молоко вытесняется к центру барабана и попадает в напорную камеру, где захватывается неподвижным диском отводного устройства и подается через патрубок 18 на дальнейшую обработку (пастеризацию, охлаждение).

Сепаратор молока Г9-ОСП-3М (рис. 3.16) состоит из станины, приводного механизма, тахометра, барабана и приемно-выводного устройства.

В станине смонтированы приводной механизм и тахометр. В чаше станины укреплены два тормоза для остановки барабана после выключения электродвигателя, а также два стопора, удерживающие барабан от произвольного вращения при сборке и разборке. На верх-

нем торце чаши станины установлены крышка сепаратора. Внутренняя часть станины служит одновременно ванной для масла.

Приводной механизм состоит из электродвигателя, фрикционно-центробежной муфты, горизонтального и вертикального валов. Он предназначен для передачи вращения барабану от электродвигателя.

Фрикционно-центробежная муфта предназначена для постепенной и плавной передачи вращения от электродвигателя к барабану. При вращении диска муфты колодки ее под действием центробежной силы прижимаются к бандажу и не передают полных оборотов на вал, затем постепенно проскальзывание прекращается.

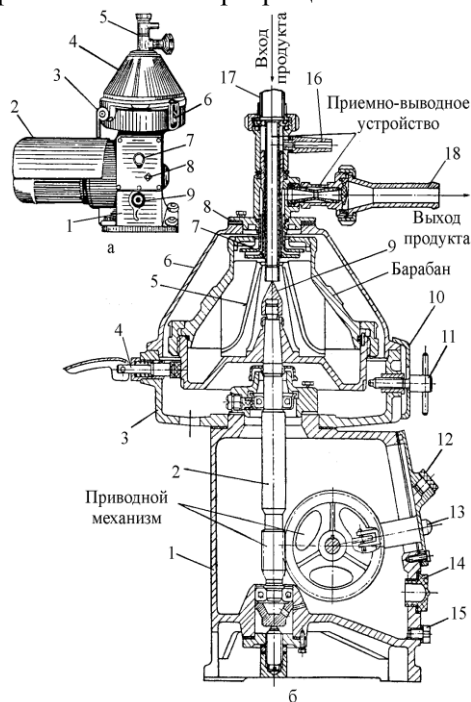


Рис. 3.15. Молокоочиститель аппарата ОМ-1А: а – общий вид: 1 – станина; 2 – привод; 3 – стопор; 4 – кожух; 5 – приемно-выводное устройство; 6 – ручка тормоза; 7 – отверстие для залива масла; 8 – кнопка пульсатора; 9 – смотровое стекло; б – вид в разрезе: 1 – станина; 2 – вертикальный вал (веретено); 3 – чаша; 4 – тормоз; 5 – крыльчатка; 6 – крышка; 7 – напорный диск; 8 – кольцо резиновое; 9 – гайка; 10 – прижим; 11 – стопор; 12 – пробка; 13 – кнопка пульсатора; 14 – смотровое стекло; 15 – отверстие для слива масла; 16 – патрубок подвода вакуума; 17 – центральная трубка; 18 – выходной патрубок

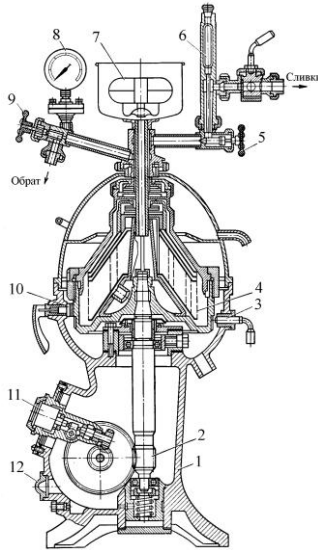


Рис. 3.16. Сепаратор молока Г9-ОСП-3М:1 – станина; 2 – приводной механизм; 3 – стопорный винт; 4 – барабан; 5,9 – вентили; 6 – измеритель сливок; 7 – поплавок; 8 – манометр; 10 – тормоз; 11 – тахометр; 12 – указатель уровня масла

Контроль частоты вращения барабана осуществляется циферблатным тахометром и счетчиком.

Барабан – основной рабочий орган сепаратора, в котором происходит разделение молока на сливки и обрат. Все детали барабана для сохранения его балансировки собирают и фиксируют только в одном положении. Положение большого затяжного кольца относительно крышки барабана определяют по нанесенным на них контрольным отметкам.

Затяжное кольцо имеет левую резьбу, что исключает возможность самоотвинчивания при вращении барабана (по часовой стрелке). Все детали барабана и тарелки замаркированы заводским номером.

Приемно-выводное устройство сепаратора Г9-ОСП-3М служит для подачи молока в барабан и отвода сливок и обрата из барабана

Техническая характеристика Г9-ОСП-3М:

| | |
|--|------------|
| Производительность, л/час | до 3000 |
| Температура поступающего в сепаратор цельного молока, °С | 35...40 |
| Продолжительность непрерывной работы сепаратора, ч | Не более 2 |

| | |
|---|-------------|
| Кислотность поступающего молока, в градусах, по Тернеру | Не более 22 |
| Содержание жира в обрате, % | 0,02 |
| Жирность сливок, % | 35...40 |

Технологические режимы сепаратора-сливкоотделителя по обезжириванию молока зависят от: частоты вращения барабана (с уменьшением частоты вращения барабана обезжиривание ухудшается); температуры и кислотности молока (наилучшее обезжиривание при температуре 35...40 °С и кислотности не выше 22° по Тернеру); неплотного прилегания торца тарелкодержателя к посадочному месту основания барабана (при этом положении молоко попадает в грязевое пространство и в процессе сепарации не участвует); несоблюдения инструкции по взятию проб и проведению анализов обрата; загрязненности молока (при повышении загрязненности молока быстрее заполняется межтарелочное пространство и увеличивается отход жира в обрат); продолжительности непрерывной работы сепаратора (при непрерывной работе более двух часов межтарелочные зазоры комплектных тарелок забиваются и обезжиривание ухудшается).

Нарушение плавности хода барабана может быть вызвано следующими причинами: гайки не завернуты до отметок на крышке и кольце барабана; тарелки вложены в барабан не по порядку номеров или от другого барабана; ослаб пакет тарелок внутри барабана; неправильно собрана горловая опора веретена; неправильно установлен сепаратор по уровню; износились шарикоподшипники приводного механизма.

3.4.3. Теория центробежного сепарирования

Несмотря на значительные конструктивные различия рассмотренных выше аппаратов, принцип их работы во многом сходен и появляется возможность общего описания протекающих в них процессов.

Сила тяжести в центробежных аппаратах не играет заметной роли, поскольку мала по сравнению с другими силами. Поэтому силой $G = mg$ в дальнейшем пренебрегаем.

На частицу, взвешенную в движущемся молоке, действуют следующие основные силы (рис.8.17):

- центробежная $F = (\pi d^3 / 6) \cdot \rho_c (v^2 / r)$;

- архимедова $A = (\pi d^3 / 6) \cdot \rho_{жс} (v^2 / r)$;

- сопротивления среды $P = 3\pi d\mu v_q$,

где d -эквивалентный диаметр частицы; $\rho_{\text{ч}}$, $\rho_{\text{ж}}$ -плотности частицы и молока(жидкости); U -скорость потока молока; U_q -скорость осаждения частицы; μ -коэффициент динамической вязкости молока.

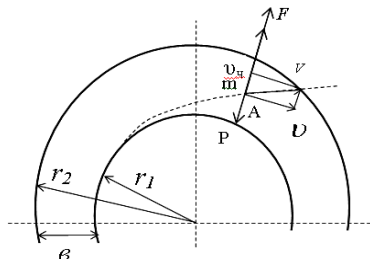


Рис. 3.17. Силы, действующие на частицу в центробежном поле (разрез одного межтарельчатого пространства горизонтальной секущей плоскостью)

Будем выражать тангенциальную составляющую скорость потока через угловую скорость ($v = \omega r$), а скорость осаждения частицы U_q как производную пути по времени ($U_q = dr / dt$).

Предположим далее, что частицы имеют одинаковый размер, а осаждение характеризуется законом Стокса.

Для участка установившегося движения частиц имеем условие равенства действующих сил. Учтем, что архимедова сила всегда действует против сил тяжести или центробежных сил, тогда имеем

$$A + P = F.$$

Подставив соответствующие выражения для сил, получим уравнение движения частицы

$$(\pi d^3 / 6) \rho_{\text{ж}} v^2 / r + 3\pi d \mu v_q = (\pi d^3 / 6) \rho_{\text{ч}} v^2 / r$$

Учитывая изложенные выше соображения по замене v и U_q , проводя некоторые преобразования, получим выражение для U_q

$$v_q = [d^2 (\rho_{\text{ч}} - \rho_{\text{ж}}) / 18\mu] \cdot \omega^2 r.$$

При простом отстаивании молока в условиях действия только силы тяжести скорость всплывания жировых шариков устанавливается подобным анализом:

$$v_{\text{ч}} = [d^2 (\rho_{\text{ч}} - \rho_{\text{ж}}) / 18\mu] \cdot g.$$

Сопоставляя выражение для скоростей U_q в поле центробежных сил и сил гравитации и обозначая это соотношение K , получим

$$K = \omega^2 r / g .$$

Таким образом, *скорость осаждения вполе центробежных сил будет в K раз больше, чем в случае отстаивания вполе сил тяжести*. Таким образом, центробежные аппараты позволяют интенсифицировать процесс разделения суспензий, чем обусловлено их широкое распространение.

Величину $K = \omega^2 r / g$ часто называют *фактором разделения*. Он показывает также, во сколько раз центростремительное ускорение, действующее на слои молока в барабане сепаратора, больше ускорения силы тяжести. В молочных сепараторах K достигает значений 7000-10000.

3.5. Технология получения питьевого молока

Предприятия, поставляющие молоко в торговую сеть для непосредственного потребления населением, должны руководствоваться соответствующим ГОСТ Р 52090-2003 “Молоко питьевое. Технические условия”. Он требует выпускать продукцию стабильного химического состава и органолептических свойств, а также безопасность ее потребления в санитарно-гигиеническом отношении. В связи с этим молоко приходится специальным образом готовить к реализации.

Технологический процесс производства питьевого молока включает следующие операции: приемка и сортировка; фильтрование, охлаждение и предварительное хранение; нормализация; пастеризация с одновременной тонкой очисткой и последующим охлаждением; гомогенизация; розлив в тару; хранение и транспортировка в торговую сеть (рис. 3.18).

Приемка и сортировки молока имеют цель определить качество молока и присвоить ему соответствующий сорт, не допустить к переработке молоко с содержанием сверх допустимых норм различных загрязнителей (нейтрализующих, консервирующих веществ, ядохимикатов и т.д.). Для производства питьевого молока используют молоко не ниже 2 сорта, кислотностью не более 21 °Т.

Молоко, не отвечающее этим требованиям, направляется на переработку в кисломолочные продукты.

После приемки и взвешивания молоко *фильтруют* на аппаратах различной конструкции. В качестве проницаемой перегородки используют искусственные и натуральные ткани. Они позволяют отделить механические примеси, некоторые компоненты самого молока.

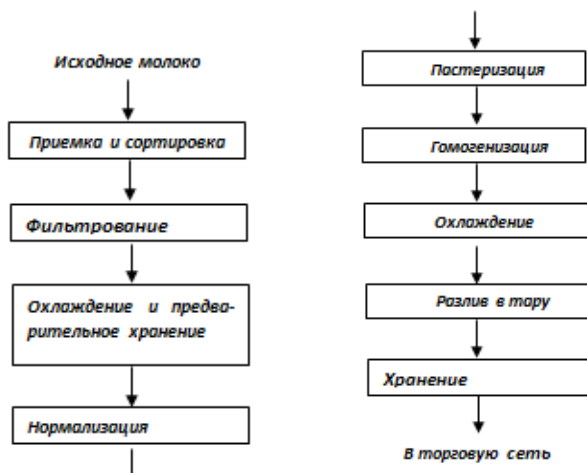


Рис. 3.18. Принципиальная схема производства питьевого молока

Молоко, ожидающее переработку, должно быть *охлаждено* в любых типах охладителей.

Нормализация - это доведение жирности молока до стандартной (чаще всего в 3,2; 2,5 или 6%). Проводится эта операция обычно в резервуарах, где к определенному количеству молока добавляют расчетное количество обраты или сливок. На практике чаще всего приходится уменьшать жирность молока. Для этой цели удобны специальные сепараторы-нормализаторы, снижающие жирность непрерывно в потоке.

Горячее молоко, вышедшее после пастеризатора, желательно подвергнуть *гомогенизации*, т.е. пропусканию через специальные рабочие органы с узкими просветами при давлении до 20 МПа. В результате этой операции жировые шарики дробятся, медленно всплывают при отстаивании. Происходит некоторое изменение вкуса молока, оно лучше усваивается организмом человека.

Механизм дробления жировых шариков, схематично представленный на рис.3.19, заключается в следующем. В гомогенизирующем клапане на границе седла гомогенизатора и клапанной щели имеется порог резкого изменения сечения потока, следовательно, и изменения скорости движения. При переходе от малых скоростей движения к большим происходит деформация жирового шарика: его передняя часть, включаясь в поток в гомогенизирующей щели с большой скоростью, вытягивается в нить и дробится на мелкие капельки.

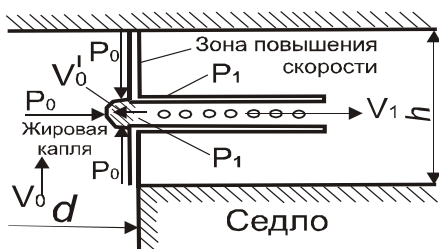


Рис. 3.19. Схема дробления жировых шариков в клапанной щели гомогенизатора: d - диаметр отверстия в седле клапана; V_0 - скорость движения молока в клапане; V_1 - скорость в пограничном сечении; P_0 - давление в клапане; P_1 - скорость движения в щели клапана; P_1 - давление в щели клапана; h - высота в щели клапана

Таким образом, степень раздробленности, или эффективность гомогенизации, зависит, прежде всего, от скорости потока при входе в гомогенизирующую головку.

Для проведения гомогенизации температура молочного сырья должна быть $60...65\text{ }^{\circ}\text{C}$. При более низкой температуре усиливается отстаивание жира, при более высокой могут оседать сывороточные белки.

Пастеризацию молока проводят по одному из режимов, указанных выше, с тем, чтобы уничтожить в молоке неспорные формы микроорганизмов.

Охлаждают подготовленное к разливу молоко до температуры $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже в пластинчатых охладителях или путем погружения фляг с молоком в ванну с холодной водой и льдом,

Пастеризованное и охлажденное молоко разливают в цистерны, фляги, бутылки, пакеты, после чего транспортируют в розничную сеть. Наиболее прогрессивной формой является фасовка молока в мелкую упаковку разового потребления (полиэтиленовые мешки, бумажные пакеты), наиболее удобную для потребителя. Бумажные пакеты имеют форму или тетраэдра (тетрапак), или бруска (брикпак). Фасовка и сборка швов обеспечивается специальными машинами-автоматами.

Примерное аппаратное оформление процесса производства питьевого молока представлено на рис. 3.20.

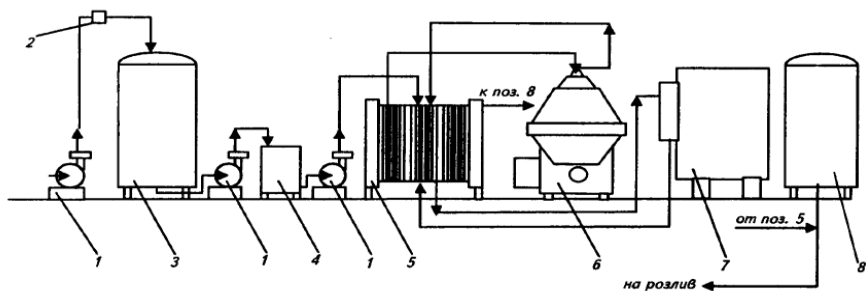


Рис. 3.20. Технологическая схема производства пастеризованного молока: 1-насос; 2-счетчик молока; 3, 4, 8-емкости; 5-пастеризационно-охлаждающая установка; 6-очиститель молока центробежного типа; 7-гомогенизатор

3.6. Расчет производительности поточно-технологической линии первичной обработки молока

Общее годовое количество молока, подлежащее первичной обработке или переработке, кг

$$M_{год} = M_{cp} \cdot t,$$

где M_{cp} - среднегодовой удой фуражной коровы, кг/год;
 t - число коров на ферме.

Максимальный суточный удой молока, кг

$$M_{\max \text{ сут}} = \frac{M_{год} \cdot K_n \cdot K_c}{365},$$

где K_n - коэффициент неравномерности удоя в течение года ($K_n = 1,2 \dots 2,0$);

K_c - коэффициент, учитывающий сухостойность коров ($K_c = 0,8 \dots 1,0$).

Разовый удой молока зависит от кратности доек в течение суток.

Максимальный разовый (за одну дойку) удой, кг

$$M_{\max \text{ раз}} = \frac{M_{\max \text{ сут}}}{\varphi},$$

где φ - число доек за день ($\varphi = 2 \dots 3$).

Производительность поточной линии машинного доения коров и обработки молока, кг/ч,

$$Q_{н.л.} = \frac{M \max \text{ раз} }{T},$$

где T - продолжительность разового доения стада коров, ч.

Продолжительность доения всех коров стада устанавливают на каждой ферме расписанием дня с учетом зоотехнических требований и местных условий. В большинстве случаев $T = 1,5 \dots 2,25$ ч.

Часовая загрузка поточной линии первичной обработки молока должна совпадать с производительностью линии доения коров, но в некоторых случаях, например при использовании установок с доением в ведро, продолжительность обработки может отличаться от времени доения:

$$Q_{ч} = \frac{M \max \text{ раз} }{T_0},$$

где T_0 - допустимое время обработки разового удоя, ч
($T_0 = 1 \dots 2,5$ ч).

Проведенный расчет является основанием для выбора оборудования соответствующей производительности.

4. Механизация уборки и утилизации навоза

4.1. Требования к уборке, утилизации и переработке навоза

Для повышения производительности труда и снижения затрат необходима полная механизация всех операций от внесения подстилки, уборки стойл и удаления навоза и помета из животноводческих помещений до его переработки и складирования.

К технологическим линиям уборки навоза предъявляются следующие требования:

- своевременное и качественное удаление навоза из животноводческих помещений при минимальном расходе чистой воды и энергии;
- не допускать изменения микроклимата, а также отрицательного воздействия на человека и животное;
- быть простой, эффективной и надежной;
- обеспечивать минимальные затраты труда;
- поточные линии уборки и утилизации навоза должны быть максимально автоматизированы;
- обеспечивать наиболее полное сохранение качества навоза как удобрения;
- должно обеспечиваться полное уничтожение гельминтов и семян сорных трав;

- исключать загрязнение окружающей среды.

Площадки сооружений по обработке и подготовке к использованию навоза, помета и сточных вод следует размещать ниже населенных пунктов и водозаборных сооружений по течению поверхностных водостоков, ниже сооружений водоснабжения по рельефу местности.

4.2. Уборка навоза

4.2.1. Способы уборки навоза

Из всего разнообразия установок и машин для уборки навоза можно выделить три группы:

1. Обеспечивающие уборку навоза внутри помещения;
2. Погружающие навоз в транспортные средства;
3. Транспортирующие навоз от помещения к месту хранения или использования.

Уборку навоза из помещений осуществляют механическим или гидравлическим способами.

К механическим средствам относятся:

- а) скребковые транспортеры кругового и возвратно-поступательного движения; ленточные транспортеры;
- б) канатно-скреперные установки;
- в) бульдозеры.

Гидравлические системы разделяются по:

1. Виду побудителя движения:

- а) самотечные – движение навоза по каналам происходит под действием гравитационных сил (навоз сам течет по каналу под действием уклона);
- б) принудительные – движение навоза по каналу происходит под действием внешних (принудительных) сил (чаще всего – смыв навоза в канале потоком воды);
- в) комбинированные – в каналах вдоль помещения навоз перемещается самотеком, а по поперечным каналам - принудительно.

2. По принципу действия:

- а) непрерывного действия (сплавная система) – навоз из помещения удаляется непрерывно по мере его поступления;
- б) периодического действия (шиберная система) – навоз накапливается в каналах в течение определенного времени, а затем его удаляют.

3. По конструктивному исполнению:

- а) сплавные – в них происходит непрерывное движение навоза по каналам за счет разности уровня навоза в начале и конце канала;

б) шиберные – канал перекрывается заслонкой, заполняется водой на 15 – 20 % своего объема и в течение 10 – 15 дней в нем накапливается навоз. После чего заслонка открывается и содержимое канала выпускается;

в) комбинированные.

Для погрузки навоза в транспортные средства используют скребковые, ковшовые, винтовые транспортеры, насосы. Для транспортировки навоза используют как мобильные средства (тракторные тележки, навозоразбрасыватели, автомашины, цистерны и т.д.), так и стационарные (по трубам – самотеком, с помощью фекальных насосов или сжатого воздуха).

Отечественный и зарубежный опыт эксплуатации животноводческих предприятий свидетельствует о том, что организовать наиболее эффективную утилизацию навоза представляется возможным при механической уборке его из помещений. Технических средств для механической уборки навоза из помещений, как у нас в стране, так и за рубежом, известно достаточно много, и всем им присущи практически одни и те же недостатки по сравнению с гидравлическими: высокая удельная материал- и энергоемкость; низкая наработка на отказ; малый срок службы; высокая стоимость изделий и высокие эксплуатационные затраты.

4.2.2. Механические системы навозоудаления

Механически навоз можно убирать стационарными и мобильными средствами или комбинированно: мобильными - из навозных проходов в поперечные каналы; стационарными - из поперечных каналов в навозоприемники или в тракторные прицепы.

К стационарным навозоуборочным средствам относятся скребковые транспортеры кругового движения (модели ТСН-3,0Б ТСН-160) штанговые (ТШ-30-А, ШТУ и др.), шнековые транспортеры и скреперные установки возвратно-поступательного движения (модели УСГ-3, УСГ-4, УС-10, УС-15 и др.).

Стационарное оборудование применяется как при подстилочном, так и бесподстилочном способах содержания КРС, причем транспортеры используются лишь в случае привязного содержания коров, а скреперные установки могут применяться и при беспривязном содержании.

Мобильное оборудование применяется, как правило, в случае беспривязного содержания крупного рогатого скота. При использовании подстилки навоз выталкивается бульдозером сразу в навозохрани-

лище или на площадки для заготовки компоста. Возможно также его применение при бесподстилочном способе содержания. В этом случае бульдозер осуществляет сброс навоза в навозосборники, либо в коллектор через люки, находящиеся в конце навозных проходов. Стоит отметить, что в любом случае использование бульдозеров подразумевает наличие в коровниках широких сквозных навозных проходов.

Скребковый транспортер ТСН-3,0Б позволяет не только убирать навоз, но и производить его погрузку в транспортное средство.

ТСН-3,0Б состоит из горизонтального и наклонного транспортеров, каждый из которых имеет свою приводную станцию, и блока управления. Горизонтальный транспортер, состоящий из кованой разборной цепи со скребками, поворотных устройств и приводной станции, размещается в открытом бетонированном лотке, внутренняя стенка и дно которого облицованы досками.

Натяжение цепи горизонтального транспортера осуществляется путем перемещения подвижной рамы приводной станции. Поворотные устройства устанавливаются за пределами стоек для животных на расстоянии не менее 500 мм. В случае размещения поворотных устройств в пределах крайних стоек устройства закрывают съемными щитами. Наклонный транспортер имеет такую же, как у горизонтального, кованую цепь со скребками, металлический желоб с опорной стойкой, поворотное устройство и привод. Натяжение цепи регулируется перемещением привода. Скорость движения цепи наклонного транспортера значительно выше, чем горизонтального, что обеспечивает выгрузку жидкого навоза.

Транспортер навозоудаления ТСН-160 (рис. 4.1) в отличие от ТСН-3,0Б имеет круглозвенную термически обработанную цепь, автоматическое устройство натяжения цепи горизонтального транспортера и стальные термообработанные комбинированные звездочки.

Транспортер ТСН-160 состоит из двух отдельных ветвей - горизонтального и наклонного транспортеров и двух отдельных приводов. Горизонтальный транспортер состоит из круглозвенной термически обработанной цепи с укрепленными на ней металлическими скребками, автоматического натяжного и поворотных устройств и привода, включающего электродвигатель, двухступенчатый редуктор с передаточным числом 38,86 и ременную пятиручьевую передачу. Наклонный транспортер включает такую же, как у горизонтального, круглозвенную цепь со скребками, металлический желоб с опорной стойкой, поворотное и натяжное устройства и привод, состоящий из

электродвигателя и двухступенчатого цилиндрического редуктора с передаточным числом 27,85.

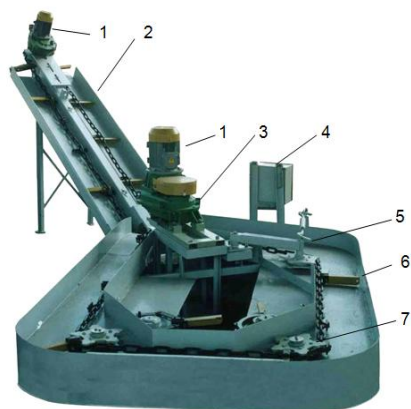


Рис.4.1. Навозоуборочный транспортер ТСН-160: 1 – электродвигатель; 2 – наклонный транспортер; 3 – редуктор; 4 – блок управления; 5 – натяжной механизм; 6 – скребок; 7 – поворотная звездочка

Табл. 4.1. Техническая характеристика скребковых транспортеров

| Наименование | Единица измерения | Марка транспортера | |
|--------------------------------|-------------------|----------------------------------|---------------|
| | | ТСН-3,0Б | ТСН-160 |
| Тип машины | | Стационарный, кругового действия | |
| Установленная мощность | кВт | 5,5 или 6,2 | 5,5 или 6,2 |
| Длина цепного контура | м | | |
| - горизонтального | | 160 | 160 |
| - наклонного | | 13 | 13 |
| Высота погрузки | м | 2,6 | 2,6 |
| Скорость движения цепи | м/с | | |
| - горизонтального транспортера | | 0,19 | 0,19 |
| - наклонного транспортера | | 0,72 | 0,72 |
| Тип цепи | | Сборная пластинчатая | Круглозвенная |

| | | | |
|---|--------|-------------|--------------|
| Угол установки наклонного транспортера | градус | Не более 30 | |
| Масса | кг | 2000 | 2300 |
| Количество обслуживаемого поголовья скота | голов | 100...110 | 100...110 |
| Падача массы | т/ч | 4,0-5,5 | Не менее 5,7 |

Каналы изготавливают из бетона марки не ниже 200. Толщина слоя бетона должна быть не менее 120 мм, а если по каналу предусматривается проезд тракторов, например для внесения подстилки, то не менее 180 мм. Поперечный уклон дна канала в сторону желоба для цепи должен быть 2-3 %, а продольный уклон в сторону перемещения навоза - не менее 0,25 %.

К недостаткам скребковых транспортеров следует в первую очередь отнести сам принцип перемещения груза волочением, что связано с большим сопротивлением движению, быстрым износом рабочих органов и тягового элемента и значительным временем уборки за счет кругового принципа работы. Из-за большого сопротивления движению часто выходит приводной механизм из строя.

Установка УСГ-3 применяется в помещениях длиной до 80 метров (рис. 4.2), УСГ-4 в помещениях до 114 метров.

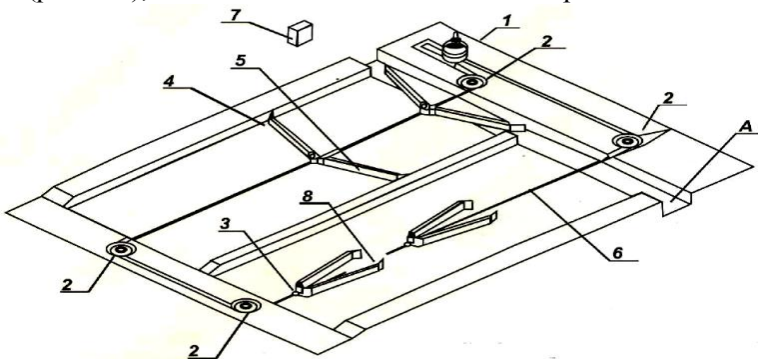


Рис. 4.2. Скреперная установка УСГ-3: А – поперечный канал; 1 – привод; 2 – поворотное устройство; 3 – ползун; 4 – скребок левый; 5 – скребок правый; 6 – цепь; 7 – блок управления; 8 – штанга

Приводной блок установки состоит из привода и механизма реверсирования. Привод представляет собой два спаренных редуктора. Механизм реверсирования предназначен для автоматического реверсирования электродвигателя привода.

Поворотное устройство предназначено для изменения направления цепи и состоит из подпятника с болтами, ролика, подшипников, крышек и оси.

Установки комплектуются четырьмя рабочими органами, что позволяет осуществить выгрузку навоза как в конце, так и в середине помещения (рис. 4.3).

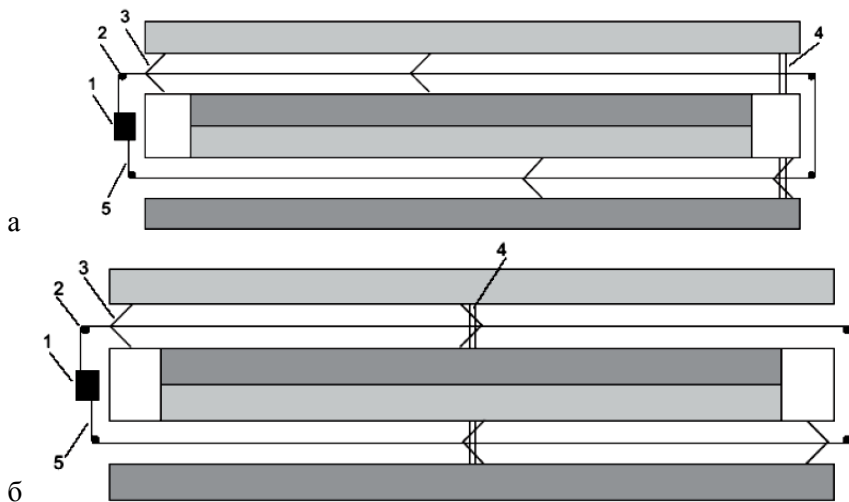


Рис. 4.3. Схема расположения оборудования скреперной системы: а - с поперечным каналом для навоза в конце прохода; б - с центральным поперечным каналом; 1 - приводной блок; 2 - угловые колеса; 3 - лопасти скрепера; 4 – поперечный канал; 5 – тяговый элемент

Места сброса навоза в поперечный канал лучше всего выполнять в виде открытых огражденных люков шириной 400 мм, а длиной на 200 мм больше ширины лотка. Если устройство открытых люков в конкретных условиях невозможно, то канал перекрывают шарнирно закрепленной крышкой, приподнимаемой автоматически при подходе скрепка скреперной установки. С этой целью скребок оборудуют клином, выступающим вперед по ходу скрепка на 800-1000 мм.

Рабочий орган предназначен для перемещения навоза по каналу и состоит из ползуна, шарнирного устройства, скребков и натяжного устройства 2. К ползуну присоединяется цепь.

Табл. 4.2. Техническая характеристика скреперных установок

| Наименование | Единица измерения | Марка скрепера | |
|---|-------------------|--|-------------|
| | | УСГ-3 | УСГ-4 |
| Тип машины | | Стационарный, возвратно-поступательного действия | |
| Установленная мощность | кВт | 1,1 или 1,5 | 1,5 или 2,2 |
| Длина контура | м | 170 | 250 |
| Размеры навозного канала - ширина - глубина | мм мм | От 1800 до 3000 200 | |
| Скорость рабочего органа | м/мин | 5.1 | |
| Масса | кг | 1100 | 1350 |
| Количество обслуживаемого поголовья скота | голов | 80...120 | 140...180 |
| Обслуживающий персонал | рабочий | 1 | |
| Передаточное число редуктора | | 229 | |

Блок управления предназначен для автоматического управления электродвигателем привода, а также для включения и выключения установки.

Скрепер состоит из ползуна, шарнирно закрепленных на нем скребков и смонтированного внутри ползуна натяжного устройства. Внутри скребков имеется выдвижной резиновый чистик. В цепном контуре может быть использована круглозвенная цепь 16x80, унифицированная с цепью транспортера ТСН-160, и кованая цепь, унифицированная с цепью транспортера ТСН-3Б.

Есть два типа скрепера: с лопастями V-образной формы или прямолопастной скрепер. Скреперный блок включает либо два шарнирных рычага (на лопастях V-образной формы) или складывающиеся подъемные прямые лопасти, прикрепленные к салазкам.

Рычаги лопастей удерживаются в открытом положении с помощью цепей или ограничителей рычагов, которые удерживают концы в пределах 13 мм от бетонного бордюра по краям прохода. При прохождении заполненной лопасти над отверстием для поступления навоза

навоз попадает в яму, и привод обеспечивает движение в обратном направлении и тянет пустую лопасть обратно к начальной позиции. Во время движения V-образной лопасти обратно к начальной позиции упор лопасти к полу обеспечивает складывание шарнирных рычагов вместе, исключая возможность их загрузки. Прямоугольной скрепер поднимает лопасти, что исключает их контакт с полом при их движении обратно на начальную позицию.

Кроме цепного тягового средства в скреперных установках используется трос (канат). Скреперная система с тросовой тяговой системой содержит одну или более скреперных лопастей, соединенных с бухтой троса, подаваемого к или отходящего от приводного блока. Угловые колеса крепятся к каждому углу для изменения направления движения троса вдоль проходов коровника.

Приводной блок обеспечивает намотку троса на барабан с одного конца бухты, в то время как равный отрезок разматывается на другом конце бухты. С помощью данного процесса лопасти скрепера подаются по направлению к отверстию: отверстие в полу над навозной ямой или каналом.

Для удаления навоза из поперечного канала после скреперной установки, при содержании животных без подстилки, используют сплавную систему. Однако если подстилка присутствует, то необходимо использовать механическую систему.

Пресс КЗ (DeLaval) может перемещать жидкий, полутвердый и твердый навоз по поперечному каналу в хранилище (рис. 9.4). Если пресс работает с жидкой массой в систему труб необходимо установить невозвратный клапан. КЗ можно устанавливать в коровниках как беспривязного, так и привязного содержания.

Пресс для навоза КЗ работает следующим образом:

1. Электродвигатель приводит в действие гидронасос, который перекачивает масло из резервуара через клапан и трубу системы гидравлики в гидроцилиндр.

2. Под воздействием давления гидравлического масла цилиндр перемещается в крайнее положение. Когда шток поршня находится в наружном положении, поток масла прекращается. Клапан направления переключается, и шток поршня перемещается во внутреннее положение. Когда шток поршня находится во внутреннем положении, клапан направления переключается на предварительно заданное положение. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не будет выключен электродвигатель.

3. Шток поршня крепится к профилю для пресса. За счет возвратно-поступательного движения скрепки, устанавливаемые через каждый метр, перемещают навозную массу.

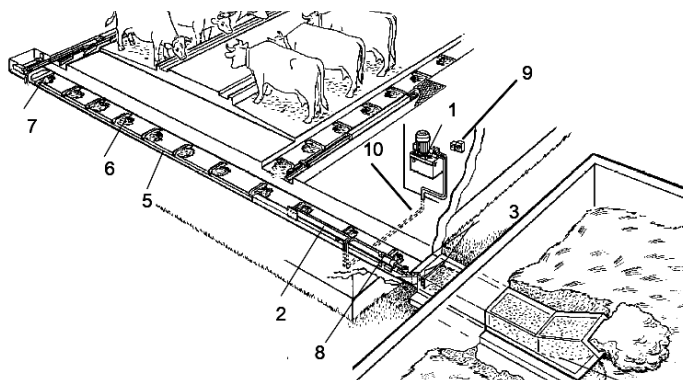


Рис. 4.4. Поперечный транспортер КЗ компании DeLaval: 1 – гидравлическая приводная станция; 2 – гидроцилиндр; 3 – пресс-короб; 4 – выходное отверстие; 5 – удлинительный профиль для пресса; 6 – скрепер; 7 – концевой скребок; 8 – профиль для пресса; 9 – блок управления; 10 – трубы системы гидравлики

На птицефабриках применяют различные технологические варианты удаления помета из птичников, отличающиеся способом выполнения, а значит и набором применяемых механизмов и оборудования.

Удаление помета из клеточных батарей осуществляется посредством полипропиленовой ленты, расположенной под каждым ярусом. Специальные механизмы обеспечивают необходимое натяжение ленты и стабильную работу системы.

Скребок эффективно удаляет помет без повреждения ленты. Валы специальной формы, выполненные в виде шнека, удаляют загрязнения с внутренней стороны ленты.

С ленты помет выгружается на поперечный транспортер из резиновой ткани размещенный в торцевой части помещения. Далее помет может транспортироваться в помещение склада или на грузовик с помощью наклонной секции.

Система принудительной подсушки помета позволяет подсушивать помет прямо на ленте пометоудаления (рис. 4.5). Для этого используется теплый воздух из верхней части птичника, который турбинами подается в воздухопроводы, расположенные вдоль каждого яруса над лентой пометоудаления. Специальная перфорация воздухопроводов

обеспечивает равномерную сушку помета и дополнительную вентиляцию гнезд.

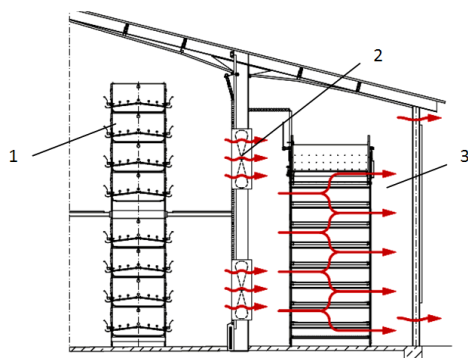


Рис. 4.5. Схема сушки помета в туннеле: 1 – клеточная батарея; 2 – вентилятор; 3 – туннель сушки помета

При напольном содержании помещений освобождают от подстилочного материала после удаления птицы из птичника. Системы удаления помета должны обеспечивать максимальную чистоту помещений и рекомендуемый микроклимат.

Помет из помещений удаляют механическими (транспортёры, скреперные и гидрофицированные установки, а также бульдозеры разных типов) или гидравлическими (самотечные системы непрерывного и периодического действия, гидросмыв) способами.

4.2.3. Гидравлические системы навозоудаления

Гидравлические системы удаления навоза (рис. 4.6) значительно сокращают трудовые затраты на уборку навоза.

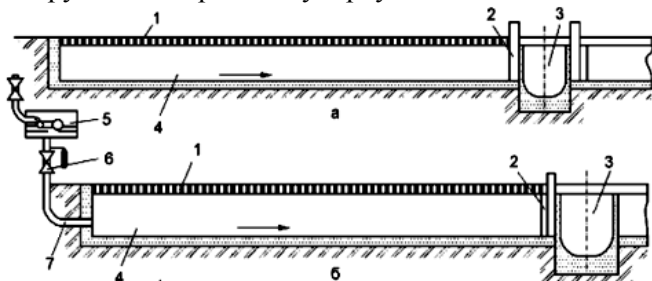


Рис. 4.6. Принципиальные схемы типовой гидравлической системы навозоудаления периодического действия: 1 - щелевой пол; 2 - шибер; 3 - поперечный канал; 4 - продольный навозосборный канал; 5 - смывной бачок; 6 - кран; 7 - смывной патрубок

Они отличаются относительно невысокой металло- и энергоемкостью, обладают более высокой надежностью и более длительным сроком службы систем и обеспечивают хорошие зоогигиенические показатели в животноводческом помещении.

Для удаления осадка и исключения его накопления в продольных каналах применялись различные способы смыва осадка водопроводной водой. Однако это приводило к увеличению влажности и возрастанию объема навоза, а также снижению его удобрительной ценности. С целью устранения этого недостатка была разработана и внедрена секционная система удаления навоза из продольных навозных каналов (рис. 4.7).

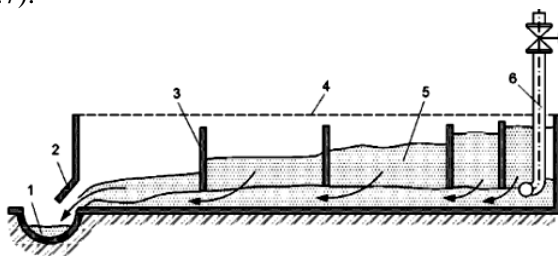


Рис. 4.7. Схема секционной системы навозоудаления периодического действия: 1 - поперечный коллектор; 2 - шиберное устройство; 3 - неподвижная поперечная перегородка; 4 - щелевой пол; 5 - навозоприемный лоток - поперечный канал; 6 - смывной трубопровод с задвижкой

Принципиальным отличием самотечной системы удаления навоза секционного типа является то, что по длине навозосборных каналов устанавливаются дополнительно неподвижные поперечные перегородки, разделяющие канал на секции. Навозосборные каналы секционных систем можно прокладывать без уклона.

Перегородки продольных каналов секционной системы выполняют из металла и устанавливают на расстоянии 6-9 м одна от другой. Последняя перегородка установлена на расстоянии 2-3 м от задней стенки продольного канала.

Соотношение количества получаемой на ферме навозной массы Q_n и исходного количества экскрементов $Q_э$ зависит от относительной влажности экскрементов $W_э$ и навоза W_n :

$$Q_n/Q_э = (100 - W_э)/(100 - W_n).$$

Если, например, влажность экскрементов $W_э = 88\%$, а влажность получаемого на ферме навоза $W_n = 90\%$, то количество навоза больше, чем количество экскрементов, в 1,2 раза. Если при той же влажности

эксcrementов влажность навоза составит 98%, что, к сожалению, довольно часто бывает на практике, то количество навоза будет превышать количество эксcrementов в 6 раз (рис. 4.8). Это в первую очередь будет зависеть от количества вносимой воды для гидроудаления.

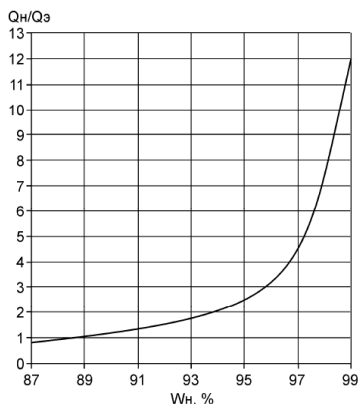


Рис 4.8. Зависимость объема навозной массы от ее влажности

Для откачки навозной массы навозосборника в навозохранилище применяют насосы. Рассмотрим устройство и возможности на примере насоса EP400 DeLaval (рис. 4.9).

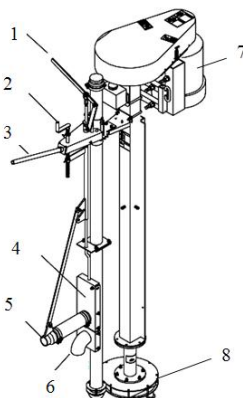


Рис. 4.9. Насос EP400 DeLaval: 1 – рукоятка для управления клапаном; 2 – рычаг для настройки вертикальной мешалки; 3 – рычаг для настройки горизонтального перемешивания; 4 – заслонка; 5 – верхнее сопло мешалки; 6 – нижнее колено мешалки; 7 – электродвигатель; 8 – улитка.

Данный насос предназначен для перемешивания содержимого подземных ям с вертикальными стенками для хранения и сбора жидкого навоза. Его можно также использовать для опустошения ямы, заполняя разбрызгиватели или перегоняя навоз в другое хранилище.

Навоз циркулирует под давлением, чтобы твердое и жидкое содержимое ямы перемешалось в однородную массу, которую можно откачивать с помощью насоса.

Насосы настраиваются на различную длину, чтобы достичь дна ям глубиной от 1,7 м до 3,7 м. Сопло мешалки обеспечивает быстрое и эффективное перемешивание насыщенных жидкостью масс.

Требования к мощности будут зависеть от количества жидкого содержимого в смеси. Чем выше содержание влаги, тем больше мощности требуется.

Насос имеет три функции, управление которыми осуществляется вручную. Это вращение заслонки, которая определяет направление сопла мешалки и вертикальное перемещение сопла мешалки вверх или вниз.

4.2.4. Навозоуборочные роботы

Для снижения затрат труда и обеспечения качественной и своевременной уборки навоза их животноводческих помещений за рубежом были разработаны роботизированные системы навозоудаления, которые выполнены в виде механических технических средств. Конструктивное исполнение навозоуборочных роботов главным образом зависит от их целевого назначения. Так, для очистки навозных проходов со сплошными полами используются скреперные роботизированные установки, которые обеспечивают сбор навоза с их поверхности и транспортировку всей этой массы к поперечному сборному навозному каналу.

Автоматизированные навозоуборочные системы такой конструкции выпускают в настоящее время целый ряд ведущих производителей этого вида оборудования. Так, роботизированную скреперную установку разработала фирма «PeterPrinzingGmbH» (Германия). В качестве направляющей служит размещенная в канавке по центру навозного прохода цепь, за счет взаимодействия с которой механизма привода и осуществляется перемещение робота. Энергоснабжение привода (двигателя постоянного тока) осуществляется от мощной аккумуляторной батареи, подзарядка которой выполняется с помощью входящей в комплект стандартного оборудования автоматической зарядной станции.

Скреперную установку с гидравлическим или тросовым приводом, работающую полностью в автоматическом режиме предлагает потребителям фирма «Farmtec» (Чехия). Программное обеспечение системы управления установки позволяет настроить частоту проходов скрепера за 1 рабочий цикл, временные интервалы между циклами и другие параметры. Безопасная эксплуатация скрепера обеспечивается за счет наличия функции его остановки при столкновении с препятствием. При этом запрограммированы следующие этапы поведения робота в этой ситуации: приостановка работы; повторение попытки возобновления работы и в случае невозможности дальнейшего продвижения подача сигнала об аварийной ситуации (световой, звуковой и по мобильной связи).

Фирма «SERMAP SAS» (торговая марка - MIRO) (Франция) для уборки подстилочного и бесподстилочного навоза из навозных проходов со сплошными полами разработала автономную скреперную установку SCARABEO, основными частями которой являются скрепер с регулируемыми боковыми лопастями, блок управления, зарядное устройство и направляющий профиль. Корпус скрепера установлен на колесах, приводимых в движения от моторредуктора с двумя аккумуляторными батареями. При возврате в исходное положение скребки на корпусе скрепера и боковых лопастях автоматически приподнимаются. На конечной станции осуществляется зарядка аккумуляторов от зарядного устройства. Задание направления перемещения установки осуществляется за счет взаимодействия направляющего профиля скрепера с желобом, выполненным в навозном проходе помещения. Это позволяет осуществлять перемещение установки по кривой радиусом до 4 м. Кроме того, при разветвлении навозных проходов предусмотрена возможность использования системы стрелок (по аналогии с железнодорожными путями) и уборки навоза поочередно из каждого из них.

Блок управления обеспечивает работу установки в полностью автоматическом режиме по установленной программе с возможностью дистанционного управления рабочим процессом. Безопасная эксплуатация робота обеспечивается за счет наличия функции остановки робота при столкновении его с препятствием. Одна установка может выполнять уборку навоза из нескольких навозных проходов длиной до 100 м.

При уборке навоза с поверхности навозных проходов, оборудованных щелевыми полами, основной задачей используемых технических средств является сбор и проталкивание навозной массы через ще-

ли в подпольное пространство, где она накапливается или удаляется с помощью механических или гидравлических систем. Это обстоятельство и обусловило разработку для очистки щелевых полов мобильных роботов, работающих в автономном режиме. Эти машины имеют компактную конструкцию и оснащены электроприводом с энергоснабжением от аккумуляторных батарей, программируемой системой управления и рабочим органом, в качестве которого чаще всего используется фронтальный поперечный скрепер.

Фирма «JOZ» (Нидерланды) разработала робот для удаления навоза с щелевых полов JOZ-Tech. Он, как и его аналоги, состоит из шасси, электропривода, аккумуляторных батарей, автоматической системы управления и скрепера.

Аккумуляторы большой емкости заряжаются автоматически специальным зарядным устройством, размещаемым в любом месте помещения. Программное обеспечение системы управления робота позволяет выполнять в автоматическом режиме: перемещения по установленному маршруту (за счет установленных в полу проходов датчиков), установленную периодичность уборки (в т.ч. и запрограммированные специальные уборки), аварийный останов и др. Система безопасной эксплуатации позволяет при необходимости самостоятельно находить альтернативные пути движения робота, если какие либо препятствия делают невозможным его следование по запрограммированному маршруту. Для перемещений робота по маршруту, на пути следования по которому не установлены датчики направления движения, можно воспользоваться портативным электронным прибором для дистанционного управления работой JOZ-Tech. Система управления также оснащена модемом для беспроводной связи через Internet с центральным пультом управления фермы, благодаря чему информация обо всех сбоях и аварийных ситуациях сразу поступает в диспетчерскую. При перемещении со скоростью 4 м/мин, длительности работы в течение 18 ч и максимальной ширине захвата скрепера (изменяется в пределах 130-190 см) робот способен за сутки очистить 8000 м² поверхности решетчатых полов в проходах животноводческого помещения.

Навозоуборочный робот SRone аналогичной конструкции разработан канадским подразделением «Houle» компании «GEA FarmTechnologies».

SRone работает бесшумно, перемещая навозную массу скребком, не вызывая беспокойства у коров. Невысокий и компактный, SRone свободно маневрирует в навозном канале. Данная система ра-

ботает самостоятельно, не требуя контроля человеком.

Благодаря аккумуляторным батареям, способным работать до 19,5 часов в день, быстрой перезарядке – всего 4,5 часов и весу 400 кг, этот маленький агрегат может убирать от 6000 до 8600 квадратных метров полов в коровниках 8 раз в день. Очень аккуратно очищает скребком выступы, углы и бортики. SRone может сделать полный разворот в проходе шириной 2 м. Толкающее усилие достигает 1 кН. Встроенный предохранитель останавливает скрепер в случае возникновения препятствия на пути, и он мгновенно меняет траекторию движения.

4.2.5. Технологические схемы уборки и переработки навоза

Для соответствия всем требованиям уборки и утилизации навоза необходимо правильно организовать технологическую линию. Первоначально определяемся с технологией и операциями, затем производим необходимые расчеты (выход навоза, производительность линии, потребное количество транспортных средств и др.) и подобрать оборудование.

Выстроить технологическую линию необходимо с учетом следующих особенностей: вид животных, их содержание, размещение животноводческих построек на местности и их количество, розы ветров и т.д.

Для транспортировки навоза от помещений до навозохранилища применяют разные средства в зависимости от его влажности, расстояния и других факторов.

Наиболее распространены следующие технологические схемы уборки, обработки и транспортировки навоза:

Для ферм крупного рогатого скота:

- при привязном содержании:

1) очистка стойл → сбрасывание в каналы → транспортирование вдоль помещения → погрузка в транспортные средства → транспортирование в навозохранилище → обработка и карантинизация → транспортирование в поле;

2) очистка стойл → сбрасывание в каналы → транспортирование в накопительную емкость → разделение на фракции → транспортирование в лагуну жидкой фракции и в навозохранилище твердой → обеззараживание → выгрузка из навозохранилища → транспортирование в поле;

3) очистка стойл → сбор навоза в резервуаре в подрешетном полу → открывание шлюзовой заслонки → сбрасывание массы в нако-

питательную емкость → откачивание насосом → погрузка в транспортные средства → транспортирование в лагуну → выгрузка из лагуны → транспортирование в поле;

- при беспривязном содержании:

4) очистка боксов → очистка навозных проходов бульдозером в накопитель → транспортирование в навозохранилище → обработка и карантинизация → транспортирование в поле.

5) очистка боксов → очистка навозных проходов дельта-скрепером → сбрасывание массы в накопительную емкость → откачивание насосом в лагуну → выгрузка из лагуны → транспортирование в поле.

Для птицеферм:

- при содержании в клеточных батареях:

1) сбор помета на транспортер → транспортирование вдоль клеточной батареи → транспортирование помета в туннель сушки → продувание теплого воздуха через перфорированные ленты → погрузка в транспортные средства → транспортирование в навозохранилище → обработка и карантинизация;

- при содержании на полу:

2) очистка подстилки в помещении → погрузка в транспортные средства → транспортирование в навозохранилище → обработка и карантинизация → транспортирование в поле;

Навоз в животноводческих помещениях, как правило, собирается в навозоприемные каналы, по которым транспортируется за пределы животноводческих помещений в промежуточные емкости для последующей перекачки на сооружения обработки и хранения. При этом применяются гидравлические способы, к которым относятся самотечные и гидросмывные системы непрерывного и периодического действия, механические способы с применением разного рода механических средств, а также комбинированные.

4.3. Расчет навозоуборочных средств

4.3.1. Расчет цепочно-скребковых транспортеров

Потребная производительность транспортера (кг/с):

$$Q_{cp} = \frac{Q_{сут}}{T_{ц} \cdot K},$$

где $Q_{сут}$ - суточный выход навоза, кг;

$T_{ц}$ - продолжительность одного цикла уборки, с;

K - число включений транспортера в течение суток. К

Тяговое сопротивление цепи транспортера (H) определяется по формуле:

$$P = 14,7 \frac{Q_{\text{ссу}}}{T_u \cdot K} \cdot T_u \cdot f_0 + L \left(\frac{P_n}{S} + q_T \cdot f \cdot 9,81 \right),$$

где T_u - время накопления навоза, с;

f_0 - коэффициент трения навоза о желоб;

L - длина цепи, м;

P_n - сопротивление движению, приходящееся на 1 скребок
($P_n = 15 - 30H$)

S - шаг скребков ($S = 0,8-1,0$ м)

q_m - масса 1 м длины транспортера;

f - опытный коэффициент, ($f = 0,4-0,5$).

Мощность двигателя на привод транспортера (кВт):

$$N_{\text{дв}} = k \frac{P \cdot V}{1000 \cdot \eta},$$

где V - скорость движения цепи ($V = 0,15-0,2$ м/с);

η - коэффициент полезного действия передачи ($\eta = 0,75 - 0,85$)

k - коэффициент, учитывающий сопротивление от натяжения цепи на приводной звездочке ($k = 1,1$).

4.3.2. Расчет тросово-скреперных установок

Производительность установки:

$$Q = \frac{W \cdot \gamma_n \cdot \varphi}{T_u}$$

где W - емкость скрепера, м³;

γ_n - объемная масса навоза, кг/м³;

φ - коэффициент заполнения скрепера ($\varphi \neq 0,9 - 1,2$);

T_u - время одного цикла, с.

Полное сопротивление движению скрепера (H):

$$P_c = P_1 + P_2 + P_3 + P_4,$$

где P_1 - сопротивление движению рабочей ветви;

P_2 - сопротивление движению холостой ветви;

P_3 - сопротивление на преодоление инерции;

P_4 - натяжение набегающей ветви каната.

Мощность двигателя для привода скреперной установки (кВт):

$$N_{\text{дв}} = \frac{P_c \cdot V_{\text{ср}}}{1000 \cdot \eta},$$

где V_{cp} - средняя скорость движения скрепера, ($V_{cp} = 0,3-0,4$ м/с)

Нагрузочные диаграммы навозоуборочных средств приведены на рисунке 4.10.

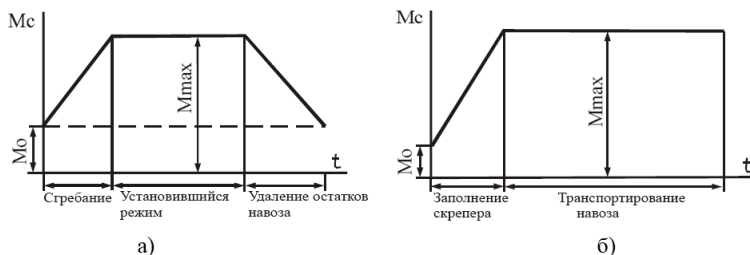


Рис. 4.10. Нагрузочный диаграммы: а – транспортера ТСН-160А; б – скреперной установки УС-10

Расчет мощности двигателя ведется по эквивалентному моменту сопротивления:

$$M_{\text{э}} = \sqrt{\frac{M_0^2 + M_0 \cdot M_{\text{max}} + M_{\text{max}}^2}{3}}$$

4.3.3. Расчет линии уборки навоза

Количество навозной массы от одного животного подсчитывается по формуле

$$G_1 = \alpha \cdot (K + M) + П,$$

где α – коэффициент, учитывающий разбавление экскрементов водой: при транспортерной системе $\alpha = 1,2$; самотечной $\alpha = 1,5$; при смывной системе с мойкой полов $\alpha = 5$;

K, M – суточное выделение кала, мочи одним животным;

$П$ – суточная норма подстилки на одного животного.

Суточный выход навоза (помета) на ферме:

$$G_{\text{сут}} = \sum_{i=1}^n G_1 \cdot m_i,$$

где m_i – поголовье животных (птиц) однотипной производственной группы;

n – количество производственных групп.

Годовой выход навоза (помета):

$$G_{\text{г}} = G_{\text{сут}} \cdot Д,$$

где $Д$ - число дней накопления навоза.

Суточный выход помета на птицефабрике рассчитывается как и

для других животных. При клеточном содержании подстилка не требуется. При напольном содержании потребное количество подстилки для разового выращивания поголовья рассчитывается по формуле:

$$P_n = \sum_1^m n_i \cdot b_i \cdot l_i \cdot h_u \cdot \frac{365}{T_i} \cdot \rho,$$

где n_i – количество однотипных зданий (для промышленного стада и ремонтного молодняка);

b_i, l_i – ширина и длина технологической зоны птичника, м;

h_u – высота укладки подстилки $h_u = 0,15 \dots 0,20$ м;

ρ – плотность подстилки (солома – 60-80 кг/м³, опилки – 220-420 кг/м³);

T_i – продолжительность нахождения стада птицы на подстилке: взрослое поголовье T_1 - 180 дней; бройлеры $T_i = 60 \dots 70$ дней; ремонтный молодняк

$T_i = 140$ дней.

m – количество групп однотипных зданий.

Влажность бесподстилочного навоза:

$$W_H = \frac{W_э + 100 \cdot (\alpha - 1)}{\alpha},$$

где $W_э$ – влажность экскрементов.

По полученным данным влажности навоза можно определить физико-механические свойства навоза (табл. 3), которые требуются для расчета процессов уборки и переработки навоза.

Для нормальной работы механических средств удаления навоза из помещений должно выполняться условие:

$$Q_{mp} \leq Q,$$

где Q_{mp} – требуемая производительность навозоуборочного средства;

Q – часовая производительность по технической характеристике.

Требуемая производительность:

$$Q_{mp} = \frac{G_{сут}^*}{(\beta \cdot T \cdot \mu)},$$

где $G_{сут}^*$ – суточный выход навоза с одного помещения;

β – кратность уборки навоза, $\beta = 2-3$;

T – время на разовую уборку, $T = 0,5-1$ ч;

μ – коэффициент неравномерности разового количества на-

воза, $\mu = 1,3$.

Табл. 4.3. Вязкость, предельное напряжение сдвига и плотность навоза дойных коров

| Влажность навоза, % | Навоз дойных коров | | |
|---------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| | плотность, кг/м ³ | вязкость, Н·с/м ² | предельное напряжение сдвига, Н/м |
| 86 | 1034,2 | 1,30 | 75,0 |
| 87 | 1032,2 | 1,20 | 60,0 |
| 88 | 1029,6 | 1,00 | 40,0 |
| 89 | 1026,9 | 0,80 | 37,0 |
| 90 | 1024,4 | 0,60 | 14,0 |
| 91 | 1021,8 | 0,30 | 5,0 |
| 92 | 1019,1 | 0,45 | 2,5 |
| 93 | 1016,5 | 0,10 | 1,0 |
| 94 | 1013,9 | 0,08 | - |
| 95 | 1011,3 | 0,50 | - |
| 96 | 1008,7 | 0,0035 | - |
| 97 | 1006,1 | 0,03 | - |

Транспортирование навоза и навозосодержащих стоков от животноводческих помещений до сооружений сбора, карантинирования, обеззараживания и подготовки к использованию осуществляется в зависимости от принятого способа удаления навоза из помещений стационарными транспортными средствами, мобильным или гидравлическим транспортом.

Стационарные транспортные средства следует применять для подачи навоза от механических средств навозоудаления, расположенных в животноводческих помещениях, в навозосборники и прифермские навозохранилища.

Мобильный транспорт следует использовать для транспортирования подстилочного, полужидкого и жидкого навоза с суточным выходом до 100 м³.

Гидравлический транспорт следует проектировать для транспортирования жидкого навоза, навозных стоков, жидкой фракции и других продуктов очистки и переработки навозных стоков.

Неотъемлемой частью современной системы удаления и переработки навозных стоков является канализационная насосная станция

(КНС). КНС представляет собой отдельно стоящее инженерное сооружение, включающее в себя резервуар – навозосборник и технологическое оборудование, служащее для гомогенизации и перекачки поступающих на станцию стоков. Основным назначением канализационной насосной станции является выполнение следующих технологических функций: прием, накопление, гомогенизация навозных стоков и перекачка их на сооружения переработки (карантинные емкости, навозохранилища, цех разделения и т.д.).

С целью предотвращения расслоения навозных стоков на фракции и выпадения осадка в резервуаре КНС необходимо устанавливать устройства для перемешивания. Данные устройства могут быть смонтированы стационарно в резервуаре или же быть переносными. Для перемешивания навозных стоков в резервуаре насосной станции применяются насосы или специализированные мешалки - гомогенизаторы. Мешалки – гомогенизаторы обеспечивают усреднение навозных стоков по плотности и загрязнению, а также предотвращают преждевременное разделение стоков по фракциям.

По заданным расходу и принятому диаметру навозопровода определяют скорость движения стоков:

$$V = \frac{4Q}{\pi d_g^2},$$

где d_g – внутренний диаметр трубопровода, м.

Полученная скорость должна быть проанализирована с учетом реологических свойств навоза, незаиливающей скорости и влажности навозных стоков. Обычно $V > 0,2-0,5$ м/с.

Величина потерь напора на единицу длины определяется по формуле:

$$i = \frac{\lambda V^2}{2g d_g^5},$$

где λ – коэффициент гидравлического трения (для навозных стоков принимается в соответствии с РД-АПК 1.10.15.02-08);

g – ускорение свободного падения, м/с².

Потери напора по длине навозопровода, определяются формулой:

$$h_o = i \cdot l,$$

где l – длина трубопровода, м.

Необходимый напор насоса определяется по формуле:

$$H_n = h_o + h_m + h_z + h_{ces},$$

где h_o – потери напора по длине трубопровода, м;

h_m – потери напора на местные сопротивления, м (принимаются 10-12% от потерь напора по длине);

h_z – геометрическая разность отметок всасывания и подачи (высота подъема), м;

$h_{св}$ – свободный напор, м;

Требуемая производительность мобильных технических средств:

$$Q_{mp} = \frac{Q_{сут}}{T}, \text{ т/час}$$

где $Q_{сут}$ – суточный выход навоза с фермы, т;

T – время работы технического средства, час.

Количество рейсов для доставки навоза в навозохранилище равно:

$$Z = \frac{Q_{mp} \cdot T_u}{G}$$

где G – грузоподъемность технического средства;

T_u – время одной поездки (цикла) транспортного средства, ч.

4.3.4. Выбор технологии подготовки навоза к использованию

Технология, основанная на использовании жидкого навоза, исключает применение подстилки, что ухудшает условия содержания животных. Эта технология в большинстве случаев не обеспечивает уничтожения патогенных микроорганизмов и семян сорных растений. Жидкий навоз более опасен с экологической точки зрения. Выход жидкого навоза обычно превышает выход экскрементов, что требует увеличения вместимости навозохранилищ и увеличивает объем транспортных работ в самые напряженные дни весны и осени. Тем не менее благодаря меньшим трудовым затратам эта технология получает все большее распространение. Однако использование ее во многих территориях связано с рядом проблем, обусловленных возможными длительными морозами, избыточным увлажнением почв и высокой капиталоемкостью лагун.

Вторая тенденция - содержание животных на обильной соломенной подстилке с получением твердого навоза и последующим его обеззараживанием методом компостирования. Компосты считаются лучшим органическим удобрением.

Они не только обогащают почву питательными элементами, но и уменьшают ее плотность, улучшают физико-механические свойства и воздушный режим. Питательные вещества компоста в сравнении со

свежим навозом находятся в форме, легче усвояемой растениями. В процессе компостирования обезвреживаются болезнетворные микроорганизмы, яйца гельминтов и семена сорняков, исчезает характерный неприятный запах, т.е. происходит дезодорация навоза. Твердый навоз и получаемые на его основе компосты можно хранить в штабелях на полевых площадках вблизи мест внесения. На ферме в этом случае достаточно иметь площадку, обеспечивающую хранение навоза только на период бездорожья.

Недостатками технологии, основанной на использовании твердого навоза, являются более высокая трудоемкость этой технологии и повышенные потери азота при несоблюдении ее.

Теплая сухая подстилка положительно влияет на здоровье животных, уменьшает непроемкие потери тепла, улучшает микроклимат в помещениях.

Для измельчения и внесения подстилки используют измельчители норвежской фирмы «Kverneland», финских фирм «Elho» и «Agronic», французской «Jeantil», немецкие, польские, а также белорусские измельчители ИРК-145 РУПП «Бобруйскагромаш».

Уборка навоза при беспривязном безбоксовом содержании животных на обильной подстилке в секциях с горизонтальным полом производится мобильным навозоуборщиком. Чтобы не выгонять животных из помещения на время уборки навоза, секции разделяют на две части посредством продольных перегородок с калитками. В секциях с наклонным (самоочищающимся полом) навоз убирают только из кормонавозного прохода либо мобильным навозоуборщиком, либо скреперными установками.

В соответствии с современными экологическими требованиями каждая ферма должна иметь навозохранилище.

Для жидкого бесподстилочного навоза наиболее рациональны хранилища цилиндрической формы, изготавливаемые из сборных железобетонных конструкций. Стоимость единицы объема таких хранилищ меньше, чем прямоугольных, так как цилиндр имеет лучшее соотношение между строительным объемом и площадью застройки. Кроме того, в круглых резервуарах навоз легче перемешивать перед выгрузкой.

Недостатки навозохранилищ открытого типа - повышенные потери азота и увеличение объема навоза вследствие разбавления его атмосферными осадками. Поэтому за рубежом все большее распространение получают закрытые хранилища. Самой новой разновидностью таких хранилищ являются, так называемые, «навозные мешки»,

изготавливаемые из поливинилхлоридного пластика повышенной прочности.

Для полужидкого навоза применяют наземные или полузаглубленные хранилища траншейного типа, оборудованные съездами с уклоном 15° и системой дренажа жидкой фракции. В целях уничтожения семян сорняков полужидкий навоз рекомендуется компостировать в смеси с соломой или другими влагопоглощающими материалами, предварительно доведя влажность смеси до 65-70%.

Количество влагопоглощающего материала, которое нужно добавить к 1 т навоза, чтобы получить смесь, пригодную для компостирования, определяется по формуле

$$Q_m = (W_n - W_{см}) / (W_{см} - W_m),$$

где W_n , W_m , $W_{см}$ - относительная влажность соответственно навоза, влагопоглощающего материала и их смеси, %.

Если, например, смешиваются подстилочный навоз влажностью 75% и торф влажностью 50%, то для получения смеси влажностью 70% на 1 т навоза необходимо 0,25 т торфа.

Если при тех же условиях влажность навоза будет 88%, то на 1 т такого навоза нужно 0,9 т торфа, т.е. в 3,6 раза больше, чем в первом случае.

Твердый подстилочный навоз влажностью до 75% допускается хранить на полевых площадках непосредственно в зоне внесения, стоимость которых значительно меньше, чем хранилищ для жидкого навоза, что является еще одним доводом в пользу содержания крупного рогатого скота, особенно молодняка, на обильной подстилке.

При выборе технологии учитывают влажность навоза и наличие компостируемых материалов, земельные угодья, пригодные для использования навоза, природно-климатические условия: уровень грунтовых вод, количество выпадающих осадков и др.

Наибольшее распространение получили следующие технологии подготовки навоза к использованию: компостирование, гомогенизация, естественное и механическое разделение на густую и жидкую фракции, биологическая очистка жидкой фракции с целью последующего сброса ее в водоемы, переработка в анаэробных условиях для получения качественных органических удобрений и биологического газа.

Для компостирования навоза в качестве наполнителя могут быть использованы: торф, солома, опилки и другие органические влагопоглощающие компоненты. Оптимальная влажность компостируемой смеси должна составлять не более 70%, отношение углерода к азоту

20:1- 30:1.

Исходная влажность компонентов для приготовления смеси должна составлять, не более: навоза и помета - 92%; торфа - 60%; сапропеля - 50%; опилок - 30%; соломы - 24%; древесной коры - 60%; лигнина - 50%.

Компостирование навоза (рис. 4.11) осуществляется, как правило, на прифермских открытых гидроизолированных площадках и в стационарных механизированных цехах с твердым покрытием мобильными или стационарными средствами.

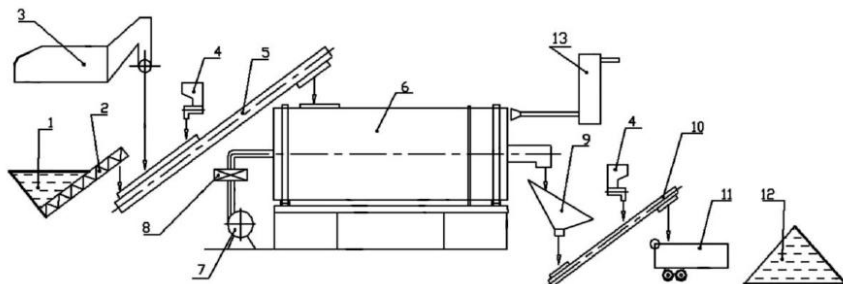


Рис. 4.11. Технологическая схема производства компостов в биореакторе барабанного типа: 1 – емкость для навоза; 2 – транспортер-дозатор; 3 – бункер-дозатор наполнителя; 4 – дозаторы микродобавок; 5 – транспортер-смеситель; 6 - биореактор; 7 – вентилятор; 8 – электрокалорифер; 9 – сепаратор; 10 – отгрузочный транспортер; 11 – буртоукладчик; 12 – площадка хранения удобрений; 13 – система очистки воздуха

Наиболее больших успехов в вопросе уборки и переработки навоза достигли известные мировые компании: BigDutschman (Германия), GEA FarmTechnologies (Германия); Delaval (Швеция); BauerTechnics (Чехия); Mullerup (Дания); JOZ (Голландия); Биокомплекс (Россия) и др.

Все животноводческие хозяйства в той или иной степени занимаются утилизацией отходов: одни согласно агрономическим нормам применяют оборудование для переработки навоза в удобрение, другие, желая сэкономить, бесконтрольно вывозят отходы на поля. Многие предприятия осуществляют утилизацию с применением устаревшего оборудования, но, тем не менее, делают это ответственно, с соблюдением всех норм и правил, и по возможности поэтапно обновляют парк машин.

Самой распространенной технологией утилизации навоза явля-

ется его отстаивание в навозохранилищах с последующим внесением на поля. Согласно нормам технологического проектирования отстаивание несепарированного навоза должно продолжаться шесть месяцев, а сепарированного твердого - четыре месяца. С годами этот способ не претерпел значительных изменений, усовершенствовался лишь механизм внесения удобрения.

Недавно разработана новая технология утилизации навоза – его переработка в подстилку для животных. Эта методика применима только для ферм КРС. Переработка навоза в подстилку позволяет отказаться от расходов на заготовку, перевозку и утилизацию соломы, песка или опилок. При этом подстилка из отделенных твердых составляющих навоза удобна, экологически безопасна и не вредит здоровью коров. К тому же использованную подстилку применяют в качестве удобрения, не засоряя поля.

Альтернативными технологиями переработки отходов являются использование личинок домашней мухи, микро- и макроорганизмов, применение биогазовых установок и технологий сжигания органики. Однако самой популярной среди них специалисты называют вермикультивирование - переработку навоза при помощи дождевых червей. При этом получают гумусное удобрение, а из червей - полноценный белок, скармливаемый рыбе, птице и скоту.

Производством биогумуса посредством вермикультивирования занимаются в основном небольшие животноводческие хозяйства.

Перспективным направлением в утилизации навоза является его анаэробное сбраживание, позволяющее получить газообразное топливо и качественное органическое удобрение, сохранить от загрязнения окружающую среду.

Животноводческие стоки - это смесь твердых частиц и жидкости. Решение проблемы заключается в том, чтобы отделить твердые частицы прежде, чем их загрязняющие окружающую среду элементы растворятся в жидкости. Разделение - удаление твердых частиц из жидких стоков навоза или помета - ключевой момент в решении этой проблемы, что позволяет снизить объем отстойников в 2,5 раза, упростить технологию внесения, снизить сроки хранения, увеличить эффективность биологических очисток и минимизировать вредное влияние на окружающую среду.

Шнековый пресс-сепаратор для разделения навоза - это лучшее из доступного сегодня оборудования для выполнения данной задачи - разделения жидких животноводческих стоков на фракции.

Отсепарированная твердая фракция - сухая, пористая, рассыпча-

тая биомасса с низкой адгезией - идеально подходит для использования в качестве подстилки для КРС, переработки в высококачественное органическое удобрение за счет компостирования в чистом виде и как топливо для пиролизных теплогенераторов.

При использовании отдельной твердой фракции навоза в качестве подстилочного материала для крупного рогатого скота вместо соломы, песка или опилок достигаются следующие преимущества:

- отсутствие расходов на закупку и перевозку соломы, песка или опилок;
- подстилка может немедленно вноситься и помещаться в стойла;
- не содержит патогенной микрофлоры;
- не вредит здоровью вымени и исключает вероятность появления мастита вымени;
- подстилка не привлекательна для паразитов, мух и грызунов.

Использованная подстилка из твердой фракции навоза - это хорошее органическое удобрение, не загрязняющее поле.

Жидкая фракция после сепарации характеризуется нейтральной реакцией, сбалансированным соотношением фосфора, азота и калия - 1,4:1,6:1,6. Содержание коллоидных взвешенных веществ менее 1%.

Жидкая фракция используется при повторном гидросмыве или в качестве органического удобрения при орошении почв.

Производство биогаза - биохимический процесс протекающий в бескислородной среде (в анаэробных условиях), когда происходит разложение органических субстанций под воздействием микроорганизмов путем ступенчатого процесса. Анаэробное разложение различных субстратов зависит главным образом от состава последних, а именно:

- от содержания в них сухого вещества (СВ);
- от количества летучих твердых веществ;
- от химического состава органических частей (углеводы, жиры, протеины, балластные вещества).

Биогаз - сгораемый газ, который состоит из следующих компонентов: 50-70% - метан (CH_4); 30-50% - двуокись углерода (CO_2); до 2% - газы, содержащиеся в малых количествах (аммиак, гидросульфат и т.д.)

Теплотворная способность биогаза составляет до 7 кВтч/м^3 (в зависимости от содержания CH_4). По сравнению с природным газом (также содержащим CH_4 в качестве главной составляющей) этот показатель биогаза несколько ниже.

Для производства биогаза могут быть использованы практически все субстанции органического происхождения, не содержащие большого количества волокон (деревянных компонентов), разлагающиеся в аэробных условиях. В качестве основного субстрата в первую очередь применяется навозная жижа со свиноводческих ферм и ферм для содержания крупного рогатого скота. Органические отходы улучшают выход биогаза. Например, в Германии практикуется сбраживание энергетических растений (возобновляемого сырья) с добавлением к растительной массе навозной жижи или без нее (табл. 4.4).

Табл. 4.4. Выход биогаза при использовании различных субстратов

| Субстрат | Содержание сухого вещества (% от массы исходного сырья) | Содержание органического сухого вещества (% от сухого вещества) | Выход биогаза (м ³ /т органического сухого вещества) | Выход биогаза (м ³ /т массы исходного сырья) |
|--|---|---|---|---|
| Навозная жижа/ крупный рогатый скот | 8 | 80 | 300-350 | 19-22 |
| Навозная жижа/ свиноводство | 6 | 75 | 400-450 | 18-20 |
| Помет/ птицеводство | 25 | 75 | 450-500 | 84-94 |
| Продукты питания | 20 | 90 | 700-800 | 126-144 |
| Жиры | 25 | 95 | 1000 | 238 |
| Кукурузная силосная масса | 30 | 95 | 700 | 200 |
| Силосная масса неизмельченных растений | 32 | 92 | 630 | 185 |
| Травяная силосная масса | 33 | 88 | 580 | 168 |

При проектировании биогазовых установок необходимо иметь

следующую информацию:

- о виде и количестве загружаемого материала;
- о будущем использовании произведенного биогаза;
- о средствах финансирования;
- об индивидуальных местных особенностях;
- об использовании остатков брожения.

При определении концепции планирования биогазовых установок важно определить следующие позиции: мезофильные (~38°C) или термофильные (~55°C) условия процесса, одно - или двухступенчатый процесс, перемешивание субстратов, отопление ферментатора, система подачи материалов для сбраживания, производительность ферментатора по навозу.

Основные процессы биогазовой установки: предварительное хранение исходного сырья, предварительная обработка загружаемых материалов полностью либо частично (например, пастеризация); сбраживание; хранение остатков сбраживания (например, в емкостях, лагунах и т.д.); при необходимости - подготовка и переработка остатков сбраживания; использование газа, в большинстве случаев - блок ТЭЦ для одновременной выработки электро- и теплоэнергии.

Внедрение биогазовых установок позволяет создать возобновляемые источники энергии вблизи от потребителя. Кроме того, полученное в процессе сбраживания экологически чистое органическое удобрение значительно повышает урожайность сельскохозяйственных культур.

С учетом этих факторов во многих странах мира ведется интенсивное внедрение биогазовых установок. Так, по состоянию на январь 2010 года в Германии насчитывалось около 5 тысяч установок, в 2010 году планировалось введение в действие ещё 800. К 2020 году 20 тысяч установок позволят получить 6 тысяч МВт энергии. Следует отметить, что в Германии имеются стабильные экономические условия для производства биогаза.

По многим причинам в разряд опасного отхода птицеводческих хозяйств включен птичий помет. Ежедневное поступление больших количеств пометной массы является наиболее значимым экологическим фактором воздействия на окружающую среду. Несанкционированные зоны хранения помета являются существенным источником не только загрязнения рельефа почв, водоемов и подземных вод, но и причиной возникновения и распространения резкого неприятного запаха, ускоренного роста и развития яиц и личинок

гельминтов и мух, множества других микроорганизмов, в которых могут быть возбудители опасных заболеваний.

Как показали результаты обследования многих птицефабрик в различных регионах России, одной из главных причин возникновения экологической опасности от накапливания помета является низкое качество выполнения технологических операций по удалению помета из птицеводческих помещений, а также его неправильного хранения, транспортирования и самое главное использования в качестве органического компонента при производстве удобрений.

При длительном хранении помёта на грунтовых площадках происходит загрязнение почвы, грунтовых и поверхностных вод. В поверхностном слое почвы таких площадей по высоте 0,4 м содержится до 4950 кг/га минерального азота, в том числе 2500 кг/га нитратного, что в 17 раз выше по сравнению с незагрязнённой почвой.

В грунтовых водах на площадках хранения птичьего помета, где накапливаются атмосферные осадки, содержание (мл/л) нитратного азота превышает содержание его в дренажных водах сплоя в 2 раза, аммиачного азота – в 8 раз, фосфора – в 11 раз, калия – в 10 раз. Эрозия почв, смыв удобрений и органических отходов приводят к сильнейшему загрязнению рек и озер.

Неудовлетворительное хранение и неудовлетворительное использование помета не только наносит существенный вред окружающей среде, приводя прилегающие к птицефабрикам территории в неудовлетворительное экологическое состояние, но и приводит к потерям огромного количества необходимого для сельскохозяйственных угодий качественного органического удобрения.

Во ВНИТИП поступают многочисленные предложения с различными экономическими обоснованиями переработки птичьего помета в биогаз, электрическую энергию, топливные брикеты, кормовые добавки, выращивание калифорнийских червей, сжигание, производство удобрений и др.

Из всех многочисленных предложений для крупных и средних птицефабрик России может быть принято только один способ – производство органических удобрений на пометной основе.

Учитывая специфику производственного процесса функционирования птицеводческих хозяйств: направление продукции (получение яиц или мяса), вид птицы, (яичные куры, цыплята-бройлеры), способ содержания (напольное, клеточное), климатическая зона (север, юг), - производство органических удобрений может быть организовано по четырем технологиям, каждая из которых комплектуется соответст-

вующими агрегатами, машинами и др. технологическим оборудованием. Перечислим основные способы производства удобрений на пометной основе:

1. Пассивное компостирование. Это самый простейший способ, который включает получение органических смесей (птичий помет + птичий помет с подстилкой, птичий помет + торф, птичий помет + древесные опилки, птичий помет + другие местные органические отходы). Органическая смесь формируется в штабели высотой не более 2,5 метров. Через 6-8 месяцев хранения на полевых площадках происходит созревание этой смеси, так как в ней создаются благоприятные условия для роста и развития мезофильных и термофильных микроорганизмов, в результате чего и образуется компост, который пригоден для использования в земледелии.

2. Интенсивное компостирование. Этот способ применяют, когда готовое органическое удобрение планируется реализовать через розничную торговлю. По этому способу органическую смесь загружают в специальные ферментеры, в которых процесс созревания происходит за 6-7 суток, так как в них нагнетается в нижнюю часть воздух, который резко интенсифицирует рост и развитие мезофильных и термофильных микроорганизмов.

3. Термическая сушка помета в специальных установках. Этот способ может быть применен для птицефабрик, в которых птица содержится в клеточных батареях, птицефабрики расположены в курортных зонах или районах Крайнего Севера, в крупных населенных пунктах, отсутствуют источники постоянного поступления органических компонентов: торфа, опилок и др.

4. Вакуумная сушка помета. Этот способ является новым для птицефабрик. Он может быть использован для ликвидации многолетних накоплений пометных стоков, при производстве сухого помета, поступающего из клеточных батарей. Разумеется затраты на получение сухого помета будут тем меньше, чем ниже влажность пометной массы.

5. Механизация обеспечения требуемого микроклимата животноводческих помещений

5.1. Требования к системам обеспечения микроклимата

Микроклимат в помещении - это климат ограниченного пространства, включающий в себя совокупность факторов среды: темпе-

ратура, влажность, скорость движения и охлаждающая способность воздуха, уровень шума, содержание взвешенных в воздухе пылевидных частиц и микроорганизмов, газовый состав воздуха и др.

Создание и поддержание микроклимата в животноводческих помещениях связаны с решением комплекса инженерно-технических задач и наряду с полноценным кормлением являются определяющим фактором в обеспечении здоровья животных, их воспроизводительной способности и получении от них максимального количества продукции высокого качества.

Современные технологии содержания животных предъявляют высокие требования к микроклимату в животноводческих помещениях. По мнению ученых, специалистов животноводства и технологов, продуктивность животных на 50-60 % определяется кормами, на 15-20 % - уходом и на 10-30 % - микроклиматом в животноводческом помещении. 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

Микроклимат имеет принципиальное значение для повышения эффективности современных ферм и комплексов. Новые породы животных очень восприимчивы к влиянию внешней среды. Если микроклимат не будет находиться в требуемых пределах, нельзя ожидать качественной конверсии корма, высоких суточных привесов и низкого падежа животных. Сегодняшнее понятие оценки микроклимата не заключается только в соблюдении критериев температуры, но также в ограничении воздействия влажности воздуха и содержания вредных газов, особенно *аммиака и углекислого газа*. Оценивается не только количество воздухообменов за единицу времени, но и комплекс воздействий всех параметров. В предложениях зарубежных фирм по микроклимату на первом месте стоит комфорт животных, который выражается *„индексом температуры-влажности“*, или же, по-иному, *ощущаемой температурой* (рис. 5.1).

Таким образом, основным определяющим показателем являются температура и относительная влажность воздуха, или же ощущаемая температура, т.е. температура воздуха под влиянием других переменных. Результатом каждого решения должно быть минимальное колебание отдельных параметров в течение дня, месяца и года, т.е. балансирование систем отопления, вентиляции, охлаждения и их управле-

ния так, чтобы перепады в течение времени были минимальными. Конечно, существуют также прочие факторы влияния, как например температура наружных стен объекта, температура и влажность полов и т.д. Однако влиять на главные факторы среды можно при помощи систем вентиляции, отопления и охлаждения.

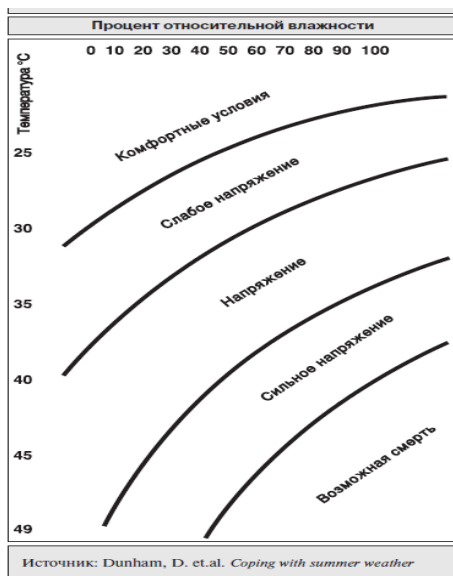


Рис. 5.1. Стадии теплового напряжения коров в зависимости от температуры и относительной влажности

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования животноводческих, птицеводческих и звероводческих зданий и помещений следует проектировать в соответствии с требованиями свода правил СП 60.13330, СП 1106.1330 и нормами технологического проектирования: НТП - АПК 1.10.05.001 - 01, НТП - АПК 1.10.02.001 - 00, НТП - АПК 1.10.01.001 - 00 и др.

Системы отопления и вентиляции животноводческих, птицеводческих и звероводческих зданий должны обеспечивать в зоне размещения животных и птицы заданные нормами технологического проектирования (методическими рекомендациями по технологическому проектированию) параметры микроклимата.

Все животноводческие и птицеводческие здания должны быть оборудованы вентиляцией. Необходимость отопления (охлаждения) этих зданий, а также производительность систем отопления

(охлаждения) и вентиляции следует определять расчетом зависимости от заданных параметров внутреннего и наружного воздуха, тепло-, влаго- и газовыделений животными и птицей (с учетом изменений в процессе их роста) в помещениях, тепла от работающего оборудования, тепла солнечной радиации, теплотерь через ограждающие конструкции, теплотерь с инфильтрацией воздуха через не плотности в ограждениях. Кондиционирование воздуха в помещениях для содержания животных и птицы допускается предусматривать по требованиям технологии при экономической целесообразности, если заданные параметры микроклимата помещений не могут быть обеспечены вентиляцией, в том числе и вентиляцией с испарительным охлаждением воздуха.

Расчетные параметры внутреннего воздуха при проектировании отопления и вентиляции в основных производственных помещениях содержания животных, птицы, зверей (кроме нутрий) приведены в нормах технологического проектирования (методических рекомендациях по технологическому проектированию) животноводческих, птицеводческих и звероводческих ферм, комплексов (предприятий, объектов); нормах технологического проектирования ветеринарных объектов, станций и пунктов искусственного осеменения животных.

Расчетные параметры наружного воздуха следует принимать в соответствии с СП 60.13330. При этом при промежуточных значениях температур наружного воздуха от 10 °С и ниже относительную влажность воздуха следует принимать равной:

для районов со средней температурой наиболее холодной пятидневки выше минус 15 °С - 85%;

от минус 15 °С до минус 25 °С - 80 %;

от минус 25 °С и ниже - 75 %.

При определении тепловой мощности систем отопления и вентиляции животноводческих, звероводческих и птицеводческих зданий необходимо учитывать дополнительные для этих зданий теплотери на нагрев поступающих извне кормов и на испарение влаги с подстилки и смоченных поверхностей и тепловыделения от глубокой подстилки.

В помещениях для содержания животных, нутрий, кроликов и птицы в случаях, когда теплотери не компенсируются тепловыделениями, необходимо предусматривать воздушное отопление, совмещенное с приточной вентиляцией.

В родильных отделениях крупного рогатого скота, в

помещениях для содержания свиноматок с поросятами, молодняка кроликов и птицы допускается применять системы отопления с местными нагревательными приборами.

Для обогрева поросят-сосунов и молодняка, птицы младших возрастов следует предусматривать системы локального обогрева.

В проектах следует предусматривать мероприятия по повышению уровня использования вторичных топливно-энергетических ресурсов; максимальному применению рекуперации тепла в технологических агрегатах, а также утилизации низкопотенциального тепла с помощью тепловых насосов.

Воздухообмен в помещениях для содержания животных, нутрий, кроликов и птицы следует определять расчетом, исходя из условий обеспечения в зоне размещения животных заданных параметров микроклимата, пылевой и бактериальной загрязненности внутреннего воздуха, которые приведены в нормах технологического проектирования (методических рекомендаций по технологическому проектированию). В случаях, когда в нормах технологического проектирования (методическими рекомендациями по технологическому проектированию) или ветеринарно-санитарных требованиях приведены минимальные объемы подачи наружного воздуха на одну голову или единицу живой массы (как правило, в холодный период года), производительность вентиляционных систем, определяемая расчетом для удаления вредностей, должна удовлетворять также и этим требованиям. При содержании крупного рогатого скота на решетчатых полах с применением подполий следует предусматривать вытяжку из подполий и каналов в количестве не менее 30% минимального воздухообмена.

При проектировании систем воздухораспределения в животноводческих и птицеводческих помещениях необходимо производить расчет распространения воздушных струй. Температура воздуха в рассчитываемом сечении воздушной струи на входе в зону размещения животных и птицы не должна отличаться от расчетной более чем на 2⁰С, а скорость движения воздуха должна соответствовать значениям, приведенным в Нормах технологического проектирования (НТП).

5.2. Классификация систем вентиляции и их краткая характеристика

При помощи систем вентиляции осуществляется поддержание на требуемом уровне большинства параметров микроклимата:

температуры, влажности, газового состава и других показателей воздушной среды.

Выбор системы вентиляции для определенного животноводческого помещения является очень сложной и ответственной процедурой, при этом нужно учитывать множество факторов (рис. 5.2).

Цель вентиляционных систем обеспечения микроклимата - создать среду обитания животных, *обеспечивающую требуемый технологический эффект, при минимальных энергозатратах.* Немаловажной является задача создания приемлемых условий для обслуживающего персонала животноводческих помещений и условий эксплуатации технологического оборудования, установленного в помещении. Возрастает внимание и к проблеме загрязнения окружающей среды с вентиляционными выбросами, содержащими газообразные продукты жизнедеятельности животных, многие из которых являются токсичными или дурно пахнущими. Все ключевые вопросы создания современных систем микроклимата как одного из объектов в цепи производства животноводческой продукции определяются комплексом исходных данных, структура которых показана на рисунке 5.2. Требования к данным системам, технологические схемы обработки воздуха, выбор оборудования и режимов его работы определяются видом животных, объемно - планировочными решениями здания и технологий содержания, климатом в данном регионе.

На фермах и комплексах оптимальный микроклимат создается прежде всего за счет постоянного воздухообмена, заключающегося в непрерывной подаче свежего воздуха и удалении загрязненного.. Кроме того, вентиляции способствуют увеличению количества легких отрицательно заряженных ионов в воздухе животноводческих помещений и предупреждению конденсации паров на внутренних поверхностях ограждающих конструкции.

По способу перемещения воздуха вентиляция бывает с естественным побуждением (естественной) и с механическим (механической). Возможно также сочетание естественной и механической вентиляции (смешанная вентиляция).

Воздухообмен при *естественной вентиляции* происходит вследствие разности температур воздуха в помещении и наружного воздуха, а также в результате действия ветра.

Организованная естественная вентиляция осуществляется аэрацией и дефлекторами, и поддается регулировке.

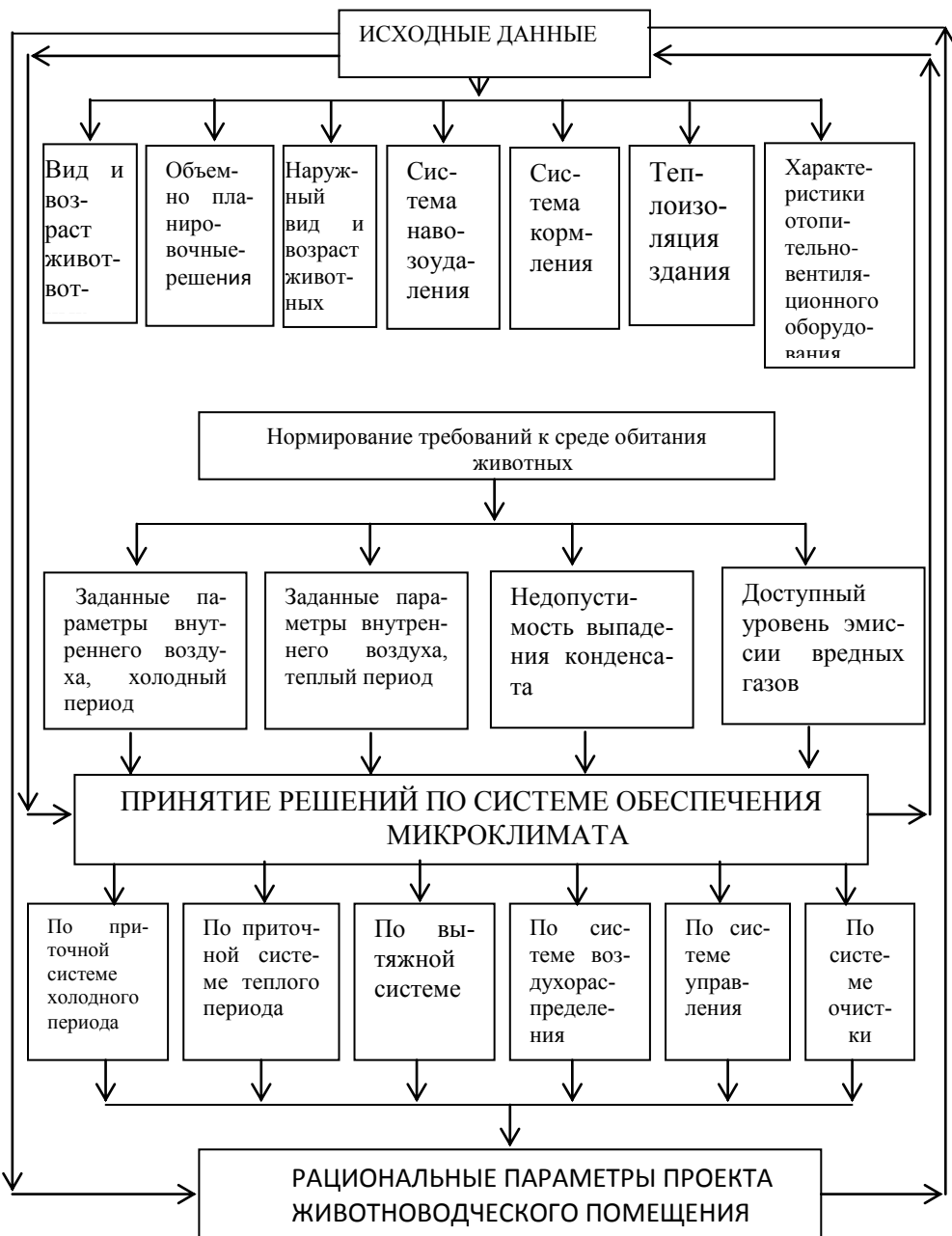


Рис. 5.2. Структурная схема выбора вентиляционных систем обеспечения микроклимата животноводческих помещений

Аэрация. Осуществляется в холодных помещениях за счет ветрового давления, а в теплых помещениях за счет совместного и раздельного действия гравитационного и ветрового давлений. В летнее время свежий воздух поступает в помещение через нижние проемы, расположенные на небольшой высоте от пола (1–1,5 м), а удаляется через проемы в световом фонаре здания.

Поступление наружного воздуха в зимнее время осуществляется через проемы, расположенные на высоте 3–4 м от пола. Высота принимается с таким расчетом, чтобы холодный наружный воздух, опускаясь до рабочей зоны, успел достаточно нагреться за счет перемешивания с теплым воздухом помещения. Меняя положение створок, можно регулировать воздухообмен.

При обдувании зданий ветром с наветренной стороны создается повышенное давление воздуха, а на заветренной стороне – разрежение.

Под напором воздуха с наветренной стороны наружный воздух будет поступать через нижние проемы и, распространяясь в нижней части здания, вытеснять более нагретый и загрязненный воздух через проемы в фонаре здания наружу. Таким образом, действие ветра усиливает воздухообмен, происходящий за счет гравитационного давления.

Преимуществом аэрации является то, что большие объемы воздуха подаются и удаляются без применения вентиляторов и воздуховодов. Система аэрации значительно дешевле механических систем вентиляции.

Недостатки: в летнее время эффективность аэрации снижается вследствие повышения температуры наружного воздуха; поступающий в помещение воздух не обрабатывается (не очищается, не охлаждается).

Вентиляция с помощью дефлекторов. Дефлекторы представляют собой специальные насадки, устанавливаемые на вытяжных воздуховодах и использующие энергию ветра. Дефлекторы применяют для удаления загрязненного воздуха из помещений сравнительно небольшого объема, а также для местной вентиляции.

Наибольшее распространение получил дефлектор ЦАГИ (рис.5.3).

Ветер, обдувая обечайку дефлектора, создает разрежение на большей части его окружности, вследствие чего воздух из помещения движется по воздуховоду и патрубку 5 и затем выходит наружу через две кольцевые щели между обечайкой 2 и краями колпака 3 и конуса

4. Эффективность работы дефлекторов зависит главным образом от скорости ветра, а также высоты установки их над коньком крыши.

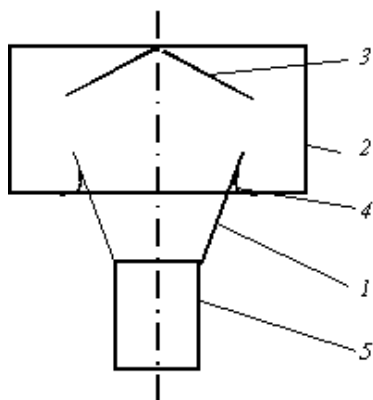


Рис. 5.3. Дефлектор ЦАГИ: 1 - диффузор, 2 - цилиндрическая обечайка, 3 - колпак, 4 - конус, 5 – патрубок

Вентиляция бывает приточной, вытяжной или приточно-вытяжной в зависимости от того, для чего служит система вентиляции, – для подачи (притока) или удаления воздуха из помещения или (и) для того и другого одновременно (рис.5.4).

В системах *механической вентиляции* движение воздуха осуществляется вентиляторами и в некоторых случаях эжекторами.

Приточная вентиляция. Установки приточной вентиляции обычно состоят из следующих элементов (рис. 5.4, а): воздухозаборное устройство 1 для забора чистого воздуха; воздуховоды 2, по которым воздух подается в помещение; фильтры 3 для очистки воздуха от пыли; калориферы 4 для нагрева воздуха; вентилятор 5; приточные насадки 6; регулирующие устройства, которые устанавливаются в воздухоприемном устройстве и на ответвлениях воздуховодов.

Вытяжная вентиляция. Установки вытяжной вентиляции включают в себя (рис. 5.4, б): вытяжные отверстия или насадки 7; вентилятор 5; воздуховоды 2; устройство для очистки воздуха от пыли и газов 8; устройство для выброса воздуха 9, которое должно быть расположено на 1–1,5 м выше конька крыши.

При работе вытяжной системы чистый воздух поступает в помещение через неплотности в ограждающих конструкциях. В ряде случаев это обстоятельство является серьезным недостатком данной

системы вентиляции, так как неорганизованный приток холодного воздуха (сквозняки) может вызвать простудные заболевания.

Приточно-вытяжная вентиляция. В этой системе воздух подается в помещение приточной вентиляцией, а удаляется вытяжной вентиляцией (рис.5.4,а и б), работающими одновременно.

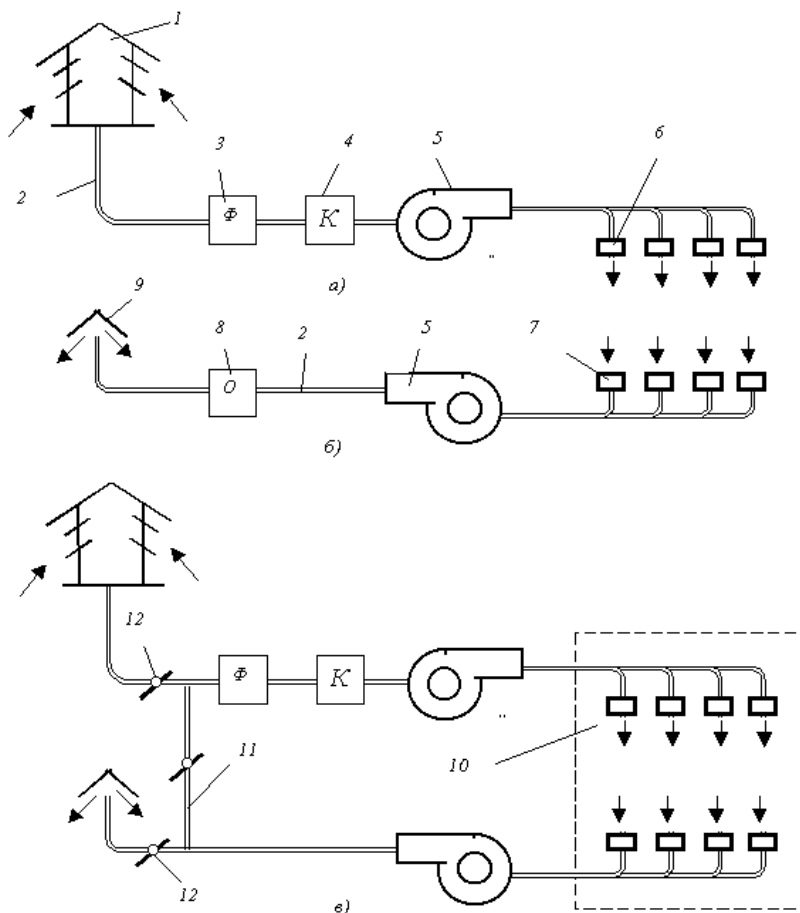


Рис. 5.4. Механическая вентиляция: а) – приточная; б) – вытяжная; в) – приточно-вытяжная

Приточно-вытяжная вентиляция с рециркуляцией (рис.10.4,в) характерна тем, что воздух, отсасываемый из помещения 10 вытяжной системой, частично повторно подают в это помещение через приточ-

ную систему, соединенную с вытяжной системой воздуховодом 11. Регулировка количества свежего, вторичного и выбрасываемого воздуха производится клапанами 12. В результате использования такой системы достигается экономия расходуемой теплоты на нагрев воздуха в холодное время года и на его очистку.

Для эффективной работы системы вентиляции важно, чтобы еще на стадии проектирования были выполнены следующие технические и санитарно-гигиенические требования.

1. Количество приточного воздуха должно соответствовать количеству удаляемого (вытяжки); разница между ними должна быть минимальной.

В ряде случаев необходимо так организовать воздухообмен, чтобы одно количество воздуха обязательно было больше другого. Например, при проектировании вентиляции двух смежных помещений, в одном из которых выделяются вредные вещества. Количество удаляемого воздуха из этого помещения должно быть больше количества приточного воздуха, в результате чего в помещении создается небольшое разрежение.

2. Приточные и вытяжные системы в помещении должны быть правильно размещены. Свежий воздух необходимо подавать в те части помещения, где количество вредных веществ минимально, а удалять, где выделения максимальны. Приток воздуха должен производиться, как правило, в рабочую зону, а вытяжка – из верхней зоны помещения.

3. Система вентиляции не должна вызывать переохлаждения или перегрева работающих и животных.

4. Система вентиляции не должна создавать шум, превышающий предельно допустимые уровни.

5. Система вентиляции должна быть электро-, пожаро- и взрывобезопасна, проста по устройству, надежна в эксплуатации и эффективна.

Схемы организации воздухообмена приточными струями воздуха показаны на рис.10.5. Применение той или иной схемы определяется объемно-планировочными решениями животноводческого помещения, видом животных, их расположением в помещении и другими факторами.

Эффективное средство для создания оптимальных режимов микроклимата в животноводческих помещениях — применение комбинированных систем отопления и механической вентиляции с частичной или полной автоматизацией. С этой целью в микроклиматической камере устанавливают теплогенераторы и приточные вентилято-

ры для смешивания горячего и холодного воздуха. В зимний период работает приточно-вытяжная вентиляция с прогревом воздуха теплогенераторами. В переходный и летний периоды, когда нет потребности в подогреве приточного воздуха, действует только вытяжная вентиляция, а свежий воздух в помещение поступает через регулируемые жалюзийные решетки, установленные рассредоточенно в окнах. Вся аппаратура управления приточной и вытяжной вентиляции размещается в шкафах, установленных в климатической камере.

Представляет практический интерес и сочетание обогреваемых полов с комбинированными системами отопления и вентиляции. Это существенно улучшает микроклимат непосредственно в зоне нахождения животных, что очень важно при выращивании молодняка.

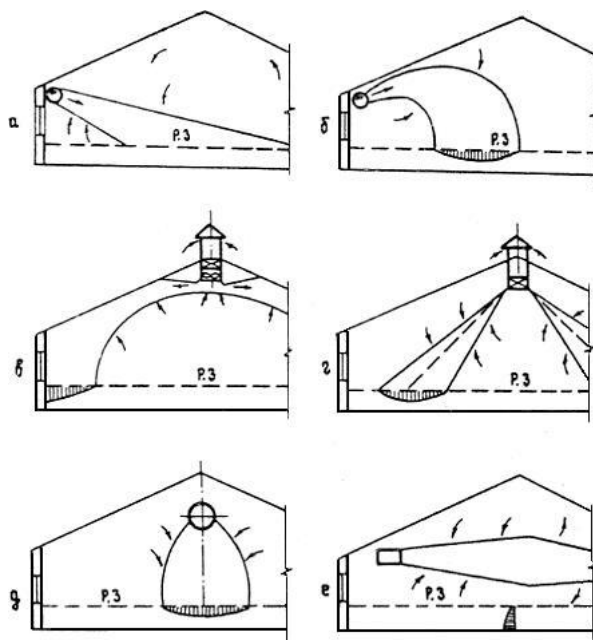


Рис.5.5. Основные схемы организации воздухообмена в животноводческих помещениях приточными вентиляционными струями: а - наклонными вниз осе симметричными струями ; б- тоже, наклонными вверх; в - застилающимися на ограждения веерными струями; г- коническими струями; д - плоскими струями, направленными вертикально вниз (полиэтиленовые или металлические перфорированные воздуховоды); е - сосредоточенно не застилающимися осе симметричными струями вдоль или поперек помещения (решетки, патрубки)

5.3. Особенности вентиляции помещений для содержания крупного рогатого скота

Крупному рогатому скоту также нужна чистая, прохладная и сухая среда с большим количеством свежего воздуха. Им нужно создавать более низкую температуру, чем для людей.

В современном коровнике беспривязного содержания объем воздуха зимой должен меняться до 4–6 раз в час. Летом необходимо дополнительно обеспечить отдачу тепла животных, поэтому объем воздуха должен меняться до 60–100 раз в час.

Проблема создания и поддержания параметров микроклимата на фермах по производству молока далека от своего разрешения. Конечно, с помощью искусственного побуждения воздуха при использовании вентиляторов и теплообменников (кондиционирование), распределенной системы воздухопроводов, многофункциональных автоматических устройств и т. п. можно достичь требуемых параметров микроклимата, но возникает закономерный вопрос экономической эффективности такой вентиляционной системы. Расчеты и практика эксплуатации коровников в условиях Сибири показывают, что в этом случае в зимний период до 30% удоя (в денежном выражении) необходимо отдавать на поддержание микроклимата в помещении. Это вряд ли приемлемо для производства, и решение проблемы следует искать в первую очередь в эффективности использования вентиляции с естественным побуждением воздуха.

Все эти проблемы усугубляются в бетонных животноводческих помещениях большой вместимости, характерных для молочных мегаферм. Например, в Алтайской крае построено и строится ряд коровников на 500, 600 и 800 голов с беспривязной технологией содержания. Их ширина достигает 48м, они плохо вентилируются традиционными средствами. При этом страдают не только животные, но и быстро разрушаются строительные конструкции. Все эти проблемы усугубляются большой шириной коровника, который в центральной части не проветривается. В сильные морозы в коровнике стоит туман, который конденсируется на потолке, стенах, стойловом оборудовании.

На таких фермах в последнее время широко распространилась схема с использованием *светового конька, служащего для естественного освещения и вентиляции* (рис.5.6).

Его популярность обусловлена следующим:

1. Высокая эффективность. Очень часто одного светового конька достаточно, что бы решить проблему освещенности и плохой вентиляции коровника.

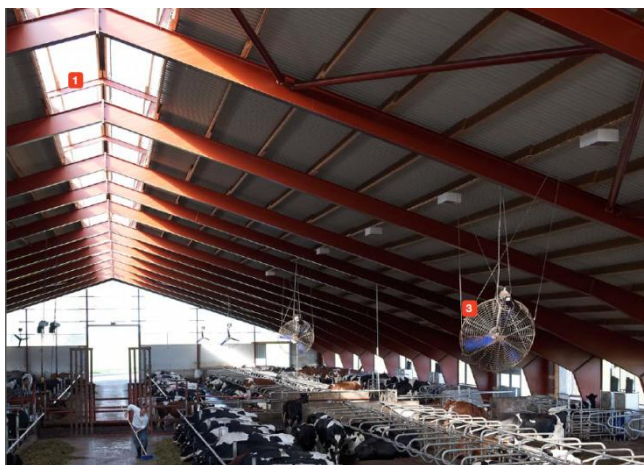


Рис.5.6. Световой конек

2. Простота эксплуатации. Не требует квалификационного персонала на обслуживание и настройку.

3. Не требует затрат ресурсов (электроэнергии и топлива) на функционирование. Работает благодаря возникающей при ветре разнице давления.

4. Продолжительный срок эксплуатации. Материалы, используемые в световом коньке, благодаря его конструкции практически не подвергаются износу.

5. Функция освещения. Благодаря своей конструкции позволяет дополнительно экономить электроэнергию, поскольку в дневное время суток обеспечивает необходимую освещенность.

При беспривязном содержании скота коровники не отапливают. Биологического тепла животных хватает для поддержания в коровнике положительных температур.

Но при этом важно не допустить сквозняков. Эти требования обуславливают конструкцию коровника. Он представляет собой здание со сложной системой проветривания, которая может состоять из белых прозрачных регулируемых штор, пропускающих до 80–90% дневного света, и светового конька.

Шторы обычно изготавливаются из надувных гибких труб, соединенных между собой. При надувании прозрачные пластиковые трубы могут образовать полностью закрытую стену (рис. 5.7).



Рис. 5.7. Естественная вентиляция с надувными шторами

Системы, которые открываются снизу вверх, применяются только тогда, когда проем либо полностью закрывается, либо полностью открывается. Системы, которые открываются сверху вниз, больше всего подходят для регулирования, так как зимой они позволяют сделать небольшой проем сверху, благодаря чему воздух будет перемещаться с большей скоростью и смешиваться с воздухом внутри коровника. Летом проем может быть полностью открыт, чтобы животные обдувались свежим воздухом в положении лежа (рис. 5.8).

Для зимних условий необходимы двойные (двухслойные) шторы, или надувные шторы.

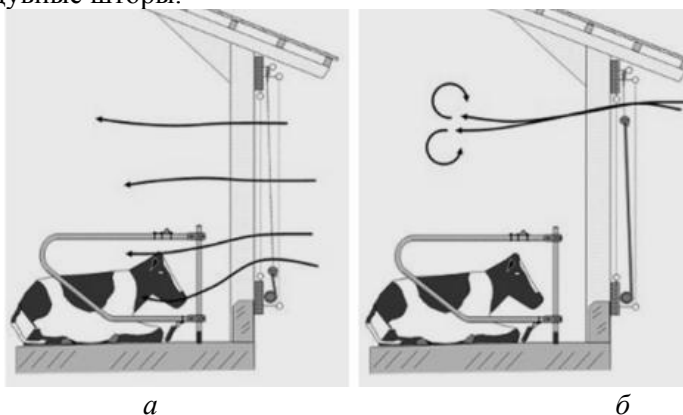


Рис. 5.8 Движение воздуха при различном открывании штор: а - при полностью открытом (лето); - при неполном открытии штор (зима)

Высокая температура и влажность тоже оказывают негативное воздействие на состояние животного, а также способствуют распространению болезнетворных бактерий, что достаточно часто приводит к повышению заболеваемости у животных и снижению качества молока.

В летнее время при повышении температуры воздуха в коровнике свыше плюс 22°C коровы начинают проявлять признаки теплового стресса, а продуктивность может уже падать при повышении температуры до плюс 20°C.

Летом следует обратить внимание на то, что цоколь стены не должен служить барьером для вентиляции. Высота основной стены должна составлять половину высоты бокса, чтобы лежащая корова могла получать свежий воздух. Только так можно избежать теплового стресса. Цоколь высотой 40 -60 см защищает подстилку на ферме и сдерживает зимой натиск снега.

Преимущества системы с надувными шторами:- лучшая теплоизоляция;- хорошая светопроницаемость;- защита от оледенения;- бесшумная работа.

Трубы надуваются вентилятором. Систему штор можно собрать из нескольких составных частей в соответствии с высотой боковой стены. Термостат или климат-контроль управляет системой, регулируя величину вентиляционного зазора.

Принудительная система вентиляции применяется для обеспечения гарантированного воздухообмена и охлаждения животных в сложных климатических условиях. Для этого используют большие вертикальные бризы, циркуляционные и туннельные вентиляторы, коньковые вытяжные вентиляторы, а также различные варианты впускных и выпускных клапанов. Такая система, однако, энергозатратна и приводит к увеличению себестоимости молока.

5.3. Микроклимат свиноводческих помещений

Резкие колебания температур в свинарниках, например, колебания между температурой днем и ночью, очень опасны для свиней, поскольку могут легко привести к появлению сквозняков. Сквозняки очень вредны особенно для молодых животных, таких как поросята и поросята-отъёмыши. Риск возникновения заболевания очень высок.

Эффективная температура окружающей среды также применима для свиней. Это та температура, которую свиньи чувствуют или испытывают, и она не является температурой, которую показывает термометр.

Показателями являются температура, скорость движения воздуха и влажность.

Скорость движения воздуха в свинарнике зависит от интенсивности вентиляции. Осуществлять вентиляцию нужно медленно,

насколько возможно: чем ниже скорость движения воздуха, находящегося на уровне животных, тем лучше для свиней.

Влажность также важна, при слишком высокой или слишком низкой влажности свиньи чувствуют себя дискомфортно. В таблице 5.1 даны виды поведения свиней в зависимости от эффективной температуры.

Таблица 5.1. Влияние температуры в помещении на поведение свиней на участке откорма

| Температура воздуха в помещении | Изменения в поведении |
|---------------------------------|--|
| <16°C | Животные скучиваются в группы, увеличивается толщина шпика, увеличивается расход кормов на терморегуляцию, снижаются прирост живой массы |
| >16°C | Снижается скучивание животных |
| >18°C | Свиньи лежат на щелевом, а испражняются на сплошном полу |
| >19°C | Повышается испарение влаги с поверхности тела животных |
| >20°C | Учащается дыхание животных, начинается тепловой стресс |
| >25°C | Снижается конверсия корма и прирост живой массы |

Минимальный уровень вентиляции зимой, особенно, холодными ночами очень важен, однако уровень, до которого можно снижать вентиляцию, зависит от выделения CO_2 и NH_3 , H_2S и ограничения уровня влажности.

В свинарниках старого образца очень часто используется естественный тип вентиляции. Система забора воздуха, система вывода воздуха, двери и окна контролируются людьми. С таким типом вентиляции воздействие от манипуляции, как правило, наступает очень позд-

но, и микроклимат еще какое-то время продолжает оставаться ненадлежащим. С такой системой также велико воздействие ветра. В общем, зоотехнические показатели становятся ниже, может возникнуть больше проблем со здоровьем и специфические респираторные проблемы.

Вентиляторы создают движущую силу потока воздуха, независимую от внешних условий. Управляемость также намного лучше, чем в случае с естественной вентиляцией.

Системы вентиляции и контроля микроклимата в свиноводческих помещениях состоят из следующих *основных базовых элементов*:

- *приборы обогрева*: газовые и дизельные теплогенераторы; регистры и коврики водяного отопления; инфракрасные излучатели;
- *вытяжные устройства*: крышные шахты различной конфигурации; стеновые вентиляторы с жалюзи и без них; шахты, вытягивающие воздух из навозных каналов;
- *приточные устройства*: крышные шахты, стеновые и потолочные форточки-клапаны, окна с жалюзи и без них; перфорированные потолки;
- *протяжные вентиляторы*, устанавливаемые в помещениях;
- *компьютеры* климат-контроля;
- *датчики* температуры и влажности.

Существует множество типов систем вентиляции для поддержания необходимых параметров микроклимата.

Самой распространенной является *приточно-вытяжная система* с использованием приточных стеновых клапанов с автоматическим регулированием степени раскрытия и вытяжных вентиляционных каналов, устанавливаемых в крыше (рис. 5.9).

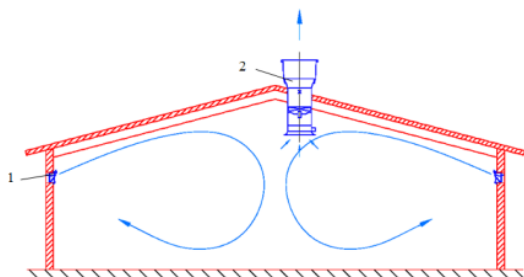


Рис. 5.9. Система приточно-вытяжной вентиляции: 1 - приточные отверстия; 2 - механические вытяжные шахты

Стенные клапаны обеспечивают оптимальное движение воздуха при любом задействованном уровне вентиляции. При минимальном

уровне вентиляции дифференцируемое раскрытие и направляющая пластина клапана направляют притекающий воздух к потолку помещения таким образом, что достигается его смешивание с воздухом помещения до того, как он опустится в зону пребывания животных. При максимальном открытии клапана поток воздуха проходит непосредственно над животными и создает движение воздуха вокруг них, обеспечивая их охлаждение.

Недостатком системы вентиляции с приточными клапанами в стенах является то, что в холодный период года воздух с температурой ниже -15°C , подаваемый через приточные отверстия в помещение, не успевает нагреваться и смешиваться с теплым воздухом и падает на животных.

В жаркий период года подача воздуха возрастает, воздух проходит высоко (более 2 м) над клетками и выходит через вытяжные шахты, не обеспечивая эффективную вентиляцию зоны обитания животных. В результате зимой животные могут простудиться, а летом перегреться.

Наряду с системами вентиляции отрицательного давления применяются и *системы равного давления*, когда и приток и вытяжка воздуха принудительные (рис. 5.10).

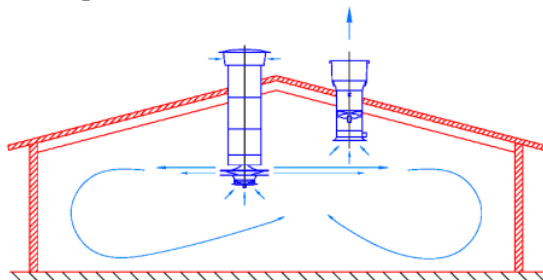


Рис. 5.10. Схема вентиляции равного давления

В помещениях для содержания животных приток наружного воздуха может осуществляться механическими приточными циркуляционными шахтами, установленными в крыше.

Воздух из помещения удаляется через вытяжные шахты за счет вытяжных вентиляторов.

Теплый воздух затягивается вентилятором и продвигается вниз к животным. В зависимости от положения заслонки в шахте вентилятора изменяются пропорции между теплым внутренним воздухом и подмешиваемым к нему свежим воздухом.

В начале производственного цикла заслонка в шахте открывается и закрывается в интервале от 0 до 40% в зависимости от погоды и возраста животных. Тщательное перемешивание свежего воздуха с подогретым воздухом в помещении позволяет экономить до 50% затрат на отопление и гарантировать теплоту воздуха, спускаемого к животным, при любых погодных условиях.

При полностью открытой заслонке подмешивание теплого воздуха прекращается. В данной ситуации основной задачей является охлаждение.

Главным преимуществом данной системы является возможное использование приточных рециркуляционных башен, так как наружный холодный воздух, поступающий в башню, смешивается в ней с рециркуляционным воздухом помещения, повышая температуру приточной вверной струи из воздухораспределителя башни. То есть, перемещаясь до входа в зону обитания животных, холодный приточный воздух нагревается за счет эффективного смешивания.

Недостатком является возможность образования капельной влаги при смешивании холодного и теплого потоков воздуха и понижении температуры смеси ниже точки росы.

Основной вид *отопления свиноводческих помещений* - отопление, совмещенное с вентиляцией. Применение того или иного типа обогрева свиноводческого помещения зависит от пола и возраста свиней, а также от конфигурации помещения. В немалой степени выбор системы обогрева связан и с наличием определенных энергоресурсов на ферме.

В современном свиноводстве наиболее экономичными считаются приборы прямого сжигания топлива в помещении (газ, жидкое топливо). Таковыми являются воздуходувные теплогенераторы

Однако в силу технологических особенностей они могут успешно применяться только в помещениях для содержания холостосупоросных свиноматок, хряков и свиней на откорме. Они создают интенсивное движение воздуха, что неприемлемо в помещении маточников и цехе дорастивания. В последних помещениях лучше всего себя зарекомендовали регистры водяного отопления типа дельта-трубки, ребристая труба общего обогрева и водяные коврики (или секции пола) для обогрева логова поросят.

Для создания теплой локальной зоны для поросят-отъемышей используются электрические нагревательные панели или водяные коврики.

Кроме этого, при создании современного помещения для дора-

щивания и как следствие монтажа пластикового щелевого пола одна из секций пола заменяется на водяной резервуар, в котором циркулирует теплая вода.

При устройстве сплошных бетонных полов в них замуровываются металлические трубы, по которым циркулирует теплоноситель.

В помещениях для дорастивания успешно применяются инфракрасные излучатели, работающие на природном газе (рис. 5.11).



Рис. 5.11. Инфракрасные излучатели

Горение топлива происходит внутри цилиндра, тепло, выделяемое в процессе горения, при помощи отражателя создает зону локального обогрева. ИК-излучатели монтируются возле кормушек, что способствует увеличению интенсивности подхода животных к кормушке.

Комплект таких нагревателей снабжается системой автоматики и защищен от утечки газа.

Чтобы успешно преодолеть критический период после отъема, порослятам необходимо большое количество тепла, особенно в первые дни после переселения. Оптимальный уровень температуры в зоне нахождения животных около 32°C .

Наряду с обычными системами отопления помещений все больший интерес вызывает зональное отопление участков дорастивания на основе горячей воды.

5.5. Вентиляция птичников

В современных условиях развития птицеводства создание оптимального микроклимата в зоне содержания птицы приобретает основное значение в вопросе увеличения производственных показателей птицефабрик.

Сегодня разрабатываются и внедряются различные варианты

систем создания микроклимата в птичниках, при этом разработчики исходят из того, что свежий воздух, подаваемый в рабочее помещение птичника, должен в обязательном порядке подготавливаться, т. е. очищаться от вредных примесей, обеззараживаться, увлажняться и подогреваться в холодный период года. В птичниках системы естественной вентиляции практически не применяются.

Современные системы вентиляции характеризуются прежде всего высокой эффективностью, простотой управления и энергосберегающими свойствами. В современном птицеводстве применяются три основных типа вентилирования помещений: по принципу разрежённости воздуха внутри помещения (отрицательное давление), по принципу равного давления и по принципу избыточного давления.

На 90% птицеферм в мире применяется система отрицательного давления в силу своей простоты и экономичности.

При устройстве *вентиляции по принципу отрицательного давления*, воздух в птичник поступает через впускные форточки-клапаны, которые размещаются в продольных стенах на высоте более 2 м от пола. Они снабжены направляющими пластинами для регулировки потока воздуха. Вытяжка происходит через крышные шахты, изготавливаемые из особых пластмасс (у хороших производителей) и снабженные устройствами против попадания дождевой воды. При включении вытяжных шахт, которые работают в многошаговом экономном режиме, в зависимости от заданных параметров (температура и влажность) в помещении создается небольшое разрежение, которое и способствует засасыванию наружного свежего воздуха через форточки. Уровень открытия форточки регулируется единым приводом, который получает команду с центральной контрольной панели.

Применение схемы *«приток через крышу — вытяжка через оконные проемы»* (рис. 5.12), а не наоборот, позволяет значительно сократить расходы на отопление в холодное время года за счет равномерного перемешивания холодного и теплого воздуха под крышей помещений, что для России является очевидным плюсом.

С одинаковым успехом данная система применяется как при напольном, так и при клеточном содержании птицы. В качестве приточных вентиляторов применяются осевые вентиляторы серии производительностью до 18000 м³/ч воздуха и приточные шахты различного размера. Для вытяжки используются осевые вентиляторы производительностью 8000-20000 м³/ч воздуха соответственно.

Система равного давления может применяться в сгруппированных помещениях под одной крышей, когда нет возможности затяги-

вать воздух через клапаны в боковых стенах. Стоимость оборудования для такой системы выше, чем для системы отрицательного давления, поэтому на Западе она применяется редко, зато нашла своего заказчика на российских птицефабриках, где птица содержится в так называемых моноблоках.

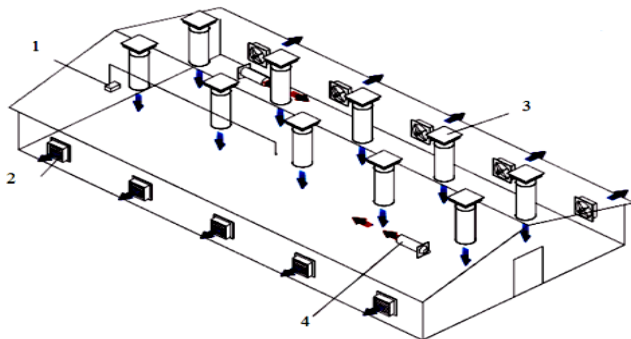


Рис. 5.12. Классическая схема вентиляции птичника: 1 - станция автоматического управления вентиляцией; 2 — вентилятор осевой; 3 — крышный вентилятор или приточная шахта с клапаном; 4 — воздухонагреватель газовый или жидкотопливный

Система по принципу избыточного давления, будучи самой энергозатратной и плохо поддающейся контролю, практически не применяется, за исключением случаев оснащения помещений для содержания особо ценной птицы (прародительского стада), поскольку представляется возможность предварительно обрабатывать (фильтровать и подогревать) приточный воздух.

В последние годы разработаны новые схемы вентиляции и охлаждения птичников: тоннельная вентиляция, охлаждение испарением и т. д.

Системы тоннельной вентиляции (рис.5.13) применяются для сведения к минимуму сезонных колебаний температуры и особенно эффективны в периоды жаркой погоды. В системе тоннельной вентиляции все вытяжные вентиляторы располагаются в одном торце птичника, а все воздухозаборники располагаются в противоположном торце. Воздух перемещается со скоростью 2,4 м/спо всей длине птичника, при этом забирая влагу, газовые загрязнения. Воздушный поток создает эффект охлаждения ветром, что позволяет снизить эффективную температуру на 5-7 °С. Эффективная температура в птичнике должна удерживаться на отметке ниже 30°С, при этом

полное замещение объёма воздуха в птичнике должно происходить за 0,75 -1,3 минуты. Скорость воздушного потока свыше 2,5 м/сек. не рекомендуется.

Поскольку вентиляция не может снизить температуру в птичнике ниже отметки температуры внешнего воздуха, всё чаще применяется *охлаждение испарением*. В комбинации с тоннельной вентиляцией устанавливаются экраны-охладители (испарители) и/или системы распыления влаги, - что позволяет снизить эффективную температуру в птичнике при испарении воды. Это очень эффективно при низкой относительной влажности. Например при относительной влажности в 30 % температуру воздуха можно снизить на 10 °С.

В условиях высоких летних температур высокая плотность посадки негативно сказывается на физиологическом состоянии птицы, которое выражается в снижении яичной продуктивности, повышении выбраковки и отхода кур. Традиционные системы вентиляции в птичниках не позволяют компенсировать отрицательное воздействие высоких температур на птицу. Однако при использовании тоннельной вентиляции скорость движения воздуха в помещении может легко регулироваться, благодаря чему удастся достичь комфортных температур для птицы даже в жаркую погоду.

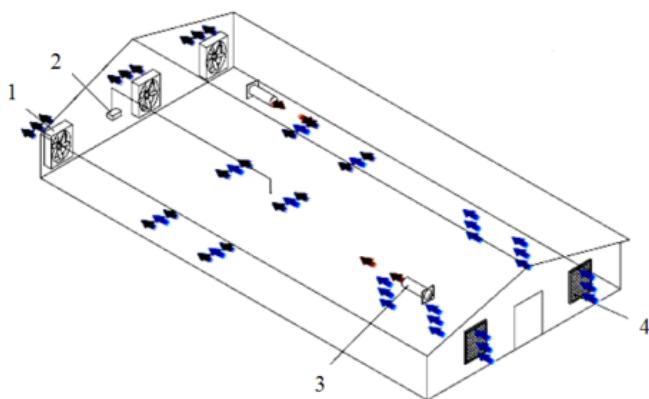


Рис. 5.13. Тоннельная схема вентиляции птичника: 1 — вентилятор осевой; 2 — станция автоматического управления вентиляцией; 3 — воздухонагреватель газовый или жидкотопливный; 4 — клапан точный регулируемый

Применение тоннельной системы вентиляции в помещениях с клеточным содержанием птицы позволяет избежать так называемых

зон «застоя воздуха», где скорость движения потока ниже предельно допустимой нормы. Установка вытяжных вентиляторов производится между рядами клеточных батарей в требуемом количестве. Приток осуществляется через приточные «форточки», устанавливающиеся в противоположном конце здания

Смешанная схема вентиляции особенно востребована на птицефабриках, расположенных в регионах со значительным перепадом температур в течение года, где невозможно построение системы тоннельного типа, а также на предприятиях, где под птичники заняты нестандартные помещения и невозможна установка требуемого оборудования только в стенные проемы вдоль расположения клеток, либо цепи раздачи корма при наполном содержании птицы. Применение такой схемы микроклимата позволяет увеличить построение клеточных батарей, если, конечно, позволяет высота помещения, до 5–6 ярусов, что соответственно увеличивает и производительность самого птичника.

Смешанная система вентиляции (рис. 5.14) получила широкое распространения в помещениях предприятий с высокой плотностью посадки птицы, где требуется значительный воздухообмен в птичнике. Приток осуществляется как через крышу, где устанавливаются крышные вентиляторы, так и через приточные клапана, устанавливаемые, по возможности, в торце здания. Вытяжные вентиляторы монтируются в стенные проемы, вытяжные вентиляторы высокой производительности монтируются в торце здания, противоположном месту установки приточных форточек.

В качестве приточных вентиляторов применяются осевые вентиляторы с производительностью до 18000 м³/ч воздуха и приточные шахты различного размера. В комплекте поставляется рассекающий поток воздуха, вентиляторы снабжены обратным клапаном во избежание тепловых потерь при выключенном оборудовании. Для вытяжки используются осевые вентиляторы производительностью до 20000 м³/ч воздуха соответственно. В паре с вентиляторами высокой производительности устанавливаются обратные приточные клапана соответствующего размера.

Для создания оптимального микроклимата на птицефабрике в *зимний период* возможны два варианта.

1. *Система приточно-вытяжной вентиляции с увлажнением, совмещенная с локальной системой воздушного отопления*, состоящая из системы очистки приточного воздуха, центробежного вентилятора, воздухонагревателя, увлажнителя-распределителя нагретого воздуха,

поступающего в рабочее помещение, вытяжной системы с автоматикой, системы контроля всех параметров микроклимата с выводом на центральный диспетчерский пульт.

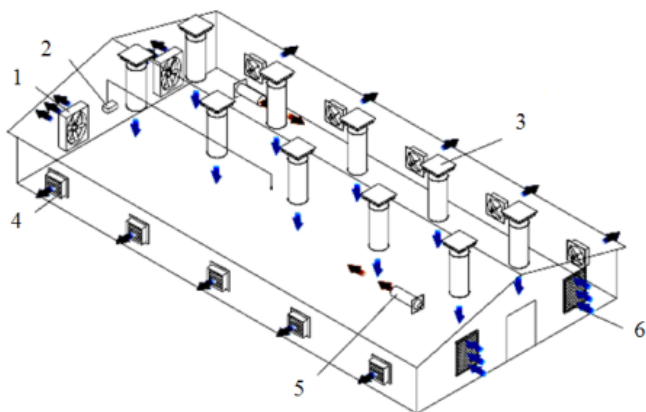


Рис. 5.14 Смешанная схема вентиляции птичника: 1 — вентилятор осевой; 2 — станция автоматического управления вентиляцией; 3 — приточные крышные вентиляторы или приточная шахта с клапаном; 4 — вентилятор осевой; 5 — воздухонагреватель газовый или жидкотопливный; 6 — клапан приточный регулируемый

2. Система приточно-вытяжной вентиляции с нагревом воздуха через калориферы от локальной котельной с его увлажнением и распределением, состоящая из приточного центробежного вентилятора, прогонных вентиляторов, вытяжной системы с автоматикой, системы контроля всех параметров микроклимата с выводом на центральный диспетчерский пульт.

Наиболее надежными и перспективными системами для увлажнения воздуха являются децентрализованные системы на базе аэрозольных генераторов.

Аэрозольные генераторы позволяют распылять жидкость до состояния аэрозоли (тумана) с дисперсностью 30–40 мкм, смешивать ее с воздухом и раздавать с помощью имеющегося вентилятора в радиальном направлении по всему помещению. Несмотря на низкое энергопотребление, аэрозольные генераторы могут производить до 700 м³ аэрозоли в час, что позволяет надежно поддерживать заданную влажность воздуха в помещении. Несомненным преимуществом российского генератора АГ-1 является то, что аппарат может распылять воду любой

жесткости и загрязненности, очень прост при монтаже и обслуживании. Расход воды на один аппарат составляет 5-10 л/ч. Диапазон регулирования влажности - 60-90%.

Кроме изменения влажности, с помощью аэрозольных генераторов в жаркое время можно снижать температуру в птичнике на 3 - 4°C, уменьшать запыленность и бактериальную обсемененность воздуха не менее чем в 2 раза. Их также можно использовать для аэрозольного распыления в птичниках лечебных и дезинфицирующих препаратов и растворов.

Инфракрасные газовые обогреватели, которые могут служить дополнением к уже существующей в птичнике системе обогрева батареями центрального отопления (котла). Инфракрасные газовые излучатели работают на природном или баллоном газе. Газовые брудера создают инфракрасные лучи, похожие на лучи солнца, которые проходят через воздух и достигают непосредственно цыплят и подстилку. Следовательно, нет необходимости отапливать весь птичник для достижения нужной температуры на уровне птицы. Кроме этого, значительно проще держать подстилку сухой по сравнению со старыми видами отопления, таким образом, можно сэкономить от 30 до 50% отопительной энергии. Существенной особенностью инфракрасных обогревателей является относительно небольшая площадь воздействия и вследствие этого их большое количество в одном помещении.

Газовые или дизельные теплогенераторы прямого действия подвешиваются в птичнике по определенной схеме, обеспечивающей равномерное распределение тепла. Теплогенераторы прямого действия более производительны и легче поддаются регулировке. Иногда используются комбинированные схемы, когда суточных цыплят обогревают инфракрасными обогревателями, а затем птичник переводят на отопление газовыми теплогенераторами прямого действия.

Последние разработки в области теплоснабжения позволили сконструировать теплогенераторы, оснащенные системой подачи наружного воздуха на горелку (для того чтобы не выжигать кислород из воздуха внутри помещения), двойным кожухом и системой горения, при которой пламя вообще не выходит за геометрические пределы прибора. Однако некоторые фирмы продолжают продвигать на российском рынке более примитивные генераторы предыдущих моделей опять же в силу их невысокой стоимости.

По сравнению с центральным отоплением теплогенераторы позволяют снизить потребление газа в пять раз.

Для обогрева одного птичника размером 72×18 м достаточно че-

тырех теплогенераторов, подвешенных в два ряда равномерно по периметру помещения. Однако, как показал опыт эксплуатации таких систем обогрева, они обладают существенным недостатком: ввиду большой протяженности птичника трудно добиться равномерного распределения теплого воздуха по всему объему.

В этой ситуации оптимальным является применение разгонных вентиляторов, позволяющих быстро перемешивать горячий воздух, поступающий от теплогенераторов, с воздушной средой птичника. Достаточно высокая производительность вентиляторов ОВР-4,0 (4500 м³/час) обеспечивает минимальный перепад температуры по всему объему помещения. Учитывая низкую цену вентиляторов ОВР-4,0 и малое энергопотребление (180 Вт), применение разгонных вентиляторов наиболее выгодно и с экономической точки зрения. При монтаже разгонные вентиляторы подвешиваются в одном ряду с теплогенераторами.

Освещение также играет важную роль в процессе выращивания птицы. В отличие от млекопитающих, глаз птицы реагирует на определенные диапазоны светового спектра, которые являются для нее жизненно важными. Поэтому световое оборудование в птичнике должно соответствовать потребностям птицы и отвечать современным технологическим требованиям. Наиболее органичным считается свет флуоресцентных ламп. Современная западная промышленность выпускает одноконцевые флуоресцентные лампы с малым потреблением электроэнергии (9-11 ватт), при этом интенсивность света данных ламп соответствует силе свечения ламп накаливания мощностью 60 ватт. Система освещения снабжается реостатом-регулятором, позволяющим регулировать освещенность в зависимости от типа птицы и периода выращивания. Для каждого вида птицы подбирается цвет ламп: зеленые - для промышленных бройлеров, красные — для несушек, синие — для индейки.

Птица становится намного спокойнее, когда в птичниках используются монохромные светильники, которые не только излучают свет нужного цвета, но и подавляют нежелательные цвета.

Кроме всего для отдыха и правильного развития птицы необходимы периоды темноты.

Применение ламп малой потребляемой мощности и реостата позволяет снижать расход электроэнергии на 75% по сравнению с традиционными лампами накаливания, что обуславливает создание системы энергосбережения.

На всех типах животноводческих помещений возможно при-

менение вентиляции с утилизацией выбросного тепла.

5.6. Расчет вентиляции и отопления животноводческих помещений

При кратности воздухообмена $K < 3$ выбирают естественную вентиляцию, при $K = 3-5$ - принудительную вентиляцию без подогрева подаваемого воздуха и при $K > 5$ - принудительную вентиляцию с подогревом подаваемого воздуха.

Вентиляция с естественным побуждением воздуха происходит под влиянием ветра (ветровой напор) и вследствие разности температур (тепловой напор). Принудительная вентиляция осуществляется при помощи вентиляторов.

Кратность часового воздухообмена определяют по формуле

$$K = \frac{L}{Vn},$$

где L - воздухообмен животноводческого помещения, м³/ч (воздухообмен по влажности V_w либо по содержанию CO_2 V_{CO_2});

Vn - объем помещения, м³.

Расчет необходимого воздухообмена животноводческого помещения производится по предельно допустимым зоогигиеническим нормам содержания углекислоты или влажности воздуха в помещениях для разных видов животных. Поскольку сухость воздуха в животноводческих помещениях имеет особое значение для создания у животных устойчивости к заболеваниям и высокой продуктивности, то правильнее вести расчет объема вентиляции по норме влажности воздуха. Объем вентиляции, рассчитанный по влажности, выше, чем рассчитанный по углекислоте. Основной расчет необходимо проводить по влажности воздуха, а контрольный – по содержанию углекислоты. Воздухообмен по влажности определяется по формуле

$$L_w = \frac{C \cdot m}{C_1 - C_2},$$

где C - количество водяных паров, выделяемых одним животным, г/ч; m - количество животных в помещении;

C_1 - допустимое количество водяного пара в воздухе помещения, г/м³;

C_2 - содержание влаги в наружном воздухе в данный момент, г/м³ ($C_2 = 3,2 - 3,3$ г/м³).

Допустимое количество водяного пара в воздухе C_1 определяется нормами относительной влажности $W(\%)$ и температуры ($t^\circ C$) в

данном животноводческом помещении. Эти параметры приведены в нормах технологического проектирования по КРС - НТП-АПК 1.10.01.001-00 и НТП 1-99, по свиньям - НТП-АПК 1.10.02.001-00 и ВНТП 2-96, овцам - НТП-АПК 1.10.03.001-00, по птице - НТП-АПК 1.10.05.001-01.

Приближенно величину C_1 можно подсчитать по формуле

$$C_1 = \frac{W}{100} \cdot C_{\max}$$

где C_{\max} - максимальное количество водяных паров, удерживаемых в воздухе (т.е. при $W=100\%$) при данной температуре (табл. 5.1).

Расчет величины требуемого воздухообмена по содержанию углекислоты производят по формуле

$$L_{CO_2} = \frac{P \cdot m}{P_1 - P_2}$$

где P - количество углекислоты, выделяемое одним животным в течение часа, л/ч;

P_1 - предельно допустимое количество углекислоты в воздухе помещения, л/м³;

P_2 - содержание углекислоты в свежем (приточном) воздухе, л/м³ ($P_2 = 0,3-0,4$ л/м³).

Необходимые данные для расчета по формуле (6.3) имеются в упомянутых выше документах.

Из полученных расчетом значений величин V_w и V_{CO_2} принимается большее. По нему и подсчитывается требуемая кратность воздухообмена K , который и определяет тип вентиляции.

При естественной вентиляции в первую очередь определяется общая площадь S_e вытяжных каналов.

$$S_e = \frac{L}{3600\nu}$$

где ν - скорость движения воздуха при прохождении через трубу определенной высоты и при определенной разнице температур, м/с.

Значение ν в каждом случае может быть определено по формуле

$$\nu = 2,2 \sqrt{\frac{h(t_{\text{вн}} - t_{\text{н}})}{273}}, \text{ м/с}$$

где h - высота канала, м;

$t_{\text{вн}}$ - температура воздуха внутри помещения, °С;

$t_{\text{н}}$ - температура воздуха снаружи помещения, °С (берется для переходных периодов «осень-весна»).

Далее, исходя из схемы животноводческих помещений, принимается число вытяжных каналов n_e . Поперечное сечение S_1 одного канала при этом определяется из формулы

$$S_1 = \frac{S_B}{n}, \text{ м}^2$$

Площадь приточных каналов S_n обычно составляет 60-70% от площади вытяжных S_B .

Расчет вентиляции с искусственным побуждением воздуха производится при кратности воздухообмена $K > 3$.

Вентиляционные установки с искусственным побуждением воздуха бывают с механическим побуждением вытяжки и с механическим побуждением притока.

Вентиляторы обычно характеризуются двумя основными величинами: подачей Q_e и создаваемым напором H .

При непрерывной работе вентилятора его подача выбирается равной необходимому воздухообмену. Чтобы регулировать величину воздухообмена, выбирают вентилятор с запасом по подаче и включают его в действие периодически. При установке вентилятора в каждой шахте его подачу определяют по формуле

$$Q_B = \frac{(2-3)L}{n_B},$$

где n_e - число вытяжных каналов.

Подача каждого вентилятора не должна превышать 8000 м³/ч.

Диаметр труб вентиляционной сети выбирают достаточно большими, чтобы скорость движения v воздуха в них была не более 12-15 м/с. Диаметр трубопровода (сечение шахты) определяют по формуле

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}, \text{ м.}$$

Расчет необходимой величины напора вентилятора производят по величине сопротивлений движению воздуха в канале или воздухопроводе. При движении воздуха по воздухопроводу имеют место потери напора на преодоление сопротивления трению и от местных сопротивлений.

Потери напора от сопротивления трению в прямой круглой трубе рассчитываются по формуле

$$Hm_p = \lambda \frac{l \rho v^2}{2D},$$

где λ - коэффициент сопротивления трению воздуха в трубе,

$\lambda = 0,02$;

l - длина трубопровода, м; ρ - плотность воздуха, $\rho = 1,2 - 1,3 \text{ кг/м}^3$.

Потери напора от местных сопротивлений находят по формуле

$$h_{mc} = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \sum \xi$$

где $\sum \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений.

Общие потери напора в вентиляционной системе составляют:

$$H = H_{mp} + h_{mc}.$$

Оптимальная температура окружающей среды улучшает работоспособность людей, а также повышает продуктивность животных и птицы. В помещениях, где оптимальная температура и влажность воздуха поддерживаются за счет биологического тепла, нет необходимости устанавливать специальные отопительные приборы.

При расчете системы отопления предлагается такая последовательность: определение тепловых потерь отапливаемого помещения; определение потребности в тепловых приборах.

Для животноводческих и птицеводческих помещений применяют воздушное отопление, паровое низкого давления с температурой приборов до 100°C , водяное с температурой $75-90^\circ\text{C}$, электрообогреваемые полы.

Определяют дефицит теплового потока для отопления животноводческого помещения по формуле

$$Q_{III} = Q_1 + Q_2 + Q_3 - Q_{ж}$$

где Q_1 - поток теплоты, проходящий сквозь окружающие строительные конструкции, Дж/ч;

Q_2 - поток теплоты, теряемый с удаляемым воздухом при вентиляции, Дж/ч; Q_3 - случайные потери потока тепла, Дж/ч;

$Q_{ж}$ - поток теплоты, выделяемый животными, Дж/ч.

$$Q_1 = \sum_{i=1}^n (K_i S_i) (t_{вн} - t_n)$$

где K - коэффициент теплопередачи ограждающих строительных конструкций, Дж/м²·ч °С;

S_i - площадь поверхностей, теряющих поток теплоты, м²; $t_{вн}$, t_n - температура воздуха соответственно в помещении и снаружи, °С.

Поток теплоты, теряемый с удаляемым воздухом при вентиляции.

$$Q_2 = CL(t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}),$$

где C - объемная теплоемкость воздуха, равная $0,0013 \text{ Дж}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$.

Поток теплоты, выделяемый животными или птицей, равен:

$$Q_{\text{ж}} = \sum_{i=1}^n qm,$$

где q - поток теплоты, выделяемый одним животным данного вида, Дж/ч (отыскивать в НТП); m - количество животных данного вида в помещении, гол.

Случайные потери потока тепла принимаются в количестве 10-15% от $Q_{\text{ж}}$, т.е.

$$Q_3 = (0,10 - 0,15)Q_{\text{ж}}.$$

Подбирают нагревательные установки по площади (поверхности) нагрева (электрокалориферы или теплокалориферы).

Площадь поверхностей нагревательных установок определяют по формуле

$$S_{\text{ну}} = \frac{Q_{\text{ТП}}}{q_1},$$

где q_1 - съем теплового потока с единицы поверхности нагревательного устройства, Дж/(ч·м²).

В свою очередь,

$$q_1 = k' \left(\frac{t_{\text{вх}} + t_{\text{вых}}}{2} - t_{\text{в}} \right),$$

где k' - коэффициент теплоотдачи, Дж/(м²·ч·°C);

$t_{\text{вх}}$ - температура теплоносителя при входе в теплокалорифер, $t_{\text{вх}} = 90^\circ\text{C}$;

$t_{\text{вых}}$ - температура теплоносителя на выходе из теплокалорифера;

$t_{\text{в}} = 70^\circ\text{C}$; $t_{\text{в}}$ - температура окружающего воздуха.

6. Механизация стрижки и профилактической обработки овец

Овцеводство – одна из экономически выгодных отраслей животноводства. От овец получают шерсть, мясную продукцию, меховые и шубные овчины, каракулевые смушки, молоко, сырьё для парфюмерии и медицины. Хозяйства, имеющие овец, эффективнее работают с земельными угодьями, используя под пастбища участки, непригодные

для возделывания сельскохозяйственных культур, выпаса крупного рогатого скота и других видов животных.

Стрижка – одна из самых трудоемких операций в овцеводстве, т.к. на ее долю приходится до 50% всех затрат в отрасли. Своевременное и правильное проведение стрижки овец - важное условие повышения качества, предотвращения потерь и пороков шерсти. В практике овцеводства применяют ручной способ стрижки и машинный.

6.1. Требования к стрижке овец

Календарные сроки проведения стрижки зависят от природно-климатических условий конкретного региона и породы овец. Своевременная и правильная стрижка способствует сохранению качества шерсти, увеличивает её настриг, а также благоприятно влияет на здоровье овец. Стрижка овец производится в сухую, тёплую и, желательно, безветренную погоду при наступлении устойчивого тёплого периода, так как остриженные овцы плохо переносят холод и особенно опасно, если животные после стрижки попадут под холодный дождь.

Весенняя стрижка грубошерстных и полугрубошерстных овец должна начинаться до естественной линьки, осенняя – с условием обеспечения способности отросшим покровом шерсти предохранять овец от простудных заболеваний. Молодняк этих овец стригут в конце лета года их рождения, получая поярковую шерсть.

Тонкорунных и полутонкорунных овец, имеющих однородную шерсть, стригут один раз в год – весной с началом подрунивания (шерсть от этой группы овец используется, в основном, в камвольном производстве, где требуется большая длина волокон).

Романовских (шубных) грубошерстных овец, при условии использования овчин, стригут группами равномерно в течение года по мере подрастания шерсти через каждые 100 суток, обычно три раза в год – весной, летом и осенью.

Овец, поставленных на откорм, стригут за 1,5-2 месяца до сдачи на мясо. Овец, больных чесоткой и бруцеллезом, стригут после здорового поголовья, соблюдая все ветеринарно-санитарные правила. После их стрижки помещение, весь инвентарь, оборудование и одежду стригальщиков дезинфицируют.

Перед началом стрижки обязательно проведение учебного семинара со стригальщиками, где их знакомят с работой электростригальной машинки, основными регулировками, устранением наиболее часто встречающихся неисправностей, техническим обслуживанием и со способами стрижки овец и приёмами работы на конкретном стри-

гальном пункте. Завершают семинар инструктажами по технике безопасности на пункте (вводный) и на рабочем месте.

Стрижку овец в зависимости от пола и возраста ведут в следующей очерёдности: первыми стригут валухов, затем молодняк, овцематок зимнего окота, овцематок весеннего окота и баранов-производителей. В последнюю очередь стригут поголовье, находящееся в изоляторе.

Подлежащих стрижке овец заблаговременно подгоняют к ночёвке у места расположения стригального пункта (близкое расположение овцепоголовья исключает перебои в подаче овец к месту стрижки), где должны быть овчарни или огороженные не продуваемые навесы (на случай дождливой погоды и сильного ветра).

Не позднее, чем за 12...14 часов до начала стрижки овец не поят и за 22...24 часа не кормят (в момент стрижки животное принимает неестественное положение, что может привести к нарушению деятельности желудочно-кишечного тракта, иногда с летальным исходом; напоенные животные перед стрижкой сильно начинают выделять пот и мочатся, что в первом случае увлажняет шерсть и, как следствие, затрудняется процесс стрижки, во втором случае – загрязняется рабочее место стригальщика и шерсть; влажная шерсть самонагревается и преет в тюках, теряет свою крепость, цвет и не исключена возможность самовозгорания). Для предохранения шерстного покрова животных от дождя и росы в ночь перед стрижкой их загоняют в помещение.

В первые дни стригут менее ценное поголовье – с меньшими потерями для хозяйства квалифицированные стригальщики восстанавливают утраченные навыки, а начинающие их приобретают по технике и приёмам машинной стрижки, регулировкам и обслуживанию машинок. Особое внимание в этот период необходимо обратить на восстановление своих практических навыков заточникам режущих пар стригальных машинок и мастерам-наладчикам, так как от качественной заточки ножа и гребёнки и правильной настройки машинок зависит производительность каждого стригальщика и всего стригального пункта.

Снятие шерстного покрова (стрижка) должно обеспечить получение руна, которое должно быть целым и невредимым для лучшего использования на фабрике отдельных сортов шерсти, из которых оно состоит. Для предотвращения разрыва руна желательно начинать стрижку с брюха. В этот момент необходимо соблюдать осторожность стрижки в области сосков вымени у ярок и овцематок, а у баранов-производителей и валухов не допускать порезов препуция. Не допус-

кается смешивание руна с шерстью, остриженной с конечностей ног, брюха, затылка, вокруг вымени, мошонки, хвоста.

Снятие шерстного покрова у овец должно осуществляться без порезов кожи, не допуская сечки (без перестригов), которая значительно снижает качество – сечку практически невозможно отделить от руна и, в конечном итоге, она уменьшает прочность пряжи. Срез шерсти необходимо вести ровнее и ниже, не допуская участков с высоко остриженной шерстью, что уменьшает настриг и снижает количество и качество волокна из-за более короткой его длины. Поэтому машинку держат так, чтобы гребёнка касалась кожи закруглениями концов всех зубьев с исключением врезания, а корпус был слегка приподнятым

Овец со складками кожи стригут поперёк складок, чтобы не делать порезов, при этом свободной рукой нужно слегка натягивать кожу овцы, чтобы выровнять складку перед гребёнкой. Приём с натягиванием кожи возможен и при обычной стрижке. Ведут машинку в шерсти всей шириной гребёнки, оставляя для контроля в остриженной зоне один крайний зуб. Для удаления жиропота и грязи с режущей пары и передней части рычага машинку периодически промывают, погружая её в рабочем состоянии, при ослабленном прижатии ножа, гребёнкой вертикально вниз до уровня нажимной гайки в моющий раствор или 5%-ный раствор каустической соды, а затем, не выключая, вынимают из раствора, дают возможность ему стечь и выключают машинку. После этого, при необходимости, для смазки режущей пары, нижней головки упорного стержня, центра вращения, ролика и валика эксцентрика в корпус заливают отработанное отстоявшееся моторное масло (машинку держат гребёнкой вверх), включают машинку на 10...15 с, затем масло из корпуса выливают в ёмкость, опуская машинку гребёнкой вниз.

При стрижке необходимо бережно обращаться с каждой овцой, не причиняя травм, в том числе не допускать порезов, а при их появлении обязательно обработать раны дезинфекционным средством для предотвращения воспаления кожного покрова и заболевания животного.

6.2. Современные схемы и технологии стрижки овец

6.2.1. Традиционный метод стрижки

Стрижка овец состоит из взаимно связанных и последовательно выполняемых операций, целью которых является снятие выросшей на овцах шерсти и её подготовка для сдачи в качестве сырья для промышленности.

Таким образом, стрижка является завершающим процессом технологии производства одного из основных продуктов овцеводства – шерсти.

Овец стригут на полу, размещая на специальных щитах, фиксируя животное связыванием конечностей. При стрижке овцы в незафиксированном виде её располагают так, чтобы конечности были лишены опоры, и она не смогла бы подняться.

Начиная стрижку, прежде всего, очищают руками поверхность руна от грязи и сора. Положив овцу на левый бок и включив машинку, остригают низкосортную шерсть (на ногах, брюхе, возле хвоста и на внутренней поверхности ляжек) и откладывают в сторону, не допуская смешивания её с хорошей рунной шерстью. После этого остригают шерсть (полосу) от паха правой задней конечности до передней правой конечности продольными движениями машинки, обрабатывая живот и грудь. Повернув овцу на правый бок и вытянув левой рукой заднюю её конечность, остригают шерсть с крупа и левой лопатки. Затем длинными продольными ходами остригают с бока и холки. Овцу держат так, чтобы руно само спадало вниз. Далее овцу поворачивают на левый бок и состригают шерсть с правой стороны туловища. При поворачивании овцы машинка должна быть выключена. Затем остригают шерсть со спины, правой части шеи, с головы и левой части шеи. На этом стрижка заканчивается, стригальщик расфиксирует и отпускает овцу, а затем сворачивает руно, сохраняя целостность последнего (без разрыва).

6.2.2. Скоростной метод стрижки

К прогрессивным и рациональным следует отнести группу приёмов, применяемую стригальщиками Австралии и Новой Зеландии. Одним из самых распространенных методов стрижки в настоящее время является скоростная стрижка под названием «Тэлли-Хай». Овец стригут не связывая, животное находится в «сидячем положении».

Преимущество этого метода заключается в том, что обработка овец происходит в строгой последовательности: в процессе стрижки им придают такое положение, при котором проходы машинкой делают с небольшими физическими усилиями. Благодаря этому улучшается качество работы, шерсть состригается ровно, близко к коже овцы и сохраняется целостность руна. Непременным условием успешного применения скоростного метода является создание удобного рабочего места для стригальщика. Обычно его располагают у наиболее освещенной стены помещения. При хорошем освещении стригаль свободно рабо-

тает машинкой, не боясь порезать кожу или сделать перестриг шерсти (сечку). Напротив рабочего места устраивают небольшие ловчие базки, откуда стригаль берет неостриженных овец, а остриженных опускает в люк, сделанный в полу или стене помещения.

Данный метод не только повышает скорость стрижки овец и эффективность ее, но и уменьшает количество повторных проходов.

Если технология стрижки правильно соблюдена, то с овцы руно будет снято полностью и с высоким качеством. После этого в стригальной машинке отключают мотор и овце позволяют идти через лаз или, если это необходимо, вниз по узкому проходу для счета их в загоне. Следует соблюдать осторожность, когда овцу отпускают, чтобы она не запуталась в снятой шерсти.

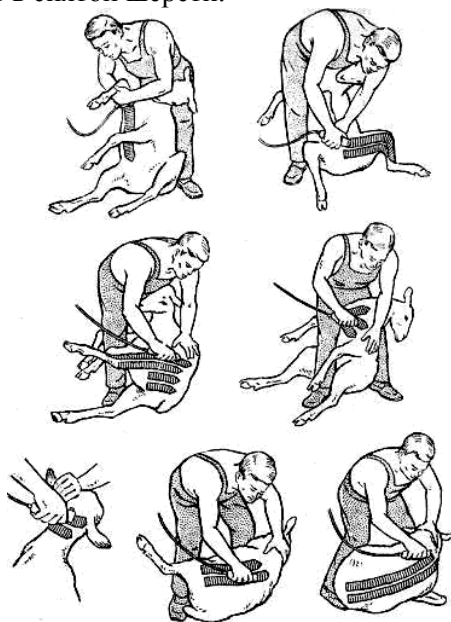


Рис. 6.1. Последовательность стрижки овцы скоростным методом

6.2.3. Стрижка овец на столах

Стрижка овец на универсальном столе УСС-1 состоит из следующих операций.

1. Овцу укладывают на платформу так, чтобы ее голова находилась с левой руки стригателя, ноги овцы закрепляют специальными зажимами.

2. Сначала остригают шерсть с внутренних сторон передних и задних ног, с брюха, груди и нижних частей обоих боков.

3. Повернув овцу на правый бок ногами к себе, стригаль продолжными ходами машинки вдоль тела от бедра задней ноги к лопатке передней ноги обрабатывает левый бок овцы и большую часть спины. Не меняя положения животного, остригает шерсть с хвоста, с части головы и левой стороны шеи. При стрижке головы и шеи левая передняя нога освобождается из зажима.

4. Повернув овцу на левый бок, ногами от себя, стригаль продолжными ходами машинки вдоль тела овцы снимает шерсть с правого бока и спины. Освободив правую переднюю ногу овцы, обрабатывает правую часть шеи и головы. По окончании стрижки стригаль переводит рычаги в вертикальное положение для освобождения из зажимов задних ног, опускает овцу на пол и свертывает шерсть (руно).

Универсальные станки дают возможность организовать стрижку поточным способом: она распадается на ряд операций, выполняемых на определенном рабочем месте.

6.3. Оборудование для стрижки и профилактической обработки овец

6.3.1. Стригальные пункты

Стригальный пункт - помещение, оснащенное технологическим оборудованием для механизированной стрижки овец.

Различают стригальные пункт **стационарные**, к которым овец подгоняют для стрижки, и **передвижные** - стригальное оборудование подвозится к месту содержания и пастбы овец. Передвижной стригальный пункт, располагаемый на пастбище, представляет собой навес из сборного трубчатого каркаса и четырёх брезентовых полотен предохраняющий от солнечных лучей и дождя. Торцы укрытия щитовые с раздвижными двухстворчатыми воротами. Размеры и оборудование стригального пункта зависят от количества обслуживаемых животных.

Комплект технологического оборудования КТО-24 (рис. 6.2) на 24 рабочих места стригальщиков предназначен для комплексной механизации работ на стационарных стригальных пунктах овцеводческих хозяйств с поголовьем порядка 20 тысяч овец.

В собранном виде представляет собой технологическую линию из двух рядов стригальных машинок МСО-77Б, смонтированных по обе стороны транспортёра рун шерсти ТШ-0,5. В конце транспортёра размещается классировочно-прессовое отделение. Производительность КТО-24 составляет 150...200 овец в час.

В состав комплекта КТО-24 входят транспортер шерсти (рун) ТШ-0,5А, гидравлический пресс ПГШ-1.0Б, стол СКШ-200А для классировки шерсти, точильный однодисковый аппарат ТА-1, доводочный аппарат ДАС-350 с суппортом; 24 машинки МСО-77Б для стрижки овец, 24 гибких вала ВГ-10, 24 электродвигателя для привода машинок, весы ВЦП-25, весы РП-500Г-13М.

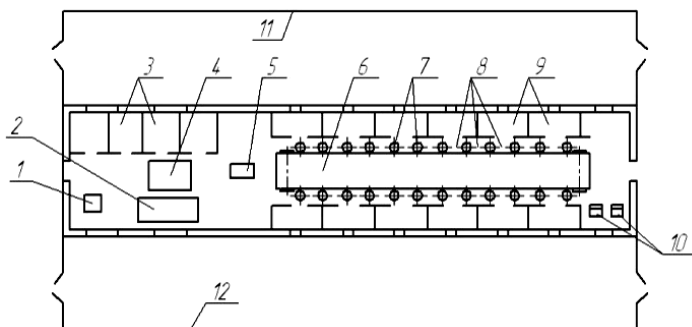


Рис. 6.2. Схема установки комплекта КТО-24 в помещении стационарного стригального пункта: 1 – весы для взвешивания кип; 2 – пресс для прессования шерсти; 3 – боксы для классированной шерсти; 4 – классировочный стол; 5 – циферблатные весы для взвешивания рун; 6 – транспортер для перемещения шерсти от рабочего места стригателя к столу весовщика-учетчика; 7 – электродвигатель с гибким валом и стригальной машинкой; 8 – рабочие места стригальщиков; 9 – оцарки для групп овец; 10 – рабочее место заточника; 11, 12 – загоны для овец

Комплект оборудования выносного стригального цеха ВСЦ-24/200 (рис. 6.3) на 24 рабочих места стригальщиков позволяет изменять месторасположение стригального пункта. Выносной стригальный цех предназначен для комплексной механизации и организации всего производственного процесса стрижки овец и первичной обработки шерсти на отгонных пастбищах, на трассах перегона овец с одних сезонных пастбищ на другие.

За сезон стрижки на таком пункте можно остричь свыше 20 тысяч овец.

Основное оборудование включает электрическую станцию СНТ-12А, преобразователь трехфазного тока ИЭ-9403 с выходным напряжением 36 В частотой 200 Гц, электрическую сеть, электростригальные машинки МСУ-200, точильные аппараты ДАС-350 и ТА-1, транспортёр рун шерсти ТШ-0,5, рабочие столы для стрижки, шерсто-

пресс ПГШ-1Б, циферблатные весы для взвешивания рун шерсти, платформенные весы для взвешивания кип шерсти, классировочный стол, боксы для шерсти, секции ограждения, стеллаж.

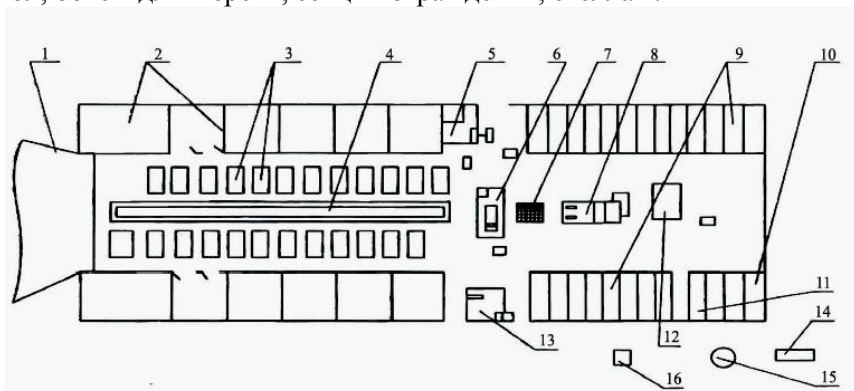


Рис. 6.3. Схема выносного стригального цеха ВСЦ-24/200: 1 – переносная изгородь ИП-150 для отары нестриженных овец; 2 – ограждение оцарков ОДО-10; 3 – стол для стригалей СО-1; 4 – транспортёр шерсти ТШ-0,5; 5 – рабочее место слесаря заточника (ДАС-350, ТА-1, КВЗ-1); 6 – стол учётчика-нормировщика с весами ВЦП-25; 7 – классировочный стол СКШ-200; 8 – гидравлический пресс ПГШ-1Б; 9 – боксы для классированной шерсти БШ-16; 10 – бытовые отделения; 11 – отделения для лаборатории шерсти; 12 – участок для маркировки и хранения кип шерсти; 13 – рабочее место мастера-наладчика; 14 – групповой рукомойник; 15 – ёмкость для воды; 16 – душевые кабины

Карусельный стригальный пункт КСП-250 (рис. 6.4) предназначен для стрижки овец поточным методом и состоит из четырёх карусельных станков, транспортёра рун шерсти, стола учёта рун с весами и классировочного стола. Карусельный станок включает пять рабочих подвижных столов, расположенных по кругу, каждый из которых снабжен фиксаторами для овец (рычаги с защёлками для конечностей). Столы по периметру опираются на направляющую, представляющую собой замкнутый контур, а в центре связаны с вертикальным валом. Поворот вала производится через определённый временной интервал на угол 72° приводным механизмом от электродвигателя мощностью 1,5 кВт, в результате столы перемещаются к очередному рабочему месту.

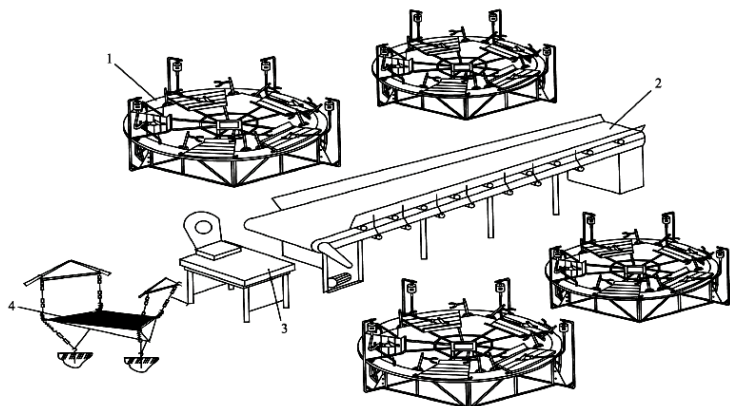


Рис. 6.4. Схема карусельного стригального пункта КСП-250: 1 – карусельный станок; 2 – транспортёр рун; 3 – стол учёта и взвешивания рун; 4 – стол классировки шерсти

Процесс работы протекает по схеме. Рабочий-подавальщик ловит нестриженную овцу, подтаскивает, фиксирует её на столе и поворачивает карусельный станок, при этом овца оказывается у первого стригальщика, а подавальщик фиксирует следующую овцу. После окончания стрижки участка поверхности овцы первым стригальщиком, стол перемещается ко второму стригальщику, затем к третьему и четвёртому, который завершает стрижку. Остриженная овца при очередном повороте снова оказывается у подавальщика, расфиксируется, снимается и направляется в раскол, ведущий в загон остриженных овец. На освободившемся столе фиксируется следующая не стриженная овца и циклы повторяются.

Метод стрижки на карусельной установке даёт возможность быстро освоить приёмы стрижки, улучшить её качество, облегчить труд стригальщиков и повысить его производительность.

Передвижной стригальный пункт ПСП-12/200-ТСХИ (рис. 6.5) был спроектирован и изготовлен на кафедрах «Сельскохозяйственные машины» и «Механизация животноводческих ферм» Туркменского СХИ им. М.И. Калинина совместно с заводом «Актюбинксельмаш» для применения в пустынной зоне отгонного овцеводства, характеризующейся слабым почвенным покровом со скудной растительностью, малым количеством водоисточников, низкой продуктивностью пастбищ и, как следствие, большой рассредоточенностью поголовья.

Оборудование ПСП-12/200-ТСХИ обеспечивает производительность 144 головы в час, в транспортном положении размещается

на одном прицепе, транспортируется трактором класса 9 или 14 кН, в рабочее положение разворачивается тремя рабочими за 5...7 часов и может быть перенесено несколько раз за сезон стрижки. Оборудование включает укрытие, секции ограждения, электрическую станцию СНТ-12А с вынесенным щитом управления, преобразователь трехфазного тока ИЭ-9403, электрическую сеть, транспортер рун шерсти, рабочие столы для стрижки, электростригальные машинки МСУ-200, верстак слесаря, точильный аппарат ДАС-350, классировочный стол, весы для рун шерсти, боксы для шерсти, переоборудованный шерстопресс ПГШ-1Б, платформенные весы для кип шерсти, бытовое отделение

Трактор служит энергоисточником при проведении работ на пункте: от ВОМ приводится в действие навесная электростанция трёхфазного тока СНТ-12А (220/380 В, 50 Гц, 12 кВт), гидросистема трактора используется для привода переоборудованного шерстопресса ПГШ-1Б.

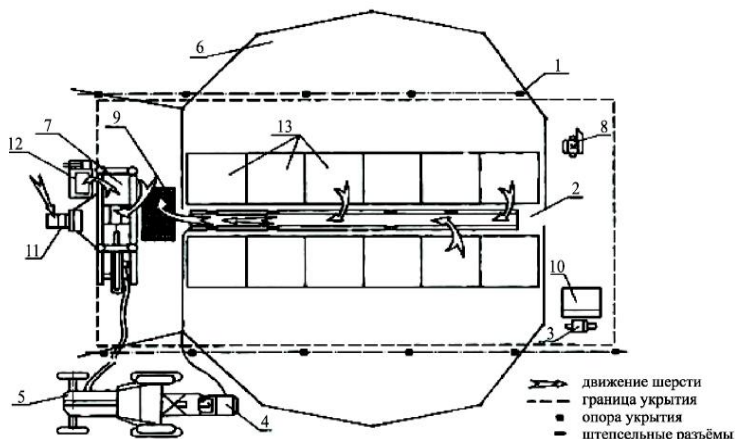


Рис. 6.5. Схема передвижного стригального пункта ПСП-12/200-СХИ: 1 – опора укрытия; 2 – транспортер шерсти; 3 – преобразователь частоты тока ИЭ-9403; 4 – навесная электростанция СНТ-12А; 5 – трактор; 6 – загон нестриженных овец; 7 – переоборудованный гидравлический шерстопресс ПГШ-1Б; 8 – заточное устройство ДАС-350; 9 – классировочный стол; 10 – рабочее место мастера-наладчика машинок МСУ-200; 11 – электропогрузчик кип шерсти; 12 – весы для кип; 13 – рабочие места стригальщиков

Технологический процесс на переносном стригальном пункте осуществляется в следующей последовательности. В общие загоны, примыкающие к стригальному пункту с обеих сторон, загоняют

250...300 овец. Два подавальщика, по одному на каждую сторону транспортёра, то есть на 6...8 стригальщиков, подают овец из загона к месту стрижки и фиксируют их, связывая конечности. Стригальщик, обработав овцу, укладывает шерсть вместе с именным жетоном на ленту транспортёра, который подаёт её к классировочному столу, а остриженная овца выпускается в общий загон. Метод «жетонов» позволяет вести индивидуальный учёт остриженных каждым стригальщиком овец и количество шерсти. Упаковка шерсти в кипы производится на гидравлическом прессе, готовые кипы взвешивают на платформенных весах, маркируют и размещают на площадке временного хранения. После накопления необходимого количества кип, шерсть загружают в транспортное средство и отправляют на заготовительный пункт.

Характеристика рассматриваемых комплектов оборудования и стригальных пунктов, представлена в таблице 6.1.

Табл. 6.1. Техническая характеристика стригальных пунктов

| Показатели | КТО – 24 | ВСЦ – 24/200 | ПСП – 12/200 - ТСХИ |
|---|--------------|---------------------|--------------------------------|
| Тип пункта | Стационарный | Ставится на 1 сезон | Передвижной, 2-4 раза за сезон |
| Количество рабочих мест стригальщиков, чел. | 24 | 24 | 12 |
| Всего обслуживающего персонала, чел. | 39 | 34-37 | 20-22 |
| Производительность, гол./час: | | | |
| тонкорунных овец | 200 | 200 | - |
| грубошерстных овец | - | 290 | 140-150 |
| Производительность за сезон, тыс. гол | 20 | 20 | 25 |
| Площадь выбивания пастбищ вокруг пункта, га | 2600 | 1250 | 314 |
| Вес оборудования, кг | 2600 | 15000 | 3690 |

6.3.2. Машинки для стрижки овец

Стригальная машинка является составной частью любого стригального агрегата и должна отвечать требованиям зоотехническим, техническим, эксплуатационным, по технике безопасности и экономии-

ческим.

Зоотехнические требования

1. Стригальная машинка должна быть предназначена, в основном, для стрижки и подстрижки овец всех пород, а также должна обеспечить возможность стрижки других сельскохозяйственных животных и их шкур.

2. Применение стригальной машинки предусматривается во всех зонах ведения овцеводства.

3. Стрижку тонкорунных овец производят весной, полугрубошерстных и грубошерстных – два раза в год (весной и осенью).

4. Сроки проведения подстрижки определяются состоянием животных: маток подстригают за три-четыре недели до начала ягнения, а другие половозрастные группы мериносовых овец – перед выходом на пастбище.

5. Стригальная машинка предназначена для работы в условиях повышенной влажности (до 90%) при температуре воздуха от 10°C до 35°C.

6. Стригальная машинка должна обеспечить чистый и ровный срез шерсти без порезов кожи, высота среза шерсти не более 5 мм.

7. Обработка зубьев и тыльной стороны гребёнки должна обеспечить лёгкое схождение шерсти и жиропота с их поверхностей при работе машинки.

8. Температура гребёнки во время работы стригальной машинки не должна превышать 50 °С, чтобы не обжигать тело овцы.

Технические требования

1. Стригальная машинка должна иметь привод от двигателя (электрического, гидравлического, пневматического), обеспечивающего нормальное проведение процесса стрижки, в том числе не стеснять действий стригальщика.

2. Стригальная машинка должна иметь удобную для управления рукой форму корпуса, с диаметром в месте обхвата не более 45 мм, и массу до 1,5 кг.

3. Центр тяжести стригальной машинки должен располагаться в зоне обхвата рукой стригальщика.

4. Стригальная машинка должна комплектоваться сменными режущими парами с шириной захвата 76,8 мм и 57,6 мм, с обеспечением минимальной высоты среза; время смены режущей пары не более 3-х минут.

5. Нажимной механизм должен обеспечивать относительно равномерный нажим ножа к гребёнке на всём его перемещении между

крайними положениями с качественным выполнением процесса стрижки.

6. Частота колебаний ножа не менее 2300 двойных ходов в минуту.

Эксплуатационные требования

1. Стригальная машинка должна легко разбираться, собираться и регулироваться при помощи прилагаемого инструмента.

2. Количество обслуживающего персонала – 1 человек (стригальщик).

3. Производительность до 12 голов в час.

4. Коэффициент готовности 0,98.

Требования техники безопасности

1. Уровень звукового давления на рабочих местах не должен превышать допустимых значений.

2. Величина вибраций на рукоятке стригальной машинки не должна превышать допустимых значений.

3. Температура корпуса стригальной машинки в местах соприкосновения с рукой стригальщика должна быть не более 45°C.

4. Нагрев теплоизоляции рукоятки не должен превышать 40°C.

5. В конструкции электродвигателя стригальной машинки должно быть предусмотрено устройство с заземляющим контактом, которое позволяет быстро, надёжно и безопасно присоединять электродвигатель к источнику тока.

Экономические требования

1. Срок окупаемости не более 2-х лет.

2. Суммарные приведённые затраты.

3. Годовой экономический эффект.

4. Расчётная лимитная цена одной машинки.

В настоящее время отечественная и зарубежная промышленность выпускает три принципиально различающиеся типа стригальных машинок: от электродвигателя посредством гибкого вала или жесткого привода, со встроенным в ручку электродвигателем и автоматизированная станция для стрижки овец.

Стригальная машинка от электродвигателя посредством гибкого вала МСО – 77Б «Актюбинксельмаш» (рис. 6.6) состоит из корпуса, режущего аппарата, эксцентрикового, нажимного и шарнирного механизмов и привода.

Режущий аппарат предназначен для срезания шерсти и работает по принципу ножниц. Состоит из неподвижной противорежущей гребёнки и скользящего по ней подвижного ножа, образующих режу-

шую пару. Гребёнка выполнена в виде стальной пластины с 13 зубьями с шагом 6,4 мм, которые при стрижке входят в шерсть, расчёсывают и поддерживают её при срезании.

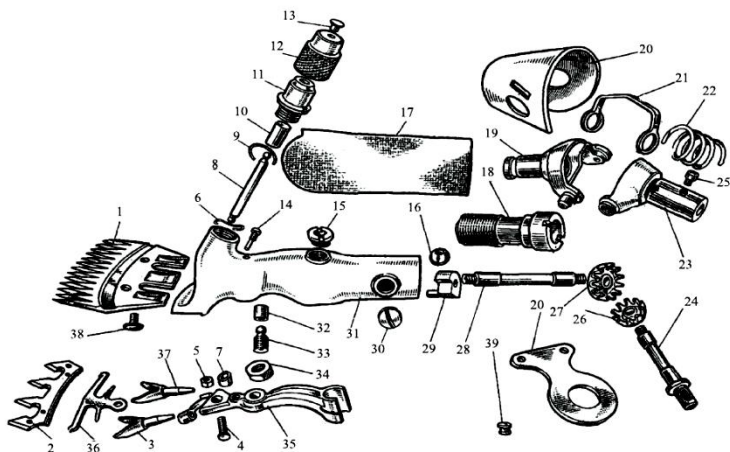


Рис. 6.6. Узлы и детали стригальной машинки МСО-77Б: 1 - гребёнка; 2 - нож; 3 - левая нажимная лапка; 4 - винт крепления фиксирующей пружины; 5 - гайки; 6 - пружина-державка упорного (нажимного) стержня; 7 - подпятник упорного (нажимного) стержня; 8 - упорный (нажимной) стержень; 9 - стопорное пружинное кольцо; 10 - нажимной патрон; 11 - штуцер нажимного механизма; 12 - нажимная гайка; 13 - упор нажимного патрона; 14 - предохранительный винт рычага; 15 - заглушка смотрового окна; 16 - сферический ролик; 17 - чехол корпуса машинки; 18 - втулка корпуса; 19 - внутренний защитный кожух; 20 - рубашка защитного кожуха; 21 - замок шарнира; 22 - пружина; 23 - наружный защитный кожух; 24 - передаточный валик; 25 - стопор; 26 - малое ведущее зубчатое колесо (шестерня $Z1 = 10$); 27 - большое ведомое зубчатое колесо (колесо $Z2 = 12$); 28 - валик эксцентрика (эксцентриковый валик); 29 - эксцентрик с пальцем; 30 - заглушка смазочного окна; 31 - корпус машинки; 32 - подпятник рычага; 33 - центр вращения; 34 - контргайка центра вращения; 35 - рычаг; 36 - фиксирующая пружина; 37 - правая нажимная лапка; 38 - винт крепления гребёнки; 39 - заклёпка

Нож штампованный коробчатой формы с толщиной стенок 1,1...1,2 мм, имеет 4 зуба. Нож в режущем аппарате устанавливается поверх гребёнки и имеет по два отверстия с каждой стороны – под конические усики нажимных двурогих лапок рычага эксцентрикового

механизма и для крепления ножа к державке точильного аппарата при его заточке. В последние также входят загнутые концы фиксирующей пружины, удерживающие нож от выпадения в процессе регулировки режущей пары.

Нажимной механизм обеспечивает плотное прилегание рабочих плоскостей ножа и гребёнки. Он включает в себе заворачивающийся в прилив корпуса машинки штуцер, на верхнюю часть которого навёрнута нажимная гайка. При её завёртывании усилие через патрон и нажимной (упорный) стержень, упирающийся внизу в подпятник нажимного стержня на рычаге, передаётся на рычаг машинки. Для предотвращения самоотвинчивания нажимной гайки в процессе работы предусмотрено стопорное пружинное кольцо, размещённое в проточке штуцера, которое контактирует с гайкой.

Эксцентриковый механизм расположен в корпусе машинки и преобразует вращательное движение эксцентрикового валика в колебательное движение рычага привода ножа. Валик эксцентрика вращается в подшипниках скольжения втулки корпуса и втулки внутреннего защитного кожуха. Валик составной: на одном конце его расположено зубчатое колесо с числом зубьев $Z_2=12$ (колесо), которое входит в зацепление с зубчатым колесом с числом зубьев $Z_1=10$ (шестерня), установленным на конце передаточного валика шарнирного механизма; на другом конце эксцентрикового валика расположен эксцентрик с пальцем. На пальце свободно вращается сферический ролик, который размещается в цилиндрическом пазу рычага.

Шарнирный механизм передаёт вращение от гибкого вала эксцентриковому механизму и обеспечивает удобство в работе, независимо от положения гибкого вала.

Корпус машинки отлит из алюминиевого сплава и соединяет все её механизмы. Для крепления гребёнки в передней части корпуса внизу предусмотрена площадка с двумя резьбовыми отверстиями под винты, а в верхней части имеется прилив под штуцер нажимного механизма. За ним в средней части корпуса вверху расположены отверстие под предохранительный винт, ограничивающий смещение рычага по вертикали, и смотровое окно с заглушкой, через которое контролируется положение ролика в пазу при регулировке.

Гибкий вал ВГ-10 предназначен для передачи вращения от электродвигателя к машинке для стрижки овец. Он состоит из сердечника и брони. Длина гибкого вала 1600 мм, масса 1,7 кг.

Стригальные машинки со встроенным в ручку электродвигателем имеют ряд преимуществ перед машинками с приводом от

гибкого вала или жесткого привода: большая маневренность, отсутствие реактивного момента, создаваемого гибким валом (т.е. того момента, который опрокидывает машинку). Вследствие этого достигается более высокая производительность (на 20...40%).

Стригальная машинка МСУ-200 «Актюбинксельмаш» (рис. 6.7) состоит из стригальной головки и прикреплённого к корпусу машинки, с помощью винтов, электродвигателя трёхфазного тока напряжением 36 В и частотой 200 Гц, со шнуром питания для присоединения к электрической сети через выключатель.

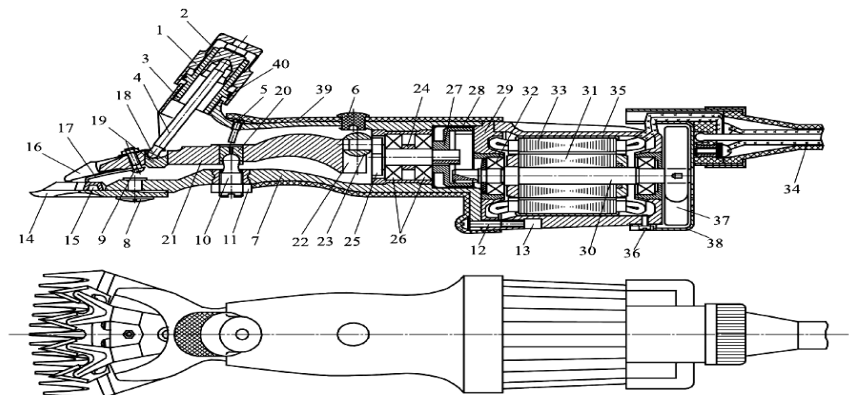


Рис. 6.7. Стригальная машинка МСУ - 200: 1 - гайка нажимная; 2 - патрон нажимной; 3 - штуцер нажимной; 4 - упорный стержень нажимного устройства; 5 - винт предохранительного рычага; 6 - заглушка смотрового окна; 7 - корпус машинки; 8 - винт крепления гребёнки; 9 - винт крепления пружины нажимных лапок; 10 - шаровой центр вращения; 11 - контр гайка центра вращения; 12 - винт крепления электродвигателя; 13 - квадратная гайка; 14 - гребёнка; 15 - Нож; 16 - нажимные (левая и правая) лапки; 17 - пружина нажимных лапок; 18 - стопорная пружина; 19 - подпятник нажимного стержня; 20 - подпятник центра вращения; 21 - двуплечий рычаг; 22 - вертикальный паз двуплечего рычага; 23 - сферический ролик; 24 - распорная втулка; 25 - вал-эксцентрик; 26 - подшипник радиальный однорядный вала-эксцентрика; 27 - зубчатое ведомое колесо (с внутренними зубьями); 28 - кожух зубчатого колеса; 29 - крышка электродвигателя; 30 - вал ротора с зубьями на переднем конце (ведущий вал-шестерня); 31 - ротор; 32 - подшипники вала ротора; 33 - статор; 34 - электрические провода; 35 - корпус электродвигателя; 36 - винты крепления кожуха вентилятора; 37 - вентилятор; 38 - кожух вентилятора; 39 - чехол корпуса машинки; 40 - стопорное пружинное кольцо

Табл. 6.2. Техническая характеристика стригальных машинок

| № п/п | Фирма и марка | Мощность, кВт | Питающее напряжение, В | Установка электродвигателя | Ширина захвата машинки, мм | Масса машинки, кг |
|-------|----------------------------------|---------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|
| 1 | МСО - 77Б (Казахстан) | 0,120 | 220/380 | подвесной | 76,8 | 1,45 |
| 2 | SHOGUN компанией Lister (Англия) | 0,30 | 220 | подвесной | 76,8 | 1,30 |
| 3 | МСУ - 200 (Казахстан) | 0,115 | 36 | в ручке машинки | 76,8 | 1,80 |
| 4 | ЕС - 260 (Германия) | 0,320 | 220 | в ручке машинки | 80,0 | 1,80 |
| 5 | Oster (США) | 0,150 | 220 | в ручке машинки | 66,0 | 1,40 |
| 6 | HeinigerXtra (Швейцария) | 0,32 | 220 | в ручке машинки | 86,0 | 1,53 |
| 7 | HeinigerS12 (Швейцария) | 0,16 | 12, емкость аккумулятора 50Ач | в ручке машинки | 66,0 | 1,23 |

Режущий аппарат, нажимной и эксцентриковый механизмы аналогичны соответствующим узлам стригальной машинки МСО-77Б. Электродвигатель машинки трёхфазный асинхронный с короткозамкнутым ротором, помещён в алюминиевый корпус цилиндрической формы с рёбрами для охлаждения и фланцем для присоединения к стригальной головке. На переднем конце вала ротора электродвигателя изготовлены зубья, на заднем конце установлен двухлопастной вентилятор, закрепленный штифтом. Шнур питания стригальной машинки состоит из трёх проводов МГШВ сечением $0,75 \text{ мм}^2$ каждый и ограничительного шнура, заключённых в резиновую трубку. Присоединение проводов к электродвигателю и выключателю выполнено винтами.

Автоматизированная станция для стрижки овец TheOracle (рис. 6.8). До недавнего времени роботизация стрижки представлялась наименее вероятной из всех существующих альтернатив в проведении

стрижки овец, но в штате Западная Австралия ведутся такие разработки.

Преимущества роботизированной стрижки позволяют получать более качественное и однородное руно.

Повреждения, которые наносятся овцам при традиционной стрижке, в значительной степени сокращаются при использовании роботов. Чувствительные устройства, применяемые для контроля режущих механизмов, могут чувствовать кожу в пределах нескольких тысячных долей секунды, при этом робот незамедлительно осуществляет корректирующее движение. В более чем 500 опытах лишь одна овца получила серьезные порезы.



Рис. 6.8. Австралийская автоматизированная станция для стрижки овец TheOracle

Поскольку стрижка овец является тяжелой, утомительной, требующей постоянного внимания работой, то трудно привлечь к этой работе молодых людей, что в конечном итоге приведет к увеличению оплаты за нее. Роботы можно использовать в 2-3 смены вместо обычного рабочего дня, продолжающегося 8 ч. Автоматизированная станция для стрижки овец включает манипулятор, который удерживает овцу и стригальный робот-руку, передвигающуюся по направляющим, расположенным сверху. Манипулятор не только удерживает овцу, но и придает ей удобные для стрижки положения, переворачивая и растягивая ноги и шею. Манипулятор состоит из двух основных узлов: подвижной люльки, включающей два параллельных ролика для поддержания тела животного, и двух концевых фиксаторов для закрепления ног и головы.

6.3.3. Оборудование для профилактической обработки овец

Большой экономический ущерб овцеводству наносит чесотка, вызываемая чесоточным клещом, паразитирующим на коже животного. На овцах паразитируют также комарные клещи, овечьи кровососки, носовой овод овец.

С лечебной и профилактической целью два раза в год (весной и осенью) овец обрабатывают гексахлоранокреолиновой или минерально масляной эмульсией методом купания в специальных ваннах или опрыскиванием в душевых установках до полного насыщения шерсти.

Осевая купочная ванна ОКВ (рис. 6.9), предназначена для обработки овец в ванне методом окунания их с головой в различные растворы эмульсии, для дезинфекции с лечебной и профилактическими целями, а также для борьбы с кожно-паразитными заболеваниями этих животных.

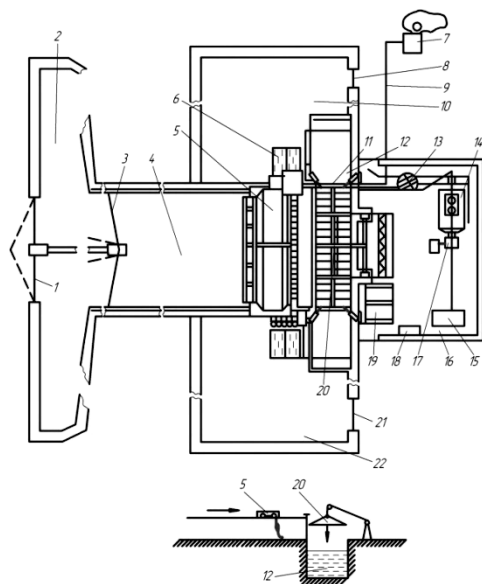


Рис. 6.9. Схема купочной механизированной установки ОКВ: 1 – ворота; 2 – загон для неискупанных овец; 3 – впускные ворота рабочего загона; 4 – рабочий загон; 5 – толкающая тележка; 6 – отстойники; 7 – насосная станция; 8, 21 – выпускные ворота; 9 – водопровод; 10, 22 – отстойные площадки; 11 – двухстворчатые дверки ванны; 12 – купочная ванна; 13 – смеситель; 14 – котел-парообразователь; 15 – бак топливный; 16 – площадка для технологического оборудования; 17 – оборудование ПНГ-2 для сжигания жидкого топлива; 18 – электросиловой щит; 19 – тент над рабочим местом оператора ванны; 20 – окунатель.

Технологический процесс происходит следующим образом: веттехник в смесителе приготавливает концентрат. После подогрева воды в купочной ванне до температуры 20-25°C в неё сливают концентрат из расчета 2,5 части концентрата на 97,5 частей воды и тщательно перемешивают.

Когда рабочий раствор в ванне готов, приступают к обработке овец. Половину отары (300-500 голов) из предварительного загона перегоняют в рабочий загон. При этом толкающая тележка установлена у ванны, платформа окунателя находится в верхнем положении, а дверцы купочной ванны закрыты.

Впускные ворота рабочего загона закрывают. Оператор толкающей тележки задним ходом подъезжает к животным. Отмерив группу в 20-35 голов, опускает толкающие пальцы и начинает движение, подгоняя овец к купочной ванне. После того как тележка столкнет овец в ванну, её перемещают назад за следующей группой.

Как только овцы окажутся в ванне, оператор опускает платформу окунателя и на 1-2 секунды погружает овец с головой в раствор, не допуская их защемления. Затем поднимает её в верхнее положение.

После выдержки овец в ванне 50-60 секунд оператор открывает дверки. Овцы выплывают и по пандусам выходят на отстойные площадки. Выдержав овец на отстойной площадке до 5-ти минут их выпускают в загон для искупанных овец.

В процессе купания в ванну добавляют концентрат, чтобы купание овец проходило в достаточно активной рабочей эмульсии. На следующий день готовят свежий раствор.

Установка струйного типа, предназначена для струйной (душевой) обработки овец после стрижки (рис. 6.10).

Перед началом работы готовят рабочий раствор, ставят тележку у камеры, ставят пальцы в горизонтальном положении, поднимают впускные двери душевой камеры и загоняют овец с двух сторон в приемные и предкупочные загоны по 300 – 350 голов. Затем закрывают двери, отделяющие предкупочные загоны от приемных, наезжают толкающими тележками на овец и, захватив по 15 – 20 голов с каждой стороны, подгоняют их к душевой камере. Овцы, видящие встречно движущуюся группу, без сопротивления заполняют душевую камеру. После закрытия входных дверей включают насосный агрегат и привод каретки. Струи рабочей жидкости при выходе из сопел, движущиеся над овцами и под ними, равномерно смачивают шерстный покров животных. Полное смачивание всей поверхности шерстного покрова овец

достигается за 2 -3 прохода каретки. Затем овец выпускают в отстойный загон. Далее процесс обработки овец повторяется.

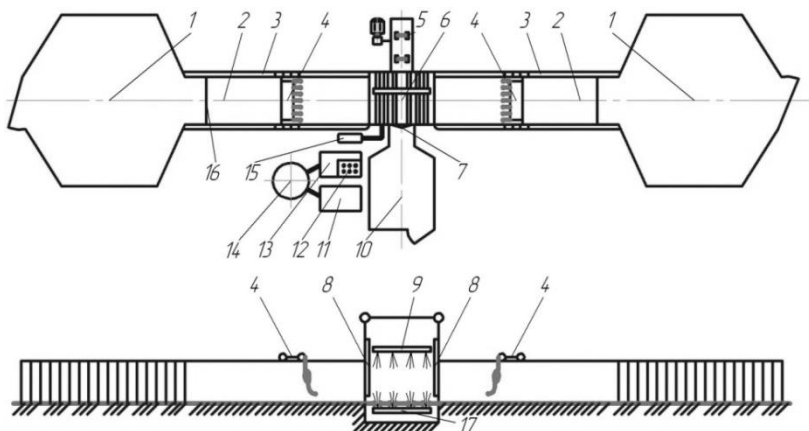


Рис. 6.10. Схема установки струйного типа: 1 – приемный загон; 2 – предкупочный загон; 3 – рельсовый путь тележки; 4 – толкающая тележка; 5 – каретка движения штанг; 6 – душевая камера; 7 – выходные двери; 8 – входные двери; 9 – верхняя распылительная штанга; 10 – отстойный загон; 11 – резервуар; 12 – фильтр; 13 – отстойник; 14 – нагреватель; 15 – насосный агрегат; 16 – ворота; 17 – нижняя штанга

Передвижная установка для обработки овец КУП-2. Комплект оборудования этой установки доставляется к местам обработки животных автомашиной среднего класса или на тракторном прицепе, оборудованный грузоподъемным устройством для выполнения погрузо-разгрузочных работ в местах монтажа и демонтажа оборудования установки.

Купочный раствор подогревается в проплывной ванне с помощью четырех ТЭН мощностью 5 кВт каждый, что позволяет за один час подогреть $7,8 \text{ м}^3$ эмульсии до 25°C . Где нет электроэнергии, для подогрева раствора используется резервная газобаллонная установка, с помощью которой в течение полутора часов достигается необходимая температура эмульсии.

При использовании установки (рис. 6.11) подлежащие обработке овцы из загона по входному трапу проходят на площадку, и видя овцу-приманку в клетке, продолжают двигаться и попадают на откидной спуск, который опрокидывается под действием веса животного, которое по ней соскальзывает в проплывной канал, окунается в рас-

твор с головой и доплыв по прямолинейному каналу до первого поворотного участка овца поворачивает во второй прямолинейный пропывной канал, затем поворачивает во втором поворотном участке, проплывает третий прямолинейный канал и по выходному трапу выходит из ванны на отжимную площадку и после стекания с них остатков раствора выпускаются в загон для обработанных овец.

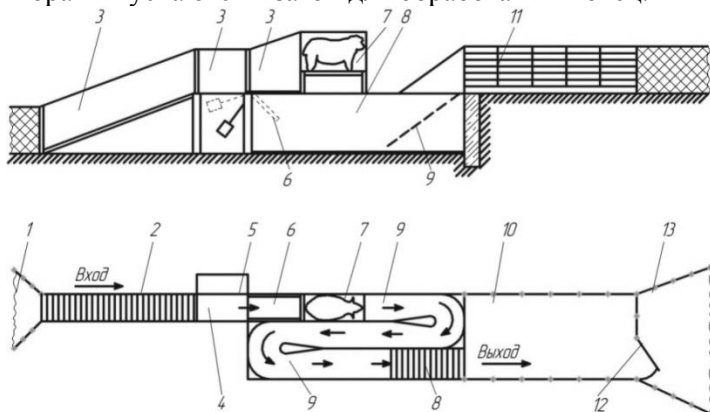


Рис. 6.11. Схема передвижной установки для обработки овец КУП-2: 1 – загон для необработанных овец; 2 – входной наклонный трап; 3 – боковые сплошные ограждения; 4 – горизонтальная площадка для подачи овец; 5 – площадка для оператора; 6 – откидной спуск с противовесом; 7 – клетка для овцы-приманки; 8 – выходной трап; 9 – купочная ванна; 10 – отжимная площадка; 11 – боковые решетчатые ограждения; 12 – выходная дверь; 13 – загон для обработанных овец

При проплывании овцой поворотных участков поочередно на левом и правом боках овцы частично раскрывается руно, что улучшает его промокаемость, а также за счет снижения скорости проплыва поворотов канала время экспозиции увеличивается до нормативной (30 - 35 с), что позволяет сократить длину пропывного пути до 12 м.

Характеристика рассматриваемых установок для профилактической обработки овец, представлена в таблице 6.3.

Табл. 6.3. Техническая характеристика установок для обработки

| № п/п | Показатели | ОКВ | Установка струйного типа | КУП-2 |
|-------|---------------------|--------------|--------------------------|-------------|
| 1. | Тип установки | стационарный | стационарный | передвижной |
| 2. | Производительность, | 450-500 | 500 | 150 |

| | | | | |
|----|---|-------|-------|------|
| | голов/час. | | | |
| 3. | Число овец, сбрасываемых за один цикл, голов. | 20-35 | - | 1 |
| 4. | Количество одновременно обрабатываемых овец, голов. | 20-35 | 30-40 | 8-10 |
| 5. | Габаритные размеры купочной ванны, м | | | |
| | длина | 12 | - | 4 |
| | ширина | 2,5 | - | 1,5 |
| | глубина | 1,5 | - | 1,5 |

6.4. Основы теории и расчет стригальной машинки

Корпус машинки колеблется под действием внешней возмущающей силы (P), приложенной на палец эксцентрика (Рис.6.12).

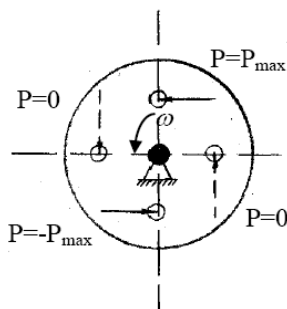


Рис. 6.12. Схема действия внешней силы на палец эксцентрика
Внешняя возмущающая сила изменяется по синусоиде:

$$P = P_{\max} \cdot \sin \omega \cdot t ,$$

где P_{\max} - максимальное значение внешней возмущающей силы;
 ω - частота силы, 1/с.

После приложения силы P на массу корпуса m действуют две силы: возмущающая P и сила упругости $P_{yn}=c \cdot x$ (c – жесткость материала, H/m ; x – амплитуда, m).

Дифференциальное уравнение колебаний корпуса машинки под действием этих сил:

$$mx + cx = P_{\max} \sin \omega t .$$

Решение данного уравнения без учета собственных колебаний системы позволяет получить уравнение:

$$x = \frac{P_{\max}}{c - m \cdot \omega^2} \sin \omega t \cdot$$

Максимальное отклонение вынужденных колебаний равно:

$$x_{\max} = \frac{P_{\max}}{c - m \cdot \omega^2} \cdot$$

Зависимость амплитуды колебаний корпуса машинки и удельное образование сечки от числа двойных ходов ножа в минуту приведено на рисунке 6.13.

Машинки МС-200 имеют меньшую величину $\max P$, так как отсутствует шарнирный механизм и гибкий вал. Величина « m » больше, нежели у МСО-77. Все это значительно снижает величину « A », машинка работает «мягче».

Для определения мощности двигателя надо знать момент сопротивления.

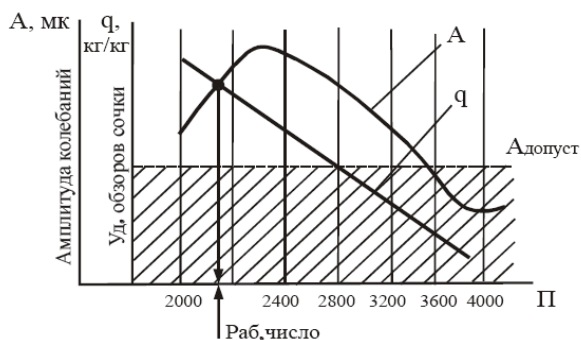


Рис. 6.13. График изменения амплитуды колебания и удельного образования сечки от числа двойных ходов ножа

Механический момент обусловлен касательными составляющими усилиями $T_{от}$ действующих на пальце эксцентрика сил и радиусом эксцентрика r , т.е. имеет место равенство:

$$M = T \cdot r, \text{ Н.м.}$$

Касательная составляющая T складывается из сопротивления трения ножа о гребенку $T_{тр}$, сопротивление шерсти срезу $T_{ср}$ и сопротивление сил инерции $T_{и}$, т.е.

$$T = T_{тр} + T_{ср} + T_{и} \cdot$$

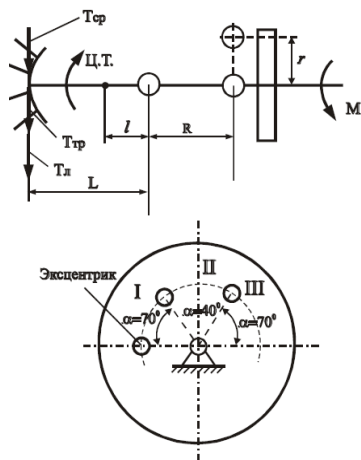


Рис. 6.14. Расчетная схема

Графоаналитическим методом (А.П. Баскаковым) определены эти слагаемые:

$$T_{тр} = 74,6 \sin \alpha,$$

где α - угол поворота эксцентрика.

Сила $T_{ср}$ изменяется в зависимости от размеров одновременно срезаемых площадок шерсти с данных участков.

На I участке ($\alpha = 0-70^\circ$).

$$T_{ср I} = 11,2 \sin \alpha.$$

На II участке ($\alpha = 70 - 110^\circ$).

$$T_{ср II} = 18,6 \sin \alpha$$

На III участке $\dot{O}_{пд III} = 26,1 \sin \alpha$

Тангенциальное усилие T_u , обусловленное силой инерции рычага в сборе:

$$T_u = \frac{J_0 \cdot \varepsilon + L \cdot m \cdot \varepsilon \cdot \ell}{R} \sin \alpha$$

где J_0 - момент инерции рычага относительно центра тяжести, $кг \cdot м^2$;

ε - угловое ускорение рычага, $\frac{1}{с^2}$;

L - расстояние от центра вращения до точки качания рычага, м;

ℓ - расстояние от центра вращения до центра тяжести, м;

m - масса рычага, кг;

R - расстояние от центра вращения до оси цилиндрического паза рычага, м.

Зная $T_{mp} = f(\sin \alpha)$; $T_{cp} = f(\sin \alpha)$ и $T_u = f(\sin \alpha)$ можно построить результирующий график $T = f(\sin \alpha)$.

Планиметрированием можно определить $T_{сред}$.

$$M_{cp} = T_{сред} \cdot r, \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Мощность двигателя

$$N_{дв.ср} = \frac{M_{cp} \cdot \omega}{1000} = \frac{M_{cp} \cdot n \cdot \pi}{1000 \cdot 3000}.$$

Если привод осуществляется через гибкий вал, то

$$N_{дв} = N_{дв.ср.} + N_{вал},$$

где $N_{вал}$ - мощность, на преодоление трения гибкого вала, кВт.

6.5. Основы расчета механизации стрижки и профилактической обработки овец

Потребность в технологическом оборудовании, численность стригалей и вспомогательного персонала необходимо рассчитывать с учетом общего поголовья овец, их продуктивности, оптимального периода стрижки и купания при строгом соблюдении зоотехнических требований.

Расчетную производительность стригальной машинки W , м²/с, как остригаемую площадь тела овцы в единицу времени, определяют по формуле:

$$W = B \cdot V_M \cdot \eta \cdot L \cdot \xi,$$

где B - расчетная ширина захвата машинки, м;

V_M - оптимальная скорость подачи, м/с ($V_M = 0,57-0,84$ м/с);

η - коэффициент использования рабочих ходов ($\eta = 0,6...0,8$);

ξ - коэффициент использования ширины захвата ($\xi = 0,5...0,9$).

Время, затрачиваемое непосредственно на стрижку овец, t_c , определим по формуле:

$$t_c = \frac{F}{W}, \text{ с}$$

где F - остригаемая площадь тела овцы (для овцематок $F = 1,8 \text{ м}^2$, для баранов $F = 2,0...2,6 \text{ м}^2$).

Общее время T , затрачиваемое на одну овцу при стрижке индивидуальным методом, с, определим по формуле:

$$T = t_C + t_B + \alpha \cdot t_{TO}, \text{ с}$$

где t_C - время на выполнение собственно стрижки, с;

t_B - время на выполнение вспомогательных операций, с;

t_{TO} - время на техническое обслуживание стригальной машинки, с;

α - коэффициент, стойкость (заменяемость) режущих пар.

Тогда среднее число N_{CP} , остригаемых одним стригалем, при индивидуальном методе, определим по формуле:

$$N_{CP} = \frac{3600}{T} \beta, \text{ гол/час}$$

где β - коэффициент сменного времени.

Число стригалей M , необходимое для выполнения стрижки в заданные календарные сроки, определим по формуле:

$$M = \frac{O}{N_{CP} \cdot T_C \cdot D},$$

где O - число овец, подлежащих стрижке, голов;

T_C - время работы в смену, ч;

D - число рабочих дней, сут.

К основным параметрам купочных установок относятся: производительность, площадь, глубина и объем ванны. Производительность купочных установок - один из основных параметров, определяющих выбор типа установки, ее конструктивные размеры, расход инсектицидов и воды, трудовые ресурсы и т.д.

При плановой профилактической обработке овец через 3...5 суток после стрижки их направляют в бассейн, производительность купочной установки определяется производительностью стригального пункта.

Необходимая суточная производительность $Q_{СУТ}$, определим по формуле:

$$Q_{СУТ} = \frac{O}{D_{СЕЗ}}, \text{ гол/сутки}$$

где O - общее поголовье овец в хозяйстве, гол.;

$D_{СЕЗ}$ - число дней работы установки за сезон купки, сут.

Фактическая часовая производительность, $Q_{ФАКТ}$, определяется по формуле:

$$Q_{ФАКТ} = \frac{Q_{СУТ}}{t_{CM} \cdot \omega_{CM}}, \text{ гол/час}$$

где t_{CM} - время работы установки за смену, ч;

ω_{CM} - коэффициент использования сменного времени.

Расчетная часовая производительность купочной установки сбрасывающего типа подсчитывается по формуле:

$$Q_{PAC} = \frac{60 \cdot n_c}{T_{Ц}}, \text{ гол/час}$$

где n_c - среднее число овец, сбрасываемых в ванну за один цикл, голов;

$T_{Ц}$ - время одного цикла, мин.

Время одного цикла $T_{Ц}$, определим по формуле:

$$T_{Ц} = t_{ЗАГ} + t_{ПОД} + t_{ХХ}, \text{ мин}$$

где $t_{ЗАГ}$ - время, затрачиваемое на загон или захват партии овец за один цикл, мин;

$t_{ПОД}$ - время на перемещение овец и их сбрасывания механизмом подачи, мин;

$t_{ХХ}$ - время холостого хода и возвращение механизма подачи в исходное положение, мин.

Площадь купочной ванны для установок сбросного типа зависит от числа одновременно находящихся в ней овец, сбрасываемых в ванну за один цикл, и удельной площади, приходящейся на одну овцу.

Тогда необходимая площадь зеркала ванны S , определим по формуле:

$$S = S_{уд} \cdot m_c, \text{ м}^2$$

где $S_{уд}$ - удельная площадь на одну овцу, м^2 ;

m_c - число овец, сбрасываемых в ванну за один цикл.

При расчете площади зеркала ванны нижний предел $S_{уд} = 0,3 \text{ м}^2$ на одну голову следует принимать для установок, в которых сбрасывание производится постепенно, овцы отплывают освобождая место другим, а верхний предел $S_{уд} = 0,5 \text{ м}^2$ на одну голову для установок, где в ванну сбрасывают одновременно всю захваченную партию.

Длину купочной ванны L_{KB} определим по формуле:

$$L_{KB} = S / B, \text{ м}$$

где B - ширина ванны, которую принимают из условия, чтобы овцы в момент сбрасывания не травмировались, м.

Глубину ванны рекомендуется принимать в пределах 1,3...1,8 м. Объем купочной ванны целесообразно выбирать минимальным, так как с увеличением объема значительно увеличивается и расход воды, инсектицидов и топлива, необходимого для подогрева эмульсии.

Для установки сбросного типа общая вместимость ванны V_0 определим по формуле:

$$V_O = V_B + V_{\text{ДОП}}, \text{ м}^3$$

где V_B - объем собственно ванны, м^3 ;

$V_{\text{ДОП}}$ - дополнительная вместимость, необходимая для сооружения пропływной траншеи, выхода, м^3 .

Обычно вместимость собственно ванны V_O не должна превышать 15 м^3 , а $V_{\text{ДОП}} = (1,2...1,3) \cdot V_O$.

7. Системы сбора, обработки и сортировки яиц

7.1. Зоотехнические требования к линиям обработки яиц

На современных птицефермах наиболее ответственной, сложной и трудоемкой операцией является сбор, обработка и упаковка яиц. В связи с хрупкостью исходного материала механизация этих работ не отвечает определенным условиям хранения конечного продукта. Кроме того, с увеличением уровня механизации и автоматизации производственных процессов в птицеводстве удельная трудоемкость операций сбора и обработки яиц непрерывно возрастает. Так, при содержании птицы в немеханизированных клеточных батареях затраты труда на эту технологическую операцию составляли до 20 % общих трудовых затрат, в современных батареях их доля увеличивается в 2,5...3 раза, то есть до 60...65 %, а в поточно-механизированных и автоматизированных клеточных батареях достигает 80 %.

Таким образом, основные требования к этому технологическому процессу и соответствующих машин и оборудования, во-первых, полная замена ручных операций, во-вторых, - минимальное повреждение яиц.

В массе собранных яиц, поступающих из птичников, всегда имеются мелкие, загрязненные, с поврежденной скорлупой и деформированные. По опытным данным, около 13 % яиц оказываются бракованными, поэтому перед отправкой на инкубацию или в торговую сеть яйца предварительно обрабатывают: моют, отделяют бракованные, сортируют по массе и качеству, маркируют и укладывают в тару.

Правильно выбранная система для сбора яиц является важной составляющей технологического оборудования для содержания кур-несушек, а также напольного либо клеточного содержания родительского стада. Это обусловлено следующими тремя факторами: сокращение трудо- и временных затрат; высочайшее качество яйца: чистое яйцо, минимальный риск боя яйца; предельно точный учет снесенных яиц по ярусу, ряду либо корпусу.

7.2. Технологии сбора и сортировки яиц

Верно выбранная система для сбора яиц является на сегодняшний день важной составляющей технологического оборудования для содержания кур-несушек, а также напольного либо клеточного содержания родительского стада. Это обусловлено следующими тремя факторами: сокращение трудо- и временных затрат; высочайшее качество яйца: чистое яйцо, минимальный риск боя яйца; предельно точный учет снесенных яиц по ярусу, ряду либо корпусу.

В зависимости от размера поголовья, расположения корпусов и индивидуальных пожеланий с существует широкий ассортимент систем яйцесбора.

Сюда входят: элеваторы, лифтовые системы, поворотные транспортеры, прутковые транспортеры, конвейеры для отвесной транспортировки яйца, системы многоярусного сбора яйца, а также расфасовочные столы с приводом и столы ручной расфасовки яйца. При выборе той или иной системы яйцесбора следует учитывать следующие моменты: наличие либо отсутствие отличий по высоте на территории ферм; смещенное расположение корпусов относительно друг друга; мощность упаковочной либо сортировочной машин; одновременный либо постадный сбор яйца.

При содержании птицы в клеточных батареях уже при снесении, а также в процессе сбора и обработки происходят падение, скатывание, удары яйца и его транспортировка в горизонтальном, наклонном и вертикальном направлениях. В целях предупреждения боя яиц скорость их транспортирования должна быть не более 0,2 м/с.

Сокращение боя в связи с массовым переходом к механизированному клеточному содержанию кур-несушек приобрело широкое значение. Бой яиц в птицеводческих хозяйствах составляет 4...7%.

При клеточном содержании птицы для механизации сбора яиц в клеточных батареях используют яйцесборные транспортеры, обслуживающие один или два смежных ряда клеток.

Полотно транспортера расположено в приемном лотке, в который яйцо выкатывается по наклонной подножной решетке днища клетки.

Яйцесборный транспортер можно расположить между смежными рядами клеток (рис. 7.1, а), снаружи ряда клеток (рис. 7.1, б) и внутри клеток (рис. 7.1, в).

В последнем случае над ним делают переходный мостик или защитный козырек, чтобы птица не повредила и не загрязняла яйца. Во втором случае механизированный сбор в случае неисправности яйце-

сборного механизма можно заменить ручным, в первом и последнем случае эта операция практически невозможна.

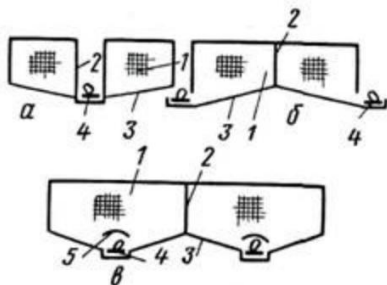


Рис. 7.1 Яйцесборные транспортеры клеточных батарей: 1, 2 – ограждение клетки; 3 – подножная решетка; 4 – полотно транспортера; 5 – защитный козырек

Наиболее удачно механизация сбора яиц в клеточных батареях решена в одноярусных горизонтальных клетках ОБН-1. Основные сборочные единицы механизма яйцесбора ОБН-1: коллектор с приемно-накопительным столом; приводная станция; продольные и поперечные яйцесборные транспортерные ленты с обводными роликами; механизмы очистки ленты. Рабочие ветви лент укладываются в желоба, расположенные вдоль линии батарейных гнезд, ниже их основания, и соединяющие гнезда с приемно-накопительным столом, а нижние холостые ветви лент поддерживают поперечинами.

Коллектор представляет собой сборную конструкцию из привода, вертикального элеватора и приемно-накопительного стола. Привод состоит из сварной рамы, в нижней части которой установлен электродвигатель и редуктор, соединенные между собой клиноременной передачей. В верхней части рамы находятся приводные и прижимные ролики поперечного и продольного транспортеров яйцесбора. Приводные ролики вращаются от выходного вала редуктора через цепные и клиноременные передачи.

Яйца выкатываются из клеток и продольными яйцесборными транспортерами, расположенными между смежными рядами батарейных гнезд, подаются на поперечный транспортер, находящийся в передней части птичника. С поперечного транспортера яйца направляются на элеватор, который подает их на приемный стол.

Применение системы продольных и поперечных ленточных транспортеров позволяет создать непрерывную поточную технологию

ческую линию (ПТЛ) сбора яиц, которая доставляет яйца в одно место птичника для укладки в тару или на обработку.

Трехъярусные клеточные батареи БКН-3. Яйца в них скатываются по наклонным полкам на ленты транспортера, которые доставляют их к торцу батареи. Со второго и третьего ярусов яйца опускаются на поперечный транспортер яйцесбора по наклонным участкам лент с помощью ленточных элеваторов. Ленточные транспортеры первого яруса доставляют яйца непосредственно на поперечный транспортер, который далее подает их на стол-накопитель или в яйцесклад.

На птицефабриках и фермах с павильонной застройкой трудно ввести поточную линию сбора и обработки яиц из-за разрывов между птичниками и яйцескладом. В этих случаях основные затраты труда приходятся на процесс сбора и укладки яиц в птичниках. В современных поточно-механизированных птичниках основную часть своего рабочего времени птичницы затрачивают на укладку яиц.

В клеточном оборудовании могут быть установлены лифтовая или элеваторная системы яйцесбора (рис. 7.2).

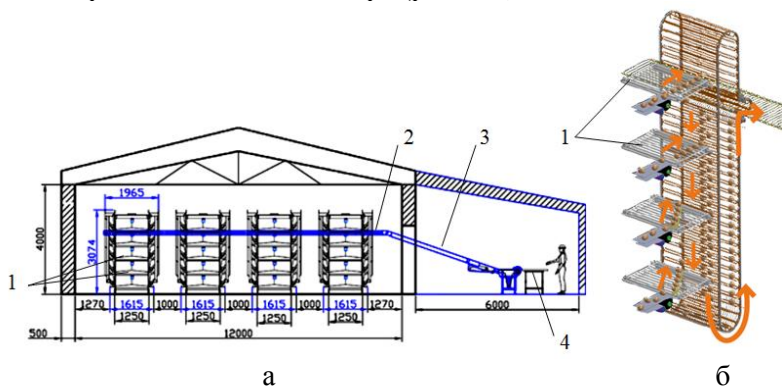


Рис. 7.2 Схема яйцесборов: а – лифтовая; б – элеваторная; 1 – продольные транспортеры; 2 – поперечный транспортер; 3 – наклонный транспортер; 4 – стол яйцесбора

Благодаря тому, что переход яйца в лифтовой системе осуществляется лишь один раз на протяжении всего процесса, обеспечивается высокая сохранность яйца за счет щадящей транспортировки продукта.

Преимущества системы: щадящая транспортировка яйца благодаря только одному пункту передачи яиц с продольного на поперечный транспортер – меньше битых яиц и яиц с насечкой; свободный доступ к рядам, т.к. лифт по завершении сборки яйца перемещается

вверх, возвращаясь в парковочную позицию – отсутствие препятствий при контрольных осмотрах и проведении работ по заселению/выселению птицы; потребность в небольшой площади на конечном участке ряда благодаря малогабаритности конструкции; сочетается с поперечными транспортерами любой ширины.

В элеваторной системе все яйца движатся одновременно со всех рядов и этажей.

Современная механизация и автоматизация сбора яиц при напольном и клеточном содержании птицы осуществляются на основе применения яйцесборных ленточных транспортеров. Рассмотрим устройство и работу основного оборудования, используемого для этих целей.

Механизированные гнезда применяют при напольном содержании кур-несушек (комплекты КПП-5, КПП-8,5). Предназначены для размещения птицы во время откладывания яиц и транспортировки яиц на яйцесборный стол для их упаковки.

Механизированные батарейные гнезда устанавливают в виде одной или нескольких сплошных линий вдоль птичника. Их можно выполнять одно- или двухрядными и располагать в один или два яруса у внутренних стенок здания или между колоннами. В каждой линии предусмотрены проемы для лучшего освещения средней части птичника и для прохода обслуживающего персонала.

Гнезда смонтированы над настилом так, чтобы не мешать свободному перемещению птицы. Перед входом в гнездо сделана взлетная полка. Днища гнезд наклонены в сторону ленточного транспортера. Входы в гнезда закрыты шторками из листовой резины или плотным материалом. Внутри гнезда перед лентой смонтированы клапаны, которые притормаживают яйца при выкатывании на ленту транспортера и скрывают их от несушек. Сверху гнезда закрыты двускатными крышами. Для того чтобы ночью птица не оставалась в гнездах и не загрязняла их, днища гнезд на ночь поднимают канатиками, прикрепленными к тяговому тросу. Вращающаяся вертушка и наклонная крыша гнезд не позволяют курам взбираться на гнезда.

При движении троса тяги поднимают днища и устанавливают их в вертикальное положение. Приводом тягового троса служит лебедка, закрепленная на стене птичника. Она состоит из электродвигателя, клиноременной передачи и ходового винта с тяговой гайкой, к гайке прикреплен конец троса. При перемещении гайки по винту вправо днища гнезд поднимаются, при движении влево - опускаются. В крайних положениях гайка воздействует на конечные выключатели,

которые отключают электродвигатель. Включают и отключают электродвигатель лебедки вручную или автоматически по сигналам командного прибора.

Яйца с транспортерной ленты поступают на приемно-накопительный стол, состоящий из сварной рамы, на которой установлен приводной шкив яйцесборной ленты. Приемная часть стола покрыта губчатой резиной и снабжена ограждением. Привод транспортера состоит из электродвигателя, редуктора, клиноременной и цепной передач. Управление - кнопочное.

Автоматические гнезда обеспечивают идеальные условия для жизни, что приводит к увеличению яйценоскости, значительному снижению битого и почти полному исключению отложению яиц вне гнезд. По конструкции они делятся на односторонние, двухсторонние, одноярусные и двухъярусные.

Яйца откладываются на специальный синтетический коврик (настил), затем они плавно скользят в центральный канал яйцесбора – перфорированную ленту из жесткого полипропилена. По этой ленте яйца благополучно попадают на специальный стол-накопитель. Скорость ленты регулируется в соответствии с количеством яиц, которое она перевозит. Лента перфорирована с целью выброса загрязнения, а также для гарантии того, чтобы яйца не скатывались во время сбора.

Чтобы устранить проблему чрезмерно долгого нахождения кур в гнезде, внутри каждого отделения гнезда устанавливается подвижная панель из металлической сетки, которая автоматически настраивается на то, чтобы проводя серию из коротких движений и длинных интервалов плавно удалить птиц из гнезда на ночь. В специально программируемое время (ночью) эта панель препятствует доступу кур к гнезду, поэтому оно остается более чистым (рис. 7.3).

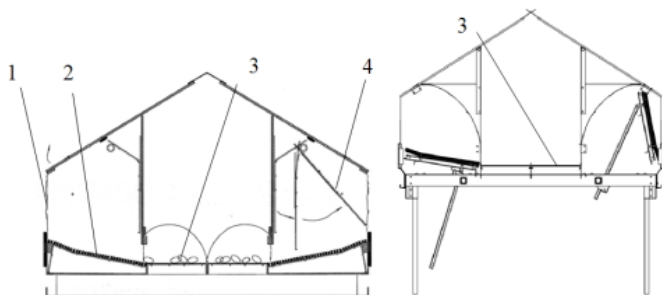


Рис. 7.3. Устройство автоматических гнезд: 1 - шторка; 2 - наклонный коврик; 3 - транспортер яйцесбора; 4 - защитная панель

Линия для обработки яиц ЛОЯ-4 предназначена для очистки яиц от загрязнений, сортировки по массе, укладке сортированных яиц в тару и выноса прокладок с уложенными яйцами на транспортер сбора яиц.

Линия состоит из следующих основных сборочных единиц и агрегатов: загрузочного транспортера с формирователем и собственным приводом; яйцемоечной машины с ванной для раствора и транспортера; камеры сушки; блока консервации с насосом; яйцесортировочного агрегата с овоскопирующим устройством; распределительного транспортера; автоматов укладки яиц; транспортера выноса тары с яйцами; транспортера сбора упакованных коробок; пульта управления.

Яйцемоечная машина состоит из трех камер обмыва, двух блоков щеток с 12-рядным роликовым конвейером и емкости для моющего раствора.

Агрегат сортировки яиц предназначен для овоскопирования, автоматической сортировки по массе на семь категорий, учета общего количества рассортированных яиц и отдельно по каждой категории. Он состоит: из приемного транспортера, овоскопа, датчиков общего счета яиц, сортировочного устройства, однорядных транспортеров, успокоителей, датчиков учета яиц по категориям и привода.

На раме сортировочного устройства укреплены две несущие боковые стенки. Поперек рамы с шагом 200 мм установлены последовательно семь металлических желобов; на шести первых укреплены 12 весов с автоматикой сбора яиц. Во всех семи желобах перемещаются однорядные транспортеры с закрепленной на них в виде гофр дерматиновой лентой. Привод всех семи однорядных транспортеров осуществляется одним валом от привода сортировки. На выходе каждого транспортера, на общем валу установлены успокоители, представляющие собой диски из поролона диаметром 200 мм. Здесь же имеются фотодатчики учета яиц по категориям (после сортировки).

С переходного мостика приемного транспортера яйца перемещаются на весовые аппараты устройством переноса, представляющим рейку с вильчатыми гнездами, установленную на плавающих зубчатых венцах, приводимых в движение от шестерен. Привод всех механизмов сортировочного агрегата и транспортера мойки осуществляется от одного электродвигателя через редуктор. Число оборотов двигателя, а, следовательно, и производительность линии изменяют вручную через электровариатор.

Автоматы укладки яиц, из которых два сдвоенных и один одиночный, укомплектованы каждый: приемным транспортером, собст-

венно укладчиком, магазином прокладок, механизмом клеймения яиц и транспортером выноса уложенных яиц. Привод на все автоматы осуществляется от одного электродвигателя через вал трансмиссии.

Технологический процесс работы линии осуществляется следующим образом. На линию ЛОЯ-4 яйца из птичников транспортером автоматически подаются на цепочно-планчатый транспортер загрузки и далее к формирователю. На формирователе, совершающем вертикальное возвратно-поступательное движение, яйца из сплошного потока формируются в 12 рядов и укладываются при выходе из него на 12-рядный роликовый транспортер моечной машины. Этим транспортером яйца переносятся последовательно через все камеры моечной машины.

В камере замочки яйца замачиваются подогретой (40...45°C) водой, подаваемой через форсунки центробежным насосом. После замачивания яйца щетками, совершающими возвратно-поступательное движение поперек хода яиц, интенсивно очищаются от загрязнений. При этом в зону контакта щеток с поверхностью яйца по трубам и форсункам подается подогретая вода. Яйца при очистке непрерывно вращаются за счет сцепления с вращающимися роликами транспортера моечной машины. Из первой камеры очистки яйца поступают во вторую камеру, где второй блок щеток дочищает яйца. В третьей камере яйца ополаскиваются и транспортером мойки подаются в камеру сушки, где обдуваются теплым воздухом и сушатся. После сушки яйца тем же транспортером переносятся в камеру консервации. Здесь на яйца наносят пленку из консервирующего раствора. При выходе из камеры консервации яйца автоматически переключаются на 12-рядный роликовый транспортер овоскопирующего устройства, который переносит их в зону счетчиков, где подсчитывается общее количество яиц, и далее в зону овоскопирования. В зоне овоскопирования яйца просвечиваются световым потоком от ртутно-кварцевых ламп, а операторы вручную отбирают яйца с трещинами, кровяными включениями и др. Для лучшего просмотра специальный шестеренный механизм поворачивает ролики транспортера в зоне овоскопирования на 1,5...2 оборота в семи фиксированных положениях.

С овоскопирующего транспортера яйца, уложенные на чашечки реек переноса яйцесортировочной машины, подаются последовательно на каждый ряд весовых механизмов. Каждый ряд весовых механизмов настроен на определенную массу.

В первом ряду весовых механизмов отделяются яйца высшей весовой категории, у которых масса соответствует настройке. Более лег-

кие яйца посредством реек переноса перекаладываются на последующие ряды весовых механизмов, пока не достигнут ряда, на котором их масса соответствует данной весовой категории. Все взвешенные яйца и последние не взвешенные, но прошедшие все ряды весов, скатываются на гофрированные однорядные распределительные ленточные транспортеры в соответствии со своей категорией. На выходе из яйцесортировочного агрегата яйца каждой Категории подсчитываются фотоэлектрическими снижается поролоновыми дисковыми успокоителями. Лента распределительного транспортера переносит отсортированные яйца к укладчикам. Специальные направляющие на распределительном транспортере не позволяют яйцам различных категорий перемешиваться между собой при их транспортировании. Цепочно-планчатый транспортер подает яйца в приемное устройство укладчика. После заполнения приёмного устройства шестью яйцами фотоэлемент, контролирующий процесс, включает электромагнитную муфту и шесть яиц передаются на ориентатор, к которому снизу поднимается укладчик с открытыми ячейками. Яйца за счет вращения валика ориентатора ориентируются острыми концами в одну сторону и скатываются в ячейки укладчика. Одновременно с поднятием укладчика вверх прокладка цепным транспортером перемещается на шаг ячеек. При опускании укладчика яйца автоматически ложатся в прокладку и одновременно маркируются механизмом маркировки. Полностью заполненная прокладка выносится ленточным транспортером в зону транспортера упаковки яиц, где оператор вручную укладывает ее в картонную коробку. Заполненные ящики ленточным транспортером упаковки переносятся к месту сбора и временного хранения.

На крупных специализированных птицефабриках яйца обрабатывают в механизированных яйцескладах, заблокированных с птичниками. В этом случае можно применять поточную механизированную технологию обработки яиц от их сбора до укладки в тару.

Примерная технологическая схема обработки яиц представлена на рис. 7.4.

7.3. Расчет линии сбора яиц

Годовой выход яиц определяется по формуле

$$Q_{я} = K \cdot J \cdot N,$$

где K - количество кур несушек в помещении;

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

N – количество помещений.

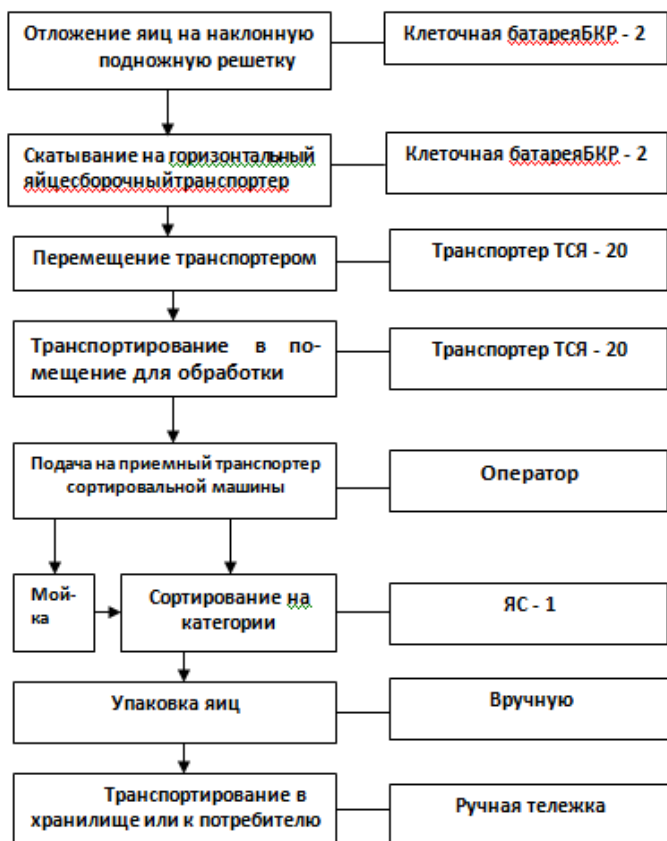


Рис. 7.4. Примерная схема первичной обработки яиц

Суточная производительность линии определяется из выражения

$$Q_{сут} = \frac{\alpha \cdot Q_{я}}{365}, \text{ шт/сут,}$$

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

Сменная производительность механизированного яйцесклада:

$$Q_{см} = \frac{Q_{сут}}{n_{см}}, \text{ шт/смену,}$$

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

Часовая производительность яйцесклада определяется по формуле

$$Q_{\text{час}} = \frac{Q_{\text{см}}}{t_{\text{см}}}, \text{ шт/час,}$$

где $t_{\text{см}}$ – время смены, час.

Литература

1. BigDutchman [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.bigdutchman.de/ru>.
2. DeLaval [электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.delaval.ru>.
3. GEAFarmTechnologies [электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.westfalia.com/ru/ru>.
4. Вестник технического менеджера. - 2010. - Вып. 6. - 12 с.
5. Генеральные планы сельскохозяйственных предприятий. Свод правил СП 19.13330.20011. - М.: ОАО «ЦПП», 2011. - 30с.
6. Дегтерев, Г.П. Технологии и средства механизации животноводства./Г.П. Дегтерев. - М.: Столичная ярмарка, 2010. - 384 с.
7. ДеЛаваль: двигатель прогресса в молочном производстве [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.delaval.ru.
8. Доильное оборудование. Тип и размер доильного зала [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.dairunews.ru>.
9. Капустин И.В. Курс лекций по дисциплине «Технологии и технические средства в сельском хозяйстве» (Часть 2. Технологии и технические средства в животноводстве)/ И.В. Капустин. - Ставрополь, СГАУ, 2004. - 247 с.
10. Кольга, Д.Ф. Машины для механизации животноводческих ферм. Теория и расчет. Электронный учебник (Д.Ф. Кольга, В.Я. Худошевский, Н.И. Белолед и др.) - Минск, 2004.
11. Костин, Г.Н. Проектирование производственных процессов в животноводстве (примеры технологических расчетов): Уч. пособие, часть 1(Г.Н. Костин, П.М. Рошик, Е.В. Косолапов и др.) - Киров, Вестник ГСХА, 2013. - 168 с.
12. Методические рекомендации по проектированию систем отопления и вентиляции для свиноводческих ферм и комплексов. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. - 88 с.
13. Методические рекомендации по проектированию систем удаления и переработки навозных стоков на свинокомплексах промышленного типа. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. - 84 с.

14. Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета: РД - АПК 1.10.15.02 - 08 - М.: МСХ РФ, 2008. - 44 с.
15. Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм и комплексов крупного рогатого скота: РД - АПК 1.10.01.02 - 10. - М.: Минсельхоз России, 2011. - 108 с.
16. Механизация и технология животноводства: учебник /В.В. Кирсанов, Д.Н. Мурусидзе, В.Ф. Некрашевич, В.В. Шевцов, Р.Р. Филонов - М.: ИНФРА, 2013. - 585 с.
17. Мурусидзе, Д. Н. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства: учеб.пособие/ Д.Н. Мурусидзе, В.В. Кирсанов, А.И. Чугунов и др. - М.: КолосС, 2006. - 296 с.
18. Нормы технологического проектирования птицеводческих предприятий: НТП - АПК 1.10.05.001 - 01. - М.: Минсельхоз России, 2001. - 17 с.
19. Нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета. НТП 11-99 от 01.10.1999 с изменением №1 от 01.06.2000.
20. Оборудование для доения коров и первичной обработки молока: Учебное пособие/ И.Я. Федоренко [и др.]. - Барнаул, 2005. - 235 с.
21. Переработка и утилизация жидких стоков навоза и помета [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.biokompleks.ru>.
22. Рекомендации по системам удаления, транспортирования, хранения и подготовки к использованию навоза для различных производственных и природно-климатических условий: рекомендации/ Н.М. Морозов [и др.]. - М.: ФГНУ «Росинформаготех», 2005. - 180 с.
23. Решение для эффективного свиноводства, - техна. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.texha.com.ua/ru/pig>.
24. Селиванов, А.П. Механизация и технологии в животноводстве/ А.П. Селиванов, А.Н. Ковальчук, А.В. Татарченко. - Красноярск, Изд - во КрасГАУ, 2007. - 255 с.
25. Системы вентиляции современных помещений для содержания крупного рогатого скота/ Г.М. Позин [и др.]// Инженерные системы. - 2009, №2. - С.34-41.
26. СП 106.13330.2012. Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и помещения. - М.: Министерство регионального развития Р.Ф., 2012. - 19 с.
27. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства. Часть II / В.В. Нунгезер [и др.]; ред.: В.В. Нунгезер, Ю.Ф. Ла-

чуга, В.Ф. Федоренко. - 3-е изд., перераб. и доп. - М: Росинформагротех, 2011.-489 с.

28. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года /Ю.Ф. Лачуга [и др.]. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. - 80 с.

29. Технология и механизация молочного животноводства / Е.Е. Хазанов [и др.]. - СПб: Лань, 2010. - 352 с.

30. Технология и технические средства машинной стрижки овец: монография/ Ю.А. Мирзоянц, В.Е. Фириченко, С.Ю. Зудин, С.В. Фириченкова. - Кострома: КГСХА, 2010. - 238с., ил.

31. Федоренко И.Я. Курсовое проектирование по механизации животноводства: учебно-методическое пособие/ И.Я. Федоренко, В.И. Земсков, В.В. Садов и др. - Барнаул: РИО АГАУ, 2013. - 149.

32. Федоренко, И.Я. Ресурсосберегающие технологии и оборудование в животноводстве / И.Я. Федоренко, В.В. Садов. - С.-Пб.: Лань, 2012. - 304 с.