

Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь

Учреждение образования
«Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины»

**Кафедра технологии производства продукции
и механизации животноводства**

Энергообеспечение и основы энергосбережения отраслей животноводства и птицеводства

Учебно-методическое пособие
для студентов биотехнологического факультета
по специальности 1 – 74 03 01 «Зоотехния»

Витебск
ВГАВМ
2016

УДК 631.172

ББК 40.76

Э65

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная
академия ветеринарной медицины»
от 13.01.2016 г. (протокол № 1)

Авторы:

кандидат технических наук, доцент *А. В. Гончаров*, кандидат технических наук, доцент *М. Ф. Садовский*, старший преподаватель *И. Н. Таркановский*, старший преподаватель *С. С. Брикет*

Рецензенты:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *О. В. Заяц*; старший преподаватель *А. Н. Толкач*

**Энергообеспечение и основы энергосбережения отраслей
Э65 животноводства и птицеводства : учеб. – метод. пособие для студентов
биотехнологического факультета по специальности 1 – 74 03 01
«Зоотехния» / А. В. Гончаров [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2016. – 92 с.
ISBN 978-985-512-923-4.**

Учебно-методическое пособие подготовлено в соответствии с учебной программой по дисциплине «Механизация животноводства с основами энергосбережения» для высших учебных заведений по специальности 1 - 74 03 01 «Зоотехния». В пособии изложены методические материалы для занятий по разделу «Электроснабжение предприятий и объектов животноводства. Использование оптического излучения в технологическом процессе животноводства и птицеводства».

УДК 631.172

ББК 40.76

ISBN 978-985-512-923-4

© УО «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной
медицины», 2016

Содержание

1. Электрические измерения и приборы для проведения измерений.....	4
2. Трансформаторы и трансформаторные подстанции.....	14
3. Асинхронный электрический двигатель. Электропривод.....	21
4. Источники для ИК-обогрева и УФ-облучения животных.....	29
5. Электрическая изгородь «Импульс».....	38
6. Доильная аппаратура с электромагнитным пульсатором.....	44
7. Устройство и рабочий процесс молокоохладительной установки «УМ-2».....	53
8. Биогазовые и ветроэнергетические установки.....	66
9. Расчет энергоемкости производства животноводческой продукции...	75
Приложение.....	85
Литература.....	87

ТЕМА 1. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

Цель работы: изучить устройство и принцип действия электроизмерительных приборов, приобрести навыки проведения градуировки приборов.

Материальное обеспечение: плакаты, амперметр постоянного тока, вольтметр постоянного тока, образцовый вольтметр, образцовый амперметр, соединительные провода.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить методы измерений и способы определения погрешности.
2. Ознакомиться с видами электроизмерительных приборов и их обозначением.
3. Изучить принцип работы приборов различных систем, их достоинства и недостатки.
4. Составить отчет по работе.

Время выполнения работы – 2 часа.

Общие сведения

Невозможно представить себе ни одну отрасль промышленности, которая могла бы работать без использования контрольно-измерительных приборов. Контрольно-измерительные приборы необходимы для диагностики промышленного оборудования и правильной регулировки различных его механизмов. Своевременная закупка и правильный выбор контрольно-измерительных приборов помогает повысить работоспособность оборудования, а значит, и качество и производительность в данной области производства. Контрольно-измерительные приборы широко применяются в энергетике, машиностроении, сельском хозяйстве, системах газоснабжения и водоснабжения и других областях экономики.

Контрольно-измерительные приборы - это приборы, помогающие правильно устанавливать, обслуживать и ремонтировать различное оборудование. В сельском хозяйстве используются приборы для измерения давления и температуры (манометры и вакуумметры, термометры, датчики и регуляторы температуры), метрологическое оборудование, датчики уровня, средства автоматизации, контроллеры и другие.

1. Методы и погрешности измерений

Измерением называется процесс сравнения измеряемой величины с некоторым ее значением, принятым за единицу.

Методы измерения в зависимости от способа получения результата подразделяются на прямые и косвенные. **Прямым** называется такой метод измерения, при котором измеряемую величину непосредственно сравнивают с величиной того же рода. Например, измерение силы тока амперметром. **Косвенным** называется метод измерения, при котором искомую величину вычисляют на основании измерения других величин, связанных с ней известной зависимостью.

Например, при помощи закона Ома: $R=U/I$.

Результат измерения всегда отличается от истинного значения. Разность между результатом измерения X и истинным значением измеряемой величины X_0 называется **абсолютной погрешностью** измерения: $\Delta X = X - X_0$. Истинное значение измеряемой величины находят с помощью образцового прибора. Численное значение абсолютной погрешности не дает правильного представления о степени приближения результатов измерения к истинному значению измеряемой величины.

Относительной погрешностью измерения называется отношение абсолютной погрешности ΔX к истинному значению измеряемой величины X_0 : $\sigma_{\text{отн}} = \Delta X / X_0 \times 100 \%$. Она показывает, на сколько процентов результат измерения отличается от истинного значения измеряемой величины, то есть характеризует точность полученного результата.

В измерительной технике для оценки точности приборов пользуются приведенной относительной погрешностью. Она представляет собой отношение максимальной абсолютной погрешности, обнаруженной в ходе поверки прибора, к нормируемому значению шкалы этого прибора (чаще всего к верхнему пределу измерения X_{max}): $\sigma_{\text{пр}} = \Delta X_{\text{max}} / X_{\text{max}} \times 100 \%$. Этот показатель используется при установлении **класса точности** σ_T проверяемого прибора. Существует восемь классов точности измерительных приборов: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0. Зная класс точности прибора, можно вычислить оценку максимальной абсолютной погрешности ΔX_{max} отдельных результатов измерения, полученных с помощью данного прибора:

$$\Delta X_{\text{max}} \leq 0,01 \times \sigma_T \times X_{\text{max}}. \quad (1)$$

Пример: X_{max} амперметра составляет 10 А, класс точности – 1,5.

Получаем $\Delta X_{\text{max}} \leq 0,01 \times 1,5 \times 10 = 0,15$ А.

В зависимости от выбранного метода измерения, принципа действия и конструктивных недостатков измерительного устройства погрешности изме-

ния разделяют на методические и инструментальные.

Методической называют погрешность, обусловленную несовершенством принятого метода измерений или принципа действия измерительного устройства, например, измерение массы жидкости уровнем.

Инструментальная погрешность обусловлена несовершенством изготовления или конструкции применяемых измерительных устройств.

В зависимости от характера появления и возможностей устранения различают погрешности систематические и случайные.

К **систематическим** относят погрешности, постоянные по величине и знаку или изменяющиеся по заранее известному закону. Систематические погрешности устраняют регулировочными устройствами. Например, установкой прибора на 0. **Случайные** погрешности возникают под воздействием ряда непостоянных причин (ошибки показаний, влияние внешних условий измерения).

Наличие случайных погрешностей проявляется в рассеянии результатов вблизи истинного значения при многократных измерениях постоянной величины. Количественная оценка случайных погрешностей может быть получена на основании законов теории вероятностей.

Градуировку и аттестацию прибора проводят при условиях, когда все влияющие параметры окружающей среды поддерживаются в достаточно узких пределах. Эти условия, оговоренные в технической документации, называются нормальными.

Погрешность, присущую измерительному прибору в нормальных условиях, называют основной. Погрешность, возникающую в результате отклонения условий эксплуатации от нормальных значений, называют дополнительной.

Представление погрешности в виде отдельных составляющих дает возможность введения соответствующих поправок и служит основой для поиска способов и средств повышения точности измерений.

2. Классификация электроизмерительных приборов

Электроизмерительные приборы различают по следующим признакам:

1. По характеру измеряемой величины:

- Амперметры – приборы для измерения силы тока I ;
- Вольтметры – приборы для измерения напряжения U ;
- Ваттметры – приборы для измерения мощности N .

2. По роду тока:

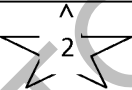
- Приборы постоянного тока;
- Приборы переменного тока;
- Универсальные.

3. По принципу действия:
 - Электромагнитной системы;
 - Магнитоэлектрической системы;
 - Электродинамической системы;
 - Индукционной системы.
4. По условиям эксплуатации:
 - Используемые в сухих отапливаемых помещениях – группа А;
 - Используемые в полевых условиях – группа В;
 - Используемые в закрытых неотапливаемых помещениях – группа Е.
5. По способу применения:
 - Переносные;
 - Стационарные.
6. По способу получения результата измерения:
 - Показывающие;
 - Интегрирующие;
 - Саморегистрирующие.

На шкалах приборов имеются условные обозначения, позволяющие дать характеристику каждому прибору.

Таблица 1 – Условные обозначения электроизмерительных приборов

№ п/п	Условные обозначения на шкале прибора	Электроизмерительные приборы и измерительные части
1	2	3
По принципу действия		
1		Магнитоэлектрический прибор с подвижной рамкой
2		Магнитоэлектрический прибор с подвижным магнитом
3		Электромагнитный прибор
4		Электродинамический прибор
5		Индукционный прибор

Обозначение рода тока		
6		Постоянный ток
7		Переменный ток (однофазный)
8		Постоянный и переменный ток
9		Трехфазный ток (общее обозначение)
Обозначение класса точности, положения прибора, прочности изоляции		
10	1,5	Класс точности в % диапазона измерений
11		Класс точности при нормировании погрешности в % длины шкалы
12		Горизонтальное положение шкалы
13		Вертикальное положение шкалы
14		Наклонное положение шкалы под определенным углом к горизонту, 60°
15		Направление ориентировки прибора в земном магнитном поле
16		Измерительная цепь изолирована от корпуса и испытана напряжением, например, 2 кВ
17		Прибор испытанию прочности изоляции не подлежит

3. Устройство и принцип работы приборов

Для измерения электрических величин используют электрические измерительные приборы. Они, как правило, состоят из подвижных и неподвижных частей. В основу взаимодействия между этими частями положены различные проявления электрического тока – тепловое, магнитное, механическое. В результате этого взаимодействия возникает вращающий момент, поворачивающий подвижную часть вместе со стрелкой. Под действием вращающего момента подвижная система поворачивается на угол тем больший, чем больше измеряемая величина. В противовес вращающему моменту должен быть создан равный и противоположный противодействующий момент, так как иначе, при лю-

бых значениях измеряемой величины (кроме нуля), стрелка будет отклоняться до конца шкалы. Обычно противодействующий момент создается при помощи спиральных пружин.

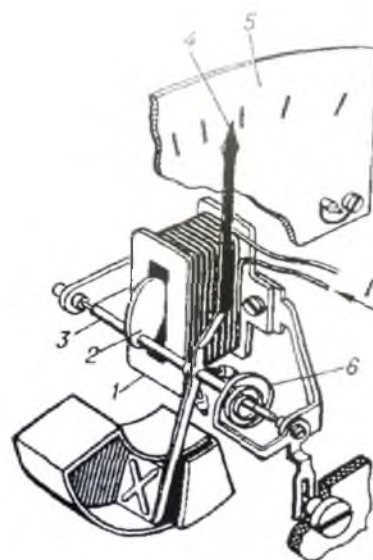
Для установки стрелки в нулевое положение служит приспособление, называемое корректором. Винт корректора выводится на лицевую сторону прибора. Измерительный механизм прибора помещают в корпус, защищающий его от механических воздействий и попадания пыли и воды.

Одним из требований, предъявляемых к прибору, является быстрое успокоение его подвижной части. Для этого служат успокоители, использующие механическое сопротивление среды (воздух, масло) или магнитоиндукционное торможение.

Обозначенное на шкале прибора значение, величину которого прибор может измерить непосредственно, называют номинальным значением шкалы.

В условиях сельскохозяйственного производства в цепях переменного и постоянного тока благодаря низкой стоимости и большой перегрузочной способности широко используют приборы **электромагнитной системы**. Эти приборы работают на принципе взаимодействия между токами катушки и подвижным сердечником из ферромагнитного материала (рисунок 1). Проходящий через обмотку (1) катушки ток индуцирует электромагнитное поле, которое, взаимодействуя с магнитным полем сердечника (2), заставляет его, преодолевая сопротивление пружины (6), поворачиваться на необходимый угол. Вместе с этим поворачивается стрелка (4), указывая значение на шкале (5) прибора.

По конструкции электромагнитные приборы разделяют на два типа: приборы с плоской и круглой катушкой. Наиболее широкое распространение получили приборы с круглой катушкой. Потребляемая мощность в приборах электромагнитной системы составляет: в амперметрах – 1-2,5 Вт, в вольтметрах – 2-5 Вт.



**Рисунок 1 – Электромагнитный прибор
(по Онищенко Г.Б., 2003 г.)**

Электромагнитные приборы изготавливают в качестве щитовых приборов классов точности: 1; 1,5; 2,5. Приборы **магнитоэлектрической системы** работают на принципе взаимодействия катушки с током (4) и поля постоянного магнита (1), расположенного в корпусе (2) (рисунок 2).

Таблица 2 – Достоинства и недостатки приборов электромагнитной системы

Достоинства	Недостатки
Простота конструкции	Малая точность
Дешевизна	Неравномерность шкалы
Способность выдерживать перегрузки	Зависимость показаний от внешних магнитных полей
Пригодность для измерений в цепях постоянного и переменного тока	

При протекании тока по виткам обмотки в результате взаимодействия тока в проводниках магнитного поля подковообразного магнита (3) возникает механическая сила, направление которой можно определить по «правилу левой руки».

На другой стороне обмотки возникает такая же по значению сила, но противоположенного направления. Образуется пара сил, под действием которых катушка будет поворачиваться.

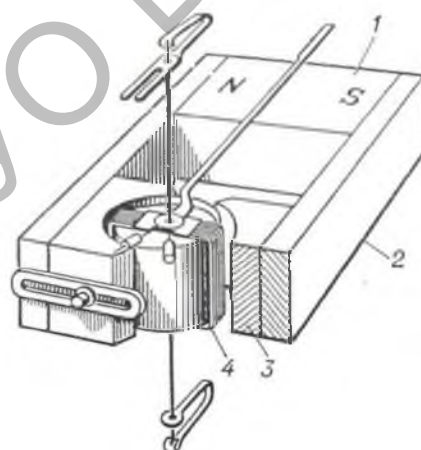


Рисунок 2 – Магнитоэлектрический прибор (по Онищенко Г.Б., 2003 г.)

Таблица 3 – Достоинства и недостатки приборов магнитоэлектрической системы

Достоинства	Недостатки
Высокая чувствительность	Относительная дороговизна
Большая точность	
Равномерность шкалы	
Малое потребление энергии	
Малое влияние внешних магнитных полей	
Хорошее успокоение	

Приборы магнитоэлектрической системы изготавливают в виде лабораторных многопредельных приборов класса точности 0,1 – 0,5 или в виде технических приборов класса точности 1 – 1,5.

Приборы **электродинамической системы** имеют две катушки (рисунок 3): одна неподвижная (1), а другая (2) установлена на оси и может поворачиваться при протекании через обе катушки электрического тока. К подвижной катушке подводится ток через специальные пружины (4), которые одновременно служат и для создания противодействующего момента. При пропускании тока по виткам обеих катушек они создают магнитные поля, которые, взаимодействуя между собой, стремятся повернуть катушку со стрелкой (5) на оси (3) так, чтобы магнитные поля катушек совпали по направлению.

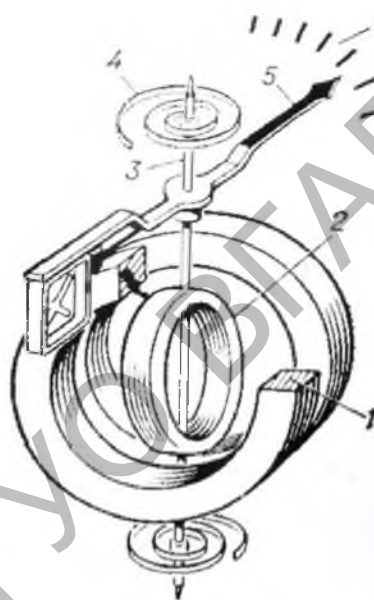


Рисунок 3 – Электродинамический прибор
(по Онищенко Г.Б., 2003 г.)

Одновременное изменение направления тока в обеих катушках не меняет направление силы взаимодействия. Поэтому электродинамические приборы применяют как в цепях постоянного, так и переменного тока.

В цепях переменного тока приборы этой системы показывают действующее значение измеряемой величины. Точность приборов электродинамической системы достаточно высока: класс точности – 0,2-0,5. Поэтому их используют как контрольные приборы для измерений на переменном токе.

Недостатки электродинамических приборов: довольно большой расход мощности (у амперметров – 5-10 Вт, вольтметров – 7-15 Вт), чувствительность к перегрузкам, влияние на показание внешних магнитных полей вследствие слабого собственного поля приборов. При перегрузках спиральные пружинки теряют упругость и могут перегореть.

Приборы **индукционной системы**. Принцип действия приборов индукционной системы (рисунок 4) основан на взаимодействии переменных магнитных потоков, создаваемых обмотками неподвижной системы прибора, с вихревыми токами, индуцированными в легком алюминиевом диске, представляющем собой подвижную систему прибора.

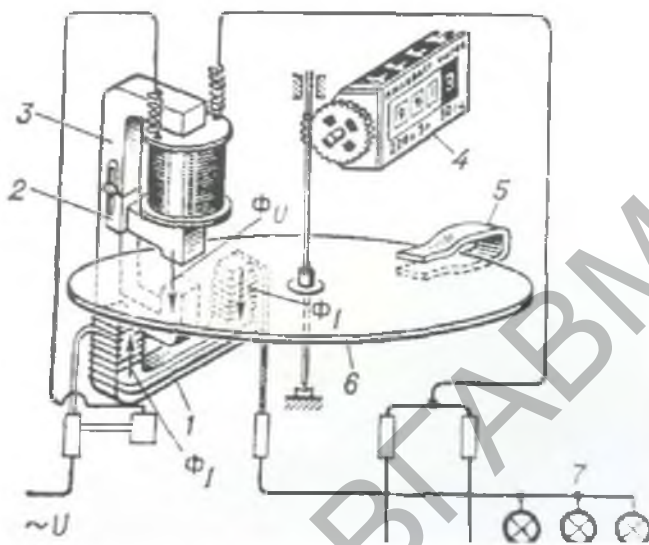
Неподвижная система состоит из электромагнита с обмоткой, выполненной из толстого провода с малым числом витков (1).

Эта обмотка служит в качестве токовой обмотки в счетчиках или ваттметрах индукционной системы, включается последовательно с потребителем и через нее протекает весь ток потребителя. Второй электромагнит с обмоткой (2, 3) выполненный из тонкого провода с большим числом витков, служит в качестве обмотки напряжения. Эта обмотка включается параллельно потребителю.

Постоянный подковообразный магнит служит в качестве тормозного устройства для регулирования оборотов алюминиевого диска.

Подвижная система состоит из легкого алюминиевого диска (6), насаженного на ось, которая установлена между двумя подпятниками. В счетчиках электрической энергии на ось надета шестеренка либо червяк с целью передачи вращения оси на счетный механизм (4). Алюминиевый диск расположен в воздушных зазорах между двумя электромагнитами и полюсами постоянного магнита.

При работе прибора переменные токи, проходящие по обмоткам двух электромагнитов, создают переменные магнитные потоки, пронизывающие диск перпендикулярно его плоскости и индуцирующие в нем переменные вихревые токи. В результате взаимодействия вихревых токов, диска с магнитными потоками двух электромагнитов, возникает вращающий момент, который приводит диск во вращение. Скорость вращения диска зависит от величины магнитных потоков электромагнитов, которые в свою очередь зависят от тока и напряжения в цепи. При вращении диска между полюсами постоянного магнита в диске индуцируются вихревые токи, создающие свое магнитное поле, противодействующее полю постоянного магнита, что тормозит и уменьшает скорость вращения диска. Меняя положение постоянного магнита, можно изменить действие магнитного потока этого магнита на диск и тем самым изменить усилие и скорость вращения диска.



**Рисунок 4 – Индукционный прибор
(по Онищенко Г.Б., 2003 г.)**

Таблица 4 – Достоинства и недостатки приборов индукционной системы

Достоинства	Недостатки
Стойкость к перегрузкам	Пригодны только для измерения энергии при неизменной частоте
Прочность конструкции	Подверженность действию внешней температуры
Невысокая стоимость	Способность к измерению в цепях переменного тока
Малое влияние внешних магнитных полей	

На основании указанных недостатков, приборы указанной системы не применяются в качестве ваттметров, амперметров, вольтметров, а изготавливаются в качестве счетчиков электрической энергии для однофазных и трехфазных сетей переменного тока технической частотой 50 Гц.

Контрольные вопросы:

1. Расскажите о методах измерений.
2. Дайте понятие погрешности и порядок их определения.
3. Какие условные обозначения наносятся на шкалах приборов?
4. Поясните принцип действия прибора электромагнитной системы. Назовите его достоинства и недостатки.
5. Особенности приборов магнитоэлектрической системы.
6. Особенности приборов электродинамической системы.
7. Приборы индукционной системы.
8. Как, зная характеристику прибора, вычислить оценку максимальной абсолютной погрешности отдельного измерения?

Содержание отчета:

1. Охарактеризовать методы и погрешности измерений.
2. Описать условные обозначения шкал измерительных приборов, основные системы измерительных приборов и принцип их действия.
3. Указать порядок определения класса прибора.

ТЕМА 2. ТРАНСФОРМАТОРЫ И ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ

Цель работы: изучить назначение, принцип работы и устройство силовых и специальных трансформаторов, а также трансформаторных подстанций.

Материальное обеспечение: однофазный и трехфазный силовые трансформаторы, измерительный трансформатор тока, плакаты.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить назначение, устройство и принцип действия трансформаторов.
2. Основные показатели и характеристики трансформаторных устройств.
3. Виды трансформаторов, особенности их использования.
4. Трансформаторные подстанции.
5. Составить отчет по работе.

Время выполнения работы – 2 часа.

Введение

Для снижения затрат на сооружение линий электропередач и уменьшения потерь в проводах при подаче электроэнергии к удаленным потребителям, напряжение повышают до 10, 35, 110 и 220 кВ. На месте потребления (в сельскохозяйственных организациях) высокое напряжение понижают до потребительского – 220/380 В. Понижение и повышение осуществляется при помощи трансформаторов.

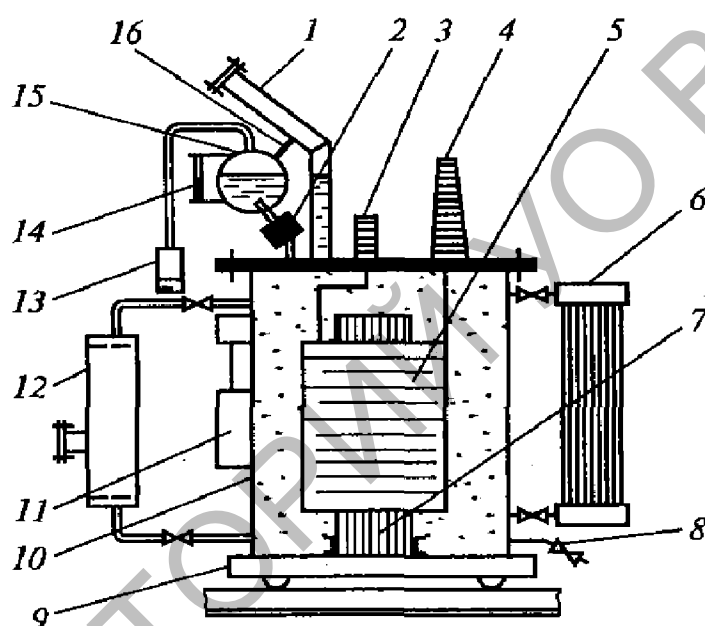
Известно, что развитие энерговооруженности промышленных предприятий, применение повышенного напряжения основных сетей энергосистемы и систем внутризаводского электроснабжения обуславливает рост парка силовых трансформаторов и их технических показателей.

1. Назначение, устройство и принцип действия трансформаторов

По назначению различают трансформаторы **общего применения** и **специальные**. Первые используются в качестве повышающих или понижающих в системах передачи и распределения энергии. К специальным трансформаторам относятся сварочные, измерительные, автотрансформаторы. Трансформаторы также разделяются на **однофазные** и **многофазные** (преимущественно трехфазные). По количеству обмоток, приходящихся на одну фазу, трансформаторы бывают **двухобмоточные** и **многообмоточные**. По способу их охлаждения различают сухие, охлаждаемые воздухом (тип ТС), масляные, охлаждаемые маслом (типа ТМ) [1].

Самый простой по устройству трансформатор состоит из стального сердечника, набранного из отдельных листов электротехнической стали, и двух обмоток, расположенных на сердечнике. Обмотка, присоединяемая к источнику тока, называется первичной, а обмотка, к которой подключается потребитель – вторичной.

Трансформатор высокого напряжения представляет собой сложное устройство, состоящее из большого числа конструктивных элементов, основными из которых являются: магнитная система (магнитопровод), обмотки, изоляция, выводы обмоток, бак, охлаждающее устройство, механизм регулирования напряжения, защитные измерительные устройства. Конструктивная схема масляного трансформатора представлена на рисунке 5.



- 1 – выхлопная труба; 2 – газовое реле; 3 – ввод НН; 4 – ввод ВН; 5 – обмотки высшего и низшего напряжений; 6 – радиаторы системы охлаждения; 7 – магнитопровод; 8 – кран для слива масла; 9 – тележка с катками; 10 – бак; 11 – регулятор под нагрузкой; 12 – термосифонный фильтр; 13 – воздухоосушитель; 14 – указатель уровня масла; 15 – расширитель; 16 – соединительная трубка.

Рисунок 5 – Конструктивная схема масляного трансформатора

Принцип действия трансформатора основан на использовании явления взаимной индукции. При прохождении тока по первичной обмотке в стальном сердечнике возникает переменный магнитный поток, который пронизывает первичную и вторичную обмотки, индуцирует в каждой витке обмоток одинаковую ЭДС. Если во вторичной обмотке больше витков, чем в первичной, то получают повышающий трансформатор, где суммарная ЭДС, индуцируемая во вторичной обмотке, во столько раз будет больше первичной ЭДС обмотки.

Следовательно, отношение ЭДС, индуцируемых в обмотках, будет равно отношению числа их витков. Это отношение, называемое **коэффициентом трансформации К**, равно:

$$K = \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2}, \quad (2)$$

где E_1 и E_2 – ЭДС первичной и вторичных обмоток;

N_1 и N_2 – число витков первичной и вторичных обмоток.

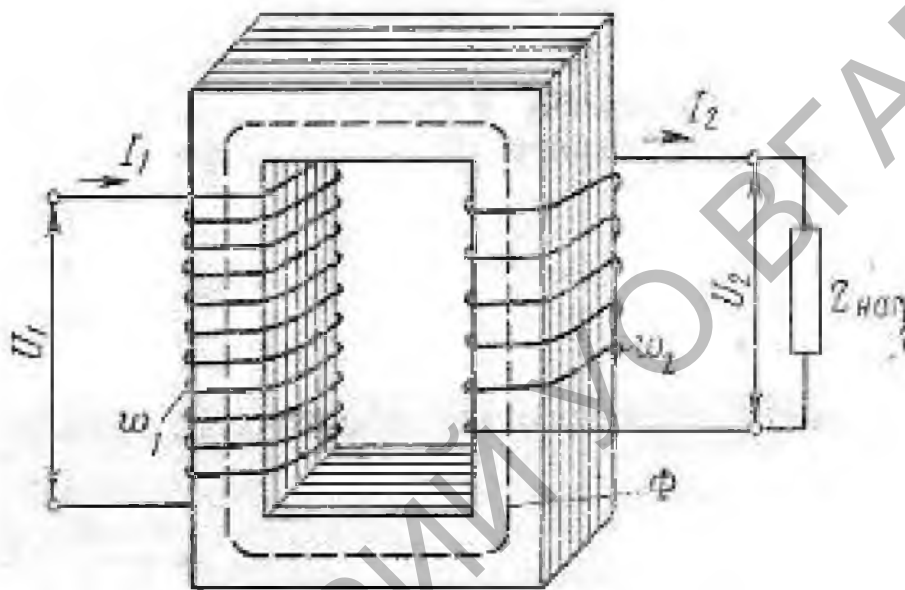


Рисунок 6 – Схема устройства однофазного трансформатора

На рисунке 6 представлена схема устройства однофазного двухобмоточного трансформатора. При подключении первичной обмотки w_1 к сети с синусоидальным напряжением U_1 в обмотке возникает ток I_1 , который создает синусоидально изменяющийся основной магнитный поток Φ , замыкающийся по магнитопроводу. Поток индуцирует электродвижущие силы как в первичной (E_1), так и во вторичной w_2 (E_2) обмотках. При подключении к вторичной обмотке нагрузки с сопротивлением $Z_{нагр}$ в ней начинает протекать ток нагрузки I_2 , а на зажимах вторичной обмотки устанавливается напряжение U_2 .

2. Основные показатели и характеристики трансформаторных устройств. Виды трансформаторов, особенности их использования

К основным данным трансформаторов относятся: номинальная мощность, номинальные напряжения и токи обмоток высшего и низшего напряжения, напряжение короткого замыкания и группа соединений. Мощность трансформатора номинируют не по активной, а по полной мощности, измеряемой в киловольт-амперах (кВа) [2].

Номинальная мощность трансформатора – это мощность, выраженная в кВт, которую он может отдавать в течение длительного времени и при которой температура нагрева обмоток не будет превышать температуру окружающего воздуха не более чем на 70°C . Номинальные значения мощностей (кВт) трансформаторов соответствуют следующим значениям: 10, 16, 25, 40, 63, 100, 160, 250, 400, 630, 1000. В аварийных ситуациях допускается перегрузка трансформаторов, если температура окружающего воздуха не превышает максимальных значений.

Номинальным первичным напряжением трансформатора называют такое напряжение, которое необходимо подвести к его первичной обмотке, чтобы на зажимах разомкнутой вторичной обмотки получить вторичное номинальное напряжение, указанное в паспорте трансформатора.

Напряжением короткого замыкания двухобмоточного трансформатора называется напряжение, которое при нормальной частоте следует подвести к зажимам одной из обмоток при замкнутой накоротко другой обмотке, чтобы в них установились номинальные токи.

На практике применяют следующие виды трансформаторов:

Измерительные трансформаторы применяют для расширения пределов измерения в цепях переменного тока, обеспечения обслуживающего персонала при измерениях в цепях высокого напряжения, для включения приборов релейной защиты, автоматики и сигнализации. Трансформаторы тока применяются для подключения амперметров, обмоток тока ваттметров, счетчиков электроэнергии и фазометров.

Трансформаторы напряжения применяют в установках переменного тока напряжением от 380 В и выше, для включения вольтметров, частотомеров и катушек напряжения других измерительных приборов и реле для понижения напряжения.

Автотрансформаторы применяют для снижения и повышения напряжения. В таких трансформаторах на стальном сердечнике имеется только одна обмотка, часть этой обмотки является его вторичной обмоткой. В некоторых трансформаторах напряжение можно плавно регулировать передвижением по обмотке контакта (рисунок 7).

Сварочные дуговые трансформаторы, применяемые для электросварки, выполняют устойчивое горение дуги. Для регулирования сварочного тока применяют дроссели с регулируемым воздушным зазором в его стальном сердечнике. Первичное напряжение у них составляет 220-380 В, а вторичное – 50-60 В.

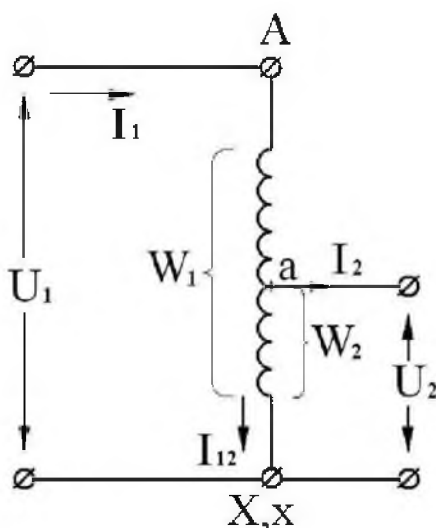


Рисунок 7 – Автотрансформатор

3. Трансформаторные подстанции

Силовые трансформаторы являются основой системы электроснабжения крупных предприятий, имеющих в своем составе главные понижающие подстанции (ГПП), и средних предприятий, имеющих распределительные подстанции (РП) на 6, 10 кВ с разветвленными высоковольтными сетями и несколькими трансформаторными подстанциями (ТП) на 6 и 10 кВ.

Силовые трансформаторы, установленные на электростанциях и электрических подстанциях, предназначены для превращения электроэнергии из одного напряжения в другое. Наибольшее распространение получили трехфазные трансформаторы, поскольку потери в них на 12 – 15 % ниже, а затрата активных материалов и стоимость на 20 – 25 % меньше, чем в группе трех однофазных трансформаторов такой же суммарной мощности.

На потребительской подстанции кроме трансформаторов установлена высоковольтная и низковольтная аппаратура, приборы и другое оборудование.

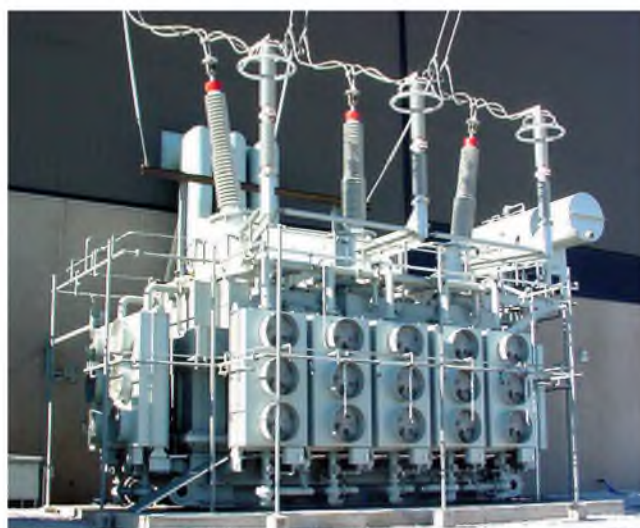


Рисунок 8 – Трансформаторная подстанция

К высоковольтной аппаратуре относят разъединители, предохранители и разрядники. Разъединитель предназначен для подключения его от высоковольтной сети во время эксплуатации, ремонта и профилактического осмотра.

Предохранители защищают трансформатор от недопустимых нагрузок и токов короткого замыкания. Разрядники предназначены для защиты электроустановки от атмосферных перенапряжений. Низковольтная часть трансформаторной подстанции состоит из коммутационных и защитных аппаратов, отходящих линий низкого напряжения, счетчиков электрической энергии и другого оборудования.

По конструктивному исполнению трансформаторные подстанции делят на открытые, комплектные, закрытые и передвижные [3].

Комплектные трансформаторные подстанции внутренней установки мощностью от 250 до 2500 кВА

Подстанции трансформаторные комплектные мощностью 250, 400, 630, 1000, 1600 и 2500 кВ (в дальнейшем именуемые КТП) предназначены для приема, преобразования и распределения электрической энергии трехфазного переменного тока частотой 50 и 60 Гц и применяются в системах энергоснабжения промышленных предприятий и объектов по добыче, транспортированию и переработке нефти и природного газа.

Категория размещения УЗ, при этом температура окружающего воздуха для КТП с масляными трансформаторами от -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$, для КТП с сухими трансформаторами от $+1^{\circ}\text{C}$ до $+40^{\circ}\text{C}$, относительная влажность воздуха не более 80 % при $+20^{\circ}\text{C}$.

Окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, едких паров и газов, разрушающих металл и изоляцию.

КТП выпускаются с глухозаземленной нейтралью на стороне низкого напряжения.

Однотрансформаторная КТП состоит из вводного устройства со стороны высокого напряжения, силового трансформатора, кожуха для защиты выводов силового трансформатора, распределительного устройства со стороны низкого напряжения (РУНН).

Двухтрансформаторная КТП состоит из двух однотрансформаторных КТП и секционного шкафа, кроме того, может иметь до двух вводов от дизельной электростанции.

При работе двухтрансформаторных КТП предусмотрена автоматика включения резерва и возвращения в исходное положение.

Ввод от ДЭС автоматика включает при исчезновении напряжения на обоих вводах и отключает при появлении напряжения на одном из вводов.

Имеется возможность измерения и учета электроэнергии на вводах и линейных фидерах. Выполняется учет активной и реактивной электроэнергии на базе электронных счетчиков.

При указании в заказе КТП изготавливаются с телеизмерением, телеуправлением вводов и линейных фидеров, адаптированные для работы в системе АСУ ТП.

ПРИМЕР УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ

КТП 2КТП-1600М/10/0,4-УЗ

- подстанция двухтрансформаторная промышленного использования на номинальное напряжение на стороне **ВН – 10кВ**; на стороне **НН – 0,4 кВ**;
- мощность каждого трансформатора 1600 кВ;
- климатическое исполнение – **У** (умеренный климат);
- категория размещения – **3** внутренней установки;
- **М** – масляный трансформатор;
- **С** – сухой трансформатор.

Эксплуатация трансформаторного масла

Трансформаторное масло надежно изолирует обмотки, а также улучшает условия охлаждения обмоток и магнитопровода трансформаторов. В процессе эксплуатации масло теряет свои изоляционные свойства. В результате соприкосновения с воздухом в масло попадает влага и оно окисляется. Частицы угля (сажи), волокнистые вещества с обмоток, продукты старения масла тоже снижают его электроизоляционные свойства. Поэтому трансформаторное масло необходимо подвергать испытанию. Один раз в год проводится испытание масла на электрическую прочность, при котором его проверяют на содержание взвешенного угля и механических примесей.

Один раз в три года проводят сокращенный анализ масла – помимо электрической плотности и содержания взвешенного угля и механических примесей, определяются температура вспышки, кислотность и реакция водной вытяжки.

Контрольные вопросы:

1. Какое явление электромагнитной индукции лежит в основе трансформатора?
2. Как устроен трансформатор?
3. Что такое номинальная мощность трансформатора?
4. Как определить коэффициент трансформации?
5. Назовите основные виды трансформаторов и область их использования.

6. Принцип работы автотрансформатора.
7. Устройство трансформаторных подстанций, назначение составляющих ее элементов.
8. Назначение и требование к трансформаторному маслу.

Содержание отчета:

1. Описать устройство и принцип работы простейшего трансформатора.
2. Выполнить схемы однофазного силового и автотрансформаторов.
3. Дать краткое описание трансформаторных подстанций.
4. Указать паспортные данные изученных трансформаторов и КТП.

ТЕМА 3. АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДВИГАТЕЛЬ. ЭЛЕКТРОПРИВОД

Цель работы: изучить назначение, устройство, принцип работы и правила эксплуатации асинхронного электродвигателя.

Материальное обеспечение: разрез электродвигателя, действующий электродвигатель, электропривод насоса, методические указания, плакаты.

Порядок выполнения работы:

1. Физические основы работы электродвигателя.
2. Назначение, техническое устройство и принцип работы основных узлов асинхронного электродвигателя.
3. Схемы подключения, порядок работы и технического обслуживания асинхронного электродвигателя.
4. Коэффициент мощности и к.п.д. трёхфазного асинхронного электродвигателя.
5. Общие сведения об электроприводе.
6. Примеры электропривода машин сельскохозяйственного производства.
7. Составить отчет по работе.

Время выполнения работы – 2 часа.

1. Физические основы работы электродвигателя

Асинхронные электродвигатели относятся к так называемому индукционному типу машин. В этих машинах одну из электрических цепей подключают к внешней цепи переменного тока, а во второй, заранее замкнутой цепи, ток

создается возникающей в ней электродвижущей силой индукции.

Принцип действия асинхронного двигателя рассмотрим на модели (рисунок 9). Поместим между полюсами подковообразного магнита замкнутый виток, который может вращаться вокруг своей оси. Если привести магнит во вращение, например, по ходу часовой стрелки, то виток, укрепленный на оси, тоже придет в движение и начнет вращаться вслед за магнитом. Вращение витка обусловлено электромагнитными явлениями.

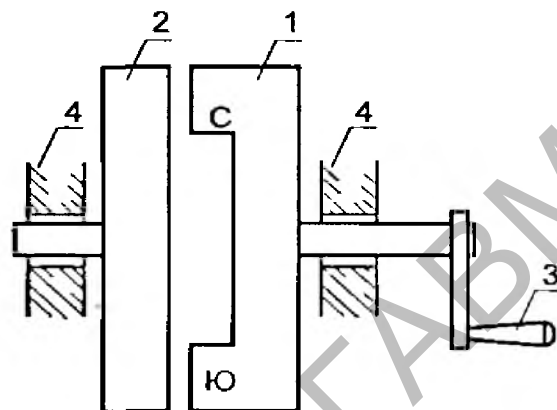


Рисунок 9 – Взаимодействие замкнутого проводника с постоянным магнитом

При вращении магнита его магнитные силовые линии пересекают проводники витка, в котором в соответствии с законом электромагнитной индукции возникает ЭДС. Ее направление определяют по правилу правой руки, с учетом относительности движения. Наведенная ЭДС создает в замкнутом витке ток, совпадающий по направлению с направлением ЭДС.

При прохождении по проводнику тока вокруг него образуется собственное магнитное поле, взаимодействующее с полем постоянного магнита. Пара сил создает вращающийся момент, который придаст витку вращательное движение в направлении, совпадающем с направлением вращения магнита. Необходимо помнить, что вращение витка возможно только при наличии в нем тока, для чего виток должен быть обязательно замкнут. Если же виток разомкнут, то вращения не будет, так как при этом отсутствуют электромагнитные силы, создающие вращение.

В процессе вращения виток не может догнать вращающийся магнит, и его скорость всегда будет несколько меньше скорости вращения магнита. Отставание витка по скорости от вращающегося поля магнита называют скольжением, а вращение витка и магнитного поля с неодинаковой скоростью называют асинхронным вращением.

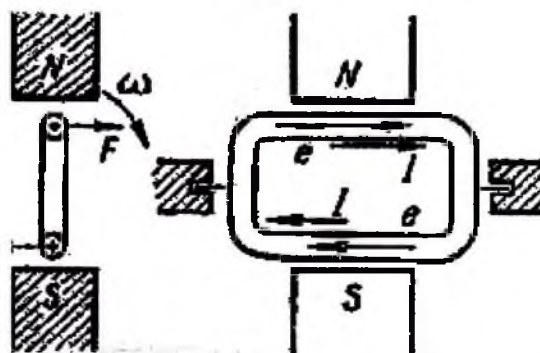


Рисунок 10 – Модель асинхронного двигателя

Если обозначить:

S – скольжение, %;

n_1 – частота магнита (синхронная частота) об/мин.;

n_2 – частота вращения диска (ротора), об/мин.;

n – разность частоты вращения магнита и диска, об/мин.,

то получим:

$$S = \frac{n}{n_1} = \frac{n_1 - n_2}{n_1}; \quad (3)$$

$$S_{\%} = \frac{n}{n_1} \times 100 = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \times 100. \quad (4)$$

Отношение разницы частот к синхронной частоте называется скольжением, которое может быть абсолютным и относительным. Теоретически скольжение меняется от 1 до 0. Скольжение при номинальной нагрузке у асинхронных двигателей равно от 1 % до 7 %, где меньшая цифра относится к мощным двигателям.

2. Назначение и техническое устройство асинхронного электродвигателя

Электродвигатель предназначен для преобразования электрической энергии в механическую работу.

Наиболее распространенными электрическими двигателями, входящими в электропривод, являются **асинхронные двигатели**. Асинхронный двигатель является трехфазной индукционной машиной переменного тока. Работа асинхронного двигателя основана на формировании силового электромагнитного поля статора и связана с последующим индуктированием тока в обмотке ротора.

Асинхронный двигатель – это система трехфазного переменного тока, позволяющая создать вращающийся магнитный поток с целью получения механического движения.

На **статоре** двигателя располагаются три распределенные обмотки, сдвинутые друг относительно друга на 120° если число пар полюсов – 2. Трехфазный ток, проходя по трём катушкам, образует синхронное вращающееся магнитное поле, которое определяется формулой:

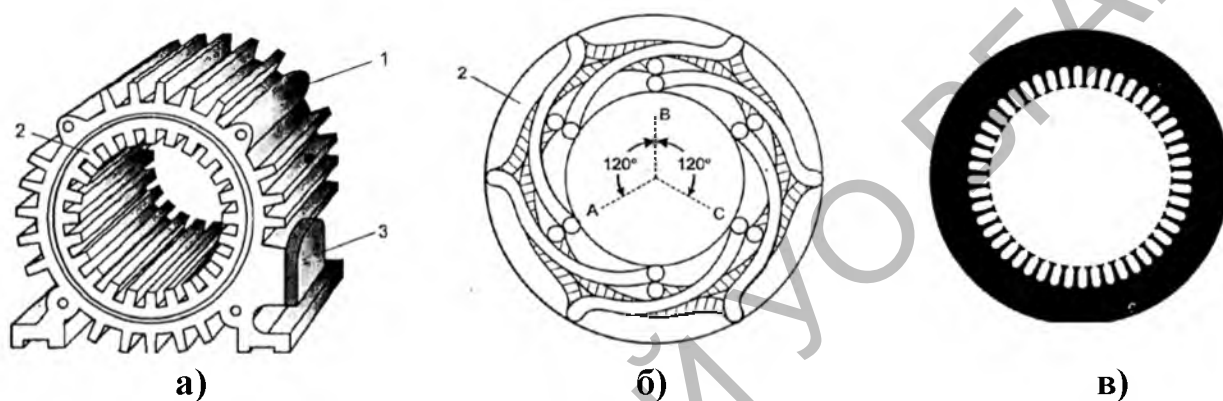
$$n_c = 60 \times f / P, \text{ об/мин.}, \quad (5)$$

где f – частота тока, Гц;

P – число пар полюсов магнитного поля статора.

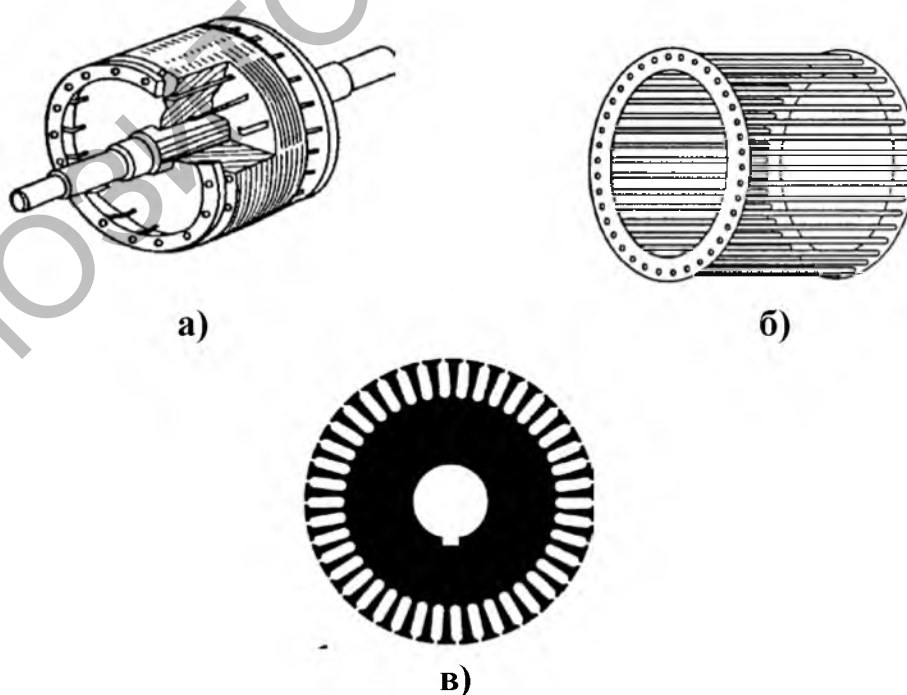
В асинхронных электродвигателях трёхфазная обмотка располагается в пазах внутренней цилиндрической поверхности неподвижной части машины – статора. Статор состоит из внешнего стального корпуса (1) (см. рисунок 11 а), в который запрессован стальной сердечник статора (2), имеющий пазы. Сердечник набирается из стальных штампованных листов электротехнической стали, изолированных друг от друга с обеих сторон специальным лаком.

Корпус статора, выполненный для улучшения теплопередачи ребристым, обдувается при помощи вентилятора воздухом.



а – общий вид без обмотки; б – расположение обмоток статора; с – сердечник статора

Рисунок 11 - Статор асинхронного двигателя



а – общий вид; б – белочье колесо; в – сердечник ротора

Рисунок 12 – Короткозамкнутый ротор электродвигателя

Вращающаяся часть асинхронного двигателя – **ротор**, имеет одну обмотку. Она помещена в пазах стального цилиндра, набранного, как и сердечник статора, из листов электротехнической стали, толщиной 0,5 мм.

В пазах ротора помещается или короткозамкнутая, или фазная обмотка. В случае применения короткозамкнутой обмотки образуется своеобразное *белочье колесо* (рисунок 12 б), которое изготавливается из алюминия.

Электродвигатели, у которых обмотка ротора замкнута кольцами и не имеет выводов, называются электродвигателями с короткозамкнутым ротором.

У электродвигателей с фазным ротором в пазы ротора укладывают трехфазную обмотку, соединённую звездой, концы которой сводят в общую точку, а начала присоединяют к трем контактными кольцам, изолированным друг от друга и от вала. На кольца накладывают щетки, соединяющие обмотки ротора с пусковым или регулировочным реостатом.

К номинальным данным асинхронного электродвигателя относят: тип электродвигателя, род тока, частоту, число и схему соединения фаз, мощность, напряжение, ток, частоту вращения, к. п. д., коэффициент мощности, напряжения и тока.

Частоту вращения ротора электродвигателя можно определить по формуле:

$$n = \frac{60 \times f \times (1 - S)}{P}, \quad (6)$$

где n – частота вращения, об/мин.;

f – частота тока, Гц;

S – скольжение, %;

P – установленная мощность, кВт.

С возрастанием нагрузки на электродвигатель снижается частота вращения ротора, увеличивается скорость пересечения его обмоток магнитными силовыми линиями вращающегося поля статора, э. д. с. и ток ротора, а, следовательно, и вращающийся момент. С уменьшением нагрузки вращающийся момент уменьшается.

Снижение напряжения, подводимого к статорной обмотке, приводит к уменьшению магнитного поля статора и тока ротора. Отсюда следует, что асинхронные электродвигатели чувствительны к колебаниям напряжения питающей сети.

3. Схемы подключения, порядок работы и технического обслуживания асинхронного электродвигателя.

В паспорте электродвигателя обычно указывают два напряжения (например, 220/380 В), когда при напряжении 220 В обмотки статора соединяют в треугольник, 380 В – в звезду.

Проверка схемы соединения обмоток

Фаза	Обозначение выводов обмоток статора	
A	C 1	C 4
B	C 2	C 5
C	C 3	C 6

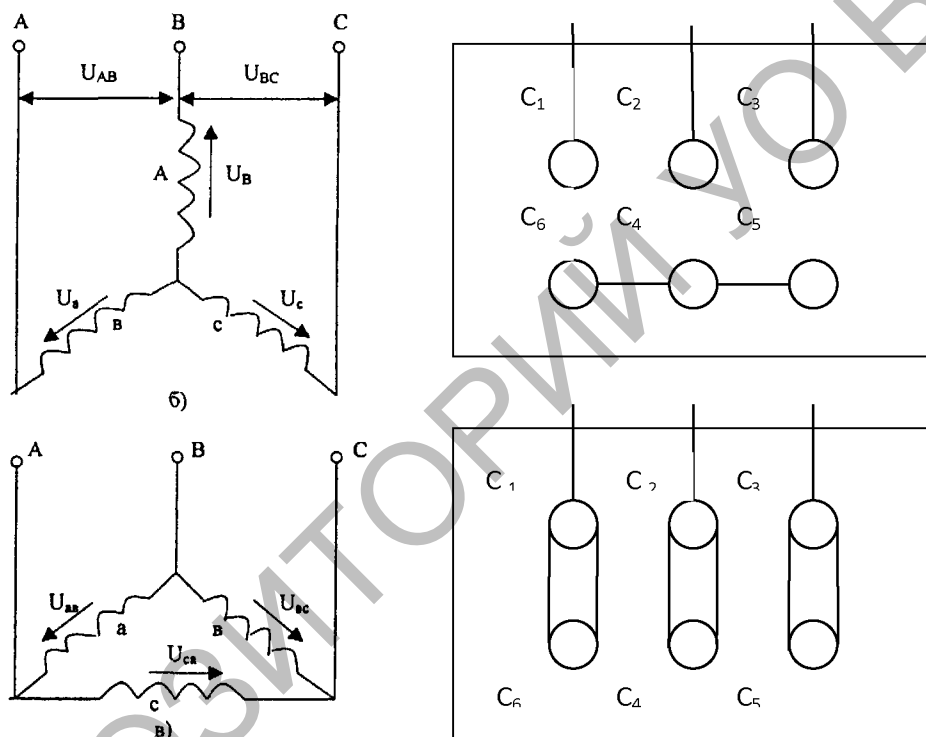


Рисунок 13 – Схемы соединения обмоток

Для изменения направления вращения магнитного поля статора достаточно поменять местами два любых линейных провода из трёх, подведённых к статору из сети.

4. Коэффициент мощности и к. п. д. трехфазного асинхронного электродвигателя

Полная мощность S , потребляемая электродвигателем из сети, состоит из активной P и реактивной Q составляющих. Отношение активной мощности к полной называют коэффициентом мощности электродвигателя:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} . \quad (7)$$

Тогда можно получить, что мощность равна:

$P = S \times \cos \varphi = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos \varphi$, а сила тока равна:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} , \quad (8)$$

где U – напряжение на зажимах электродвигателя, В;

I – сила тока, поступающего из сети, А.

Как показывает последнее выражение, при одной и той же мощности, развиваемой электродвигателем, сила тока, поступающего из сети, зависит от значения $\cos \varphi$. Низкий $\cos \varphi$ приводит к увеличению силы тока, сечения проводов, потерь в них мощности, к недоиспользованию мощности генераторов станции и трансформаторов подстанций.

В паспорте электродвигателя указывается мощность P_H , развиваемая при номинальном режиме. Она меньше присоединенной мощности на величину потерь мощности в самом электродвигателе. Это связано с потерями при работе электродвигателя. Потери возникают в результате расходования энергии:

- 1) трение в подшипниках;
- 2) работа вентилятора охлаждения;
- 3) электрический нагрев.

Отношение номинальной мощности к присоединённой мощности называют коэффициентом полезного действия электродвигателя:

$$\eta = \frac{P_i}{P_{i\text{дв}}}. \quad (9)$$

Коэффициент полезного действия современных асинхронных двигателей составляет около 0,7...0,95.

Общие сведения об электроприводе

Электропривод – это техническая система, служащая для преобразования электрической энергии в механическую энергию, с одновременным управ-

лением движением той или иной машины (или ее рабочих органов), что необходимо для осуществления различных технологических процессов в промышленности (в том числе в сельском хозяйстве). Большинство рабочих машин, агрегатов и технологических линий приводится в движение электроприводом.

Назначение и роль современного электрического привода машин подразумевает выполнение, помимо преобразования энергии, функции управления электрической машиной. При работе необходимо осуществлять своевременное включение и отключение электродвигателей, изменять скорость движения рабочих органов и осуществлять своевременное блокирование и защиту, обеспечивающие защиту машины.

Важная роль принадлежит электроприводу в создании энергосберегающих технологий. Многие технологические процессы связаны с большими затратами электрической энергии, однако не всегда эти затраты носят производственный характер. В условиях сельскохозяйственного производства типичными можно считать процессы водообеспечения. Производительность насосов при этом не регулировалась или изменялась дросселированием потока на нагнетательном трубопроводе насоса. В то же время требуемая производительность насосных установок не остается постоянной, а существенно изменяется по времени суток и временам года.

В последние годы, с появлением доступных технических средств для регулирования скорости асинхронных двигателей, для привода насосов в системах тепло- и водоснабжения стали применяться регулируемые электроприводы. Регулируемый электропривод насоса выполняет две функции: преобразует электрическую энергию в механическую, необходимую для подачи воды потребителю, и управляет работой установки таким образом, чтобы поддерживать требуемую величину напора и расхода воды. Это даёт экономию электроэнергии около 30 %, воды – до 25 %, тепла – до 10 %. Рассмотренный пример показывает, что электропривод, позволяющий регулировать скорость рабочего органа механизма, обладает более широкими возможностями оптимального ведения технологического процесса, в частности, обеспечивает экономное расходование электрической энергии.

Таким образом, использование электропривода обусловлено тремя составляющими:

1. Общий прогресс машиностроения, направленный на интенсификацию сельского хозяйства и других сфер.
2. Универсальность и широкая сфера применения, с одновременным обеспечением качества производства, точности, экологичности.
3. Повышение эффективности производства и использования электрической энергии.

Контрольные вопросы:

1. Дать понятие трехфазного короткозамкнутого асинхронного электродвигателя.
2. Назначение, устройство и принцип работы электродвигателя.
3. Маркировка обмоток статора на клемовой доске?
4. Как выбрать способ соединения обмоток двигателя и выполнить его?
5. Основные показатели электродвигателя и их определение.
6. Понятия $\cos \varphi$, КПД электродвигателя – физический смысл и определение.

Содержание отчета:

1. Назначение и использование электропривода.
2. Устройство и принцип работы электродвигателя.
3. Схемы соединения обмоток электродвигателя.
4. Характеристики электродвигателя, порядок определения КПД электродвигателя.

ТЕМА 4. ИСТОЧНИКИ ДЛЯ ИК-ОБОГРЕВА И УФ-ОБЛУЧЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

Цель работы: изучить значение и область применения ИК-обогрева и УФ-облучения, а также применяемое оборудование и порядок использования.

Материальное обеспечение: облучатель рефлекторный инфракрасный ОРИ-1, фрагмент установки для инфракрасного обогрева и ультрафиолетового облучения ИКУФ-1М, облучатель ртутно-кварцевый ОРК-2, стенд «Источники УФ и ИК-лучей».

Порядок выполнения работы:

1. Изучить область применения ультрафиолетовых и инфракрасных лучей.
2. Изучить устройство и принцип работы источников ИК-лучей, УФ-лучей.
3. Изучить нормирование доз У -облучения.
4. Изучить устройство и порядок использования установки ИКУФ-1М для комбинированного УФ и ИК-облучения животных.

Время выполнения работы – 2 часа.

Общие сведения

Лучистая энергия передается в пространстве электромагнитными волнами. Воздействие лучистой энергии на живой организм зависит от длины волны. Измеряется длина волны в нанометрах (нм).

$$1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м} = 10^{-6} \text{ мм}. \quad (10)$$

Использование оптического спектра излучений в сельском хозяйстве вызвало необходимость оценки эффективности не только его энергетического, но и зрительного, эритемного, бактерицидного, антирахитного, теплового и других видов воздействия [16].

Чувствительность конкретных объектов по отношению к лучистому потоку различна. Человеческий глаз наиболее чувствителен к желто-зеленым лучам с длиной волны 555 нм.

Система эритемных величин построена на основе спектральной эритемной чувствительности кожи человека к ультрафиолетовым лучам. Максимальная чувствительность кожи соответствует длине волны 297 нм.

Максимальное бактерицидное воздействие на микроорганизм достигается при длине волны 254 нм.

1. Ультрафиолетовое облучение животных

Ультрафиолетовое излучение подразделяют на три области: А (400–320 нм), В (320–280 нм) и С (280–180 нм). Биологическая активность УФ-А излучений относительно невелика. При дозированном применении УФ-В излучения оказывается благотворное действие на живые организмы. Эти лучи обладают способностью вызывать покраснение кожи (эритему). Они способны превращать в организме провитамин Д₃ в активно действующий витамин Д, оказывая антирахитное действие. Лучи УФ-С излучения обладают сильным бактерицидным действием. Их применяют для обеззараживания воды, воздуха, предметов обихода, оборудования, тары и т. д.

В сельскохозяйственном производстве используют следующие источники ультрафиолетовых излучений.

Бактерицидная лампа типа ДРТ высокого давления представляет собой прямую трубку из плавленого кварца, заполненную аргоном и имеющую внутри несколько капель ртути. С обоих концов трубки впаяны вольфрамовые электроды, покрытые оксидным слоем. Во время работы между электродами лампы возникает дуговой разряд, который вызывает испарение ртути и ионизацию ее паров. Вследствие этого лампа начинает испускать ультрафиолетовое излучение области С.

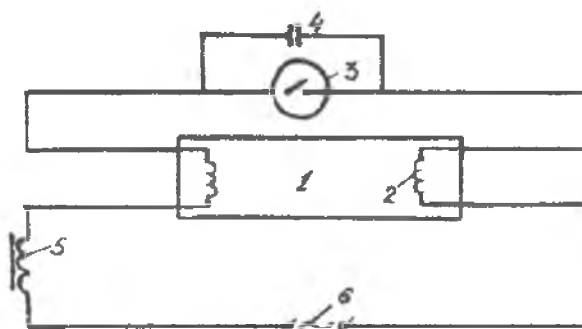
Схема включения лампы ДРТ дана на рисунке 14. Ввиду того, что вольт-амперная характеристика этой лампы падающая, как и у ряда других газоразрядных ламп, последовательно в ней включается дроссель или балластное сопротивление. Для облегчения зажигания лампы включают конденсаторы С 1 и С 3. Конденсатор С 2 служит для снижения радиопомех, возникающих при работе лампы.

Для включения лампы ДРТ в работу нужно прерывисто нажать кнопку Кн в цепи СЗ. В результате этого на лампу подается импульс повышенного напряжения, и она зажигается (рисунок 14).

Рисунок 14 – Схема включения в сеть лампы ДРТ

Эритемная лампа представляет собой газоразрядную лампу низкого давления с электродами из вольфрамовой проволоки, свитой в спираль и покрытой тонким слоем оксида. В лампе имеется дозированное количество ртути и инертного газа при давлении в несколько сотен паскалей.

Когда лампа включается в сеть, электрический ток нагревает ее электроды до $800-900^{\circ}\text{C}$. При этом, вследствие возникновения явления термоэлектронной эмиссии, из электродов начинают вылетать электроны, которые образуют около каждого электрода электронные облачка. По мере разогрева лампы ртуть испаряется. Затем к электродам прикладывается импульс повышенного напряжения, возникает электрический пробой внутреннего пространства, ток начинает протекать между электродами. В результате прохождения тока сквозь пары ртути выделяются ультрафиолетовые излучения области С, которые действуют на люминофор, заставляют его светиться лучами области А и В. От обычных люминесцентных ламп их отличает состав люминофора, преобразующего жесткое ультрафиолетовое излучение в мягкое, и сорт стекла – увиолевое, которое хорошо пропускает ультрафиолетовое излучение области В.



1 – лампа; 2 – электроды; 3 – стартер; 4 – конденсатор; 5 – дроссель;
6 – источник энергии.

Рисунок 15 – Схема подключения эритемной лампы в электрическую сеть переменного тока

В схему включения люминесцентных и эритемных ламп (рисунок 15) входит стартер и дроссель. Стартер представляет собой стеклянную колбочку с впаянными внутри электродами, заполненную инертным газом (неоном). Один из электродов выполнен в виде биметаллической пластинки. Стартер включают последовательно с электродами лампы. В первый момент при включении лампы в сеть между электродами стартера возникает тлеющий разряд, который нагревает электроды стартера. Биметаллический электрод, изгибаясь, соединяет между собой электроды лампы и через них начинает протекать ток, нагревающий их. В результате соприкосновения электродов стартера исчезает тлеющий разряд, подогревавший их, биметаллический электрод начинает остывать, и через некоторое время электроды стартера размыкаются.

При этом убывающее магнитное поле дросселя наводит ЭДС самоиндукции, накладывающуюся на напряжение сети. На электродах лампы возникает импульс повышенного напряжения, что и вызывает зажигание лампы. Дроссель (катушка с железным сердечником) служит также и для ограничения тока в лампе, обеспечивая ее стабильную работу.

Конденсатор стартера С 4 служит для устранения радиопомех при работе лампы, для увеличения амплитуды импульсного напряжения, для стабилизации тлеющего разряда в стартере. Ряд одноламповых схем имеет второй конденсатор, который увеличивает коэффициент мощности до 0,9–0,95.

В сельском хозяйстве широкое распространение получили эритемные лампы ЛЭР-40, ЭУВ-30, (ЛЭ-30) и ЭУВ-15 (ЛЭ-15). Условное обозначение этих ламп расшифровывается следующим образом: ЛЭ – лампа эритемная, Р – рефлекторная, цифра соответствует мощности лампы. ЭУВ – эритемная увиолевая.

Дуговые ртутно-вольфрамовые эритемно-диффузные лампы типа ДРВЭД предназначены для ультрафиолетового облучения людей и сельскохозяйственных животных. Они имеют баллон из увиолевого стекла с цоколем Р-27. Источником ультрафиолетового излучения является ртутно-кварцевая горелка высокого давления, расположенная внутри лампы. На колбу нанесено отражающее покрытие, направляющее весь поток излучения вниз. Балластная спираль, находящаяся внутри лампы, позволяет включать лампу в сеть без дополнительных пускорегулирующих устройств.

Расчет стационарных установок для ультрафиолетового облучения сводится к определению продолжительности облучения животных, которая выражается зависимостью:

$$T = \frac{H \times K_3}{E}, \quad (11)$$

где H – суточная доза эритемного облучения, мэр $\times$ ч./м²;

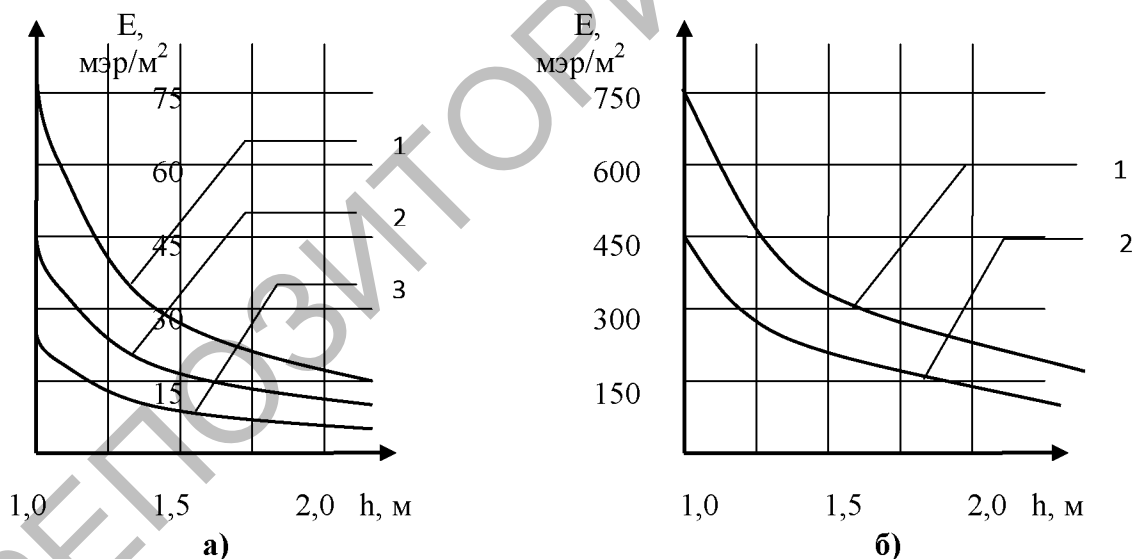
E – эритемная облученность, создаваемая облучателем, мэр/м²;

K_3 – коэффициент запаса, учитывающий снижение интенсивности эритемного потока облучателя со времени его эксплуатации (таблица 3).

Таблица 3 - Рекомендуемые суточные дозы эритемного облучения

Вид животного	Доза, мэр, ч/м ²
Коровы и быки-производители	250-270
Молодняк старше 6 месяцев	140-160
Телята до 6 месяцев	110-130
Поросята-сосуны	20-25
Поросята-отъемыши	60-80
Поросята на откорме	70-90
Свиноматки супоросные	70-90
Куры	40-50
Цыплята	15-20

Необходимо учитывать, что эритемная облученность, создаваемая облучателем, изменяется по мере удаления от облучателя. Поэтому при определении эритемной облученности животными необходимо учитывать высоту подвеса светильников (рисунок 16).



а) 1 – ЛЭ- 40, 2 – ЛЭ-30, 3 – ЛЭ-15; б) 1 – ДРТ-400, 2 – ДРТ-220.

Рисунок 16 – Зависимость эритемной облучаемости газоразрядных ламп от высоты подвеса

Таблица 4 - Коэффициент запаса, учитывающий снижение витального потока в зависимости от срока службы лампы

Лампы отработавшие, ч.	1	100	400	600	1000	1500	2000	2000
К ₃ УФ-облучателей	1,0	1,25	1,67	1,82	2,0	2,2	2,26	2,5

2. Инфракрасное облучение молодняка

Большая часть территории нашей страны характеризуется холодным осенне-зимним периодом, который длится 5–8 месяцев и считается наиболее трудным для содержания сельскохозяйственных животных. Особенно необходимо тепло в этот период молодняку, у которого несовершенны механизмы терморегуляции. Низкая температура неблагоприятно отражается на росте и развитии молодняка, приводит к нарушению обмена веществ, возникновению рахита, простудных заболеваний, расстройству пищеварения и даже гибели.

Наиболее целесообразно применять систему местного обогрева животноводческих помещений, когда повышенная температура создается только в небольшой зоне нахождения молодняка. Для этой цели в практике сельского хозяйства получил распространение инфракрасный обогрев молодняка, так как ИК-облучение, в отличие от других средств местного обогрева, не только предохраняет животное от переохлаждения, но и вызывает усиление биологических процессов в организме, способствует повышению тонуса и естественных защитных сил организма.

Под влиянием инфракрасного облучения в организме животного происходит активизация кроветворных органов и наблюдается увеличение в крови числа эритроцитов и лейкоцитов, содержания гемоглобина, изменение в содержании белковых фракций крови, повышается уровень иммунобиологической реактивности организма молодняка.

Механизм действия длинноволнового (от 1400 нм) и коротковолнового (760–1400 нм) инфракрасных излучений различны. Так, первое (длинноволновое) вызывает лишь тепловую эритему кожи. Коротковолновое излучение проникает на глубину 2,5–4 см, достигая подкожного жирового слоя. Энергия излучения поглощается тканями и преобразуется в тепловую, что предупреждает переохлаждение глуболежащих тканей.

Источники инфракрасных излучений принято делить на светлые и темные. Первые вместе с инфракрасными излучениями излучают и видимый свет, а вторые – только инфракрасные излучения. Светлыми источниками инфракрасных излучений являются лампы накаливания и специальные лампы. Темные излучатели имеют меньшую температуру нагрева и представляют собой, в большинстве случаев, элементные электрические нагреватели – ТЭНы (трубчатые электронагреватели).

«Темные» ИК-излучатели (ТЭНы) представляют собой металлическую трубку, внутри которой в изолированный термостойкий наполнитель вмонтирована нихромовая спираль, температура которой изменяется в довольно ши-

роких пределах. Температура наружной поверхности трубки обычно достигает 400–800⁰С.

ТЭНы можно изгибать не опасаясь повредить изоляцию, они более прочны и долговечны, нечувствительны к внезапному охлаждению или попаданию брызг, но они более энергоемки, то есть потребляют больше электрической энергии.

Специальные лампы – термоизлучатели типа ИКЗ, ИКЗС (инфракрасные зеркальные) отличаются от обычных ламп накаливания формой колбы и пониженной температурой нити накала. Лампы-термоизлучатели имеют мощность 250–500 Вт и предназначены для включения в сеть напряжением 127 и 220 В. Верхняя часть их колбы параболической формы, изнутри покрыта слоем серебра для отражения и концентрации лучистого потока в нужном направлении.

Инфракрасные лампы-термоизлучатели ИКЗК-220-250 предназначены для обогрева молодняка животных и птицы. Они имеют устройство, аналогичное лампам ИКЗ, но колба их окрашена в красный цвет, создающий наиболее целесообразный спектр излучения для животных. Мощность лампы 250 Вт, напряжение – 220 В. Одной лампы ИКЗ достаточно для облучения 100 цыплят, одного станка в свинарнике-маточнике или одного теленка.

Кварцевые инфракрасные лампы типа КГ-220-1000 представляют собой цилиндрическую колбу из кварцевого стекла диаметром 10 мм и длиной 270 мм, вдоль оси которой на вольфрамовых подвесках расположена вольфрамовая спираль. Внутренность лампы заполнена аргоном с добавкой йода, который увеличивает срок службы лампы до 5000 часов и обеспечивает стабильность потока излучения. Лампы имеют мощность 1000 Вт и рассчитаны на 220 В.

3. Стационарные автоматизированные установки типа ИКУФ, «ЛУЧ»

Установка для инфракрасного обогрева и ультрафиолетового облучения ИКУФ-ИМ предназначена для ИК обогрева поросят-сосунов в возрасте до 45-60 дней, телят и ягнят до 15-дневного и ИФ облучения их в течение времени содержания.

В комплект установки входит 40 комбинированных облучателей и шкаф управления.

Облучатель представляет собой коробчатую конструкцию, состоящую из корпуса с отражателем и ультрафиолетовой лампы ЭУВ-15. На обоих концах корпуса под защитными колпаками установлены инфракрасные лампы типа ИКЗК.

Снизу лампы защищены сеткой. Для подвешивания облучателя предусмотрено две подвески.

В шкафу управления смонтированы рубильник, четыре автоматических выключателя, четыре пускателя, реле времени и два трансформатора. На дверце размещены две кнопочные станции, переключатель автоматического и ручного управления, четыре сигнальные лампы.

Электрическая схема установки разбита на две группы включения инфра-

красных и ультрафиолетовых ламп. Установка ИКУФ-ІМ может работать в режиме ручного управления или в автоматическом по заданной программе.

Конструкция установки позволяет применять ее на любых типах станков в свинарниках-маточниках. Один облучатель устанавливают для одновременного обогрева поросят, содержащихся в станках.

Установка обеспечивает требуемую температуру (28-36 °С) для поросят-сосунов на обогреваемой площадке до 1,5 м².

При обогреве и облучении поросят используют следующий режим работы ИКУФ-ІМ.

Инфракрасный обогрев включают за сутки до опороса при размещении облучателя на высоте 0,7 м от пола. При температуре воздуха в свинарнике-маточнике ниже 14–16 °С высоту подвеса можно уменьшить до 0,6 м. Первые три дня поросят обогревают инфракрасными лампами постоянно. Ультрафиолетовое облучение включают вручную в первый день на 20, во второй на – 40, и в третий – на 60 мин. С третьего по десятый день высоту подвеса облучателя оставляют 0,7 м. Ультрафиолетовые лампы включают три раза в дневное время по 40 мин., а инфракрасные лампы работают в автоматическом режиме: 45 мин. – обогрев и 15 мин. – пауза.

Для поросят в возрасте 10-30 дней устанавливают высоту подвеса облучателя 0,8 м. Ультрафиолетовые лампы в период с 10 по 15-ый день отключают. В последующие 15 дней включают 3 раза по 40 мин. в дневное время. Инфракрасные лампы весь период работают в автоматическом режиме. С возраста 30-40 дней облучатель остается на высоте 0,8 м. Ультрафиолетовые лампы до 35-дневного возраста поросят отключают, а затем они работают в прежнем режиме. Паузы инфракрасного обогрева постепенно увеличивают, а с возраста 40–45 дней возраста обогрев полностью отключают.

При отсутствии в свинарнике-маточнике общего обогрева один облучатель устанавливают на один станок, инфракрасные лампы могут работать постоянно до двухмесячного возраста поросят. Ультрафиолетовые лампы должны быть включены не более 1,5–2 ч. в сутки.

Автоматизированная установка «Луч» предназначена для ультрафиолетового облучения и инфракрасного обогрева молодняка птицы, поросят, телят, ягнят и пушных зверей. В комплект установки входит 40 облучателей и пульт управления с двумя автотрансформаторами типа АТ-10. Облучатель состоит из двух инфракрасных ламп ИКЗК -250 и одной ультрафиолетовой эритемной лампы ЭУВ-15 с отражателем, корпуса с подвеской и размещенным на нем пускорегулирующим устройством. Пульт управления включает пускозащитную аппаратуру, двухпрограммное реле времени и элементы управления.

Инфракрасные лампы в облучателе могут быть установлены под углом 45, 70 и 90° к обогреваемой поверхности, что позволяет более равномерно распределять инфракрасный поток и эффективно его использовать.

Включаются и выключаются лампы автоматически, по заданной программе, в зависимости от суточной дозы облучения. Температуру обогрева регулируют изменением напряжения, подаваемого на инфракрасные лампы при помощи автотрансформаторов. Высоту подвеса облучателя не меняют.

Мощность всей установки – 40 кВт.

В настоящее время в рассмотренных установках вместо ламп типа ИКЗК широко применяют низкотемпературный электрообогреватель ЭИС-0,25 И 2, предназначенный для локального обогрева ИК-лучами молодняка с/х животных. Он рассчитан на работу в арматурах облучателей, имеющих стандартный ламповый патрон с резьбой Е 27.

По сравнению с существующими облучателями ИКЗК-220-250 позволяет:

- в 1,5-2 раза экономить электроэнергию на обогрев молодняка за счет более высокого значения КПД;
- обладает высокой эксплуатационной надежностью, в 3-5 раз превышает среднюю наработку на отказ ламп ИКЗК – 220-250 за счет прочности конструкции и применения защищенного нагревателя;
- спектральный состав ИК излучения лучше поглощается кожей и шерстью животных.

К ультрафиолетовому облучению животных приучают постепенно, начиная с малых доз, приближаясь к суточной дозе через 15-20 дней. Рекомендуемые суточные дозы эритемного облучения приведены в таблице 4.

4. Меры безопасности при использовании установок для облучения животных

Инфракрасные лампы можно использовать в помещениях, не содержащих горючих газов, паров и пыли.

При работе с эритемной лампой, находящейся в поле зрения, надо защищать глаза очками с простыми стеклами, а при работе с лампами ДРТ необходимо пользоваться защитными очками из темного стекла. Длительное облучение эритемной лампой может вызвать болезненный ожог кожи рук и лица.

В случае боя ламп необходимо собрать ртуть резиновой грушей и место, где разбилась лампа, промыть однопроцентным раствором марганцово-кислого калия. Лампы, вышедшие из строя, сдавать работникам электрослужбы предприятия для централизованной их утилизации.

Контрольные вопросы:

1. Как устроена и работает эритемная лампа?
2. Для чего предназначены и как работают дроссель и стартер?
3. Как зажигается эритемная лампа?
4. Назовите источники УФ-излучения и их конструктивные особенности.
5. Назовите источники ИК-излучения и их конструктивные особенности.
6. Расскажите о назначении и устройстве установки ИКУФ-ИМ.

Содержание отчета:

1. Дать характеристику источников освещения и облучения.
2. Описать устройство и принцип работы ламп различных типов (ламп освещения, УФ-ламп, ИК-ламп).
3. Описать комплексные установки по облучению животных.

ТЕМА 5. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ИЗГОРОДЬ «ИМПУЛЬС»

Цель работы: изучить назначение, принцип работы, устройство электрической изгороди и порядок эксплуатации охранного устройства «Импульс».

Материальное обеспечение: действующий генератор электрических импульсов, элементы электрической изгороди, плакаты.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить назначение, устройство (диод, конденсатор, транзистор, трансформатор) и принцип действия электрической изгороди.
2. Отразить в отчете техническую характеристику электроизгороди.
3. Описать правила эксплуатации и меры безопасности при работе с электрической изгородью, приучение животных к электроизгороди.
4. Составить отчет по работе.

Время выполнения работы – 2 часа.

Общие сведения

Использование электрических изгородей в сельском хозяйстве обусловлено пастбищным содержанием больших гуртов животных, обеспечением сохранности поголовья и недопущением контакта домашних животных с представителями дикой природы.

Принцип работы электроизгороди основан на ее незамедлительной и последовательной реакции, что приучает животное избегать контактов с ней.

1. Назначение, устройство и принцип работы генератора импульсов

Электронное охранное устройство «Импульс» предназначено для обеспечения возможности выпаса крупного рогатого скота в полевых условиях (разбивка культурных пастбищ на участки поочередного скормливания) путем ограждения неизолированным проводом, на который подается импульсное напряжение. Охранное устройство «Импульс» пригодно для ночного выпаса скота при условии нахождения его на свету в течение светлого времени суток во включенном либо выключенном состоянии.

Таблица 5 – Технические характеристики электрической изгороди «Импульса»

№ п/п	Показатель	Параметр
1	Источник питания: - встроенная солнечная батарея - встроенные аккумуляторы	БО-4-4,5 3 шт. х 1,2 В – 0,7 А.ч.
2	Напряжение питания	4,5 В
3	Выходное напряжение (при сопротивлении нагрузки 50 кОм)	не менее 2000 В
4	Частота повторения импульсов длительностью 0,5 с.	0,3-5 Гц
5	Ток в нагрузке	не менее 0,02 А
6	Минимальная освещенность для работы и подзарядки аккумуля- торов	не менее 2000 лк
7	Максимальная длина проволоки	1000 м
8	Диаметр проволоки	0,6-0,8 мм
9	Высота стойки	1,1 м

Генератор импульсов предназначен для преобразования низкого (4,5 В) напряжения в импульсное напряжение не менее 2000 В.

Основные части генератора импульсов (рисунок 17):

- источники питания – солнечная батарея (СБ), аккумуляторы (АКБ);
- преобразователь напряжения (транзистор T_p и трансформатор T_1);
- накопительные трансформаторы C_1 , C_2 ;
- комплект диодов D_1 , D_2 ;
- трансформатор высокого напряжения T_2 .

Для работы генератора импульсов используют некоторые специальные электротехнические устройства.

Выпрямитель-

ные диоды – это полупроводниковые диоды, предназначенные для выпрямления переменного тока низкой частоты (т. е. для преобразования переменного тока в постоянный). Они являются одним из наиболее распространенных типов полупроводниковых диодов.

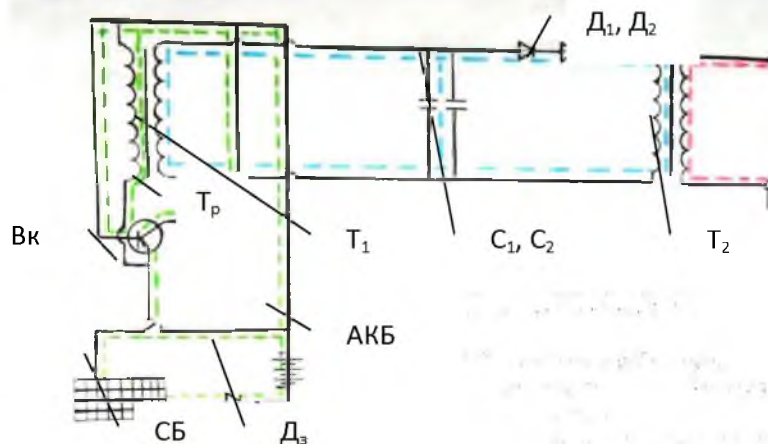


Рисунок 17 - Принципиальная схема генератора импульсов

Простейшая схема выпрямителя на полупроводниковом диоде показана на рисунке 18.

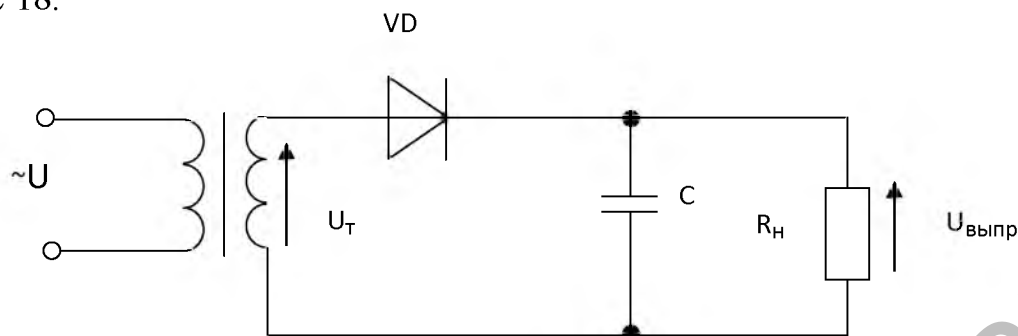


Рисунок 18 - Простейшая схема выпрямителя

Переменное напряжение сети, преобразованное с помощью трансформатора до необходимой величины, подается через диод на конденсатор большой емкости, выполняющий функции фильтра – накопителя заряда. Периодически напряжение трансформатора становится прямым, тогда через диод проходят импульсы тока, подзаряжающие конденсатор. Остальную часть периода конденсатор разряжается через нагрузку, включенную параллельно ему.

Конденсаторы (от лат. *Condensio* - сгущать, уплотнять) относятся к массовым изделиям (деталям) электронной техники. Электрический конденсатор представляет собой два проводника (обкладки), разделенных диэлектриком или полупроводником. Конденсаторы применяются в РЭА в качестве деталей, обладающих сосредоточенной электрической емкостью. Конструкция конденсатора обеспечивает полное сосредоточение поля в промежутке между обкладками и его практически полное отсутствие в окружающем пространстве.

Понятие **транзистор** подразумевает передачу некоторого потока. Современное название состоит из двух слов. Первое слово – «трансфер» (тут сразу вспоминается «трансформатор») означает передатчик, преобразователь, переносчик. А вторая половина слова напоминает слово «резистор» – деталь электрических схем, основное свойство которой – электрическое сопротивление.

Именно это сопротивление встречается в законе Ома и многих других формулах электротехники. Поэтому слово «**транзистор**» можно растолковать как преобразователь сопротивления.

Наиболее распространенной операцией, которую выполняют **транзисторы**, является **усиление электрических сигналов**. В электрической изгороди – два источника электрического тока. Поэтому процесс усиления сводится к тому, чтобы с помощью дополнительных источников энергии, полученной от блока питания, получить мощную копию слабого входного сигнала.

Принцип работы генератора импульсов. При включении устройства «Импульс» (положение тумблера «Пуск») электрический ток от солнечной батареи или от аккумуляторов поступает на транзистор T_p , который преобразует постоянный ток в пульсирующий (рисунок 17). Переменное напряжение, полученное от транзистора T_p , поступает на первичную обмотку трансформатора T_1 .

Происходит повышение напряжения до 220-240 В, и одновременно осуществляется зарядка конденсаторов C_1 , C_2 . Когда напряжение конденсаторов C_1 , C_2 достигает величины напряжения пробоя комплекта диодов (D_1 , D_2) 200-240 В, конденсаторы C_1 , C_2 разряжаются через первичную обмотку трансформатора T_2 . При этом во вторичной обмотке трансформатора T_2 индуцируется импульс высокого напряжения, который подается в провод изгороди. После разряда конденсаторов C_1 , C_2 диоды D_1 , D_2 восстанавливаются, и начинается новый процесс заряда конденсаторов до достижения напряжения пробоя диодов. Таким образом, частота импульсов зависит от заряда конденсаторов и напряжения пробоя диодов D_1 , D_2 .

Генератор обеспечивает подачу на проводник изгороди импульса высокого напряжения не менее 2000 В с частотой до 5 Гц. При прикосновении к проволоке через тело животного протекает количество электричества, не превышающее $3 \text{ мА} \times \text{с.}$, что не опасно для жизни и здоровья животного. Однако полученный животным электрический удар достаточен для закрепления условного рефлекса боязни прикосновения к ограждающей проволоке.

2. Монтаж и подготовка к работе. Правила эксплуатации электроизгороди

Монтаж удобно производить вдвоем: один несет барабан, второй устанавливает стойки и монтирует изоляторы. Монтаж необходимо начинать с угловой стойки. Вторую угловую стойку следует установить, в зависимости от почвы, в 10-20 метрах так, чтобы образовались ворота. Промежуточные стойки устанавливать также на расстоянии 15-25 метров. По окончании ограждения пастбища раму с барабаном следует положить на землю так, чтобы проволока не касалась земли и травы, нужно следить за тем, чтобы проволока установленной изгороди не касалась травы и веток кустарника, чем ухудшается изоляция проволоки относительно земли и уменьшается эффективность изгороди.

Для установки аккумуляторов в генератор следует отвернуть крышку и вставить батареи в держатель согласно схеме. После этого отсек закрывают крышкой. Неправильное соединение может привести к саморазряду батарей и порче генератора.

Генератор импульсов рекомендуется установить в самом влажном месте загона для обеспечения хорошего заземления.

Подготавливают устройство к работе в следующей последовательности:

1. Устанавливают устройство так, чтобы освещенность солнечной батареи была максимальной.
2. Подключают высоковольтный провод к проводу изгороди.
3. Заземляющий провод подключают к штырю заземления.
4. Включить устройство.

В процессе эксплуатации основной операцией по обслуживанию электрической изгороди является контроль напряжения на всем протяжении установки проволоки, которая находится под напряжением. При контакте со стволами или ветками деревьев и кустарников часть электрического тока утекает в землю, и на конечном участке электропастуха сигнал может стать нечувствительным для животных. Поэтому важной операцией обслуживания электрической изгороди является проведение контроля уровня напряжения. Это осуществляется при помощи специального индикаторного устройства, которое одним концом контактирует с проволокой, а второй его конец заземлен. По сравнительной шкале контролируют сигнал или получают цифровое значение сигнала (в зависимости от конструкции).



Рисунок 19 - Детали электрической изгороди



Рисунок 20 - Проверка напряжения на работающем электрическом пастухе

Загонять в загон можно только приученных к электроизгороди животных. Генератор чувствителен к ударам. В неэксплуатируемый период хранить генератор в сухом, прохладном месте. Сильно запыленные изоляторы следует протереть, так как слой пыли уменьшает сопротивление изоляции.

3. Приучение животных. Правила техники безопасности

Электрическая изгородь не обладает механической прочностью. Эффективность ограждения обеспечивается страхом животного перед проволокой, поэтому необходимо приучить животных бояться электроизгороди. Обучение проводится на выгульном дворе, где устанавливается кормушка с кормом, перед которой натянута проволока изгороди. Животные устремляются к кормушке, наталкиваются на проволоку и подвергаются воздействию тока. После 2-3 попыток у них появляется боязнь проволоки.

При эксплуатации следует соблюдать следующие меры безопасности:

1. Запрещается вскрывать корпус данного устройства «Импульс» при положении тумблера «Вкл».

2. При включенном генераторе нельзя касаться проволоки изгороди руками.

3. Нельзя устанавливать генератор в непосредственной близости от зданий и легковоспламеняющихся материалов, так как волна атмосферных напряжений (грозы) может вызвать пожар.

4. В местах с интенсивным движением, проходящим в непосредственной близости от места установки электроизгороди, следует устанавливать предупредительные надписи – «Осторожно – электроизгородь!»

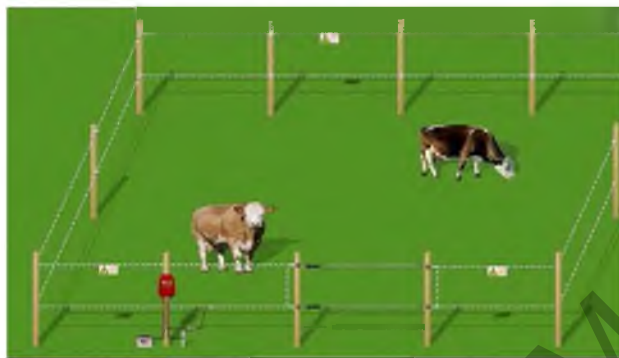


Рисунок 21 - Животные на приучении к электроизгороди

Контрольные вопросы:

1. Расскажите о назначении и устройстве электроизгороди.
2. Охарактеризуйте основные электротехнические устройства.
3. Расскажите об устройстве и принципе работы генератора импульсов.
4. Назовите основные технические данные электроизгороди.
5. Как приучают животных к электроизгороди.
6. Расскажите о правилах монтажа и эксплуатации электроизгороди.
7. Правила техники безопасности при эксплуатации изгороди.

Содержание отчета:

1. Цель работы.
2. Указать назначение и технические данные устройства.
3. Выполнить принципиальную схему генератора импульсов, описать принцип работы.
4. Назвать порядок приучения животных и правила техники безопасности при работе.

ТЕМА 6. ДОИЛЬНАЯ АППАРАТУРА С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПУЛЬСАТОРОМ

Цель работы: изучить назначение, устройство и принцип работы доильной аппаратуры с электромагнитным пульсатором.

Материальное обеспечение: фрагменты доильных установок с применением электромагнитной и клапанно-мембранной пульсации при доении, методические указания, плакаты.

Порядок изучения работы:

1. Изучить состав доильной аппаратуры и назначение основных ее узлов при различном исполнении.
2. Устройство и принцип работы простейшего электромагнитного пульсатора доильной аппаратуры.
3. Принцип работы доильной аппаратуры с электромагнитным пульсатором.
4. Составить отчет по работе.

Время выполнения работы – 4 часа.

Общие сведения

Период реализации Государственной программы устойчивого развития села на период до 2015 года можно характеризовать интенсивным совершенствованием технологий производства молока в направлении повышения производительности труда. И сейчас в с.-х. предприятиях продолжается работа в этом направлении за счет внедрения беспривязного содержания животных с доением в доильных залах. При этом для выдаивания молока используется доильная аппаратура новых поколений отечественного и зарубежного производства, повышающая качество этого процесса. Одним из отличительных направлений при этом является использование различных электромагнитных устройств, в составе которых важнейшая роль отводится электромагнитным пульсаторам.

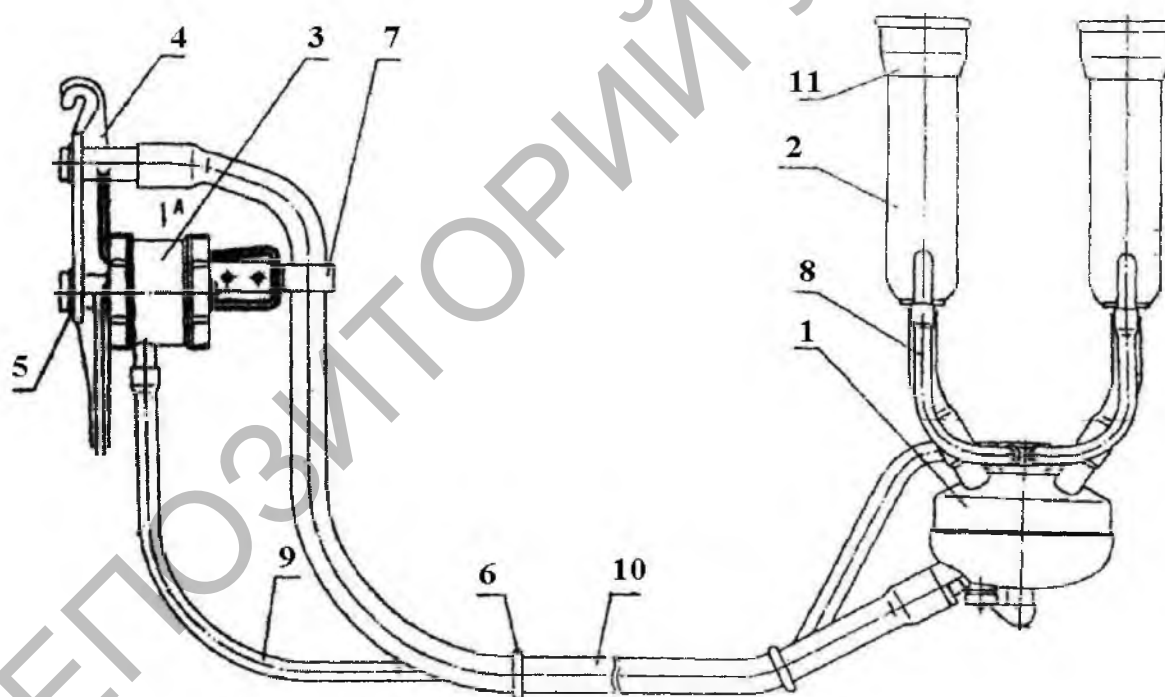
1. Состав доильной аппаратуры и назначение основных ее узлов при различном исполнении

В настоящее время в с.-х. предприятиях для доения коров, в зависимости от производственных условий, применяются доильные установки различных исполнений. Так, в условиях привязного содержания коров и доении в стойлах доильные установки комплектуются доильными аппаратами с клапанно-мембранными аппаратами, а при беспривязном содержании с доением в доильных залах – доильной аппаратурой с электромагнитными пульсаторами различного конструктивного исполнения.

Одним из основных узлов любой доильно-молочной линии является доильная аппаратура, с помощью которой обеспечивается непосредственное выдаивание молока из вымени животных. Простейшее ее исполнение представлено на рисунке 22.

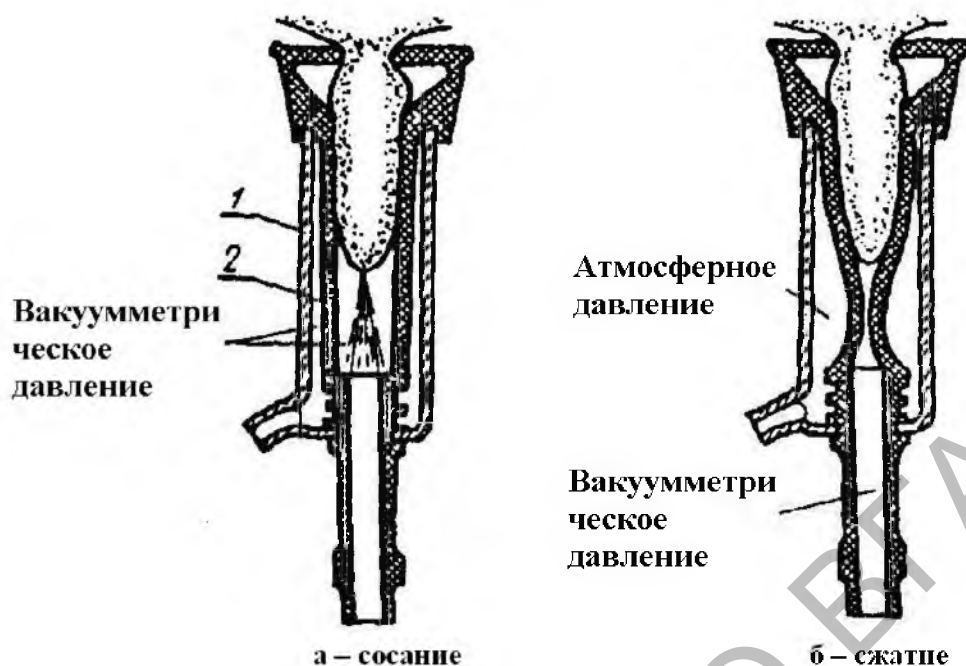
Необходимо отметить, что в абсолютном большинстве современных доильных аппаратов процесс выдаивания происходит путем отсасывания молока из сосков вымени за счет создания в течение определенного периода времени (0,6–0,7 с) в пространстве под соском внутри сосковой резины разрежения (вакуумметрического давления 48–53 кПа), а также вне ее в корпусе доильного стакана. Так как давление внутри сосковой резины и вне ее одинаковое, она находится в распрямленном состоянии и благодаря разрежению под соском происходит истечение молока, а этот период называется «тактом сосания» (рисунок 23).

Для уменьшения вредного воздействия разрежения на соски отсасывание молока производится прерывисто. С этой целью в пространство в доильном стакане между гильзой и сосковой резиной подается атмосферное давление, под действием которого сосковая резина деформируется и происходит сжатие сосков, а истечение молока прекращается. Этот период называется «тактом сжатия» (рисунок 23). Совокупность действия этих тактов называют «циклом доения». Соотношение длительности указанных тактов при этом соответственно составляет $\approx 70/30$.



- 1 – коллектор; 2 – доильный стакан; 3 – клапанно-мембранный пульсатор;
 4 – ручка; 5 – прокладка; 6, 7 – кольца; 8 – трубка; 9, 10 – шланг;
 11 – резина сосковая

Рисунок 22 - Аппаратура доильная



1 – доильный стакан; 2 – сосковая резина

Рисунок 23 – Двухкамерный двухтактный доильный стакан

Изложенное чередование тактов происходит в течение всего процесса доения коровы (5–6 мин.). При этом в пространстве сосковой резины под соском постоянно находится разрежение (вакуум), а в пространстве между сосковой резиной и корпусом разрежение периодически сменяется атмосферным давлением. Такая смена подачи различного давления в указанное пространство обеспечивается применением устройства, называемого пульсатором. Таким образом, пульсатор предназначен для преобразования постоянного вакуумметрического давления, создаваемого вакуумным насосом доильной установки в переменное давление – т. е. периодическую подачу доильным стаканам вакуума или атмосферного давления.

Основными недостатками выпускаемых доильных аппаратов с клапанно-мембранными пульсаторами являются:

- зависимость частоты пульсаций от величины вакуума в системе;
- засорение дроссельного канала между камерами переменного давления;
- порывы (повреждения) мембраны.

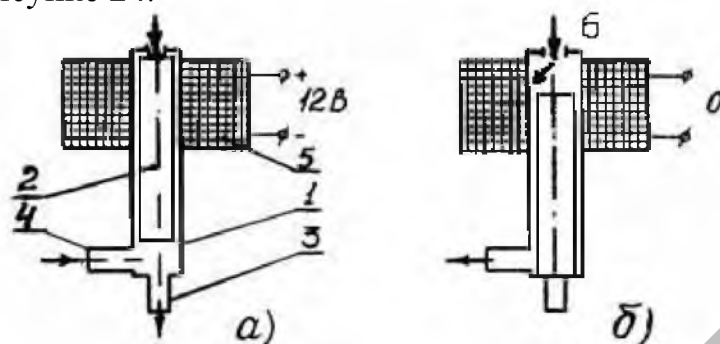
Эти причины приводят к беспокойному поведению животных во время доения, нарушению режима доения и торможению рефлекса молокоотдачи.

В то же время электромагнитные пульсаторы имеют в сравнении с клапанно-мембранными ряд эксплуатационных преимуществ:

- обеспечение четкой пульсации;
- возможность централизованно регулировать соотношение тактов (сосание, сжатие);
- возможность использования режима стимуляции.

2. Устройство и принцип работы простейшего электромагнитного пульсатора доильной аппаратуры

Принципиальная схема простейшего электромагнитного пульсатора представлена на рисунке 24.



1 – корпус; 2 – клапан (сердечник); 3, 4 – штуцеры; 5 – соленоид (катушка);
6 – отверстие

Рисунок 24 - Электромагнитный пульсатор

Он состоит из корпуса 1, внутри которого расположен клапан (сердечник) 2. Корпус имеет два штуцера: штуцер 3 – для подключения пульсатора к вакуумной магистрали, штуцер 4 – для подсоединения к пульсатору исполнительного механизма (доильного стакана, пневмокамеры и т. д.). В верхней части корпуса имеется электромагнитная катушка (соленоид) 5, а также отверстие 6 для поступления атмосферного воздуха.

Соленоид – это катушка индуктивности, обычно в виде намотанного на цилиндрическую поверхность изолированного проводника, по которому периодически протекает ток. После подачи импульса электрического тока в катушке соленоида наводится ЭДС и создается магнитное поле подобно полю стержневого магнита.

Принцип действия. Управление работой пульсатора обеспечивается от специального блока, который в заданном режиме подает электрический ток малого напряжения 2 В (в целях электробезопасности) к катушке соленоида. В исходном положении, когда ток к катушке не подается, клапан (сердечник) 2 под действием собственной тяжести находится в нижнем положении, а пульсатор не работает.

При подаче от блока управления электрического тока к катушке (соленоиду) 5, в ней наводится ЭДС, и созданное магнитное поле притягивает (поднимает) сердечник 2 внутрь катушки, в верхнее положение (рисунок 24 а). Благодаря этому, вакуум через штуцеры 3 и 4 распространяется в пространство межстенной камеры доильного стакана (рисунок 24 а), обеспечивая в течение определенного промежутка времени, согласно режиму работы аппарата (0,6–0,7 с.), отсасывание молока из сосков вымени (такт сосания). Одновременно клапан (сердечник) 2 перекрывает отверстие 6 в верхней части корпуса.

По окончании такта сосания блок управления автоматически обесточивает катушку соленоида (рисунок 24 б), магнитное поле исчезает, а клапан (сер-

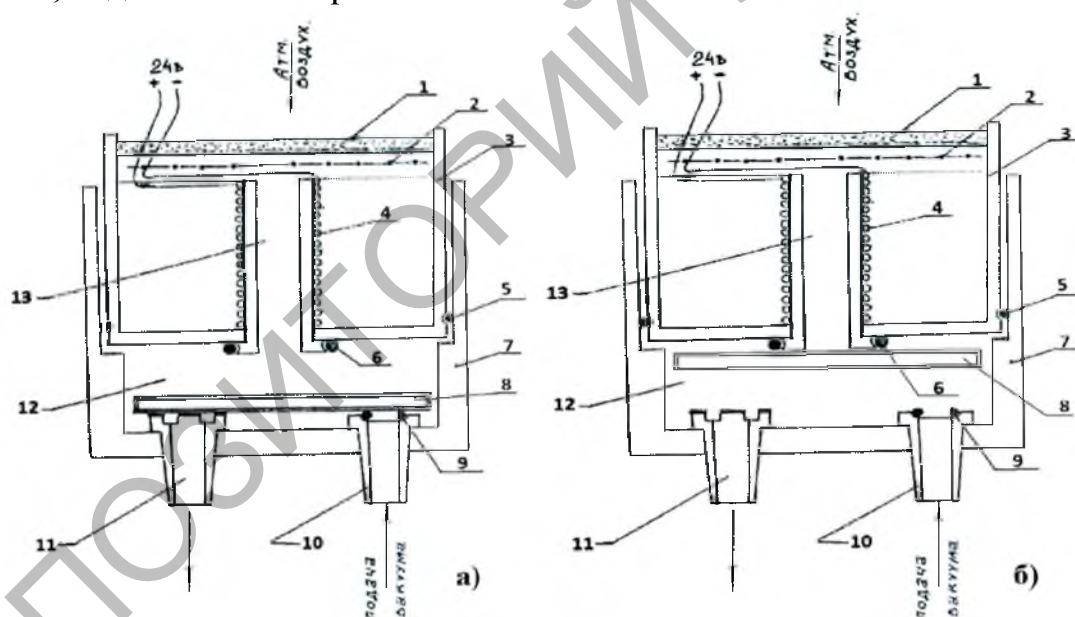
дечник) под действием собственной тяжести опускается вниз корпуса (1). При этом клапан закрывает патрубок (3), и поступление вакуума прекращается, и наоборот – открывает отверстие (6), через которое атмосферный воздух благодаря зазору между сердечником и корпусом поступает к патрубку (4) и далее к межстенным камерам доильного стакана, обеспечивая протекание «такта сжатия» с прекращением на это время процесса выдаивания молока.

На этом цикл двухтактного режима доения заканчивается, и опять повторяются такты сосания и сжатия на протяжении всего периода доения (5-6 мин.).

3. Принцип работы доильной аппаратуры с электромагнитным пульсатором

Изложенный принцип подачи в межстенные камеры доильных стаканов переменного давления (вакуума или атмосферного воздуха) с применением электромагнитного клапана может обеспечить одновременное протекание тактов сосания или сжатия во всех 4-х доильных стаканах, т. е. одновременное выдаивание всех 4 долей вымени.

Такой принцип одновременного выдаивания всех долей вымени пока еще широко используется и в доильных аппаратах с клапанно-мембранными пульсаторами, недостатки которых изложены выше.



1 – фильтр; 2 – сетка; 3 – сердечник; 4 – электромагнитная катушка; 5, 6, 9 – кольца резиновые уплотнительные; 7 – корпус клапана; 8 – якорь (клапан); 10 – штуцер подачи постоянного вакуума; 11 – штуцер подачи переменного давления; 12 – камера переменного давления; 13 – отверстие сердечника;

а) такт сжатия; б) такт сосания

Рисунок 25 – Электромагнитный пульсатор

Необходимо отметить, что в доильной аппаратуре, применяемой при доении коров в доильных залах в с.-х. предприятиях республики, повсеместно

обеспечивается попарное выдаивание долей вымени с использованием электромагнитных пульсаторов. При таком исполнении аппаратура работает таким образом, что одноименные такты сосания – сжатия одновременно происходят только в двух доильных стаканах, а двух других такты сдвинуты на 180^0 .

Конструктивное исполнение электромагнитного клапана в пульсаторе доильного аппарата представлено на примере модуля «Майстар», изготовленного Минским ОДО «Полиэфир» и используемого на доильных установках производства ОАО «Гомельагрокомплект» (рисунок 25).

В данной конструкции имеются некоторые отличия в сравнении с представленной выше схемой на рисунке 8.

Корпус пульсатора (7) служит для размещения в нем сердечника (3), который в процессе работы является неподвижным. В центре сердечника имеется отверстие (13), через которое поступает атмосферный воздух. Также внутри сердечника размещена электромагнитная катушка (4), создающая магнитное поле при прохождении по ней электрического тока, которое обеспечивает при этом притягивание к сердечнику клапана (якоря) (8). Пространство между сердечником (3) и корпусом пульсатора образует камеру переменного давления (12), в которую периодически поступает вакуум или атмосферное давление.

Рабочий процесс

При обесточенной электромагнитной катушке (4) отсутствует магнитное поле (рисунок 9), а клапан (якорь) (8) находится в нижнем положении, закрывая поступление вакуума из вакуумной системы установки через штуцер постоянного вакуума (10) в камеру переменного давления (12). При этом атмосферный воздух окружающего пространства через фильтр (1), отверстие (13) в сердечнике поступает в камеру переменного давления (12) и далее через штуцер переменного давления (11) в межстенное пространство (камеру переменного давления) доильных стаканов.

Так как во время работы доильных аппаратов в пространстве сосковой резины под соском действует разряжение (вакуум), то при поступлении в межстенную камеру доильного стакана атмосферного воздуха создается разность давлений с разных сторон (внутри сосковой резины – вакуум, снаружи – атмосфера). По этой причине происходит деформация сосковой резины и сжатие соска, сфинктер соска закрывается. Истечения молока из соска не происходит, происходит такт сжатия.

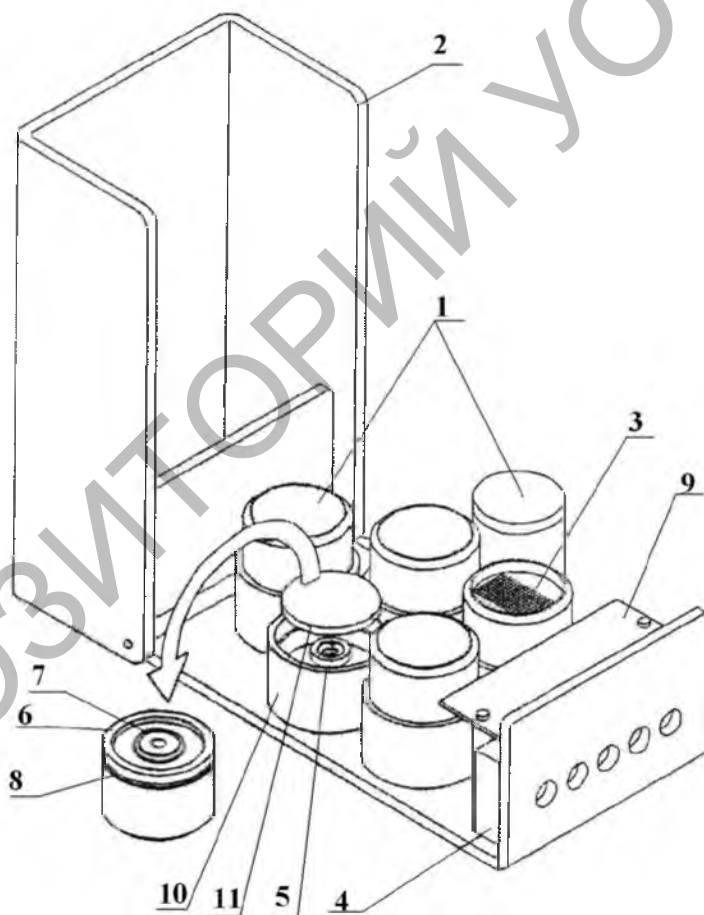
При поступлении по команде блока управления электрического тока к катушке (4), создаваемое при этом магнитное поле обеспечивает притягивание клапана (якоря) (8) к сердечнику (3). При этом отверстие (13) в сердечнике закрывается, а отверстие в патрубке (10) открывается, обеспечивая поступление вакуума в камеру переменного давления (12) и далее через патрубок переменного давления (11) в межстенные камеры доильных стаканов (рисунок 9). В обеих камерах доильных стаканов давление выравнивается, сосковая резина распрямляется. Благодаря разряжению под соском, раскрытию сфинктера и повышенному давлению в цистернах сосков в период доения происходит истече-

ние молока с обеспечением такта сосания.

При 2-х тактном режиме работы доильной аппаратуры с попарным доением один цикл доения заканчивается только в одной паре доильных стаканов. В другой паре стаканов цикл доения обеспечивает другой электромагнитный клапан с такой же частотой пульсаций, но со сдвигом – когда в 1-й паре происходит такт сосания, то во 2-й – такт сжатия, и наоборот. Такой режим доения обеспечивает более равномерную нагрузку на молочную железу и более высокую скорость молоковыведения.

Следовательно, работу доильной аппаратуры на каждом рабочем месте оператора в зале обеспечивает блок из 2 электромагнитных клапанов.

Известно, что при доении коров в доильных залах обеспечивается одновременно не только механизация непосредственно процесса давления, но и автоматизация учета удоя каждой коровы. При этом с помощью электромагнитного клапана III (рисунок 26) обеспечивается подача атмосферного воздуха в счетчик молока для удаления остатков молока при окончании доения каждой коровы и в подсосковые камеры доильных стаканов при их снятии с вымени.



1 – фильтр клапана; 2 – крышка корпуса блока клапанов; 3 – сетка электромагнитного клапана; 4 – фильтр корпуса блока клапанов; 5, 7, 8 – кольца резиновые уплотнительные; 6 – сердечник электромагнитного клапана; 9 – плата (схема соединения клапанов блока); 10 – корпус электромагнитного клапана; 11 – якорь (клапан)

Рисунок 26 – Блок электромагнитных клапанов

I – электромагнитный пульсатор – обеспечивает преобразование постоянного вакуума в переменное давление и его подачу в межстенные камеры 1^{ой} пары доильных стаканов доильного аппарата;

II – электромагнитный пульсатор – обеспечивает преобразование постоянного вакуума в переменное давление и его подачу в межстенные камеры 2^{ой} пары доильных стаканов доильного аппарата;

III – электромагнитный клапан – обеспечивает подачу атмосферного воздуха в счетчик молока для удаления остатков молока при окончании доения каждой коровы и в подсосковые камеры доильных стаканов при их снятии с вымени;

IV – электромагнитный клапан – обеспечивает подачу постоянного вакуума в пневмоцилиндр снятия доильных стаканов с вымени коровы и атмосферного воздуха при постановке доильных аппаратов на соски вымени;

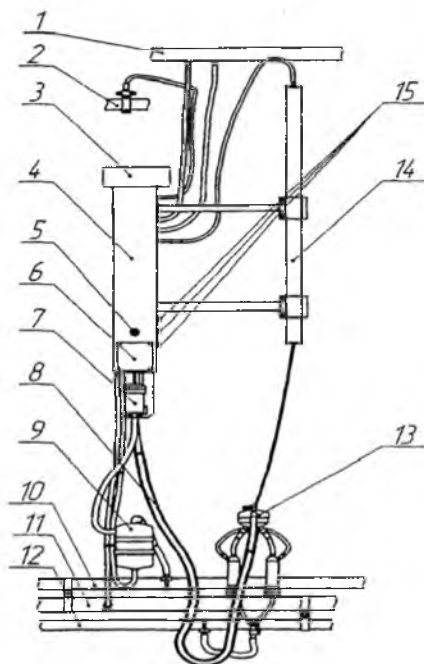
V – электромагнитный клапан – обеспечивает подачу вакуума в подсосковые камеры доильных стаканов в начале доения и отключение подачи вакуума в подсосковые камеры при снятии с сосков доильных стаканов в конце доения.

Электромагнитный клапан IV (рисунок 26) обеспечивает подачу вакуума в пневмоцилиндр снятия доильных стаканов с вымени коровы и атмосферного воздуха при постановке доильных аппаратов на соски вымени.

Еще один электромагнитный клапан V (рисунок 26) обеспечивает подачу вакуума в подсосковые камеры доильных стаканов в начале доения и отключение подачи вакуума в подсосковые камеры при снятии с сосков доильных стаканов в конце доения. При доении коров в стойлах это обеспечивает клапан, которым управляет оператор вручную.

Таким образом, перечисленные электромагнитные клапаны позволяют автоматизировать перечисленные операции при машинном доении и существенно облегчать труд операторов при машинном доении коров.

Перечисленные электромагнитные клапаны на установках при доении в залах монтируют на одном блоке (рисунок 26) и размещают на модуле управления на каждом месте доения (рисунок 27).



1, 11 – вакуум-провод; 2 – пневмопровод; 3 – блок электромагнитных клапанов; 4 – стойка; 5 – кнопка питания; 6 – пульт управления; 7 – датчик-потокомер; 8 – молочный и вакуумный шланги; 9 – устройство учета молока; 10 – молокопровод; 12 – трубопровод промывки; 13 – доильный аппарат; 14 – пневмоцилиндр снятия доильного аппарата; 15 – кнопки управления открытия (закрытия) входных ворот

Рисунок 27 – Модуль управления доением «Майстар»

Контрольные вопросы:

1. Устройство доильного стакана в составе доильной аппаратуры, процесс работы при доении.
2. Назначение пульсатора, взаимодействие с работой доильных стаканов.
3. Основные виды исполнений конструкций пульсаторов.
4. Устройство и принцип работы простейшего электромагнитного пульсатора.
5. Устройство электромагнитного пульсатора модуля «Майстар».
6. Функции блока электромагнитного пульсатора модуля «Майстар».

Содержание отчета:

1. Привести принципиальную схему электромагнитного клапана, описать его работу.
2. Описать рабочий процесс доильного аппарата на примере модуля «Майстар».
3. Указать функциональное назначение отдельных электромагнитных клапанов.

ТЕМА 7. УСТРОЙСТВО И РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС МОЛОКООХЛАДИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ УМ-2

Цель работы: изучить назначение, устройство основных узлов, рабочий процесс и основные правила эксплуатации холодильной установки УМ-2.

Материальное обеспечение: молокоохладительная установка УМ-2, учебные плакаты, инструмент.

Порядок изучения работы:

1. Изучить техническую характеристику молокоохладительной установки УМ.
2. Изучить назначение и устройство основных узлов молокоохладительной установки.
3. Изучить рабочий процесс молокоохладительной установки.
4. Изучить правила эксплуатации и меры безопасности при работе установки.
5. Составить отчет.

Время выполнения работы – 4 часа.

1. Назначение и техническая характеристика молокоохладительной установки УМ

Установка УМ выполнена вида закрытого резервуара с непосредственным (прямым) охлаждением, стационарного типа. Выполняет охлаждение молока до температуры 4 ± 2 °С с одновременным нагревом воды для санитарно-бытовых целей (при использовании рекуператора) и охлаждения молока при этой температуре, а также автоматическую промывку молочной емкости после выгрузки молока.

Область применения – молочно-товарные фермы, комплексы и пункты приема молока. Установки также могут применяться в молочной и других отраслях пищевой промышленности для охлаждения и хранения жидких пищевых продуктов плотностью до 1100 кг/м^3 . Установка работает от сети переменного тока с частотой 50 Гц с напряжением 380 В.

Основные технические данные и характеристики установки приведены в таблице 6.

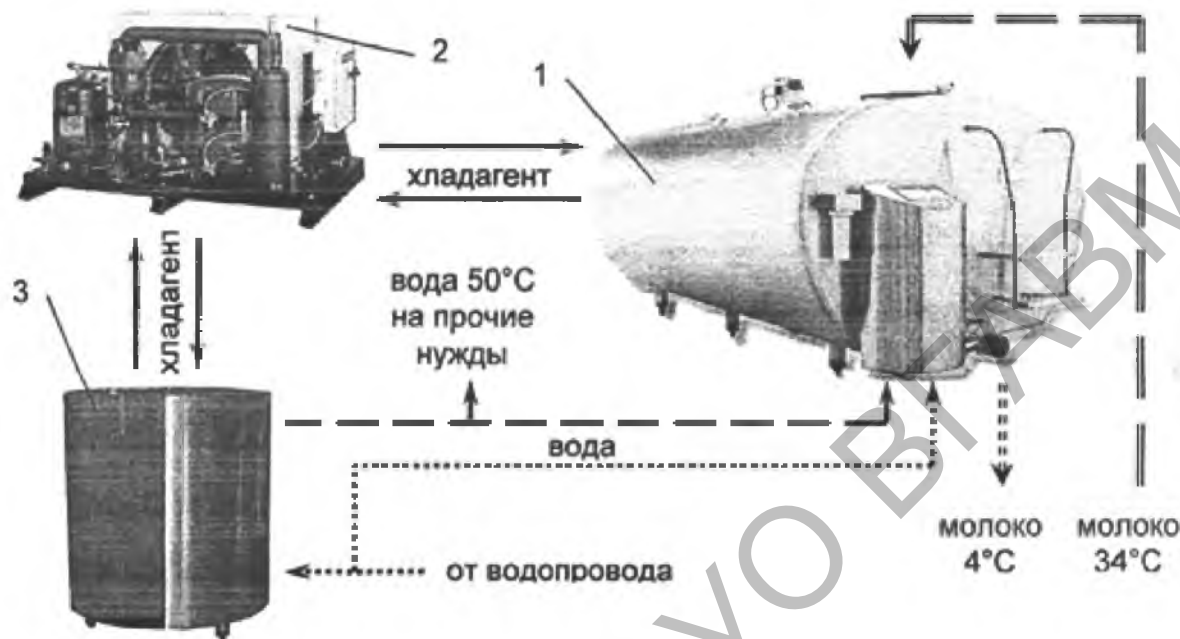
2. Назначение и устройство основных узлов изделия

Назначение: Установка УМ предназначена для сбора и охлаждения молока после окончания доения, а также для временного хранения молока до его перевозки на дальнейшую переработку. Установка выполняет непосредственное охлаждение молока от температуры 34°C до 4°C с одновременным нагревом воды для санитарно-бытовых нужд, а также автоматическую промывку молочной емкости после выгрузки молока [15].

Таблица 6 – Основные технические данные и характеристики УМ

Наименование показателя	Марка установки								
	УМ-2	УМ-3	УМ-4	УМ-5	УМ-6	УМ-8	УМ-10	УМ-12	УМ-15
1. Номинальная вместимость молочной емкости, л	2100	3100	4400	5000	6150	8200	10000	120000	15000
2. Количество перемешивающих устройств	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3. Количество компрессорно-конденсаторных агрегатов	1	1	1	2	2	2	4	4	4
4. Температура охлажденного молока, °С	4±2								
5. Продолжительность цикла охлаждения, ч.	3								
6. Средняя холодопроизводительность при охлаждении молока от 35°С до 4°С	12,7	17,7	24,4	28,5	35,6	48,8	58	68	87
7. Вместимость емкости рекуператора, л	400	400	400	600	600	900	900	900	900
8. Температура воды в рекуператоре после охлаждения молока, °С	50								
9. Удельный расход электроэнергии кВт*ч./м³	10								
10. Габаритные размеры охладителя	3150	2850	3450	3800	3480	4400	4600	5350	6510
	1350	1700	1820	1820	2120	2120	2260	2260	2260
	1650	2000	2000	2000	2250	2250	2400	2400	2400
11. Хладагент	Р 404А								
12. Обслуживающий персонал, чел.	1								
13. Установленная мощность электрооборудования, кВт не более, в том числе: компрессорно-конденсаторный агрегат	6,8	9,2	11,2	15,2	17,6	22,3	29,3	31,5	42,3
	5,6	8	10	14	16	20	27,2	29,2	40

В состав установки входит следующее основное оборудование: охладитель (1), компрессорно-конденсаторный агрегат (2), рекуператор (3) (рисунок 28).



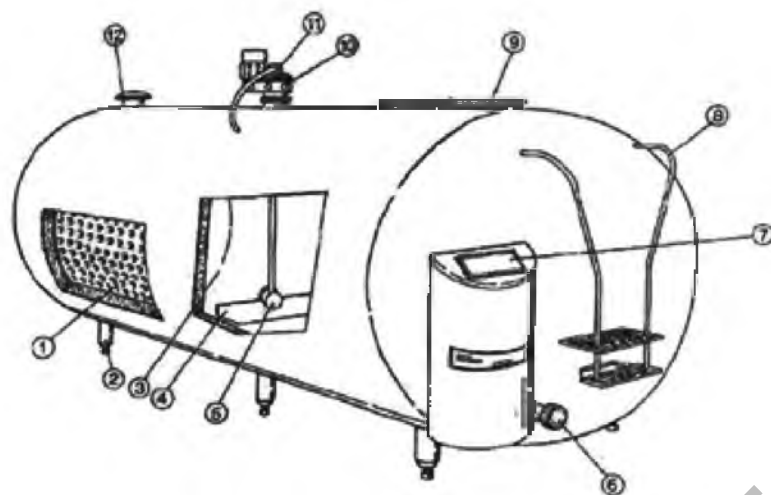
1 – охладитель молока; 2 – агрегат компрессорно-конденсаторный;
3 – рекуператор

Рисунок 28 – Общий вид установки

Охладитель (рисунок 29) представляет собой теплоизолированную емкость, сваренную из листовой нержавеющей стали.

К нижней части емкости прилегает испаритель (ИК). Внутри емкости расположена мешалка с моющей (разбрызгивающей) головкой, получающая вращение от мотор-редуктора. Моющий раствор подается к головке через гидромуфту. В верхней части емкости расположен развоздушник для сообщения ее с атмосферой и люкс крышкой для осмотра емкости. В крышке люка имеется отверстие, закрытое пробкой для ввода в емкость шланга подачи молока. На передней части емкости расположены: пульт управления, выходной патрубок и лестница. На задней стенке емкости расположены трубопроводы для подключения испарителя к компрессорно-конденсаторному агрегату.

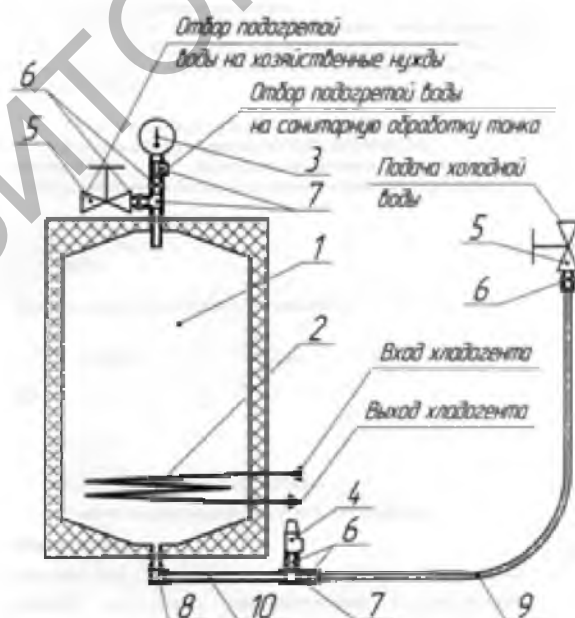
Компрессорно-конденсаторный агрегат представляет собой моноблок, состоящий из следующих узлов: компрессор, конденсатор воздушного охлаждения с вентиляторами, ресивер, фильтр-осушитель, смотровое стекло, электромагнитный клапан, запорные клапаны на входе и выходе из компрессора и выходе из ресивера, реле давления, распределительная коробка.



1 – емкость с испарителем; 2 – опоры; 3 – теплоизоляция; 4 – мешалка; 5 – моющая головка; 6 – выходной патрубок; 7 – пульт управления; 8 – лестница; 9 – люк; 10 – мотор-редуктор; 11 – гидромуфта; 12 – развоздушник

Рисунок 29 – Охладитель молока

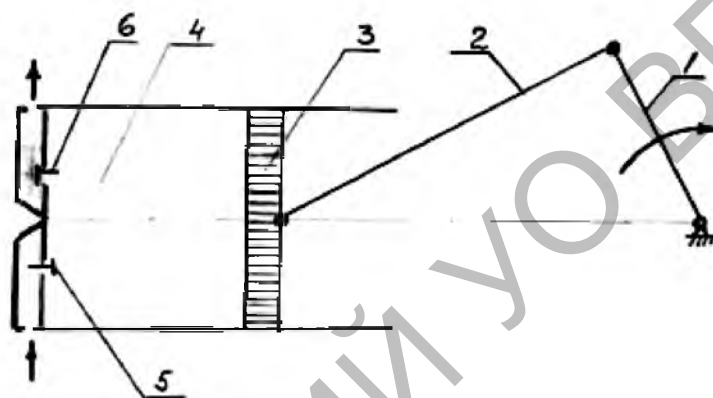
Рекуператор (рисунок 30) представляет собой теплоизолированную емкость со встроенным теплообменником. Холодная вода из системы водоснабжения подается в рекуператор через штуцер патрубков (10). Отбор подогретой воды осуществляется через кран (5). Температура подогретой воды определяется термометром (3). Подогрев воды осуществляется перегретыми парами хладагента системы охлаждения, проходящими через теплообменник (2).



1 – емкость; 2 – теплообменник; 3 – термометр; 4 – клапан предохранительный; 5 – кран шаровый; 6 – ниппель Ду 15; 7 – тройник Ду 15; 8 – угольник Ду 15; 9 – шланг с накидными гайками $\frac{1}{2}$; 10 – патрубок Ду 15

Рисунок 30 - Рекуператор

Компрессор в холодильной установке применяется для создания высокого давления в линии нагнетания. Среди широко применяемых компрессоров холодильных установок можно выделить поршневые, винтовые и спиральные компрессоры. Современные малые поршневые компрессоры работают по следующей схеме (рисунок 31). Кривошипно-шатунный механизм (1-2) получает вращательное движение от электродвигателя и преобразует его в возвратно-поступательные движения поршня (3). При движении поршня (3) вправо, внутри цилиндра (4) создается разрежение, которое способствует поступлению паров хладагента через всасывающий клапан (5) (выпускной клапан 6 закрыт). При движении поршня в обратном направлении впускной клапан закрывается, пары хладагента сжимаются.



1 – кривошип; 2 – шатун; 3 – поршень; 4 – цилиндр; 5 – впускной клапан;
6 – выпускной клапан

Рисунок 31 – Схема поршневого компрессора

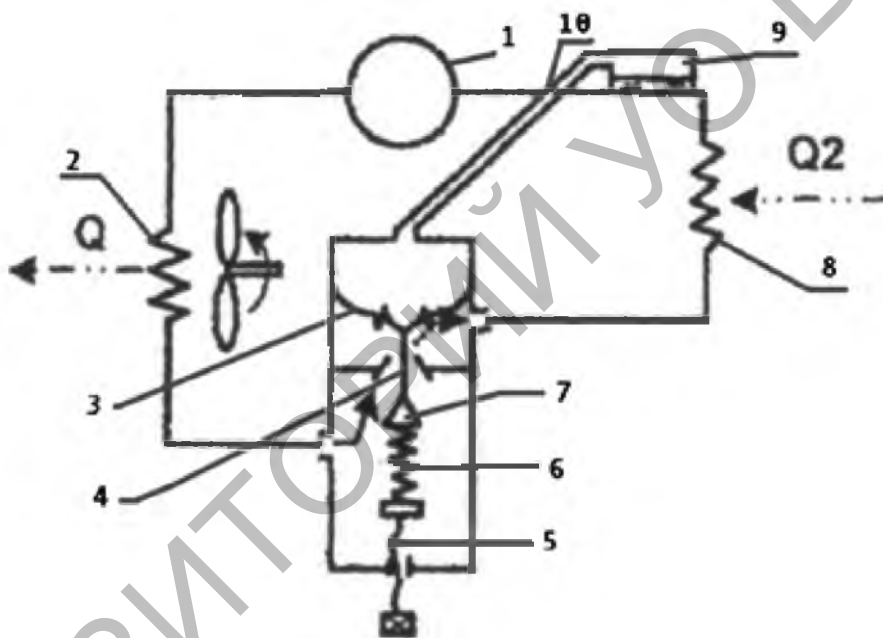
При достижении определенного давления сжатия открывается выпускной клапан и под высоким давлением хладагент поступает на охлаждение в конденсатор.

Следующим за компрессором основным узлом холодильной установки является конденсатор. Конденсатор представляет собой радиаторную поверхность, обдуваемую воздухом с помощью вентилятора. В конденсатор поступает газообразный хладагент с температурой около 80°C при давлении 0,8 МПа. При этом температура конденсации хладагента составляет $40\text{--}50^{\circ}\text{C}$.

В конденсаторе газообразный хладагент охлаждается ниже температуры конденсации. Для этого трубки с газообразным хладагентом охлаждаются воздухом с температурой около $20\text{--}25^{\circ}\text{C}$. Перегрев паров снижается при постоянном давлении. Затем появляются первые капли жидкости. Далее молекулы продолжают конденсироваться, и появляется все больше жидкости, остается все меньше паров. После конденсации всего хладагента жидкость под действием охлаждающего воздуха продолжает охлаждаться. Жидкий хладагент с температурой около $10\text{--}25^{\circ}\text{C}$ после конденсатора, попадая в испаритель с давлением 0,15 мПа, будет кипеть в любом случае.

Для регулирования процесса теплоотдачи от молока к хладагенту и затем в окружающее пространство используется терморегулирующий вентиль (ТРВ)

с переменным гидравлическим сопротивлением (рисунок 32). Основными элементами ТРВ являются: клапан (7), пружина (6) с винтом (5) мембрана (3) со штоком (4), термобаллон (9). Если тепловая нагрузка на испаритель будет незначительной (в охладителе мало молока или оно предварительно охлажденное), но на выходе испарителя будет в наличии некоторое количество жидкого хладагента, следовательно, давление паров хладагента будет снижаться в термобаллоне(9), что по капиллярной трубке (10) передается в надмембранную полость ТРВ. Мембрана под действием пружины (6) прикроет клапан (7) и поступление хладагента в испаритель уменьшится. Наоборот, при большой тепловой нагрузке извне, хладагент испаряется быстро и будет перегреваться, следовательно, его давление увеличится, что по капиллярной трубке передается на мембрану (3). Мембрана прогнется вниз, сожмет пружину (6) и откроет клапан (7). Поступление хладагента в испаритель увеличится. Регулировочным винтом (5) можно устанавливать конечную температуру молока.



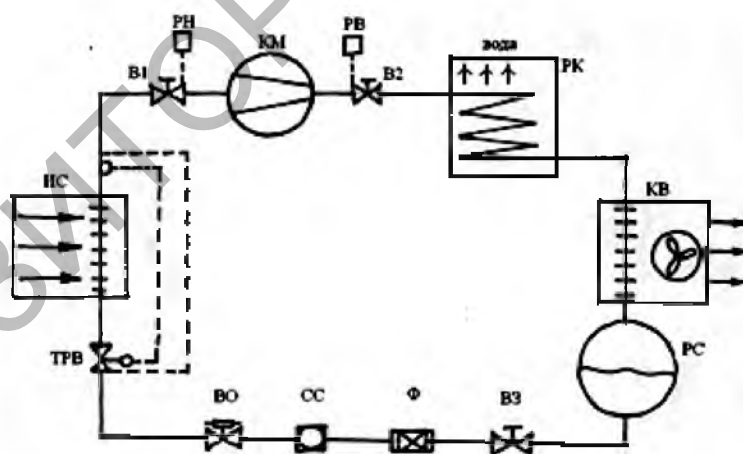
1 – компрессор; 2 – конденсатор; 3 – мембрана; 4 – шток; 5 – винт; 6 – пружина; 7 – клапан; 8 – испаритель; 9 – термобаллон; 10 – капиллярная трубка

Рисунок 32 – Терморегулирующий вентиль с переменным гидравлическим сопротивлением

При наличии четырех основных элементов (компрессора, конденсатора, испарителя и терморегулирующего вентиля) холодильная установка может функционировать. Однако в процессе эксплуатации могут возникать проблемы, решение которых возможно только при помощи вспомогательных узлов. К их числу относится фильтр-осушитель и ресивер. Фильтр-осушитель служит для отделения от хладагента механических примесей и влаги. В ресивере хранится запас хладагента для компенсации колебаний массового расхода жидкости.

3. Работа системы охлаждения

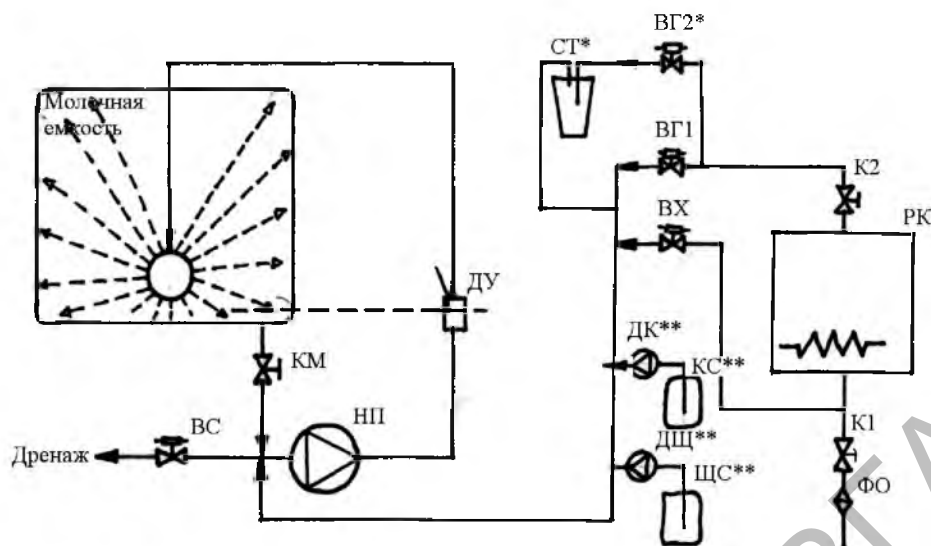
Система охлаждения обеспечивает охлаждение молока до установленного значения температуры (4°C) и поддержание этой температуры молока на протяжении всего срока хранения. После включения режима охлаждения включается привод вращения мешалки (мотор-редуктор) и, с задержкой по времени, компрессорно-конденсаторный агрегат. Далее система работает в автоматическом режиме (рисунок 33). Компрессор КМ всасывает из испарителя ИС охладителя молока перегретые пары хладагента и производит их сжатие, сопровождающееся повышением температуры. Охлаждение и конденсация паров хладагента происходит в рекуператоре РК за счет отвода тепла к нагреваемой воде, затем – в конденсаторе воздушного охлаждения КВ. Жидкий хладагент собирается в ресивер РС. Из ресивера РС жидкий хладагент через фильтр Ф, смотровой глазок СС и электромагнитный клапан ВО поступает в терморегулирующий клапан ТРВ, дросселируется, и поступает в испаритель ИС охладителя. В испарителе, отбирая тепло от молока, находящегося в молочной емкости, хладагент кипит. Для улучшения теплообмена молоко перемешивается мешалкой. По достижении температуры молока установленного значения электромагнитный клапан и компрессорно-конденсаторный агрегат отключаются, мешалка переходит в циклический режим работы (включение на 2 минуты через 13 минут) для поддержания равномерного распределения жира в молоке. При повышении температуры молока от установленного значения более чем на $0,8^{\circ}\text{C}$ автоматически включается система охлаждения, и молоко охлаждается до температуры 4°C .



КМ – компрессор;
РК – рекуператор;
КВ – конденсатор воздушный;
РС – ресивер;
Ф – фильтр осушитель;
СС – смотровой глазок;

ВО – электромагнитный клапан;
ТРВ – терморегулирующий клапан;
ИС – испаритель;
РН – реле низкого давления;
РВ – реле высокого давления;
В1...В3 – вентили запорные

Рисунок 33 – Система охлаждения



НП – насос промывки;

ДУ – датчик уровня;

ВС – вентиль слива;

РК – рекуператор тепла;

ФО – осадочный фильтр;

ВГ1 – вентиль горячей воды;

ВГ2* – вентиль горячей воды;

СТ* – стакан для моющих средств;

ВХ – вентиль холодной воды;

ДК** – дозатор кислотного средства;

ДЩ** – дозатор щелочного средства;

КС** – емкость с кислотным средством;

ЩС** – емкость со щелочным средством;

РГ – разбрызгивающая головка;

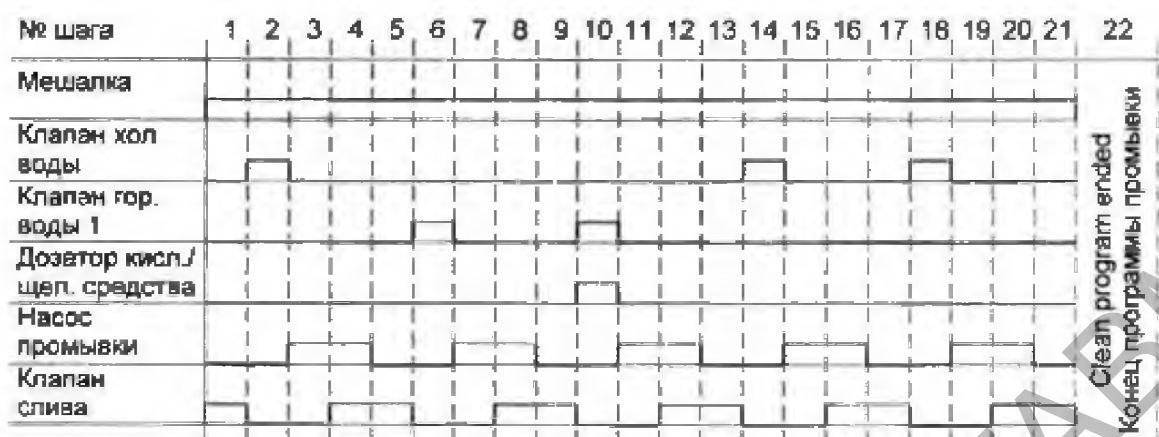
К1, К2 – кран вентильный

Рисунок 34 – Схема системы промывки

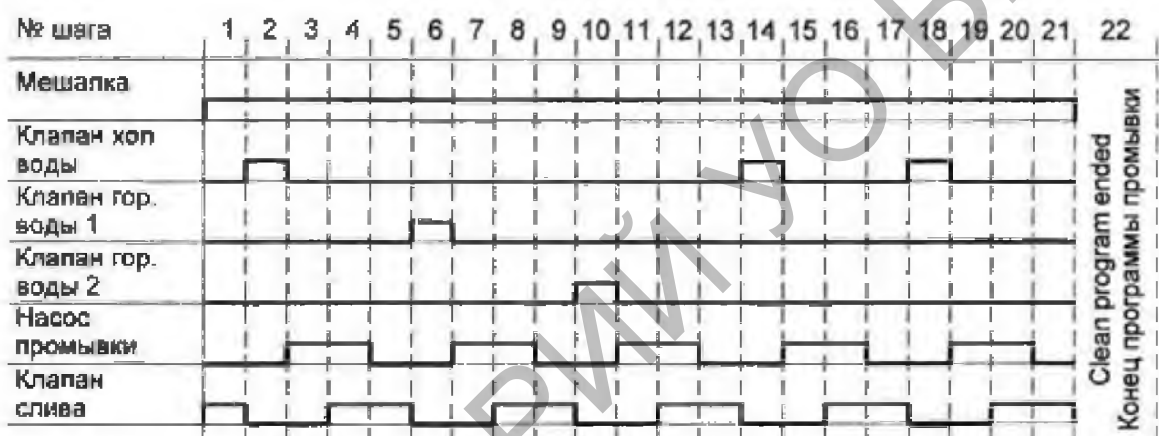
4. Работа системы промывки

Система промывки обеспечивает промывку молочной емкости после слива молока. Система промывки работает в автоматическом режиме по шагам в соответствии с циклограммой. Циклограммы работы системы промывки приведены на рисунке 35. Подача воды на промывку производится через вентиль ВХ или ВГ1 (ВГ2) в зависимости от № шага промывки. Набор воды продолжается до срабатывания датчика уровня ДУ, срабатывание происходит при заполнении емкости на 1 % номинального объема. Насос промывки НП включается в соответствии с программой промывки и обеспечивает подачу (моющего раствора) из емкости через гидромуфту, вал мешалки к разбрызгивающей головке, которая оmyвает все поверхности молочной емкости. Вода (моющий раствор) собирается в нижней части емкости и через открытый выпускной кран поступает в насос промывки. Вентиль слива обеспечивает слив отработанной жидкости в соответствии с программой промывки.

Циклограмма промывки с автоматической дозировкой моющих средств



Циклограмма промывки с ручной дозировкой моющих средств



- Шаг № 1 – слив остатков жидкости;
 шаг № 2 – набор холодной воды;
 шаг № 3,4 – ополаскивание;
 шаг № 5 – слив;
 шаг № 6 – набор горячей воды;
 шаг № 7,8 – ополаскивание горячей водой;
 шаг № 9 – слив;
 шаг № 10 – набор горячей воды с моющим раствором;
 шаг № 11,12 – промывка с моющим раствором;
 шаг № 13 – слив;
 шаг № 14 – набор холодной воды;
 шаг № 15, 16 – первое ополаскивание; шаг 17 – слив;
 шаг № 18 – набор холодной воды;
 шаг № 19,20 – второе ополаскивание;
 шаг № 21 – слив;
 шаг № 22 – конец программы промывки

Рисунок 35 – Циклограммы работы системы промывки

5. Органы управления и приборы

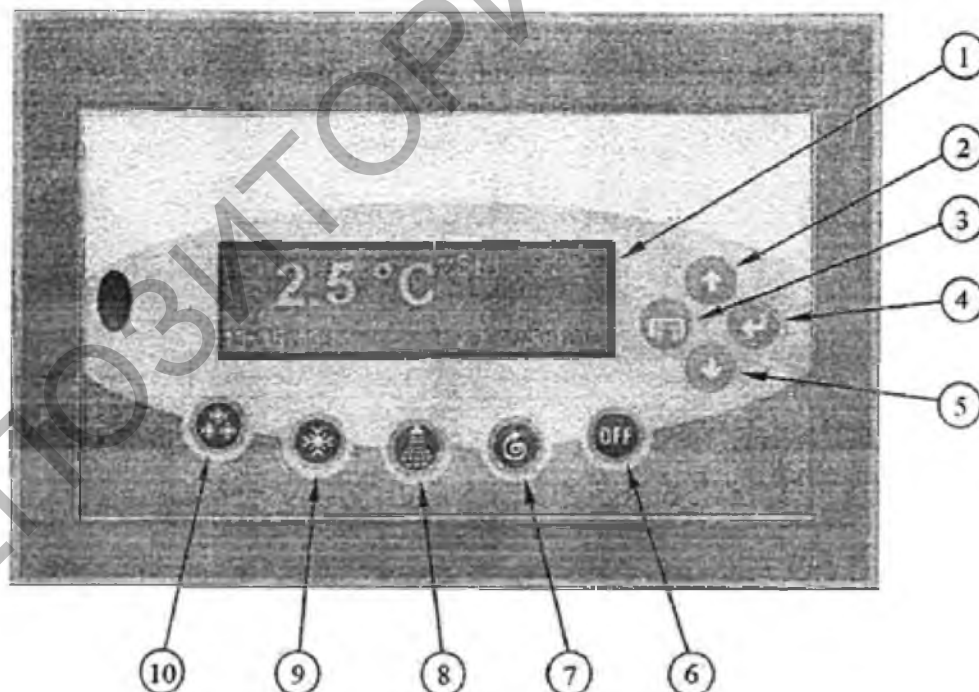
Система управления предназначена для автоматического управления работой установки в двух режимах: режиме охлаждения и хранения молока в охладителе, режиме промывки емкости охладителя. Система управления включает в себя силовой электрический шкаф, электронный блок управления, комплект кабелей для подключения датчиков и управляемых устройств.

Блок управления обеспечивает:

- задание значений технологических параметров работы установки;
- измерение и индикацию температуры молока и моющего раствора, обработку сигналов датчика температуры молока в режиме охлаждения и хранения, датчика уровня воды в режиме промывки;
- включение и выключение электрических двигателей и электромагнитных клапанов, входящих в состав исполнительных механизмов установки по заданной программе;
- индикацию состояния исполнительных механизмов установки (работу агрегата, мешалки, насоса системы промывки и электромагнитных клапанов, а также самотестирование и сигнализацию обрыва и короткого замыкания электрических цепей).

Функцией оператора является выбор режима работы и запуск/остановка процесса.

Все органы управления и индикации сосредоточены на передней панели блока управления, внешний вид которой представлен на рисунке 36.



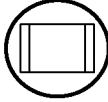
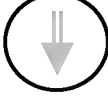
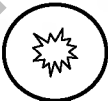
1 – жидкокристаллический индикатор; 2 – 10 – кнопки управления

Рисунок 36 – Внешний вид панели управления

ВНИМАНИЕ: ПРИ НАЖАТИИ КНОПОК УДЕРЖИВАЙТЕ ИХ В ТЕЧЕНИЕ 1С. ПОСЛЕ ЭТОГО ПРОИЗОЙДЕТ СРАБАТЫВАНИЕ, ЭТО ПОЗВОЛЯЕТ ИЗБЕЖАТЬ СЛУЧАЙНЫХ НАЖАТИЙ.

Если кнопки не активированы, через некоторое время дисплей потускнеет, после нажатия любой из кнопок дисплей снова засветится ярче. Назначение органов управления указано в таблице 7.

Таблица 7 – Назначение органов управления

№ п/п	Элемент	Значение
1	ЖК индикатор	Отображает следующие данные: • текущую температуру в емкости; • контрольную температуру; • тип выбранного моющего средства; • текущее время, текущая дата.
2		Перемещение вверх по меню; Увеличение параметра; Выбор контрольной температуры (нажатие в течение 4 секунд).
3		Доступ к меню изменения параметров
4		Подтверждение выбранных параметров и других данных во время настройки
5	 Клавиша «OFF»	Передвижение вниз по меню; Уменьшение выбранных параметров по настройке меню; Изменение моющего средства по желанию (нажатие в течение 4 секунд).
6		Выключить текущий режим; Вернуться в предыдущий раздел меню во время настройки.
7		Ручное перемешивание: • одно нажатие – время перемешивания 1 (Р 13) (стандарт: 2 мин.); • двойное нажатие – время перемешивания 2 (Р 14) (стандарт: 30 мин.).
8		Начало автоматической промывки
9		Охлаждение: • одно нажатие – начало автоматического охлаждения; • двойное нажатие – начало глубокого охлаждения.
10		Предварительное охлаждение (возможно только для охладителей, имеющих генератор ледяной воды и предохладитель).

6. Правила эксплуатации и регулировки

Эксплуатация установки разрешается при температуре окружающего воздуха от плюс 5⁰С до плюс 32⁰С и относительной влажности до 80 %.

Помещение, в котором эксплуатируется установка, должно быть оборудовано средствами для тушения пожара. В случае возникновения пожара его ликвидация должна производиться только порошковыми огнетушителями.

При эксплуатации установки в целях экономии электроэнергии рекомендуется прием молока первого удоя производить вечером, а второго – утром.

Перед выгрузкой молока необходимо произвести его перемешивание в течение 2 минут, включив в работу мешалку.

После выгрузки молока в цистерну незамедлительно должна быть проведена промывка емкости охладителя по полной программе.

В зимнее время отверстие в стене напротив конденсатора воздушного охлаждения необходимо полностью или частично закрыть, для того, чтобы часть тепла поступала в машинное отделение и температура охлаждающего воздуха в зоне расположения компрессорно-конденсаторного агрегата не опускалась ниже плюс 5⁰С. При несоблюдении данного условия работа агрегата допускается только после установки дополнительного пояскового обогревателя картера компрессора.

Система управления установки позволяет при необходимости регулировать температуру молока, при которой происходит отключение и включение в работу агрегата в режимах охлаждения и хранения, периодичность работы мешалки в режиме хранения, а также продолжительность этапов промывки.

Шаги установки параметров:

1. Нажмите на кнопку  для входа в настройки.

2. Выберите требуемый раздел при помощи кнопок  и .

3. Нажмите на кнопку  для входа в раздел.

4. При необходимости повторите шаг 2 до выбора изменяемого параметра.

5. Измените значение параметра при помощи кнопок  и .

6. Нажмите на кнопку  для подтверждения заданного значения.

7. Нажмите на кнопку  или  для перехода к другому параметру в

текущем разделе или кнопку  для выхода из текущего раздела.

8. Повторяйте шаги 2 – 7 для установки других параметров.

9. Последовательно нажимайте кнопку  до выхода из меню настроек.

7. Требования безопасности

Эксплуатацию установки производить в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» и настоящим руководством по эксплуатации.

К работе по эксплуатации и обслуживанию электрооборудования установки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности работы на установке, имеющие соответствующую техническую подготовку в соответствии с требованиями действующих правил по технике безопасности при эксплуатации электроустановок и ознакомленные с настоящим руководством.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ УСТАНОВКИ БЕЗ ЕЕ ЗАЗЕМЛЕНИЯ.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ОТКРЫВАТЬ КРЫШКУ ЛЮКА ПРИ РАБОТЕ СИСТЕМЫ ПРОМЫВКИ.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРОВОДИТЬ РАБОТЫ, СВЯЗАННЫЕ С ТЕХНИЧЕСКИМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ И УСТРАНЕНИЕМ НЕИСПРАВНОСТЕЙ БЕЗ ОТКЛЮЧЕНИЯ УСТАНОВКИ ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ.

Работы внутри емкости должны производить не менее двух человек, один из которых должен находиться вне емкости и вести наблюдение за безопасностью выполнения работ. После окончания работ внутри емкости необходимо произвести промывку в автоматическом режиме с применением дезинфицирующего средства.

Работы с хладоном: дозаправка агрегата, слив хладагента из контура и т.д., необходимо выполнять с соблюдением требований ГОСТ 8502-93.

При работе с моющими средствами избегать их попадания на кожу и глаза. Защитить кожу рук резиновыми перчатками. При попадании моющих средств тщательно промыть пораженное место проточной водой.

Не допускается перемещать установку:

- без отключения от электросети;
- без отключения от холодильной системы;
- без отключения от водопровода;
- с заполненной молочной емкостью.

Слив в канализацию жидких отходов после промывки молочной емкости должен осуществляться способом, обеспечивающим возможность наблюдения и очистки от засорения, исключающим образование скользкой поверхности, а также обеспечивающим защиту окружающей среды от загрязнений.

Контрольные вопросы:

1. Назначение холодильной установки УМ.
2. Основные технические данные установки УМ.
3. Основные узлы молокоохладительной установки УМ.
4. Как устроен и работает охладитель молока?

5. Как устроен и работает рекуператор молока?
6. Как устроен и работает поршневой компрессор?
7. Как устроен терморегулирующий вентиль?
8. Как работает система охлаждения установки?
9. Как работает система промывки установки?
10. Правила эксплуатации и регулировки установки.
11. Меры безопасности при работе холодильной установки.

Содержание отчета:

1. Назначение и основные технические данные молокоохладительной установки.
2. Основные узлы и системы холодильной установки.
3. Технологический процесс работы основных систем холодильной установки.

ТЕМА 8. БИОГАЗОВЫЕ И ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Цель работы: изучить назначение, принцип работы и устройство биогазовых и ветроэнергетических установок.

Материальное обеспечение: мультимедийная установка, плакаты.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить состояние био- и ветроэнергетики в Республике Беларусь и других странах мира.
2. Изучить назначение, устройство и принцип действия биогазовых установок.
3. Изучить назначение, устройство и принцип действия ветроэнергетических установок.
4. Составить отчет о работе. Дать оценку перспектив использования биогазовой и ветроэнергетики.

Время выполнения работы – 2 часа.

1. Развитие ветро- и биоэнергетики в Республике Беларусь и других странах мира

В конце 2010 г. высший орган исполнительной власти Евросоюза опубликовал новый энергетический сценарий Евросоюза, согласно которому к 2020 г. на долю **ветроэнергетики** в Евросоюзе будет приходиться 136 ГВт установленной мощности электроэнергии, это 41 % всех новых энергогенерирующих установок. По состоянию на начало 2012 г. в мире суммарная мощность ветроэнергетических установок (ВЭУ) увеличилась на 21 % (до 238,35 ГВт) по сравнению с аналогичным показателем 2010 г. В географическом разрезе лидером по данному показателю оставалась Европа, за ней следовали Тихоокеанский регион и Северная Америка.

Таблица 8 – Суммарная мощность ВЭУ в мире, ГВт

	Всего в 2010 г.	Установленная в 2011 г.	Всего в 2011 г.
Всего	197,64	41,24	238,35
Европа	86,65	10,28	96,62
Тихоокеанский регион	63,62	21,64	85,26
Северная Америка	44,31	8,08	52,18
Латинская Америка	2,0	1,21	3,2
Африка, Ближн. и Средн. Восток	1,07	0,03	1,1

В 2011 г., несмотря на проблемы глобальной экономики, развитие отрасли практически не замедлилось; в целом за год было введено в эксплуатацию более 36 ГВт ВЭУ (в 2010 г. – 38,8, в 2009 г. – 38,6, в 2008 г. – 26,5). Обращает на себя внимание тот факт, что в указанном году в Китае было установлено 50 % мировой мощности новых ВЭУ. В итоге в начале нового десятилетия среди стран, обладающих наиболее развитой ветроэнергетикой, выделялись Китай (26,3 % мировой мощности ВЭУ), США (19,7 %) и ФРГ (12,2 %).

По сообщению компании Bloomberg New Energy Finance [10], прирост совокупной мощности больших ветроустановок в 27 странах ЕС достиг в 2012 году рекордной величины – 9,3 ГВт в год. В тех странах, где сейчас наблюдается рост цен на энергоносители, где высокая степень износа старых топливных электростанций, есть потребность в энергонезависимости и необходимы ресурсы, также будет развиваться ветроэнергетика.

Таблица 9 – Суммарная мощность ВЭУ в 10 ведущих странах мира в 2011 г.

	Суммарная мощность, ГВт	Доля в мировой мощности, %
Китай	62,73	26,3
США	46,92	19,7
ФРГ	29,06	12,2
Испания	21,67	9,1
Индия	16,08	6,7
Франция	6,8	2,9
Италия	6,75	2,8
Великобритания	6,54	2,7
Канада	5,27	2,2
Португалия	4,08	1,7

Самая крупная в стране **биогазовая установка** (БГУ) немецкого производства мощностью 4,8 МВт построена в Беларуси в СПК «Рассвет» Кировского района. До 2020 года планируется построить еще 25 таких же объектов. Благодаря запуску биогазовой установки, тепличное хозяйство СПК может

полностью отказаться от использования для обогрева теплиц в зимний период дорогостоящего газа, ежегодно экономить на этом около Br100 млрд. Произведенная на биогазовой установке в СПК «Рассвет» электроэнергия имеет себестоимость около 3,5 цента за кВт/ч, в отличие от энергии в объединенной системе страны, себестоимость которой 9,7 цента, что позволяет говорить о высокой эффективности проекта. Объем произведенной здесь электроэнергии будет полностью удовлетворять нужды всего Кировского района.

Крупнейший в мире комплекс по превращению метана животного происхождения начал работать в Китае. Электростанция расположена во Внутренней Монголии. Ее стоимость – 5,7 млн долл. Сырье поступает от крупнейшего производителя молока в Китае, компании «Менгню деари». В национальную энергосистему благодаря этому объекту дополнительно поступит 10 млн кВт/ч.

Технологию и оборудование предоставила Германия. Электростанция перерабатывает навоз, мочу и сточные воды из хозяйств молочной фермы, где содержится 10 тыс. коров. Ежедневно этот новый промышленно-энергетический объект может получать 12 тыс. куб. метров метана и вырабатывать 30 тыс. кВт/ч электричества. Кроме того, полученная тепловая энергия пойдет на обогрев ферм. Дополнительно данный энергетический объект будет ежегодно получать 200 тыс. тонн органических удобрений.

Специалисты утверждают, что метан – это второй основной источник так называемого парникового эффекта после углекислого газа – CO_2 . В течение жизни корова в среднем вырабатывает 80-110 килограммов этого газа. В мире насчитывается 1,2 млрд голов крупных жвачных животных, которые ежегодно вырабатывают около 80 млн тонн метана, это примерно 28 % от того количества метана, которое связано с деятельностью человека. По оценке Международной продовольственной организации (ФАО), животноводство обеспечивает 18 % всех парниковых газов планеты.

2. Назначение, устройство и принцип действия биогазовых установок

2.1. Анаэробная переработка биомассы

Биомассой принято называть все то, из чего состоят растения и животные. Биогаз – это продукт анаэробного разложения (без доступа кислорода) метановыми бактериями веществ растительного и животного происхождения. Основным сырьем для получения биогаза является навоз, птичий помет, кукуруза, трава, овощные отходы. Биогаз состоит из метана (65 %), углекислого газа (30 %), водорода (1 %) и небольшого количества азота, кислорода. 1 м³ биогаза по теплоте эквивалентен 4 кВт/час электроэнергии, 3,5 кг дров, 1,5 кг каменного угля.

Выделяют три режима анаэробного процесса в зависимости от температуры и времени брожения, при котором эффективность действия метановых бактерий наиболее высока:

- психрофильный – до 20°C (30–40 суток);
- мезофильный – 30–35°C (10–20 суток);
- термофильный – 50–60°C (3–8 суток).

При низком уровне температур, до 20°C, происходит психрофильное брожение. Жизнедеятельность этой группы бактерий происходит в теплое время года. Примером психрофильного брожения может служить разложение биомассы в трясине болот с образованием «болотного газа», который есть не что иное, как биогаз.

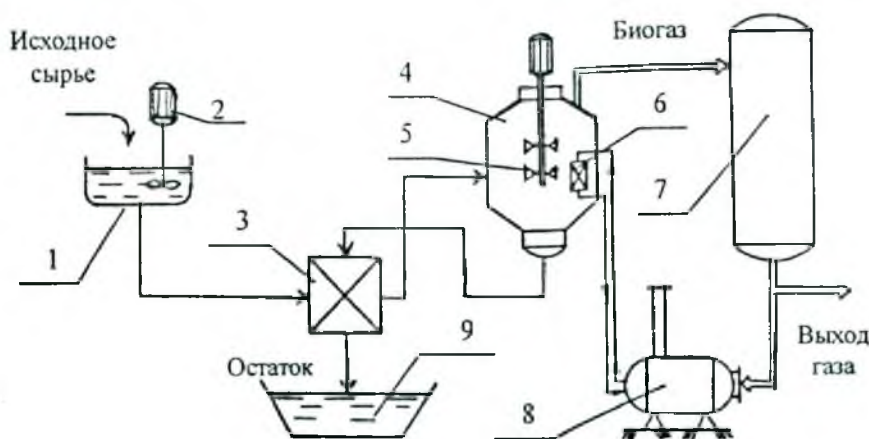
При среднем уровне температур 30–35°C развивается мезофильная группа бактерий. Оптимальным считается значение температуры 32–34 °C. Высокий (50–60 °C) уровень температур обуславливает термофильное брожение. Оптимальной здесь считается температура в пределах 52–55°C.

Мезофильное и термофильное брожение не может идти без дополнительных затрат энергии на поддержание заданной температуры процесса. Анаэробные бактерии очень болезненно отзываются не только на величину, но и на резкое изменение температуры. Повышение температуры приводит к увеличению скорости выхода биогаза, следовательно, к уменьшению времени полного разложения биомассы. Так, увеличение температуры процесса на 5°C удваивает скорость выхода биогаза.

При анаэробном метановом сбраживании навоза решаются три важные задачи. Первая состоит в том, что производится хороший энергоноситель – биогаз. Второй полезный эффект – экологический. В сброженной массе обезвреживаются семена сорняков и ликвидируются болезнетворные микроорганизмы. Третий выигрыш заключается в том, что после анаэробной обработки получается высокоэффективное органическое удобрение повышенной биологической активности.

2.2. Биогазовые установки

Типовая биогазовая установка, представленная на рисунке 37, работает по следующему принципу. Навозные стоки влажностью 90-93 % (исходное сырье) поступают в сборник сырья (1), оборудованный мешалкой-измельчителем (2), где доводятся до однородной консистенции и заданной плотности. При этом из полученной массы удаляются крупные примеси. Далее, проходя через обменник-утилизатор (3), исходное сырье подогревается и подается в метантенк (4), где происходит процесс анаэробного сбраживания. Для активного брожения необходимо периодическое перемешивание перерабатываемой массы и поддержание заданной температуры внутри метантенка.



1 – сборник сырья, 2 – мешалка-измельчитель, 3 – теплообменник-утилизатор, 4 – метантенк, 5 – мешалка, 6 – теплообменник-подогреватель, 7 – газгольдер, 8 – водогрейный котел, 9 – навозохранилище

Рисунок 37 – Принципиальная схема БГУ

Для поддержания температуры в метантенке установлен теплообменник-подогреватель (6), в который подается горячая вода от водогрейного котла (8). Метантенк заполняется навозной массой на 80 % объема. В верхней, незаполненной части, скапливается биогаз, который постоянно отбирается и подается в газгольдер (7), где временно хранится. Из газгольдера биогаз поступает в топку котла (8) и на выход для внешнего использования. Сброженный остаток, выходящий из метантенка, имеет температуру режима брожения. В теплообменнике (3) он отдает тепловую энергию исходному сырью и поступает в навозохранилище (9).

В условиях ОАО «Гомельская птицефабрика» для переработки используется помет от 250000 кур-несушек, удаляемый по транспортерным лентам с содержанием сухого вещества (СВ) 20 % - 37,5 т/день; помет от 250000 кур-несушек, удаляемый водой с содержанием СВ 4 % - 50 т/день; навоз от крупного рогатого скота с незначительным количеством соломы с содержанием СВ 10 % - 5 т/день. Вода при данном составе не требуется.

Один субстрат может быть заменен другим. Могут без проблем быть использованы кормовые отходы. В дальнейшем подлежит проверке возможность использования в качестве субстрата БГУ жирной и флотационной жижи с бойни, которая отличается высоким энергетическим потенциалом. Максимальное количество загружаемого субстрата в день – 92,5 тонны.

2.3. Использование биогаза. Пример расчета

Производительность выработки газа зависит преимущественно от свойств субстрата. Количество газа из смеси субстрата составляет примерно 3520 м³/сут. Энергоспособность биогаза можно принять 6,0 кВтч/м³.

Чтобы непрерывно поступающий биогаз можно было эффективно использовать, необходим газонакопитель. На применяемых БГУ в Республике Беларусь биогаз хранится в газонакопителе с двойной мембраной, который уста-

навливается на ферментаторе. Биогаз может сжигаться без дополнительной обработки.

В биогазовых установках биогаз полностью реализуется в энергоблоке. Это двигатель внутреннего сгорания, работающий на биогазе, который приводит в действие генератор для производства электрической энергии. При этом тепло, образующееся из охлаждающей жидкости двигателя и выхлопных газов, передается посредством теплообменника различным потребителям, таким как ферментатор и теплоцентраль БГУ.

Для биогазовой установки, энергоблок которой имеет электрическую производительность 330 кВт (степень эффективности 38 %) и тепловую производительность 356 кВт (степень эффективности 42 %), общая степень эффективности составляет примерно 80 %.

Таким образом, получается следующая производительность:

- общая подведенная энергия $3520 \text{ м}^3 \text{ биогаза в день} \times 6,0 \text{ кВтч /м}^3 = 21120 \text{ кВтч}$;

- $21120 \text{ кВтч} \times 38 \% \text{ электрической эффективности}$ соответствует теоретическому производству электроэнергии примерно 8025 кВтч в день (максимально возможное при круглосуточной работе 7920 кВтч в день);

- $21120 \text{ кВтч} \times 42 \% \text{ тепловой эффективности}$ соответствует теоретическому производству тепловой энергии примерно 8870 кВтч в день (максимально возможное при круглосуточной работе – 8540 кВтч. в день).

С учетом вычета собственной потребности энергии в зимнее время при -25°C 5750 кВтч в день остающееся тепло составляет $8540 \text{ кВтч} - 5750 \text{ кВтч} = 2790 \text{ кВтч}$ в день в виде горячей воды примерно $85-90^\circ\text{C}$, что соответствует 240 л жидкого топлива в день.

Отработанный материал полностью используется как экологически чистое, без сорняков, жидкое удобрение.

3. Назначение, устройство и принцип действия ветроэнергетических установок. Классификация и общая схема ветроустановки

Ветроэнергетическая установка или ветроустановка (ВУ) – это комплекс технических устройств для преобразования кинетической энергии ветра в другой вид энергии. В состав ВУ обязательно входит ветродвигатель (1) (рисунок 38), который приводит в действие несколько рабочих машин (2), аккумулирующее устройство (3) и системы автоматического управления и регулирования режимов работы (4).

Различают ветроустановки специального назначения (водоподъемные или насосные, электрические, зарядные, мельничные, ветротепловые и др.) и комплексного применения (ветросиловые и ветроэлектрические). В силовых ветроустановках от механической трансмиссии ветродвигателя приводятся в движение исполнительные машины. В электрических ветроустановках вырабатывается электрическая энергия, которая используется для привода машин и агрегатов, аккумулируется или отдается в сеть общего пользования. Этот путь

использования энергии ветра является наиболее эффективным. Предъявляемые при этом требования к частоте и напряжению вырабатываемой электроэнергии наиболее жесткие при работе ветроустановки в рамках единой энергосистемы и не очень жесткие при использовании ее для нужд автономных потребителей (освещение, электронагрев, электропривод отдельных машин). Так как периоды без ветра или слабого ветра неизбежны, то автономные ветроэлектрические установки для бесперебойного обеспечения потребителей электроэнергией должны иметь аккумуляторы для запаса энергии. Запасенная в аккумуляторах электроэнергия преобразуется в переменный ток с заданными параметрами. Известны ветроустановки мощностью от 100 Вт до 1000 кВт.

Ветродвигатель – двигатель, преобразующий кинетическую энергию ветра в механическую (энергию вращательного движения).

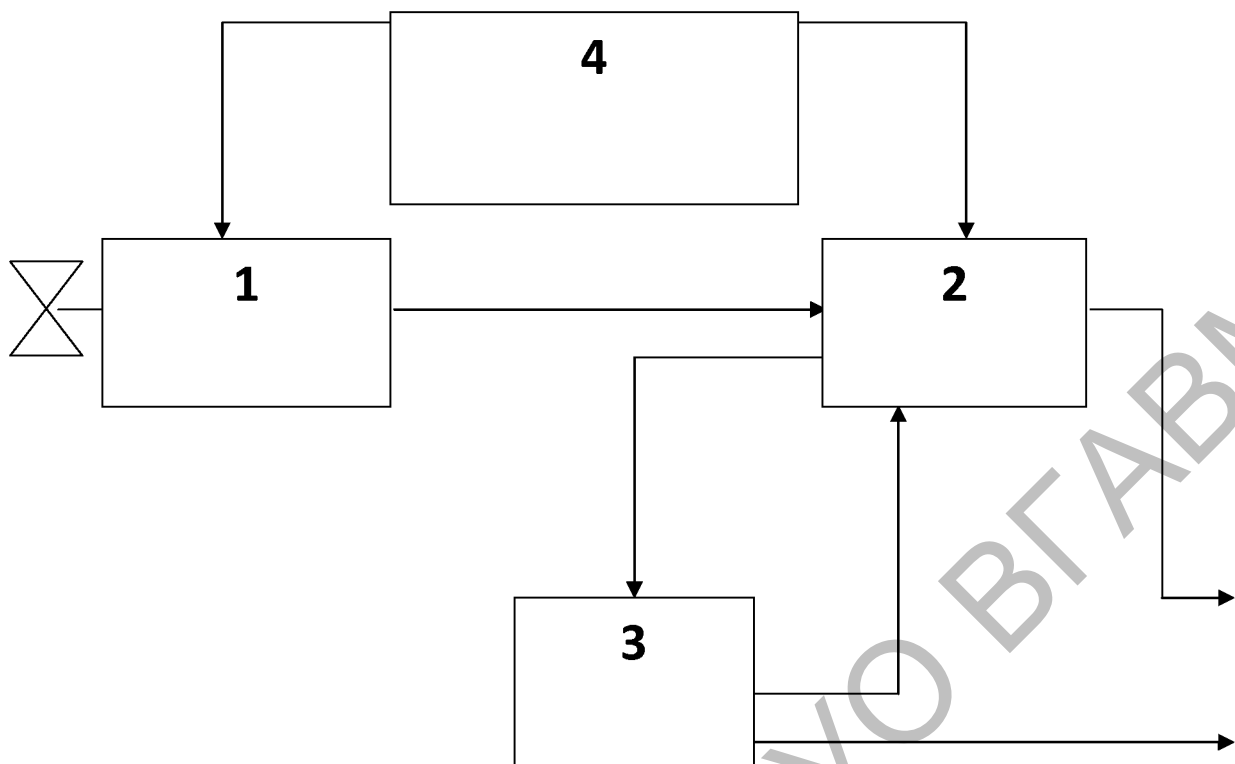
В качестве рабочего органа ветродвигателя, воспринимающего энергию ветрового потока и преобразующую ее в механическую энергию вращения вала, применяют ветроколесо, барабан с лопастями, ротор и др. В современных ветродвигателях чаще всего используются ветровые колеса различных конструкций.

Ветродвигатели бывают с вертикальной и горизонтальной осью вращения ветрового колеса. Наибольшее распространение получили крыльчатые ветродвигатели с горизонтальной осью, в которых колесо и плоскость его вращения перпендикулярны ветровому потоку, обычно они рассчитаны на фронтальный поток воздуха и бывают двух-, трех- и многолопастными.

В зависимости от числа лопастей различают ветроколеса: быстроходные (менее 4), средней быстроходности (от 4 до 8), тихоходные (более 8 лопастей).

Ветродвигатели с тихоходным ветроколесом развивают значительную мощность при относительно слабом ветре и максимума мощности достигают при небольших оборотах. Ветродвигатели с быстроходным ветроколесом достигают максимальной мощности при больших оборотах и больше времени требуется для выхода на этот режим. Поэтому первые используются, например, в ветронасосных установках и даже при слабом ветре сохраняют работоспособность, а вторые – в ветроэлектрических установках, где требуется высокая частота вращения электрогенератора.

Ориентация ветроколеса по направлению ветра у ветродвигателей осуществляется автоматически хвостовым оперением (у двигателей малой мощности), с помощью электромеханической системы по сигналу от датчика направления ветра. Действие различных систем автоматического регулирования основаны на изменении аэродинамических характеристик лопастей или всего ветроколеса в соответствии с действующей скоростью ветра, частотой вращения ветроколеса и значением нагрузки.



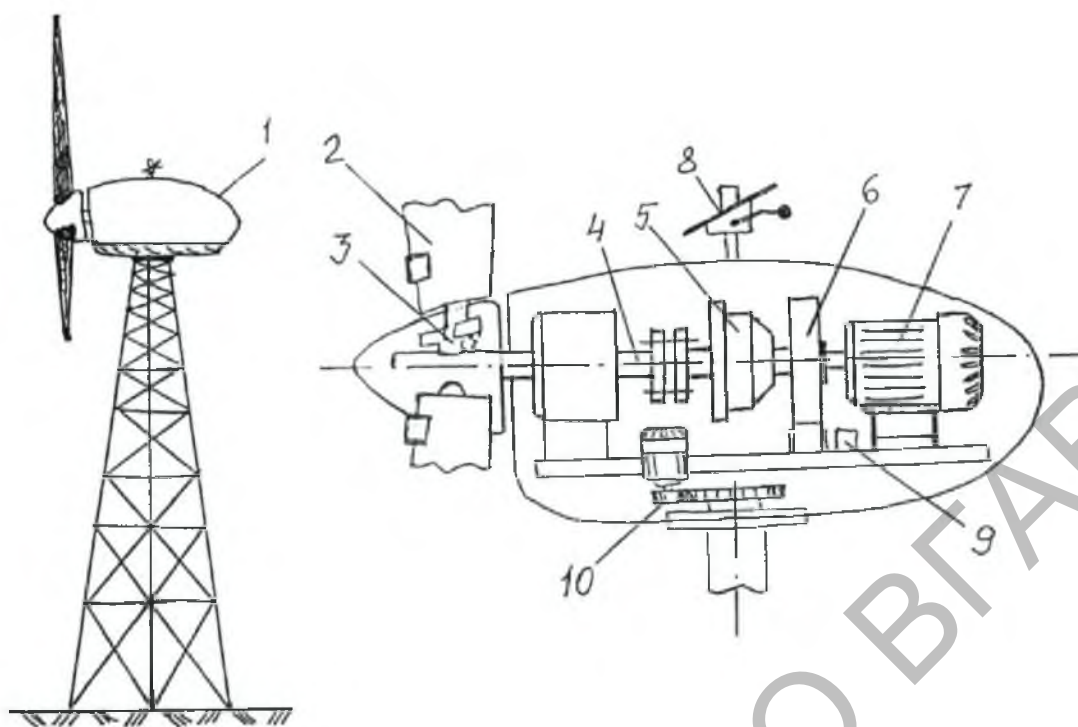
1 – ветродвигатель; 2 – рабочая машина; 3 – аккумулярующее устройство; 4 – система автоматического управления и регулирования режимов работы

Рисунок 38 – Схема ветроэнергетической установки

1.2. Описание и технические характеристики ветроустановок (на примере VL-45)

Ветроустановка VL-45 (рисунок 39) относится к агрегатам относительно большой мощности. Она работает следующим образом. Когда скорость ветра находится в рабочем диапазоне, по сигналу датчика скорости и направления ветра система управления (СУ) выдает команду механизму ориентации и агрегатная часть ветроэлектрической установки (ВЭУ) ориентируется на ветер. После окончания ориентации система управления дает команду освободить тормоз основного вала и ветроколесо начинает вращаться. Когда достигаются нужные обороты, СУ подключает генератор к электросети.

Постоянство вращения ветроколеса обеспечивается за счет изменения угла расположения лопастей центробежным регулятором, ВЭУ оснащена системой контроля скорости и направления ветра, частоты вращения генератора, вибраций, температуры редуктора и генератора, состояния тормоза, напряжения и частоты тока и количества вырабатываемой электроэнергии. Предусмотрена автоматическая остановка ветроколеса в случае отключения значения контролируемых параметров от заложенных в программе управления.



1 – общий вид установки; 2 – лопасть ветроколеса; 3 – центробежный регулятор; 4 – основной вал; 5 – планетарный редуктор; 6 – тормоз; 7 – генератор; 8 – датчик направления и скорости ветра; 9 – вибродатчик; 10 – механизм ориентации.

Рисунок 39 – Конструктивная схема ВЭУ VL-45

1.3. Условия, определяющие технические требования к ветродвигателям

Конструкции ветродвигателей разрабатывают применительно к тем условиям, в которых они будут работать. К этим условиям относятся ветровой режим данного района, рельеф местности, на которой будет применяться электродвигатель.

В районах с высокими скоростями ветра (среднегодовая скорость выше 5 м/с.) необходимо устанавливать ветродвигатели с малым числом лопастей, отличающихся значительной плотностью. В районах, где среднегодовые скорости ветра ниже 4,5 м/с., целесообразно устанавливать многолопастные ветродвигатели, которые могут работать и при слабом ветре.

Рельеф местности (холмы с обрывистыми склонами, а также леса, строения и т.п.) вызывает необходимость строить высокие башни, чтобы вынести ветроколесо выше препятствий, нарушающих нормальный поток ветра. Башни в таких районах целесообразно строить высотой 15 - 40 м, в степных - высотой 6 - 10 м.

Генераторы переменного тока требуют постоянной скорости вращения, поэтому ветродвигатели, работающие на них, а также машины, технологический процесс которых не допускает переменной скорости, должны быть оборудованы регулирующими устройствами, которые обеспечивают постоянство оборотов рабочих машин.

Ветродвигатели, работающие на генераторе постоянного тока с целью зарядки аккумуляторных батарей, не нуждаются в строгой равномерности числа оборотов, так как аккумуляторная батарея допускает некоторые колебания в числах оборотов генератора, дающего необходимое напряжение для зарядного тока. Поэтому в данном случае требуется лишь ограничение числа оборотов для предохранения ветроколеса от разноса, а генератора – от перегрузки.

Контрольные вопросы:

1. Опишите современные направления в развитии ветро- и биоэнергетики.
2. Какие бывают режимы анаэробного брожения в зависимости от температуры и времени брожения?
3. Какие решаются задачи при анаэробном сбраживании навоза?
4. Какое назначение биогазовых установок?
5. Какие основные узлы входят в технологическую схему биогазовой установки?
6. Что такое ветроэнергетическая установка и какие элементы она включает?
7. Для чего необходим аккумулятор в автономной ветроэнергетической установке?
8. Какое назначение ветродвигателя и его основной рабочий орган?
9. Каким образом поддерживается постоянство скорости вращения ветроколеса (быстроходного, тихоходного)?

Содержание отчета:

1. Назначение и основные технические данные, принципиальная схема биогазовой установки.
2. Классификация и общая схема ветроустановки.
3. Техническое устройство ветроустановки, назначение ее составляющих агрегатов.

ТЕМА 9. РАСЧЕТ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Цель работы: изучить методику расчета энергоемкости производства продукции (молока) применительно к конкретным производственным условиям.

Порядок изучения работы:

1. Ознакомиться с краткими данными по технологии выполнения основных работ при производстве молока.

2. Ознакомиться с основными технико-экономическими показателями одного из производственных объектов.
3. Произвести расчет составляющих и полных затрат энергии на производство планового объема продукции.
4. Произвести расчет структуры затрат энергии согласно индивидуальному заданию и дать конкретные, обоснованные расчетами, предложения по снижению энергоемкости продукции.

Время выполнения работы – 2 часа.

Методические указания к работе

1. Основные технико-экономические показатели производственного объекта

В качестве исходных данных принимаем следующие данные, которые определены количеством и продуктивностью животных, применяемой технологией, типом используемого оборудования.

Оценку энергоемкости затрат проводим на примере производства в коровнике на 400 голов при полном его заполнении. Удой на одну фуражную корову от 4000 до 6000 кг с интервалом в 500 кг (для различных вариантов заданий).

Содержание коров стойловое беспривязное с одним кормовым проходом и двумя – для уборки навоза.

Для удаления навоза из помещения при беспривязном содержании применяют скреперные установки ТСГ с последующим хранением в навозохранилище.

Раздача кормов на кормовой стол производится мобильным раздатчиком ИСРК-12 Г производства ОАО «Бобруйскагромаш». Для раздачи концентрированных кормов используют автомат марки Ферстер. Для загрузки кормов в кормораздатчик (сено, сенаж) используется погрузчик Амкодор-352.

Доеение коров осуществляется доильной установкой компании DeLaval типа «Параллель» 2 по 16.

Поеение коров в стойлах осуществляется из групповых автопоилок марки ПГО. Водоснабжение фермы обеспечивается при помощи погружного насоса ЭЦВ 6-10-80.

Дезинфекция помещения производится дезинфициционной установкой ЛСД-ЭП.

Для искусственного освещения используются люминисцентные светиль-

ники ЛСПН с газоразрядными лампами при условии обеспечения освещенности 4,5 Вт/м².

В помещении предусматривается приточно-вытяжная вентиляция с естественным побуждением.

2. Расчет затрат энергии на производство молока

Полные затраты энергии на производство животноводческой продукции определяются из следующей зависимости:

$$Q_{\text{полн}} = Q_{\text{прям}} + Q_{\text{косв}} + Q_{\text{инв}} + Q_{\text{жив.тр}}, \quad (12)$$

где $Q_{\text{прям}}$ – прямые затраты, включающие в себя затраты электрической энергии, затраты жидкого и газообразного топлива;

$Q_{\text{косв}}$ – косвенные затраты, которые необходимы для заготовки кормов, приобретения ветеринарных препаратов, дезинфекционных средств, минеральных добавок, подстилки и т. д.

$Q_{\text{инв}}$ – инвестиционные затраты, которые связаны с производством средств механизации и оборудования, строительством зданий, получением и доставкой энергоносителей, выращиванием продуктивного скота;

$Q_{\text{жив.тр}}$ – затраты, связанные с физической деятельностью работающих на производстве.

Прямые затраты энергии $Q_{\text{прям}}$ можно рассчитать как сумму расходов энергии отдельными потребителями с учетом каждого вида энергоносителя (электрическая энергия, жидкое топливо, газ и др.).

Применительно к изучаемому объекту энергоносителями являются электроэнергия и дизельное топливо. Необходимые данные для расчета прямых затрат энергии отдельными объектами приведены в таблицах 10 и 11.

Таблица 10 – Показатели объектов прямого использования электрической энергии

№ п/п	Марка технических средств	Количество, шт.	Установленная мощность, кВт	Продолжительность работы, ч
1	Доильная установка УДМ-20П	1	49	6×365 2190
2	Молокоохладительная установка с рекуператором	1	12	6×365 2190

Продолжение таблицы 10

3	Транспортер скреперный ТСГ-170	2	1,1	4×365
4	Погружной водяной насос ЭЦВ 6-10-80	1	4	2×365
5	ЛСД-ЭП	1	2,2	7×4
6	Освещение	132	0,08	700

Таблица 11 – Показатели объектов прямого использования дизельного топлива

№ п/п	Марка технического средства	Количество, шт.	Мощность двигателя	Продолжительность работы, ч.
1	Трактор МТЗ-82	1	81	8×365
2	Погрузчик Амкодор 320	1	84	4×365

Трактор МТЗ-82 используется для раздачи кормов. А погрузчик для загрузки кормов из кормохранилищ.

При известных объектах прямого использования энергии можно определить её затраты.

Таблица 12 – Прямые затраты энергии

№ п/п	Объект потребления энергии	Расход эл. энергии / топлива за год, кВт – ч. кг	Затраты энергии, МДж
1	Доильная установка УДМ-20П		
2	Молокоохладительная установка с рекуператором		
3	Транспортер скреперный ТСГ-170		
4	Погружной водяной насос ЭЦВ 6-10-80		
5	ЛСД-ЭП		
6	Освещение		
7	Трактор МТЗ-82		
8	Погрузчик Амкодор 320		

Расход энергии определяют, учитывая установленную мощность электродвигателя оборудования, их число и время работы. Так, например, для молокоохладительной установки расход электрической энергии за год составит $12 \times 6 \times 365 = 26280$ кВт.

Для трактора МТЗ-82 расход дизельного топлива будет определяться с учётом коэффициента загрузки двигателя (при раздаче принимаем равным **0,35**), мощности двигателя и удельного расхода топлива (0,18 кг/л.с.ч.). В результате можем получить расход топлива за год: $0,18 \times 81 \times 8 \times 365 \times 0,35 = 1429$ кг.

Для приведения затрат энергоносителей к общему измерению необходимо перевести все затраты к единому энергетическому измерению. Для этого переводим все результаты в показатель, выраженный в МДж, учитывая следующие соотношения:

$$1 \text{ кВт.ч.} = 3,6 \text{ МДж}$$

$$1 \text{ кг дизтоплив} = 42,7 \text{ МДж.}$$

3. Расчет косвенных затрат энергии

Расчёт косвенных затрат проводим исходя из следующей зависимости:

$$Q_{\text{косв}} = H_i L_i, \quad (13)$$

где H_i – удельный расход сырья на одну голову в натуре, кг;

L_i – энергетический эквивалент сырья, МДж/ кг.

Произведем расчет косвенных затрат на производство кормов. Этот показатель будет зависеть от удельного веса определенного вида корма в структуре рациона.

Таблица 13 – Затраты энергии на производство кормов

№ п/п	Вид корма	Удельный вес, %	Количество корма за год, кг		Энергетич. эквивалент корма, МДж/кг	Затраты энергии, МДж
			На 1 гол.	Всего		
1	Сено				6,8	
2	Солома				5,0	
3	Сенаж				5,8	
4	Силос				6,2	
5	Корнеплоды				10,0	
6	Концентраты				14,4	
7	Зеленые корма				3,0	

Исходные данные для расчётов принимаем согласно индивидуальному варианту для различной продуктивности животных и структуры рациона (см. приложение 1).

Произведем расчет косвенных затрат энергии на вспомогательное сырье и материалы. Сюда отнесем материалы для подстилки, ветеринарные препараты, дезинфицирующие средства. Затраты рассчитываем с учетом их энергетических эквивалентов. Данные для расчетов представлены в таблице 10.

Таблица 14 – Затраты энергии на вспомогательное сырье

№ п/п	Вид материа- лов	Норма расхода кормов, кг			Энергетический эквивалент, МДж/кг	Затраты энергии, МДж
		На 1 голову		На 400 голов		
		В день	За год			
1	Солома	1			5.0	
2	Опилки	3			5.0	
3	Вода: - поение и до- ение - сан. день (1 раз в месяц) - дезинфекция (1 раз в квар- тал)	68 - - -	27200 115200 38400		0.0023	
4	Вет. препара- ты	-	0,05	20	328,2	
5	Дез. средства	-	-	400	80,2	

Сумма прямых и косвенных затрат составляет эксплуатационные затраты:

$$Q_{\text{экспл}} = Q_{\text{прям}} + Q_{\text{косв}} \quad (14)$$

4. Расчет инвестиционных затрат энергии

Расчет инвестиционных затрат проводим исходя из следующей зависимости:

$$Q_{\text{инвест.}} = Q_{\text{инв.эн}} + Q_{\text{инв.об}} + Q_{\text{инв.зд}} + Q_{\text{инв.жив}}, \quad (15)$$

где $Q_{\text{инв.эн}}$ – затраты на добычу, переработку и доставку энергоносителей;

$Q_{\text{инв.об}}$ – затраты на производство средств механизации;

$Q_{\text{инв.зд}}$ – затраты на производство зданий и сооружений;

$Q_{\text{инв.жив}}$ – затраты на воспроизводство дойного стада.

Затраты энергии $Q_{\text{инв.эн}}$ определяются энергетическим эквивалентом энергоносителя и расходом каждого из них:

$$Q_{\text{инв.эн}} = \sum_{n=1}^{i=n} B_i \times L_i, \quad (16)$$

где B_i – расход определенного энергоносителя (см. расчет таблицы 12);

L_i – энергетический эквивалент конкретного энергоносителя.

Полученные данные заносят в таблицу 15.

Таблица 15 – Затраты энергии на добычу и доставку энергоносителей

Вид энергоносителя	Расход за год	Энергетический эквивалент, МДж	Затраты энергии, МДж
Электроэнергия, кВтч		12,0	
Дизельное топливо кг		10,0	

Энергоемкость зданий и сооружений $Q_{\text{инв.зд}}$ определяют по зависимости

$$Q_{\text{инв.зд}} = \sum F_{\text{зд}} \times d_{\text{зд}} \times E_{\text{о}}, \quad (17)$$

где $F_{\text{зд}}$ – площадь отдельного здания, м^2 ;

$d_{\text{зд}}$ – энергетический эквивалент соответствующего здания, $\text{МДж}/\text{м}^2$;

K_y – коэффициент участия здания в производственном процессе.

Полученные данные заносят в таблицу 16.

Таблица 16 – Затраты энергии на строительство производственных зданий

Тип здания	Площадь, м^2	Энергетический эквивалент, $\text{МДж} \times \text{м}^2$	Коэффициент участия	Затраты энергии, МДж
Коровник	3500	114	1	
Молочный блок	50	161,3	1	
Навесы для сена	200	75,3	0,5	
Выгульные дворы	1500	36,5	0,75	
Хранилища корнеплодов	400	16,5	0,5	
Сенажные траншеи	800	17,7	0,5	
Силосные траншеи	460	25,8	0,5	

Энергоемкость стационарных средств механизации рассчитывается от массы, а для мобильных машин – от времени их работы.

Необходимые сведения для расчетов и значение $Q_{\text{инв.об}}$ представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Затраты на производство средств механизации

Наименование оборудования	Масса, кг или время использования, ч.	Энергетический эквивалент, МДж/кг, МДж/ч.	Затраты энергии, МДж
Доильная установка УДМ-20П	2300	20,0	
Молокоохладительная установка с рекуператором	2120	55,0	
Транспортер скреперный ТСГ-170	1640	21,7	
Стойловое оборудование (200 шт.)	50	5,2	
ЛСД-ЭП	275	38,1	
Поилка групповая (8 шт.)	35	34,6	
Трактор МТЗ-82 (2 шт.)	3160	86,4	
Погрузчик Амкодор 320	2450	28,6	
Прицеп тракторный 2ПТС-4М	1530	36,0	

В качестве примера для выполнения учебных расчетов можно принять затраты энергии на выращивание одной первотелки массой 450 кг для ее последующей продуктивной эксплуатации на протяжении 5 лет. При этом учитываем общее поголовье животных:

$$Q_{\text{инв.жив}} = 178,8 \times 450 \times 80 \quad (18)$$

5. Расчет затрат энергии живого труда

Затраты энергии, расходуемой обслуживающим персоналом $Q_{ж.т.}$, определяют по зависимости: $Q_{ж.т.} = N \times d$,

где N – затраты труда работников в изучаемой сфере, чел.-ч.;

d – энергетический эквивалент.

Исходные данные для расчета $Q_{ж.т.}$ представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Затраты энергии живого труда

Категория работников	Число работников	Затраты труда, чел/ч.	Энергетический эквивалент, МДж/чел.-ч.	Затраты энергии, МДж
Оператор машинного доения	5	$8 \times 365 \times 5$	43,3	
Скотник	2	$8 \times 365 \times 2$	41,2	
Слесарь	1	$8 \times 365 \times 1$	41,8	
Тракторист	1	$8 \times 365 \times 1$	43,4	
Зооинженер	1	$8 \times 365 \times 1$	67,0	

6. Расчет полных затрат энергии и разработка предложений по снижению производственных затрат

Полные затраты энергии определяем на основании произведенных расчетов по следующей зависимости:

$$Q_{полн} = Q_{пр} + Q_{кос} + Q_{инв} + Q_{ж.т.} \quad (20)$$

Полученное значение можно представить в виде удельных затрат энергии в расчете на одну тонну произведенного молока.

На основании анализа полученных результатов следует разработать и внести 1-2 конкретных предложения по снижению затрат энергии при производстве животноводческой продукции.

Контрольные вопросы:

6. Назовите структуру затрат при производстве определенного вида продукции.
7. Какие затраты включаются при расчете эксплуатационных затрат?
8. Приведите основные энергетические эквиваленты.

Содержание отчета:

1. Привести расчеты для определения полных затрат при производстве молока на комплексе на 400 коров.
2. Дать предложения по снижению затрат энергии.

Исходные данные для расчета косвенных затрат энергии на корма

Вид корма	Удельный вес в структуре, %	Расход в нату- ре на 1 гол. за год, кг	Удельный вес в структуре, %	Расход в нату- ре на 1 гол. за год, кг	Удельный вес в структуре, %	Расход в нату- ре на 1 гол. за год, кг
1	2	3	4	5	6	7
Продуктивность 4000						
ВАРИАНТЫ	1		2		3	
Сено	12	1120	8	747	7	653
Солома	-	-	-	-	-	-
Сенаж	11	1540	10	1400	16	2240
Силос	18	3733	18	3733	13	3033
Корнеплоды	5	2100	6	2520	5	2100
Конц. корма	25	1050	28	1386	30	1430
Зел. корма	29	6767	30	7000	29	6767
Продуктивность 4500						
ВАРИАНТЫ	4		5		6	
Сено	11	1133	7	721	7	721
Солома	-	-	-	-	-	-
Сенаж	11	1700	9	1530	5	773
Силос	12	3090	15	3863	18	4635
Корнеплоды	6	2781	6	2781	6	2781
Конц. корма	30	1391	33	1530	33	1530
Зеленые корма	30	7410	30	7410	31	7720
Продуктивность 5000						
ВАРИАНТЫ	7		8		9	
Сено	11	1247	7	793	8	907
Сенаж	10	1700	8	1387	8	1387
Силос	8	2267	14	3967	10	2833
Корнеплоды	7	3570	6	3060	7	3570
Конц. корма	35	1785	35	1785	35	1785
Зеленые корма	29	7210	30	7410	32	8020

Продуктивность 5500						
ВАРИАНТЫ	10		11		12	
Сено	12	1120	12	1120	12	1120
Сенаж	13	1668	13	1668	13	1668
Силос	20	4277	16	3422	20	4277
Корнеплоды	6	2781	6	2781	6	2781
Конц.корма	31	1350	31	1350	25	1050
Зеленые корма	18	5200	22	5750	24	6100

Литература

1. Баранов, Л. А. Светотехника и электротехнология / Л. А. Баранов, В. А. Захаров. – М. : Колос, 2006. – 344 с.
2. Быстрицкий, Г. Ф. Выбор и эксплуатация силовых трансформаторов : учеб. пособие для вузов : учеб. пособие для сред. проф. образования / Г. Ф. Быстрицкий, Б. И. Кудрин. – М. : Академия, 2003. – 176 с.
3. Волинські Новини [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.volynnews.com/resize/450x370/r/files/news/2016/03-31/184338/silovoy-11transformator.jpg>. – Дата доступа: 13.05.2016.
4. Гребенщиков, В. Р. Ветроэнергетика: новые перспективы / В. Р. Гребенщиков // Энергоэффективность. – 2002. – № 8. – С. 19–21.
5. Затопляев, Б. С. Состояние и тенденции развития мировой ветроэнергетики. / Б. С. Затопляев // Энергетика за рубежом. – 2003. – № 3. – С. 12–16.
6. Кремлевский, П. П. Расходомеры и счетчики количества / П. П. Кремлевский. – Ленинград : Машиностроение, 1989. – 152 с.
7. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий / Б. И. Кудрин, В. М. Чиндяник, Я. И. Абрамова. – М., 2006. – 672 с.
8. Лихачёв, В. Л. Электродвигатели асинхронные / В. Л. Лихачёв – М. : Солон-Р, 2002. – 304 с.
9. Машины и оборудование в животноводстве / под ред. Н. В. Казаровца, Д. Ф. Кольчи. – Минск : Беларусь, 2010. – 310 с.
10. Мурач, К. Н. Альтернативные источники энергии в Беларуси / К. Н. Мурач // Энергоэффективность. – 2004. – № 7. – С. 21–22.
11. Низкотемпературные нагреватели в сельском хозяйстве / Л. С. Герасимович [и др.] ; под общ. ред. Л. С. Герасимовича. – Минск : Ураджай, 1984. – 118 с.
12. Онищенко, Г. Б. Электрический привод : учебник для вузов : - М. : РАСХН, 2003. – 320 с.
13. Правила устройства электроустановок (Минэнерго РФ) – М. : Энергоатомиздат, 2002. – 600 с.
14. Сви́дерская, О. В. Основы энергосбережения : курс лекций / О. В. Сви́дерская. – Минск : Академия управления при Президенте Республики Беларусь, 2004. – 296 с.
15. Установка молокоохладительная УМ. Руководство по эксплуатации. – Брест : ИЧУП «Машиностроительная компания «Промтехника», 2010. – 32 с.
16. Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 4. Использование электрической энергии / под общ. ред. В. Г. Герасимова [и др.]. – 9 изд. стер. – М. :

МЭИ, 2004. – 696 с.

17. Энергетика Украины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ukrenergy.dp.ua/2013/01/01/mirovoj-rynok-situaciya-v-vetroenergetike-v-2011-g-i-perspektivy-razvitiya-vozobnovlyaemyx-istochnikov-energii-vie-v-rossii.html>. – Дата доступа: 13.05.2016.
18. Яковчик, Н. С. Экономические основы энергосбережения в животноводстве / Н. С. Яковчик. – Барановичи, 1999. – 161 с.

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА УО ВГАВМ

Кафедра механизации сельского хозяйства (в настоящее время кафедра технологии производства продукции и механизации животноводства) при Витебском ветеринарном институте была создана в 1933 г.

Первым заведующим кафедрой был Скребнев К.Ф. Затем в разные годы кафедру возглавляли: доцент Крашенинников А.А. (1952–1973 гг.), доцент Лабурдов В.Г. (1973–1978 гг.), доцент Садовский М.Ф. (1978–1998 гг.), профессор Шляхтунов В.И. (1998–2006 гг.), доцент Карпеня М.М. (2006 –2014 гг.) доцент Подрез В.Н. (с 2014 г. и по настоящее время).

В настоящее время на кафедре работают 18 преподавателей: 1 профессор, 10 доцентов, 4 старших преподавателя и 3 ассистента.

Большое внимание уделяется учебно-методической и научно-исследовательской работе. За последние 5 лет сотрудниками кафедры разработано и издано 4 учебных пособия с грифом министерства образования РБ и свыше 50 учебно-методических пособий. Опубликовано более 120 научных статей и тезисов, 5 монографий, 12 рекомендаций производству республиканского и областного уровней, 2 технических условия, 3 инструкции на применение препаратов и добавок, получено 7 патентов на изобретение. За последние 5 лет подготовлено и успешно защищено 4 кандидатские и 3 магистерские диссертации.

Сотрудники кафедры проводили научные исследования в рамках программ: импортозамещения, Республиканского фонда фундаментальных исследований, Союзного государства, инновационного фонда Витебского облисполкома.

При кафедре функционирует аккредитованная лаборатория по оценке качества молока.

При обучении студентов широко применяются инновационные технологии с использованием обучающих и контролирующих компьютерных программ. Активно ведется научно-исследовательская работа студентов. В кружке студенческого научного общества в течение учебного года занимается 70 – 75 студентов. По результатам научных исследований ежегодно защищается 40 – 50 дипломных работ.

Сотрудники кафедры оказывают большую практическую помощь сельскохозяйственным организациям Республики Беларусь по вопросам направленного выращивания ремонтного молодняка крупного рогатого скота, технологии производства молока и говядины, качества производимой продукции, эксплуатации доильно-молочного оборудования, охраны труда и др.



тел: 8 0212 53-80-77

E-mail: technovsavm@mail.ru (кафедра технологии)

УО «ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»

Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины является старейшим учебным заведением в Республике Беларусь, ведущим подготовку врачей ветеринарной медицины, ветеринарно-санитарных врачей, провизоров ветеринарной медицины и зооинженеров.

Вуз представляет собой академический городок, расположенный в центре города на 17 гектарах земли, включающий в себя единый архитектурный комплекс учебных корпусов, клиник, научных лабораторий, библиотеки, студенческих общежитий, спортивного комплекса, Дома культуры, столовой и кафе, профилактория для оздоровления студентов. В составе академии 5 факультетов: ветеринарной медицины; биотехнологический; повышения квалификации и переподготовки кадров агропромышленного комплекса; заочного обучения; довузовской подготовки, профориентации и маркетинга. В ее структуру также входят Аграрный колледж УО ВГАВМ (п. Лужесно, Витебский район), филиалы в г. Речице Гомельской области и в г. Пинске Брестской области, первый в системе аграрного образования НИИ прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии (НИИ ПВМиБ).

В настоящее время в академии обучается около 6 тысяч студентов, как из Республики Беларусь, так и из стран ближнего и дальнего зарубежья. Учебный процесс обеспечивают около 350 преподавателей. Среди них 7 академиков и членов-корреспондентов Национальной академии наук Беларуси и ряда зарубежных академий, 24 доктора наук, профессора, более чем две трети преподавателей имеют ученую степень кандидатов наук.

Помимо того, академия ведет подготовку научно-педагогических кадров высшей квалификации (кандидатов и докторов наук), переподготовку и повышение квалификации руководящих кадров и специалистов агропромышленного комплекса, преподавателей средних специальных сельскохозяйственных учебных заведений.

Научные изыскания и разработки выполняются учеными академии на базе НИИ ПВМиБ, 24 кафедральных научно-исследовательских лабораторий, учебно-научно-производственного центра, филиалов кафедр на производстве. В состав НИИ входит 7 отделов: клинической биохимии животных; гематологических и иммунологических исследований; физико-химических исследований кормов; химико-токсикологических исследований; мониторинга качества животноводческой продукции с ПЦР-лабораторией; световой и электронной микроскопии; информационно-маркетинговый. Располагая уникальной исследовательской базой, научно-исследовательский институт выполняет широкий спектр фундаментальных и прикладных исследований, осуществляет анализ всех видов биологического материала (крови, молока, мочи, фекалий, кормов и т.д.) и ветеринарных препаратов, что позволяет при помощи самых современных методов выполнять государственные тематики и заказы, а также на более высоком качественном уровне оказывать услуги предприятиям агропромышленного комплекса. Активное выполнение научных исследований позволило получить сертификат об аккредитации академии Национальной академией наук Беларуси и Государственным комитетом по науке и технологиям Республики Беларусь в качестве научной организации.

Обладая большим интеллектуальным потенциалом, уникальной учебной и лабораторной базой, вуз готовит специалистов в соответствии с европейскими стандартами, является ведущим высшим учебным заведением в отрасли и имеет сертифицированную систему менеджмента качества, соответствующую требованиям ISO 9001 в национальной системе (СТБ ISO 9001 – 2009).

www.vsavm.by

210026, Республика Беларусь, г. Витебск, ул. 1-я Доватора, 7/11, факс (0212)51-68-38,
тел. 53-80-61 (факультет довузовской подготовки, профориентации и маркетинга);
51-69-47 (НИИ ПВМиБ); e-mail: vsavmpriem@mail.ru.

Учебное издание

Гончаров Александр Владимирович,
Садовский Михаил Францевич,
Таркановский Игорь Николаевич и др.

ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ И ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ОТРАС- ЛЕЙ ЖИВОТНОВОДСТВА И ПТИЦЕВОДСТВА

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск В. Н. Подрез
Технический редактор Е. А. Алисейко
Компьютерный набор И. Н. Таркановский
Компьютерная верстка и
корректор Е. В. Морозова

Подписано в печать 23.08.2016. Формат 60х84/16. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. п. л. 5,75. Уч.-изд. л. 3,80. Тираж 100 экз. Заказ № 1618.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной медицины».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/ 362 от 13.06.2014.

ЛИ №: 02330/470 от 01.10.2014 г.
Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.

Тел.: (0212) 51-75-71.
E-mail: rio_vsavm@tut.by
<http://www.vsavm.by>

РЕПОЗИТОРІЙ УО ВГАВМ

ISBN 978-985-512-923-4



9 789855 129234