

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет

Факультет среднего профессионального образования

Рассадин А.А.

**Учебно-методическое пособие
для выполнения практических занятий и самостоятельной
работы ОП 04. Основы механизации, электрификации,
автоматизации сельскохозяйственного производства**

**Раздел 3 Машины для дробления и резания кормов
в животноводстве**

Раздел 4 Электрификация сельского хозяйства

для студентов СПО обучающихся по специальности

35.02.05. Агрономия

Брянская область

2018

УДК 631.171:636 (076)

ББК 40.71

Р 24

Рассадин, А. А. Основы механизации, электрификации, автоматизации сельскохозяйственного производства. Раздел 3. Машины для дробления и резания кормов в животноводстве. Раздел 4. Электрификация сельского хозяйства: учебно-методическое пособие для выполнения практических занятий и самостоятельной работы ОП 04 / А. А. Рассадина. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – 62 с.

Учебно-методическое пособие дисциплины ОП 04 разработана для среднего профессионального образования по специальности 35.02.05. Агронимия, содержит сведения об измельчителях кормов для сельскохозяйственных животных, электрических машин и аппаратуры управления.

Рецензент: к.т.н., доцент Брянского ГАУ Лабух В.М.

Рекомендована цикловой методической комиссией общепрофессиональных дисциплин
Протокол №5 от 04.04. 2018 г.
Председатель _____ О.А. Шлапакова

© Брянский ГАУ, 2018

© Рассадина А.А., 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1 МАШИНЫ ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ И РЕЗАНИЯ КОРМОВ	4
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ	10
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3 АППАРАТУРА УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК	21
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФРАКРАСНОГО И УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ И ПТИЦЕВОДСТВЕ	35
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5 ОБОГРЕВ ТЕПЛИЦ	46
ПРИЛОЖЕНИЯ	58
ЛИТЕРАТУРА	61

ДРОБЛЕНИЯ И РЕЗАНИЯ КОРМОВ

Содержание работы:

1. Универсальная дробилка КДУ–2,0.
2. Безрешетная дробилка ДБ–5.
3. Молотковая кормодробилка ДКМ –5.

Для измельчения концентрированных кормов и минеральных добавок используют безрешетную дробилку ДБ–5, а также универсальные дробилки КДУ–2,0 и ДКМ–5. Последние, кроме фуражного зерна, измельчают рассыпные грубые корма в муку, зелёную массу и грубые корма в сечку.

Безрешётная дробилка ДБ-5 выпускается в двух исполнениях:

- ДБ-5-1 – как самостоятельная машина;
- ДБ-5-2 – для комплектации комбикормовых агрегатов.

Универсальная дробилка КДУ-2,0 предназначена для дробления фуражного зерна и жмыхового шрота, а также измельчения грубых (сена, соломы), зелёных кормов, веточного корма и корнеклубнеплодов.

Устройство (рис.1.1): дробилка состоит из рамы, ножевого барабана 11, дробильной камеры 3, вентилятора 2, зернового бункера 4, циклона 1 со шлюзовым затвором 7. *Питающее устройство* (в виде подающего 13 и подпрессовывающего 12 транспортёров) и ножевой барабан 11 служат соответственно для подачи и предварительного измельчения несыпучих кормов.

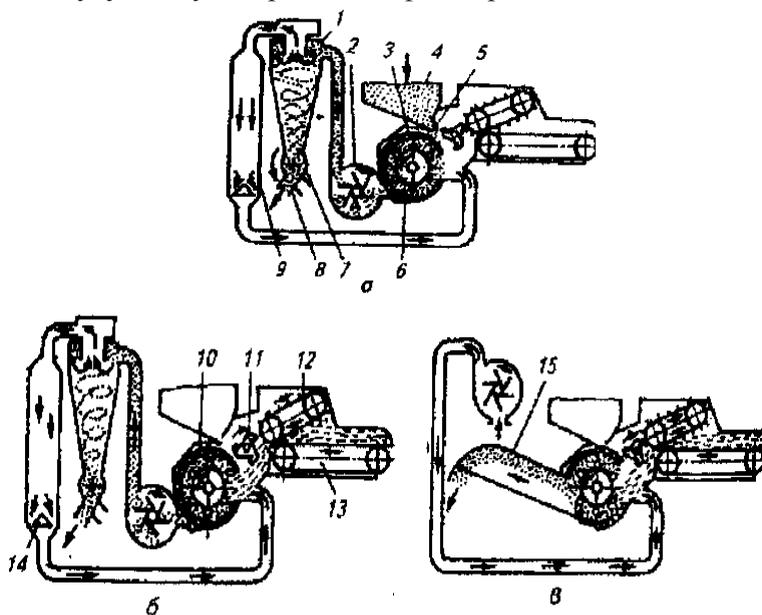
Рабочий процесс (рис. 1.1) выполняется по трём технологическим схемам, в том числе:

- *при дроблении зерна и других сыпучих материалов* режущий барабан 11 и питатель (подающий и подпрессовывающий транспортёр) отключают снятием приводных ремней. Фуражное зерно засыпают в зерновой бункер 4, откуда оно через регулируемое щелевое окно поступает на магнитный сепаратор и далее в дробильную камеру 3. Вентилятор 2 отсасывает измельчённый продукт и направляет его с потоком воздуха по нагнетательному трубопроводу в циклон 1. Здесь он отделяется от воздуха, благодаря вращательному движению потока за счет центробежных сил, прижимающих частицы корма к внутренней поверхности циклона. Появляющиеся при этом силы трения гасят энергию вращения частиц, которые и оседают в циклоне. Через шлюзовую затвор 7 и раструб 8 продукт выводится наружу. Воздух из цик-

лона по отводному трубопроводу поступает на очистку в пылеуловитель 9 и обратно в дробильную камеру через всасывающий патрубок. Часть воздуха через фильтр-рукав циклона, удерживающего пылевидные частицы, проходит в атмосферу;

- *при измельчении грубых кормов* корма питателем подаются к ножевому барабану, предварительно измельчаются и направляются в дробильную камеру, где доизмельчаются. Степень измельчения регулируется сменными решетками с отверстиями диаметром 4, 6, 8 и 10 мм. Заслонка ковша 5 при этом должна быть закрытой;

- *при измельчении сочных кормов* их подача в дробильную камеру производится питателем после предварительного измельчения ножевым барабаном. В дробильной камере корм окончательно доизмельчается. Выбрасывание измельченного корма производится молотками ротора дробилки через выгрузное окно и дефлектор наружу. Таким образом, установку предварительно переоборудуют для работы по прямоточному циклу. С этой целью открывают крышку корпуса дробильной камеры, вынимают сменное решето и устанавливают вместо него глухую деку с вырезом и дефлектор.

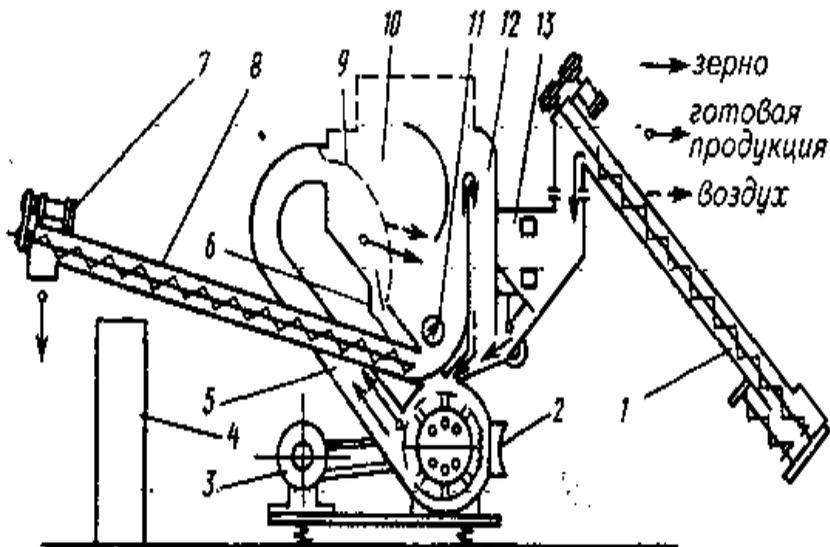


1 – циклон; 2 – вентилятор; 3 – дробильная камера; 4 – бункер; 5 – заслонка; 6 – ротор; 7 – шлюзовой затвор; 8 – раструб; 9 – пылеуловитель; 10 –

решето; 11 – ножевой барабан; 12, 13 – транспортеры; 14 – рассекатель; 15 – выгрузной дефлектор

Рис. 1.1 Технологическая схема универсальной дробилки кормов КДУ-2,0

Безрешетчатая дробилка ДБ-5 предназначена для измельчения фуражного зерна. Дробилка состоит (рис.1.2) из рамы, дробильной камеры с молотковым барабаном и деками 2, бункера для зерна 13, разделительной камеры 10 с сепаратором 9, выгрузного 8 и загрузочного 1 шнековых транспортеров с индивидуальными электроприводами, электропривода дробилки 3 и управляющих устройств 4.



1 – загрузочный шнек; 2 – дробильная камера; 3 – электропривод дробилки; 4 – электрошкаф с пультом управления; 5 – трубопровод; 6 – возвратный пневмопровод; 7 – электродвигатель выгрузного шнека; 8 – выгрузной шнек; 9 – сепарирующее решето; 10 – разделительная камера; 11 – шнек дробилки; 12 – обратный канал; 13 – зерновой бункер

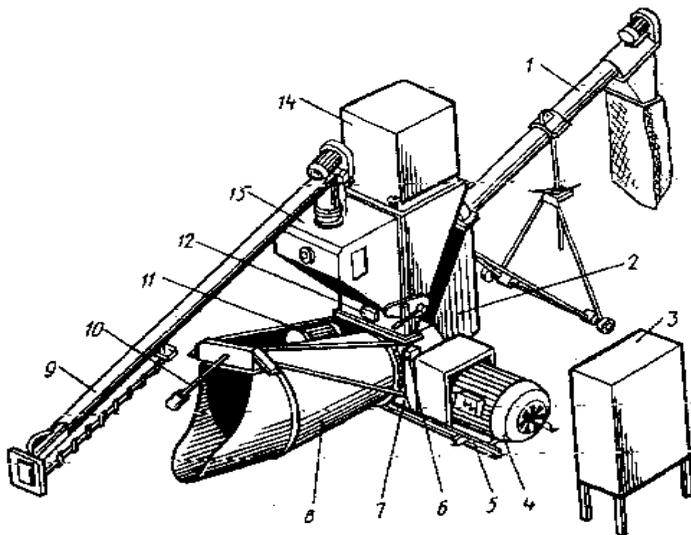
Рис. 1.2 Дробилка ДБ-5

Рабочий процесс дробилки осуществляется в таком порядке: загрузочный шнек 1 подаёт зерно в бункер 13, в котором размещены датчики уровня, управляющие работой загрузочного шнека. Верхний датчик уровня останавливает поступление зерна в бункер, а нижний включает шнек в работу. Зерно проходит из бункера над маг-

нитом (на рис. не показан) в дробильную камеру, где измельчается ударами молотков.

Дробленое зерно по кормопроводу 5 в потоке воздуха выбрасывается через сепаратор 9 в разделительную камеру 10, откуда шнеком дробилки 11 выводится на выгрузной шнек 8 и направляется на дальнейшую обработку. Камера 10 оборудована заслонкой, при помощи которой продукт, входящий в разделительную камеру по кормопроводу 5, разделяется на крупную и мелкую фракции. Мелкая фракция выводится из машины, а крупная направляется в дробильную камеру через обратный канал на повторный размол. Крупность помола зависит от вида измельчаемого зерна, положения заслонки и диаметра отверстия сепаратора 9.

Молотковая дробилка ДКМ-5 предназначена для измельчения различных видов фуражного зерна нормальной и повышенной влажности, грубых кормов и початков кукурузы в муку, для измельчения зелёной массы, грубых и сочных кормов на сечку.



- 1 – выгрузной шнек; 2 – корпус дробилки; 3 – шкаф управления;
4, 11 – электродвигатели; 5 – рама; 6 – концевой выключатель; 7 – корпус;
8 – питатель грубых кормов; 9 – загрузочный шнек; 10 – рычаг; 12 – фиксатор; 13 – зерновой бункер; 14 – фильтр

Рис. 1.3 Дробилка кормов молотковая ДКМ-5

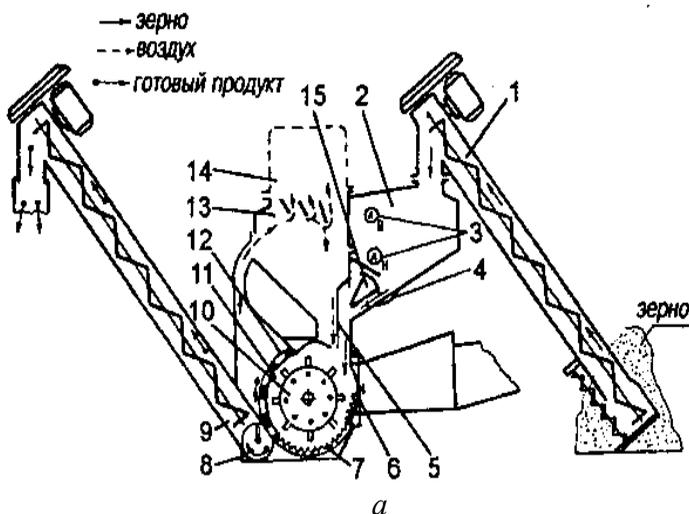
Устройство (рис. 1.3): дробилка состоит из рамы 5, на которой установлены дробильная камера (на рис. не показана), электродвигатели 4 и 11, зерновой бункер 13, механизм управления заслонкой бункера-дозатора, питатель грубых кормов 8 с рычагом 10. Сверху дробилки закреплен фильтр 14.

Рабочий процесс дробилки в зависимости от вида перерабатываемого корма выполняют по следующим технологическим схемам:

- дробление (рис. 1.4):

Зерно подается из бурта загрузочным шнеком 1 в приемный бункер 2.

Загрузка бункера 2 регулируется датчиками 3 верхнего и нижнего уровней. Из бункера 2 по наклонной поверхности зерно проходит через магнитный сепаратор 4, очищается от металлических примесей и поступает в дробильную камеру 11, где измельчается в результате взаимодействия с молотками вращающегося ротора, деками и решетом. Далее измельченный корм через сменное решето 12 попадает на горизонтальный шнек 8 и выгрузной 9, который подает его в приемные средства. Избыток воздушного потока, образованный ротором дробилки 10, из зарешетного пространства поступает в камеру пылеотделения 13 и часть его выбрасывается в атмосферу через фильтр 14.



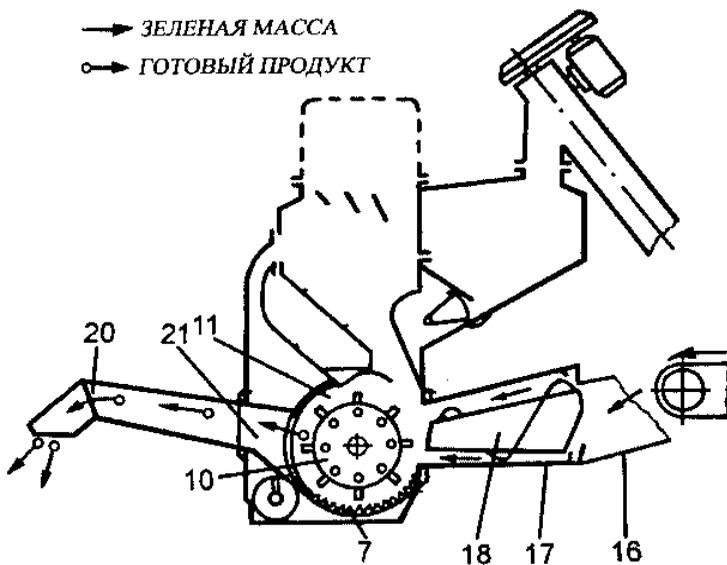
1 - загрузочный шнек; 2 - бункер фуражного зерна; 3 - датчик уровня зерна; 4 - магнитный сепаратор; 5 - регулировочная заслонка; 6- крышка; 7 - дека; 8 - шнек дробилки; 9 - выгрузной шнек; 10 - ротор; 11 - дробильная

камера; 12 – сменное решето; 13 – пылеотделитель; 14 – фильтровальный рукав; 15 – заслонка

Рис. 1.4 Технологическая схема работы дробилки ДКМ-5 на зерне

При работе дробилки на зерне канал для подачи грубых кормов закрывается крышкой 6 с дополнительной декой.

- измельчение зелёной массы, сена или солома на сечку: корм измельчается на сечку (рис. 1.5) без применения загрузочного и выгрузного шнеков. Для этого решето дробильной камеры снимают (дробилка работает по открытому циклу) и вместо него устанавливают горловину 21 и дефлектор 20. Измельчённый материал из дробильной камеры 11 выводится воздушным потоком, создаваемым ротором 10 дробилки, с использованием выбрасывающего эффекта пакетов молотков.



7 – деки; 10 – ротор; 11 – дробильная камера; 16 – питающий транспортер; 17 – наружный вращающийся шнек питателя; 18 – внутренний неподвижный шнек питателя; 20 – дефлектор; 21 - горловина

Рис. 1.5 Технологическая схема работы дробилки ДКМ-5 на зелёной массе

Готовый продукт выгружается воздушным потоком через дефлектор 20 в транспортное средство или специальную ёмкость.

Контрольные вопросы

1. Производственные операции, выполняемые с помощью дробилки КДУ-2А.
2. Назначение и устройство питателя дробилки КДУ-2А.
3. Технологический процесс дробления фуражного зерна с помощью установки КДУ-2А.
4. Технологический процесс измельчения грубых кормов на установке КДУ-2А.
5. Технологический процесс измельчения сочных кормов на установке КДУ-2А.
6. Устройство дробилки зерна ДБ-5?
7. Порядок технологического процесса измельчения зерна на безрешетной дробилке ДБ-5.
8. Технологический процесс дробления зерна с помощью дробилки ДКМ-5.
9. Технологический процесс измельчения зеленой массы на сечку с помощью дробилки ДКМ-5.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ

Содержание работы:

1. Генератор трехфазного тока.
2. Асинхронный короткозамкнутый электродвигатель.
3. Трансформаторы однофазные и трехфазные.
4. Трансформаторные подстанции 6...10/0,38 кВ.

Генератор трехфазного тока п р е д н а з н а ч е н для преобразования первичных видов энергии в электрическую.

По источнику первичной энергии различают электростанции:

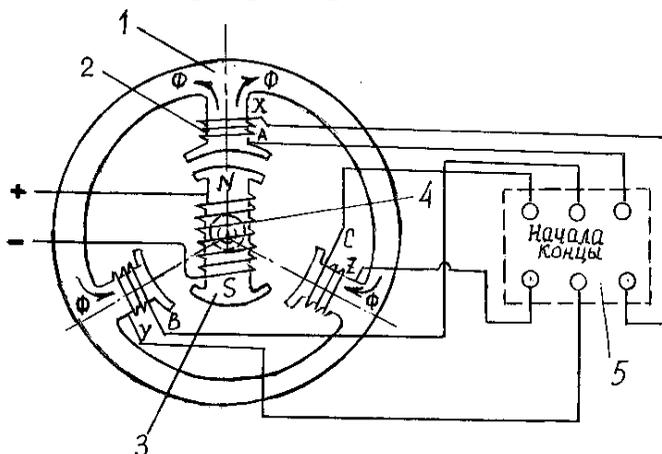
- *тепловые* (ТЭС);
- *гидроэлектрические* (ГЭС);
- *атомные* (АЭС).

В качестве первичных двигателей используют паровые и газовые турбины; двигатели внутреннего сгорания; гидротурбины на гидроэлектростанциях.

На атомных электростанциях используют ядерное топливо, которое вследствие цепной реакции ядерного распада выделяет теплоту, расходуемую на нагрев и превращение воды в пар, подаваемый к паровой турбине. В остальном, атомные электростанции подобны тепловым.

У с т р о й с т в о генератора (рис.2.1): его главными составляющими частями являются статор – неподвижная часть, и ротор – подвижная часть.

На сердечнике статора 1 расположены три обмотки (фазы статора 2). Они сдвинуты по отношению одна к другой на 120° . Начало и концы фаз статорной обмотки выведены наружу к зажимам на корпусе машины 5. На роторе 3 располагается обмотка возбуждения 4, питаемая постоянным током от аккумуляторов или небольшого по мощности дополнительного генератора (на рис. не показаны).



- A, B, C – начало фаз статорной обмотки
- X, Y, Z – соответствующие концы фаз статорной обмотки
- 1 – сердечник статора; 2 – статорная обмотка; 3 – ротор;
- 4 – обмотка возбуждения; 5 – доска зажимов генератора

Рис. 2.1 Принципиальная схема генератора трехфазного тока

П р и н ц и п р а б о т ы: постоянный ток, обтекая катушку возбуждения при замыкании ее цепи, создает постоянное магнитное поле ротора. При вращении ротора его магнитное поле пересекает проводники обмоток статора и по закону электромагнитной индукции наводит (индуцирует) в них равные по значению и частоте ЭДС. Но эти ЭДС сдвинуты одна относительно другой на 120° (рис. 2.2).

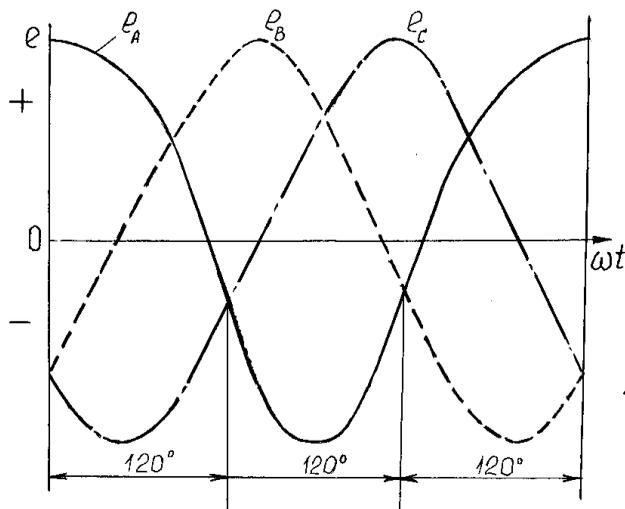
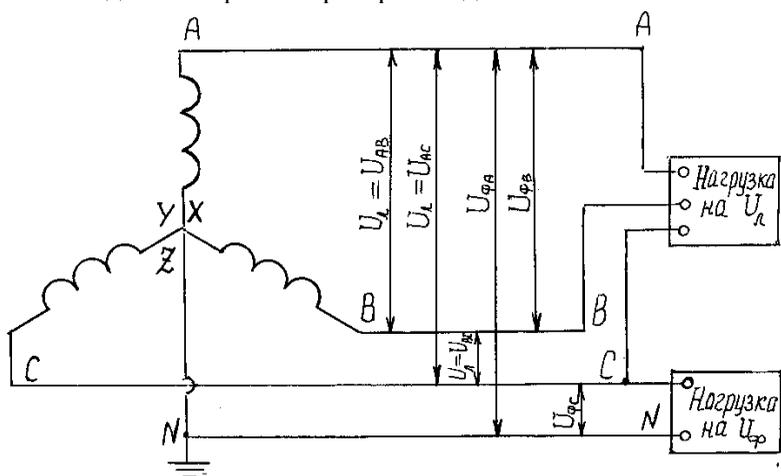


Рис. 2.2 Совместная диаграмма ЭДС e_A, e_B, e_C , генерируемых в трех фазах обмоток генератора

Фазы статорной обмотки генератора соединяют двумя разными схемами под названием – «звезда» и «треугольник». На рис.2.3 приведена схема соединения фаз генератора звездой.



U_{AB}, U_{AC}, U_{BC} – линейные напряжения

$U_{φA}, U_{φB}, U_{φC}$ – фазные напряжения

Рис. 2.3 Схема соединения обмоток генератора звездой

Напряжение между любой из фаз и нейтральным проводом (NN) называют *фазным* и обозначают U_ϕ . Напряжение между двумя фазными проводами называют *линейным* и обозначают символом U_L . Таким образом, в трехфазной четырехпроводной системе различают два напряжения: U_ϕ – фазное и U_L – линейное. Математическая связь между ними выражается формулой:

$$U_L = \sqrt{3} U_\phi \quad (1.1)$$

В сельском хозяйстве получило распространение трехфазная четырехпроводная система 380/220В, то есть система с линейным напряжением $U_L = 380\text{В}$ и фазным $U_\phi = 220\text{В}$. Три фазы с напряжением между ними 380В используют для питания электрических двигателей и трехфазных нагревательных установок. Напряжение $U_\phi = 220\text{В}$ используют для питания источников освещения и бытовых электроприборов.

Соединения обмоток генератора по схеме «треугольник» применяют главным образом на передвижных электростанциях небольшой мощности с ограниченной по протяженности сетью (например, для питания электростригальных агрегатов на выгульных пастбищах).

Трехфазный асинхронный короткозамкнутый электродвигатель предназначен для преобразования электрической энергии, получаемой из трехфазной сети, в механическую и приведения в действие рабочей машины.

Устройство (рис.2.4) асинхронный двигатель состоит из двух основных частей: статора (неподвижной части) и ротора (подвижной части).

Статор состоит из корпуса 5, во внутреннюю полость которого запрессован сердечник с продольными пазами 7. Сердечник набран из отдельных друг от друга штампованных пластин (рис.2.4, а) электротехнической стали толщиной 0,35-0,50 мм. В пазы сердечника статора уложены три совершенно одинаковые обмотки (фазы) 6, оси которых находятся в пространстве под углом 120° .

Принцип действия
асинхронного двигателя

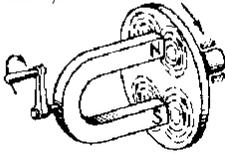
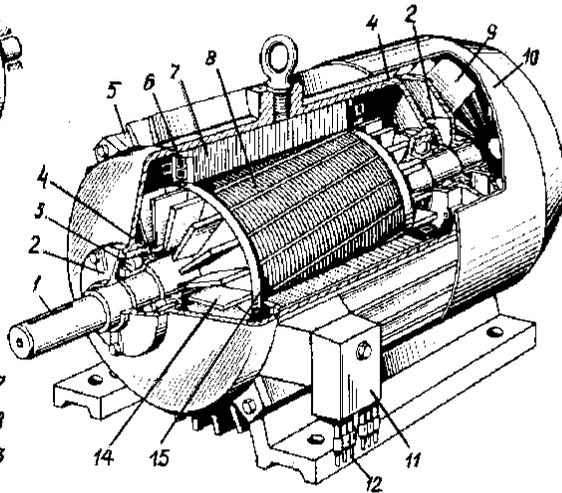
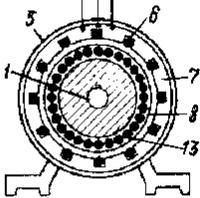


Схема устройства
двигателя



1 – вал ротора; 2, 4 – крышки подшипника; 3 – подшипник; 5 – корпус; 6, 7, 12 – обмотка, сердечник и выводы статора; 8, 13 – сердечник ротора и его обмотка; 9 – вентилятор; 10 – кожух; 11 – коробка выводов; 14 – лопатка; 15 – кольцо

Рис. 2.4 Устройство трехфазного асинхронного короткозамкнутого электродвигателя

Ротор короткозамкнутого электродвигателя состоит из вала 1, наборного сердечника 8 из отдельных штампованных пластин электротехнической стали с внешними пазами (рис.2.4, б) 8 и обмотки 13. Обмотка ротора состоит из алюминиевых стержней круглого или прямоугольного сечения, замкнутых по концам двумя кольцами 15 с лопатками 14. Так что внешне короткозамкнутая обмотка ротора напоминает беличье колесо.

Ротор помещается внутри статора с некоторым, очень небольшим зазором (1,5...3 мм). Вал ротора вращается в подшипниках, укрепленных в боковых подшипниковых щитах 2,4.

П р и н ц и п р а б о т ы: при включении обмотки статора в трехфазную сеть в нем создается *вращающееся магнитное поле*. Магнитные силовые линии вращающегося поля статора пересекают стержни обмотки ротора и индуцируют в них электродвижущую силу. Под действием этой наведенной ЭДС в замкнутых накоротко стержнях ротора протекают токи. Поэтому вокруг стержней обмотки ротора

возникает собственное магнитное поле, которое, взаимодействуя с вращающимся магнитным полем статора, создает усилие, которое приводит ротор во вращение в том же направлении что и магнитное поле статора.

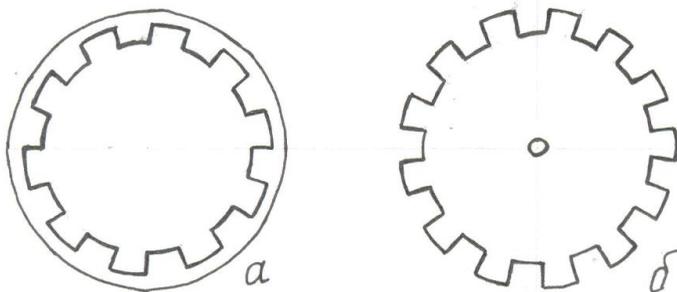
Скорость вращения n магнитного поля статора зависит от частоты колебаний переменного тока f и от числа пар полюсов одной обмотки статора p :

$$n = 60 \cdot f / p, \text{ мин}^{-1} \quad (1.2)$$

где f – стандартная частота переменного тока, 50 Гц.

При принятой в российских энергосистемах стандартной частоте переменного тока 50 Гц числитель выражения всегда равен 3000 мин^{-1} . Следовательно, скорость вращения магнитного поля статора зависит только от числа пар полюсов:

$$n = f(p).$$



a- внешний вид пластины сердечника статора;

б- внешний вид пластины сердечника ротора

Рис. 2.5 Вид пластин сердечников электродвигателя

Ротор *асинхронного* электродвигателя вращается несколько медленнее магнитного поля статора, так как только в этом случае магнитные силовые линии вращающегося поля статора пересекают обмотку ротора, что в конечном итоге, приводит ротор во вращение.

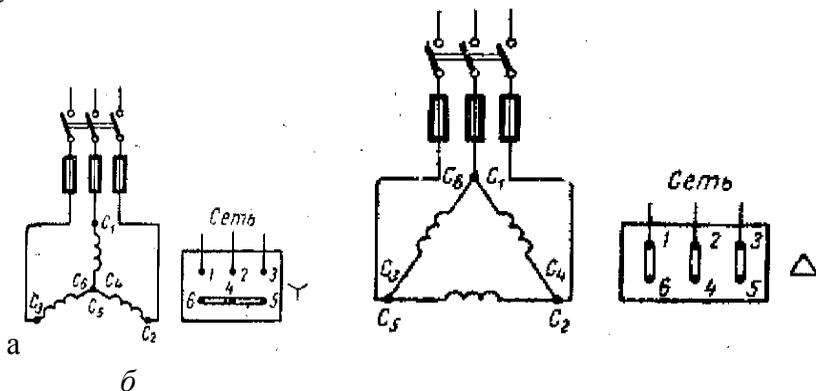
Величина S , характеризующая относительное отставание ротора от вращающегося магнитного поля статора, называется *скольжением*. Она обычно выражается в процентах и может быть определена из

формулы:

$$S = 0,01(n - n_1)/n, \quad (1.3)$$

где n – скорость вращения магнитного поля статора, мин⁻¹;
 n_1 – скорость вращения ротора, мин⁻¹.

Для обычных асинхронных электродвигателей при номинальной нагрузке скольжение составляет 3-8 %.



а – звезда; б – треугольник

Рис. 2.6 Схемы включения электродвигателя в сеть

Включение трехфазного асинхронного электродвигателя в сеть: обмотки электродвигателя соединяют по двум схемам: «звезда» и «треугольник» в зависимости от напряжения в электрической сети. Начало и конец каждой фазы обмотки статора выведены к зажимам на клеммном щитке непосредственно на корпусе двигателя и имеют обозначение: C_1, C_2, C_3 – начало обмоток, C_4, C_5, C_6 – концы соответствующих обмоток. Правила выбора схемы включения двигателя в сеть следующие:

- если напряжение сети соответствует большему напряжению, указанному в паспорте двигателя, то обмотки следует соединять в звезду (рис.2.6, а);
- если напряжение сети совпадает с меньшим напряжением, указанным в паспорте двигателя, то обмотки следует соединять по схеме треугольник (рис.2.6, б);
- если напряжение сети не совпадает ни с одним из паспортных напряжений двигателя, то его включить в эту сеть нельзя.

Асинхронные двигатели – самые распространенные в производстве и в быту. Однако некоторые электрические двигатели промышленного исполнения нельзя использовать в сельскохозяйственном производстве, особенно в животноводстве, из-за большой влажности, перепада температур, существенных колебаний напряжений в сети, большой концентрации в воздушной среде аммиака, углекислого газа, сероводорода и ряда других причин. Поэтому в сельскохозяйственном производстве в основном используют в настоящее время асинхронные двигатели единой серии 4А специализированного и узкоспециализированного исполнения, которые отличаются буквами в конце обозначения. Например, 4А 160S2СХ означает двигатель четвертой единой серии, закрытого обдуваемого исполнения с высотой оси вращения 160 мм, S – установочный размер по длине станины; 2 – число полюсов; СХ – сельскохозяйственного назначения.

Трансформаторы напряжения. Передача электроэнергии от электрической станции к потребителям на большие расстояния с целью уменьшения потерь мощности производится при высоком напряжении, которое в месте потребления понижают до напряжения токоприемников. Поэтому есть необходимость в применении специальных аппаратов, выполняющих эту задачу под названием *трансформаторов*.

Трансформатор – это статический электромагнитный аппарат, который предназначен для преобразования (повышения или понижения) напряжения в сетях переменного тока.

По числу фаз переменного тока трансформаторы бывают *однофазные* и *трехфазные*.

У с т о й с т в о (рис.2.7, а): в простейшем виде однофазный трансформатор представляет собой устройство, в котором на сердечнике 2, собранном из пластин электротехнической стали, намотаны две обмотки. Одна из них – первичная обмотка 1 подключена к источнику однофазного переменного тока, к другой – вторичной 3 – присоединен потребитель-нагрузка 4.

П р и н ц и п д е й с т в и я: ток, протекающий в первичной обмотке, создает в сердечнике переменный магнитный поток Φ , индуцирующий во вторичной обмотке электродвижущую силу $E_2 (U_2)$. Для любого трансформатора отношения напряжений первичной U_1 и вторичной U_2 обмоток при холостом ходе приблизительно равно отношению чисел их витков:

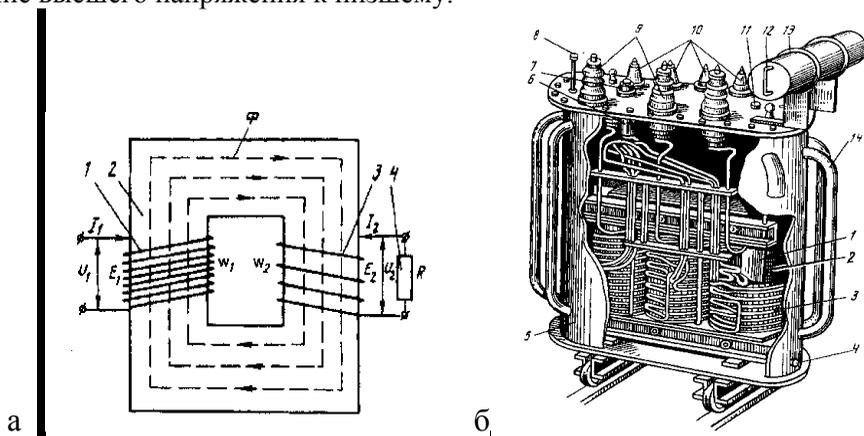
$$K = \frac{U_1}{U_2} \approx \frac{w_1}{w_2}, \quad (1.4)$$

где K – коэффициент трансформации;

w_1 и w_2 – соответственно число витков первичной и вторичной обмоток

Трансформатор, у которого $K > 1$, называется *понижающим*, при $K < 1$ – *повышающим*.

Один и тот же трансформатор можно использовать в качестве понижающего и повышающего. Значение коэффициента трансформации, указанного в паспорте трансформатора, определено как отношение высшего напряжения к низшему.



а – однофазный трансформатор:

1 – первичная обмотка; 2 – сердечник; 3 – вторичная обмотка; 4 – нагрузка

б – трехфазный силовой трансформатор: 1 – сердечник; 2 – первичная обмотка; 3 – вторичная обмотка; 4 – пробка для спуска масла; 5 – бак; 6 – переключатель напряжения; 7 – вывод переключателя; 8 – термометр; 9 – выводы высшего напряжения; 10 – вводы низшего напряжения; 11 – пробка для заливки масла; 12 – маслоуказатель; 13 – расширитель; 14 – радиатор

Рис. 2.7 Трансформаторы напряжения

Мощности в первичной и вторичной обмотках примерно равны между собой и тогда для однофазного трансформатора выполняется следующее равенство:

$$P = U_1 \cdot I_1 \approx U_2 \cdot I_2. \quad (1.5)$$

Таким образом, коэффициент трансформации из формул 1.4 и 1.5 будет равен:

$$K = \frac{U_1}{U_2} \approx \frac{I_2}{I_1}. \quad (1.6)$$

Следовательно, токи в обмотках трансформатора обратно пропорциональны напряжениям, и значит, числам витков. С учетом этой информации обмотку высшего напряжения всегда делают из большего числа витков провода с меньшей площадью сечения. Тогда как обмотку низшего напряжения выполняют из провода большей площадью сечения, но меньшим числом витков.

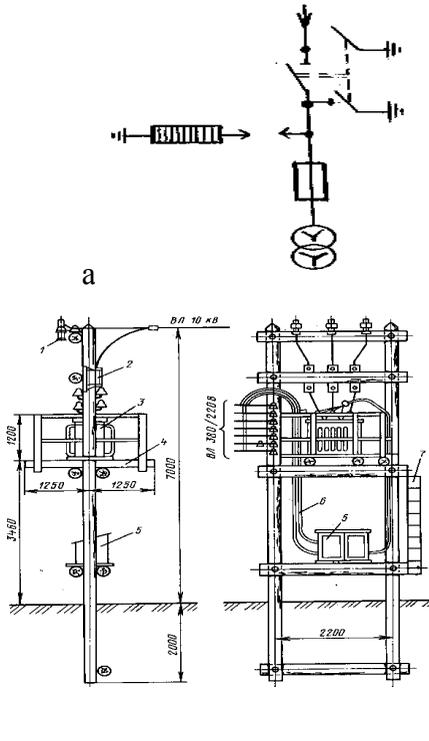
Для трансформирования трехфазного тока используют *трехфазный трансформатор*.

Устройство (рис.2.7, б): сердечник трехфазного трансформатора состоит из трех стержней, которые по концам замкнуты стальными ярмами (на рис. показаны, но не обозначены). На каждом стержне находится по две обмотки одной из трех фаз – первичная и вторичная. Такие трансформаторы называют *двухобмоточными*. Сердечник и ярма набирают также из отдельных листов специальной электротехнической стали, хорошо проводящей магнитные потоки. Листы стали изолируют друг от друга. Это уменьшает вихревые токи в сердечнике, снижает тепловые потери в нем, вследствие чего увеличивается коэффициент полезного действия трансформатора.

Магнитопроводную систему с обмотками двухобмоточного трансформатора помещают в бак 5, заполненный трансформаторным маслом, с целью улучшения охлаждения обмоток. Для этой же цели предусмотрен радиатор 14. Для контроля температуры масла служит термометр 8. Уровень резервного масла в расширительном бачке 13 контролируют с помощью маслоуказателя 12.

Принципы действия трехфазного и однофазного трансформаторов аналогичны друг другу.

Трансформаторные подстанции 6-10/0,38 кВ, которые часто называют *потребительскими*, предназначены для питания трехфазных четырехпроводных с заземленной нейтралью распределительных линий напряжением 0,38 кВ. Наибольшее распространение для сельскохозяйственных потребителей получили комплектные трансформаторные подстанции (КТП) тупикового типа.



б

а – электрическая схема соединения распределительного устройства;

б – общий вид КТР

1 – разрядник; 2 – предохранитель; 3 – трансформатор; 4 – площадка для обслуживания; 5 – шкаф РУ напряжением 0,38 кВ; 6 – выходы линии напряжением 0,38 кВ; 7 – лестница

Рис. 2.8 Мачтовая трансформаторная подстанция напряжением 6-10 / 0,38 кВ

На рис. 2.8 представлены:

- электрическая схема соединения распределительного устройства (РУ) напряжением 10/0,38 кВ (рис. 2.8, а);
- схема устройства КТР (рис. 2.8, б).

Устройство (рис. 2.8, б): все оборудование КТР размещено на П-образной опоре.

Трансформатор 3 установлен на огражденной площадке 4 на высоте 3-3,5 м. Напряжение трансформатору подается через линейный распределительный пункт и предохранители 2.

РУ напряжением 0,38 кВ представляет собой металлический шкаф 5 брызгозащищенного исполнения с установленной внутри аппаратурой. Ввод в шкаф трансформатора и выводы 6 к линиям напряжением 380/220 В выполнены в трубах. Для подъема на площадку служит складная металлическая лестница 7, которую так же, как дверцы шкафа и привод разъединителя, запирают на замок. Для защиты ТП от перенапряжения установлены вентильные разрядники 1.

Контрольные вопросы

1. Назначение и устройство трехфазного генератора.
2. Объяснить принцип работы трехфазного генератора.
3. Назовите схемы соединения статорных обмоток генератора.
4. Назвать виды напряжений в трехфазной четырехпроводной системе. Какая между ними зависимость?
5. Как устроен трехфазный асинхронный короткозамкнутый электродвигатель?
6. Объяснить принцип действия трехфазного короткозамкнутого электродвигателя.
7. Что такое скольжение и как его определяют?
8. Назвать схемы включения асинхронного короткозамкнутого электродвигателя в сеть.
9. Назвать правила выбора схемы включения асинхронного короткозамкнутого электродвигателя в сеть.
10. Назначение и устройство однофазного трансформатора.
11. Что такое коэффициент трансформации? С помощью каких формул находят его величину?
12. Назначение и устройство трехфазного трансформатора.
13. Назначение и устройство комплектной трансформаторной подстанции КТП 6...10/0,38 кВ.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3 АППАРАТУРА УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Содержание работы:

1. Основные понятия об электроприводе.
2. Аппаратура управления электрических установок.
3. Аппаратура защиты.
4. Расчет и выбор аппаратуры управления и защиты.

Электроприводом называют машинное устройство, которое предназначено для преобразования электрической энергии в механическую. Он состоит из:

- электродвигателя;
- передаточного механизма;
- аппаратуры управления и защиты.

Электропривод, применяемый в производственных процессах делят на три основных типа:

- групповой – в нем от одного электродвигателя с помощью нескольких трансмиссий вращение передается группе рабочих машин;
- одиночный – с помощью одного электродвигателя приводится в движение одна машина или производственный механизм;
- многодвигательный – для привода рабочих органов одной рабочей машины используют несколько электродвигателей.

По способу управления электроприводы делятся на: автоматизированный, частично автоматизированный и неавтоматизированный.

По роду использованной электрической энергии: постоянного и переменного тока, одно- и трехфазный.

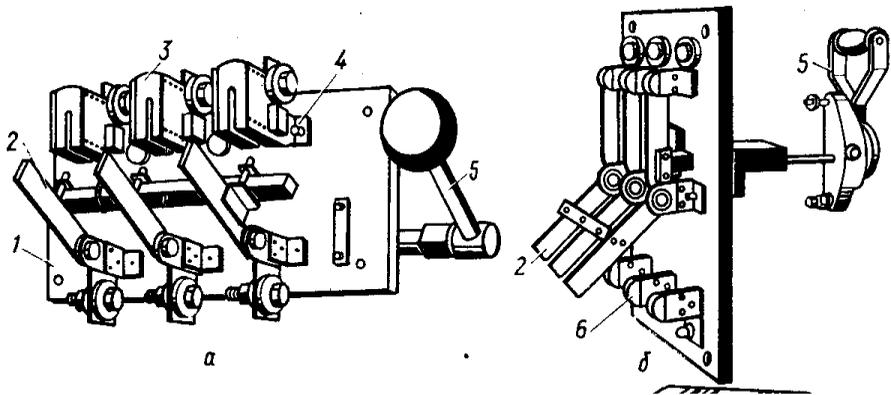
По числу скоростей: одно- и многоскоростные.

Достоинства электропривода:

- быстрый и простой пуск электродвигателя;
- возможность точного учета расхода электроэнергии на отдельные производственные операции;
- небольшие габаритные размеры и металлоемкость;
- простота обслуживания, надежность в эксплуатации и возможность автоматизации.

Аппаратура управления предназначена для пуска и остановки двигателя, изменения частоты и направления вращения вала двигателя, а также обеспечения работы электродвигателя в заданных режимах в соответствии с требованиями технологического процесса и т.д. Ее классифицируют по следующим признакам:

- способу управления – с ручным, автоматическим и дистанционным управлением;
- роду тока – для постоянного и переменного тока;
- исполнению – открытое, защищенное, пылебрызгонепроницаемое, тропическое и т.д.



а – с боковой рукояткой и дугогасительной камерой;

б – с центральной рукояткой и моментным дугогасительным ножом

1 – изолирующая плита; 2 – контактный нож; 3 – дугогасительная камера;

4 – неподвижная контактная стойка; 5 – рукоятка; 6 – неподвижный контакт

Рис. 3.1 Рубильники

Аппаратура ручного управления приводится в действие обслуживающим персоналом. К ней относятся: выключатели и переключатели, рубильники, кнопочные станции, магнитные пускатели, автоматические выключатели.

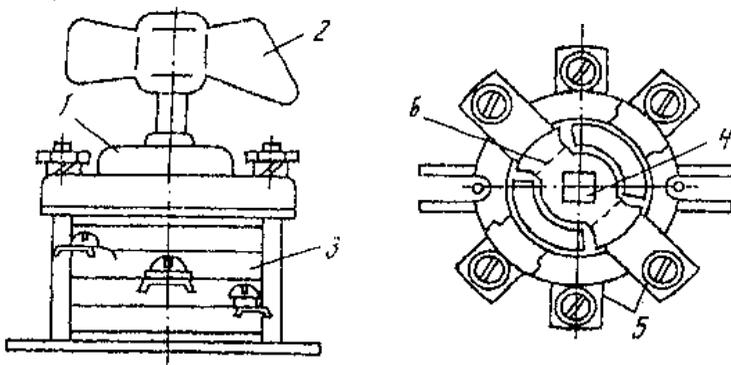
Рубильники предназначены для неавтоматического замыкания и размыкания цепей переменного тока напряжением до 500 В. Рубильники состоят (рис.3.1,а) из системы подвижных (ножи) 2 и неподвижных 6 контактов, смонтированных на плите 1 из нетокопроводящего материала. Конструктивно могут быть выполнены с центральной (рис.3.1, б), боковой рукояткой (рис.3.1, а) и рычажным приводом.

Принцип действия рубильников: поворотом рукоятки 5, соединенной с подвижными главными ножами, вводят их в зацепление с неподвижными контактами, вследствие чего происходит замыкание электрической цепи.

Пакетные выключатели и переключатели предназначены для тех же операций, что и рубильники, в электрических цепях небольшой мощности.

Пакетный выключатель состоит (рис. 3.2) из отдельных сложенных вместе пакетов 3 и приводного механизма 1. Каждый из пакетов образует полюс, включаемый в одну цепь выключателя. Неподвижные контакты 2

движные контакты каждого пакета занимают определенное положение, смещенное по отношению к контактам других пакетов. Неподвижные контакты 5 выполнены в виде массивных пластин из латуни, подвижные 6 – в виде двух пружинящих губок, которые посажены на квадратный изолированный вал 4 выключателя с рукояткой 2 и могут поворачиваться вместе с ним.



1 – приводной механизм; 2 – рукоятка выключателя; 3 – пакеты; 4 – изолированный вал; 5 – неподвижные контакты; 6 — подвижные контакты

Рис.3.2 Пакетный выключатель

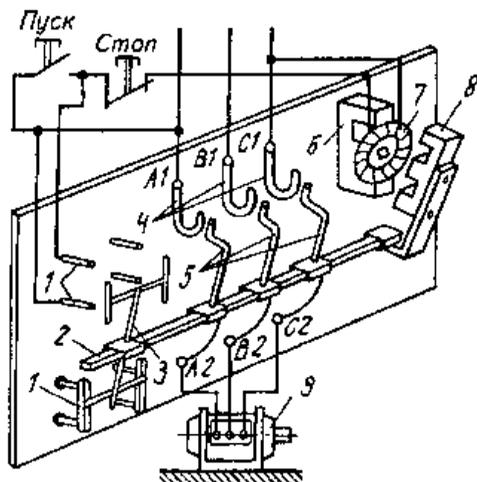
П р и н ц и п д е й с т в и я : при вращении рукоятки 2 сначала заводится пружина, которая сообщает необходимую скорость подвижным контактам. Перемещение по окружности подвижных контактов приводит к их набеганию на неподвижные, вследствие чего происходит замыкание электрической цепи. Дальнейшее вращение рукоятки выключателя приводит к размыканию цепи.

Контакторы переменного тока предназначены для дистанционного включения и выключения электроустановок.

У с т р о й с т в о (рис.3.3) на плите из нетокопроводящего материала смонтирована система неподвижных 4 и подвижных главных контактов 5, а также блокировочных контактов 1. За соединение подвижных и неподвижных контактов отвечает электромагнит, в состав которого входит сердечник 6, обмотка 7 и якорь 8, одним концом насаженный на вал 2. Главные неподвижные контакты А1, В1, С1 запитаны из трехфазной сети. К главным подвижным контактам А2, В2, С2 присоединяют статорную обмотку электродвигателя 9. Дистанци-

онное управление электрической установкой осуществляют с помощью кнопок «Пуск» и «Стоп».

П р и н ц и п д е й с т в и я: при нажатии на кнопку «Пуск», катушка контактора б, по которой протекает ток, втягивает якорь магнитной системы 8 и замыкает контакты силовой цепи и блокировочные, в результате чего на электрическую установку поступает ток из сети. Блокировочные контакты включены параллельно кнопке «Пуск» и оставляют цепь питания катушки замкнутой и после того, как кнопка «Пуск» будет отпущена.



1 – блокировочные контакты; 2 – вал; 3 – траверса; 4 – неподвижные главные контакты; 5 – подвижные главные контакты; 6 – сердечник; 7 – обмотка электромагнита; 8 – якорь электромагнита; 9 – электродвигатель
Рис. 3.3 Схема контактора

При нажатии на кнопку «Стоп» цепь катушки 7 размыкается и якорь магнитной системы под действием пружин разъединяет силовые и блокировочные контакты. Поступление электрической энергии из сети на электроустановку прекращается.

Магнитный пускатель п р е д н а з н а ч е н для местного, дистанционного и автоматического управления электроустановкой, а также для защиты электродвигателей от перегрузки (при наличии теплового реле) и нулевой защиты.

В настоящее время широко используют магнитные пускатели серии ПМЛ и ПМЕ.

У с т р о й с т в о: контакторы магнитных пускателей на токи до 63А имеют прямоходовую магнитную систему Ш-образного типа. Подвижная часть электромагнита составляет одно целое с траверсой, в которой предусмотрены подвижные контакты и их пружины. В общих

чертах кинематика управления электрических установок с помощью контакторов и магнитных пускателей аналогична. Разница в их работе заключается в наличии теплового реле у магнитных пускателей, предназначенного обеспечивать защиту электродвигателей при длительных перегрузках. Выполняет эту функцию в магнитном пускателе серии ПМЛ тепловое реле типа РТЛ, который установлен непосредственно в корпусе пускателя.

Технические данные магнитных пускателей серии ПМЕ представлены в *Приложении 31*.

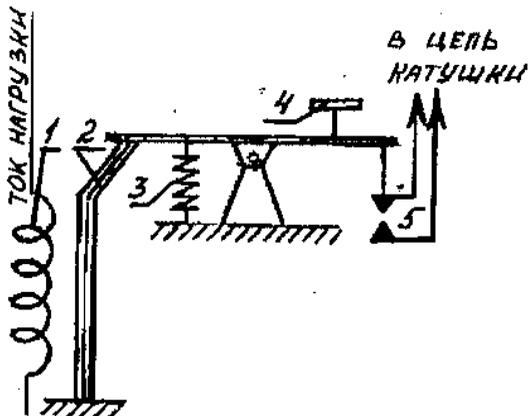
Тепловое реле предназначено для защиты электродвигателя от перегрузок.

Устройство (рис.3.4): тепловое реле состоит из нагревательного элемента 1, биметаллической пластинки 2, контактов 5, пружины 3 и кнопки возврата 4.

Нагревательный элемент представляет собой спираль, свитую из провода с высоким удельным сопротивлением (нихром, манганин, фехраль). Его выбирают по номинальному току управляемого электродвигателя. Поэтому при протекании номинального тока электрического двигателя нагревательный элемент не нагревается.

Биметаллическая пластина представляет собой конструкцию, сваренную из двух разнородных металлических пластинок, имеющих разный коэффициент линейного расширения. Например, из меди и железа. При нагревании такой пластинки одна из сторон расширяется сильнее, чем другая, поэтому пластинка изгибается.

Принцип действия теплового реле: при перегрузках двигателя ток в его обмотке возрастает и нагревательный элемент 1 теплового реле нагревается. Излучаемое нагревательным элементом тепло нагревает биметаллическую пластину 2, которая, изгибаясь, разрывает контакты в цепи катушки магнитного пускателя 5, и электродвигатель отключается. Для приведения теплового реле в состояние готовности нужно после остывания биметаллической пластинки нажать на кнопку возврата 4.



- 1 – нагревательный элемент;
 - 2 – биметаллическая пластина;
 - 3 – пружина;
 - 4 – кнопка возврата;
 - 5 – контакты цепи
- Рис.3.4 Кинематическая схема теплового реле

Расчет и выбор теплового реле магнитного пускателя

Нагревательные элементы теплового реле $I_{уст}$ выбирают по расчетным (номинальным) токам электрических цепей $I_{расч}$, в которых они будут работать, исходя из условий

$$I_{уст} \geq I_{расч} \quad (1.1)$$

Пример 1. Выбрать тепловое реле для защиты асинхронного короткозамкнутого электродвигателя типоразмера 4А80В2У3 мощностью $P_n = 2,2$ кВт для работы в сети с напряжением $U = 380$ В.

Решение:

1. Определяют величину номинального тока двигателя $I_{дв}$:

$$I_{дв} = P_n / U$$

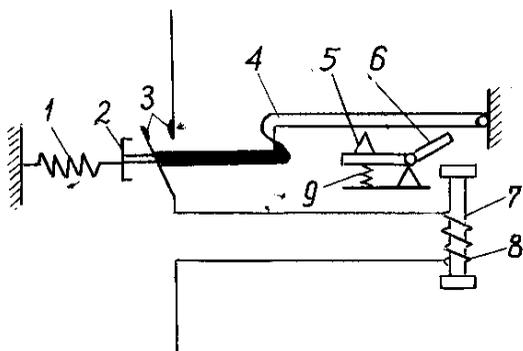
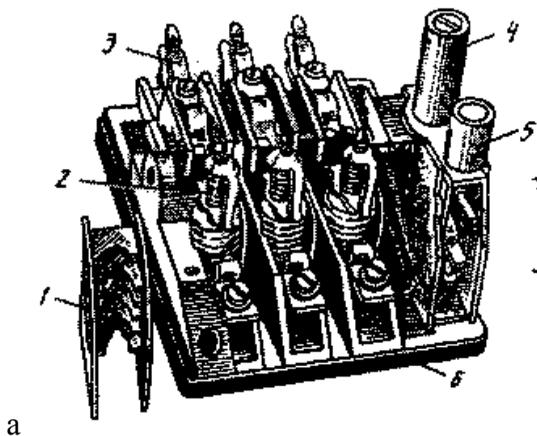
$$I_{дв} = 2200 / 380 = 4,8 \text{ А} \quad (1.2)$$

2. Ток уставки теплового реле с учетом неравенства (14.1) составляет:

$$I_{уст} \geq 4,8 \text{ А}$$

3. Выбирают по техническим данным *Приложения 30*, стандартный нагреватель на 5А, а тепловое реле ТРН-10 с номинальным током 10А.

Автоматические выключатели серии АП50 предназначены для защиты электрических установок от перегрузок и токов короткого замыкания, а также для нечастых оперативных отключений до 30 раз в час.



б

а – общий вид:

- 1 – дугогасительная камера; 2 – электромагнитный расцепитель;
 3 – главные контакты; 4, 5 – соответственно кнопки «Пуск» и «Стоп»; 6 – основание. *б* – кинематическая схема электромагнитного расцепителя:
 1, 9 – пружины; 2 – перемычка; 3 – электрические контакты; 4 – защелка;
 5 – толкатель; 6 – якорь; 7 – сердечник; 8 – катушка

Рис. 3.5 Автоматический выключатель АП50

Устройство (рис.3.5, а) АП-50 состоит из контактной системы 3, дугогасительных камер 1 и механизма управления, смон-

тированных на общем основании из фибры 6, закрытом крышкой. Подвижные и неподвижные контакты каждого полюса автомата разделены пластмассовыми перегородками и заключены в съемные дугогасительные камеры 1, состоящими из нескольких металлических пластин. Их задача – дробить электрическую дугу, возникающую при размыкании контактов, на ряд более мелких дуг.

Автомат имеет рукоятку ручного управления, которая через пружинный механизм и систему рычагов связана с подвижными контактами, что позволяет включать и выключать электрическую установку вручную.

Автоматическое отключение АП-50 производят специальные устройства – расцепители. Они могут быть с *тепловым элементом* или *электромагнитом*, а также комбинированным, например у АП50-ЗМТ. Тепловые расцепители с л у ж а т для защиты электрической установки от токов перегрузки, то есть он выполняет те же функции, что и тепловое реле в магнитном пускателе. Принципы их действия аналогичны.

Электромагнитный расцепитель п р е д н а з н а ч е н для защиты электродвигателей от токов короткого замыкания. Кинематическая схема его представлена на рис.3.5, б.

У с т р о й с т в о электромагнитного расцепителя (рис.3.5, б): в его с о с т а в входит катушка 8 с небольшим числом витков, включенной так же, как и нагревательный элемент теплового расцепителя, последовательно с электроприемником (статорная обмотка электродвигателя). Внутри катушки расположен подвижный стальной сердечник 7. При протекании по катушке тока номинальной величины контакты 3 замкнуты. В случае возрастания тока до очень больших значений (короткое замыкание) к сердечнику притягивается якорь электромагнита 6, а толкатель 5 воздействует на защелку 4 и вызывает размыкание контактов 3 и отключение автоматического выключателя с электроприемником.

В сельскохозяйственном производстве получили распространение автоматические выключатели серий АП-50, АЗ100 и АЕ2000.

Расчет и выбор автоматических выключателей

Автоматические выключатели выбирают по номинальному напряжению (220, 380 В и т.д.), номинальному току, коммутационным элемен-

там и номинальным токам и виду расцепителя (электромагнитный, тепловой, комбинированный) с учетом следующих рекомендаций:

- ток уставки теплового и комбинированного расцепителей для защиты участка электрической сети:

$$I_{уст.т.} = I_n, \quad (1.3)$$

где I_n – номинальный ток электрической сети, А;

- для защиты одиночного электродвигателя с короткозамкнутым ротором ток уставки электромагнитного расцепителя определяют по условию:

$$I_{уст.м.} \geq (1,5 \dots 1,8) I_{пуск}, \quad (1.4)$$

где $I_{пуск}$ – ток, потребляемый асинхронным короткозамкнутым электродвигателем из сети в момент его пуска:

$$I_{пуск} = (5 \dots 7) I_n. \quad (1.5)$$

- для защиты группы асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором:

$$I_{уст} \geq (1,5 \dots 1,8) (K_0 \sum_1^{n-1} K_3 \cdot I_n + I_{пуск}), \quad (1.6)$$

где K_0 – коэффициент одновременности для группы двигателей;

K_3 – коэффициент загрузки каждого двигателя;

$K_0 \sum_1^{n-1} K_3 \cdot I_n$ – ток нагрузки электрической цепи, кроме тока

нагрузки того двигателя, который имеет наибольший пусковой ток, А;

$I_{пуск}$ – пусковой ток указанного выше двигателя, А.

Пример 2. Выбрать автоматический выключатель для защиты отвления к электродвигателю типоразмера 4А80А2УЗ. Данные двигателя: $P_n = 1,5$ кВт; $I_n = 3,5$ А; кратность пускового тока $k_i = 7$.

Р е ш е н и е.

1. Определяют ток уставки теплового расцепителя с учетом формулы (3.3):

$$I_{уст.т.} = I_n = 3,5A.$$

2. Определяют ток уставки электромагнитного расцепителя с учетом формулы (3.4):

$$\begin{aligned} I_{уст.м.} &\geq 1,5 \cdot k_i \cdot I_n \\ I_{уст.м.} &\geq 1,5 \cdot 7 \cdot 3,5 = 36,75A \end{aligned}$$

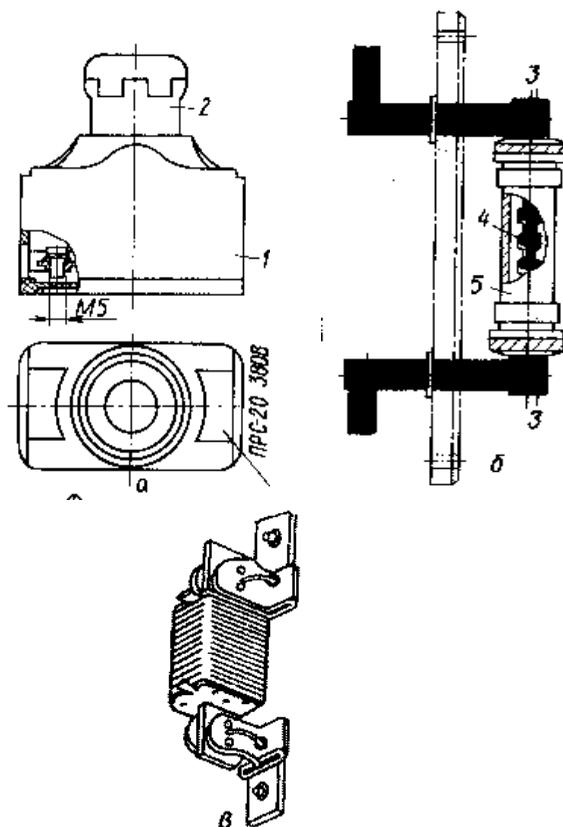
Затем регулируют электромагнитный расцепитель на ток 37А.

Плавкие предохранители п р е д н а з н а ч е н ы для защиты электрических установок от токов коротких замыканий.

У с т р о й с т в о (рис.3.6) во всех типах предохранителей отключающим элементом является плавкая вставка 4, расположенная внутри корпуса (патрона) 5, выполненного из не токопроводящего материала.

Корпуса предохранителей классифицируют по следующим признакам:

- в зависимости от конструкции плавких вставок – разборные и неразборные. У разборных допускается замена плавких вставок на месте эксплуатации;
- по наличию наполнителя – с наполнителем и без него;
- по виду контактов плавкой вставки – с ножевыми и врубными контактами, вставляемыми в губки контактов основания.



- а* – пробочный предохранитель серии ПРС;
б – трубчатый предохранитель типа ПР-2;
в – призматический предохранитель типа ПН-2

1 – основание предохранителя; 2 – ввертываемый цилиндрический корпус с плавкой вставкой; 3 – контактные ножи; 4 – плавкая вставка; 5 – фибровый патрон

Рис. 3.6 Плавкие предохранители

Электрический контакт плавкой вставки с рубильником осуществляется при помощи ножевых или врубных контактов.

П р и н ц и п д е й с т в и я : плавкая вставка при протекании тока нагревается. При перегрузке или коротком замыкании плавкая вставка перегорает, поскольку она выполнена из легкоплавкого материала. Цепь тока при этом разрывается. При перегорании плавкой вставки может возникнуть опасная электрическая дуга, которая может

повредить оборудование или представить опасность для обслуживаемого персонала. Поэтому трубки предохранителей на большие мощности отключения заполняют кварцевым песком. Некоторые предохранители выпускаются с фибровыми трубками. При перегорании плавкой вставки фибровая трубка выделяет газы, давление в трубке значительно увеличивается и дуга деионизируется и гасится.

Для осветительной проводки и электроприемников, работающих с небольшими пусковыми токами, ток плавкой вставки предохранителя должен быть равным расчетному току нагрузки:

$$I_{вст} = I_{нагр} \quad (1.7)$$

Для двигателей с короткозамкнутым током ток плавкой вставки определяют по формуле:

$$I_{вст} = I_{пуск} / \alpha \quad (1.8)$$

где $I_{пуск}$ – пусковой ток электродвигателя, см. формулу (1.5);

α – коэффициент, учитывающий условия пуска двигателя.

При редких пусках и продолжительности разбега не более 10с $\alpha = 2,5$; при тяжелых условиях пуска $\alpha = 1,6 \dots 1,8$.

Полученное расчетное значение тока предохранителя и вставки округляют до ближайшего большего по шкале вставок значения (*Приложение 29*).

Затем выбирают тип плавкого предохранителя, руководствуясь правилом:

$$I_{пред} > I_{вст} . \quad (1.9)$$

Пример 3. Выбрать предохранитель и его плавкую вставку для защиты однофазной группы осветительной сети, содержащей лампы накаливания общей мощностью 1,5 кВт. Напряжение сети 220 В.

Р е ш е н и е :

Рабочий ток группы:

$$I = 1500/220 = 6,82 \text{ А}$$

Выбирают плавкую вставку предохранителя на ближайшее большее значение тока $I_{вст} = 10 \text{ А}$. Она подходит к предохранителям ПР-2 и НПН-15 на 15 А.

Пример 4. Выбрать предохранитель для защиты ответвления к двигателю типоразмера 4А10052УЗ мощностью $P_n = 4,0 \text{ кВт}$ для работы в сети с напряжением $U = 380\text{В}$. Условия пуска легкие ($\alpha = 2,5$) кратность пускового тока $k_i = 7$.

Р е ш е н и е:

1. Определяют номинальный ток электродвигателя I_n :

$$I_n = P_n / U$$
$$I_n = 4000 / 380 \approx 11 \text{ А}$$

2. Определяют пусковой ток, потребляемый электродвигателем из сети в момент его пуска:

$$I_{пуск} = k_i \cdot I_n$$
$$I_{пуск} = 7 \cdot 11 = 77 \text{ А}$$

3. Находят расчетный ток плавкой вставки:

$$I_{вст} \geq I_{пуск} / \alpha$$
$$I_{вст} = 77 / 2,5 = 30,8 \text{ А}$$

Из *Приложения 29* выбирают предохранитель НПН-60 с номинальным током 60А и к нему сменную плавкую вставку на 35А.

Контрольные вопросы:

1. По каким признакам подразделяются электроприводы?
2. Какие функции выполняет аппаратура управления? По каким признакам подразделяется?
3. Назначение, устройство и принцип действия рубильника.
4. Как устроен и работает пакетный выключатель?
5. Назначение и принцип работы электромагнитного контактора.
6. Как устроено и работает тепловое реле?
7. Назначение автоматического выключателя.
8. Назначение, устройство и принцип действия электромагнитного расцепителя.
9. Назначение аппаратуры защиты. Какие устройства к ней относятся?

10. Устройство и принцип действия плавкого предохранителя.
11. Правила расчета и выбора теплового реле магнитного пускателя.
12. Правила расчета и выбора автоматического выключателя.
13. Правила расчета и выбора плавкой вставки и предохранителя в электрических цепях.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФРАКРАСНОГО И УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ И ПТИЦЕВОДСТВЕ

Содержание работы:

1. Источники электрического освещения.
2. Источники инфракрасного (ИК) излучения.
3. Источники ультрафиолетового (УФ) излучения.
4. Установки для УФ и ИК облучения молодняка и взрослых сельскохозяйственных животных и птиц.

Одним из основных факторов, влияющих на продуктивность скота и птицы, помимо температуры, влажности и состава воздуха, является освещенность помещений. Создавая определенные режимы дня и ночи, можно не только повышать яйценоскость кур, гусей, уток, но и ускорять созревание меха у пушных зверей, рост шерсти у овец, а также увеличивать привесы у свиней и надой у коров.

В практике нашли применение два разных по принципу действия типа электрических ламп: накаливания и разрядные лампы низкого давления (люминесцентные лампы).

Лампы накаливания – наиболее распространенный источник света.

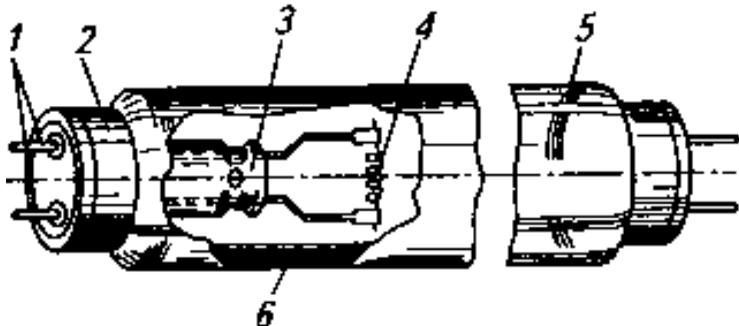
У с т р о й с т в о : в стеклянной колбе параболической формы помещена нить накаливания из тугоплавкого металла, например вольфрама.

П р и н ц и п д е й с т в и я : электрический ток, проходя по нити накала, разогревает ее, и она начинает излучать свет. В спектре излучения этих ламп преобладают желтые лучи.

Промышленность выпускает разнообразные типы ламп накаливания на различные номинальные напряжения. Номинальным называют напряжение, на которое рассчитана лампа и при котором она потребляет из сети расчетную мощность.

Срок службы ламп накаливания – средняя продолжительность горения всех типов ламп накаливания общего назначения при заданном напряжении до выхода из строя; составляет не менее 1000 ч.

Люминесцентные лампы также предназначены для превращения электрической энергии в световую.



1 – штырьвые токоподводы; 2 – цоколь; 3 – стеклянная ножка;
4 – электрод; 5 – колба; 6 – люминофор

Рис. 4.1 Устройство люминесцентной лампы

Устройство (рис.4.1): люминесцентная лампа представляет собой запаянную цилиндрическую стеклянную колбу 5 в форме трубки, внутренняя поверхность которой покрыта слоем люминофора 6 – вещества, способного светиться под действием УФ лучей. У концов колбы расположены спиральные вольфрамовые электроды 4 с выводами наружу в виде штырьков 1. Лампа заполнена аргоном и содержит несколько капель ртути.

Для работы люминесцентных ламп необходима пускорегулирующая аппаратура в виде дросселя, стартера и двух конденсаторов.

Стартер (SV) – неоновая лампа тлеющего разряда. В ней один из электродов – биметаллическая пластинка, которая может замыкать и размыкать цепь электродов лампы. Поэтому стартер служит для автоматического замыкания на некоторое время цепи электродов лампы и для мгновенного разрыва этой цепи после разогрева электродов.

Дроссель (LL) – индуктивное сопротивление, которое служит для ограничения тока лампы, для создания импульса повышенного напряжения, необходимого для зажигания лампы.

Конденсатор (C2), подсоединенный параллельно стартеру, служит для снижения радиопомех, предотвращения возникновения дуги

между контактами стартера в момент их размыкания, увеличения импульса зажигания лампы.

Конденсатор (C1), подключенный параллельно цепи, служит для повышения коэффициента мощности схемы с 0,5-0,6 до 0,9.

Сопротивление (R) служит для разряда конденсаторов C1 и C2 после отключения лампы от сети.

П р и н ц и п д е й с т в и я : при включении люминесцентной лампы в сеть электрический ток нагревает ее электроды до температуры 800-900⁰С. При этом, вследствие возникновения явления термоэлектронной эмиссии из электродов начинают вылетать электроны, образующие около каждого электрода электронные облачка. Находящаяся внутри лампы ртуть способствует появлению паров ртути.

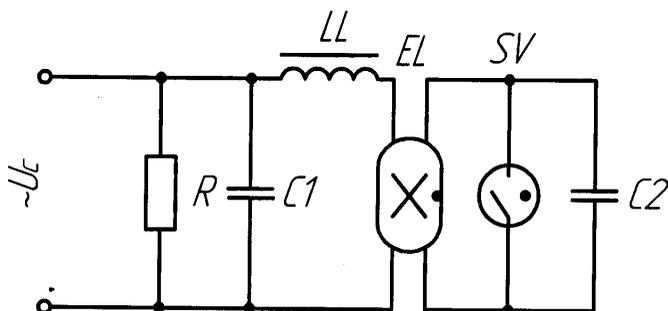


Рис. 4.2 Схема включения люминесцентной лампы

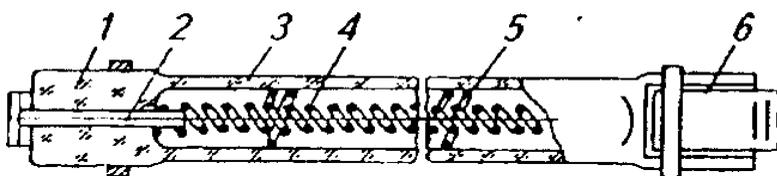
Затем к электродам прикладывается импульс повышенного напряжения, создаваемый дросселем, вследствие чего возникает электрический пробой внутреннего пространства, ток начинает протекать между электродами, и лампа зажигается. В результате прохождения тока пары ртути излучают ультрафиолетовые лучи, которые, действуя на люминофор, заставляют его светиться дневным светом. Спектр излучения лампы зависит от химического состава люминофора. Схема включения люминесцентной лампы в сеть представлена на рис 4.2.

Источники инфракрасного излучения. Источники ИК-излучений в зависимости от спектрального диапазона излучения принято делить на светлые с $\lambda = 750-1400$ нм (коротковолновые) и тёмные с $\lambda = 1400-10000$ нм (длинноволновые).

К числу наиболее распространённых светлых источников ИК-излучения относятся кварцевые лампы накаливания с йодным (галогенным) циклом КГ-220-1000-1.

У с т р о е н ы они следующим образом (рис.4.3): в колбу цилиндрической формы 3, выполненную из кварцевого стекла, хорошо пропускающего ИК-излучение, помещена вольфрамовая спираль 4, прикрепленная к двум молибденовым электродам 2. В кварцевую колбу ламп с галогеновым циклом вводится дозированное количество йода.

П р и н ц и п д е й с т в и я: в обычной лампе накаливания вольфрамовая нить накала постепенно расплывается, и её частицы оседают на внутренней поверхности колбы, уменьшая её прозрачность. В инфракрасной лампе частицы вольфрама, отрываясь от раскалённой нити накала, оседают на стенках колбы, где соединяются с йодом, образуя газообразное соединение *йодид вольфрама*. Вследствие интенсивного перемешивания в зоне высоких температур вблизи нити накала йодид вольфрама распадается на вольфрам и йод. Вольфрам выпадает на нить накала, а частицы йода возвращаются к стенкам колбы и вновь принимают участие в *регенеративном йодном цикле*.



1 – плоская ножка; 2 – молибденовый электрод; 3 – кварцевая колба;
4 – нить накала; 5 – вольфрамовые держатели; 6 – контактная пластинка

Рис. 4.3 Инфракрасная галогенная лампа КГ-220-1000-1

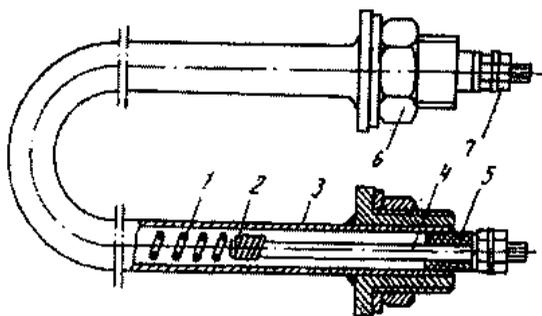
Срок службы галогенных ламп вдвое больше, чем обычных ламп накаливания, спектральный состав излучения более близок к естественному, световая отдача на 18...20% больше. Габаритные размеры этих ламп значительно меньше, что позволяет существенно уменьшить размеры и массу осветительных приборов. Для галогенных ламп характерны высокая прочность и термостойкость. Они выдерживают большое внутреннее давление и без последствий переносят в рабочем состоянии обливание холодной водой. Особенность эксплуатации галогенных ламп в том, что их монтируют только в горизонтальном положении.

Инфракрасные зеркальные лампы накаливания ИКЗК-220-250, ИКЗК-220-500, ЗС-1, ЗС-3 п р е д н а з н а ч е н ы для локального обогрева молодняка сельскохозяйственных птиц и животных.

Устройство инфракрасных зеркальных ламп аналогично обычным лампам накаливания, но имеются отличия: колба этих ламп имеет *параболоидную* форму и более высокую температуру нити накаливания. На внутреннюю поверхность колбы нанесено зеркальное покрытие, а на купол изнутри – специальное цветное покрытие, позволяющее получать излучение в инфракрасном диапазоне спектра. Нижняя часть колбы **ИКЗК** покрыта красным термостойким лаком, что снижает интенсивность видимого излучения. Нижняя часть колбы ламп **ЗС** выполнена прозрачной.

К числу *тёмных* источников ИК-излучения относятся трубчатые нагревательные элементы, так называемые ТЭНы (рис.4.4).

Устройство: нагреватель состоит из металлической трубки 2, в которую вмонтирована нихромовая спираль. Концы спирали приварены к выводным шпилькам 4, которые предназначены для подключения ТЭНа к электрической сети. Спираль изолируют от стенок трубки наполнителем 3 в виде периклаза (кристаллическая окись магния MgO), обладающего хорошими электроизоляционными свойствами и теплопроводностью. После засыпки наполнителя в трубку её опрессовывают под давлением, в результате чего периклаз превращается в твёрдый монолитный материал, надёжно фиксирующий и изолирующий спираль внутри трубки.



1 – нихромовая спираль; 2 – трубка; 3 – наполнитель; 4 – выводная шпилька; 5 – герметизирующая втулка; 6 – гайка; 7 – выводы

Рис. 4.4 Трубчатый электронагреватель (ТЭН) герметичного исполнения

Принцип действия: при протекании тока по нагревательному элементу выделяется теплота Q равная:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t, \quad (1.1)$$

где I – ток, А;

R – сопротивление нагревательного элемента, Ом;

t – время работы, с.

Выделившаяся теплота за счёт теплопроводности наполнителя и металлической трубки нагревает среду, в которую помещён ТЭН, в том числе воду и воздух.

Срок службы ТЭНов 10 тыс. часов. Они вибропрочны. Температура нагрева поверхности до 700°C.

Области применения самые разнообразные: в водонагревателях, калориферах, установках лучистого нагрева, электрообогреваемых полах и др.

Источники ультрафиолетового излучения. УФ-излучение условно подразделяют на три области:

- УФ-А с $\lambda = 380 \dots 315$ нм, обладает небольшой биологической активностью, вызывает пигментацию кожи у человека и свечение некоторых веществ, называемое *люминесценцией*;

- УФ-В с $\lambda = 315 \dots 280$ нм, обладает биологической активностью и при попадании на кожу человека вызывает её покраснение (эритему), а затем пигментацию в виде загара; обладает антирахи́тным действием, поскольку способствует усвоению организмом фосфорно-кальциевых соединений, которые влияют на прочность костной системы животных, птицы и человека;

- УФ-С с λ менее 280 нм обладает большой биологической активностью и оказывает бактерицидное воздействие на болезнетворные микроорганизмы, находящиеся в воде, воздухе, почве.

В сельскохозяйственном производстве для технологического воздействия на живые организмы широко применяют специальные источники ультрафиолетового излучения, которые подразделяют на три типа:

-общего УФ-излучения с $\lambda = 380-100$ нм;

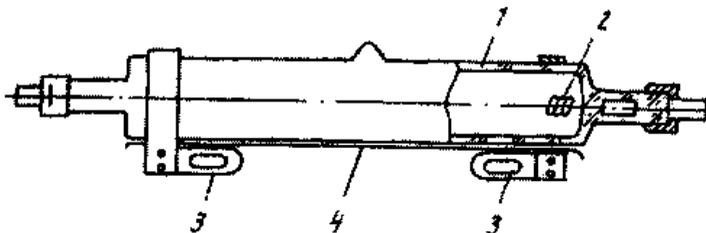
-витального с $\lambda = 315-280$ нм;

-бактерицидного действия с $\lambda = 254$ нм.

Источником общего УФ-излучения является *дуговая ртутно-кварцевая трубчатая лампа высокого давления (ДРТ)*. Она представляет собой (рис.4.5) трубку из кварцевого стекла небольших размеров. Кварцевое стекло хорошо пропускает ультрафиолетовое излучение. В торцы трубки впаяны вольфрамовые электроды. Внутрь неё вводится дозированное количество ртути и аргона.

После загорания лампа разогревается в течение 5-10 минут, вследствие чего давление аргона увеличивается, и по оси трубки образуется ярко светящийся шнур разряда с температурой 5700-7700°С. Повторное зажигание лампы, в случае ее погасания, возможно лишь, когда она достаточно остынет (через 5-10 минут).

Промышленность выпускает лампы ДРТ мощностью 230, 400 и 1000 Вт со сроком службы более 1500 часов.



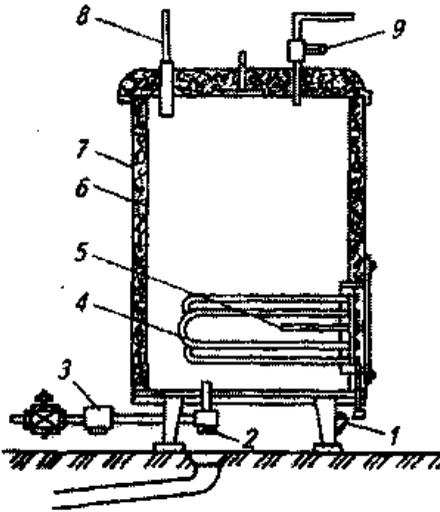
1 – кварцевая трубчатая колба; 2 – электрод; 3 – держатели лампы; 4 – лента из медной фольги для облегчения зажигания разряда

Рис. 4.5 Лампа ДРТ

Источники витального действия: эритемные люминесцентные лампы низкого давления типов ЛЭ-15, ЛЭ-30, ЛЭР-30, ЛЭР-40. По устройству они аналогичны обычным люминесцентным лампам типов ЛБ или ЛД, но отличаются от них составом люминофора, излучающего световой поток УФ- области с длиной волны 315-280 нм. Они, как и люминесцентные лампы включаются в сеть с помощью стартера и дросселя. Лампы типа ЛЭР – рефлекторные (с отражающим слоем), предназначены для помещений с повышенной загрязненностью. Мощность выпускаемых эритемных ламп витального действия 15, 30 и 40 Вт.

Источники бактерицидного действия – дуговые газоразрядные лампы низкого давления типа ДБ. Эти лампы по конструкции не отличаются от люминесцентных ламп низкого давления, но колбы их изготавливают из специального увиолевого стекла с легирующими присадками, которое хорошо пропускает УФ-излучение с длиной волны 254 нм. Кроме того, колба лампы не покрыта люминофором. Включают в сеть, так же как и люминесцентные лампы, с помощью пускорегулирующих устройств.

Мощность бактерицидных ламп аналогична мощности эритемных ламп, то есть 30 и 40 Вт.



- 1 – винт для зануления;
- 2 – сливная пробка;
- 3 – обратный клапан;
- 4 – ТЭНы;
- 5 – термодатчик;
- 6 – теплоизоляция;
- 7 – кожух;
- 8 – термометр;
- 9 – предохранительный клапан

Рис. 4.7 Электронагреватель УАП-200/0,9-И2

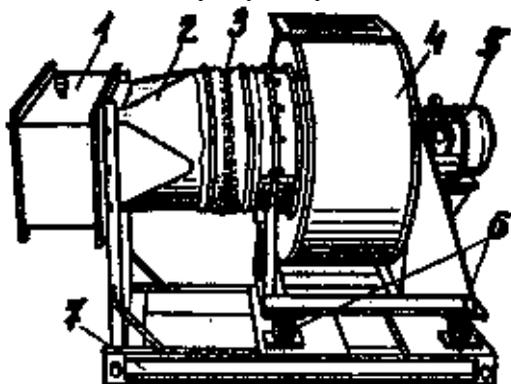
Элементный водонагреватель УАП-200/0,9-И2 (рис.4.7) выполнен в виде цилиндрического резервуара 7, на поверхности которого уложен теплоизоляционный синтетический пеноматериал 6, благодаря чему температура воды при отключении напряжения снижается на $0,8^{\circ}\text{C}$ за 1 час. Резервуар установлен на трех ножках. В правой нижней боковой части резервуара посредством патрубков с фланцем укреплены три ТЭНа 4 мощностью по 2 кВт. С помощью датчика и температурного реле, размещенных на фланце, осуществляется автоматический режим работы водонагревателя и поддержание постоянства температуры воды 90°C .

С целью обеспечения безаварийной работы элементного водонагревателя и исключения его взрыва, на крышке резервуара установлен предохранительный клапан 9, который срабатывает при повышении давления внутри резервуара выше допустимого значения.

Разбор воды из электроводонагревателя осуществляется путем перелива, при этом нагретая вода вытекает через верхний разборный патрубок резервуара за счет давления холодной воды, поступающей из водопровода через нижний приточный патрубок. Это исключает возможность «сухой» работы водонагревателя, так как разбор горячей воды и нагрев поступающей холодной воды происходит одновременно.

Электрокалориферные установки предназначены для подогрева воздуха в системах вентиляции, установках для

создания микроклимата на животноводческих фермах и птицефабриках, вентиляции картофелехранилищ и теплиц.



1 – электрический калорифер; 2 – переходной патрубок; 3 – мягкая вставка; 4 – вентилятор; 5 – электродвигатель; 6 – виброгасители; 7 – рама

Рис. 4.8 Электрический калориферный агрегат СФОЦ

Электрокалориферный агрегат СФОЦ (рис. 4.8) представляет собой прямоугольный каркас из швеллеров, внутри которого в три ряда расположены оребренные ТЭНы. Они собираются в ряды, каждый ряд – это автономная электрическая секция, в которой нагреватели соединены в звезду. Кроме коробки калорифера на небольшой металлической раме крепится другая основная часть агрегата – центробежный вентилятор 4 серии Ц4-70 в сборе с электродвигателем 5. Калорифер и вентилятор соединяются между собой посредством переходного патрубка 2 и мягкой вставки 3.

П р и н ц и п р а б о т ы электрокалориферной установки заключается в следующем: холодный воздух снаружи через заборное устройство всасывается вентилятором и прогоняется через электрокалорифер. В нем воздух, омывая оребренные ТЭНы, нагревается, а затем подается в распределительную систему воздухопроводов или непосредственно в помещение.

Для облучения животных и птиц УФ-излучением используют различные облучатели и установки, которые могут быть:

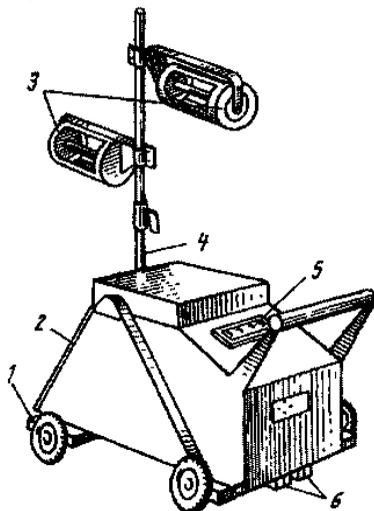
- стационарными;
- передвижными.

К числу *стационарных установок* относятся:

- эритемный облучатель ЭОР1-30 М, предназначенный для УФ-облучения сельскохозяйственных животных;

- ртутно-кварцевый облучатель ОРК-2 для облучения небольших групп животных, птицы и инкубационных яиц с целью профилактического и лечебного воздействия.

К числу *самоходных установок* принадлежит установка для облучения кур УОК-1 (рис.4.9). Эта установка предназначена для ультрафиолетового облучения кур и цыплят при многоярусном клеточном содержании.



1 – самоходное шасси; 2 – привод; 3 – облучатели с лампами ДРТ-400; 4 – штанга; 5 – панель управления; 6 – конечные выключатели

Рис. 4.9 Установка для облучения кур УОК-1

П р и н ц и п р а б о т ы: установка, приводимая в движение от электродвигателя мощностью 0,27 кВт и ременной передачи, совершает возвратно-поступательное перемещение вдоль проходов между клетками. В процессе ее движения УФ-облучатели с лампами ДРТ-400 одновременно облучают птиц двух ярусов. Высоту установки облучателей можно регулировать.

Для обеззараживания воздуха в животноводческих помещениях ультрафиолетовым излучением применяют стационарную установку ОБУ-2-30М. Этот облучатель имеет отражатель, покрытый специальной краской, и бактерицидную лампу ДБ-30. Облучатель подвешивают к потолку или укрепляют на стене помещения.

Контрольные вопросы

1. Как устроена и работает лампа накаливания?
2. Как устроена люминесцентная лампа?

3. Назвать пускорегулирующую аппаратуру, необходимую для работы люминесцентной лампы.
4. Перечислить светлые источники ИК-излучения.
5. Как устроена и работает кварцевая лампа накаливания с йодным циклом?
6. Назначение инфракрасных зеркальных ламп накаливания.
7. Как устроены лампы типа ИКЗК и ЗС? В чем сходство и различие их с обычными лампами накаливания?
8. К какому типу ИК-излучения относятся ТЭНы? Как они устроены?
9. На чем основан принцип действия ТЭНа?
10. На какие области делится весь спектр УФ-излучения? Назвать их и указать действие их на живой организм.
11. Перечислить источники УФ-излучения.
12. Назвать светлые и темные источники ИК-излучения. Указать область их применения.
13. Назначение и устройство электрического брудера БП-1.
14. Как устроен и работает элементный водонагреватель УАП-200/0,9-И2?
15. Как устроен и работает электрический калориферный агрегат СФОЦ?
16. С какой целью в животноводстве и птицеводстве используют стационарные УФ-облучатели?
17. С какой целью используют в птицеводстве самоходную установку УОК-1? Как она устроена и работает?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5 ОБОГРЕВ ТЕПЛИЦ

Содержание работы:

1. Виды и способы обогрева теплицы, парника.
2. Газовое отопление теплицы.
3. Воздушное отопление теплицы.
4. Обогрев теплиц с использованием электричества.

Виды и способы обогрева теплицы, парника

Существует много различных способов согревания закрытого грунта. Но все их можно разделить на два основных способа поддержания микроклимата а теплицах:

-Обогрев на биотопливе;

- Обогрев с использованием отопительных приборов. Далее мы детально рассмотрим все плюсы и минусы различных способов, а Вы сможете определиться в оптимальном варианте отопления Вашей теплицы или парника. Много зависит от наличия или доступности по малой цене определенного сырья или стоимости энергоресурсов. В идеале, выбор отопления должен осуществляться перед постройкой теп-

лицы, так как переделывать или устанавливать уже в готовую всегда труднее, бывает вообще не целесообразно по затратам. Но не будем о плохом - выход всегда есть, и мы постараемся Вам помочь в выборе правильного решения.

Обогрев теплицы на биотопливе

В основном используется в, так называемых, парниках. Отопление таким способом подразумевает длительность «горения» биотоплива (свежий навоз, плюс солома). Идеальным является конский или коровий навоз с наибольшей длительностью гниения с выделением температуры. Биотопливом может служить и опавшая листва, но поскольку она самостоятельно не разогреется, ее следует смешивать с навозом (как минимум, 25%). Есть и такой вариант: смесь 70% разложившегося торфа с 30 % навоза крупного рогатого скота, которую надо измельчить, обработать 0,6 %-ным раствором мочевины, перелопатить и собрать в штабель. Также, воздух внутри теплицы обогащается углекислым газом, который необходим растениям. В это же время происходит и испарение, которое способствует увлажнению грунта, за счет чего можно даже снизить количество поливов.

Весной, перед тем как поместить навоз в парник или теплицу, его надо разогреть. Для этого освободите штабель от укрытия, перелопатьте, смочите водой или коровяком, перемешайте и соберите в рыхлые кучи. Для ускорения разогревания внутрь можно положить раскаленные камни. Процесс горения начнется через несколько дней, о чем будет свидетельствовать повышение температуры внутри кучи до 50-60 °С, но своего максимума температура достигнет через неделю, после чего пойдет на спад. Свежий навоз сам разогреваться не будет, именно для этого нужна в качестве наполнителя солома, бумага, торф или др. наполнитель. Если есть куриный помёт можно его немного добавить. Тогда бурт быстро разогреется, но опять же при наличии дополнительного наполнителя. Просто навоз не разогреется.

Разогретый навоз внесите в парник или теплицу. При этом соблюдайте такую технологию:

- снимите слой плодородный почвы в штык лопаты и удалите перегоревший навоз. Его можно смешать с почвой и использовать как удобрение;

- присыпьте дно грядки или траншеи опилками;

- положите хворост толщиной 10 см, если Вы будете вносить свиной или коровий навоз. Это улучшит аэрацию грунта;

- уложите навоз, по центру - более горячий, по краям - менее, из расчета $0,3-0,4 \text{ м}^3$ на 1 м^2 площади покрытого грунта и $0,5-0,6 \text{ м}^3$ на 1 м^2 площади заглубленных парников или теплиц.

По прошествии нескольких дней, когда биотопливо несколько осядет, добавьте еще одну порцию разогретого навоза, желательно посыпать его тонким слоем гашеной извести, чтобы не допустить появления грибов;

- верните плодородный грунт на место, уложив его слоем 20-25 см. Через несколько дней можно сеять семена или высаживать рассаду.

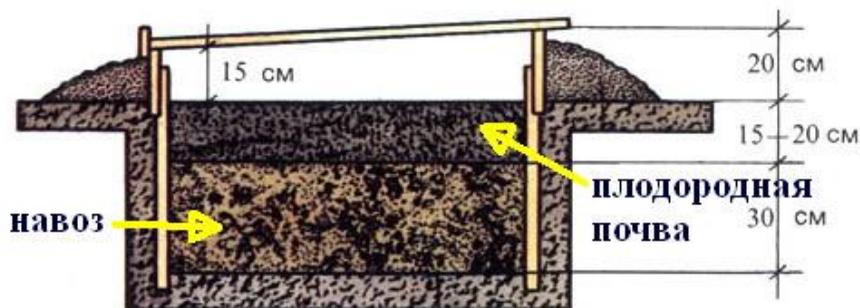


Рис. 5.1 Устройство теплицы на биотопливе.

Различные типы биотоплива имеют разные тепловые показатели

Ориентировочные показатели средней температуры грунта в теплице и продолжительности эффективности биотоплива различного типа:

- коровий навоз поддерживает температуру от 12 до 20 градусов (100 дней);
- конский навоз – температуру в диапазоне 33-38 градусов (70-90 дней);
- свиной навоз – температуру примерно 14-16 градусов (70 дней);
- опилки прогревают грунт максимум до 20 градусов (14 дней);
- перепревшая кора – в течение 120 дней дает стабильную температуру грунта в диапазоне 20-25 градусов.

Основной недостаток обогрева теплицы на биотопливе - его надо еще найти, купить, привезти, а потом снять старый и уложить новый на глубину где-то до 0,5 м, потом сверху накрыть плодородным слоем земли. И так каждый год. Без дополнительного обогрева не обеспечит допустимую температуру в морозные ночи, поэтому надо использовать либо комбинированный способ обогрева, либо использовать теплицу или парник только с весны, когда сильных заморозков

уже не предвидится. Рекомендуется применять в небольших пленочных парниках при выращивании ранней рассады, а также дает хороший результат при использовании совместно с дополнительными способами обогрева как в небольших, так и в больших капитальных теплицах. Служит хорошим удобрением для последующего использования, экономит энергоресурсы других источников обогрева за счет дополнительно нагрева общего объема. Если у Вас есть навоз от своего хозяйства - обязательно его используйте. Конечно это требует не мало физических усилий, но оно того стоит.

Обогрев теплиц с использованием отопительных приборов

Все другие способы создания необходимого микроклимата для закрытого грунта подразумевают использование отопительных приборов (печей, котлов, каминов, электрообогрева и т.д.). Об использовании геотермальной энергии и тепловой энергии электростанций, здесь мы говорить не будем.

Самый простой способ отопления теплиц – это печное отопление.

Один из самых древних и простых способов нагрева теплицы. Здесь теплоносителем являются продукты сгорания топлива (дым). Перепад высоты от камеры сгорания до верха дымохода должен быть не меньше четырех метров. Для равномерного распределения температуры по всей площади теплицы необходимо провести горизонтальный дымоход так, чтобы самая горячая его часть, обогревала ту сторону теплицы, куда меньше всего попадают солнечные лучи. Отопление теплиц таким способом не подогревает грунт. Из-за этого, почва, в которую высеваются растения, должна быть термоизолирована от остального грунта или должен использоваться комбинированный способ (навоз, электрический или водяной подогрев почвы).



Рис. 5.2 Радиаторы при использовании отопительных приборов.

Газовое отопление теплицы.

Для осенне-весенних теплиц не имеет смысла устанавливать водяное отопление по причине того, что затрат будет больше, чем возможностей использовать эту систему обогрева. Для таких теплиц одним из вариантов отопления, не требующих больших затрат, является газовое отопление. Чаще всего активно используется отопление в теплице только в апреле. Поэтому разумный выход для дачника или для фермера будет установка газового отопления в теплице.

Если теплица небольшая по размеру, то не будет необходимости подключать ее к общей системе газоснабжения. Можно обойтись покупкой нескольких газовых баллонов. Баллоны подключают к горелкам и термостатической саморегулирующей системой. Тепло, выделяемое газовыми баллонами достаточно для обогрева сезонной теплицы. Кроме того, углекислый газ и водяные испарения способствует великоплетному росту саженцев в теплице.

Сложность, возникающая при газовом отоплении - это равномерное распределение тепла по всему помещению. Для этого необходимо горелки равномерно распределить по всей площади теплицы. А также проследить, чтобы доступ к теплицам был обеспечен хороший, как для контроля, так и для их технического обслуживания.

Газовые калориферы прекрасно греют помещение, а, кроме того, равномерно перемешивают подогретый воздух по всему помещению. В результате такой рециркуляции происходит почти полное сгорание газа при небольшом избытке кислорода. Установка газовых калориферов значительно дороже, потому что требует дополнительного монтажа специальных перфорированных труб из полиэтилена. Нужно обеспечить возможность доступа воздуха извне, и выведение продуктов горения через дымоход, который также нужно установить.

Воздушное отопление теплицы.

В основном, это профессиональная система, которая устанавливается в момент постройки теплицы. Подобные системы используют для нагрева отопительно-вентиляционные агрегаты, установленные в основаниях фундамента, на несущих конструкциях теплицы или на отдельных опорах.

Раздача теплого воздуха осуществляется в среднюю и верхнюю часть пространства теплицы или парника. Сделано это для этого, чтобы избежать ожогов молодых растений или подсыхания их надземных частей. Также, по всему периметру теплицы раскладывается специальный перфорированный полиэтиленовый рукав, по которому равномерно поступает тепло. Он необходим для равномерного прогрева почвы. Часто для нагрева подаваемого воздуха используется пар высокого и низкого давления.

Так же можно использовать теплогенератор - промышленный воздухонагреватель, который работает на твердом топливе и предназначен для отопления теплиц.

У него тоже есть свои преимущества:

- **Мобильность.** Теплогенератор может быть установлен в любом месте и в любое время. Он не требует никаких дополнительных подключений и готов к отоплению теплиц уже через 5 минут после установки.
- **Полностью автоматическая работа.** Теплогенератор работает с автоматикой, которая сама регулирует температуру в теплице. Когда агрегат достигает заданной температуры, автоматика уменьшает или совсем останавливает процесс горения. Это сразу же дает двойной результат: существенную экономию топлива и поддержку необходимой температуры внутри теплицы
- **В качестве топлива в воздухонагревателях с ручной подачей** используется уголь, дрова, брикеты, торф и другое доступное топливо которое горит. Не переборчивость в топливе поднимает его рейтинг.

- Возможность отопление теплиц большой площади. Воздушный теплогенератор легко может отопить площадь от 1000 до 7000 м²!
- Нет необходимости использовать дополнительные трубы, радиаторы или вентиляторы для подачи нагретого воздуха: для этого можно использовать гибкие рукава воздуховодов! Такая система прослужит столько, сколько нужно, без дополнительных затрат на отопление.
- Благодаря компактным размерам, его можно установить в любом удобном месте теплицы, где он не будет занимать драгоценное пространство.
- Теплогенераторы на твердом топливе имеют высокий КПД - 95% , что позволяет при низких эксплуатационных затратах получать дешевое отопление теплиц.

- Обогрев теплиц с использованием электричества

Отопление теплиц важно продумать таким образом, чтобы выращиваемые культуры могли получать тепло не только сверху, но и снизу – находиться в грунте с естественной сезонной, подходящей для них, температурой. Чтобы этого добиться, необходимо обогреть непосредственно грунт, а не воздух в теплице.

Отопление теплиц с помощью нагревательного кабеля.

Такой способ как раз и решает вопрос с обогревом грунта. Кабель прокладывается непосредственно в почве на некотором расстоянии от поверхности. Таким образом, тепло всегда остается внизу на уровне почвы и растения растут в привычной среде даже в холода. При этом тепло поднимается и рассеивается и в воздухе, поэтому работать в теплице зимой также становится комфортно.

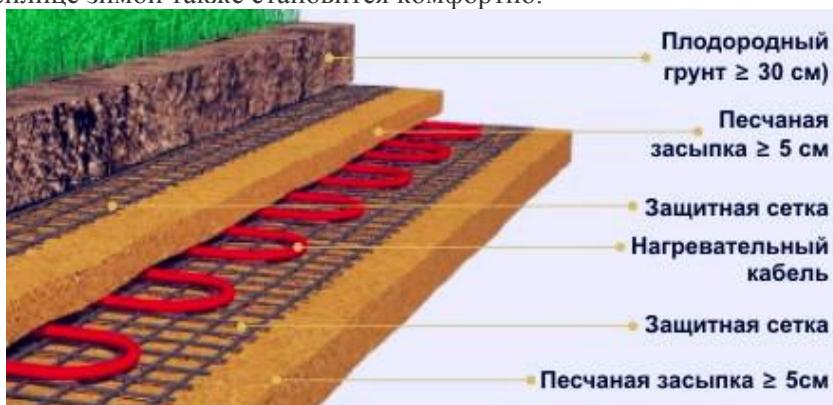


Рис. 5.3 Устройство отопительного кабеля

Для управления температурой в теплице используются терморегуляторы, которые благодаря датчиками температуры грунта и воздуха, позволяют установить и поддерживать нужный уровень тепла в теплицах.

Отопление теплицы инфракрасными потолочными электрическими обогревателями.

Это последнее новшество в обогреве теплиц. Представляют собой керамические обогреватели для отопления теплицы на основе инфракрасных излучателей или инфракрасные лампы выполнены в виде обычной лампочки. Крепятся такие лампы в обычный керамический патрон, поэтому их установка и эксплуатация предельно проста. Обогреватели изготавливаются разной мощности, устанавливать их рекомендуется по периметру теплицы для компенсации теплопотерь у стенок. По сравнению с другими видами отопления, инфракрасное отопление теплицы имеет ряд преимуществ:



Рис. 5.4 Инфракрасные потолочные электрические обогреватели.

- Это естественный в природе вид обогрева, поскольку Земля нагревается Солнцем по такому же принципу: инфракрасное излучение беспрепятственно проходит через вакуум и атмосферу, пока не достигнет какой-либо поверхности, и начнет ее нагревать. В свою очередь нагретая поверхность отдает свое тепло в воздух, который

тоже нагревается. Это природный и безвредный способ отопления теплицы. Даже если температура воздуха в теплице около 10-ти градусов выше нуля, земля будет прогреваться до 20-ти градусов.

- Инфракрасное отопление не сушит воздух, поскольку непосредственно нагревается не сам воздух, а предметы в помещении теплицы. Тем самым отпадает необходимость дополнительно его увлажнять.

- Использовать инфракрасное отопление экономично. Так, нагрев земли происходит при более низкой температуре воздуха, объем необходимых тепловых ресурсов снижается на 35%. Коэффициент полезного действия инфракрасного излучения – около 95%, т.е. нет таких потерь тепла, как при газовом или водяном отоплении.

- Инфракрасное отопление безопасно для растений и человека. Нет выброса вредных веществ, продуктов сгорания. При правильном использовании приборов нет риска возникновения аварийных ситуаций.

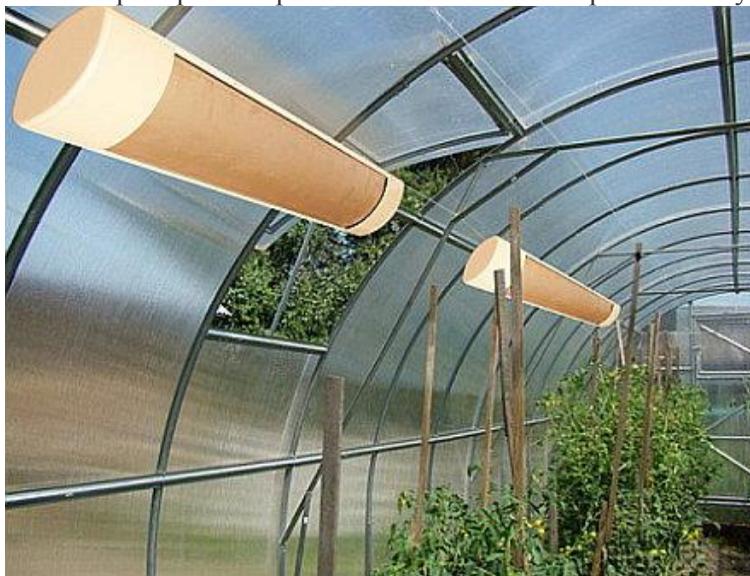


Рис. 5.5 Расположение обогревателей в теплице

Устанавливаются обогреватели на потолочном каркасе теплицы, при этом они не занимают полезную площадь, не мешают ухаживать Вам за растениями, размещаются по всей длине потолка теплицы, обеспечивая равномерный нагрев почвы. Практически - они превращаются в незаметный природный обогрев. Глубокий прогрев грунта

во время работы обогревателя обеспечит значительную экономию электроэнергии. С помощью терморегуляторов (измеряющих температуру воздуха или грунта) можно добиться климат контроля в теплице, что значительно скажется на эффективности урожая и сэкономит Ваши время, нервы и деньги.

Преимущества отопления на электричестве:

- практичность;
- высокий КПД;
- равномерность распределения тепла;
- длительный срок эксплуатации;
- возможность проведения отопления между растениями;
- способность секционного разделения отапливаемой территории для высаживания различных культур водной теплице.

- Отопление теплиц при помощи жидкого теплоносителя

В случае подпочвенной системы очень сходно с системой теплый пол. Есть только одна особенность: отопительный элемент обязательно монтируется с небольшим уклоном для возможности слива воды. Материалы для него используются только те, которые предназначены для возможности сухого хранения трубопроводов. Отопительный элемент не должен нагревать грунт выше сорока пяти градусов Цельсия, чтобы не погибли растения. Излишняя температура теплоносителя сбрасывается в отдельную емкость, из которой будет производиться полив. Ведь грунт в теплице не будет увлажняться дождем, а полив холодной водой вызовет гнилостные заболевания растений или замедление их роста. Таким образом, отопление теплицы данным методом включает в себя еще и подмогу в соблюдении правильного полива растений в теплице. Желательно, конечно, жидкостное отопление теплиц обеспечить с использованием какого-либо автоматического котла. Все зависит от Ваших финансовых возможностей. Газ, как распространенный и относительно недорогой вид топлива, можно применить в водяной системе отопления, как сырьё для нагрева воды в котле. Вода, в свою очередь, поступает в радиаторы, размещенные в теплице

ОБОГРЕВ ТЕПЛИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Безусловно, этот способ приемлем только для тех регионов, где не бывает сильных морозов, и среднегодовое количество солнечных дней имеет высокое значение.

Также необходимо помнить, что ограждающие конструкции строения должны быть не только светопропускающими, но и теплоудерживающими (например, поликарбонат, полимерная этиленвинилацетатная, поливинилхлоридная пленки). Полиэтиленовая пленка (стабилизированная и нестабилизированная) не способна удерживать инфракрасные тепловые лучи, поэтому в таких теплицах ночью отмечается сильное охлаждение грунта и воздуха, а днем – их перегрев.

Для эффективного и успешного использования энергии солнца необходимо устройство так называемого аккумулятора тепла, который не позволит быстро охладиться грунту и воздуху в ночное время и легко изготавливается своими руками. Он представляет собой двухслойную конструкцию: нижний слой – это теплоизолирующий материал, в частности, пенополистирол или пленка из фторопласта; верхний – гидроизоляция, например, полиэтилен.

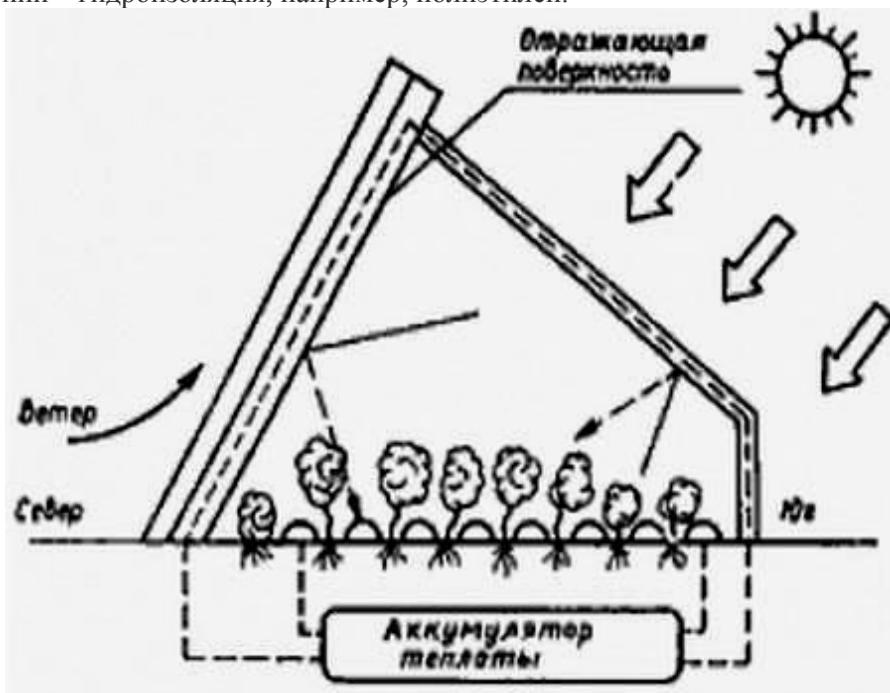


Рис.5.6 Использование солнечной энергии для обогрева теплицы

Аккумулятор следует уложить в грунт, для чего снимается около 150 мм плодородной почвы, и засыпать влажным песком. После этого грунт возвращается на место.

Существует еще один вариант использования солнечного тепла. Но для этого необходимо изготовить простейшую конструкцию, включающую теплообменник, уложенный в предварительно подготовленный слой из каменистого материала, который и выполняет функцию аккумулятора тепла, воздушный трубопровод и вентилятор.

Как известно, теплый, нагретый солнцем, воздух скапливается в верхней части сооружения. Чтобы обеспечить обогрев грунта в теплице его с помощью вентилятора прогоняют по воздуховоду вниз. В ночное время оборудование следует отключать или переключать на обратный режим.

Для экстренных случаев (неожиданные заморозки) необходимо предусмотреть дополнительный «аварийный» обогрев теплицы. Самым простым вариантом является укрытие грунта камышовыми матами, соломой, ветошью.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Технические характеристики предохранителей

Исполнение	Тип	Номинальные		
		напряжение, В	ток патрона, А	ток плавкой вставки, А
Патрон закрытый неразборный (стеклянный) с наполнителем	НПН-15 НПН-60	500 при переменном токе	15 60	6, 10, 15 15,20, 25 35,45, 60
Патрон закрытый разборный (фарфоровый) с наполнителем	НПР-100 НПР-200	То же	100 200	60,80, 100 100, 125, 160, 200
		То же	100	30, 40, 50, 60,80, 100
	ПНР-100	500 при переменном токе	250	80, 100, 120, 150
	ПНР-250		400	200, 250 300,350, 400
	ПНР-400			

**Технические характеристики магнитных пускателей
серии ПМЕ к электродвигателям**

Тип	Наибольшая мощность управляемого электродвигателя (кВт) при напряжении, В			Номинальный ток главных контактов, А	Номинальный ток нагревательных элементов теплового реле, А
	127	220	380		
ПМЕ-000 с реле	0,27	0,6	1,1	3,0	0,32; 0,4; 0,5
ТРН-8А или					0,63; 0,8; 1,0
ТРН-10А					1,25; 1,6; 2,0 2,5; 3,2
ПМЕ-100 с реле	1,1	2,2	4,0	10,0	0,5; 0,63; 0,8
ТРН-8А или					1,0; 1,25; 1,6
ТРН-10					2,0; 2,5; 3,2; 4,0; 5; 6,3; 8; 10
ПМЕ-200 с реле	3,3	5,5	10,0	25,0	5; 6,3; 8;
ТРН-25 или				-	10
ТРН-20				23,0	12,5 16; 20; 25

Технические характеристики автоматического выключателя АП-50Б

Характеристики	АП50 БЗМ	АП50 БЗМТ	АП50 Б2МЗГН	АП50 Б2МН	АП50 2БЗТД	АП50 Б2МЗТО
Номинальное напряжение, В переменного тока 50 – 60 Гц	до 500					
Шкала номинальных токов расцепителей I_n , А	1,6; 2,5; 4; 6,3; 10; 16; 25; 40; 50; 63					16; 25; 40; 50; 63
Уставки по току мгновенного срабатывания, I_n	3,5 и 10					
Характеристика тепловых расцепителей:						
не срабатывают при токе $1,05 I_n$	-	< 1ч	<1ч	-	<1ч	<1ч
срабатывают при токе $1,35 I_n$	-	<0,5ч	<0,5ч	-	<0,5ч	<0,5ч
Масса, кг	до 1,3					
в дополнительной оболочке	до 3,5					

Литература

1. Богатырев А.В., Лехтер В.Р. Тракторы и автомобили. М.: КолосС, 2008. 400 с.
2. Зангиев А.А., Лышко Г.П., Скороходов А.Н. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка. М.: КолосС, 2003. 320 с.
3. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства / В.М. Баутин, В.Е. Бердышев, Д.С. Буклагин и др. М.: Колос, 2000. 536 с.
4. Плаксин А.М. Энергетика мобильных агрегатов в растениеводстве: учебное пособие. Челябинск: Челябинский ГАУ, 2005. 205 с.
5. Халанский В.М., Горбачев И.В. Сельскохозяйственные машины. М.: КолосС, 2006. 624 с.
6. Будзко И.А., Лещинская Т.Б., Сукманов В.И. Электроснабжение сельского хозяйства. М.: Колос, 2000. 536с
7. Устинов А.Н. Сельскохозяйственные машины. М.: Академия 2014.
8. Максимов И.П. Практикум по сельскохозяйственным машинам. Лань, 2014.
9. Туревский И.С. Электрооборудование автомобилей. М.: Форум, 2013.

Рассадин А.А.

Учебно-методическое пособие
для выполнения практических занятий и самостоятельной работы
ОП 04. Основы механизации, электрификации,
автоматизации сельскохозяйственного производства

Раздел 3 Машины для дробления и резания кормов
в животноводстве

Раздел 4 Электрификация сельского хозяйства
для студентов СПО обучающихся по специальности
35.02.05. Агронимия

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 10.05.2018 г. Формат 60x84. 1/16.
Бумага офсетная. Усл. п. 3,60. Тираж 25 экз. Изд. № 5935.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ