

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и энергетики

(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

(наименование)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Электроснабжение

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Проектирование системы электроснабжения телятника-откормочника с разработкой автоматизированной системы вентиляции и отопления

Студент

А.С. Игошев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н. О.В.Самолина

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Аннотация

Целью данной работы является проектирование системы электроснабжения телятника-откормочника с разработкой автоматизированной системы вентиляции и отопления.

Объектом исследования является система электроснабжения телятника-откормочника. Предметом исследования являются схема электрических соединений, электрические сети и аппараты, а также автоматизированная система вентиляции и отопления телятника-откормочника.

Для реализации указанной основной цели работы, в работе проведено решение основных поставленных задач:

- анализ исходных данных с характеристикой технологического процесса, оборудования, помещения и источников питания системы электроснабжения телятника-откормочника;

- непосредственное проектирование системы электроснабжения телятника-откормочника с разработкой автоматизированной системы вентиляции и отопления;

- анализ и разработка мероприятий по охране труда при выполнении работ в проектируемой системе электроснабжения .

В результате выполнения работы осуществлена комплексная разработка проекта электроснабжения телятника-откормочника с разработкой автоматизированной системы вентиляции и отопления, выполненная при неукоснительном соблюдении установленных норм качества электроэнергии, передаваемой потребителям, а также основных требований надёжности, экономичности и безопасности.

В работе применены следующие методы исследования: анализ нормативной технической документации, анализ литературных источников, методы расчёта и проектирования электрических сетей.

Представленная работа состоит из 64 страниц машинописного текста.

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение..... | 4 |
| 1 Анализ исходных данных..... | 6 |
| 1.1 Требования к технологическому оборудованию телятника - откормочника..... | 6 |
| 1.2 Характеристика помещений телятника-откормочника..... | 9 |
| 2 Проектирование системы электроснабжения телятника-откормочника | 12 |
| 2.1 Выбор и проверка технологического оборудования телятника- откормочника..... | 12 |
| 2.2 Выбор аппаратуры защиты и управления | 27 |
| 2.3 Выбор и проверка сечений проводников технологического оборудования | 30 |
| 2.4 Выбор схемы электрической сети телятника-откормочника | 32 |
| 2.5 Расчёт электрических нагрузок питающей сети | 36 |
| 2.6 Выбор аппаратов защиты и сечения кабелей питающей силовой сети | 40 |
| 2.7 Расчёт электрического освещения телятника-откормочника..... | 41 |
| 2.8 Выбор проводников и аппаратов защиты осветительной сети | 43 |
| 2.9 Разработка и описание структурной схемы автоматического управления вентиляцией и отоплением..... | 46 |
| 2.10 Разработка и описание принципиальной схемы автоматического управления вентиляцией и отоплением..... | 48 |
| 3 Разработка мероприятий по технике безопасности и охране труда | 52 |
| 3.1 Разработка мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности..... | 52 |
| 3.2 Разработка мероприятий по обеспечению экологической безопасности | 60 |
| Заключение | 62 |
| Список используемой литературы и используемых источников | 63 |

Введение

В настоящее время на животноводческих фермах и комплексах фермерского типа, почти все производственные процессы электрифицированы, так как активно внедряются и повсеместно используются прогрессивные технологии и современные машины, работа которых организована по поточным линиям.

На современном этапе развитие имеют межхозяйственные предприятия по производству продукции растениеводства и животноводства. Это – крупные специализированные хозяйства с высоким уровнем электрификации и автоматизации работ.

Получение большего количества сельскохозяйственной продукции лучшего качества с меньшими затратами и потерями – вот основная цель фермерского хозяйства.

Вентиляция и отопление являются основой микроклимата, который, в свою очередь, является важным условием работы. Правильная организация и оптимизация систем микроклимата является одним из способов повышения рентабельности данной отрасли.

Актуальность темы обусловлена необходимостью автоматизации технологических процессов телятника-откормочника, позволяющей в конечном итоге повысить экономические показатели объекта исследования и снизить себестоимость производимой продукции.

Объектом исследования является система электроснабжения телятника-откормочника. Предметом исследования являются элементы системы электроснабжения телятника-откормочника, включающие электрические аппараты, электрооборудование, электрические сети, а также элементы системы вентиляции и отопления указанного объекта исследования.

Структура работы представлена расчётно – пояснительной запиской, состоящей из трёх основных глав, а также графической частью, в которой представлены шесть графических листов формата А1. Для реализации

указанной основной цели работы, в работе проведено решение задач:

- анализ исходных данных с характеристикой технологического процесса, оборудования, помещения и источников питания системы электроснабжения телятника-откормочника;

- непосредственное проектирование системы электроснабжения телятника-откормочника с разработкой автоматизированной системы вентиляции и отопления. Проводится выбор и проверка элементов силовой сети на всех её этапах, а также расчёт электрического освещения телятника-откормочника, выбор проводников и аппаратов защиты осветительной сети, разработка структурной и принципиальной схем автоматического управления вентиляцией и отоплением;

- анализ и разработка мероприятий по охране труда при выполнении работ в проектируемой системе электроснабжения телятника-откормочника, а также мероприятий по экологической безопасности на объекте исследования.

В результате выполнения работы необходимо осуществить комплексную разработку проекта электроснабжения телятника-откормочника при неукоснительном соблюдении установленных норм качества электроэнергии, передаваемой потребителям, а также основных требований надёжности, экономичности и безопасности.

Работа выполняется с использованием требований, норм и основных положений рекомендованной технической литературы и документов с использованием типовых проектов.

1 Анализ исходных данных

1.1 Требования к технологическому оборудованию телятника - откормочника

Рассматриваемое в работе помещение предназначено для выращивания телят возрастом от 3 месяцев до 9 месяцев.

С применением все более сложных автоматизированных машин, агрегатов и поточных линий, особое значение принимает вопрос лучшего использования этой техники и обеспечение необходимого контроля за ее состоянием.

Техническое обслуживание и ремонт электродвигателей и электрооборудования выполняется квалифицированным персоналом телятника – откормочника [1-3].

Наиболее трудоёмкие процессы, такие как: приготовление кормов, доения и первичная обработка молока, удаления навоза, должны быть полностью электрифицированы [1-3].

Также должны быть полностью механизированы и автоматизированы основные производственные процессы: водоснабжение, приготовление и раздача корма, доения коров, соблюдение необходимых параметров микроклимата, уборка помещений и т.д [19].

Все технологические процессы разделены на производственные комплексы, объединяющие все операции и процессы, основными из которых являются: приготовление кормов, кормления и поения животных, создание необходимых параметров микроклимата, переработка и хранение производственной продукции.

При этом учитываются условия работы в животноводстве: бесперебойность протекания многих технологических процессов, условия работы в агрессивной среде, цикличность и ритмичность, большое

количество технологических процессов и связанное с этим большое количество агрегатов и аппаратов [3,4].

Наиболее зависимы технологические процессы на объекте проектирования: приготовление кормовых смесей для телят, хранения молока и кормов, соблюдение необходимого микроклимата, раздача корма телятам [20].

Для питания животных применяют корма растительного происхождения и минеральные добавки.

Для питания и нормального развития телят возрастом до 180 дней также крайне необходимо молоко.

Объект проектирования (телятник – откормочник) должен обеспечиваться кормами собственного производства, при этом закупаются только комбикорма и минеральные добавки. Все корма хранятся на складах кормов.

Сочные и грубые корма раздаются животным зимой, а летом – на выгульных площадках.

Подготовка кормов к питанию состоит из следующих операций: очистки от грязи, металлических и других механических примесей, измельчения, термической обработки, прессования, приготовления пищевых кормовых смесей.

Для измельчения сена, соломы, зерна и приготовления смеси из двух-трех компонентов служат универсальные дробилки кормов [2-4].

Процесс измельчения корма в дробилках осуществляется по принципу разрушения материала ударом и стиранием о зубчатые деки и сита при движении измельченного материала в середине дробильной камеры через отверстия решета.

Качество измельчение корма, затраты энергии, производительность машины зависит от влажности и физико-механических свойств корма [2-4].

Ориентировочное количество кормов в год для телят согласно принятых норм, приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Нормы кормления телят в зависимости от их веса в год

| Наименование корма | Необходимое количество кормов в год, кг | | | | В среднем на одну голову, кг |
|-------------------------|---|-----|-----|------|------------------------------|
| | Вес телят, кг | | | | |
| | до 100 | 150 | 200 | 250 | 200 |
| Концентрированные корма | 100 | 100 | 170 | 260 | 160 |
| Сочные и корма | 400 | 600 | 600 | 800 | 600 |
| - силос | | 180 | 260 | 400 | |
| - корнеплоды | | 270 | 300 | 330 | |
| Грубые корма | 100 | 270 | 300 | 330 | 280 |
| - сено | | 150 | 250 | 3300 | |
| - солома | | 80 | | | |
| Трава и подкормка | 70 | 80 | 90 | 110 | 870 |
| Всего | | | | | 1920 |

Из результатов и данных таблицы 1 можно сделать вывод, что с увеличением возраста телятам требуется больше кормов и кормовых смесей, следовательно, при большом поголовье телят требуется полная автоматизация технологического процесса кормления и уборки помещений, что приведёт к повышению поголовья телят и их продуктивного веса, увеличив таким образом прибыль фермерского хозяйства.

Следовательно, внедрение и применение нового современного автоматизированного оборудования, обладающего высокими технико-экономическими характеристиками, на данном животноводческом предприятии оправдано.

1.2 Характеристика помещений телятника-откормочника

Рассматриваемый в работе телятник-откормочник представляет собой монолитное железобетонное строение с заливным цементно-бетонным фундаментом.

Длина строения телятника-откормочника – 60 метров, ширина – 24 метра.

Высота помещений телятника-откормочника составляет 6 метров.

Потолки должны быть спроектированы и выполнены таким образом, чтобы исключить накопление грязи, конденсата и легко очищаться.

Во избежание конденсации влаги на трубопроводах, температура поверхности которых ниже температуры помещения, должна предусматриваться их тепловая изоляция.

Освещение помещений телятника-откормочника - естественное и искусственное.

Солнечный свет крайне необходим телятам для профилактики развития рахита и сопутствующих заболеваний.

Все производственные помещения помещений телятника-откормочника должны быть оборудованы современными бактерицидными лампами.

Вентиляционные каналы обшиваются и герметизируются.

Они размещаются под потолком помещений телятника-откормочника (отдельно приток с электроподогревом воздуха и вытяжка), что обеспечивает высокую эффективность работы, а также комфорт обслуживающего и рабочего персонала.

Управление вентиляцией помещений телятника-откормочника размещается вблизи центрального входа.

Система отопления в помещениях телятника-откормочника должна быть водяная при температуре теплоносителя 150 °С, или паровая (130°С) с местными нагревательными приборами.

Допускается применение обогрева, основанного на использовании инфракрасного излучения (как правило, в холодное время в виде нестационарных дополнительных обогревательных приборов).

Установка обогрева помещений телятника-откормочника располагается в служебном помещении. В помещениях телятника-откормочника обязательно должна быть предусмотрена автоматическая регулировка температуры воздуха в зависимости от внешних метеорологических условий.

Кроме того, температура и влажность воздуха помещений телятника-откормочника должна быть разделена по зонам (в зависимости от возраста, веса и физического состояния телят требуется различная температура). Данный вопрос детально разрабатывается в работе. Водоснабжение помещений телятника-откормочника холодной водой – централизованное.

Весь технологический процесс выращивания телят в телятнике-откормочнике сосредоточен в одном большом здании, которое разделено на соответствующие участки.

При таком расположении необходимость в промежуточных технологических процессах (кормления и уборки) сокращается до минимума, что значительно ускоряет технологический процесс, а также приводит к значительной экономии энергоносителей и способствует росту и правильному развитию телят.

Для проектируемого телятника – откормочника предусматриваются следующие помещения, выполняющие непосредственную роль в технологическом процессе выращивания телят, а именно [3-5]:

– помещения для содержания телят, согласно современным требованиям технологического процесса, должно быть разделено на помещение для содержания телят возрастом от 21 дня до 180 дней, в котором дополнительно предусматривается две родильные секции, а также помещение для содержания телят возрастом от 180 дней. При этом данные помещения разделены на секции, которые разделены сетчатыми ограждениями. В каждом указанном помещении имеется по 6 секций, что

обеспечивает удобство кормления, уборки, а также ухода за телятами с учётом распределения их по секциям согласно породе, физическому состоянию и особенностям поведения. Больных и хилых телят изолируют от крепких и здоровых путём поселения их в разные секции [3-5];

– кормоцех №1 и №2 – расположены в помещениях, прилегающих соответственно к помещению для содержания телят возрастом от 21 дня до 180 дней (кормоцех №1) и помещению для содержания телят возрастом от 180 дней (кормоцех №2), что связано с особенностями кормления и приготовления кормовых смесей для телят разного возраста. В кормоцехах происходит непосредственное приготовление кормовых смесей для телят с учётом их возраста и потребностей. При этом рацион для телят возрастом от 21 дня до 180 дней значительно отличается от рациона телят возрастом от 180 дней большей потребностью в молоке и специфических кормовых смесях. Телята возрастом от 180 дней постепенно переводятся на грубые корма и кормовые смеси [3-5];

– помещения технического обеспечения №1 и №2 – необходимы для обеспечения потребности телятника - откормочника в технических коммуникациях.

Описанные помещения телятника – откормочника приведены на графическом листе №1. На основании данных приведённых сведений, в работе осуществляется выбор и проверка элементов системы электроснабжения телятника-откормочника.

Выводы по разделу 1:

В результате выполнения первого раздела работы проведён анализ исходных данных по работе.

Приведены требования к технологическому оборудованию телятника – откормочника.

Описана характеристика помещений телятника-откормочника.

На основании приведённых сведений, далее в работе проводится непосредственное решение поставленных задач.

2 Проектирование системы электроснабжения телятника-откормочника

2.1 Выбор и проверка технологического оборудования телятника-откормочника

Проводится выбор типов основного технологического оборудования телятника – откормочника с последующей проверкой электродвигателей данных производственных механизмов. Принимается для установки в кормоцехе телятника – откормочника такое технологическое оборудование согласно [3-5].

Измельчитель сочных кормов ИКС-5М предназначен для мойки и измельчения корнеплодов с отделением механических примесей. ИКС-5М применяется в поточных линиях телятников и животноводческих ферм в целом [3]. Универсальная дробилка КДУ-2 предназначена для измельчения сена, соломы, зерна и корнеплодов, а также для приготовления смесей из двух-трех компонентов [3].

Технические характеристики указанных измельчителя кормов и дробилки приведены в таблице 2 [3].

Таблица 2 – Технические характеристики измельчителей кормов

| Тип и марка машины | Электродвигатель | | Производительность, т/ч | Момент инерции машины с двигателем, кг·м ² |
|-----------------------------------|------------------|---------------------------|-------------------------------|---|
| | Тип | Номинальная мощность, кВт | | |
| Измельчитель сочных кормов ИКС-5М | АИР132S42 | 7,5 | 5 | 6,25 |
| Дробилка КДУ-2 | 4АМР180М4У2 | 10 | 2 (зерно), 15 (корнеплоды) | 9,75 |

Выбор двигателя для комбинированных дробилок выполняют, исходя

из условий [3-5]:

- зона и место расположения (климатическое исполнение) У2 - умеренные климат, под навесом;
- степень защиты IP 54 (полная защита от прикосновения и от воды любого направления);
- конструктивное исполнение и способ монтажа ИМ1081. Берутся двигатели, которые устанавливаются на горизонтальной плоскости, лапами вниз, с одним выходом вала, вал цилиндрический;
- по частоте вращения дробилки, об/мин;
- по роду тока и напряжения (переменного тока, напряжение 380/220);
- по мощности, кВт.

В результате того, что загрузка дробилки при ее работе осуществляется специальным загрузочным устройством, момент сопротивления на ее валу изменяется незначительно от среднего значения (10-15%).

При этом исключается остановка двигателя при резком изменении нагрузки.

В связи с тем, что привод дробилки работает в длительном режиме, то проверка его на допустимое количество включений в час не имеет смысла [3,5].

Раздача кормов производится автоматизированным раздатчиком кормов РВК-Ф-74 [3,5].

Транспортер РВК-Ф-74 предназначен для раздачи кормов на комплексах крупного рогатого скота.

Он состоит из рабочего органа, кормового желоба, натяжной станции, приводы и шкафа управления.

Рабочим органом является лента с прикрепленным к ней канатом и круглозвенной цепью или цепью и скребкового полотна, размещенного на половине замкнутого контура.

Привод состоит из рамы, на которой размещена приводная станция и конечный выключатель [3,5].

Рабочий процесс раздачи кормов осуществляется так: корм загружается мобильным кормораздатчиком в бункер, включается привод рабочего органа, который перемещает его вдоль кормового желоба.

При полном перемещении рабочего органа вдоль фронта кормления привод останавливается по команде конечного выключателя.

Перед началом следующего кормления рабочий орган включают в обратное движение, при этом остатки корма сгружаются специальным скребком.

Когда рабочий орган достигает исходного положения, привод автоматически отключается [3,5].

Схемой управления транспортером-раздатчиком предусмотрено реверсивное управление двигателем привода с двух мест, автоматическую остановку в конечных положениях, звуковую сигнализацию перед каждым пуском, световую сигнализацию о наличии напряжения питания, защита от коротких замыканий и перегрузок, электрическая блокировка пускателя [3,5].

На выгульных площадках вода подводится к групповым поилкам. Режим работы насосной установки длительный.

Для водообеспечения телятника – откормочника применяются насосы подачи воды, являющиеся глубинными насосами [3,5]. В шкафах данного типа также ведется учет количества часов работы насоса и определяется, а при необходимости – уровень воды в скважине.

Уровень механизации доения коров и первичной обработки молока достигает сейчас 90-95%. К процессу первичной обработки молока относят его процесс охлаждения, пастеризацию и очистку [4]. Механизация и электрификация указанных процессов значительно облегчает труд персонала, при этом повышается производительность труда в два - четыре раза по сравнению с аналогичными ручными процессами [4].

Первичную обработку молока осуществляют с целью сохранения его пищевой и технологической ценности на длительный промежуток времени. Молоко является крайне необходимым и незаменимым продуктом для телят

с момента рождения до трёхмесячного возраста.

Первичная обработка молока проходит при соблюдении санитарных и ветеринарных норм и правил.

Пастеризация молока осуществляется для уничтожения микроорганизмов, находящихся в молоке, путем нагрева его до нужной температуры [3,5].

В молочном блоке кормоцеха №1 телятника – откормочника молоко подлежит первичной обработке, в которую входит фильтрации молока, его охлаждение до 10 °С, пастеризация и сепарирование, хранение и подсчет.

Для пастеризации молока используются барабанный пастеризатор типа ОПД-1, технические данные которого приведены в таблице 3 [3,5].

Таблица 3 – Технические характеристики барабанного пастеризатора типа ОПД-1

| Показатели | Единица измерения | Данные |
|----------------------------------|-------------------|--------|
| Производительность | л/ч | 2000 |
| Поверхность нагрева | м ² | 1,1 |
| Число оборотов барабана | об/мин | 366 |
| Установленная мощность двигателя | кВт | 2,2 |

Принцип работы холодильной машины основывается на свойствах некоторых веществ находиться в нужном состоянии при повышенном давлении, превращаться в пар со снижением давления и кипеть при низких температурах.

Рабочий процесс холодильной машины проходят по замкнутому циклу.

В качестве хладагента для холодильных машин чаще всего используют фреон [7].

В сельскохозяйственном производстве горячую воду применяют для приготовления кормов, при этом температура воды составляет 40 – 70 °С, для

мытья доильного оборудования (температура 50 – 65 °С), для поения телят температура составляет около 25 – 35 °С (в зависимости от возраста) [3,5,7].

Для обеспечения потребностей в горячей воде телятника – откормочника, используются электрические водонагреватели типа ВЕТ-400 [3,5].

Технические показатели электронагревателя [3,5] приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические показатели ВЕТ-400

| Показатели | Единица измерения | Данные |
|-----------------------------------|-------------------|--------|
| Емкость бака | л | 400 |
| Мощность нагревательных элементов | кВт | 10,5 |
| Расчетная производительность | л/ч | 60-80 |
| Температура нагрева воды | °С | 85-90 |
| Время нагрева воды до 80 °С | ч | 4 |

Далее проводится выбор и проверка электродвигателей указанных механизмов.

Требуемый детальный расчёт и проверка электропривода проведены на примере наклонного транспортера для уборки навоза (ЭП №17) согласно методике [16].

Усилие двигателя [16]:

$$F_{xx} = 9.81 \cdot m_{ц} \cdot L_{цн} \cdot f_{тц}, Н, \quad (1)$$

где $m_{ц}$ - «масса одного погонного метра цепи, кг/м» [16];

$L_{цн}$ - «длина цепи наклонного транспортера, м» [16];

$f_{тц}$ - «коэффициент трения цепи» [16].

$$F_{xx} = 9,81 \cdot 56,75 \cdot 16 \cdot 0,96 = 6146,1 \text{ Н.}$$

«Момент на холостом ходу» [16]:

$$M_{xx} = \frac{F_{xx} \cdot v_H}{\eta_{пер} \cdot \omega_{дв}}, \text{ Н} \cdot \text{ м.} \quad (2)$$

$$M_{xx} = \frac{6146,1 \cdot 0,73}{0,95 \cdot 154,3} = 30,6 \text{ Н} \cdot \text{ м.}$$

«Добавочное усилие согласно методике» [16]:

$$F_2 = P_{бок} \cdot f_{тн}, \text{ Н,} \quad (3)$$

где $P_{бок}$ - «давление навоза на боковые стенки канала, Н» [16].

$$F_2 = 4,71 \cdot 0,96 = 4,52 \text{ Н.}$$

«Усилие, возникающее в цепи транспортера при заклинивании навоза между скребками транспортера и стенками канала согласно методике» [16]

$$F_3 = F_3' \frac{L_{цн}}{l}, \text{ Н,} \quad (4)$$

где F_3' - «усилие заклинивания, приходящееся на один скребок, Н» [16];

$L_{цн}$ - «длина наклонного транспортера, м» [16];

l - «расстояние между скребками, м» [16].

$$F_3 = 4,71 \frac{16}{0,64} = 117,7 \text{ Н.}$$

«Усилие на перемещение навоза согласно» [16]:

$$F_1 = 9.81 \cdot m_n \cdot f_{mn}, H. \quad (5)$$

$$F_1 = 9,81 \cdot 1000 \cdot 0,96 = 9408 H.$$

«Максимальная нагрузка наклонного транспортера согласно» [16]:

$$\sum F = F_1 + F_2 + F_3 + F_{xx}, H. \quad (6)$$

$$\sum F = 9408 + 4,52 + 117,7 + 6146,1 = 15676,3 H.$$

Момент сопротивления при максимальной нагрузке согласно [16]

$$M_{max} = \frac{\sum F \cdot v_z}{\eta_{пер} \cdot \omega_{дв}}, H \cdot м. \quad (7)$$

$$M_{max} = \frac{15676,3 \cdot 0,73}{0,95 \cdot 154,3} = 78,0 H \cdot м.$$

«Время загрузки и разгрузки транспортера согласно» [16]:

$$t_1 = \frac{l}{v_n}, мин, \quad (8)$$

где l - «расстояние между скребками, м» [16];

v_n - «скорость движения рабочих скребков наклонного транспортера, м\с».

$$t_1 = \frac{0,64}{0,73} = 0,87 мин.$$

«Время работы при максимальной нагрузке согласно» [16]

$$t_2 = \frac{L_{цн}}{v_n}, \text{ мин.} \quad (9)$$

$$t_2 = \frac{16}{0,73} = 21,9 \text{ мин.}$$

Нагрузочная диаграмма наклонного транспортера представлена в [16].

«Определение мощности, необходимой для привода скребкового наклонного транспортера согласно» [16]:

$$P_n = 9,8 \cdot Q (H + f_c \cdot L_{цн} \cdot \cos \alpha) \eta_n^{-1}, \text{ Вт}, \quad (10)$$

где Q – «производительность скребкового транспортера, кг/с» [16];

f_c - коэффициент сопротивления движению транспортера, $f_c = 1,3$;

η_n - КПД передачи.

$$P_n = 9,8 \cdot 46,0 (2,85 + 1,3 \cdot 16 \cdot \cos 28) 0,95^{-1} = 12046,7 \text{ Вт}.$$

«Производительность транспортера рассчитывается согласно» [16]:

$$Q = k_a \cdot \varphi \cdot \gamma \cdot B \cdot H_c \cdot v_n, \text{ м} / \text{ч}. \quad (11)$$

Согласно (11)

$$Q = 26,1 \cdot 0,6 \cdot 1000 \cdot 0,29 \cdot 0,05 \cdot 0,73 = 165,7 \text{ м} / \text{час}.$$

«Высота подъема навоза согласно» [16]:

$$H = \frac{L_{цн}}{2} \cdot \sin \alpha, \text{ м}, \quad (12)$$

где $L_{цн}$ - длина цепи наклонного транспортера, м;

α - угол наклона транспортера:

$$H = \frac{16}{2} \cdot \sin 28 = 3,7 \text{ м.}$$

Необходимо определить мощность сопротивления P , время работы t_p и паузы t_0 :

– t_p - в данном случае равно 21,9 мин., уборка проводится 4 раза в сутки.

– $t_{p.об} = 87,6$ мин\день;

– $t_0 = 338,1$ мин - 2 раза в сутки.

«Выбор мощности электродвигателя производится по условию согласно» [16]:

$$P_n \geq P_{э\text{кв}}, \text{ Вт}, \quad (13)$$

где $P_{э\text{кв}}$ - «эквивалентная мощность нагрузочного приводного двигателя (механизма) по нагрузочной диаграмме» [16].

$$P_n = 15000 \geq P_{э\text{кв}} = 12046,7, \text{ Вт.}$$

$$P_{э\text{кв}} = \sqrt{\frac{P_c^2 \cdot t_p}{t_p + \beta \cdot t_0}}, \text{ Вт}, \quad (14)$$

где β - «коэффициент ухудшения охлаждения двигателя в период паузы ($\beta = 0,45 \dots 0,55$)» [16].

$$P_{э\text{кв}} = \sqrt{\frac{12046,7^2 \cdot 21,9}{21,9 + 0,45 \cdot 338,1}} = \sqrt{\frac{2399322281,4}{174,0}} = 1371,2 \text{ Вт.}$$

«Выбирается двигатель основного исполнения типа 4A160S2Y3» [16].

«Для обеспечения надежного пуска двигателя» [16]

$$k_u^2 \cdot M_n \geq M_{mp} + 0,25 \cdot M_n \quad (15)$$

$$k_u^2 \cdot M_n = 0,925^2 \cdot 22,5 = 18,2 \geq M_{mp} + 0,25 \cdot M_n = 2,5 + 0,25 \cdot 10,2 = 5,05$$

где k_u - «действительное отношение напряжения при запуске, о.е.» [6];

$$k_u = \frac{U_n}{U_H}, \quad (16)$$

В работе принято

$$k_u = \frac{(1 - 0,075) \cdot U_n}{U_n} = 0,925.$$

Момент приводного двигателя

$$M_{II} = \mu_n \cdot M_n, H \cdot м, \quad (17)$$

Откуда момент трогания приводного двигателя

$$M_{mp} = \frac{P_c}{\omega_n}, H \cdot м. \quad (18)$$

где ω_n - «номинальная угловая скорость электродвигателя, с⁻¹» [16].

Согласно условиям выбора и проверки для приводного двигателя механизма

$$M_{mp} = \frac{371,3}{146,4} = 2,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_k = \mu_k \cdot M_n = 2,2 \cdot 10,2 = 22,5 (\text{Н} \cdot \text{м}) \quad (19)$$

$$\omega_n = \frac{\pi}{30} \cdot n_n = 0,105 \cdot 1395 = 146,4 \text{ рад} / \text{с} \quad (20)$$

где M_n - момент номинальный двигателя.

$$M_n = \frac{1500}{146,4} = 10,2 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$\omega_n = 0,105 \cdot 1395 = 146,4 \text{ рад} / \text{с}.$$

Вывод: выбирается двигатель 4А160S2У3, который проходит по проверке момента пуска. «Усилие при трении навоза о боковые стенки канала» [16]:

$$F_2 = P_{бок} \cdot f_{тн}, \text{ Н}, \quad (21)$$

где $P_{бок}$ - «давление навоза на боковые стенки канала, Н» [16];

$$F_2 = 4,71 \cdot 0,96 = 4,52 \text{ Н}.$$

$$P_{бок} = 4,91 \cdot f_{тн}, \text{ Н}. \quad (22)$$

$$P_{бок} = 4,91 \cdot 0,96 = 4,71 \text{ Н}.$$

«Усилие, возникающее в цепи транспортёра при заклинивании навоза между скребками транспортёра и станками канала» [16]:

$$F_3 = F_3 \cdot \frac{L_{цз}}{l}, \text{ Н}, \quad (23)$$

По (22)

$$F_3 = 4,71 \frac{160}{1,12} = 672,8 \text{ Н.}$$

«Суммарное усилие, возникающее в цепи транспортера» [16]:

$$\sum F = F_1 + F_2 + F_3 + F_{xx}, \text{ Н.} \quad (24)$$

$$\sum F = 9417 + 4,52 + 672,8 + 5132,5 = 15226,8 \text{ Н.}$$

«Угловая скорость ведущей звездочки» [16]

$$\omega_3 = \frac{2\pi v_2}{z_1 t}, \text{ рад / с,} \quad (25)$$

где v_2 - «скорость движения цепи горизонтального транспортера, м/с».

$$\omega_3 = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,19}{5 \cdot 0,08} = 2,98 \text{ рад / с.}$$

При этом

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{\pi n_{\text{дв}}}{30}, \text{ рад / с.} \quad (26)$$

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{3,14 \cdot 950}{30} = 99,75 \text{ рад / с.}$$

«Определяется передаточное отношение механизма, состоящего из клиноременной передачи и редуктора» [16].

«Выбирается стандартный редуктор с передаточным отношением i_2 и находится угловая частота вращения шкива» [16]

$$\omega_2 = \omega_{\text{дв}} \cdot i_2, \text{ рад / с.} \quad (27)$$

$$\omega_2 = 99,75 \cdot 1,94 = 193,5 \text{ рад / с.}$$

«Передаточное отношение клиноременной передачи» [16]

$$i_1 = \frac{\omega_{дв}}{\omega_2}. \quad (28)$$

$$i_1 = \frac{99,75}{193,5} = 0,51.$$

«КПД передачи» [16]

$$\eta_{пер} = \eta_p \cdot \eta_{pn}. \quad (29)$$

По условию (29)

$$\eta_{пер} = 0,98 \cdot 0,97 = 0,95.$$

«Момент сопротивления на валу электродвигателя при холостом ходе»
[16]

$$M_{xx} = \frac{F_{xx} \cdot v_z}{\eta_{пер} \cdot \omega_{дв}}, H \cdot м. \quad (30)$$

По условию (30)

$$M_{xx} = \frac{5132,5 \cdot 0,19}{0,95 \cdot 99,75} = 10,2, H \cdot м.$$

«Момент сопротивления при работе транспортера с максимальной

нагрузкой» [16]

$$M_{max} = \frac{\sum F \cdot v_z}{\eta_{пер} \cdot \omega_{дв}}, H \cdot м. \quad (31)$$

$$M_{max} = \frac{15226,8 \cdot 0,19}{0,95 \cdot 99,75} = 30,5 H \cdot м.$$

«Продолжительность движения цепи транспортера за период одной уборки» [16]

$$l_{pz} = \frac{1,05 \cdot L_{цз}}{v_2}, мин. \quad (32)$$

$$l_{pz} = \frac{1,05 \cdot 160}{0,19} = 884,2 = 14,7 мин.$$

Необходимо определить мощность сопротивления приводного двигателя, время работы t_p и паузы t_0 по условиям (31) и (32), а также исходя из технологического процесса:

$$P_{xx} = 99,75 \cdot 10,2 = 1017,4 Вт.$$

$$P_{max} = 99,75 \cdot 30,5 = 3042,3 Вт.$$

$$t_{p.об} = 58,8 мин \setminus \text{день}$$

$$t_0 = 345,3 мин \text{ 2 раза в сутки.}$$

Выбор мощности приводного электродвигателя производится по условию (14):

$$P_n = 4000 \geq P_{экр} = 1017,4 Вт$$

$$P_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{145312751,8}{188,3}} = 873,3 \text{ Вт.}$$

Вывод: выбираем двигатель 4АМ112МВ6, который проходит по проверке момента пуска. Электродвигатели для остальных производственных механизмов проектируемой системы электроснабжения телятника – откормочника выбираются аналогично. Результаты выбора приводных двигателей с сопутствующим выбором производственных механизмов (если есть такая возможность) приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Выбор электродвигателей и типов производственного оборудования телятника – откормочника

| Наименование оборудования | Тип двигателя | Параметры двигателя | | | |
|--------------------------------------|---------------|------------------------|------------|---------------|-------------------|
| | | $P_{\text{ном}}$, кВт | η , % | $\cos\varphi$ | $K_{\text{пуск}}$ |
| Вентилятор вытяжной | 4А100L2У3 | 5,5 | 0,875 | 0,91 | 7,5 |
| Измельчитель сочных кормов | 4А132М2У3 | 11 | 0,880 | 0,9 | 7,5 |
| Вентилятор вытяжной | 4А132М2У3 | 11 | 0,880 | 0,9 | 7,5 |
| Дробилка КДУ-2 | 4А132М2У3 | 11 | 0,880 | 0,9 | 7,5 |
| Вентилятор вытяжной | 4А100L2У3 | 5,5 | 0,875 | 0,91 | 7,5 |
| Насос подачи воды | 4А100L2У3 | 5,5 | 0,875 | 0,91 | 7,5 |
| Транспортер РВК-Ф-74 | 4А132М2У3 | 11 | 0,880 | 0,9 | 7,5 |
| Фекальный насос | 4А112М2У3 | 7,5 | 0,875 | 0,88 | 7,5 |
| Холодильная машина ТОМ-2А | 4А132М2У3 | 11 | 0,880 | 0,9 | 7,5 |
| Сушильная печь | - | 8 | 1 | 1 | 2,5 |
| Моечная машина | 4А132М2У3 | 11 | 0,880 | 0,9 | 7,5 |
| Калорифер производственный | - | 18 | 1 | 1 | 2,5 |
| Пастеризатор типа ОПД-1 | 4А80В2У3 | 2,2 | 0,830 | 0,87 | 6,5 |
| Вентилятор очистки и продувки секций | 4А132М2У3 | 11 | 0,880 | 0,9 | 7,5 |
| Водонагреватель типа ВЕТ-400 | 4А132М2У3 | 11 | 0,880 | 0,9 | 7,5 |
| Ленточный конвейер | 4А90L2У3 | 3 | 0,845 | 0,88 | 6,5 |

Все выбранные типы и марки приводных электродвигателей удовлетворяют условиям выбора и проверок.

Следовательно, они могут быть установлены в системе электроснабжения проектируемого в работе телятника-откормочника.

Расположение выбранных электродвигателей и типов производственного оборудования телятника – откормочника показано на графическом листе №1.

2.2 Выбор аппаратуры защиты и управления

Для защиты и обеспечения плавного пуска и регулирования с реверсированием направления вращения, приводных электродвигателей проектируемой системы электроснабжения телятника-откормочника, в работе выбираются и проверяются:

- автоматы;
- магнитные пускатели.

Расчетный ток электродвигателей технологического оборудования телятника-откормочника определяется так [8]:

$$I_p = \frac{P_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_c \cdot \cos \varphi \cdot \eta}, A, \quad (33)$$

где $P_{ном}$ – номинальная мощность технологического оборудования

телятника-откормочника с двигательной нагрузкой, кВт;

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности технологического оборудования

телятника-откормочника с двигательной нагрузкой;

η – КПД технологического оборудования телятника-откормочника с двигательной нагрузкой.

Пусковой ток технологического оборудования телятника-откормочника с двигательной нагрузкой определяется [8]:

$$I_{\text{пуск}} = K_{\text{пуск}} \cdot I_p, \quad (34)$$

где $K_{\text{пуск}}$ – пусковой коэффициент.

Номинальные токи автоматического выключателя $I_{\text{нома}}$ и его расцепителя $I_{\text{номр}}$ выбираются по значению расчётного тока технологического оборудования телятника-откормочника с двигательной нагрузкой [8]:

$$I_{\text{ном.а}} \geq I_p, \quad (35)$$

$$I_{\text{ном.р}} \geq I_p. \quad (36)$$

Номинальная уставка автомата [8]:

$$I_{\text{с.р.}} = K_{\text{т.о}} \cdot I_{\text{ном.р.}} \quad (37)$$

Выбирается автоматический выключатель для защиты и коммутации технологического оборудования телятника-откормочника с двигательной нагрузкой №1 по плану.

Расчетный и пусковой токи технологического оборудования телятника-откормочника с двигательной нагрузкой №1 по плану [8]:

$$I_p = \frac{5,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,880 \cdot 0,91} = 10,49 \text{ A.}$$

$$I_{\text{пуск}} = 7,5 \cdot 10,49 = 78,71 \text{ A.}$$

Принимается автоматический выключатель ВА 51Г-25 со следующими техническими характеристиками [8]:

$$I_{\text{на}} = 25 \text{ A;}$$

$$I_{\text{нр}} = 12,5 \text{ A;}$$

$$K_{т.о} = 10.$$

Выбор магнитных пускателей осуществляется из соотношения [8]

$$I_{н.э} \geq I_p \quad (38)$$

где $I_{н.э}$ – номинальный (паспортный) ток нагревательного элемента теплового реле, А.

Для технологического оборудования телятника-откормочника с двигательной нагрузкой №1 по плану $I_p = 10,49$ А. Исходя из данных условий, выбирается для пуска, реверсирования и остановки данного двигателя магнитный пускатель марки ПМЛ 2230 с номинальным током $I_{ном} = 25$ А.

Условие (38) выполняется:

$$25 \text{ А} \geq 10,49 \text{ А}.$$

Выбор остальных автоматических выключателей и магнитных пускателей для их установки в системе электроснабжения проектируемого в работе телятника-откормочника аналогичен и сведён в таблицу 6.

Таблица 6 – Выбор аппаратов защиты технологического оборудования телятника-откормочника

| Оборудование | Параметры автомата | | | | Параметры пускателя | |
|-----------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-----------|---------------------|----------------------|
| | Марка | $I_{на}, \text{ А}$ | $I_{нр}, \text{ А}$ | $K_{т.о}$ | Марка | $I_{ном}, \text{ А}$ |
| Вентилятор вытяжной | ВА 51Г-25 | 25 | 12,5 | 10 | ПМЛ 2230 | 25 |
| Измельчитель сочных кормов ИКС-5М | ВА 51Г-25 | 25 | 20 | 10 | ПМЛ 2230 | 25 |
| Вентилятор вытяжной | ВА 51Г-25 | 25 | 20 | 10 | ПМЛ 2230 | 25 |
| Дробилка КДУ-2 | ВА 51Г-25 | 25 | 20 | 10 | ПМЛ 2230 | 25 |
| Вентилятор вытяжной | ВА 51Г-25 | 25 | 12,5 | 10 | ПМЛ 2230 | 25 |
| Насос подачи воды | ВА 51Г-25 | 25 | 12,5 | 10 | ПМЛ 2230 | 25 |
| Транспортер РВК-Ф-74 | ВА 51Г-25 | 25 | 20 | 10 | ПМЛ 2230 | 25 |
| Фекальный насос | ВА 51Г-25 | 25 | 16 | 10 | ПМЛ 2230 | 25 |

Продолжение таблицы 6

| Оборудование | Параметры автомата | | | | Параметры пускателя | |
|---|--------------------|-------------|-------------|-----------|---------------------|--------------|
| | Марка | $I_{на}, A$ | $I_{нр}, A$ | $K_{т.о}$ | Марка | $I_{ном}, A$ |
| Холодильная машина ТОМ-2А | ВА 51Г-25 | 25 | 20 | 10 | ПМЛ 2230 | 25 |
| Сушильная печь | ВА 51Г-25 | 25 | 12,5 | 10 | - | - |
| Моечная машина | ВА 51Г-25 | 25 | 20 | 10 | ПМЛ 2230 | 25 |
| Калорифер производственный | ВА51Г-31 | 100 | 31,5 | 10 | - | - |
| Пастеризатор типа ОПД-1 | ВА 51Г-25 | 25 | 5 | 10 | ПМЛ 2230 | 25 |
| Вентилятор очистки и продувки секций | ВА 51Г-25 | 25 | 20 | 10 | ПМЛ 2230 | 25 |
| Водонагреватель типа ВЕТ-400 | ВА 51Г-25 | 25 | 20 | 10 | ПМЛ 2230 | 25 |
| Ленточный конвейер | ВА 51Г-25 | 25 | 6,3 | 10 | ПМЛ 2230 | 25 |
| Скребок и транспортёр для уборки навоза ТСН-160 | ВА 51Г-25 | 25 | 25 | 10 | ПМЛ 2230 | 25 |
| Калорифер производственный | ВА51Г-31 | 100 | 100 | 10 | - | - |
| Вентилятор вытяжной | ВА 51Г-25 | 25 | 20 | 10 | ПМЛ 2230 | 25 |

2.3 Выбор и проверка сечений проводников технологического оборудования

Для телятника-откормочника используется закрытая проводка согласно требованиям [4].

Для питания потребителей выбираются кабельные линии с медными жилами, обладающие лучшими физическими характеристиками и повышенной механической и изоляционной прочностью по сравнению с аналогичными алюминиевыми проводниками.

Проводники для питания технологического оборудования телятника-откормочника выбираются и проверяются по допустимому нагреву длительным расчетным током I_p по условию [3]:

$$I_{доп} \geq I_{доп} \cdot K_n, \quad (39)$$

где $I_{доп}$ – предельно-допустимое значение тока для проводника данной марки при определённых условиях прокладки (паспортное

табличное значение), А;

K_n – суммарный коэффициент прокладки проводников в определённых условиях (учитывает отклонение от условий прокладки по температурному режиму и количества проводников в одном кабельном сооружении с учётом их взаимного экранирования).

В работе для питания технологического оборудования телятника-откормочника используются медные кабели марки ВВГ, проложенные в трубах [12].

При этом $K_n=1$ [1,3].

Для питания технологического оборудования телятника-откормочника №1 с расчётным током $I_p = 10,49$ А, защищаемого автоматическим выключателем с $I_z = 12,5$ А, предварительно выбирается кабель с медными жилами марки ВВГ 5х1,5 с $I_{дон} = 19$ А [2] в пластмассовой трубе с последующей заливкой бетонной смесью.

Условие выбора и проверки по условию (39) для данного кабеля выполняются:

$$19 \text{ А} \geq 10,49 \cdot 1 = 10,49 \text{ А}.$$

Следовательно, данный кабель может быть принят для питания технологического оборудования телятника-откормочника №1 с расчётным током $I_p = 10,49$ А.

Кабель марки ВВГ является современным, поэтому нет необходимости в проведении частых ремонтов линий.

Выбор и проверка сечений проводников технологического оборудования остальных электроприемников телятника-откормочника приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Выбор и проверка сечений проводников технологического оборудования телятника-откормочника

| Наименование оборудования | I_p , А | Параметры проводника | |
|---|-----------|----------------------|---------------|
| | | Обозначение | $I_{доп}$, А |
| Вентилятор вытяжной | 10,49 | ВВГ 5x1,5 | 19 |
| Измельчитель сочных кормов ИКС-5М | 19,18 | ВВГ 5x2,5 | 27 |
| Вентилятор вытяжной | 19,18 | ВВГ 5x2,5 | 27 |
| Дробилка КДУ-2 | 19,18 | ВВГ 5x2,5 | 27 |
| Вентилятор вытяжной | 10,49 | ВВГ 5x1,5 | 19 |
| Насос подачи воды | 10,49 | ВВГ 5x1,5 | 19 |
| Транспортер РВК-Ф-74 | 19,18 | ВВГ 5x2,5 | 27 |
| Фекальный насос | 14,80 | ВВГ 5x2,5 | 27 |
| Холодильная машина ТОМ-2А | 18,42 | ВВГ 5x2,5 | 27 |
| Сушильная печь | 12,15 | ВВГ 5x1,5 | 19 |
| Моечная машина | 16,50 | ВВГ 5x2,5 | 27 |
| Калорифер производственный | 27,35 | ВВГ 5x4 | 32 |
| Пастеризатор типа ОПД-1 | 4,63 | ВВГ 5x1,5 | 19 |
| Вентилятор очистки и продувки секций | 18,42 | ВВГ 5x2,5 | 27 |
| Водонагреватель типа ВЕТ-400 | 19,18 | ВВГ 5x2,5 | 27 |
| Ленточный конвейер | 6,13 | ВВГ 5x1,5 | 19 |
| Скребок и транспортёр для уборки навоза ТСН-160 | 24,66 | ВВГ 5x2,5 | 27 |
| Калорифер производственный | 95,50 | ВВГ 5x16 | 116 |
| Вентилятор вытяжной | 19,18 | ВВГ 5x2,5 | 27 |

Выбранные кабельные линии удовлетворяют всем требуемым условиям, поэтому могут быть приняты в работе.

Все выбранные сечения кабелей наносятся на графический лист 2 работы.

2.4 Выбор схемы электрической сети телятника-откормочника

Известно, что возможные сбои и аварии во многих системах электроснабжения сельскохозяйственного комплекса в целом и животноводства в частности, связаны с угрозой жизни и здоровью людей, возникновением опасности экологических катастроф в связи с выбросов вредных и опасных веществ в атмосферу, воду и грунт, повреждением

дорогостоящего оборудования, возникновением переходных процессов в энергосистеме [1].

Надежная работа систем электроснабжения предприятий сельскохозяйственного комплекса в целом напрямую зависит от надёжности этих основных производственных агрегатов.

Основные производственные механизмы предприятий сельскохозяйственного комплекса, играющие основную роль в технологическом процессе производства готовой продукции, относятся к I категории надёжности.

Питание потребителей I категории надёжности, согласно требованиям [5], должна осуществляться из двух независимых источников питания.

Из этой категории также выделяется особая группа, которая дополнительно требует установки агрегатов гарантийного питания.

Участки предприятий сельскохозяйственного комплекса, которые играют второстепенную производственную роль и не настолько важны, как основные технологические механизмы, относятся ко II категории надёжности.

Они также требуют двух независимых источников питания, однако система автоматического включения резерва для таких потребителей не обязательна.

К III категории надёжности относятся все остальные подразделения предприятий сельскохозяйственного комплекса, которые не участвуют в производственном процессе, а являются вспомогательными звеньями.

Их следует питать от одного источника без наличия соответствующего резервирования.

На первом этапе проектирования прежде всего следует рассмотреть классификацию основных технологических механизмов, узлов и подразделений в целом, и, исходя из приведённых выше аргументов и особенностей, выбрать ту схему, которая в полной мере будет соответствовать требованиям [1-4].

Поэтому все основные производственные агрегаты (узлы) систем электроснабжения предприятий сельскохозяйственного комплекса требуют соответствующих проектных решений по обеспечению надёжности, качества электроэнергии и электробезопасности.

При проектировании необходимо отдельно рассмотреть сеть внешнего и внутреннего электроснабжения объекта исследования.

Так как проектируемый телятник-откормочник относится ко II категории надёжности, он должно получать питание от двух независимых источников, следовательно, для электроснабжения указанного объекта проектирования в работе выбирается двухтрансформаторная подстанция ТП-10/0,4 кВ.

Телятник-откормочник оснащен полным комплексом системы жизнеобеспечения (бойлерная, компрессорная, отопление, вентиляция и т.д).

В связи с этим, для внутреннего электроснабжения принимаются решения, имеющие повышенную надёжность и безопасность, а также степень защиты оборудования.

Электрическая сеть 0,38/0,22 кВ телятника-откормочника выполняется по радиальной схеме.

При таком расположении потребителей применение шинопроводов неэффективно и небезопасно, поэтому принимается питание электроприемников телятника-откормочника от силовых распределительных шкафов (далее – СРШ) [1,2].

Распределение технологического оборудования телятника - откормочника с учётом их расположения и мощности по СРШ представлено в таблице 8.

Такая схема позволит обеспечить необходимое и верное распределение электроприёмников на объекте, обеспечив правильный выбор электрических аппаратов и проводников, не перегружая их.

Таблица 8 – Распределение технологического оборудования телятника - откормочника по СРШ

| № СРШ | Наименование электроприемников | $P_{уст}$, кВт | Количество, шт |
|-------|---|-----------------|----------------|
| СРШ 1 | Измельчитель сочных кормов ИКС-5М | 10 | 2 |
| | Ленточный конвейер | 3 | 1 |
| | Скребок и транспортёр для уборки навоза ТСН-160 | 13 | 1 |
| | Калорифер производственный | 22 | 3 |
| | Вентилятор вытяжной | 10 | 2 |
| СРШ 2 | Вентилятор вытяжной | 10 | 1 |
| | Сушильная печь | 8 | 2 |
| | Моечная машина | 8,6 | 3 |
| | Пастеризатор типа ОПД-1 | 2,2 | 1 |
| | Вентилятор вытяжной | 5,5 | 1 |
| СРШ 3 | Вентилятор вытяжной | 5,5 | 2 |
| | Насос подачи воды | 5,5 | 4 |
| | Фекальный насос | 7,5 | 2 |
| СРШ 4 | Транспортер РВК-Ф-74 | 10 | 2 |
| | Водонагреватель типа ВЕТ-400 | 10 | 2 |
| | Калорифер производственный | 18 | 3 |
| СРШ 5 | Вентилятор очистки и продувки секций | 9,6 | 3 |
| | Дробилка КДУ-2 | 10 | 1 |
| | Холодильная машина ТОМ-2А | 8 | 2 |

Из таблицы можно сделать вывод, что всё технологическое оборудование проектируемого телятника-откормочника по площади и мощностям распределено равномерно.

Следовательно, в работе будет обеспечен правильный выбор электрических аппаратов и проводников, питающих оборудование СРШ и одиночные двигатели.

На основании приведённого распределения технологического оборудования телятника - откормочника по СРШ, далее в работе проводится расчёт электрических нагрузок на объекте исследования.

2.5 Расчёт электрических нагрузок питающей сети

Расчетная нагрузка на 1-м уровне электроснабжения для проектируемого телятника-откормочника определяется [3,4]

$$P_{p.1} = K_3 P_{ном}, \text{ кВт}, \quad (40)$$

$$Q_{p.1} = P_{p.1} \operatorname{tg} \varphi, \text{ квар}, \quad (41)$$

$$S_{p.1} = \sqrt{P_{p.1}^2 + Q_{p.1}^2}, \text{ кВА}, \quad (42)$$

$$I_{p1} = \frac{S_{p1}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}, \text{ А}, \quad (43)$$

где $P_{p.1}$, $Q_{p.1}$, $S_{p.1}$ – «соответственно активная, реактивная и полная мощность ЭП, кВт, квар, кВА» [4].

«Пусковой ток» [4]

$$I_{пуск} = k_{пуск} \cdot P_{ном}, \text{ А}, \quad (44)$$

где $k_{пуск}$ – коэффициент пуска.

Расчётная нагрузка первого уровня электроснабжения для проектируемого телятника-откормочника определена при расчёте номинальных токов ранее. Расчетная нагрузка на 2-м уровне электроснабжения [4]:

$$n_e = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_{ном.i} \right)^2}{\sum_{i=1}^n P_{ном.i}^2}, \text{ шт}, \quad (45)$$

где n - количество ЭП в группе, шт.

2) «Средневзвешенный коэффициент использования» [4]

$$K_{в.св} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{в.i} P_{см.i}}{\sum_{i=1}^n P_{ном.i}}, \quad (46)$$

где $K_{в.i}$ – «коэффициент использования i -го электроприемника» [4].

3) «Расчетная активная, реактивная и полная нагрузка» [4]

$$P_{р.п} = K_{р.а} \sum_{i=1}^n P_{ном.i} K_{в.i}, \text{ кВт.} \quad (47)$$

$$Q_{р.п} = K_{р.р} \sum_{i=1}^n P_{ном.i} K_{в.i} \operatorname{tg} \varphi, \text{ квар.} \quad (48)$$

$$S_{р.п} = \sqrt{P_{р.п}^2 + Q_{р.п}^2}, \text{ кВА.} \quad (49)$$

8) «Расчетный ток» [4]

$$I_{р.п} = \frac{S_{р.п}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}, \text{ А.} \quad (50)$$

где $U_{ном}$ – «номинальное напряжение сети» [4].

Результаты расчетов нагрузки на втором уровне ЭС проектируемого телятника-откормочника приведены в таблице 9.

Кроме того, в последних строках данной таблице рассчитана суммарная нагрузка всего проектируемого телятника-откормочника.

Таблица 9 – Расчетная нагрузка проектируемого телятника-откормочника

| Электроприёмник | Кол-во, шт | Установленная мощность, кВт | | K_u | $\cos\varphi$ | $tg\varphi$ | Средняя нагрузка за наиболее загруженную смену | | n_{Σ} | K_p | Максимальные расчетные нагрузки | | | | | |
|---|------------|-----------------------------|----------------|-------|---------------|-------------|--|--------------------|--------------|-------|---------------------------------|----------------|---------------|-------------|-------------|--|
| | | $P_{ном.}$ | $P_{ном. общ}$ | | | | $P_{см.},$ кВт | $Q_{см.},$ квар | | | $P_p,$ кВт | $Q_p,$ квар | $S_p,$ кВА | $I_p,$ А | $I_n,$ А | |
| СРШ1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Измельчитель сочных кормов ИКС-5М | 2 | 10 | 20 | 0,14 | 0,5 | 1,73 | 2,80 | 4,85 | | | | | | | | |
| Ленточный конвейер | 1 | 3 | 3 | 0,14 | 0,5 | 1,73 | 0,42 | 0,73 | | | | | | | | |
| Скребок и транспортёр для уборки навоза ТСН-160 | 1 | 13 | 13 | 0,14 | 0,5 | 1,73 | 1,82 | 3,15 | | | | | | | | |
| Калорифер производственный | 3 | 22 | 66 | 0,2 | 0,4 | 2,29 | 13,20 | 30,24 | | | | | | | | |
| Вентилятор вытяжной | 2 | 10 | 20 | 0,65 | 0,8 | 0,75 | 13,00 | 9,75 | | | | | | | | |
| Итого по СРШ1 | 9 | | 122 | 0,26 | 0,50 | 1,75 | 31,24 | 48,72 | 7,33 | 1,23 | 38,43 | 60,31 | 71,51 | 108,7 | 376,1 | |
| СРШ2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Вентилятор вытяжной | 1 | 10 | 10 | 0,14 | 0,5 | 1,73 | 1,4 | 2,42 | | | | | | | | |
| Сушильная печь | 2 | 8 | 16 | 0,8 | 1 | 0 | 12,8 | 0 | | | | | | | | |
| Моечная машина | 3 | 8,6 | 25,8 | 0,14 | 0,5 | 1,73 | 3,61 | 6,26 | | | | | | | | |
| Пастеризатор типа ОПД-1 | 1 | 2,2 | 2,2 | 0,14 | 0,5 | 1,73 | 0,31 | 0,53 | | | | | | | | |
| Вентилятор вытяжной | 1 | 3,5 | 3,5 | 0,1 | 0,5 | 1,73 | 0,35 | 0,61 | | | | | | | | |
| Итого по СРШ2 | 8 | | 58 | 0,32 | 0,64 | 1,20 | 18,47 | 9,82 | 7,08 | 1,28 | 23,64 | 24,45 | 34,01 | 51,7 | 192,7 | |
| СРШ3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Вентилятор вытяжной | 2 | 5,5 | 11 | 0,14 | 0,5 | 1,73 | 1,54 | 2,67 | | | | | | | | |
| Насос подачи воды | 4 | 5,5 | 22 | 0,14 | 0,5 | 1,73 | 3,08 | 5,33 | | | | | | | | |
| Фекальный насос | 2 | 7,5 | 15 | 0,14 | 0,5 | 1,73 | 2,10 | 3,64 | | | | | | | | |
| Итого по СРШ3 | 8 | | 48,0 | 0,14 | 0,50 | 1,73 | 6,72 | 11,64 | 7,84 | 1,78 | 11,96 | 12,80 | 17,52 | 26,6 | 135,5 | |

Продолжение таблицы 9

| Электроприёмник | Кол-во, шт | Установленная мощность, кВт | | K_u | $\cos\varphi$ | $tg\varphi$ | Средняя нагрузка за наиболее загруженную смену | | n_s | K_p | Максимальные расчетные нагрузки | | | | |
|--------------------------------------|------------|-----------------------------|----------------|-------|---------------|-------------|--|--------------------|-------|-------|---------------------------------|----------------|---------------|-------------|-------------|
| | | $P_{ном.}$ | $P_{ном. общ}$ | | | | $P_{см.},$ кВт | $Q_{см.},$ квар | | | $P_p,$ кВт | $Q_p,$ квар | $S_p,$ кВА | $I_p,$ А | $I_n,$ А |
| СРШ4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Транспортер РВК-Ф-74 | 2 | 10 | 20 | 0,14 | 0,5 | 1,73 | 2,80 | 4,85 | | | | | | | |
| Водонагреватель типа ВЕТ-400 | 2 | 10 | 20 | 0,14 | 0,5 | 1,73 | 2,80 | 4,85 | | | | | | | |
| Калорифер производственный | 3 | 18 | 54 | 0,8 | 1 | 0,00 | 43,20 | 0,00 | | | | | | | |
| Итого по СРШ4 | 7 | | 94,0 | 0,52 | 0,79 | 0,78 | 48,80 | 9,70 | 6,44 | 1,13 | 55,14 | 42,05 | 69,35 | 105,4 | 246,5 |
| СРШ5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Вентилятор очистки и продувки секций | 3 | 9,6 | 28,8 | 0,14 | 0,5 | 1,73 | 4,03 | 6,98 | | | | | | | |
| Дробилка КДУ-2 | 1 | 10 | 10 | 0,14 | 0,5 | 1,73 | 1,40 | 2,42 | | | | | | | |
| Холодильная машина ТОМ-2А | 2 | 8 | 16 | 0,8 | 1 | 0,00 | 12,80 | 0,00 | | | | | | | |
| Итого по СРШ5 | 6 | | 54,8 | 0,33 | 0,65 | 1,18 | 18,23 | 9,41 | 5,95 | 1,28 | 23,34 | 23,70 | 33,26 | 50,53 | 191,7 |
| Всего по телятнику-откормочнику | | | | | | | | | | | 152,51 | 163,31 | 223,45 | 339,6 | 831,9 |

2.6 Выбор аппаратов защиты и сечения кабелей питающей силовой сети

Выбор аппаратов защиты и сечения кабелей питающей силовой сети выбираются по результатам расчёта электрических нагрузок телятника-откормочника аналогично, соответственно, выбору аппаратов защиты и сечения кабелей производственных механизмов (таблица 10).

Таблица 10 – Выбор автоматических выключателей питающей силовой сети

| СРШ | I_p , А | Марка автомата | $I_{на}$, А | $I_{нр}$, А | $K_{т.о}$ |
|------|-----------|----------------|--------------|--------------|-----------|
| СРШ1 | 108,7 | ВА57-35 | 250 | 125 | 12 |
| СРШ2 | 51,6 | ВА57-35 | 250 | 80 | 12 |
| СРШ3 | 26,6 | ВА57-35 | 250 | 80 | 12 |
| СРШ4 | 105,4 | ВА57-35 | 250 | 125 | 12 |
| СРШ5 | 50,5 | ВА57-35 | 250 | 80 | 12 |

Результаты выбора кабелей питающей сети телятника-откормочника сведены в таблицу 11.

Таблица 11 – Выбор сечения кабелей питающей силовой сети телятника

| СРШ | I_p , А | Марка кабеля | $I_{дон}$, А |
|------|-----------|--------------|---------------|
| СРШ1 | 108,7 | АВВГ 5x35 | 130 |
| СРШ2 | 51,6 | АВВГ 5x25 | 105 |
| СРШ3 | 26,6 | АВВГ 5x25 | 105 |
| СРШ4 | 105,4 | АВВГ 5x35 | 130 |
| СРШ5 | 50,5 | АВВГ 5x25 | 105 |

2.7 Расчёт электрического освещения телятника-откормочника

Оптимальное расстояние между светильниками определяется таким образом [11]:

$$\lambda_c \cdot H_p \leq L \leq \lambda_9 \cdot H_p, \quad (51)$$

где H_p – расчётная высота подвеса светильника, м.

Расчётная высота подвеса и число светильников [17]

$$H_p = H_o - h_{cs} - h_{раб}. \quad (52)$$

$$N_A = \frac{A - 2l_A}{L} + 1. \quad (53)$$

$$N_B = \frac{B - 2l_B}{L} + 1. \quad (54)$$

$$N_{\Sigma} = N_A \cdot N_B. \quad (55)$$

На плане [11]

$$L_A = \frac{A}{N_A - a}. \quad (56)$$

$$L_B = \frac{B}{N_B - a}. \quad (57)$$

Для помещения для содержания телят возрастом от 21 до 180 дней по приведённым ранее формулам для расчёта освещения:

$$H_p = 3 - 0,5 - 1 = 2,5 \text{ м.}$$

$$2 \cdot 2,5 = 5 \leq L = 8 \leq 3 \cdot 2,5 = 7,5.$$

$$N_A = \frac{66 - 2 \cdot 0,5}{10} + 1 = 7,5 \approx 8.$$

$$N_B = \frac{16 - 2 \cdot 0,5}{10} + 1 = 2,5 \approx 3.$$

$$N_{\Sigma} = 3 \cdot 8 = 24 \text{шт.}$$

$$L_A = \frac{66}{24} = 2,75 \text{м.}$$

$$L_B = \frac{16}{3} = 5,33 \text{м.}$$

Расчёт освещения кормового цеха [10,11]

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{N \cdot \eta_u}, \quad (58)$$

где E_n – нормируемое значение освещенности помещения, лк.

Индекс помещения определяется так [10,11]

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p (A + B)}. \quad (59)$$

Применяются лампы PHILIPS LED Bulb A [11]. С учётом применения данных ламп:

$$\Delta \Phi = \frac{\Phi_{ис} - \Phi}{\Phi} \cdot 100\%. \quad (60)$$

$$i = \frac{66 \cdot 16}{4,5 \cdot (66 + 16)} = 2,86.$$

Для светильника СПДК18 принимается значение $\eta_u = 0,76$.

$$\Phi = \frac{30 \cdot 1050 \cdot 1,15 \cdot 1,1}{24 \cdot 0,76} = 2184,6 \text{ лм.}$$

Выбирается лампа типа PHILIPS LED Bulb A-150, $\Phi_{ст} = 2300$ лм [11].

$$\Delta\Phi = \frac{2300 - 2184,5}{2184,5} \cdot 100 = 5,28\%.$$

Результаты светотехнического расчёта приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Результаты светотехнического расчёта помещений телятника-откормочника

| Помещение | Мощность лампы, Вт | N, шт | L, шт | S, шт |
|--|--------------------|-------|-------|-------|
| Кормоцех - 1 | 200 | 2 | 3 | 6 |
| Кормоцех - 2 | 200 | 2 | 3 | 6 |
| Помещение для содержания телят до 180 дней | 150 | 8 | 3 | 24 |
| Помещение для содержания телят от 180 дней | 150 | 8 | 3 | 24 |
| ПТО-1 | 200 | 2 | 3 | 6 |
| ПТО-2 | 200 | 2 | 3 | 6 |

2.8 Выбор проводников и аппаратов защиты осветительной сети

Выбор проводников и аппаратов защиты осветительной сети проектируемого телятника – откормочника проводится по той же методике, что и для силовой сети (осуществлено в работе ранее) с приведением результатов в форме таблицы 13.

Для сети освещения всего объекта (телятника-откормочника)

выбираются силовые кабели марки ВВГ, достаточные для того, чтобы обеспечить решение заданной задачи освещения помещений телятника-откормочника. Выбор марки кабеля обусловлен её низкой стоимостью и высокой надёжностью. Кроме того, кабели осветительной сети не испытывают перегрузку, как кабели силовой сети с приводными двигателями, поэтому выбор по расчётному допустимому нагреву здесь достаточен.

Таблица 13 – Результаты выбора сечения проводников осветительной сети телятника – откормочника

| Наименование объекта | Кабель к объекту | Марка кабеля |
|--|-------------------------------|--------------|
| Вводной ЩО №1 | Кабель к вводному ЩО №1 | ВВГ(4x10) |
| Кормоцех-1 | Магистральный кабель | ВВГ(4x1,5) |
| | Ответвления | ВВГ(3x1,5) |
| Помещение для содержания телят возрастом от 21 до 180 дней | Магистральный кабель | ВВГ(4x4) |
| | Ответвления | ВВГ(3x1,5) |
| Помещение технического обеспечения-1 | Магистральный кабель | ВВГ(4x1,5) |
| | Ответвления (линии освещения) | ВВГ(3x1,5) |
| Вводной ЩО №2 | Кабель к вводному ЩО №2 | ВВГ(4x10) |
| Кормоцех-2 | Магистральный кабель | ВВГ(4x1,5) |
| | Ответвления (линии освещения) | ВВГ(3x1,5) |
| Помещение для содержания телят возрастом от 180 дней | Магистральный кабель | ВВГ(4x4) |
| | Ответвления (линии освещения) | ВВГ(3x1,5) |
| Помещение технического обеспечения-2 | Магистральный кабель | ВВГ(4x1,5) |
| | Ответвления (линии освещения) | ВВГ(3x1,5) |

Результаты выбора автоматических выключателей для защиты и коммутации проектируемой осветительной сети телятника-откормочника сведены в таблицу 14.

Таблица 14 – Результаты выбора автоматов для защиты и коммутации осветительной сети телятника – откормочника

| Наименование объекта | Автомат к объекту | Марка автомата |
|---|----------------------------------|----------------|
| Ввод-1 | Вводной автомат ЩО №1 | A-3163-10 |
| Кормоцех-1 | Магистральный автомат | A-3163-6,3 |
| | Ответвления | A-3161-6,3 |
| Помещение для содержания телят возрастом от 21 до 180 дней | Магистральный автомат | A-3163-6,3 |
| | Ответвления | A-3161-6,3 |
| Помещение технического обеспечения-1 | Магистральный автомат | A-3163-6,3 |
| | Ответвления | A-3161-6,3 |
| Ввод-2 | Вводной автомат ЩО №2 | A-3163-10 |
| Кормоцех-2 | Магистральный автомат | A-3163-6,3 |
| | Ответвления | A-3161-6,3 |
| Помещение для содержания телят возрастом от 180 дней | Магистральный автомат | A-3163-6,3 |
| | Ответвления (линии освещения) | A-3161-6,3 |
| Помещение технического обеспечения-2 | Магистральный автомат | A-3163-6,3 |
| | Ответвления (линии освещения) | A-3161-6,3 |

Однолинейная схема электрической сети освещения телятника – откормочника приведена в графической части на листе №2.

План расположения освещения телятника-откормочника и однолинейная схема освещения телятника-откормочника приведены в графической части работы (соответственно – графический лист 3 и лист 4).

2.9 Разработка и описание структурной схемы автоматического управления вентиляцией и отоплением

Рассматривается разработка системы вентиляции и отопления для двух основных производственных помещений телятника – откормочника, в которых непосредственно содержатся животные (телята), а именно:

- помещение для содержания телят возрастом от 21 до 180 дней;
- помещение для содержания телят возрастом от 180 дней.

В помещениях телятника крайне необходима система автоматизированного управления вентиляцией и отоплением (микроклиматом), т.к. они характеризуются повышенным уровнем влажности, значительными перепадами температуры на протяжении календарного года, а также наличием летучих органических веществ и повышенного уровня углекислого газа в следствии технологического процесса [12]. Для обеспечения условий микроклимата в каждом из указанных помещений имеется следующее оборудование вентиляции и отопления [12-14]:

- калорифер производственный – 3 шт, используется для интенсивного нагрева помещений в холодное время года. При этом количество используемых калориферов напрямую зависит от температуры окружающей среды (как правило, ранней осенью и в середине весны используется один калорифер, поздней осенью и ранней весной – два, зимой в сильные морозы – три);

- вентилятор вытяжной – 2 шт, применяется для вытягивания наружу воздуха из помещения цеха. Применяется для охлаждения помещения в тёплое время года (летом в жару), а также для вытягивания наружу летучих органических веществ, имеющих неприятный запах. По мере производственной необходимости одновременно предусмотрена работа одного или двух вытяжных вентиляторов.

Однако данное оборудование не автоматизировано, что создаёт трудности и дискомфорт во время работы людей, а также приводит к повышенному потреблению электроэнергии.

С целью устранения данных недостатков, разрабатывается САУ микроклиматом телятника – откормочника с использованием уже имеющегося технологического оборудования (калориферы, вентиляторы), что значительно уменьшит расходы на монтажные работы нового оборудования, а также на закупку нового дорогостоящего оборудования [12-14].

К САУ микроклиматом телятника – откормочника предъявляются основные требования по [12].

Для разработки структурной схемы системы контроля вентиляции и отопления указанных помещений, кратко описываются основные функции, которые должна выполнять разрабатываемая система [12-14]:

- начальный запуск системы;
- выбор необходимого для поддержания типа микроклимата;
- прием данных с датчиков и обработка этих данных в соответствии с алгоритмом;
- вывод текущих параметров микроклимата;
- формирование выходных сигналов для запуска исполнительных устройств вентиляции и нагрева (соответственно – вентиляторы и калориферы).

Учитывая приведённые выше аспекты, разработана структурной схемы автоматического управления вентиляцией и отоплением основных производственных помещений телятника, включающая такие модули [12-14]:

- 1) датчики: температуры, влажности, летучих органических веществ, углекислого газа;
- 2) схема согласования и управления;
- 3) устройство управления;
- 4) схемы согласования уровней напряжения;

- 5) ключевые элементы;
- 6) пульт управления и индикации, включающий: индикаторы температуры, влажности, летучих органических веществ, углекислого газа; ручное управление, управление режимами;
- 7) исполнительные элементы – электроприводы калориферов и вытяжных вентиляторов.

Структурная схема разрабатываемой САУ вентиляцией и отоплением телятника - откормочника с описанными элементами представлена на графическом листе 5.

2.10 Разработка и описание принципиальной схемы автоматического управления вентиляцией и отоплением

В качестве целевой серии для построения САУ вентиляцией и отоплением телятника – откормочника выбирается устройства компании Siemens, а именно универсальные логические модули LOGO. Для построения САУ необходимы следующие модули [12-14]:

- блок питания LOGO! Power;
- программируемое реле Siemens LOGO! 24RC;
- модуль расширения LOGO! DM16 24R;
- модуль интерфейса связи LOGO! CM LON;
- преобразователь интерфейса LON / RS-232;
- прочая коммутационная и защитная электроаппаратура.

В качестве датчика летучих органических веществ и углекислого газа используется датчик S-VOC, который разработан для того, чтобы точно и достоверно определять уровень летучих органических соединений (VOC), связанных, как правило, с неприятными запахами и прочими загрязняющими веществами: CO, CH₄, LPG (сжиженные углеводородные газы); кетоны, органические кислоты, амины, алифатические и ароматические углеводороды [13].

Помимо летучих органических соединений, датчик S-VOC оценивает концентрацию углекислого газа. В любом помещении, где требуется адаптивная вентиляция, датчик S-VOC позволяет проводить точные измерения, используя для этого два важных критерия качества внутреннего воздуха.

В самом оптодрайвере сигнал подается светодиодом, можно зажигать его от ножки микроконтроллера без всяких дополнительных устройств.

В качестве симистора взят BT 139 [14].

Используя выбранные компоненты, разрабатывается принципиальная электрическая схема управления микроклиматом телятника - откормочника.

Для обеспечения питанием программируемого реле и модулей используется блок питания LOGO! Power [12-14].

Для обеспечения связи с компьютером АРМ диспетчера используется модуль интерфейса связи LOGO! CM LON [12-14].

Для подключения к сети с интерфейсом LON персонального компьютера АРМ диспетчера используется преобразователь интерфейса LON / RS-232 [12-14].

Работает система следующим образом.

Сигналы управления от датчиков поступают на входы основного реле А1.

В соответствии с заданием, активируется программа включения/переключения исполнительных элементов схемы (вентиляторов и/или калориферов) [12-14].

Питание схемы входных сигналов осуществляется от блока питания.

Подключение сигналов группового управления показано на рисунке 1, подключение сигналов управления реле коммутации групп исполнительных элементов схемы – на рисунке 2.

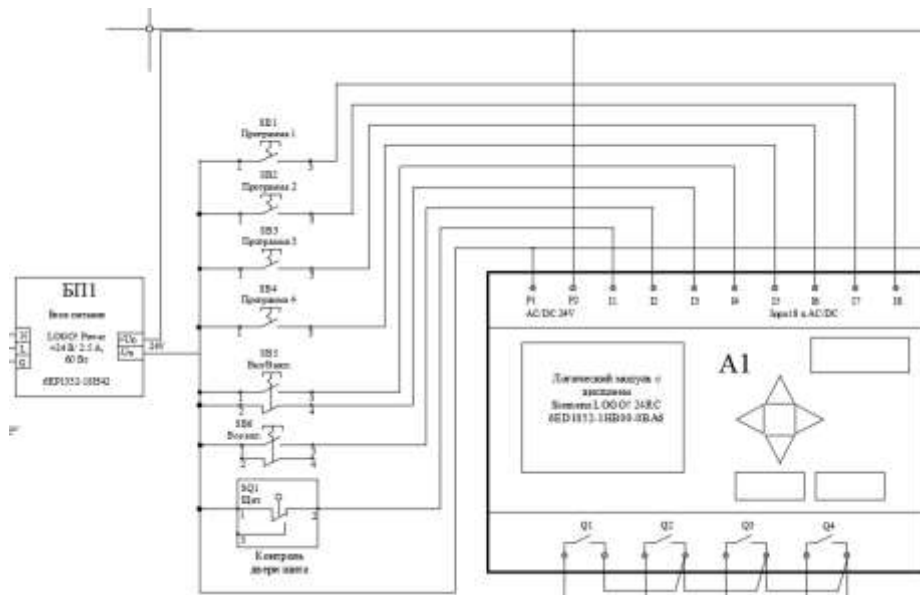


Рисунок 1 – Подключение сигналов группового управления

Реагируя на сигналы от управления, равно как и на сигналы, поступающие по сети от АРМ диспетчера и реализуя соответствующие программы, хранящиеся в памяти, программируемое реле выдает управляющие воздействия для управления реле (пускателями) групп исполнительных элементов схемы (вентиляторов и/или калориферов) [27-29].

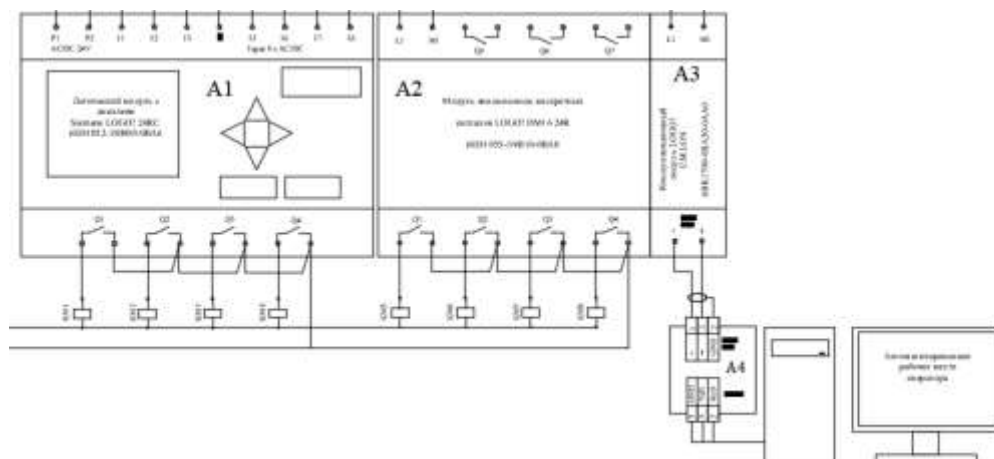


Рисунок 2 – Подключение сигналов управления реле коммутации групп исполнительных элементов схемы

Через выходные клеммы «Qn» реле и модуля расширения осуществляется коммутация обмоток силовых реле КМ, которые, в

свою очередь, управляют группами исполнительных элементов схемы (вентиляторов и/или калориферов).

Использование в качестве управляющего устройства программного реле позволяет реализовать коммутационные программы управления группами исполнительных элементов схемы (вентиляторов и/или калориферов) практически любой сложности [12-14].

Для изменения программы управления достаточно внести изменения в программу управления (ручной режим), что значительно проще внесения изменений в электрическую схему системы освещения (как требовалось в релейных системах) [12-14].

Расширение САУ микроклиматом телятника – откормочника также реализуется подключением дополнительных групп на резервные выходы Q модуля расширения и внесением соответствующих изменений в программу реле.

Таким образом, разработанная схема обладает гибкими возможностями и высокой универсальностью и может служить хорошей основой для построения САУ микроклиматом телятника – откормочника.

Принципиальная схема разработанной САУ микроклиматом телятника - откормочника представлена в графической части на листе №6.

Выводы по разделу 2:

В результате выполнения второго раздела работы осуществлён выбор и проверка технологического оборудования, электрических аппаратов, сечений проводников, электрической схемы питания электрооборудования, расчёт электрического освещения, разработана и автоматизирована система вентиляции и отопления телятника-откормочника, разработаны мероприятия, обеспечивающие безопасность жизнедеятельности.

Проведена разработка системы автоматического управления вентиляцией и отопления, включающая разработку и описание структурной схемы, выбор элементов схемы автоматического управления вентиляцией и отопления, разработку и описание принципиальной схемы.

3 Разработка мероприятий по технике безопасности и охране труда

3.1 Разработка мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности

Необходимо помнить, что помещение телятника-откормочника по степени опасности относится к особо опасным, так присутствует высокая влажность и имеется определённое количество летучих органических веществ, выделяемое животными в процессе жизнедеятельности.

Защиту сельскохозяйственных животных от поражения электрическим током в телятнике – откормочнике необходимо предусматривать при следующих аварийных режимах [17,18]:

- 1) однофазном замыкании на землю в сети напряжением до 1 кВ, включая обрыв и падение на землю фазного провода ВЛ;
- 2) замыкании на землю на стороне высшего напряжения на подстанциях 6/0,4, 10/0,4 и 35/0,4;
- 3) замыкании на землю в ВЛ напряжением 6, 10 и 35 кВ;
- 4) однофазном замыкании на корпус в сети напряжением до 1 кВ;
- 5) замыкании на землю на стороне высшего напряжения на подстанции глубокого ввода напряжением 110 кВ;
- 6) замыкании на землю в ВЛ напряжением 110 кВ глубокого ввода.

Защиту животных телятника – откормочника от поражения электрическим током следует предусматривать с таким расчетом, чтобы для указанных для первых трех аварийных режимов напряжение прикосновения и напряжение шага для животных не превышали 12 В [17,18].

Для 4 – 6-го аварийных режимов эти напряжения зависят от времени действия защиты от замыканий, т.е. от полного времени отключения, равного сумме времен срабатывания основной релейной защиты и отключения коммутационного аппарата, и не должны превышать нормативных значений [17,18].

Обеспечение вышеуказанных требований, следует осуществлять путем выравнивания электрических потенциалов между участком пола, на котором находятся животные, и всеми доступными для прикосновения животных металлоконструкциями (автопоилками, трубопроводами, конструкциями транспортера для раздачи кормов и уборки навоза, конструкциями ограждений боксов и другого стойлового оборудования и т.п.), которые могут оказаться под электрическим потенциалом [17,18].

С этой целью должны быть выполнены искусственные устройства выравнивания электрических потенциалов (УВЭП) или использовано только естественное выравнивание электрических потенциалов технологическими и строительными металлоконструкциями [17,18].

Все открытые и сторонние проводящие части, которых животные могут коснуться, должны быть электрически соединены между собой, с арматурой строительных железобетонных конструкций животноводческого помещения и с защитным проводником электроустановки (нулевым защитным в системах TN или заземляющим в системе TT) [17,18].

Эти части должны иметь видимые электрические связи с занулённым корпусом вводного щита, с вводной трубой водопровода, с редукторами навозоуборочных и кормораздаточных транспортеров, выполненные при помощи сварки полосовой сталью толщиной не менее 4 мм или катанкой диаметром не менее 8 мм [17,18].

Выполнять, следить за исправным состоянием и ремонтировать указанные связи обязаны работники хозяйства, на балансе которого находится животноводческое помещение [17,18].

На стадии проектирования животноводческого помещения необходимо предусматривать использование естественных заземлителей и естественного выравнивания электрических потенциалов за счет строительных и технологических металлоконструкций и только в случае, если этого по результатам расчетов или экспериментальной проверки окажется недостаточно, следует применить искусственные заземлители и УВЭП.

Критерием оценки достаточности должно служить обеспечение требуемых допустимых напряжений для всех аварийных режимов [17,18].

Нулевой провод ВЛ на вводе в животноводческое помещение должен иметь повторное заземление, выполненное путем присоединения к искусственному или естественному заземлителю, образованному строительными и технологическими металлоконструкциями, контактирующими с землей [17,18].

Указанный заземлитель должен иметь сопротивление не более 30 Ом [1].

Проверку достаточности использования естественного заземлителя для повторного заземления нулевого провода ВЛ и достаточности естественного выравнивания электрических потенциалов строительными и технологическими металлоконструкциями желательно осуществлять на стадии проектирования и обязательно после завершения строительно-монтажных работ, а затем периодически, но не реже одного раза в год [17,18].

Проверку следует осуществлять по результатам фиксированного вертикального электрического зондирования (ФВЭЗ) земли в зонах размещения животноводческих помещений и последующего анализа результатов ФВЭЗ для всех аварийных режимов и соответствующих им допустимых напряжений [17,18].

При выполнении работ в системе электроснабжения телятника-откормочника необходимо неукоснительно придерживаться следующих правил и требований [2,3]:

- техники безопасности при выполнении работ в электроустановках;
- пожарной безопасности;
- экологической безопасности.

Как правило, поражение электрическим током в сетях понизительных подстанций возникает в таких случаях:

– при прикосновении к токоведущим частям под напряжением (токоведущие силовые цепи электроустановок, собственные нужды, оперативные цепи релейной защиты и автоматики);

– при приближении на недопустимое расстояние к токоведущим частям электроустановок питающей понизительной подстанции в системе электроснабжения телятника-откормочника;

– при прикосновении к заземленным нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (напряжение прикосновения);

– при нахождении человека вблизи заземления (менее 8 м), с которого проходит ток в землю (напряжение шага или иного возможного замыкания на землю) в системе электроснабжения телятника-откормочника.

Кроме того, существует вероятность прочих производственных видов опасности:

– опасность возможных ожогов электрической дугой, которая возникла в результате неправильных оперативных действий с разъединителями, заземляющими ножами;

– возможность ушибов и переломов конечностей вследствие падений при движении по неровной или скользкой, или неосвещённой поверхности;

– опасность повреждения организма вследствие попадания конечностей под трущиеся и вращающиеся объекты электрооборудования.

Возникновения пожара на объектах телятника-откормочника, возможно при следующих обстоятельствах:

– при коротких замыканиях;

– при прямых попаданиях молнии;

– при перегреве и внутренних коротких замыканиях масляных трансформаторов на подстанции;

– при разрушении и перегрева изоляции с последующим возгоранием;

– при перегреве токоведущих частей от перегрузки при неправильном их выборе.

Поэтому в первую очередь при допуске к выполнению работ обслуживающий персонал должен знать и уметь выполнять все требования нормативных документов по охране труда и технике безопасности [2,3].

Согласно положениям [18], для рабочих проводятся по технике безопасности вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте. Для обеспечения выполнения мероприятий по технике безопасности на предприятии существуют определенные требования к персоналу. Существует 5 групп по электробезопасности.

Проводится периодическая проверка знаний персонала, оформляется по установленным нормам допуск к работе, то есть выписывают наряды. Периодически проверяют выполнение правил по технике безопасности.

Рабочий персонал должен соблюдать правила техники безопасности, так как нарушение правил эксплуатации и ремонта может привести не только к поломке технологического оборудования, но и к несчастным случаям.

При ремонте электрооборудования в системе электроснабжения телятника-откормочника, необходимо убедиться в надежном отключении установки от источника питания. Для этого необходимо выключить коммутационный аппарат и отключить установку от сети.

Для персонала, работающих в опасных условиях, выдаются средства индивидуальной защиты. Электротехническому персоналу, работающему в электроустановках в системе электроснабжения телятника-откормочника, выдаются перчатки, коврики, очки и другие защитные средства.

Особо следует уделить внимание электроинструменту. Проведение работы по ремонту электрооборудования необходимо проводить с помощью неповрежденного инструмента, который проверен на рабочем месте перед тем как его использовать, а также срок проверки инструмента в лаборатории нормоконтроля не просрочены.

Электротехнический персонал, выполняющий работы в системе электроснабжения телятника-откормочника, на рабочем месте должен выполнять только ту работу, которая ему поручена (по наряду,

распоряжению, в порядке текущей эксплуатации) и входит в круг его обязанностей с выполнением требований [1-4,18] и инструкций по охране труда.

В случае поручения работы, которая не входит в круг его профессиональных обязанностей, работник должен получить по этой работе соответствующий инструктаж по записи в журнале целевого инструктажа.

Известно, что работы в электроустановках могут выполняться по наряду-допуску или по распоряжению, при полностью снятом напряжении, частично снятом либо без снятия напряжения с токоведущих частей.

В подавляющем большинстве случаев при выполнении работ в электроустановках системы электроснабжения телятника-откормочника, всё напряжение с токоведущих частей должно быть снято, рабочее место ограждено, а каждый член бригады должен знать и чётко выполнять свои обязанности при соответствующем виде работ.

Для защиты от электрического тока при прикосновении к токоведущим цепям оперативного тока, применяются изолированные провода.

Аппаратура релейной защиты на постоянном оперативном токе расположена в специальных шкафах. При замыкании или повреждении оперативных цепей осуществляется их контроль и защиту.

Для защиты от опасности при переходе напряжения с высокой стороны на низкую вторичные цепи измерительных трансформаторов заземлены.

Контроль и защиту при КЗ на землю и повреждении изоляции выполняет система релейной защиты, автоматики и сигнализации.

Персонал, обслуживающий электроустановки, должен хорошо знать правила противопожарной безопасности и пожаротушения электрооборудования телятника-откормочника или других подразделений организации.

При появлении дыма, огня, в электрооборудовании и электропроводке необходимо немедленно отключить аварийный сектор, предупредить

пожарную команду при распространении пожара на оборудование или невозможно погасить очаг пожара собственными средствами.

Для предотвращения пожара или обнаружения неисправности, возможных от КЗ, перегрузок, повреждения или перегрева изоляции применяют максимальная токовая защита (МТЗ), защита от перегрузок, защита от замыканий на землю и контроль изоляции.

Снятие базового заземления проводится заранее определенной выдающим наряд бригадой с заземлением проводов всех фаз на контур заземления опоры или групповой заземлитель.

Эти операции необходимо выполнять, как правило, с заземлением линий в настоящее время.

Работы следует выполнять под контролем дежурного диспетчера с записью в оперативном журнале и оформлением в наряде.

Допускается также выполнять установку и снятие базового заземления без заземления линии.

Однако в этом случае разрешение на установку базового заземления, подготовку рабочего места и допуск бригады к работе выдается одновременно.

Выполнение таких работ может быть допущено только по решению главного инженера с оформлением в оперативном журнале и наряде [2,3,11].

Особо следует сказать о роли защитного заземления в сетях и его влияние на поражение человека электрическим током.

Для этой цели применяют как естественные, так и искусственные заземлители.

Заземляющее устройство состоит из совокупности электрически соединенных заземлителей и заземляющих проводников.

В качестве искусственных вертикальных заземлителей чаще всего применяют прутковую сталь диаметром 12 - 20 мм при длине 5 - 6 м; углубление делают вкручиванием.

Между собой заземлители заземляющего устройства соединяют на глубине 0,5 - 0,7 м с помощью сварки стальной полосой размерами не менее 40x4 мм или прутком диаметром 10 - 12 мм.

Заземляющие проводники соединяют заземлитель с частями электроустановки, которые заземляются.

В электроустановках с глухозаземлённой нейтралью напряжением 0,38/0,22 кВ телятника-откормочника согласно [4,18]:

– магистральные защитные проводники, прокладываемые открыто, должны иметь сечение не менее 100 мм²;

– проводимость защитного проводника в соответствии с [4] должна быть не ниже 50% проводимости фазного провода.

Каждый элемент заземляется и должен быть подключен к сети заземления отдельным ответвлением (заземляющим проводником), а внутреннюю заземляющую сеть следует соединить с внешним заземляющим контуром не менее, чем в двух местах [4].

Для заземления электроустановок различных назначений и различных напряжений, территориально приближенных одна к другой, применяют один общий заземляющий контур, сопротивление которого принимается равным сопротивлению той установки, где он является минимальным [4].

Известно, что прямые удары молнии в оборудование понизительных подстанций влекут тяжёлые последствия для оборудования и сетей, так как вследствие возникших значительных атмосферных перенапряжений они могут выйти из строя, иногда без возможности восстановления.

В результате без питания могут остаться важнейшие потребители подстанций, что недопустимо согласно требованиям [1-4]. От прямых ударов молний должны защищаться все ответственные электроприемники. Здание телятника-откормочника можно защищать одиночными стержневыми молниеотводами, а также естественными молниеотводами (трубами, арками и прочими аналогичными конструкциями) [18]. Необходимо помнить, что здание, сооружение будет защищено от ударов молний только в том случае,

когда они будут находиться в определенной сфере, называемой зоной защиты – пространстве, внутри которого объект защищен от ударов молний.

Приведённые мероприятия обеспечивают безопасность проведения работ в электроустановках всех классов напряжения и являются строго обязательными к исполнению.

3.2 Разработка мероприятий по обеспечению экологической безопасности

Известно, что животноводческие фермы и их подразделения являются источниками загрязнения окружающей среды как органическими, так и неорганическими веществами, а также их соединениями.

Для недопущения экологической катастрофы, которая может возникнуть в результате неправильного использования экологической обстановки телятника-откормочника, следует применять следующие мероприятия [6,9]:

- своевременно проводить уборку помещений;
- организовать санитарные зоны для больных и хилых животных с целью недопущения пандемии всего стада, а также загрязнения окружающей среды биологическими субстратами;
- своевременно утилизировать в скотомогильники павших животных с созданием санитарных зон возле них;
- очищать и проводить дезинфекцию ям-отстойников, не допускать появления в них паразитов.

При выполнении работ должны выполняться требования нормативных документов, регламентирующих уровень допусков. С целью предупреждения ухудшения экологической обстановки и возникновения опасности для здоровья и жизни людей от указанных объектов, представляющих повышенную экологическую опасность, осуществляется комплекс взаимосвязанных мероприятий.

Надежным средством обеспечения экологической безопасности в электроэнергетике должен стать механизм ее правового обеспечения, который с учетом подходов, выработанных в [15], включающий составляющие:

- законодательное обеспечение экологической безопасности;
- организационно-структурное обеспечение экологической безопасности;
- функционально-правовое обеспечение экологической безопасности;
- экономический механизм обеспечения такой безопасности;
- юридическая ответственность как средство обеспечения экологической безопасности.

В зависимости от вида электроустановок, принято выделять и виды техногенных воздействий, в которых присутствует экологический риск.

Так, негативным влиянием энергетики на элементы окружающей среды, а также уровень жизни и здоровья людей, являются [2,3,11]:

- выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов;
- ухудшение видимости атмосферы;
- запыленность атмосферного воздуха;
- выпадение осадков и кислотных дождей;
- разрушение озонового слоя;
- влияние шума объектов энергетики на окружающую среду;
- загрязнения подземных и поверхностных вод.

Указанные мероприятия по охране окружающей среды должны быть приняты к сведению и внедрены в систему электроснабжения телятника-откормочника.

Выводы по разделу 3:

В результате выполнения третьего раздела работы разработаны мероприятия по технике безопасности и охране окружающей среды в разработанной системе электроснабжения телятника-откормочника, которая, в конечном итоге, соответствует всем требованиям нормативных документов.

Заключение

В результате выполнения работы осуществлена электрификация телятника-откормочника с разработкой автоматизированной системы вентиляции и отопления указанного объекта.

Новизна выполненной работы заключается в том, что на основе проведённого анализа технических условий, используя передовые технические решения, разработана и автоматизирована система вентиляции и отопления указанного объекта, являющиеся основой микроклимата, значительно повышающая экономические показатели телятника-откормочника и снижающая себестоимость производимой продукции.

Для достижения поставленной цели приведён анализ исходных данных, осуществлён выбор и проверка технологического оборудования, электрических аппаратов, сечений проводников, электрической схемы питания электрооборудования, расчёт электрического освещения, разработана и автоматизирована система вентиляции и отопления телятника-откормочника, разработаны мероприятия, обеспечивающие безопасность жизнедеятельности.

Проведена разработка системы автоматического управления вентиляцией и отопления, включающая разработку и описание структурной схемы автоматического управления вентиляцией и отопления, выбор элементов схемы автоматического управления вентиляцией и отопления, разработку и описание принципиальной схемы автоматического управления вентиляцией и отопления.

Показано, что разработанная система автоматического управления вентиляцией и отопления выгодна технически.

Разработаны мероприятия по технике безопасности и охране окружающей среды в разработанной системе электроснабжения телятника-откормочника, которая, в конечном итоге, соответствует всем требованиям нормативных документов.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Антал А. А. Выращивание молодняка крупного рогатого скота. М.: Агропромиздат, 2016. 185 с.
2. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник /А.Э. Кравчик, М.М. Шлаф и др. –М.: Энергоиздат, 2016. 504 с.
3. Баранов В.Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы. – Издательский дом «Додэка XXI», 2014. 186 с.
4. Баранов Л.А. Светотехника и электротехнология. М.: Колос, 2018. 343 с.
5. Газалов В.С. Светотехника и электротехнология. зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2016. 268 с.
6. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Стандартинформ, 2014. 28 с.
7. Гребнев В.В. Микроконтроллеры семейства AVR фирмы Atmel. М.: ИП РадиоСофт, 2012. 176 с.
8. Дегтерев Г.П. Справочник по машинам и оборудованию для животноводства. М.: Агропромиздат, 2016. 270 с.
9. Кабдин Н. Е. Основы электропривода: учебное пособие для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений. М: МГАУ, 2017. 218 с.
10. Калашников А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. М.: Агропромиздат, 2016. 352 с.
11. Лещинская Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства. М.: Колос, 2018. 655 с.
12. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности при эксплуатации электроустановок (ПОТ РМ-016-2001): (серия 17, норматив. док. по надзору в электроэнергетике). – М.: ОАО «Научно-

технический центр по безопасности в промышленности», 2016. 208 с.

13. Петров Д. В., Хорольский В. Я, Таранов М.А. Методика определения технико-экономических показателей в дипломных проектах. М.: Агропромиздат, 2016. 252 с.

14. Поярков К.М. Практикум по проектированию комплексной электрификации. М.: Агропромиздат, 2017. 192 с.

15. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. 4-е изд., перераб. и доп. – М: Энергоатомиздат, 2017. 174 с.

16. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Госэнергонадзор Минэнерго России. – М.: ЗАО «Энергосервис», 2017.

17. Правила устройства электроустановок. – 7-е изд., перераб. и доп.–М.: Главгосэнергонадзор России, 2013. 692 с.

18. Сибикин Ю.Д. Электроснабжение. М.: Радио и связь, 2018. 328 с.

19. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства/Учебное пособие. М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2015. 368 с.

20. Шабанов, И.И. Электробезопасность в сельскохозяйственном производстве. Учебное пособие. ФГОУ ВПО АЧГАА. 2018. 352 с.