

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Электрооборудование и электротехнологии»

Кафедра «Машины и оборудование в агробизнесе»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

ТЕМА: СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЦЕХА
ПО ПЕРЕРАБОТКЕ МАСЛОСЕМЯН С РАЗРАБОТКОЙ РЕГУЛИРУЕМОГО
ЭЛЕКТРОПРИВОДА СЕМЕНОРУШКИ.

ВКР. 35.03.06.003.20

Студент  Фасхиев Р.Ф.

Руководитель, профессор  Нуруллин Э.Г.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 12 от 17 июня 2020 г.)

Зав. кафедрой, к.т.н., доцент  Халиуллин Д.Т.

Казань – 2020 г.

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»
Институт механизации и технического сервиса
Кафедра «Машины и оборудование в агробизнесе»
Направление «Агроинженерия»
Профиль «Электрооборудование и электротехнологии»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

Халиуллин Д.Т.

«24» апреля 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Фасхиеву Р.Ф.

1. Тема: Совершенствование системы электроснабжения цеха переработки маслосемян с разработкой регулируемого привода семенорушки.

утверждена приказом по вузу от 22 мая 2020 г. № 178

2. Срок сдачи студентом законченного проекта 9 июня 2020 г.

3. Исходные данные к проекту: материалы, разработанные в кружке СНО, материалы учебной, научной, специальной литературы, практик, результаты патентного поиска.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов:

- 1) Выполнить обзор по теме выпускной квалификационной работы.
- 2) Усовершенствовать систему электроснабжения цеха переработки маслосемян с выполнением необходимых расчетов.
- 3) Разработать электропривод пневмомеханической семенорушки с изменяющейся частотой вращения электродвигателя. Разработать мероприятия безопасности жизнедеятельности. Выполнить технико-экономическую оценку усовершенствованной системы электроснабжения.

АННОТАЦИЯ

на выпускную квалификационную работу Фасхиева Р.Ф. по теме
«Совершенствование системы электроснабжения цеха переработки
маслосемян с разработкой регулируемого привода семенорушки»

Выпускная квалификационная работа состоит из 72 страниц расчетно-пояснительной записки и 6 листов графической части формата А1. Расчетно-пояснительная записка включает в себя 11 таблиц, 3 иллюстрации, 21 библиографии.

Расчетно-пояснительная записка состоит из трех разделов:

В первом разделе выполнен обзор системы электроснабжения сельскохозяйственного предприятия. Обзор технологий и машин для переработки семян масличных культур и их электропривода. Обоснована тема работы.

Во втором разделе усовершенствуется система электроснабжения цеха переработки маслосемян с выполнением соответствующих расчетов. Обоснована система электроснабжения сельскохозяйственного предприятия с учётом цеха переработки маслосемян. Разработано электроснабжение участка обрушивания семян подсолнечника. Составлена картограмма нагрузок и определен центр электрических нагрузок.

В третьем разделе разработан электропривод пневмомеханического обрушивателя семян подсолнечника с преобразователем частоты вращения электродвигателя. Выполнены соответствующие расчеты. Разработаны мероприятия по БЖ. Дано технико-экономическое обоснование электроснабжения и электропривода пневмомеханического привода.

Пояснительная записка завершается заключением.

ANNOTATION

for graduation qualification work Faskhieva R.F. on the topic "Improving the power supply system of the oilseed processing workshop with the development of an adjustable seed drive drive"

The final qualification work consists of 72 pages of settlement and explanatory notes and 6 sheets of the graphic part of the A1 format. Settlement and explanatory note includes 11 tables, 3 illustrations, 21 bibliographies.

Settlement and explanatory note consists of three sections:

The first section provides an overview of the power supply system of an agricultural enterprise. Overview of technologies and machines for processing oilseeds and their electric drive. The theme of work is substantiated.

In the second section, the power supply system of the oilseed processing workshop will be improved with appropriate calculations. The electricity supply system of an agricultural enterprise is justified, taking into account the oilseed processing workshop. The power supply for the sunflower seed caving area has been developed. A load chart was compiled and the center of electrical loads was determined.

In the third section, an electric drive is developed for a pneumomechanical sunflower seed shredder with an electric motor speed converter. Corresponding calculations are made. Developed activities on the BZ. A feasibility study for the power supply and electric drive of the pneumomechanical drive is given.

The explanatory note concludes with a conclusion.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ОБЗОР ПО ТЕМЕ РАБОТЫ.....	7
1.1 Обзор системы электроснабжения цехов сельскохозяйственного предприятия.....	7
1.2 Обзор технологий и машин для переработки семян масличных культур.....	9
1.3 Обзор электропривода оборудования для переработки маслосемян.....	15
1.4 Обоснование темы работы.....	24
2 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЦЕХА ПЕРЕРАБОТКИ МАСЛОСЕМЯН.....	26
2.1 Обоснование электроснабжения сельскохозяйственного предприятия с учётом цеха переработки маслосемян.....	26
2.2 Разработка электроснабжения участка обрушивания семян подсолнечника.....	32
2.3 Картограмма нагрузок и определение центра электрических нагрузок.....	38
2.4 Физическая культура на производстве.....	42
3 РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБРУШИВАТЕЛЯ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА.....	45
3.1 Выбор и монтаж электропривода.....	45
3.2 Выбор способа изменения частоты вращения электродвигателя...48	
3.3 Разработка схемы подключения преобразователя частоты.....	51
3.4 Безопасность жизнедеятельности при работе с электроприводом.....	55
3.5 Техничко-экономическое обоснование электроснабжения.....	64
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	70
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	71

ВВЕДЕНИЕ

Первое место по количеству потребляемой электроэнергии принадлежит промышленности, на долю которого приходится более 60% вырабатываемой в стране энергии. Энергетической программой России предусматривается дальнейшее развитие энергосберегающей политики. Экономия энергетических ресурсов должна осуществляться путем перехода на энергосберегающие технологии производства; совершенствования энергетического оборудования; реконструкции устаревшего оборудования; сокращения всех видов энергетических потерь и повышения уровня использования вторичных ресурсов; улучшения структуры производства, преобразования и использования энергетических ресурсов.

Современная энергетика характеризуется нарастающей централизацией производства и распределения электроэнергии. Энергетические системы образуют несколько крупных энергообъединений.

Объединение региональных ОЭС в более мощную систему образовало Единую энергетическую систему (ЕЭС) Российской Федерации. ЕЭС позволило снизить необходимую генераторную мощность по сравнению с изолированно работающими электростанциями и осуществлять более оперативное управление перетоками энергетических мощностей с Востока, где находятся около 80% топливных и гидроресурсов, на Запад страны, так как в европейской части страны размещается 80% всех потребителей энергии. Для электрической связи между ОЭС служат сверхдальние линии электропередач напряжением 330; 500; 750 и 1150 кВ и выше.

В настоящее время основой межсистемных энергетических связей России являются линии напряжением 500кВ. Введены в эксплуатацию линии напряжением 750кВ, построена линия переменного тока Итат - Кузбасс, напряжением 1150кВ, которая проложена до Урала. Начато строительство линии постоянного тока Экибастуз - Центр напряжением 1500кВ протяженностью 2400км.

1 ОБЗОР ПО ТЕМЕ РАБОТЫ

1.1 Обзор системы электроснабжения цехов сельскохозяйственного предприятия

Литературный обзор и анализ существующих схем электроснабжения перерабатывающих предприятий показывает их многообразие. Причем они в основном выполнены по типовой схеме и отличаются только мощностью.

Питание осуществляется по воздушной линии на 10 кВ, который подходит к понижающему трансформатору марки ТМ на 0,4 кВ.

Подвод электропитания к подразделениям растениеводства (зерноток, МТП и др.) и к животноводческому комплексу осуществляется проводами марки: АВВГ по воздушной линии. С воздушной линии к каждому цеху подходят кабели маркой АВВГ(4×35) и ААШВ (3×4+1×2,5) мм² и проложены в земле на глубине 0,7-0,8м.

Освещение предприятий выполнены кабелями марки АВРГ (2×2,5) и АПВ(2×2,5). Используются светильники типа ПСХ, НСП, БУН и другие с лампами накаливания мощностью 60, 100 Вт. Проектом предусмотрено аварийное освещение лампами накаливания мощностью 25 Вт.

Групповые сети выполнены проводом марки АВРГ (2×2,5). Для питания групповых сетей имеется щиты марками СУ 9441-12, СУ9442-11, ШРС. Защита групп от перегрузок осуществляется расцепителями автоматов А3161 осветительных щитов. От коротких замыканий устанавливаются предохранители типа ПР-2 с током плавкой вставки $I_{вс} = 15A$.

В силовых сетях используется провод марки АВВГ (3×4)+(1×2,5), распределительный пункт ПР-9322-340 и групповой щиток СУ9442-12. Подвод электропитания к оборудованию выполняется проводом АПВ

3(1×2,5) в трубе. Корпуса электрооборудования заземлены нулевой жилой кабеля либо с помощью труб, обеспечив непрерывную металлическую связь.

Питание осуществляется по воздушной линии на 10 кВ, который подходит к понижающему трансформатору марки ТМ на 0,4 кВ,.

Подвод электропитания к животноводческому комплексу осуществляется проводами марки: АВВГ по воздушной линии. С воздушной линии к каждому цеху подходят кабели маркой АВВГ(4×35) и ААШВ (3×4+1×2,5) мм² и проложены в земле на глубине 0,7-0,8м.

Освещение предприятия выполнено кабелями марки АВРГ (2×2,5) и АПВ(2×2,5). Используются светильники типа ПСХ, НСП, БУН и другие с лампами накаливания мощностью 60, 100 Вт. Проектом предусмотрено аварийное освещение лампами накаливания мощностью 25 Вт.

Групповые сети выполнены проводом марки АВРГ (2×2,5). Для питания групповых сетей имеется щиты марками СУ 9441-12, СУ9442-11, ШРС. Защита групп от перегрузок осуществляется расцепителями автоматов А3161 осветительных щитов. От коротких замыканий устанавливаются предохранители типа ПР-2 с током плавкой вставки $I_{вс} = 15A$.

В силовых сетях используется провод марки АВВГ (3×4)+(1×2,5), распределительный пункт ПР-9322-340 и групповой щиток СУ9442-12. Подвод электропитания к оборудованию выполняется проводом АПВ 3(1×2,5) в трубе. Корпуса электрооборудования заземлены нулевой жилой кабеля либо с помощью труб, обеспечив непрерывную металлическую связь.

По степени безопасности цеха бывают: с нормальными средами, влажными, пыльными, химически агрессивными, взрыво- и пожароопасными. Среда цеха зависит от технологических процессов, проходящих в нем.

В отношении обеспечения надежности электроснабжения электроприемники разделяются на следующие три категории.

1. Электроприемники первой категории – электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, угрозу для безопасности государства, значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи и телевидения.

Из состава электроприемников первой категории выделяются особая группа электроприемников, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов и пожаров.

2. Электроприемники второй категории – электроприемники, перерыв в электроснабжении которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.

3. Электроприемники третьей категории – все остальные электроприемники, не попадающие под определение первой и второй категорий.

1.2 Обзор технологий и машин для переработки семян масличных культур

Технология переработки семян масличных культур начинается с поступления на маслозаводы от заготовительных организаций или непосредственно от сельского хозяйства. В соответствии с принятой технологией независимо от используемого оборудования производство растительного масла из семян подсолнечника состоит из следующих этапов:

- подготовка сырья, включающая очистку семян от примесей и сушку;

- получение мятки, включающее обрушивание семян, отделение чистого ядра и его измельчение, жарение мезги;

- получение масла прессованием или экстрагированием;

- первичная очистка масла и рафинация.

Технологический процесс осуществляется следующим образом (рисунок 1.1).

Взвешенные на весах 1 семена подсолнечника поступают на хранение в силос 2. Перед переработкой семена дважды очищают на ситовых сепараторах 3 и 4, а также на магнитном уловителе 5. Очищенные от примесей семена взвешивают на весах 6 и подают в расходный бункер, откуда их транспортируют в сушилку 8. В процессе тепловой обработки влажность семян уменьшается с 9...15% до 2...7%. Температура семян во время сушки не превышает 50 °С, после охлаждения 35 °С. Высушенные семена после весового контроля на весах 9 направляют в силосы 2 на длительное хранение или в промежуточный бункер 10.

Дальнейшая переработка семян заключается в отделении оболочки от ядра. Этот процесс включает шелушение (обрушивание) семян и отделение оболочки от ядра.

Из бункера 10 семена подсолнечника направляют для обрушивания в семенорушку 11. В результате обрушивания получают полупродукт, называемый «рушанкой». Рушанка — это смесь из разных по массе, форме, парусности и размерам частиц. В рушанке присутствуют целые ядра, их осколки, разнообразные по величине и форме частицы оболочки, а также целые семена — недоруш. Для отделения оболочки от ядра рушанку направляют в аспирационную веялку — воздушно-ситовую сортирующую машину 12. После разделения целое ядро и части ядра подают в промежуточный бункер 13. Обрушенные целые или дробленые ядра подсолнечника взвешивают на весах 14 и измельчают на вальцовых станках 15.

В процессе измельчения клеточная структура ядер подсолнечника разрушается, что создает оптимальные условия для максимально полного и быстрого извлечения масла при дальнейшем прессовании или экстрагировании. После измельчения получают полупродукт — мятку, которую для облегчения выделения масла путем последующего прессования или экстрагирования направляют в жаровню 16. При жарении влажность мятки понижается до 5...7 %, а температура повышается до 100...105 °С.

Обработанную в жаровне мятку называют «мезгой», представляющую собой сыпучий пористый материал, который в дальнейшем направляют на прессование и экстрагирование, либо на то и другое вместе.

Обработанная в жаровне мезга подается на шнековый пресс 17. Масло из шнекового пресса очищается от механических примесей в фильтр-прессе 18. Жмых, содержащий 4,0...7,0 % масла, измельчается в молотковой дробилке 19 и в вальцовом станке 20, а продукт измельчения направляется на экстрагирование в экстракционный аппарат 21. Противотоком к движению жмыха перемещается экстрагирующее вещество — бензин, представляющий собой летучий растворитель. Посредством диффузии масло извлекается из разрушенных клеток жмыха, растворяясь в бензине.

Смесь масла, бензина и некоторого количества частиц вытекает из правой колонны экстракционного аппарата 21 и направляется в отстойник 22 или патронный фильтр.

Из экстрагирующей колонны аппарата выводится обезжиренный продукт, который называется «шротом». Очищенный от твердых частиц раствор масла в бензине — мисцелла — подается на дистилляцию. В предварительном дистилляторе 23 она нагревается до 105...115 °С, и из нее при атмосферном давлении частично отгоняются пары бензина. В окончательном дистилляторе 24, работающем под разрежением, из мисцеллы удаляются остатки бензина, и очищенное масло поступает на весы 25. После

весового контроля масло подается в разливочно-укупорочный автомат 26, а затем тара с маслом направляется в автомат 27 для укладки бутылок в ящики.

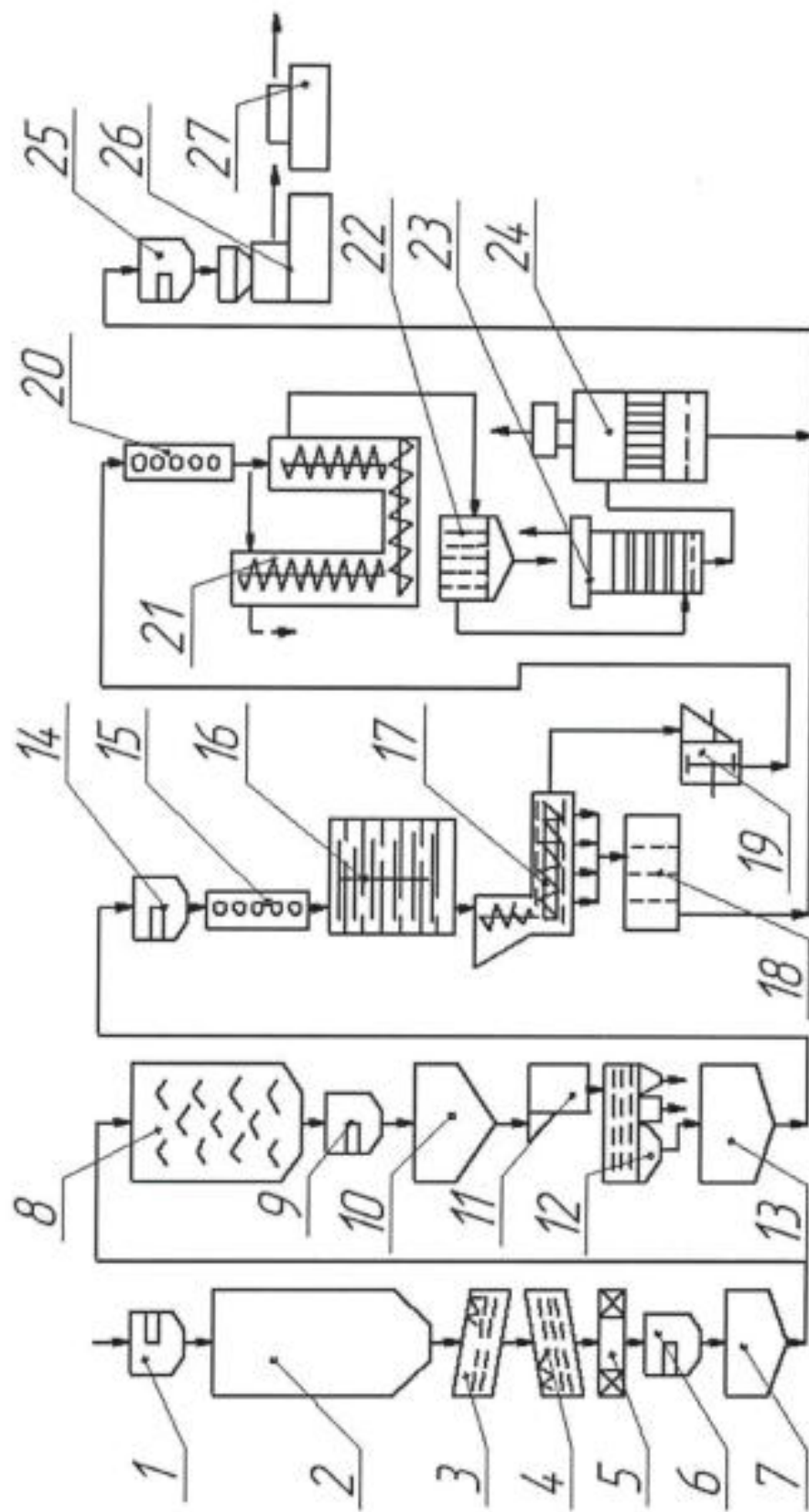
В общем виде оборудование для производства растительных масел включает следующие группы машин и аппаратов:

- машин для очистки масличных семян от примесей;
- оборудование для сушки масличных семян;
- машин для обрушивания масличных семян;
- машин для разделения рушанки;
- машин для измельчения семян и ядра;
- аппараты для влаготепловой обработки мятки;
- машин для извлечения масла путем прессования;
- аппараты для экстракции масла;
- аппараты для дистилляции мисцеллы;
- аппараты для обработки шрота.

В последнее время как в отечественной, так и в мировой практике производства растительных масел наблюдается тенденция в увеличении доли технологических схем завершающихся прессованием, так как этот способ является экологически чистым.

При выработке высококачественных масел, шротов и жмыхов обрушивание и выделение из рушанки оболочек семян являются важными и необходимыми технологическими операциями.

В процессе переработки семян из оболочек в масло переходят воскоподобные и другие нежелательные вещества, ухудшающие вкус и запах, увеличивающие кислотное число и цветность масел, а также снижающие их стойкость при хранении.



1, 6, 9, 14, 25 — весы; 2 — силос; 3, 4 — ситовые сепараторы; 5 — магнитный уловитель; 7, 10, 13 — бункера; 8 — шахтная сушилка; 11 — обрушивающая машина; 12 — воздушно-ситовая сортирующая машина; 15 — вальцовый станок; 16 — жаровня; 17 — шнековый пресс; 18 — фильтр-пресс; 19 — молотковая дробилка; 20 — плющильный станок; 21 — экстракционный аппарат; 22 — отстойник; 23 — автомат; 24 — предварительный дистиллятор; 26 — окончательный дистиллятор; 27 — автомат для укладки бутылок в ящики

Рисунок 1.1 — Технологическая схема производства растительного масла

Количественные соотношения между ядром и оболочкой семян при их переработке в схемах, предусматривающих удаление оболочек, непосредственно сказываются на производительности основного оборудования, качестве вырабатываемой продукции и на выходе жмыха, масла, лузги.

Максимальное выделение оболочек из семян перед их переработкой является обязательным условием, обеспечивающим получение в производстве высококачественных масел и высокобелковых шротов.

К основным процессам, обеспечивающим отделение ядра от других морфологических частей масличных семян, следует отнести обрушивание и разделение рушанки.

Обрушивание семян подсолнечника производится на семенорушках. Назначение семенорушек состоит в полном обрушивании семян при минимальном получении сечки ядра и масличной пыли.

Каждая семенорушка должна работать спарено со своей семеновойкой, это необходимо не только для сокращения замасливания лузги, но и для установления правильного технологического режима работы семенорушки и ее семеновойки. При спаренной работе легко установить дефекты в работе каждой машины и устранить их.

Обрушенные на семенорушках семена подсолнечника - рушанка - состоят из обрушенных, целых, нормальных и щуплых ядер, различных крупных частиц ядер, масличной пыли, целых семян, недоруша, сора (растительного и минерального).

Основное назначение семеновеек заключается в отделении максимального количества лузги из рушанки при минимальной потере масла в лузге.

1.3 Обзор электропривода оборудования для переработки маслосемян

Электропривод оборудования для переработки маслосемян во многом определяет техническую основу механизации и автоматизации производственных процессов.

Электроприводом называется машинное устройство, преобразующее электрическую энергию в механическую и состоящее из электродвигателя, передаточного механизма, аппаратуры управления и защиты. Электропривод обеспечивает управление преобразованной механической энергией. Электропривод некоторых типов включает в себя преобразовательные устройства: выпрямители, преобразователи частоты, инверторы.

Электропривод, применяемый в производственных процессах, делят на три основных типа (рисунок 1.2):

групповой – в нем от одного электродвигателя с помощью одной или нескольких трансмиссий движение передается группе рабочих машин (из-за технического несовершенства его применяют ограниченно);

одионый – с помощью отдельного электродвигателя приводится в движение одна машина или производственный механизм;

многодвигательный – для привода рабочих органов одной рабочей машины используются отдельные электродвигатели (например, зерноочистительная машина ЗВС-20, очиститель вороха ОВС-25А, гранулятор ОГМ-0,8А и др.).

С развитием производства и его технической оснащенности в классификацию электроприводов введены дополнительные характеристики. Так, различают простой одионый и индивидуально-одионый приводы.

Классификация электроприводов

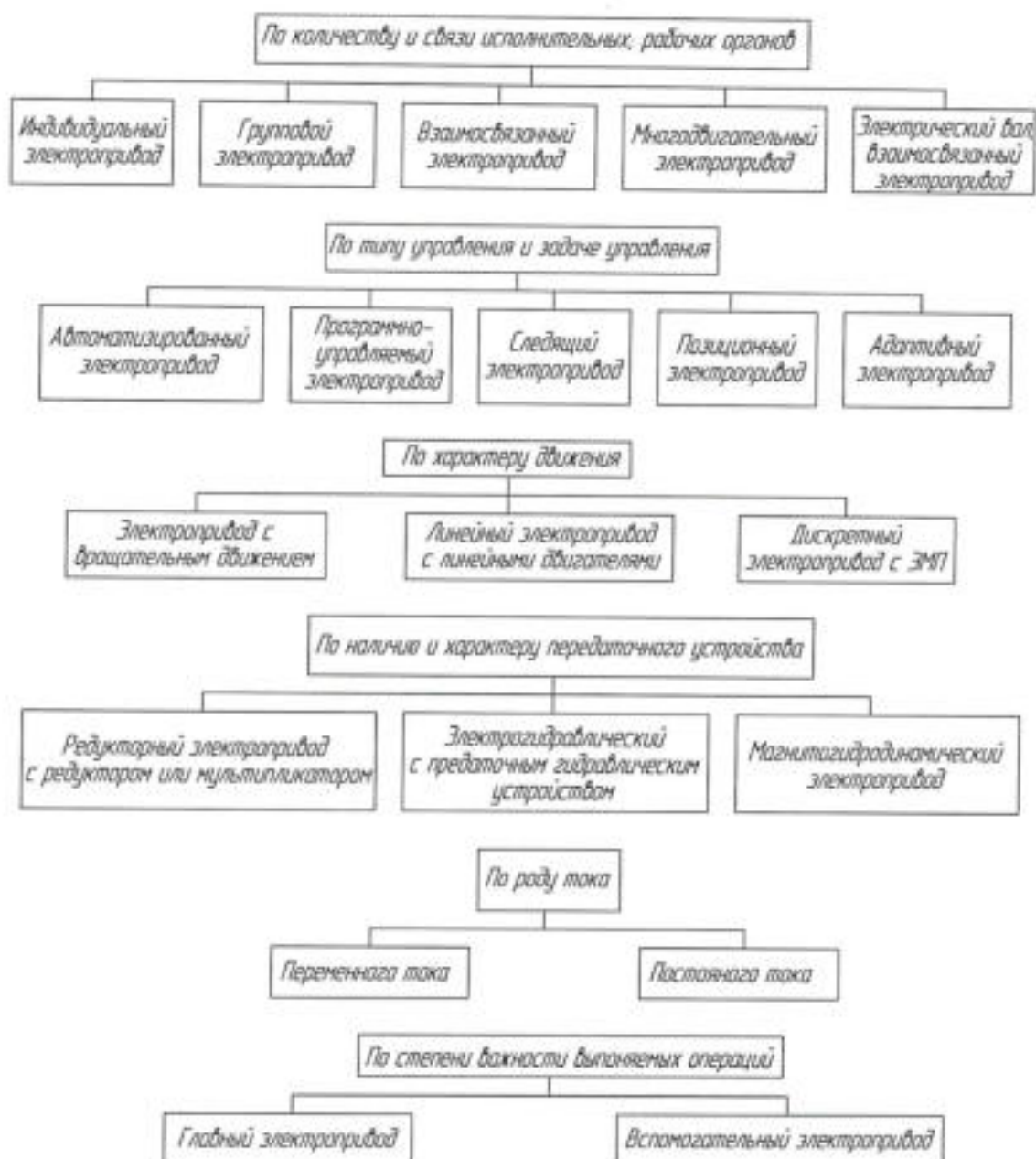


Рисунок 1.2 – Схема классификации электроприводов

В простом электродвигатель соединяется с рабочей машиной плоской или клиноременной передачей через редуктор либо непосредственно с помощью муфт. Такой электропривод применен на измельчителях кормов «Волгарь-5М», ИГК-ЗОВ, дробилках кормов КДУ-2 и КДМ-2 и др.

Многодвигательный привод делят на простой, индивидуально-многодвигательный и агрегатированный. В простом многодвигательном приводе электродвигатель с рабочими органами машины соединяется непосредственно с машиной, без конструктивных изменений двигателя, т. е. с помощью муфт, ременных передач и редукторов. В индивидуально-многодвигательном приводе детали электродвигателя служат одновременно и деталями рабочих органов машин (ролики прокатного стана, привод очесывающих валиков в хлопкоуборочной машине и др.). Агрегатированный многодвигательный электропривод обеспечивает работу согласованно действующей системы рабочих машин, объединенных в общую поточную (технологическую) линию, например, зерноочистительно-сушильные комплексы, цехи для приготовления концентрированных кормов ОКЦ-30, ОКЦ-50, установка для приготовления витаминной муки АВМ-1,5 и др.

Электрические приводы могут быть классифицированы также по условиям применения (стационарные и передвижные), способу управления (автоматизированные, частично автоматизированные и неавтоматизированные), числу скоростей (одно- и многоскоростные), роду используемой электрической энергии (постоянный ток, одно- и трехфазный) и др.

Развитию электропривода и разнообразию его типов во многом способствуют следующие преимущества: быстрый и простой пуск электродвигателя, благодаря которому легко осуществить частые пуски и остановки машины; возможность точного учета расхода энергии на

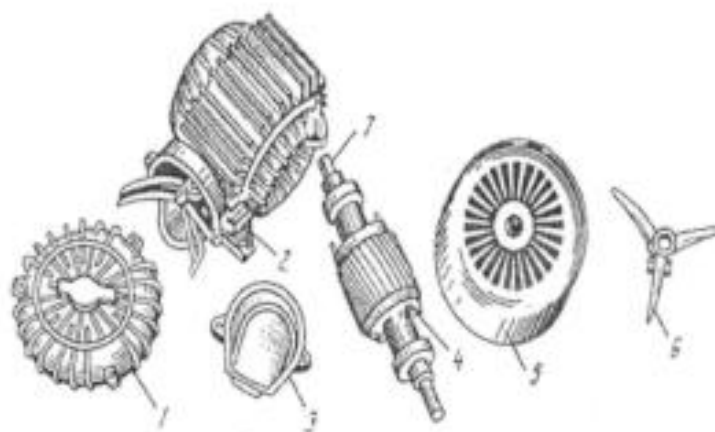
отдельные производственные операции, что позволяет оценивать и сравнивать влияние этой составляющей на стоимость продукции, а также сравнивать между собой рабочие машины различных типов; способность электродвигателя выдерживать значительные перегрузки; возможность работы электродвигателя в воде, безвоздушном пространстве и прочих средах, где другие двигатели работать не могут; более длительный срок службы; меньшие габаритные размеры и металлоемкость; простое обслуживание; надежность в эксплуатации; при использовании электропривода легко автоматизировать работу как отдельных машин, так и всего производственного процесса в целом; возможность использования электрической машины как в двигательном, так и тормозном (генераторном) режиме; возможность изготовления электропривода практически любой мощности (от долей ватта до сотен и тысяч киловатт), на различную частоту вращения; возможность конструктивного упрощения рабочей машины, ее совершенствования; экономия обтирочных и других материалов, чистота в помещении, улучшение условий труда.

Основной машиной электропривода является электродвигатель. Электродвигатели переменного тока делят на две большие группы – асинхронные и синхронные. К группе асинхронных относят машины, частота вращения подвижной части (ротора) которых всегда меньше частоты вращения магнитного поля статора. Группа синхронных машин объединяет машины переменного тока с частотой вращения ротора, всегда равной (синхронной) частоте вращения магнитного поля.

По числу фаз различают трех- и однофазные машины переменного тока. Около 95 % машин переменного тока, используемых в сельскохозяйственном производстве и промышленности, составляют трехфазные асинхронные двигатели. Синхронные машины служат в

основном в качестве генераторов, в производственных процессах их применяют редко.

Основные части асинхронного двигателя (рисунок 1.3): неподвижная – статор и подвижная – ротор. Статор состоит из чугунного или алюминиевого корпуса и сердечника с пазами, набранного из отдельных изолированных листов электротехнической стали толщиной 0,35 или 0,5 мм. В пазах по внутренней поверхности статора укладывают три обмотки (по числу фаз), сдвинутые в пространстве по отношению друг к другу на угол 120° . Их выводы помещают в коробку, закрытую крышкой, и маркируют соответственно первой, второй и третьей фазам начала C1, C2, C3 и концы C4, C5, C6. Ротор состоит из сердечника, насаженного на вал, и обмотки. В пазы сердечника укладывают стержневую обмотку, но чаще заливают расплавленный алюминий. Сердечник ротора набирают из листовой электротехнической стали. Его вал вращается в шариковых или роликовых подшипниках, укрепленных в боковых (подшипниковых) щитах. Охлаждается электродвигатель вентилятором.



- 1 – подшипниковый щит; 2 – статор; 3 – крышка выводного щита; 4 – короткозамкнутый ротор; 5 – защитный кожух вентилятора; 6 – вентилятор; 7 – вал ротора

Рисунок 1.3 – Части трехфазного короткозамкнутого электродвигателя:

Принцип действия асинхронного двигателя заключается в следующем. Трехфазный переменный ток, полученный от сети, проходит по обмоткам статора, вследствие чего в нем возникает вращающееся магнитное поле, магнитные силовые линии которого пересекают обмотку ротора, индуцируя в ней ЭДС. Под действием ЭДС в замкнутой обмотке ротора возникает ток. Взаимодействие магнитного поля статора с токами, индуцированными в обмотках ротора, создает механический вращающий момент, под действием которого ротор вращается в направлении вращения поля.

Ротор асинхронного двигателя вращается несколько медленнее магнитного поля, так как только в этом случае магнитные силовые линии вращающегося поля пересекают обмотку ротора, в результате чего в ней наводится ЭДС и протекают токи, обуславливающие вращение ротора.

Отставание ротора от магнитного поля статора называют скольжением и обозначают буквой s . Его обычно определяют в процентах по формуле:

$$s = \frac{n - n_1}{n} \cdot 100, \quad (1.1)$$

где n – синхронная частота вращения магнитного поля, мин^{-1} ;

n_1 – асинхронная частота вращения ротора, мин^{-1} .

У современных асинхронных двигателей скольжение составляет 4...7 % частоты вращения магнитного поля. Чтобы изменить направление вращения ротора, нужно изменить направление вращения магнитного поля статора, для чего достаточно поменять местами два любых провода, соединяющих обмотку статора с питающей сетью. Такое изменение направления вращения называется реверсированием.

Электроэнергия, потребляемая электродвигателем из сети, частично расходуется на полезную работу на валу двигателя (P_n), нагрев обмоток

статора и ротора (P_m), создание переменного магнитного поля статора ($P_{ст}$) и механические потери во вращающихся деталях двигателя ($P_{мех}$). Если обозначить мощность, потребляемую электродвигателем из сети, через P_1 , а полезную мощность на валу P_2 то коэффициент полезного действия:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100, \quad (1.2)$$

где $P_1 = P_n + P_m + P_{ст} + P_{мех}$.

КПД современных асинхронных двигателей $\eta = 0,7...0,95$.

Отношение активной мощности P к полной W называют коэффициентом мощности электродвигателя: $\cos \varphi = P/W$. Он показывает, какая часть полной мощности расходуется на полезную работу. Согласно правилам устройства электроустановок должно соблюдаться условие: $\cos \varphi > 0,92...0,95$.

На корпусе каждого трехфазного электродвигателя помещен технический паспорт в виде металлической пластинки. В паспорте трехфазного асинхронного электродвигателя указаны его основные технические данные: тип электродвигателя, заводской номер, номинальное напряжение, ток, мощность, частота вращения, коэффициент полезного действия, масса и др.

Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором наряду с простотой конструкции, высокой надежностью в работе, долговечностью, низкой стоимостью и универсальностью имеет один существенный недостаток – при его пуске возникает пусковой ток, значение которого в 5...7 раз больше номинального. Большой пусковой ток, на который электрическую сеть обычно не рассчитывают, вызывает значительное снижение напряжения, что, в свою очередь, отрицательно влияет на устойчивую работу соседних электроприемников.

Чтобы уменьшить пусковой ток трехфазного асинхронного короткозамкнутого электродвигателя большой мощности, его включают с помощью переключателя схем со звезды на треугольник или применяют двигатель с фазным ротором.

На практике широко распространены трехфазные асинхронные короткозамкнутые электродвигатели, в основном серии 4А. У электродвигателей серии 4А небольшие масса (в среднем меньше на 18%), габаритные размеры, уровни воздушного шума и вибраций, большие пусковые моменты, высокая надежность. Они удобны при монтаже и эксплуатации.

Некоторые электрические двигатели промышленного исполнения невозможно использовать в сельскохозяйственном производстве из-за значительных перепадов температур, большой влажности, химической агрессивности сред, существенных колебаний напряжения в сети, больших пусковых масс и других причин.

Электротехнической промышленностью разработаны асинхронные электродвигатели серий 5А и АИР для работы в сельскохозяйственных помещениях и на открытом воздухе. Работа их возможна в следующих условиях: температура окружающей среды $-45...+45$ °С, повышенные влажность воздуха с содержанием агрессивных газов и его запыленность, значительные отклонения напряжения питающей сети от номинального значения. В таких условиях электродвигатели устойчивы к воздействиям дезинфицирующих растворов и аэрозолей. Для работы во взрывоопасной среде они непригодны.

Все электродвигатели сельскохозяйственного назначения по сравнению с базовыми имеют повышенные пусковые моменты. Улучшены энергетические показатели, что позволяет пускать их при номинальной нагрузке, а также использовать продолжительное время при колебаниях напряжения сети от +10 до $-7,5$ % и сохранении максимального момента

на валу в течение 6 мин при снижении напряжения до 80 % номинального. При более длительном понижении напряжения двигатели могут работать при снижении нагрузки на 10...15 %. Для маломощных источников питания предусматривается возможность пуска включением обмоток статора в звезду и последующим переключением на треугольник при достижении номинальной частоты вращения. Рабочая машина при этом не должна быть нагружена. Эти двигатели можно включать на рабочее напряжение и нагрузку без изменения сопротивления изоляции обмотки или разборки после перерыва в работе до 12 месяцев, а также без снятия с рабочей машины или после хранения в неотапливаемых складских помещениях.

Электродвигатели сельскохозяйственного назначения выполняют закрытыми, обдуваемыми, с химовлагоморозостойкой изоляцией. Конструкция их обеспечивает защиту от попадания внутрь воды, пыли и инородных предметов. Водозащищенность по линии вала обеспечивается манжетными резиновыми уплотнителями. Уплотнение между станиной и подшипниковыми крышками, коробкой выводов и станиной создается за счет промазывания сопрягаемых поверхностей сгущенной эмалью.

В электродвигателях до пятого габарита включительно применяется изоляция обмоток класса В, шестого и седьмого габаритов – класса F. Превышение температуры обмотки над температурой окружающего воздуха допускается до 85 °С для изоляции класса В и до 105 °С – для изоляции класса F. При этом обмотка с изоляцией класса В может нагреваться до 125 °С, а класса F – до 145 °С, поэтому следует остерегаться ожогов при прикосновении к корпусу электродвигателя при оценке степени его нагрева. Станину электродвигателя отливают из серого чугуна, предусматривая снаружи продольные ребра для увеличения поверхности охлаждения. К ней прикрепляют паспортную табличку, в которой указывают основные технические данные электродвигателя.

Электродвигатели имеют наружную вентиляцию. Ребристая поверхность двигателя охлаждается потоком воздуха, создаваемым вентилятором, насаженным на свободный конец вала. Вентилятор закрыт кожухом, который винтами крепят к подшипниковому щиту.

Коробка выводов герметизирована, имеет зажимную колодку с двумя штуцерами и специальные сальники для уплотнения ввода питающих проводов, проложенных в металлической или пластмассовой трубе. Коробку можно поворачивать на угол 90° в плоскости ее крепления.

Для обеспечения безопасности обслуживания каждый электродвигатель оборудован двумя винтами заземления: один находится в коробке выводов, другой – на лапе электродвигателя или фланцевом щите.

1.4 Обоснование темы работы

Наиболее полное удовлетворение потребностей в продовольствии и улучшении структуры питания населения возможно при производстве и переработки зерна и семян масличных культур в условиях сельхозтоваропроизводителя. Поэтому в агропромышленном комплексе важнейшей задачей является всемерное увеличение производства зерна, повышение устойчивости зернового хозяйства на основе совершенствования структуры посевных площадей, роста урожайности, внедрения высокоурожайных сортов, улучшения агротехники возделывания зерновых культур и сокращения потерь на всех этапах обработки зерна.

Одной из главных проблем в производстве зерна, в том числе семян масличных культур по-прежнему остается его своевременная переработка. В связи с этим необходимо развивать те сферы сельскохозяйственного производства, которые позволяют своевременно обработать, и переработать собранное зерно.

Наибольшая производительность труда при послеуборочной обработке зерна достигается на зерноочистительных агрегатах и зерноочистительно-сушильных комплексах, оснащенных зерно и семяочистительными машинами, сушилками, установками, бункерами.

К сожалению, машины и оборудование а, следовательно, и агрегаты, и комплексы послеуборочной обработки зерна за последние десятилетия существенно износились, и морально устарели. В тоже время строительство новых пунктов обработки зерна практически не производилось. В связи с этим экономически целесообразно в хозяйствах реконструировать агрегаты и комплексы, которые не используются из-за того, что их технологическое оборудование предельно изношено. При этом снова будут использоваться имеющиеся подъездные пути, конструкции зданий, трансформаторные подстанции, электрические сети, пожарные водоемы и т.п.

Поскольку систематически возрастают цены на жидкое топливо и электроэнергию, необходимо совершенствовать технические средства послеуборочной обработки зернового материала и семян, а также внедрять в производство энерго и ресурсосберегающие технологии.

Одним из основных составляющих при переработке сельскохозяйственных культур является цех по переработке семян масличных культур, поэтому есть необходимость совершенствования его электроснабжения.

Кроме того в целях экономии электроэнергии, повышения качества продукции, увеличения объема выпускаемой продукции и производительности производственного оборудования, увеличения срока службы технологического оборудования вследствие улучшения динамики работы электропривода, есть необходимость разработать устройство для изменения частоты вращения электродвигателя.

2 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЦЕХА ПЕРЕРАБОТКИ МАСЛОСЕМЯН

2.1 Обоснование электроснабжения сельскохозяйственного предприятия с учётом совершенствования цеха переработки маслосемян

Определение расчетных нагрузок по объектам предприятия

Данный расчет покажем на примере производственного корпуса. Результаты расчета по всему предприятию сведем в таблицу №1.

Определяем расчетную силовую нагрузку Коровника №1 ниже 1 кВ:

$$P_p = P_n \cdot K_c = 44,5 \cdot 0,65 = 28,9 \text{ кВт},$$

$$Q_p = P_n \cdot \operatorname{tg} \varphi = 44,5 \cdot 1,02 = 29,5 \text{ кВар},$$

где K_c - коэффициент спроса, находится из справочных материалов (Табл.24-1 [1]).

Находим номинальную мощность освещения и расчетную осветительную нагрузку цеха:

$$P_{но} = P_{уд} \cdot F = 2,5 \cdot 2000 = 5000 \text{ кВт},$$

$$P_{ро} = P_{но} \cdot K_{с.о.} = 5000 \cdot 0,8 = 4000 \text{ кВт},$$

где $P_{уд}$ - из справочных материалов (Табл. 24-22 [1]); $K_{с.о.}$ - коэффициент спроса на освещение, находится из справочных материалов (Табл. 24-31 [1]).

Находим полную расчетную мощность цеха:

$$P_{p\Sigma} = P_p + P_{ро} = 28,9 + 4000 = 4028,9 \text{ кВт},$$

$$Q_{p\Sigma} = Q_p = 29,5 \text{ кВар},$$

$$S_p = \sqrt{P_{p\Sigma}^2 + Q_{p\Sigma}^2} = \sqrt{4028,9^2 + 29,5^2} = 4029,2 \text{ кВа}.$$

Для остальных цехов расчет аналогичен, результаты сведены в табл.2.1.

№	Силовая нагрузка								Осветительная нагрузка						Расчетная нагрузка		
	Наименование	P _{уст.} ,	K _с	cos φ	tg φ	P _р ,	Q _{рs}	F,	P _{уд.} ,	P _{н.о.} ,	K _{с.о.}	P _{р.о.} ,	P _{рΣ.} ,	Q _{рΣ.} ,	S _{рΣ.} ,		
		кВт														кВт	кВАр
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
1	Коровник 1	44,5	0,65	0,7	1,02	28,9	29,5	2000	2,5	5000	0,8	4	32,9	29,5	44,2		
2	Коровник 2	44,5	0,65	0,88	0,54	28,9	15,6	2000	2,5	5000	0,8	4	32,9	15,6	36,4		
3	Коровник 3	44,5	0,70	0,91	0,46	31,2	14,2	2000	2,5	5000	0,8	4	35,2	14,2	37,9		
4	Коровник 4	44,5	0,8	0,9	0,48	35,6	17,2	2000	2,5	5000	0,8	4	39,6	17,2	43,2		
5	Коровник 5	44,5	0,64	0,75	0,88	28,5	25,1	2000	2,5	5000	0,8	4	32,5	25,1	41,1		
6	Курятник	42,0	0,74	0,72	0,96	31,1	30,0	500	3	1500	0,95	1,425	32,5	30,0	44,2		
7	Кормоцех	47,0	0,8	0,65	1,17	37,6	44,0	600	5	3000	1	3	40,6	44,0	59,8		
8	Кормокухня	46,5	0,65	0,7	1,02	30,2	30,8	600	5	3000	0,9	2,7	32,9	30,8	45,1		

9	Склад	67,4	0,6	0,84	0,65	40,4	26,1	1000	1	1000	0,85	0,85	41,3	26,1	48,9
10	Дом для страусов	45,3	0,65	0,84	0,65	29,4	19,0	100	2	200	0,7	0,14	29,6	19,0	35,2
11	Мельница	33,0	0,84	0,6	1,33	27,7	37,0	600	7	4200	0,95	3,99	31,7	37,0	48,7
12	Зерноток	265,0	0,77	0,9	0,48	204,1	98,8	3000	3	9000	1	9	213,1	98,8	234,9
13	КЗС	150,0	0,65	0,75	0,88	97,5	86,0	600	3	1800	0,7	1,26	98,8	86,0	130,9
14	Свиноферма	57,0	0,77	0,65	1,17	43,9	51,3	1125	2	2250	0,95	2,1375	46,0	51,3	68,9
15	Овцеферма	54,2	0,64	0,88	0,54	34,7	18,7	2500	2	5000	1	5	39,7	18,7	43,9
16	Летн. Лагерь	35,0	0,84	0,7	1,02	29,4	30,0	5400	1	5400	1	5,4	34,8	30,0	45,9
17	Администрация	31,0	0,64	0,75	0,88	19,8	17,5	225	3	675	0,7	0,4725	20,3	17,5	26,8
18	Пилорама	260,0	0,7	0,65	1,17	182,0	212,8	625	6	3750	0,8	3	185,0	212,8	282,0
19	Заправка	237,0	0,6	0,84	0,65	142,2	91,9	500	5	2500	0,75	1,875	144,1	91,9	170,9
20	МТП	69,0	0,8	0,7	1,02	55,2	56,3	3500	5	17500	1	17,5	72,7	56,3	92,0

Определение количества и мощность трансформаторов

Предварительный выбор числа и мощности трансформаторов цеховых подстанций производится на основании требуемой степени надежности электроснабжения и распределения между ТП потребителей электроэнергии до 1кВ. На предприятии имеется оборудование, относящееся к потребителям I и II категории, и требует высокой надежности питания, поэтому цеховые подстанции выполняются с двумя рабочими трансформаторами. Нормальный режим работы - раздельная работа трансформаторов, это предусматривается в целях уменьшения токов короткого замыкания и позволяет применить более легкую и дешевую аппаратуру на стороне низшего напряжения трансформаторов.

Номинальная мощность цеховых ($S_{нт}$) выбирается по расчетной мощности, исходя из условия экономичной работы трансформаторов (60-80%) в нормальном режиме и допустимой перегрузки (на 30-40%) от $S_{нт}$ в послеаварийном режиме.

В соответствии с ГОСТ 14209-85 и 11677-75 цеховые трансформаторы имеют следующие номинальные мощности: 100, 160, 250, 400, 630, 1000, 1600, 2500кВА. В настоящее время цеховые ТП выполняются комплектными (КТП) и во всех случаях, когда этому не препятствуют условия окружающей среды и обслуживания, устанавливаются открыто.

Ориентировочный выбор числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций производится по удельной плотности нагрузок (σ):

$$\sigma = \frac{S_p}{F},$$

где S_p - расчетная нагрузка цеха (кВА); F - площадь цеха (m^2).

Сделаем ориентировочный выбор числа и мощности цеховых трансформаторной подстанции.

$$\sigma = \frac{S_p}{F} = \frac{202,8}{10000} = 0,02.$$

Если плотность нагрузок $\sigma < 0,2$, то рекомендуется принимать трансформаторы до 1000 кВА, если $0,2 < \sigma < 0,3$ то трансформаторы должны быть 1600кВА, если $\sigma > 0,3$ кВА/м², то трансформаторы рекомендуется принимать 1600-2500 кВА.

Выбираем трансформатор 250 кВа.

После выбора мощности трансформаторов проверяем по коэффициентам загрузки в нормальном и аварийном режимах:

$$K_{з.н} = \frac{S_p}{2 \cdot S_{н.т}} = \frac{202,8}{2 \cdot 250} = 0,41;$$

$$K_{з.ав} = \frac{S_p}{S_{н.т}} = \frac{202,8}{250} = 0,81.$$

Трансформатор проходит по коэффициентам загрузки в нормальном и аварийном режимах.

Расчетная мощность компенсирующих устройств:

$$Q_{ку} = P_{ст} (tg \varphi_n - tg \varphi_2) = 173,1 * (0,6 - 0,33) = 44,6,$$

$$tg \varphi_n = \frac{Q_p}{P_p} = \frac{101,7}{173,1} = 0,6,$$

$$tg \varphi_2 = 0,33.$$

По справочнику выбираем стандартное значение мощности КУ и определяем не скомпенсированную мощность:

$$Q = Q_p - N Q_{ку.ст} = 242,8 - 150 = 92,8 \text{кВар}.$$

Затем находим полную мощность и ,если необходимо, изменяем номинал трансформаторов и (или) их количество.

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q^2} = \sqrt{219,8^2 + 92,8^2} = 238,6 \text{ кВа}$$

Все данные выбора цеховых ТП сведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Выбор мощности цеховых ТП

№ п/п	Наименование цеха	Sp, кВА	F, м²	σ, кВА/м²	Примечание
1	Коровники №1,2,3,4,5	202,8	10000	0,02	250
2	Курятник, кормоцех, кормокухня, дом для страусов, мельница	233	3400	0,07	250
3	Зерноток, КЗС	365,8	3600	0,1	400
4	Склад, свиноферма, овцеферма	161,7	4625	0,034	160
5	Администрация	26,8	225	0,11	100
6	Летний лагерь, пилорама	327,9	6025	0,054	400
7	Заправка, МТП	262,8	4000	0,07	400

Таким образом, получены данные по мощностям цехов, которые использованы при дальнейших расчетах.

Распределение нагрузки по пунктам питания

Распределение потребления электроэнергии напряжением до и выше 1 кВ между цеховыми трансформаторами подстанции и распределительными устройствами выполнено в таблице 2.3.

Размещение ТП показано на генплане предприятия.

Таблица 2.3 – Распределение нагрузок по пунктам питания

№ п/п	Наименование пункта питания	Потребители электроэнергии
1	ТП-1	Коровники №1,2,3,4,5
2	ТП-2	Курятник, кормоцех, кормокухня, дом для страусов, мельница
3	ТП-3	Зерноток, КЗС
4	ТП-4	Склад, свиноферма, овцеферма
5	ТП-5	Администрация
6	ТП-6	Летний лагерь, пилорама
7	ТП-7	Заправка, МТП

Таким образом, получены данные по нагрузкам пунктов питания, которые использованы при дальнейших расчетах.

2.2 Разработка электроснабжения участка обрушивания семян подсолнечника

Ведомость электрических нагрузок участка обрушивания семян подсолнечника

Ведомость электрических нагрузок участка обрушивания семян подсолнечника представлена в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Ведомость электрических нагрузок участка обрушивания семян подсолнечника

№	Наименование цеха	Установленная мощность, кВт
1	Послеуборочная очистка	48,5
2	Зерносушилка	45
3	Весы	34
4	Зерносклад №1	31,3
5	Зерносклад №2	30,5
6	ЗАВ-10	49,3
7	Весы	34
8	Зерносклад №3	32,2
9	Зерносклад №4	33
10	Амбар №1	29,5
11	Амбар №2	28,2
12	Семенной склад	32
13	Участок обрушивания	43,3

Категории приемников и потребителей электроэнергии по бесперебойности электроснабжения

Категории приемников и потребителей электроэнергии по бесперебойности электроснабжения представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.5 – Категории приемников и потребителей электроэнергии по бесперебойности электроснабжения

№	Наименование цеха	Категория	Характер среды
1	АВМ	II	Пыльная
2	Сеносушилка	II	Жаркая
3	Весы	II	Нормальная
4	Зерносклад №1	II	Нормальная
5	Зерносклад №2	II	Нормальная
6	ЗАВ-10	II	Пыльная
7	Весы	II	Нормальная
8	Зерносклад №3	III	Нормальная
9	Зерносклад №4	II	Нормальная
10	Амбар №1	II	Пыльная
11	Амбар №2	II	Пыльная
12	Семенной склад	II	Нормальная
13	Участок протравливания	II	Пыльная

Определение расчетных нагрузок по зернотоку

Расчет осуществляется аналогично по предприятию. Результаты расчета сведем в таблицу 2.6.

Определяем расчетную силовую нагрузку цеха ниже 1 кВ:

$$P_p = P_n \cdot K_c = 48,5 \cdot 0,65 = 31,5 \text{ кВт},$$

$$Q_p = P_n \cdot \operatorname{tg} \varphi = 48,5 \cdot 1,02 = 37,39 \text{ кВар},$$

где K_c - коэффициент спроса, из справочных материалов (Табл.24-1 [1]).

Находим номинальную мощность освещения и расчетную осветительную нагрузку цеха:

$$P_{\text{но}} = P_{\text{уд}} \cdot F = 2 \cdot 960 = 1920 \text{ Вт},$$

$$P_{\text{ро}} = P_{\text{но}} \cdot K_{\text{со}} = 960 \cdot 0,8 = 1,5 \text{ кВт},$$

где $P_{\text{уд}}$ - из справочных материалов (Табл. 24-22 [1]); $K_{\text{с.о.}}$ - коэффициент спроса на освещение, находится из справочных материалов (Табл. 24-31 [1]).

Находим полную расчетную мощность цеха:

$$P_{\text{р}\Sigma} = P_{\text{р}} + P_{\text{ро}} = 31,5 + 1,5 = 33,1 \text{ кВт},$$

$$Q_{\text{р}\Sigma} = Q_{\text{р}} = 32,2 \text{ кВар},$$

$$S_{\text{р}} = \sqrt{P_{\text{р}\Sigma}^2 + Q_{\text{р}\Sigma}^2} = \sqrt{33,1^2 + 32,2^2} = 46,1 \text{ кВа}.$$

Определение расчетной мощности с учетом компенсирующих устройств и потерь мощности в трансформаторах

Потери в ТП:

$$\Delta P_{\text{ТП}} = 0,02 \cdot S_{\text{р}} = 0,02 \cdot 448,5 = 8,9 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{\text{ТП}} = 0,1 \cdot S_{\text{р}} = 0,1 \cdot 448,5 = 44,8 \text{ кВар}.$$

Тогда расчетная нагрузка по всему зернотоку определится:

$$P_{\text{р}} = \Sigma P_{\text{рi}} + P'_{\text{р}} + P_{\text{осв.тер}} + \Delta P_{\text{ТП}} = 21,5 + 350,7 + 8,9 = 381,2 \text{ кВт},$$

$$Q_{\text{р}} = Q_{\text{рi}} + Q'_{\text{р}} + \Delta Q_{\text{ТП}} = 270 + 44,8 = 314,8 \text{ кВар}.$$

Расчет мощности компенсирующих устройств

$$Q_{\text{ку}} = P_{\text{ср}} (tg \varphi_{\text{и}} - tg \varphi_2) = 343,1 \cdot (0,8 - 0,33) = 170,1 \text{ кВар}$$

$$tg \varphi_{\text{и}} = \frac{Q_{\text{р}}}{P_{\text{р}}} = \frac{314,8}{381,2} = 0,8,$$

$$tg \varphi_2 = 0,33,$$

$$P_{\text{ср}} = P_{\text{р}} \cdot \frac{T_{\text{ма}}}{T_{\text{г}}} = 381,8 \cdot 0,9 = 343,1 \text{ кВт}.$$

Примечание: $T_{\text{ма}}$ - число часов использования максимальной нагрузки.
(по справочнику [1]).

Потери мощности в компенсирующих устройствах

$$\Delta P_{\text{ку}} = 0,002 \cdot Q_{\text{ку}} = 0,002 \cdot 170,1 = 0,34 \text{ кВт.}$$

Тогда расчетная нагрузка шин ГПП определится по формуле:

$$P_{\text{рп}} = (P_{\text{р}} + \Delta P_{\text{ку}}) \cdot K_{\text{рп}} = (381,2 + 0,34) \cdot 0,9 = 343,4 \text{ кВт,}$$

$$Q_{\text{рп}} = (Q_{\text{р}} - Q_{\text{ку}}) \cdot K_{\text{рп}} = (314,8 - 170,1) \cdot 0,9 = 130,2 \text{ кВар,}$$

$$S_{\text{рп}} = \sqrt{P_{\text{рп}}^2 + Q_{\text{рп}}^2} = \sqrt{343,4^2 + 130,2^2} = 367,3 \text{ кВа.}$$

Потери мощности в трансформаторах

$$\Delta P_{\text{т}} = 0,02 \cdot S_{\text{р}} = 0,02 \cdot 367,3 = 7,5 \text{ кВт,}$$

$$\Delta Q_{\text{т}} = 0,1 \cdot S_{\text{р}} = 0,1 \cdot 367,3 = 36,7 \text{ кВар.}$$

Мощность трансформаторов с учетом потерь

$$\begin{aligned} S_{\text{р}} &= \sqrt{(P_{\text{р}} + \Delta P_{\text{т}})^2 + (Q_{\text{р}} + \Delta Q_{\text{т}})^2} = \\ &= \sqrt{(343,4 + 7,5)^2 + (130,2 + 36,7)^2} = 388,4 \text{ кВа.} \end{aligned}$$

Выбор напряжения питающих линий и распределительных сетей

Величина напряжения определяется расчетной или потребляемой мощностью, удалённостью предприятия от источника питания.

Напряжения питающих линий можно определить по эмпирическим формулам. В них используются коэффициенты, мощность и длина питающей линии. Приведем некоторые из них:

$$1) U = 3 \sqrt{S} + 0,5 \times l$$

$$3) U = 16 \sqrt[4]{P \times l}$$

$$2) U = 4,34 \sqrt{l + 16 \times P}$$

$$4) U = 17 \sqrt{l / (16 + P)}$$

Найдём напряжение питающей линии по формулам:

$$\text{Формула Вейтера: } U = 3 \cdot \sqrt{S_{\text{д}}} + 0,5 \cdot l = 3 \cdot \sqrt{1,3} + 0,5 \cdot 53 = 29,9 \text{ кВ,}$$

$$\text{Формула Стилла: } U = 4,34 \cdot \sqrt{l + 16 \cdot P_{\text{д}}} = 4,34 \cdot \sqrt{53 + 16 \cdot 1,06} = 36,3 \text{ кВ, (27)}$$

Формула Нигосова: $U = 16 \cdot \sqrt[4]{D_d \cdot I} = 16 \cdot \sqrt[4]{1,06 \cdot 53} = 43,84 \text{ кВ},$

$$U = 17 \cdot \sqrt{\frac{I}{16} + P_d} = 17 \cdot \sqrt{\frac{53}{16} + 1,06} = 35,56 \text{ кВ},$$

Взяв среднее четырёх значений:

$$U' = \frac{29,9 + 36,3 + 43,84 + 35,56}{4} = 36,4 \text{ кВ}$$

Таким образом, принимаем стандартное значение напряжения 35 кВ. На подстанции системы установлены трансформаторы 35 кВ.

Выбор напряжения распределительной сети тесно связан с решением вопросов электроснабжения предприятия. Окончательное решение принимают в результате технико-экономического сравнения вариантов, учитывающих различие сочетания напряжений отдельных звеньев системы.

Напряжение 35 кВ применяют для питания предприятий средней мощности и для распределения электроэнергии на первой ступени электроснабжения таких предприятий при помощи глубоких вводов. На предприятиях большой мощности напряжение 35 кВ не рационально использовать в качестве основного. Оно может быть применено для питания потребителей электроэнергии, имеющих номинальное напряжение 35 кВ, и для питания удалённых приёмников электроэнергии.

Преимущество напряжения 20 кВ по сравнению с напряжением 35 кВ заключается в более простом устройстве сети и более дешёвых коммутационных аппаратах.

По сравнению с напряжением 10 кВ при напряжении 20 кВ снижаются потери электроэнергии в элементах системы электроснабжения и токи КЗ в сетях. Однако напряжение 20 кВ, как и напряжение 35 кВ и 10 кВ, не целесообразно применять в качестве основного.

Напряжение 10 и 6 кВ широко используется на промышленных предприятиях средней мощности – для питающих и распределительных сетей, на крупных предприятиях – на второй и последующих ступенях.

№	Наименование	Силовая нагрузка						Осветительная нагрузка						Расчетная нагрузка			
		Р _{уст.} , кВт	K _c	cos φ	tg φ	P _p , кВт	Q _p , кВАр	F, м ²	P _{уд.} , Вт/ м ²	P _{н.о.} , кВт	K _{с.о.}	P _{p.о.} , кВт	P _{pΣ.} , кВт	Q _{pΣ.} , кВАр	S _{pΣ.} , кВА		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
1	Сушилка	48,5	0,65	0,7	1,02	31,5	32,2	960	2	1920	0,8	1,536	33,1	32,2	46,1		
2	Первичная очистка	45,0	0,65	0,88	0,54	29,3	15,8	1500	1,5	2250	0,8	1,8	31,1	15,8	34,8		
3	Силоса	34,0	0,70	0,91	0,46	23,8	10,8	600	2,3	1380	0,8	1,104	24,9	10,8	27,2		
4	Зерносклад №1	31,3	0,8	0,9	0,48	25,0	12,1	960	2,1	2016	0,8	1,6128	26,7	12,1	29,3		
5	Зерносклад №2	30,5	0,64	0,75	0,88	19,5	17,2	1500	2,5	3750	0,8	3	22,5	17,2	28,3		
6	Вторичная очистка	49,3	0,74	0,72	0,96	36,5	35,2	960	3	2880	0,95	2,736	39,2	35,2	52,7		
7	весы	34,0	0,8	0,65	1,17	27,2	31,8	1080	1,4	1512	1	1,512	28,7	31,8	42,8		
8	зерносклад №3	32,2	0,65	0,7	1,02	20,9	21,4	700	2	1400	0,9	1,26	22,2	21,4	30,8		
9	зерносклад №4	33,0	0,6	0,84	0,65	19,8	12,8	800	2,2	1760	0,85	1,496	21,3	12,8	24,8		
10	Семенной склад	29,5	0,65	0,84	0,65	19,2	12,4	480	2,4	1152	0,7	0,8064	20,0	12,4	23,5		
11	Семенной склад	28,2	0,84	0,6	1,33	23,7	31,6	480	2,4	1152	0,95	1,0944	24,8	31,6	40,1		
12	Семенной склад	32,0	0,77	0,9	0,48	24,6	11,9	960	2,1	2016	1	2,016	26,7	11,9	29,2		
13	Участок переработки рапса	43,3	0,65	0,75	0,88	28,1	24,8	960	2,3	2208	0,7	1,5456	29,7	24,8	38,7		
	Итого по семенному заводу	470,5	-	-	-	-	-	11940	-	-	-	21,5192	350,7	270,0	448,5		

Напряжение 10 кВ является наиболее экономичным по сравнению с напряжением 6 кВ. Напряжение 6 кВ допускается только в тех случаях, если на предприятии преобладает нагрузка с напряжением 6 кВ или когда значительная часть нагрузки питается от заводской ТЭЦ, где стоят генераторы напряжением 6 кВ.

а) Если процент высоковольтной нагрузки напряжением 6 кВ до 30%, то напряжение распределительных линий 10 кВ, принимаем понизительные трансформаторы 10/6.

б) Если процент высоковольтной нагрузки больше 30%, то напряжение распределения должно соответствовать напряжению высоковольтной нагрузки.

2.3 Картограмма нагрузок и определение центра электрических нагрузок

Картограмма нагрузок

ТП являются одними из основных звеньев системы электроснабжения. Поэтому оптимальное размещение подстанций по территории предприятия является важнейшим моментом при построении рациональных систем электроснабжения.

При проектировании систем электроснабжения предприятий различных отраслей промышленности разрабатывается генеральный план проектируемого объекта, на который наносятся все производственные цеха. Расположение цехов определяется технологическим процессом производства. На генеральном плане указываются расчетные мощности цехов и всего предприятия.

При рациональном размещении ТП на территории предприятия технико-экономические показатели системы электроснабжения оказываются

оптимальными и, следовательно, обеспечиваются минимум приведённых годовых затрат. Для определения места положения ТП при проектировании системы электроснабжения на генеральный план предприятия наносится картограмма нагрузок, которая представляет собой размещённые на генеральном плане окружности, причём площади, ограниченные этими окружностями, в выбранном масштабе равны расчётным нагрузкам цехов. Для каждого цеха наносится своя окружность, центр которой совпадает с центром нагрузок цеха.

Центр нагрузок цеха или предприятия является символическим центром потребления электрической энергии цеха или предприятия. ТП следует располагать в ЦЭН. Это позволит снизить затраты на проводниковый материал и уменьшить потери электрической энергии. Картограмма электрических нагрузок позволяет проектировщику наглядно представить распределение нагрузок по территории предприятия.

Площадь круга в определенном масштабе равна расчетной нагрузке соответствующего цеха P_i :

$$P_i = \pi \cdot r_i^2.$$

Из этого выражения радиус окружности:

$$r_i = \sqrt{\frac{P_i}{\pi \cdot m}}.$$

где P_i - мощность i -го цеха; m - масштаб для определения площади круга (постоянный для всех цехов предприятия)

Силовые нагрузки до и выше 1 кВ изображаются отдельными кругами или секторами в круге. Считаем, что нагрузка по цеху распределена равномерно, поэтому центр нагрузок совпадает с центром тяжести фигуры, изображающей цех в плане.

Осветительная нагрузка наносится в виде сектора круга, изображающего нагрузку до 1 кВт. Угол сектора (α) определяется из соотношения активных расчетных ($P_{p\Sigma}$) и осветительных нагрузок (P_{po}) цехов.

При построении картограммы необходимо знать полные расчетные и осветительные нагрузки цехов, которые были рассчитаны в таблице 2.7.

Пример расчета покажем на производственном корпусе:

$$r_i = \sqrt{\frac{P_{pi}}{\pi \cdot m}} = \sqrt{\frac{1655}{3,14}} = 22,9 \text{ м},$$

$$\alpha = 360 \cdot \frac{P_{ipro}}{P_i} = 360 \cdot \frac{1,5}{33,1} = 16,7^\circ.$$

Данные по остальным цехам сведем в табл. 2.7.

Таблица 2.7 – Данные для построения картограммы нагрузок

№ п/п	Название цеха	R, м	α , градус
1	АВМ	22,9	16,7
2	Сеносушилка	22,2	20,9
3	Весы	19,9	16
4	Зерносклад №1	20,6	21,8
5	Зерносклад №2	18,9	48
6	ЗАВ-10	25	25,1
7	Весы	21,4	19
8	Зерносклад №3	18,8	20,4
9	Зерносклад №4	18,4	25,3
10	Амбар	17,8	14,5
11	Амбар	19,9	15,9

Картограмма электрических нагрузок показана на генплане предприятия.

Определение условного центра электрических нагрузок

В настоящее время существует ряд математических методов, позволяющих аналитическим путём определить центр электрических нагрузок (ЦЭН) как отдельных цехов, так и всего предприятия. Среди них можно выделить три основных метода.

Таблица 2.8 – ЦЭН указан на картограмме нагрузок

№	Наименование	$P_{p\Sigma}$	X_i	Y_i	$P_{p\Sigma}X_i$	$P_{p\Sigma}Y_i$
1	Авм	33,1	74	549	2446,514	18150,49
2	Зерносушилка	31,1	232	582	7203,6	18071,1
3	весы	24,9	170	516	4233,68	12850,46
4	зерносклад	26,7	354	537	9435,091	14312,55
5	зерносклад	22,5	332	423	7476,64	9525,96
6	зав-10	39,2	195	308	7647,51	12079,14
7	весы	28,7	233	242	6689,896	6948,304
8	зерносклад	22,2	216	384	4793,04	8520,96
9	зерносклад	21,3	246	183	5238,816	3897,168
10	амбар	20,0	67	225	1338,754	4495,815
11	амбар	24,8	41	108	1016,078	2676,499
12	семенной склад	26,7	167	89	4451,552	2372,384
13	участок протравливания	29,7	169	51	5017,711	1514,221
	Итого	350,7			66988,88	115415,1

Первый метод, использующий некоторые положения из курса теоретической механики, позволяет определить ЦЭН цеха (предприятия) с большей или меньшей точностью (приближённо) в зависимости от конкретных требований. Так, если считать нагрузки цеха равномерно распределёнными по площади цеха, то центр нагрузок цеха можно принять совпадающим с центром тяжести фигуры, изображающей цех в плане. Если учитывать действительное распределение нагрузок в цехе, то центр нагрузок уже не

будет совпадать с центром тяжести фигуры цеха в плане, и нахождение центра нагрузок сведётся к определению центра тяжести масс.

Таким образом мы определили ЦЭН для ТП, но поставить их точно в центре электрических нагрузок не всегда технически возможно.

Координаты центра электрических нагрузок всего предприятия определим по формуле:

$$X_0 = \frac{\sum_{i=1}^{11} P_{\delta i \Sigma} \cdot X_i}{\sum_{i=1}^{11} P_{\delta i}} = \frac{66988,88}{350,7} = 373,07 \text{ м},$$

$$Y_0 = \frac{\sum_{i=1}^{11} P_{\delta i \Sigma} \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^{11} P_{\delta i}} = \frac{115415,1}{350,7} = 329,1 \text{ м}.$$

Количество и мощность трансформаторов с учетом КУ

Предварительный выбор числа и мощности трансформаторов цеховых подстанций производится на основании требуемой степени надежности электроснабжения и распределения между ТП потребителей электроэнергии до 1кВ. На предприятии имеется оборудование, относящееся к потребителям I и II категории, и требует высокой надежности питания, поэтому цеховые подстанции выполняются с двумя рабочими трансформаторами. Нормальный режим работы - раздельная работа трансформаторов, это предусматривается в целях уменьшения токов короткого замыкания и позволяет применить более легкую и дешевую аппаратуру на стороне низшего напряжения трансформаторов.

Номинальная мощность цеховых ($S_{нт}$) выбирается по расчетной мощности, исходя из условия экономичной работы трансформаторов (60-80%) в нормальном режиме и допустимой перегрузки (на 30-40%) от $S_{нт}$ в

послеаварийном режиме.

В соответствии с ГОСТ 14209-85 и 11677-75 цеховые трансформаторы имеют следующие номинальные мощности: 100, 160, 250, 400, 630, 1000, 1600, 2500кВА. В настоящее время цеховые ТП выполняются комплектными (КТП) и во всех случаях, когда этому не препятствуют условия окружающей среды и обслуживания, устанавливаются открыто.

Ориентировочный выбор числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций производится по удельной плотности нагрузок (σ):

$$\sigma = \frac{S_p}{F},$$

где S_p - расчетная нагрузка цеха (кВА); F - площадь цеха (м^2).

Сделаем ориентировочный выбор числа и мощности цеховых трансформаторной подстанции

$$\sigma = \frac{S_0}{F} = \frac{448,5}{11940} = 0,03.$$

Если плотность нагрузок $\sigma < 0,2$, то рекомендуется принимать трансформаторы до 1000 кВА, если $0,2 < \sigma < 0,3$ то трансформаторы должны быть 1600кВА, если $\sigma > 0,3$ кВА/ м^2 , то трансформаторы рекомендуется принимать 1600-2500 кВА. Выбираем трансформатор 630 кВа. После выбора мощности трансформаторов проверяем по коэффициентам загрузки в нормальном и аварийном режимах:

$$\hat{E}_{\text{н.л}} = \frac{S_0}{2 \cdot S_{\text{н.л}}} = \frac{448,5}{2 \cdot 630} = 0,3,$$

$$\hat{E}_{\text{а.л}} = \frac{S_0}{S_{\text{а.л}}} = \frac{448,5}{630} = 0,6.$$

Трансформатор проходит по коэффициентам загрузки в нормальном и аварийном режимах.

2.4 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор обеспечения производительности труда. С учётом преобладания умственного или физического труда и его тяжести специалисты механизаторы подразделяются на 2 группы: водители самоходных агрегатов и машин (шофёры, трактористы) и специалисты стационарных установок (мотористы, слесари, электрификаторы). Поэтому работа одних связана с управлением транспорта, с большой психофизической нагрузкой, а других – со сложной координацией движения и работой в непростых условиях (на высоте, в узких помещениях). Это требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений. Занятия по физической культуре для выпускников должны включать следующие виды спорта: гиревой спорт, армспорт, борьбу, гимнастику, спортивные игры и другие виды спорта.

3 РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБРУШИВАТЕЛЯ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА

3.1 Выбор и монтаж электропривода

Электрический двигатель, используемый для привода рабочей машины, должен соответствовать всем ее параметрам, а также параметрам электрической сети и условиям окружающей среды, в которой он будет работать.

Наиболее применимы в сельском хозяйстве электродвигатели с номинальной частотой вращения $960-1440 \text{ мин}^{-1}$. Большинство сельскохозяйственных машин и механизмов характеризуются легкими и нормальными условиями пуска. Для них следует использовать короткозамкнутые асинхронные электродвигатели. Для рабочих машин с тяжелыми условиями пуска (более 10 с) целесообразно использовать двигатели с фазным ротором, который развивает повышенный пусковой момент при ограниченном пусковом токе.

Для сельского хозяйства преимущественно требуются двигатели исполнения IP 44. В сельских электрических сетях преимущественное распространение имеет система напряжений 380/220 В с нулевым проводом при частоте тока 50 Гц. Благодаря такой системе от одного трансформатора может быть запитана силовая и осветительная нагрузка. Передача вращающего момента может передаваться рабочей машине с помощью механических, гидравлических и электромагнитных устройств.

При монтаже электродвигателей необходимо знать их различия по конструктивному исполнению. Электродвигатели бывают открытого, каплезащищенного, брызгозащищенного, пыленепроницаемого и взрывозащищенного исполнения.

Доставка электродвигателей массой свыше 80 кг к месту монтажа электродвигателей, а также установка их на фундаменте должны производиться механизмами.

Для подъема и перемещения электродвигателей применяют исправные стропы, тали и рычажные лебедки, прошедшие соответствующие испытания в установленные сроки.

Перед монтажом электродвигателя специалисты подвергают его тщательному осмотру в целях выявления повреждений или иных дефектов, препятствующих монтажу электродвигателя или нормальной работе. При осмотре электродвигателя проверяют сохранность изоляции и креплений лобовых частей обмотки, а также наличие всех деталей электродвигателя. Мегомметром проверяют состояние изоляции обмоток. В случае снижения сопротивления изоляции ниже 0,5 МОм обмотки подвергают сушке.

Температуру и режим сушки контролируют термометрами (термопарами) или мегомметром, а регулируют периодическими отключениями тока или растормаживанием и вращением ротора на пониженных оборотах, при которых машина вентилируется и охлаждается. Сушку производят при температуре 70—90° С.

В процессе монтажа электродвигателей задействованы только исправные электродвигатели, сопротивление изоляции обмоток которых соответствует нормам.

Монтаж электродвигателей производится на чугунных или стальных плитах, на металлических рамах или кронштейнах, а чаще всего на чугунных салазках, прикрепляемых анкерными болтами к железобетонному фундаменту.

При ременной и клиноременной передачах вал устанавливаемого электродвигателя и вал вращаемого им механизма должны быть строго параллельны. Параллельность валов выверяют при помощи струн из тонкой стальной проволоки или крученого шпагата. Выверку валов электродвигателя и механизма со шкивами разной ширины производят,

исходя из условий одинакового расстояния от средних линий обоих шкивов до струны.

При соединении электродвигателя с механизмом посредством муфты добиваются соосности его вала и вала механизма с помощью центровочных скоб.

Скобы укрепляют хомутами на полумуфтах, а затем, поворачивая валы на 90° , измеряют микрометром величины зазоров между скобами в четырех положениях валов и корректируют установку двигателя, добиваясь наименьшей разницы в величинах зазоров. При несоосности валов в горизонтальной плоскости перемещают в соответствующую сторону электродвигатель на фундаменте, а при несоосности в вертикальной плоскости под лапы электродвигателя или машины подкладывают стальные прокладки.

Соосность валов с полумуфтами больших диаметров (200 мм и выше) можно выверять и щупом, замеряя величины зазоров между плоскостями муфты. Щупом проверяют параллельность валов относительно друг друга, а штифтом их соосность.

Для правильного измерения щуп необходимо вставлять между торцами полумуфт, по возможности, между одними и теми же точками. Для этого на ободах полумуфт наносят метки в виде рисок или полосок краски, мела и др. Определив положение двигателя и салазок, цементируют фундаментные болты. Затем повторно проверяют центровку и после окончания отвердевания бетона закрепляют двигатель и включают его на пробную работу.

После монтажа электродвигателя его пробно включают вхолостую в течение 1 ч двигатель останавливают и, ощупывая рукой, проверяют степень нагрева подшипников и лобовых частей обмоток. При отсутствии повышенного нагрева отдельных частей электродвигателя и неисправностей, препятствующих его нормальной эксплуатации, электродвигатель ставят под нагрузку на 5—6 ч, затем вновь останавливают и проверяют температуру

нагрева обмоток и подшипников. Температура нагрева обмоток и подшипников качения не должна превышать 95°C при температуре окружающего воздуха 35°C .

При повышенной вибрации производят дополнительное центрирование валов.

3.2 Выбор способа изменения частоты вращения электродвигателя

Возможность управления частотой вращения короткозамкнутых асинхронных электродвигателей была доказана сразу же после их изобретения. Реализовать эту возможность удалось лишь с появлением силовых полупроводниковых приборов - сначала тиристоров, а позднее транзисторов IGBT.

В настоящее время во всём мире широко реализуется способ управления асинхронной машиной, которая сегодня рассматривается не только с точки зрения экономии энергии, но и с точки зрения совершенствования управления технологическим процессом. В промышленности и быту применяют двигатели переменного и постоянного тока.

Исторически сложилось, что для регулирования скорости вращения чаще использовали двигатель постоянного тока. Преобразователь в данном случае регулировал только напряжение, был прост и дешёв. Однако двигатели постоянного тока имеют сложную конструкцию, критичный в эксплуатации щёточный аппарат и сравнительно дороги.

Асинхронный двигатель является наиболее массовым электрическим двигателем. Эти двигатели выпускаются мощностью от 0,1 кВт до нескольких тысяч киловатт и находят применение во всех отраслях хозяйства. Основным достоинством асинхронного двигателя является простота его конструкции и невысокая стоимость. Однако по принципу своего действия асинхронный двигатель в обычной схеме включения не

допускает регулирования скорости его вращения. Особое внимание следует обратить на то, что во избежание значительных потерь энергии, а, следовательно, для короткозамкнутых асинхронных двигателей во избежание перегрева его ротора, двигатель должен работать в длительном режиме с минимальными значениями скольжения.

Существуют следующие способы управления асинхронным двигателем:

- реостатный - изменение частоты вращения АД с фазным ротором путём изменения сопротивления реостата в цепи ротора (Реостат— электрический аппарат, служащий для регулировки и получения требуемой величины сопротивления. Как правило, состоит из проводящего элемента с устройством регулирования электрического сопротивления. Изменение сопротивления может осуществляться как плавно, так и ступенчато);
- частотный - изменение частоты вращения АД путём изменения частоты тока в питающей сети, что влечёт за собой изменение частоты вращения поля статора. Применяется включение двигателя через частотный преобразователь (Частотный преобразователь (ЧП) служит для плавного регулирования скорости асинхронного электродвигателя за счет создания на выходе преобразователя электрического напряжения заданной частоты);
- переключением обмоток со схемы «звезда» на схему «треугольник» в процессе пуска двигателя, что даёт снижение пусковых токов в обмотках примерно в три раза;
- импульсный — подачей напряжения питания специального вида (например, пилообразного);
- изменением числа пар полюсов, если такое переключение предусмотрено конструктивно;
- изменением амплитуды питающего напряжения, когда изменяется только амплитуда (или действующее значение) управляющего напряжения. Тогда векторы напряжений управления и возбуждения остаются перпендикулярны;

- фазовое управление характерно тем, что изменение частоты вращения ротора достигается путём изменения сдвига фаз между векторами напряжений возбуждения и управления;
- амплитудно-фазовый способ включает в себя оба предыдущих способа;
- включение в цепь питания статора реакторов.

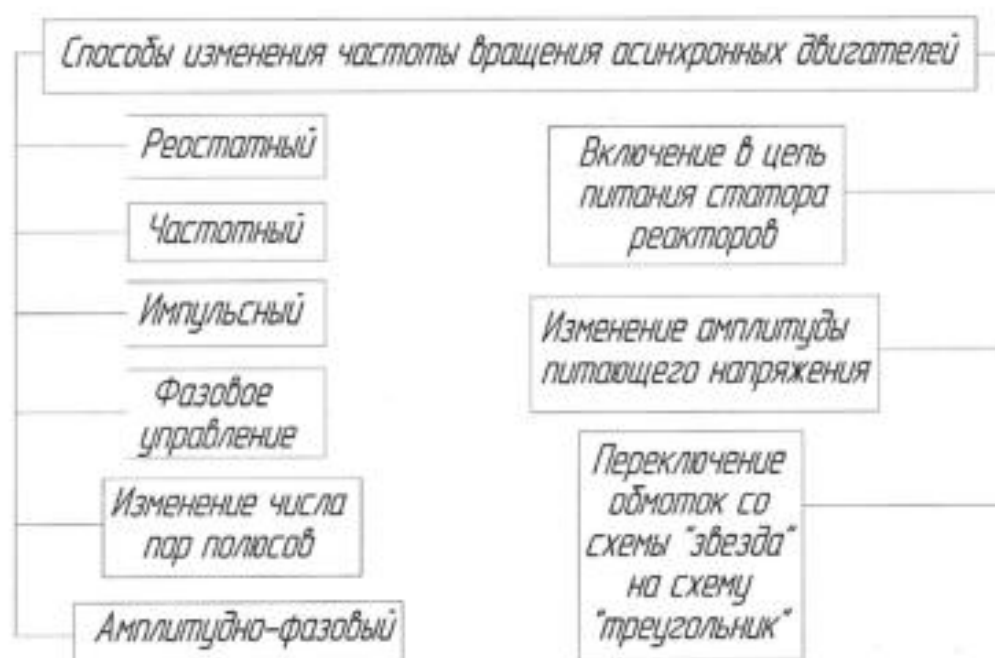


Рисунок 3.1 – Способы изменения частоты вращения электродвигателей

В настоящее время благодаря развитию силовой преобразовательной техники созданы и серийно выпускаются различные виды полупроводниковых преобразователей частоты, что определило опережающее развитие и широкое применение частотно-регулируемого асинхронного электропривода. Основными достоинствами этой системы регулируемого электропривода являются:

- плавность регулирования и высокая жесткость механических характеристик, что позволяет регулировать скорость в широком диапазоне;

- экономичность регулирования, определяемая тем, что двигатель работает с малыми величинами абсолютного скольжения, и потери в двигателе не превышают номинальных.

Недостатками частотного регулирования являются сложность и высокая стоимость (особенно для приводов большой мощности) преобразователей частоты и сложность реализации в большинстве схем режима рекуперативного торможения.

Изменение скорости переключением числа пар полюсов асинхронного двигателя позволяет получать несколько (от 2 до 4) значений рабочих скоростей, т.е. плавное регулирование скорости и формирование переходных процессов при этом способе невозможно.

Поэтому данный способ имеет определенные области применения, но не может рассматриваться, как основа для построения систем регулируемого электропривода.

3.3 Разработка схемы подключения преобразователя частоты

Быстрый рост рынка преобразователей частоты для асинхронных двигателей не в последнюю очередь стал возможен в связи с появлением новой элементной базы - силовых модулей на базе IGBT (биполярный транзистор с изолированным затвором), рассчитанный на токи до нескольких килоампер, напряжением до нескольких киловольт и имеющих частоту коммутации 30 кГц и выше.

Существует два основных типа преобразователей частоты: с непосредственной связью и с промежуточным контуром постоянного тока.

В первом случае выходное напряжение синусоидальной формы формируется из участков синусоид преобразуемого входного напряжения. При этом максимальное значение выходной частоты принципиально не может быть равным частоте питающей сети. Частота на выходе преобразователя этого типа обычно лежит в диапазоне от 0 до 25-33 Гц.

Но наибольшее распространение получили преобразователи частоты с промежуточным контуром постоянного тока, выполненные на базе инверторов напряжения.

Преобразователь частоты – это электрическое устройство, предназначенное для регулирования скорости вращения электродвигателей переменного тока. Преобразователи частоты также называют инверторами.

Преобразователи частоты предназначены для преобразования одно- или трехфазного напряжения с частотой 50 Гц в трехфазное напряжение с переменной частотой в диапазоне от 0,2 до 400 Гц.

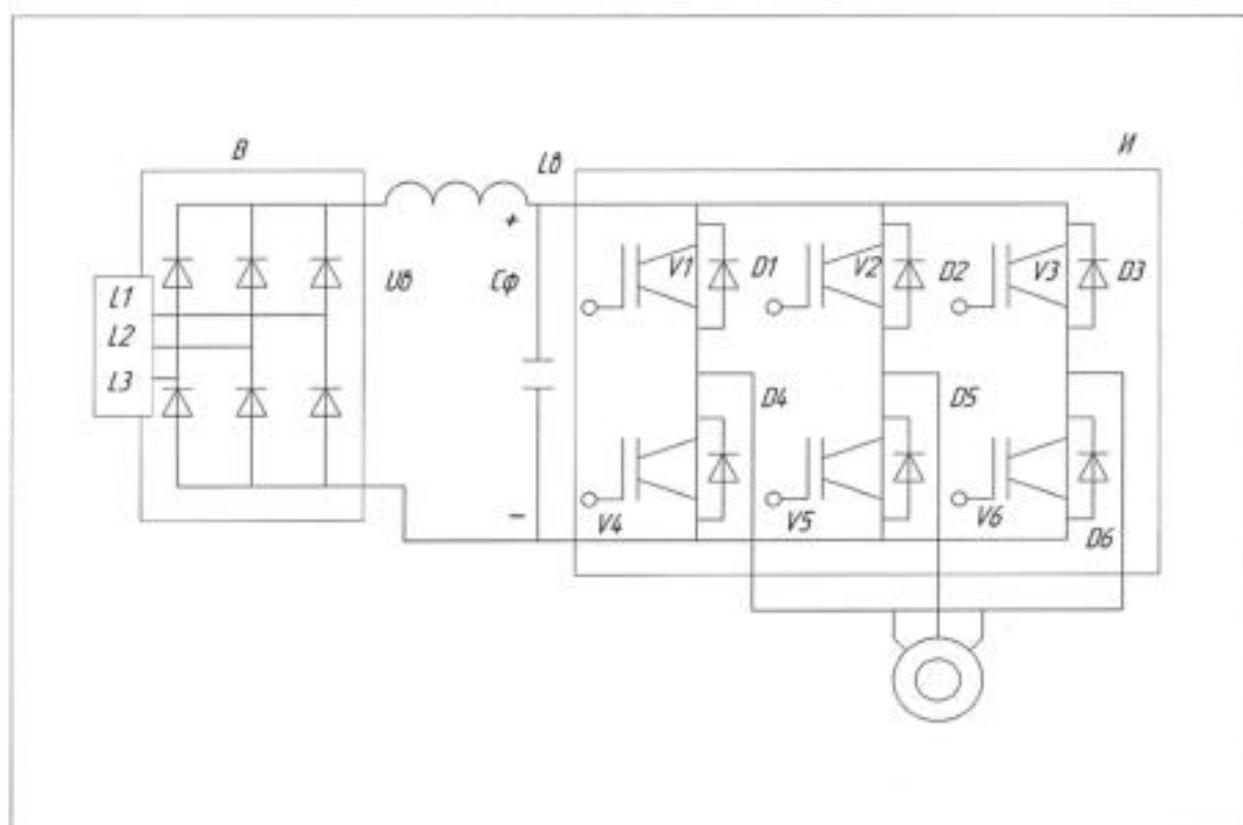
Простое и надежное функционирование преобразователей частоты облегчает доступ к преимуществам электроприводов переменного тока, а большой набор предлагаемых функций и широкие возможности делают его универсально применимым во многих областях.

Преобразователи частоты широко применяются для бесступенчатого регулирования частоты вращения любых асинхронных электродвигателей, в том числе электроприводов различных станков, машин и механизмов, насосов, вентиляторов, компрессоров, конвейеров и других различных установок и технологических комплексов.

Преобразователи частоты позволяют широко применять регулируемые асинхронные электроприводы там, где раньше применялись нерегулируемые электроприводы или регулируемые электроприводы постоянного тока.

Преобразователи частоты позволяют забыть о многоскоростных электродвигателях, механических регуляторах скорости, электроприводах постоянного тока, специальных электродвигателях. Структура частотного преобразователя приведена на рисунке 3.2.

Большинство современных преобразователей частоты построено по схеме двойного преобразования. Они состоят из следующих основных частей: звена постоянного тока (неуправляемого выпрямителя), силового импульсного инвертора и системы управления.



И – трехфазный мостовой инвертор;
 В – трехфазный мостовой выпрямитель;
 Cf – конденсатор фильтра.

Рисунок 3.2 – Структура частотного преобразователя.

Звено постоянного тока состоит из неуправляемого выпрямителя и фильтра. Переменное напряжение питающей сети преобразуется в нем в напряжение постоянного тока.

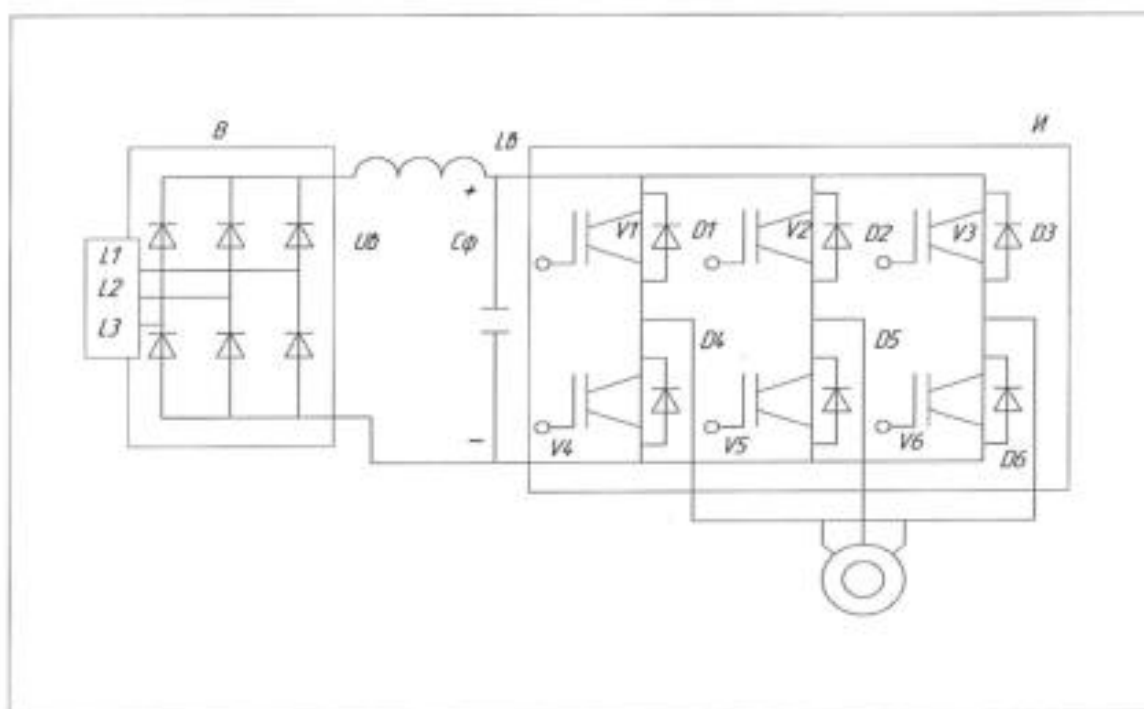
Силовой трехфазный импульсный инвертор состоит из шести транзисторных ключей. Каждая обмотка электродвигателя подключается через соответствующий ключ к положительному и отрицательному выводам выпрямителя. Инвертор осуществляет преобразование выпрямленного напряжения в трехфазное переменное напряжение нужной частоты и амплитуды, которое прикладывается к обмоткам статора электродвигателя.

В выходных каскадах инвертора в качестве ключей используются силовые IGBT-транзисторы. По сравнению с тиристорами они имеют более высокую частоту переключения, что позволяет вырабатывать выходной сигнал синусоидальной формы с минимальными искажениями.

Частотный преобразователь располагает шестью дискретными и тремя аналоговыми входами, одним дискретным/аналоговыми и двумя релейными выходами.

Основными функциями преобразователя частоты являются:

- защита двигателя и преобразователя;
- линейные S-, U-образные и индивидуальные кривые разгона-торможения;
- работа в режиме «быстрее — медленнее»;
- 16 предварительно заданных скоростей;
- ПИ-регулятор и задание для него;
- двух- и трехпроходное управление;
- логика управления тормозом;
- автоматический захват с поиском скорости и повторный пуск;
- конфигурирование неисправностей и типов остановки;
- сохранение конфигурации в памяти ПЧ.



- (1) Сетевой дроссель (однофазный или трехфазный)
- (2) Контакты реле неисправности для дистанционного контроля состояния преобразователя частоты
- (3) Подключение дискретных входов зависит от положения переключателя

Рисунок 3.3 – Схема преобразователей частоты для асинхронных двигателей

Преобразователь частоты быть оснащен следующим дополнительным оборудованием:

- тормозные сопротивления;
- сетевые дроссели;
- входные фильтры подавления радиопомех и выходные фильтры;
- пластина для установки на профильной рейке;
- комплект для соответствия нормам UL типа 1;
- пластина для замены преобразователя.

Несколько функций могут быть назначены на один и тот же дискретный вход.

3.4 Безопасности жизнедеятельности при работе с электроприводом

Общие требования безопасности.

К обслуживанию электрооборудования допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний, мешающих выполнению работ, получившие вводный и первичный инструктажи на рабочем месте, производственное обучение.

Электромонтер должен иметь навыки приемов технических методов обслуживания электроустановок. Он должен быть обеспечен всеми средствами индивидуальной защиты и спецодеждой. Инструменты и средства защиты должны быть испытаны, исправны и использоваться по назначению.

Требования безопасности при монтажных работах

Для производства монтажных работ в действующих или находящихся под напряжением электроустановках мастер должен оформить доступ, к работе получив от эксплуатирующей организации соответствующий наряд и совместно с лицом, допущенным к работе проверить наличие условий, обеспечивающих безопасное ведение работ, в местах, где имеется или может

появиться высокое напряжение, от эксплуатационного персонала должен быть назначен наблюдающий.

При монтаже наземного оборудования (станций управления и трансформаторов) используют краны. Выполнять работы по монтажу электрооборудования и электросетей с крана можно только тогда, когда краном не поднимают и не перемещают грузы. Монтаж с крана допустим лишь при наличии ограждений крановых троллеев и других открытых токоведущих деталей крана, находящихся под напряжением. К работе с монтажным пистолетом допускается только специально обученный персонал.

Все применяемые для подъёма тяжелых деталей подъёмные устройства, а также тросы должны периодически проходить осмотры и испытания для проверки их пригодности и иметь соответствующий паспорт. При необходимости устраивают сплошные настилы со сплошными ограждениями, исключающие падения предметов с высоты. Кроме общих мер, обеспечивающих безопасность персонала при производстве работ, соблюдают следующие меры предосторожности: не оставляют на весу поднятые конструкции или оборудование; не производят перемещение подъём и установку щитов, блоков, магнитных станций без принятия мер, предупреждающих их опрокидывание не крепят стропы, тросы и канаты за изоляторы, контактные детали или отверстия лап; внимательно следят за подаваемыми сигналами.

При работе применяют электрифицированный инструмент на напряжение 220/127 В при условии надёжного заземления корпуса электроинструмента и применение резиновых перчаток и диэлектрических галош. В помещениях особо опасно и с повышенной опасностью, а также вне помещений работать с электроинструментом напряжением свыше 36 В нельзя, если он не имеет двойной изоляции или не включён в сеть через разделяющий трансформатор, или не имеет защитного отключения.

При монтаже оборудования и аппаратуры понижающих станций или распределительных устройств следует сначала проверить исправность монтажных приспособлений, целостность тросов, канатов и их соответствие массе перемещаемых грузов.

Безопасность выполнения работ обеспечивается также организационными мерами. К ним относятся оформления работы нарядов, оформления допуска к работе, надзор во время работы и т.п.

При эксплуатации действующих электроустановок применяют различные электробезопасные средства и предохранительные приспособления.

Ручное включение и отключение оборудования напряжением свыше 1000 В необходимо выполнять в диэлектрических перчатках, колошах или на коврике. Отключение выполняют с видимым разрывом электрической цепи, для чего отключают разъединители, снимают плавкие вставки предохранителей, отсоединяют привода сети. После вывешивания плаката проверяют отсутствие напряжения на отключенном участке сети. В оперативном журнале делают запись об отключении. Включение производят только после отметки в журнале об окончании работ с указанием ответственного лица.

Безопасность выполнения работ обеспечивается также организационными мерами. К ним относятся оформления работы нарядов, оформления допуска к работе, надзор во время работы и т.п.

Наряд есть письменное разрешение на работу в электроустановках, определяющее место, время, начало и окончание работ; условия безопасного его проведения; состав бригады и лиц, ответственных за безопасность. Без наряда по устному или письменному распоряжению, но с обязательной записью в журнале могут выполняться такие работы, как уборка помещений до ограждения электрооборудования, чистка кожухов, доливка масла в подшипники, уход за коллекторами, контактными кольцами, щётками, замена пробочных предохранителей. При работе в электроустановках напряжением до 1000 В без снятия напряжения необходимо:

- оградить расположенные вблизи рабочего места другие токоведущие части, находящиеся под напряжением, к которым возможно случайное прикосновение;

- работать в диэлектрических галошах или стоя на изолирующей подставке, либо на диэлектрическом ковре;

- применять инструмент с изолирующими рукоятками (у отвёрток, кроме того, должен быть изолирован стержень), при отсутствии такого инструмента пользоваться диэлектрическими перчатками. При производстве работ без снятия напряжения на токоведущих частях с помощью изолирующих средств защиты необходимо:

- держать изолирующие части средств защиты за рукоятки до ограничительного кольца;

- располагать изолирующие части средств защиты так, чтобы не возникла опасность перекрытия по поверхности изоляции между токоведущими частями двух фаз или замыкания на землю;

- пользоваться только сухими и чистыми изолирующими частями средств защиты с неповреждённым лаковым покрытием.

При обнаружении нарушения лакового покрытия или других неисправностей изолирующих частей средств защиты пользование ими должно быть немедленно прекращено.

При работе с применением электрозащитных средств (изолирующие штанги, электроизмерительные клещи, указатели напряжения) допускается приближение человека к токоведущим частям на расстояние, определяемое длиной изолирующей части этих средств.

Ежесменные осмотры электрооборудования и сетей должен производить дежурный электромонтёр. При осмотре обращать внимание на следующее:

- отсутствие изменений от обычного состояния электрооборудования при его функционировании;

- степень коррозии, окраски труб, крепёжных элементов,

- отсутствие люфт в местах присоединения труб и кабелей к электрооборудованию, наличие заглушек на неиспользуемых вводах, исправность прокладок, крышки фитингов и коробки должны быть завёрнуты до отказа;

- исправность вводов проводов и кабелей в электрооборудование;

- исправность заземляющих устройств;

- наличие предупреждающих плакатов и знаков маркировки на взрывозащищённом электрооборудовании;

- наличие всех предусмотренных конструкцией болтов, крепящих элементы оболочки (они должны быть хорошо затянуты);

- попадание на электрооборудование брызг, капель и пыли;

Внеочередные осмотры электроустановок должны проводиться после её автоматического отключения устройствами защиты. При этом должны быть приняты меры против самовключения установки или включения её посторонними лицами.

При обнаружении ненормальной работы силового трансформатора дежурный электромонтёр должен вывести его из работы с обязательным соблюдением всех мер личной безопасности, используя необходимые средства индивидуальной защиты. Такое отключение производится при:

- сильном неравномерном шуме и потрескивании внутри трансформатора;

- ненормальном и постоянно возрастающем нагреве трансформатора при номинальной нагрузке и работе устройств охлаждения;

- выбросе масла из расширителя или разрыве диафрагмы выхлопной трубы;

- течи масла с понижением его уровня ниже уровня масломерного стекла.

При этом делается запись в оперативном журнале и сообщается ответственному за электрохозяйство

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей требуют проводить регулярные осмотры и ремонт электросетей, а также измерения сопротивления и изоляции.

Требования безопасности во время работы.

Все работы по ремонту действующего электрооборудования следует производить только при снятом напряжении с ремонтируемой электроустановки. В отдельных случаях ПТБ разрешают производство небольших по объему работ по устранению неполадок без снятия напряжения. В электроустановках напряжением до 380 В такие работы разрешаются (за исключением особо опасных помещений) электромонтеру, имеющему квалификационную группу по ТБ, в присутствии второго лица, старшего по должности, имеющего группу IV или V.

Работы по ремонту электрооборудования производятся по наряду-допуску, распоряжению или в порядке текущей эксплуатации с записью в оперативном журнале согласно перечню испытаний согласно перечня работ, выполняемых электротехническим персоналом в порядке текущей эксплуатации, утвержденным главным энергетиком.

Работа по проверке, испытанию и ремонту связанные с подачей напряжения, могут проводиться не менее двумя лицами, одно из которых должно иметь квалификационную группу не ниже 4 при работе в электроустановках свыше 1000 В и не ниже 3 в электроустановках до 1000 В.

В рукоятках всех отключающих аппаратах, с помощью которых может быть подано напряжение к месту работы, вывешивают предупредительные плакаты "Не включать - работают люди".

Питание временных схем для ремонта, проверок и испытаний электросетей должно выполняться через выключатель, рубильник, автомат закрытого исполнения с защитой и ясным обозначением включённого и отключенного положения. Во избежание опасности которая может

возникнуть для ремонта персонала или ошибочной подачи напряжения в ремонтируемый участок электросети, все фазы отключённой части заземляют и закорачивают. Перед тем как наложить заземление на ремонтируемый участок, проверяют отсутствие напряжения.

Если требуется произвести ремонт в действующей электросети, с которой снять напряжение не представляется возможным то работы проводят в диэлектрических перчатках, стоя на резиновых ковриках. При измерениях с помощью мегомметра проверяемый участок предварительно отключают со всех сторон, откуда на него может быть подано напряжение. Ответственный за ремонтные и испытательные работы отвечает за точное выполнения всех мер безопасности.

В ремонтных помещениях необходимо соблюдать чистоту и порядок, не допускать захламления. Отходы материалов, тряпки, стружку, опилки надо регулярно убирать в специально отведённые места. Обтирочные материалы должны храниться в металлических ящиках с крышками. Ветошь бывшая в употреблении, обладает способностью к самовозгоранию, необходимо ежедневно удалять в случае возникновения пожара или возгорания принимаются немедленные меры по его ликвидации и одновременно сообщается в пожарную часть.

Требования безопасности в аварийных ситуациях.

- При возникновении аварий и аварийных ситуаций поставить в известность руководителя подразделения и принять меры по устранению аварийной ситуации.
- При несчастных случаях с людьми оказать им первую помощь и вызвать скорую медицинскую помощь.

Требования безопасности по окончанию работы.

По окончании ремонтных работы электромонтер должен:

1. Привести в порядок рабочее место, сложив отходы и детали в отведенные места, протереть и очистить оборудование.

2.Собрать использованных обтирочный материал и сложить его в соответствующую тару (металлический ящик)

3.Убрать в специально отведенное место инструмент, приспособления, техническую документацию, схемы.

4.Произвести запись в оперативном журнале о произведенных в течение смены отключениях, произведенных ремонтах.

5.Снять и уложить в отведенное место спецодежду, сдать полученные дополнительные СИЗ и предохранительные приспособления.

6.Тщательно вымыть руки и лицо или принять душ.

Размещение ремонтно-технологического оборудования

Размещение ремонтно-технологического оборудования выполнено с соблюдением нормативных расстояний, приведенных в «Единых требованиях безопасности и производственной санитарии к конструкции ремонтно-технологического оборудования, оснастке и технологическим процессам ремонта сельскохозяйственной техники».

Мероприятия по пожарной безопасности.

Для улучшения предлагаются следующие мероприятия:

- необходимо доукомплектовать пожарные щиты необходимым оборудованием (установить новые огнетушители, ящики с песком; приобрести войлочно-асбестовые покрывала);

- диспетчерский пункт должен быть обеспечен наружной связью и исправными фонарями. Система оповещения о пожаре должна обеспечивать в соответствии с планами эвакуации передачу сигналов оповещения одновременно по всему предприятию. Громкоговорители должны быть подключены к сети без разъемных устройств;

- на территории предприятия не должны складироваться строительные и другие материалы, которые бы мешало прохождению пожарной команды. Территория должна своевременно очищаться от мусора, тары и горючих отходов;

- пожарные краны внутреннего противопожарногопровода должны быть укомплектованы рукавами и стволами. Пожарный рукав должен быть присоединен к крану и стволу.

Меры экологической безопасности.

По федеральному закону «Об охране окружающей среды» (2002 г.): охрана окружающей среды - есть система мероприятий направленное на рациональное использование, охрану и восстановление природных ресурсов, на защиту от загрязнения и разрушения естественного природного фона. К этой системе относятся также проведение мероприятий для создания оптимальных условий сосуществования природы и человеческого общества.

Требования, предъявляемые к сельскохозяйственному производству:

- большая загазованность и токсичность в атмосфере, приводящие к загрязнению окружающей среды в населенных пунктах;

- захламление зеленых насаждений, ведет к вырождению лесополос;

- в процессе ремонтного производства выбрасываются механические и химические загрязнения и нефтепродукты

- охрана воздушного бассейна от вредных выбросов, содержащихся в дымовых газах, осуществляется путем выбрасывания газов в атмосферу через дымовую высотой 31,8 м для того, чтобы содержание вредных веществ в нижних слоях атмосферы соответствовало ПДК;

- озеленение территории;

- устроено специальное место для сбора твердых отходов;

- сточные воды перед утилизацией проходят полную биологическую очистку и обеззараживание на очистных сооружениях и сливаются в реку;

- осажденные твердые отходы утилизируются силами хозяйства на поля;

- атмосферные осадки с территории объекта собираются и отводятся на очистные сооружения.

Загрязнение атмосферы соответствует ГОСТу 17.2.3.02- 78 “Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ, промышленными предприятиями”.

Загрязнение поверхностных вод вредными веществами должно соответствовать ГОСТу 17.1.3.13-86 “Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений” [10].

2. Очищаемая на очистных сооружениях вода должна соответствовать ГОСТу 11091-630.8-83 “Охрана окружающей среды. Типовая инструкция по эксплуатации очистных сооружений” [10].

3.5 Технико-экономическое обоснование электроснабжения

Расчет кабельных линий.

Для расчета технико-экономических показателей составляется таблица исходных данных (таблица 3.1)

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета

Наименование	Варианты	
	базовый	новый
1	2	3
Длина кабеля, км	2,3	1,8
Марка кабеля	АВБбШв(4×16)	АВБбШв(4×16)
Стоимость 1 км кабеля, тыс.руб	65	65
Расход металла на 1 км, т/км	0,15	0,15
Стоимость трансформатора, тыс.руб	310	310
Стоимость выключателя	60	60

Определение капитальных затрат:

Стоимость кабельной линии определяется по формуле:

$$K_n = n \cdot L \cdot K_1,$$

где K_n – стоимость кабельной линии;

n – число жил кабеля;

L – длина кабеля, км;

K_1 – стоимость 1 км кабеля;

$$K_n^0 = n \cdot L \cdot K_1 = 4 \cdot 2,3 \cdot 65 = 598 \text{ тыс.руб.},$$

$$K_n^1 = n \cdot L \cdot K_1 = 4 \cdot 1,8 \cdot 65 = 468 \text{ тыс.руб.}$$

Полная масса металла определяется по формуле:

$$G = n \cdot L \cdot q,$$

где G – полная масса металла, кг;

L – длина кабеля, км;

q – расход металла на 1 км, т/км;

$$G^0 = n \cdot L \cdot q = 4 \cdot 2,3 \cdot 0,15 = 1,38 \text{ кг.},$$

$$G^1 = n \cdot L \cdot q = 4 \cdot 1,8 \cdot 0,15 = 1,08 \text{ кг.}$$

Определение эксплуатационных расходов на кабельную линию:

Коэффициент загрузки кабельной линии определяется по формуле:

$$K_z = \frac{I_{p.n}}{I_n},$$

где K_z – коэффициент загрузки кабельной линии;

$$K_z = \frac{I_{p.n}}{I_n} = \frac{70}{72} = 0,97.$$

Потери в кабеле при полной нагрузке: $\Delta P_n = 60 \text{ кВт/км.}$

Действительные потери мощности определяется по формуле:

$$\Delta P = n \cdot L \cdot \Delta P_n \cdot K_z^2,$$

где P – потери мощности, кВт;

n – число жил;

L – длина кабеля, км;

K_z – коэффициент загрузки кабельной линии;

$$\Delta P^0 = n \cdot L \cdot \Delta P_n \cdot K_z^2 = 4 \cdot 2,3 \cdot 60 \cdot 0,97^2 = 519,4 \text{ кВт.},$$

$$\Delta P^1 = n \cdot L \cdot \Delta P_n \cdot K_z^2 = 4 \cdot 1,8 \cdot 60 \cdot 0,97^2 = 406,5 \text{ кВт.}$$

Потери электроэнергии в линии определяется по формуле:

$$\Delta \mathcal{E}_\lambda = \Delta P \cdot T_r,$$

где $\mathcal{E}_\lambda$ – потери электроэнергии в линии, кВт*ч;

P – потери мощности, кВт;

T_r – годовая загрузка;

$$\Delta \mathcal{E}_\lambda^0 = \Delta P \cdot T_r = 519,4 \cdot 5500 = 2856700 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

$$\Delta \mathcal{E}_\lambda^1 = \Delta P \cdot T_r = 406,5 \cdot 5500 = 2235750 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Стоимость потерь электроэнергии рассчитывается по формуле:

$$C_\pi = C_0 \cdot \Delta \mathcal{E}_\lambda,$$

где C_π – стоимость потерь электроэнергии;

C_0 – стоимость электроэнергии, руб/кВтч; ($C_0 = 2,23$ руб/кВт ч)

$\mathcal{E}_\lambda$ – потери электроэнергии в линии;

$$C_\pi^0 = C_0 \cdot \Delta \mathcal{E}_\lambda = 2,23 \cdot 0,001 \cdot 2856700 = 6370,4 \text{ тыс.руб},$$

$$C_\pi^1 = C_0 \cdot \Delta \mathcal{E}_\lambda = 2,23 \cdot 0,001 \cdot 2235750 = 4985 \text{ тыс.руб}.$$

Амортизационные отчисления на кабельную линию определяется по формуле:

$$C_{ал} = \varphi_\lambda \cdot K_\lambda,$$

где $C_{ал}$ – амортизационные отчисления, тыс.руб;

$$\varphi = 0,03;$$

K_λ – стоимость кабельной линии, тыс.руб;

$$C_{ал}^0 = \varphi_\lambda \cdot K_\lambda = 0,03 \cdot 598 = 17,94 \text{ тыс.руб},$$

$$C_{ал}^1 = \varphi_\lambda \cdot K_\lambda = 0,03 \cdot 468 = 14,04 \text{ тыс.руб}.$$

Расчет трансформаторных подстанций.

Для примера определим технико-экономические показатели трансформаторов установленных в ТП. На ТП установлены два трансформатора типа: ТМ 6/0.4 мощностью 630 кВа.

Технические параметры трансформатора:

$$I_{xx}=1,5\%; U_{кз}=5,5\%; \Delta P_{xx}=1,55 \text{ кВт}; \Delta P_{кз}=8 \text{ кВт}.$$

Стоимость одного трансформатора $K_{\text{отп}}=310$ тыс.руб. Тогда полная стоимость цеховой ТП будет равна:

$$K_{\text{тп}} = 310 \cdot 2 = 620 \text{ тыс.руб.}$$

Определим приведенные потери в трансформаторе:

$$\Delta P'_{\tau} = n \cdot \Delta P'_{xx} + n \cdot K_{\tau}^2 \cdot \Delta P'_{кз} = 2 \cdot 2 + 2 \cdot 0,28 \cdot 9,73 = 9,41 \text{ кВт},$$

$$\Delta P'_{xx} = \Delta P_{xx} + K_{\text{шт}} \cdot \Delta Q_{xx} = 1,55 + 0,05 \cdot 9,45 = 2 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{xx} = \frac{I_{xx} \cdot S_{\text{шт}}}{100} = 9,45 \text{ кВар},$$

$$\Delta P'_{кз} = \Delta P_{кз} + K_{\text{шт}} \cdot \Delta Q_{кз} = 8 + 0,05 \cdot 34,65 = 9,73 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{кз} = \frac{U_{кз} \cdot S_{\text{шт}}}{100} = \frac{5,5 \cdot 630}{100} = 34,65 \text{ кВар}.$$

Определим стоимость потерь электроэнергии в трансформаторе:

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{тп}} = \Delta P'_{\tau} \cdot T_{\tau} = 9,41 \cdot 5500 = 51736,95 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}.$$

Стоимость потерь в трансформаторе:

$$C_{\text{п}} = \Delta \mathcal{E}_{\text{тп}} \cdot C_0 = 51736,95 \cdot 2,23 \cdot 0,001 = 115,4 \text{ тыс.руб.}$$

Стоимость амортизационных отчислений:

$$C_{\text{атп}} = \varphi_{\text{тп}} \cdot n \cdot K_{\text{тп}} = 0,06 \cdot 2 \cdot 310 = 37,2 \text{ тыс.руб.}$$

Расчет выключателей.

На линии установлено два выключателя марки ВВ-АЭ, стоимость выключателя составляет 60 тыс.руб, тогда капитальные вложения на установку выключателя составят:

$$K_{\text{за}} = K_1 \cdot n = 60 \cdot 2 = 120 \text{ тыс.руб},$$

где K_1 - стоимость выключателя; n - количество выключателей.

Эксплуатационные расходы на выключатель составят:

$$C_{\text{за}} = K_{\text{за}} \cdot \varphi_{\text{а.эл}} = 120 \cdot 0,06 = 7,2 \text{ тыс.руб},$$

где $\phi_{a,эл}$ - коэффициент окупаемости электрооборудования для срока в шесть лет.

Рассмотрим на примере ТП, результаты расчета результатов расчета других вариантов сведем в табл. №8

На линии установлено два выключателя марки ВВ-АЭ, стоимость выключателя составляет 60 тыс.руб, тогда капитальные вложения на установку выключателя составят:

$$K_{за} = K_1 \cdot n = 60 \cdot 2 = 120 \text{ тыс.руб,}$$

где K_1 - стоимость выключателя; n - количество выключателей.

Эксплуатационные расходы на выключатель составят:

$$C_{за} = K_{за} \cdot \phi_{a,эл} = 180 \cdot 0,06 = 10,8 \text{ тыс.руб,}$$

где $\phi_{a,эл}$ - коэффициент окупаемости электрооборудования для срока в шесть лет.

Расчеты приведены в виде таблицы 3.2

Таблица 3.2 – Результаты расчета

Назначение	Количество выключателей	Цена	$K_{за}$	$C_{a,эл}$
ТП1	3	60	180,00	10,80
ТП1-РП1	1	60	60,00	3,60
ТП1-РП2	1	60	60,00	3,60
ТП1-РП3	1	60	60,00	3,60
ТП1-РП4	1	60	60,00	3,60
ТП1-РП5	1	60	60,00	3,60
ТП1-РП6	1	60	60,00	3,60
ТП1-РП7	1	60	60,00	3,60
ТП1-РП8	1	60	60,00	3,60
ТП1-РП9	1	60	60,00	3,60
итого:	-	-	720,00	43,20

Определение затрат

Затраты на схему определим по формуле:

$$З = P_n (K_{\text{л}} + K_{\text{тп}} + K_{\text{за}}) + (C_{\text{пл}} + C_{\text{птп}} + C_{\text{ал}} + C_{\text{атп}} + C_{\text{аза}}),$$

где P_n – коэффициент эффективности капитальных вложений, зависящий от срока окупаемости;

$K_{\text{л}}$, $K_{\text{тп}}$, $K_{\text{за}}$ – капитальные вложения линий, трансформаторов и электрических аппаратов;

$C_{\text{пл}}$, $C_{\text{птп}}$ – стоимость потерь в линиях и трансформаторах;

$C_{\text{ал}}$, $C_{\text{атп}}$, $C_{\text{аза}}$ – стоимость амортизационных отчислений линий, трансформаторов и электрических аппаратов.

$$З^0 = 0,15 \cdot (598 + 620 + 120) + (6370,4 + 115,4 + 17,94 + 37,2 + 7,2) = 6748,84 \text{ т.р.}$$

$$З^I = 0,15 \cdot (468 + 620 + 120) + (4985 + 115,4 + 14,04 + 37,2 + 7,2) = 6264,8 \text{ т.р.}$$

Результаты расчетов сводятся в таблицу.

Таблица 3.3 – Сравнительные технико-экономические показатели

Наименование показателей	Варианты	
	Базовый	Новый
Энергоемкость	2856700	2235750
Металлоемкость на 1 км	1,38	1,08
Фондоемкость	65	65
Уровень эксплуатационных затрат	17,94	14,04
Приведенные затраты	6748,84	6264,8

Сравнивая технико-экономических показателей по таблице можно сделать вывод, что проектируемая схема является экономически выгодной. Они по многим показателям опережают базовую.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения ВКР разработана система электроснабжения цеха по переработки семян подсолнечника и преобразователя частоты пневмомеханического обрубивателя семян. Также разработана схема электроснабжения предприятия в целом.

Преимущества внедрения преобразователей частоты:

- полную защиту электродвигателя;
- плавное регулирование скорости вращения электродвигателя практически от нуля до номинального значения при сохранении максимального момента на валу;
- уменьшение потребления электроэнергии за счет оптимального управления электродвигателем в зависимости от нагрузки от 20% до 75%;
- плавный пуск электродвигателя с током, не превышающим номинального значения;
- устранение пиковых нагрузок на электросеть и просадок напряжения в ней в момент пуска электропривода;
- увеличение срока службы электропривода и оборудования; повышение надежности, упрощение технического обслуживания;
- повышение качества выпускаемой продукции;
- снижение трудозатрат, повышение безопасности производства;
- снижение энергоемкости производства, улучшение экологической обстановки.

Сравнивая рассчитанные технико-экономические показатели можно сделать вывод, что проектируемая конструкция является экономически выгодной. Она по многим показателям (фондоемкость, энергоемкость, металлоемкость, уровень эксплуатационных затрат, уровень приведенных затрат) опережает базовую. Срок окупаемости ее ниже 5 лет и коэффициент эффективности 0,6. Из всего следует, что проектируемая конструкция является экономически эффективной.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ-6 и ПУЭ-7, 8-й выпуск), Новосибирск, Сиб. унив. изд. 2007 г.
2. Кудрин Б. И. “ Электроснабжение промышленных предприятий”.
3. Лещинская Т. Б. “Электроснабжение сельского хозяйства”, из-во “Колос”, 2006 г.
4. П. А. Рубцов, П. А. «Применение электрической энергии в сельском хозяйстве». Москва 1997 г.
5. Г.И. Назаров, Н.П.Оленник « Основы электропривода и применение электроэнергии в сельском хозяйстве».М. Колос 1965 г.
6. Г. И. Назаров.» Электропривод и применение электроэнергии в с-х». – М. Колос, 1972 г.
7. Справочник. Применение электроэнергии в с/х. Под редакцией П.Н. Листова. М. Колос,1974 г.
8. А.Г. Мудров, «Текстовые документы» - Учебно – справочные пособия,, Казань, РИЦ»Школа», 2004 г.
9. Н.С. Власов и др. « Организация производства в с/ х предприятиях», - М. Колос, 1982 г.
- 10.В.Н. Михайлов и др. « Охрана труда в с/х», М. Агропромиздат, 1989 г.
- 11.Ф.М. Канарев «Охрана труда», М. Колос, 1982 г.
- 12.С. В. Белов и др. «Безопасность жизнедеятельности», учебник для ВУЗов, 2-е изд., М-Высш.-шк., 1999 г.
13. Булгариев Г.Г. и др .«Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ», 2009 г.

14. Ермаков Ф.Х. и Ахмадуллин В.Г. Методические указания по разработке разделов «Безопасность жизнедеятельности на производстве» и «Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях» в дипломных проектах факультетов технического сервиса и механизации сельского хозяйства, 2005 г.
15. Л.Б. Масандилов «Регулирование частоты вращения асинхронных электродвигателей», 1978 г.
16. Лихачев «Электродвигатели асинхронные», 2002 г.
17. Г.Б. Онищенко «Электрический привод», 2003 г.
18. Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. - М.: Высшая школа, 1990 г.
19. Александров К.К., Кузьмина Е.Г. Электротехнические чертежи и схемы. - М.: Энергоатомиздат, 1990 г.
20. Справочник по проектированию электроснабжения. Под редакцией Барыбина Ю.Г., Федорова Л.Е. и др. - М.: Энергоатомиздат, 1990 г.
21. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. - М.: Энергия, 1975 г.

ОТЗЫВ

о работе выпускника Фасхиева Р.Ф. над выпускной квалификационной работой на тему: «Совершенствование системы электроснабжения цеха по переработке маслосемян с разработкой регулируемого электропривода семенорушки»

В современных условиях одним из важнейших проблем в сельском хозяйстве является энергосбережение. Поэтому работы в этом направлении имеют практическое значение. Данная работа, направленная на снижение затрат электроэнергии сельскохозяйственного предприятия, в частности, цеха переработки продукции растениеводства актуальная.

С поставленной задачей Фасхiev Р.Ф. справился успешно: им усовершенствована система электроснабжения цеха по переработке маслосемян и разработан регулятор частоты вращения электродвигателя привода вентилятора новой семенорушки пневмомеханического типа. Разработанный преобразователь частоты позволяет управлять приводом пневмомеханической семенорушки, что обеспечивает повышение её энергоэффективности.

В процессе работы над выпускной квалификационной работой Фасхiev Р.Ф. показал себя только с положительной стороны. К работе приступил своевременно и работал по календарному графику. Он умеет самостоятельно работать с учебной, научной и специальной литературой, и решать конкретные инженерные, технологические и организационные задачи.

Считаю, что Фасхiev Равиль Фаилевич вполне заслуживает присвоения квалификации «Бакалавр» по направлению «Агроинженерия».

Руководитель ВКР,
д. т. н., профессор



Нуруллин Э. Г.

10.06.2020 г.

С отзывом ознакомлен



Фасхiev Р.Ф..