

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович
Должность: ректор ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ
Дата подписания: 26.04.2021 15:15:55
Уникальный программный ключ:
5b8335c1f3d6e7bd91a51b28834cdf2b81866938

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И.Вавилова

**Методические указания по
курсовой работе по дисциплине
«Эксплуатация электрооборудования и
средств автоматизации»
на тему:
«ОБОСНОВАНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ И
ТЕХНОЛОГИИ ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ»**

Направление подготовки
35.03.06 Агроинженерия

Саратов 2019

Методическое пособие по выполнению курсовой работы по дисциплине «Эксплуатация электрооборудования и средств автоматизации» для направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия профиль Электрооборудование и электротехнологии / Сост.: Ю.В. Иванкина // ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – Саратов, 2019. – 25 с.

Учебное пособие составлено в соответствии с учебным планом по дисциплине «Эксплуатация электрооборудования и средств автоматизации» и предназначено для бакалавров направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия профиля «Электрооборудование и электротехнологии».

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Анализ исходных данных и задачи проектирования	4
2. Обоснование периодичности текущего ремонта электрооборудования	6
3. Описание технологии текущего ремонта электродвигателя	10
4. Компоновка участка по проведению ТО и ТР электрооборудования	12
5. Выбор оборудования для диагностирования и ремонта	16
Список литературы	22

Введение

Опыт электрификации сельского хозяйства показывает, что без хорошей работы электротехнической эксплуатационной службы только увеличение числа электроустановок не дает ожидаемого роста эффективности производства и не позволяет полностью использовать возможности электрооборудования. Эксплуатационная надежность электрооборудования пока еще не удовлетворяет в достаточной мере требованиям сельскохозяйственного производства. Электродвигатели выходят из строя в 1,5...3 раза чаще, чем регламентировано в нормативной документации. Затраты на техническую эксплуатацию за срок нормативной окупаемости в 4...10 раз превышает стоимость нового электрооборудования. Все это снижает выпуск продукции и увеличивает ее себестоимость.

Методические указания предназначены для выполнения курсовой работы по дисциплине «Эксплуатация электроэнергетического оборудования и средств автоматизации». Задача методического указания – научить обучающихся обеспечивать высокую эксплуатационную надежность электрооборудования за счет выбора оптимальной периодичности и текущего ремонта.

Содержание расчетно-пояснительной записки:

Введение

1. Анализ исходных данных и задачи проектирования (задание к курсовой работе смотреть в приложении).
2. Обоснование периодичности текущего ремонта (ТР).
3. Описание технологии ТР.
4. Разработка компоновки участка для ТР.
5. Выбор оборудования для диагностирования и ремонта.
6. Оценка эффективности предложенных решений.

1. Анализ исходных данных и задачи проектирования

Сельскохозяйственное предприятие использует большой парк электрооборудования. Анализ результатов эксплуатации этого парка свидетельствует о том, что энерговооруженность труда по установленной мощности соответствует передовому уровню эксплуатации сельского хозяйства. Однако показатели надежности отстают от нормативных значений. Так, двигатели серии 4А рассчитаны на безотказную работу в течение 10 лет, а фактическое время безотказной работы до капитального ремонта составляет в производстве 3,5 года, в растениеводстве – 4 года, а подсобных предприятиях – 5 лет.

Эксплуатационная надежность электрооборудования зависит от многих факторов: периодичности проведения технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта (ТР), наличие участка и технических средств для выполнения

ТР, квалификации персонала электротехнической службы, правильного выбора типа защиты и режима использования электрооборудования и т.д.

В исходных данных на курсовое проектирование приведены сведения о работе электроприводов до критического состояния по сопротивлению изоляции, а также о размере технологического ущерба и интенсивности отказов с указанием затрат на профилактику и ремонт; годовой объем работ электротехнической службы в у.е.э.

В курсовой работе ставится задача повышения надежности за счет совершенствования системы профилактических мероприятий:

- обоснование оптимальной периодичности ТО и ТР;
- описание технологии ТР;
- разработка участка для ТР и его компоновка;
- выбор диагностического оборудования.

2. Обоснование периодичности текущего ремонта электрооборудования

В зависимости от условий эксплуатации система ППРЭСх допускает отступления от нормируемой периодичности ТО и ТР. Для этого необходимо знать методы определения оптимальной периодичности профилактических мероприятий: статистический, классический и метод теории надежности.

Для решения этой задачи в исходных данных должны быть сведения о надежности изучаемого электрооборудования, о влиянии периодичности профилактик на надежность и размер технологического ущерба и др.

2.1. Статистический метод.

По данному методу выбирают частный или обобщенный критерий состояния электрооборудования (например значение сопротивления изоляции до критического состояния за некоторый период). Проводят наблюдения за выбранным электрооборудованием и по статистическим данным устанавливают закон распределения времени достижения предельного значения критерия. По полученным характеристикам распределения подбирают такую продолжительность между профилактическими мероприятиями, при которой соблюдается их предупредительный характер для заданного числа электрооборудования.

Рассмотрим применение метода на следующем примере.

2.1.1. Исходные данные:

Таблица 1 – Исходные данные

№ электропривод а	Время работы электропривода до критического состояния по $R_{из}$, мес.
1	13
2	20
3	14
4	19
5	16
6	17

2.1.2. Расчет статистических показателей

Объектом изучения служат 6 электроприводов, а критерием их предельного состояния – время работы до критического состояния, определяемого по сопротивлению изоляции. На рисунке 1 показана выровненная кривая плотности распределения наработки электроприводов до предельного состояния по принятому критерию. В обозначениях принято: t_{\min} , \bar{t} , t_{\max} – наименьшая, средняя и наибольшая продолжительности работы электропривода пускателя до предельного состояния; t_0 – оптимальная периодичность профилактических мероприятий; σ – среднее квадратичное отклонение наработки на отказ.

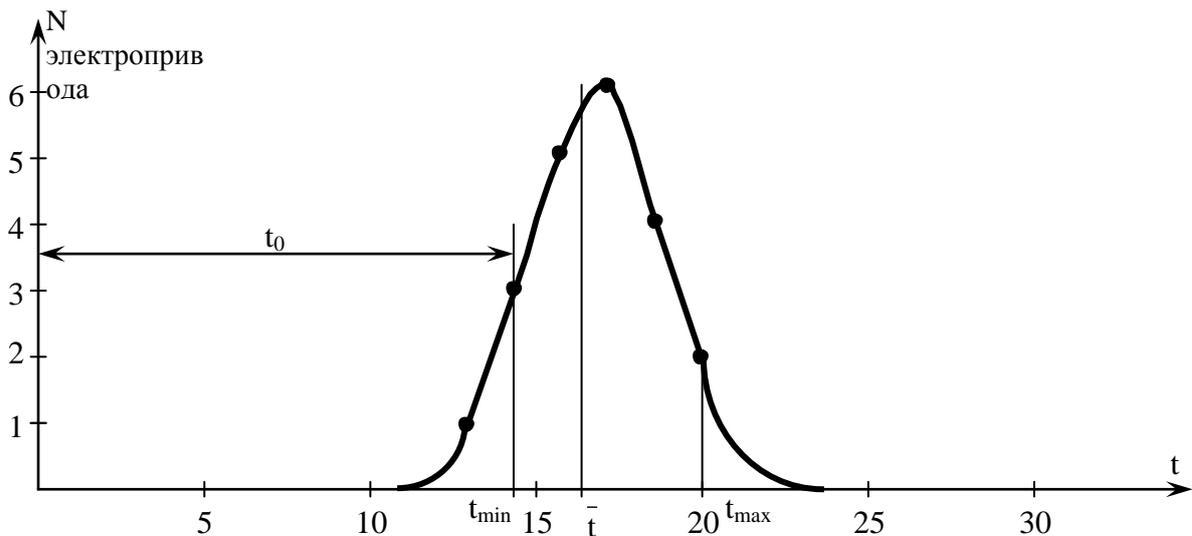


Рисунок 1 - Кривая плотности распределения наработки электроприводов до предельного состояния

Если принять $t_0 = \bar{t}$, то профилактические мероприятия в целом окажутся запоздалыми, поскольку за этот период половина всех электроприводов достигнет предельного состояния по рассмотренному параметру. Следовательно, необходимо рассчитать оптимальную периодичность. Для этого сначала определим параметры статистического распределения.

Математическое ожидание, мес.:

$$M^*|t| = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} = \frac{13+20+14+19+16+17}{6} = 16,5.$$

Дисперсия, мес.²:

$$D^*(t) = \frac{\sum_{i=1}^n (t_i - M^*|t|)^2}{n} = 6,25.$$

Среднее квадратичное отклонение, мес.:

$$\sigma^*(t) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - M^*|t|)^2}{n}} = 2,5.$$

2.1.3. Выбор оптимальной периодичности

Периодичность принято считать оптимальной

$$t_0 = \bar{t} - \sigma = 16,5 - 2,5 = 14$$

Если $t_0 = \bar{t} + \frac{2}{3}\sigma = 16,5 + \frac{2}{3} \cdot 2,5 = 18,1$, то предельное состояние будет у 67 % электроприводов, при $t_0 = \bar{t} + 3\sigma = 16,5 + 3 \cdot 2,5 = 24$ – 99 %. Другими словами при выборе $t_0 > t$ профилактики теряют предупредительный характер.

Если принять $t_0 = t_{\min}$, где $t_{\min} = \bar{t} - 3\sigma$, то практически все электроприводы не достигнут предельного состояния и остановки машины для проведения профилактических мероприятий окажутся слишком частыми. При $t_0 = \bar{t} - \sigma$ лишь 15 % электроприводов достигнут предельного состояния, а для всех остальных мероприятий сохранят предупредительный характер и не будут частыми.

Таким образом, периодичность $t_0 = \bar{t} - \sigma = 14$ можно считать оптимальной для электроприводов, т.к. отступления от нее в большую сторону приводят к быстрому понижению эксплуатационной надежности электроприводов, а отступления в меньшую сторону – к увеличению простоев и затрат.

2.2. Классический метод

Этот метод заключается в составлении функции цели (критерия) и исследований ее на экстремум.

Пусть для некоторого объекта, например для электропривода, затраты на одну профилактику составляют Z_{Π} , на один капитальный ремонт Z_p , интенсивность отказов при исходной периодичности профилактик λ , технологический ущерб из-за отказа, выраженный в долях от Z_p – y^* . Известно, что с увеличением периодичности T годовые затраты на профилактики снижаются, а на ремонт, включая ущерб, возрастают.

Целевая функция удельных суммарных затрат имеет вид:

$$Z = \frac{Z_{\Pi}}{T} + \lambda \cdot Z_p \cdot (1 + y^*) \cdot T^{\alpha} \quad (1),$$

где α – показатель эффективности профилактик.

Исследуя уравнение на экстремум

$$\frac{dZ}{dT} = -Z_{\Pi} \cdot T^{-2} + \lambda \cdot Z_p \cdot (1 + y^*) \cdot \alpha \cdot T^{\alpha-1} = 0,$$

Находим выражение для расчета оптимальной периодичности профилактических мероприятий по критерию минимума удельных затрат:

$$T_0 = \sqrt[\alpha+1]{\frac{Z_{\Pi}}{\alpha \cdot \lambda \cdot Z_p \cdot (1 + y^*)}} \quad (2).$$

Уравнение показывает, что значение оптимальной периодичности пропорционально затратам на профилактику и обратно пропорционально стоимости капитального ремонта, а также размеру технологического ущерба и интенсивности отказов. Наибольшее влияние на периодичность оказывает показатель α , который характеризует эффективность профилактик. Он оценивает, на сколько процентов снижается интенсивность отказов при снижении периодичности на 1%.

2.2.1. Методику применения классического метода рассмотрим на следующем примере.

Исходные данные:

$$Q_{Г}, \text{ у.е.р.} = 630$$

$$З_{П}, \text{ руб.} = 136,1$$

$$З_{Р}, \text{ руб.} = 230$$

$$\lambda, \text{ год}^{-1} = 0,2$$

$$y^* = 1,5$$

$$\alpha = 1$$

2.2.2. Расчет оптимальной периодичности (по формуле (2)), год

$$T_0 = \sqrt[1+1]{\frac{136,1}{1 \cdot 0,2 \cdot 230 \cdot (1+1,5)}} = 1,08$$

Удельные суммарные затраты (по формуле (1))

$$z = \frac{136,1}{1,08} + 0,2 \cdot 230 \cdot (1+1,5) \cdot 1,08 = 124 + 126 = 250 \text{ руб.}$$

Для некоторых частных случаев можно принять $\alpha = 1$. Подставляя это значение в (2), а затем T_0 в (1), находим, что при оптимальной периодичности профилактик слагаемые функции цели практически равны между собой 124 и 126. Периодичность считается оптимальной в том случае, когда годовые затраты на профилактики равны годовым затратам на устранение отказов (на капитальный ремонт и на покрытие технологического ущерба).

При организации технической эксплуатации электрооборудования стремятся совместить моменты проведения обслуживания и ремонтов с технологическими паузами и с моментами обслуживания машин, на которых используется электрооборудование. Возникают и другие причины, по которым приходится отступать от оптимальной периодичности. Поэтому важно знать, в каких пределах это возможно. При решении такой задачи обычно считают допустимыми такие отступления, при которых суммарные затраты увеличиваются не более чем на 5 % по сравнению с оптимальным уровнем. Исследования экономической устойчивости функции цели показывает, что при $\alpha = 1$ допустимые отклонения от оптимальной периодичности составляют $\pm 35\%$.

2.3. Метод теории надежности.

Для многих видов оборудования оптимальной стратегией технической эксплуатации служит планово-предупредительный ремонт, когда в заранее намеченные сроки проводят профилактическое обслуживание или ремонт. При этом удается с наименьшими затратами поддержать интенсивность отказов на требуемом уровне. Решение задачи о периодичности профилактик основано на графическом представлении влияния планово-предупредительных обслуживаний на надежность.

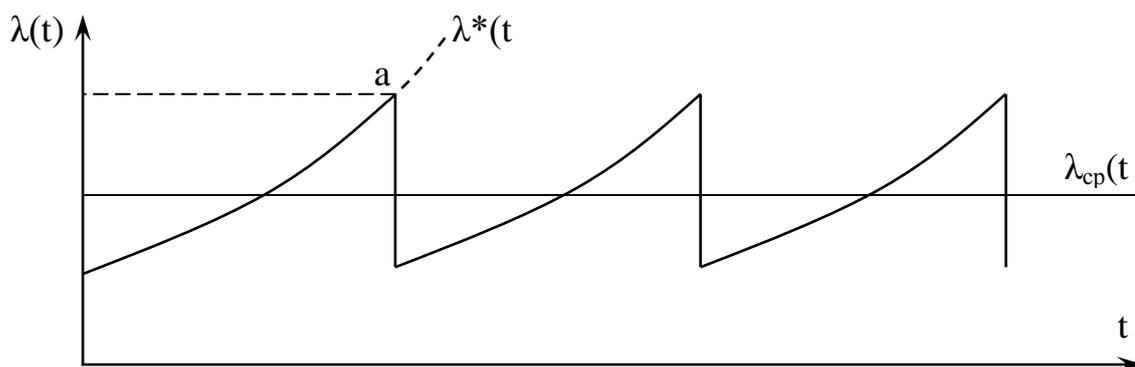


Рисунок 2 - Влияние планово-предупредительных обслуживаний на интенсивность отказов: где $\lambda_{ср}(t)$ – средняя интенсивность отказов; а – момент проведения планово-предупредительных обслуживаний.

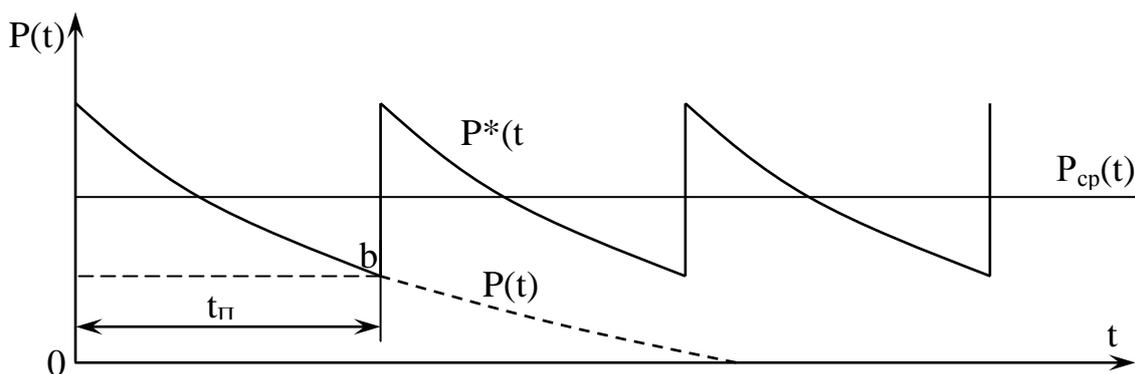


Рисунок 3 - Влияние планово-предупредительных обслуживаний на вероятность безотказной работы: где $P_{ср}(t)$ – средняя вероятность безотказной работы, $t_{П}$ – периодичность планово-предупредительных обслуживаний по заданному снижению интенсивности отказов; b – момент проведения планово-предупредительных обслуживаний.

Как видно из рис. 2 и 3, после проведения профилактик (точки а и b) существенно замедляется снижение вероятности безотказной работы (рис. 3) и повышается интенсивности отказов (рис. 2). По рис. 2 задается верхняя граница интенсивности отказов (пунктир до т. а). При пересечении верхней границы заданного значения с кривой изменения $\lambda(t)$ проводят планово-предупредительные обслуживания. Из рис. 3 видно, что искомая периодичность обслуживания находится при пересечении кривой изменения $P(t)$ с нижней границей заданного значения вероятности безотказной работы (т. b). Если нет ограничений на ресурсы, то малой периодичностью $t_{П}$ можно поддерживать $\lambda^*(t) = \text{const}$, $P^*(t) = \text{const}$ на уровне новых изделий. Периодичность $t_{П}$ можно определить, исходя из графика заданного или принятого изменения $\lambda(t)$ или $P(t)$.

Обозначим снижение интенсивности отказов $\beta = \frac{\lambda_{ср}}{\lambda^*}$, где $\lambda(t)$, $\lambda^*(t)$ – изменение интенсивности отказов без профилактик и с профилактиками. Тогда $t_{П}$ определим из уравнения:

$$\beta = \frac{\lambda_{ср}}{\frac{1}{t_{П}} \int_0^{t_{П}} \lambda(t) dt} \quad (3).$$

На малом интервале времени интенсивность отказов изделия возрастает линейно $\lambda(t) = a + bt$. Тогда для определения периодичности профилактик находим:

$$\beta = \frac{\lambda(t_{\Pi})}{\frac{1}{t_{\Pi}} \int_0^{t_{\Pi}} \lambda(t) dt} = \frac{a + bt_{\Pi}}{\frac{1}{t_{\Pi}} \int_0^{t_{\Pi}} (a + bt) dt} = \frac{2a + bt_{\Pi}}{2a + bt_{\Pi}}$$

Отсюда искомая периодичность

$$t_{\Pi} = \frac{2a(\beta - 1)}{b(2 - \beta)} \quad (4).$$

2.3.1. Пример. Исходные данные:

$$\lambda(t) = 0,3$$

$$\lambda^*(t) = 0,2$$

$$a = 0,2$$

$$b = 0,1$$

2.3.2. Расчет статистических показателей

$$\beta = \frac{0,3}{0,2} = 1,5$$

2.3.3. Выбор периодичности по заданному снижению интенсивности отказов.

Периодичность, мес.:

$$t_{\Pi} = \frac{2 \cdot 0,2 \cdot 1,5 - 1}{0,1 \cdot 2 - 1,5} = \frac{0,2}{0,05} = 4 \text{ мес.}$$

3. Описание технологии текущего ремонта электродвигателя

3.1. Целью текущего ремонта является восстановление работоспособности двигателя за счет замены или восстановления отдельных его частей. В результате поддерживается работоспособность двигателя в течение длительного времени.

ТР проводится электротехническим персоналом предприятия либо на месте их установки, либо на пункте (участке) технического обслуживания, по заранее составленному графику с остановкой рабочей машины на время ремонта.

Графики ТР составляются на год в соответствии с ППРЭсх.

Периодичность ТР электродвигателей серий 5А и АИР составляет 24 месяца, за исключением электродвигателей установленных на молочных вакуум-насосах и пастеризаторах в особо сырых помещениях, в этом случае периодичность ТР составляет 18 месяцев.

3.2. Технология текущего ремонта электродвигателя включает:

3.2.1. Подготовительные работы:

- очистить электродвигатель от пыли и грязи;
- отсоединить электродвигатель от питающих проводов, разъединить с рабочей машиной и снять с фундамента.

3.2.2. Разборка:

– разобрать электродвигатель, очистить и промыть детали, продуть обмотку сжатым воздухом, определить неисправности.

3.2.3. Ремонт статора:

- устранить нарушение изоляции лобовых частей, в местах выхода проводов из паза и выводных концов;
- замена ослабленных и выпавших пазовых клиньев, а также бандажей лобовых частей;
- устранение мелких неисправностей стали статора (коррозия, вмятины)
- разогрев изоляции для пропитки;
- сушка изоляции, ее пропитка и окончательная сушка;

3.2.4. Ремонт ротора:

- проверка состояния и устранение неисправностей обмотки ротора (для двигателей с фазным ротором);
- замена неисправных подшипников;
- устранение мелких неисправностей активной стали ротора (вмятины, коррозия);

3.2.5. Сборка электродвигателя:

- проверка исправности всех узлов и деталей;
- измерение воздушного зазора между статором и ротором;
- заполнение подшипников на $2/3$ их объема смазкой; сборка электродвигателя, проверка мягкости вращения ротора и плотности затяжки болтовых соединений, при необходимости его покраска.

3.2.6. Послеремонтные испытания:

- измерение сопротивления изоляции, пробный пуск без нагрузки на его валу и под нагрузкой на месте установки двигателя.

3.2.7. Для двигателей с фазным ротором и машин постоянного тока дополнительно шлифовка, а при необходимости проточка коллектора; замена и притирка щеток и проверка степени их искрения.

3.3. Технические указания:

3.3.1 К пункту 2. Электрические машины передаются для выполнения капитального ремонта при наличии следующих неисправностей: витковые замыкания в обмотках; замыканий обмоток на корпус или между фазами; обрыва обмоток; обугливания обмоток; изгиба вала и повреждения посадочных мест подшипниковых щитов; трещины в корпусе и подшипниковых щитах; сопротивление изоляции ниже нормы и не поддается восстановлению после сушки.

3.3.2. К пункту 4. Замене подлежат подшипники, имеющие коррозию, сколы, глубокие царапины на поверхности беговых дорожек или шариков (роликов), а также при радиальном и осевом зазоре (люфте) более 0,2 мм.

3.3.3. К пункту 5. Воздушный зазор между статором и ротором должен быть не более при мощности до 1 кВт – 0,2...0,25 мм; до 7,5 кВт – 0,35...0,6 мм; до 15 кВт – 0,4...0,65 мм.

3.3.4. К пункту 6. Сопротивление изоляции должно быть не ниже 4 Мом при температуре окружающей среды 20 °С и 0,5 Мом – при рабочей температуре (+75 °С).

4. Компоновка участка по проведению ТО и ТР электрооборудования

Качественное и своевременное проведение технического обслуживания на предприятиях с.х. профиля при наличии соответствующей материально-технической базы позволит уменьшить выход из строя электрооборудования и увеличить его эксплуатационные свойства. Основой материальной базы являются стационарные участки (пункты) технического обслуживания и передвижные средства (электроремонтная автопередвижная мастерская или специально оборудованный автомобиль).

На участках ТО проводят текущий ремонт электрооборудования, для восстановления работоспособности или поддержания технического состояния которого необходимо специальное оборудование (сушильные шкафы, пропиточные ванны, токарные и шлифовальные станки), а также сложное электрооборудование (генераторы передвижных электростанций, сварочные преобразователи и др.).

Технические уходы и текущие ремонты электрооборудования, при проведении которых не требуется специального оборудования, проводят на месте его установки бригады электромонтеров, имеющие передвижные средства или набор соответствующего инструмента.

Участок технического обслуживания – это отдельное здание или сооружение, либо помещение (комната) внутри здания, удовлетворяющая предъявляемым к ней требованиям, оснащенная оборудованием, установками, приспособлениями, приборами, инструментом, запасными деталями и материалами, при помощи которых можно качественно выполнять все работы по ТО и ТР электрооборудования в соответствии с техническими требованиями.

Участок находится в помещении электроремонтного предприятия и занимает его часть как показано на рис.4 (заштрихованная зона).

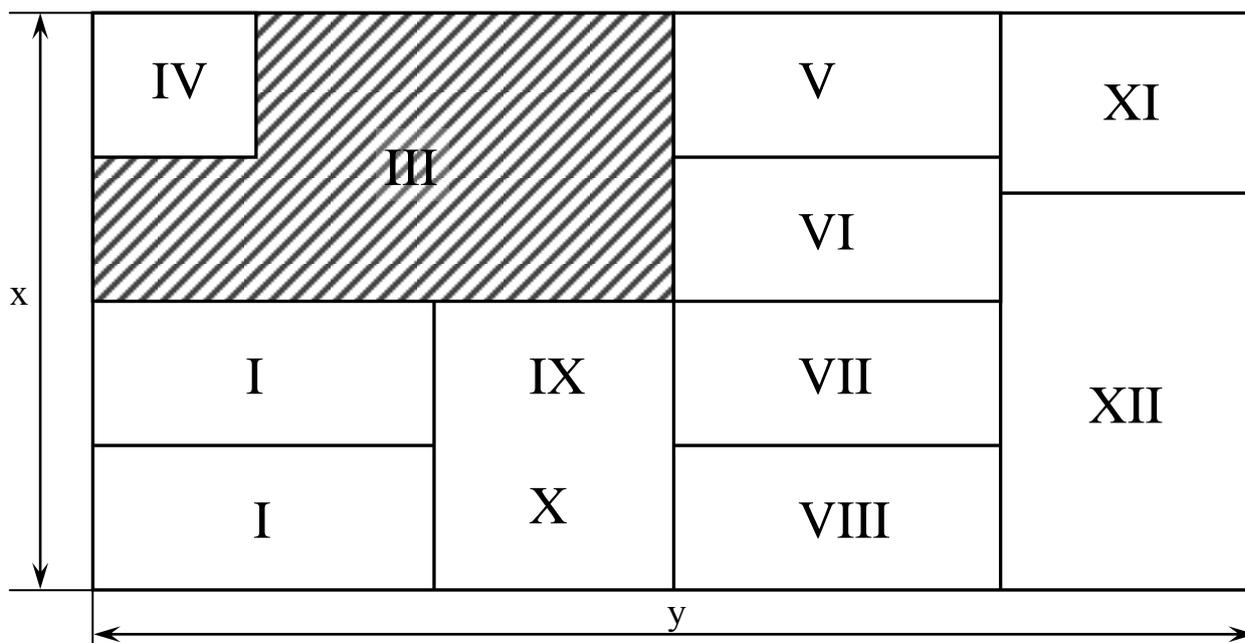


Рисунок 4 - Компоновка пункта ТО и ремонта электрооборудования по типовому проекту: I – помещения для персонала; II – склад; III – участок ремонта электрооборудования; IV – участок ремонта средств связи; V, VI – участки пропитки, сушки и окраски; VII, VIII – вспомогательные помещения; IX, X – тамбуры; XI – монтажный цех; XII – заготовочный участок (гараж).

С более подробной компоновкой можно ознакомиться в [1].

Основными показателями качества работы пункта ТО и ремонта служат радиус зоны обслуживания (r , км), годовая производственная программа (Q , у.е.р.) и штатный состав (N , чел.).

Чтобы определить годовую производственную программу для всего ЭРП необходимо определить оптимальную годовую программу ($Q_{РЭД}$). Для этого необходимо знать какое количество электрооборудования ремонтируется в год.

Из первого раздела известна периодичность проведения ТО и ТР – $t_{П}$, поэтому:

$$Q_{РЭД} = \frac{Q_{Г}}{t_{П}}, \quad (5)$$

где $Q_{РЭД}$ – годовой объем работ пункта ТО и ТР, $Q_{Г}$ – общий годовой объем работ по электроприводам в хозяйстве, у.е.р. (из задания), $t_{П}$ – периодичность проведения ТО и ТР

Далее определяют годовую трудоемкость работ (чел·ч):

$$T_{г} = Q_{г} \cdot \tau_{к}, \quad (6)$$

где $\tau_{к}=12,5$ чел/ч – трудоемкость капитального ремонта одной у.е.р.

Численность производственного персонала:

$$N = \frac{T_{г}}{\Phi}, \quad (7)$$

где Φ – годовой объем работ одного человека (электромонтера).

Штатный состав ЭРП включает инженерно-технических работников (ИТР) – 8 % от численности производственных рабочих, младший обслуживающий персонал (МОП) – 3 % и счетно-конторский персонал – 4 %.

Далее можно определить площадь ЭРП и каждого участка в отдельности.

Расчет площадей целесообразно выполнять в три этапа.

На первом этапе определяют суммарную площадь предприятия, включая складские помещения, по удельной форме (f_y) на одного производственного работника:

$$F = f_y N, \quad (8)$$

где $f_y = 10 \dots 20 \text{ м}^2$ – удельная площадь на одного работника (для полных ЭРЦ – $f_y = 20 \text{ м}^2$, для крупных ЭРЗ – 10 м^2); N – число рабочих.

Так как в задании даны сведения только по электроприводам, а для определения площади необходимо знать общий объем работ и общее количество оборудования, для простоты принимаем, что количество электроприводов в хозяйстве составляет 25 % от общего количества электрооборудования, следовательно, общий объем составляет:

$$Q_{об} = \frac{Q_{Г}}{0,25}. \quad (9)$$

Далее рассчитываем численность всего ЭРП

$$F_{об} = f_y \cdot N_{об}, \quad (10)$$

где $N_{об}$ – количество всего персонала на ЭРП,

$$N_{об} = \frac{T_{Гоб}}{\Phi}, \quad (11)$$

где $T_{Гоб}$ – общий объем работ всего ЭРП,

$$T_{Гоб} = Q_{об} \cdot \tau_{К}. \quad (12)$$

На втором этапе распределяют площадь между отделениями, участками, бытовыми помещениями и т.д. Т.к. целью данного курсового проекта является компоновка только участка для ТО и ТР электродвигателя, поэтому рассчитываем из общей площади только этот участок.

Для этого необходимо определить количество персонала в группе ремонта электродвигателей:

$$N_p = \frac{Q_{РЭД}}{\Phi}, \quad (13)$$

где $Q_{РЭД}$ – объем ремонтного фонда у.е.р. электродвигателей в год.

Далее определим площадь участка исходя из количества персонала или числа условных единиц электрооборудования (по одной формуле):

$$F_n = f_1 N_p, \quad (14, а)$$

$$F_n = f_2 Q_{РЭД}, \quad (14, б)$$

где f_1 и f_2 – нормы площади на рабочего ремонтной группы и на у.е.э. $f_1=25$ при $N_p \leq 3$, $f_1=17$ при $N_p > 3$; $f_2=0,11$ при $Q_{РЭД} \leq 1000$ у.е.э., $f_2=0,08$ при $Q_{РЭД} > 1000$ у.е.э.

Далее производится распределение общей площади между участками, отделениями и другими помещениями. Эти площади можно рассчитать исходя из таблицы 2.

Таблица 2 - Номенклатура ремонтного фонда на ЭРП

Наименование участка	Площадь в долях от общей
Разборочный	0,15...0,20
Сборочный	0,10...0,20
Слесарно-механический	0,07...0,01
Обмоточный	0,10...0,30
Пропитки и сушки	0,02...0,03
Испытательный	0,04...0,08
Аккумуляторная, АТЭ и т.п.	0,03...0,04
Склады (всего)	0,04...0,05

На последнем этапе выполняют технологическую компоновку всего предприятия и окончательно уточняют площади.

Принципы компонования следующие:

Главные размеры здания должны соответствовать строительным нормам (ширина кратная 3 или 6, отношение длины к ширине не более 3:1).

При разработке пункта необходимо учитывать, что размещение всех отделений должно строго соответствовать технологическому процессу ремонта по принципиальной схеме движения.

Все участки, кроме участка ТО и ТР электродвигателей следует указать условно с точными размерами без размещения на нем оборудования, дверных и оконных проемов. Участок по ТО и ТР следует укомплектовать электрооборудованием для проведения ремонтов.

При расстановке оборудования, необходимо выполнить требования технической безопасности и строительные нормы. Расстояние от стен – 0,5 м, проходы – 0,7 м, проезды – 1,5–2,0 м.

Оборудование на плане можно показывать блоками, с указанием номера и описания его названия в подрисуночной надписи.

Примерный план размещения электрооборудования указан на рис 5.

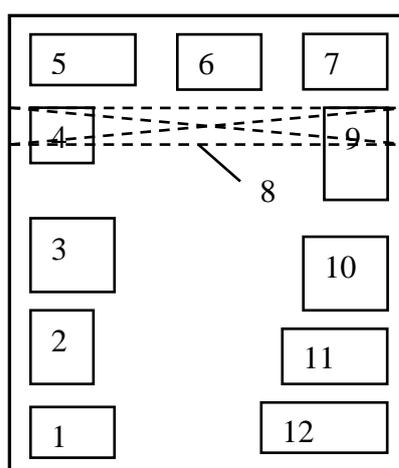


Рисунок 5 - План расположения оборудования на участке текущего ремонта силового электрооборудования:

1 – стеллаж для поступивших на ремонт электрических машин; 2 – верстак для разборки; 3 – камера для очистки; 5 – шкаф для запасных частей; 6 – пропиточная ванна; 7 – сушильный шкаф; 8 – кран-балка; 9 – стеллаж для деталей; 10 – верстак для сборки; 11 – обкаточный стенд; 12 – стеллаж для отремонтированного электрооборудования.

5. Выбор оборудования для диагностирования и ремонта

Правильная организация технического обслуживания (диагностирования) и ремонта позволяет поддержать ЭО в исправном состоянии в течение всего периода эксплуатации и обеспечивает его бесперебойную работу.

Техническая диагностика – наука о методах и средствах распознавания технического состояния и обнаружения неисправностей (дефектов) изделий.

Техническое диагностирование – это процесс распознавания состояния объекта, конечным результатом которого служит заключение о техническом состоянии объекта, то есть технический диагноз.

Диагностические параметры – характеристики объекта, используемые для определения его технического состояния. Определяющие диагностические параметры – такие, которые дают наиболее полные сведения о работоспособности объекта, оценивая его состояние в целом. Вспомогательные параметры оценивают лишь отдельные свойства объекта или место неисправности.

Способ (алгоритм) диагностирования – это совокупность и последовательность действий (экспериментов), позволяющих определить техническое состояние объекта. При эксперименте на объект подают некоторое воздействие и измеряют диагностические параметры или контролируют диагностические признаки. По результатам наблюдений определяют состояние объекта.

Системы диагностирования (СД) – это совокупность объекта, способов и средств диагностирования. По назначению и виду решаемой задачи их условно разделяют на профилактические, дифференциальные, функциональные и прогнозирующие.

Профилактические СД предназначены для выявления в процессе эксплуатации дефективных деталей и элементов, выработавших свой ресурс, т.е., тех элементов объекта, параметры которых близки к предельно допустимым значениям. С этой целью систематически проводят плановые профилактические испытания.

Дифференциальные СД служат для обнаружения отдельных неисправностей при плановом техническом обслуживании и ремонте ЭО. По полученным результатам уточняют вид необходимого ремонта (текущий или капитальный) и состав его операций. Для дифференциального диагностирования применяют приборы общего и специального назначения.

Функциональные СД предназначены для оценки качества функционирования и работоспособности путем определения комплекса эксплуатационных свойств (характеристик) электрооборудования при контрольных, типовых или специальных испытаниях и сопоставления их с номинальными или нормируемыми значениями.

Прогнозирующие СД позволяют предсказать состояние изделия в будущем и определить вероятный момент появления, отказа. Для этого

оценивают остаточный ресурс элементов на основании информации о закономерностях измерения параметров в период, предшествующей прогнозу.

Одно из главных направлений дальнейшего совершенствования технической эксплуатации ЭО в сельском хозяйстве – более широкое внедрение в практику СД. По мере внедрения в практику сельскохозяйственного производства методов, приборов и устройств для безразборной диагностики и прогнозирования технического состояния ЭО планово, согласно графикам, будет проводиться контроль технического состояния ЭО, а профилактические и ремонтные работы – только при необходимости, т.е. в тех случаях, когда износ деталей и узлов достигнет величины, при которой дальнейшая работа ЭО может привести к аварии или будет экономически нецелесообразной. Кроме того, методы диагностики применимы для проверки и установления оптимальных регулировок, для определения времени замены или ремонта отдельных деталей, узлов машины или аппаратов в целом.

Схема применения методов и средств диагностики при ТО ЭО приведена на рис.6.

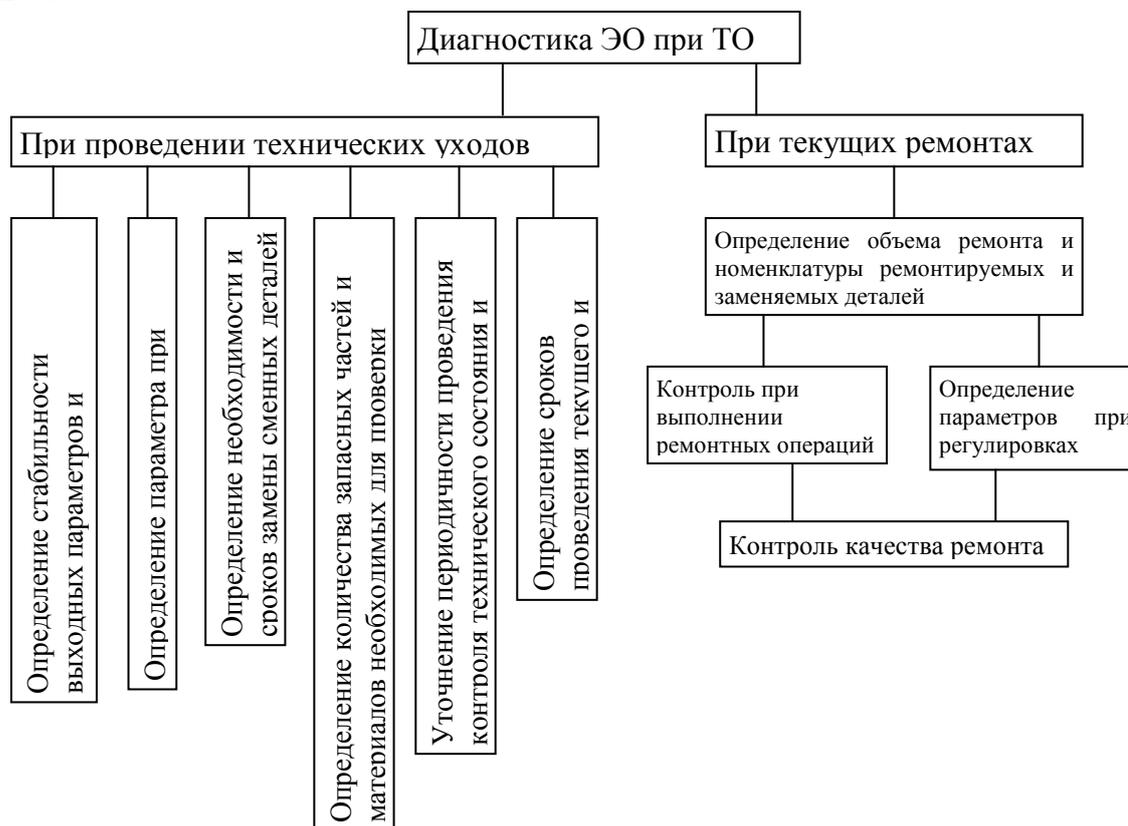


Рисунок 6 - Схема применения методов и средств диагностики при ТО ЭО

Целесообразно разработать следующие три комплекта приборов для использования с.х производстве:

Комплект приборов для электромонтера предназначенный для контроля основных параметров ЭО при проведении технических уходов и текущих ремонтов. Комплект должен быть простым и малогабаритным.

Комплект приборов для служб эксплуатации, предназначенный для точного определения и прогнозирования технического состояния всех основных видов ЭО, применяемого в с.х. Комплект должен быть передвижным и рассчитан на использование эксплуатационным персоналом комбикормовых заводов, птицефабрик и др.

Комплект приборов для электроремонтных предприятий, предназначенный для определения объема ремонтных работ, а также для определения качества ремонта по параметрам, которые нельзя проверить при контрольных испытаниях.

Классификация средств для диагностики силового ЭО в с.х. представлена рис. 7.

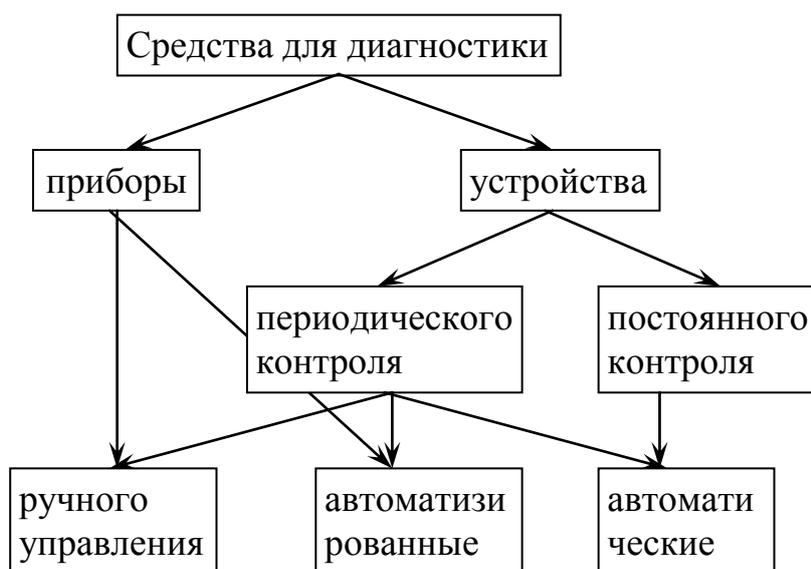


Рисунок 7 - Классификация средств для диагностики силового ЭО в с.х.

Электрооборудование состоит из неравнопрочных элементов имеющих различные долговечности. Выход из строя любого элемента приводит к отказу всего ЭО и наносит ущерб производству. Особенно опасны непредвиденные отказы. С целью исключения таких отказов, своевременного выявления и замены элементов с ухудшенными свойствами проводит профилактическое диагностирование, которое в энергетике называют профилактическими или контрольными измерениями.

Особенности диагностирования ЭО при ТО и ТР.

При техническом обслуживании диагностирование производят с целью оценки общего технического состояния (работоспособности) и подтверждения, что ЭО не требует ремонта до очередного ТО. Объем диагностирования в этом случае ограничен измерением минимального числа параметров, несущих информацию об общем техническом состоянии ЭО.

Диагностические параметры, определяемые при ТО, перечислены в таблице 3.

При текущем ремонте диагностирование проводят с целью определения остаточного ресурса основных узлов и деталей, установления необходимости

их замены или ремонта, а также для правильного принятия решения о сроках капитального ремонта ЭО. Перечень диагностических параметров, измеряемых при текущем ремонте, приведен также в таблице №3.

Таблица 3 - Диагностические параметры, измеряемые при ТО и ТР двигателей

Параметр	Двигатели единой серии		Погружные ЭД	
	ТО	ТР	ТО	ТР
Токи утечки:				
абсолютные значения при U_1 и U_2	-	+	-	+
приращение тока	-	+	-	+
несимметрия токов по фазам	-	+	-	+
Сопротивление изоляции обмотки	+	+	+	+
Коэффициент абсорбции	+	+	-	-
Амплитуда вибрации	+	-	-	-
Ток нагрузки	+	-	+	-
t-ра корпуса и подшипниковых щитов	+	-	-	-
Степень искрения щеток	-	-	-	-
Электрическая прочность витковой изоляции U_3	-	+	-	-
Стабильность тока фазы при проворачивании ротора	-	+	-	+
Тангенс угла диэлектрических потерь	-	-	-	+
Радиальный зазор подшипников	-	+	-	-

Для оценки технического состояния низковольтной аппаратуры в соответствии с системой ППРЭсх рекомендуют определить следующие диагностические параметры:

– изоляцию катушек и токоведущих частей. Сопротивление изоляции относительно магнитопровода или заземленных частей аппарата, измеренное мегомметром на 100 В, не должно быть менее 0,5 МОм.

В контактных системах падение напряжения на постоянном токе, приведенное к номинальному току аппарата, не должно превышать следующих значений: у магнитных пускателей и автоматических выключателей – 0,07 В при номинальном токе выше 50 А (0,11 В при номинальном токе); у аппаратов со скользящими контактами (рубильники, пакетные выключатели) – 0,02В. Площадь соприкосновения, провал, раствор и нажатие контактов определяют из литературы [2].

– электромагнитные расцепители автоматических выключателей. Ток срабатывания не должен превышать ток установки более чем на 30%. Для выключателей АЗ/20, АЗ/30, АЗ/40, АП–50 он не должен превышать ток установки более чем на 15%. Мгновенное срабатывание должно происходить при десятикратном номинальном токе защищаемой цепи;

– тепловые расцепители автоматических выключателей. Время срабатывания при $t = 25^0$ С должно быть не более 1 ч. 30 мин. и 10 с. соответственно при нагрузке токами 1,1; 1,35 и 6 I_H - номинальный ток защищаемой цепи;

– токовые тепловые реле. Время срабатывания не должно превышать 20мин. при токе 1,25 I_H . При номинальном токе защищаемой цепи тепловое реле не должно срабатывать.

Пример разработки СД Техническое диагностирование ЭО

Системы диагностирования (СД) – это совокупность объекта, способов и средств диагностирования.

Объектом диагностирования является любое ЭО, которое мы проверяем. СД разделяются на профилактические, дифференциальные, функциональные и прогнозирующие. Рассмотрим каждую систему в отдельности.

Профилактические СД предназначены для выявления дефективных деталей и элементов (выявления слабых мест объекта без вывода его в ремонт).

- при испытании основных видов ЭО измеряют сопротивление изоляции,
- для силовых трансформаторов определяют коэффициент абсорбции R_{60}/R_{15} ,
- для трансформаторов мощностью свыше 630 кВА, дополнительно испытывают трансформаторное масло,
- для АД проверяют срабатывание максимальной защиты с последующим определением тока однофазного КЗ,
- в электродных водонагревателях (котлах) измеряют удельное сопротивление воды, проверяют действие защитной аппаратуры котла,
- для воздушных линий проверяют габаритные размеры, изоляторы, места соединений проводов, степень загнивания деталей деревянных опор и срабатывания защитных линий,
- профилактические измерения сопротивления заземляющих устройств проводят в периоды наибольшего удельного сопротивления грунта,
- устройства выравнивания электрических потенциалов проверяют на целостность проводников достаточных для осмотра,

Дифференциальные СД производят при плановом ТО и ремонте ЭО. Для этого применяют приборы общего и специального назначения.

При дифференциальных СД определяют:

- обрыв, замыкание в проводах, контактах, изолирующих и других элементах ЭО,
- контроль влажности изоляции,
- витковые замыкания в обмотках ЭМ.

Функциональные СД предназначены для определения характеристик ЭО.

При функциональных СД определяют:

- сопротивление обмоток постоянному току;
- сопротивление изоляции;
- ток и потери ХХ;
- напряжение и потери КЗ.

Прогнозирующие СД определяют вероятный момент отказа.

Однако прогнозирование освоено только для простейших случаев. В известной мере прогнозирование реализуют при профилактическом испытании. Оборудование применяемое при диагностировании представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Оборудование, применяемое при диагностировании

Наименование оборудования	Тип прибора	Диапазон измерений		Класс точности	Дополнительные характеристики
		кОм	Мом		
Мегомметры	M4100/1	0...200	0...20		Выходное напряжение, В 100 250 500 1000 2500
	M4100/2	0...500	0...50		
	M4100/3	0...1000	0...100		
	M4100/4	0...1000	0...200		
	M4100/5	0...2000	0...1000		
Амперметры	Э365-1	0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 1; 2; 3; 5; 10; 20 А		1,0	Схема включения непосредственно
Вольтметры	Э365-1	15; 30; 50; 150; 250; 500; 600 В		1,0	Схема включения непосредственно
Ваттметры	Ц-301	200кВт		1,5	Однофазный Трехфазный -«-«-«-«-«-«- -«-«-«-«-«-«-
	Д-335	3кВт		1,5	
	Д-341	4кВт		2,5	
	Д-312	4кВт		1,5	
Лабораторный автотрансформатор	Латр-1	0...250 В, 9 А			Число ступеней регулирования равно числу витков обмотки
	Латр-2	0...250 В, 2 А			
Реостат	РСП	0...15 А			
Трансформатор тока и напряжения	УТТ-6	0...2000 А			
Измеритель заземления	МС – 08				Измерение сопротивления грунта
Омметр	М – 57	0...1 Ом			
Частотометр	НЗ-700	10...70 Гц			
Тахометр	ТЭ – 204	До 9000 об/мин			
ПКВ (прибор контроля влажности)	ПКВ – 7				Измеряет степень увлажнения изоляции
ВЧФ (высокочастотный измеритель)	ВЧФ – 5 – 3				Определяет витковые замыкания
ИЧР (индикатор частичных разрядов)					Выявляет дефекты в деталях ЭО

Примечание: дополнительные сведения об оборудовании в справочной литературе.

Для каждого задания выбранное оборудование заносится в таблицу (по примеру табл. 4).

Список литературы

1. Эксплуатация электрооборудования и устройств автоматики [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В.А. Дайнеко, Е.П. Забелло, Е.М.Прищепова // М.:НИЦ ИНФРА-М, Нов.знание, 2015. - 333 с - <http://znanium.com/bookread2.php?book=483146>

2. Эксплуатация энергооборудования в АПК: учебное пособие для 35.03.06 "Агроинженерия" профиля подготовки "Электрооборудование и электротехнологии", направления подготовки 35.04.06 "Агроинженерия" магистерская программа "Электрооборудование и электротехнологии" / Ерошенко Г.П.; Трушкин В.А.; Иванкина Ю.В.; Левин М.А. - Саратов: ФГБОУ ВО "Саратовский ГАУ", 2016. - 87 с. - ISBN 978-5-9908137-7-9.

3. Эксплуатация электроэнергетического оборудования: учебное пособие для бакалавров направлений подготовки: 35.03.06 - "Агроинженерия", 13.03.01 - "Теплотехника и теплоэнергетика" и слушателей курсов повышения квалификации ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ / М. А. Левин, В. А. Трушкин, Ю. В. Иванкина. - Саратов: ФГБОУ ПО Саратовский ГАУ, Амирит, 2016. - 93 с. - ISBN 978-5-9907899-7-5.

Задание к курсовой работе

для обучающихся направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия,
профиль Электрооборудование и электротехнологии

Тема: ОБОСНОВАНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ И ТЕХНОЛОГИИ ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ.

Содержание расчетно-пояснительной записки.

Введение.

1. Анализ исходных данных и задачи проектирования.
2. Обоснование периодичности текущего ремонта (ТР).
3. Описание технологии ТР.
4. Разработка компоновки участка для ТР.
5. Выбор оборудования для диагностирования и ремонта.
6. Оценка эффективности предложенных решений.

Заключение.

Графический материал – 1 лист (разработка участка для ТР и его компоновка с размещением оборудования для диагностирования и ремонта.

Примечание.

1. Номер варианта состоит из 3-х цифр. Первая обозначает номер исходных данных по статистическому методу расчета периодичности, вторая – классическому методу, третья – методу теории надежности. Например, для варианта № 852 необходимо взять исходные данные по статистическому методу из 8-го столбца, по классическому методу – из 5-го, по методу теории надежности из 2-го столбца.

Таблица 1 - Статистические данные

Вариант №элек- тропривода	Время работы электропривода до критического состояния по R _{из} , мес									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	12	13	15	11	14	12	18,5	18	23	16
2	30	24	27	31	22	20	32	26,5	30,5	32
3	14	14	15	13	15,5	13	20,5	19,5	24,5	18
4	28	22	25	29	21	19	30	25,5	29,5	30
5	18	16	19	15	17	14,5	23	21	26	21
6	22	18	19	26	19	16,5	26	23	27,5	25,5

Таблица 2 - Исходные данные электроприводов

Параметры	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$Q_{Г}$, у.е.р.	300	500	450	400	600	350	420	480	520	340
$Z_{П}$, руб	43,2	48,6	35,1	38,7	38,7	43,2	38,7	43,2	35,1	38,7
$Z_{Р}$, руб	2400	4500	222	660	1320	1100	660	900	360	1320
λ , год ⁻¹	0,3	0,35	0,4	0,25	0,3	0,4	0,1	0,15	0,2	0,3
y^*	4,0	5,0	2,0	1,0	0,5	0,6	2,0	1,0	1,5	1,0

Примечание: наименование технологических машин и тип электродвигателей по вариантам:

1. Транспортер скребковый горизонтальный, двигатель АИР100S4У3, Р = 4,0 кВт.
2. Приточная установка АИР 132S4У3, Р = 7,5 кВт.
3. Вентилятор АИР63В4У3, Р = 0,37 кВт.
4. Молочный насос, двигатель АИР 71В2У3, Р = 1,1 кВт.
5. Триерный блок, двигатель АИР 90L4У1, Р = 2,2 кВт.
6. Загрузочная нория, двигатель АИР 100L4У1, Р = 4,0 кВт.
7. Цетробежно-пневматический сепаратор, двигатель АИР80А4У1, Р = 1,1 кВт.
8. Вентилятор, двигатель АИР56В4У3, Р = 1,5 кВт.
9. Станок точильно-шлифовальный, двигатель АИР80В2У3, Р = 2,2 кВт.
0. Станок для заточки фрез, двигатель АИР80А4У3, Р = 1,1 кВт.

Таблица 3 - Исходные данные по показателям надежности

Параметры	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
λ (t)	0,4	0,45	0,5	0,35	0,4	0,55	0,15	0,25	0,3	0,45
$\lambda^*(t)$	0,35	0,35	0,4	0,25	0,3	0,4	0,1	0,15	0,2	0,3
a	0,35	0,35	0,4	0,25	0,3	0,4	0,1	0,15	0,2	0,3
b	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,05	0,1	0,1	0,15

Задание выдал:

/ _____ /

Задание принял:

/ _____ /

Оформление курсовой работы

Объем курсовой работы составляет 15–20 страниц рукописного текста и один лист графической части (формат А3).

Пояснительная записка пишется на одной стороне листа формата А4. С левой стороны листа оставляется 20 мм для сшивания, сверху, снизу и справа оставляются поля 5 мм. Каждая страница очерчивается рамкой указанных размеров и внизу листа ставится штамп с указанием номера варианта, группы и проставляется номер страницы.

В записке четко выделяются разделы, пункты. Все таблицы и рисунки нумеруются и на них делаются ссылки в тексте записки. При изложении приводятся расчетные формулы, результаты расчетов и разъяснения всех величин входящих в формулы. В случае использования при расчетах технических данных, опытных коэффициентов необходимо делать ссылку на литературу (с указанием номера литературы по списку и страницы).

В заключении к каждому разделу необходимо дать выводы подтверждающие правильность решения. Все расчеты необходимо проводить в международной системе единиц (*СИ*).