



**Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет енергетики, робототехніки
та комп'ютерних технологій**

**Кафедра електропостачання
та енергетичного менеджменту**

ОПОРНИЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

дисципліни

«ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ АПК»

для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної та заочної форми навчання, спеціальності
141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

**Харків
2022**

**Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет енергетики, робототехніки
та комп'ютерних технологій**

**Кафедра електропостачання
та енергетичного менеджменту**

ОПОРНИЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

дисципліни

«ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ АПК»

для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної та заочної форми навчання, спеціальності
141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Затверджено рішенням
Науково-методичної ради
факультету енергетики,
робототехніки та
комп'ютерних технологій
Протокол № 1
від 19.10.2022 р.

**Харків
2022**

УДК 372.862

T77

Схвалено
на засіданні кафедри
електропостачання та енергетичного менеджменту
Протокол № 1 від 31 серпня 2022 р.

Рецензенти:

Н. Г. Косуліна, д-р техн. наук, проф. Державного біотехнологічного університету;

С. О. Тимчук, д-р техн. наук, проф. Державного біотехнологічного університету

T77 Опорний конспект лекцій дисципліни «Технічний сервіс електрообладнання АПК». [Текст] /уклад.: І. М. Трунова. – Харків: ДБТУ, 2022. – 60 с.

Опорний конспект лекцій дисципліни «Технічний сервіс електрообладнання АПК» розроблений для вивчення студентами спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» питань організації технічної експлуатації електрообладнання підприємств АПК, проведення необхідних розрахунків під час планування робіт технічного обслуговування та ремонту електрообладнання підприємств АПК відповідно до навчальної програми дисципліни..

УДК 372.862

© Трунова І. М., 2022

© ДБТУ, 2022

ЗМІСТ

	Стор.
Лекція 1. Основні поняття з організації енергетичної служби.	5
Лекція 2. Основні поняття технічного сервісу електрообладнання.	13
Лекція 3. Основи організації технічного сервісу електрообладнання АПК за вимогами нормативно-технічних документів.	19
Лекція 4. Типові операції технічного сервісу електричних машин.	32
Лекція 5. Типові операції технічного сервісу освітлювальних та випромінювальних установок.	38
Лекція 6. Типові операції технічного сервісу засобів керування та автоматизації.	42
Лекція 7. Типові операції технічного сервісу низьковольтних розподільних пристроїв та внутрішніх електропроводок.	47
Лекція 8. Типові операції технічного сервісу електротехнологічних установок.	52
Список рекомендованої літератури	60

Лекція 1

Основні поняття з організації енергетичної служби

ПЛАН

1. Енергетична служба.
2. Електротехнічний та електротехнологічний персонал.
3. Категорії електротехнічного персоналу.
4. Особа, відповідальна за електрогосподарство
5. Вимоги до електротехнічних працівників та їх підготовки
6. Види навчання електротехнічного персоналу.

1. Енергетична служба.

Енергетична служба - структурний підрозділ споживача, який відповідно до наданих повноважень здійснює організацію технічної експлуатації, ремонт, безпечне обслуговування енергетичних установок та забезпечує енергопостачання споживачам.

Електротехнічна служба (відділ, група) - структурний підрозділ споживача, який відповідно до наданих повноважень здійснює організацію технічної експлуатації, ремонт, безпечне обслуговування власних електроустановок та забезпечує електропостачання струмоприймачів споживача.

Електроустановка - комплекс взаємопов'язаних устаткування і споруд, що призначаються для виробництва або перетворення, передачі, розподілу чи споживання електричної енергії.

2. Електротехнічний та електротехнологічний персонал.

Роботи з технічного сервісу електрообладнання виконують працівники, які мають відповідну підготовку. Це електротехнічні працівники.

Згідно з ПТЕЕС працівники електротехнічні - працівники, посада або професія яких пов'язана з обслуговуванням електроустановок, які пройшли перевірку знань з питань технології робіт, правил пожежної безпеки та охорони праці.

Працівники електротехнологічні - працівники, посада або професія яких пов'язана з обслуговуванням технологічних процесів, що базуються на використанні електричної енергії, або із застосуванням електричного інструменту, переносних електричних машин, електрозварювального устаткування тощо під час виконання робіт, але не пов'язана з ремонтом і ТО електроустаткування.

Завдання електротехнічного персоналу - виконання вимог нормативних документів, що має метою забезпечення надійної, безпечної і раціональної експлуатації електрообладнання та утримання його у справному стані.

Не допускається експлуатація електроустановок споживача у разі відсутності:

власних електротехнічних, електротехнологічних працівників відповідної кваліфікації;

договору про надання послуг щодо обслуговування електроустановок з електропередавальною або спеціалізованою організацією при неможливості самостійного здійснення організації експлуатації власних електроустановок споживачем.

3. Категорії електротехнічного персоналу.

Існують такі категорії електротехнічних працівників:

- працівники адміністративно-технічні - керівник споживача, його заступники, начальники цехів, відділів, служб, дільниць, лабораторій та їх заступники, майстри, інженери та інші посадові особи, на яких покладено адміністративні функції;

- працівники виробничі - працівники, робота яких безпосередньо пов'язана з виробничими процесами споживача (експлуатація, ремонт, монтаж, налагодження обладнання, транспортних засобів, споруд, будівель тощо);

- працівники оперативні (чергові) - працівники, які перебувають на чергуванні в зміні і допущені до оперативного управління та/або оперативних перемикачів;

- працівники оперативно-виробничі - виробничі працівники, які пройшли спеціальне навчання та підготовку з оперативного обслуговування в затвердженому обсязі закріпленого за ними електрообладнання.

4. Особа, відповідальна за електрогосподарство.

На кожному підприємстві наказом адміністрації повинна бути призначена особа, що відповідає за стан електрогосподарства.

За ПТЕЕС **особа, відповідальна за електрогосподарство**, це електротехнічний працівник, в обов'язки якого входить безпосереднє виконання функцій щодо організації технічної та безпечної експлуатації електроустановок споживача, призначення якого здійснюється наказом керівника споживача.

Особа, відповідальна за електрогосподарство, має забезпечити розроблення і проведення організаційних і технічних заходів, що включають: своєчасний і якісний ремонт електроустановок; зменшення аварійності та травматизму; забезпечення промислової безпеки; підвищення надійності роботи електроустановок; навчання і перевірку знань нормативних документів, виробничих (посадових і експлуатаційних) інструкцій та інструкцій з охорони праці для електротехнічного (електротехнологічного) персоналу; проведення діагностування технічного стану електроустановок тощо.

Особу, відповідальну за електрогосподарство, та особу, яка буде її замінювати, призначають з числа спеціалістів, кваліфікація яких відповідає вимогам ПТЕ та які пройшли навчання з питань технічної експлуатації електроустановок, правил пожежної безпеки та охорони праці.

Особу, відповідальну за електрогосподарство, можуть не призначати споживачі, які мають один несекціонований ввідно-розподільний пристрій напругою до 380 В та електрогосподарство, яке складається з електропобутових і освітлювальних приладів, які розміщені в приміщеннях без підвищеної небезпеки і не знаходяться у вибухо- та пожежонебезпечних зонах.

Керівник споживача після проведення йому електропередаточною організацією інструктажу з питань технічної експлуатації електроустановок споживачів у обсязі, що відповідає II групі з електробезпеки, відповідає за виконання функцій щодо організації технічної та безпечної експлуатації таких електроустановок та умов електроспоживання. Інструктаж проводиться

під час укладання або переоформлення договору про постачання електричної енергії.

5. Вимоги до електротехнічних працівників та їх підготовки

Обслуговування електроустановок споживачів, у тому числі виконання ремонтних, монтажних, налагоджувальних робіт і оперативних перемикачів в електроустановках, повинні здійснювати спеціально підготовлені електротехнічні працівники, а саме: адміністративно-технічні, оперативні, виробничі та оперативно-виробничі працівники споживача або працівники спеціалізованої організації (за договором).

Обслуговування установок електротехнологічних процесів (електрозварювання, електролізу, електротермії тощо), вантажопідіймальних механізмів, ручних електричних машин, переносних та пересувних струмоприймачів, складного енергонасиченого виробничо-технологічного обладнання, під час роботи якого необхідно постійно проводити технічний нагляд, зміну, коригування ведення технологічних режимів за допомогою штатних засобів регулювання електроапаратури, електроприводів, повинні здійснювати спеціально підготовлені електротехнологічні працівники, які мають навички та знання для безпечного виконання робіт з технічного обслуговування закріпленої за ними установки.

Електротехнологічні працівники виробничих цехів та дільниць, які здійснюють експлуатацію електротехнологічних установок, повинні мати групу з електробезпеки не нижче II.

Керівники структурних підрозділів, яким безпосередньо підпорядковані електротехнологічні працівники, повинні мати групу з електробезпеки не нижчу, ніж у підлеглих працівників. Вони повинні здійснювати технічне керівництво цими працівниками та контроль за їхньою роботою.

Працівники, які обслуговують електроустановки споживачів або технологічні процеси, які базуються на використанні електричної енергії, повинні мати вік понад 18 років.

При прийнятті на роботу, а також періодично під час роботи стан здоров'я цих працівників повинен засвідчуватися медичним оглядом.

Керівник споживача з урахуванням енергоємності та складу енергетичного обладнання повинен затвердити відповідні положення про спеціальну підготовку і навчання електротехнічних та електротехнологічних працівників з питань технічної експлуатації електроустановок споживачів.

6. Види навчання електротехнічного персоналу.

У процесі трудової діяльності електротехнічні та електротехнологічні працівники проходять відповідно до вимог ГНД 34.12.102-2004 такі форми навчання з питань технічної експлуатації електроустановок: інструктажі; періодичне навчання в спеціалізованих навчальних закладах (далі - СНЗ); щорічне навчання на підприємстві; спеціальну підготовку; стажування; дублювання; протиаварійні тренування.

Інструктаж - доведення до працівників змісту основних вимог щодо організації експлуатації електроустановок споживачів та правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів, аналіз допущених чи можливих помилок на робочих місцях осіб, яких інструктують, поглиблення знань і навичок безпечного виконання робіт з експлуатації електроустановок споживачів та знань правил пожежної безпеки.

Щорічне навчання на виробництві проходять електротехнічні та електротехнологічні працівники, які зайняті на роботах з підвищеною небезпекою або там, де є потреба в професійному доборі. Списки цих працівників, плани-графіки проведення щорічного навчання на виробництві та періодичного навчання СНЗ затверджуються керівником споживача.

Як правило, щорічне навчання на виробництві проводиться із залученням адміністративно-технічних працівників споживача (електротехнічних служб) та СНЗ.

Спеціальну підготовку проходять працівники споживача, які забезпечують виробничі процеси в електроустановках споживача. Спеціальна підготовка працівників здійснюється за індивідуальними програмами з урахуванням освіти, відповідної кваліфікації та попереднього досвіду роботи працівника в електроустановках споживача.

Стажування - набуття особою практичного досвіду виконання виробничих завдань і обов'язків на робочому місці підприємства після теоретичної підготовки до початку самостійної роботи під безпосереднім керівництвом досвідченого фахівця.

Працівник, що має стаж за фахом не менше трьох років, який переходить з одного робочого місця на інше, і при цьому характер його роботи та тип устаткування, на якому він працюватиме, не змінюються звільняється від проходження стажування. Тривалість стажування працівника встановлюється індивідуально залежно від здобутої освіти, спеціальності, досвіду роботи, займаної посади.

Дублювання - самостійне виконання оперативним, оперативно-виробничим працівником (дублером) професійних обов'язків на робочому місці під наглядом досвідченого працівника з обов'язковим проходженням протиаварійного і протипожежного тренування.

Після закінчення стажування та перевірки знань виробничі працівники допускаються до самостійної роботи, а оперативні - до дублювання. Тривалість дублювання на робочому місці встановлюється рішенням комісії з перевірки знань і залежить від кваліфікації працівника та складності обладнання, яке він обслуговуватиме, та триває не менше, ніж шість змін.

Під час дублювання особа, що навчається, може робити оперативні перемикання або інші роботи в електроустановці під наглядом досвідченого працівника, який її навчає.

Протиаварійні тренування на робочих місцях та необхідність відпрацьовувати способи та прийоми запобігання порушенням у роботі обладнання та швидкої ліквідації несправностей і аварій повинні проходити оперативні та оперативно-виробничі працівники споживача один раз на квартал. Ці тренування проводяться під керівництвом особи, відповідальної за електрогосподарство споживача.

Працівники, які не пройшли у встановлені строки навчання з питань технічної експлуатації електроустановок споживачів та обов'язкових для них медичних оглядів, до перевірки знань не допускаються.

Результати перевірки знань з технічної експлуатації електроустановок споживачів заносяться в журнал перевірки знань та

підписуються всіма членами комісії з перевірки знань. Якщо перевірка знань декількох працівників проводилась в один день і склад комісії з перевірки знань не змінювався, то члени комісії з перевірки знань можуть підписатися один раз після закінчення роботи зазначеної комісії. При цьому необхідно вказати словами загальну кількість осіб, у яких перевірено знання.

Для проведення перевірки знань електротехнічних та електротехнологічних працівників керівник споживача повинен своїм наказом призначити комісії (центральну комісію споживача та комісії в окремих структурних підрозділах підприємства) з перевірки знань, а також встановити перелік працівників, які проходять перевірку знань в зазначених комісіях. Комісія вважається правомочною, якщо до її складу входять не менше трьох осіб, за обов'язковою участю представника профспілки або уповноваженого працівника з питань охорони праці.

Новопризначені працівники, що прийняті на роботу, пов'язану з обслуговуванням електроустановок, або при перерві в роботі понад один рік, проходять первинну перевірку знань. Первинна перевірка знань працівників повинна проводитись у строки, установлені програмами і планами їх підготовки.

Періодична перевірка знань з питань технічної експлуатації електроустановок споживачів проводиться:

первинне навчання та перевірка знань усіх працівників - до початку виконання роботи;

для працівників, які безпосередньо організують та проводять роботи з оперативного обслуговування діючих електроустановок чи виконують у них налагоджувальні, електромонтажні, ремонтні, профілактичні випробування або експлуатують електроустановки у вибухонебезпечних, пожежонебезпечних зонах, - один раз на рік;

для адміністративно-технічних працівників, які не належать до попередньої групи, а також для членів комісій з перевірки знань - один раз на три роки.

Забороняється допуск до роботи працівників, які не пройшли навчання та перевірку знань у визначені строки.

Особа, відповідальна за електрогосподарство, члени центральної комісії споживача з перевірки знань та посадові особи оперативних працівників проходять не рідше одного разу

на три роки періодичне навчання в СНЗ з питань технічної експлуатації електроустановок споживачів та пожежної безпеки. Члени комісій з перевірки знань в окремих структурних підрозділах підприємства інших рівнів та інші електротехнічні та електротехнологічні працівники проходять періодичне навчання в СНЗ один раз на п'ять років.

Працівник, незалежно від строку проведення попередньої перевірки знань з правил технічної експлуатації електроустановок споживачів, проходить позачергову перевірку знань у разі:

- внесення відповідних змін до ПТЕЕС;
- порушення працівником вимог НД;
- переведення працівника на іншу роботу або призначення на іншу посаду, що потребує додаткових знань;
- перерви в роботі на даній посаді понад шість місяців;
- незадовільної оцінки знань працівника - у строки, визначені комісією з перевірки знань, але не раніше ніж через один місяць після одержаної незадовільної оцінки;
- вимог Держенергонагляду та Державної служби гірничого нагляду та промислової безпеки України.

Питання для самоконтролю

- 1) Що означає термін «електротехнічна служба»?
- 2) Який персонал відноситься до електротехнічного?
- 3) Які є категорії електротехнічного персоналу?
- 4) Які основні обов'язки особи, відповідальної за електрогосподарство?
- 5) Які основні вимоги до електротехнічних працівників та їх підготовки?
- 6) Що таке стажування?
- 7) Які є види навчання електротехнічного персоналу?

Лекція 2

Основні поняття технічного сервісу електрообладнання

ПЛАН

1. Технічний огляд електрообладнання.
2. Технічне обслуговування електрообладнання (планове, непланове, сезонне, регламентоване, з періодичним контролем, з безперервним контролем).
3. Ремонт електрообладнання (плановий, неплановий, поточний, капітальний, агрегатний, регламентований).

1. Технічний огляд електрообладнання

Технічний огляд – захід, який виконується ручним чи автоматичним способом з метою спостереження за об'єктом.

Будь яким роботам технічного сервісу має передувати візуальний технічний огляд електрообладнання. Це дозволяє побачити електроустановку в цілому, визначити видимі пошкодження, що можуть становити небезпеку для обслуговуючого персоналу, такі як, наприклад:

- незольований провід, який доступний для торкання;
- відсутність попереджувальних плакатів;
- «жучок», що намотаний на запобіжник;
- розетка, що встановлена на горючому матеріалі, але при цьому вона може мати недостатню ступень пожежебезпеки;
- марка кабелю, що не відповідає категорії приміщення тощо.

Крім того, візуальний огляд електроустановки призначений для підтвердження правильного вибору, належного проведення монтажу і гарантує, що електрообладнання встановлено відповідно до вимог проекту та інструкціям виробника і його працездатність не погіршилася при нормальних умовах експлуатації.

Візуальний огляд зазвичай проводиться при повністю відключеній електроустановки. Під час візуального огляду також перевіряють:

- заходи захисту від ураження електричним струмом, включаючи вимірювання відстаней, що відносяться, наприклад, до

захисних огорож або оболонки, бар'єрів або розміщення струмоведучих частин поза зоною досяжності;

- наявність протипожежних ущільнень та інших засобів, що перешкоджають поширенню вогню, а також захисту від теплових впливів;

- вибір провідників за тривалим струмом і втратам напруги;

- вибір пристроїв захисту і сигналізації і уставок їх спрацьовування;

- наявність правильно розташованих відповідних апаратів відключення та відокремлення;

- вибір обладнання та захисних заходів, відповідних зовнішнім впливам;

- маркування нульових робочих і захисних провідників;

- наявність схем, попереджувальних написів або іншої подібної інформації;

- маркування кіл, запобіжників, клем тощо;

- правильність з'єднання провідників;

- доступність для зручної роботи, ідентифікації та обслуговування електроустановки.

2. Технічне обслуговування електрообладнання (планове, непланове, сезонне, регламентоване, з періодичним контролем, з безперервним контролем).

Технічне обслуговування (ТО) - комплекс операцій чи операція з підтримання працездатності або справності виробу під час використання за призначенням, зберігання і транспортування.

До ТО електрообладнання належить: випробування обладнання і пристроїв, підтяжка контактних з'єднань, доливання ізоляційного мастила, випробування і вимірювання ізоляційних характеристик тощо.

ТО виконують, як правило, на місці встановлення електрообладнання. При підготовці електрообладнання до зберігання, а також безпосередньо після його закінчення здійснюють *консервацію* електрообладнання у випадку, якщо термін зберігання триває понад два місяці. ТО електрообладнання забезпечує

справність за рахунок своєчасного усунення причин або дрібних неполадок, що можуть викликати відмову.

Існують декілька видів ТО.

Непланове ТО – ТО, постанова на яке здійснюється без попереднього призначення за технічним станом.

Періодичне ТО – ТО, що виконується через встановлені в експлуатаційній документації значення наробітку або інтервали часу.

Планове ТО – ТО, постанова на яке здійснюється відповідно вимогам нормативно-технічної або експлуатаційної документації.

Регламентоване ТО – ТО за нормативно-технічною або експлуатаційною документацією, яке виконується з періодичністю та в обсязі, що встановлені ними, незалежно від технічного стану об'єкту на початку технічного обслуговування.

Сезонне ТО – ТО, що виконується для підготовки об'єкта до використання в осінньо-зимових або весняно-літніх умовах.

ТО з безперервним контролем – ТО за нормативно-технічною або експлуатаційною документацією, яке виконується за результатами безперервного контролю технічного стану об'єкта.

ТО з періодичним контролем – ТО, при якому контроль технічного стану виконується з періодичністю та в обсязі за нормативно-технічною або експлуатаційною документацією, а обсяг інших операцій визначається технічним станом об'єкту на початку технічного обслуговування.

Найбільш відповідальною частиною електрообладнання є ізоляція, технічний стан якій контролюють насамперед під час ТО, ремонтів, у міжремонтний період.

Ізоляція електротехнічного виробу – сукупність матеріалів, частіше діелектриків, які протидіють проходженню струму між певними деталями виробу (пристрою).

Перевірка технічного стану ізоляції – це, насамперед, перевірка можливості безпечного обслуговування та використання електротехнічного пристрою, а також визначення можливості його відмови внаслідок погіршення технічного стану ізоляції. З цією метою, насамперед, виконується вимір опору ізоляції.

Електричний опір ізоляції – електричний опір, вимірний за спеціальних умов між двома провідними тілами, ізольованими одне від одного. Умовне позначення опору ізоляції IR (Insulation Resistance Test) або R_{ISO} .

Вимірювання опору ізоляції слід проводити:

- між всіма з'єднаними між собою струмовідними частинами і частинами, до яких при обслуговуванні можливі дотики (наприклад, оболонки, рукоятки);
- між кожною електрично незалежною частиною і заземленими металевими частинами виробу.

Вимірювання опору ізоляції проводиться за допомогою мегаомметрів. Одним із важливих параметрів мегаомметрів (поряд із межами вимірювання) є значення номінальної вихідної напруги. Залежно від номінальної напруги електрообладнання (ліній, проводок) має застосовуватися мегаомметр з відповідними межами вимірювання та номінальною напругою.

Наприклад, для вимірювання опору ізоляції використовують мегаомметри типу М4100, що містять вбудований генератор із ручним приводом в якості джерела живлення та чутливий логотричний вимірювач (рисунк 1).

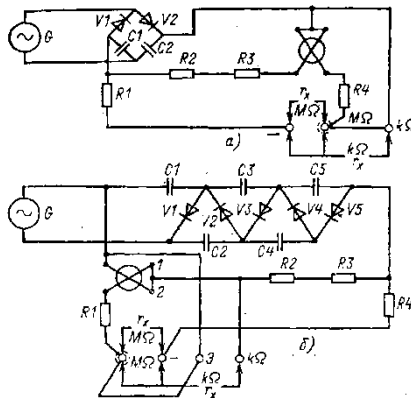


Рисунок 1 - Мегаомметр М4100. Схема електрична принципова: а) М4100/1 (100 В); М4100/2 (250 В); М4100/3 (500 В); М4100/4 (1000 В); б) М4100/5 (2500 В)

Привод генератора обладнаний відцентровим регулятором швидкості обертання якоря, що дозволяє практично позбавитись коливань напруги. Поряд з цим встановлена номінальна частота обертання рукоятки мегаомметра 120 об/хв., якої слід обов'язково дотримуватися.

Також сучасні цифрові мегаомметри є з живленням від мережі змінного струму та гальванічних батарей (акумуляторів), наприклад, мегаомметри PU186, PU187.2 (з пам'яттю на 1024 вимірювань та з можливістю копіювання даних на комп'ютер).

Виміряні значення опору ізоляції $R_{60''}$ порівнюють із значеннями, регламентованими нормативними документами. Наприклад, для електродвигунів, освітлювальних та силових електропроводок напругою до 1000 В опір ізоляції має бути не менше 0,5 МОм.

Опір ізоляції дуже залежить від температури. Для прикладу, опір ізоляції класу нагрівостійкості В (130°C) знижується приблизно у два рази з підвищенням температури на кожні 18°C. Залежність опору ізоляції від температури описується виразом

$$IR_{\theta_2} = IR_{\theta_1} \cdot 10^{-\frac{\theta_2 - \theta_1}{\theta_1}} \quad (1)$$

3. Ремонт електрообладнання (плановий, неплановий, поточний, капітальний, агрегатний, регламентований).

Ремонт - комплекс операцій з відновлення справності або працездатності виробів і відновлення ресурсів виробів або їх складових частин.

Агрегатний ремонт – ремонт, при якому несправні агрегати замінюють новими або відремонтованими.

Капітальний ремонт - ремонт, який здійснюють для відновлення справності та повного чи майже повного відновлення ресурсу виробу із заміною чи відновленням будь-яких його частин, уключаючи базові. Капітальний ремонт виконують спеціалізовані електроремонтні підприємства.

Неплановий ремонт - технічне обслуговування та ремонт, що їх виконують після виявлення несправності для повернення

об'єкта в стан, у якому він здатний виконувати потрібну функцію.

Плановий ремонт – ремонт, постанова на який здійснюється відповідно вимогам науково-технічної або експлуатаційної документації.

Поточний ремонт - ремонт, що виконується для забезпечення або відновлення працездатності виробу і полягає в заміні і (або) відновленні окремих його частин.

Поточний ремонт виконують на місці встановлення електрообладнання або в ремонтній майстерні.

Регламентований ремонт - ремонт за нормативно-технічною або експлуатаційною документацією, який виконується з періодичністю та в обсязі, що встановлені ними, незалежно від технічного стану об'єкту на початку ремонту.

Питання для самоконтролю

- 1) Який прилад використовуються для вимірювання опору ізоляції?
- 2) З якою метою проводять технічний огляд електрообладнання?
- 3) Які існують види технічного обслуговування електрообладнання?
- 4) Як слід вимірювати опір ізоляції?
- 5) Які існують види ремонтів електрообладнання?

Лекція 3
Основи організації технічного сервісу
електрообладнання АПК
за вимогами нормативно-технічних документів

ПЛАН

1. Вимоги ПТЕЕС щодо організації технічного сервісу електрообладнання споживачів.

2. Організація технічної експлуатації електрообладнання за системою ПЗРЕСг

1. Вимоги ПТЕЕС щодо організації технічного сервісу електрообладнання споживачів

Особи, що порушили вимоги чинних нормативних документів, підлягають покаранню відповідно до ступеню і характеру порушень в адміністративному або судовому порядку, бо порушення вимог нормативних документів може мати наслідок - аварії, відмови, пошкодження електрообладнання.

Признаки аварії електрообладнання:

- вихід з ладу електрообладнання і необхідність його позачергового капітального ремонту;

- порушення роботи електрообладнання, що викликало зупинку виробничих процесів на строк, який перевищує допустиму тривалість простою технологічної лінії (наприклад, допустима тривалість простою технологічної лінії доїння корів 1,5 години);

- нещасні випадки з людьми, загибель сільськогосподарських тварин і птиці.

Признаки відмови електрообладнання:

- поява несправності в енергетичному обладнанні, що має наслідок – необхідність позачергового поточного ремонту;

- порушення нормальної роботи електрообладнання, що супроводжується зупинкою технологічної лінії на строк в межах допустимої тривалості;

- виникнення небезпеки для людини, сільськогосподарських тварин і птиці, порушення режиму роботи електрообладнання без аварії і нещасного випадку.

Признак пошкодження електрообладнання: порушення нормальної роботи електрообладнання, що не супроводжується матеріальними збитками.

За аварії, відмови та пошкодження електрообладнання відповідає:

- обслуговуючий (зокрема, електротехнічний) персонал – внаслідок неправильних або помилкових дій або бездіяльності;

- інженерно-технічні працівники – внаслідок неприйняття ними необхідних заходів (несвоєчасне проведення ремонту, неякісне приймання електрообладнання після ремонту, відсутність резервного фонду і запасних частин і матеріалів, невиконання вказівок вищестоящих організацій, несвоєчасне проведення профілактичних випробувань обладнання або його заміни, допуск до роботи ненавчених осіб і т. ін.);

- сторонні організації – внаслідок неякісного виконання робіт, що підтверджується відповідними документами (рекламація, акт, фотографія, протокол випробування і т. ін.);

- сторонні особи – внаслідок їх неправильних дій при умові, що обслуговуючий (зокрема, електротехнічний) персонал діяв відповідно вимог нормативних документів, місцевих інструкцій, якщо ні - то відповідають і сторонні особи і обслуговуючий персонал;

- відповідальність перекладається на форс-мажорні обставини при умові, що обслуговуючий (зокрема, електротехнічний) персонал не міг запобігти аварії внаслідок цих обставин.

Організації експлуатації електроустановок в ПТЕЕС присвячений IV розділ, де розглядаються питання обов'язків працівників; вимог до працівників та їх підготовки; яка має бути технічна документація; як приймати електроустановки в експлуатацію та порядок їх підключення до електричної мережі; загальні питання технічного контролю, обслуговування і ремонту електроустановок. Зокрема, згідно з ПТЕЕС у споживача повинна діяти система ТО та ремонту електрообладнання, спрямована на забезпечення надійної і безпечної його роботи. Графіки ремон-

тів, ТО і їх обсяги визначаються щорічними планами, які підписуються особою, відповідальною за електрогосподарство, та затверджуються керівником споживача. Зазначені графіки можуть складатися на основі проведеного діагностування технічного стану електроустановок. Терміни ТО і ремонту визначається ПТЕЕС, чинними галузевими нормами, інструкціями підприємств-виробників. Збільшення або зменшення періодичності та збільшення тривалості ремонту порівняно з нормативними термінами допускають залежно від стану електроустановок, відповідного технічного обґрунтування та за результатами контролю основних експлуатаційних характеристик обладнання.

2. Організація технічної експлуатації електрообладнання за системою ПЗРЕсг

Організація технічного сервісу електрообладнання АПК, як правило, виконується за Системою планово-запобіжного ремонту електрообладнання сільськогосподарських підприємств.

Система ПЗРЕсг є основним нормативним документом, щодо організації ТО та ремонту електрообладнання з врахуванням специфічних умов його експлуатації у сільському господарстві (умови навколишнього середовища, режими роботи обладнання тощо). Термінологія Системи ПЗРЕсг вміщує такі поняття, як ремонт, ТО, трудомісткість та періодичність ТО (ремонт).

Періодичність технічного обслуговування (ремонт) – інтервал часу або нарабіток між даним видом ТО (ремонт) та наступним тим самим видом або іншим більшої складності.

Трудомісткість технічного обслуговування (ремонт) – сумарна тривалість індивідуальних операцій ТО та (чи) ремонту об'єкта, подана в годинах та затрачена всім обслуговуючим персоналом для цього виду операцій ТО та (чи) ремонту в інтервалі визначеного часу.

Періодичність ТО (ремонтів) в Системі ПЗРЕсг встановлена за критерієм мінімуму приведених витрат за весь строк служби електрообладнання. Розмірність періодичності ТО (ремонтів) – місяць (міс.).

Трудомісткість ТО (ремонтів) нормована на одиничне технічне обслуговування (ремонт) для кожного типу електрообладнання. Розмірність трудомісткості – людино-година (люд. – год.).

В Системі ПЗРЕсг наведені для конкретних видів електрообладнання нормативи трудомісткості і періодичності виконання та перелік типового складу робіт ТО та ремонту, нормативи витратних матеріалів та запасних частин.

Система ПЗРЕсг містить такі основні розділи:

- основні положення; класифікація умов експлуатації електроустановок у сільському господарстві та загальні вимоги до електрообладнання;

- організація виконання робіт з ремонту і ТО електрообладнання; планування та облік робіт з ТО і ремонту;

- розділи, що стосуються ТО і ремонту конкретних видів обладнання (електричних мереж, електропроводок, силових збірок, освітлювальних щитків, електричних машин, пускозахисних апаратів, засобів автоматизації, електротехнологічного обладнання, зварювального обладнання, контрольно-вимірювальних приладів, пристроїв електробезпеки, побутових електроприладів, засобів диспетчерського зв'язку).

Організація та планування ТО та ремонту електрообладнання підприємств АПК із застосуванням Системи ПЗРЕсг, передбачає такі етапи:

1. Створюють масив вихідних даних у вигляді карт або журналів обліку електрообладнання, де вказуються: технологічний об'єкт; найменування і характеристика обладнання (тип, потужність тощо); дата встановлення; середовище, де встановлене обладнання; число годин роботи на добу; число місяців роботи на рік.

2. Планують ТО та ремонти електрообладнання, використовуючи приведені в Системі ПЗРЕсг нормативи; складають річний (квартальний, на місяць) графік ТО та ремонту електрообладнання та розраховують потребу у витратних матеріалах та запасних частинах, використовуючи приведені у Системі ПЗРЕсг норми.

3. Розраховують необхідну чисельність персоналу для проведення ТО та ремонтів електрообладнання, обґрунтовують

штатний розпис та організаційну структуру сервісної служби підприємства (або спеціалізованого підприємства з технічної експлуатації електрообладнання).

Вказані етапи характерні для організації та планування ТО та ремонту будь-якої техніки із застосуванням Систем планово-запобіжних ремонтів та ТО відповідної техніки.

Розрахунок річної трудомісткості ТО та ремонтів можна виконати двома шляхами: шляхом переведу всього парку електрообладнання в умовні одиниці або за допомогою нормативів трудомісткості та періодичності ТО і ремонтів.

Коефіцієнти переведу електрообладнання в умовні одиниці і нормативи трудомісткості та періодичності ТО (ремонтів) наведені в нормативно-технічній літературі (насамперед, в Системі ПЗРЕсг, Системі ТОР ЕО тощо).

За умовну одиницю прийнято співвідношення середніх річних трудомісткостей різних видів ТО та ремонту до річної трудомісткості ТО та ремонту базового обладнання. Наприклад, нормативна трудомісткість умовної одиниці електрообладнання (у.о.е.) АПК складає 18,6 люд.-год./рік та має таку приблизну структуру: оперативне обслуговування – 13 %; ТО – 30%; поточний ремонт (ПР) – 43 %; капітальний ремонт (КР) – 14 %. Застосування у.о.е. набуло поширення при існуванні великих спеціалізованих підприємств АПК (птахофабрик, великих тваринницьких комплексів). В сучасних умовах доцільним є застосування нормативів трудомісткості та періодичності ТО і ремонтів електрообладнання для планування цих робіт.

Для прикладу розглянемо порядок розрахунку річної трудомісткості робіт з технічної експлуатації електрообладнання з використанням Системи ПЗРЕсг.

Загальна річна трудомісткість ТО та ремонту електрообладнання визначається за виразом

$$Q_1 = Q_{ТО} + Q_{ПР} + Q_{КР}, \quad (2)$$

де $Q_{ТО}$, $Q_{ПР}$, $Q_{КР}$ – відповідно річна трудомісткість всіх ТО, ПР та КР електрообладнання підприємств АПК, люд.-год.

В Системі ПЗРЕсг наведені нормативи для КР тільки внутрішніх електропроводок, КР іншого електрообладнання може здійснюватися спеціалізованими підприємствами, але внаслідок того, що його вартість наближається до вартості нового обладнання, то в країнах з розвинутою економікою вже відмовилися від цього виду ремонту, що можна прогнозувати і в Україні.

Річна трудомісткість всіх ТО, ПР, КР електрообладнання підприємств АПК визначається за відповідними виразами

$$Q_{\text{ТО}} = \sum_{i=1}^W n_i \cdot g_{\text{ТО}i} \cdot m_{\text{ТО}i}, \quad (3)$$

$$Q_{\text{ПР}} = \sum_{i=1}^W n_i \cdot g_{\text{ПР}i} \cdot m_{\text{ПР}i} \quad (4)$$

та для внутрішніх електропроводок

$$Q_{\text{КР}} = \sum_{i=1}^W n_i \cdot g_{\text{КР}i} \cdot m_{\text{КР}i}, \quad (5)$$

де W – кількість груп електрообладнання, однакових за типами, характеристиками та умовами експлуатації;

n_i - кількість електрообладнання i -ої групи;

$g_{\text{ТО}i}, g_{\text{ПР}i}, g_{\text{КР}i}$ - трудомісткість одного відповідно ТО, ПР, КР одиниці даного електрообладнання, вибирається за Системою ПЗРЕсг, люд.-год.;

$m_{\text{ТО}i}, m_{\text{ПР}i}, m_{\text{КР}i}$ - річна кількість відповідно ТО, ПР, КР для одиниці електрообладнання i -ої групи.

Для електропроводок значення трудомісткості ТО, ПР, КР в Системі ПЗРЕсг наведені з розрахунку на 1000 м, що необхідно враховувати у виразах (2)–(5).

Так як більшість електрообладнання сільськогосподарського призначення використовується сезонно, то кількість ТО, ПР, КР повинна визначатися для періоду виробничої експлуатації, а саме за виразами

$$m_{\text{ТО}i} = \frac{n_{\text{P}i}}{P_{\text{ТО}i}}, \quad (6)$$

$$m_{\text{ПР}i} = \frac{n_{\text{P}i}}{P_{\text{ПР}i}} \quad (7)$$

та для внутрішніх електропроводок

$$m_{\text{КР}i} = \frac{n_{\text{P}i}}{P_{\text{КР}i}}, \quad (8)$$

де $n_{\text{P}i}$ – число місяців роботи протягом року електрообладнання i -ої групи;

$P_{\text{ТО}i}, P_{\text{ПР}i}, P_{\text{КР}i}$ - періодичність відповідно ТО, ПР, КР даного електрообладнання, що вибирається за Системою ПЗРЕсг, міс.

В таблиці з періодичністю ПР електродвигунів Системи ПЗРЕсг врахована тривалість їхньої роботи протягом доби (дана періодичність ПР для електродвигунів, тривалість роботи яких від 8 до 16 годин на добу). Якщо тривалість роботи електродвигуна до 8 годин на добу, то періодичність ПР необхідно помножити на коефіцієнт $K=1,7$; понад 16 годин – на $K=0,75$, тобто

$$P'_{\text{ПР}i} = P_{\text{ПР}i} \cdot K, \quad (9)$$

де K – коефіцієнт врахування тривалості роботи електродвигунів протягом доби.

Необхідно врахувати те, що коли електрообладнання використовується за призначенням 12 місяців на рік, то річна кіль-

кість ТО зменшується на річну кількість ПР даного електрообладнання, внаслідок того, що операції ТО входять до складу ПР. Таким чином

$$m'_{TOi} = m_{TOi} - m_{PRi}. \quad (10)$$

Аналогічно, при виконанні КР річна кількість ПР та ТО перераховується за виразами

$$m'_{PRi} = m_{PRi} - m_{KRi}, \quad (11)$$

$$m'_{TOi} = m_{TOi} - m'_{PRi} - m_{KRi}. \quad (12)$$

При цьому розрахунки за виразами (3) та (4) повинні враховувати саме вирази (11) та (12).

Якщо електрообладнання використовується сезонно, то ПР та КР прагнуть провадити в період його простою. При цьому повинна бути визначена трудомісткість сезонного ТО. В Системі ПЗРЕсг рекомендовано оцінювати трудомісткість цих робіт (Q_2) трудомісткістю ТО відповідного типу електрообладнання, яка збільшена на 15%, тобто за виразом

$$Q_2 = 1,15 \cdot \sum_{k=1}^Z n_k \cdot g_{ТОk} \cdot m_k, \quad (13)$$

де Z – кількість груп електрообладнання, що використовується сезонно, однакових за типами, характеристиками та умовами експлуатації;

n_k – кількість електрообладнання k -ої групи;

$g_{ТОk}$ – трудомісткість одного ТО одиниці даного електрообладнання, що вибирається за Системою ПЗРЕсг, люд.-год.;

m_k – річна кількість сезонних ТО одиниці електрообладнання k -ої групи (визначається за умовами технологічного процесу і є складовою загальної кількості ТО m'_{TOi}).

Якщо сервісна служба крім ТО та ремонту електрообладнання виконує ще і його оперативне обслуговування, роботи з модернізації та реконструкції, монтаж, налагодження обладнання, перевірку вимірювальних приладів, то трудомісткість цих робіт визначається таким чином. Річна трудомісткість оперативного обслуговування (Q_3) приймається в розмірі 25% від річної трудомісткості ТО, ПР та КР, тобто

$$Q_3 \approx 0,25 \cdot Q_1. \quad (14)$$

Роботи з модернізації та реконструкції електрообладнання, з підвищення ефективності його експлуатації, розвитку електрифікації та автоматизації сільськогосподарського підприємства плануються, виходячи з енергетичних, матеріально-технічних потреб і можливостей підприємства, їх частка може досягати 30 % від запланованих на ТО і ПР робіт. Звідси річну трудомісткість цих робіт можна визначити за спрощеним виразом

$$Q_4 \approx x \cdot (Q_{TO} + Q_{PR}), \quad (15)$$

де x - частка від річної трудомісткості ТО та ПР, що залежить від конкретних потреб та можливостей сільськогосподарського підприємства та сервісної служби, в.о..

Якщо сервісна служба за умовами договору виконує і роботи з монтажу та налагодженню електрообладнання, перевірки контрольно-вимірювальних приладів, перевірки та налагодження засобів автоматизації, то при розрахунках трудомісткості технічної експлуатації необхідно враховувати відповідні складові. Трудомісткості монтажу та налагодження (Q_5) електрообладнання визначаються за відповідними нормативами цих робіт, річна трудомісткість перевірки контрольно-вимірювальних приладів (Q_6), перевірки та налагодження засобів автоматизації

(Q₇) - за виразами, що аналогічні виразам (3) – (5) за нормативами, які наведені у Системі ПЗРЕсг, Системі ТОР ЕО, в інших Системах планово-запобіжного ремонту та ТО відповідного електрообладнання .

Таким чином, річна трудомісткість всіх робіт, що виконуються сервісною службою є сумою складових

$$Q_p = \sum_{i=1}^L Q_i , \quad (16)$$

де L - кількість складових виробничої програми.

Під час планування заходів з технічної експлуатації електрообладнання отримують *розрахункові та фактичні значення річної трудомісткості робіт*. При визначенні розрахункової трудомісткості робіт річна кількість ТО, ПР, КР (відповідно, m_{ТО}, m_{ПР}, m_{КР}) можуть бути не цілі числа. При складанні річного графіку фактичного виконання цих робіт значення m_{ТО}, m_{ПР}, m_{КР} - тільки цілі числа. Фактичне значення річної трудомісткості технічної експлуатації визначається саме за річним графіком і використовується для визначення чисельності персоналу за контрактної форми найму робітників на рік. Розрахункове значення річної трудомісткості планових робіт використовується для визначення чисельності необхідного персоналу для виконання цих робіт, якщо тривалість дії контракту роботодавця з працівниками сервісної служби перевищує 1 рік. Для визначення річної потреби в запасних частинах та витратних матеріалах для ТО та ремонтів електрообладнання користуються нормами річних витрат запасних частин та витратних матеріалів, що наведені у Системі ПЗРЕсг, Системі ТОР ЕО тощо. Норми визначені для кожного типу електрообладнання. Для точніших розрахунків потреби у витратних матеріалах вони диференційовані за видами обслуговування (окремо на ТО та на ПР). На ТО норми наведені з розрахунку на рік експлуатації, на ПР – на один ремонт. Для деяких типів електрообладнання наведені норми на рік експлуатації виробу в цілому (ТО та ПР, наприклад, світильників).

При плануванні витратних матеріалів та запасних частин, необхідних для технічного сервісу протягом року, кількість да-

ного виду обладнання (для електропроводки - довжину проводки) множать на норми витрат матеріалів та запасних частин.

Наприклад, норми витрат матеріалів для ТО та ремонтів електродвигунів визначені на один електродвигун потужністю 5 кВт. Для розрахунку необхідної кількості матеріалів на рік експлуатації знаходять середню встановлену потужність групи електродвигунів за виразом

$$P_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^j P_i \cdot n_i}{N_d}, \quad (17)$$

де j -- кількість груп електродвигунів з однаковою потужністю;

P_i - встановлена потужність одного електродвигуна i -ої групи електродвигунів з однаковою потужністю;

n_i - кількість електродвигунів в i -ій групі електродвигунів з однаковою потужністю;

N_d - загальна кількість електродвигунів.

Важливою умовою ефективного технічного сервісу електрообладнання АПК є забезпечення запасними частинами. Відсутність необхідної запасної частини в разі відмови спричиняє збитки сільськогосподарського підприємства та (або) збитки сервісної служби, надлишковий запас частин – зайві витрати сервісної служби. До переліку запасних частин включають всі деталі, термін служби яких не перевищує тривалості міжремонтного періоду. На складах повинна бути кількість запасних частин, що забезпечить безперебійну роботу, якісні ТО та ремонт електрообладнання.

Одним із шляхів підвищення надійності електрообладнання та, за відмови, зведення до мінімуму тривалості простою виробничих машин та механізмів є існування резервного запасу обладнання. Резервне електрообладнання необхідно використовувати лише для запобігання простою технологічного процесу під час заміни обладнання, у разі його відмови. Несправне електро-

обладнання підлягає ремонту, а потім є резервним запасом. Електрообладнання, що не підлягає ремонту – списують, а резервний запас поновлюють новим. Кількість резервного електрообладнання визначається за допомогою нормативно-технічної літератури по кожному виду обладнання залежно від кількості однакового типового розміру та з врахуванням категорії за надійністю електропостачання. Норми запасу наведені у відсотках від електрообладнання, що знаходиться в експлуатації. Наприклад, для електрообладнання, що відноситься до 1 категорії за надійністю електропостачання, рекомендовано встановлювати нижній рівень резервного запасу не менш 1.

Організація технічного сервісу електрообладнання АПК передбачає складання графіку робіт. Метою складання річного графіка (графіка на місяць, квартал) ТО та ремонту електрообладнання є визначення календарних строків проведення та фактичної річної кількості ТО та ремонтів електрообладнання, сезонних ТО (коли додатково виконують роботи з консервації і розконсервації електрообладнання, що працює сезонно) з *врахуванням необхідності рівномірного розподілу* (за трудомісткістю) всіх видів робіт протягом визначеного терміну. На основі річного графіка визначають фактичну річну трудомісткість, кількість запасних частин та інших ресурсів, необхідних для проведення планових робіт технічної експлуатації електрообладнання підприємств АПК.

При складанні графіка намагаються добитися повної зайнятості обслуговуючого персоналу протягом року, рівномірного завантаження всієї сервісної служби протягом року, передбачити максимальне скорочення витрат часу на переходи та переїзди обслуговуючого персоналу між об'єктами.

При розробці річного графіку планових робіт враховують такі вимоги:

- планування ТО та ремонту електрообладнання необхідно здійснювати згідно нормативів періодичності цих робіт;
- відхилення від нормованої періодичності проведення планових робіт не повинні перевищувати $\pm 35\%$;
- прагнути планувати ПР електрообладнання, що використовується за призначенням сезонно, в період його простою;

- прагнути планувати ПР електричної частини машин і самих робочих машин в одні й ті самі календарні терміни;

- якщо планується здійснити ПР в період використання електрообладнання за призначенням, то кількість ТО зменшується на кількість ПР;

- сезонне ТО електрообладнання здійснюється, якщо воно не використовується за призначенням понад два місяці. Якщо в період простою електрообладнання планується проведення ПР, то консервація електрообладнання потрібна після ПР тільки у випадку, якщо воно не буде використовуватися за призначенням після ПР протягом понад два місяці. Розконсервація здійснюється перед сезоном використання електрообладнання за призначенням.

Однією з причин, які перешкоджають широкому впровадженню системи ПЗРЕсг, є велика кількість розрахунків при плануванні ТО, ПР та КР електрообладнання. Застосування комп'ютерної техніки дозволить значно зменшити трудомісткість розрахунків та створити необхідні умови для організації ТО та ремонтів електрообладнання підприємств АПК на якісно новому рівні. Серед комп'ютерних технологій особливе місце займають електронні таблиці, які використовують для організації та упорядкування великих масивів даних (текстових, чисельних тощо). Електронні таблиці Microsoft Excel дозволяють поєднати облік електрообладнання, розрахунки річної трудомісткості виробничої програми технічної експлуатації електрообладнання та планування виконання цих робіт в одній таблиці.

Питання для самоконтролю

1. В чому різниця між аварією та відмовою електрообладнання?

2. Що означають терміни «періодичність» та «трудомісткість» ТО (ремонт) електрообладнання?

3. Що необхідно враховувати під час складання графіку робіт сервісного обслуговування?

4. За яким критерієм досягають рівномірний розподіл робіт згідно з графіком ТО та ремонтів?

Лекція 4

Типові операції технічного сервісу електричних машин.

ПЛАН

1. Типові операції технічного обслуговування та ремонту асинхронних електродвигунів з короткозамкнутим та фазним ротором.

2. Типові операції технічного обслуговування та ремонту синхронних генераторів.

3. Типові операції технічного обслуговування та ремонту заглибних електродвигунів.

4. Розбирання та збирання електродвигуна.

1. Типові операції ТО та ремонту асинхронних електродвигунів з короткозамкнутим та фазним ротором

Типові операції ТО асинхронних електродвигунів з короткозамкнутим та фазним ротором: обчистити корпус електродвигуна від пилу та бруду, перевірити справність заземлення, підтягнути болти кріплення двигуна до фундаменту або робочої машини, перевірити ступінь нагріву та рівень вібрації корпусу, перевірити центрування двигуна з робочою машиною, надійність кріплення шківів на валу двигуна, перевірити надійність кріплення контактних з'єднань, впевнитися у відсутності ненормальних шумів при роботі двигуна, перевірити стан контактних кілець та щіткового механізму у двигуна з фазним ротором, виміряти опір ізоляції обмоток, у разі виявлення дрібних дефектів – усунути їх.

Типові операції ПР асинхронних електродвигунів з короткозамкнутим та фазним ротором: обчистити корпус електродвигуна від пилу та бруду; від'єднати двигун від мережі живлення та заземлення; у двигунів з фазним ротором від'єднати проводи від пускового реостату; зняти двигун з місця встановлення та розібрати його; проочистити обмотки, виміряти опір ізоляції, за необхідності просушити обмотки; перевірити стан контактних кілець, за необхідності проточити та відшліфувати їх; відрегулю-

вати щітковий механізм, за необхідності замінити щітки; промити підшипники, перевірити їхній технічний стан і за необхідності замінити; відремонтувати або замінити пошкоджені вивідні проводи обмотки та клемну панель коробки виводів; зібрати двигун, змастити підшипники; здійснити випробування двигуна на неробочому ході; за необхідності пофарбувати двигун; встановити двигун на робочому місці, відрегулювати його центрування з робочою машиною та провести випробування двигуна під навантаженням.

2. Типові операції ТО та ремонту синхронних генераторів

Типові операції ТО синхронних генераторів: обчистити корпус генератора та збуджувача; перевірити кріплення генератора та збуджувача до фундаменту або рами; перевірити стан з'єднання генератора з двигуном; впевнитися у відсутності підвищеної вібрації під час роботи генератора; перевірити стан заземлення корпусу генератора; перевірити стан проводів, ізоляційної панелі коробки виводів, контактних з'єднань; перевірити легкість обертання якоря; перевірити стан щіткового механізму; замінити пошкоджені щітки та пружини; перевірити стан траверси, цілість її ізоляції; перевірити стан колектора генераторів СГ, контактних кілець генераторів ЕСС, ЕСС5, ПСГС, ДСГ і СГ і розрізного кільця механічного випрямляча генераторів ЕС; виміряти опір ізоляції обмоток, щіткового механізму та збуджувача; за необхідністю додати мастила в підшипникові камери.

Типові операції ПР синхронних генераторів: обчистити корпус; провести доремонтні випробування; розібрати генератор та обчистити деталі; виявити дефектні вузли та деталі; ізолювати пошкоджені ділянки лобових частин обмоток та котушок полюсів; замінити послаблені бандажі лобових частин обмоток, ізолювати місця механічних пошкоджень або замінити пошкоджені вивідні проводи генератора; виміряти опір ізоляції обмоток генератора, за необхідності просушити ізоляцію обмоток; замінити пошкоджені або послаблені клини; встановити дефекти різьби в отворах для болтів кріплення підшипникових щитів та гвинтів кріплення полюсів; відремонтувати пошкоджені ділянки пакету активної сталі генератора та збуджувача; відремонтувати або за-

мінити пошкоджені контактні кільця; усунути пошкодження з'єднання між кільцями та контактними шпильками; замінити пошкоджену ізоляцію контактних шпильок та пальців щіткотри-мачів; усунути пошкодження та биття колектора; усунути порушення пайки провідників або секцій обмоток до колекторних пластин збуджувача; відремонтувати пошкоджені або послаблені лопатки вентилятора; замінити зношені підшипники; відремонтувати або замінити дошку затискачів коробки виводів; усунути пошкодження сітки вентиляційних вікон; зібрати генератор; провести налагоджування та післяремонтні випробування; за необхідності пофарбувати поверхню генератора.

3. Типові операції ТО та ремонту заглибних електродвигунів

Типові операції ТО заглибних електродвигунів: виміряти опір ізоляції обмотки статора відносно заземлених частин електрона-сосної установки, виміряти струм електродвигуна амперметром або вимірювальними кліщами, впевнитися у відсутності підвищеної вібрації та сторонніх шумів.

Типові операції ПР заглибних електродвигунів: обчистити корпус; розібрати електродвигун; обчистити і виявити дефектні деталі та вузли; визначити справність ізоляції обмотки статора; за необхідності замінити вивідні проводи; замінити пошкоджену ізоляцію місць з'єднання обмотки; замінити пошкоджені чи ослаблені пазові клини; встановити або замінити датчик контролю технічного стану; пошліфувати та відполірувати втулки підшипників на роторі; замінити втулки підшипників в підшипникових щитах; за необхідності пошліфувати та відполірувати робочу поверхню п'яти; зібрати електродвигун, провести післяремонтні випробування, пофарбувати електродвигун.

4. Розбирання та збирання електродвигуна

Для виконання ремонту електродвигуна необхідно розібрати, а потім зібрати електродвигун. Послідовність розбирання електродвигуна:

- зніміть муфту або шків;

- зніміть кришки підшипників кочення;
- опустіть хомути траверс;
- відкрутити гайки зі шпильок, які стягують фланці шарико-підшипників;
- випустіть масло з підшипників ковзання;
- зніміть щити підшипників;
- витягніть ротор;
- зніміть підшипники кочення з вала;
- вийміть з щитів вкладиші або втулки підшипників ковзання;
- промийте всі від'єднанні деталі (вкладиші, траверси, підшипники, ущільнення, щити) гасом або бензином;
- продуйте обмотки стисненим очищеним повітрям або видавіть з них пил;
- якщо обмотки сильно забруднені, після продувки протріть їх змоченою в бензині чистою ганчіркою;
- розпаяйте з'єднання і вийміть обмотки з пазів;

Щоб уникнути пошкодження деталей при розбиранні не слід користуватися зубилами, робіть різких ударів і застосовувати надмірну силу. Якщо болти не викручуються або викручуються занадто туго, їх слід змочити гасом і зачекати кілька годин. Потім звільнюють болти і продовжують викручування.

Від'єднанні дрібні деталі слід складати у спеціальний ящик, на кожну з них прикріплюють бирку із зазначенням номера агрегату, що ремонтується.

Слід знімати з вала шарикопідшипник, муфту і шків за допомогою стяжки з трьома скобами. Для цього кінець болта стяжки упирають в торець вала і захоплюють внутрішню обойму підшипника, краю муфти або шківа кінцями скоб. Повертають болт, поки деталь не сповзе з вала. Перекіс може привести до пошкодження цапфи вала, тому стежать за тим, щоб напрямок зусилля збіглося з віссю вала.

У відсутності стяжки кілька разів злегка вдаряють молотком по внутрішньому кільцю підшипника кочення (по всьому колу рівномірно) або по маточини шківа. Удари наносять через прокладку з міді або твердого дерева.

Щоб зняти підшипниковий щит, відкручують болти і, постукуючи молотком по виступаючим краях щита через прокладку,

відокремлюють його від корпусу. При цьому великогабаритний електродвигун щоб уникнути поломок необхідно підвісити, використовуючи спеціальні підйомні кошти. Також покладають підкладку з товстого картону в зазор між статором і ротором. При знятті ротор ляже на неї - це потрібно для запобігання пошкодження ізоляції обмоток.

Ротор невеликих двигунів дозволяється виймати вручну. Обертають картоном один кінець вала і надягають на нього довгу трубу, за допомогою якої не поспішаючи виводять ротор з розточення статора. В процесі ротор повинен підтримуватися у висячому положенні.

Для того, щоб вийняти з щита підшипників ковзання вкладиш або цільну втулку, наносять удари дерев'яною киянкою через дерев'яну вибивач. Щит повинен бути встановлений таким чином, щоб підшипник упирався в нього, інакше підшипник трісне.

Збирають електродвигун, починаючи з окремих вузлів. Запресовують виточені втулки або вкладиші в підшипникові щити, попередньо випилявши на них прорізи для мастильних кілець і канавки для змащення за старими розмірами. Використовують при цьому гідравлічний або гвинтовий прес, можна також обережно постукати молотком через прокладку. Потрібно слідкувати за тим, щоб не було перекосів - вони приводять до заклинювання вкладишів і втулок.

Підшипники нагрівають до температури 70-75 градусів на масляній ванні і насаджують їх на вал, легко постукуючи молотком по трубці, яка впирається у внутрішнє кільце підшипника. Занадто слабка, як і занадто туга посадка підшипників неприпустима.

Вводять ротор в розточення статора (дії ті ж, що при розбиранні, але в зворотному порядку). Встановлюють підшипникові щити точно на старе місце і тимчасово закріплюють їх болтами. Щоб не помилитися, перед розбиранням слід нанести мітки на щити і корпус движка. Фіксуючи щити, піднімають мастильні кільця підшипників ковзання, щоб не пошкодити їх.

Вручну проворочають ротор двигуна - він повинен обертатися легко. Причиною тугого обертання валу може бути:

- неправильна посадка підшипника кочення на вал;
- тирса, засохле масло або бруд в підшипнику;

- перекіс валу;
- занадто сильне тертя повстяних або шкіряних ущільнень про вал.

Затягують болти підшипникових щитів, заповнюють підшипники кочення мастилом, закривають їх кришками і заливають масло в підшипники ковзання. Повторно повертають ротор вручну, перевіряючи, чи не зачіпають обертові частини за нерухомі, визначають і регулюють потрібну величину розбігу, підключіть двигун до мережі.

Після виконання розбирання та збирання електродвигунів їх перевіряють спочатку на холостому ході, потім в робочому режимі.

Питання для самоконтролю

1. Які типові операції ТО та ремонту асинхронних електродвигунів з короткозамкнутим та фазним ротором?
2. Які типові операції технічного обслуговування та ремонту синхронних генераторів?
3. Які типові операції технічного обслуговування та ремонту заглибних електродвигунів?

Лекція 5

Типові операції технічного сервісу освітлювальних та випромінювальних установок

ПЛАН

1. Типові операції технічного обслуговування освітлювальних та випромінювальних установок.

2. Типові операції ремонту освітлювальних та випромінювальних установок.

3. Типові несправності світильників з люмінесцентними лампами та шляхи їх усунення

4. Організація технічного сервісу освітлювальних та випромінювальних установок

1. Типові операції технічного обслуговування освітлювальних та випромінювальних установок

Типові операції ТО освітлювальних та випромінювальних установок: виміряти рівень освітленості (опроміненості) в контрольних точках; обчистити світильник (випромінювач) від пилу і бруду, перевірити його працездатність, замінити перегорілі лампи, перевірити відповідність ламп типу світильника (випромінювача), в якому вони працюють; перевірити стан ізоляції проводів у місці вводу в світильник (випромінювач); перевірити надійність приєднання нульового проводу до затискача на корпусі світильника (випромінювача); замінити захисне скло, що має тріщини або сколи; зняти корпус патрона і перевірити стан його частин; зачистити контакти, що окислилися або підгоріли, зібрати патрон; підтягнути послаблені затискачі; у світильників (випромінювачів) з газорозрядними лампами перевірити надійність кріплення до корпусу світильника (випромінювача) пускорегулювального апарату (ПРА), конденсаторів, патронів, клемних колодок.

2. Типові операції ремонту освітлювальних та випромінювальних установок.

Типові операції ПР *освітлювальних та випромінювальних установок*: обчистити світильник (опромінював) від пилу та бруду, розібрати його, оглянути усі деталі щодо наявності тріщин та сколів; дефектні деталі відремонтувати або замінити; виправити вм'ятини деталей корпусу; обчистити деталі від іржи; покрити місця з пошкодженим фарбуванням ґрунтовкою та просушити; пофарбувати екранувальну решітку білою емаллю; зібрати схему світильника (випромінювача); перевірити опір ізоляції проводів; перевірити працездатність ламп і встановити їх у світильник (опромінював); підключити світильник (опромінював) до електричної мережі та перевірити його працездатність.

3. Приклади пошуку причини несправності освітлювальних та випромінювальних приладів та її усунення

Найбільш розповсюдженими світильниками в АПК є світильники з люмінесцентними лампами. Схема їх роботи передбачає наявність електромагнітної пускорегулювальної апаратури (ЕмПРА) або електронної (ЕПРА).

Розглянемо приклад, коли лампа не включається. Необхідно насамперед, перевірити наявність напруги на світильнику. Якщо немає, то слід шукати обрив на лінії живлення. Якщо є, то потрібно починати перевірку всіх вузлів схеми освітлювального приладу, т. е. безпосередньо прийматися за ремонт люмінесцентних ламп.

Спочатку треба виконати візуальний огляд, виявляючи пробої, вм'ятини та інші причини того, чому лампа не загоряється.

Потім слід поміняти стартер на завідомо робочий, після цього лампа повинна спалахнути, і тоді цю несправність люмінесцентного світильника можна буде виключити. Однак не завжди під рукою може виявитися відповідний по параметрам стартер, а перевірити той, що є, як-то потрібно. Тоді можна використати звичайний світильник з лампою розжарювання. Живлення на неї потрібно подати так - в розрив одного з проводів включити послідовно стартер, який перевіряється, другий же

залишити цілим. Якщо лампа загорілася або закліпала, то стартер працюватиме і проблема не в ньому.

Далі перевіряємо вхідну і вихідну напругу на дроселі. У працюючого дроселя тестер повинен показати струм на виході. При необхідності цей вузол схеми потрібно замінити. Якщо ж і після цього світильник не працює, тоді доведеться продзвонити на цілісність всі дроти лампи, а також перевірити напругу на контактах патронів.

Ремонт люмінесцентного світильника з ЕПРА зводиться лише до перевірки ламп, цілісності проводки і патронів-власників. Якщо ж вони в порядку, доведеться просто замінити ЕПРА. Найчастіше, якщо відмовив ЕПРА, то причина цього прогоряння транзистора, що іноді можна побачити і неозброєним оком. Якщо ж візуально визначити це неможливо, доведеться випаяти транзистори зі схеми і продзвонити мультиметром. Якщо вони справні, то опір в них складе 400-700 Ом. Якщо один з транзисторів згорів, можливо і згоряння резистора в 30 Ом. Також в схемі присутнє ще одне слабе місце - низькоомний запобіжник в 2-5 Ом. Дуже рідко причина може бути в згорілих елементах діодного моста. Це всі можливі причини, після їх усунення і буде закінчений ремонт ЕПРА, т. е. відновлення згорілого ЕПРА.

4. Організація технічного сервісу освітлювальних та випромінювальних установок

ТО та ПР освітлювальних та випромінювальних установок повинні здійснюватись з дотриманням вимог ПТЕЕС і Системи ПЗР і ТО електрообладнання сільськогосподарських підприємств, що регламентують періодичність проведення обслуговування та ПР (див. табл. 1).

Поряд з цим Система ПЗР і ТО встановлює нормативні значення трудомісткості виконання ТО і ПР залежно від умов навколишнього середовища та виду джерела світла і випромінювання. Наводяться також типові обсяги робіт з ТО і ПР та усереднені норми витрат матеріалів і запасних частин.

Таблиця 1

Характеристика освітлювальної чи випромінювальної установки	Періодич- ність, місяців	
	ТО	ПР
Світильники у сухих та вологих приміщеннях	6	24
Світильники у сирих та особливо сирих примі- щеннях	3	24
Світильники та випромінювачі у сирих та особ- ливо сирих приміщеннях з хімічно-активним се- редовищем	3	12
Випромінювачі тепличні	6	12

Специфічною роботою у освітлювальних та опромінювальних установках є очищення світильників та опромінювачів, що має виконуватись як під час технічного обслуговування та ремонту, так і за необхідністю:

- у запилених приміщеннях не рідше 4-х разів протягом місяця;
- у приміщеннях із середнім виділенням пилу (майстерні, ферми) не рідше 3-х разів протягом місяця;
- в адміністративних приміщеннях, клубах, школах не рідше 2-х разів протягом місяця;
- в установках зовнішнього освітлення не рідше 3-х разів протягом року.

Питання для самоконтролю

1. Які типові операції ТО освітлювальних та випромінювальних установок?
2. Які типові операції ремонту освітлювальних та випромінювальних установок?
3. Які необхідні дії для визначення причини відмови світильника з люмінесцентними лампами та її усунення?

Лекція 6

Типові операції технічного сервісу засобів керування та автоматизації

ПЛАН

1. Типові операції технічного обслуговування та ремонту автоматичних вимикачів, магнітних пускачів, контакторів, рубильників, пакетних вимикачів.

2. Типові операції технічного обслуговування та ремонту засобів автоматизації технологічних систем АПК.

3. Перевірка та налагодження апаратів керування та захисту

1. Типові операції технічного обслуговування та ремонту автоматичних вимикачів, магнітних пускачів, контакторів, рубильників, пакетних вимикачів.

Типові обсяги робіт з ТО:

зняти напругу з апарату;

очистити його від пилу;

перевірити надійність кріплення та вільний рух рухомих частин;

перевірити гвинтові контакти та підтягнути послаблені;

оглянути апарат та впевнитися у відсутності пошкоджень в ньому;

оглянути контакти, перевірити щільність їхнього притиску, стан пружин, одночасність включення, за необхідністю відрегулювати це та очистити контакти від нагару;

впевнитися у відсутності ознак перегріву контактів гвинтових з'єднань та запобіжників;

в щитах керування перевірити справність сигнальних ламп та їх арматури, засобів закриття та ущільнень дверей;

подати напругу та перевірити дію апаратури.

Типові обсяги робіт з ПР:

демонтувати апаратуру;

перевірити та підтягнути всі кріплення;

частково розібрати апарат та очистити від пилу та бруду;

зачистити контакти ;
замінити несправні деталі;
зачистити та пофарбувати оболонку;
зібрати апарат;
відрегулювати його вузли;
теплові реле після ремонту налагодити;
перевірити апарат в зібраному вигляді на працездатність;
встановити на місце експлуатації;
провести опробування у роботі.

2. Типові операції технічного обслуговування та ремонту засобів автоматизації технологічних систем АПК.

ТО засобів автоматизації технологічних систем АПК проводять за місцем встановлення, починаючи з їх зовнішнього огляду, очищення від бруду та пилу, виконання необхідних експлуатаційних перевірок; виявлені несправності підлягають усуненню або засіб автоматики замінюють повністю;

ПР засобів автоматики проводять як на місці їх встановлення, так і на пункті технічного обслуговування і поточного ремонту енергообладнання ; до ремонту входять всі роботи з обслуговування і додатково часткове розбирання та заміна пошкоджених деталей і вузлів.

3. Перевірка та налагодження апаратів керування та захисту

Дуже важливо належним чином перевірити і налагодити захисні апарати. Періодичність цих робіт залежить від виду та виконання апарата. Як правило, докладна інформація з цього приводу міститься у технічній документації заводів-виробників і може бути дещо скоригована стосовно реальних умов експлуатації.

Перевірка апаратів керування і захисту може виконуватися як складова їх профілактичних випробувань.

Із методів перевірки набули найбільшого поширення: метод фіктивних навантажень та метод тестування.

Перший застосовується при перевірці і налагодженні автоматичних вимикачів, електротеплових реле, а другий - переваж-

но при перевірці пристроїв вбудованого температурного захисту та інших електронних захисних пристроїв.

Перевірка та налагодження автоматичних вимикачів.

Перевіряють відповідність проектним даним: номінальну напругу та струм дистанційного приводу; уставки електромагнітних елементів.

Для вимикачів з напівпровідниковими розчеплювачами необхідно перевірити: номінальну напругу; номінальний струм розчеплювача; кратність струму спрацювання та час спрацювання в зоні к.з.; час спрацювання в зоні перевантаження;

напругу живлення дистанційного розчеплювача та блоку керування при живленні від стороннього джерела.

Перевірка працездатності електромагнітних розчеплювачів. Регульовальним пристроєм підвищують струм до 1,15 струму спрацювання, при цьому вимикач повинен відключитися.

Відключають струм навантаження, вмикають вимикач та, не змінюючи положення ручок регульовального пристрою, вмикають товчком струм від навантажувального пристрою, при цьому вимикач повинен відключитися.

Обсяг робіт при налагодженні магнітних пускачів:

зовнішній огляд; перевірка ізоляції струмовідних частин;

вимір опору котушок постійному струму; регулювання механічної частини; налагодження пускача під напругою.

Падіння напруги на контактах магнітного пускача не повинно перевищувати при номінальному струмі 50 А – 70 мВ. Якщо при випробуванні струм менший за номінального значення, то необхідно виміряне падіння напруги перерахувати за виразом

$$\Delta U_{\text{H}} = \frac{\Delta U \cdot I_{\text{H}}}{I} \quad , \quad (18)$$

ΔU - падіння напруги, що виміряне, мВ;

I - струм, при якому вимірювали падіння напруги, А.

Мінімальна напруга, при якій пускач надійно вмикається має бути не вищою за 85 % від номінальної.

Під напругою також перевіряють вібрацію та гудіння магнітного пускача (причина – незадовільне притискання якоря до ярма, підвищена жорсткість контактних пружин, пошкодження короткозамкнутих витків, невідповідність котушки каталожним даним тощо)

Таблиця 2

Операції	Кількість операцій	Відхилення напруги на шинах оперативного струму
Вмикання	5	90
Вмикання та відмикання	5	100
Відмикання	10	80

Організація повірки *засобів вимірювальної техніки* (ЗВТ) регламентована чинним Законом України «Про метрологію і метрологічну діяльність», державними стандартами та галузевими нормативними документами. ЗВТ, що підлягають державному метрологічному контролю та нагляду, у тому числі ЗВТ, результати вимірювань яких використовуються для розрахункового обліку електроенергії, а також вихідні еталони електричних величин, що перебувають у власності споживача, підлягають періодичній повірці. Періодична повірка повинна проводитись у процесі експлуатації згідно з календарним графіком, який повинен складатися у кожного споживача та узгоджуватися з організацією, акредитованою в установленому порядку на право виконання повірки відповідних ЗВТ. Для запобігання порушенням розрахункового обліку електричної енергії мають бути опломбовані:

- розрахункові лічильники електричної енергії та їхні клемні коробки;
- струмові кола розрахункових лічильників електричної енергії;

- випробувальні колодки, до яких підключені вторинні кола ТС і ТН;

- місця приєднання телеметричних виходів ліній зв'язку автоматизованих систем розрахункового обліку, керування та контролю за використанням електричної енергії;

- грати або дверцята камер підстанцій, де встановлені запобіжники на боці високої напруги ТН, до яких приєднані ЗВТ розрахункового обліку, керування й контролю за використанням електричної енергії;

- рукоятки приводів роз'єднувачів ТН, до яких приєднані ЗВТ розрахункового обліку, керування та контролю за використанням електричної енергії.

Електроустановки повинні бути забезпечені ЗВТ, занесеними до Державного реєстру засобів виміральної техніки (далі - Державний реєстр). Дозволяється застосування ЗВТ, які не занесені до Державного реєстру, але пройшли метрологічну атестацію в установленому порядку. Забороняється використання ЗВТ з терміном повірки чи калібрування, що минув.

Обсяг ТО ЗВТ визначається їх конструкцією, а тому конкретні рекомендації щодо його проведення містить технічна документація заводів-виробників.

Загальні операції: огляд приладів та перевірка наявності і цілісності пломб; перевірка наявності та справності датчиків і проводок; змащування рухомих частин приладів; контроль за термінами періодичних повірок і пред'явлення приладів на чергову повірку.

Питання для самоконтролю

1. Які типові операції технічного обслуговування та ремонту автоматичних вимикачів, магнітних пускачів, контакторів, рубильників, пакетних вимикачів?

2. Які типові операції технічного обслуговування та ремонту засобів автоматизації технологічних систем АПК?

3. Які особливості перевірки та налагодження апаратів керування та захисту?

Лекція 7

Типові операції технічного сервісу низьковольтних розподільних пристроїв та внутрішніх електропроводок

ПЛАН

1. Типові операції технічного обслуговування та ремонту низьковольтних розподільних пристроїв.

2. Типові операції технічного обслуговування та ремонту внутрішніх електропроводок.

3. Особливості організації технічного сервісу низьковольтних розподільних пристроїв та внутрішніх електропроводок.

1. Типові операції технічного обслуговування та ремонту низьковольтних розподільних пристроїв.

Типові операції ТО *розподільних пристроїв напругою до 1000 В*: оглянути та обчистити розподільчий пристрій та щити; знявши кришку або кожух апарата, видалити пил, бруд, кіпоть із зовнішніх і доступних внутрішніх його частин, продути їх стисненим сухим повітрям і обчистити обтиральним матеріалом; ослаблені гвинти і гайки кріплення підтягнути; перевірити надійність заземлення металевих корпусів, щитів, пускової і захисної апаратури; ослаблені контакти розібрати, зачистити контактні поверхні, змастити технічним вазеліном і знову скласти; перевірити стан контактів у місцях з'єднань проводів з апаратами, ослаблені контакти підтягнути, а ті, що мають кольори мінливості, затемнення або окислення поверхні, розібрати, зачистити і скласти; перевірити відсутність механічних пошкоджень, тріщин, відшарувань та обвуглених ділянок на ізоляції проводів, які підводять живлення до апаратів, а також проводів кіл вторинної комутації; ділянки проводів з незначними пошкодженнями ізолювати поліхлорвініловою стрічкою; перевірити справність комутаційних апаратів при вмиканні вручну без напруги та під напругою; перевірити цілісність ущільнювачів апаратів; від-

новити написи на пусковій і захисній апаратурі, які стосуються електроприймача.

Типові операції ПР *розподільних пристроїв напругою до 1000 В*: виконати операції технічного обслуговування; відремонтувати замикаючі пристрої і корпус розподільчого пристрою; виконати поточний ремонт елементів розподільчого пристрою згідно з обсягом, передбаченим нормативно - технічною документацією; дефектні елементи розподільчого пристрою замінити; виконати вимірювання та випробування згідно з нормативно – технічною документацією.

2. Типові операції технічного обслуговування та ремонту внутрішніх електропроводок

Типові операції ТО *силових електропроводок*: обчистити електропроводку від пилу та бруду; перевірити стан заземлення металевих захисних конструкцій; перевірити стан кріплення електропроводки, закріпити за необхідності окремі ділянки; виміряти опір ізоляції; перевірити електричні з'єднання; перевірити міцність кріплення механічного захисту проводки; перевірити відповідність площі поперечного перерізу фактичному струмовому навантаженню, стан маркування.

Типові операції ПР *силових електропроводок*: виконати усі операції технічного обслуговування; замінити окремі дефектні ділянки проводки, муфти тощо; перевірити опір ізоляції мегомметром; пофарбувати кронштейни та інші металеві конструкції.

Типові операції ТО *освітлювальних електропроводок*: обчистити електропроводку від пилу та бруду; перевірити стан заземлення металевих захисних конструкцій; перевірити стан кріплення електропроводки, закріпити за необхідності окремі ділянки; виміряти опір ізоляції; перевірити стан вимикачів, розеток, дефекти усунути; перевірити стан з'єднань проводів у розгалужувальних коробках; місця проводок з пошкодженою ізоляцією підсилити накладанням кількох шарів ізоляційної стрічки.

Типові операції ПР *освітлювальних електропроводок*: виконати усі операції технічного обслуговування; замінити окремі дефектні ділянки проводки, муфти тощо; перевірити опір ізоляції

мегомметром; замінити окремі дефектні ділянки проводки, несправні вимикачі та розетки.

3. Особливості організації технічного сервісу низьковольтних розподільних пристроїв та внутрішніх електропроводок.

Серед розподільних пристроїв напругою до 1000 В найбільшого поширення у сільському господарстві набули:

1) розподільні шафи ШР-11 та розподільні пункти ПР11 із ввідним автоматичним вимикачем А3700 (або ж без) та автоматичним вимикачем на групах АЕ 2000;

2) розподільні пункти ПР22 і ПР24 із автоматами А3700 на вводи та на групах;

3) розподільні шафи ПР8501 (змінного струму) і ПР8701 (постійного струму) із автоматичним вимикачами на групах:- 1-полюсними ВА51-31-1; розчіплювачем на струм 6,3...100 А; 3-полюсними ВА51-31; ВА51-35 із розчіплювачами відповідно на струми 6,3...100 А і 100...250 А ;

4) пункти ПР41 (установка на підлозі; 4 групи та 4 трифазні конденсатори потужністю по 18 кВАр) - для керування і захисту освітлювальних установок з лампами ДРЛ;

5) ящики ввідно-розподільні ЯУР та ЯУРП;

6) групові щитки ЯОУ8501 - ЯОУ8508 з однополюсними вимикачами АЕ1031 (6; 10; 16; 25 А) та АЕ2044, АЕ2046 (10; 12,5; 16; 20; 25 А); групові освітлювальні щитки ОП; ОЩВ; УОЩВ; групові освітлювальні щитки у вибухонебезпечному виконанні ЩОВ-1А; ЩОВ-2А.

Електропроводки розподіляються на відкриті, приховані та зовнішні. Також поділяють на освітлювальні та силові.

ПТЕЕС встановлюють необхідність проведення огляду та очищення розподільних пристроїв, щитків, збірок, групових щитків від пилу та бруду не рідше 1 разу протягом 3-х місяців. Більш детально регламентує питання експлуатації розподільних пристроїв Система ПЗР і ТО. Періодичність обслуговування та ремонтів РП встановлена такою:

– силових збірок і освітлювальних щитків розміщених у сухих, вологих та запилених приміщеннях ТО - 1 раз протягом 3-х місяців; ПР - 1 раз за 2 роки

– силових збірок та освітлювальних щитків у особливо сирих з хіміноактивним середовищем приміщеннях ТО - 1 раз протягом 1,5 місяців; ПР – щороку.

Обсяг та періодичність випробувань розподільних пристроїв та внутрішніх електропроводок регламентовані Нормами випробування електрообладнання. Основними видами випробувань є:

– вимірювання опору ізоляції - М; Т; К; виконується мегаомметром з робочою напругою 1000 В посекційно і по можливості одночасно із випробуванням електроустановок, силових і освітлювальних проводок, приєднаних до розподільного пристрою; опір ізоляції має бути $R_{iz} > 0,5 \text{ МОм}$;

– випробування ізоляції розподільного пристрою підвищеною напругою промислової частоти – К (окрім проводок напругою 60 В і менше).

Увипроб = 1кВ; тривалість прикладення напруги - 1 хв. випробування напругою 1кВ промислової частоти може бути замінене вимірюванням протягом 1 хв опору ізоляції мегаомметром робочою напругою 2500 В (замість мегаомметра робочою напругою 1000 В).

Опір ізоляції при знятих плавких вставках вимірюється на ділянці між суміжними запобіжниками або за останніми запобіжниками між будь-яким проводом і землею, а також між двома будь-якими запобіжниками. При вимірюванні опору в силових колах мають бути вимкнені електроприймачі, а також апарати, прилади, тощо. При вимірюванні опору ізоляції в освітлювальних колах лампи мають бути вигвинчені, а штепсельні розетки, вимикачі і групові розетки приєднані. У колах освітлення від групових щитків до світильників допускається не вимірювати R_{iz} , якщо для перевірки ізоляції потрібен значний обсяг робіт з демонтажу схеми і ці кола захищені запобіжниками. Перевірка таких кіл, приладів і апаратів має проводитися шляхом ретельного зовнішнього огляду не рідше одного разу протягом року, при заземленій нейтралі вибір проводиться одночасно із перевіркою забезпечення спрацювання захисту.

ПТЕЕС встановлюють необхідність огляду внутрішніх електропроводок не рідше 1 разу протягом 6 місяців, а у

приміщеннях з підвищеною небезпекою та особливо небезпечних - не рідше 1 разу протягом 3-х місяців. На відміну від ПТЕ-ЕС досить детально регламентує питання технічного сервісу електропроводок Система ПЗР і ТО електрообладнання сільськогосподарських підприємств (табл. 3)

Таблиця 3

Вид проводки та умови навколишнього середовища	Періодичність, міс		
	ТО	ПР	КР
1.Кабельні електропроводки у трубах, коробах, лотках, по стінах, формах тощо			
– сухі приміщення	4	18	96
– запилені приміщення	4	18	60
– особливо сирі приміщення	3	12	42
2.Електропроводки, виконані ізольованими проводами у трубах, коробах, лотках, по стінах, фермах тощо			
– сухі та вологі приміщення	6	24	180
– запилені та сирі приміщення	6	24	120
– особливо сирі та особливо сирі з хімічно активним середовищем приміщення	4	18	96
3.Прихована проводка електро-освітлювальної мережі	6	24	12

Питання для самоконтролю

1. Які загальні відомості про розподільні пристрої напругою до 1000 В та внутрішні електропроводки?
2. Який типовий обсяг робіт з ТО розподільних пристроїв напругою до 1000 В, силових та освітлювальних електропроводок?
3. Який типовий обсяг робіт з ПР розподільних пристроїв напругою до 1000 В, силових та освітлювальних електропроводок?

Лекція 8

Типові операції технічного сервісу електротехнологічних установок

ПЛАН

1. Типові операції ТО та ремонту електротермічних установок.

2. Типові операції ТО та ремонту фотопанелей, електроогорож та інших електротехнологічних установок АПК.

1. Типові операції ТО та ремонту електротермічних установок

Електротермічні установки в АПК: електроводонагрівачі (ємнісні, проточні, електродні), електрокалорифери, холодильне обладнання тощо.

Система ПЗР і ТО встановлює стосовно електротермічних установок:

1) періодичність проведення ТО (3 місяці) і поточного ремонту (12 місяців);

2) трудомісткість одного ТО і одного ПР залежно від:

- місткості бака для елементних ємнісних водонагрівників;

- продуктивності, л/годину для елементних водонагрівників;

- потужності (кВт) електродних водонагрівників та електродних парових котлів;

- потужності (кВт) електрокалориферних установок.

Встановлені також типові обсяги робіт для ТО і ПР; норми витрат матеріалів і запасних частин на ТО і ПР.

До робіт, що мають обов'язково виконуватися як під час технічного сервісу відноситься вимірювання опору ізоляції. Система ПЗР і ТО встановлює його граничні значення:

1) для елементних ємнісних і проточних водонагрівників $IR > 1 \text{ МОм}$;

2) для електродних водонагрівників $IR > 0,5 \text{ МОм}$;

3) для електрокалориферних установок $IR > 1 \text{ МОм}$;

У разі одержання менших значень опору ізоляції слід замінити пошкоджені деталі, висушити ізоляцію та герметизувати вивідні затискачі.

Типові операції ТО ємнісних та проточних електроводонагрівачів (ЕВ). Очистити ЕВ зовні від пилу та бруду. Впевнитися у відсутності протікання бака та трубопроводів. Демонтувати кришку нагрівального блоку та перевірити кріплення контактів. Послаблене кріплення усунути підтягуванням контактів. Змонтувати кришку. Перевірити справність заземлення. Включити ЕВ та перевірити відповідність параметрів заданим значенням технічної документації.

Типові операції ПР ємнісних та проточних ЕВ. Очистити ЕВ зовні від пилу та бруду. Впевнитися у відсутності протікання бака та трубопроводів. Розібрати ЕВ. Перевірити цілісність нагрівальних елементів, при визначенні обриву кола треба замінити ЕВ. Очистити від накипу поверхню нагрівальних елементів, внутрішню поверхню бака та трубопровід гарячої води. Промити та почистити зворотній клапан, запірний вентиль та зливної кран. Промити та протерти деталі кріплення, прочистити від бруду ізолюючі вставки. Перевірити стан прокладок, зношені замінити. Окислені або покриті корозією контактні з'єднання заземлення зачистити до металевого блиску. Виміряти опір ізоляції ЕВ. При опорі ізоляції менше 1 МОм висушити ізоляція ЕВ та герметизувати його вивідні клеми. При виявленні тріщин та сколів ізоляторів ЕВ замінити їх. Перевірити роботу регуляторів температури та запобіжних клапанів, за необхідності відрегулювати їх або замінити. Пофарбувати за необхідності зовнішню поверхню ЕВ. Зібрати ЕВ. Виміряти перехідний опір заземлення. Включити ЕВ в роботу та перевірити відповідність його характеристик тим, що вказані у технічній документації.

Типові операції ТО електродних ЕВ. Очистити ЕВ зовні від пилу та бруду. Впевнитися у відсутності протікання бака та трубопроводів. Демонтувати захисний кожух нагрівального блоку та перевірити кріплення контактів. Послаблене кріплення усунути підтягуванням контактів. Змонтувати захисний кожух. В електрокотельнях з ізольованим від землі корпусом електрокотла перевірити опір ізоляції між корпусом ЕВ та контуром зазем-

лення в приміщенні. В електрокотельнях з заземленим корпусом електрокотла перевірити справність заземлення. Включити ЕВ та перевірити відповідність параметрів заданим значенням технічної документації.

Типові операції ПР електродних ЕВ. Очистити ЕВ зовні від пилу та бруду. Впевнитися у відсутності протікання бака та трубопроводів. Розібрати ЕВ. Очистити від накипу поверхню нагрівальних елементів, внутрішню поверхню бака та трубопровід гарячої води. Промити, почистити та протерти ізолятори та деталі кріплення. При виявленні тріщин та сколів ізоляторів ЕВ замінити їх. Виміряти опір ізоляції ізоляційних деталей ЕВ, при опорі ізоляції менше 0,5 МОм замінити їх. Перевірити стан прокладок, зношені замінити. Перевірити роботу регуляторів температури та запобіжних клапанів, за необхідності відрегулювати їх або замінити. Зібрати ЕВ. Виміряти опір ізоляції сухого ЕВ відносно корпусу. В електрокотельнях з ізольованим від землі корпусом електрокотла перевірити опір ізоляції між корпусом ЕВ та контуром заземлення в приміщенні. В електрокотельнях з заземленим корпусом електрокотла перевірити справність заземлення. Заповнити ЕВ водою, виміряти питомий опір води, при необхідності провести водопідготовку. Включити ЕВ та перевірити відповідність параметрів заданим значенням технічної документації.

Поява *накипу* призводить до перегрівання ТЕНа. Накип інтенсивно відкладається за температури води понад 60 °С, а тому не слід занадто завищувати межі регулювання температури. Слід очищати ТЕНи від накипу до залишкової товщини близько 2 мм, очищення проводиться щіткою із сталюого дроту, 5 % розчином соляної кислоти і гасом. Знайшла поширення ефективна технологія очищення ТЕНів за допомогою спеціальної установки, що має три місткості:

- 1) з 8 % розчином HCl;
- 2) з 10 % розчином каустичної соди CaCO₃;
- 3) з чистою водою.

Спочатку ТЕН на 15...20 хвилин занурюється у розчин соляної кислоти, далі на 2...3 хвилини у розчин каустичної соди, а потім ретельно промивається у воді.

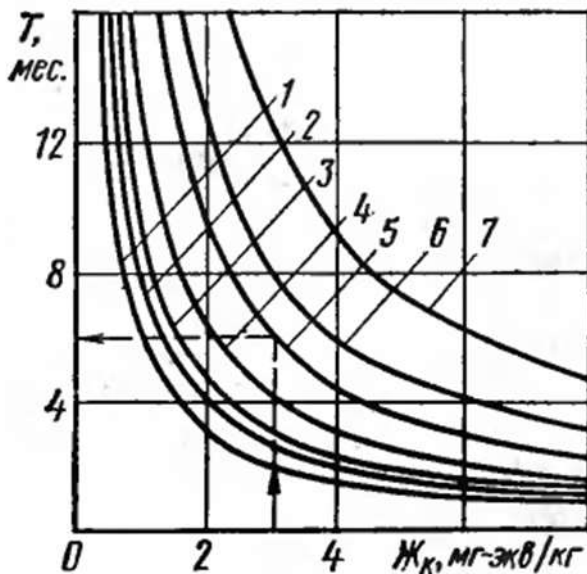


Рисунок 2 – Періодичність очистки ТЕНів залежно від жорсткості води при кількості годин роботи за добу: 1 – 24 год., 2 – 20 год., 3 – 16 год., 4 – 12 год., 5 – 8 год., 6 – 6 год., 7 – 4 год.

Типові операції ТО електрокалориферних установок. Очистити електрокалорифер (ЕК) зовні від пилу та бруду. Демонтувати бокові кришки та перевірити надійність кріплення контактів. Послаблені контакти підтягнути. Змонтувати бокові кришки. Перевірити справність заземлення. Включити ЕК та перевірити відповідність технічних характеристик тим, що є в технічній документації.

Типові операції ПР електрокалориферних установок. Очистити ЕК зовні від пилу та бруду. Розібрати його. Очистити внутрішню поверхню корпусу ЕК від пилу та бруду, промити та протерти деталі кріплення, пофарбувати дефектні місця. Перевірити цілісність нагрівальних елементів. При виявленні розриву кола замінити електронагрівач, виміряти опір ізоляції. При опорі ізоляції менше 1 МОм просушити електронагрівач, загерметизувати його вивідні клеми. Впевнитися у відсутності трі-

щин та сколів на ізоляторах, перевірити стан прокладок, зношені прокладки замінити. Перевірити роботоздатність регуляторів температури. При несправності відрегулювати або замінити їх. Змонтувати ЕК. Перевірити перехідний опір заземлення. Включити ЕК в роботу та перевірити відповідність його характеристик тим, що вказані у технічній документації.

Типові операції ТО компресорно-холодильного обладнання та насосів. Контроль відсутності сторонніх шумів і стукотів, ненормальних вібрацій. Контроль температури підшипників, рівня, тиску і температури масла і охолоджуючої води, якості (кольору) масла, температури і тиску повітря. Перевірка зовнішнього стану обладнання, правильності роботи, доступних для огляду рухомих частин. Контроль справного стану і правильного положення запірної апаратури та запобіжних клапанів, дотримання економічних і безпечних режимів роботи. Відключення несправного обладнання. *Компресори всіх видів.* Очищення, промивання клапанів. Заміна поламаних пружин і пластин. Очищення клапанних коробок від нагару і бруду. Перевірка клапанних гнізд і щільності закривання клапанів. Перевірка надійності кріплення кільця і стану деталей, стану поршня і штока, надійності кріплення сальникових і предсальникових ущільнень, а також міжфланцевих прокладок. Огляд та очищення лубризатора, зворотніх клапанів в мастилопроводі. Заміна забрудненого масла, очищення і промивання масляних і повітряних фільтрів. Перевірка стану фундаменту, анкерних кріплень, надійності шпильовки шатунних болтів і болтів противаг. Контроль величини зазорів в підшипниках, а також зазорів, контроль яких передбачений заводською інструкцією при проведенні оглядів даного виду компресорів. Перевірка стану проміжних і кінцевих холодильників, масловодовідкоремлювачів, установок осушення повітря, ресиверів. *Відцентрові насоси.* Перевірка осьового розбігу і вільного обертання валу, співвісності насоса з приводним електродвигуном, а також стану пальців сполучної муфти. Перевірка роботи приймального і зворотного клапанів. Усунення течі між секціями в багатоступеневих секційних насосах. Підтяжка напрямних болтів; поршневі парові насоси: огляд і перевірка зовнішнього механізму паророзподілу, стану всмоктуючих і нагнітальних клапанів. Перенабівка сальників. Очищення

приймальні сітки і перевірка фланцевих з'єднань. *Холодильні машини і агрегати*. Перевірка стану конденсатора, випарника, ресивера, масловіддільника. Спуск масла і повітря. Усунення нещільностей у фланцевих з'єднаннях. Перевірка рівня аміаку в вертикальнотрубному і кожухотрубному випарниках. Перевірка всієї запірної і регулюючої арматури. Очищення сітки брудоловлювача. Перевірка стану автоматичних пристроїв і їх регулювання. Перевірка стану щитів, роботи насосів, компресорів та стану всіх комунікацій.

Типові операції ПР компресорно-холодильного обладнання та насосів. Операції ТО, часткове розбирання обладнання з ремонтом і заміною деталей, які найбільш швидко зношуються. Крім того, для окремих видів обладнання в типовій обсяг робіт при ПР включаються специфічні для даного виду обладнання роботи. *Компресори поршневі і ротаційні*. Огляд клапанів, пружин, повітряних коробок і очищення їх від нагару і бруду. Перевірка клапанів на щільність прилягання і протирання пластин. Перевірка стану клапанних гнізд. Промивання, чистка та (при необхідності) ремонт (заміна) підшипників. Зміна забрудненої олії, підтяжка болтів повзуна і кривошипа. Огляд і протирання кранів, перевірка прокладок між фланцями. Перевірка зворотних клапанів на маслопроводах. Перевірка кріплень всіх рухомих частин компресора. Огляд валів, очищення і промивання повітряних, масляних фільтрів. Заміна клапана або клапанних пластин. Перевірка кріплення кривошипних противаг, зняття кришок циліндрів, очищення їх від нагару і зачистка пошкоджених заїданням місць. Промивання, очищення сорочок циліндрів і проміжних холодильників від мулу і накипу. Очищення поршнів від нагару. Перевірка клапанів і заміна зношених частин. Заміна робочих лопаток і робочих кілець ротаційних компресорів. Шліфування кришок ротаційних компресорів. Очищення ротора від нагару в ротаційних компресорах, перевірка і регулювання зазорів цих компресорів. Перевірка і регулювання просторів поршневих компресорів, перевірка і заміна пошкоджених клапанних пружин. Перевірка і регулювання регуляторів тиску. Перевірка шийки вала на конусність, еліптичність і ремонт (за необхідності). Перевірка цілісності шпильок корінних підшипників, перевірка шатунних болтів, перевірка кріплення поршневих га-

йок, які кріпляться з поршнем. Очищення картера станини, перевірка центрування компресора з електродвигуном. Збірка і забарвлення. *Турбокомпресори і турбоповітродувки*. Розбирання обмежувача частоти обертання, розбирання і очищення нагнітача. Розбирання картера і промивка його від нагару і бруду. Перевірка стану системи охолодження, щільності приєднань з заміною прокладок. Зміна масла. *Холодильні машини і агрегати*. Розбирання, внутрішній огляд і усунення виявлених дефектів в масловідокремлювачі, конденсаторі, ресивері і випарнику. Заміна окремих трубок в конденсаторі і випарнику. Повне видалення з конденсатора масла, забруднень і водяного каменю. Перевірка ресивера і системи на герметичність. Заміна кріпильних деталей і прокладок. Перевірка кріплень корпусів до опорних конструкцій. *Відцентрові насоси*. Від'єднання електродвигуна, відключення від мережі. Розбирання муфти, підшипників і секцій насоса, огляд і перевірка всіх деталей. Контроль осьового розбігу ротора і зазорів в ущільненнях і підшипниках, перевірка вала. Контрольне збирання ротора, зняття і посадка сполучної муфти з приганянням шпонок і пазів шпон. Заміна сальникової втулки (сорочки на валу) без зняття і посадки інших деталей, заміна болтів сполучної муфти, заміна додаткового кільця (двох півкільць) насоса. Статичне балансування робочого колеса, центрування насоса з електродвигуном. Випробування насоса. *Поршневі насоси*. Огляд і перевірка зовнішнього механізму паророзподілу. Перевірка щільності парозапорного вентиля, перевірка і очищення приймальної сітки, перевірка фланцевих з'єднань, перенабівка сальників. Огляд всмоктуючих і нагнітальних клапанів. Зміна шпильок і гайок кришок циліндрів, зашлифовки подряпин і рисок втулок. Виїмка поршня, перевірка кріплень штока і з'єднання поршневих кілець, зміна і прішлифовка поршневих кілець, перекріплення штока. Зміна сальникової втулки, перебирання, притирання і опресовування парозапорного вентиля і механізму передачі. Зміна пальців шарнірних з'єднань. Пришавровка і прішлифовка дзеркала золотників. Зміна шпинделя або сидла, розточування гнізда парозапірного вентиля, зміна кріплень і фланців паропроводу. Зміна або ремонт конденсаційної ємності. Перебирання приймального клапана. Очищення, про-

мивка, опресовування всмоктуючого трубопроводу. Збірка і опробування насоса

2. Типові операції ТО та ремонту фотопанелей, електроогорож та інших електротехнологічних установок АПК

З метою безпечного технічного сервісу електротехнологічних установок необхідно виконувати такі вимоги:

- для перевірки наявності напруги слід застосовувати спеціальний індикатор-вказівник;

- до експлуатації електротехнологічних установок допускається лише спеціально навчений персонал, що забезпечується необхідними засобами;

- у приміщенні, де знаходяться електротехнологічні установки, мають бути вивішені інструкції з їх експлуатації.

Типові операції ТО та ремонту фотопанелей. Провести візуальний огляд устаткування. Перевірити цілісність фотопанелей. Перевірити цілісність електричних з'єднань. Перевірити відсутність корозії та жорсткість кріплення устаткування і вузлів, за необхідності підтягнути їх. Видалити бруд, сніг з фотопанелей. Усунути затінювання та зсуви орієнтації модулів, викликаних ерозією ґрунту, вібрацією або ослабленням кріплень, перевірити точність орієнтування фото панелей. Перевірити справність систем автоматики, захистів і діагностики, стану ЗВТ. Відновити лакофарбового покриття у разі його пошкодження.

Технічний сервіс фотопанелей слід проводити не рідше 1 разу на рік. Забороняється проводити обслуговування фотопанелей в ясну сонячну погоду оскільки сонячні панелі можуть бути нагрітими до високої температури.

Типові операції ТО та ремонту електроогорож. Провести візуальний огляд устаткування. Перевірити цілісність обладнання. Перевірити цілісність електричних з'єднань. Перевірити відсутність корозії та жорсткість кріплення устаткування і вузлів, за необхідності підтягнути їх. Перевірити наявність блокувальних екранів, блокувань, попереджувальних плакатів. За необхідності скосити траву, вирізати кущі в зоні зіткнення з дротами. Перевірити систему заземлення.

Питання для самоконтролю

1. Які типові операції ТО та ремонту елементних та проточних електроводонагрівників?
2. Які типові операції ТО та ремонту електродних електроводонагрівників?
3. Які типові операції ТО та ремонту електрокалориферів?
4. Які типові операції ТО та ремонту фотопанелей?
5. Які типові операції ТО та ремонту електроогорж?

Список використаних джерел

1. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1143-06#Text>
2. Лут М. Т. Основи технічної експлуатації енергетичного обладнання АПК/ М. Т. Лут, О. В. Мірошник, І. М. Трунова. - Харків: Факт, 2008. – 438 с.
3. Трунова І. М. Організація технічної експлуатації енергетичного устаткування підприємств АПК/ І. М. Трунова, О. В. Мірошник. – Харків: ПП ЧЕРВЯК, 2005. – 128 с.
4. Система планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания электрооборудования сельскохозяйственных предприятий . – М.: ВО Агропромиздат, 1987. – 191 с.
5. Ящура А. И. Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования. Справочник. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. – 504 с.
6. Єрмолаєв С. О. Експлуатація енергообладнання та засобів автоматизації в системі АПК/ Єрмолаєв С. О., Мунтян В. О., Яковлев В.Ф. – К.: Мета, 2003.– 543 с.

Навчальне видання

ОПОРНИЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

дисципліни

«ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ АПК»

Укладач:

ТРУНОВА Ірина Михайлівна

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк. 2,09.

Наклад ___пр.

Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44