

**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА
ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ**
Миколаївський національний аграрний університет

Кафедра енергетики аграрного виробництва

Конспект лекцій з дисципліни
**«Експлуатація енергообладнання та засобів
автоматизації»**

Миколаїв 2014

Укладачі:

Плахтир О.О., к.т.н, доцент кафедри енергетики аграрного виробництва Миколаївського НАУ;

Друкується згідно з рішенням методичної ради МДАУ,
протокол № від « » 200 року.

Наклад 150 прим. Підписано до друку _____

Надруковано у видавничому відділі МДАУ.

54010, Миколаїв вул. Паризької комуни,9

ОБСЛУГОВУВАННЯ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Загальні положення

У передачі і розподілі електроенергії провідна роль належить трансформаторам.

Сучасний трансформатор - це складний пристрій, що стоїть з більшого числа елементів, визначуваних його типом призначенням і потужністю. У енергосистемах вони виконують три основні функції:

- перетворення напруги (трансформація);
- зв'язок між окремими елементами і ділянками схеми електричної мережі, зокрема, що відрізняються по напрузі і фазі;
- регулювання напруги і потоків потужності.

Іноді ці функції тісно переплетені і здійснюються одним і тим же трансформатором.

Необхідність в трансформації виникає у зв'язку з тим, що

вироблення електроенергії, її передача і розподіл виконуються на різній напрузі. Цю задачу вирішують з допомогою трансформаторів, що підвищують і знижують їх. За допомогою трансформаторів, що підвищують, встановлених на електростанціях, забезпечується зв'язок генераторів з мережами вищої напруги (ВН) і тим самим створюється можливість передачі електроенергії, що виробляється, на далекі відстані. Трансформатори, що понижають, використовуються в мережах для зниження напруги до значень, доцільних і допустимих за умовами підвода електроенергії до споживачів. При цьому в більшості випадків неминуча наявність декількох ступенів трансформації з послідовним зниженням (підвищенням) напруги у діапазоні від найвищого, прийнятого в даній енергосистемі, до найнижчого.

Виконуючи трансформацію напруги, будь-який трансформатор створює можливість обміну потужності між різними по класу напруги ланками енергосистеми. При цьому трансформатори підрозділяються на передавальних потужність тільки в одному напрямі і трансформатори зв'язку, напрям потоків потужності в яких може мінятися, тобто носити реверсивний характер.

В умовах сільського електропостачання, як правило, використовуються трансформатори, що понижають, у яких первинною обмоткою (тобто тій, до якої підводиться енергія перетворюваного змінного струму) є обмотка ВН. Трансформатори підрозділяються на двохобмоткові і триобмоткові. Вони можуть бути як однофазними, так і трифазними.

Функція регулювання напруги і потоків потужності виконується зміною вектора напруги. Для зміни значення напруги придатний будь-який трансформатор зі змінним коефіцієнтом трансформації, тобто з вбудованим регулюванням.

Слід зазначити, що трансформатора виготовляється за різними технічними умовами і розрахунковим запискам, багатьма заводами з неоднаковою технічною оснащенням, технологією і культурою виробництва.

Це обумовлює різні початкові показники надійності і економічності трансформаторів. З випуском ГОСТ 11677-65 на загальні технічні вимоги і ГОСТ 12022-66 і ГОСТ 11920-66 на основні параметри заводи перейшли на єдине конструктивне виконання, заснованого на застосуванні холоднокатаної електротехнічної сталі і алюмінієвих проводів.

Нові стандарти передбачали зниження втрат, перегрів обмоток і масла, введення схеми з'єднань обмоток «зірка - зігзаг», розширення області застосування регулювання напруги під навантаженням, підвищення вимог до оснащення трансформаторів пристроями для контролю і збереження масла. Були перероблені стандарти на методи випробувань силових трансформаторів ГОСТ 3484-77, на випробування електричної міцності ізоляції ГОСТ 1516-73, а також введений новий ГОСТ 20243-74 на методи динамічних випробувань на стійкість при короткому замиканні.

Подальше удосконалення трансформаторів 10 кВ потужністю до 630 кВА відбувається за рахунок застосування стрічкової просторовою конструкції магнітопроводу, обмоток 0,4 кВ з алюмінієвої стрічки і баків з плоскими штампованими радіаторами. Ця конструкція трансформаторів має невеликі втрати холостого ходу, оскільки в магнітопроводі немає стиків і напрям магнітного поля співпадає з напрямом прокатки сталі. Удосконалення

трансформатори мають бак трикутної форми з меншим периметром і об'ємом, чим у бака овальної форми, що дозволило понизити масу конструктивної сталі і масла.

Удосконалення трансформаторів 35 кВ потужністю 1000-6300 кВА передбачається за рахунок застосування магнітопроводів з косим стиком, шарових обмоток з алюмінієвої стрічки, емальпроводів і маслоусадочних ізоляційних картонів.

Конструктивні особливості трансформатора, його характеристика і належна експлуатація багато в чому зумовлюють результати діяльності енергетичних підприємств. Вирішивши завдання належної експлуатації трансформаторів, персонал енергосистем може справитися з виконанням своїх основних обов'язків, визначених Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів.

Основні вимоги

Основні вимоги, що пред'являються до силових трансформаторам в умовах експлуатації, полягають в наступному.

1. Трансформатор повинен забезпечувати надійне електропостачання споживачів. Це положення при проектуванні систем електропостачання підприємств агропромислового комплексу забезпечується правильним, технічним і економічно обґрунтованим вибором числа і потужності трансформаторів з обліком категорії споживачів. У експлуатації ж це положення забезпечується введенням технічно правильного режиму роботи трансформаторів і відповідним наглядом за їх станом, а також застосуванням автоматичного включення резерву (АВР).

2. Режим роботи трансформатора повинен бути економічно доцільним. Це положення визначається умовою, що забезпечує мінімум втрат потужності в силових трансформаторі при роботі їх по заданому графіку навантаження, і досягається відповідним завантаженням трансформатора, усуненням його холостого ходу, відключенням трансформаторів, що працюють з малим завантаженням, і так далі. Введення економічно доцільного режиму роботи покладається на оперативний і технічний персонал як району електричних мереж, так і на головного енергетика електротехнічної служби господарства.

3. Установка трансформатора повинна забезпечувати в умовах експлуатації його пожежобезпечність. Виконання цього умови залежить від виконання норм і правил його експлуатації (наявність зливу масла у разі його загорання, наявність спеціальних ям з гравієвим заповненням і так далі).

4. Трансформатор повинен мати відповідні види захисту від різних пошкоджень і ненормальних режимів роботи (від внутрішніх пошкоджень, багатофазних коротких замикань у обмотках і на виводах, надструмів в обмотках, обумовлених зовнішніми короткими замиканнями або можливими перевантаженнями, від пониження рівня масла і тому подібне).

Окрім захистів, трансформатор повинен мати необхідні вимірювальні прилади для контролю за режимом його роботи.

Випробування трансформаторів. Підготовка їх до включення.

Випробування трансформаторів розділяють на приємо-здавальні і профілактичні.

Приймально-здавальні випробування проводять в період монтажу і після нього в цілях перевірки відповідності трансформаторів ГОСТ і технічним умовам на постачання, перевірки якості устаткування і монтажу для вирішення питань про можливість введення трансформатора в експлуатацію, зняття характеристик ізоляції, що необхідно надалі для оцінки стану трансформатора при експлуатації.

Профілактичні випробування в умовах експлуатації проводять, як правило, в період поточних або капітальних ремонтів в цілях перевірки стану трансформаторів, що знаходяться в експлуатації, і якості виконання ремонту. При необхідності профілактичні випробування проводять між ремонтами для контролю стану ізоляції трансформатора, якщо є ознаки її погіршення.

Об'єм приймально-здавальних і профілактичних випробувань встановлюють відповідно до ПУЕ і «Норм випробувань електроустаткування».

Об'єм приймально-здавальних випробувань, передбачений ПУЕ включає наступні роботи.

1. Визначення умов включення трансформаторів.
2. Вимірювання характеристик ізоляції.
3. Випробування підвищеною напругою промислової частоти ізоляції обмоток разом з введеннями і ізоляції доступних стяжних шпильок, пресуючих кілець, ярмових балок (при огляді активної частини).
4. Вимірювання опору обмоток постійному струму на всіх відвітвленнях.
5. Перевірка коефіцієнта трансформації на всіх ступенях переключення.
6. Перевірка групи з'єднання трифазних трансформаторів і полярності виводів однофазних.
7. Вимірювання струму і втрат холостого ходу.
8. Перевірка роботи перемикального пристрою і зняття кругової діаграми.
9. Випробування бака з радіаторами гідравлічним тиском.
10. Перевірка системи охолодження.
11. Перевірка стану силікагелю.
12. Фазування трансформаторів.
13. Випробування трансформаторного масла.
14. Випробування включенням поштовхом на номінальна напруга.

Приведений об'єм приймально-здавальних випробувань необхідний для маслonaповнених трансформаторів потужністю більш 1600 кВА, а для трансформаторів потужністю до 1600 кВА випробування проводяться за пунктами 1, 2, 4, 8, 9, 11-14.

Перед початком випробувань необхідно провести зовнішній огляд трансформатора, в процесі якого перевіряють справність бака і радіаторів, станів ізоляторів, рівень масла цілість маслопоказникового скла, заземлення трансформатора і ін.

Умови включення трансформатора без сушки. Питання про допустимості включень трансформатора без сушки повинно вирішуватися за наслідками випробувань і з урахуванням умов, в яких знаходився трансформатор до і під час монтажу. Об'єм перевірки стани ізоляції і умови включення без сушки залежать від потужності, напруги і умов транспортування трансформаторів.

Умови включення трансформаторів 1 габариту напругою до 35 кВ включно і потужністю до 1000 кВА, що транспортуються з маслом і розширювачем при включенні без сушки:

- а) рівень масла повинен бути в межах відміток маслопоказник;
- б) характеристики масла повинні відповідати нормам, що діють;
- в) значення відношення R60/R15 обмоток при температурі 10-30 °С повинно бути не менше 1,3;
- г) якщо перша умова не дотримана, але обмотки трансформатора і перемикач покриті маслом, або якщо не виконано друга умова, але в маслі відсутні сліди води і пробивне напруга масла знизилася в порівнянні з нормованою більш ніж на 5 кВ, необхідно додатково вимірювати значення $\tan\delta$ і C_2/C_{50} , які повинні бути не нижче нормованих.

Трансформатори 2 габариту напругою до 35 кВ включно але і потужністю від 1600 до 6300 кВА, що транспортуються з маслом і розширювачем при включенні без сушки повинні задовольняти тим же умовам, що і для трансформаторів 1 габариту. Для трансформаторів потужністю до 100 кВА при включенні їх в роботу без сушки досить випробувати трансформаторне масло на пробивну напругу. Крім того, винне дотримуватися одна з умов а, б і; б, г; а, г, а в маслі повинні бути відсутніми сліди води.

Вимірювання характеристик ізоляції. Вимірювання проводяться при температурі не нижче 10 °С. Вимірювання характеристик ізоляції допускається проводити не раніше чим через 12 годин після закінчення заливки маслом. Перед вимірюванням необхідно протерти поверхню введень трансформаторів. При вимірюванні всі виводи обмоток однієї напруги

з'єднуються разом. Решта обмотки і бак трансформатора повинні бути заземлені. Спочатку вимірюють R_{15} и R_{60} для визначення коефіцієнта абсорбції, потім - решта характеристики ізоляції трансформатора. За температуру ізоляції трансформатора, що піддавався нагріву, приймається температура верхніх шарів масла. Для трансформаторів без масла температура визначається термометром, встановленим в кишеню термосигналізатора на кришці бака. При цьому кишеню слід заповнити трансформаторним маслом.

Якщо температура масла нижче $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, то для вимірювання характеристик ізоляції трансформатор повинен бути нагрітий. При цьому температура ізоляції приймається рівній середній температурі обмотки ВН, визначуваної по опорі обмотки постійному струму. Вимірювання вказаного опорю проводиться не раніше, чим через 60 хвилин після відключення нагріву струмом в обмотці або через 30 хвилин після відключення зовнішнього нагріву.

Опір ізоляції вимірюють мегаомметром 2500 В з верхнім межею вимірювання не нижче 10000 МОм.

Перед кожним вимірюванням обмотка повинна бути заземлена на якийсь час не менше 2 хвилин для зняття можливого ємкісного заряду. За наслідками вимірювання опорю ізоляції визначається коефіцієнт абсорбції $K_{аб}$.

Вимірювання ємкості і $\text{tg}\delta$ обмоток проводять мостом змінного струму по перевернутій схемі. Вимірювання на трансформаторі, залитій маслом, допускається проводити при напрузі змінного струму не вище 10 кВ.

Вимірювання відношення $C2/C50$ і $\Delta C/C$ проводять при допомозі приладів ПКВ-7 і ПКВ-8. Перед вимірюваннями випробовувана обмотка повинна бути заземлена на якийсь час не менше 2 хвилин для зняття можливих ємкісних зарядів

Вимірювання опорю обмоток постійному струму. Вимірюються лінійні опори на всіх відгалуженнях обмоток всіх фаз. За наявності нульового виводу додатково вимірюється один з фазних опорів. При вимірюванні малих опорів (біля одиниці Ом і нижче) дроти ланцюга вольтметра приєднують до затисків трансформатора безпосередньо. Одночасно вимірюється температура обмотки. За температуру обмотки тривало масляного трансформатора, що виключається, приймається температура верхніх шарів масла в трансформаторі. Струм при вимірюваннях, як правило, не повинен перевищувати 20% номінального струму обмотки. При короткочасних (тривалістю до 1 хвилини) вимірюваннях допускається збільшувати значення струму вище 20%. Зміряне значення не повинно відрізнятись більш чим на 2% від середнього значення опорю, отриманого на тому ж відгалуженні для інших фаз, або заводських даних, якщо немає особливих вказівок в паспорті трансформатора.

Вимірювання коефіцієнта трансформації проводять методом двох вольтметрів на всіх відгалуженнях обмоток і для всіх фаз.

Що підводиться напруга не повинне перевищувати номінального і не повинно бути дуже малим (не нижче 1% номінального). Для вимірювання повинні застосовуватися прилади класу не нижче 0,5. Виміряний коефіцієнт трансформації не повинен відрізнятись більш ніж на 2% від коефіцієнта трансформації, отриманого на тому ж відгалуженні на інших фазах.

При випробуваннях триобмоткових трансформаторів достатньо визначити коефіцієнт трансформації для двох пар обмоток.

Перевірка групи з'єднання обмоток. Група з'єднання обмоток може бути перевірена прямим методом (фазометром), методом двох вольтметрів і методом постійного струму.

Прямий метод (фазометра). Послідовну обмотку однофазне фазометра через реостат підключають до затисків однієї з обмоток, а паралельну обмотку - до однойменних затисків іншої обмотки випробовуваного трансформатора. До однієї з обмоток трансформатора підводять напругу, достатню

для нормальної роботи фазометра (зазвичай обмотки ВН). По зміряному куту визначають групу з'єднання обмоток. При визначенні групи з'єднання трифазних трансформаторів проводять не менше два вимірювань - для двох пар відповідних лінійних затисків трансформатора

Дослід холостого ходу трансформатора. Дослід холостого ходу проводять для вимірювання струму і втрат холостого ходу. При цьому до одної з обмоток трансформатора (зазвичай низької напруги) при розімкнених останніх обмотках підводять номінальне напруга номінальної частоти практично синусоїдальної форми і симетричне при випробуванні трифазних трансформаторів

При випробуванні трьохфазних трансформаторів значення підведеної напруги визначається з виразу:

$$U_{\text{подв}} = \frac{U_{\text{AB}} + U_{\text{BC}} + U_{\text{AC}}}{3}$$

Струм холостого ходу для трифазного трансформатора у відсотках номінального при номінальній напрузі:

$$I_0 = \frac{I_A + I_B + I_C}{3I_{\text{НОМ}}} \cdot 100 [\%].$$

У трифазних трансформаторах струми холостого ходу різних фаз за рахунок різної довжини шляху потоку кожної фази декілька розрізняються. Струм середньої фази зазвичай на 20-30 % менше струму крайніх фаз.

Втрати визначаються:

$$P_0 = C_w(a_1 \pm a_2),$$

де C_w — постійна ватметра з урахуванням коефіцієнтів трансформації вимірювальних трансформаторів; a_1 і a_2 — свідчення ватметрів.

Втрати холостого ходу в трифазному трансформаторі:

$$P_0 = P_{\text{СТ}} + 3I_0^2 R_{\Phi},$$

де R_{Φ} — фазний опір обмотки постійному струму; $P_{\text{СТ}}$ — втрати в сталі; $3I_0^2 R_{\Phi}$ — втрати в обмотці.

Вимірювання опору нульовій послідовності. Опір нульовій послідовності трифазних трансформаторів вимірюють між з'єднаним разом лінійними затисками обмоток, сполучених в зірку або зігзаг, і виведеним затиском нейтралі, Ом:

$$Z_0 = 3 \frac{U}{I},$$

де U — напруга, що підводиться, В; I — зміряне значення струму, А.

Одночасно з трансформатором оглядають ланцюги первинних і вторинних з'єднань, вимірюють опір ізоляції і випробовують її підвищеною напругою, перевіряють вимірювальні прилади, релейний захист, роботу вимикачів віддільників, короткозамикачів і роз'єднувачів спільно з приводами.

Результати всіх випробувань оформляють у вигляді протоколів, в яких окрім результатів вимірювань і випробувань указують типи приладів і схеми, по яких проведені випробування, температуру обмоток, масла і тому подібне. Ці дані необхідні для зіставлення результатів комплексних випробувань трансформатора.

Сушка трансформаторів

При зволоженні ізоляції обмоток в процесі монтажу, а також після капітального ремонту трансформатора з повною або частковою зміною обмоток або ізоляції вони підлягають сушці.

Сушити трансформатори можна різними методами, але при будь-якому з них на видалення вологи з ізоляції впливають наступні

чинники: *перепад тиску; перепад вологи; перепад температур.*

У першому випадку, чим нижче тиск середовища, в якому проходить сушка, тим інтенсивніше цей процес. Отже сушка під вакуумом сприятливіша. Найбільш досконалою є сушка в спеціальних вакуумних шафах із застосуванням глибокого вакууму (приблизно 93,31 МПа), але в умовах сільської електрифікації вона не знаходить застосування, оскільки вимагає складного, дефіцитного устаткування.

У другому випадку волога в процесі сушки переміщається від більш зволжених шарів ізоляції до менш зволженим і сухим.

У третьому випадку волога під час сушки переміщається з найбільш нагрітих місць в менш нагріті.

В умовах нормального тиску особливе значення набуває третій чинник. Сушка ізоляції протікає найбільш сприятливо, якщо напрям потоку тепла і потоку вологи співпадають.

Оскільки волога переміщається зазвичай з внутрішніх шарів ізоляції до зовнішніх, а потім віддається в атмосферу, бажано мати для сушки джерело тепла усередині конструкції трансформатора.

В умовах експлуатації набули поширення найбільш економічні і зручні методи сушки ізоляції трансформаторів: **втратами у власному баку (індукційний метод)** і **струмами нульовий послідовності**. У першому і в другому випадках трансформатори сушать по місцю їх установки при будь-якій температурі. При цьому масло з баків необхідно зливати.

Сушка втратами у власному баку (індукційний метод) доцільна для трансформаторів 3 габарити і вище. Нагріваючи відбувається втратами в баку, для чого на бак трансформатора намотують обмотку, що намагнічує, зазвичай ізольованим дротом з інтервалом між витками 5-6 мм. Якщо застосовують голий дріт, то його намотують по дерев'яних рейках з інтервалом між витками не менше 20 мм. Для більш рівномірного розподілу температури усередині бака, велику частину витків обмотки, що намагнічує, розташовують на нижній половині бака. Для уникнення нерівномірного навантаження тієї, що живить мережі, що намагнічує обмотку виконують у вигляді трифазної сполученою в «зірку»; при цьому фази обмотки розташовують одну над іншою по висоті бака. Середню фазу намотують назустріч крайнім. Для зменшення спотворення фазної напруги обмотку, що намагнічує, доцільно виконати з різним числом витків. В цьому випадку створюється майже рівномірне розподіл струмів по фазах обмотки, що намагнічує. Дріт для обмотки може бути вибраний будь-якій. Число її витків:

$$w = \frac{U \cdot A}{l},$$

де U — напруга джерел струму, В; A — коефіцієнт характеризує втрати; l — периметр бака, м.

Температуру нагріву трансформатора регулюють, змінюючи напругу, що підводиться, число витків обмотки, що намагнічує, або періодично відключаючи її живлення.

Сушка активної частини трансформатора у власному баку індукційними втратами для трансформаторів нижче за 3-й габарит недоцільна. Причиною є недостатня товщина стінки бака і, відповідно, недостатня величина втрат, що виділяються. Кращі результати для трансформаторів 1-го і 2-го габаритів дає сушка у власному баку струмами «нульової послідовності».

Сушка струмами нульової послідовності (СНП) відрізняється від попереднього методу тим, що намагнічує служить одна з обмоток трансформатора. У трансформаторів, вживаних в сільському господарстві, частіше застосовується нульова група з'єднання обмоток. В цьому випадку дуже зручно використовувати, як намагнічує, обмотку нижчої напруги з виведеною нульовою крапкою.

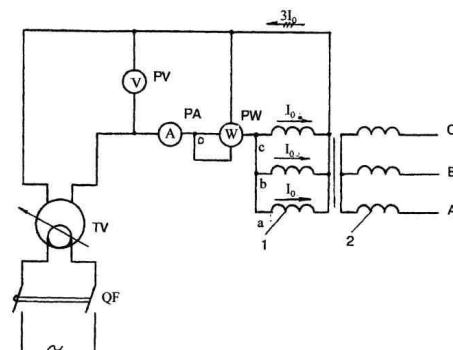


Схема сушки трансформатор струмами нульової послідовності: 1 і 2 - обмотки нижчої і вищої напруги; QF - автоматичний вимикач; T - однофазний індукційний регулятор.

Нагрів відбувається за рахунок втрат потужності в обмотці, що намагнічує, сталі магнітопроводу, його конструктивних деталях і в баку, тобто від внутрішніх і зовнішніх джерел теплоти. Така сушка поєднує в собі два способи: струмом к.з. і втратами у власному

баку. Параметри сушки визначають таким чином. Потужність, споживана обмоткою, що намагнічує, кВт:

$$P_0 = \Delta P \cdot F,$$

де ΔP — питомі втрати (витрата) потужності (для трансформаторів без теплової ізоляції бака, сушка яких протікає при температурах активної частини 100-110 °С і навколишнього середовища 10-20 °С, $P = 0,65 - 0,9$ кВт/м²; для трансформаторів меншої потужності це значення вказане нижче).

Особливість першого включення знов змонтованого або що пройшов капітальний ремонт трансформатора зв'язана перш за все з тим, що на трансформаторі може бути прихований дефект, і тому включення повинне носити характер випробування робочою напругою з ухваленням необхідних безпечності і мір по прискореному автоматичному відключенню трансформатора при прояві цього дефекту.

Всі не блокові трансформатори після монтажу і капітального ремонту включаються поштовхом на повну напругу мережі.

При такому включенні в трансформаторі може виникнути вельми великий кидок струму намагнічування, що перевищує в десятки разів струм холостого ходу. З погляду динамічної стійкості обмоток кидки струму намагнічування безпечні, так як обмотки розраховуються на великих кратності струмів.

Захист трансформаторів відбудовується від згаданих кидків струму за допомогою застосування відповідних пристроїв (трансформаторів струму і ін., що насичаються). При цьому для перевірки, зокрема диференціальною захити від кидків струму намагнічування включення трансформаторів потужністю 6300 кВА і вище слід проводити три-чотири рази підряд. Включений трансформатор поштовхом на повну напругу, залишається на неодруженому ходу одну-дві години під спостереженням. Трансформатори потужністю менше 6300 кВА, що не мають диференціального захисту, для перевірки включаються поштовхом один-два рази, а час їх витримки на неодруженому ходу може бути скорочено до 0,5-1,0 ч.

Після завершення випробування трансформатора робочою напругою проводиться його фазування, тобто перевірка відповідності фаз напруги на всіх обмотках трансформатора фазам відповідних елементів установки (РУ).

Якщо при описаному вище випробуванні робочою напругою ніяких дефектів на трансформаторі не виявлено і встановлено збіг фаз знов включеного трансформатора і навантаження. Перед включенням знижувального трансформатора під навантаження необхідно відповідно відрегулювати на нм напругою; у всіх випадках після включення навантаження він сам і устаткування його приєднання повинні бути додатково оглянуті.

Після закінчення монтажу трансформатор повинен бути прийнятим по акту від організації, провідної монтаж, комісією призначеною головним інженером підприємства електромереж.

Приймання проводять частково по ходу монтажу і в цілому після його закінчення. При прийманні трансформатора з монтажу організацією, що здає, повинні бути пред'явлені наступні матеріали: копія протоколу заводського випробування; копія заводського щитка; протоколи перевірки герметичності з лайливого бака і випробування маслоохолоджувачів; протоколи випробувань і вимірювань відповідно з «Нормами випробування електроустаткування»; формуляр із занесеними даними по монтажу; акт внутрішнього огляду з виїмкою активної частини з бака, з оглядом в баку, якщо по положенню, що діє, була необхідність в ревізії і огляді активної частини; протокол сушки з прикладанням всіх даних по температурі, вакууму, опорі ізоляції і пр.; схеми приєднання системи охолодження з схемами управління, автоматики і сигналізації; схеми приєднання, дистанційного вимірювання і сигналізації температури масла, а також захисту і конструктивні креслення; заводські інструкції і вся експлуатаційна супровідна документація, що входить в комплект постачання.

Приймання трансформатора оформляють актом після перевірки роботи його під напругою.

Перед прийманням на підставі огляду трансформатора і його допоміжного устаткування слід встановити відповідність його технічним умовам постачання і основним експлуатаційним вимогам до установки. Всі відмічені дефекти необхідно усунути.

Забезпечення надійності при обслуговуванні трансформаторів

Завдання і основні складові комплексу робіт по обслуговуванню трансформаторів.

У складі комплексу обслуговування трансформаторів з метою підвищення їх експлуатаційної надійності можна виділити три доданки: ***оперативне обслуговування, технічне обслуговування, система планово-попереджувальних ремонтів.***

Всі доданки комплексу обслуговування трансформаторів є невід'ємною частиною виробничого процесу вироблення, передачі і розподіли електричної енергії.

Це визначається перш за все специфікою електроенергетики - безперервністю виробничого процесу. Тісна взаємозв'язок виробництва електроенергії і експлуатаційного обслуговування підвищує значущість як організації, так і безпосереднього проведення заходів комплексу. Особливо важливо забезпечити поєднання безперервного характеру виробництва, передачі і розподіли електроенергії з циклічністю ремонту, тобто витримати мінімальну тривалість перерв роботі трансформаторів, як унаслідок відмов, так і у зв'язку з проведенням планових ремонтів.

Заходи оперативного обслуговування - це перш за все ведення належного режиму роботи трансформатора, включаючи регулювання, введення і виведення його з роботи при дотриманні допустимих температурних і навантажень режимів, а також обмежень по рівню напруги. Сюди ж відноситься проведення періодичних і позачергових оглядів, періодична фіксація фактичних значень параметрів, що характеризують режим роботи трансформатора і аналіз набутих значень, виконання організаційно-технічних заходів щодо забезпеченню безпечного технічного обслуговування і ремонту трансформатора.

До заходів технічного обслуговування відносяться профілактичний контроль стану ізоляції і контактної системи, а також пристроїв охолодження, регулювання і пожежогасіння, що виконується поза комплексом планово-запобіжного

Режими роботи трансформаторів. На підстанціях силові трансформатори можуть працювати в різних режимах. Режим їх роботи характеризується струмами навантажень, температурою верхніх шарів масла, напругою на введеннях первинної обмотки і температурою навколишнього середовища. Основними режимами роботи трансформаторів є: ***номінальний, допустима систематична і аварійна перевантаження; перевищення номінальною напруги трансформатора, паралельна робота, режими к.з.***

Номінальним режимом трансформатора називають режим роботи на основному відгалуженні при номінальній напрузі частоті, навантаженні і умовах його установки і середовища, що охолоджує. У цьому режимі трансформатор може працювати тривало.

Тривалість безаварійної роботи трансформатора при його номінальній потужності і режимі визначається умовами:

- температура середовища, що охолоджує, 20 °С;
- перевищення середньої температури масла над температурою середовища, що охолоджує, для систем М і Д -44 °С, для систем охолодження ДЦ і Ц - 36 °С;
- підвищення температури найбільш нагрітої точки обмотки над середньою її температурою - 13 °С;
- відношення втрат к.з. до втрат х.х. рівно п'ятикратному:
при зміні температури ізоляції на 6 °С середнього її значення при номінальному навантаженні рівної 85 °С, термін служби ізоляції змінюється удвічі (скорочується при підвищенні температури або збільшується при її пониженні);
- під час перехідних процесів протягом доби найбільша температура верхніх шарів масла не повинна перевищувати 95 °С, найбільш нагрітої точки металу обмотки - 140 °С. Необхідно відзначити, що ця умова справедлива тільки для еквівалентний температури середовища, що охолоджує, рівного 20 °С. При різкому зниженні цієї температури необхідно стежити за навантаженням трансформатора по контрольно-вимірjuвальних приладах і в всіх випадках не допускати перевищення навантаження понад 150% номінального.

Перевантаження трансформатора. В умовах експлуатації розрізняються режими *допустимих навантажень і допустимих перевантажень трансформатора*. Якщо режим роботи трансформатора не викликає прискорення старіння ізоляції і термін її служби залишається відповідним номінальному режиму, режим допускається необмежено довгим і називається допустимим *тривалонавантаженням*.

Режим, що викликає прискорений знос і скорочення терміну служби ізоляції, називають *перевантаженням*. Якщо при такій перевантаженню температура найбільш нагрітої крапки в трансформаторі не перевершує небезпечного значення, вона вважається допустимою.

Сукупність всіх допустимих навантажень і перевантажень трансформатора визначає його *здатність навантаження*.

Допустимі перевантаження, що вирішуються Правилами технічної експлуатації, підрозділяються на *систематичні і аварійні*.

При допустимому систематичному перевантаженні знос ізоляції за певний проміжок часу не перевершує розрахункового що досягається змінним режимом, при якому періоди перевантаження компенсуються передуючою і подальшій недовантаженням трансформатора. При визначенні допустимої систематичного перевантаження повинні бути враховані теплова постійна часу трансформатора (T), рівень початкового навантаження ($K_{нагр}$) передбачувана тривалість перевантаження, тип охолодження трансформатора і температура навколишнього середовища. Постійну часу нагріву трансформатора, T , визначають по виразу

$$T = \frac{C\Theta_M}{\Delta P_0 + \Delta P_K},$$

де C — теплоємність трансформатора Вт-ч/°С; Θ_M — перевищення температури верхніх шарів масла над температурою середовища, що охолоджує, °С; ΔP_0 — втрати холостого ходу (х.х.) трансформатора, Вт; ΔP_K — втрати короткого замикання трансформатора, Вт.

Систематичне перевантаження трансформаторів з масляним охолодженням M , D , $ДЦ$, і $Ц$, залежить від особливостей графіка навантаження, який характеризується коефіцієнтом заповнення

$$K_{з.г.} = \frac{S_{ср}}{S_{max}},$$

де $S_{ср}$ — середнє навантаження трансформатора за даний період часу (за добу); S_{max} — максимальне навантаження трансформатора за той же час.

Аварійні перевантаження, як наголошувалося раніше, викликають прискорений знос ізоляції, і вони допускаються у край рідко на короткий час у виняткових випадках, наприклад, при аварійному відключенні одного з що паралельно працюють трансформаторів, коли що залишилися в роботі винні тимчасово прийняти підвищене навантаження.

Допустима тривалість перевантаження визначається по температурі найбільш нагрітої крапки, що гранично допускається у трансформаторі: перевантаження знімається, коли ця температура досягає значення 140 °С. Подальше підвищення температури неприпустимо, оскільки вона може досягти значення температури займання пари масла.

Підвищення напруги понад номінальний. При роботі трансформатора напруга в мережі змінюється в значних межах і не завжди відповідає тому відгалуженню трансформатора, до якому воно підведене. Підвищення підведеної напруги ускладнює роботу трансформатора, оскільки із збільшенням напруги, що підводиться, пропорційно збільшується індукція у сталі, що підвищує її насичення. Це викликає збільшення струму холостого ходу (х.х.) і спотворення його форми із-за збільшення амплітуди вищих гармонік. Подібне явище може представляти небезпеку для обмоток вищої напруги, що мають менші запаси по електричній міцності ізоляції чим в обмотках низької напруги.

Тому для трансформаторів вводяться обмеження по підвищеній нарузі:

- тривало - на 5% при навантаженні не вище номінальною, і на 10 % при навантаженні не вище 0,25 номінальною;

- тривало - на 10% при навантаженні не вище номінальною для трансформаторів, що працюють в блоці з генераторами автотрансформаторів без відгалужень в нейтралі і вольтододаткових трансформаторів;

- короткочасно (до 6 ч в добу - на 10% при навантаженні не вище номінальною).

Паралельна робота трансформаторів з розподілом навантаження пропорційно номінальним потужностям можлива:

- при рівності їх первинної і вторинної напруги;

- при рівності напруги короткого замикання;

- при тотожності груп з'єднання обмоток.

У трансформаторів, що мають різні номінальні напруги або різні коефіцієнти трансформації, напруга на затискачах вторинних обмоток не однакові. При включенні таких трансформаторів на паралельну роботу в замкнених контурах кожної пари первинних і вторинних обмоток виникнуть зрівнювальні струми, обумовлені різницею вторинної напруги.

Зрівняльний струм рівний

$$I_{зр.1} = \frac{\Delta U}{Z_{K1} + Z_{K2}},$$

де ΔU — різниця вторинної напруги трансформаторів; Z_{K1} і Z_{K2} — опори першого і другого трансформаторів, визначувані по формулі:

$$Z_K = \frac{u_{K\%} \cdot U_{НОМ}}{100 \cdot I_{НОМ}},$$

де $u_{K\%}$ — напруга к.з. трансформатора.

Напруга короткого замикання є постійною для кожного трансформатора величиною, залежною виключно від його конструкції. При роботі трансформаторів під навантаженням необхідна рівність їх напруги короткого замикання.

Це пояснюється тим, що навантаження між трансформаторами розподіляється прямо пропорційно їх потужностям і назад пропорційно напрузі короткого замикання. Загалом випадку нерівність ik приводить до недовантаження одного трансформатора і перевантаженню іншого. Якщо два трансформатори номінальної потужності S_1 і S_2 має різна напруга короткого замикання ik_1 і ik_2 відповідно, той розподіл загального навантаження S між ними визначається по формулі

$$S = S_1' + S_2'' = \left(\frac{S_1}{u_{K1}} + \frac{S_2}{u_{K2}} \right) u_K',$$

де S_1' і S_2'' — реальні навантаження першого і другого трансформаторів; u_K' — еквівалентна напруга короткого замикання паралельно включених трансформаторів.

При включенні на паралельну роботу трансформаторів з різною напругою короткого замикання *трансформатор з меншим u_K прийме на себе велике навантаження*.

Якнайкраще використання встановленої потужності трансформаторів можливо тільки при рівності напруги короткого замикання. Проте в експлуатації допускається включення на паралельну роботу трансформаторів з відхиленнями u_K на основному відгалуженні не більше ніж на 10%. Таке допущення пов'язано з технологією виготовлення трансформаторів.

Не рекомендується включення на паралельну роботу трансформаторів з відношенням номінальних потужностей більше 1:3.

Це викликано тим, що навіть при невеликих навантаженнях трансформатора меншої потужності може сильно завантажуватися в процентному відношенні і особливо, якщо вони мають менше значення u_K .

Паралельна робота трансформаторів з різними групами з'єднання обмоток неможлива унаслідок різниці напруженої між обмотками однойменних фаз трансформатора, що сполучаються, обумовленою кутом зрушення δ між векторами вторинних напруг. Зрівняльний струм при зрушенні векторів на кут δ визначається по формулі

$$I_{зр} = \frac{200 \sin \frac{\delta}{2}}{\frac{u_{K1}}{I_1} + \frac{u_{K2}}{I_2}},$$

де u_{k1} і u_{k2} — напруга короткого замикання першого і другого трансформаторів; I_1 і I_2 — номінальні струми першого і другого трансформаторів.

Режим короткого замикання трансформатора. При раптових коротких замиканнях (к.з.) в обмотках трансформатора протікають великі струми, які руйнують ізоляцію обмоток і викликають зусилля, здатні деформувати обмотки. Крім того, при к.з. за декілька секунд виділяється велика кількість тепла яке йде на нагрівання трансформатора. Тому час протікання струмів к.з. обмежують уставками релейного захисту.

Згідно інструкції з експлуатації трансформаторів трансформатори повинні витримувати струми к.з. без пошкоджень і залишкових деформацій обмоток, 25-кратно-, що не перевищують го значення номінального струму.

Технічне обслуговування трансформаторів

Технічне обслуговування силових трансформаторів у процесі їх експлуатації повинне проводитися відповідно до вимогами директивних документів, що діють, - ПТЕ керівних технічних матеріалів, технічних вказівок інструкцій з експлуатації, стандартів, технічних умов.

Огляди. Зовнішні огляди трансформаторів (без відключення) проводять в наступні терміни: якщо установку постійно обслугує черговий персонал або є черговий вдома – один раз на добу; на станціях і підстанціях без постійного чергового - один раз в місяць; на трансформаторних пунктах - не рідше одного разу в півріччя. Інженерно-технічним персоналом проводиться контрольний огляд не рідше за один раз на рік. При появі сигналу від газового реле, а також після кожного аварійного відключення виконують позачерговий огляд трансформатора. У залежності від місцевих умов і стану трансформатора терміни оглядів можуть бути змінені головним інженером електромереж.

При зовнішньому огляді трансформатора перевіряють: температуру і рівень масла, його відповідність відміткам на розширювачі або маслопоказчику; чистоту поверхні і цілість ізоляторів; стан кабелів і шин; чистоту поверхні бака; немає чи слідів підтікання масла; справність системи вентиляції в трансформаторному приміщенні, запобіжників, роз'єднувачів, приводів і заземлювачів, цілість дверей, вікон і замків; відсутність стороннього шуму в трансформаторі; цілісність і справність вимірювальних приладів (термосигналізаторів і термометрів, манометрів і ін.), газових реле, стан індикаторного силікагелю у повітросушниках.

Огляд трансформаторів однією людиною може виконуватись тільки оперативним персоналом, або спеціально допущеним адміністративно-технічним персоналом; останньому електротехнічному персоналу дозволено оглядати трансформатори тільки під спостереженням однієї з вище згаданих осіб.

Спостереження за навантаженням трансформатора і температурою обмоток. Контроль за навантаженням трансформатора здійснюють по свідченням амперметрів і іноді ватметрів. Він повинен бути організований так, щоб виключалася робота трансформатора з перевищенням нормованих значень струму, напруга і температури. На підстанціях з черговим персоналом запис свідчень приладів проводять кожну годину і фіксують в експлуатаційній документації (при роботі з перевантаженням кожні 30 хвилин фіксують значення і тривалість перевантаження).

Важливим елементом контролю є вимірювання температури в трансформаторі. Свідчення термометрів дають можливість вчасно виявити порушення в системі охолодження, а також внутрішні пошкодження трансформаторів. Контроль за температурою обмоток здійснюють непрямыми методами, тобто про температурі обмоток судять по температурі масла. Гранична допустима температура верхніх шарів масла трансформатора рівна 95 °С (при температурі повітря, що охолоджує, 35 °С). Спостереження за температурою масла ведуть за допомогою ртутних термометрів, приміщеннях у верхній шар трансформаторного масла (для трансформаторів малої потужності). Для трансформаторів більшої потужності застосовують манометричні термометри. Свідчення температури верхніх шарів масла заносять в експлуатаційну документацію за годину у трансформаторів з дистанційним вимірюванням температури, у всіх інших - при чергових оглядах.

Експлуатація трансформаторного масла

Експлуатаційні властивості трансформаторного масла визначаються його хімічним складом, який залежить головним образом від якості сировини і способів його очищення, що приймаються при виготовленні.

Для заливки масла в трансформатор застосовують визначення його марки, проте при дотриманні ряду умов допускається проводити заливку трансформаторів сумішшю масел.

В процесі роботи трансформатора під впливом температури і впливу кисню повітря трансформаторне масло втрачає свої первинні властивості. Відбувається полімерізація масла, тобто явища старіння і окислення масла. Старіння масла супроводжується випаданням шламу, який заповнює канали між витками і шарами обмоток, службовці для циркуляції і охолодження масла.

Стан трансформаторного масла оцінюється по результатам його іс тортур, які залежно від об'єму діляться на три види:

- випробування на електричну міцність, включаючи визначення пробивною напруги, визначення наявності води візуальний зміст механічних домішок;
- скорочений аналіз, що включає, окрім названих вище, визначення кислотного числа, зміст водорозчинних кислот, температури спалаху і кольору масла;
- випробування в об'ємі повного аналізу, що включають в себе всі випробування скороченого аналізу, а також визначення tgδ, натрової проби, стабільності проти окислення, кількісне визначення вологомістких і механічних домішок.

Методика випробування масла обумовлена відповідними стандартами.

Терміни випробувань ізоляційного масла наступні: з трансформаторів, що працюють з термосифонними фільтрами, - 1 раз у 3 роки і після капітального ремонту; з трансформаторів потужністю 400 кВА і більш, що працюють без термосифонних фільтрів - не рідше за 1 раз на рік.

Очищення, сушка і регенерація. Орієнтовний термін служби трансформаторного масла складає 6-8 років. В умовах сільського господарства для масел середньої якості без присадок цей термін може скорочуватися до 2-3 років. Одна з причин зменшення терміну служби - зволоження масла і його подальше окислення. Часта зміна масла в трансформаторах або його регенерація спричиняє за собою неоправдані високі експлуатаційні витрати.

Очищення масла від механічних домішок і вологи в трансформаторі без зняття напруги може проводитися при будь-яких потужності і напрузі, чи забезпечується нормальний рівень масла. Очищення проводять фільтр-пресами і вакуумними сепараторами.

Наявність шламу в маслі трансформаторів особливо небажана, оскільки шлам, відкладаючись на обмотках, в тих, що охолоджують каналах, магнітопроводі і іншому, порушує відведення тепла і визиває прискорене теплове старіння, і, як наслідок, руйнування ізоляції. Видалення шламу, особливо з малодоступних місць, як механічними способами, так і обмиванням гарячим маслом утруднено.

Із збільшенням кислотного числа масла зростає старіння твердої ізоляції обмоток трансформаторів що викликає необхідність глибокої регенерації масла і очищення трансформаторів. Тому бажано систематична підтримка необхідної якості ізоляційного масла в процесі експлуатації шляхом фільтрації через сорбенти.

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ НАПРУГОЮ ДО І ВИЩЕ 1000 В (ПЛ)

Загальні вимоги до пристрою ПЛ

Повітряною лінією електропередачі називається пристрій для передачі і розподілу електроенергії по проводах, розташованих на відкритому повітрі і прикріпленим за допомогою ізоляторів і арматури до опор або кронштейнів, стійок на спорудах і інженерних спорудах (мостах, шляхопроводах і тому подібне).

Повітряні лінії повинні забезпечувати достатньо надійне електропостачання споживачів, необхідна якість електроенергії і відповідати вимогам найбільшої економічності, це відноситься і до умов проектування, і до умов експлуатації.

Зазвичай за початкові дані беруться вимоги по надійності живлення і якості енергії, передбачені технічними умовами. Ухваленні рішення надалі коректується за умовами економічності. Виконання цих вимог на основі принципів загальнодержавної економіки і є найважливішим завданням інженерної діяльності в області електричних мереж і систем.

Питання про надійність електропостачання споживачів виникає у зв'язку з тим, що практично всі елементи електричної мережі з часом ушкоджуються. Скорочення кількості можливих пошкоджень часто пов'язано з великими додатковими витратами. Тому при конструюванні електричних мереж орієнтуються на середні умови їх роботи. У більш трудних режимах, які виникають порівняно рідко, вдаються до розрахунку на вірогідність пошкодження мережевих споруд. Ці пошкодження можуть спостерігатися не тільки від витрат монтажу і умов експлуатації ПЛ, але і від визначених зовнішніх умов: підвищеної грозової діяльності, посиленних вітрових дій, особливо важких утворень ожеледі і так далі.

Підвищення надійності електропостачання може забезпечуватись не тільки зниженням пошкоджуваності і резервуванням елементів мережі, але і іншими способами, які можуть опинитися більш виправданими економічно. До них відносяться: використання пристроїв автоматики (АВР, АПВ), тимчасова робота елементів мережі в несиметричних режимах.

В умовах проектування, споруди і експлуатації електричних мереж повинен проводитися ретельний аналіз підвищення економічності. Це потрібно при виборі схеми з'єднань ліній і параметрів устаткування мережі, при покращенні режимів її роботи, з'ясування доцільного ступеня її автоматизації, способів резервування і тому подібне

Основні вимоги до знов проєктованої мережі, а також при здійсненні її експлуатації стисло можна сформулювати:

- надійність і безпека при дотриманні певних правил роботи в мережі;
- забезпечення повної безперебійності живлення (для першої категорії споживачів) або можливо швидкого відновлення живлення після аварії;
- обмеження місця аварії одним елементом (трансформатором або ділянкою мережі), для чого, як правило застосовують захист з виборчою дією;
- забезпечення певних економічних показників як за першими початковими витратами на споруду мережі, так і по щорічним експлуатаційним витратам;
- забезпечення хорошої якості електричної енергії що подається споживачам, головним чином за рахунок обмеження відхилень напруги певними межами;
- можливість подальшого розвитку мережі для приєднання нових або посилення потужності існуючих споживачів без корінної переробки мережі.

Приймання повітряних ліній в експлуатацію

Після споруди або ремонту ПЛ здійснюється її прийом в експлуатацію. Приймання ПЛ проводиться відповідно до правилами (СНіП III -33-76), ПТЕ, а також галузевими правилами приймання електричних мереж в експлуатацію. Дозволяється приймання ПЛ окремими ділянками, обмеженими з обох сторін підстанціями, пунктами перемикачів або ділянками, врізаними в лінії, що діють. За домовленістю з замовником можуть бути пред'явлені до огляду і перевірки окремі закінчені монтажем анкерні прольоти ПЛ, не чекаючи закінчення робіт по всій лінії.

Після закінчення робіт по споруді або ремонту ПЛ керівництво підприємства призначає робочу комісію з її приймання у експлуатацію. До складу комісії входять представники служби електричних мереж (зокрема, голова), підрядчика субпідрядника, проектною і інших зацікавлених організацій. Робоча комісія перевіряє наступні документи:

- робочий проєкт лінії із змінами, внесеними до процесі будівництва і узгодженими з проектною організацією;
- виконавчу схему ПЛ (траси), на якій вказані мазкі і площі перетинів проводів, тип опор, захисні пристрої, що заземляють і др.;
- акти приймання переходів, перетинів і зближення лінії зі всіма інженерними спорудами;
- акти на приховані роботи по споруді заземлюючих пристроїв і заглибленню опор;
- документ про відведення земельної ділянки;
- протоколи вимірювань опор заземлюючих пристроїв;

- паспорт лінії з її основними даними, відомості про огляди і проведенні ремонту.

Безпосередньо перед здачею ПЛ в експлуатацію перевіряють її технічний стан і відповідність проекту, рівномірність розподілу навантаження по фазах, стрілу провисання і відстані до землі.

Після того, як усунені всі недоліки і лінія прийнята робочою комісією, починає діяти державна приймальна комісія. Її призначає організація, за рахунок засобів якою була побудована ПЛ. У склад до місії входять представники замовника, генерального підрядчика і районного енергетичного управління.

Державна приймальна комісія, оглянувши лінію, на підставі актів робочої комісії, технічній документації і ряду додаткових документів визначає якість робіт і можливість здачі ПЛ в експлуатацію. Після включення лінії і її нормальної роботи протягом доби комісія підписує акт приймання.

Забезпечення надійності при експлуатації повітря ліній

Особливості експлуатації. На ПЛ електропередачі впливають різні механічні навантаження і ряд інших негативних чинників. Опори постійно сприймають вагу власних конструктивних деталей, а також проводів, ізоляторів і арматури, які, у свою чергу, випробовують змінні навантаження від вітру і ожеледі. Дерев'яні опори старіють, загнивають і можуть самовозгоратися.

Дроти ПЛ знаходяться під тепловим і динамічним впливом струмів навантажень і аварійних. Разом з тим вони іспітвують коливання температури повітря, грозових розрядів ожеледі і снігу.

При експлуатації можуть відбуватися обриви проводів високогабаритними машинами, що проходять, різного роду накидання і так далі. Всі ці чинники і обумовлюють створення спеціальної системи заходів щодо обслуговування повітряних ліній, що забезпечують їх надійну і безаварійну роботу. Для цього необхідно:

- дотримання допустимих режимів роботи ПЛ по струмах навантаження;
- постійне спостереження за ПЛ;
- проведення вимірювань і профілактичних випробувань;
- проведення планово-запобіжних ремонтів;
- ведення технічної документації;
- розслідування причин аварій і розробка заходів по їх усуненню.

Тривало допустимі струмові навантаження на дроти. Дроти ПЛ при проходженні по ним електричного струму нагріваються.

Кількість тепла, що виділяється в провіднику в одну секунду при струмі I , рівно, Вт:

$$Q = I^2 R_{d2},$$

де R_{d2} — опір дроту при температурі d_2 .

Правилами пристрою електроустановок (ПУЕ) встановлена гранична допустима температура голих проводів при тривалому проходженні струму $70\text{ }^\circ\text{C}$. Допустима температура може бути збільшена до $90\text{--}95\text{ }^\circ\text{C}$, якщо всі контактні затиски виконані способом, що виключає їх окислення.

Окрім цього, температура нагріву проводів при тривалому проходженні електричного струму залежить від температури навколишнього середовища і умов відведення тепла. Охолодження неізольованих проводів відбувається струменевипромінюванням, конвекцією і теплопровідністю.

Для проводів повітряних ліній тепловіддача відбувається в основному конвекцією, оскільки теплопровідність повітря мала, а випромінювання при температурі порядку $70\text{--}100\text{ }^\circ\text{C}$ тріхи.

Кількість тепла, що віддається дротом в навколишнє середовище в одну секунду, рівна, Вт:

$$Q = KF(\vartheta_2 - \vartheta_1),$$

де K — коефіцієнт тепловіддачі, залежний від температури дроту, швидкості руху повітря і т.п., Вт/($\text{m}^2\text{ }^\circ\text{C}$); F — поверхня дроту, m^2 ; ϑ_2 , ϑ_1 — температура дроту і навколишнього середовища, $^\circ\text{C}$. Визначаємо значення тривало допустимого струму $I_{\text{доп}}$:

$$I_{дон} = \sqrt{\frac{KF(\vartheta_2 - \vartheta_1)}{R_{с_2}}}$$

Огляди повітря лінії. При технічному обслуговуванні проводять обходи і огляди ПЛ *планові і позачергові*.

Планові (періодичні) огляди підрозділяють на **денні, нічні, верхові і контрольні**.

При денних оглядах контролюють і виявляють стан опор, проводів, траверс, ізоляторів, розрядників, роз'єднувачів, приставок, бандажів, хомутів, відбійних тумб, кригорізів нумерації, написів, плакатів, а також стан трас. Елементи лінії, які не видно із землі неозброєним оком монтер-обхідник оглядає через бінокль. Для ПЛ напругою 0,38-20 кВ планові (періодичні) огляди проводять не рідше за 1 раз на місяць.

При виявленні несправностей аварійного характеру особа, що оглядала, повідомляє про це керівництво і черговому диспетчерові, використовуючи всі можливі засоби зв'язку або особисто. Про інші несправності, виявлені при огляді ПЛ, робиться запис в листку огляду.

Під час нічних оглядів перевіряють, чи немає свічення або іскрення в місцях з'єднання, що виникають при незадовільному стані контактів, а також виявляють дефектні ізолятори, лампи вуличного освітлення.

При денних і нічних оглядах обхідник не має права підніматися на опори лінії, що знаходяться під напругою.

Оскільки не всі дефекти можна визначити, спостерігаючи за елементами лінії із землі, проводять *верхові огляди*. Ці огляди проводять в міру необхідності, але не рідше за 1 раз в 6 років.

Лінію відключають, заземляють, а потім перевіряють кріплення арматури і ізоляторів, ступінь їх забруднення, стан верхніх частин опор, з'єднання проводів, а також натягнення і кріплення відтяжок.

Контрольні огляди ліній виконує інженерно-технічний персонал служби електричних мереж по затвердженому графіку. При цьому перевіряють роботу монтерів-обхідників, виконання протиаварійних заходів, оцінюють стан ПЛ і їх трас.

При періодичних оглядах перевіряють також чистоту траси; чи не стосуються дроту гілок дерев; чи не проводяться на трасі будівельні роботи без дозволу і чи не зберігаються на ній які-небудь матеріали.

Позачергові огляди виконують при ожеледі, сильних морозах, лісових і степових пожежах, після льодоходів, розливу річок, а також автоматичному відключенні лінії.

При оглядах неможливо виявити всі несправності ПЛ тому існуючими Правилами технічної експлуатації передбачений ряд профілактичних перевірок і вимірювань.

Профілактичні вимірювання і випробування на ПЛ

Перевірка стану дерев'яних опор. Загнивання деревини відбувається в результаті дії дереворуйнівних грибків. У початковій стадії гниття деревина міняє колір, набуваючи червоний або коричневий; при подальшому загниванні деревина помітно змінює колір, структуру, цілісність і міцність; на останній стадії деревина розпадається і стає трухлявою.

У експлуатації необхідно стежити за станом деталей дерев'яних опор. На ПЛ 0,38-20 кВ перевірку загнивання проводять: перший раз через 3-6 років після введення ПЛ в експлуатацію, далі - не рідше 1 разу на 3 роки. Перевірка деревини на загнивання складається з огляду і простукування деталей молотком (маса не більше 0,4 кг), а також вимірювання величини загнивання в небезпечному перетині в е р б місцях найбільш схильних загниванню.

Для визначення загнивання деревини застосовують пружинні прилади *буравчики конструкції Бранта*, прилади ПД-1 і ОЗД-1, а також спеціальні молотки і щупи.

Визначення загнивання дерев'яних опор у підстави роблять без зняття напруги з ПЛ, як правило, після повного просихання землі.

Прилад ОЗД-1 (визначник загнивання деревини), працює на принципі зондування дерев'яних деталей опор ультразвуковими коливаннями і дозволяє визначити наявність загнивання деталей опори і дати оцінку можливості підйому опору. Для вимірювання

зовнішнього діаметру деталі опори користуються діаметромером або спеціальною стрічкою, проградуєваною таким чином, що при вимірах вона показує зовнішній діаметр.

Перевірка стану залізобетонних опор і приставок. У процесі виготовлення, транспортування і експлуатації в залізобетонних опорах і приставках можуть утворитися тріщини.

Незначні тріщини не небезпечні, а у великих може проникнути волога, що приведе до корозії арматури і різкому зниженню механічної міцності опори.

Перевірку стану залізобетонних опор і приставок здійснюють зовнішнім оглядом не рідше за 1 раз в 6 років. При цьому звертають увагу на наявність раковин, сколовши і тріщин. Особою увагу приділяють зоні земля-повітря, де можуть утворитися пошкодження, викликані механічними навантаженнями або в результаті протікання струмів замикання на землю при пробі ізолятора. Вимірювання ширини розкриття тріщин проводиться спеціальним щупом, а розмірів сколовши і раковин - сталевий

лінійкою. Розкриття тріщин в опорах з ненапруженою арматурою допускається до 0,2 мм, їх кількість не повинна бути більше 6 на один метр довжини опори. Для опор, виготовлених з використанням заздалегідь напруженої арматури, розкриття тріщин не допускається.

Товщина захисного шару бетону повинна бути не менше 10 мм. Для визначення товщини захисного шару і зсуву каркаса арматури користуються приладом контролю арматури ПКА-1М або АІ-15. Візуально перевіряють положення, кріплення і стан антикорозійного покриття траверс і відтяжок.

Одночасно з перевіркою стану залізобетонних приставок перевіряють їх кріплення із стійкої опори (дротяні бандажі, хомути).

Перевірка стану заземлюючих пристроїв. З часом опір заземлюючих пристроїв може змінитися. В загальні це відбувається із-за непостійності питомого опір ґрунту, яке залежить від вмісту вологи в ґрунті. Окрім того, може змінюватися площа перетину заземлювачів і заземлюючих провідників, унаслідок їх руйнування корозією або механічного пошкодження.

Заземлюючі пристрої оглядають і вимірюють їх опір в процесі експлуатації 1 раз в 6 років, починаючи з дев'ятого роки експлуатації. Вибірково розкривають ґрунт, перевіряючи глибину заставляння (зазвичай не менше 0,5 м, а в орній землі 1 м) розміри сталевих заземлювачів і заземлюючих провідників.

Значення опору заземлюючого пристрою не винне перевищувати нормоване ПУЕ більш ніж на 10%. Опір заземлюючих пристроїв слід контролювати в періоди найменшою провідність ґрунту: влітку при найбільшому просиханні, взимку при найбільшому промерзанні. Результати перевірки і вимірювань опору заземлювачів заносять у відомість.

Для надійного захисту ПЛ 0,38 кВ з глухозаземленою нейтралю з метою забезпечення автоматичного відключення аварійного ділянки 1 раз в 5-6 років вимірюють опір петлі «фаза-нуль». При цьому визначають величину струму короткого замикання між фазами і заземлюючими провідниками. Цей струм винен мати певну кратність по відношенню до номінального струму плавкої вставки або розчіплювача автомата того, що захищається приєднання.

Для захисту ПЛ 0,38 кВ запобіжниками струм короткого замикання повинен перевищувати номінальний струм плавкою вставки не менше чим в 3 рази, а при захисті автоматичними вимикачами в 1,25-1,4 разу струм спрацьовування максимального розчіплювача.

Опір заземлюючих пристроїв вимірюють спеціальними приладами типу МС-08 і М-416.

Перевірка відстані від проводів до поверхні землі або різних об'єктів. В процесі експлуатації ПЛ проектні габарити їх можуть бути порушені унаслідок: витяжки з течією часу дроту; вислизання дроту в тому, що підтримує затиску від нерівномірного навантаження в сусідніх прольотах і витягування проводів з болтових натяжних затисків, нахилу опор зміни розмірів опори при ремонті або перестановці її на нове місце і ін. Тому для перевірки відповідності фактичних габаритів ПЛ проводиться їх вимірювання відповідно до ПУЕ і Інструкцією з експлуатації повітряні лінії електропередачі напругою вище 1000 В.

Габарити можуть вимірюватися без відключення лінії або зі зняттям напруги з ПЛ. У першому випадку вимірювання проводять за допомогою кутомірних приладів або ізолюючих штанг і капронового каната. Для вимірювань на відключених лініях можуть бути використані звичайні рулетки або вірьовки. У якості кутомірних приладів можуть бути використані теодоліти. Вимірювання за допомогою геодезичних або спеціальних оптичних кутомірних інструментів слід проводити відповідно до інструкціями по застосуванню вказаних приладів.

Перевірка стріли провисання проводів може бути проведена шляхом окомірного візування. При цьому на стійках двох суміжних опір закріплюють по одній рейці на відстані по вертикалі від точки кріплення дроту, рівною величині стріли провисання дроти для прольоту, що перевіряється, і даної температури по монтажним таблицям.

Перевірка підвісних фарфорових ізоляторів, розрядників і захисних проміжків. Електричну міцність підвісних фарфорових ізоляторів ПЛ 6-20 кВ перевіряють в перший рік експлуатації і надалі не рідше за 1 раз в 6 років перед капітальним ремонтом за допомогою штанги з постійним іскровим проміжком. Величину іскрового проміжку встановлюють по напрузі, рівною 2 кВ. Наявність іскри між електродами розрядників свідчить про придатність ізолятора. За відсутності іскри і тріска ізолятор бракують. Перевірка може також виконуватися за допомогою мегомметра на 2,5 кВ. Ізолятори, що мають опір менше 300 МОм, підлягають заміні.

Результати перевірки електричної міцності підвісних фарфорових ізоляторів на ПЛ 6-20 кВ записують у відомість.

Стан розрядників щорічно перевіряють перед грозним сезоном. Трубочасті розрядники і захисні проміжки оглядають при обходах ПЛ. Перевірку трубчастих розрядників зі зняттям з опор проводять 1 раз на 3 роки. Верховий огляд без зняття з опор, а також додаткові огляди і перевірки трубчастих розрядників, встановлених в зонах інтенсивного забруднення виконують відповідно до місцевих інструкцій і, як правило, суміщають з проведенням інших робіт з відключенням ПЛ.

Вентильні розрядники перевіряють шляхом вимірювання мегомметром опору розрядників перед включенням в роботу і при виводі в ремонт устаткування, до якого розрядники підключені.

Охорона ПЛ 0,38-35 кв. Щоб запобігти пошкодженням ПЛ і нещасні випадки, згідно Правилам охорони електричних мереж створені охоронні зони і встановлені мінімально допустимі відстані між елементами ліній електропередачі і найближчими будівлями, спорудами, а також зеленими насадженнями.

Для ПЛ 6-20 кВ ширина зони в кожную сторону повинна бути 10 м і 2 м для ПЛ 0,38 кВ.

Горизонтальні відстані від крайніх проводів при найбільшому їх відхиленні до найближчих виступаючих частин будівель і споруд повинні бути для ліній 6-20 кВ не менше 2 м, для ліній 0,38 кв - не менше 1,5 м. Якщо лінії проходять через низькорослі насадження заввишки до 4 м, просіки ви рубаються для ПЛ 6-20 кв шириною, рівною відстані між проводами плюс 3 м в кожную сторону від крайніх проводів. У насадженнях заввишки більше 4 м просіки вирубуються шириною, рівною расстоянню між крайніми проводами плюс подвоєна висота масива. Окремі дерева на краю просіки, якщо їх висота перевищує висоту масиву, вирубуються. У парках, заповідниках, лісах зелених зон, захисних смугах уподовж дорогий, заборонених смугах річок і озер відстань від проводів до крон дерев устанавлюють організації, у веденні яких знаходяться насадження, але не менше 2 м.

Для ПЛ 0,38 кв вертикальні і горизонтальні відстані від проводів (при найбільшій стрілі провисання або найбільшому отклоненні) до вершин дерев, кущів і іншої рослинності повинні бути не менше 1 м.

У охоронних зонах здійснювати будівельні, монтажні вибухові і поливальні роботи, проводити посадку і вирубку дерев, складувати корми, добрива, паливо і інші матеріали, влаштовувати проїзди для машин і механізмів висотою болей 4,5 м під лініями 0,38 кв і 3 м під лініями 6-20 кв, стоянки транспорту, машин і механізмів, можна тільки по письмовому дозволу організації, що експлуатує ці лінії.

Правилами охорони електричних мереж заборонене проїздити всякого роду дії, які можуть порушити нормальну роботу мереж і привести їх до пошкоджень, якось: накидати на дроти, приставляти і прив'язувати до опор і проводів сторонні предмети, влізати на опори, бити ізолятори, откривати приміщення мережевих споруд, проводити підключення розводити вогонь поблизу розподільних пристроїв і ліній електропередачі, проводити знос або реконструкцію будівель і споруд в місцях, де проходять ПЛ, без попереднього їх винесення за узгодженням з організацією експлуатуючої мережі.

Поблизу ПЛ електропередачі допускається робота різного роду механізмів лише в тому випадку, якщо відстань по повітрю від механізму або його висувної частини до найближчого дроту що знаходиться під напругою, складає не менше 1,5 м для ПЛ 0,38 кв і 2 м для ПЛ 6-20 кв. При неможливості дотримання цих умов з лінії знімається напруга. На обох сторонах автомобільної дороги, в місці її перетину з лінією електропередачі, встановлюють сигнальні знаки, вказуючі допустимую висоту рухомого транспорту з вантажем.

Для попередження пошкоджень ПЛ персонал підприємств електричних мереж винен:

- ознайомити керівництво виробничих підприємств з правилами охорони електричних мереж, надавати допомогу інструктажі робочих вказаних підприємств про правильну організації робіт поблизу ПЛ;

- пояснювати школярам і ПТУ, що вчать, наскільки небезпечно грати під проводами ПЛ, і розповісти про збиток, до якого може привести відключення лінії.

Заходи щодо боротьби з ожеледдю на ПЛ

Утворення ожеледі на проводах і тросах. Під загальним понятієм ожеледі розуміють різні види твердих опадів: ізморозі, ожеледі і мокнув рого сніги, а також суміші цих опадів.

Паморозь - це білий непрозорий кристалічний осад як правило, двох різновидів: кристалічна паморозь з щільністю 0,02-0,1 г/см³; зерниста паморозь з щільністю 0,1-0,3 г/см³. Кристалічна паморозь утворюється при порівняльно низьких температурах (від -10 до -40 °С) і слабких вітрах. Вона легко обсипається з проводів від вітру і струшування. Зерниста паморозь найчастіше утворюється під час туманів і при температурі від -3 до -10 °С. Вона характерна для піднесених і гірських районів (Криму, Закарпаття), міцно тримається на проводах при вітрі. Чим більше вологість повітря і швидкість вітру, тим більше щільний і товстий шар паморозі.

При великих розмірах відкладень (50-60 мм і більш) і сильном вітрі упоперек лінії зростає тиск вітру на дроти і троси. Проміжні опори при цьому можуть випробовувати усилю, що значно перевершують розрахунок ние.

Ожеледь - це суцільний твердий осад у вигляді прозорої або матового льоду, що має щільність в межах 0,6-0,9 г/см³.

Утворення ожеледі відбувається при температурі повітря від 0 до -5 °С при туманах, дощах і мряках. При цьому краплі вологи потрапляючи на дріт, розтікаючись по поверхні, замерзають і образують ожеледь, що міцно скріплює з дротом.

Дуже часто на проводах відкладається суміш з паморозі ожеледі і снігу, що має більш рихле, ніж ожеледь, будова і декілька меншу щільність 0,3-0,6 г/см³.

Суміш утворюється при періодичних змінах погодних умов і при температурі від 0 до -20 °С. Як правило, нижній шар суміші представляє ожеледь або зернисту паморозь, прочно що утримується на проводах.

Мокрий сніг володіє великою клейкістю при температурі повітря близько 0 °С, і за наявності вітру його відкладення можуть досягати значної величини. Якщо при цьому температура повітря не знижується, то він спадає з проводів від власної маси. При пониженні температури мокрий сніг примерзає до дроту, а при зростанні швидкості вітру ростуть вітрові навантаження на опори. Щільність мокрого снігу коливається в межах 0,12-0,3 г/см³.

На форму гололедних утворень впливає напрям і швидкість вітру. При вітрах уздовж лінії на проводах і тросах утворюються відкладення симетричної циліндрової форми порівняно невеликого діаметру. При вітрах упоперек лінії утворюються односторонні відкладення, розміри яких значительний більше, ніж при вітрах уздовж лінії.

Одностороння ожеледь утворюється з навітряного боку дроти і має овальну форму. При цьому дріт поступово закручується на деякий кут, підставляючи вітру чисту поверхню.

Цей процес відбувається до тих пір, поки що крутить момент від маси односторонньої ожеледі не буде урівноважений моментом пружності сил дроту.

Для оцінки небезпеки ожеледі в експлуатації велике значення має тривалість наростання гололедних опадів і період, протягом якого ожеледь залишається на проводах і тросах. При великому насиченні повітря вологою і за наявності ветра ожеледь досягає небезпечних розмірів вже протягом 2-3 ч. Іногта наростання відбувається періодично протягом 5-15 днів. Чим більше тривалість наростання, тим більше розміри гололедних утворень. При частій відлизі, як це має місце в південних районах України, тривалість знаходження ожеледі на проводах не перевищує 1-1,5 діб.

Навантаження на дроти в гололедних районах досягають 4-5 кг/м, а в сильногололедних - до 8-10 кг/м. Елементи повітряних ліній 0,38 кв розраховуються на нормативную товщину стінки ожеледі з повторюваністю 1 раз в 5 років, а лінії 6-20 кв - 1 раз в 10 років.

Для своєчасного попередження аварій від ожеледі повинен бути передбачений комплекс організаційних заходів:

- організація постів по спостереженню за ожеледдю і шкорою вітру з метою уточнення регіональних карт по ожеледі і вітру;
- отримання інформації для оперативної оцінки гололедної ситуації і вибору моменту почала видалення ожеледі;
- розробка технологічних карт плавки, в яких устанавлюються умови плавки ожеледі, послідовність операцій і порядок здійснення зв'язку з диспетчером підприємства електромережі;
- навчання персоналу веденню спостережень і діям при оголошенні «гололедной тривоги».

Заходи щодо видалення ожеледі з проводів ПЛ. Своєчасне видалення з проводів гололедно-ізморозових утворень (ожеледі) дозволяє зменшити механічні навантаження елементи ПЛ і підвищити надійність їх роботи. Ожеледь з проводів видаляють опаленням або оббивкою. Для оббивки гололеда ПЛ відключаються і заземляються. Це заход щодо видалення ожеледі проводиться із залученням місцевого населення в відповідності із заздалегідь укладеними договорами.

Найбільш ефективним і економічним способом видалення ожеледі є нагрів проводів струмами короткого замикання.

Нагрів може проводитися при номінальному або зниженому напрузі.

На ПЛ 6-20 кв відповідно до «Керівних вказівок по плавці ожеледі на ПЛ до 20 кв, що проходять в сільській місцевості» плавку ожеледі необхідно передбачати для районів, в яких можлива часта і інтенсивна танець проводів при гололедоутворенні. Для районів, в яких нормативна товщина стінки ожеледі менше 20 мм, доцільність організації плавки ожеледі повинна встановлюватися на основі техніко-економічного розрахунку.

Плавку ожеледі доцільно починати з таким розрахунком щоб при гололедоутворенні вона була успішно завершена на всіх лініях, взаємозв'язаних по режиму плавки. При цьому черговість плавки визначається категорією рійності споживачів і електроприймачів по ступеню надійності електропостачання технологічністю організації плавки і наявністю резервного живлення.

На ПЛ, обладнаних схемами плавки ожеледі, необхідно перед гололедним сезоном проводити ретельний огляд, опробування всіх елементів і електричної схеми плавки і приймати заходи, що забезпечують нормальну роботу в режимі плавки.

Для успішної і ефективної плавки заздалегідь визначається порядок дії персоналу (складаються інструкції), прораховується послідовність проведення всіх операцій при плавці ожеледі, складається технологічна карта.

Найбільш поширеним і ефективним способом являється плавка ожеледі на ПЛ 6-20 кв струмом трифазного короткого замикання (к.з.) при номінальній напрузі мережі на магістральних ділянках і на зниженій напрузі на відгалуженнях у тривалому або повторно-короткочасному режимі. Спосіб плавки ожеледі при номінальній напрузі застосовуємо, якщо величина струму к.з. достатня для розплавлення ожеледі в приємлемий термін на ділянці з дротом найбільшого перетину, не перевищує допустимих величин за умовами нагріву

проводів найменшого перетину в ланцюзі і не покритих ожеледдю, а також якщо завантаження силових трансформаторів під час плавки не перевищує допустимих значень.

Для плавки ожеледі лінії секціонуються на ділянки, тобто вибираються крапки, при к.з. у яких плавки можливі на номінальному напрузі, проїз водиться перевірка устаткування підстанцій (силові трансформатори, трансформатори струму, роз'єдінителі, шини і ін.), у місцях короткого замикання устанавлюється необхідне устаткування. Як закорачиваючих апаратів в основному використовуються масляні вимикачі ВМН-10 і ПРОВИНА-10, рідше роз'єдінителі. Найбільш целесообразно застосовувати телеуправляемі короткозамикаючі пункти на базі шаф К-36, з автоматичним управлінням, створені Українським відділенням інституту Сельенергопроект.

Допустимі струми плавки для ПЛ 6-20 кв з алюмінієви міді проводами і сталюалюмінієвими проводами визначаються залежно від швидкості вітру і температури повітря.

Час плавки ожеледі і паморозі визначається по соответствующим графікам, приведеним в «Керівних указах по плавці ожеледі на ПЛ до 20 кв, що проходять в сільській місцевості».

Контроль за закінченням процесу плавки здійснюється за часом плавки або візуально. Спостереження за станом оплавлення ожеледі повинно проводитися на ділянках ПЛ з найбільшими розмірами відкладень.

Вібрація і «танець» проводів і тросів і їх захист

Вібрація проводів - це викликані вітром коливання провода у вертикальній площині, що характеризуються невеликим розмахом і великою частотою. Коливання дроту в прольоті при вібрації є стоячими хвилями з амплітудою що зазвичай не перевищує 3-5 см при довжині хвилі від 1 до 10 м. За одну секунду відбувається від 5 до 100 коливань.

Найменша швидкість вітру, при якій можлива вібрація проводів, складає 0,5-0,6 м/с. Верхня межа коливається від 4-5 м/с при висоті підвіски дроту близько 70 м (на спеціальних переходах).

Вібрація проводів виникає унаслідок утворення завихрених повітряного потоку при обтіканні дроту. Відривши від про- вода повітряних вихорів, що утворюються за ним, розгойдує дріт у вертикальному напрямі. Для виникнення вібрації необхідно, щоб зусилля, що діють на дріт, були достатньо великими і чергувалися по напрямку (малюнок 11.6). Такі зусилля виникають тільки при рівномірному вітрі.

Вірогідність виникнення вібрації зростає з збільшенням довжини прольоту лінії, діаметру і висоти підвіски дроту. Вібрація проводів виникає при напрямі вітру під кутом 45-90° до осі лінії. При кутах менш 20° взагалі не виникає. Частіше всього вібрація виникає на лініях, що проходять по відкритій місцевості.

В результаті вібрації в місці кріплення дроту в піддержці вающем або натяжному затиску виникають перегини, в результаті відбувається руйнування окремих проволікав дроти, а потім його обрив при нормальному натягненні.

Захист проводів від вібрації. Захист проводів від вібрації здійснюється двома способами. Перший з них полягає в штучному посиленні проводів в місцях підвіски з допомогою армуючих прутков, другий - в гасінні вібрації з допомогою спеціальних гасителів. На малюнку 11.7 представлені два основних виду гасителів, що застосовуються на лініях електропередачі.

Петлевий гаситель використовується для гасіння вібрації проводів невеликих перетинів - алюмінієвих перетином 35-95 мм² і сталюалюмінієвих перетином 25-70 мм². Такий гаситель вібрації делается з відрізання того ж дроту, який вмонтовується на лінії.

Кріпиться він до дроту за допомогою плашечних затисків.

«Танець» проводів. При швидкостях вітру порядку 10-18 м/с спостерігаються коливання проводів з великою амплітудою, називаєміє **«танцем» проводів**. Точки дроту при цьому описують еліпси, що мають великі осі порядку 1,25, а малі - 0,5-0,65 стріл провисання дроту. Велика вісь еліпса знаходиться у вертикальному або похилому положенні. Відхилення великої осі від вертикалі не перевершує 30°.

«Танець» проводів на відміну від вібрації характеризується не тільки більшими амплітудами, але і незначною частотою довжина хвилі при цьому до стігає декількох сотень метрів. Найбільше амплітуди коливань (до 10-12 м) спостерігаються, якщо довжина півхвилі коливань рівна довжині прольоту.

Якщо в прольоті укладає ця більше однієї півхвилі амплітуда коливань не перевищує 2-4 м. Період коливаний дроти при «танці» складає зазвичай декілька секунд і виходить найбільшим при одній півхвилі в прольоті.

«Танець» проводів виникає при поривчастих вітрах, направлених під кутом 30-90° до лінії в період, коли дроти покриті односторонньою ожеледдю. Якщо такий відсутній, то танець проводів спостерігається дуже рідко і характеризується невеликими амплітудами коливань.

«Танець» проводів залежить від багатьох величин, важко поддаючихся точному розрахунку. При «танці» на опори лінії действуют великі динамічні навантаження, які можуть привести до поломки опор, ізоляторів і ін. Часто «танець» проводів приводить до перекриттів між проводами або між проводами і тросами в прольоті, обривам проводів і тросів.

Боротьба з «танцем» проводів здійснюється як пасивними, так і активними методами.

Як пасивні заходи щодо боротьби з «танцем» використовується збільшення відстаней між проводами і між проводами і тросами, при яких вірогідність замикання при «танцю» вельми мала. Ці відстані вибираються у відповідності з ПУЕ.

ЕКСПЛУАТАЦІЯ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ

Загальні вимоги до пристрою КЛ

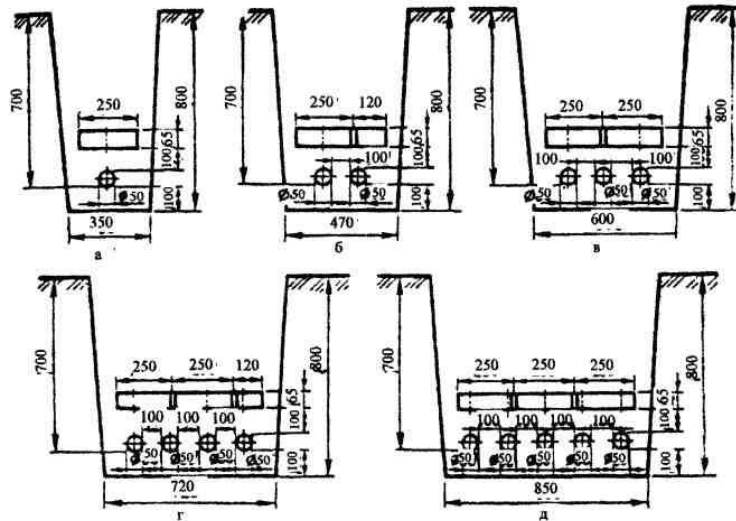
Кабельною лінією називається лінія для передачі електроенергії, що складається з окремого або декілька паралельних кабелів із сполучними, стопорними і кінцевими муфтами (закладеннями) і кріпильними деталями, а для маслони полонних ліній, крім того, з підпітвюючими апаратами і системою сигналізації тиск масла.

Проектування і споруда кабельних ліній проіздвоятця на основі техніко-економічних розрахунків з урахуванням розвитку мережі, відповідальності і на значення лінії, характеру траси способу прокладки, конструкції кабелів і тому подібне. Кабелі можуть прокладатися в різному середовищі: непосредственно в землі - в траншеях, у воді - через водоймища і річки, в повітрі - в кабельних спорудах і виробничих приміщеннях. Середовище при прокладці кабелів визначається проектом, а прокладка виконується після обстеження місцевості і зображення на ескізі траси майбутньої лінії.

Трасою кабельної лінії називається її організоване местоположення в землі, у воді або на конструкціях в підземних спорудах і виробничих приміщеннях. Початковими даними вибору траси є кінцеві пункти кабельної лінії. Марки кабелів вибирають згідно єдиним технічним указанням залежно від середовища, в якому вони повинні працювати складнощі траси і способу прокладки. При строгому соблюденді встановлених правил прокладки гарантована надійність кабельній лінії.

Трасу лінії намічають так, щоб витрата кабелю був найменшим. У сільській місцевості прокладають найбільше економічним способом - в землі, уникаючи по можливості

ділянок з агресивними ґрунтами. Кабелі укладають в траншеї завглибшки не менше 0,7 м, а на перетинах вулиць - не менше 1 м. При паралельній прокладці декількох кабелів в одній траншеї відстань між ними по горизонталі повинна бути не менше 100 мм. Розміри траншей для прокладки кабелів напруженієм до 10 кв приведені в таблиці 12.1, а порядок укладання захитових перекриттів на малюнку 12.1



Малюнок 12.1. Розміри траншей залежно від кількості кабелів, що прокладаються, і їх захист від механічних пошкоджень: а, б, в, г, д - відповідно для 1, 2, 3, 4 і 5 кабелів в одній траншеї.

Щоб уникнути пошкоджень верхньої оболонки кабелів на дні траншеї створюють м'яку піщану подушку завтовшки до 100 мм, а зверху насипають шар дрібної землі або піску без кам'яї і будівельного сміття. У місцях можливих механічних пошкоджень (наприклад, там де часто ведуть розкопки) кабель за щипають, укладаючи в один ряд цеглу, як це показано на малюнку 12.1.

На випадок можливих зсувів ґрунтів і деформацій при прокладці кабелів мають в своєму розпорядженні змійку із запасом по довжині 1-3%.

Щоб уникнути пошкодження ізоляції, радіуси внутрішньої кривизни вигину повинні бути певній кратності (не менш вказаних в СНіП і ПУЕ, таблиці 12.2) по відношенню до наружному діаметру кабелю.

При перетині автомобільних і залізних доріг кабельні лінії прокладають в блоках або трубах. При цьому приймають бетонні, железобетонні, керамічні, чавунні або пластмасові труби. Внутрішній діаметр труб повинен не менше чим в 1,5 рази перевищувати зовнішній діаметр кабелю. Мінімальні відстані кабелів до інженерних і інших споруд повинні бути не менше: при паралельній прокладці з автомобільними дорогами - 1 м; у зоні лісонасаджень від стовбурів дерев - 2 м, при паралельній прокладці з ПЛ напругою 110 кв і вище - 10 м.

У середині приміщень дозволяється прокладати кабелі відкрито (на скобах або хомутах). У них не повинні бути зовнішніх покриттів з палимим волокністим матеріалом. Поверхня оболонки захищають від сонячних променів і інших теплових дій наносячи на неї бітум або фарбу.

Для кабелів, прокладених в землі, кількість соединительних муфт повинно бути мінімальним, і не повинно перевищувати. Прокладені кабелі, а також сполучні муфти і кінцеві закладення снабжають бирками. На них указують марку кабелю, напруга, найменування даної лінії, а для муфт і заделок - номер, дату монтажу і прізвища майстрів, що виконали роботу.

Трасу кабельної лінії і розташування муфт наносять на план місцевості. Її координати відлічують від тих, що існують об'єктів або спеціально встановлених знаків (реперів). На території підприємства трасу рекомендується позначити пікетами через кожних 100 м.

Відповідно до Правил пристрою електроустановок (ПУЕ) прокладку і монтаж кабельної лінії всієї напруги споруджуваних ладі тільки-монтажними організаціями, виконують під технічним наглядом експлуатаційного персоналу.

Виконуючий нагляд контролює якість робіт, перевіряє перебування кабелю на барабанах, якість муфт і монтажних матеріалів, приймає приховані роботи, до яких відноситься огляд прокладеного кабелю, перевіряє габаритні розміри в місцях зближень і перетинів споруджуваної лінії з підземними комунікаціями, монтаж муфт і ін.

Приймання кабельної лінії. Кабельну лінію в експлуатацію приймає спеціальна комісія, в яку входять представителі замовника, монтажно-експлуатуючої організації. Члени комісії перевіряють технічну документацію і обходять трасу.

До включення кабельної лінії в роботу визначають цілісність кабелю і фазування його жил, активний опір живих кабелів і робочих ємкостей (для кабелів напругою 20 кВ і вище); вимірюють опір заземлень у кінцевих муфтах; перевіряють дію пристроїв захисту при виникненні блуждаючих струмів, що дають; мегаомметром випробовують ізоляцію кабельної лінії до 1 кВ, підвищеною напругою постійного струму - лінії напругою понад 2 кВ.

У експлуатацію приймають весь комплекс споруд: кабельні колоди для муфт, тунелі, канали, антикорозійний захист, систему сигналізації, автоматику, встановлену на лінді і тому подібне

Вимоги правил технічної експлуатації до кабельних ліній.

Для правильної експлуатації кабельних ліній необхідно мати наступні види технічної документації:

- виконавчі креслення на кабельні лінії і інші кабельні з'єднання;
- паспорти кабельних ліній, споруд і введень;
- адресні списки кабельних споруд;
- робочі і монтажні креслення всіх типів муфт і іншої кабельної арматури.

Виконавчі плани трас повинні відповідати дійствительному поляганню в натурі шляхом своєчасного нанесення на них всіх поточних змін місцеположення кабелів і муфт, що викликаються ремонтами, реконструкцією і капітальним будівництвом мережі.

У паспорт кабельної лінії повинні бути занесені всі технічні дані, визначені проектом лінії і кабельним журналом при її з'єднанні, а також протоколами, актами і даними випробувань при її прийманні в експлуатацію. У процесі експлуатації кабельної лінії в паспорт заносяться відомості про результати випробувань лінії, навантаження лінії, величинах вимірюваних температур на оболонках, а також відомості про пошкодження лінії, її ремонті і стані траси. Наявність правильного складеного паспорта кабельної лінії дозволяє в процесі експлуатації визначити необхідність її капітального ремонту, провести аналіз причин пошкодження і розробку необхідних протиаварійних заходів.

З метою підвищення експлуатаційної надійності кабельних ліній розробляють номенклатуру робіт і граничні строки їх виконання. Сюди входять наступні роботи: огляд трас кабельних ліній, нагляд за кабельними лініями при роботах на трасах сторонніх організацій, вимірювання фактичних нагрузок, контроль за нагрівом кабелів, контроль за блукаючими токами, випробування кабельних ліній і визначення місць пошкодження в ізоляції і жилах кабелів, ремонт кабельних ліній і так далі.

У номенклатурі робіт по експлуатації кабельних ліній з метою підвищення їх експлуатаційної надійності і безотказної роботи додатково указуються наступні дані:

- періодичність і сезонність виконання даної роботи;
- посади персоналу, на який покладається виконання робіт;
- планова норма часу для кожного виконавця роботи;
- вид звітної документа виконання даної роботи або вказівка, куди повинні бути занесені ці відомості.

Номенклатура робіт по експлуатації кабельних ліній розробляється на кожен календарний рік, що дозволяє при складанні цього документа передугледіти всі зміни в вимогах по обслуговуванню кабельних ліній за минулий рік.

Забезпечення надійності при експлуатації кабельних ліній. Дотримання струмових і теплових режимів

Для кожної кабельної лінії при введенні її в експлуатацію повинні бути встановлені найбільші допустимі струмові навантаження.

Встановлення для кожної лінії максимальних струмових навантажень необхідно, щоб експлуатаційний персонал знав і міг використовувати повну пропускну спроможність даної лінії, а також щоб не допускати роботу КЛ з навантаженням більш встановленого граничного значення. Для збільшення коефіцієнта використання пропускну спроможності кабельних ліній, проложених в землі, доцільно визначити і встановлювати максимальні

струмові навантаження для різних сезонів року, так як температура навколишнього середовища (грунту) для різних місяців роки неоднакова і зазвичай при прокладці кабелю на глибині 0,7 м приймається: 15, 10, 5 і 0°С.

Оскільки при проектуванні кабельних ліній розрахунки і вибір перетину кабелів проводяться за якнайгіршими умовами охолодження, тобто для температури ґрунту +15 °С, то поправки на сезонність умов дозволяють значно підвищити максимальні струмові навантаження і ефективніше використовувати кабельні лінії в інші сезони року. Робота кабельних ліній при значеннях струму вище встановленої межі по нагріву недопустима, тому що це може привести до передчасного тепловому зносу ізоляції і втраті її механічних і електричних властивостей.

Надмірний нагрів кабелю може привести до збільшення об'єму просочувального складу ізоляції, внаслідок чого усередині кабелю зростає тиск, який передається на оболонку. Якщо оболонка виконана зі свинцю, то вона під тиском деформується, збільшується її розмір по діаметру і при зниженні температури в кабелі під свинцевою оболонкою утворюються незаповнені вакуумні порожнини. Цей процес в кінцевому результаті приводить до ослаблення електричної міцності ізоляції кабелю.

Тому максимальні струмові навантаження для кожної кабельної лінії повинні бути визначені найретельніше з обліком ділянок траси з якнайгіршими тепловими умовами, а в процесі експлуатації винен осущест вляться строгий контроль за режимом роботи кабельних ліній по навантаженнях.

Відповідно до Правил навантаження визначаються по участку траси з якнайгіршими тепловими умовами, якщо довжина участка не менше 10 м.

Тривало допустимі температури токоведущих жил кабелю не повинні перевищувати наступних значень °С:

- для кабелів з просоченою паперовою ізоляцією напруженієм до 1 кв - 80;
- для кабелів з гумовою ізоляцією - 65;
- для кабелів з просоченою паперовою ізоляцією напруженієм до 10 кв - 60;
- для кабелів з полівінілхлоридною ізоляцією - 70.

Допустимі струмові навантаження при нормальному тривалому режимі роботи кабельної лінії визначають згідно ПУЕ або таблицям, приведеним в електротехнічних довідниках. Як було відмічено раніше, ці навантаження залежать від способу прокладки кабелю і виду навколишнього середовища (земля, повітря). Для кабелів прокладених в землі, тривало допустимі струмові навантаження прийняті з розрахунку прокладки одного кабелю в траншеї на глибині 0,7-1 м при температурі ґрунту 15 °С. Для кабелів, прокладених в повітрі, температура навколишнього середовища 25°С. Якщо розрахункова температура навколишнього середовища t_n відрізняється від номінальної t_n , то при визначенні допустимих струмових навантажень так само, як і для повітряних ліній вводять поправочний коефіцієнт K_1 .

Розрахунковою температурою ґрунту вважають найбільшу середньомісячну (зі всіх місяців року) на глибині прокладки кабелю. За розрахункову температуру повітря приймають найбільшу середньодобову, таку, що повторюється не менше трьох днів в році.

На відповідальних кабельних лініях, що відходять від розподільних пристроїв, черговий персонал контролює такові навантаження по стаціонарних вимірювальних приладах. Якщо чергового персоналу немає, контроль проводять два-три рази на рік:

один раз при літньому і один-два при осінньо-зимовому максимумах навантаження. Одночасно вимірюють робочу напругу кабельних ліній, яке в нормальних умовах експлуатації не повинно перевищувати номінальне більш, ніж на 15%.

На підставі результатів контролю струмових навантажень, температурних режимів і напруги інженерно-технічний персонал проводить заходи щодо забезпечення економічної і безаварійної роботи кабельної мережі.

Експлуатаційний нагляд за силовими кабельними лініями.

На дежність роботи кабельних ліній в значній мірі залежить від правильної організації експлуатаційного нагляду за станом кабелів; їх трас і різних споруд, в яких

прокладені кабелі, а також від виконання місцевими Радами Правил охорони високовольтних електричних мереж.

В цілях оберігання кабельних ліній напругою 2 кв і вище від механічних пошкоджень Правилами по охороні високовольтних електричних мереж передбачені заходи.

Для підземних кабелів повинні бути відведені земляні ділянки по 1 м в обидві сторони від крайнього кабелю. В межах цієї зони: не допускається укладання інших комунікацій без согласованія з організацією, що експлуатує кабельну лінію; забороняється скидати велику тяжкість, виливати кислоти і щелочи, влаштовувати звалище сміття.

Для підводних кабельних ліній встановлюється охоронна зона, визначувана паралельними прямими, що проходять на відстані 100 м в обидві сторони від вказаних кабельних ліній.

У цій зоні: забороняється влаштовувати причали судів і барж, бросать якорі і волокуші; проводити без узгодження з організацією, що експлуатує кабельні лінії, днопоглиблювальні і землечерпальні роботи. Надійна робота кабельних ліній прокладених безпосередньо в землі, багато в чому залежить від состояння траси і ґрунту, дії на них різних явищ що виникають в землі. У кабельних ліній, прокладених в колекторах, тунелях і інших подібних спорудах, надійність роботи залежить від температури повітря, вентиляції, правильності взаємного розташування кабелів і ряду інших причин. На кабелі, прокладені у воді, впливають чинники, пов'язані з дисципліною судноплавства і содер жанієм водних шляхів.

У основу організації експлуатаційного нагляду повинно бути належить виконання наступних робіт: обхід трас і огляд стани кабельних ліній і різних споруд, в котрих вони прокладені; нагляд за виробництвом робіт на трасах і поблизу кабельних ліній; проведення організаційно-технічних заходів і роз'яснювальної роботи серед населення руково дітелей підприємств, установ, будівельних організацій і тому подібне

Нагляд за станом кабельних трас. Всі види робіт на кабельних трасах, згідно Правилам по охороні високовольтних електричних мереж, можуть проводитися тільки за умови попереднього узгодження цих робіт з організацією, експлуатующою кабельні мережі.

Підприємства електромережі при узгодженні робіт винні вимагати, щоб в технічній документації (проект, кошторис) були відбиті заходи щодо захисту кабельних ліній. Наіболее часто (приблизно у 45 випадках з 100) кабелі виходять з будуючи унаслідок механічних пошкоджень їх при проїздові земляних робіт безпосередньо на трасі або поблизу траси кабельній лінії.

Місця виробництва земляних робіт по ступеню небезпеки пошкодження кабелів діляться на наступні дві зони: 1 зона - ділянка землі, розташована на трасі кабелів або на відстані до 1 м від крайнього кабелю напругою вище 1000 В;

2 зона - ділянка землі, розташована від крайнього кабелю на відстані понад 1 м.

При роботах в 1 зоні забороняється:

- застосування екскаваторів і інших землерийних машин;
- застосування ударних механізмів (клін-баби, шар-баби і ін.) на рас стоянні 5 м ;
- застосування механізмів для спущення ґрунту (відбійних молотків, електромолотків і ін.) на глибині понад 0,4 м при нормальній глибині заставляння кабельної лінії (0,7 м);
- виробництво земляних робіт без нагляду (протягом всього часу їх виробництва) технічного персоналу експлуатующої організації і за відсутності планів траси і інших документів, що дозволяють точно визначити місцезнаходження кабельних ліній;
- виробництво робіт з порушенням необхідних відстаней і без захисту кабелів від механічних пошкоджень при устроїстве траншей, що перетинають кабельні лінії.

По виклику відповідальної особи (начальника або виконроба) організації, що проводить разритіє, представник електромережі маючи на руках план траси кабельних ліній і інші документи (геодезичний план, профіль траси, вертикальні і горизонтальніє планування), а також необхідна кількість предупредітельних і заборонних плакатів зобов'язаний:

- переконатися в наявності непростроченого дозволу местного Ради на виробництво робіт, плану розташування підземних споруд на ділянці майбутніх робіт і проекту, согласованного з відповідними організаціями;

- з'ясувати зміст і об'єм земляних робіт, а також терміни їх виконання;

- перевірити по кресленню розташування кабельних ліній вказати виконробові трасу цих ліній і намітити межі безпального виробництва робіт (межі намічають шнурком, натягнутим між кілочками; у меж вивішують предупредительні плакати);
- вимагати, у разі потреби, щоб в його присутстві було проведено контрольне шурфування для точного определения місця на ходіння кабельних ліній;
- видати письмовий дозвіл на виробництво робіт з вказівкою треба ваній по забезпеченню збереження кабелів і меж виробництва робіт;
- стежити за виконанням всіх мерів обережності;
- стежити, щоб розкриті кабелі і сполучні муфти були надійно захищені дерев'яними коробами і укріплені, а на коробах були встановлені попереджувальні плакати;
- спостерігати за тим, щоб після закінчення робіт були виконані всі відновні роботи: розтин захисних коробів, розбирання кріплень, засипка траси, ущільнення ґрунта і тому подібне.

Профілактичні випробування КЛ. Профілактичні іспитання ізоляції кабельних ліній є організаційно-технічним заходом, що дозволяє виявити що виникли в процесі монтажу або експлуатації кабельних ліній дефекти з метою їх своєчасного усунення і запобігання таким образом аварії і недоотпуська електроенергії споживачам.

Періодичність профілактичних випробувань кабельних ліній встановлена Правилами не рідше за один раз на рік. Кабельні лінії, що мають поганий стан ізоляції або що працюють в важких умовах (часті земляні роботи на трасі, вплив блукаючих струмів або ґрунтової корозії), целесообраз але випробовувати частіше.

Кабельні лінії, прокладені в тунелях, колекторах будівлях під станцій, не схильні корозії і механічним пошкодженням і не маю щие сполучних муфт, іспитиваються не рідше за 1 раз на 3 роки.

Кабельні лінії, що прокладені в землі і працюють в теченіє 5 років і більш без електричних пробоїв в умовах експлуатації і при профілак тічеських випробуваннях, випробовуються в терміни, встановлені головним інженером ЕС з урахуванням місцевих умов, але не рідше за 1 раз на 3 роки.

Захист від корозії металевих оболонок кабелю. Металлічеськие оболонки кабелів, що прокладаються або знаходяться в зонах високої корозійної активності, повинні бути надійно захищені від корозірующего дії на них ґрунту, води і блукаючих струмів.

ОБСЛУГОВУВАННЯ РОЗПОДІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ НАПРУГОЮ ВИЩЕ 1 кВ

Загальні вимоги. Приймально-здавальні випробування

Для електропостачання сільськогосподарських потребітелей, як правило, застосовують серійно комплект-, що випускаються ние трансформаторні підстанції (КТП), що складаються з трансформаторів, блоків комплектних розподільних пристроїв (КРУ) і елементів відкритих розподільних пристроїв (КРИЧУ), що поставляються заводом-виготівником в зібраному або підготовленому для збірки вигляді. КТП проектують з одним або двома трансформаторами напругою 110/35/10 кВ, 110/10 35/10, 35/0,4 кВ по спрощених схемах, в яких використовують де це можливо, запобіжники, короткозамикателі і отделітелі. Серед трансформаторних підстанцій (ТП) сільськогосподарського призначення поширені КТП і закриті ТП (ЗТП) напругою 35/10, 35/0,4 і 10/0,4 кВ.

Найбільш відповідальною ланкою будь-якої підстанції являється розподілі тільний пристрій (РУ), що забезпечує споживача електроенергією. Воно складається з апаратів (комутаційних вимірниках, захисних), зв'язаних між собою збірними шинами і об'єднаних вторинними ланцюгами в комплекс. Состав такого комплексу залежить від призначення пристрою, місця займаного в електричній системі, напруга, потужності і числа ланцюгів.

Виготовляють КРУ для внутрішньої і зовнішньої (КРУН) установки. Останні можуть бути стаціонарними і передвіжними. У шафах КРУ і КРУН розташовані вимикачі ВМГ-10 ВМП-10, ВММ-10, ВВВ-10 та інші з ручним, пружинним, грузовим і електромагнітним приводами.

КРУ пред'являють наступні основні вимоги:

- устаткування РУ повинне задовольняти умови надійної роботи як в номінальному режимі, так і при коротких замиканнях (к.з.), володіти необхо дімою термічною і динамічною стійкістю, тобто надійно протистояти сі лам електродінамічеського дії і короткочасному нагріву струмами к.з.;

- ізоляція устаткування повинна відповідати номінальному напряду нію мережі і витримувати можливі його підвищення при комутаційних і атмо сферних перенапруженнях;

- устаткування повинне надійно працювати при допустимих перевантаженнях (без пошкоджень і зниження терміну його служби);

- приміщення для РУ повинні бути зручні і безпечні при обслуговуванні і ремонті устаткування;

- температуру і вологість повітря в приміщеннях для закритих РУ не обходжений підтримувати такими, щоб на ізоляторах не випадала роса (тим пература для ЗРУ не більш + 40°с);

- розподільні пристрої обладнали робочим і аварійним електричеським освітленням відповідно до норм і вимогами, приведеними в ПУЕ;

- пристрої, особливо приводи комутаційних апаратів, забезпечують чіткими написами (назва устаткування і диспетчерське найменування електричного ланцюга). На виключателях і їх приводах, раз'єдинителях, віддільниках, короткозамикателях і заземляючих ножах обов'язкові показчики положення «Включено» і «Відключено»;

- у приміщеннях, де розташовані РУ, повинні бути інвентарь, необхо дімий для безпечної роботи, і засобу пожегартушення.

Відповідно до ПУЕ знов споруджені і реконструїрованніє РУ і вус тановленнеє в них електроустаткування проходять пріємсдаточніє випробування. Їх вводять в експлуатацію тільки после приймання комісіями на підставі положень, що діють.

Пріємсдаточніє випробування РУ напругою вище 1 кв ви пів няют відповідно до ПУЕ, пп. 1.8.18, 1.8.20, 1.8.22, 1.8.24 1.8.28, 1.8.34, а також з нормами випробування електроустаткування.

Висновок про придатність РУ до експлуатації дається на основанії результатів всіх випробувань, що відносяться до даної єдінце устаткування.

Вимірювання, випробування і випробування відповідно до действующими директивними документами, інструкціями заводоввиготівників і нормами, виконаними в процесі монтажу а також налагоджувальним персоналом непосред ственно перед введенням електроустаткування РУ в експлуатацію, повинні бути оформлени відповідними актами і протоколами.

Обслуговування основного електроустаткування

Загальні вимоги. При технічному обслуговуванні основного електроустаткування необхідно:

- забезпечувати режими роботи РУ і окремих електричеських ланцюгів, відповідні технічним характеристикам устанавленного устаткування;

- підтримувати в будь-який період таку роботу схеми РУ і підстанції, яка найбільшою мірою відповідає требованіям надійності енергосистеми і безвідмовної селективної роботи пристроїв релейного захисту і автоматики;

- систематично спостерігати за станом устаткування і приміщень для РУ, усувати в найкоротший строк виявлені несправності і дефекти, оскільки їх розвиток може спричинити за собою відмови в роботі і аварії;

- контролювати, чи своєчасно проводяться профілактічеськіє іспита нія і ремонт устаткування;

- дотримувати встановлену послідовність переключеній в РУ.

Огляди РУ. При оглядах виявляють несправності оборудованія, будівельній частині (включаючи прилеглу територію і під'їзди) і інші елементи підстанцій. Виявлені несправності фіксують в журналі де фектов і повідомляють про них інженерно-технічному персоналу.

Періодичність оглядів встановлюють залежно від типу пристрою (відкрите або закрите), його призначення і форми обслуговування. Терміни оглядів призначають згідно Правил технічної експлуатації (ПТЕ).

Якщо є постійний черговий персонал, РУ оглядають не рідше за один раз в три доби. При несприятливій погоді (мокрый сніг, туман, сильний і тривалий дощ, ожеледь і тому подібне), а також після к.з. і при появі лані сигналу про замикання на землю проводять додаткові огляди. Реко мендується один раз на місяць оглядати РУ в темноті для виявлення можливих розрядів коронірованія в місцях пошкодження ізоляції і місних нагрівів токоведущих частин.

У РУ підстанцій напругою 35 кВ і вище, що не мають постійного чергового персоналу, графік спостереження складають залежно від типу вуст роїства, значення підстанції для енергосистеми або зони електропостачання.

В цьому випадку огляди виконує начальник групи підстанцій або назначений майстер не рідше за один раз на місяць.

Трансформаторні підстанції і РУ електричних мереж напругою 10 кВ і нижче, що не мають постійного чергового персоналу, оглядають не рідше за один раз на шість місяців.

Позачергові огляди на об'єктах без постійного дежурного персоналу проводять в терміни, встановлені згідно місцевим інструкціям з урахуванням мощності к.з. і стани устаткування.

У всіх випадках незалежно від потужності к.з., якщо автоматическое повторне включення (АПВ) не відбулося, після відключення струмів к.з. оглядають вимикач.

Розподільні пристрої підстанцій додатково оглядає перед плановим ремонтом інженерно-технічний персонал з метою уточнення об'ємів робіт. По можливості осмотри виконують в той час, коли вимірюють навантаження, відбирають проби масла і ін.

Технічне обслуговування масляних вимикачів. Виключателі високої напруги служать для комутації електрических ланцюгів у всіх експлуатаційних режимах: включення і відключення струмів навантаження, струмів на магнічіванія трансформаторів, зарядних струмів ліній; відключення струмів к.з. У кожному з режимів роботи є свої особливості, визначувані параметрами електричного ланцюга.

На підстанціях, в умовах сільського електропостачання застосовують вимикачі ВМГ-10, ВМП-10, ВММ-10, ВВВ-10 і ін. Основні частини цих вимикачів - токоведущие і контактні системи з дугогасительними влаштуваннями, ізоляційні конструкції корпусу і допоміжні елементи, пері даточніє механізми і приводи.

Надійність роботи вимикачів в умовах експлуатації може бути забезпечена тільки при належному обслуговуванні.

Зовнішні огляди вимикачів без відключення проводять враховуючи місцеві умови, але не рідше за один раз в шість місяців. При зовнішньому огляді перевіряють:

- положення вимикача за свідченнями його сигнальних пристроїв;
- стан поверхні фарфорових введень, ізоляторів і тяги;
- чи немає викиду масла з газовідводів, і не просочується чи воно через ущільнення контактів розеток і прокладки виключателів;
- стан кріплень контактів шин (за кольором термопленок визначають їх температуру).

Особливо ретельно контролюють рівень масла в баках (полюсах) і відповідність його температурним відміткам на шкалах маслоуказателей, оскільки від цього залежить надійна робота вимикачів. При температурі навколишнього середовища від -40 до +40 °С рівень масла не повинен перевищувати граничну відмітку маслоуказателя. При збільшенні рівня і відповідно зменшенні об'єму повітряної подушки над маслом створюється чрезмерное тиск в баку при гасінні дуги, що може бути причиною руйнування вимикача. При значительном пониженні рівня або витіканні масла з бака вимикач також може вийти з будуючи. У цих випадках приймають термінові заходи, препятствующие відключенню вимикачем струмів навантаження і к.з.: знімають предохранители в ланцюзі електромагніту відключення і створюють схему при якій елек трическую ланцюг з некерованим виключателем можна відключити іншим, або знижують навантаження на даному приєднанні до нуля.

При температурі навколишнього повітря нижче $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ умови гасіння дуги в масляних вимикачах різко погіршуються із-за підвищення в'язкості масла і зменшення швидкості руху рухомих частин.

Щоб поліпшити умови роботи, вимикачі обладнали автома тическим пристроєм для підігрівання масла в баках.

Технічне обслуговування раз'єдинітелей, віддільників і короткоза микателей.
Раз'єдинітелі відносяться до електричних комутаційним апа ратам з видимим местом роз'єму. Предпризначені для відключення і включення ділянок електричних мереж, якщо немає струму навантаження, що забезпечує безпека ность при виконанні робіт на даній ділянці, а також для включення і отклю ченія струмів холостого ходу трансформаторів, зарядних токов повітрі і но бельних ліній і ін.

Віддільники по конструкції токоведущих частин не отлічаються від раз'єдинітелей. Їх контактна система не приспособлена для операцій при ра бочем струмі навантаження. Основне призначення - швидке відокремлення пошкодженої ділянки електричній мережі в бестокову паузу. Допускаються також отключенія і включення струмів, що намагнічують і зарядних. З допомогою приводу управ ляют віддільником, відключаючи його автоматічески або уручну, а включаючи тільки уручну.

Віддільники застосовують в основному для підстанцій сільського електро постачання, виконаних по спрощеній схемі без виключателів на стороні вищої напруги. Окрім віддільників тут встановлюють короткоза микателі.

Короткозамикачі використовують при внутрішніх пошкодженнях силових трансформаторів, щоб швидко створити могутні штучні к.з. на живлячих лініях, що відключаються потім виключателямі. Знявши напругу з лінії, пошкоджений трансформатор відокремлюють за допомогою віддільника, а лінія починає функціонувати при спрацьовуванні АПВ.

Для надійної роботи установок необхідна чітка послідовальность дій пристроїв релейного захисту, автоматики комутаційних апаратів, а також блокувань між отделітелями і короткозамикателямі в ланцюгах управ ленія.

В процесі експлуатації раз'єдинітелі, віддільники і короткозамикателі оглядають не рідше за два рази на рік, а також після аварійних відключень. При цьому основна увага обрашают на стан контактних з'єднань і ізоляції апаратів.

Контактні з'єднання найбільш відповідальні, і в той же час самі ненадійні елементи даних апаратів. Поверхності ізоляторів раз'єдинітелей, віддільників і короткозамикателів повинні бути чистими. Забруднення поверхні ізоляторів при дощі, тумані, сильній росі призводить до зниження розрядної напруги.

При включеннях і відключеннях ізолятори сприймають великі механічні навантаження. Щоб уникнути поломки, не слід проводити планові перемикання в періоди різких похолодань і лютих морозів, оскільки в ізоляторах можуть появилися велика внутрішня напруга. Вони виникають вслідствие різних коефіцієнтів температурного розширення елементів ізоляторів.

При оглядах перевіряють, чи немає на ізоляторах, особливо в місцях, що примикають до фланців, подовжніх і кільцевих трещин, а також по врежденій в арматурі і цементних швах. Якщо на поверхні виявлені дефекти, що знижують механічну або діелектричну міцність ізоляторів, апарати необхідно-пермалой ремонтувати.

Відмови в роботі віддільників і короткозамикателів часто відбуваються із-за несправності, забруднення і затирання механізмів приводів, дефектів в ланцюгах управління і блокувань.

При експлуатації потрібно дуже ретельно стежити за станом приводів.

Технічне обслуговування вимірювальних трансформаторів і конденсаторів зв'язку. У трансформаторах і конденсаторах перевіряют рівень масла; чи не підтікає масло через прокладки кришок, фланців і армовані частини фарфорових ізоляторів. Справність трансформаторів контролюють по показанням приладів, а конденсаторів - по роботі каналів зв'язку. Якщо про наружени підвищений шум, пошкодження введень та інші дефекти, пре

п'ятствующие нормальній роботі, апарати винні бути відключені. Перед цим необхідно відключити і соответствующіе пристрої захисту і автоматики.

Контроль за станом токоведущих частин і контактних соєдинєній. Стан токоведущих частин, контактних з'єднань шин і апаратів РУ перевіряють при оглядах. У ЗРУ контролюють нагрів роз'ємних з'єднань за допомогою електротермометрів або термосвечей, а також термоіндикаторов.

Принцип дії електротермометра заснований на вимірюванні температури терморезистором, наклеєним на зовнішню поверхню головки датчика і за критим мідною фольгою.

Найпростіше визначають температуру нагріву контактних з'єднань за допомогою набору термосвечей, раз-, що мають особисті температури плавлення: № 1 - 50-55 °С; № 2 - 70-80 °С;

№ 3 - 90-100 °С; № 4 - 120-130 °С; № 5 - 150-160 °С.

Як термоіндикатора застосовують оборотну плівку багатократної дії, яка при тривалому нагріві змінє свій колір: при 70 °С з червоного на темно-червоний; при 100 °С плівка стає чорною. Після охолодження контакта плівка приймає первинний червоний колір. Термоіндикатор повинен витримувати, не руйнуючись, не менше 100 змінєній кольору при тривалому нагріві до температури 110°с. При нагріві до 120 °С протягом 1-2 годин або до 170 °С протягом 5 мін плівка розкладається.

У КРИЧУ стан контактів перевіряють за допомогою термоуказателей одне кратної дії і візуально. Стан контактів збірних шин КРИЧУ в процес це експлуатації періодично перевіряють, вимірюючи перехідний опір. Опір участно шини в місці контактного з'єднання не повинно пре вишати опори ділянки такої ж довжини без контакту більш ніж в 1,2 разу.

Обслуговування комплектних розподільних пристроїв (КРУ, КРУН). Обслуговування КРУ і КРУН проводять згіднісцевим інструкціям, розробленим на основі тих, що діють правил технічної експлуатації, інструкцій заводов-ізготовітелей, а також з урахуванням кліматичних умов при експлуатації пристроїв.

До обслуговування шаф КРУ і КРУН допускається спеціально обу ченний технічний персонал з відповідною кваліфікаціонной групою.

Підстанції для сільського електропостачання, в яких установлені КРУ, зазвичай працюють без постійного чергового персонала. В цьому випадку шафи КРУН оглядають (не відключаючи їх), як правило, не рідше за один раз на місяць. Після к.з. випол няют позачерговий огляд. За особливих місцевих умов (сильноє забруднення) і несприятливій погоді (туман, мокрий сніг ожеледь і тому подібно) необхідно додатково оглядати шафи.

Якщо КРУН експлуатують в середовищі з підвищеною відносною вологістю і різкими коливаннями темпі ратури, шафи осматривают не рідше за два рази на місяць, оскільки можливо пері критіє ізоляції.

При огляді КРУ і КРУН перевіряють:

- полягання ущільнєнь в місцях стиків елементів металоконструкцій;
- справність приєднання устаткування до контура заземлення;
- наявність засобів пожежогасінні;
- роботу і справність пристроїв обігріву шаф (тільки для КРУН);
- кількість і колір масла у вимикачах;
- стан монтажних з'єднань;
- нагрів токоведущих частин і апаратів;
- наявність сторонніх шумів і запахів;
- справність сигналізації, освітлення і вентиляції;
- положєння комутаційних апаратів.

При експлуатації забороняється відгвинчувати знімні деталі шафи, піднімати автоматичні шторки, що закривають токоведущіє частини оборудо ванія. У пересувних шафах для заземлення ліній, що відходять, напругою 6-10 кв з допомогою раз'єдинітелей необхідно: відключити вимикач; ви котити візок; перевірити, чи немає напруги на нижніх раз'єдіняющих кон тактах; включити заземляючий раз'єдинітель; поставити візок в положєння, при якому проводять випробування.

Запобіжники в шафі трансформатора власних потреб можна міняти тільки без навантаження. Проводячи роботи усередині отсено пересувного візка, на автоматичній шторці необхідно-пермалою вивішувати плакат «Стій, напруга!» Викочувати візок з вимикачем і встановлювати її в робоче положення може тільки оперативний персонал.

Профілактичні випробування електроустаткування

Терміни, об'єм і норми випробувань. Терміни профілактичних випробувань електроустаткування РУ визначаються, як правило, періодичністю його ре монта, що приймається відповідно до

Правилами технічної експлуатації елек троустановок потребітелей.

При випробуваннях електроустаткування РУ перевага следме віддавати методам, при яких не вимагається його відключатне зв'язаним з великими витратами робочого часу, економічесання виправданим і таким, що не знижує на дежності експлуатації.

Профілактичні випробування устаткування РУ проводять в наступні терміни:

- вимикачів, раз'єдинітелей, короткозамикателів і віддільників - при капітальному ремонті;

- введень (вимірювання тангенса кута діелектричних втрат) маслбарьєрних - не рідше за один раз в шість років, з бумажно-масляною ізоляцією - не рідше за один раз на чотири роки;

- конденсаторів зв'язку, маслonaповнених вимірникі трансформа торів - не рідше за один раз в шість років;

- штирьових ізоляторів напругою 6-10 кв шинних мостов і ізоляторів ШТ-35 - не рідше за один раз на рік, а штирьових ізоляторів ПШД-35 і інших - не рідше за один раз на три роки;

- опорних, стрижньових і підвісних фарфорових тарельчатих ізоляторів - не рідше за один раз в шість років;

- роз'ємних і пресованих контактних з'єднань (окрім зварних) і місць їх приєднання до апаратури - не рідше за одне разу на чотири роки;

- запасного електроустаткування, запасних частин і деталей - не рідше за один раз на три роки.

Профілактичні випробування устаткування РУ мереж напругенієм до 20 кв проводять не рідше за один раз в шість років.

Якщо виявлені дефекти, ці терміни скорочують; їх визначає керівник підприємства.

Профілактичні експлуатаційні випробування електроустаткування РУ, при яких можна виявити приховані дефекти зводяться в основному до про верке якості ізоляції і вимірюванню перехідних опорів контактів.

Зіставляючи отримані результати з нормами і даними заводських і передуючих періодичних експлуатаційних перевірок, можна оцінити стан устаткування і можливість його подальшої роботи.

Випробування, які потрібно проводити при знятому напругенді, бажано суміщати з капітальними або поточними ремонтами.

Профілактичним випробуванням піддають опорніє і проходніє ізолятори, лінійні введення, апаратні ізолятори раз'єдинітелей і предо хранителів, вимикачі, вимірникитрансформатори, розрядники і тому подібне, контролюючи якість ізоляції, вимірюють її опір, тангенс кута діе лектрічеських втрат, силу струму витоку. При позитивних результатах даних перевірок ізоляцію випробовують підвищеною напругою. Це обов'язково для електроустаткування РУ напругою 35 кв і нижче, а за наявності соот ветствующих випробувальних пристроїв і для устаткування напругою вище 35 кв.

Експлуатація пристроїв релейного захисту і автоматики

Основні особливості релейного захисту і тре-, що пред'являються бованія. Релейний захист є основним виглядом електричною авто матіки без якої неможлива нормальная і надійна робота сучасних електричних систем.

Вона здійснює безперервний контроль за состоянням і режимом роботи всіх елементів енергосистеми і реагує на возникновение пошкоджень і ненормальних режимів.

У загальному випадку до релейний захисту, що діє при пошкодженнях на відключення, пред'являються наступні чотири основних технічних вимог: **селективність, швидкість, чутливість, надійність**. До захисту там, що діє у разі пошкоджень на сигнал, а також расагируючим тільки на ненормальні режими, частина цих вимог може не відноситися (наприклад, швидкість дії).

Вимоги до реле визначаються їх призначенням (для одних важливо мати хорошу точність спрацьовування, для інших - потужні контакти і т. д.). В умовах експлуатації релейної захисту від дотримання цих вимог залежить безаварійна робота електроустановок.

Перед введенням в експлуатацію знов змонтованих пристроїв релейного захисту, автоматики і вторинних ланцюгів слід провести їх налаштування і прийомно-здавальні випробування. Основні положення і вимоги, що пред'являються до релейного захисту в електроустановках, визначені в ПУЕ, вказівках по релейній захисті і інших нормативних матеріалах.

При налаштуванні пристроїв релейного захисту необхідно:

- ознайомитися з проектом;
- перевірити правильність і якість виконання монтажу ланцюгів релейного захисту, оглянути апаратуру;
- зміряти опори і випробувати підвищеним напругою ізоляцію проводок і апаратів;
- встановити, чи правильно вибрані запобіжники і автоматичеськие вимикачі у вторинних ланцюгах;
- перевірити і відрегулювати релейну апаратуру і допомогательніе пристрої;
- випробувати приводи вимикачів, короткозамикателів віддільників, а також трансформатори струму і напруги;
- визначити, чи правильно взаємодіють елементи схеми і чи працюють пристрої захисту вимикачів (короткозамикателів, віддільників);
- перевірити схему захисту в цілому струмом від стороннього джерела і робочим струмом навантаження.

Роботу, виконану спеціалізованою налагоджувальною організацією, приймає персонал, обслуговуючий пристрої релейного захисту, автоматики і вимірювання (РЗАІ).

При здачі в експлуатацію даних пристроїв, а також вторинних ланцюгів, повинні бути представлені наступні матеріали: монтажною організацією - проектна документація, ськоректірованная при монтажі і налаштуванні (креслення, пояснення записки, кабельний журнал і др.); налагоджувальною організацією - протоколи налаштування і випробувань, принципи і монтажні схеми.

Крім того, на кожне приєднання або пристрій РЗАІ що знаходиться в експлуатації, повинні бути паспорт-протокол інструкція або програма по налаштуванні і перевірці, технічні дані.

Паспорт-протокол - це основний документ обліку стану для кожного пристрою релейного захисту, автоматики і телемеханіки, складений на основі даних налаштування і приймальних випробувань. У нього записують результати планових і післяаварійних експлуатаційних перевірок.

Дані про селективність оформляють у вигляді карт і таблиць уставок, графіків. Наприклад, карта уставок є спрощеною схемою електрических з'єднань, на якій умовними позначеннями показані пристрої релейного захисту і автоматики, нанесені основні значення уставок і пари метрів спрацьовування (струми, напруга, опори, витримки в часі і тому подібне).

Перераховані документи необхідні і при перевірці режиму роботи устаткування або ліній електропередачі по прийнятим умовам налаштування пристроїв релейного захисту і автоматики (РЗА).

Режим роботи включених пристроїв релейного захисту і автоматики поділ дружин відповідати режиму роботи силового обладнання.

У зв'язку з цим оперативному персоналу необхідно вивчити принципи схем силового устаткування і пристроїв РЗАІ, що знаходяться на підстанції; чітко представляти зони дії цих пристроїв; знати розташування на панелях комплектів реле і апаратури, що відносяться до різних пристроїв РЗА, призначення відключаючих пристроїв, випробувальних блоків,

перемикачів, вимикачів і запобіжників. Персонал також зобов'язаний точно виконувати інструкції по обслуговуванню пристроїв РЗАІ і вторинних ланцюгів.

Всі види робіт в схемах РЗАІ проводять по розпорядженню диспетчера, в оперативному управлінні якого знаходяться ці пристрої. Персонал самостійно, але обов'язково повідомивши диспетчера, ліквідує аварію або загрозу неправильного срабативання пристроїв.

На підстанціях 35/10 кв сільського електропостачання, як правило, відсутній оперативний персонал. В цьому випадку при обслуговуванні пристроїв релейного захисту і автоматики значительне місце відводиться оперативно-вїезд ним бригадам (ОВБ).

Персонал ОВБ оглядає пристрої РЗАІ, перевіряє їх справність і готовність до дії не рідше одного разу в місяць за наявності телесигна лізації про несправність пристроїв і автоматичного контролю високочас тотних каналів (при їх отсутствїї огляди проводять не рідше за один раз на тиждень).

При огляді пристроїв релейного захисту, автоматики і измеренїї необхо дімо:

- ознайомитися із записами в журналі релейного захисту про всіх роботах, ви полненних за період відсутності електромонтерів ОВБ на підстанції, измененї ях в уставках, схемах, устрйоствах РЗАІ, введених знов або виведених з роботи, із записами в оперативному журналі;

- перевірити справність аварійною і застережливою сигналізації, а також сигналізації положення вимикачів наявність напруги на шинах оперативного струму;

- перевірити по сигналізації справність ланцюгів управління виключа телями і іншими комутаційними апаратами, налічие оперативного струму у всіх пристроях і ланцюгах релейної зашити, автоматики, сигналізації, управ ленія, справність предохранїтелей і АВР джерел оперативного струму, пра вільность положення автоматичних вимикачів, рубильників і інших комутаційних апаратів в схемі АВР і відповідність їх положенїї первинній схемі;

- оглянути всі пристрої захисту і автоматики на щиті управління, релейному щиті, в коридорах РУ, КРУ, перевіряючи їх справність і готовність до дії на вигляд або, якщо це можливо, по сигналізації;

- перевірити правильність положення всіх органів управління влаштуї ствами РЗАІ, відповідність їх положень действїтільній первинній схемі підстанції;

- оглянути і перевірити справність і готовність до действїю фіксуєщих приладів і осцилографів, газових реле трансформаторів, положення приводів вимикачів, раз'єдїнїтелей, віддїльників, коротко замикачів і ін.

Про всі несправности, виявленї при огляді, роблять записи в жур нале релейного захисту і негайно докладають диспетчеровї ЕС (РЕС) і персоналу МСРЗАІ.

Персонал ОВБ може усувати деякі несправности або відхилення від заданого режиму в пристроях РЗАІ:

- включення автоматичних вимикачів або заміну плавких вставок запобіжників в ланцюгах трансформаторів напругенія або живлення пристроїв релейного захисту і автоматики (при повторному відключенні вимикачів або перегоранні плавких вставок електромонтер ОВБ, старший в зміні, повідомляє диспетчеровї і діє по його вказівки);

- вивід з роботи всіх пристроїв РЗАІ при обривї ланцюга отключенія вимикача або іншого комутаційного апарату (обрив виявляється по сигналізації) з подальшим виконенїєм диспетчером заходів, передбачених для прїсоеднання що повністю позбувся релейного захисту;

- вивід з роботи всіх пристроїв РЗАІ, що діють від пошкоджених індивїдуальних блоків живлення зарядних устрйоств конденсаторів і конденсаторів в ланцюзі відключення виключателя, віддїльника, короткозамикателя з подальшим виконенїєм диспетчером заходів, передбачених для даного прїєднання, що позбулося всіх зашит;

- визначення місця пошкодження при появі в ланцюгах оперативного струму замикання на землю (по дозволу діспетчера, користуючись місцевою інст рукцією);

- відключення пристроїв, що діють на автоматичне включення вимикача при пошкодженнях випрямлячів, піщо тануть ланцюгу включення електромагнітних приводів

(повредження виявляють по зниженню випрямленої напруги вимірюваного вольтметром і зовнішнім оглядом ви прями́телей).

При спрацьовуванні пристроїв РЗАІ діє різна световая і звукова сигналізація на щиті управління, телесигналізація. По випаданню прапорців вказівних реле персонал ОБВ визначає, який пристрій і яка його зона спрацювали, після чого виконує операції з сигналізацією (відключення звукового сигналу, включення сигналізатора положення вимикачів і т. п.). Зовнішнім оглядом і по сигналізації персонал ОБВ виявляє характер пошкодження, що викликало спрацьовування пристроїв РЗАІ, робить запис в журналі релейного захисту і одночасно повідомляє диспетчера.

У комутаційних апаратах, що змінили своє нормальне положення, квітують ключі управління в тих випадках, коли уст­ройства АПВ і АЧР чи робота неуспіху. Персонал ОБВ осматриває всі пристрої захисту і автоматики і на кришках срабованих вказівних реле або поряд з ними на панелях наносять влучні (крейдою).

Результати огляду, записані в журнал релейного захисту персонал ОБВ докладає диспетчерові і з його дозволу возвертає в початковий стан вказівне реле, залишаючи часинні влучні до закінчення аналізу роботи пристроїв РЗАІ і отримання дозволу диспетчера.

Слід пам'ятати, що реле і допоміжні пристрої релейного захисту і автоматики повинні бути опломбовані, за виключенням тих, характеристики яких черговий персона може змінювати залежно від режиму роботи і схеми соєдіненій. Опломбовані пристрої РЗАІ разрешається вскривати тільки працівникам служби РЗАІ.

Технічне обслуговування РЗАІ. Всі роботи в пристроях РЗАІ, введених в експлуатацію, як правило, виконує персонал місцевої служби релейного захисту, автоматики і і­з­мереній по задалегідь оформлених заявках. Підготовку робочого места і допуск до роботи здійснює персонал ОБВ.

Періодичність перевірки пристроїв РЗАІ встановлюють враховуючи відповідь ственность об'єкту, стан апаратури, кваліфікацію обслуговуючого персоналу і інші чинники.

Експлуатаційні перевірки ділять на три категорії: **при новом включенні, періодичні планові і додаткові.** Періодические планові про верки підрозділяють на **повних, часткових і випробування.**

Позитивний результат повної планової перевірки - ісправность, пра вільніє настройки і надійність пристрою. При новому включенні об'єм рабо ти значно менший, оскільки не потрібно контролювати правильність схеми і деякі електричеськие характеристики.

Першу повну перевірку виконують, як правило, не поздії ніж через рік після нового включення, а подальші – в відповідності з інструкцією, затвердженої центральної служби

РЗАІ енергосистеми, враховуючи місцеві умови.

Основне призначення часткових планових перевірок (у періоди між повними) - контроль пристроїв РЗАІ і їх елементов із зниженою надеж ностью (низька ізоляція, ненадійна конструкція, нестійкі характе рістики, зношені деталі і ін.), а також, що знаходяться в тяжких умовах роботи (запиленіє і забруднення, високі і низькі температури, підвищена вологість і ін.). Планові перевірки суміщають з ремонтами з'єднань первинних ланцюгів і силового устаткування.

Випробування відключення і включення вимикачів і других апаратів, встановлених в первинних ланцюгах, а також действия сигналізації проводить оперативний персонал (ОБВ) по графіку відповідно до інструкцій.

Додаткові перевірки виконують для з'ясування причин неправильної роботи пристроїв РЗАІ (післяаварійні) у разі внесення змін до схем і відновлень ланцюгів пошкоджених при ремонті силового устаткування, а також, якщо необхідно змінити уставки або характеристики апаратури.

Об'єм додаткової перевірки визначається її призначенням. Ре зультати записують в паспорт-протокол.

Оперативні перемикання в установках напруговище 1 КВ

Електричне устаткування на підстанціях може бути в роботі, ремонті або резерві. Оперативний стан обладнання залежить від положення комутаційних апаратів, які призначені для включення і відключення.

Устаткування знаходиться в робочому стані, якщо комутаційні апарати включені і утворена замкнута електрическа ланцюг між джерелом і приймачем електричної енергії.

Устаткування вважається таким, що знаходиться в ремонті, якщо воно відключено комутаційними апаратами і підготовлено до виконення робіт відповідно до правил техніки безпеки (ПТБ).

Устаткування, що знаходиться в резерві, може бути як без напруги, так і під напругою, якщо воно включене або якщо його токоведущі частини під'єднані до джерела напруги з якої-небудь однієї сторони (наприклад, трансформатор в режимі холостого ходу). У такому стані допускається не повільне (без огляду) включення устаткування комутаційними апаратами.

Оперативний стан устаткування, що працює в нормальному режимі, можна змінити з дозволу диспетчера.

У екстрених випадках, коли потрібно терміново зняти напругу небезпечно для життя людей, устаткування відключають без відома керівництва, але з подальшим його повідомленням.

Перемикання в РУ підстанцій виконують по письмовому або усному (телефонному) розпорядженню керівника. У останньому випадку розпорядження записують в спеціальний журнал і вказують, від кого воно отримане.

При пожежах, нещасних випадках, стихійних лихах, а також ліквідації аварій допускається виконувати перемикання без відома вищестоящего персоналу, але з подальшим його повідомленням.

Особа, що видає розпорядження про виконання перемикань зобов'язано заздалегідь перевірити по оперативній схемі послідовність передбачених операцій. Розпорядження вважається виконаним тільки після того, як виконавець особисто або по телефону повідомить про це керівника.

Всі перемикання в РУ напругою вище 1 кВ повинні проводити дві людини, один з яких (кваліфікаційна група не нижче третьою) непосредственно виконує операції, а інший (старший за посадою з кваліфікаційною групою не нижче четвертою) контролює їх правильність.

Черговому електромонтерові з кваліфікаційною групою не нижче четвертою дозволяється обслуговувати вимикачі в КРУ і КТП, а також в установках напругою до 1 кВ.

Всі складні або небезпечні перемикання в електричних установках напругою вище 1 кВ виконують згідно бланку перемикань - оперативному документу, в який записують завдання і послідовність дій.

Прості перемикання в схемах електричних установок напругою вище 1 кВ і складні в РУ, обладнаних блокувальними пристроями, дозволяється виконувати, не роблячи записів у бланку перемикань.

При ліквідації аварій бланк перемикань не заповнюють але всі роботи фіксують в оперативному журналі. Порядок переключень наступний:

- по бланку перевіряють найменування електричного ланцюга і назва відповідного комутаційного апарату; проводять операції по пам'яті категорично забороняється;
- переконавшись в тому, що апарат вибраний правильно, контролюючий зачитав по бланку зміст операції, перевіряє, чи засвоїв її виконавець, і дає дозвіл виконувати роботу;
- коли операція закінчена, контролююче обличчя отмечає це в бланку.

Змінювати послідовність операцій забороняється. Якщо виникають сумніви в правильності перемикань, то їх слід припинити, потім по оперативній схемі перевірити порядок

операцій, записаних в бланку. Якщо знайдена помилка, заповнюють новий бланк.

У бланку перемикань відзначають не тільки операції з комутаційними апаратами, але і інші: перевірку напруги на установках (наявність або відсутність); роботу з пристроями релейного захисту або спеціальними автоматичними апаратами; відключення і включення

ланцюгів живлення систем захисту вимірювальних приладів і засобів автоматизації; введення і вивід пристроїв АПВ, автоматичного включення резервного живлення (АВР), автома тічеської частотного розвантаження (АЧР); установку і зняття захисних переносних заземлітелей.

Після закінчення перемикачів в оперативний журнал записують всі операції: зміни в схемах релейного захисту і автоматики, включення і відключення заземлюючих ножів, установку і зняття переносних заземлітелей.

При операціях з шинними і лінійними роз'єдинителями на лініях прийнятий наступний порядок відключення: спочатку виключачель, потім лінійні роз'єдинителі і останніми - шинні.

Така послідовність необхідна тому, що у разі ошибочного відключення навантаження роз'єдинителем релейний захист відключить вимикач даного приєднання. У осоружному випадку на шинах РУ виникає коротке замикання, що викликає пошкодження про рудованія.

Експлуатація споживчих підстанцій

Надійність роботи споживчих підстанцій багато в чому залежить від їх правильної експлуатації, певною руководящими і інструктивними ма теріаламі. Експлуатаційнопрофілактичні роботи на ТП проводять з метою попередити або усунути пошкодження і дефекти. У об'єм цих робіт входять систематичні огляди, профілактичні вимірювання і перевірки.

Планові огляди ТП роблять в денний час по утвержденному гра фіку, не рідше за один раз на шість місяців.

Позачергові огляди виконують після аварійних отключеній піта ющих ліній, при перевантаженнях устаткування, різкому зміні погоди і сті хийних явищах (мокрый сніг, ожеледь ураган і тому подібне).

Контрольні огляди проводить інженерно-технічний персонал не рідше за один раз на рік. Їх суміщають з прийманням об'єктів для роботи в зимових умовах і оглядами повітря ліній (ВЛ) напругою 10 або 0,38 кв.

Планово-запобіжні ремонти необхідні, щоб підтримувати ТП в справному стані, забезпечуючи їх довготривалу, надійну і економичну роботу.

Технічні огляди ТП проводять, не знімаючи напругу а при необхо дімості частково або повністю відключаючи обладнання.

При технічному огляді щоголових підстанцій із землі контролюють стан запобіжників, роз'єдинителів і їх приводів, ізоляторів; кріплення проводів до шин, заземлітелей і контактів; кріплення і взаємне розташування проводів висшого і нижчого напруги; стан елементів конструкції підстанції, споруд з деревини і залізобетону; наявність попереджувальних плакатів; цілість замків і сходів. При оглядах КТП додатково перевіряють, чи не забруднені поверхності металевих корпусів і шаф, наскільки щільно закриваються двері і чи справні їх замки, в якому стані знаходяться опорні фундаменти. При оглядах про рудованія ТП і КТП необхідно перевірити:

- чи немає слідів перекриття і розрядів на ізоляторах і ізоляційних тязі вимикачів навантаження, роз'єдинителів і їх приводів; положення ножів в нерухомих контактах; зовнішній вид дугогасящих ножів і камер вимикачів; положення рукояток приводів; справність гнучкого зв'язку між ножами і вводними затискачами роз'єдинителів типу РЛНД;

- відповідність плавких вставок запобіжників типу ПК параметрам устаткування, що захищається; цілість і справність патронів, правильність їх розташування і закріплення в неподвижних контактах; стан і положення покажчиків срабативанія запобіжників;

- чи немає слідів перекриття на поверхні розрядників:
правильність їх установки: стан зовнішніх іскристих промежутков трубчастих розрядників і розташування зон випуску газів;

- чи немає ськолов, тріщин і слідів перекриття на поверхності прохідних, опорних і штирьових ізоляторів;

- чи немає слідів нагріву на поверхні контактів, в місцях приєднання до устаткування і в з'єднаннях шин РУ напругою 10 кв; стан фарбування і кріплення шин;

- стан кабельних муфт і воронок, якість їх заземлення; чи немає слідів підтікання мастики; цілість наконечників;

наявність маркіровки; стан кабельних пряминок і проходів через стіни;
- чи немає слідів кіптяви, перегріву або плавлення на контактах ручних і автоматичних вимикачів і запобіжників РУ напругою 0,4 кВ;
- стан трансформаторів струму, реле захисту і разрядників РВН-0,5; цілість плавких вставок запобіжників і їх відповідність параметрам споживачів;
- справність фотореле; цілість пломб і захисних стекол на приладах обліку і вимірювання; стан контактів і кріплення шин.
Якщо необхідно усунути відмічені несправності чергового ті кущого або капітального ремонту, експлуатаційний оперативний персонал проводить профілактичні

ЕКСПЛУАТАЦІЯ РЕЗЕРВНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Призначення і види резервних електростанцій

Резервні електростанції застосовують для безперебійного електропостачання сільськогосподарських споживачів в тих випадках, якщо використовувати інші засоби, наприклад, мережеве резервування, неможливо або економічно нецільно.

Такі електростанції встановлюють поряд із споживачами 1 і 2 категорій. Резервними джерелами електропостачання служать стаціонарні або пересувні електроустановки відносно невеликої потужності.

Промисловість випускає резервні електростанції з карбюраторними і дизельними двигунами. При потужностях вище 16 кВт економічно виправдано застосовувати дизельні електростанції (ДЕС). Їх основний елемент - дизель-генератор. Дизель (первинний двигун) і синхронний генератор з'єднані між собою жорсткою муфтою. Електростанції комплектують апаратурою управління і контрольно-вимірювальними приладами.

Стаціонарні ДЕС потужністю до 200 кВт поставляють комплектними. Їх встановлюють на фундаменті в закритих приміщеннях з температурою навколишнього повітря 8-40°C.

Пересувні комплектні ДЕС вмонтовують на транспортних засобах і захищають від атмосферних дій. Їх можна переміщати на будь-яку відстань і вводити в експлуатацію без додаткової підготовки. Такі станції призначені для роботи на відкритому повітрі при температурі від -50 до +40°C.

Залежно від призначення дизельного агрегату і конкретних умов його експлуатації державним стандартом передбачено три ступені автоматизації.

Перший ступінь - автоматична підтримка номінального режиму після пуску і в процесі роботи під навантаженням. При цьому повинні діяти пристрої аварійно-предупредительний сигналізації і захисту; автоматично зарядити акумуляторні батареї і наповнюватися паливні баки.

Другий ступінь - автоматизація першого ступеня і дистанційне автоматичне управління агрегатами (пуск, синхронізація при паралельній роботі, ухвалення навантаження, останов контроль за роботою, підтримка непрацюючого двигуна в прогрітому стані).

Третій ступінь - автоматизація другого ступеня, а також автоматичне наповнення паливних і масляних баків, заряду балонів, розподіл активних і реактивних навантажень при паралельній роботі, управління всіма агрегатами.

У дизель-електричних станціях другого і третього ступеня автоматизації аварійно-попереджувальна сигналізація спрацює, якщо досягнуть меж допустимих значень температура води масла і повітря; тиск масла; витрата і рівень рідини; частота обертання валу двигуна і ін.

Щоб правильно вибрати і експлуатувати ДЕС, необхідно знати її основні технічні дані: номінальну потужність, напругу, силу струму, спосіб регулювання напруги генератора і тип дизельного агрегату (табл. 17.1). Від резервних станцій, як правило, отримують змінний струм напругою 230 і 400 В при частоті 50 Гц. В цьому випадку всі споживачі електроенергії підключаються безпосередньо до шин генератора що забезпечує високу стабільність напруги. Отклонення напруга від номінального для генераторів ДЕС з магнітними збудниками і вугільними регуляторами типу РУН не перевищують $\pm 3-5\%$ (при зміні навантаження від 0 до 100%); для синхронних генераторів, що самозбуджуються, без

коректора також $\pm 3-5\%$, з коректором $+1-2\%$; для синхронних генераторів що живлять силове, освітлювальне і побутове навантаження $\pm 5\%$.

Примітка. Буквені позначення ДЕС расшифро ви ваються сле дуючим чином: ПЕКЛЮ - агрегат дизельний; СД - електростанція дизельна пері двіжняна;

ДЕА - дизель-електроагрегат автоматизований;

ДГА - дизель-генератор автоматизований; АСДА - агрегат стаціонарний дизельний автоматизований;

АС - автоматизована дизель-електрична станція.

Для дизельних агрегатів станцій допускається 10%-ная перегрузка протягом 1 ч. Найбільше відхилення частоти вращения при включенні і відключенні номінального навантаження составляет $\pm 6\%$.

Застосовуючи швидкохідні дизелі з малою нерівномірністю ходу, можна в процесі експлуатації включати два або більш агрегатів паралельно, оскільки в цьому випадку майже співпадають регуляторніє характеристики первинних двигунів і зовнішні синхронних генераторів.

Введення резервних ДЕС в експлуатацію

Підготовка і пуск ДЕС. Приміщення для стаціонарних ДЕС повинні задовольняти вимогам Сніп. Все основне і допомогательное устаткування розміщують так, щоб персоналу було зручно працювати. Монтаж і установку електроустаткування, прокладку проводів і кабелів в приміщенні ДЕС потрібно виконувати в строгій відповідності з ПУЕ і заводськими інструкціями.

При підготовці ДЕС до першого пуску необхідно:

- розконсервувати двигун, генератор і інші сборочніє одиниці відповідно до інструкцій, що додаються, по експлуатації;
- перевірити, як затягнуті болти і гайки двигуна і генератора, чи добре кріпиться рама до фундаменту, а також інші складальні одиниці між собою;
- заповнити всі системи дизеля водою і маслом, перевірити щільність з'єднань трубопроводів, усунути відмічені несправності; упевнитися в тому, що монтаж систем соответствует схемам, при необхідності внести зміни;
- переконатися в надійності роз'ємних з'єднань і перевірить по проектній електричній схемі з'єднань, як підключени шафи і складальні одиниці агрегату;
- продути сухим стислим повітрям генератор, шафи управління, панелі, блоки автоматики; контролювати стан приладів електровимірювань, захисною і сигнальною апаратури;
- провести випробування генератора, тобто зміряти сопротивлення ізоляції обмоток статора і ротора, ланцюгів збудження, іскатувати ізоляцію обмоток статора і ротора, ланцюгів збудження підвищеною напругою промислової частоти;
- зміряти опір обмоток постійному струму; определіть повітряний зазор між статором і ротором генератора між полюсами і якорем збудника;
- зняти характеристики холостого ходу генератора і возбудітеля (норми випробувань приведені в ПУЕ);
- перевірити системи охолодження генератора і змащувальні системи;
- переконатися в тому, що виводи генератора правильно присоеднані до мережі, а корпус надійно заземлений.

Необхідно виконати також всі роботи, що рекомендуються інструкціями з експлуатації ДЕС перед пуском двигуна, генератора і ін.

Перед транспортуванням потрібно перевірити, як працюють спеціальні пристрої (гальмо, клямка буксирного крюка, задній ліхтар і стоп-сигнал, привід управління коліс і ін.) і начи дежно кріплення агрегатів і вспомога тільного устаткування.

При підготовці до пуску пересувної ДЕС необхідно:

- вибрати місце її установки (воно повинне бути рівним і горизонтальним, знаходитися від будівель і споруд на расстоянді не менше 4-6 м і розташовуватися в центрі споживачів електроенергії);

- встановити генератор ДЕС проти напрямку вітру, чтобы створити хороші умови охолодження, причому дверці капота агрегату з боку генератора повинні бути відкриті;
- встановити заземлітель і приєднати до нього корпус генератора;
- розмістити і приєднати освітлювальні засоби, розповірнути кабельну мережу;
- оглянути всі складальні одиниці і перевірити, чи готова станція до експлуатації згідно заводської інструкції.

Після установки пересувні ДЕС закріплюють ручним тормозом, а при роботі більше 2-3 діб її ресори і колеса разгружають домкратами.

Здачу-приймання змонтованих ДЕС проводять в соответствии з вимогами Сніп. При цьому потрібна наступна документація: акт про необхідність огляду-ревізії агрегату з його розбиранням; протокол огляду-ревізії дизель-генератора (якщо вона проводилася); формуляр монтажу генератора або всього агрегата; акт про готовність фундаменту для установки дизель-генератора; протокол, підтверджуючий можливість включення генератора без сушки.

Після пред'явлення перерахованій документації персонал замовника за участю представників монтажною і налагоджувальною організаціями проводить комплексне випробування електростанції в режимі холостого ходу і оформляє акт її здачі в експлуатацію.

Перед пуском агрегату слідує:

- оглянути двигун, генератор, допоміжні устройства, панелі, щити і усунути виявлені несправності;
- зміряти опір ізоляції при включених автоматических вимикачах мегаомметром, розрахованим на напругу 500 В (воно повинне бути не менше 0,5 Мом). При менших значеннях опору ізоляційні деталі очищають від пил і бруду, а при необхідності сушать генератор;
- перевірити ступінь розрядженої акумуляторних батарея і ісправність системи запалення. Якщо акумуляторні батареї розряджені більш ніж на 50%, пуск двигуна стартером не вирішується;
- проконтролювати рівень палива у витратному баку по показчику (бак повинен бути заправлений паливом, а його кран установлений в положення «Відкрито»);
- переконатися в тому, що в паливній системі немає повітря;
- заправити витратні і додаткові масляні баки, а також заповнити внутрішній корпус системи охолодження водою і перевірити її циркуляцію в зовнішньому;
- перевірити щільність з'єднання очисника повітря і дія хутра нізми повітряної заслінки;
- відключити автоматичний вимикач генератора в силовій мережі;
- встановити перемикач ланцюгів управління в положення «Ручне управління» або «Автоматичний пуск».

Положення вимикачів і перемикачів на панелях, щитах управління генератора і дизельної автоматики винне соответствовать Інструкції з експлуатації ДЕС.

Агрегат пускають і зупиняють відповідно до заводської інструкцією. Після пуску і прогрівання двигуна протягом 10 мін на неодруженому ходу його частоту обертання поступово доводять до 50 с-1, потім порушують генератор. Шунтовим реостатом устанавлюють номінальну напругу, контролюючи його вольтметром, і включають генератор; поступово збільшують навантаження до 75% номінальної. Перевіривши роботу систем охолодження води і масла, після закінчення 15 хвилин доводять навантаження до номінальної.

Перш ніж зупинити генератор, навантаження відключають. Затим поступово збільшують опір в ланцюзі збудження обертаючи рукоятку шунтового реостата проти ходу вартовий стрелки: знизивши напругу до мінімального значення, останавлюють генератор.

Дистанційний автоматичний пуск і зупинку виконують з пульта (шафи) управління за допомогою кнопок в заданій технологічній послідовності. У разі успішного пуску спалахує сигнальна лампа «Нормальна робота», при аварійном режимі спрацьовують датчики сигналізації, захист, і загоряється сигнальне табло «Аварійна робота», агрегат автоматичесання зупиняється.

Включення генераторів для паралельної роботи. При паралельній роботі генераторів підвищуються надійність електропостачання споживачів і економічність ДЕС, зменшуються відхилення частоти і напруги при коливаннях навантаження.

Застосовують два способи включення генераторів: **точну синхронізацію** і **самосинхронізацію**. При точній синхронізації необхідно:

- регулювати частоту обертання порушеного генератора так, щоб вона була рівна частоті що працює (або мережі), контролююча її частотоміром;
- створити таке збудження генератора, щоб амплітудні значення напруги що підключається і працюючого генераторів були рівні (за свідченнями вольтметрів);
- включати генератор в мережу в той момент, коли співпадають вектори напруги генератора і мережі по синхроскопу.

Якщо вказані умови виконані, генератори включаються без різкого збільшення струму або короткочасного пониження напруга, а також без зрівняльних струмів і гойдань.

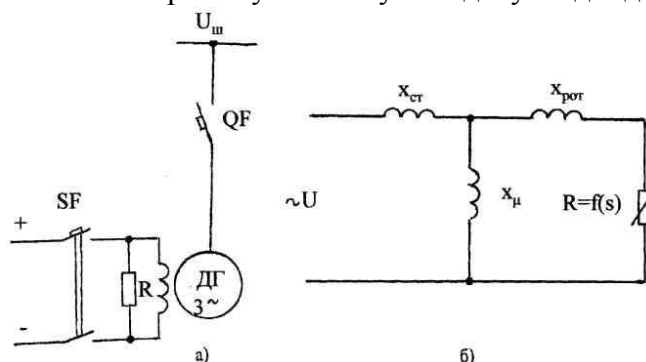
При самосинхронізації за допомогою первинного двигуна добиваються частоти обертання генератора, близької до синхронній (відхилення $\pm 2\%$), і в незбудженому стані включають в мережу. Потім створюють збудження і генератор входить в синхронізм. Переваги даного способу: швидкість включення проста схема автоматизації, можливість включення генератора при значному зниженні і коливаннях напруги мережі а також автоматичного відновлення подачі напруги.

Недоліки: неминучий «поштовх» зрівняльного струму в момент включення незбудженої синхронної машини в мережу, кратковременное пониження напруги мережі під час включення генератора. Перераховані недоліки не відбиваються на електропостачанні споживачів.

Розглянемо фізичний процес, що проходить при включенні незбудженого генератора в мережу з деяким ськольженієм S .

Схема заміщення синхронного генератора (малюнок 17.2) з ротором, замкнутим на опір R , що гасить, еквівалентна схемі заміщення силового трансформатора, первинна обмотка якого включається під напругою U , а вторинна замкнута на активний опір R . Із зменшенням ковзання S сопротивлення R збільшується. У початковий момент включення обмотки статора під напругу, унаслідок реакції контурів машини з умови постійності потокоцеплення у всіх замкнутих контурах разом з вимушеними струмами виникають рівні і протилежні їм по знаку вільні струми, які затухають з постійною часу по експоненціальному закону. Велічина початкового струму залежатиме від моменту включення обмотки статора під напругу.

Таким чином, в замкнутих контурах машини, в обмотці статора і ротора з'являються струми, що містять явно виражену постійну складову. Під її дією відбувається



Малюнок 17.2. Включення незбудженого генератора на паралельну роботу: а - схема включення; б - схема заміщення.

розмагнічування ротора і, як наслідок, збільшення магнітного опору. Струми в контурах ротора як періодичні так і аперіодичні перешкоджають проникненню в ротор магнітних потоків, що порушуються струмами статора, примушуючи їх замикатися по шляхах з великим магнітним опором. Це означає, що в перший момент включення магнітний потік статора майже повністю замикається по повітрю. Отже і початкове значення тих, що періодичних складають струму статора при самосинхронізації, так само як і при к.з., визначатимуться надперехідним реактивним опором наявність пристроїв форсування і

автоматичного регулювання збудження зменшує час відновлення напруги в процесі самосинхронізації.

При паралельній роботі з мережею включений генератор приймає навантаження завдяки додатковій подачі палива для його первинного двигателя.

Для стійкості і надійності паралельної роботи необхідний розподіляти активну потужність, що віддається працюючими генераторами пропорційно їх номінальним потужностям.

Схема ДЕС з комплектним пристроєм КУ-67М

Призначення комплектного пристрою. Пристрій КУ-67М призначено для управління дизель-електричними агрегатами АСДА-100 потужністю 100 кВт, АСДА-200 (200 кВт), ТМЗ ДЕ-104-СУ (100 кВт), укомплектованими трифазними синхронними генераторами із статичною системою збудження, а також для регулювання напруги, захисту і розподілу навантаження. Комплектні пристрої випускають на напругу 0,4 і 0,23 кв, напруга ланцюгів управління - 220 В (змінний струм) аварійної сигналізації і захисту - 24 В (постійний струм).

Пристрій КУ-67М забезпечує автономне функціонування дизель-електричного агрегату, паралельну роботу з аналогічним по характеристиках агрегатом, а також з електричною мережею; аварійно-попереджувальну сигналізацію і зупинку агрегату при зниженому тиску масла, перегріву води або масла, «рознесенні» двигуна; відключення генератора від збірних шин при аварійних режимах роботи дизеля або к.з. на шинах; дистанційне керування регулятором частоти вращения двигуна.

Пристрій КУ-67М складається з двох панелей закритого ісполнення: управління ПУ-2 і розподілу ПР-2. На панелі ПУ-2 встановлені автоматичний вимикач генератора, блоки захисту, сигналізації, синхронізації і управління, корректор напруги, комутаційна, вимірник і сигнальна апаратура; на панелі ПР-2 - ручні вимикачі силової ланцюги, автоматичні вимикачі ліній, лампи сигналізації про наявність напруги на збірних шинах і лінійних автоматах лічильники енергії.

Контроль за роботою ДЕС. Під час роботи дизеля необхідно:

- стежити за свідченнями приладів (температурою масла і води, тиском масла і так далі), наявністю жидкості, що охолоджує ті в системі, подачею масла до частин двигуна, що обертаються, і роботою різних датчиків: не рідше за два рази в зміну перевіряти кількість масла в масельничках і підшипниках з кільцевою смазкою і при необхідності доливати його;
- поповнювати витратні баки паливом; не рідше за один раз у зміну спускати з них воду, що відстоялася, і грязь;
- контролювати, чи немає в двигуні сторонніх шумів або стукотів;
- очищати паливні фільтри не рідше за один раз в квартал, а масляні фільтри низького тиску - відповідно до інструкцією заводу-виготівника;
- систематично стежити (якщо немає автоматичних устроїв) за частотою обертання двигуна і, якщо потрібно, регулювати її.

При експлуатації генератора необхідно:

- спостерігати за свідченнями амперметрів, вольтметрів ватметрів;
- асиметрія навантаження по струму (протягом 1 ч) допускається не більше 25% номінального струму статора, а перевантаження - не більш 10%;
- контролювати температуру активної сталі і обмоток генератора, яка не повинна перевищувати температуру середовища більш ніж на 65°С;
- перевіряти температуру підшипників; перевищення її над температурою навколишнього середовища допускається не більше ніж на 45°С;
- періодично спостерігати за роботою щіткового апарату збудника і контактних кілець ротора;
- рівномірно розподіляти навантаження (якщо немає автоматических пристроїв) між паралельно працюючими генераторами;
- стежити за свідченнями приладів контролю ізоляції аварійними і попереджувальними сигналами: усувати отклоненія в режимі роботи генератора; перевіряти (на дотик) ступінь вібрації генератора. Під час роботи ДЕС необхідне осматривать щити і панелі генератора власних потреб, апаратуру збудження і силове електроустаткування станції.

Технічне обслуговування і ремонт ДЕС

Технічний огляд і перевірки устаткування. Обслуговуючий персонал повинен постійно контролювати устаткування ДЕС, оглядаючи, перевіряючи і випробовуючи його. Своєчасно проведучи технічні огляди, підтримують готовність ДЕС до роботи, що максимально продовжує міжремонтні терміни служби електростанції, дозволяє усунути відмічені несправності і визначити необхідність чергового ремонту.

Періодичний плановий огляд резервної електростанції проводять не рідше за один раз на 15-30 днів, а готовність резервного агрегату до пуску перевіряють один раз в два місяці. Одночасно але контролюють стан і роботу засобів автоматизації.

Генератор і збудник оглядають через кожних 300 ч роботи, але не рідше за один раз на три місяці. Під час планового огляду генератора перевіряють стан робочої поверхні колектора; правильність установки щіток на колекторі і щільність прилягання до нього; ступінь придатності змащувального масла до подальшої експлуатації; стан і надійність контактів з мережею.

Опір ізоляції обмоток статора, ротора і возбудителя перевіряють через 100-150 ч роботи, але не рідше за один раз у шість місяців. Про стан підшипників збудника і генератора можна судити по шуму при їх роботі і температурі нагріву (не вище 80°C). Щоб продовжити термін служби підшипників, через кожних 500 ч, але не рідше за один раз на шість місяців, контролюють якість змащувального матеріалу в них.

Комутаційні з'єднання і апаратуру усередині розподільного щита електростанції оглядають не рідше за одне разу на шість місяців. При черговому огляді витирають пил, перевіряють щільність контактів, з'єднань шин і проводів; в міру необхідності замінюють плавкі вставки і сигнальні лампи. Ослаблені контакти укріплюють, а місця з'єднань з слідами підгорання і окислення зачищають, залуживають і тому подібне. Ланцюги управління і сигналізації силових автоматичних вимикачів, схеми АВР і синхронізації перевіряють після чищення і ревізії апаратури.

Елементи захисту (теплові і електромагнітні расцепітелі, релейний струмовий захист) перевіряють на надійність спрацювання і відповідність уставок проектним значенням. Пристрої захисту автомата тілеских вимикачів контролюють поелементно під дією перманентного струму.

Апаратуру електровимірювання перевіряють не рідше одного разу на два роки, як правило, при поточному або капітальному ремонті.

ОБСЛУГОВУВАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

Загальні вимоги

У сільському господарстві електричні двигуни знаходять широке застосування для приводу різноманітних машин і механізмів. Найбільше розповсюдження, завдяки своїй простоті і дешевизні, мають асинхронні електродвигуни з короткозамкнутим ротором.

Електродвигуни розраховані на певний номінальний режим роботи, який відповідає параметрам, приведеним в паспортних (каталожних) даних кожного електродвигателя.

Основними параметрами, що характеризують номінальний режим роботи електродвигуна, є: активна потужність на валу електродвигуна в кіловатах (P_H), напруга у вольтах (U_H), номінальний і пусковий струми в амперах (I_n , $I_{пуск}$), момент, що розвивається електродвигуном при номінальному режимі (M_H), а також максимальний і пусковий моменти ($M_{МАКС}$, $M_{ПУСК}$) в ньютонметрах, частота обертання ротора оборотів в хвилину (n_n) коефіцієнт корисної дії, коефіцієнт потужності $\cos\phi$ і ін.

Технічний рівень асинхронних електродвигунів непереривно підвищується. Це обуславлює періодичну заміну серій електродвигунів іншими, досконалішими.

Крім того, кожна серія має декілька виконань (модифікацій), призначених для задоволення вимог до різноманітним режимам і умовам роботи. В даний час в господарствах системи АПК ще знаходяться у експлуатації близько 50% електродвигунів другої серії (А2 і Ао2). Їх поступово замінюють на четверту серію 4а і на більш досконалу - ЛЕПЕХА і 5а. Отже, при організації технічного обслуговування і ремонту електродвигунів ці особливості необхідно враховувати.

Електродвигуни другої серії по роду захисту від впливу чинників навколишнього середовища виконуються в захищеному (А2) або закритого виконання, що обдувається (Ао2). У цих двигунів тверда шкала потужностей (від 0,4 до 100 кВт), що стоїть з 18 ступенів. Двигуни типу Ао2 випускалися 9-ти габаритів з частотою обертання 3000, 1500, 1000, 750 600 мін-1. Обмотки електродвигунів Ао21-5 габаритів виконані одношаровими, з використанням електроізоляційних матеріалів класу Е, що допускають температуру нагріву до 120 °С, а 6-9 габаритів - двошаровими, з класом ізоляції F допускають нагрівачи до 150 °С.

Електродвигуни другої серії призначені для приводу більшості робочих машин і механізмів, що не пред'являють особливих вимог до пуску, перевантажень, регулювання частоти обертання. В цьому випадку двигуни основного виконання розраховані на роботу в приміщеннях з відносною вологістю не більше 80% і активної пари, що не містить хімічно або газів в повітрі. Поза приміщеннями їх можна використовувати лише під навісом в суху пору року при температурі $\pm 40^{\circ}\text{C}$.

На базі основного виконання серії Ао2 були розроблені і випускалися промисловістю декілька модифікацій і спеціалізованих виконань: електродвигуни з підвищеним пусковим моментом Аоп2, з підвищеним ковзанням Аос2 багатшвидкісні 1-9 габаритів, електродвигуни в хмистойком виконання Ао2.Х, воломорозостойкіе Ао2.В, тропічного виконання Ао2.Т, сільськогосподарські Ао2.СХ і ін. (рисунок 3.1).

Хоча ці електродвигуни і зняті з виробництва, але урахувавши їх наявність в господарській сфері системи АПК, необхідно дотримувати вимоги ППРСХ при їх обслуговуванні і ремонті.

Розглянемо використання вищеперелічених електродвигателів у сфері сільськогосподарського виробництва.

Електродвигуни з підвищеним пусковим моментом Аоп2 випускалися 4-9 габариту і призначені для приводу механізмів з великим статичним і інерційним навантаженням в період пуску. Ізоляційна конструкція електродвигунів 4-5 габарита цього виконання має клас нагрівостійкості Е, а 6-9 габарита - F.

Електродвигуни з підвищеним ковзанням призначені для повторно-короткочасного режиму роботи. Вони приміняються для приводів механізмів з нерівномірною ударною

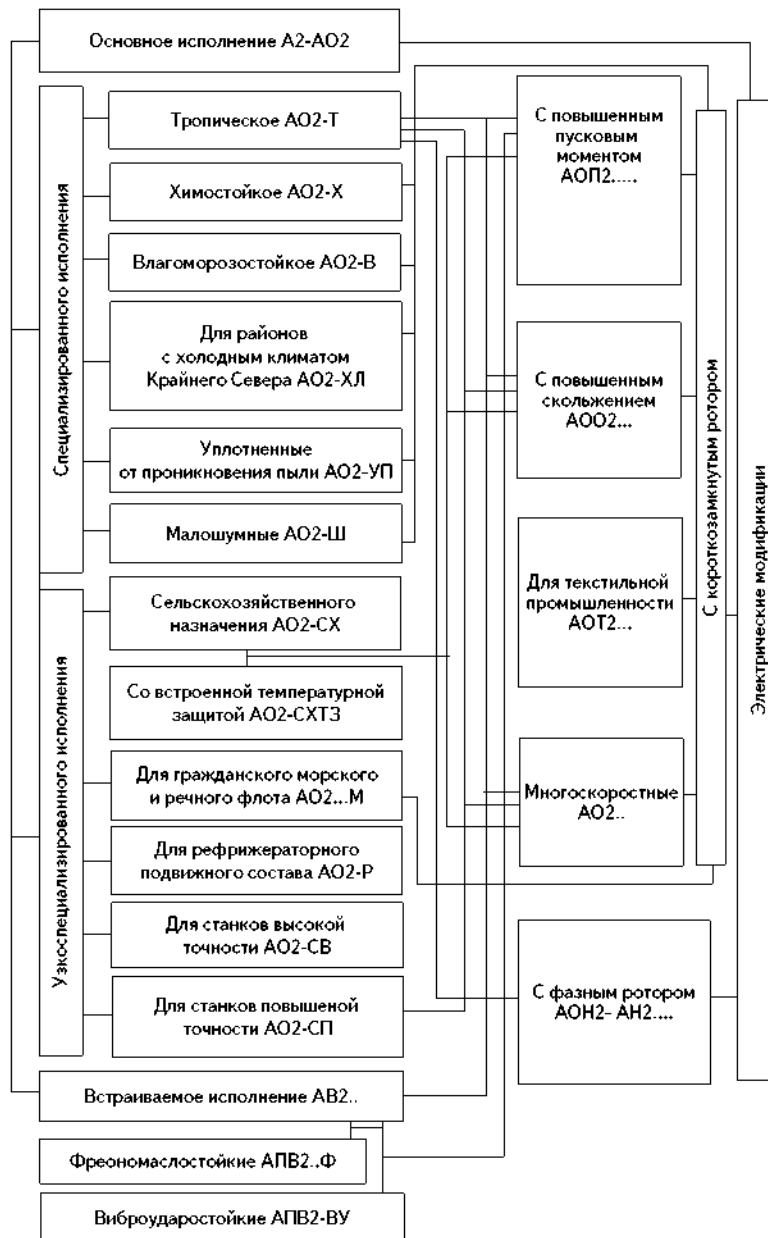


Рисунок 3.1. Модификация электродвигателей второй серии.

навантаженням, з великою частотою пуску. Номінальна потужність вказана в паспортних даних електродвигуна, відповідає повторно-короткочасному режиму роботи з ПВ = 25%.

Ізоляційна конструкція цих електродвигунів має клас Е (для 1-5 габариту) і клас F (для 6-9 габариту). Многоскоростні електродвигуни застосовуються для механізмів із ступенчатим регулюванням частоти обертання (наприклад, для приводу вентилятора). Ці двигуни можна відрізнити по кількості виводів, двошвидкісні мають шість вивідних кінців, трьохскоростні - дев'ять, а чотиришвидкісні - дванадцять.

Електродвигуни волого-морозостійкого виконання (А02-У, ТУ16.510.194-70) призначалися для роботи в приміщеннях з підвищеною вологістю (до 100% при 25 °С), а також на відкритому повітрі при температурі навколишнього середовища від -45 до +40 °С. Волого-морозостійкое виконання розповсюджується на закриті електродвигуни всіх дев'яти габаритів, що обдуваються другий єдиній серії і на електричні модифікації і спеціалізовані виконання, за винятком електродвигунів з фазним ротором в захищеного виконання АК 8-9 габариту.

Електродвигуни волого-морозостійкого виконання можуть іскористуватися в сирих, особливо сирих приміщеннях і в зовнішніх установках під навісом. У цих же умовах можуть використовуватися також електродвигуни серії А02 (Аол2) основного виконання модифікації

Аоп2, Аос2 і А02 багатшвидкісні з посиленою просоченням (ТУ16.510.073-68 і ТУ 16.510.110-69).

Для приміщень особливо сирих з хімічно активним середовищем призначені електродвигуни сільськогосподарського призначення А02-сх, Аоп2-сх, а також електродвигуни сільськогосподарського призначення з вбудованим температурним захистом А02.СХТЗ і химостойкого виконань А02-х. Двигуни А02-СХ 3-4 габарити (ТУ 16.510.158-69) виготовляються на напругу 380 В і частоту 50 Гц при з'єднанні фаз обмотки по схемі «звез-так», 5-7 габариту (ТУ 16.510.142-69) - на напругу 380 В при з'єднанні фаз обмотки по схемі «трикутник» з шістьма виводними кінцями.

Двигуни А02 сільськогосподарського призначення можуть длітільний працювати при зниженій напрузі мережі до 80% номінального значення із зниженням потужності на 15%, допускають роботу із збереженням номінального моменту на валу в течію 6 мін при зниженні напруги до 0,8 номінального. Вони предпризначалися для роботи в приміщеннях і на відкритому повітрі і не бояться дезінфікуючих розчинів, їх можна обливати водій з відстані не ближче 1 м під тиском 1,5 атм з шланга діаметром 10 мм протягом 2 мін, допускають зміст у повітрі горючого, летючого солом'яного або пластівчастого пилу до 1,16 г/м3. Проте ці двигуни не призначені для роботи в вибухонебезпечному середовищу.

Двигуни сільськогосподарського призначення з вбудованою температурним захистом (А02.СХТЗ) випускалися з діапазоном потужностей від 1,5 до 13 кВт.

Електродвигуни в химостойком виконання (А02.Х) передумотрени для роботи в хімічно активних невибухонебезпечних середовищах в приміщеннях і під навісом при температурі тієї, що оточує середовища від -20 до + 40 °С і вологості 90% при + 20 °С. Химостойкое виконання розповсюджується на закритих електро-, що обдуваються двигуни всіх дев'яти габаритів єдиної серії і на їх модифікації спеціалізованого виконання. Нормальна допустима концентрація аміаку для цих двигунів - 0,02 г/м3.

Для роботи в таких же умовах, як і для електродвигателій серії А02-сх, випускаються двигуни химо-влаго-морозостійкого виконання серії ДА-С. (ТУ 16.510.362-72) потужністю від 0,25 до 4 кВт. У цих двигунах застосована тропікостойкая ізоляція з використанням тепло- і вологостійких матеріалів рівень шуму і вібрації відповідає вимогам, пред'являемим до малощумних електродвигунів. Вони надійно працюють при температурі від -20 до + 45°с, відносній вологості повітря до 100% при температурі + 20 °С, у середовищі із змістом аміаку до 0,08 г/м3, сірководня до 0,008 г/м3, вуглекислого газу до 14,2 г/м3, горючому солом'яному і пластівчастому пилу не більш 3,5 г/м3 при діаметрі частинок не менше 1 мкм.

На базі електродвигуна серії Д розроблений сільськогосподарський химостойкий двошвидкісний електродвигун для жі ось новодчеських приміщень типу Дзв80в8/4пзсху2 (ТУ 16.650.317-72) потужністю 0,18 і 0,55 кВт.

З 1973 р. електропромисловістю випускаються електродвигуни єдиної серії 4а (ГОСТ 19523-74) потужністю від 0,06 до 400 кВт і мають висоту осі обертання від 50 до 355 мм. Головним гідністю електродвигунів цієї серії є підвищення надійність, зниження металоємності (на 19%) і підвищення ККД на 1%.

Електродвигуни четвертої серії випускаються на напругу 220/380 В потужністю від 0,05 до 300 кВт, 220/380 В і 380/600 У потужністю від 0,55 до 110 кВт і 380/600 В потужністю від 132 до 400 кВт. По ступеню захити передбачено два виконання: закрите Ір44, що обдувається, і захищене Ір23. Двигуни мають клас ізоляції по нагрівостійкості Е при висотах осі обертання 50-132 мм і F при висотах осі обертання 160-355 мм.

Електродвигуни серії 4а основного виконання предназначени для роботи в приміщеннях і під навісом при температурі навколишнього середовища від - 40 до + 40°с і відносній вологості до 80% при температурі + 20 °С; навколишнє середовище повинне бути невибухонебезпечною, але може бути насиченою водяними парамі і струмопровідний пил, що не містить агресивних газів і пари в концентраціях, що руйнують метали і ізоляцію.

Окрім основного виконання, двигуни четвертої серії мають влагоморозостойкое (4А.У2), сільськогосподарське (4а.с) і інших виконань (малюнок 3.2).

У електродвигунах четвертої серії застосовані обмоточніє і вуста новочніє дрти, просочувальні і лакофарбні матеріали, антикорозійні покриття, забезпечуючі

нагревостойкость по классу F, стійкість до дії підвищеної вологості, агресивних середовищ тваринницьких приміщень дезінфікуючих розчинів і аерозолів. Двигуни з висотою осі обертання 50-132 мм виконано на номінальне напруженіє 380 В з трьома виводами обмотки статора і з висотою осі 160-180 мм - на напругу 380/660 В з шістьма вивідними кінцями для можливості пуску перемиканням із зірки на трикутник.

Двигуни мають підвищені моменти і можуть працювати на відкритому повітрі, в агресивному середовищі тваринницьких приміщень при температурі навколишнього середовища від -40 до + 40°С; допус

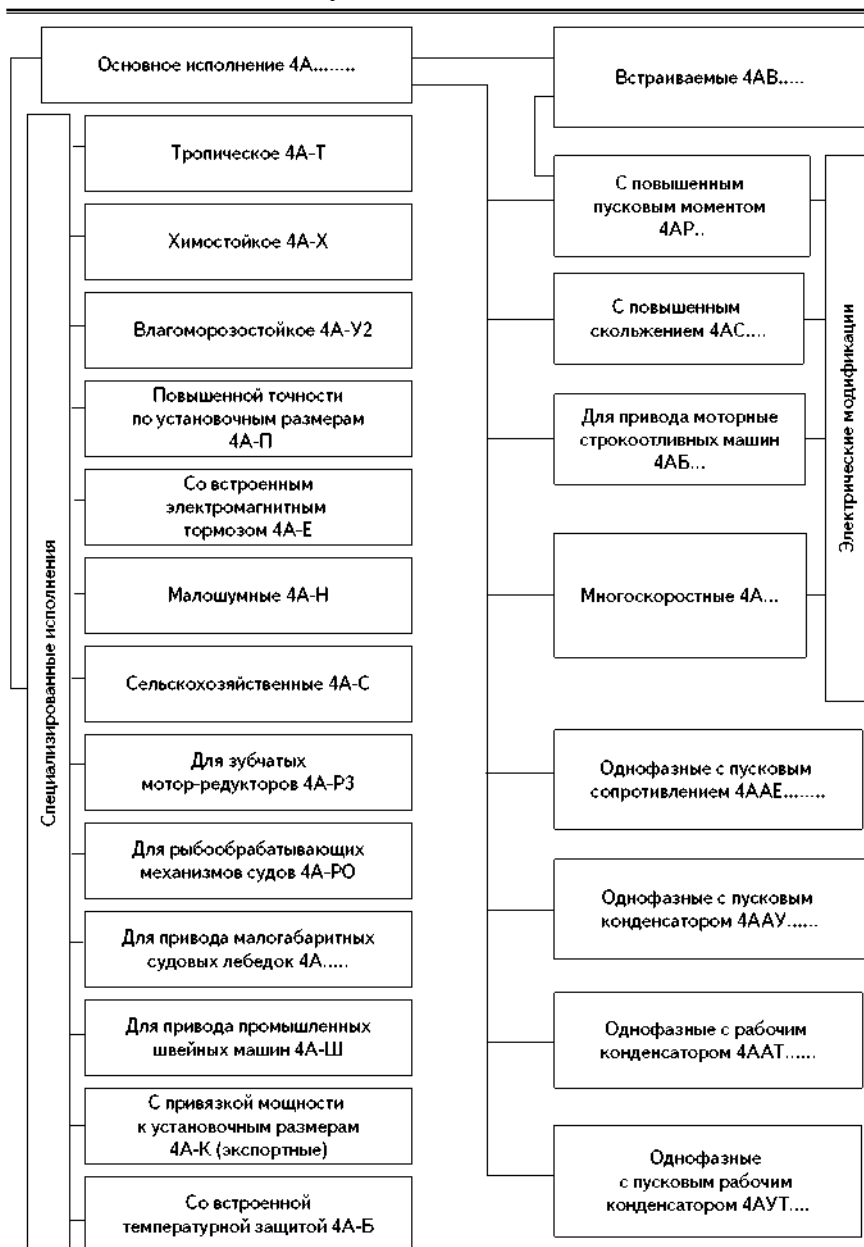


Рисунок 3.2. Модификация электродвигателей четвертой серии.

кают тривалу роботу при зниженні живлячої напруги до 80% номінального значення із зниженням паспортної потужності на 15% і не менше 10 мін з скороченням величини номінального моменту; допускають короткочасну дію аерозолей і дезінфікуючих розчинів. Розрахунковий термін служби двигунів - 8-10 років, але не менше 12000 ч при роботі в рік.

Основне завдання експлуатації розглянутих вище двигателів - забезпечення працездатності протягом встановленого терміну служби з якнайкращими техніко-економічними показателями. Для виконання цього завдання необхідно проводити плано-завиванні технічне обслуговування електродвигунів, що дозволить своєчасно виявляти і усувати причини, які можуть повлягти несправність або відмова в роботі.

При експлуатації електричних машин досягнення запланованих техніко-економічних показників також зв'язане з правильністю вибору електричних машин.

Процедура вибору електродвигунів полягає в удодовленні ряду вимог споживача і зводиться до перебору можливих варіантів, зокрема по роду струму, умовам пуску, конструктивному виконанню, рівню вібрації і шуму, потужності і режиму роботи. Методи вибору двигунів по номінальній потужності, робочій і механічній характеристикам достатньо повно викладені в літературі [45].

3.2. Приймально-здавальні випробування і підготовка до пуску

Згідно ПУЕ і відповідно до ГОСТ 183-74 і 11677-85 електричні машини після їх монтажу або капітального ремонту піддаються приймально-здавальним випробуванням. При цьому проводять: зовнішній огляд; перевірку схеми з'єднання обмоток; вимірювання опору обмоток постійному струму;

вимірювання опору ізоляції; випробування електричної міцності ізоляції обмоток підвищеною напругою промислової частоти; пробний пуск електродвигуна; перевірку роботи електродвигуна на неодруженому ході і під навантаженням. Після закінчення всіх пуско-налагоджувальних робіт складають протокол випробувань і дають висновок про придатність електродвигуна для тривалої експлуатації.

При зовнішньому огляді перевіряють: відповідність паспортних даних електродвигуна проекту і механізму; наявність всіх деталей; відсутність механічних пошкоджень корпусу, вивідний коробки, пристроїв охолодження; відсутність пошкодження підпроводів, що водять (обривів, зламів, порушень ізоляції і т.д.); відсутність яких-небудь заїдань, подряпин, ударів і тому подібне при бобертанні валу від руки; наявність заземлюючої проводки від електродвигателя до місця приєднання до загальної мережі заземлення;

правильність внутрішніх з'єднань обмоток (зірка або трикутник).

Перевірка схеми з'єднання обмоток. Статори більшості двигунів змінного струму мають шість виводів, соответствующих початкам і кінцям фазних обмоток.

Зазвичай, буквені позначення виводів обмоток електродвигунів вибивають на наконечниках або на бирках, надітих на виводи, проте буває, що ці бирки втрачаються. При відсутності маркіровки кінців обмоток її необхідно відновити для чого заздалегідь контрольною лампою або мегомметром визначають приналежність виводів обмоток до соответствующих фазам і роблять позначки за допомогою тимчасових картонних бирок, після чого перевіряють взаємну їх узгодженість індукційним методом на постійному або змінному струмі. Суть цих методів полягає в наступному.

Пробний пуск електродвигуна на неодруженому ході і під навантаженням. Після закінчення налагоджувальних робіт по перевірці і іспитанню апаратів, схем управління і випробуванню нерухомого електродвигуна проводять короткочасний його пуск на 2-3 з з метою перевірки: напрямки обертання; стани ходової частини; надійності дії відключаючих пристроїв. Кратковременне включення повторюють 2-3 рази, постійно збільшуючи тривалість включення. У всіх випадках отримання сигналу про несправності схеми управління машини або механізму приводу електродвигун негайно відключається. Якщо при пробному пуску зауважень немає, то приступають до перевірки електродвигуна на неодруженому ході і під навантаженням.

Перевірку на неодруженому ході проводять при від'єднаному механізмі. У разі неможливості від'єднання перевіряють при ненавантаженому механізмі. Величина струму холостого ходу не нормується. Тривалість перевірки - 1 ч.

Одночасно перевіряють нагрів підшипників, обмоток в доступних місцях, стали, відсутність помітної вібрації, характер шуму підшипників.

Після перевірки на неодруженому ході переходять до перевірки під навантаженням, при цьому контролюють струми в кожній фазі. Навантаження електродвигуна повинна бути не менше 50% номінальною.

В процесі обкатки електродвигуна підтримують напругу на шинах в межах від 100 до 105% номінального, при цьому струм статора не повинен перевищувати номінальний більш ніж на 5%.

Після пробного включення на 20-30 мін приступають до включенню двигуна з механізмом на тривалу обкатку в течію 8 ч і більш. При цьому приборюються рухомі вузли механізму, виявляють слабкі місця схеми управління і перевіряють електроустаткування на нагрівання. На відміну від попередніх пусків режим випробування при обкатці знаходиться під контролем представників механічної служби.

Двигуни, що допускають тільки повторно-короткочасний режим роботи (наприклад, крани і ін.), сполучені зазвичай з механізмами, що мають обмежений хід, обкатують по спеціальному графіку або в умовах експлуатації.

Вплив умов експлуатації і режимів роботи електродвигунів на їх надійність

Умови роботи електродвигунів в сільському господарстві характеризуються як важкі в результаті дії ряду чинників:

підвищеній вологості, наявності в повітрі тваринницьких помещень агресивних газів, підвищеної частоти виникнення технологічних перевантажень, неपूर्णфазних режимів, широкого діапазону коливань живлячої напруги, різких перепадів температур, недостатнього рівня оснащення двигунів захитними пристроями і технічного обслуговування.

Проблема підвищення ефективності використання і експлуатаційної надійності електродвигунів в сільському господарстві може бути вирішена найповніше, якщо застосувати до неї комплексний підхід, тобто пов'язати структуру випуску двигунів структурою застосування і умовами експлуатації двигунів.

З урахуванням результатів дослідження умов експлуатації двигунів в сільському господарстві [25] розглянемо найбільш характерні чинники, що впливають на надійність електродвигунів.

Основні з них наступні: **специфічність навколишнього середовища; тривалість роботи; характер завантаження по потужності і умовія експлуатації; широкий діапазон коливань напруги; низький рівень технічного обслуговування.**

Специфічність навколишнього середовища обумовлена:

- загазованістю стійлових тваринницьких помещень аміаком, вуглекислим газом, сірководнем;

- різкими перепадами температури протягом доби і низькими температурами взимку, підвищеною вологістю при роботі двигунів на відкритому повітрі (навозоуборочніе транспортери установки водопостачання і др.);

- підвищеною вологістю повітря при роботі двигунів в кормокухнях, в приміщеннях первинної обробки молока і др.;

запиленою в установках для обробки зерна і кормових трав.

Тривалість роботи двигунів протягом року определяє ступінь їх використання в умовах сільськогосподарського виробництва і залежить від його об'єму, технології, числа працюючих машин і їх продуктивності, а також від рівня електромеханізації даного технологічного процесу.

понад 35% електродвигунів від загального парку використовуються протягом року не більше 600 ч і 33,5% - від 600 до 1000 ч. Дослідження показали, що іспользованіе електродвигунів за часом протягом доби по основних процесам тваринництва (кормоприготування, кормораздача прибирання гною, доїння) складає 0,17, а з урахуванням водопостачання і вентиляція - 0,25.

Більшість електродвигунів працюють короткочасно - тільки протягом четвертої частини доби з декількома включеннями за цей період.

Слід врахувати, що на всіх короткочасних процесах, як правило, встановлені електродвигуни загальнопромислового виконання, розрахованих на тривалу роботу при номінальній навантаженню. Це дозволяє допускати їх перевантаження без збитку для терміну служби. Проте тривалість використання електродвигунів тісно пов'язана з явищем тепло- і влагообмена между ізоляцією двигуна і навколишнім середовищем. Це отрицательнае впливає на ізоляцію обмоток і, як наслідок, на надійність електродвигунів.

Характер завантаження по потужності визначається режимом роботи двигуна, який залежить від механізму, з яким він соединен. Двигуни вентиляторів, калориферів, сушарок, транспортних засобів, обробки зерна працюють з постійним навантаженням.

Двигуни млинів, дробарок, подрібнювачів мають різкопеременний характер навантаження з систематичними і випадковими перегрузками.

Для більшості сільськогосподарських машин перегрузки обумовлені невідповідністю параметрів пускозахисної апаратура параметрам двигуна, неприпустимими колебаннями напруги сільських мереж і низький рівень технічного обслуговування. Перевантаження можливі і за рахунок конструктивних недоробок установок, наприклад, через відсутність дозуючих пристроїв.

Можливість частих перевантажень приводить до того, що установки комплектуються двигунами завищеної потужності. Наприклад, на навозоуборочних транспортерах, що працюють в несприятливих умовах пуску, особливо в зимовий період при замерзанні гною, часто використовуються двигуни більшої номінальної потужності, хоча з економічної точки зору доцільніше використовувати двигуни із захистом від перевантажень при пуску або двигуни з підвищеним пусковим моментом.

В деяких випадках допускається перевантаження двигунів по потужності, вона залежить від режиму роботи двигуна і температури навколишнього середовища, електродвигуни, що працюють в кратковременном режимі або при знижених температурах, мають деякий запас за часом нагріву ізоляції і можуть працювати з перевантаженням по потужності на 20-30%. Це відноситься до двигунів що працює в зимовий час на відкритому повітрі (пилорами, соломосилосорезки, сортування і так далі), сполученим з механізмами короткочасного режиму роботи.

Проте спостереження показали, що в тваринництві електродвигателі, як правило, часто працюють з недовантаженням. Це стосується до приводів відцентрових насосів, доїльних установок типу «карусель», вакууму, кормороздавачів і транспортерів для прибирання гною. У електродвигунів, що працюють з недовантаженням, знижуються ККД і $\cos\phi$, що у результаті приводить до збільшенню втрат енергії на об'єктах.

Класифікація умов експлуатації. З метою раціональної експлуатації електродвигунів і підвищення їх експлуатаційної надійності у ВНПТІЕМ розроблена класифікація умов їх експлуатації, що враховує місце установки електродвигателя, режим його роботи, умови і частоту пусків, рівень вібрації і інші чинники, що впливають на надійність двигуна.

Умови експлуатації електродвигунів підрозділяються на чотири групи: *легка, нормальна, жорстка і особливо жорстка* (ОСТ 16.05. 10.037-78). *Легкі умови* означають, що значення одного або декількох чинників відхиляються від номінальних в сторону поліпшення. За *нормальних умов* експлуатації все впливаючі чинники мають значення, на які двигатель спроектований. За *жорстких умов* значення одне з впливаючих чинників перевищує номінальне, надаючи значний вплив на надійність двигуна. У *особливо жорстких умовах* експлуатації значення два або більш за чинники перевищують номінальні.

Відповідно ГОСТ 183-74 на тих, що електричні обертаються машини передбачається вісім номінальних режимів роботи електродвигунів (S1-S8). Основні з них: продовжительний S1, короткочасний S2, повторно-короткочасний S3 переміжний S6. Додаткові номінальні режими: повторно-короткочасний з частим пуском S4, повторно-кратковременний з частими пусками і електричним гальмуванням S5, переміжний з частими реверсами S7, переміжний із зміною частоти обертання S8.

Найбільш характерні режими роботи електроприводу в сільському господарстві - це *короткочасний і тривалий номінальний*.

Для таких сільськогосподарських машин, як транспортери прибирання гною і роздачі кормів, має місце короткочасний режим роботи електроприводу S2. Такий режим роботи віднесений до жорстких умов експлуатації, оскільки із-за малого періоду його роботи температура електродвигуна не досягає установившогося значення і його ізоляція не встигає висохнути. У період пауз електродвигун охолоджується практично до холодного стану.

Режими з частими пусками і реверсами S4, S5, S6, S7 супроводжуються значними тепловими, комутаційними і механічними діями на обмотку і механічними на підшипники і тому віднесені до особливо жорстких умов експлуатації.

Умови пусків залежно від режиму роботи електродвигунів прийняті наступні: для легких умов експлуатації - 0-2 пуски в годину; нормальних - 5-10; жорстких - більш 10;

особливо жорстких - значно більше 10 пусків в годині По продовжительності пуску ця градація приймається: для легенив пусков - менше 1 з; нормальних - 1-3 з; жорстких - 3-10 з; особливо жорстких - більше 10 с.

Коефіцієнти завантаження прийняті наступні: для легенив умовій експлуатації - менше 1; нормальних - 1; жорстких і особливо жорстких - більше 1.

По рівню вібрації умови експлуатації приймаються: для легких і нормальних - менше 10 мм/с; і більше 10 мм/с – для жорстких і особливо жорстких.

Умови навколишнього середовища прийняті наступні: легені умовія експлуатації - закриті приміщення з штучно регуліруємим кліматом; нормальні - закриті приміщення з естественной вентиляцією; жорсткі - відкрите повітря, навіси і приміщення з підвищеною вологістю.

Запилена визначена за даними досліджень і класифіцирована таким чином: при змісті пилу менш 16 мг/м³ - легкі умови; 16-60 мг/м³ - нормальні; зверху 60 мг/м³ - жорсткі.

Загазованість визначається за двома показниками - технічеським умовам на електродвигуни для сельськохозяйственного виробництва і по аміаку: для легких умов експлуатації - менше 0,03 г/м³; нормальних - 0,03 г/м³ і жестких- більш 0,03 г/м³.

Поеднання вологості і аміаку представляє особливо жорсткі умови експлуатації електродвигунів.

Широкий діапазон коливань живлячої напруги в сельських мережах надає несприятливу дію при експлуатації електродвигунів. Згідно правилам технічної експлуатації напруга на затисках електроприймачів в кожному пункті мережі при будь-якому режимі її навантаження не винне відхиляється більш ніж на $\pm 7,5\%$, для споживачів першої категорії – на 5%.

При значному падінні напруги на затисках електродвигунів знижується продуктивність роботи тих, що приводяться виробничих механізмів. Витрата електроенергії на ізготовлення продукції в цьому випадку різко зростає. Підвищення напругу приводить до збільшення споживаної електродвигателями реактивної потужності. При цьому споживання реактивної потужності росте із зменшенням коефіцієнта завантаження двигателя. Для двигунів потужністю 20 кВт і вище в середньому на кожний відсоток зростання напруги споживана реактивна потужність збільшується на 3%, а для двигунів меншої потужності - на 5-7%, що викликає додаткові втрати енергії.

Колівання напруги в широкому діапазоні приводять до зміни соотношіння між сопроотивленнями мережі і двигуна. Розрахунки показують, що при співвідношенні между сопроотивленнямі мережі і двигуна рівному 0,2, кратність максимального моменту асинхронного двигуна знижується приблизно на 35%, що несприятливо для механізмів з тяжелими умовами пуску або вимагаючих високих максимальних моментів.

З метою підвищення експлуатаційної надійності двигателів в подібних випадках можливо іскористування модифікацій двигунів з підвищеним пусковим моментом або підвищеним ковзанням, і особливо важливо правильно вибрати захист залежно від можливих появилих аварійних ситуацій.

Низький рівень технічного обслуговування також є несприятливим чинником. Він обумовлений недостатньою кваліфікацією обслуговуючого персоналу, територіальною розбросанністю об'єктів обслуговування, недостатнім оснащенням запасними частинами, нерівномірністю завантаження електриків в зв'язки з сезонністю робіт, несприятливими кліматичними умовами, що обмежують своєчасність обслуговування.

Крім того, несприятливо позначається недолік нормативних матеріалів по вибору і експлуатації двигунів в сельському господарстві.

Представлений аналіз відображає вплив різних факторів на надійність. Щоб виявити інші можливі резерви підвищення ефективності використання двигунів, представляється доцільним досліджувати структуру їх застосування.

Знання структури застосування необхідне при розробці нових серій електродвигунів або модернізації що існують, а також для обліку конкретних вимог, що пред'являються до двигателям.

Робота асинхронного двигуна при асиметрії напруги.

Як правило, робочі характеристики асинхронного двигуна визначаються для умов симетричної системи напруги в живлячій мережі. Проте, на практиці система напруги в трьохфазна мережа ніколи не буває ідеально симетричною. Тому трифазну систему напруги, що підводиться до асинхронного двигуна, можна розкласти на дві симетричні складові системи напруги: систему $U1$ прямої послідовності і систему $U2$ зворотної послідовності. Першою симетричною системою напруги, що становить, відповідає симетрична система струмів $I1$, прямій послідовності, прямий круг магнітне поле і прямий (руховий) момент $M1$ на валу машини. Друга симетрична система напруги, що становить приводить до виникнення струмів $I2$ зворотною послідовності в ланцюгах машини, зворотного кругового магнітного поля в її магнітній системі і зворотного (гальмівного) моменту $M2$ на валу машини.

При асиметрії напруги, що підводиться, двигун працює з нерівномірним навантаженням фаз. Внаслідок цього, в уникнення надмірного нагрівання цих фаз, доводиться знижувати навантаження на валу двигуна.

В умовах сільського господарства, деколи, асиметрія напруги досягає 10-30% асиметрії струмів. Таким чином, при асиметрії струмів 20% можлива асиметрія напруги знаходиться в межах від 2 до 6%. Можливий максимум асиметрії напруги в живлячих сільських лініях з напругою 10-110 кв складає 10%. Тим же діапазоном винна обмежуватися асиметрія напруги і в трифазних мережах 0,38 кв, від яких, як правило, отримують живлення асинхронні двигуни сільських електроприводів. Проте, практично ці діапазони по напрузі значно вище.

З результатів досліджень виходить, що вплив асиметрії напруги на режим двигуна в діапазоні швидкостей, близькою до номінальної швидкості обертання трохи. Цей вивід в повній мірі відноситься до потужності, що розвивається асинхронним двигуном при даному ковзанні. Як наголошувалося раніше, значна увага слід звертати на величину фазних струмів при роботі двигуна в асиметричному режимі. Для асинхронних двигунів з великою кратністю струму короткого замикання $k_{i.k.z}$ асиметрія струмів у фазах в 3-8 разів перевищує асиметрію напруги підведених до зажимів двигуна. В умовах тривалої асиметрії, що діє напруги асинхронний двигун не може працювати з номінальним навантаженням на валу із-за небезпеки надмірного нагрівання обмотки статора. Навантаження на валу повинне бути понижено настільки, щоб температура обмотки статора не перевищувала максимально допустимую по нормах.

Статистика відмов і аналіз пошкоджуваності електродвигунів в сільському господарстві

Відмова - це подія, що полягає в повній або частічній втраті працездатності устаткування.

Відмови електричних машин можна розділити на **конструкційні, технологічні (виробничі) і експлуатаційні**.

Конструкційні відмови виникають із-за недосконалості (незнання) або порушення правил проектування і конструювання електричної машини, технологічні - із-за порушень процесу виробництва або ремонту, експлуатаційні - із-за неправильного застосування, відсутності захисту, порушення умов експлуатації електричних машин. Відмови двигунів можуть бути обумовлені старінням матеріалів і зносу вузлів, а також випадковою концентрацією навантаження.

У переважній більшості випадків відмови асинхронних двигунів, встановлених в господарствах АПК, відбуваються із-за пошкодження обмоток і розподіляються таким чином:

міжвиткові замикання - 90%, пробій міжфазної ізоляції - 6%, пробій пазової ізоляції - 4%. На підшипниковий вузол доводиться 5-8% відмов і невеликий відсоток пов'язаний з такими причинами, як распайка вивідних кінців, скручування валів, розрив стрижнів ротора і ін.

Причини відмов можна диференціювати наступним образом: - 15%; технологічні - близько 35%; експлуатаційні (головним чином недовлетво рительная захист двигуна) -50%.

В середньому по країні протягом року капітально ремонтують близько 20% від встановлених електричних машин в сільському господарстві.

Найбільша кількість відмов спостерігається унаслідок порушення правил експлуатації або зовнішніх дій, не властивих нормальній експлуатації електродвигунів.

Такі пошкодження, як обвуглювання ізоляції обмотки, вітковіє, міжфазні і корпусні замикання, обриви вивідних кінців приводять до **раптових відмов**. Ці відмови виникають випадково унаслідок раптової концентрації навантаження, перевищаючої розрахункову.

Такі пошкодження, як знос підшипників, зволоження ізоляції обмотки і їх руйнування під дією хімічно активної середовища, приводять до виникнення поступових відмов.

В процесі експлуатації старіння і знос устаткування естественни, проте часто цей природний знос під дією великої кількості чинників прискорюється. При цьому виникає передчасний вихід електроустаткування з ладу.

Дослідження показують, що основними причинами преждевременного виходу з ладу електродвигунів є:

- 1) перевищення струму статора, викликане перевантаженням; работій в неполнофазном режимі; зниженою напругою мережі;
- 2) невідповідність виконання двигуна середовищу, в якому він використовується;
- 3) перевищення допустимої температури двигуна, визванное недостатньою вентиляцією унаслідок засмічення вентиляционних каналів;
- 4) підвищення напруги живлячої мережі;
- 5) відсутність надійних засобів захисту і контролю;
- 6) неправильні дії і невиконання профілактических заходів електротехнічним персоналом;
- 7) приховані дефекти виготовлення;
- 8) недостатня якість капітального ремонту.

Перевантаження електродвигунів нерідко пов'язані з несовершенством робочих машин і механізмів. Відсутність засобів автоматизації і контролю за навантаженням кормодробарок, кормораздатчиків є тому прикладом. Ряд механізмів, наприклад дробарки, шнеки, поверни, не можна включати під навантаженням.

На машинах, що працюють на відкритому повітрі взимку, імеют місце випадки змерзання рухомих частин машини. У процесі експлуатації рухомі частини машини нерідко увеличивают масу за рахунок прилипання залишків кормів, гною і тому подібне, в результаті чого збільшується маховий момент. Всілякі перекося, знос частин, що труться, погіршення мастила затрудняють рухливість частин машини, збільшують тертя. При цьому піддаються дії підвищеного струму пускозахисні апарати, електропроводки, розподільні пристрої.

Не дивлячись на неповну завантаженість електродвигунів (у середньому коефіцієнт завантаження складає 0,5-0,8), значна їх частина виходить з ладу із-за перевантажень.

При обриві лінійного дроту і в результаті роботи в неповнофазному режимі частіше виходять з ладу двигуни вентиляторів, вакууму, холодильних установок, що працюють в тривалому режимі за відсутності оператора.

Близько 15% електродвигунів випробовують перевантаження із-за надмірно зниженої напруги в живлячій мережі.

Під дією знакозмінних вібраційних навантажень з'являються тріщини в ізоляції, слабшають контакти, проісходить швидке накопичення ознак втоми.

Недотримання термінів і виконання об'ємів технічного обслуговування приводить також до передчасного виходу електродвигателів. Це викликано недостатньою чисельністю і кваліфікацією обслуговуючого персоналу, відсутністю необхідній матеріально-технічної бази в господарствах.

Забезпечення експлуатаційної надійності електродвигунів Заходи щодо підвищення надійності електродвигунів пов'язані з причинами відмов. Якщо велика частка електродвигателів виходить з ладу із-за перевищення струму в обмотках, то необхідні заходи, здатні звести до мінімуму аварійність електродвигунів унаслідок перевантажень, викликаних гальмуванням ротора з боку робочого механізму, неполнофазним режимом,

пониженням або асиметрією питаючого напруга, справністю системи охолодження двигунів.

Основним заходом в цьому випадку є застосування дієвого захисту від перевантаження по струму.

Чим вище інтенсивність відмов електродвигунів, тим боліє дієвим повинен бути захист від перевантажень по струму цих двигунів.

Проте, при різкопеременній навантаженні, застосування захисту, що тільки відключає двигун, є недостатнім. На таких машинах і механізмах передбачають захист від технологічних перевантажень. Прикладом такого захисту може служити система автоматичного регулювання завантаження сировиною універсальних дробарок.

Іншою важливою причиною виходу з ладу електродвигунів є зволоження ізоляції обмоток. Радикальним заходом для підвищення надійності в цьому випадку є застосування спеціального устаткування. Наприклад, двигуни волого-морозостійкого виконання, розраховані для роботи при температурі навколишнього середовища від -45 до $+40$ °С і відносній вологості до 100% при температурі $+25$ °С. Електродвигателі хімічно стійкі до дії хімічно активних реагентів, наявних в сільськогосподарських приміщеннях, але вони також повинні працювати в середовищі з відносною вологістю до 80% при температурі $+25$ °С, а двигуни сільськогосподарського виконання в середовищі з відносною вологістю $95 \pm 3\%$ при $+20$ °С.

У разі, коли зволоження ізоляції електродвигунів всетаки відбувається, проводять ту, що підсушила за допомогою різних пристроїв. Розроблені і непогано себе зарекомендували пристрої профілактичного підігріву обмоток електродвигуна на тиристорах і на конденсаторах.

Останнім часом з метою підвищення волого- і хімічно стійкості електродвигунів загальнопромислового виконання застосовують капсулювання обмоток двигуна різними компаундами.

Вітчизняна електропромисловість випускає нову серію двигунів АІ (інтернаціональною), характеристики і надійність яких ще більш підвищені.

Таким чином, сучасні електродвигуни общепромышленного виконання відносяться до універсальних, оскільки їх можна використовувати в різних середовищах.

Як наголошувалося раніше, в сільськогосподарському виробництві ще використовуються електродвигуни старих серій А, АТ і А2 і А02. Для підвищення їх експлуатаційної надійності при капітальних і поточних ремонтах бажано виконати модернізацію. Як проста модернізація електродвигунів при їх ремонті можна рахувати застосування двух-триразовою просочення обмоток.

Результативність цих заходів підтверджується експериментальними даними, отриманими в Чимесх. Після трьох-кратного просочення модифікованою емаллю опір обмоток електродвигуна підвищився в 4 рази по відношенню до ізоляції електродвигунів, просочених емаллю ГФ-92ХС.

У організації заходів щодо забезпечення експлуатаційної надійності електроустаткування і, зокрема, електродвигунів значне місце займає стан експлуатаційних служб. Вони винні:

- своєчасно перевіряти і налаштувати захист від аварійних режимів двигунів;
- регулярно проводити ТЕ і ТР відповідно до системи Ппресх; підвищувати вимоги при прийманні електрооборудованя після монтажу або капітального ремонту;
- організувати правильне зберігання сезонне іспользуемого електро устаткування;
- стежити за поповненням резервного фонду електрооборудованя і об'єму запасних частин і матеріалів;
- чітко вести технічну документацію по експлуатації електро установок, відзначаючи в ній всі відхилення від нормальної роботи;
- вести серед виробничого персоналу (доярок, ськотників, операторів і ін.) роз'яснювальну роботу по правильному використанню електрифікованої техніки;
- систематично контролювати стан і режим роботи електродвигунів.

3.7. Методи і особливості захисту електродвигунів від аварійних і аномальних режимів роботи

Як було відмічено раніше, в процесі експлуатації електроприводів виникають різні аварійні ситуації, основні з яких:

- неполнофазний режим (обрив фази - ОФ) - 40-50%;
- загальмовування ротора (заклинювання - ЗР) - 20-25%;
- технологічні перевантаження - ТП - 8-10%;
- пониження опоры ізоляції ПСІ - 10-15%;
- порушення охолодження - АЛЕ - 8-10%.

З погляду ефективності зашиті електродвигунів розглянемо деякі з них.

Неполнофазний режим виникає у разі перегорання предохранителя, обриву дроту живлячої мережі, порушення контактних з'єднань. При цьому відбувається перерозподіл струмів і напруги електродвигуна, яке і приводить до його відмові.

Особливо чутливі до неполнофазним режимів електродвигателі малої і середньої потужності. Якщо для двигуна потужністю більше 20 кВт небезпека руйнування обмотки статора виникає при завантаженні більше 50%, то для двигунів меншої потужності - починаючи з навантаження 20%.

Загальмовування ротора - найважчий аварійний режим двигуна, він може виникати із-за руйнування підшипників заклинювання робочої машини, примерзання робочих органів машини і так далі. Загальмовування може відбуватися як у время пуску, так і під час роботи двигуна. При загальмовуванні ротора по обмоткам двигуна протікають підвищені струми, при яких швидкість нагріву обмотки досягає 7-10 °С/с, і тому через 10-15 з температура обмотки досягає гранично допустимих значень.

Під технологічними перевантаженнями мають на увазі перегрузки, що виникають в процесі роботи електродвигуна, які приводять до збільшення температури ізоляції обмоток вище гранично допустимого значення (для відповідного класу ізоляції). Такі перевищення не приводять до моментального пробою ізоляції обмотки електродвигуна, але спричиняють за собою прискорене старіння ізоляції, поступове її руйнування і як слідство - передчасний вихід з ладу двигуна.

Технічне обслуговування, поточний ремонт і діагностування електродвигунів

Об'єм робіт при технічному обслуговуванні і періодичність їх проведення. В процесі технічного обслуговування персонал що працює по обслуговуванню електродвигунів, щодня осматриває їх і усуває дрібні несправності, заздалегідь відключивши від мережі. При цьому необхідно:

- очистити корпус електродвигуна від пилу і грязі стислим повітрям або обтиральним матеріалом і переконатися в тому, що ні тріщин в станині, підшипникових щитах і фланцях;
- перевірити як затягнуті болти і гайки і чи надійно кріпиться електродвигун до фундаменту або робочої машини; подтягнути ослаблені болти і гайки;
- проконтролювати щільність посадки шківів, напівмуфт або зірочки, якщо потрібно, укріпити їх;
- перевірити, чи надійно заземлений корпус електродвигуна;
- розібрати ослаблені контакти, що окислюються, зачистити їх поверхні до металевого блиску, змастити технічним вазеліном, зібрати і затягнути;
- замінити заземлюючий дріт при обриві;
- зняти кришку коробки виводів і перевірити цілість ізоляційного покриття вивідних кінців обмоток електродвигателя і проводів, що підводять живлення; укріпити ослаблені контакти, а що окислюються і підгоріли розібрати, зачистити їх поверхні, зібрати і ізолювати;
- видалити з щіткового механізму і контактних кілець електродвигуна з фазним ротором пил і грязь сухим обтирочним матеріалом або стислим повітрям; оглянути щітковий механізм, щітки, контактні кільця, пусковий реостат і соединітельні дроти;
- з'ясувати, чи добре змащені підшипники; якщо потрібно наповнити камеру змащувальним матеріалом до 2/3 її об'єму;

- зміряти опір ізоляції обмотки статора между фазами і між фазами і корпусом (повинно бути не менше 0,5 Мом), заздалегідь відключивши електродвигун від мережі;
- у разі значного зниження опору підсушити обмотки будь-яким розглянутим способом;
- перевірити, чи немає заїдання в підшипниках і не зачіпає чи ротор статор, повертаючи рукою ротор відключеного електродвигателя;
- включити електродвигун і переконатися в тому, що немає посторонніх шумів, характерних для несправного двигуна або робочої машини; проконтролювати ступінь нагріву корпусу і підшипникових щитів.

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ВНУТРІШНІХ ПРОВОДОК І ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

5.1. Експлуатація внутрішніх електропроводок

Внутрішня проводка - це що знаходиться усередині сільськогосподарських будівель і споруд сукупність проводів і кабеліше з гумовою або пластмасовою ізоляцією з тими, що відносяться до них кріпленнями, що підтримують і захисними конструкціями, а також настановною арматурою. Проводка розділяється на силову, призначену для живлення електроприводу і електронагревательних установок, і освітительную - для живлення ламп розжарювання і люмінесцентних. Вона може бути виконана відкрито, безпосередньо по стінах, на роликах, на ізоляторах, за допомогою ізолюючих кліщів, на тросах, тросовим провобудинкам, в пластмасових або сталевих трубах, в лотках або прихованою під штукатуркою, в підлозі або на стінах з використанням пластмасових або сталевих труб. При виборі виду електропроводки проводів і кабелів, способу їх прокладки необхідно враховувати вимоги електробезпеки і пожежної безпеки.

Для стаціонарних проводок (окрім випадків вказаних в ПУЕ) застосовують в основному алюмінієві дроти і кабелі, а для підвісних і пересувних електроприймачів – кабелі з мідними жилами. Допустимі тривалі струмові навантаження на дроти і кабелі приймають з урахуванням температури тієї, що оточує середовища і способу прокладки. Мінімальні поперечні перетини проводів і жил кабелів, вказані в ПУЕ, вибирають в залежності від способу прокладки і категорії електроприймачів.

Технічна експлуатація внутрішніх проводок полягає в систематичному виконанні технічного обслуговування і текущего ремонту з метою підтримки високої експлуатаційної надійності устаткування.

У об'єм технічного обслуговування внутрішніх проводок входять: огляд і очищення електропроводки; перевірка заземлення перевірка стану ізоляції; перевірка стану кріплення проводки, перевірка електричних з'єднань перевірка натяження проводки.

Огляд і очищення електропроводки. Визначають загальні техніське стан проводки. При цьому переконаються у відсутності обривів, збільшенні провисання проводів, перевіряють стан кріплення і так далі Волоссяною щіткою очищають від пилу і бруду дроти і кабелі, зовнішні поверхні труб з електропроводячий, а також відгалужені коробки. У сирих і особливо сирих приміщеннях при очищенні застосовують обтиральний матеріал **Перевірка заземлення.** Оглядають заземлюючі проводки і їх з'єднання з тросом, що несе, або струною, металевими коробками, лотками, металевими оболонками кабелів, тру-бамі, а також перевіряють наявність з'єднання того, що заземляє проводника з контуром заземлення або заземлюючою конструкцією.

Роз'ємні з'єднання розбирають, зачищають до металевого блиску, збирають і затягують. Пошкоджені нероз'ємні з'єднання приварюють або припаюють.

Перевірка стану ізоляції. Мегаомметром на 1000 В вимірюють опір ізоляції між токоведущими проводниками, провідниками і заземленими елементами конструкцій електропроводки. Опір ізоляції при температурі 20°С повинне бути не менше 0,5 Мом. При опорі ізоляції менше 0,5 Мом ділянки проводки з низьким опором підлягають заміні. Якщо при огляді ізоляції проводів і кабелів виявлені пошкоджені ділянки, їх ізолюють хлопчатобумажной або полівінілхлоридною липкою стрічкою ПВХ в залежності від середовища (сирі або персоні сирі приміщення).

Перевірка кріплення проводки. Оглядають ізолятори і ролици, пошкоджені замінюють. Перевіряють анкерні пристрої кінцевого кріплення тросової проводки до будівельних елементів будівлі, натягачі і трос. Ділянки, покриті корозією, зачищають сталеву щіткою або шліфувальною шкуркою і покривають емаллю. Допускається захищені поверхні змащувати технічним вазеліном. Перевіряють надійність кріплення труб з електропроводкою, лотків, коробів, а також пристосованих, що захищають кабелі від механічних пошкоджень.

Ослаблені кріплення підтягають, а при необхідності замінюють.

Перевірка електричних з'єднань. Відкривають кришки відповідальних коробок, видаляють пил і вологу з контактів і проводів, перевіряють і при необхідності відновлюють уплотнення кришки і на введеннях в коробку. З'єднання, що мають сліди окислення або оплавлення розбирають, зачищають і після збірки змащують технічним вазеліном. Особливу увагу звертають на з'єднання, виконані методом скручування, зварки, паяння і опресовування. У з'єднаннях, що мають обгорілий або пошкоджений шар ізоляції, знімають її, усувають причину порушення контакту і знов ізолюють ізоляційною стрічкою. У сирих і особосирих приміщеннях ізолювання з'єднань проводять покритієм поліхлорвініловим лаком з подальшим намотуванням трьох-чотирьох шарів поліхлорвінілової липкою ізоляційної стрічки.

Перевірка натягнення. Оглядом виявляють ослаблені (з великою величиною провисання) ділянки проводки. Проверяють стрілу провисання, яка для тросових і струнних проводок повинна бути при прольоті 6 м не більше 100-150 мм, а при прольоті

12 м - 200-250 мм. При необхідності ділянки з великою величиною провисання перетягують. Натягнення сталевих тросів проводять до мінімально можливої стріли провисання. При цьому зусилля натягнення не повинно перевищувати 75% розривного зусилля, допускаемого для даного перетину троса.

Об'єм поточного ремонту. При проведенні поточного ремонту силових і освітлювальних електропроводок виконують всі операції технічного обслуговування. Ділянки електропроводки з обривом токоведущих жив і пошкодження ізоляції, які нельзя усунути при технічному обслуговуванні, підлягають заміні.

Всі роботи по поточному ремонту електропроводок виконуються при знятій напрузі з дотриманням мерів безпеки.

При заміні відкритих електропроводок застосовуються наступні способи прокладки проводів і кабелів: безпосередньо по поверхні стін і стель, на струнах, тросах, роликах, ізоляторах, в трубах, коробах, гнучких металевих рукавах і ін.

При прихованій електропроводці застосовується прокладка проводів і кабелів в трубах, замкнутих каналах і порожнечних конструкцій будівель, а також в заштукатурених борозенках.

У місцях з'єднання, відгалуження і приєднання жив проводів і кабелів необхідно передбачати запас дроти або кабелю, що забезпечує можливість повторного з'єднання.

З'єднання, відгалуження і оконцевані жил проводів нужале робити за допомогою опресовування, зварки, паяння або стискань.

Розглянемо деякі особливості ремонту електропроводок.

Заміна проводів відкритих електропроводок. Ділянка проводки з оплавленою ізоляцією проводів, що розтріскалася, або з оголеною токоведущою жилою від'єднують у відгалужувальних коробках, розподільних і освітлювальних щитах. Дріт звільняють від кріплення і видаляють, а для заміни вибирають дріт тієї ж марки, що і пошкоджений. Спосіб кріплення дроту при його заміні вибирають залежно від марки і прідерживаються способу кріплення замінюваного. Знов прокладеною провод підключають до місць, де проводилося від'єднання пошкодженого.

Ролики з тріщинами і ськоламі замінюють. При цьому попередньо звільняють проводку від кріплення на ролику.

Для кріплення роликів при їх заміні використовують металічеські спіралі, дерев'яні пробки. Останніми роками розпродивний спосіб закріплення деталей електропроводки з допомогою відрізань поліетиленових трубок. Для цього в стіні з допомогою електродрилі

свердлять отвір під діаметр шурупа і завглибшки на 1/4 більше його довжини. Потім в отвір вставляють два-три отрізка з поліетилену або шматок поліетиленової трубки подходящего діаметру, встановлюють ролик і закріплюють його шурупом.

Експлуатація светотехнічного устаткування для опромінювання і обігріву

У сільському господарстві застосовують установки для ультрафіолетового і інфрачервоного опромінювання тварин і птахів, для іонізації повітря в тваринницьких і птаховницьких приміщеннях а також для додаткового опромінювання (досвечивання) розсади у теплицях. Всі ці установки чутливі до якості напруги; поводитися з ними потрібно дуже обережно.

Перед початком експлуатації опромінювачів і установок для облучення і обігріву необхідно виконати наступне:

- очистити опромінювачі і установки від пилу щіткою-кмітливостю і протерти обтиральним матеріалом;
- зняти мастило із законсервованих деталей обтиральним матеріалом, змоченим уайт-спиритом;
- переконатися у відсутності пошкоджень деталей і проводів;
- мегаомметром на 500 В зміряти опір ізоляції проводів і ізоляційних конструкцій щодо корпусу яке повинне бути не менше 0,5 Мом при температурі 15°С;
- перевірити наявність і надійність заземлення корпусу путем вимірювання омметром перехідного опору між корпусом і магістральною шиною заземлення, яке повинне бути не більше 0,1 Ом;
- перевірити відповідність щитків вимикачів, призначаємих ламп напрузі мережі;
- перевірити надійність кріплення вимикачів, щитків ламп і інших електричних приладів і пристроїв;
- перевірити роботу автомата і вимикача мережі шляхом їх включення і виключення. Вимикач і автомат винні включати і вимикати силовий ланцюг без заїдання;
- перевірити рівень і при необхідності долити масло редуктор приводної станції; повернути і при необхідності доповнити мастило в підшипники натяжних роликів і коліс;
- виконати операції по підготовці електродвигуна приводної станції до роботи;
- включити опромінювач або установку і переконатися в ісправності її роботи;
- зміряти фітофотометром фітооблученность на поверхності рослин, яка повинна відповідати нормативам;
- зміряти уфіметром ультрафіолетову опроміненість на рівні знаходження тварин і розрахувати тривалість роботи установки по формулі:

Висоту підвіски опромінювача і режим опромінювання визначають відповідно до зоо- і агротехнічних норм.

Обслуговувати опромінюючі і іонізуючі установки разрешається тільки фахівцям-електромонтерам з кваліфікаційною групою не нижче 3, а включати і відключати - з групою 2.

Перед початком кожного сезону персонал інструктують по правилам поводження з електроустановками. Працівникам животноводческих ферм категорично забороняється виконувати технічне обслуговування і ремонт установок. Про всі несправності вони повинні повідомляти електромонтера.

Для живлення опромінювачів застосовують напругу до 220 В; всі металеві частини установок сполучають із заземленим нульовим дротом.

Навантаження опромінювачів повинне бути симетрично распределена по фазах мережі; її слід підключати за допомогою триполюсних вимикачів. Для включення світильників з лампами інфрачервоного і ультрафіолетового опромінювання в приміщенні монтірують (на висоті 1,2 м від підлоги) штепсельні розетки в герметізованого виконання із спеціальним гніздом для занулення.

Виробнича експлуатація облучательних установок інфрачервоного обігріву (Сспо1, ЛІТВІКО, КРИЧИ, ЕО, ОРК-2 ОУ-4 і ін.), бактерицидної дії (ОБУ, ОБІ, ОБНУ і ін.), а також комбінованих опромінювачів (КУФ, «Промінь» і ін.) має свої особливості. Для кожної установки відповідно до іме

ющимися інструкціями складають графік і режим роботи.

Опроміненість контролюють за допомогою уфіметра. Випромінювана ультрафіолетова радіація залежить від того, що підводиться до лампи напруги, при відхиленні його більш ніж на 5% вносять поправки у режим опромінювання. Звичайно це роблять експериментально, тобто по свідченням уфіметра підбирають раціональний режим роботи конкретної установки.

У міру старіння променистий потік ламп знижується, і в зв'язку з цим пропорційно збільшується тривалість ежедобового опромінювання. Якщо інтенсивність опромінювання, створює-

мого лампою, знизилася більш ніж на 30%, лампу слід замінити новою.

При роботі з облучательними установками слід дотримувати спеціальні запобіжні засоби, скорочувати опроміненість на рівні до 2 м від підлоги, екранувати лампи, періодично проветрівати приміщення для видалення надлишків озону і оксидів азота, захищати відкриті ділянки тіла обслуговуючого персоналу від опромінювання і застосовувати захисні окуляри з димчастого скла.

Технічна експлуатація светотехнічного і облучательного устаткування полягає в систематичному виконанні технічного обслуговування і поточного ремонту з метою підтримання високої надійності устаткування.

Технічне обслуговування светотехнічного обладнання проводять на місці його установки без демонтажу і розбирання у плановому порядку 1 раз на 3-6 місяців, як правило, в періоди технологічних пауз. Типовий об'єм робіт включає наступні, загальні для всіх установок операції: вимірювання освітленості (опроміненості) в контрольних крапках; очищення від пил і бруду; перевірку працездатності установки; перевірку відповідності ламп типу світильника (опромінювача); заміну стекол що мають тріщини або сколи; перевірку стану патрона і зачищення його контактів; підтяжку затисків, що ослабли; перевірку полягання ізоляції проводів в місці введення в арматуру, а також надійність приєднання нульового дроту до затиску на корпусі світильника (опромінювача).

У установках з газорозрядними лампами додатково виконують технічне обслуговування пускорегулюючої апаратури.

Експлуатація електротеплових установок Загальні вимоги до електронагрівальних установок (ЕНУ).

До електронагрівальних установок, найширше розповсюджених в сільському господарстві, відносяться електричні водонагрівателі і парогенератор, установки для електричного обігріву полов і електрокалориферні установки. На примінені електроенергії для нагрівальних приладів в умовах сільського господарства повинен бути отримане дозвіл. Для ЕНУ при їх одиничній потужності до 1000 кВт цей дозвіл видають підприємства «Енергонагляду» обласних енергетичних управлінь або головного проїз водственого управління енергетики і електрифікації країни.

Для отримання дозволу необхідно представити наступні матеріали:

- техніко-економічне обґрунтування ефективності вилайкового вару анта електронагріву;
- перелік електронагрівальних приладів, передбачених до установки, з вказівкою паспортних даних (наіменування, типу, потужності, підприємства-виготівника);
- перелік заходів, що забезпечують зниження навантаження ЕНУ в годинник максимуму, з вказівкою потужності приладів і пристроїв, контролюючих зниження навантаження (відмова від проведення вказаних заходів повинен бути обґрунтований техніко-економічним розрахунком).

При отриманні дозволу техніко-економічного обґрунтування не потрібний в тих випадках, коли ЕНУ призначені для використання в наступних технологічних процесах:

- інкубація і місцевий обігрів молодняка птаха;
- опромінювання і місцевий обігрів молодняка тварин;
- обігрів полов в свинарниках-маточниках;
- нагрівання води і отримання пари для запарки кормів, пропаривання молочного посуду, промивки молокопроводів, подмивки вимені, пастеризації молока для поєння худоби;

- опалювання і гаряче водопостачання дрібних споживачів проїздових стовпів призначення із загальною площею приміщень до 100 м² (вагони, побутові, майстерні, ветсанпропускники, насосні і очисні споруди, автозаправні станції і ін.). Віддалених від джерел теплоти на 600 м і більш, із загальною встановленою потужністю ЕНУ до 20 кВт, а для станцій орошення - до 30 кВт.

Конкретні технічні умови на підключення ЕНУ видають підприємства електричних мереж.

У експлуатацію ЕНУ приймає робоча комісія, в склад до якої входять представники «Енергонагляду», «Госпозназора», «Агропроменерго», електротехнічної служби господарства строительно-монтажних і інших організацій. Комісія перевіряє:

- технічну документацію (затверджений проект, паспорт ЕНУ, акти вимірювання опору ізоляції, сопрогвнення заземляючих пристроїв і електричного потенціалу на поверхні ЕНУ);

- відповідність виконаних робіт вимогам проекту і нормативних документів по електро- і пожаробезопасності;

- працездатність ЕНУ, відповідність споживаної потужності і температури нагріву паспортним даним. Результати роботи комісії оформляють актом.

Експлуатація електричних водонагрівачів і парогенераторів. Електронагрівачі призначені для отримання гарячої води, використовуваної в кормоприготуванні, поєннн і для інших господарських і технологічних потреб.

Електропарогенератори призначені для отримання пари використовуваного при запарці кормів, стерилізації молочної посуду.

Найбільше застосування в сільському господарстві отримали елементні і електродні електроводонагрівачі емкнсного і проточного типів з живленням від однофазної і трифазної мережі напругою 220 і 380 В і електродні електропарогенератори напругою 380 В.

Перед початком експлуатації нового або такого, що знаходився на тривалому зберіганні, раніше вживаного, електроводонагрівача або електропарогенератора необхідно виконати наступне: зняти пакувальну тару; очистити зовні від пилу щіткою-кмітливнстю і протерти обтиральним матеріалом;

зняти мастило із законсервованих деталей обтиральним матеріалом - червоному, змоченим бензином або уайт-спиритом; оглянути деталі і переконатися у відсутності пошкоджень; перевірити і при необхідності підтягнути кріпильні гвинти і болти; видалити дерев'яні пробки-заглушки з трубопроводів; перевірити на обертання крани холодної і гарячої води і переконатися, що вони обертаються без заїдання; під'єднати водонагрівач і парогенератор до трубопроводів; мегаомметром на 500 В перевірити опір ізоляції електронагрівача в холодному стані относительно корпусу, яке не повинне бути менше 1 Мом для трубчастих і 0,5 Мом для електродних електронагрівачів; заповнити водонагрівач водою до витікання її з огорожної труби, а парогенератор - до нормального рівня; оглянути бак і трубопроводи і переконатися у відсутності течі; зміряти мегаомметром на 500 В опір ізоляції між корпусом електродного водонагрівача, ізолюваного від землі, і контуром заземлення в помещенні. Зміряне значення опору ізоляції винне бути не менше 0,5 Мом; перевірити надійність заземлення шляхом вимірювання омметром перехідного опору між будь-якою металевою частиною електроводонагрівача і магістральною шиною заземлення. Зміряне значення опору винне бути не більше 0,1 Ом; під'єднати живлячі кабелі і дроти терморегуляторів; включити електроводонагрівач або електропарогенератор в мережу і переконатися в справній його роботі.

Установка і експлуатація електроводонагрівачів винні здійснюватися в строгій відповідності з ПУЕ, ПТЕ, ПТБ і Руководящими вказівками по забезпеченню електробезпеки електротермічних установок в сільськогосподарському проїздовстві.

При тривалій зупинці електроводонагрівача необхідно злити воду через зливний патрубок. Резервуар очищають через отвір патрубка, до якого прикріплений фланець з електронагрівачами.

Експлуатація електрокалориферних установок. Електрокалориферні установки призначені для підігріву повітря в системах вентиляції на тваринницьких і птахівницьких фермах що сприяє створенню в них оптимального мікроклімату.

Також вони застосовуються в рослинництві, теплічно-парникових господарствах, в овочесховищах, при теплової обробці насінного матеріалу і сушці сільськогосподарської продукції.

Установки можуть використовуватися для опалювання побутових приміщень на фермах, де відсутня центральна котельня.

Відповідно до необхідного діапазону робочих температур випускаються електрокалориферні установки для нагріву повітря до 30-40°C.

Електрокалорифер складається з трубчастих нагрівальних елементів, підключених до клемної колодки і закріплених в сталевій рамі, з бокам закритої захисними кожухами. Електрокалорифер комплектується вентилятором.

Електрокалориферні установки складаються з електрокалорифера типу СФО і відцентрового або осьового вентиляторів типів ЦЧ-70 і МЦ, розташованих на одній рамі, а також шафи з апаратурою автоматичного управління. Нагрівальні елементи встановлені усередині каркаса електрокалорифера в три ряди у шаховому порядку. Кожен вертикальний ряд нагрівачів є самостійною тепловою секцією. Нагрівачі, сполучені зіркою, отримують живлення від мережі перемінного напруга 380 В частотою 50 Гц.

Технічна експлуатація електронагрівальних установок (ЕНУ) направлена на підтримку їх високої надійності за рахунок своєчасного і якісного проведення технічного обслуговування і поточного ремонту.

Технічне обслуговування для всіх ЕНУ проводять в плановому порядку в середньому один раз в два місяці на місці їх розміщення без демонтажу і розбирання і без порушення ходу технологічних процесів. Типовий склад робіт, загальний для всіх видів ЕНУ, містить наступні операції: очищення зовні від пилу і бруду; перевірку і при необхідності закріплення контактних з'єднань; перевірку справності заземлення; включення ЕНУ у роботу і перевірку відповідності її параметрів заданим.

Експлуатація електроустаткування електронно-іонній технології

Електронно-іонна технологія включає такі процеси, в яких як робочий орган безпосередньо використовується електричне, магнітне або електромагнітне поле, ультразвук і ін.

Такі технологічні процеси отримали широке розповсюдження в сільськогосподарському виробництві.

Електричні поля застосовують для дії на заряджені мелкодисперсні частинки з метою надання їм упорядоченого руху, необхідного для здійснення визначених технологічних процесів. У сільськогосподарському виробництві набули поширення методи очищення, сортування передпосівної обробки насіння, осадження отрутохімікатів, окраски в електричному полі, очищення повітря і ін.

Передпосівна обробка насіння електричним струмом при частотах 50 Гц і 1-2 МГц порушує життєдіяльність насіння, урожайність пшениці підвищується на 24-27%, ячменю на 9% і так далі скорочується вегетаційний період. Обробка вологих кормових матеріалів підвищує їх кормову гідність і ефективність використання. Обробку ведуть струмом низької частоти в течія 6-8 мин.

Обробка електричним струмом фуражного зерна підвищує його переварюваність і засвоюваність на 10-15%. При допомозі електричного струму можна запарювати картоплю, обробляти харчові відходи, кормосуміші і тому подібне. Обробка ґрунту і гною струмом низької частоти при напрузі поля (0,5-0,7)·10⁴ В/м в перебіг 1,5-4 мин при температурі 60-65°C має важливе економічне і екологічне значення.

Шляхом пропускання через засолений ґрунт постійного струму можна добитися її рассолення.

Електроімпульсна технологія заснована на дії на предмети праці імпульсів електричного струму. На відміну від традиційних технологій, заснованих на безперервному потребленні електроенергії, електроімпульсна дозволяє підвищити параметри електричних дій (напруженість поля щільність струму, миттєву потужність) і, отже, суттєво інтенсифікувати процеси, понизити їх енергоємність здійснити такі процеси, які взагалі неможливе виконати іншими методами (управління поведінкою тварин і ін.).

З використанням *електрогідравлічного ефекту*, що виникає при короткочасному (10-5-10-6 з) електричному розряді у рідині ізготовляються електрогідравлічні установки.

Ці установки використовуються для штампування, відновлення форми деталей, підйому води з артезіанських свердловин, розрушення валунів, обробка і знезараження кормів, харчових відходів, миття шерсті і так далі.

Електроімпульсна технологія широко застосовується для прискорення сушки трав, при механічному обезводненні, для збільшення виходу соків з фруктів і овочів і тому подібне. У сільськогосподарському виробництві широке застосування знаходить ультразвук з метою очищення і миття деталей і вузлів в ремонтному виробництві, миття доїльної апаратури, молочної посуду, пастеризації і гомогенізації молока, стерилізації парникового ґрунту, передпосівної обробки насіння і так далі. Електроустановки електронно-іонної технології мають різноманітні конструкції і схеми. У них застосовують традиційне електроустаткування і спеціальні генеруючі пристрої, високовольтні перетворювачі і ін. Це спеціальне електроустаткування визначає особливості експлуатації електротехнологічних установок.

Виробнича експлуатація підтримує необхідні характеристики при роботі устаткування електронно-іонної технології в строго заданому режимі. Така експлуатація дозволяє отримувати якісну продукцію при дотриманні заходів безпеки.

Технічна експлуатація забезпечує безпеку і високу надійність установок електронно-іонної технології. Як правило такі установки споживають невелику потужність, але напруга на їх робочих елементах може досягати 50 кВ і вище.

З метою підвищення експлуатаційної надійності вказаних вище за установок персонал ЕТС виконує технічне обслуговування і поточний ремонт устаткування.

При технічному обслуговуванні систематично контролюють правильність зібраних схем, перевіряють справність захитів і блокувань від випадкового дотику до електричних цепей, перевіряють стан заземлення і працездатність всій установки.

Експлуатація зварювальних електроустановок

При експлуатації і монтажі електроустановок часто проводять зварювальні роботи. Як джерела зварювального струму приймають одно- і багатопостові трансформатори, випрямители і спеціальні генератори постійного і змінного струму.

На органах управління зварювальним устаткуванням повинні бути написи або умовні знаки, вказуючі функціональне призначення, і, крім того, фіксатори положення або огорож що запобігають випадковому перемикачню. На зварювальні установки з боку живлячої мережі встановлюють автоматическіє вимикачі або запобіжники. Сполучні дроти між пересувною зварювальною установкою і пунктом живлення (задовжки не більше 10 м) захищають від механічних пошкоджень.

Струм підводять до електроду по шланговому кабелю; зворотним провідником служить сама зварювана конструкція і гнучкі дроти. Забороняється використовувати в цій якості мережі заземлення і металеві конструкції технологическіє, що не зварює кого устаткування. Необхідно заземлити затиск вторинної обмотки зварювального трансформатора (до нього підключений зворотний дріт), а також корпус зварювальної установки (для цього передбачено спеціальний болт з написом «Земля»). Зварювальне обладнання пересувного типу, яке важко заземлити, снабжают пристроєм захисного відключення.

Конструкція зварювального електроутримувача повинна відповідати вимогам ПУЕ, застосовувати саморобні утримувачі забороняється. Постійні роботи по зварці електродуги в будівлях потрібно проводити в спеціально вентильованих приміщеннях, що відповідають вимогам СНіП.

Електротехнічний персонал спостерігає за станом зварювальних установок, приєднує їх до електромережі і відключає від неї. У електрозварників повинна бути кваліфікаційна група не нижче 2. Під час роботи зварювач надягає спеціальну одяг (куртку, брюки, черевики з глухим верхом, рукавиці фартух, нагрудник і головний убір, а особа і очі оберігає щитком або маскою. Стекла щитка підбирають залежно від режиму зварки. Виконуючи роботи усередині металевих конструкцій, на відкритому повітрі після дощу або снігопаду, зварщик користується додатковими захисними засобами.

При експлуатації зварювальних трансформаторів, генераторів і перетворювачів проводять технічне обслуговування і текущие ремонти згідно графікам.

Технічне обслуговування проводять на місці установки обладнання, а поточні ремонти залежно від виду пошкодження можна проводити на місці установки або на пункті технічного обслуговування, в пересувній майстерні.

Типові об'єми робіт по *технічному обслуговуванню* загальні для зварювальних трансформаторів, генераторів і перетворювачів наступні: очистити від забруднень генератор і перетворювач продути стислим повітрям; перевірити стан заземлення, ослабленні затиски підтягти; перевірити стан тих, що підводять живлення проводів і зварювальних кабелів.

Для трансформаторів перевірити стан механізму регулювання зварювального струму і конденсатора фільтру захисту від радіоперешкод; переконатися у відсутності сторонніх шумів при роботі трансформатора, перевірити стабільність дуги при зварці.

Для генераторів і перетворювачів: перевірити стан з'єднання генератора з приводним двигуном; оглянути контактні з'єднання і дошку затисків, ослаблені з'єднання підтягти, дошку затисків з сьоколами і тріщинами замінити;

очистити щітковий механізм від забруднень, перевірити його техніське стан і відповідність положення траверси заводським міткам; визначити ступінь іскріння і при підвищеному іскрінні виявити причину і усунути; замінити що зносилися або пошкоджені щітки; оглянути колектор генератора (преобразователя), при виявленні слідів підгорання з'ясувати і усунути причини, а колектор прошліфувати шліфувальною папером; перевірити опір ізоляції обмоток генератора, стан мастила підшипників; перевірити роботу генератора (перетворювача) на неодруженому ході, стабільність зварювальної дуги при повному навантаженні і ступінь іскріння щіток.

Експлуатація електроустановок в тваринництві

Допустима напруга при дотику крупного рогата худоби до токоведущим частин електроустановок дуже мало (24 В при часі дії не більше 5 з); крім того, якщо корови потрапляють під напругу 3-4 В, у них знижується надій молока до 40%. Тому до пристрою електроустановок в животноводчеських приміщеннях пред'являють особливі вимоги.

Щоб уникнути появи напруги щодо землі в ланцюгах з нульовим дротом навантаження по фазах повинні бути симетричні. Для цього на фермах слід застосовувати електроприймачі в трифазного виконання. Допускається використовувати однофазні електроприймачі потужністю не більше 1,3 кВт що підключаються до лінійної напруги, і 0,6 кВт - до фазного.

Освітлювальне навантаження на фермах винне рівномірно розподеляться по всіх фазах. Пускову і захисну апаратуру рекомендується розміщувати поза приміщеннями, де містяться животні і птах. Пульти і кнопки управління встановлюють непосредньо у робочих машин. Якщо неможливо розмістити апаратуру управління в спеціальних приміщеннях, то прінімают заходи для захисту від дії навколишнього середовища, або вибирають устаткування у виконання, відповідного її умовам. У тваринництві потрібно застосовувати електроустаткування спеціального сільськогосподарського виконання. Допускається використовувати устаткування загальнопромислового призначення химо- і вологостійкого виконання.

Для того, щоб понизити можливість поразки людей і животних електричним струмом, на фермах можна застосовувати тольдо елементні або електродні електричні водонагрівачі загальнопромислового призначення, виготовлені у відповідності із стандартами, що діють. Водонагрівачі електродного типу повинні бути обладнані блокувальним пристроєм що запобігає відкриттю водорозбірного крана для отключенія водонагрівача від мережі.

Основна міра захисту від поразки електричним струмом в мережах напругою 380/220 В із заземленою нейтраллю - присоеднання металевих частин електроустаткування, які в результаті пробою ізоляції можуть опинитися під напругою, до нульовому дроту (занулення). Проте при пробі ізоляції (однофазном короткому замиканні на корпус) напруга перерасподеляється між фазним і нульовим дротами. При цьому на нульовому дроті щодо землі з'являється напруга болей 65 В. Таким образом все занулене устаткування (металлічеськие трубопроводи, транспортери для роздачі кормів і прибирання гною, а також

інші машини і механізми, до яких можуть торкатися тварини) опиняться під неприпустимим напруженням. Тому металеві конструкції надійно ізолюють від корпусів електроустаткування і апаратури, тобто від нульового дроти.

У відгалуженнях від магістральних ліній водопроводів до автопоїлок, електронагрівачам і іншим електроприймачам, а також у вакуумпроводах доїльних агрегатів встановлюють ізолюючі вставки. Довжину вставки розраховують; на трубопроводах із струмопровідними рідинами вона повинна бути не менше 1 м. Чистоту і цілість внутрішньої і зовнішньої поверхні вставки перевіряють не рідше за один раз на рік.

Ланцюги для прив'язі худоби, годівниці, напувалки і інші частини устаткування ферм, до яких торкаються тварини, рекомендується виготовляти з ізоляційного матеріалу (нейлону пластмаси і тому подібне).

Часто металеві конструкції неможливо повністю ізолювати від електроустаткування і нульового дроту. У цьому випадку на фермах застосовують пристрої для вирівнювання електричних потенціалів. Уздовж кожного стійла, на рівні передніх і задніх ніг тварин, під дерев'яний настил (у бетоні або під ним) укладають подовжні вирівнюючі заземлітелі - провідники з круглого сталевого дроту діаметрів 6-10 мм. Подовжні заземлітелі сполучають між собою чотирма поперечними заземлітелями по торцях і в середині ферми.

Отриманий контур надійно сполучають зі всіма металічеськими конструкціями (стійлами механічної прив'язі, транспортером для прибирання гною і ін.).

Крім того, металеві конструкції машин, механізмів трубопроводу повинні бути приєднані до нульового дроту (занулені). Всі з'єднання в пристрої вирівнювання потенціалів зварюють, а в торцевій частині кожного ряду виконують на болтах, оскільки по цих ділянках контролюють цілість ланцюга вирівнюючих провідників. Надійність даного пристрою, а також ізолюючих вставок може бути забезпечена тільки при справній системі занулення.

Цілість вирівнюючих провідників (заземлітелів) і ланцюги заземлення перевіряють не рідше за два рази на рік. Опір вирівнюючих провідників не повинно перевищувати 1 Ом.

У приміщеннях кормоприготувань необхідне заземлити металеві корпуси запарників, вимикачів, вододротяні труби, приєднані до запарників; застосовувати переносні лампи (напругою 12В), що підключаються до мережі через знижувальний трансформатор. На розподільному щитку долдружин бути загальний вимикач для відключення всіх електроустановок.

Експлуатація пересувних електрифікованих машин, установок, інструменту і пристроїв заземлення

У персоналу, обслуговуючого пересувні електрифіковані машини, кваліфікаційна група повинна бути не нижче 2. Необхідно стежити за тим, щоб не натягався гнучкий пітаючий кабель і машини не наїжджали на нього. Якщо пересувну машину потрібно встановити на іншій ділянці, то гнучкий кабель відключають вимикачем і від'єднують від щитка.

Висота підвісу троллейних ліній електрифікованих візків, що опромінюють і інших установок у виробничих приміщеннях повинна бути не менше 3 м. Напруга на такі лінії подають тільки в період роботи установок. До повітряних мереж напругою 380/220 В електрифіковані машини присоеднують за допомогою контактів, що накладаються на дроти ізолюваними штангами. Тому у електродвигунів машин повинні бути окремі вимикачі. Підключати декілька машин до одного вимикача заборонено. Пересувні установки, що працюють сезонно, в решту часу роки відключають від електромережі.

Електроустаткування, машини і механізми оглядають щомісячно. Зміст оглядів викладений в місцевій інструкції по експлуатації конкретних вузлів машин і механізмів.

Поточний ремонт електроустаткування проводять не рідше за одне разу на рік.

При експлуатації і виконанні монтажних робіт широко застосовують електрифікований інструмент. Що підводиться до нього напруга повинна бути не вище 220 У в приміщеннях з нормальними умовами, і не вище 36 У в приміщеннях з підвищеною небезпекою, а також при роботі поза приміщеннями. Якщо немає інструменту напругою 36 В, можна застосовувати інструмент розрахований на напругу 220 В, використовуючи при цьому

захисні засоби (діелектричні рукавички, килимки, калоші) і обов'язково надійно заземливши (зануливши) його корпус.

Інструмент з подвійною ізоляцією при робочій напрузі 220 В можна використовувати без захисних засобів у всіх проїздових приміщеннях (окрім приміщень з хімічно активною середовищем) і на відкритих майданчиках під підлогами різних видів.

У електроінструменту і штепсельних з'єднань не должале бути доступних для випадкового дотику токоведущих частин. Конструкція інструменту повинна бути такою, щоб його можна було швидко включити в мережу і відключити від неї. У штепсельних з'єднаннях необхідний той, що додатковий заземляє (зануляющий) контакт. Не рідше за один раз на місяць мегаомметром, розрахованим на напругу 500 В, перевіряють опір ізоляції, чи немає замикань на корпус або обривів заземлюющей жили. Опір звичайній ізоляції повинен бути не менше 1 Мом, подвійний, - не менше 2 Мом.

Після капітального ремонту електроінструменту додатковий випробовують ізоляцію обмоток і токоведущего кабелю щодо корпусу і зовнішніх металевих деталей підвищеною напругою промислової частоти. Для електроінструмента напругою до 36 В випробувальну напругу, подвоєне протягом 1 міни, складає 550 В, а понад 36 В - 900 В.

Замість даного випробування можна вимірювати опір ізоляції R60 протягом 1 міни мегаомметром напругою 2500 В.

Перед початком роботи електрифікованим інструментом перевіряють стан дроту, справність заземлителя, цілість ізоляції, а також стан жил кабелю.

Для приводу інструменту застосовують однофазні колекторні і трифазні асинхронні двигуни з коротко замкнутим ротором. Враховуючи, що інструмент призначений для роботи в повторно-короткочасному режимі, то при тривалій експлуатації електродвигуни нагріваються і можуть вийти з ладу.

Тому необхідно приділяти велику увагу і стежити за ступенем їх нагріву. Крім того, слід періодично оглядати двигун (особливо колектор і щітковий апарат), своєчасно очищати колектор.

Експлуатація пристроїв занулення. У електроустановках сільських споживачів і при порушенні ізоляції металеві частини устаткування можуть опинитися під напругою, небезпечною для життя людей і тварин. Тому, як наголошувалося раніше, всі металеві частини устаткування (корпуси електрифіцированих машин, електродвигунів і переносних електроприладів кожухи розподільних щитів, металеву освітительную і опромінюющую арматуру і ін.) заземляють (зануляють), присоединяя їх до нульового дроту електромережі.

Справність заземлюющих пристроїв перевіряють при оглядах і контрольних вимірюваннях. Зовнішній огляд тих, що заземляють провідників виконують не рідше за один раз на шість місяців, а в сирих і особливо сирих приміщеннях не рідше одного разу в три місяця. Після кожної аварії в мережі електропостачання проводять внечерговий огляд заземлюющих провідників і місць контактних з'єднань. Опір контактних з'єднань вимірюють не рідше за один раз на рік після кожного капітального ремонту з допомогою омметра М372 або приладу М416. Величина сопротивлення не нормується, але орієнтування воно повинне бути не більше 0,1 Ом.

ОБСЛУГОВУВАННЯ ПУСКОВОЮ, ЗАХИСНОЮ РЕГУЛЮЮЧОЇ АПАРАТУРИ І РОЗПОДІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ НАПРУГОЮ ДО 1000 В

Загальні вимоги

Об'єм випробувань. Згідно ПУЕ, об'єм пуско-налагоджувальних випробувань для апаратів напругою до 1000 В наступний:

- вимірювання опору ізоляції;
- випробування підвищеною напругою промислової частоти;
- перевірка дії максимальних, мінімальних або незалежних розчіплювачів автоматів;
- перевірка роботи контакторів і автоматів при поніженном і номінальному напрузі оперативного струму;
- перевірка релейної апаратури.

При періодичних перевірках роботу проводять по тій же програмі, окрім перевірки схем управління, сигналізації і блокувань.

Перевірка стану ізоляції. Всі електричні апарати напругою до 1000 В перед введенням в експлуатацію винні пройти ревізію (огляд) механічної частини і перевірку стану ізоляції. При цьому опір ізоляції перевіряють мегаомметром на напругу 500-1000 В, а електричну міцність ізоляції - підвищеною напругою перемінного струму промислової частоти 1000 В протягом 1 мин.

Перевірку опору ізоляції і випробування її підвищеною напругою потрібно проводити на повністю підготовленому до роботи устаткуванні. Ізоляцію, як правило, випробовують одночасно на всій групі електрично зв'язаних апаратів із сполучними проводами, опір ізоляції одного приєднання повинно бути не менше 1 Мом, інакше необхідно роз'єднати випробовуване приєднання більш дрібні групи для виявлення слабкого вузла.

Вторинні ланцюги управління, захисту, вимірювання і тому подібне, а також шини постійного струму і шини напруги на щиті управління (при від'єднаних ланцюгах) при здачі в експлуатацію повинні мати опір ізоляції не менше 10 Мом.

Опір ізоляції апаратів з номінальним напругом 24 і 48 У вимірюють мегаомметром на напругу 250 В опір ізоляції блоків з напівпровідниковими приборами перевіряють мегаомметром на напругу 100 В.

При виявленні елементів апаратури із знизеним опором ізоляції, наприклад котушок контакторів, пускателей і ін., такі елементи, як правило, замінюють. Якщо ізоляція зволожена, її сушать гарячим повітрям або струмом, прощо пускається через котушку.

При введенні в експлуатацію нової апаратури вибірково вимірюють опір котушок апаратів постійному струму.

Порівнюють результати вимірювань опорів котушок однакових апаратів. Відхилення від номінала не винні перевищувати 10%.

Перевірка автоматичних вимикачів. Наставні автомати, що випускаються промисловістю і що знаходяться в експлуатації, по видах захисту діляться на наступних:

- з електромагнітним розчіплювачем, призначені для захисту від коротких замикань;
- з тепловим розчіплювачем, призначені для захисту від перевантажень; з комбінованим (електромагнітним і тепловим) розчіплювачем;
- з розчіплювачем мінімальної напруги. Автомати з електромагнітним розчіплювачем характеризуються струмом уставки електромагнітного розчіплювача:

$$I_{уст} = (7 - 10) \cdot I_{н.р.},$$

где /лл — номінальний ток расцепителя.

Перевірка автоматичних вимикачів

Автоматичні вимикачі серії А3700. По роду максимальної захисту вони мають струмообмежувальне і селективне виконання. Розчіплювачі струмового захисту виконують: для токообмежувачів - на напівпровідникових, біметалевих і електромагнітних елементах; для селективних вимикачів - на напівпровідникових елементах.

Крім того, вимикач може мати розчіплювач мінімальної напруги і незалежний відключаючий розчіплювач для дистанційного відключення вимикача.

При перевірці і настройці автоматичних вимикачів серії А3700 перевіряють відповідність проектним даним наступні параметри:

- номінальна напруга і рід струму дистанційного привода;
- уставки електромагнітних елементів.

Для вимикачів з напівпровідниковими розчіплювачами необхідно перевірити:

- номінальна напруга мережі;
- номінальний струм розчіплювача;
- кратність струму спрацьовування в зоні к.з.;
- час спрацьовування в зоні перевантаження;
- час спрацьовування в зоні к.з. для вимикачів селективного виконання;

- напруга живлення дистанційного розчіплювача і блоно управління при живленні його від стороннього джерела.

Для перевірки працездатності вимикачів з напівпровідниковими розчіплювачами необхідно подати оперативне напруга, випробувати уручну і дистанційно включення і відключення вимикача.

Теплові і електромагнітні розчіплювачі калібрують на заводі-виготівнику, тому в процесі наладки і експлуатації регулюванню вони не підлягають. При наладці проводиться перевірка їх працездатності. Перевірку працездатності теплових розчіплювачів проводять триразовим однофазним змінним номінальним струмом розчіплювача пополюсно.

Перевірку уставки витримки часу спрацьовування в зоні короткого замикання визначають методом послідовного набліження при подачі струму, що перевищує уставку струму в зоні короткого замикання на 20-25% .

Розкид часу спрацьовування повинен бути не більш $\pm 10\%$ заданого часу спрацьовування вимикача при короткому замиканні.

При випробуванні дистанційного приводу перевіряють час включення і відключення вимикача при номінальній напрузі в ланцюзі дистанційного приводу. Час включення і відключення повинне бути не більше 0,3 с. Привід повинен забезпечити надійну роботу при коливаннях напруги на затисках його катушок від 0,85 до 1,1 номінального.

Умовою правильної роботи розчіплювача мінімального напруги є забезпечення надійного відключення виключача без витримки часу при напрузі на котушці нижче 0,3 номінального при змінному і нижче 0,2 номінального при постійному струмі; вимикач не повинен відключати при напрузі на котушці 0,55 номінального і вище; не повинен перешкодити включенню вимикача при напрузі на котушці 0,85 номінального і вище.

Автоматичні вимикачі серії А3100. У об'єм робіт по авто матам серії А3100 входять перевірка теплових і електромагнітних розчіплювачів, а також випробування ізоляції вимикачів.

Уставки розчіплювачів автоматів серії А3100 не регулюються. Після калібрування розчіплювачів на заводі-виготівнику їх кришки опечатують. На місці установки автоматів перевіряють відповідність фактичних уставок розчіплювачів їх номінальним даним для оцінки придатності автоматів в умовах експлуатації.

Струми спрацьовування електромагнітного розчіплювача автоматів А3100 перевищують струми теплового розчіплювача в 9-11 разів.

Якщо автомат відкалібрований так, що при нормальній температурі повітря він спрацьовує за певний час, то при температурі, відмінною від цієї, він спрацьовуватиме за інший час або не спрацьовувати взагалі.

Перевірку електромагнітних елементів випробувальним струмом проводять для кожного автомата окремо. При перевірці електромагнітних розчіплювачів випробувальний струм від навантаження пристрою встановлюють на 30% нижче за струм уставки автоматів А3110 і на 15% нижче за струми установки решти автоматів. При цьому струмі автомат не повинен відключатися. Потім випробувальний струм підвищують до відключення автомата. Струм спрацьовування не повинен перевищувати струм уставки більш ніж на 30% для автоматів А3110 і 15% для решти автоматів.

Електромагнітні елементи комбінованих розчіплювачів

відповідно до рекомендацій заводу-виготівника перевіряють в наступному порядку. До пристрою навантаження підключають еквівалентний опір, рівний повному опору (сумарному опору теплового і електромагнітного розчіплювачів, а також комутуючих контактів) одного полюса випробовуваного автомата. Регулюючим пристроєм устанавлюють струм на 30% нижче за уставки для автоматів А3110 і на 15% нижче для інших автоматів. Не змінюючи значення встановленого випробувального струму від пристрою навантаження, відключают еквівалентне опір. Замість нього по черзі включають всі полюси автомата, при цьому автомат не повинен відключатися.

Після цього еквівалентний опір знов приєднують до пристрою навантаження і встановлюють значення іспитального струму на 30% вище за струм уставки для автомата А3110 і на 15% - для інших автоматів. Потім, не змінюючи встановленого іспитального

струму, відключають від пристрою навантаження еквівалентне опір і по черзі включають всі полюси автомата. В цьому випадку автомат відключається під дією електромагнітних елементів. Щоб переконатися в цьому, після кожного відключення необхідно (поки не остигнули теплові елементи) спробувати включити автомат у ручну. Якщо автомат включається нормально значить, він був відключений від електромагнітного елемента. При спрацьовуванні теплового елемента повторне включення автомата не відбувається.

Схема випробування расцепителей автоматів приведена на малюнку 6.5 Дистанційний розчіплювач автомата винен чітко спрацьовувати при напругенні в межах від 0,75 до 105% номінального.

Автоматичні вимикачі серії АП-50 і АП-50Б та інші.

Вимикачі випускають з тепловими, електромагнітними або комбінованими розчіплювачами. Є можливість регулювання уставки струму одночасно у всіх полюсах від 100 до 60% номінального значення. Фактична уставка може мати відхилення $\pm 25\%$.

Наладка і регулювання магнітних пускачів теплових реле і пристроїв температурного захисту

Магнітні пускачі. В даний час в експлуатації знаходяться пускачі серії ПМЕ, ПАІ, ПМА і ПМЛ. У дальшому виробництво пускачів ПМЕ, ПАІ і ПМА намічене прекратити, і повністю замінити пускачами серії ПМЛ. Проте налагоджувальні роботи для всіх типів пускачів аналогічні.

Об'єм робіт при наладці магнітних пускачів наступний: зовнішній огляд; перевірка ізоляції токоведущих частин; вимірювання опору котушок постійному струму; регулювання механічної частини; перевірка і настройка пускача під струмом.

При зовнішньому огляді перевіряють відповідність апарату і його котушок проекту, стан головних і блокувальних контактів і їх пружин, гнучких з'єднань, а також іскрогасних камерів і тому подібне Опір ізоляції котушок і контактів целесообразале вимірювати спільно з схемою управління в цілому. Вимірювання виконують мегаомметром на напругу 500-1000 В. Сопротивленіє ізоляції котушок пускачів, згідно ПУЕ повинне бути не нижче 0,5 Мом.

Опір котушок постійному струму достатньо виміряють з погрешністю до 2-3 %. Такі вимірювання можуть бути виконані омметром, мостом типу ММВ і ін.

Магнітні пускачі, що поступили із заводу-виробника, як правило, повністю відповідають каталожним даним.

При пуско-налагоджувальних випробуваннях перевірка механічної часті зазвичай зводиться до наступного: затягуванню болтів, що кріплять підшипники; усуненню затирань в підшипниках; перевірці вільної самоустановки і щільності прилягання якоря до ярма; затягуванню болтів, що кріплять силові контакти і виводи до них; регулюванню розчинів і провалів головних контактів і одночасності їх замикавання; перевірці натиснення контактів (у випадку необхідності), заміні контактних пружин; затягуванню болтів і гайок системи блок-контактів; перевірці центрівки блок-контактів, регулюванню їх зазорів, перевірці і (при необхідності) заміні пружин на пальцях блок-контактів; перевірці відсутності затирання між контактами і дугогасительними камерами; проверке кріплення котушки; зачистці робочих поверхонь головних і блокувальних контактів.

При затиранні в підшипниках слід відпустити що кріплять болти пускачів і, знайшовши положення, відповідне свободному ходу валу, затягнути їх наново.

Щільне прилягання якоря до ярма дає можливість уникнути вібрації (гудіння) і пов'язаного з нею підвищеного зносу апарату. Перевірку здійснюють шунтом завтовшки 0,05 мм. При регулюванні розчинів і провалів переконуються в одночасному замикаванні контактів всіх трьох фаз і, головне, в наявності достаточного провалу. Зменшений провал контакту на одній з фаз може привести до розриву ланцюга, перегріву і навіть згорання обмотки двигуна, включеного на дві фази.

Важливим параметром контактних з'єднань є перехідне опір, залежний від струму, характеру навантаження сили стиснення контактів, матеріалу контактів і ін. На практиці для контролю контактних з'єднань вимірюють падіння напруги при проходженні через контакти постійного струму від джерела живлення з напругою 2-5 В. При вимірюванні сопротивів При перевірці і настройці апаратів під струмом вимірюють напруга втягування і

відпуску. Мінімальне напруженіє на затисках втягуючої котушки, при якому пускач включається надійно, повинно бути не вище 85% номінального.

Нагрів котушок апаратів змінного струму майже не впливає на значення напруги втягування, оскільки активне опір котушок мало в порівнянні з індуктивним. Напруга відпуски не нормується, але його слід зміряти, оскільки воно характеризує стан деяких елементів апарату (остаточний немагнітний зазор, кінцеве натиснення пружин, вільний хід якоря). Напругу відпуску вимірюють також для оцінки надійності утримання пускача при зниженні напруги в живлячій мережі.

Під струмом пускачі випробовують в першу чергу на гуденіє і вібрацію. Причинами гудіння можуть бути погане прилеганіє якорі до ярма, підвищена жорсткість контактних пружин пошкодження короткозамкннутих витків або неправильний підбор (при ревізії і збірці), невідповідність котушки каталожним даним, порушенія шихтовки магнітопровода.

При поганому приляганні якоря до ярма проводять додаткову механічне регулювання, а при необхідності - притірку полюсів.

Слід мати на увазі, що в процесі включення апаратів змінного струму індуктивність котушки значно збільшується у міру зменшення повітряного зазору. Загальне опір котушки визначається в основному її індуктивним опіром, тому струм котушки у момент включення, коли індуктивний опір малий, може бути в 10-15 разів більше чим при підтягнутому якорі. Внаслідок цього перевірку пускачів на напругу втягування потрібно проводити дуже швидко в уникнення перегріву котушок і регульованих пристроїв струмом включення.

Під час випробування пускачів бажано зміряти струм що протікає через котушку при втягнутому якорі і номінальному напрузі. При випробуванні пускачів з навантаженням перевіряється надійність гасіння дуги. Чіткість гасіння дуги оцінюють візуально - по характеру спалаху при розмиканні контактів і по стану контактних пошкоджень.

Теплові реле. У сільськогосподарських електроустановках найбільше розповсюдження мають однополюсні теплові реле серії ТРП, двополюсні серії ТРН і триполюсні серії РТЛ, РТТ. Номінальні струми уставок реле ТРП відносяться до температури навколишнього повітря 40 °С. При виборі уставок цих реле необхідно вводити температурну поправку. Реле серії ТРН випускаються з температурною компенсацією, номінальні струми уставок цих реле відносяться до температури того, що оточує повітря 20 °С.

Промисловість випускає досконаліші триполюсні теплові реле з біметалічними елементами серії РТЛ РТТ. Переваги цієї серії реле полягають в наступному: прискорене спрацьовування при обриві однієї з фаз, температурна компенсація, регулювання струму неспрацьовування, наявність контакту для розмикання ланцюга котушки контактора і включення сигналізації.

На відміну від реле типу ТРН і ТРП реле серії РТЛ і РТТ не мають змінних нагрівальних елементів. Захисні характеристики реле РТЛ дещо краще, ніж у реле типу ТРП і ТРН. Реле не спрацьовує при номінальному струмі і спрацьовує протягом 20 мін, при перевантаженні 1,2. При струмі I_n час спрацьовування реле буде 6-12 з при 0,2-63 А; 8-15 з при 63-160 А; 6-12 з при 160-630 А.

Регулювання теплових реле. Тільки правильно отрегулювання теплові реле можуть захистити електродвигателі від перевантажень.

Температурний захист. Вбудований температурний захист реагує не на причину, а на наслідок аварійного режиму. У начас, що стоїть, промисловість випускає ряд модифікацій пристроїв вбудованою температурною захиті - УВТЗ-1, УВТЗ-1М УВТЗ-4А, АЗП і УВТЗ 5.

Експлуатація розподільних пристроїв, пусковий і захисної апаратури напругою до 1000 В

Загальні положення. Одному з основних завдань експлуатації розподільних пристроїв, пускової і захисної апаратури є безаварійність роботи, виключення простоїв виробничих механізмів. Унаслідок зносу окремих частин старіння ізоляційних матеріалів і неправильного режиму експлуатації пускові, захисні апарати або окремі їх деталі псуються, руйнуються або повністю виходять з ладу.

Отже, для надійної і безаварійної роботи електроустаткування необхідно своєчасно виявляти ці неісправності і усувати.

Своєчасний огляд розподільних пристроїв, кваліфіцерованное технічне обслуговування пусковий і захисний апаратуру забезпечує нормальну їх експлуатацію, способствує збільшенню міжремонтного періоду.

При огляді розподільних пристроїв (РУ) і апаратури до 1000 В черговий персонал перевіряє наступне:

- 1) стан приміщення, справність дверей і вікон, відсутність течя дахів, справність опалювання, вентиляції, освітлення і мережі заземлення;
- 2) наявність і справність засобів безпеки;
- 3) стан контактів ошиновки і рубильників, автоматів, пускачів і др.;
- 4) цілість пломб у лічильників і реле захисту;
- 5) стан ізоляції (запилена, наявність тріщин, ськолов і др.);
- 6) роботу сигналізації і ін.

Всі несправності, відмічені при огляді, записують в журнал оглядів і ремонтів.

Періодичність технічних обслуговувань визначають в основном умовами, в яких працює устаткування, і його ісполненієм. При визначенні періодичності технічного обслуговування апаратура управління і захисту електроприводів враховують також число годин роботи в добу і коефіцієнт сезонності. Технічне обслуговування, як правило, виконують при відключенні устаткування від електричної мережі і в наступующем об'ємі.

1. Оглядають і чистять РУ, щити, складки (залежно від місцевих умов, але не рідше за один раз в 3 мес).

2. Знявши кришку або кожух апарату, видаляють пил, грязь кіптява із зовнішніх і доступних внутрішніх його частин, продувають їх стислим сухим повітрям і очищають обтиральними матеріалом.

3. Гвинти, що ослабіли, і гайки кріплення апарату подтягивають.

4. Перевіряють надійність заземлення металевих корпусов складок, щитів, пускової і захисної апаратури. Ослабевшие контакти розбирають, зачищають контактні поверхнізмащують технічним вазеліном і збирають.

5. Перевіряють полягання контактів в місці приєднань проводів до апаратів. Контакти, що ослабіли, підтягають, а імеющие кольори мінливості, що потемніла або окислювалася поверхню, розбирають, зачищають і збирають.

6. Переконаються у відсутності механічних пошкоджень тріщин, відшаровувань і обуглених ділянок на ізоляції проводів що підводять живлення до апаратів, і проводів ланцюгів вторинної комутації. Ділянки проводів з незначними поврежденіями ізолюють поліхлорвінілової стрічкою.

7. Переконаються в справній дії апарату при включенді його від руки при знятій напрузі, а потім і під напруженієм.

8. Перевіряють цілісність ущільнень апарату.

9. Відновлюють написи, вказуючі приналежність пускової і захисної апаратури до електроприймача.

Особливості технічного обслуговування рубильників, пакетних вимикачів і запобіжників. При технічному обслуговуванні рубильників перевіряють:

1) стан контактних ножів і губок. Що підгоріли і покриті корозією місця, напливи і бризки металу зачищають; що має відшаровування або вигорання ізоляційну панель ремонтують або замінюють новою;

2) входження ножів в губки нерухомих контактів. Ножі повинні входити одночасно, без перекосів і надмірних усилій. Якщо ножі входять нещільно, то губки, що втратили пружність замінюють. Контактні пружини, що ослабіли, ремонту не подлетисне, їх слід замінити новими;

3) контактні з'єднання між выводами рубильника і кабелями, що підводять, роботу механізму приводу. Рубильник повинен включатися і відключатися без надмірних зусиль і заеданій. При великому люфті або заїданні механізму приводу його необхідно відремонтувати при найближчому поточному ремонті.

Якщо рубильник знаходиться у включеному положенні длітільний час (декілька діб), то для видалення плівки окислу що утворилася на ножах і губках, необхідно раз на добу зробити 2-3 включення і відключення рубильника при знятому навантаженні.

При технічному обслуговуванні пакетних вимикачів необхідно:

1) оглянути перемикальну рукоятку, при виявленні дефектів замінити;
2) переконатися у відсутності тріщин або обвуглювання кілець пакетов, дефектні кільця замінити новими.

3) кілька разів включити і відключити знеструмлений пакетний вимикач або перемикач і переконатися, в чіткості роботи фіксаторів у всіх положеннях апарату. Обертання рукоятки повинне відбуватися без додатку надмірних зусиль.

Несправності фіксуєчого механізму усунути.

Технічне обслуговування запобіжників передбачає наступне:

1) огляд патронів запобіжників. При цьому переконуються у відсутності тріщин і ськолов на корпусах патронів, а також отшарувань і прогорань фібрових стінок. Якщо ці дефекти виявлені, запобіжник замінюють;

2) перевірку стану плавких вставок і їх відповідність розрахунковим струмам.

Особливості технічного обслуговування магнітних пускачів і кнопок управління.
При технічному обслуговуванні магнітних пускачів необхідно перевірити наступне:

1) стан контактної системи (відсутність перекосів) одночасність замикавання контактів, чи немає корозії на пружинах головних і блокувальних контактів. Пружини, що мають дефекти, замінити новими заводського виготовлення; кріплення магнітної системи, гвинти, що ослабли, підтягти;

2) стан котушки пускача. Зовнішній ізоляційний покрив котушки повинен бути без темних плям, свідельствующих про місцеві нагрівки. Котушка повинна бути щільно посаджена на сердечник магнітопровода;

3) стан теплових реле. Нагрівальний елемент винен відповідати потужності двигуна, що захищається. При вигоранні металу або викривленні нагрівального елемента його слід замінити новим. При перевірці роботи важеля повернення теплового реле переконатися в його вільному переміщенні і поверненні в початкове положення під дією пружини. При необхідності струм спрацьовування теплового реле відрегулювати регулятором струму уставки.

При технічному обслуговуванні магнітного пускача необхідно виконати декілька включень пускача уручну при відключеній живлячій мережі. При цьому потрібно перевірити: односторонність замикавання головних контактів і блок-контактів, відсутність перекосів контактної системи, легкість переміщення і відсутність заїдань системи рухомих контактів про дугогаситільні камери.

При технічному обслуговуванні кнопок управління пускачем необхідно зачистити що підгоріли і покриті корозією контакти і деталі, переконатися в легкості ходу і відсутності заїдань штовхачів кнопок, в цілості корпусу; якщо він металіческий, перевірити його заземлення.

Особливості технічного обслуговування автоматичних вимикачів. При технічному обслуговуванні вимикачів необхідний:

1) перевірити цілість корпусу і кришки;
2) кілька разів включити автомат за відсутності напруги і переконатися у вільному переміщенні контактів;

3) зняти надфілем з дугогасительних камер і контактів бризки металу;

4) перевірити стан контактів. При сильному обгоранні або зносі металокерамічних накладок контактів до товщини 0,5 мм автоматичний вимикач підлягає заміні;

5) встановити кришку і переконатися у відсутності заїдань ричагов або кнопок управління автоматом.

Технічне обслуговування електрощитів управління, розподільних пунктів, силових шаф і ящиків. При технічному обслуговуванні необхідно: 1) очистити від пилу і бруду корпус і апаратуру;

2) перевірити кріплення електрощита до підстави, ослабевшие гайки і болти підтягти;

3) перевірити цілісність гумових ущільнень. На уплотнительних прокладках не повинно бути глибоких тріщин і разривов. Місця введення і виведення металевих рукавів, кабелів або труб повинні бути герметичними:

4) перевірити справність запоровши і щільність прилягання дверці до корпусу. Виявлені дефекти усунути;

5) перевірити справність сигнальної апаратури. Ослабевшие контакти підсполучних проводів підібгати. Перегоревшие сигнальні лампи замінити;

6) перевірити стан контакту заземлення корпусу, устранитка дефекти.

Технічне обслуговування контрольно-вимірювальних приборів і засобів автоматики. При технічному обслуговуванні необхідно виконати наступне:

1) очистити прилади і засоби автоматики від пилу стислим повітрям;

2) перевірити міцність приєднання проводів до клем приладів і контактам реле;

3) перевірити стан контактів реле. У разі зносу замініть контакти або реле;

4) оглянути прилади і реле, переконатися у відсутності у них механічних пошкоджень.

Що працюють в схемах безконтактних пристроїв автоматического управління пускачі тиристорів, захисні пристрої УВТЗ-1М, ФУЗ-М, ЗОУП, РУДИЙ і ін. є електронні прилади, які обслуговують відповідно до указаніями по експлуатації пристрою автоматики.

Часто управління і захист електродвигунів, а також технологического устаткування здійснюють за допомогою распределительних пристроїв типу РУСЯВИЙ(А), станцій управління ШАП, ЯАА, ША, САА, ШАІ, ШОА і тому подібне, укомплектованих в залежності від потужності і призначення приводу або установки об'єму захит і управління різними типами автоматичних вимикачів, магнітних пускачів і теплових реле.