

Изпитна тема 2 Кабелни електропроводи

2.1 Процеси на нагряване и охлаждане

Известно е, че когато през активното съпротивление на проводниците преминава електрически ток, част от електрическата енергия се превръща в топлина, като количеството ѝ се определя по закона на Джаул— Ленц. Една част от тази топлина се акумулира от проводника, вследствие на което неговата температура се повишава. Когато температурата на проводника надвиши тази на околната среда, от него започва да се отделя топлина навън. Това продължава, докато настъпи топлинно равновесие, при което спира по-нататъшното повишаване на температурата на проводника. При топлинно равновесие цялото количество топлина, което се отделя в проводника, преминава в околната среда.

При голите проводници увеличението на температурата има следните отрицателни последствия: увеличава се дължината им, а оттук и провесът, което може да наруши габарита на електропровода; създават се условия за къси съединения и пожар от леснозапалими вещества, попаднали върху проводниците в затворени помещения; увеличава се окисляването на проводниците, преходното съпротивление в съединителните връзки нараства, с което още повече се повишава температурата на съединението, намалява се механичната якост и се стига до разрушаване на проводниците и на съединителните връзки.

При изолираните, проводници високата температура оказва отрицателно влияние върху физическите и електрическите свойства на изолацията, която при много висока температура се разрушава и електрическата мрежа става негодна за експлоатация.

Поради тези причини максималната температура, до която могат да се нагряват проводниците, е ограничена. Тази гранична температура се нарича максимална допустима температура ($\theta_{\text{доп}}$).

Въз основа на експериментални изследвания и на многогодишен експлоатационен опит за голите проводници на въздушните електрически мрежи е възприета максимална допустима температура 70°C.

За изолираните проводници с каучукова изолация максимално допустимата температура е 50°C, за проводници с топлоустойчива каучукова изолация — 60°C, а за проводници с полихлорвинилова (пластмасова) изолация — до 65°C.

За кабелните мрежи допустимата продължителна работна температура зависи от вида на изолацията и от напрежението. Силовите кабели с изолация от импрегнирана хартия имат следните допустими температури на жилата: за напрежение 6 кV — 65°C; за 10 кV — 60°C; за напрежения 20 и 35 кV — 50°C. При пластмасова изолация — по указание на завода.

2.2 Експлоатационни дейности

Дейностите, свързани с експлоатацията на кабелните електропроводи осигуряват надеждната работа на електрическата мрежа. Те се провеждат в съответствие с изискванията на ПТЕ. Състоят се от техническо поддържане и основен ремонт.

Техническото поддържане е експлоатационна дейност, която се извършва в между ремонтните периоди на кабелните линии и обхваща периодични обходи, огледи и измервания.

Техническото обслужване на въведени в експлоатация кабелни електропроводи включва следните дейности: периодични обходи и огледи на трасетата, изпитвания в съответствие с нормите ПУЕУ и отстраняване на дребни повреди и нередности. Като се знае, че кабелите се полагат в изкопи в земята, тръби, блокове, канали, тунели и тектори, то съдържанието на обходите и огледите при различните трасета е различно.

При кабелни трасета в земята се проверява състоянието на почвата, дали няма слягане, дължащо се на подпочвени води или на оттичащи от повредена инсталация. Извършва се контрол

върху изпълнението на изкопни работи по кабелните трасета или близо до тях, но извършвани с разрешението на организацията, експлоатираща тези съоръжения.

ТБ При обходите и огледите надзорникът трябва да знае, че кабелите са под напрежение, затова не трябва да се доближава до неизолирани части на крайните муфи.

Кабелите и муфите могат да се преместват след изключването на напрежението, заземяването и изпразването на кабела.

При изпитание на кабелите с повишено напрежение откритите тоководещи части трябва да се обградят, за да се избегне допир до тях. Преди подаване на изпитателно напрежение всички хора трябва да се предупредят и отстранят от кабела. На отсрещния край на кабела се поставя предупредителна табела " Стой! Високо напрежение!".

Когато съединителните проводници, по които се подава напрежение за изпитание, преминават през коридори, стълби, проходи, дворове и др., независимо от огражденията трябва да се постави охрана от няколко лица с не по-ниска квалификационна група от III група за непрекъснат контрол.

След изпитанието кабелът се разрежда и заземява, след което могат да се извършват монтажни и ремонтни работи.

Преди включване на кабела под напрежение се проверява дали са свалени всички заземления.

2.3 Дейности при приемане на кабелни линии

Дейностите при приемане на завършените електромонтажни работи по кабелни линии включва:

1. запознаване с проекта и с изискванията в инструкциите за монтаж и безопасна експлоатация;
2. проверка за съответствие с проекта и преглед без подаване на напрежение по постоянна схема;
3. единични изпитвания на отделни съоръжения и създаване на предпоставки за започване на комплексни изпитвания и въвеждане на целия обект в експлоатация;
4. проверка с подаване на напрежение, когато има пълна готовност за захранване на обекта по постоянна схема;
5. комплексни изпитвания.

Всички технически протоколи и актове за предаване и приемане на завършените електромонтажни работи се оформят преди пускането на обекта в пробна експлоатация, като се съобразяват с изискванията в инструкциите за монтаж и безопасна експлоатация на производителите на градивни елементи.

Документите за приемане на електромонтажните работи са част от цялостната документация, която се използва при техническата експлоатация в процеса на нормалната работа на съответния обект или съоръжение от електрическата уредба или електропровода, както и при извършване на ремонти, преустройства и модернизация.

Предавателно-приемателната документация за кабелни електропроводи съдържа:

1. акт за приемане на траншеи, канали, тунели и др., предназначени за полагане на кабели;
2. акт за скрити работи;
3. протокол за изпитванията при производителя на барабана с кабел;
4. протокол за преглед на кабела преди полагането му;
5. протокол за нагряване на кабела на барабана преди полагането му при ниски температури;
6. акт за преглед на кабела в мястото на полагане (траншея, кабелен канал) преди закриването му;
7. акт за разделка на кабелните муфи за напрежение над 1000 V с изключение на съединителните епоксидни муфи;
8. контролно-отчетен паспорт на съединителните муфи за напрежение над 1000 V;
9. протокол за проверка на съпротивлението на изолацията;
10. протокол за изпитване с повишено променливо напрежение на силов кабел след монтажа;
11. схема на кабелните линии, като се посочват и заводските номера на барабаните, положените кабели и тяхната дължина; за кабелни линии за напрежение над 1000 V се посочва и последователността на поставяне на кабелите от барабаните;
12. протокол за изпитване на кабелите непосредствено преди включването им.

Експлоатационен надзор

С цел да се запазят кабелите през цялото време на работа се осигурява надзор по трасето и сигнализация на изкопа. При разкопаването на кабелните трасета не се допускат земекопни машини на по-малко от 1 м от кабелите, както и използването на въздушни пистолети за разравяне на почвата над кабелите на дълбочина по-малка от 0,4 м. При липса на изкопни работи огледите на трасетата на електропроводите, положени в земята, се извършват съгласно местни инструкции, но не по-рядко от един път на 3 месеца.

Кабелите, положени в тунели и колектори, се оглеждат не по-рядко от 1 път на 3 месеца. В тях, в каналите и в другите съоръжения по кабелните трасета се поддържа чистота. Контролира се температурата, която през лятото не бива да превишава тази на външния въздух с повече от 10 °С. Проверяват се работата на вентилацията, на помпите и дренажите, състоянието на носещите конструкции и на строителната част, както и състоянието на кабела, видът на муфите, наличието на маркировки евентуално провисване и доближаване на кабели и др. В тези съоръжения обходите се извършват най-малко от двама души. Всички забелязани нередности или дефекти се отбелязват във ведомостта за дефектите, като се определя и срокът за тяхното отстраняване. По време на обходите и огледите се почистват съоръженията и се отстраняват дребни нередности, без да се изключва напрежението.

Извънредни обходи се извършват след силни дъждове, наводнения или след изключване на линията от релейната защита.

Заключение за състоянието на кабелния електропровод може да се направи въз основа на контролните измервания и профилактичните изпитвания. Контролира се натоварването на жилата и неговата симетричност, като при въвеждането на електропровода в експлоатация се уточняват максималните токови товари. Те се определят за участъци по трасето, по-дълги от 10 м и с най-лоши условия на топлоотдаване. Кабелните електропроводи с напрежение 6-10 кV, ако работят с товар, по-нисък от номиналния, допускат кратковременни претоварвания. Допустимите граници са регламентирани в Правилника за техническа експлоатация на енергопотребителите. Контролира се и температурата на загряването на кабелите в участъците на трасето с най-лошо охлаждане. Времето и сроковете на това измерване са установени с местни инструкции, докато измерването на товарите и напреженията става един път годишно - в периода на максимума и въз основа на него се определя режимът на работа.

Периодично се измерват блуждаещите токове, ако на територията на предприятието има електрифициран релсов транспорт. През първата година от работата на кабелния електропровод или на електрифицирания транспорт се правят 2 проверки, а след това - по графици, определени от отговорника за енергийното стопанство. Ако се констатира опасни потенциални разлики, вземат се мерки за предотвратяване разрушаването на кабелите. Редовно се оглеждат устройствата за намаляване на блуждаещите токове.

Кабелните електропроводи се изпитват с постоянен ток с високо напрежение не по-рядко от 1 път на две години. Това изпитване се прави както за кабелни електропроводи в експлоатация, така и след основен ремонт. В двата случая се използват различни изпитващи напрежения. Например за кабелен електропровод с работно напрежение 20-35 кV в експлоатация то е (4 до 5) U_H , а след основен ремонт - 5 U_H . Изпитването на кабелни електропроводи за напрежение до 1000 V след основен ремонт може да се извърши с мегаометър за напрежение 2500 V.

Увеличен е срокът между две поредни изпитвания, който е не по-рядко от 1 път на 3 години за:

-Кабели, положени в земята, които нямат електрически пробиви в експлоатацията или при профилактични изпитвания в продължение на 5 и повече години,

-Кабели, положени в тунели, канали, в сградите на подстанции, които не са подложени на механични повреди или корозия, нямат монтирани съединителни муфи, или муфи със стара конструкция на открито.

При кабелни електропроводи 3-6 кV с гумена изолация се определя изолационното съпротивление с мегаометър за 2500 V. Изпитването се извършва съобразно местните графици, но не по-рядко от 1 път в годината, а за сезонните предприятия - преди работния сезон. »

За вертикално положени кабели за напрежение 20--35 кV се прави проверка на изсъхването на изолацията чрез измерване на температурата в различни точки на оловната обвивка. Нормираната разлика между измерените стойности е 2-3 °C

Всички профилактични изпитвания се провеждат от специализирана лаборатория. Резултатите се записват в лабораторния дневник и в паспорта на кабела.

Ако по време на работа или при изпитвания настъпят повреди, образци от кабелите и муфите се изпращат в лабораторията за изясняване на причините. Те могат да се дължат на завода-производител, на неправилно съхранение, на допуснати грешки при монтажа и обслужването, на неправилно проведени изпитвания и др.

2.4 Определяне на местата и характера на повредите

Типични повреди за кабелните електропроводи, констатирани при техническото им обслужване, са *пробиви в изолацията на кабелите*, които водят най-често до трифазни къси съединения и пробиви в изолацията на муфите и главите. Определянето на вида на пробива при кабелите - между жилата и между жилата и бронята, респ. земята, става чрез измерване на изолационното съпротивление на всяко жило спрямо другите и спрямо бронята (земята). В първия случай се констатира малко съпротивление на изолацията на повреденото жило спрямо здравите, а във втория - спрямо земята. Освен късо съединение между жилата или между жилото и земята е възможно и *прекъсване*. Затова такъв вид повреда може да се определи с пробна лампа. Търсенето на точното място на повредата най-често се извършва от подвижни лаборатории, снабдени с необходимите за целта апарати и прибори. Познати са много и най-разнообразни методи за определяне на повреденото място, но всички са основани на следните два принципа:

-определяне разстоянието от мястото на измерването до мястото на повредата - в този случай методите се наричат относителни;

-определяне мястото на повредата на самото трасе - методите се наричат абсолютни. .

2.5 Релейни защиты

Релейните защиты се класифицират на отделни видове според предназначението и основния признак на задействане.

Според предназначението релейните защиты са основна, резервна и допълнителна. **Основната** защита е предназначена да изпълнява всички поставени изисквания, особено по отношение на чувствителността и селективността. Тези обикновено представляват и резерва за съседните елементи. В случаите, когато основната защита не може да резервира съседните елементи, се налага поставянето на **резервна** защита. Резервната защита трябва да изпълнява условието за чувствителност. **Допълнителните** защиты се поставят, когато трябва по-бързо да се изключи опасно к.с. Тези защиты подобряват работата на основната.

Според основния признак, който води до тяхното сработване, релейните защиты са, **дистанционна, диференциална или специална.**

В **токовата** защита основният признак е големината на тока. Когато тази големина превиши определена стойност, защитата сработва. Възможно е токовата защита да следи и посоката на мощността при възникване на к.с. В такъв случай тя се нарича *посочна токова*. Този вид защита може да се настрои да заработва със или без закъснение във времето, при големина на тока над допустимата. **Дистанционните** защиты се настройват да заработват при определена големина на съпротивлението. Сработват когато измереното съпротивление до късото съединение стане по-малко

от определена стойност. Вторият признак за сработването им е посоката на мощността при възникване на к.с. Основната и функция е непрекъснато да измерва отношението на напрежението и тока, т.е импеданса. Импедансът е пропорционален на разстоянието до мястото на повредата и това дава наименованието на защитата. Намира се приложение в преносните мрежи с напрежение 110 и повече kV.

Наименованието на **диференциалните** защиты идва от думата диференция, която означава разлика. Такава защита сравнява еднородни електрически величини и сработва, когато разликата помежду им е по-голяма от предварително зададената. Използва се като допълнителна или в съчетание с други видове защиты.

Много често в практиката се използват и **специалните защиты**: газова, термична или др.

2.6 Автоматично включване на резервен електропровод

Схемите за автоматично включване на резервното захранване (АВР) са най-разнообразни и се използват при захранване на потребители, за които е недопустимо прекъсването на електроснабдяването. След като се изключи основното захранване, чрез устройствата за АВР се включват:

- а) резервни въздушни и кабелни електропроводи, когато работният електропровод се изключва поради авария;
- б) резервен трансформатор, когато се изключи работният трансформатор;
- в) сборни шини или секции, когато изчезне напрежението от шините.

Устройствата за АВР се състоят от две части: защита, която трябва да изключи работния източник при възникнала авария, и част, която включва автоматично резервния източник след отпадането на работния. основните изисквания се поставят именно към втората. В схемите на АВР се включва сигнално реле. То се задейства при подаване на импулс за включване на прекъсвача на резервния източник. Чрез звукова или светлинна сигнализация се показва, че е задействала схемата на АВР. Освен това във всяка схема има блокировка, която не позволява включване на резервния източник, когато работният е под напрежение, или повторно подаване на импулс за включване на прекъсвача. Най-често за блокировки се използват блок контакти на прекъсвачите, контакти на контактори и релета.

Схемите на АВР са разнообразни и зависят много от конкретните обстоятелства. При всички случаи те трябва да отговарят на някои основни изисквания:

- а. Уредбата за АВР трябва да действа винаги при загуба на напрежението на основния източник независимо от причината за неговото изчезване.
- б. Включването на резервното захранване трябва да става винаги след изключване на прекъсвача на основното захранване, за да се избегне обратно захранване на к. с. в основното захранване от резервното и да не се включат в паралел източници, които не отговарят на условията за паралелна работа.
- в. Резервният източник да се включва бързо.
- г. Да действа еднократно. Да има блокировка против многократно включване при трайно к. с.
- д. АВР да не действа при едновременна загуба на напрежението на основното и на резервното захранване.
- е. Да не води до включване на резервното захранване при краткотрайно понижаване на напрежението в резултат на близки външни к. с.
- ж. Да не действа при повреда в напрежителните вериги.
- з. Да не действа при оперативни манипулации на персонала.