

Державний навчальний заклад
«Полонський агропромисловий центр
професійної освіти»

**Конспект лекцій з предмету
«Технологія обслуговування
підстанції»**

Автор: викладач професійно-теоретичної підготовки
Плакса Володимир Васильович

Зміст

	стор
1. Автотрансформатори -----	3
2. Вимикач типу ВМП–10-----	5
3. Монтаж масляних вимикачів типу ВМП–10-----	7
4. Вимикач масляний горшковий МГ–10-----	9
5. Вимикач навантаження-----	11
6. Монтаж вимикачів навантаження-----	13
7. Високовольтні апарати-----	14
8. Високовольтні запобіжники-----	17
9. Монтаж високовольтних запобіжників-----	19
10. Вимоги та безпека у відкритих розподільчих установках-----	21
11. Вимоги та безпека в закритих розподільчих установках-----	24
12. Обмежувач перенапруг (ОПН) -----	27
13. Опорні ізолятори-----	29
14. Монтаж опорних ізоляторів-----	33
15. Прохідні ізолятори-----	35
16. Монтаж прохідних ізоляторів-----	37
17. Повітряні лінії електропередач вище 1000В-----	39
18. Струмообмежувальний реактор-----	42
19. Релейний захист-----	45
20. Роз'єднувачі-----	49
21. Монтаж роз'єднувачів-----	52
22. Вимірювальні трансформатори напруги-----	54
23. Монтаж вимірювальних трансформаторів напруги-----	57
24. Вимірювальні трансформатори струму-----	59
25. Монтаж вимірювальних трансформаторів струму-----	62
26. Трансформаторні підстанції-----	64
27. Шинопровід-----	67
28. Монтаж шино проводів-----	70
29. Монтаж кабельних ліній на напругу 10 кВ-----	73

Автотрансформатори

Автотрансформатор — трансформатор, дві або більше обмоток якого мають спільну частину. Це є варіант виконання силового трансформатора, в якому первинна і вторинна обмотки сполучені безпосередньо, і мають за рахунок цього не тільки електромагнітний зв'язок, а й електричний. Обмотка автотрансформатора має декілька виводів (як мінімум 3), при підключенні до яких, можна отримувати різні напруги.

Види автотрансформаторів

Автотрансформатори можуть бути понижувальними і підвищувальними, однофазними і трифазними. У трифазного трансформатора обмотки фаз з'єднують зіркою.

Значного поширення набули автотрансформатори зі змінним коефіцієнтом трансформації. Такі автотрансформатори оснащуються пристроєм, що дозволяє регулювати величину напруги на вторинній обмотці шляхом зміни числа витків. Це здійснюється завдяки ковзному контакту (щітки чи ролика), що переміщується безпосередньо по зачищеній від ізоляції поверхні витків обмотки. Такі автотрансформатори називають регуляторами напруги. Вітчизняною промисловістю виготовляються регулятори напруги невеликої потужності серії РНО (однофазні) і РНТ (трифазні). Автотрансформатори, що призначені для лабораторного використання називають ЛАТР (лабораторний автотрансформатор).

Переваги та недоліки

Перевагою автотрансформатора є вищий ККД, оскільки лише частина потужності піддається перетворенню — це особливо суттєво, коли вхідна і вихідна напруги відрізняються незначно.

Недоліком є відсутність електричної ізоляції (гальванічної розв'язки) між первинним і вторинним колом. У промислових мережах, де наявність заземлення нульового проводу обов'язкова, цей чинник ролі не грає, зате

суттєвою є менша витрата сталі для осердя, міді для обмоток, менша вага і габарити, і в результаті — менша вартість.

Застосування автотрансформаторів економічно виправдане замість звичайних трансформаторів для сполучення ефективно заземлених мереж з напругою 110 кВ і вище при коефіцієнтах трансформації не більших за 3...4.

Умовне графічне позначення

Вимикач типу ВМП–10

Вимикачі маслоливні призначені для комутації кіл трифазного змінного струму з частотою 50 Гц номінальною напругою 10 кВ в нормальних режимах, а також для автоматичного вимкнення цих кіл при коротких замиканнях і перевантаженнях, що виникають в аварійних режимах.

Малооливні вимикачі серії ВМП-10, ВМПП-10, ВМПЕ-10 та інші (відрізняються один від одного типом привода) призначені для роботи в умовах помірного клімату в шафах комплектного розподільчого устаткування (КРУ) і камерах збірних одностороннього обслуговування (КСО) внутрішньої і зовнішньої установки, класу напруги до 10 кВ трифазного змінного струму з частотою 50 Гц.

Управління вимикачами може здійснюватися електромагнітними приводами постійного струму або вмонтованими пружинними приводами.

Структура умовного позначення вимикача

Вимикачі всіх типів максимально уніфіковані й відрізняються за номінальним струмом, перерізом струмопроводу і розмірами виводів, а за струмом відключення - різною конструкцією дугогасних камер розмірами циліндрів і потужністю енергоносія привода.

Будова та робота вимикача

Принцип роботи вимикача ґрунтується на гасінні електричної дуги, яка виникає при розмиканні контактів, потоком газооливної суміші, яка утворюється в результаті інтенсивного розкладу трансформаторної оливи під дією високої температури дуги. Вимикач складається з таких основних частин: рами з приводом, яка є основою вимикача;

трьох полюсів, кожний з яких підвішений до рами на двох опорних ізоляторах;

ізоляторних тяг, що передають рух від привода через вал вимикача до механізму переміщення рухомих стержнів полюсів;

двох міжполюсних ізоляційних перегородок.

З боку привода рама закрита металевим кожухом, в якому є вікно для нагляду за рівнем оливи в полюсах і показчиком положення вимикача, вікно для зчитування показників лічильника кількості операцій вимкнення, вікно для виходу важеля ручки заведення пружин (для вимикача з пружинним приводом), вікно для показчика стану робочих пружин привода, вікно для управління механізмом вкочування і показчика його положення, вікно для кнопок ручного управління.

Полюс вимикача складається з ізоляційного циліндра, на кінцях якого заармовані металеві фланці. На верхньому фланці закріплений корпус, до якого кріпиться головка полюса.

Рис. 1. Вимикач серії ВМПЕ. 1-полюс; 2-ізолятор; 3-рама; 4-ізоляційна тяга; 5- вал; 6- міжполюсна перегородка; 7-опорний гвинт; 8- гвинт.

Для спостереження за рівнем оливи в полюсі на нижньому фланці циліндра встановлений оливопоказчик - скляна трубка з двома граничними рисками.

Для запобігання витіканню оливи при комутаціях в полюсі через олієпоказчик в нижньому фланці встановлений зворотний клапан.

Монтаж масляних вимикачів типу ВМП–10

Оперативне включення і відключення електроустаткування або окремих апаратів зваді ділильних пристроїв і підстанцій, а також їхнє автоматичне відключення під навантаженням і при порушенні встановленого режиму роботи (коротке замикання і перевантаження) здійснюються масляними вимикачами. Розрізняють два види масляних вимикачів — багатооб'ємні (бакові) і малооб'ємні (горшкові).

Вимикач ВМП-10 виготовляють у двох виконаннях: ВМП- 10 для стаціонарних розподільних пристроїв (камери КСО) і ВМП-ІОК для комплектних розподільних пристроїв (КРУ) з осередками викатного типу. У вимикача ВМП-10 на відміну від УМП-ІОК відстані між циліндрами менші і маються ізоляційні перегородки. Вимикач ВМП-10 змонтований на звареній рамі. Усередині рами розташований приводний механізм, що передає рух від приводу рухливим контактам вимикача і складається з приводного вала з важелями, що відключають пружин і масляного і пружинного приводів. До рами на ізоляторах підвішені три полюси вимикача. для підвищення стійкості контактів проти дії електричної дуги і збільшення терміну їхньої служби схемний наконечник рухливого контакту і верхні торці пластин розеточного контакту облицьовані дугостойкою металокерамікою.

Вимикач ВМП-10 поставляють у відрегульованому стані, без масла. Його установка зводиться до зміцнення рами болтами на підставу, перевірки вертикальності апарата і з'єднання вимикача з приводом і струмоведучими частинами із шинами РУ. При ревізії після монтажу й в експлуатації вимикач оглядають і перевіряють стан його внутрішніх частин. для цього знімають з кожного полюса нижню кришку з нерухомим кін тактом, розпірний циліндр і, перевіривши стан внутрішніх частин, знову встановлюють зняті деталі. Нижня кришка повинна щільно прилягати до фланця. Вимикач заливають чистою і сухою трансформаторною олією до рівня по маслопоказнику; при цьому перевіряють наявність і кількість масла в буфері. Потім перевіряють

регулювальні дані вимикача: хід рухливих контактів 240—245 мм, одночасність замикання і розмикання контактів.

Підстанції і розподільні пристрої на напругу до 10 кВ промислових підприємств комплектуються малооб'ємними (горшковими) вимикачами типів ВМГ-10, БМП-10 і ін., що мають малі габарити і масу; їхні контакти облицьовані лугостійкою металокерамікою, що значно збільшує термін служби; дугогасні пристрої легко доступні для огляду і ревізії; після огляду не потрібне повторне регулювання; виводи допускають безпосереднє приєднання алюмінієвих шин.

Основними частинами вимикача ВМГ-10 є полюси (циліндри) і приводний механізм. На сталевій звареній рамі — підставі встановлені шість опорних ізоляторів, на яких укріплені циліндри (на двох ізоляторах — один циліндр). Усередині рами розташований приводний механізм, що складається з обертаючогося у підшипниках горизонтального вала з важелями відключаючих пружин, масляних і пружинних буферів.

Призначення важелів вала — їхній шарнірний зв'язок з контактними стрижнями, що переміщуються в направляючих, для середнього приєднання приводу і для зв'язку з буферними пристроями. Циліндри вимикачів на струм 600 А виконані зі сталі з немагнітним швом, а на струм 1000 А — з латуні. Усередині полюса розташовані ізоляційні циліндри і між ними дугогасна камера, що створює при відключенні поперечно-подовжнє масляне дуття. На нижній знімній кришці циліндра закріплений нерухомий розеточний контакт, а на верхній кришці — прохідний ізолятор з бакелітовою трубкою усередині, що служать направляючими для рухливого контактного стрижня й ізоляцією для нього від металевого циліндра. Рухомий контакт складається зі стрижня, колодки і гнучкого зв'язку; у нижній частині стрижень має наконечник, облицьований металокерамікою. У верхній частині прохідного ізолятора мається ущільнення, що запобігає викид газів і олії з циліндра при відключенні.

Вимикач масляний горшковий МГ-10

Вимикачі, в яких масло використовують тільки як газогенеруючу речовину для гасіння дуги при вимкненні струмів, називають малооб'ємними масляними, чи маломасляними. Ці вимикачі застосовуються як в закритих, так і у відкритих розподільчих пристроях. Для ізоляції струмоведучих частин між собою і від заземлених конструкцій використовуються такі тверді ізолюючі матеріали як порцеляна, текстоліт, склопластик та ін. Малооб'ємні масляні вимикачі мають менші розміри, масу і вміст масла, ніж бакові масляні вимикачі, що полегшує ремонт і нагляд за ними, а також зменшує небезпеку вибуху і загоряння масла. Дугогасний пристрій і контакти однієї фази (полюса) маломасляного вимикача для внутрішньої установки розміщують в сталевому корпусі. Маломасляні вимикачі на напругу 35кВ та вище мають порцеляновий корпус.

З точки зору конструктивних особливостей, а отже їхніх властивостей, маломасляні вимикачі можна розділити на наступні групи:

Вимикачі, у яких контактна пара поміщена в сталевий корпус, ізолюваний від струмоведучих частин порцеляною ізоляцією. До цієї групи відносяться маломасляні вимикачі типу ВМГ-10 (вимикач масляний горшковий) і ВПМ-10 (вимикач підвісний масляний). Раніш у цій групі випускалися вимикачі ВМГ-133.

Вимикачі, корпус яких виконаний з ізоляційного матеріалу. Зв'язок між рухомим контактом і струмоведучими частинами здійснюється за допомогою роликів контактів. До цієї групи відносяться вимикачі серії ВМП (вимикач маломасляний підвісний).

Вимикачі для великих номінальних струмів з двома парами контактів (робочою та дугогасною). Робоча пара контактів розміщена поза дугогасною камерою. Ця група вимикачів має два розриви на фазу.

Вимикачі з великими струмами вимкнення, що мають два дугогасних і два робочих розриви на фазу. До цієї групи відносяться вимикачі серій МГГ,

МГ і ВГМ на напругу до 20 кВ. Робочі контакти дозволяють використовувати такі вимикачі в ланцюгах зі струмом до 12000 А.

Вимикачі серій МГГ, МГ і ВМГ мають два металевих бачки на полюс, ізольованих від заземленої підставки. Контактна система розділена на головні 1, 2 і дугогасні 4, 5 контакти. Нерухомі головні контакти –рублячого типу – 1 розташовані на верхній частині бачка, а рухомі 2 – пальцевого типу - прикріплені до контактної траверси 3. Число пальців визначається номінальним струмом. Нерухомі частини 4 дугогасних контактів розетчаного типу укріплені в днищах бачків. Рухливі частини у виді круглих стрижнів 6 прикріплені до контактної траверси і входять у баки через прохідні ізолятори. У увімкнутому положенні основна частина струму проходить від затиску 6 по кришці бачка до головних контактів 1-2, траверсі 3 і далі до затисків другого бачка. Частина струму відгалужується від основного шляху і проходить по дугогасному шляху: стінках першого бачка, розетчному контакту 4, руховому контактному стрижню 5 до траверси і далі аналогічно до другого бачка.

У процесі вимкнення починають розмикатися головні контакти і весь струм протікає по дугогасним контактам, де і відбувається гасіння виникаючої дуги. При вимкненні вимикача спочатку замикаються дугогасні, а потім головні контакти.

Вимикач навантаження

Вимикач навантаження являє собою триполюсний комутаційний апарат змінного струму для напруги понад 1 кВ, розрахований на вимикання робочого струму, і забезпечений приводом для неавтоматичного або автоматичного управління.

Вимикачі навантаження не призначені для відключення струму короткого замикання, але їх включає здатність відповідає електродинамічній стійкості при коротких замиканнях.

У розподільних мережах 6-10 кВ, вимикачами навантаження часто називають вимикачі з відключаюю здатністю менше 20 кА.

Вимикачі навантаження застосовують у приєднаннях силових трансформаторів на стороні вищої напруги (6-10 кВ) замість силових вимикачів, якщо це можливо за умовами роботи електроустановки.

Оскільки вони не розраховані на відключення струму короткого замикання, функції автоматичного відключення трансформаторів у разі їх пошкодження покладають на плавкі запобіжники або на вимикачі, що належать попереднім ланкам системи, наприклад на лінійні вимикачі, розташовані ближче до джерела енергії.

Комбінація вимикача із запобіжником

Комбінація із запобіжником — це апарат, у якому поєднується роз'єднувач або вимикач-роз'єднувач та запобіжник, що суттєво економить місце у розподільному пристрої та спрощує його виготовлення.

Найпоширенішими комбінаціями із запобіжниками є:

вимикач-роз'єднувач-запобіжник;

запобіжник-вимикач-роз'єднувач.

Перший є простим поєднанням комутаційного апарата з послідовно приєднаним до нього запобіжником. Другий — це спеціально сконструйований апарат, у якому роль рухомого контакту виконує вставка запобіжника.

Керування вимикачами навантаження

Керування цими апаратами зазвичай реалізується залежними ручними операціями замикання та розмикання тобто операціями, у яких швидкісні та силові фактори операції залежать від дій оператора. Оператор повинен швидко виконувати цю операцію. На корпусах апаратів із залежними ручними операціями деякі виробники розташовують напис «Розмикати швидко». У вимикачах-роз'єднувачах-запобіжниках з метою забезпечення надійного відмикання кіл з великими струмами реалізуються незалежні ручні операції, у яких швидкість та сила операції не залежать від дії оператора.

Сучасні вимикачі-роз'єднувачі-запобіжники завдяки великій здатності запобіжника до відмикання забезпечують ефективний захист електроустановок від коротких замикань, а завдяки швидкому розмиканню контактів та потужній дугогасній системі вимикача забезпечують відмикання значних робочих струмів (до 3000 А) та струмів перевантаження. Значення робочих струмів запобіжників-вимикачів-роз'єднувачів зазвичай не перевищує 400 А. Оскільки в цих апаратах реалізуються залежні операції розмикання, допускається й відносно повільне розмикання контактів.

Монтаж вимикачів навантаження

Ревізію, установку і регулювання вимикачів потужності проводять так само як роз'єднувачів. Додатковою операцією є ревізія дугогасної камери, запобіжників, а також механізму автоматичного вимикання.

Вимикачі потужності встановлюють у камерах РП або на металічних конструкціях РП. Вимикачі піднімають на місце засобами механізації з врахуванням маси вимикачів і приводів до них. Розміщують їх тільки вертикально на стіні або на спеціальній конструкції.

Раму вимикача спочатку підвішують на двох болтах і вивіряють за рівнем і виском, потім поперемінно затягують болти, стежачи за правильним входженням ножів у пази дугогасних камер. Не допускається вмикання ножів вручну, оскільки це дуже небезпечно. Після остаточного затягування кріпильних болтів ще раз переконуються у правильності входженням ножів у камери.

Привод розміщують позаду або спереду вимикача. Основною деталлю передачі від привода до вимикача є трубчаста тяга з двома вилками: одну з вилок з'єднують з важелем на валу вимикача, а другу — з секторним важелем привода.

Після встановлення вимикача на місце та закріплення рами перевіряють, чи нема перекосів і чи не порушена центрівка ножів. Положення ножів регулюють поворотом ізоляторів осьових контактів. Хід ножів у камерах не повинен перевищувати 160 мм. Регулювання ходу здійснюють довжиною тяги.

Для випробування вимикача потужності проводять 25 вмикань і вимикань, після яких не повинно спостерігатися порушення регулювання роботи вимикача з приводом. За наявності в приводі електромагніта частину вмикань виконують дистанційно.

Високовольтні апарати

Високовольтні апарати призначені для роботи в мережах напругою вище 1000 В. Високовольтні вимикачі – це пристрої, призначені для вмикання і вимикання електричних кіл напругою вище 1000 В під навантаженням і для автоматичного вимикання при небезпечних перевантаженнях і коротких замиканнях.

Швидке вимикання кіл при короткому замиканні є найбільш відповідальною операцією, яку виконують за допомогою вимикачів, тому що це запобігає пошкодженню устаткування і порушенню нормальної роботи енергосистеми.

Струми короткого замикання в колах високої напруги звичайно досягають десятків і сотень кілоампер.

При розмиканні контактів вимикачів виникає електрична дуга, що збільшує час відключення струму і руйнує контакти. Тому у високовольтних вимикачах необхідне швидке гасіння дуги. Існують різні способи гасіння дуги, засновані на її інтенсивній деіонізації та охолодженні, підвищенні електричної міцності середовища, в якому дуга може виникнути.

Спосіб гасіння дуги є основним чинником, що визначає конструкцію вимикачів.

Розрізняють масляні, повітряні, елегазові, автогазові, електромагнітні, вакуумні та інші вимикачі. Керують вимикачами спеціальним приводом і, як правило, дистанційно. В установках невеликої потужності застосування високовольтних потужних вимикачів недоцільне через їхню велику вартість і розміри. Тому в цехових, сільськогосподарських і підсобних підстанціях використовують так звані вимикачі навантаження. Це – автогазові вимикачі, не розраховані на переривання струмів короткого замикання. Як правило, їх встановлюють разом з високовольтними плавкими запобіжниками.

Роз'єднувачі – це апарати, призначені для комутації ділянок електричних кіл під напругою при відсутності струму навантаження.

Їх застосовують для забезпечення видимого розриву кола, а також для переключень при складанні необхідної схеми електричних з'єднань. Роз'єднувачі можуть бути однополюсними і триполюсними. Поліус роз'єднувачів незалежно від розмаїтості їхніх конструкцій складається з нерухомого і рухомого (ножа) контактів, укріплених на ізоляторах, опорної плити і рами. Роз'єднувачі можуть мати ручний, електродвигуновий або пневматичний привод.

У сучасних потужних електричних мережах для зниження струмів короткого замикання і створюваних ними електродинамічних сил застосовують струмообмежуючі реактори.

Реактор – це котушка індуктивності, розрахована на протікання великих струмів. Для підтримки постійним індуктивного опору реактори виконують без сталевго осердя, внаслідок чого вони мають великі розміри і масу.

Розрядники – апарати для захисту електроустановок від перенапруг (наприклад, при грозі). У розряднику перенапруги знижуються до значень, безпечних для ізоляції мережі, яку захищають, а енергія перенапруги відводиться в землю через заземлюючий провідник.

Принцип дії різних конструкцій розрядників заснований на електричному пробіі ізоляційного проміжку з наступним відновленням його електричної міцності (після зняття перенапруги).

Останнім часом замість розрядників застосовують нелінійні обмежувачі перенапруги (ОПН), які мають значно кращі захисні характеристики. В ОПН ізоляційний проміжок відсутній.

Високовольтні запобіжники

Це апарат що призначений для автоматичного однократного вимкнення електроенергії у разі КЗ або перевантаження.

Використовують для захисту трансформаторів напруги та силових трансформаторів, можуть входити в комплект з іншою апаратурою.

Загальна будова: корпус плавка вставка (декілька), контактна частина і дугогасний пристрій або середовище.

Основні параметри:

1) номінальний струм плавкої вставки (декілька плавких вставок на різні номінальні струми);

2) номінальний струм струм запобіжника цей струм рівний найбільшому з номінальних струмів вставок;

3) відключна здатність;

4) часострумова характеристика залежність часу плавлення від струму.

Плавкі вставки є мідні, цинкові, свинцю і срібла.

При спрацюванні запобіжника виникає електрична напруга яка гаситься у вузькій щілині високим тиском газів і дуттям.

Запобіжники високої напруги.

В електричних мережах вище 1 кВ отримали розповсюдження запобіжники типів ПК (запобіжник з кварцовим наповнювачем), ПКТН (запобіжник кварцовий для трансформаторів напруги), ПСН (запобіжник стріляючий зовнішнього встановлення), ПСКУ (запобіжник стріляючий зовнішнього встановлення керований) і вихлопні запобіжники типу ПВТ. Різновидами таких запобіжників є ПКУ (посилений) і ПКЭ (для екскаваторів).

Будову високовольтного запобіжника розглянемо на прикладі серії ПК – запобіжник з кварцовим наповнювачем.

Рис1. Будова запобіжника типу ПК . а) на струм до 7,5 А; б) на струм більше 7,5 А; 1 – торцева кришка; 2 – латунний ковпачок; 3 – фарфорова трубка; 4 – кварцовий пісок; 5 – плавка вставка; 6 – кульки з олова; 7 – вказівник спрацювання.

Для зниження температури плавлення в запобіжниках ПК може застосовуватись металургійний ефект (напилюється на спіраль крапля свинцю). Робота запобіжника полягає в наступному: при протіканні певних струмів через плавкі вставки вони плавяться плавяться причому спочатку мідні вставки а потім сталеві, після цього під дією пружини на зовні викидається вказівник спрацювання запобіжника. При перегоранні плавких вставок виникає електрична дуга яка гасне за рахунок охолодження кварцовим наповнювачем. При цьому можуть виникати перенапруги до зниження перенапруг застосовують плавкі вставки різного перебігу по довжині і плавкі вставки з іскровими проміжками. В цьому випадку час гасіння дуги дещо зтягується але перенапруги не виникає. Сумарний час спрацювання запобіжника не перевищує 0,008с.

Монтаж високовольтних запобіжників.

В установках на напругу 6 –10 кВ використовують запобіжники з заповненням кварцовим піском. Запобіжники типу ПК використовують для захисту силових кіл, а запобіжники типу ПКТ – для захисту трансформаторів напруги.

Перед монтажем високовольтних запобіжників перевіряють:

- стан фарфорових і металевих частин;
- повноту засипки патронів піском (при струшуванні патронів не повинно бути чути шуму піску, що пересипається);
- справність покажчика спрацювання;
- справність сталених пружинячих скоб (правильність охоплення скобами контактних губок);
- правильність положення обмежувальних і торцевих пластин;
- справність дії замків (відкидних пружинячих скоб);
- відповідність номінального струму патронів поминальному струму контактних основ.

У якісно змонтованих високовольтних запобіжників покажчики спрацювання розташовані таким чином, що їх добре видно обслуговуючому персоналу. Патрони всуваються в губки натисканням однієї руки і не випадають під дією вібрації і динамічних зусиль від коротких замикань.

За допомогою мегомметра перевіряють цілісність плавкої вставки.

Запобіжники не рекомендується монтувати пополюсно на будівельній основі. Якщо ж це необхідно, то запобіжники встановлюють на загальній металоконструкції, яку виготовляють в МЕЗ. Якщо запобіжники монтують на металоконструкції, їх кріплять пополюсно болтами М12 (довжина 50 – 55 мм). Сумісну перевірку всіх трьох полюсів виконують за допомогою рейки і рівня. Цоколь кожного полюса повинен мати надійний електричний контакт з металоконструкцією, щоб забезпечити його заземлення.

Плавкий запобіжник ПК:

а – загальний вигляд, б – патрон запобіжника в розрізі:

1 – фарфоровий патрон, 2 – латунні контактні обойми, 3 – опорний ізолятор, 4 – фланець, 5 – плавкі вставки, 6 – кришка латунної контактної обойми, 7 – показчик спрацювання.

При встановленні запобіжників необхідно точно витримувати відстань між осями опорних ізоляторів кожної фази відповідно з заводськими вимогами.

Встановивши патрони запобіжників (для запобіжників типу ПК – показчиками спрацювання вниз), необхідно впевнитися в тому, що їх обойми входять в контактні пінцети без перекосів. Фіксатори повинні утримувати патрони від поздовжніх зсувів патронів, а замки надійно закріплювати їх в пінцетах. Відхилення від цих вимог усувають в процесі монтажу шляхом невеликих переміщень цоколів ізоляторів або коректуванням форми вигину пінцетів, фіксаторів і замків.

Вимоги та безпека у відкритих розподільчих установках

Збірні і з'єднувальні шини (ошиновку) ВРУ виконують неізолюваними гнучкими сталевими трубами на опорних ізоляторах або жорсткими алюмінієвими трубами на опорних ізоляторах (рідше на натяжних гірляндах).

Жорсткі шини дозволяють застосовувати більш прості несучі конструкції, спростити обслуговування ізоляторів завдяки меншій висоті розташування струмопроводів, усунути небезпеку обривів в колах збірних шин і їх відгалужень, зменшити площу РУ. Проте вартість жорстких шин дещо більша за вартість гнучких шин. Для кріплення жорстких шин потрібні більш дорогі і менш надійні опорні ізолятори, виникає необхідність в установці компенсаторів теплового подовження. Вид ошиновки тісно пов'язаний зі схемою електричних з'єднань РУ і компонуванням його обладнання. В ряді компонувань зручно поєднувати гнучкі та жорсткі шини.

Для кріплення гнучких проводів передбачають портали, для жорстких шин і апаратів – опори у вигляді стійок та стільців або також портали. В наш час всі несучі конструкції – портали, опори, фундаменти – виготовляють із збірних залізобетонних елементів. Сталеві конструкції використовують в двох випадках: при виникненні труднощів з отриманням або доставкою залізобетонних елементів та при великих розрахункових згинальних навантаженнях (можуть мати місце в ВРУ 330 кВ і вище, якщо колони та траверси мають довжину 20 м і більше).

Загальні принципи виконання ВРУ.

Електричні апарати ВРУ розташовують зазвичай в горизонтальній площині, а з'єднувальні шини – в один або декілька ярусів. Обладнання одного приєднання займає горизонтальну смугу, яку за аналогією з ЗРУ називають коміркою. Ніяких роздільних перегородок між обладнанням різних приєднань або в межах одного приєднання, як правило, не передбачають.

Надійність ВРУ досягається дотриманням достатніх ізоляційних відстаней в повітрі між струмопроводними частинами різних фаз і між

струмопровідними і заземленими частинами. При жорстких шинах ці відстані повинні бути не менші за нормовані значення.

Безпеку обслуговування забезпечують розташуванням струмопровідних частин на достатньо великій висоті: нижній край фарфору ізоляторів апаратів повинен бути розташований над рівнем площадки на висоті не менше 2,5 м, а струмопровідні частини – на висоті не менше нормованих значень. Якщо за умовами компоновки або монтажу ці вимоги не можуть бути виконані, то встановлюють внутрішні огороження висотою 1,6 м. Відстань по горизонталі від струмопровідних частин або елементів ізоляції до внутрішнього огороження повинна бути не меншою нормованого значення.

Обладнання різних приєднань розташовують на достатньо великій відстані одні від одного (не менше нормованого значення), чим забезпечують можливість безпечного ремонту обладнання даного приєднання при невідключених сусідніх.

Для зручності обслуговування (монтажу, ремонту, випробування та заміни обладнання) передбачають проїзд вздовж ряду вимикачів. Габарити проїзду повинні бути не менше 4 м шириною і висотою. Проїзд дозволяє використовувати пересувні монтажні механізми, пристосування і лабораторії, а також транспортувати обладнання територією РУ у випадку необхідності його заміни. Висота струмопровідних частин над проїздом повинна бути вибрана таким чином, щоб відстані від них до габаритів механізмів та автотранспортного обладнання були б не менші нормативного значення.

Пожежобезпека. На майданчику ВРУ може бути встановлене обладнання з великою кількістю масла (більше 1000 кг в одиниці) – трансформатори, багатооб'ємні масляні вимикачі, реактори. Для попередження розтікання масла і поширення пожежі при пошкодженні цього обладнання під ним обладнують маслоприймальні ями, засипані гравієм. Маслоприймальник повинен бути розрахований на поглинання повного об'єму масла трансформатора або реактора і на 80% масла для багатооб'ємного масляного

вимикача. Фундаменти маслonaповненого обладнання виконують з матеріалів, що не горять.

Майданчик ВРУ відгороджується від решти території станції внутрішньою огорожею висотою 1,6 м – суцільною, сітчастою або решітчастою.

Вибір типу компоновки ВРУ. Вибір компоновки здійснюють на підставі техніко-економічного порівняння декількох варіантів. При їх співставленні, крім загальних вимог ПУЕ, враховують електричну схему РУ, що проектується, її розташування в загальному генплані станції, наявність типових компонувань. Основними техніко-економічними показниками є: крок комірки, габарити та площа РУ; кількість ізоляторів, розхід ошиновки і несучих конструкцій; вартість матеріалів і будівельно-монтажних робіт.

При компонуванні ВРУ велику роль відіграє кількість рядів розташування вимикачів, кількість ярусів розташування шин, тип роз'єднувачів. Звичайно при переході з однорядного розташування вимикачів на дво- та трирядне ширина зростає, а довжина РУ зменшується. Зі збільшенням кількості ярусів розташування шин зростає висота порталів, які підтримують ошиновку, і знижується надійність РУ.

У ВРУ підвищених напруг приймають роз'єднувачі горизонтально-поворотного та рублячого типів на двох опорних ізоляторах і підвісного типу.

Вимоги та безпека в закритих розподільчих установках

Будівлі ЗРУ споруджують зі стандартних залізобетонних елементів заводського виготовлення: колон, балок, плит міжповерхових перекриттів, стінових панелей тощо. Модулі розмірів будівельних елементів такі: по довжині будівлі – 6 м, по ширині – 3 м, по висоті – 0,6 м. Тому габарити будівель РУ повинні бути кратними вказаним модулям будівельних елементів. Таким чином, спорудження будівель для сучасних ЗРУ ведеться індустріалізованим способом.

Загальні принципи виконання ЗРУ.

Загальні принципи виконання ЗРУ визначають способи виконання вимог, що висуваються до конструкцій РУ.

Локалізація пошкоджень досягається за допомогою системи ізольованих поздовжніх та поперечних перегородок. Поздовжні перегородки відділяють одно від одного обладнання сусідніх приєднань, а поперечні – розділяють обладнання в межах одного приєднання.

Для зручності і безпеки обслуговування обладнання розташовують рядами в камерах – закритих і огорожених. Вздовж фронту камер передбачають коридори обслуговування. Струмообмежувальні реактори установлюють звичайно в закритих камерах і створюють природню проточну вентиляцію цих камер. Повітря поступає в камери з вентиляційного каналу,

розташованого під камерами, або з коридора обслуговування, охолоджує реактори і виходить назовні. Закриті камери, крім того, забезпечують добру локалізацію пошкодження, яке виникло в реакторі. Решту обладнання, як правило, встановлюють у відкритих камерах, які захищені з боку коридора сітчастими або змішаними (комбінацією сіток і суцільних щитів) огороженнями. В результаті все обладнання і ошиновку добре видно з коридорів обслуговування. Приводи вимикачів, рукоятки ручних приводів роз'єднувачів, панелі апаратів керування і захисту розташовують поза камерами – на їх зовнішніх стінах і на підлозі коридору, біля стінок відповідної камери. Висота огороження Н за умови безпеки повинна бути не меншою 1,9 м, а відстань від струмопровідних частин – до суцільних та сітчастих огорожень – не меншою за нормовані значення.

Безпека і зручність ремонту обладнання в ЗРУ забезпечується:

1. Відключенням роз'єднувачів з обох сторін обладнання, що ремонтується, тобто створенням необхідних ізоляційних відстаней і накладанням захисних заземлень. Для надійної ізоляції обладнання, що ремонтується, відстань між струмопровідними частинами, що залишилися під напругою, і ножем роз'єднувача, який відключається, повинна бути не меншою нормованих значень. Для надійної ізоляції ця відстань призначається в 1,08 – 1,15 рази більшою.

2. Поздовжніми та поперечними ізоляційними перегородками, що відділяють обладнання, яке ремонтується, від працюючого обладнання сусідніх приєднань, а також від струмопровідних частин даного приєднання, які залишилися під напругою (наприклад, зі сторони збірних шин). Ізоляційні перегородки обмежують розміри ремонтної зони, тобто простору, що відводиться для проведення ремонтних робіт на даному обладнанні. Надійне відокремлення ремонтної зони від сусідніх працюючих ділянок забезпечується відповідними ремонтними відстанями.

3. Створенням зручної і безпечної ділянки в коридорі обслуговування перед камерою обладнання, яке ремонтується. На цій ділянці можуть бути

розташовані допоміжні механізми і пристосування для проведення ремонтних робіт і апаратура для випробування обладнання.

Пожежна безпека. Для того, щоб знизити небезпеку виникнення вибуху та пожежі, рекомендується застосовувати апаратуру або зовсім без масла (вакуумні, елегазові вимикачі), або таку, яка містить обмежену кількість масла (малооб'ємні масляні вимикачі, масляні трансформатори невеликої потужності). Так, наприклад, в приміщенні РУ допустимо встановлення лише одного масляного трансформатора потужністю не більше 630 кВ×А або двох масляних трансформаторів потужністю до 400 кВ×А кожний. Будівлю, будівельні конструкції та ізоляційні перегородки виконують з вогнестійких матеріалів – металу, залізобетону, шлакоблоків, азбоцементу тощо. Будівлю споруджують звичайно без віконних прорізів, а двері виконують металевими.

Безпека для оточуючих. Для того, щоб виключити можливість проникнення сторонніх осіб в будівлю РУ, всі двері повинні бути на замках, які зовні відкриваються ключем, а зсередини – без ключа.

Зовнішні електричні виводи в будівлі РУ повинні бути безпечні для осіб, які можуть появитися поблизу РУ. Це досягається або огороженням повітряних ввідів, або виконанням їх на безпечній для оточуючих висоті. Мінімально допустиме значення висоти лінійних ввідів (відстань від найнижчої точки проводу до поверхні землі) нормується.

Обмежувач перенапруг (ОПН)

Обмежувач перенапруг (ОПН) — пристрій, призначений для захисту електричного та електронного обладнання від високовольтних стрибків напруги: (грозових та комутаційних).

Обмежувач перенапруги однофазний модульний

Корпус ОПН зі змінною вставкою

Перенапруги у електромережі негативно впливають на якість будь-якої діяльності, пов'язаної з використанням електронних пристроїв. За статистикою, причиною понад 38% випадків виходу з ладу електронного устаткування, є перенапруги мережі електроживлення.

Вплив перенапруг може призвести не лише до пошкодження обладнання та збоїв у його роботі, але і до виходу з ладу елементів самих електроустановок живлення: випрямлячів, розподільних щитів та іншого електрообладнання.

Тому установлення розрядників та обмежувачів перенапруг є дуже важливим засобом захисту електромереж та електрообладнання.

Класифікація

Захист об'єкта від імпульсних перенапруг споруджують за традиційними правилами селективності прийнятими в електротехніці. Тобто на ввіді установлюють найбільш потужний прилад, потім обмежувач з меншою пропускною здатністю, далі ще менше тощо. Тому розділяють обмежувачі перенапруги на наступні категорії:

група А — обмежувачі, призначені для захисту об'єкту від надструмів, викликаних прямим потраплянням грозового розряду в мережу або попаданням в об'єкт, розташований поблизу від повітряної ЛЕП;

група В — обмежувачі, що захищають від імпульсних сплесків в межах 4 кВ;

група С — обмежувачі, які направляють в заземлення все, що пропустив захист В, але не більше 2,5 кВ;

група D — обмежувачі, призначені для захисту споживачів, особливо чутливих до коротких надструмів. Оберігають вони обладнання, стійкість ізоляції яких, не перевищує 1,5 кВ.

Нелінійний обмежувач перенапруг (тип ОПН)

Захисні властивості ОПН, як і вентильних розрядників (РВ) базується на нелінійності вольт-амперної характеристики їх робочих елементів, що забезпечують помітне зменшення опору за підвищених напруг і повернення до вихідного стану після зниження напруги до робочого значення. Низька нелінійність вольт-амперної характеристики робочих елементів у розрядниках, не дозволяла забезпечити одночасно і достатньо глибоке обмеження перенапруг і малий струм провідності при дії робочої напруги, від впливу якої, вдавалось відлаштуватись за рахунок уведення послідовно з нелінійним елементом, низки іскрових проміжків. Значно більша нелінійність оксидно-цинкових опорів варисторів в обмежувачах перенапруг ОПН, дозволила відмовитись від використання у їх конструкціях іскрових проміжків, тобто нелінійні елементи ОПН приєднані до мережі протягом усього терміну служби.

Позначення

На електричних принципових схемах обмежувачі перенапруг позначаються:

4. Нелінійний обмежувач перенапруг (ОПН)

Опорні ізолятори

Опорні ізолятори призначені для ізоляції й кріплення струмоведучих частин в електричних апаратах, розподільних пристроях електричних станцій і підстанцій і в комплектних розподільних пристроях. Опорні ізолятори підрозділяються на опорно-стрижневі й опорно-штирові.

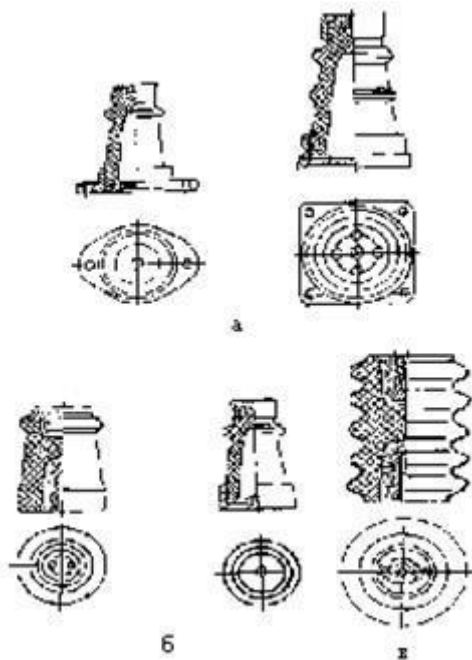
Стрижневий-стрижневі-опорно-стрижневі ізолятори мають суцільний або порожній порцеляновий стрижень із виступаючими ребрами, малюнок 4.11. Знизу й зверху передбачені металеві деталі (армировка) для кріплення ізолятора на підставі й кріплення провідника на ізоляторі. Ізолятори, розраховані на значне механічне навантаження, малюнок 4.11,а, знизу мають овальні або квадратні фланці з отворами для болтів, а зверху - металеві головки з нарізаними отворами для кріплення провідника. Елементи арматур охоплюють тіло ізолятора й з'єднані з порцеляною цементним розчином. Ізолятори, розраховані на менше механічне навантаження, малюнок 4.11,б, не мають фланців і головок. Замість них передбачені металеві фасонні вкладиші з різьбовими отворами, укріплені в поглибленнях порцелянового стрижня. Такі ізолятори мають менші розміри й масу. Для підвищення розрядних напруг ізолятора на бічній поверхні є одне (для $U = 6 - 10$ кВ), два (20 кВ) або три (35 кВ) невеликі ребра.

Для приміщень із підвищеною вологістю й забрудненням повітря застосовують конструкцію опорного ізолятора з ребристою поверхнею, малюнок 4.11,в.

Опорні ізолятори мають наступні умовні позначки: ИОР-6-375 УХЛ, Т2; ИОР-10-750 УХЛ, Т2; ИО-10-750 УЗ; ИОР-20-3000 УХЛ, Т2; ИОР-35-750 УХЛ, Т2.

В умовній позначці типів ізоляторів букви й цифри означають: И – ізолятор; ОБ – опорний; Р – ребристий; перша цифра – номінальна напруга, кВ; друга – мінімальне руйнуюче зусилля на вигин; В, УХЛ, Т – кліматичне виконання; 2,3 – категорії розміщення. Термін служби ізоляторів – не менш 20 років при інтенсивності відмов не більше $6 \cdot 10 \text{ год}^{-1}$.

Опорні ізолятори розраховані на роботу на відкритому повітрі призначаються для ізоляції й кріплення струмоведучих частин в електричних апаратах зовнішніх установок і розподільних пристроїв. Вони підрозділяються на опорно - штирові й стрижневий^ -стрижневі-опорно-стрижневі.

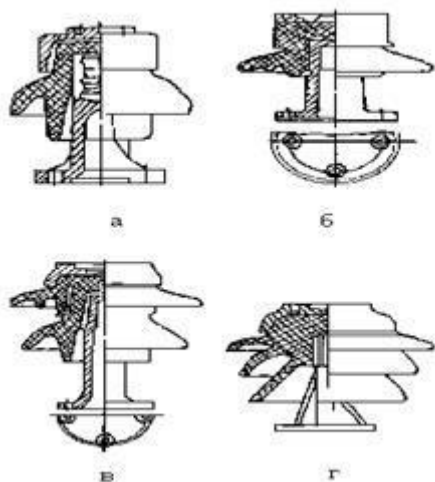


Малюнок 4.11-опорні ізолятори

Штировий^ -штирові-опорно-штирові ізолятори випускаються на класи напруги 6, 10, 20 і 35 кВ. Конструктивно ізолятор складається з ізоляційного тіла, армованого верхніми арматурами - ковпачком ізолятора, що має на торці різьбові отвори, і нижньою арматурами - штирем ізолятора, на якому передбачені отвори для монтажу, малюнок 4.12.

Тіло ізолятора з електротехнічної порцеляни на класи напруги 6 - 10 кВ виконується одноелементним, малюнок 4.12 а, б, на напругу 20 -35 кВ - двох і трохелементним, малюнок 4.12 р. Позначення опорно - штирових ізоляторів містить у собі: ОБ - опорний; Н - зовнішньої установки; Ш - штировий; перша цифра - номінальна напруга, кВ; друга цифра - механічна міцність на

вигин, даний; третя - категорія виконання. Наприклад, ізолятор типу - ОНШ-6-300-І.



Малюнок 4.12 - Штировий^штирові-опорно-штирові ізолятори

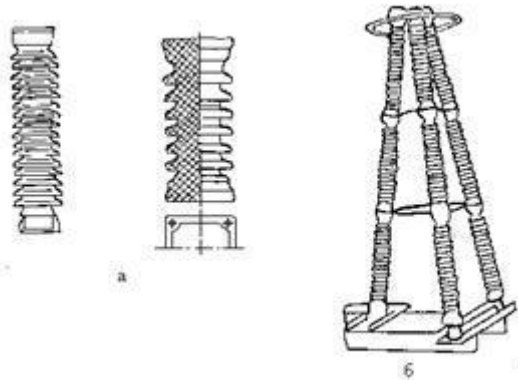
Опорно - штировим ізоляторам властиві наступні недоліки: надмірні розміри, що обумовлює більшу матеріалоемність; технологічні труднощі армування двох і трехэлементных ізоляторів; різні ємності порцелянових елементів, що приводить до нерівномірного розподілу напруги по елементах і збільшенню ймовірності пробою ізолятора.

Стрижневий^стрижневі-опорно-стрижневі ізолятори для зовнішньої установки складаються із суцільного порцелянового циліндра з розвигий бiчною поверхнею, армованого верхніми й нижнім металевими фланцями, малюнок 4.13.

Штировий^штирові-опорно-штирові ізолятори випускаються на номінальні напруги 10, 20, 35 і 110 кВ виконання УХЛ, Т и категорії розміщення І. Мінімальна руйнуюча сила на вигин становить від 300 до 2000 даний. Конструктивне виконання ізоляторів 01, 02, 03.

Стрижневий^стрижневі-опорно-стрижневі ізолятори позначаються в такий спосіб: три букви: И - ізолятор; ОБ - опорний; З - стрижневий; перша цифра - номінальна напруга, кВ; друга - згинаюча сила, даний; третя -

конструктивне виконання, далі - як в опорно-штирових ізоляторів.
Наприклад, ізолятори типу ИОС-110-1000 УХЛ, ТІ; ИОС-35-500-03 УХЛ, ТІ.



Малюнок 4.13- Стрижневий[^]-стрижневі-опорно-стрижневі ізолятори зовнішньої установки

На електричних станціях і підстанціях на більше високий клас напруги збирають вертикальні колонки з ізоляторів меншого класу напруги, наприклад, на 220 кВ із п'яти ізоляторів на 35 кВ. Однак зі збільшенням числа послідовно з'єднаних ізоляторів їхня механічна міцність на вигин зменшується. Тому для забезпечення необхідної механічної міцності використовують вертикальні здвоєні або строєні колонки триноги, малюнок 4.13 б, осі яких розташовуються під деяким кутом до вертикалі.

Монтаж опорних ізоляторів.

Опорні ізолятори призначені для електричної ізоляції струмоведучих частин одна від одної і від землі, а також для кріплення шин до стін, конструкції і т.п. Кожен тип ізолятора маркується літерами н цифрами, що вказують призначення і характеристику ізолятора по групі механічної міцності на вигин, напрузі і току (для прохідних ізоляторів).

До початку монтажу ретельно оглядають ізолятори, перевіряють міцність армування, стан порцеляни, відсутність відбитих країв і відколів; поверхню ізолятора очищають, а в прохідних ізоляторах, крім того, поверхню струмоведущого стрижня або шини зачищають і змащують технічним вазеліном.

Опорні ізолятори спочатку встановлюють в крайніх точках лінії шин; між цими ізоляторами натягують шнур (або дріт), а потім по шнуру встановлюють і вирівнюють по висоті все ізолятори, підкладаючи в разі потреби під їх підставу підкладки, а при установці на металевих: конструкціях - листову сталь. Прокладки не повинні виступати за фланці ізоляторів. Фланці ізоляторів не повинні бути «втоплені» в перегородках або стінах. При подачі на місце монтажу ізолятори піднімають за фланець, а не за ковпачки. Після установки і ізоляторів перевіряють і регулюють їх положення у вертикальній, горизонтальній і похилій площинах. Ковпачки повинні знаходитися в одній площині (щоб уникнути додаткових натяжінь від закріплених на ізоляторах шин), допустиме відхилення ± 2 мм.

Осі всіх стоять в ряду опорних ізоляторів не повинні відхилитися в сторону більш ніж на - 5мм. Положення ковпачків ізоляторів можна вивірити за допомогою рейки довжиною 3-4м.

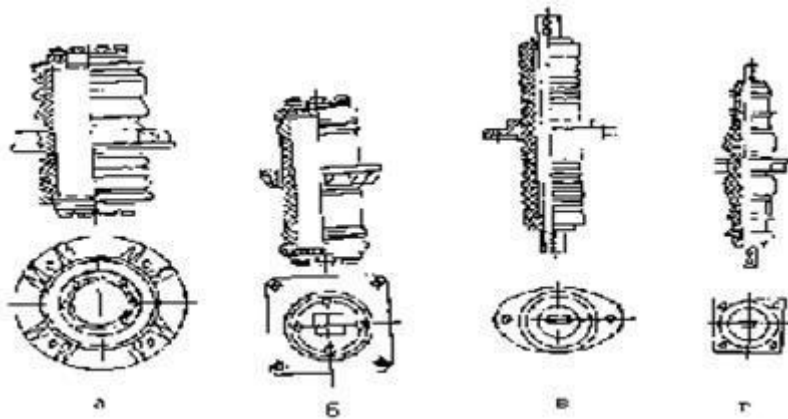
Опорні ізолятори для прокладки по них збірних шин часто встановлюють разом зі сталевими кріпильними конструкціями у вигляді готових укрупнених блоків з доданими шинами, зібраних в майстернях.

Сталеві плити для установки, опорних ізоляторів на струм 1000 А і більше складають з двох половин, ізольованих один одного немагнітними перемичками. У стики між половинами плит поміщають прокладки з немагнітного матеріалу з отворами для проходу і кріплення ізоляторів, Це істотно знижує індукційні втрати електроенергії, в сталевих плитах. Лінійні вводи встановлюють таким чином, щоб зовнішня частина, введення була в положенні, що виключає скупчення в ньому вологи і твердих опадів,

Прохідні ізолятори

Прохідні ізолятори для внутрішньої установки призначені для механічного кріплення й ізоляції струмоведучих частин електричних апаратів і закритих розподільних пристроїв електричних станцій і підстанцій, комплектних пристроїв і трансформаторних підстанцій.

Прохідний ізолятор для внутрішньої установки являє собою порожнє циліндричне тіло, малюнок 4.14, з електротехнічної порцеляни з ребристою зовнішньою поверхнею, армоване металевим фланцем. Усередині порожнини розташовується одна або дві струмоведучі шини.



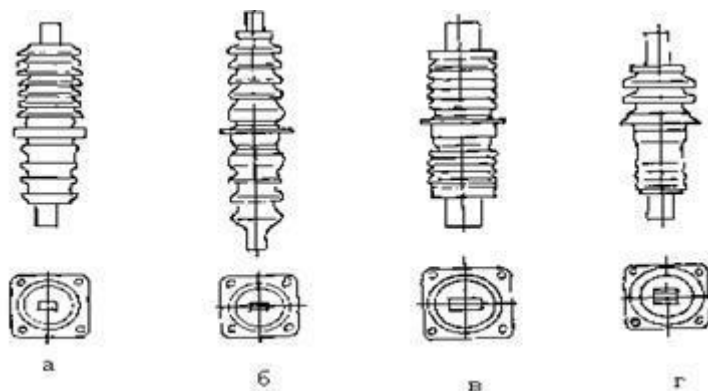
Малюнок 4.14 - Прохідні ізолятори для внутрішньої установки

Промисловість випускає прохідні ізолятори для внутрішньої установки на номінальні напруги 6, 10, 20, 24, 35 кВ і номінальні струми від 300 до 30000 А.

Прохідні ізолятори для зовнішньо-внутрішньої установки призначені для ізоляції й з'єднання струмоведучих частин закритих розподільних пристроїв електричних станцій і підстанцій, комплектних розподільних пристроїв, трансформаторних підстанцій з відкритим розподільними пристроями або лініями електропередач.

Конструкції таких ізоляторів містять одну, дві або три струмоведучі шини, малюнок 4.15.

Прохідні ізолятори зовнішньо-внутрішньої установки мають більше розвинену поверхню зовнішніх ребер і більші розміри для збільшення розрядної напруги під дощем. Дані ізолятори випускаються на номінальні напруги 10, 20, 30 кВ і номінальні струми від 400 до 1000А.



Малюнок 4.15 - Прохідні ізолятори для зовнішньої установки

Прохідні ізолятори на номінальні струми 2000 А и вище з руйнівним навантаженням 2000 Н и більше випускаються без струмоведучих шин, малюнок 4.14 а, б. Розміри внутрішньої порожнини вибирають таким чином, щоб через ізолятор можна було пропустити шину або пакет шин прямокутного перетину, а при дуже великому струмі - трубу круглого або квадратного перетину. Фланці й ковпаки виготовляють із немагнітних матеріалів щоб уникнути додаткових втрат потужності від індуктированих струмів. Прохідні ізолятори мають наступне позначення: И - ізолятор; П - прохідний; В - посилена ізоляція; чисельник - номінальна напруга, кВ; знаменник - номінальний струм, А; наступна цифра - руйнівне навантаження на вигин, Н; потім кліматичне виконання й категорія розміщення. Наприклад, ИП - 20/1000 - 2000 УХЛ2; ИП - 35/1 600 - 750 УХЛ, Т2; ИПУ - 10/1000 - 750 УХЛ, ИП - 35/1000 - 750 УХЛ1.

Монтаж прохідних ізоляторів

При монтажі прохідні ізолятори зовнішньої установки оглядають на наявність тріщин та інших дефектів, так як під час транспортування поверхню ізоляторів могла бути пошкоджена. Також оглядають не стерлася чи поверхнева глазур, яка служить для додаткового захисту та ізоляції виробу. Ізолятори необхідно розміщувати на будь-яких металевих конструкціях для надійного кріплення виробів, а також стійкості шин або повітряних ліній електропередач. Установка ізоляторів прохідних починається з розміщення прохідний плити, яка закріплюється на конструкції або який-небудь арматурі. Далі, ізолятори закривають з двох сторін чавунними ковпаками з металевими перегородками, що мають прямокутні отвори, що нагадують залізничну рейку. Їх розмір залежить від розміру закріплюються шин. На висновках шин виробу між закріпленими шинами встановлюють розпірки.

Прохідні ізолятори використовуються в місцях, де струмоведучі частини проходять через стіни або перекриття будинків, через огороження електроустановок або вводяться у середину металевих корпусів устаткування. Прохідними ізоляторами звичайно називають порцелянові ізолятори на напругу до 35 кВ із відносно простою внутрішньою ізоляцією. Прохідні ізолятори для внутрішньої установки (рис. 10) складаються з порцелянового тіла циліндричної форми з повітряною внутрішньою порожниною, струмоведучого стрижня, металевого фланця і деталей, за допомогою яких струмоведучий стрижень закріплюється і фіксується в ізоляторі. Для зменшення прохідних ізоляторів на напругу 35 кВ вони забезпечуються декількома ребрами. При напрузі 35 кВ у струмоведучого стрижня може виникнути корона. Для її запобігання внутрішня поверхня ізолятора металізується або покривається провідною фарбою і їй передається потенціал стрижня.

Завдяки цьому в повітряних порожнинах навколо стрижня не буде електричного поля, і корона не виникає. Прохідні ізолятори на 6-35 кВ для зовнішньої установки несиметричні. Частина ізолятора, що працює на

повітрі, постачена розвинутими ребрами. Для запобігання проникнення вологи у внутрішню порожнину ізолятора на шапці і стрижні маються ущільнення. Основними характеристиками похідних ізоляторів є: номінальна напруга, робочий струм і припустиме механічне навантаження на струмоведучий стрижень. Позначення, наприклад, П-10/400-0,75 – ізолятор прохідний для внутрішньої установки на 10 кВ, 400 А і 0,75 кН (750 кг.с); ПН-35/1000-0,75 – прохідний для зовнішньої установки на 35 кВ, 1000 А і 0,75 кН (750 кг.с).

Рисунок 10 – Прохідний ізолятор для внутрішньої установки типу П – 10/1000-3 на 10 кВ;

порцелянове тіло;

фланець;

повітряна порожнина;

струмоведучий стрижень.

Повітряні лінії електропередач вище 1000В

Повітряна лінія електропередачі або повітряна лінія електропередавання (ПЛ) — лінія для передавання електричної енергії по проводах, підвішених у повітрі до опор за допомогою ізоляторів та спеціальної арматури. Є однією з основних ланок енергетичної системи, яка призначена для передавання та розподілу електричної енергії напругою до і понад 1 кВ без зміни її параметрів.

Повітряними лініями електропередачі також передають інформацію за допомогою високочастотних сигналів або ВОЛП. Вони використовуються для диспетчерського керування, передавання телеметричних даних, сигналів релейного захисту та протиаварійної автоматики.

Гірлянда підвісних ізоляторів високовольтною лінії електропередачі

ПЛ складається з таких основних конструктивних елементів:

– Проводів різних конструкцій та перерізів, якими передається електричний струм.

– Грозозахисних тросів, які захищають лінії від грозових розрядів.

– Опор різних типів — для підвішування проводів та грозозахисних тросів.

– Ізоляторів або гірлянд ізоляторів для ізоляції проводів від заземлених частин опори.

– Лінійної арматури, яка служить для кріплення проводів і тросів до ізоляторів та опор, а також для з'єднання проводів і тросів.

– Заземлювальних пристроїв та розрядників, які забезпечують відведення струмів блискавки у землю.

Для повітряної лінії електропередачі використовують неізольовані або захищені полімерною ізоляцією багатожильні алюмінієві або сталєалюмінієві проводи з антикорозійним заповненням або без нього, рідше — одно- чи багатожильні сталеві проводи.

Над повітряними лініями електропередачі напругою 110 кВ і вище для захисту від ударів блискавки підвішують заземлені троси зі сталевих або

сталеалюмінієвих проводів. Разом з цими тросами чи вмонтованими у них можуть прокладатись волоконно-оптичні лінії зв'язку.

Опори повітряних ліній електропередачі — дерев'яні, залізобетонні або металеві. Опори можуть встановлюватись безпосередньо у ґрунт або на фундаментах.

Залежно від призначення та способу кріплення ізоляторів до опор розрізняють підвісні ізолятори, які використовують на лініях напругою 35 кВ та більше, і штирові, які застосовують на лініях до 35 кВ. Конструкція підвісних ізоляторів дає змогу складати з окремих ізоляторів гірлянди необхідної довжини залежно від напруги лінії. Штирові ізолятори розраховують лише на одну з електричних напруг лінії, тому лініям різних напруг відповідають різні типи штирових ізоляторів.

До лінійної арматури належать металеві деталі, які використовують для кріплення проводів і тросів до гірлянд ізоляторів і кріплення гірлянд до опор, з'єднання проводів і тросів, підтримування проводів на певній відстані один від одного при розщепленні фаз. За призначенням арматура поділяється на натяжні та підтримні затискачі, з'єднувачі, зчіпні деталі, дистанційні розпірки, захисні кільця і роги та віброгасники.

Лінії напругою 2...110 кВ (середня напруга) використовують для передачі електроенергії від районних підстанцій до населених пунктів і підприємств, що розміщені на відстані 10...20 км.

Лінії напругою 110...330 кВ (висока напруга), а інколи і 500 кВ призначені для передачі великих потужностей між електричними станціями і великими районними підстанціями для електропостачання великих міст або економічних районів на відстані від 30 до 600 км.

Лінії з надвисокою напругою 500 кВ використовують для передачі потужності до 1 млн кВт і служать для забезпечення зв'язку різних енергетичних систем, які розміщені на відстані до 1200 км. Лінії напругою 750 кВ служать для передачі потужності 2...2,5 млн кВт на відстань до 2000 км.

Натуральна потужність та пропускна спроможність ПЛ

Лінія електропередач характеризується індуктивністю і ємністю. Ємнісна потужність є пропорційною до квадрату напруги, і не залежить від потужності, що передається лінією. Індуктивна ж потужність лінії є пропорційною до квадрату струму, а значить, і потужності лінії. За певного навантаження індуктивна і ємнісна потужності лінії стають однаковими, і вони компенсують одна одну. Лінія стає «ідеальною», тобто споживає стільки реактивної потужності, скільки її виробляє. Така потужність називається натуральною потужністю. Вона визначається лише погонними індуктивністю та ємністю, і не залежить від довжини лінії. За величиною натуральної потужності можна орієнтовно судити про пропускну спроможність лінії електропередачі. При передачі такої потужності на лінії мають місце мінімальні втрати потужності, тобто режим її роботи є оптимальним.

Струмообмежувальний реактор

Струмообмежувальний реактор — високовольтний електричний апарат, різновид електричного реактора послідовного увімкнення, що призначений для обмеження струму короткого замикання та підтримання при цьому достатньої напруги на неушкоджених частинах електроустаткування за реактором у мережах змінного струму. Використання струмообмежувальних реакторів забезпечує умови стійкої роботи електричних генераторів та двигунів споживачів в електричних мережах.

Галузь використання

При короткому замиканні (КЗ) в електричних мережах струм в колі значно зростає у порівнянні зі струмом нормального режиму роботи. У високовольтних мережах струми короткого замикання можуть досягати таких величин, щоб підібрати устаткування, яке б змогло витримати електродинамічні сили, що виникають внаслідок протікання цих струмів, не є реальним. Для обмеження струму короткого замикання застосовують струмообмежувальні реактори.

Основна сфера використання реакторів — електричні мережі напругою 6...10 кВ. Інколи струмообмежувальні реактори використовуються в устаткуванні на 35 кВ і вище (110...500 кВ), а також при напругах, нижчих за 1000 В. Реактори використовують також для обмеження пускових струмів синхронних електродвигунів та як споживачі реактивної потужності з метою підвищення пропускної спроможності ліній електропередач.

Конструктивні особливості

Реактор виготовляється у вигляді індуктивної котушки без осердя з магнітного матеріалу. Завдяки цьому він має сталий індуктивний опір, що не залежить від струму, який протікає. Реактори на напругу до 35 кВ (для встановлення в закритих приміщеннях) виконуються у вигляді котушок, витки яких закріплені в бетонних колонах, а на 35 кВ і вище — у вигляді котушок поміщених в сталеві баки, заповнені трансформаторною оливою.

Бетонний реактор

Бетонний реактор має вигляд концентрично розташованих витків ізолюваного багатожильного дроту, залитого у радіально розташовані бруски з бетону з високими механічними показниками. Всі металеві деталі реактора виготовляються з немагнітних матеріалів. Для випадку великих струмів використовують штучне охолодження.

Фазні котушки реактора розташовують так, що при складеному реакторі поля котушок розташовані зустрічно, що є необхідним для подолання динамічних зусиль при короткому замиканні.

Масляний реактор

Масляний реактор складається з обмоток мідних провідників, ізолюваних кабельним папером, які вкладаються на ізоляційні циліндри та заливаються оливою. Олива одночасно є ізолюючим і охолоджувальним середовищем. Для зменшення нагрівання стінок бака від змінного поля котушок реактора застосовують електромагнітні екрани або магнітні шунти.

Електромагнітний екран має вигляд розташованих концентрично відносно обмотки реактора короткозамкнутих мідних або алюмінієвих витків навколо стінок бака. Екранування відбувається за рахунок того, що в цих витках виникає зустрічне електромагнітне поле, яке компенсує основне поле.

Магнітний шунт — це пакети листової сталі, розташовані всередині бака біля стінок, які створюють штучний магнітопровід з магнітним опором, меншим за опір стінок бака, що заставляє основний магнітний потік реактора замикатись по ньому, а не через стінки бака. Для недопущення вибухів, пов'язаних з перегріванням оливи в баку, згідно з ПУЕ, всі реактори на напругу 500 кВ і вище повинні оснащатися газовим захистом.

Сухі реактори

Сухі реактори як новий напрямок в конструюванні струмообмежувальних реакторів застосовуються в мережах з номінальною напругою до 220 кВ. В одному з варіантів конструкції сухого реактора обмотки виконуються у вигляді кабелів (зазвичай прямокутного перерізу для зменшення габаритів і підвищення механічної міцності) з кремнеорганічною

ізоляцією, намотаних на діелектричний каркас. Перевагою застосування кремнеорганічної ізоляції є велика термостійкість, стійкість до електродинамічних навантажень, еластичність, герметичність, незмінність діелектричних і механічних властивостей при тривалому часі експлуатації. В іншій конструкції реакторів провід обмотки ізолюється поліамідною плівкою, а потім двома шарами скляних ниток з проклеюванням і просоченням їх кремнеорганічним лаком і наступним спіканням, що відповідає класу нагрівостійкості Н (робоча температура до 180 °С); пресування і стягування обмоток бандажми робить їх стійкими до механічних напружень за ударних струмів.

Умовна графічна позначка зведеного реактора послідовного увімкнення

Релейний захист

У наш час енергосистема держави пронизує її всю. Вона не знаходиться на самоті, а постійно взаємодіє з іншими галузями господарства. Енергосистема є основою всього у промисловості, торгівлі, в усьому. Саме тому необхідно, щоб вона працювала якомога чіткіше, без аварій, без помилок.

Для цього розробляються різні пристрої, що захищають електричні станції й підстанції, лінії електропередач і т.д. від дуже важких пошкоджень, стрибків напруги тощо. Такі пристрої допомагають відновити частину енергосистеми без втручання людини, якщо пошкодження невелике чи нестійке.

Релейний захист є основним пристроєм електричної автоматики, без якого неможлива нормальна і надійна робота сучасних енергетичних систем. Він здійснює безперервний контроль за станом і режимом роботи всіх елементів енергосистеми і реагує на виникнення пошкоджень і ненормальних режимів.

Призначення релейного захисту

В енергетичних системах на електроукомплектуванні електростанцій, в електричних мережах та на обладнанні споживачів електроенергії можуть виникати ушкодження й ненормальні режими.

Ушкодження в більшості випадків супроводжуються значним збільшенням сили струму й глибоким зниженням напруги в елементах енергосистеми.

Підвищений струм виділяє велику кількість тепла, що викликає руйнування в місці ушкодження, й небезпечне нагрівання неушкоджених ліній, через котрий цей струм проходить.

Зниження напруги порушує нормальну роботу споживачів електроенергії й стійкість паралельної роботи генераторів і енергосистеми в цілому. Ненормальні режими звичайно приводять до відхилення величин напруги, струму й частоти від номінальних значень. При зниженні частоти й

напруги створюється небезпека порушення нормальної роботи споживачів і стійкості енергосистеми, а підвищення напруги й струму загрожує ушкодженням обладнання та ліній електропередачі.

Таким чином, ушкодження порушують роботу енергосистеми й споживачів електроенергії, а ненормальні режими створюють можливість виникнення ушкоджень або розладу роботи енергосистеми.

Для забезпечення нормальної роботи енергетичної системи й споживачів електроенергії необхідно якнайшвидше виявляти й відокремити місце ушкодження від неушкодженої мережі, відновлюючи таким шляхом нормальні умови роботи енергосистеми й споживачів. Небезпечні наслідки ненормальних режимів також можна запобігти, якщо вчасно виявити відхилення від нормального режиму й вжити потрібні заходи що до його усунення (наприклад: знизити струм при його зростанні, підвищити напругу при її зниженні і т.д.).

У зв'язку із цим і виникає необхідність у створенні й застосуванні автоматичних обладнань, що виконують зазначені операції й для захисту системи і її елементів від небезпечних наслідків ушкоджень і ненормальних режимів. Спочатку в якості захисних обладнань застосовувалися плавкі запобіжники. Однак у міру зросту потужності й напруги електричних установок і ускладнення їх схем комутації, такий спосіб захисту став недостатнім, у силу чого були створені захисні обладнання, створені за допомогою спеціальних автоматів - реле, що одержали назву релейного захисту. Релейний захист - це комплекс автоматичних обладнань, призначених для швидкого виявлення й відділення від електроенергетичної системи ушкоджених елементів цієї системи.

Пристрої автоматики в електричних системах

У сучасних електричних системах релейний захист тісно пов'язаний з електричною автоматикою, призначеної для швидкого автоматичного відновлення нормального режиму й живлення споживачів.

До основних обладнань такої автоматики відносять:

Автомати повторного включення (АПВ).

Автомати включення резервних джерел живлення й обладнання (А В Р).

Автомати частотного розвантаження (АЧР).

Основні види пошкоджень і ненормальних режимів, що виникають в електричних установах

Пошкодження в електрообладнанні.

При виникненні пошкоджень захист виявляє й відключає від системи ушкоджену ділянку, впливаючи на спеціальні силові вимикачі, призначені для розмикання струмів ушкодження.

При виникненні ненормальних режимів захист виявляє їх і залежно від характеру порушення виконує операції, необхідні для відновлення нормального режиму, або подає сигнал черговому персоналу.

Більшість пошкоджень в електричних системах приводить до коротких замикань

Основними причинами пошкоджень є:

- Порушення ізоляції, викликане її старінням .
- Помилки персоналу при операціях (відключення роз'єднувачів під навантаженням).

Ненормальні режими

До ненормальних, відносяться режими, пов'язані з відхиленням від допускових значень величин току, напруги й частоти, небезпечних для обладнання або стійкої роботи енергосистеми.

а) Перевантаження обладнання, викликане збільшенням струму, що потребує це обладнання.

б) Зниження частоти, викликане нестачею генераторної потужності, звичайно виникає при раптовому відключенні частини працюючих генераторів.

в) Підвищення напруги понад допустових значень, виникає звичайно на гідрогенераторах при раптовому відключенні їх від навантаження.

Роз'єднувачі.

Роз'єднувачами називають апарати, призначені для зняття напруги зі знеструмлених окремих ділянок електричної мережі високої напруги відділенням їх від частин установки, що знаходяться під напругою, а також для створення видимого повітряного проміжку (розриву).

Оскільки роз'єднувачі не мають дугогасних пристроїв, їхнє можливе увімкнення і вимикнення під струмом супроводжується утворенням між контактами стійких електричних дуг, які взаємодіючи між собою, приводять до міжфазних коротких замикань.

Оперативні переключення роз'єднувачами допускаються тільки при вимкнутому вимикачі відповідного ланцюга (крім операцій переходу з однієї системи шин на іншу). Для запобігання можливості виконання операцій роз'єднувачем при увімкненому вимикачі застосовують систему механічного чи електричного блокування, що не допускає увімкнення або вимкнення роз'єднувача при увімкненому вимикачі. Як виняток "Правилами технічної експлуатації електричних станцій і мереж" з метою спрощення схем допускається використання роз'єднувачів для проведення деяких операцій, які супроводжуються вимкненням або вимкненням струмів невеликих сил.

У закритих розподільних пристроях трьохполюсними роз'єднувачами на напруги 6, 10, 35 кВ зі стандартними відстанями між полюсами дозволяється відключати струм замикання на землю відповідно силою 7,5; 3,1; 5 А і зарядний струм силою 2,5; 1,0; 0,5 А на фазу.

Роз'єднувачами дозволяється також включати і відключати нейтралі трансформаторів і дугогасні котушки (при відсутності в мережі замикань на землю), зарядний струм шин і обладнання (крім конденсаторних батарей), а також включати і відключати обхідні роз'єднувачі, якщо увімкнений шунтуючий ними вимикач. Допускається вимкнення і вимкнення трьохполюсними роз'єднувачами при напрузі 10 кВ і нижче навантажувального струму ліній силою до 15 А.

Основні параметри роз'єднувача: значення номінальної напруги, сила номінального струму, сила п'ятисекундного струму термічної стійкості, максимально допустимого струму (амплітудне значення).

По місцю розташування розрізняють роз'єднувачі для внутрішніх і для зовнішніх установок.

По конструкції розрізняють роз'єднувачі наступних типів: рубильникового, ножі якого обертаються в площині осей ізоляторів; поворотного з обертанням ножів у площині, перпендикулярній до осей ізоляторів; штепсельного, з ізоляторами, що рухаються уздовж своєї осі (застосовуються в КРУ); з рубильниковими, обертаними навколо своєї осі ножами; з падаючими руховими контактами (при увімкненні); пантограного типу.

Крім робочих ножів, роз'єднувачі можуть забезпечуватися додатково заземлюючими ножами, призначеними для закорочування і заземлення фаз частин установок при ремонтах (після повного їхнього вимкнення від інших частин, що знаходяться під напругою).

Роз'єднувачі для внутрішньої установки виконуються одно- і триполосними рубильникового типу. Основні частини роз'єднувача: металева рама; нерухомі ізолятори; рухомі ізолятори; нерухомий контакт; ніж (рухомий контакт); вал із приводним важелем для шарнірного приєднання рухливих ізоляторів із шарнірно-приєднаними з іншої сторони ножами.

Керування роз'єднувачем здійснюється поворотом його вала. На роз'єднувачах, призначених для вимкнення струмів малих сил, передбачаються роги, що грають роль дугогасних контактів, на яких відбувається розрив дуги.

Важливо вдало розташувати підведені шини стосовно ножа роз'єднувача (під кутом). Невдале розташування може стати причиною виникнення значних зусиль через електродинамічну взаємодію струмів шини і ножа. Особливо великі ці зусилля при струмах короткого замикання. Для запобігання самовимкнення роз'єднувачів потрібно прагнути розташовувати шини стосовно ножів роз'єднувача так, щоб зусилля звести до мінімуму. На

однополюсних роз'єднувачах, керованих за допомогою штанги, передбачені спеціальні запірні пристрої.

Роз'єднувачі для внутрішньої установки розміщуються на стіні чи на металевій конструкції. Рама роз'єднувача заземлюється. При наявності на роз'єднувачі заземлюючих ножів, передбачається механічне блокування, яке не допускає вмикання ножів, що заземлюють, при увімкнених робочих ножах і навпаки.

Роз'єднувачі для зовнішньої установки розміщаються на спеціальних металевих чи залізобетонних конструкціях. На напругу 35 кВ і вище роз'єднувачі виконуються у виді трьох окремих полюсів, що на місці установки з'єднуються трубчастими тягами чи валами в один трьохполюсний апарат, керований одним приводом.

Роз'єднувачі – це неавтоматичні комутаційні апарати, тому приводи їх неавтоматичні - безпосередні, або дистанційні.

Розрізняють ручні, електричні і пневматичні приводи роз'єднувачів.

Застосування електропривідних і пневматичних приводів дає можливість здійснювати дистанційне керування роз'єднувачами.

Монтаж роз'єднувачів

Роз'єднувачі, що приймаються під монтаж, підлягають ревізії. Їх контактні поверхні не повинні мати раковин, плівок окису і погнутості. При виявленні плівок окису їх видаляють за допомогою м'якої сталльної щітки. При наявності погнутості роз'єднувач ремонтують. Під час ревізії ретельно перевіряють наявність деталей роз'єднувача (відсутність хоча б одної з них не дозволяє вводити роз'єднувач в експлуатацію) і правильність ходу його ножів, які повинні входити в контакти рівно, без перекосів, по можливості по осевій лінії. Після ревізії роз'єднувач встановлюють, кріплять і регулюють сумісно з приводом.

Роз'єднувачі виготовляють однополюсні і трьохполюсні.

а)

б)

Рис.1 Роз'єднувач трьохполюсний типу РВ - а і привод роз'єднувача - б: 1 – вал; 2 – важіль валу; 3 – фарфорові тяги; 4 – нерухомі контакти; 5 – поводок; 6 – сталльні пластини; 7 – рухомі контакти.

В прийнятих скороченнях найменувань роз'єднувачів, наприклад, роз'єднувач типу РВО-10/400, позначають: Р – роз'єднувач, В – внутрішня установка, О – однополюсний, цифри – напруга до 10 кВ, струм 400 А.

Контактну систему роз'єднувача (ножа) типа монтують на опорних ізоляторах, закріплених на сталльному цоколі. Рухомий контакт складається з двох мідних пластин, а нерухомий виконаний у вигляді стійки. Необхідний

тиск в контактах у включеному положенні роз'єднувача створюється за допомогою пружин. Стальні пластини являють собою магнітні замки. В момент протікання струмів к. з. вони під дією магнітних сил збільшують тиск в контактах.

Роз'єднувачі типу РВК-10/3000 на напругу 10 і 20 кВ випускаються у вигляді окремих полюсів. В майстерні МЕЗ проводять ревізію полюсів роз'єднувачів і комплектують їх в трьохполюсні.

Трьохполюсні роз'єднувачі для внутрішньої установки монтують у вертикальному, горизонтальному і нахиленому положеннях.

В процесі монтажу регулюють ножі роз'єднувача. При правильному регулюванні входження ножів в нерухомі контакти відбувається одночасно і без перекосів (допуск не більше 3 мм). Величина зусилля витягування ножа з нерухомого контакту одного полюса повинна відповідати вимогам заводської інструкції, але має бути не менше 10 – 12 кг для роз'єднувачів на 400 А, 16 – 18 кг – на 600 А і 35 – 40 кг – на 1000 А.

Велике значення при монтажі має правильне з'єднання роз'єднувача з приводом. При цьому включеному положенню роз'єднувача буде відповідати верхнє положення рукоятки привода або крайнє праве положення маховика. Включенню роз'єднувача повинно відпо – відати праве обертання маховика, а відключенню – ліве.

Крайні положення ножа роз'єднувача у включеному і виключеному стані фіксують за рахунок упору рухомих частин привода: ножі не повинні доходити до упору на 2 – 3 мм.

Перед вводом в експлуатацію роз'єднувачі перевіряють багатократним включенням і відключенням за допомогою привода. При цьому не повинно бути заїдань або ударів. Удари ножів по ізолятору усуваються зміною довжини тяги і ходу обмежувачів і обмежувальних шайб, а удари по нерухомому контакту – переміщенням ізолятора на цоколі або нерухомого контакту на головці ізолятора.

Вимірювальні трансформатори напруги

Трансформатор напруги - вимірювальний трансформатор, у якому за нормальних умов використання вторинна напруга є пропорційною до первинної напруги та за умови правильного вмикання зміщена відносно неї за фазою на кут, близький до нуля.

Трансформатор напруги використовують для перетворення високої напруги в низьку в колах релейного захисту та контрольно-вимірювальних приладів і автоматики. Застосування трансформатора напруги дає змогу ізолювати логічні кола захисту і кола вимірювання від кіл високої напруги.

Конструктивні особливості.

Умовна позначка трансформатора напруги на електричних схемах.

Трансформатори напруги застосовують у розподільних пристроях середньої та високої напруги й призначені для передачі інформаційних сигналів вимірювальним пристроям, лічильникам, а також пристроям захисту й керування, тому вони, як і трансформатори струму, мають декілька вторинних обмоток. Трансформатори напруги зазвичай є однофазними і застосовуються у розподільних пристроях комплектами з трьох трансформаторів, кожний з яких має тільки одну первинну обмотку з великою кількістю витків, набагато більшою, ніж кількість витків вторинних обмоток.

В одних конструкціях первинна обмотка може бути повністю ізолюваною від системи заземлення: незаземлюваний трансформатор напруги — трансформатор напруги, у якого всі частини первинної обмотки, включно з виводами, ізолюваними від землі на рівень, відповідний до нормованого рівня ізоляції. Інша конструкція: заземлюваний трансформатор напруги — однофазний трансформатор напруги, один кінець первинної обмотки якого призначений для глухого заземлення, або трифазний трансформатор напруги, у якого спільна точка з'єднаної у зірку первинної обмотки призначена для глухого заземлення.

Використовується також трансформатор напруги нульової послідовності — трифазний трансформатор напруги або група з трьох однофазних трансформаторів напруги, які мають вторинні обмотки, з'єднані у розімкнений трикутник так, аби поміж відповідними виводами отримати напругу, яка відповідає напрузі нульової послідовності що існує у прикладеній до первинних виводів трифазній напрузі.

За призначенням трансформатор напруги буває:

– трансформатор напруги для вимірювань — трансформатор напруги, призначений для пересилання інформаційного сигналу до засобів вимірювань;

– трансформатор напруги для захисту — трансформатор напруги, призначений для пересилання інформаційного сигналу пристроям захисту та (або) керування;

– трансформатор напруги подвійного призначення — трансформатор напруги з одним магнітопроводом, що виконує дві функції — вимірювальну та захисну. У такого трансформатора може бути одна чи декілька вторинних обмоток;

узгоджувальний трансформатор напруги — трансформатор напруги для узгодження номінальної вторинної напруги основного трансформатора та номінальної напруги навантаження.

Основні характеристики

Основними кількісними характеристиками трансформатора напруги є номінативна первинна напруга, номінативна вторинна напруга, а також клас точності, який визначає встановлені стандартом ДСТУ ІЕС 60044-2 межі похибки напруги та кутової похибки при визначених умовах роботи трансформатора.

Рис.4. Схеми включення однофазних вимірювальних трансформаторів напруги з одного вторинною обмоткою: а - схема зірка - зірка для електроустановок 0,5 - 10 кВ з ізолюваною

нейтраллю, б схема відкритого трикутника для електроустановок 0,38 - 10 кВ, в - те ж для електроустановок 6 - 35 кВ, г - включення трансформаторів напруги 6 -18 кВ за схемою трикутник - зірка для живлення пристроїв АРВ синхронних машин.

Монтаж вимірювальних трансформаторів напруги

Трансформатори напруги призначені для зниження вимірюваної напруги при його значенні більш 400 В до напруги 100 В, необхідної для живлення вимірювальних приладів, ланцюгів автоматики, сигналізації і релейного захисту від замикань на землю. Їх виготовляють двох видів: сухі — із природним повітряним охолодженням і масляні — з масляним заповненням.

Сухі трансформатори напруги типу НОСК призначені для комплектації розподільних шафів, що заливаються компаундом. Технічні характеристики трансформаторів напруги типів НОМ-10, НТМК-10, НТМИ-10, застосовувані при монтажі в ЗРУ на 6—10 кВ, приведені в довідниках і каталогах. Перед монтажем у трансформаторах напруги перевіряють рівень



масла, справність маслопоказчика і наявність паспортної таблички, відсутність ушкоджень бака, течії масла між баком і кришкою або з-під фланців виводів. При об'єднанні живлення ланцюгів виміру, захисту й автоматики застосовують трансформатори напруги НТМИ-6-66 і НТМИ-10-66.

При електричних іспитах трансформаторів напруги вимірюють опір ізоляції обмоток; визначають полярності виводів вищої і нижчої напруги і перевіряють коефіцієнт трансформації. У маслonaповнених трансформаторів напруги перед монтажем беруть пробу олії, випробуючи її в обсязі, передбаченому ПУЭ.

При монтажі трансформаторів напруги спочатку встановлюють опорну конструкцію (якщо трансформатор не встановлений безпосередньо на бетонній підлозі); потім піднімають на робоче місце і встановлюють трансформатор і приєднують заземлення. Трансформатор установлюють так, щоб доступ до спускної пробки був з боку коридору керування (відстань від

рівня підлоги до пробки повинна бути не менш 200 мм) або передбачають відповідний приямок.

Опорні конструкції для трансформаторів напруги можуть бути різноманітного виконання. Конструкцію для установки трансформатора НТМИ-10 виготовляють з кутової сталі і закріплюють безпосередньо на підлозі камери. Нижній косинець разом з підставами стійок заливають бетонним розчином. У ряді випадків у проектах передбачають установку в камері закритого РУ підстанції чотирьох трансформаторів НОМ-10 на конструкції, виготовленої з кутової сталі.

Ці трансформатори піднімають на конструкцію блоком або таллю. Під час установки трансформаторів їхні первинні зажими «висока напруга» (ВН) повинні бути закорочені і заземлені, а проводи вторинного ланцюга «низька напруга» (НН) відключені, тому що при випадковому підключенні до них проводів освітлювальної або силової мережі на виводах первинної обмотки трансформатора з'являється висока напруга.

Монтуючи трифазні трансформатори напруги, враховують загальний порядок чергування фаз, прийнятий у РУ. В однофазних трансформаторів вивод, що має маркірування Х, заземлюють. Якщо встановлюють три однофазних трансформатори, то усі виводи Х з'єднують загальною шиною і заземлюють. Коли встановлюють два трансформатори напруги і з'єднують їх у відкритий трикутник, робочу фазу з боку НН заземлюють тільки в тому випадку, якщо це передбачено проектом. Корпус кожного трансформатора приєднують до пристрою, що заземлює, окремою шиною.

Вимірювальні трансформатори струму

Трансформатор струму — вимірювальний трансформатор, в якому вторинна напруга за нормальних умов застосування, практично пропорційна первинній напрузі і у разі відповідного з'єднання, відрізняється від неї за фазою на кут, що приблизно дорівнює нулю.

Трансформатор струму призначений задля перетворення струму до значення, зручного для вимірювання. Первинну обмотку трансформатора струму вмикають послідовно у коло зі змінним струмом, що вимірюється. А до вторинної під'єднують вимірювальні, або захисні прилади. Струм, що протікає вторинною обмоткою трансформатора струму, пропорційний до струму, який протікає його первинною обмоткою.

Трансформатори струму широко застосовують для вимірювання електричного струму й у пристроях релейного захисту електроенергетичних систем, через що на них накладаються високі вимоги за точністю. Трансформатори струму уможливають безпеку вимірювань, ізолюючи вимірювальні кола від первинного кола з високою напругою, яка часто становить сотні кіловольт.

Зазвичай, трансформатор струму виготовляють з двома та більше групами вторинних обмоток: одна використовується для під'єднання пристроїв захисту, інша, більш точна — для під'єднання засобів обліку і вимірювання (наприклад, електричних лічильників).

Особливості конструкції

Вторинні обмотки трансформатора струму (не менше однієї на кожен магнітопровід) обов'язково навантажуються. Опір навантаження суворо регламентовано вимогами до точності коефіцієнта трансформації. Незначне відхилення опору вторинної обмотки від номіналу (зазначеного на табличці) за модулем повного Z або $\cos \phi$ (зазвичай $\cos=0,8$ індуктив.) призводить до зміни похибки перетворення і, можливо погіршення вимірювальних якостей трансформатора. Значне збільшення опору навантаження створює високу напругу у вторинній обмотці, яка достатня для пробою ізоляції

трансформатора, що призводить до виходу з ладу трансформатора, а також створює загрозу життю робітників, які його обслуговують. Крім того, через зростання втрат в осерді, магнітопровід трансформатора починає перегріватися, що так само може призвести до пошкодження (або, як мінімум, до зносу) ізоляції та подальшого її пробою.

Повністю розімкнена вторинна обмотка трансформатора струму не створює компенсуючий магнітний потік в осерді, що призводить до перегрівання магнітопроводу і його вигоряння. До того-ж, магнітний потік, створений первинною обмоткою, має дуже високе значення і втрати в магнітопроводі занадто його нагрівають .

Коефіцієнт трансформації вимірювальних трансформаторів струму є їх основною характеристикою. Номінальний (ідеальний) коефіцієнт вказується на шильдику трансформатора у вигляді відношення номінального струму первинної (первинних) обмоток до номінального струму вторинної (вторинних) обмоток, наприклад, 100/5 А чи 10-15-50-100/5 А (для первинних обмоток з декількома секціями витків). Але, реальний коефіцієнт трансформації, дещо відрізняється від номінального. Ця відмінність характеризується величиною похибки перетворення, що складається з двох складових — синфазної і квадратурної. Перша характеризує відхилення за величиною, друга відхилення за фазою вторинного струму реального, від номінального. Ці величини регламентовані державними стандартами і служать основою для надання трансформаторам струму класів точності під час проектування та виготовлення. Оскільки у магнітних системах мають місце втрати пов'язані з намагнічуванням і нагріванням магнітопроводу, вторинний струм виявляється менше номінального (тобто похибка негативна) в усіх трансформаторів струму. Через це, для поліпшення характеристик і внесення позитивного зсуву у похибку перетворення застосовують виткову корекцію. А це означає, що коефіцієнт трансформації у таких уточнених трансформаторах, не відповідає звичній формулі співвідношень витків первинної та вторинної обмоток.

Схеми під'єднання вимірювальних трансформаторів струму

У трифазних мережах з напругою 6-10 кВ встановлюють трансформатори як у всіх трьох фазах, так і тільки у двох (А і С). У мережах з напругою 35 кВ і вище трансформатори струму в обов'язковому порядку встановлюються у всіх трьох фазах.

У разі встановлення у три фази вторинні обмотки трансформаторів струму з'єднуються в «зірку» (рис.1), у разі двох фаз — «неповну зірку» (рис.2). Для диференційних захистів трансформаторів з електромеханічними реле, трансформатори під'єднують за схемою «трикутника»

Вимірювальний трансформатор струму ТПОЛ-10

Монтаж вимірювальних трансформаторів струму

Вимірювальні трансформатори служать для зниження струму або напруги первинного ланцюга електроустановки до значення, необхідного для живлення котушок вимірювальних приладів, реле захисту й автоматики, приладів обліку і сигналізації й інших ланцюгів. Підключення приладів і реле через вимірювальні трансформатори надійно ізолює їх від ланцюгів високої напруги, чим забезпечується безпека обслуговування. Вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів заземлюють для захисту експлуатаційного персоналу, а також для запобігання ушкоджень приладів та реле, приєднаних до вторинної обмотки, у випадку пробоя ізоляції між обмотками (первинної і вторинної) .

Трансформатори струму призначені для живлення струмових обмоток вимірювальних приладів і реле.

При монтажі підстанції в більшості випадків застосовують трансформатори струму ТПОФ, ТПЛ, ТПОЛ, ТПФМУ, ТПФМ, дані яких приведені в довідниках і каталогах. Вторинну обмотку на трансформаторі при монтажі надійно ізолюють від первинної, при цьому вторинні обмотки, не приєднані до приладів, замикають накоротко і заземлюють безпосередньо на затисках трансформатора струму.

У прийнятих для монтажу трансформаторів струму в першу чергу оглядають фарфорову ізоляцію, струмоведучий стрижень або шини, до фарфорової ізоляції й арміровки трансформаторів струму, прийнятих для монтажу, пред'являють ті ж вимоги, що і до фарфорової ізоляції й арміровки опорних ізоляторів. Крім того, перевіряють відсутність ушкоджень кожуха,

фланця і колодок вторинних виводів, чи маються позначення виводів і паспортна табличка.

Крім зовнішнього огляду всі трансформатори струму перед монтажем перевіряють на відсутність обривів у вторинної обмотки, правильність маркірування виводів і інших даних по ПУЭ, а так само стан ізоляції обох обмоток і справність сталевого сердечника. У закритих розподільних пристроях (ЗРУ 6—10 кВ) прохідні трансформатори струму часто застосовують як прохідні ізолятори. Монтаж таких трансформаторів струму ведеться по тій же технологічній схемі, що і монтаж прохідних ізоляторів.

Існують різні варіанти установки трансформаторів струму з прохідними ізоляторами. Якщо трансформатори вбудовують у прорізи стін або міжповерхових перекриттів, то між корпусом апарата і торцевих частин прорізу передбачають зазори 3—4 мм, щоб закласти в зазор толеву прокладку, що охороняє корпус трансформатора від корозії.

При установці трансформаторів у трифазний ланцюг необхідно підбирати їх з однаковими характеристиками. Такий підбір здійснюють на підставі даних паспортних табличок трансформаторів і у відповідності зі схемою заповнення РУ, де зазначено, у якій послідовності варто монтувати ті або інші трансформатори струму.

Уведення трансформаторів струму монтують так, щоб шини з боку живлення підходили до затискачів з позначкою Л 1, а шини, що відходять - до затискачів з позначкою Л 2. У протилежному випадку маркірування вторинних обмоток И1 і И2 порушується і їхні кінці перемаркують. Після того як трансформатори струму закріплені, їхні вторинні обмотки і кожухи з'єднують із заземленням. Виводи вторинних обмоток, якщо до них не приєднують вимірювальні прилади і реле, повинні бути закорочені. Цим виключається можливість утворення небезпечної напруги на виводах і у вторинних ланцюгах і запобігається неприпустиме нагрівання сердечників трансформаторів

Трансформаторні підстанції

Трансформаторна підстанція (ТП) — електрична підстанція, яка призначена для трансформування електричної енергії[1][2] в мережі змінного струму та для розподілу електроенергії.

Трансформаторна підстанція складається з:

- трансформаторів чи автотрансформаторів;
- вимірювальних трансформаторів струму і напруг;
- розподільних установок;
- апаратури керування;
- апаратури захисту.

До складу ТП входять силові трансформатори (зазвичай один або два), розподільні пристрої, пристрої автоматичного управління і захисту, а також допоміжні приміщення. В ряді потужних знижувальних ТП (на 220–330—500—750 кВ) застосовують автотрансформатори, що забезпечує зниження втрат електроенергії (на 30—35%), витрату міді (на 15—25%) і сталі (на 50—60%).

Розподільний пристрій ТП може мати одну або дві системи збірних шин або не мати їх. Найбільш поширені ТП з однією системою збірних шин, що зазвичай секціонується вимикачами і роз'єднувачами; на деяких ТП додатково встановлюють обхідну (байпасну) систему шин, що дозволяє вести профілактичні і ремонтні роботи, не припиняючи електропостачання споживачів.

Трансформаторні підстанції поділяються на підвищувальні та знижувальні.

Підвищувальні трансформаторні підстанції (споруджувані зазвичай при електростанціях) перетворюють напругу, що виробляється генераторами, у вищу напругу (одного або декількох значень), необхідну для передачі електроенергії по лініях електропередачі (ЛЕП).

Знижувальні трансформаторні підстанції перетворюють первинну напругу електричної мережі в нижчу вторинну. Залежно від призначення і від

величини первинної і вторинної напруги знижувальні трансформаторні підстанції підрозділяються на районні, головні знижувальні і місцеві (цехові). Районні трансформаторні підстанції приймають електроенергію безпосередньо від високовольтних ЛЕП і передають її на головні знижувальні ТП, а ті (знизивши напругу до 35, 10 або 6 кВ) — на місцеві і цехові підстанції, на яких здійснюється останній рівень трансформації (з пониженням напруги до 660, 400 або 230 В) і розподіл електроенергії між споживачами.

В залежності від місця і способу приєднання трансформаторні підстанції до електричної мережі нормативні документи не встановлюють класифікації підстанцій. Однак ряд джерел дає класифікацію виходячи із застосування типів конфігурацій мережі та можливих схем приєднання[2]:

Тупикові — живлення по одній або двом радіальним лініям.

Відгалужувальні — приєднуються до однієї або двох ліній на відгалуженнях.

Прохідні — підключаються до мережі шляхом заходу однієї лінії з двохстороннім живленням.

Вузлові — підключаються до мережі не менше ніж трьома лініями живлення.

Відгалужувальні та прохідні трансформаторні підстанції об'єднують поняттям проміжні, яке визначає розміщення підстанції між двома центрами електроживлення або вузловими підстанціями.

Прохідні і вузлові підстанції, через шини яких здійснюються перетоки потужності між вузлами мережі, називають транзитними.

Також використовується термін опорна підстанція, який як правило позначає підстанцію більш високого класу напруги по відношенню до розглянутої трансформаторної підстанції або мережі.

Також трансформаторні підстанції розділяють на підстанції відкритого типу і на закритого типу.

Закрита трансформаторна підстанція — ТП, обладнання якої розміщене в приміщенні або в металевій оболонці.

Прибудована трансформаторна підстанція — закрита трансформаторна підстанція, що має тільки один будівельний елемент, спільний з суміжними приміщеннями (стіну, перегородку або підлогу, що є перекриттям суміжного приміщення знизу).

Вбудована трансформаторна підстанція має два або більше будівельних елементів, спільні з суміжними приміщеннями.

Щоглова трансформаторна підстанція (ЩТП) — трансформаторна підстанція (у тому числі в конструктивному виконанні КТП), все устаткування якої встановлене на конструкціях (або опорі повітряної лінії електропередач (ПЛ) просто неба на висоті, що не потребує наземного огороження).

Вибухозахищена трансформаторна підстанція — трансформаторна підстанція для шахт.

Шинопровід

Шинопровід — жорсткий мідний або алюмінієвий струмопровід, який виготовляється на заводі комплектними секціями, що з'єднуються безпосередньо на місці їх використання. Шинопроводи можна використовувати як на виробництвах, в цехах, на електростанціях, так і в офісах.

Шинопровід є альтернативою електричному кабелю — головному елементу розподілу електроенергії в електричних мережах.

Класифікація

Шинопроводи поділяються на:

закриті — шини розміщені в закритому корпусі, виготовленому з ізоляційних матеріалів;

захищені — шини мають огороження із коробів або сіток для захисту від можливого дотику;

відкриті — шини не захищені від дотику.

Відкриті шинопроводи — неізольовані шини, які прокладають на ізоляторах по опорних конструкціях на висоті не менше 3,5 м від підлоги.

Захищені шинопроводи влаштовують подібно до відкритих, обгороджуючи їх сіткою або коробами з перфорованих листів сталі, щоб уникнути випадкового дотику або потрапляння на шини сторонніх предметів.

Шинопроводи закритого й захищеного виконання підрозділяються на магістральні й розподільні.

Магістральні шинопроводи призначені для монтажу магістралей, що живляться від трансформаторних підстанцій. Магістральний шинопровід розрахований на силу струму 800-5000 А і слугує для приєднання розподільних шинопроводів, силових розподільних пунктів, щитів і окремих потужних споживачів.

Розподільні шинопроводи використовують для передачі й розподілу електроенергії з можливістю безпосереднього приєднання до них

різномпанітних однофазних і трифазних споживачів (устаткування) і освітлювальних шинопроводів. Випускають на номінальні струми 16-800 А.

Для виконання освітлювальних ліній і під'єднання малопотужних приладів широко використовують освітлювальні шинопроводи (у діапазоні струмів 16-63 А). Використання освітлювальних шинопроводів дозволяє безперешкодне підключення додаткових світильників завдяки наявності вільних штепсельних підключень.

Тролейні шинопроводи призначені для підключення пересувних електроприймачів.

Шинний міст

Шинні мости, найпоширеніший різновид відкритих шинопроводів, використовуються, головним чином, для комплектних розподільних пристроїв та встановлюються на них зверху. Шинні мости складаються з окремих типових секцій. Конструкції шинних мостів повинні бути розраховані на механічну міцність з урахуванням динамічних зусиль при струмах короткого замикання.

Загальний вигляд розподільного штепсельного шинопроводу

Шинопровід складається з провідників захищених оболонкою. Конструктивно шинопровід — це сталевий штампований короб з двох половин, всередині якого на ізоляторах прокладені трифазні і нульові шини певного перерізу. Основними елементами шинопроводів є: прямі та кутові секції, ввідні секції, відгалужувальні секції, перехідні секції, трійники,

кріпильні деталі, гнучкі вставки, відгалужувальні коробки, торцеві заглушки та ін.

Прямі секції призначені для монтажу прямих ділянок мережі.

Ввідні секції мають коробки із затискачами для приєднання до джерела живлення.

Гнучкі вставки використовують для компенсації теплового розширення (зазвичай кожні 50 м) або для з'єднання шинопроводів, що знаходяться на різних рівнях.

Кутові секції призначені для повороту шинопроводів у вертикальній або горизонтальній площині під різними кутами.

Перехідні секції призначені для переходу з одного типорозміру шинопроводу на інший.

Трійники використовуються для монтажу відгалужень від шинопроводу.

Відгалужувальні коробки призначені для підключення відгалужувальних ліній до споживачів. Вони можуть комплектуватися запобіжниками, автоматичними вимикачами або роз'єднувачами.

Торцеві заглушки призначені для кінцювання лінії шинопроводу.

Підвіси та кронштейни призначені для кріплення шинопроводу до будівельних конструкцій. Підвіс призначений для підвішування шинопроводу до ферм на тросах. Кронштейн призначений для кріплення шинопроводу до стін та колон.

Монтаж шинопроводів

Монтаж шинопроводів виконують в два етапи:

підготовчі роботи;

монтажні роботи.

Підготовчі роботи

Перший етап починається з розмітки осей та місць монтажу кріпильних конструкцій. Вибір типу кріпильних конструкцій визначається способом прокладання шинопроводу. Шинопроводи прокладаються на невеликій висоті по стінам на кронштейнах, по колонам на підвісах, під перекриттям на конструкціях та ін. Під час підготовчих робіт виконують заготовку блоків шинопроводу, а також кріпильних виробів, готують необхідні для монтажу шинопровода механізми та пристосування. В комплект поставки сучасних шинопроводів входить весь необхідний перелік виробів для кріплення, що дозволяє звести до мінімуму перший етап монтажу.

Монтажні роботи

Монтаж шинопроводів включає в себе такі основні операції:

кріплення по трасі опорних конструкцій (кронштейнів, стійок, підвісів тощо);

збирання секцій шинопроводів в блоки — якщо це дозволяють місцеві умови. Монтаж шинопроводу блоками є більш продуктивним;

підняття та закріплення блоків секцій на опорних конструкціях. Для підняття секцій шинопроводу на кріпильні конструкції застосовують: мостові або автомобільні крани, лебідки, гідравлічні платформи або підйомники. Монтаж починають зі складних вузлів — з вертикальних ділянок або секцій приєднання до трансформаторних підстанцій. Монтаж вертикальних ділянок починають з нижньої кутової секції нарощуючи шинопровід вгору до відмітки верхньої горизонтальної ділянки. Горизонтальні прямі ділянки шинопроводу, секції з компенсатором та інші монтують в останню чергу;

з'єднання секцій між собою. В сучасних типах шинопроводів для з'єднання секцій між собою часто використовують спеціальні стикувальні

блоки, що дозволяє спростити монтажні роботи. Крім того, з'єднання шин різних секцій може виконуватися за допомогою болтового з'єднання;

приєднання споживачів до шинопроводу. Споживачі приєднують до шинопроводу за допомогою відгалужувальних коробок. Відгалужувальну коробку вставляють через штепсельне вікно, при цьому контакти з'єднують із шинами і коробка фіксується на шинопроводі.

Враховуючи велику кількість виробників та типів шинопроводів необхідно під час монтажу обов'язково користуватися інструкцією виробника.

Застосування

Шинопроводи призначені для передачі та розподілу електроенергії. Вони застосовуються як в електрощитових для підключення трансформаторів до розподільних щитів чи підключення розподільних щитів між собою, так і для розподілу електроенергії між споживачами на промислових, комерційних та адміністративних об'єктах.

Застосування шинопроводів в електричних мережах дозволяє створити безпечні в експлуатації, універсальні електричні мережі, форму яких можна легко змінювати при зміні технологічного процесу виробництва. Використання шинопроводів дозволяє безперешкодно додавати навантаження та відгалуження до споживачів практично в будь-якому місці при порівняно коротких з'єднувальних зв'язках. Відгалуження від шинопроводу до споживачів виконується кабелями або проводами в трубах, лотках, металорукавах.

Застосування шинопроводів на вертикальних ділянках дозволяє монтувати їх по одному поверху одночасно з будівництвом будівлі, що неможливо виконати при використанні кабельної продукції.

Основними причинами виходу з ладу шинопроводів є:

механічні пошкодження від рухомих засобів, додаткових навантажень (кріплення різноманітних конструкцій чи комунікацій);

послаблення кріплення опорних конструкцій;

потрапляння пилю та води всередині коробу шинопровода — пил попадає під кожух і оскільки це багатоамперні струмопроводи, то внаслідок наявності електромагнітних полів всередині коробу створюються умови для накопичення металевого пилю, який є небезпечним з точки зору провідності; це може призвести до створення струмопровідних містків і, як наслідок, призвести до замикання на корпус або між фазами. Періодична чистка від пилю є засобом підвищення надійності експлуатації шинопроводів;

потрапляння металевих предметів (шайби, цвяхи, металева стружка, бризки металів від зварювання) через перфорацію кожухів. Ці предмети, як правило, одразу не приводять до аварії, але вони, застрягаючи між шинами, поступово від вібрації руйнують їх ізоляцію, що призводить до короткого замикання;

погане контактне з'єднання шин. Неправильна затяжка болтового з'єднання викликає розігрів шин в місці контакту та посилене утворення окисної плівки на контактній частині шин. Це в свою чергу призводить до ще більшого перегріву та аварії. При технічних оглядах та поточних ремонтах обов'язково оглядають контакти відгалужувальних коробок та штепсельних з'єднань.

Монтаж кабельних ліній на напругу 10 кВ

У живлячих і розподільних електричних мережах малих і середніх виробничих підприємств, міст, селищ широко застосовують номінальні вступне напруги 10 (або 6) кВ. Дана величина вважається високою електричною напругою, і у неї є своя специфіка як в роботі, так і здійсненні монтажу. Розглянемо особливості проведення монтажних робіт силових кабельних ліній розрахованих на напругу 10 кВ.

Отже, прокладка силових кабелів в обов'язковому порядку повинна проводитися монтажною спеціалізованою організацією, яка має все необхідні

відповідні пристосування, обладнання, матеріали та інструмент, а також кваліфікованих фахівців. Врахуйте, що основним нормативним документом при монтажі кабельних ліній на напругу 10 кВ є «проект виробництва робіт». У ньому повинна бути здійснена «повна прив'язка» реальної траси силової кабельної лінії до існуючих нормативних документів, які диктують все технічні вимоги до здійснення монтажу кабелів (це ПУЕ, ТУ, СНиП, інструкція по прокладці і т.д.).

Вибір конкретного варіанту монтажу кабельних ліній визначається, перш за все, матеріалом захисної оболонки силового електричного кабелю: ПВХ оболонка – в повітрі (спеціальне кабельні споруди), ПЕ оболонка – в землі (тобто, траншеях). Силові кабелі укладаються трикутником або паралельно в одній площині. Окремі електричні кабелі повинні укладатися таким чином, щоб навколо кожного з них не було металевих замкнутих контурів з магнітних тіл (залізно, ферромагнетики).

Глибина безпосередньої прокладки лежить в межах близько 0,7-1 метра. Захист від різних механічних пошкоджень здійснюється за допомогою цегли, залізобетонних плит, сигнальних стрічок. Під силової електричний кабель також робиться додаткова підсипка, а зверху даний кабель присипають гравійно-піщаною сумішшю. Після захисної присипки робляться контрольні випробування.

Укладання (монтаж) силових електричних кабелів повинна проводитися механізованим способом. Тяжіння високовольтного кабелю повинно робитися з використанням спеціального дротяного панчохи, який закріплений на оболонці або ж за внутрішню струмопровідну жилу за допомогою захоплення (клинового).

У разі перетину кабельної траси з дорожнім полотном, різних інженерних споруд і перешкод (природних) слід використовувати для виготовлення захисних блоків труби (керамічні, азбоцементні, пластмасові, металеві немагнітні і т.д.) При укладанні трьох електричних фаз в одну захисну трубу, може допускатися використання труби з матеріалів, що

володіють магнітними властивостями. Внутрішній діаметр захисних труб повинен бути в 1,5 рази більше загальної площі монтованих силових електричних кабельних ліній.

Без попереднього розігріву силових електричних кабелів можливе укладання при таких температурах: для електричних кабелів з ПВХ оболонкою (ПВХ) незгірш від $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$; для силових кабелів з ПЕ оболонкою (поліетиленова) незгірш від $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$; з попередніми розігрівом силового електричного кабелю при температурі до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. При температурі менше $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ прокладка кабельної лінії категорично заборонена (так як це може вплинути на надійність діелектричної захисної оболонки силового кабелю, а в результаті з'являється велика ймовірність електричного пробоя при роботі кабелю) . Після завершення монтажу кабельна лінія повинна бути випробувана напругою (постійним) 60 кВ протягом 15 хвилин.