Міністерство освіти і науки України

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет енергетики, робототехніки та комп'ютерних технологій

Кафедра електропостачання та енергетичного менеджменту

ОСНОВИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Методичні вказівки

до виконання лабораторної роботи «Вивчення будови та принципів вибору ізоляторів»

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

денної форми навчання

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Харків

2023

Міністерство освіти і науки України

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет енергетики, робототехніки та комп'ютерних технологій

Кафедра електропостачання та енергетичного менеджменту

ОСНОВИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Методичні вказівки

до виконання лабораторної роботи «Вивчення будови та принципів вибору ізоляторів» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Затверджено рішенням науково-методичної ради факультету енергетики, робототехніки та комп'ютерних технологій

Протокол № 1 від 31 жовтня 2023 року

Харків

2023

УДК 621. 315
А 62

Схвалено на засіданні кафедри електропостачання та енергетичного менеджменту

Протокол № 3 від 17.10.2023 р.

Рецензенти:

С. О. Тимчук, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій ДБТУ;

Ю. М. Хандола, канд. техн. наук, зав. кафедри електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки ДБТУ.

А 62 Основи електропостачання: метод. вказівки до виконання лабораторної роботи «Вивчення будови та принципів вибору ізоляторів» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навч. зі спец. 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Держ. біотехнол. ун-т; авт.-уклад.: С. А. Попадченко, О. А. Савченко – Харків: [б. в.], 2023. – 32 с.

Методичні вказівки розроблено відповідно до програми навчальної дисципліни. Видання включає теоретичну частину, алгоритм виконання лабораторної роботи, контрольні запитання та перелік рекомендованої літератури. Видання призначена для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

УДК 621.315

Відповідальний за випуск: О. О. Мірошник, д-р техн. наук

© Попадченко С. А., Савченко О. А., 2023

© ДБТУ, 2023

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

«ВИВЧЕННЯ БУДОВИ ТА ПРИНЦИПІВ ВИБОРУ ІЗОЛЯТОРІВ»

МЕТА РОБОТИ: Вивчення будови, типів, основних характеристик, матеріалів та принципів вибору ізоляторів та арматури їх кріплення.

І. ЗВІТ ПО РОБОТІ ПОВИНЕН МАТИ:

1. Мету роботи.
2. Рисунок розташування шини на ізоляторі до визначення розрахункового навантаження на ізолятор(рис. 13).
3. Розрахунок вибору ізолятора для кріплення шини згідно варіанту.
4. Висновки по роботі.

ІІ. ПОЯСНЕННЯ ДО РОБОТИ

2. 1. Загальні відомості про ізолятори

Ізоляторами називають електротехнічний виріб, який призначений для ізоляції різнопотенціальних частин електроустановки, тобто для запобігання протікання електричного струму між цими частинами електроустановки та для механічного кріплення струмоведучих частин.

Виготовляють ізолятори з електротехнічного фарфору, загартованого електротехнічного скла та полімерних матеріалів (кремній органічна резина, скло, пластик, фторопласт).

Властивості ізоляторів виготовлених з різних матеріалів.

Порцеляна (***фарфор***) є продуктом неорганічної хімії. Хімічні та фізичні властивості матеріалу залишаються з плином часу незмінними, так як хімічні реакції закінчилися при температурі 1300ºС. Протягом всього терміну експлуатації, механічна міцність не змінюється. Матеріал ізолятора стійкий до ультрафіолетового випромінювання і сонячної радіації, як і до всіх, крім плавикової кислоти, агресивних хімічних викидів промислових підприємств, водонепроникний та негорючий матеріал.

Механічні властивості порцеляни - відсутня деформація в момент прикладання зусилля вигину. Для порцеляни не існує терміна «залишкова деформація». Температура експлуатації ізолятора практично не впливає на його механічну міцність.

Електричні властивості.

На матеріал ізолятора не впливають поверхневі електричні розряди. Зчасом електричні властивості ізолятора не змінюються. Високі діелектричні властивості порцеляни практично виключають пробій ізолятора.

Експлуатаційні властивості.

Транспортування ізоляторів вимагає особливої уваги, так як через їх крихкість високою є ймовірність пошкодження. Стабільність технологічного процесу забезпечує високу надійність ізолятора. Порцелянові ізолятори практично неможливо виготовити в кустарних умовах. Для контролю стану ізоляторів підчас виготовлення та експлуатації існує значна кількість достовірних і ефективних методик. Підвищити якість і продовжити термін служби арматури і накінечників можливо при застосуванні технологій термодифузійного покриття і гарячого оцинкування. Налагоджено вхідний і вихідний контроль якості цинкового покриття.

Хоча найбільша частка ізоляторів, що знаходяться в експлуатації, припадає на порцеляну, **ізолятори з загартованого скла** починають їх витісняти.

Переваги скляних ізоляторів:

- не вимагають періодичних випробувань під напругою, тому що будь-яке пошкодження загартованого скла призводить до руйнування ізолюючої тарілки, яке легко виявити при обході лінії електропередачі експлуатаційним персоналом;
- процес виготовлення цих ізоляторів може бути повністю автоматизований;
- прозорість ізоляторів дозволяє без проблем знайти дефекти під час огляду.

Руйнування скляної частини ізолятора не є критичним фактором, оскільки сама гірлянда при цьому залишається цілою і якийсь час ще може експлуатуватися.

Але якщо руйнування пов’язане з розчепленням гірлянди, що може викликати обрив проводу - це вже екстрений випадок, який потребує виїзду оперативної бригади для заміни пошкодженої ділянки.

За порцеляни ситуація аналогічна, з тією лише різницею, що на склодеталі пробій візуально визначити простіше.

Критичні фактори стану лінійних скляних ізоляторів:

- електричний пробій ізолятора;
- механічне пошкодження ізолятора або його скляного елемента;
- зміна ступеня забрудненості навколишнього середовища в місці розташування об'єкта і невідповідність ізолятора існуючому ступеню забрудненості .

Для виготовлення ізоляторів використовують також полімерні ізолятори.

Полімери є продуктом органічної хімії. Хімічні та фізичні властивості полімерів постійно змінюються, що викликано безперервним хімічним процесом, який продовжується до повного розпаду полімерів на мономери. Через старіння полімеру, а також внаслідок експлуатації за підвищених температур, зменшується механічна міцність ізолятора. Ультрафіолетове випромінювання і сонячна радіація прискорює старіння полімеру.Полімери схильні до впливу практично всіх викидів металургійних і хімічних виробництв, характеризуються високою водопроникністю та є пожежонебезпечними

Механічні властивості.

Полімерні ізолятори мають відносно значні деформації під час дії згинаючого зусилля. Тому їх вкрай небажано застосовувати в роз'єднувачах класу напруги 220 кВ і більше. Як показав досвід експлуатації, навіть незначні пошкодження полімерних ізоляторів порушують їх електричні характеристики, що викликає прискорене старіння полімерних ізоляторів. ***Електричні властивості.***

На поверхні ізолятора через електричні розряди можлива поява треків і, як наслідок, ерозія. Через старіння електрична міцність полімерних матеріалів постійно зменшується. Розгерметизація ізолятора може призвести до його пробою, як по повітряному проміжку порожнини труби, так і по внутрішній поверхні труби ізолятора.

Експлуатаційні властивості.

Полімери характеризуються відноснонезначною вагою. Вони стійкі до актів вандалізму, проте існує можливість пошкодження захисної оболонки гострими предметами як і при упаковці, так і при транспортуванні. Для запобігання пошко-

дження захисної оболонки під час монтажу полімерних ізоляторів необхідно дотримуватися обережності. Діагностика полімерних ізоляторів досить вартісна і не завжди дозволяє виявити наявні приховані дефекти. Низька якість нанесеного цинкового покриття не зберігає накінечники деяких ізоляторів від виникнення іржі після п'яти - десятирічного періоду експлуатації.

В якості захисної оболонки полімерного ізолятора використовується силікон.

Силікон - це високо надійний полімерний матеріал, який забезпечує поверхневу електричну стійкість ізолятора та захист склопластикового стрижня від факторів навколишнього середовища.

На рис. 1 показана взаємодія вологи з поверхнею ізолятора

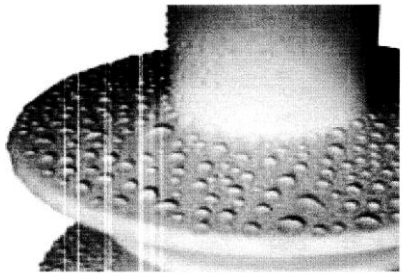

Рисунок 1 - Взаємодія вологи з поверхнею полімерного ізолятора.

Гідрофобність силікону дає можливість застосовувати ізолятори навіть в сильнозабруднених районах. Висока стійкість до ультрафіолетового випромінювання, вологи, жари, холоду обумовлює застосування силіконових ізоляторів у всіх кліматичних зонах

Переваги полімерних ізоляторів:

1) незначна вага;

2) високі розрядні характеристики;

3) висока стійкість до вібрації та ударів;

4) незначні витрати при транспортуванні;

5) незначні витрати при монтажу;

6) низький рівень експлуатаційних витрат.

Основні механічні характеристики ізоляторів:

- мінімальна руйнівна сила на розтягування, яка має перевагу для підвісних ізоляторів;

- мінімальна руйнівна сила на згин, яка має перевагу для опорних та прохідних ізоляторів;

- мінімальна руйнівна сила на стискання, яка для більшості ізоляторів має другорядне значення.

Вимірюють мінімальну руйнівну силу в деканьютонах (даН), що майже співпадає з кілограмом сили, або в кілоньютонах (кН).

Основними характеристиками ізоляторів є розрядна напруга, геометричні параметри, механічні характеристики та номінальна напруга електроустановки для якої призначений ізолятор.

До розрядної напруги ізолятора відноситься три напруги перекриття та одна пробійна напруга:

- *сухорозрядна напруга* $V_{сух}$ - напруга перекриття чистого сухого ізолятора при напрузі частотою 50 Гц (ефективне значення напруги);

- *мокророзрядна напруга* V - напруга перекриття читого ізолятора, змоченого дощем, що падає під кутом 45° до вертикалі, при напрузі частотою 50 Гц(ефективне значення напруги);

- *імпульсна розрядна напруга и* імп - п’ятидесятивідсоткова напруга перекриття стандартними грозовими імпульсами (амплітуда імпульсу при якій з десяти поданих на ізолятор імпульсів п'ять закінчуються перекриттям, а п'ять що залиши-лися не призводять до перекриття);

- *пробивна напруга и* - пробивна напруга ізоляційно
тіла на частоті 50 Гц.

Класифікація ізоляторів

За умовами експлуатації ізолятори поділяються на конструкції для роботи в приміщенні (для внутрішньої установки) і для роботи на відкритому повітрі (для зовнішньої установки).

Ізолятори виготовляються для районів помірного (У), холодного (Х) і тропічного (Т) клімату.

Категорії розміщення ізоляторів для роботи в приміщенні - 2, 3, а для роботи на відкритому повітрі - 1.

Залежно від районів з різним ступенем забрудненості останні випускаються з нормальною (категорія А), посиленою (Б) і особливо посиленою(В) зовнішньою ізоляцією зі змінною довжиною шляху витоку за інших рівних умов.

Кожен тип ізолятора має різновиди, які розрізняються за конструктивним виконанням, технічним характеристикам та умовам експлуатації.

Для кожного класу напруги однотипні ізолятори виготовляються на різні механічні навантаження

За розташуванням струмопровідних частин розрізняють опорні, прохідні та підвісні ізолятори.

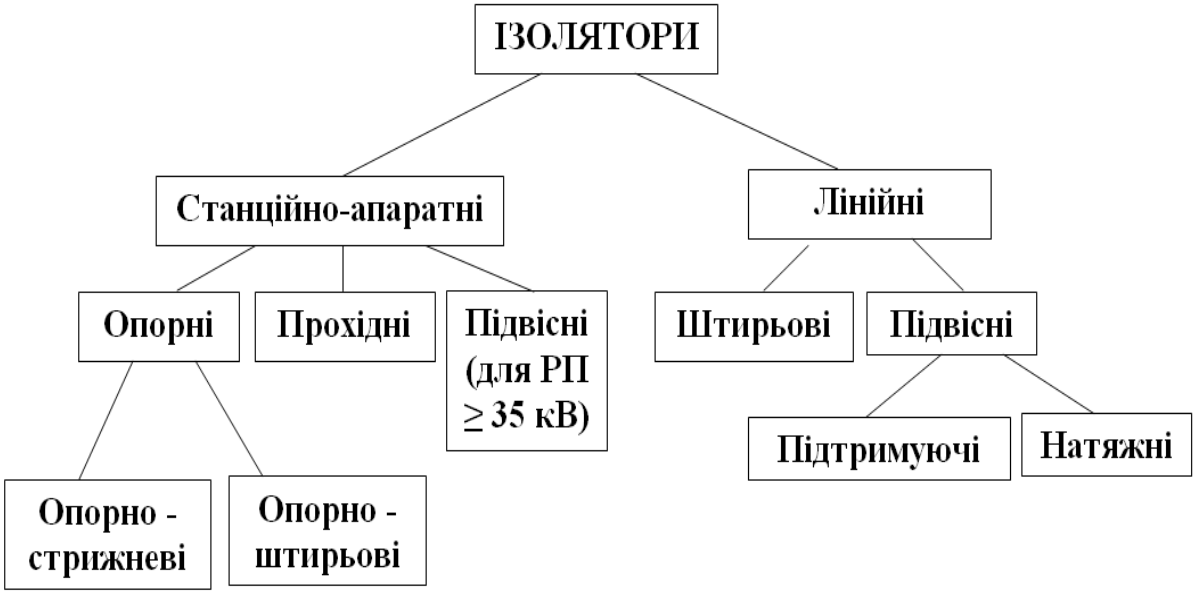

Рисунок 2 – Класифікація ізоляторів

За конструктивним виконанням ізолятори поділяються на:

тарілчасті (ізоляційна частина у формі тарілки);

стрижневі (ізоляційна частина у вигляді стрижня або циліндра);

штирьові (ізолятор має металевий штирь, який несе основне механічне навантаження).

2. 2. Лінійні ізолятори.

Ізолятори, що застосовуються для кріплення проводів повітряних ліній електропередачі, діляться ***за своєю конструкцією на штирьові, подібні опорним штирьовим, і підвісні.***

У всіх типів ізоляторів, що застосовуються на ПЛ, є свої переваги і недоліки. На даний час розповсюдженість лінійних ізоляторів відповідає такому порядку:

1. Скляні.
2. Порцелянові.
3. Полімерні.

Підвісні ізолятори

Підвісні ізолятори служать для кріплення та ізоляції проводів повітряних ліній електропередачі або гнучких шин підстанцій. Підвісні ізолятори подані на рисунках 3 - 5. Підвісні ізолятори складаються з порцелянової або скляної ізолюючої частини і металевих деталей – шапки і стрижня, які з’єднуються з ізолюючою частиною за допомогою цементної зв’язки.

Для ПЛ в районах з забрудненою атмосферою розроблені конструкції ізоляторів брудостійкого виконання з підвищеними розрядними характеристиками і збільшеною довжиною шляху витоку.

Підвісні ізолятори збирають в **гірлянди**, які бувають *підтримуючими і натяжними*.

Підтримуючі монтують на проміжних опорах, натяжні – на анкерних опорах.

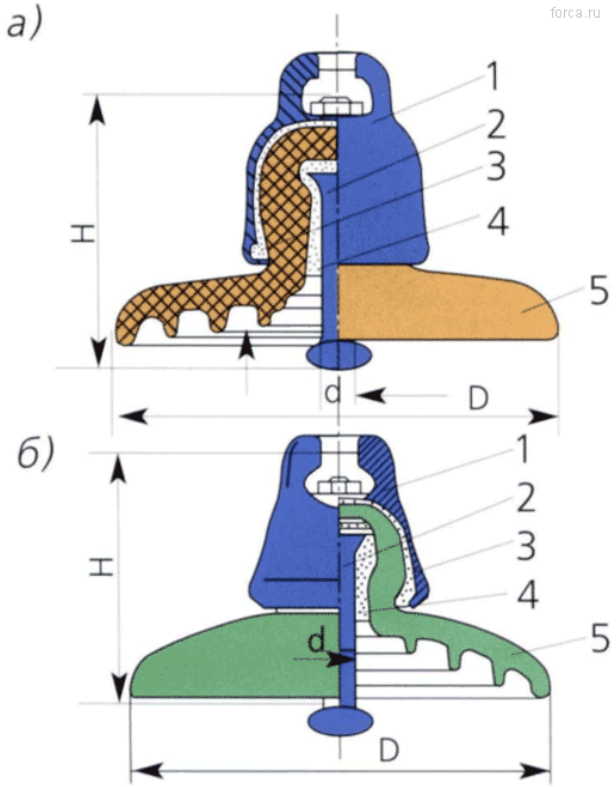

Рисунок 3 - Порцеляновий(фарфоровий)(а) та скляний (б) підвісні ізолятори:

Підвісний ізолятор тарільчастого типу найбільш розповсюджений на ПЛ напругою 35 кВ і вище.

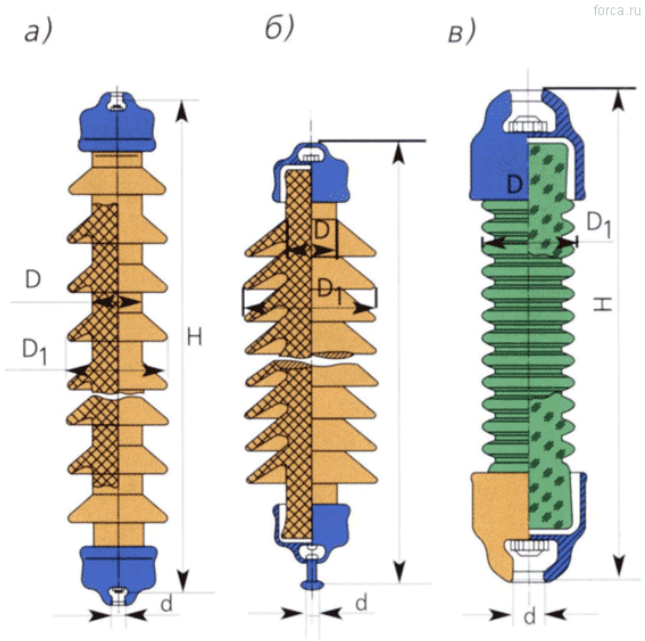

Рисунок 4 - Порцелянові(фарфорові)(а, б) та скляний (в) підвісні довгострижневі ізолятори.

Число ізоляторів в гірлянді залежить від напруги лінії. Наприклад, в підтримуючих гірляндах ПЛ з металевими і залізобетонними опорами 35 кВ повинно бути 3 ізолятори, 110 кВ – 6 – 8, 220 кВ – 10 - 14 і т. д.

Лінійні штирьові ізолятори використовують на ПЛ напругою 0,22 – 35 кВ.

На рис.6 наведено штирьовий ізолятор типу ШФ-10.

На рисунку 7 наведено полімерний ізолятор типу ШП-10.Число ізоляторів в гірлянді залежить від напруги лінії. Наприклад, в підтримуючих гірляндах ПЛ з металевими і залізобетонними опорами 35 кВ повинно бути 3 ізолятори, 110 кВ – 6 – 8, 220 кВ – 10 - 14 і т. д.

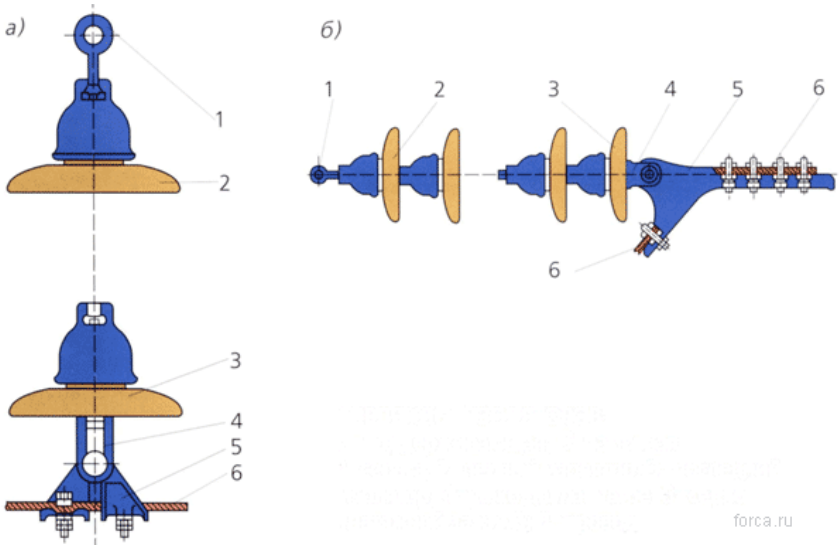

Рисунок 5 - Підтримуюча(а) та натяжна(б) гірлянди ізоляторів:

1 - сережка; 2 - перший ізолятор; 3 – останній ізолятор; 4 - вушко дволапчате; 5 - сідло (натяжний затиск); 6 – провід.

Число ізоляторів в гірлянді залежить від напруги лінії. Наприклад, в підтримуючих гірляндах ПЛ з металевими і залізобетонними опорами 35 кВ повинно бути 3 ізолятори, 110 кВ – 6 – 8, 220 кВ – 10 - 14 і т. д.

Лінійні штирьові ізолятори використовують на ПЛ напругою 0,22 – 35 кВ.

На рис.6 наведено штирьовий ізолятор типу ШФ-10.

На рисунку 7 наведено полімерний ізолятор типу ШП-10.

Особливістю конструкції полімерних штирьових ізоляторів є:

- всередині ізолятора знаходиться ковпачок з алюмінієвого сплаву,який розміщений на рівні в'язки проводів, що виключає консольні вигинальні навантаження;

- в місці в'язки проводів є кільце з алюмінієвого сплаву, яке запобігає перетиранню гуми в процесі експлуатації ізолятора.

Рисунок 6 - Порцеляновий(фарфоровий) штирьовий ізолятор типу ШФ-10.

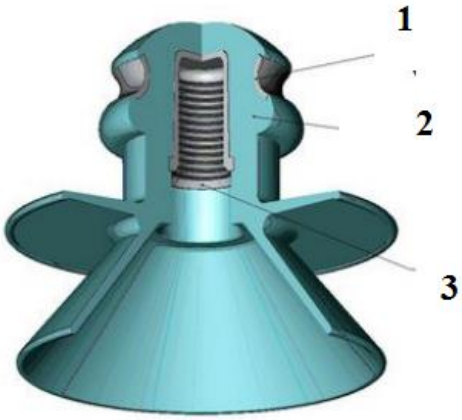

Рисунок 7 – Полімерний штирьовий ізолятор типу ШП-10:

1 – кільце(сплав алюмінієвий);

2 – захисна оболонка(кремнійорганічна резина);

3 – втулка різьбова (сплав алюмінієвий).

Лінійні підвісні стрижневі суцільнолиті полімерні (кремнійорганічні) ізолятори типу ЛК70 на напругу 10, 20, 35, 110, 150, 220, 330 кВ; ЛК120 на напругу 35, 110, 150, 220, 330 кВ; ЛК160 на напругу 220, 330 кВ виготовляються відповідно до ГОСТ 28856-90 і призначені для кріплення та ізоляції неізольованих і захищених проводів ПЛ змінного струму напругою 6-330 кВ частотою до 100 Гц при температурі навколишнього повітря від -60 до + 50 ° С(рис.8).

Рисунок 8 - Лінійні підвісні стрижневі полімерні ізолятори типу ЛК 70, ЛК 120, ЛК 160.

2. 3. Станційно-апаратні ізолятори.

У розподільних пристроях підстанцій використовуються ***опорні, прохідні,*** а за напруг понад 35 кВ - ***підвісні ізолятори.***

Опорні і підвісні ізолятори служать для кріплення струмопровідних шин; прохідні ізолятори встановлюють в місцях, де знаходяться під напругою частини, що проходять через стіни, перекриття або огорожі.

В електричних апаратах, крім опорних і прохідних ізоляторів, застосовуються також ***ізоляційні тяги, вали, важелі, покришки і т. д.***

Станційні і апаратні ізолятори, як і лінійні, в більшості випадків виготовляють із порцеляни, яка має високі показни-

ки електричної міцності. Ряд деталей апаратів, що виконують функції ізоляції, особливо які знаходяться всередині кожухів і в деяких випадках залитих ізоляційним маслом, виготовляють з бакеліту, гетинаксу і текстоліту.

Для кріплення ізолятора до основи і шин або струмопровідних частин апаратів до ізолятора використовують металеву арматуру, тобто металеві частини, закріплені на порцеляні. Арматуру закріплюють на порцеляні частіше всього за допомогою різного роду цементуючих замазок з коефіцієнтом об'ємного теплового розширення, близьким до коефіцієнта порцеляни. З метою покращення якості ізоляторів їх порцеляновий корпус зі зовнішньої сторони покривають поливою

Ізолятори на різні номінальні напруги відрізняються активною висотою порцеляни, а на різні руйнівні механічні зусилля - діаметром.

Опорні ізолятори

Опорні ізолятори призначені для ізоляції та жорсткого кріплення струмопровідних частин електричного пристрою або його частини від землі або інших частин електроустановки, що знаходяться під різними напругами.

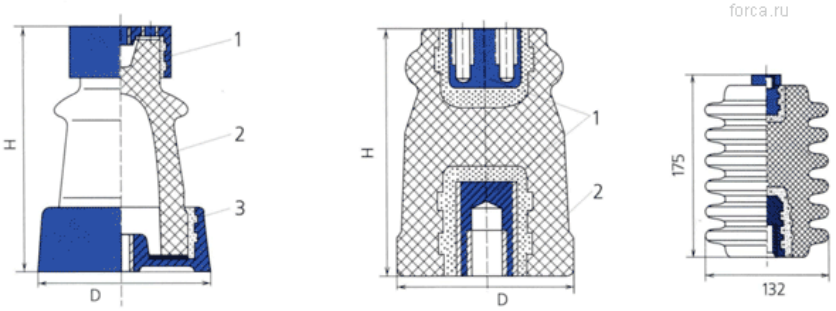

Рисунок 9 – Опорні порцелянові(фарфорові) ізолятори серії ОФ: 1 — ковпачок і арматура; 2 — порцеляновий полий корпус; 3 — фланець.

Також опорні ізолятори використовуються при виробництві різного електротехнічного обладнання: роз'єднувачів, запобіжників і т.д.

Опорно-стрижневі ізолятори застосовуються в закритих розподільних пристроях(ЗРП) і відкритих розподільних пристроях (ВРП) для кріплення на них струмопровідних шин або контактних деталей.

На рисунках 9 - 11 представлені опорні ізолятори.

Опорні ізолятори поділяються на два види (див. рис. 2):

- опорно-стрижневі(рис. 10)
- опорно-штирьові(рис.9, 11)

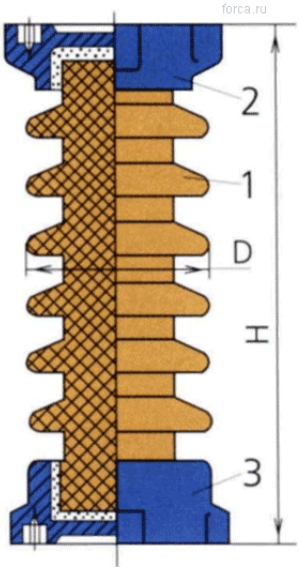

Рисунок 10 - Опорно-стрижневий ізолятор типу ОНС:
1 - фарфоровий стрижень; 2 і 3 – фланці.

Опорно-стрижневі ізолятори зовнішнього встановлення відрізняються більшою кількістю ребер, ніж ізолятори внутрішнього вустановлення.

Опорно-стрижневі ізолятори складаються з порцелянового корпусу 2, чавунної основи з овальним, круглим або квадратним фланцем і чавунного ковпачка 1. Ковпачок і фланець скріплені з порцеляновим корпусом цементуючим складом. Чавунні фланці мають одно або декілька отворів для кріплення ізолятора до стальних конструкцій або стін, а ковпачок — отвори з різьбою для кріплення шин до ізолятора.

Опорно-стрижневі ізолятори розрізняють за:

- родом установлення (для внутрішнього і зовнішнього встановлення);
- номінальною напругою (3, 6, 10кВ);
- механічною міцністю (з руйнівним зусиллям на згин 375, 750 1250, 2000 кгс і більше, або в ньютонах, де 1 кгс = 10 Н);
- кліматичним виконанням;
- категорією розміщення.

У позначенні опорних ізоляторів букви і цифри означають:

- І - ізолятор, О - опорний, Р – ребристий, Ф – фарфоровий (порцеляновий),;
- 6 або 10 - номінальна напруга, кВ,
- 375, 750, 1250, 2000 або 3000 кгс - руйнівне зусилля на згин;
- І, ІІ або ІІІ - виконання конструкції (в залежності від числа болтів, що кріплять шини і сам ізолятор);
- У, ХЛ і Т - кліматичне виконання (У - для помірного, ХЛ - холодного і Т - вологого тропічного клімату);
- форму фланця (ов - овальний, кр - круглий, кв - квадратний);
- 1 - 5 - категорію розміщення (1 - для роботи на відкритому повітрі, 2 -5 - в закритих приміщеннях).
- ИО-10-375-ІУ3: опорний ізолятор з руйнівним зусиллям 375 даН, на номінальну напругу 10 кВ, виконання І (кріплен-

ня шин та ізолятора одним болтом), для помірного клімату і розміщення в закритому.

Позначення ізоляторів:

- ОФ-35-375:

опорний, фарфоровий(порцеляновий) на номінальну напругу 35 кВ, з мінімальною руйнівною силою на згин 375 даН (3750 Н).

- ОНС-35-2000:

опорний ізолятор, зовнішнього встановлення, стрижневий, на номінальну напругу 35 кВ, з мінімальною руйнівною силою 2000 даН(20 000 Н).

В табл. 1 наведено каталожні дані опорних ізоляторів типу ОФ на номінальну напругу 6 та 10 кВ[7]

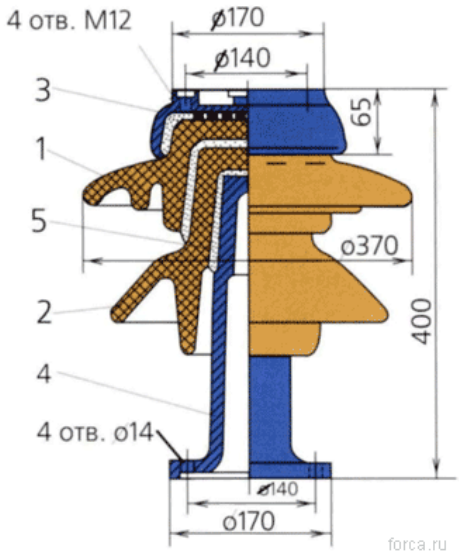

Рисунок 11 – Опорно - штирьовий ізолятор типу ОНШ:
1 і 2 - фарфорові елементи; 3 - ковпачок;
4 - штир; 5 - єднальна мастика.

Опорно-штирьові ізолятори використовуються у відкритих РП напругою вище 35 кВ в тих випадках, коли існує потреба у високій механічній міцності.

На рисунку 6 наведений опорний-стрижневий кремнійорганічний ізолятор типу ОНС.

Таблиця 1 - Технічні дані і розміри опорних ізоляторів 10 кВ.

Тип ізолятора	$U_{ном}$, кВ	$I_{ном}$, А	Витримуєма U, кВ	Мінім. розруш. навантаження, Н	Маса, кг	Розміри, мм, за рис.						
						H	A	D	d	L	L1	Б
ОФ-10-375	10	—	47	3750	1.5	120	—	82	60	—	—	—
ОФ-10-375ов	10	—	47	3750	2.9	190	150	160	62	—	—	—
П-10/400-750	10	400	47	7500	5,5	—	165	—	—	450	310	130
ПК-10/1600-750	10	1600	47	7500	5,0	—	160	—	—	290	250	—
П-10/2000-2000	10	2000	47	20000	18,4	—	155	—	—	—	480	—

Примітка. В маркуванні ізоляторів букви і цифри означають: О — опорний, Ф — фарфоровий, П — прохідний, К — для комплектних розподільних пристроїв; 10 — номінальна напруга, кВ; 600, 1600, 2000 — номінальний струм, А; 3750 і 20 000 — мінімальне розрушюче навантаження, Н.

На рисунку 11 наведений опорно-штирьовий ізолятор типу ОНШ.

Прохідні ізолятори

Прохідні ізолятори призначені для забезпечення проходження струмопровідних частин крізь різні перегородки еле-

ктроустановки та їх ізоляції від землі або інших частин електроустановки, що знаходяться під різними напругами або заземлені. Ізолятори також застосовуються при спорудженні розподільних пристроїв підстанцій (у тому числі КТП), виготовленні трансформаторних вводів, комплектних розподільних пристроїв і т. д.

На рисунку 12 наведено прохідний ізолятор типу ИП.

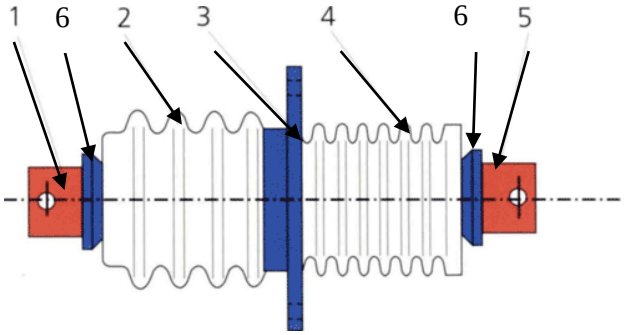

Рисунок 12 - Прохідний ізолятор ИП:
1 і 5 - контактні виводи; 2 і 4 - фарфорові втулки; 3 - фланець; 6 - ковпачки.

Прохідний ізолятор (рис. 12) складається з порцелянових втулок 2 та 4, верхнього і нижнього ковпачків 6, чавунного фланця 3 і мідної або алюмінієвої струмопровідної шини з контактними виводами 1 і 5. Ковпачки і фланець скріп-люють з порцеляновим корпусом цементуючим складом або механічним способом. У чавунному фланці є отвори для кріплення його до стіни, металевих конструкцій або плит.

Переріз струмопровідних шин вибирають в залежності від робочого струму.

Прохідні ізолятори розрізняють за родом установлення (для внутрішнього і зовнішнього), номінальною напругою і руйнівним навантаженням.

У позначенні прохідних ізоляторів вказують:

тип ізолятора П (прохідний), номінальну напругу, номінальний струм і руйнівне навантаження на вигин.

Наприклад, прохідний ізолятор на напругу 10кВ з номінальним струмом 400А та руйнівним навантаженням 750 кгс(7500 Н) позначається П- 10 / 400-750.

2. 4. Умови вибору ізоляторів.

Вибір опорних ізоляторів.

Опорні ізолятори вибирають за такими умовами:

- за номінальною напругою

$$U_{ном.із} \geq U_{ном.мер.}, \qquad (1)$$

де $U_{ном.із}$ – номінальна напруга ізолятора, кВ;

$U_{ном.мер.}$ – номінальна напруга мережі, в якій встановлений ізолятор;

- за допустимим механічним навіантаженням

$$F_{доп} \geq F_{розр}, \qquad (2)$$

де $F_{розр.}$ – найбільше розрахункове навантаження на ізолятор, Н;

$F_{доп}$ – допустиме навантаження на головку ізолятора, Н:

$$F_{доп}=0.6F_{руйн}, \text{ Н} \qquad (3)$$

$F_{руйн.}$ – руйнівне навантаження на вигин, вказується в каталозі.

За горизонтального та вертикального розміщення ізоляторів всіх фаз найбільше розрахункове навантаження на опорний ізолятор розраховується за виразом:

$$F_{розр} = 1,76 \frac{i_y^2 \cdot l}{a} \cdot k_h \cdot 10^{-7},\ H, \qquad (4)$$

де i_y - ударний струм трифазного короткого замикання,А;

a - відстань між осями шин суміжних фаз, м;

l - відстань між ізоляторами уздовж шин, м;

k_h - поправочний коефіцієнт на висоту шини при розташуванні шини на ізоляторі "на ребро" (рис. 13);

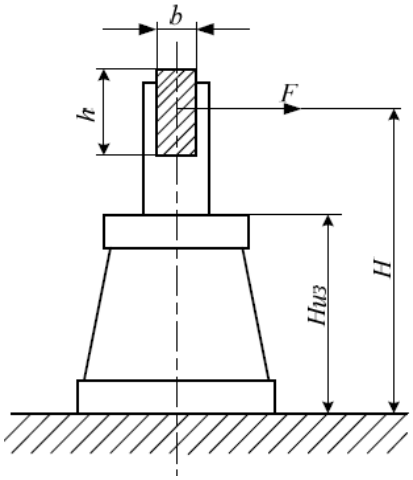

Рисунок 13 - Розташування шини на ізоляторі на «ребро» до визначення розрахункового навантаження на ізолятор.

$$k_h = \frac{H}{H_{із}}, \qquad (5)$$

де $H_{із}$ - висота опорного ізолятора,

$$H \approx H_{із} + b + \frac{h}{2}. \qquad (6)$$

При розміщенні шини на ізоляторі плазма $k_h \approx 1$.

Розрахункове навантаження у випадку розміщення ізоляторів у вершинах трикутника залежить від їх взаємного положення[6].

Вибір прохідних ізоляторів:

- за номінальною напругою

$$U_{ном.із} \geq U_{ном.мер.}, \qquad (7)$$

де $U_{ном.із}$ – номінальна напруга ізолятора, кВ;

$U_{ном.мер.}$ – номінальна напруга мережі, в якій встановлений ізолятор;

- за струмом

$$I_{ном} \geq I_{\max}, \qquad (8)$$

де $I_{ном}$ – номінальний струм ізолятора;

I_{max} – максимальний струм мережі.

- за допустимим механічним навіантаженням

$$F_{доп} \geq F_{розр}, \qquad (9)$$

де $F_{розр.}$ – найбільше розрахункове навантаження на ізолятор, Н;

$F_{доп}$ – допустиме навантаження на головку ізолятора, Н:

$F_{доп}=0.6F_{руйн}$, Н

$F_{руйн.}$ – руйнівне навантаження на вигин, вказується в каталозі.

Для прохідних ізоляторів розрахункова сила визначається за формулою:

$$F_{розр} = 0,5 \cdot f_{ф} \cdot l,\ H. \qquad (10)$$

де $f_{ф}$ - максимальна сила взаємодії.

Максимальна сила взаємодії $f_{ф}$ дорівнює силі, що діє на фазу *B* при горизонтальному розміщенні шин, Н/м:

$$f_{ф} = \sqrt{3} \cdot 10^{-7} \cdot \frac{i_y^2}{a},$$

де a - відстань між сусідніми шинами, мм;

i_y – ударний струм к. з., кА.

ІІІ. ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБОТИ.

Згідно варіанту, за прикладом, провести розрахунок вибору ізолятора для кріплення шин.

Приклад. Вибрати ізолятор для кріплення шин в комплектному розподільному пристрої напругою 6 кВ, якщо відстань між сусідніми шинами a = 300 мм, відстань між ізоляторами l = 1200 мм (рис. 14). Ударний струм короткого замикання i_y = 25 кА, розміщення шини – плазма.

Рішення. Вибір ізоляторів проводимо за умовами (1) та (2). За технічними характеристиками вибираємо ізолятори типу ОФ-6-375 УЗ, (див. табл..)для роботи в приміщенні. Умовні позначення ізолятора:

О - опорний; Ф – фарфоровий(порцеляновий);

6 - клас напруги, 6 кВ; 375 - мінімальне руйнівне зусилля на згин, кгс; У - для помірного клімату.

$$F_{розр} = 1,76\frac{i_y^2 \cdot l}{a} \cdot k_h \cdot 10^{-7},\ H,$$

$$F_{розр} = 1,76\frac{(25 \cdot 10^3)^2 \cdot 1200}{300} \cdot 1 \cdot 10^{-7} = 433\ H,$$

Мінімальне руйнівне зусилля на згин

$F_{руйн}$=*375* кгс=3750 Н

Умова $0,6 \cdot F_{руйн} = 0,6 \cdot 3750 > F_{розр} = 433$, тобто

0,6 $F_{руйн}$=2250 > $F_{роз}$=433 виконується.

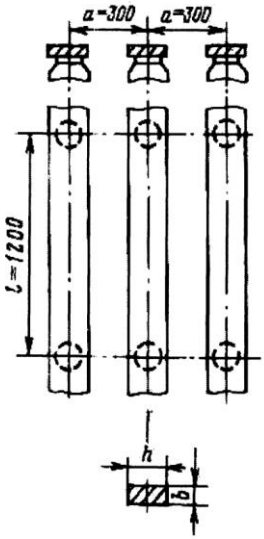

Рисунок 14 - Схема розташування шин на опорних ізоляторах

Таблиця 2 – Вихідні дані для вибору ізоляторів для кріплення шин

Номер	U, *кВ*	a, *мм*	l, *мм*	i_y, *кА*	Розташування шин на ізоляторі
1	6	300	1100	24	плазма, у горизонтальній пло-
2	10	400	1200	25	на ребро, у горизонтальній
3	10	350	1200	25	плазма, у вертикальній площині
4	6	250	1100	25	на ребро, у вертикальній пло-
5	6	300	1200	23	плазма, у горизонтальній пло-
6	10	250	1200	27	плазма, у вертикальній площині
7	10	400	1100	26	на ребро, у горизонтальній

Після проведення розрахунків зробити висновок.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Привести класифікацію ізоляторів.
2. Назвати основні групи параметрів ізоляторів та окремі їх характеристики.
3. Описати конструктивні особливості окремих ізоляторів КРПЗ.
4. Дати характеристику геометричних параметрів ізоляторів.
5. Назвати типи ізоляторів, які застосовуються в розподільних пристроях електричних станцій та підстанцій.
6. Пояснити особливість будови опорно-стрижневих ізоляторів.
7. Де використовують опорно-стрижневі ізолятори, їх будова та недоліки.
8. Особливість конструкції прохідних ізоляторів для внутрішньої та зовнішньої установок.
9. Які напруги відносяться до розрядної напруги ізолятора ?
10. Які основні механічні характеристики ізоляторів ?
11. Яка класифікація лінійної арматури ?

ЛІТЕРТУРА

1. Правила улаштування електроустановок. - Видання офіційне. Міненерговугілля України. - Х. : Видавництво «Форт», 2017. - 760 с.

2. Василега П. О. Електропостачання/ П. О. Василега– Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. – 415 с.

3. Будзко И. А. Электроснабжение сельского хозяйства / И. А. Будзко, Н. М. Зуль – М.: Агропромиздат, 1990 – 495 с.

4. Козирський В. В. Електропостачання агропромислового комплексу / В. В. Козирський, В. В. Каплун, С. М. Волошин – К.: Аграрна освіта, 2011- 448 с.

5. http://leg.co.ua/info/podstancii/tehnicheskie-dannye-i-razmery-opornyh-i-prohodnyh-izolyatorov.html

Навчальне видання

ОСНОВИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Методичні вказівки

до виконання лабораторної роботи
«Вивчення будови та принципів вибору ізоляторів»

Автори-укладачі:
ПОПАДЧЕНКО Світлана Анатоліївна
САВЧЕНКО Олександр Анатолійович

Формат 60×84/16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.
Ум. друк. арк. 0,6. Наклад 100 пр.
Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44