

АНАЛІЗ БУДОВИ ТА УМОВ ЗАСТОСУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ ВИМИКАЧІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі розглянуто особливості будови повітряних вимикачів, їх призначення та принцип дії. Проаналізовано умови застосування повітряних вимикачів.

***Ключові слова:** повітряний вимикач, дугогасильна камера, номінальна напруга, конструктивні особливості, принцип роботи, умови застосування.*

Abstract

The work considers the features of the structure of air switches, their purpose and principle of operation. The conditions of use of air switches are analyzed.

***Keywords:** air switch, arcextinguishing chamber, nominal voltage, design features, principle of operation, conditions of use.*

Вступ

Електрична мережа складається з генеруючих станцій, ліній електропередачі, розподільчих ліній, трансформаторів та інших пристроїв, що забезпечують передачу електроенергії. Застаріле обладнання, великі втрати при передачі енергії та інші фактори викликають необхідність у модернізації та розвитку електричних мереж [1].

З появою нових споживачів електроенергії виникає завдання забезпечення їхнього живлення. Це завдання вимагає вирішення з урахуванням економічної доцільності. Проектування електричних мереж класифікується як задача знаходження оптимальних умов при обмеженнях, пов'язаних як з технічними вимогами, так і практичною реалізацією проекту з урахуванням майбутнього розвитку системи.

Одним із головного обладнання електричних мереж є комутаційні апарати, які визначають надійність всіх підстанцій і ліній електропередачі у всіх режимах експлуатації. Вимикачі високої напруги використовуються як основні комутаційні апарати і відповідають за включення та відключення ЛЕП у різних режимах [1, 2].

Найбільша частка вимикачів експлуатується при напрузі 110 кВ, і багато з них є застарілими, що створює потребу в їхньому оновленні. Вакуумні вимикачі вирізняються високою екологічною придатністю, високою надійністю та більшим комутаційним ресурсом, здатним працювати при низьких температурах до -60 °С. Основна проблема в електроенергетичній системі – це забезпечення балансу потужності та електроенергії у нормальних та післяаварійних режимах. Отже, розвиток та реконструкція електричних мереж з аналізом конструктивних особливостей та експлуатації вакуумних вимикачів.

Результати дослідження

Повітряні вимикачі — це електричні пристрої, призначені для захисту електричних мереж від перевантажень, коротких замикань та інших аномальних станів. Вони використовуються в системах низької та середньої напруги.

Принцип роботи повітряних вимикачів базується на використанні повітря як середовища для гасіння електричної дуги, яка виникає при розмиканні контактів під навантаженням. Це дозволяє швидко та безпечно припинити протікання струму [1].

Основним призначенням повітряних вимикачів є:

1. Захист від перевантажень - повітряні вимикачі автоматично відключають електричну мережу у разі перевищення допустимого струму протягом певного часу, щоб запобігти перегріванню проводів та обладнання.

2. Захист від коротких замикань - у разі короткого замикання, яке викликає різке збільшення струму, повітряні вимикачі швидко відключають електромережу, щоб уникнути пошкодження обладнання та виникнення пожежі.

3. Вмикання та вимикання електричних ланцюгів - повітряні вимикачі використовуються для ручного або автоматичного вмикання і вимикання електричних ланцюгів.

4. Захист від пониженої напруги - деякі повітряні вимикачі мають функцію відключення при зниженні напруги нижче допустимого рівня, що захищає обладнання від неправильного функціонування.

5. Селективність захисту - повітряні вимикачі можуть бути налаштовані таким чином, щоб лише конкретна ділянка мережі відключалася у разі несправності, що дозволяє уникнути повного відключення живлення.

В повітряних вимикачах гасіння дуги відбувається стисненим повітрям, а ізоляція струмоведучих частин і дугогасильного пристрою здійснюється фарфором або іншими твердими ізоляційними матеріалами.

Конструктивні схеми повітряних вимикачів різні (рис. 1) і залежать від їх номінальної напруги, способу створення ізоляційного проміжку між контактами у вимкненому положенні та способу подачі стисненого повітря в дугогасильний пристрій. Відмінною рисою сучасних потужних повітряних вимикачів є модульність їхнього конструктивного виконання, що дає можливість використати однотипні укрупнені елементи (модулі) для побудови вимикача даної серії на всі класи напруги, зберігаючи параметри кожного з них по напрузі практично незмінними. Не менш важлива й можливість оснащення кожного із цих дугогасильних модулів шунтувальними резисторами, призначеними як для зниження амплітуди й швидкості наростання напруги, що відновлюється, так і для обмеження небезпечних перенапруг при увімкненні або вимкненні. Тому принцип модульності конструктивної побудови вимикачів на високі класи напруг виявляється вигідним і з економічної точки зору.

Характерною рисою будови сучасних повітряних вимикачів різними фірмами є досягнення необхідних властивостей і параметрів принципово однаковими методами, що привело останнім часом до зближення принципів побудови конструктивних схем вимикачів. Це дозволяє сформулювати тенденції в розвитку сучасних повітряних вимикачів:

- модульний принцип побудови серій - цей принцип дозволяє будувати повітряні вимикачі у досить великому діапазоні напруг (від 35 до 1150 кВ) з однакових модулів, робити помодульні випробування й мати максимально вигідні умови виробництва, експлуатації й монтажу. Модульний принцип практично однозначно визначає розміщення модулів на високій напрузі з опорною або підвісною ізоляцією;

- розміщення дугогасильних пристроїв безпосередньо в стисненому повітрі, що дозволяє забезпечити максимальну комутаційну здатність, швидкодію, ізоляційну міцність міжконтактних проміжків і пропускну здатність по номінальному струмові;

- збільшення робочого тиску або створення пристроїв, що дозволяють підвищити тиск у момент вимкнення. Найчастіше в цей час тиск досягає значень $6,0 \div 8,5$ МПа;

- застосування надшвидкодіючих систем керування з малим розкидом часу дії;

- обмеження комутаційних перенапруг повітряних вимикачів, розрахованих на вищі класи напруг здійснюється доукомплектуванням вимикачів шунтувальними опорами або в реалізації синхронного увімкнення;

- підвищення надійності й збільшення міжремонтних строків для забезпечення більш надійної роботи існуючих енергосистем і спрощення експлуатації повітряних вимикачів всупереч зростаючій їхній складності.

У вимикачах на великі номінальні струми (рис. 1, а, б) є головний і дугогасильний контури, як і в маломасляних вимикачах типів МГ і ВГМ. Основна частина струму у вимкненому положенні вимикача проходить по головних контактах 4, які розташовані відкрито. При вимкненні вимикача головні контакти розмикаються першими, після чого весь струм проходить по дугогасильних контактах, які розташовані в камері 2. До моменту розмикання цих контактів в камеру подається стиснене повітря із резервуара 1, створюючи при цьому сильне дугтя, яке і гасить дугу. Дугтя може бути поздовжнім (рис. 1, а) або поперечним (рис. 1, б). Необхідний ізоляційний проміжок між контактами у відключеному положенні створюється в дугогасильній камері шляхом розведення контактів на достатню відстань або спеціальним відділювачем 5, який знаходиться відкрито. Після

вимкнення відділювача 5 припиняється подавання стисненого повітря в камери і дугогасильні контакти замикаються. Вимикачі, виконані за такою конструктивною схемою виготовляються для внутрішнього встановлення на напруги 15 та 20 кВ і номінальні струми вимкнення до 2000 А (серія ВВГ), а також на напругу 35 кВ (серія ВВЕ-35-20/1600УЗ).

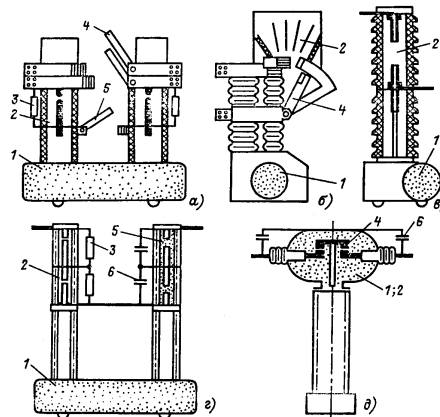


Рисунок 1 - Конструктивні схеми виконання повітряних вимикачів

У вимикачах для відкритого виконання дугогасильна камера знаходиться всередині фарфорового ізолятора, причому на напрузі 35 кВ достатньо мати один розрив на фазу (рис. 1, в), на 110 кВ - 2 розриви на фазу (рис. 1, г).

Різниця між цими конструкціями полягає в тому, що у вимикачах напругою 35 кВ ізоляційний проміжок утворюється в дугогасильній камері 2, а у вимикачах напругою 110 кВ і вище після гасіння дуги розмикаються контакти відділювача 5 і камера відділювача залишається заповненою стисненим повітрям на весь час вимкненого положення. При цьому в дугогасильну камеру стиснене повітря не подається і контакти в ній не замикаються.

За конструктивною схемою рис. 1, з виготовляють вимикачі серії ВВ на напругу до 500 кВ. Чим вища номінальна напруга і чим більша потужність вимкнення, тим більше розривів необхідно мати в дугогасильній камері та у відділювачі (на 330 кВ – вісім розривів; на 500 кВ – десять).

У розглянутих конструкціях повітря подається в дугогасильні камери із резервуара, який знаходиться біля основи вимикача. Якщо контактну систему розмістити в резервуар стисненого повітря, ізолюваного від землі, то швидкість гасіння дуги значно збільшиться. Такий принцип поставлений в основу серії вимикачів ВВБ (рис. 1, з). В цих вимикачах немає відділювача. При вимиканні вимикача дугогасильна камера 2, яка є одночасно резервуаром стисненого повітря, зв'язується з атмосферою через дуттєві клапани, завдяки чому створюється дуття, яке гасить дугу. У вимкненому положенні контакти знаходяться в середовищі стисненого повітря. За такою конструктивною схемою виготовляють вимикачі до 750 кВ. Кількість дугогасильних камер залежить від напруги: 110 кВ – одна; 220, 330 кВ – дві; 500 кВ – чотири; 750 кВ – шість (в серії ВВБК).

Гасіння дуги в повітряних вимикачах проводиться в дугогасильних камерах, в яких ефективно охолодження проходить за рахунок дії повітря, що тече з великою швидкістю відносно дугового стовпа. Для рівномірного розподілу напруги по розривах використовують омичні 3 і ємнісні дільники напруги.

Висновки

Отже, в роботі було проаналізовано будову та принцип дії повітряних вимикачів, а також їх переваги та недоліки. Перевагами повітряних вимикачів є наступні:

- вибухо і пожежебезпечність;
- достатньо високу швидкодію та можливість здійснення швидкодіючих АПВ;
- високу вимикальну здатність;
- надійне вимкнення ємнісних струмів ліній;
- мале зношування дугогасильних контактів;
- легкий доступ до дугогасильних камер;

- можливість утворення серій з уніфікованих вузлів на надвисокі напруги;
 - придатність для зовнішньої і внутрішньої установки.
- Недоліками повітряних вимикачів є:
- необхідність компресорної станції;
 - складна конструкція ряду деталей та вузлів;
 - відносно висока вартість;
 - неможливість установки вмонтованих трансформаторів струму.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бржезицький В. О., Зелінський В.Ц., Лежнюк П.Д., Рубаненко О.Є. Електричні апарати: підручник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2016. 602с. ISBN 978-966-289-101-0.
2. Правила улаштування електроустановок. – Видання офіційне. Міненерговугілля України. – Х. : Видавництво «Форт», 2017. – 760 с.

Кубай Олена Олександрівна – студентка групи ЕСМ-22мз, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: olena0200@gmail.com

Гульман Алла Олександрівна – студентка групи ЕС-22мз, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: gulmanalla20@gmail.com

Остра Наталія Вікторівна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, natalyaostra@ukr.net

Kubay Olena O. – student, Department of Power Plants and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: olena0200@gmail.com

Gulman Alla O. – student, Department of Power Plants and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: gulmanalla20@gmail.com

Ostra Natalia V. - Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Associate Professor of the department of electric power stations and systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine; e-mail: natalyaostra@ukr.net