

# ДОСЛІДЖЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ ТА ВІДМОВ У ПОВІТРЯНИХ ТА ЕЛЕГАЗОВИХ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ВИМИКАЧІВ НАПРУГОЮ 220-750 КВ

Вінницький національний технічний університет

## **Анотація**

*Дослідження найбільш характерних відмов та несправностей у повітряних та елегазових високовольтних вимикачах у мережах на напругу 220-750 кВ. Встановлення основних причини виникнення та види ремонтів і технічного обслуговування даного обладнання, яке використовується на підстанціях ЕЕС України.*

**Ключові слова:** високовольтний вимикач, технічне обслуговування, пошкодження, ізолятор, елегаз.

## **Abstract**

*Investigation of the most characteristic failures and malfunctions in air and SF<sub>6</sub> high-voltage circuit breakers in 220-750 kV networks. Establishment of the main causes and types of repairs and maintenance of this equipment used at the substations of the power system of Ukraine.*

**Keywords:** high-voltage switches, maintenance, breakage, insulator, SF<sub>6</sub>.

## **Вступ**

На сьогоднішній день в українській електроенергетичній системі в мережах з напругою 220-750 кВ використовуються як повітряні, так і елегазові високовольтні вимикачі. Як будь-який електричний апарат, вони можуть виходити з ладу та мати певні несправності, котрі потрібно якнайшвидше усунути задля надійної та якісної роботи всієї системи.

Питання ремонту високовольтних вимикачів є актуальним і сьогодні, особливо це стосується вимикачів, в яких середовищем гасіння дуги є елегаз (SF<sub>6</sub> - шестифториста сірка), адже вони є найбільш дорогавартісними у виготовленні та швидкими темпами витісняють масляні та повітряні [1].

## **Результати дослідження**

### **Повітряні вимикачі**

Розглядаючи повітряні високовольтні вимикачі, та беручи до уваги особливості їх експлуатації, можна виділити шість основних видів несправностей, котрі виникають в процесі їх роботи [2].

Однією з найпоширеніших відмов є неповнофазні вимкнення, котрі виникають внаслідок падіння скиду тиску в одній із фаз, або через забруднення чи промаслювання золотника пневматичної відсічки. Щоб усунути даний дефект, насамперед потрібно вивести вимикач в ремонт, розібрати і провести ревізію блоку відключення в полюсній шафі вимикача. Потім виконується регулювання скиду повітря пофазно, скид повітря має дорівнювати 2,8-3,0 атм.

Також дуже часто трапляється руйнування фарфорових ізоляторів внаслідок тривалої експлуатації. Дане пошкодження виникає, якщо не провести гідравлічні випробування ізолятора під час заміни при капітальному ремонті.

При пошкодженні пружини, часто виникає зависання рухомого контакту дугогасильної камери та відділювача. В такому випадку слід розібрати вузол і замінити дефектний елемент, в нашому випадку пружину.

Завищення перехідного опору контактів характерне при поганому закручуванні нерухомого контакту, яке при вимкненнях приводить до збільшення даного показника, що негативно впливає на загальну роботу вимикача. Позбутися цієї проблеми можна, якщо надійніше закрутити нерухомий контакт.

Нерідко зустрічається такий дефект, як видування гумових ущільнень, котре виникає внаслідок поганого затягнення механічного кріплення. Дана проблема усувається шляхом кращого затягнення кріплення.

Останньою найпоширенішою відмовою в повітряних високовольтних вимикачах є вихід зі ладу нагрівачів обігріву, тобто шафи обігріву. Цю відмову усувають шляхом заміни дефектного елемента на новий працюючий.

Згідно ПТЕ повітряним вимикачам на напругу 110-330 кВ поточні ремонти проводяться щорічно, а капітальні – 1 раз через 4-6 років.

### Елегазові вимикачі

Даний тип вимикачів на сьогоднішній день відносно швидкими темпами витісняє інші види тому, що є дуже надійним та має гарні робочі показники та характеристики. Але не дивлячись на це, також має ряд певних відмов, котрі трапляються під час експлуатації [3-4].

Для даного типу вимикачів характерні такі ж види відмов, як і для повітряного вимикача: руйнування фарфорових ізоляторів при тривалому терміні експлуатації, що спричиняється за рахунок перепаду атмосферних тисків, та вітрових навантажень та вихід із ладу нагрівальних елементів (шафи обігріву).

Приклад дефекту опорного ізолятора елегазового вимикача проілюстровано на рис. 1.



**Рис. 1 – Дефект опорного ізолятора елегазового вимикача**

Способи усунення даних відмов реалізуються так само, які в повітряних вимикачах, враховуючи будову і конструктивні елементи кожного типу вимикача.

Характерною тільки для елегазових вимикачів відмовою, є падіння тиску елегазу, яке виникає внаслідок пошкодження гумових ущільнень і фарфорових ізоляторів, що в свою чергу призводить до значного пониження робочих характеристик вимикача: струм відключення, робочий струм та час відключення [5].

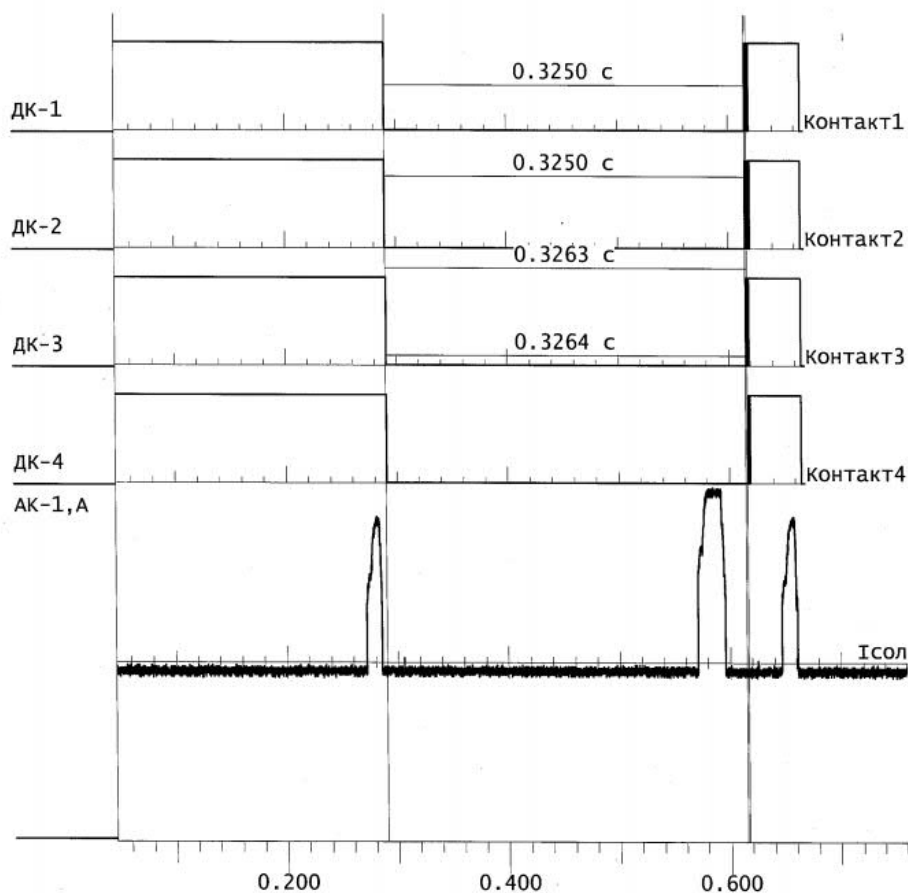
Технічне обслуговування для елегазових вимикачів проводиться через 6 та 12 років (ТО-6 та ТО-12).

ТО-6 включає в себе наступні операції:

- перевірка кріплення болтових з'єднань (виконується за допомогою динамітричного ключа);
- перевірка перехідного опору струмовідного контуру (виконується за допомогою мікроомметра ИКС-5);
- перевірка опору ізоляції та очищення її в разі потреби (реалізується за допомогою мегаомметра);

- перевірка якості елегазу (за допомогою мультиметра, наприклад, фірма DILLO);
- очищення шафи приводу, перевірка елементів обігріву, перевірка часу заведення пружини, за потреби змащування;
- якщо є потреба – докачування елегазу.

Під час ТО-12 виконується всі ті самі дії та додатково знімаються часові характеристики за допомогою приладу РЕКОН, це прилад для зняття технічних характеристик вимикача. Покази приладу РЕКОН під час ТО вимикача фірми АВВ моделі LTB800E4 показано на рис. 2.



**Рис. 2 – Приклад показів приладу РЕКОН під час ТО вимикача LTB800E4**

Якщо взяти до уваги вимикачі фірми АВВ типу LTB-800E4 (750 кВ), LTB-420E2 (330 кВ) та LTB-145 (110 кВ), то в них виходять з ладу наступні частини:

- нагрівальні елементи потужністю 70 Вт;
- вузол приводу в комплекті з двигуном заведення пружини;
- опорні ізолятори (тріщини в фарфорі в районі армувального шва).

Більше суттєвих зауважень під час експлуатації не виявлено, що свідчить про його надійність.

Особливістю ремонту даного типу вимикача є те, що фірма виробник дає гарантію на 25 років роботи чи на 18000 відключень, також завод (фірма) виробник не дозволяє проводити капітальні та планові ремонти так, як це порушує умови гарантії.

### **Висновки**

Провівши дослідження щодо особливостей та видів ремонту повітряних та елегазових високовольтних вимикачів, було встановлено основні види пошкоджень та відмов, що найчастіше зустрічаються під час експлуатації, та найголовніше, було з'ясовано види їх ремонтів, котрі широко застосовуються в нашій електроенергетичній системі.

В подальшому ми будемо продовжувати працювати в даному напрямку, адже дане питання є актуальним і потребує ретельного вивчення для того, щоб підвищити економічну та виробничу ефективність.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. О.Є. Рубаненко, В.О. Лесько, С.В. Пугач Особливості цифрових ВРП електричних станції Матеріали XV міжнародної конференції "Контроль і управління в складних системах (КУСС-2020)", м. Вінниця, 8-10 жовтня 2020 р.
2. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9%D0%B2%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%87>
3. <https://universalexport.com.ua/ua/blog/elegaz-i-ego-svoystva>
4. [inmad.vntu.edu.ua/portal/static/368E8219-C8A0-4B89...EBB-3D8E962BC420.pdf](http://inmad.vntu.edu.ua/portal/static/368E8219-C8A0-4B89...EBB-3D8E962BC420.pdf)
5. <https://uk.answersexpress.com/gas-insulated-transmission-line-gil-30403>.

**Поліщук Андрій Володимирович** — студент групи 2ЕЕ-18б, факультет електроенергетики та електромеханіки.

**Лесько Владислав Олександрович** — доцент, к.т.н., доцент кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [Leskovlad@ukr.net](mailto:Leskovlad@ukr.net)

**Малогулко Юлія Володимирівна** — доцент, канд. техн. наук, доцент кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [Juliya\\_Malogulko@ukr.net](mailto:Juliya_Malogulko@ukr.net)

**Lesko Vladyslav O.** — Associate Professor, Ph.D., Associate Professor of power stations and systems department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, [Leskovlad@ukr.net](mailto:Leskovlad@ukr.net)

**Malogulko Yuliia V.** - Associate Professor, Ph.D., Associate Professor of power stations and systems department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, [Juliya\\_Malogulko@ukr.net](mailto:Juliya_Malogulko@ukr.net)

**Polishchuk Andriy V.** — student in 2EE-18b group, Vinnytsia National Technical University