

ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВАКУУМНИХ ВИМИКАЧІВ ФІРМИ SIEMENS

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі проведено аналіз умов експлуатації вакуумних вимикачів Siemens, а також доцільність їх використання в електричних мережах напругою 6-35 кВ.

Ключові слова: електрообладнання, вакуумний вимикач, комутаційна апаратура.

Abstract

The feasibility of using Siemens vacuum switches and their operating conditions were analyzed.

Keywords: power equipment, vacuum switch, switchgear.

Вступ

На сьогоднішній день в електричних мережах (ЕМ) середньої напруги спостерігається тенденція до критичного зношування електрообладнання. В першу чергу, це спричинено тим, що електричні мережі 6-10 кВ мають велику протяжність. На кожні 100 км лінії електропередачі ЕМ середньої напруги відбувається близько 30 відключень за рік. Це спричинює приблизно п'ять відключень електропостачання за рік в звичайного споживача. Майже 70% від усіх порушень роботи електрообладнання припадають на ЕМ напругою 6-10 кВ. При цьому найбільше піддаються зношуванню вимикачі, адже більше 30% підстанцій відпрацювали свій нормативний термін експлуатації [1].

Останнім часом в ЕМ середньої напруги замість оливних вимикачів використовують вакуумні вимикачі, оскільки останні не вибагливі в догляді (ремонт не потрібний до 20 років експлуатації), їх дугогасні пристрої захищені герметичними оболонками, тому ізолювані внутрішня ізоляція не піддається впливу зовнішнього середовища. Електрична дуга при відключеннях у вакуумі практично не знижує властивостей дугогасного і ізолюючого середовища.

Більшість розвинених країн Європи успішно використовує такого виду вимикачі на своїх підстанціях (їх частка складає 2/3). Таке співвідношення досягається за рахунок більш надійної, а головне, довговічної конструкції. Вони досить невибагливі в обслуговуванні і експлуатації, не вимагають регулярного очищення, тобто, знижують амортизаційні капіталовкладення. Вакуумні вимикачі в нашій країні складають приблизно 40% від інших типів, мають найбільшу динаміку розвитку і є найбільш перспективними в ЕМ середньої напруги [2-4].

Результати дослідження

Розвиток вакуумних вимикачів (рис. 1) пов'язаний з тим, що вакуум є ідеальним ізоляційним середовищем.

Широкому застосуванню вакуумних вимикачів сприяють приведені нижче конструктивні і експлуатаційні переваги перед традиційними комутаційними апаратами в ЕМ напругою 6-35 кВ (оливними, електромагнітними, повітряними).

Конструктивні переваги вакуумних вимикачів:

- висока швидкодія, відключення струму при першому переході його через нуль після розведення контактів;
- висока швидкість відновлення електричної міцності міжконтактного проміжку у вакуумі після згасання дуги;
- високий комутаційний і механічний ресурс, що визначається високою зносостійкістю контактів при комутації номінальних струмів і струмів короткого замикання;
- вибухо- і пожежобезпечність, навіть при роботі в агресивних середовищах;

- широкий діапазон робочих температур;
- підвищена стійкість до ударних і вібраційних навантажень;
- малі габарити і маса дають перевагу при виконанні монтажу;
- можливість довільного просторового розташування дугогасних камер без погіршення якісних параметрів вимикача, що створює додаткові зручності при монтажі.

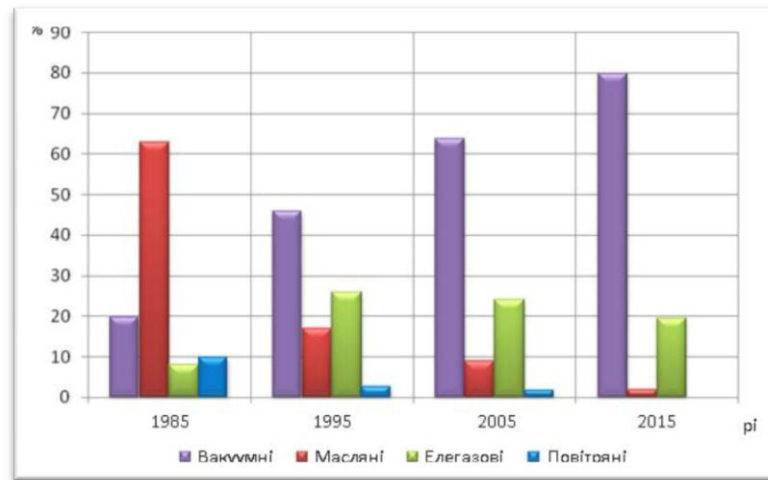


Рисунок 1 - Розвиток високовольтних вимикачів напругою 6-35 кВ

Експлуатаційні переваги вакуумних вимикачів:

- висока надійність - менша інтенсивність відмов, час відновлення, частота і тривалість ремонтів;
- безшумність, відсутність викидів, продуктів горіння дуги і зовнішніх ефектів при відключенні струмів короткого замикання, відсутність забруднення навколишнього середовища (екологічність);
- мала обслуговуваність при експлуатації дозволяє скоротити перерви в електропостачанні, пов'язані з виконанням регламентних робіт;
- відсутність необхідності в проведенні поточного, середнього і капітального ремонту;
- низькі експлуатаційні витрати визначаються відсутністю необхідності оливоного і компресорного господарств, крім того, вакуумні дугогасильні камери не вимагають поповнення дугогасильного середовища, а також живлення від мережі постійного, випрямленого і змінного оперативного струму в широкому діапазоні напруги;
- мале споживання потужності по ланцюгу оперативного живлення;
- сумісність з будь-якими існуючими типами коміроч.

В таблиці 1 наведені показники надійності електроустаткування 6-10 кВ. Як видно з табличних даних, найбільш надійним обладнанням є вакуумні вимикачі. Проте, незважаючи на їх надійність, необхідно також зважати на можливі випадки відмови вакуумних вимикачів в роботі і пошкодження вузлів і деталей, зокрема вакуумних дугогасильних камер.

Таблиця 1 - Показники надійності електрообладнання

Вид електрообладнання		Номінальна напруга $U_{ном}$, кВ	Параметр потоку відмов ω , 1/рік.	Час відновлення T_v , год	Частота КР, μ 1/рік	Термін КР T_p , год
Вимикачі	Елегазові	6-10	0,022	11	0,2	24,2
	Вакуумні	10	0,004	8	-	15
	Малооливні	10	0,009	20	0,14	20

До вакуумних вимикачів висуваються вимоги мінімізації робіт по технічному обслуговуванню і можливості експлуатації без ремонту впродовж всього терміну служби (25 років). У таблиці 2 приведено порівняння системи організації і термінів проведення технічного обслуговування і

ремонту ($T_{пр}$) вимикачів малооливних серії ВК-10 і вакуумних вимикачів типу 3АН5 фірми SIEMENS [5].

Таблиця 2 - Термін проведення технічного обслуговування і ремонту вимикачів

Операції технічного обслуговування і ремонту	Тип вимикача	
	ВК-10	3АН5
Заміна або поповнення дугогасильного середовища	Після 10 операцій "0" струму 20 кА - заміна оливи	Не потрібно
Технічне обслуговування (ТО)	Після 2000 циклів операцій "ВО"-ТО привода або ТО не менше 2 разв в рік	1 ТО - через 2 роки після встановлення; ТО - до закінчення гарантійного терміну - 7 років; Подальше ТО – 1 раз в 5 років
Поточний ремонт	1 раз в рік	Не потрібно
Середній ремонт	Не частіше 1 разу в 4 роки	Не потрібно
Капітальний ремонт	Після 3000 операцій "ВО"	Не потрібно

З приведених даних виходить, що за термін служби (25 років) вимикачу ВК-10 буде проведено 6 середніх або капітальних ремонтів, 24 поточних ремонтів і не менше 50 операцій технічного обслуговування. У разі виявлення дефектів і виникнення відмов для ВК-10 буде потрібно виконання непланових і аварійних ремонтів. Застосовуючи методи розрахунку економічної ефективності, можна підрахувати ремонтно-експлуатаційні витрати за термін служби з урахуванням дисконтування витрат, а також термін окупності при впровадженні вакуумних вимикачів.

Висновок

При масовому виробництві вартість вакуумних вимикачів всього до 15 % більша від вартості малооливних і менше вартості електромагнітних однакової номінальної напруги. Велика економія при експлуатації робить ці вимикачі високоефективними, що обумовлює їх все більш широке розповсюдження в електричних мережах середньої напруги. Вакуумні вимикачі фірми SIEMENS характеризуються своєю надійністю, кращими умовами експлуатації, невеликими габаритами та масою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Киреева Э.А., Цырук С.А. Современное вакуумное коммутационное электрооборудование. – М.: Энергетик, 2007. – 44 с.
2. Электрооборудование электрических станций и подстанций: Учебник для средн. проф.обр./ Л.Д. Рожкова, Л.К. Карнеева, Т.В. Чиркова. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр " Академия", 2005. – 448 с.
3. Лежнюк П.Д., Зелінський В.В. Електричні апарати. Фізичні основи електричних апаратів: Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2007.-176 с.
4. Вдосконалення методів і засобів діагностування високовольтних вимикачів : Монографія / О. С. Рубаненко. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 188 с.
5. Режим доступу: <https://new.siemens.com/ua/ru/products/energetika/medium-voltage/komponenty-srednego-napryazheniya/vakuumnyye-silovyye-vyklyuchateli-dlya-spetsialnykh-primeneniy.html>.

Шамрай Олексій Володимирович – студент групи 1ЕЕ-16б, факультет електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: olexiishamrai321@gmail.com.

Малогулко Юлія Володимирівна – к.т.н., доцент кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, juliya_malogulko@ukr.net.

Shamray Olexiy - student of 1EE-16b group, faculty of electric power, electrotechnics and electromechanics, Vinnitsa national technical university, Vinnitsa, e-mail: olexiishamrai321@gmail.com.

Malogulko Yuliia – Ph.D., Associate Professor, department of power plants and systems, Vinnitsa national technical university, Vinnitsa, juliya_malogulko@ukr.net.