



Antoni MAZIARKA, Eugeniusz ŁABUZ

Zakład Energetyczny Tarnów SA

Ochrona przepięciowa w praktyce eksploatacyjnej Zakładu Energetycznego Tarnów SA

Streszczenie Referat dotyczy doświadczeń eksploatacyjnych w zakresie stosowania ograniczników przepięć w Zakładzie Energetycznym Tarnów SA ze szczególnym naciskiem na praktykę pomiarową badań profilaktycznych ograniczników przepięć 110 kV, wykonywanych w miejscu zainstalowania.

Abstract. (*Overvoltage protection in practise of exploitation of Zakład Energetyczny Tarnów SA*). This paper concern exploitation experiences in area of using surge arresters in Zakład Energetyczny Tarnów SA especially measuring practise related with preventive researches of surge arresters 110 kV, which are performed in installing places.

Słowa kluczowe: ograniczniki przepięć, badanie ograniczników przepięć.

Keywords: surge arresters, testing of surge arresters.

Wstęp

Określanie „dobroci” wysokonapięciowych urządzeń elektroenergetycznych pracujących w czynnych stacjach zawsze nastęrcza wielu problemów. Z jednej strony wymóg przeprowadzania okresowych badań, aby mieć pewność, że urządzenia będą pracować bezawaryjnie, z drugiej zaś konieczność ograniczenia zbędnych czynności eksploatacyjnych i niepotrzebnych wyłączeń. Z punktu widzenia eksploatatora najlepszym rozwiązaniem są oczywiście urządzenia nie wymagające okresowych badań i przeglądów. Ponieważ jeszcze nie na wszystkich urządzeniach i nie w każdym miejscu sieci elektroenergetycznej można zaprzestać badań profilaktycznych, dlatego tam gdzie jest to tylko możliwe należy wprowadzać metody diagnostyczne, które nie wymagają pracochłonnych, a często trudnych do zrealizowania wyłączeń.

Badania eksploatacyjne wykonywane w miejscu zainstalowania urządzenia, czyli w tzw. terenie muszą: dawać jednoznaczną odpowiedź na pytanie czy dane urządzenie może dalej pracować, być ekonomicznie uzasadnione i nie stwarzać problemów ruchowych.

Pomiary w warunkach terenowych cechuje: zmienność warunków atmosferycznych, wpływ obcych napięć elektrycznych, wpływ braku dobrych połączeń lub niepewność co do ich jakości, dotyczy to szczególnie zachowania ciągłości uziemień, utrudniona możliwość konsultacji, czynniki trudne do identyfikacji a jeszcze trudniejsze do określenia ilościowego wpływu na pomiar jak np. pojemność, indukcyjność oraz zagrożenia dla prowadzących pomiary i przyrządów pomiarowych ze strony czynnych urządzeń.

Równocześnie zastosowana aparatura i metoda pomiarowa winna: być technicznie skuteczna, być łatwa w realizacji, być na tyle dokładna, aby możliwe było wyciągnięcie wniosków co do dalszej pracy badanego urządzenia, dawać wyniki powtarzalne, być ekonomicznie opłacalna i nie wymagać głębokiej wiedzy teoretycznej.

W technice pomiarowej, szczególnie w warunkach eksploatacyjnych, istotnym i trudnym problemem jest zamodelowanie tak układu pomiarowego, aby możliwie najwierniej odzwierciedlał rzeczywiste warunki pracy badanego urządzenia.

Ogromnego znaczenia nabiera także właściwa interpretacja wyników pomiarowych i w oparciu o to trafne podjęcie decyzji co do dalszej pracy urządzenia. A po

wielokroć problem ten się wzmacnia przy badaniu tych urządzeń, które, – jak w przypadku ograniczników przepięć – mają reagować na szybkozmienne przebiegi napięcia.

Wszystko to sprawia, że pomiary w terenie są zawsze obciążone prawdopodobieństwem popełnienia znacznie większego błędu niż pomiary wykonywane w warunkach laboratoryjnych.

Dochodzi do tego bardzo istotny czynnik ludzki. Osoby wykonujące pomiary w większości wypadków swoją wiedzę pomiarową w największym stopniu czerpią z własnych doświadczeń, ze szkoleń w pracy oraz ze zdobytej wiedzy teoretycznej wyniesionej ze szkoły, która po wielu latach jest jednak płytka i niewystarczająca do właściwego interpretowania występujących zjawisk. Często do dogłębnego rozumienia zjawisk potrzebna jest szersza wiedza, nierzadko wiedza akademicka.

W ostatnich kilkudziesięciu latach wraz z postępowaniem w technice pomiarowej oraz ze zmianą konstrukcji ograniczników przepięć zmieniały się także metody badań ograniczników. Od badania członami do badań pełnym napięciem. Od stosowania przyrządów analogowych do cyfrowych. A w ostatnim okresie coraz częściej metody pomiarowe, które nie wymagają wyłączeń urządzeń z ruchu [3].

Awaryjność ograniczników przepięć 110 kV

W ZE Tarnów SA eksploatowane są w sieciach 110 kV ograniczniki przepięć zaworowe: GZS a 97 (6szt), GZSb 96 (21 szt), GZSb 108 (69 szt), GZSMB 108 (33 szt), oraz ograniczniki przepięć beziskiennikowe: GXAS 96 (42 szt), GXB 96 (15 szt), R-U96 (6 szt).

Jak widać z tego zestawienia w dalszym ciągu większość stanowią ograniczniki przepięć starszej generacji.

W ciągu ostatnich dziesięciu lat nie zanotowano znaczącej ilości uszkodzeń ograniczników przepięć. Niemniej jednak, na przestrzeni 8 lat wystąpiło 6 zdarzeń, które skutkowały wybuchem ograniczników. W każdym przypadku były to ograniczniki typu GZS w obudowie porcelanowej, które do chwili obecnej całkowicie zostały wyeliminowane z eksploatacji w ZE Tarnów. Awarie te, których wynikiem było rozerwanie się obudowy ogranicznika były bardzo groźne w swoich skutkach, gdyż z reguły na skutek uderzeń kawałków porcelany ulegały uszkodzeniu sąsiednie urządzenia. Na szczęście obyło się bez wypadków wśród ludzi.

Innego rodzaju uszkodzeniem było dość często występujące pęknięcia okuć metalowych, co wymagało wymiany całych ograniczników. W miarę eliminowania ograniczników zaworowych od kilku lat w sieciach 110 kV w ZET instalowane są beziskiernikowe ograniczniki przepięć z tlenków metali. Aktualnie stosowany jest ogranicznik R-U96 produkcji ABB ZWAR Przasnysz.

Pierwsze dziewięć beziskiernikowych ograniczników przepięć typu GXAS 96 zostało zainstalowane w 1996r. Były to jednak ograniczniki bardzo ciężkie, gdyż - podobnie jak zaworowe - zabudowane w izolacji porcelanowej. Ale już w listopadzie 1998 zainstalowane zostały ograniczniki w obudowie silikonowej typu GXB 96 - nieporównanie lżejsze i łatwiejsze w montażu.

W dotychczasowej praktyce stosowania ograniczników beziskiernikowych nie zanotowana została żadna awaria na tych urządzeniach oraz, co jest zdecydowanie ważniejsze, nie uległy uszkodzeniu transformatory chronione przez te ograniczniki.

Diagnostyka ograniczników przepięć 110 kV

W latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych do badań diagnozujących ograniczniki zaworowe stosowany był transformator TP110 z pomiarem po stronie zasilania. Możliwy więc był pomiar napięcia zapłonu tylko do wartości 110 kV, gdy tymczasem wartość podawana przez producentów dochodziła dla kompletnego ogranicznika do napięcia 200 kV. Dlatego dość powszechną metodą był pomiar tego napięcia poprzez pomiar napięć zapłonu na poszczególnych członach odgromnika i porównywanie tych wartości z danymi producenta [1].

W roku 1984 zakupiony został transformator TP250 produkcji ZPRE Jedlicze wraz z pojemnościowym dzielnikiem pomiarowym i rozpoczęto badania ograniczników zaworowych metodą pełnego statycznego napięcia zapłonu. Dzięki temu pomiar stał się szybszy, nieco bliżej odzwierciedlający warunki rzeczywiste. Szybko zostały wyeliminowane te ograniczniki, które stwarzały groźbę awarii. Wówczas to najwięcej ograniczników zostało wymienionych na nowe.

W chwili obecnej, ze względu na znaczne już wyeksploatowanie ograniczników zaworowych, palącym problemem stała się ich właściwa weryfikacja. Wynika to z jednej strony ze znacznych kosztów, jakie niesie nieuzasadniona wymiana, a z drugiej strony duże prawdopodobieństwo ich uszkodzeń.

W Zakładzie Energetycznym Tarnów SA dotychczas stosowana jest metoda badania ograniczników przepięć zaworowych, gdzie podstawowym urządzeniem zasilającym pozostał transformator probierczy oraz – zakupiony w 2001 roku – rezystancyjny dzielnik napięcia. Oba urządzenia są na napięcie znamionowe 250 kV. Rezystancyjny dzielnik napięcia (wraz z urządzeniem pomiarowym) produkcji firmy JOTA z Krakowa, posiada świadectwo jakości wydane przez Główny Urząd Miar. Służy także do sprawdzania innych układów wysokonapięciowych używanych w ZE Tarnów SA, np. urządzenia do badania sprzętu dielektrycznego i urządzeń zasilających laboratoryjne pole probiercze 110 kV.

Podstawowym układem pomiarowym umożliwiającym pomiar statycznego napięcia zapłonu oraz skrośnego prądu płynącego przez ogranicznik zaworowy jest układ (rys. 1) zbudowany z:

- autotransformatora regulacyjnego oraz transformatora TP250 jako przewoźnego zasilacza przyłączonego na napięcie 230 V,
- rezystancyjnego dzielnika napięcia do pomiaru napięcia po stronie WN,

- miliamperomierza włączonego w miejsce licznika zadziałów do pomiaru prądu płynącego przez ogranicznik zaworowy.



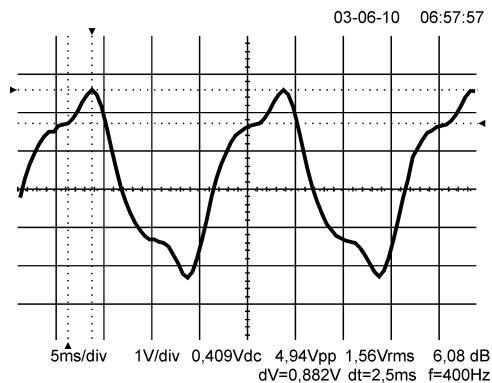
Rys. 1. Stanowisko przewoźne do badania ograniczników przepięć w ZE Tarnów SA

Układ pomiarowy możliwy jest do wykonania tylko wówczas, gdy ogranicznik zabudowany jest na podstawie izolacyjnej. Pomiar prądu dokonywany jest dla napięcia U_{zn} oraz dla $1,6 U_{zn}$ i wartości te są porównywane z wynikami uzyskanymi przy poprzednich pomiarach (rys. 2). Znaczny wzrost tego prądu jest sygnałem o występujących zmianach wewnątrz ogranicznika.

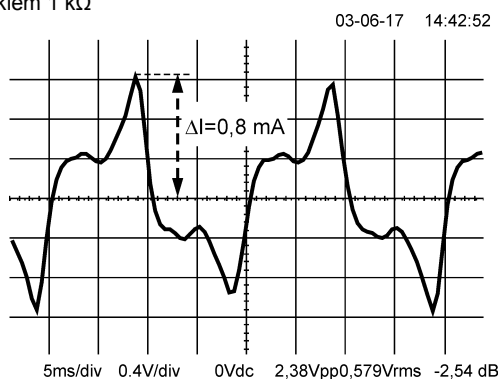
Przy decyzji o dyskwalifikacji odgromnika zaworowego podstawowe znaczenie ma wielkość statycznego napięcia zapłonu, a w następnej kolejności wielkość skrośnego prądu upływu oraz wiek i typ ogranicznika.

Pierwsze ograniczniki przepięć beziskiernikowe 110 kV zostały zainstalowane w ZE Tarnów w 1996 r. Dotychczas nie wprowadzono w ZE Tarnów szerszego programu ich badań. Wynikało to z różnych stanowisk na temat metodologii badań jak i wielkości parametrów granicznych, w oparciu o które można byłoby dopuszczać urządzenie do dalszej pracy.

Producent ograniczników ZWAR Przasnysz od początku wprowadzenia do sprzedaży ograniczników beziskiernikowych w „świadectwie badań kontrolnych ogranicznika przepięć” załączanym do każdego wyrobu podaje wartość napięcia odniesienia dla prądu odniesienia np. 3 mA dla GXAS, 0,8 mA dla Pexlim R-U przy określonej temperaturze. Temperatura jest najtrudniejszym warunkiem, jaki trzeba spełnić, aby można było porównać wyniki pomiarów wykonywane w różnych okresach czasu. Niestety spełnienie tego warunku w przypadku pomiarów w terenie jest dość trudne, a zatem błędy popełniane w trakcie tak wykonywanych badań mogą być duże. Na podstawie opublikowanego dokumentu pt. „Ograniczniki przepięć, diagnostyka, metody badań” ZWAR Przasnysz nr GXA/19/00 [2] dokonanych zostało w ZET SA kilka próbnych badań beziskiernikowych ograniczników przepięć 110 kV metodą pomiaru napięcia odniesienia (rys. 3). W oparciu o wyniki tych badań nie stwierdzono istotnych różnic w stosunku do wartości przy przyjmowaniu do eksploatacji. Wadą tej metody jest konieczność wyłączenia spod napięcia całego pola, w którym zainstalowane są ograniczniki przepięć.



Rys. 2. Przebieg prądu płynącego przez ogranicznik zaworowy GZSb 96. Odształcenie sinusoidy jest spowodowane znacznym wzrostem płynącego prądu o charakterze czynnym w zakresie zmiany napięcia zasilającego od wartości znamionowej U_{zn} do wartości $1,6 U_{zn}$. Pomiaru dokonano oscyloskopem cyfrowym z bocznikiem $1\text{ k}\Omega$



Rys. 3. Przebieg prądu płynący przez ogranicznik R-U96 (napięcie trwałej pracy 77 kV). Wartość $0,8\text{ mA}$ ogranicznik osiągnął przy napięciu 103 kV (temperatura otoczenia 23°C). Wartość tego napięcia podawana przez producenta wynosi 97 kV

Metoda pomiaru miernikiem MPU i stałoprądowa, opracowane przez Instytut Energetyki [3], takiego wyłączenia nie potrzebują, ale wymagają pewnych nakładów związanych z: modernizacją stanowisk ograniczników zainstalowanych na niskich konstrukcjach; montażem liczników zadziałających z gniazdem pomiarowym, w celu znacznego ułatwienia pomiaru oraz doposażenia laboratorium przewoźnego.

Ponieważ metody bezwyłączeniowe stwarzają potencjalne niebezpieczeństwo dla wykonujących te pomiary ludzi, dlatego – przynajmniej na obecnym etapie – takie pomiary w ZET SA nie są wykonywane. Wynika to także i z tego, iż zainstalowane ograniczniki przepięć są jeszcze stosunkowo „młode”. Niemniej jednak, w miarę starzenia się pracujących ograniczników przepięć konieczne będzie wprowadzenie metody nie wymagającej wyłączenia spod napięcia, która by spełniała następujące warunki: byłaby bezpieczna, dawałaby wyniki powtarzalne i stosunkowo łatwe do interpretowania, nie wymagałaby znacznych nakładów finansowych, byłaby możliwa do przeprowadzenia przez pracowników Zakładu Energetycznego.

Ograniczniki przepięć średniego napięcia

Od kilku lat w ZET SA na sieciach średniego napięcia stosowane są beziskiernkowe ograniczniki przepięć różnych producentów. Pierwsze pochodziły z firmy Cooper Power Systems (USA) typu AZL, a następne GXE i GXB produkcji ZWAR Przasnysz, POLIM-D firmy ABB (Szwajcaria), AZX firmy Ferraz (Francja), SBK firmy Tridelta (Niemcy). Z wyjątkiem GXE, które wykazywały się w początkowym okresie nieszczelnością powłoki izolacyjnej,

wszystkie w/w produkty cechowała dobra jakość, łatwość montażu, porównywalne parametry elektryczne. Wybór kontrahenta był z reguły podyktowany ceną w danym okresie, wyposażeniem dodatkowym, elastycznością w spełnieniu dodatkowych wymagań np. szybkością dostaw itp.

Na uwagę zasługuje godny polecenia fakt, wprowadzenia w ZET SA, montażu ograniczników bezpośrednio na transformatorze i to tak po stronie wysokiego jak i niskiego napięcia. Taka metoda montażu została rozpoczęta w roku 1996 na wszystkich transformatorach, które z różnych powodów trafiły do warsztatu remontowego. Do chwili obecnej transformatorów tak wyposażonych pracuje w ZE Tarnów ok. 1150 szt.

Zalety takiego montażu to: najbliższe z możliwych usytuowanie ograniczników w stosunku do chronionego urządzenia, duża solidność wykonania, gdyż montaż z reguły wykonywany jest w warsztacie remontowym, możliwość weryfikacji jakości ograniczników w laboratorium stacjonarnym w chwili, gdy transformator trafia do warsztatu remontowego, uproszczenie układu w stacji napowietrznej.

Na transformatorach 110 kV po stronie średniego napięcia – wszędzie tam gdzie zachodzi konieczność wymiany ograniczników – montaż nowych ograniczników przepięć wykonywany jest także na kadzi transformatora. Pozwala to na likwidację, znacznych rozmiarów konstrukcji wsporczych oraz osłon ograniczających skutki wybuchu odgromników zaworowych, których nie trzeba stosować przy powłokach wykonanych z tworzyw sztucznych. Aktualnie rozważamy rozciągnięcie tego rozwiązania także na ograniczniki 110 kV .

Ze względu na znaczne koszty wykonania badań oraz małe prawdopodobieństwo uszkodzeń nie przewiduje się żadnych badań profilaktycznych ograniczników SN w terenie. Wyjątkiem od tej zasady powinny być ograniczniki przepięć służące do ochrony ważnych punktów układu energetycznego np. uzwojenie wyrównawcze autotransformatora 160 MVA .

Podsumowanie

1. Ze względu na długoletni już okres eksploatacji zaworowych ograniczników przepięć 110 kV istotnym problemem jest wybór właściwej metody badań profilaktycznych. Wynika to, z jednej strony ze znacznych kosztów w przypadku nieuzasadnionej wymiany, a z drugiej zaś z dużego prawdopodobieństwa awarii ograniczników zaworowych.
2. Należy do praktyki eksploatacyjnej wprowadzić takie bezpieczne metody badań beziskiernkowych ograniczników przepięć 110 kV , które nie wymagają wyłączenia ich spod napięcia, a uzyskane wyniki pomiarów są powtarzalne i proste do interpretacji.
3. Wieloletnie i pozytywne doświadczenia ZE Tarnów SA w zakresie montażu beziskiernkowych ograniczników średniego napięcia i niskiego napięcia w osłonie z tworzyw sztucznych bezpośrednio na kadzi transformatora wskazują, że jest to rozwiązanie, które należałoby rozpowszechniać.

LITERATURA

- [1] Wytyczne ZWAR „Przasnysz”, 1991 r.
- [2] Ograniczniki przepięć, diagnostyka, metody badań, ZWAR Przasnysz GXA/19/00.
- [3] I. Komorowska, P. Papliński, Diagnostyka ograniczników przepięć pod napięciem sieciowym, *Biuletyn IEN*, nr 2; 2002 r.

Autorzy: mgr inż. Antoni Maziarka, E-mail: maziarka@ze.tarnow.pl, mgr inż. Eugeniusz Łobuz, Zakład Elektroenergetyczny Tarnów SA, ul. Lwowska, 72-966, 33-100, Tarnów.