

Rozwiązania konstrukcyjne bezpieczników topikowych firmy ETI

Roman Kłopotcki

W ostatnich latach, wbrew zapowiadanej przez wiele grup specjalistycznych tendencji zanikowej, na rynku pojawiło się wiele nowych i udoskonalonych rozwiązań konstrukcyjnych i technologicznych bezpieczników topikowych niskiego napięcia. Elementy te nadal należą do najpewniejszych zabezpieczeń przewodów i aparatów przed prądem zwarciovym i przeciążeniowym. Artykuł prezentuje planowane kierunki rozwoju konstrukcji bezpieczników topikowych wytwarzanych przez firmę ETI oraz już stosowane rozwiązania podnoszące jakość i skuteczność produktów.

Aktualnie główne kierunki prac nad rozwojem bezpieczników topikowych instalacyjnych (powszechnego użytku) i przemysłowych firmy ETI obejmują:

- ulepszenie i wprowadzanie nowych charakterystyk czasowo-prądowych,
- rozszerzanie zakresów prądów znamionowych bezpieczników instalacyjnych wielkości D i DO,
- polepszanie parametrów elektrycznych bezpieczników, takich jak: obniżanie strat mocy ΔP poprzez stosowanie srebrzonych styków przy wkładkach instalacyjnych D i styków nożowych przy wkładkach przemysłowych NH (rys. 1), powiększanie zdolności zwarciovowej I_c poprzez modyfikację geometrii elementów topikowych,
- opracowywanie konstrukcji nowych bezpieczników np. o charakterystyce niepełnozakresowej aM (dobebezpieczeniowe – przemysłowe WT i cylindryczne C) przeznaczonych do współpracy z zabezpieczeniami automatycznymi nadprądowymi w obwodach zasilających silniki elektryczne,
- opracowywanie konstrukcji nowych bezpieczników o charakterystyce niepełnozakresowej i pełnozakresowej przeznaczonych do zabezpieczania w obwodach prądu stałego DC – urządzeń fotowoltaicznych, energetyki wiatrowej itp.,
- doskonalenie konstrukcji bezpieczników



Rys. 1. Bezpieczniki topikowe przemysłowe NH firmy ETI

o charakterystyce transformatorowej gTr do zabezpieczania obwodów wtórnych transformatorów mocy,

- rozszerzanie rodziny bezpieczników o charakterystyce bardzo szybkiej gR i aR (do zabezpieczania urządzeń półprzewodnikowych – diod, tyrystorów itp.) o bardzo małych wartościach całek wyłączenia J_{ol} i bardzo małych wartościach przecięć generowanych podczas wyłączenia zwarć,
- opracowywanie nowych wykonania bezpieczników ułatwiających ich eksploatację – bezpieczniki kompaktowe C – mniejsze korpusy ceramiczne, izolowane zaczepty do wkładania i wyjmowania z podstawy – aby zwiększyć bezpieczeństwo obsługi, boczny wskaźnik zadziałania – aby ułatwić wizualne określenie stanu pracy wkładki pracującej w rozłączniku bezpiecznikowym,

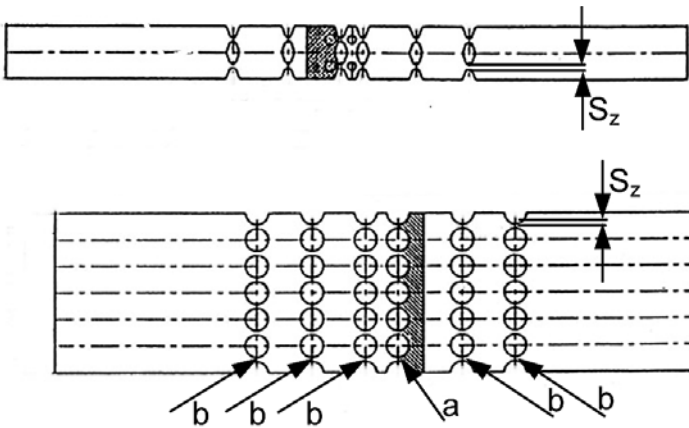
- modernizację rozwiązania technicznego bocznego wskaźnika zadziałania – aby wyeliminować odpadanie jakiegokolwiek części (nawet izolacyjnej) po zadziałaniu bezpiecznika (wymóg Dyrektywy Niskiego Napięcia),
- zastępowanie korpusów porcelanowych bardziej odpornym na różnicę temperatur i bardziej podatnym na odprowadzanie ciepła steatytem.

Wdrożone rozwiązania – strata mocy ΔP

Cechą wspólną prowadzonych obecnie prac nad rozwojem bezpieczników topikowych jest dostosowanie ich konstrukcji do optymalnego zabezpieczenia instalacji według wymagań norm europejskich. Jednym z najważniejszych parametrów wkładek

Tabela 1. Dopuszczalne straty mocy ΔP dla bezpieczników poszczególnych wielkości

Wielkość	NH-00C	NH-00	NH-1	NH-2	NH-3
DP	7,5 W	12 W	23 W	34 W	48 W



Rys. 2. Elementy topikowe bezpieczników mocy



Rys. 3. Przepalony element topikowy bezpiecznika

topikowych jest ich strata mocy ΔP , tj. moc tracona na bezpieczniku podczas przepływu przez niego prądu. Podana w katalogach znamionowa strata mocy jest zmierzona przy przepływie przez wkładkę jej prądu znamionowego I_n w ciągu jednej godziny. Aby na bezpieczniku występowały jak najniższe przyrosty temperatur, jego straty mocy muszą być też jak najniższe. W konstrukcji bezpieczników występuje bardzo ścisła zależność pomiędzy czterema najważniejszymi parametrami elektrycznymi: znamionową stratą mocy ΔP , charakterystyką czasowo-prądową t-I, cieplną całką Joule'a wyłączenia I^2t oraz zwarciovą zdolnością wyłączenia I_c bezpiecznika. Im mniejsza znamionowa strata mocy ΔP , tym trudniejsza do uzyskania jest wysoka zwarciovą zdolność wyłączenia I_c oraz niska wartość całki Joule'a I^2t .

Wkładki topikowe firmy ETI dzięki zastosowaniu specjalnej technologii i wysokiej jakości metali kolorowych (miedź, mosiądz, cyna, srebro, aluminium) zapewniają wysoką zwarciovą zdolność wyłączenia I_c , niskie straty mocy ΔP (niższe niż dopuszczają normy IEC), a także niskie wartości cieplnych całek Joule'a wyłączenia I^2t . Ograniczenie strat mocy we wkładkach topikowych uzyskano poprzez odpowiednią konstrukcję elementu topikowego

oraz poprzez dobranie odpowiedniego profilu ich noży stykowych i pokryciu ich galwaniczną warstwą srebra. Norma europejska IEC 60269-2 precyzyjnie definiuje dopuszczalne straty mocy ΔP dla bezpieczników poszczególnych wielkości (tabela 1).

Zamienniki

W katalogach bezpieczników topikowych importowanych głównie ze wschodu można spotkać znacznie wyższe deklarowane straty mocy niż dopuszcza wspomniana norma IEC. I tak np. dla NH 00C jest to nawet 11 W, dla NH-1 – 25 W, NH-2 – 40 W. W rzeczywistości pomierzone laboratoryjnie straty mocy są o wiele wyższe (od 20 do 200%). Tak duże przekroczenie dopuszczalnych strat mocy ΔP grozi przegrzaniem się wkładki, a tym samym osprzętu bezpiecznikowego – podstaw bezpiecznikowych, rozłączników bezpiecznikowych, zacisków kablowych, co prowadzi do szybszego zestarzenia się i osłabienia izolacji i wystąpienia zwarcia w rozdzielnicy. Ponadto bezpiecznik charakteryzujący się wysokimi stratami mocy, pracujący w warunkach podwyższonej temperatury otoczenia – około 40°C – może zadziałać (przepalić się) już przy obciążeniu prądem znamionowym I_n . Używanie bezpieczników tańszych

i o dużej stracie mocy ΔP może skutkować brakiem pewności zasilania oraz ponoszeniem dodatkowych kosztów wynikających z awarii sprzętu elektrycznego, częstą wymianą bezpieczników i wyższego zużycia energii elektrycznej.

Srebrzone styki

Zastosowane w bezpiecznikach ETI srebrzone styki zapewniają niską rezystancję styku wkładka-styk podstawy bezpiecznikowej, zapobiegając tym samym miejscowemu przekroczeniu dopuszczalnego wzrostu temperatury ΔT . Powłoka srebrna zapobiega też utlenianiu się miedzianego lub mosiężnego noża stykowego. Niską wartość parametru I^2t – cieplnej całki Joule'a uzyskano poprzez specjalną konstrukcję elementu topikowego wykonanego z paska miedzianego pokrytego galwaniczną warstwą srebra, a w przypadku bezpieczników Ultra-Quick o charakterystyce tyrystorowej gR lub aR – z czystego srebra. Przykładowe wykreje elementów topikowych bezpieczników pokazano na rysunku 2.

Właściwości topika, wypełnienie bezpiecznika

Wartości cieplnych całek Joule'a I^2t doskonale nadają się do analizy selektywności zwarciovą zabezpieczeń obwodu elektrycznego dotkniętego zwarcie. Parametr ten jest miarą energii cieplnej

Straty mocy DP w systemach energetycznych

O ważności parametru znamionowej straty mocy ΔP świadczy m.in. fakt, że wkładki topikowe przemysłowe najczęściej stanowią zabezpieczenie przedlicznikowe, a zatem wszystkie koszty wynikające z ich nadmiernego nagrzewania się ponosi dostawca energii elektrycznej – zakład energetyczny. Przy szacowanej ilości kilku milionów zamontowanych i pracujących w kraju wkładek topikowych przemysłowych NH i instalacyjnych D – teoretycznie obniżenie znamionowej straty mocy ΔP jednego bezpiecznika o 1 W umożliwiłoby uzyskanie oszczędności energii na poziomie około kilku megawatów w skali kraju.



Rys. 4. Zbyt niski poziom piasku kwarcowego w komorze łukowej bezpiecznika



Rys. 5. Skutki wydostania się łuku elektrycznego na zewnątrz bezpiecznika na skutek zbyt niskiego poziomu piasku kwarcowego

w dżulach [J/R] – A²s (na jednostkę rezystancji 1 ohm) wydzielonej we wkładce i na wszystkich elementach rozpatrywanego obwodu. Na rysunku 2 oznaczono (a) – rząd przewężeń przeciążeniowych i (b) – rząd przewężeń zwarciovych. W przypadku przeciążenia zabezpieczonego obwodu, element topikowy bezpiecznika powinien przepalić się na przewężeniach przeciążeniowych (a) w czasie zgodnym z jego charakterystyką t-I. W przypadku zwarcia, element topikowy bezpiecznika przepala się na wszystkich przewężeniach zwarciovych – (b) po przejściu określonej wartości energii I²t, silnie związanej z przekrojem poprzecznym przewężenia zwarciovego S_z według zależności:

$$\int_0^{t_p} i^2 dt = S_z^2 K$$

Z czego K jest współczynnikiem materiałowym (stała Meyera) przewężeń topika

zależnym od jego temperatury topnienia, ciepła właściwego i konduktywności elektrycznej. W czasie wyłączenia zwarcia chodzi o to, aby topik rozpadł się na jak najdłuższym odcinku, tak aby powstała jak najdłuższa przerwa izolacyjna.

Na skutek działania bardzo wysokiej temperatury łuku elektrycznego na piasek kwarcowy w przestrzeni łukowej bezpiecznika, tworzy się gruda szkła wymieszanego ze stopioną miedzią lub srebrem, tzw. „zeszklenie” (rys. 3). Jego rezystancja nie jest nieskończenie wielka i w niesprzyjających okolicznościach bezpiecznik może ponownie zacząć przewodzić prąd. Stąd konieczność stworzenia przez konstruktora w wąskiej komorze łukowej bezpiecznika korzystnych warunków do zgaszenia łuku elektrycznego przy wyłączeniu dużych prądów zwarciovych. Jednym z tych warunków jest całkowite wypełnienie bezpieczników odpowiednio dobranym piaskiem kwarcowym. Niepełny poziom piasku kwarcowego w przestrzeni łukowej bezpiecznika (rys. 4) w mo-

mentie wyłączenia zwarcia uniemożliwia wygaszenie palącego się łuku elektrycznego, co może spowodować eksplozję bezpiecznika lub wydostanie się łuku na zewnątrz przez górną pokrywę bezpiecznika (rys. 5).

Są to zjawiska bardzo niebezpieczne, gdyż zarówno eksplozja bezpiecznika jak i wydostanie się łuku elektrycznego na zewnątrz mogą spowodować powstanie pełnego zwarcia w rozdzielniczy i w konsekwencji duże straty materialne jak również możliwość wypadku wśród osób obsługi.

Inne parametry

Konstrukcja bezpieczników topikowych mocy NH według normy IEC 60269-1 powinna zapewniać stałość parametrów bezpieczników w zakresie temperatur od -5°C do +40°C. Jeżeli producent deklaruje inny zakres temperatur (np. -35°C do +35°C), musi posiadać potwierdzenie w postaci protokołu z badań przeprowadzonych w akredytowanym laboratorium.

Szczegółowe dane techniczne bezpieczników firmy ETI Polam, zwłaszcza wartości całki Joule'a I²t oraz strat mocy ΔP podane są w tabelach w katalogu zbiorczym. Bezpieczniki topikowe mocy firmy ETI dzięki swojej konstrukcji pozwalają zapewnić prawidłowe wyłączenie prądów przeciążeniowych oraz najwyższych prądów zwarciovych (zwarciowa zdolność wyłączenia 120 kA dla napięcia 500 V (gG)).

inż. Roman Kłopotcki
Autor jest pracownikiem
firmy ETI Polam



KONTAKT

ETI-Polam Sp. z o.o.

ul. Jana Pawła II 18
06-100 Pułtusk
tel. (23) 691 93 00
fax (23) 692 32 12
e-mail: etipolam@etipolam.com.pl
www.etipolam.com.pl