

Ochrona przeciwprzepięciowa – urządzenia firmy Dehn

Jens Ehrler

Ograniczniki przepięć przyczyniają się znacząco do zachowania funkcjonalności instalacji i systemów elektrycznych. Istniejące normy krajowe zostały w ciągu ostatnich lat zastąpione przez międzynarodowe i europejskie zharmonizowane standardy produktów. Dobór urządzeń ochrony przeciwprzepięciowej w miejscu ich montażu opisują specyficzne normy zastosawcze. Na bazie tych standardów dotyczących produktów i ich zastosowania firma Dehn opracowała nową generację urządzeń ochrony przeciwprzepięciowej.

Stosowanie urządzeń ochrony przeciwprzepięciowej w celu zabezpieczenia instalacji i systemów elektrycznych jest standardem nie tylko w Niemczech. Odzwierciedla to także współczesna sytuacja w zakresie norm – gdzie normy IEC 61643-1: 2005-03 i DIN EN 61643-11 (VDE 0675-6-11): 2002-12 [1] stanowią międzynarodowe i europejskie standardy dla urządzeń ochrony przeciwprzepięciowej. Ponieważ opisują one istotne aspekty przeprowadzania specjalistycznych badań i ich dokumentację, ich zachowanie leży w interesie przede wszystkim producentów urządzeń ochrony przeciwprzepięciowej oraz niezależnych instytutów badawczych, jak np. Instytut Badań i Certyfikacji VDE (VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut).

W wymienionych standardach dotyczących produktów nie znajdziemy jednak opinii na temat tego, czy wybrane przez użytkownika (projektanta, elektroinstalatora) urządzenie ochrony przeciwprzepięciowej zapewni skuteczne zabezpieczenie danej instalacji lub czy cechy tego urządzenia odpowiadają wymogom dla danego miejsca montażu. Aby zapewnić punkty odniesienia, opracowuje się wytyczne i normy dotyczące stosowania ograniczników przepięć, które wskazują użytkownikowi najważniejsze reguły dla poprawnego doboru urządzeń ochrony przeciwprzepięciowej i ich prawidłowego montażu.

W niniejszym artykule na przykładzie nowych produktów serii czerwonej (ograniczniki przepięć do ochrony instalacji

elektrycznych nn) przedstawiono w jaki sposób na proces produkcji ograniczników wpływają wymagania zawarte w normach E DIN IEC 60634-5-53/A2 (VDE 0100-534): 2001-06 dla urządzeń ochrony przeciwprzepięciowej.

Wykonanie ogranicznika przepięć

Przepięcia pochodzenia atmosferycznego (przepięcia spowodowane uderzeniem pioruna) mogą wnikać do instalacji elektrycznej wskutek skoku potencjału uziomu obiektu. Dlatego należy uwzględnić ochronę przeciwprzepięciową instalacji niskiego napięcia użytkownika na jej wejściu do budynku, pomiędzy przewodami roboczy-



Rys. 1. Przedstawiciele nowej rodziny ograniczników z Serii Czerwonej, od lewej: typ 1 – DEHNventil Modular, typ 2 – DEHNguard Modular, typ 3 – DEHNrail Modular

mi a elementami znajdującymi się na lokalnym potencjale ziemi. Szczególne znaczenie ma prawidłowe połączenie do lokalnej instalacji uziemiającej w przypadku zastosowania na wejściu instalacji do budynku ograniczników typ 1. Ograniczniki te przejmują zadanie wyrównywania potencjałów, co jest szczególnie ważne w obiektach z zewnętrznym urządzeniem piorunochronnym. W zależności od systemu sieci (TN, TT, IT) w instalacji elektrycznej niskiego napięcia użytkownika pojawia się pewna ilość wariantów podłączania ograniczników.

Rysunek nr 2 przedstawia montaż ograniczników w systemie TN*). Ponieważ okazuje się, że różne warianty montażu powodują często w praktyce niepewność użytkowników, co do prawidłowości wykonania ochrony, w trakcie opracowywania nowych ograniczników Serii Czerwonej „DEHNventil Modular” i „DEHNguard Modular” przyjęto zasadę wielopolowych, gotowych do podłączenia aparatów. Dobór urządzeń jest przez to bardzo prosty dzięki ich oznakowaniu, charakterystycznemu dla danego systemu. Zdjęcie nr 3 pokazuje ogranicznik typu 2 (DEHNguard Modular) w systemie TT.

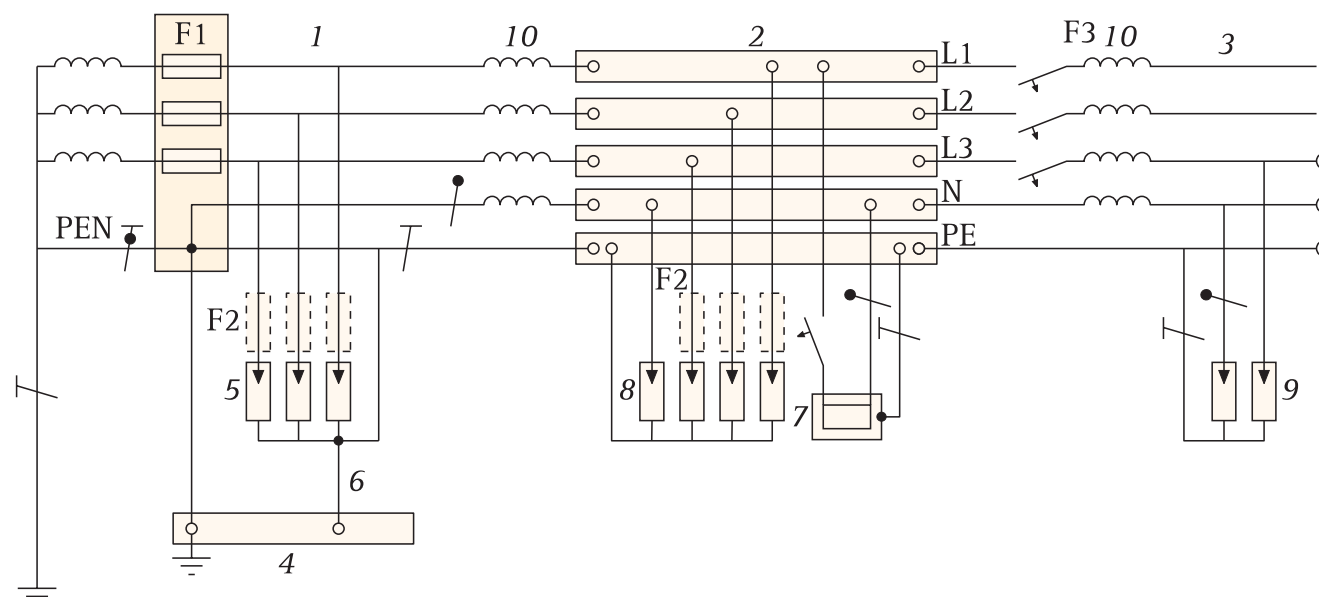
Najwyższe napięcie trwałe

Przed oznaczeniem znamionowego napięcia ogranicznika wybór najwyższego napięcia trwałego U_c ma często większe znaczenie niż może przypuszczać użytkownik. Jak sama nazwa wskazuje, ogranicznik przepięć ma za zadanie chronić instalację elektryczną jak również podłączone do niej urządzenia oraz ich użytkowników przed przepięciami. Przy czym znaczenie ma nie tylko sam poziom ochrony zapewniany przez ogranicznik, lecz także jego oddziaływanie z chronionymi urządzeniami. Aby ochrona przeciwprzepięciowa nie zakłócała pracy instalacji w normalnych warunkach, spełniając przy tym żądane warunki ochrony, normy instalacyjne zalecają ustanawianie najwyższego napięcia trwałego ograniczników, łącznie z uwzględnieniem 10-procentowej tolerancji napięcia. Z tego wynika wartość najwyższego napięcia trwałego U_c dla systemów TN i TT rzędu 253 V ($230\text{ V} + 10\%$). W systemach z izolowanym punktem gwiazdowym (systemy IT) należy traktować jedнопольowe doziemienie jako ograniczony w czasie stan pracy i uwzględnić to przy wyborze najwyższego napięcia trwałego ograniczników.

Zachowanie w przypadku przepięć przejściowych (TOV)

Zgodnie ze wspomnianymi wcześniej normami produkcyjnymi zadaniem ogranicznika jest ograniczanie szybkich i szybko po sobie następujących przepięć. W celu odróżnienia przepięć (które na podstawie genezy ich powstawania określa się jako przepięcia atmosferyczne bądź łączeniowe) od długo utrzymującego się wzrostu napięcia o częstotliwości sieciowej, nazywane one są często „przepięciami dorywczymi” (ang. *surges*). Określenie „przepięcie przejściowe”, (w skrócie TOV – ang. *temporary overvoltage*) jest natomiast zarezerwowane dla ograniczonych czasowo wzrostów napięcia o częstotliwości sieciowej. Te ostatnie można ograniczać przy zastosowaniu ochrony przeciwprzepięciowej tylko warunkowo ze względu na długość ich trwania. Stawiają one wysokie wymagania dla ograniczników przepięć.

Przyczyną powstawania tego rodzaju przepięć przejściowych mogą być różne awarie wewnątrz i poza siecią niskiego napięcia w budynku. Dla każdego przypadku powstawania przepięcia przejściowego, opisanego w normie DIN VDE 0100-442 (VDE



Rys. 2. Konfiguracja ograniczników w systemie TN według normy E DIN IEC 60364-5-53/A2 (VDE 0100-534): 2001-06: 1 – Przyłącze energetyczne, rozdzielnica główna, 2 – tablica rozdzielcza, 3 – instalacja elektryczna za tablicą rozdzielczą, 4 – główna szyna wyrównawcza, 5 – ograniczniki przepięć typ 1, 6 – kabel uziemiający SPD, 7 – urządzenie elektryczne przyłączone do instalacji, 8 – ograniczniki przepięć typ 2, 9 – ograniczniki przepięć typ 3, 10 – przewody instalacji elektrycznej lub element koordynujący współpracę poszczególnych stopni SPD, F1, F2, F3 – urządzenia do ochrony instalacji przed prądem przeciążeniowym

101

0100-442): 1997-12, powinno być oznaczone doziemienie ze strony wysokiego napięcia transformatora sieci miejscowej. W zależności od interpretacji z systemu instalacji niskiego napięcia wynika obciążenie zastosowanych urządzeń ochrony przeciwprzebieciowej. Aktualne normy produkcyjne dla urządzeń ochrony przeciwprzebieciowej urzeczywistniają metody badawcze, które wykrywają zachowanie urządzeń pod tego rodzaju obciążeniem. Normy produkcyjne dla ograniczników formułują jedynie zgrubnie jako minimalne wymaganie, iż w przypadku obciążenia przepięciem przejściowym (TOV) nie powinno dojść do zagrożenia pożarem urządzenia (tzw. bezpieczny przed przepięciem przejściowym). Jednakże norma zastosowana* wymaga zachowania tzw. wytrzymałości przepięć przejściowych, tzn. pełnego zachowania funkcji urządzeń ochrony przeciwprzebieciowej. Przy napięciu znamionowym w wysokości 230 / 400 V wynikają z tego brane pod uwagę przepięcia przejściowe w wysokości $1,45 \cdot U_0 = 333,5 \text{ V}$ (gdzie U_0 to normowane napięcie przewód-ziemia sieci niskiego napięcia) dla wszystkich ścieżek ochrony pomiędzy L a N (PEN) i 1200 V dla ścieżki ochrony N-PE z wariantem włączników

Normy Polskie związane z treścią artykułu:

- PN-EN61643-11,
- PN-IEC 60634-4-443,
- PN-IEC 60364-5-534,
- PN-EN 62305-4.

„3+1”. Te wymagania legły u podstaw stworzonej rodziny produktów czerwonej serii firmy Dehn. Aby urządzenie mogło odpowiadać wysokim wymaganiom dyspozycyjnym w przypadku montowania ograniczników typu 1, w nowych aparatach hybrydowych DEHNventil modular podniesiono obszar napięcia przepięć przejściowych z 333,5 V na 440 V, nie naruszając przy tym pozostałych cech urzą-

żenia. To trudne zadanie mogło być wykonane dzięki dokładnemu dopasowaniu wyłączania monitorowanego do sterowania przepływem energii w zamontowanym iskierniku wykonanym w technologii Radax-Flow.

Poziom ochrony

Napięciowy poziom ochrony ograniczników przepięć zainstalowanych w danej



Rys. 3. Ogranicznik przepięć typ 2 DEHNGuard M TT zainstalowany w rozdzielni



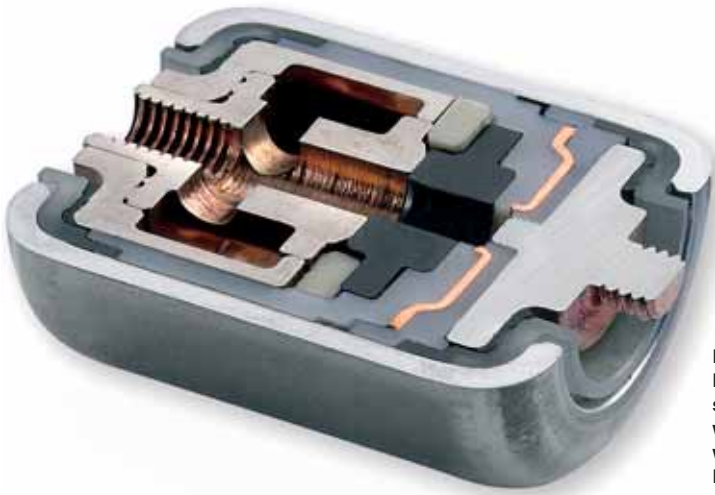
Rys. 4. Moduł ochronny DEHNventil składający się z iskiernika wykonanego w technologii Radax-Flow (niewidoczny na zdjęciu), układu monitorującego, który steruje przepływem energii oraz modułu kontrolnego

instalacji niskiego napięcia określa się tradycyjnie według wykładni wytrzymałości na napięcie udarowe poszczególnych odinków instalacji, zgodnie z kategorią przepięć. Wymagany przez normę dotycząca instalacji elektrycznych*) zakres ochrony w wysokości 2,5 kV odpowiada wytrzymałości na napięcie udarowe w II kategorii przeciwprzepięciowej. Ten ogólny wymóg jest z pewnością wystarczający dla części instalacji. Jednakże zarówno normy dla osprzętu instalacyjnego i urządzeń końcowych, jak również praktyczne doświadczenie pokazują, że skonfigurowany w ten sposób system ochrony nie zawsze jest w stanie pewnie chronić instalację przed przepięciami. Z tego właśnie powodu w trakcie tworzenia nowej rodziny produktów położono nacisk na to, aby brać pod uwagę wymogi odporności udarowej podlegających ochronie urządzeń. Liczne badania laboratoryjne na dużej ilości różnych aplikacji stworzyły podwaliny do zróżnicowania urządzeń ochrony przeciwprzepięciowej.

Koordinacja energetyczna

Napięciowy poziom ochrony ogranicznika nie jest sam w sobie gwarantem zapewnienia efektywnej ochrony przeciwprzepięciowej całego systemu. Należy wziąć pod uwagę wzajemne oddziaływanie pomiędzy ogranicznikami w ramach podzielonego na stopnie systemu ochrony, jak również oddziaływanie zwrotne pomiędzy systemem ochrony przeciwprzepięciowej a urządzeniem końcowym. Dla podkreślenia, że nie chodzi tu o czyste porównanie wartości progowych napięcia i wartości poziomu ochrony, ale też o zdolność do pochłaniania energii poszczególnych stopni ochrony i urządzeń, określa się to dopasowanie jako koordynację energetyczną.

Wielkość rodziny produktów z Czerwonej Serii wychodzi daleko poza minimalne wymagania koordynacji energetycznej urządzeń ochrony przepięciowej. Poszczególne typy ograniczników (rys. 1) są przy tym skoordynowane energetycznie między sobą w łańcuchach ochronny, podobnie jak każde pojedyncze urządzenie ochronne jest skoordynowane samodzielnie z urządzeniami końcowymi.



Rys. 5.
Przekrój iskiernika
sterowanego
wykonanego
w technologii
Radax-Flow



Zdolność odprowadzania

Niezbędna zdolność odprowadzania jak również zastosowane dla oceny tej zdolności prądy udarowe (o odpowiednim kształcie udaru) kierują uwagę na miejsce zamontowania ogranicznika w instalacji. O ile ogranicznik typ 1 montowany jest na wejściu przewodu do budynku w celu wyrównania potencjału prądu piorunowego i w następstwie tego może być testowany prądem piorunowym w kształcie fali 10/350 μ s, o tyle ograniczniki typ 2 i 3 są testowane prądem udarowym o wyraźnie krótszym czasie impulsu: 8/20 μ s.

Nowe ograniczniki hybrydowe są zaprojektowane dla wszystkich wariantów sieci trójfazowej (TN, TT, IT) do wymagań odpowiednich dla klasy I ochrony odgromowej. Dzięki temu tworzy się system ochronny, zapewniający skuteczną ochronę obiektu aż do prądów piorunowych o amplitudzie rzędu 200 kA. Tylko iskierniki mogą odprowadzać bez uszkodzeń prądy piorunowe o wartości od kilkudziesięciu do 100 kA (10/350 μ s). Pojawiające się dzięki zapłonowi iskiernika skrócenie impulsu prądowego umożliwi selektywne działanie skoordynowanego energetycznie łańcucha ograniczników.

Odporność na zwarcia, zdolność tłumienia i ograniczania prądów zwarciovych

Odporność ograniczników przepięć na zwarcia musi odpowiadać przynajmniej wartościom prądu zwarciovego w miejscu montażu. Ta zasada jest jednak często lekceważona. Może to łatwo doprowadzić do powstania potencjału zagrażającego instalacji, zwłaszcza w instalacjach przemysłowych, w których mogą występować bardzo wysokie prądy zwarciovowe.

Urządzenia z rodziny DEHNventil modular i DEHNguard modular są standardowo przewidziane dla prądów zwarciovych w miejscu instalacji ISC, eff o wartości 50 kA. To pozwala na ich uniwersalne zastosowanie zarówno w budownictwie mieszkaniowym i instalacjach przemysłowych.

Niekorzystne następstwa mogą się także pojawić, jeśli w przypadku zastosowania ogranicznika na bazie iskiernika prąd zwarciovowy następczy w instalacji przekroczy zdolność gaszenia prądu zwarciovego przewidzianą dla tego ogranicznika. W takim przypadku może dojść do sytuacji, w której ogranicznik po swoim zadziałaniu nie będzie w stanie zgasić prądu następczego, co spowoduje zwarcie. W przypadku niekrytycznym wyzwoli się jedynie zabezpieczenie zwarciovie instalowane szeregowo do ogranicznika. Jednak wyzwołenie zabezpieczenia zwarciovego ogranicznika powoduje, że instalacja nie posiada wtedy już żadnej ochrony przeciwprzebieciowej. Biorąc pod uwagę fakt, iż prawie wszystkie wyładowania piorunowe składają się z wyładowań wielokrotnych, mamy do czynienia z fatalną w skutkach reakcją łańcuchową.

Po doświadczeniach w używaniu ograniczników iskiernikowych o niskim napięciu zapłonu wprowadzono w ostatnich latach nowy ważny parametr – ograniczenie prądu zwarciovego. Podczas gdy ogranicznik z poziomem ochrony 3,5 do 4 kV zadziała jedynie w przypadku wystąpienia przepięć o wysokiej energii (spowodowanych najczęściej przez bezpośrednie lub bliskie uderzenia pioruna), o tyle ograniczniki o niskim poziomie ochrony przejmą ochronę instalacji przed przepięciami łańcuchowymi o mniejszych amplitudach napięcia i mniejszej energii impulsu. W tym

przypadku wyraźnie częściej dochodzi do wyzwolenia ogranicznika. Jeśli iskiernikowy ogranicznik o niskim poziomie ochrony nie zapewnia wystarczającego ograniczenia prądu zwarciovego to możliwe jest spowodowanie przepływu prądu zwarciovego o częstotliwości sieciowej i amplitudzie odpowiadającej prądowi zwarciovemu w miejscu jego instalacji. Następstwem tego jest wyzwolenie zabezpieczenia zwarciovego ogranicznika i/lub zabezpieczenia zwarciovego całej instalacji. Może temu towarzyszyć utrata zdolności ochrony (odłączenie ogranicznika) lub ciągłości zasilania – wyzwolenie zabezpieczeń głównych w instalacji. Taki stan absolutnie nie może być akceptowany w większości przypadków. Zastosowana w nowych ogranicznikach kombinowanych (hybrydowych) technologia iskiernikowa pozwala uniknąć tego typu szkodliwych następstw

Rysunek 5 pokazuje przekrój ogranicznika iskiernikowego. Opatentowana technologia gaszenia łuku Radax-Flow zapewnia – dzięki podnoszeniu ciśnienia oraz osiowo i promieniowo działającemu strumieniowi gazów – integrację iskiernika i sterowanie strumieniem energii w wymiennych modułach ochronnych. Za pomocą technologii iskiernikowej Radax-Flow można osiągnąć selektywność wyłączenia do zakresu zabezpieczenia instalacji bezpiecznikiem o charakterystyce 20-A-gL/gG nawet w przypadku wystąpienia w instalacji prądów zwarciovych ISC, eff o wartości 50 kA.

Wymagania mechaniczne

Oprócz parametrów elektrycznych ograniczników przepięć z Serii Czerwonej także cały szereg innych cech odzwierciedla realizację wymogów zawartych w normie z grupy instalacyjnej. Wszystkie urządzenia ochrony przeciwprzebieciowej typ 1 i 2 są wyposażone w działające mechanicznie wskaźniki stanu pracy i awarii. Poza tym wszystkie ścieżki ochrony są przejściowo sygnalizowane optycznie.

Wszystkie ograniczniki są także dostępne w wersji z układem dalszej sygnalizacji stanu pracy / uszkodzenia – wyposażone w dodatkowy bezpotencjałowy zestyk zwierzno-rozwierny. Wyprowadzenie podwójnych zacisków do przyłączania przewodów i zastosowanie standaryzowanych szyn grzebieniowych do połączenia z innymi aparatami modułowymi montowanymi szeregowo umożliwia w prosty sposób zachowanie wymaganej w normie maksy-



Rys. 6. Łatwa wymiana modułu ochronnego dzięki zastosowaniu przycisku zwalnającego zamek

malnej długości przewodów łączeniowych tj. 0,5 m dla wielu przypadków montażowych. Dzięki budowie ogranicznika hybrydowego jako czystego ogranicznika iskiernikowego oraz dzięki budowie wskaźników stanu pracy i trybu awaryjnego nie wymagających zasilania i nie powodujących prądów upływowch, nie ma potrzeby demontażu ogranicznika przy pomiarach izolacyjnych napięciem kontrolnym w wysokości do 500 V. W przypadku wyższych napięć kontrolnych można zapobiec zafałszowaniu wartości pomiaru przez wyjęcie modułu ochronnego z podstawki.

Modułowy system ryglujący jest charakterystyczny dla wszystkich nowych urządzeń z Czerwonej Serii. Każdy moduł ochronny można łatwo montować i wymontowywać przy pomocy przycisku zwalnającego zamek, bez potrzeby użycia dodatkowych urządzeń czy większej siły (rys. 6). Umieszczone na boku modułu

ochronnego i w podstawie ogranicznika mechaniczne kodowanie zapobiega błędnemu montażowi modułu (moduł o innym napięciu znamionowym niż podstawa).

Jens Ehrler

Autor jest pracownikiem
firmy Dehn+Söhne



*) Zgodnie z E DIN IEC 60364-5-53/A2 (VDE 0100-534): 2001-06 wykonanie sieci niskiego napięcia
– cz. 5: wybór i montaż urządzeń elektrycznych
– rozdział 53: urządzenia sterujące i wyłączniki
– akapit 534: urządzenia ochrony przeciwprzepięciowej



KONTAKT

Dehn Polska Sp. z o.o.

ul. Poleczki 23
02-822 Warszawa
tel./fax (22) 335 24 66 do 69
www.dehn.pl