

Po dwumiesięcznej przerwie kontynuujemy ten niezbyt porywający, ale ważny i niesłusznie bagatelizowany temat.

# Bezpieczniki topikowe Część 2



## Charakterystyki czasowo-prądowe

Przejdźmy teraz do rysunków 2...4. Pokazują one charakterystyki czasowo-prądowe, czyli spodziewany obszar rozrzutu czasów zadziałania różnych typów bezpieczników w zależności od prądu przeciążenia. Podane są tu skrajne dopuszczalne wartości. Na osi poziomej mamy zaznaczony zakres prądu od nominalnego  $I_n$  do  $10I_n$ . Charakterystyki nie dotyczą więc warunków występujących podczas zwarcia.

Na osi pionowej zaznaczono czas. Ściśle rzecz biorąc jest to tak zwany czas przedłukowy, czyli czas do zapalenia łuku elektrycznego. Do tego czasu należałoby doliczyć czas trwania łuku.

I tu pojawia się pewien problem. Co prawda przy napięciu w obwodzie mniejszym od nominalnego (250V) i prądach przeciążeniowych do  $10I_n$  czas trwania łuku będzie co najwyżej rzędu pojedynczych

milisekund i bez obawy można przyjąć, że czas odczytany z wykresu jest całkowitym czasem zadziałania bezpiecznika. Jednak gdyby bezpiecznik miał przerywać obwód z występującym tam napięciem większym od nominalnego napięcia bezpiecznika albo też wystąpiłoby zwarcie z dużym prądem spodziewanym, większym od zdolności wyłączenia bezpiecznika, wtedy czas trwania łuku będzie znacznie większy. Dane z rysunków 2 i 3 są wtedy nieprzydatne. Dla skutecznej ochrony przy dużych spodziewanych prądach zwarciovych należy więc stosować wkładki o dużej zdolności wyłączenia (z literą G), a przy większych prądach nominalnych specjalne bezpieczniki do ochrony półprzewodników, oznaczane Btp.

Rysunek 2 dotyczy wkładek zwłocznych WTA-T. Wkładka taka w temperaturze otoczenia  $+70^\circ\text{C}$  powinna wytrzymać przepływ ciągłego prądu o wartości  $1,1 \cdot I_n$  w czasie co najmniej jednej godziny.

Dane z rysunków 2...4 dotyczą

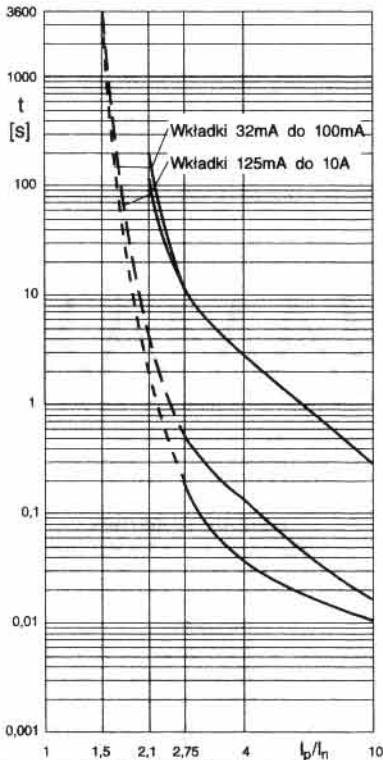
temperatury  $+20^\circ\text{C}$ .

## Spadek napięcia, rezystancja i moc

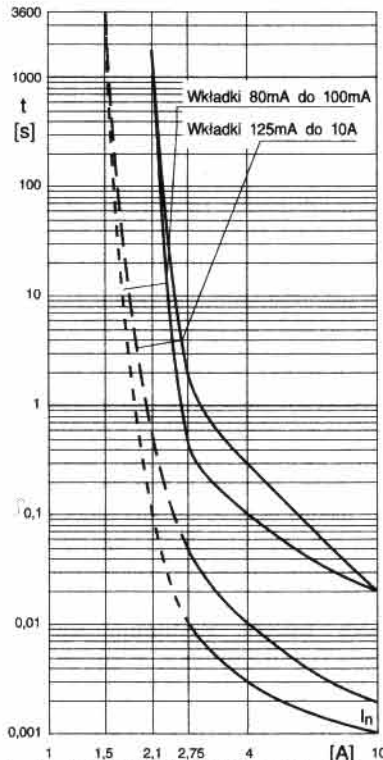
Dalsze interesujące dane zawiera tabela 1. Przedstawiono w niej dopuszczalne spadki napięcia na wkładkach bezpiecznikowych. Można z nich wyliczyć, że wkładki o prądzie nominalnym poniżej 1 ampera mogą mieć rezystancję rzędu kilku, a nawet kilkudziesięciu omów! W rzeczywistości spadki napięcia powinny być mniejsze.

Nieco informacji na ten temat zawiera tabela 2 przedstawiająca zmierzone w temperaturze pokojowej rezystancje niektórych wkładek znajdujących się w posiadaniu autora. Większość wkładek ma rezystancję znacznie mniejszą od dopuszczalnej (ale uwaga! - pomiarów dokonano w stanie zimnym). Wkładka WTA 125mA miała jednak rezystancję większą niż wynikałoby to z tabeli 1.

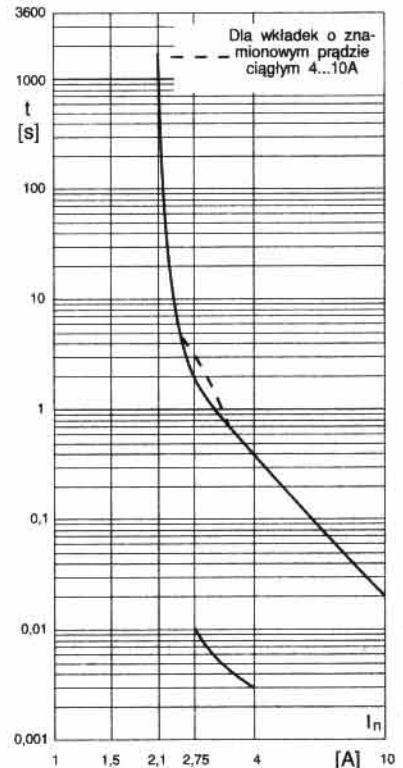
W wielu układach takiej rezystancji nie można pominąć. Tu



Rys. 2. Charakterystyka czasowo-prądowa wkładek WTA-T



Rys. 3. Charakterystyka czasowo-prądowa wkładek WTA



Rys. 4. Charakterystyka czasowo-prądowa wkładek WTA-F-G

Tabela 1. Maksymalne spadki napięcia na wkładkach topikowych

Prąd znamionowy (A)	Maksymalny spadek napięcia (mV)		
	WTA-T	WTA	WTA-F-G
50m	3500	-	-
63m	3000	-	-
80m	3000	4000	-
100m	2500	3500	-
125m	2000	2000	-
160m	1900	2000	-
200m	1500	1700	-
250m	1300	1400	2800
315m	1100	1300	2500
400m	1000	1200	2000
500m	900	1000	1800
630m	300	650	1500
800m	250	240	1200
1.0	150	200	1000
1.25	150	200	800
1.6	150	190	600
2.0	150	170	500
2.5	120	170	400
3.15	100	150	350
4.0	100	130	300
5.0	100	130	250
6.3	100	130	200
8.0	100	120	200
100	100	120	200

Tabela 2. Rzeczywista rezystancja niektórych wkładek topikowych

Prąd znamionowy (A)	Rzeczywista rezystancja (Ω)	
	WTA-T	WTA
63m	10	-
125m	6	18
160m	3,6...5,6	12
200m	-	1,2
250m	-	0,75
315m	1,5	0,5
500m	0,6	0,3
800m	0,15	0,15

Tabela 3. Maksymalne moce tracone we wkładkach bezpiecznikowych

Nominal	WTA-T	WTA	WTA-F-G
50...200mA	1,6W	1,6W	1,6W
250m...1A	1,6W	1,6W	2,5W
1,25...2,5A	1,6W	1,6W	4W
> 3,5A	2,5W	2,5W	4W

widzimy dlaczego nigdy nie stosuje się bezpieczników na wyjściu zasilaczy - pogorszyłoby to zdecydowanie rezystancję wyjściową zasilacza, której wartość wynosi zwykle drobny ułamek oma.

Mówiliśmy, że do stopienia topika potrzebna jest pewna energia (moc). Przy prądzie nominalnym In w bezpiecznikach będzie się wydzielać znaczna, jak na układy elektroniczne moc. Tabela 3 przedstawia dopuszczalne maksymalne moce tracone podczas normalnej pracy różnych bezpieczników.

Wynika stąd ważny wniosek praktyczny, iż w niektórych obwodach niskonapięciowych, z uwagi na

spadek napięcia i straty mocy, wręcz nie można zastosować bezpieczników topikowych i należy je zastąpić bezpiecznikami elektronicznymi.

Przykład realizacji stałoprądowego bezpiecznika elektronicznego znajdziemy w EP 4/95 w artykule „Szybki bezpiecznik elektroniczny DC”. W jednym z następnych numerów przedstawimy bezpiecznik elektroniczny prądu przemiennego zaprojektowany do skutecznej ochrony silników trójfazowych.

**Inne typy bezpieczników**

Oprócz omówionych trzech typów wkładek bezpiecznikowych, krajowy wytwórca - Elektrotechniczna Spółdzielnia Pracy „SPEL” z Krakowa - produkuje też wkładki ze wskaźnikiem zadziałania, z końcówkami do wlotowania w płytke, bezpieczniki miniaturowe (φ4 x15mm), teletechniczne i samochodowe.

Wspomnijmy także o bezpiecznikach samochodowych produkowanych na prądy nominalne 8, 16, 25 i 40 amperów. Dopuszczalny spadek napięcia na nich nie przekracza 60mV. Przy przeciążeniu prądem 1,5·I<sub>n</sub> nie powinny zadziałać szybciej niż po 30 minutach, z kolei przy przeciążeniu 3·I<sub>n</sub> czas zadziałania musi być krótszy niż 10 sekund. Oczywiście, z podanych wcześniej względów bezpieczniki te nie nadają się do pracy przy wyższych napięciach.

Dość często spotykane są też wkładki o wymiarach φ6,5 x 32mm - spotyka się je przede wszystkim w sprzęcie importowanym z Zachodu. Krajowe wersje o oznaczeniu WB-C i WB-K mają charakterystykę czasową zbliżoną nieco do wkładek WTA. Większe wymiary związane są między innymi z większym dopuszczalnym napięciem wyłączenia (np. wersja 600V).

Na rynku występują jeszcze inne typy bezpieczników. Osiągalne są importowane bezpieczniki do druku oznaczane TR5, podobne nieco do „stojących elektrolitów”; rozstaw ich nóżek wynosi 5,08mm. Występują one w wersjach szybkiej i zwłocznej, przy czym w oznaczeniach handlowych bezpieczniki szybkie wyróżniane są także literą S, a zwłoczne literą T.

Na uwagę zasługują też bezpieczniki termiczne mogące przewodzić prąd do kilkunastu amperów, wyłączające się w ściśle określonej temperaturze. W przedziale +70...+240°C występuje tu około dwudziestu nominałów, a producent

gwarantuje temperaturę rozłączenia z tolerancją co najwyżej 4°C.

### **Podsumowanie**

W obwodach zasilania dołączonych do sieci 220V stosujemy zazwyczaj bezpieczniki zwłoczne WTA-T. Przy nadmiernym wzroście prądu podczas awarii bezpiecznik taki przerwie dopływ prądu i na pewno uchroni przed pożarem.

Co ciekawe, niektóre transformatory sieciowe małej mocy są zwarciobezpieczne i w zasadzie nie trzeba do nich stosować bezpieczników. Zagadnienie to omówimy szerzej za pewien czas w odcinku Notatnika poświęconym transformatorom sieciowym. Po stronie wtórnej transformatorów sieciowych stosujemy zwykle bezpieczniki WTA.

Do zabezpieczenia wrażliwych elementów pracujących w obwodach o dużym spodziewanym prądzie zwarcia, np. w obwodach sieci 220V, należy używać szybkich bezpieczników o dużej zdolności wyłączenia - w zakresie prądów 0,25...10A będą to bezpieczniki WTA-F-G.

W praktyce, w związku z ciągłą obniżką cen półprzewodników częstokroć świadomie rezygnuje się ze stosowania bezpieczników WTA-F-G

na rzecz zwykłych WTA-T, czy WTA. Życie pokazuje bowiem, iż nawet przy stosowaniu bezpiecznika WTA-F-G przyrząd półprzewodnikowy często ulega uszkodzeniu.

Na przykład w układach gdzie triak steruje pracą żarówki należy liczyć się z wystąpieniem zwarcia, gdyż żarówki wypełnione gazem często kończą swój żywot powodując zwarcie. Zwykle następuje to w momencie włączenia.

Aby całkowicie wykluczyć możliwość uszkodzenia należałoby przeprowadzić złożone wyliczenia, znając charakterystyki wkładki bezpiecznikowej w zakresie prądów zwarciovych, wartość spodziewanego prądu zwarciovego w miejscu zainstalowania sprzętu, oczekiwanego przepięcia przy wyłączeniu, dokładne charakterystyki dopuszczalnych przeciążeń użytego elementu półprzewodnikowego, wartość indukcyjności obwodu zasilania i pewnie parę innych czynników. W amatorskiej praktyce jest to nierealne.

Zastosowanie wkładki WTA-T nie chroni oczywiście przed uszkodzeniem struktury półprzewodnika, zwykle nie dopuści jednak do eksplozji obudowy danego elementu. W razie awarii trzeba wymienić

przyrząd półprzewodnikowy. Innym sposobem jest użycie bezpiecznika WTA-F-G o możliwie małym prądzie nominalnym i elementu półprzewodnikowego przewymiarowanego - o parametrach dobranych z dużym zapasem.

W praktyce, w wielu urządzeniach zawierających półprzewodniki, a zasilanych wprost z sieci, sprawą co najmniej równie istotną jak dobór bezpiecznika jest ograniczenie występujących przepięć, a także zmniejszenie stromości narastania napięcia i prądu do wartości bezpiecznej dla danego elementu półprzewodnikowego.

Zagadnienie to wykracza poza ramy niniejszego artykułu; zainteresowanych odsyłamy do książek: J. Luciński: Układy z tyrystorami dwukierunkowymi, WNT, 1986  
J. Żyborski, T. Lipski, J. Czucha: Zabezpieczenia diod i tyrystorów, WNT, 1985

Za miesiąc zostaną omówione bezpieczniki półprzewodnikowe i bezpieczniki Btp przeznaczone do zabezpieczania elementów półprzewodnikowych mocy.

**Piotr Górecki**