

# Wyłączniki stycznikowe jako wyłączniki główne pojazdowe

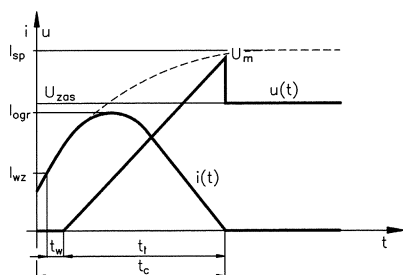
**Pojazdowy wyłącznik główny zabezpieczający obwody elektryczne stanowi niezbędny zespół wyposażenia elektrycznego każdego pojazdu trakcyjnej.**

**Wyłącznik powinien w sposób skuteczny:**

- **wyłączyć bezzakłóceniuowo prąd zwarcia,**
- **odseparować obwód zwarcia od sieci trakcyjnej zasilającej,**
- **zabezpieczać przed skutkami zwarć urządzenia i elementy obwodów elektrycznych pojazdu.**

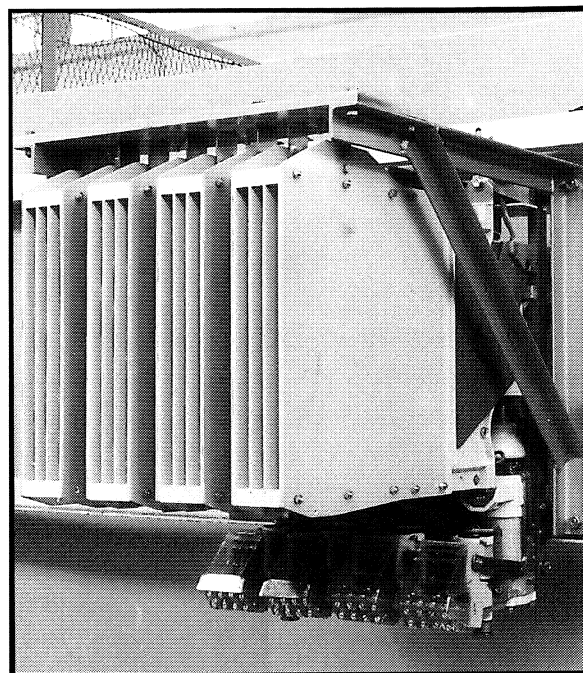
Lokomotywy elektryczne eksploatowane na sieci PKP wyposażone są w wyłączniki o dużej skuteczności wyłączenia. Podstawową ich cechą jest bardzo krótki czas wyłączenia (otwierania) umożliwiający wyłączenie prądu zwarcia przed osiągnięciem przez niego wartości ustalonej.

Przebieg wyłączenia prądu zwarciovego wyłącznikiem szybkim przedstawia rysunek 1.



Rys. 1. Przebieg wyłączenia prądu zwarciovego wyłącznikiem szybkim

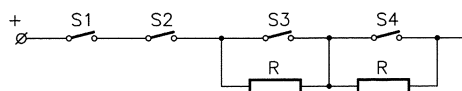
- $I_{wz}$  - prąd zadziałania wyzwalacza
- $I_{ogr}$  - prąd ograniczony
- $I_{sp}$  - spodziewany prąd zwarciovowy
- $t_w$  - czas własny wyłącznika
- $t_c$  - czas łukowy
- $t_c$  - całkowity czas przepływu prądu zwarciovego
- $U_{zas}$  - napięcie zasilania
- $U_m$  - maksymalne napięcie wyłączenia (przebiegięcie)



Pojazdowe wyłączniki szybkie posiadają rozbudowane i masywne napędy działające z dużą energią kinetyczną, stąd żywotność ich jest niewielka i nie przekracza kilkudziesięciu tysięcy cykli przestawieniowych (wymagana przez normę PN-69/E-06120 trwałość mechaniczna wynosi 20 000 cykli przestawieniowych). Uniemożliwia to stosowanie wyłączników jako łączników manewrowych w obwodzie silników trakcyjnych.

W elektrycznych zespołach trakcyjnych EN57, których konstrukcja urządzeń i aparatury pochodzi z lat 30-tych, rolę wyłącznika głównego pełni tzw. wyłącznik stycznikowy. Zasada działania takiego wyłącznika polega na wyłączeniu prądu zakłóceniovego po jego ograniczeniu przez wtrącenie w obwód rezystora ograniczającego.

Schemat połączeń i cykl wyłączenia prądu zwarciovego przedstawiają rysunki 2 i 3.

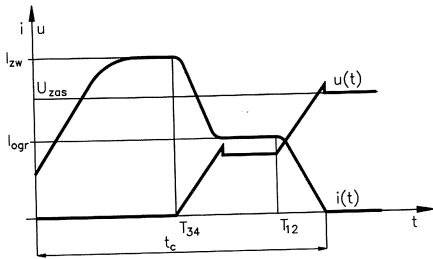


Rys. 2. Schemat wyłącznika głównego stycznikowego  
 $S_1, S_2, S_3, S_4$  - styczniki wyłącznika  
 $R$  - rezystor ograniczający

Inicjacja cyklu wyłączenia pochodzi od przekaźników nadprądowych silników trakcyjnych lub przekaźnika różnicowego. Współpracę i kolejność otwierania styczników uzyskuje się poprzez odpowiednie połączenie elektrozaworów i łączników pomocniczych styczników.

Stosowane w wyłączniku styczniki są typowymi (seryjnymi) stycznikami trakcyjnymi o żywotności ponad  $10^6$  cykli przestawieniowych. Dzięki temu wyłącznik stycznikowy pełni jednocześnie rolę łącznika manewrowego obwodu silników trakcyjnych zespołu.

W odróżnieniu od wyłączników szybkich cykl wyłączenia prądu zakłóceniewego jest stosunkowo długi (ok. 100 ms) i prąd osiąga wartość ustaloną.



Rys. 3. Przebieg wyłączenia prądu zwarciewego przez wyłącznik stycznikowy

- $I_{zw}$  - prąd zwarciewy (wartość ustalona)  
 $I_{ogr}$  - ograniczony prąd zwarciewy (po wtrąceniu rezystorów  $2R$ )  
 $T_{34}$  - moment otwarcia styczników  $S_1, S_2$   
 $T_{12}$  - moment otwarcia styczników  $S_3, S_4$   
 $t_c$  - całkowity czas przepływu prądu zwarciewego

### Warunki pracy wyłączników głównych

Wartości prądów zwarciewych mogących wystąpić w obwodach elektrycznych pojazdu trakcyjnego uzależnione są od wielu zmieniających się parametrów zasilania:

- mocy i liczby zespołów przekształtnikowych podstacji,
- odległości pojazdu od podstacji,
- przekroju przewodów i połączenia sieci trakcyjnej,
- wartości napięcia zasilającego,
- liczby pojazdów trakcyjnych znajdujących się w pobliżu i zasilanych z tej samej sieci.

Z analizy i obliczeń wynika, że wartość maksymalnego prądu zwarciewego może osiągnąć 25 kA przy jednoczesnym spełnieniu następujących warunków:

- pojazd znajduje się blisko podstacji,
- podstacja wyposażona jest w dwa czynne zespoły przekształtnikowe,
- napięcie zasilające osiąga wartość maksymalną (mierzone są napięcia ponad 4000 V),
- nie ma w pobliżu innych pojazdów,
- zwarcie jest bezpośrednie (metaliczne).

Biorąc pod uwagę konieczność spełnienia tych warunków, prawdopodobieństwo wystąpienia takiego zwarcia jest niewielkie. Natomiast rzeczywiste zarejestrowane wartości prądów zwarcia nie przekraczały 20 kA.

Praktyka wieloletniej eksploatacji wskazuje, że w ponad 85% przypadków przeciążeń lub zwarc występujących w pojazdach trakcji elektrycznej PKP wartość prądu bardzo rzadko osiąga 10 kA. W pozostałych przypadkach w cykl wyłączenia zwarcia przez wyłącznik główny w pojeździe muszą włączyć się wyłączniki szybkie podstacji zasilających. Dotyczy to również lokomotyw elektrycznych, których wyłączniki szybkie posiadają zdolność wyłączenia spodziewanego prądu zwarciewego o wartości nie większej niż 10 kA.

W czasie długoletniej eksploatacji zespołów trakcyjnych serii EN57 kolejne wykonania wyłączników stycznikowych cechowała coraz wyższa zdolność wyłączenia w wyniku zastosowania w nich styczników o coraz lepszych parametrach. Podnosiło to ich walory użytkowe i pewność działania w stanach awaryjnych.

Długoletnie stosowanie ich wynika również z braku na rynku krajowym wyłącznika szybkiego o specjalnej konstrukcji tzw. podpodłogowego, dostosowanego do płaskiej przestrzeni montażowej i poziomej strefy wydmuchu łuku. Niebagatelną sprawą jest również strona ekonomiczna, gdyż cena pojazdowego wyłącznika szybkiego kilkakrotnie przekracza cenę wyłącznika stycznikowego.

### Porównanie parametrów eksploatowanych wyłączników stycznikowych

W tablicy 1 zestawiono niektóre parametry i okresy stosowania wyłączników stycznikowych w zespołach trakcyjnych EN57.

Produkowany przez ABB Elta Zakład Aparatury Trakcyjnej i Dźwignicowej Z-3 wyłącznik stycznikowy XSG-4 nadaje się do zamontowania w każdym zespole trakcyjnym EN57, bez względu na datę jego produkcji.

Wymianę „starego” wyłącznika na XSG-4 można przeprowadzić w warunkach każdej lokomotywni, bez jakichkolwiek prac dostosowawczych lub przeróbek konstrukcyjnych.

Tablica 1

Typ wyłącznika	Typ styczników	Maksymalna zdolność wyłączenia (przy $U=4000$ V)	Okres stosowania
TPK-315	PK-315	4000 A 3 x co 2 min.	Od początku eksploatacji zespołów EN57
XSL-4	SPL-400	6000 A 3 x co 2 min.	Od 1974 roku
XSG-4*	SPG-400	8000 A** co najmniej 30 x co 2 min.	Od 1988 roku

\* materiały izolacyjne i konstrukcyjne bezazbestowe;

\*\* przy napięciu znamionowym 3000 V wyłącznik cechuje się zdolnością wyłączenia 10 kA

□R-36/94

