

Artur Rojek

Rodzina próżniowych wyłączników szybkich prądu stałego – wyniki badań

W latach 2003–2005 Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa prowadziło, na zlecenie producenta, próby i badania próżniowych wyłączników szybkich prądu stałego. Badane były dwa z trzech typów wyłączników próżniowych, przeznaczonych do kolejowego systemu trakcji elektrycznej 3 kV prądu stałego. Wyłącznikami tymi były aparaty typu DCU i DCN. Pierwszy z nich przeznaczony jest do elektrycznych jednostek trakcyjnych, a drugi do pracy w podstacjach trakcyjnych. Uzupełnieniem tej rodziny aparatów próżniowych jest wyłącznik typu DCN-L, przeznaczony do stosowania w lokomotywach elektrycznych i zespołach trakcyjnych dużej mocy. Z uwagi na to, że obecne rozwiązanie wyłącznika DCN-L nie było jeszcze badane*, niniejszy artykuł będzie obejmował tylko wyłączniki typu DCU i DCN.

Zasada działania wyłączników próżniowych typu DCU i DCN jest całkowicie odmienna od sposobu działania wyłączników magnetywomuchowych, obecnie najczęściej stosowanych w pojazdach trakcyjnych i obiektach zasilania. W przypadku wyłączników próżniowych jest to zasada wyłączania przeciwprądem, polegająca na wymuszonym sprowadzeniu wyłączanego prądu do zera przez impuls prądu o kierunku przeciwnym, którego źródłem jest uprzednio naładowana bateria kondensatorów. Sprowadzenie prądu do zera i uzyskanie przerwy w obwodzie odbywa się w komorze próżniowej, dlatego nazywając tego typu wyłączniki używa się określenia „próżniowe”.

Wszystkie typy wchodzące w skład opisywanej rodziny wyłączników próżniowych mają zbliżoną strukturę, którą w uproszczeniu przedstawiono na rysunku 1. Zasada działania oraz poszczególne zjawiska zachodzące podczas wyłączania zostały szczegółowo opisane w kilku artykułach [1–6], które ukazały się między innymi na łamach miesięcznika *tts*. Zarówno wyłącznik DCU, jak i DCN składa się pięciu podstawowych bloków:

- 1) komora wyłączająca i załączająca prąd główny (próżniowa),
- 2) załącznik przeciwprądu,
- 3) układy napędowe,
- 4) odcinacz obwodu głównego,
- 5) generator przeciwprądu.

Badania wyłączników typu DCU i DCN przeprowadzono dwuetapowo. W pierwszym etapie badania były prowadzone w laboratorium zwarciovym CNTK w Mińsku Mazowieckim. W etapie tym sprawdzano między innymi prawidłowość pracy wyłączników podczas wyłączania prądów roboczych i pojedynczych zwarc oraz w cyklu łączeniowym:

$$0 - t_1 - CO - t_1 - CO - t_2 - CO$$

gdzie:

0 – wyłączenie zwarcia,

CO – zataczenie na zwarcie i jego wyłączenie,

$t_1 = 15$ s,

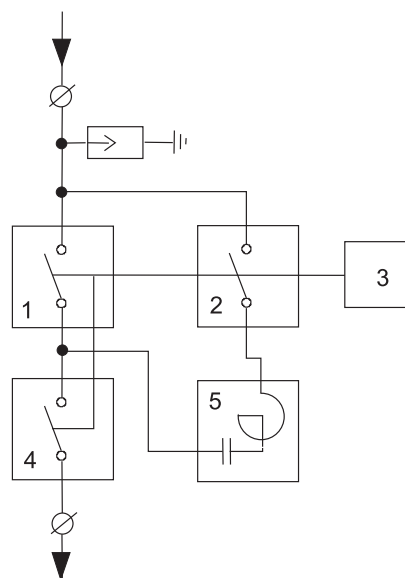
$t_2 = 60$ s.

W badaniach tych obwód probierczy zasilany był z zespołów prostownikowych typu PK-17 i PD-1,7 z dławikami wygładzającymi o indukcyjności 4 mH.

Po badaniach w laboratorium zwarciovym, zakończonych z wynikiem pozytywnym, przeprowadzono próby zwarciove wyłączników w podstacji trakcyjnej, wyposażonej w pięć zespołów prostownikowych typu PD-16 i PD-12 z dławikami wygładzającymi o indukcyjności 1,8 mH. Z uwagi na małą indukcyjność dławików oraz zasilanie podstacji podczas prób dwiema liniami zasilającymi, stromość narastania prądów zwarciovych jest duża i osiąga wartość ponad 5 kA/ms (przy zasilaniu układu przez wszystkie pięć zespołów).

Wyłączniki typu DCU są produkowane od 2003 r. i obecnie ponad 70 szt. tych wyłączników jest zainstalowanych w jednostkach trakcyjnych typu EN57, gdzie zastąpiły dotychczas stosowane zestawy stycznikowe XSG-4. Wcześniej, w latach 1997–2000, zostały wyprodukowane przez innego producenta 44 szt. wyłączników typu DCV, których zasada działania i obwód główny jest prawie taki sam, jak w wyłączniku DCU.

W tabelicy 1 zestawiono wybrane parametry wyłącznika DCU (deklarowane przez producenta [13] i określone na podstawie badań wykonanych przez CNTK [8]) zestawu stycznikowego XSG-4



Rys. 1. Schemat blokowy próżniowego wyłącznika prądu stałego

* Wcześniejsze rozwiązanie tego typu wyłącznika (DCL 3/1600) było produkowane przez inną firmę, niż wyłącznik DCN-L. Wyłącznik DCL 3/1600 został zbadany przez CNTK w 2001 r.

oraz wyłącznika typu UR26-64 T [18] – wyłącznika do zabudowy pod pokładem o najmniejszym prądzie znamionowym, który jest dostępny na rynku europejskim. Z tablicy tej wynika, że:

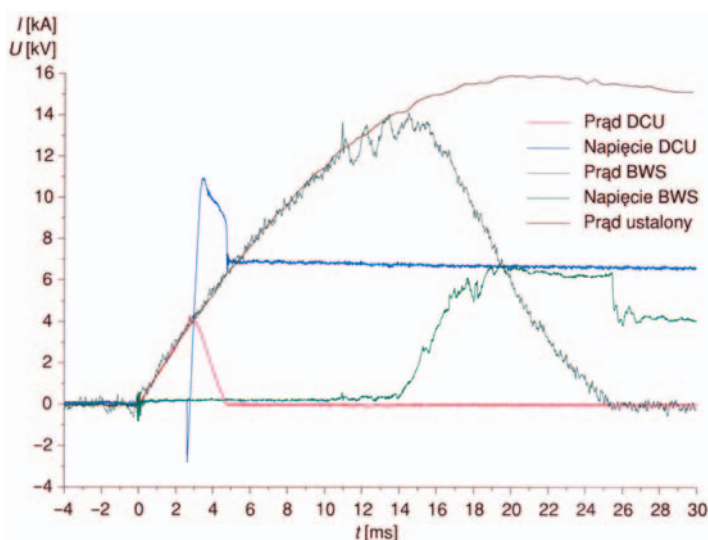
- wymagania normy EN 50388 [15] w zakresie wyłączalności prądu zwarciego o wartości 50 kA, według deklaracji producentów, spełniają wyłączniki UR26-64 T i DCU dla stałej czasowej $\tau \geq 30$ ms, natomiast wyniki badań wykazują, że wyłącznik DCU spełnia również te wymagania dla mniejszej wartości stałej czasowej;
- wyłącznik DCU pracował prawidłowo przy stromości narastania prądu zwarciego znacznie przekraczającej poziom deklarowany przez producenta;
- wyłącznik DCU ma najwyższe przepięcia łączeniowe, jednak średni czas trwania przepięć zarejestrowanych podczas badań, o wartości powyżej 9 kV (wartości deklarowanej przez producenta) wynosił 0,85 ms; przepięcia te spełniają wymagania przedmiotowych norm, w tym karty UIC 550 [17], i z uwagi na bardzo krótki czas trwania nie powinny stanowić zagrożenia dla innych urządzeń narażonych na oddziaływanie tych przepięć;

- nawet dla dużych wartości stromości narastania prądu zwarciego ($di/dt > 3$ kA/ms) wyłącznik DCU ma najmniejszy współczynnik ograniczania prądu zwarciego;
- ze względu na bardzo krótki czas wyłączenia i niską wartość ograniczonego prądu zwarcia obwód chroniony wyłącznikiem DCU jest w najmniejszym stopniu narażony na przepływ prądów zwarcowych, co jest niezwykle istotne przy zabezpieczeniu układów energoelektronicznych.

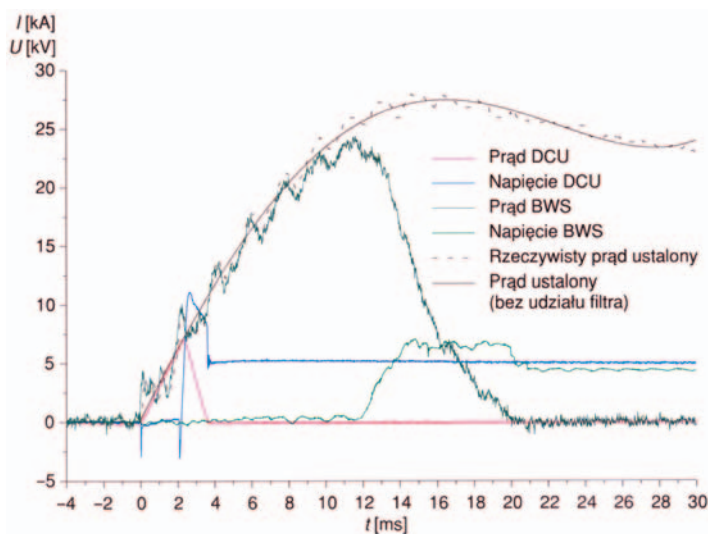
Najlepszą ilustracją parametrów wyłącznika szybkiego są przebiegi zwarcie, na rysunku 2 i 3 przedstawiono więc przebiegi zwarcie zarejestrowane podczas badań wyłącznika typu DCU [8]. Na rysunku 2 przedstawiono przebiegi występujące w przypadku zasilania probierczego układu zwarciego przez jeden zespół typu PD-16, a na rysunku 3 przebiegi przy zasilaniu układu z trzech zespołów ($2 \times PD-12$ i PD-16). W celu zilustrowania skali ograniczania prądu zwarciego na obydwu rysunkach przedstawiono również początkową część przebiegu prądu zwarcia w układzie bez wyłącznika szybkiego. Natomiast, aby pokazać inne parametry (np. szybkość wyłączenia) na rysunkach tych przedstawiono ponadto przebiegi napięcia i prądu zwarciego zarejestrowanego w tym samym probierczym układzie zwarciego, lecz z klasycznym magnetowdmuchowym wyłącznikiem szybkim typu BWS.

Na rysunkach 2 i 3 są bardzo dobrze widoczne takie cechy wyłącznika typu DCU, jak: bardzo krótki czas wyłączenia, bardzo dobre ograniczenie maksymalnej wartości prądu zwarciego oraz wyższe przepięcia niż w przypadku wyłącznika klasycznego, lecz o znacznie krótszym czasie ich trwania.

Wyłącznik szybki prądu stałego typu DCN (fot. 1) jest największym wyłącznikiem z rodziny aparatów próżniowych. Jest on przeznaczony do pracy w podstacjach trakcyjnych. Wyłączniki tego typu nie są jeszcze produkowane seryjnie, a ich pierwsze egzemplarze wkrótce powinny zostać oddane do eksploatacji obserwowanej (badania w toku).



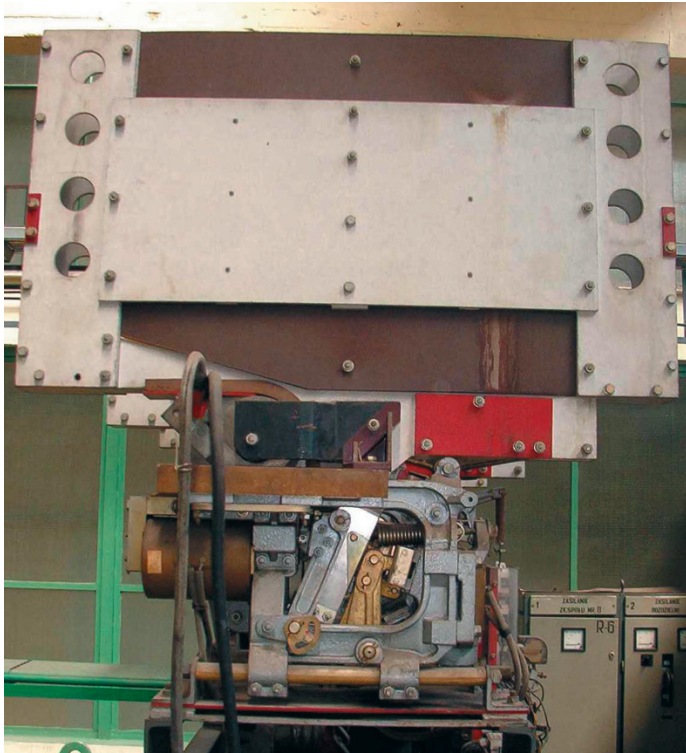
Rys. 2. Przebiegi zwarcie w układzie zasilanym przez jeden zespół prostownikowy typu PD-16



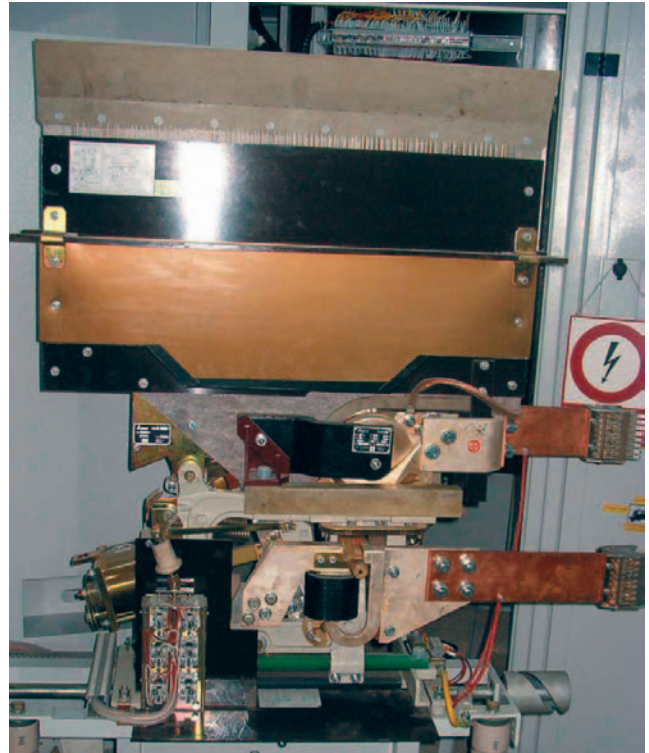
Rys. 3. Przebiegi zwarcie w układzie zasilanym przez trzy zespoły prostownikowe ($2 \times PD-12$ i PD-16)



Fot. 1. Próżniowy wyłącznik szybki prądu stałego typu DCN



Fot. 2. Wyłącznik typu WSe



Fot. 3. Wyłącznik typu BWS

Tablica 1

Wybrane parametry zestawu stycznikowego XSG-4 oraz wyłączników szybkich typu UR26-64 T i DCU

Parametr ¹⁾	XSG-4	UR26-64 T [18]	DCU	
			dane katalogowe [13]	pomiary [8]
Znamionowe napięcie U_{Ne}	[kV] 3	4	3	3,9
Znamionowy prąd roboczy I_{Ne}	[A] 400	2600	400; 630	—
Znamionowy prąd zwarciaowy I_{Nss} przy stałej czasowej obwodu t_c	[kA]/[ms] 6/20; 2,5/30	60/31,5	40/20; 60/30	>50/20
Maksymalna stromość narastania prądu zwarciaowego di/dt_{max}	[kA/ms] —	5 ²⁾	2	3,13
Czas własny t_i	[ms] ~200	3 ³⁾	—	~1,5
Całkowity czas wyłączenia zwarcia t_b	[ms] ~300	<30	≤15	<3,7 ⁴⁾
Współczynnik ograniczenia prądu $I_{cut\ off}/I_{ss}$ przy stałej czasowej t_c	[—]/[ms] nie ogranicza	> 0,4 ⁵⁾	≤0,13/20; ≤0,08/30	0,26/8,6
Przebieżenie łączeniowe u_a	[kV] minimalne	8,5	9	11,3

1) Oznaczenia wg PN-EN 50123-2 [16].

2) Określono na podstawie innych danych katalogowych.

3) Przy $di/dt = 5$ kA/ms.

4) Przy $di/dt = 3,1$ kA/ms.

5) Określono pośrednio na podstawie innych danych katalogowych.

Tablica 2

Wybrane parametry wyłączników szybkich typu BWS i DCN

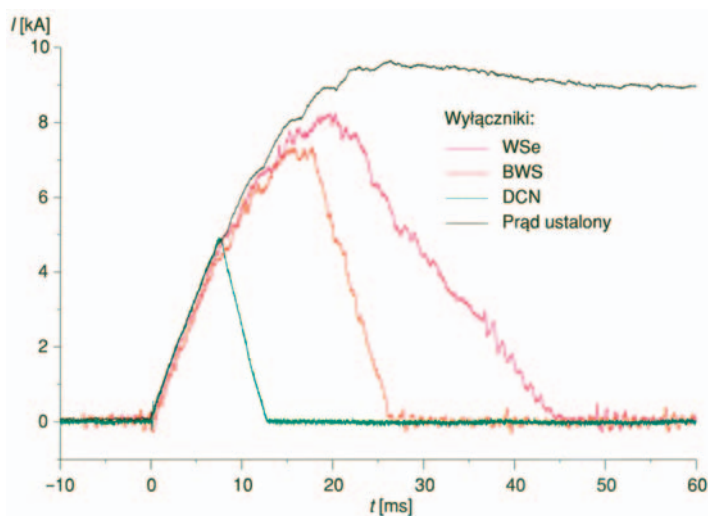
Parametr ¹⁾		BWS		DCN	
		dane katalogowe [19]	pomiary [11]	dane katalogowe [14]	pomiary [7], [9], [10]
Znamionowe napięcie U_{Ne}	[kV] 3	3,9	3	3,9	
Znamionowy prąd roboczy I_{Ne}	[A] ≤3150	—	≤3150	—	
Znamionowy prąd zwarciaowy I_{Nss} przy stałej czasowej obwodu t_c	[kA]/[ms] 50/10	46/8	60/20; 90/30	47/7,7	
Maksymalna stromość narastania prądu zwarciaowego di/dt_{max}	[kA/ms] 5	5,3	5	5,82	
Czas własny t_i	[ms] ≤5 ²⁾	8	—	~1,5	
Całkowity czas wyłączenia zwarcia t_b przy stałej czasowej t_c	[ms]/[ms] 15,78/7,2 ³⁾	19,95/8	≤15 ⁴⁾	≤4,5/7,7	
Współczynnik ograniczenia prądu $I_{cut\ off}/I_{ss}$ przy stałej czasowej t_c	[—]/[ms] ≤0,82/7,2	0,76/8	≤0,15/20; ≤0,12/30	0,21/7,7	
Przebieżenie łączeniowe u_a	[kV] 7	6,9	10	10,2	

1) Oznaczenia wg PN-EN 50123-2 [16].

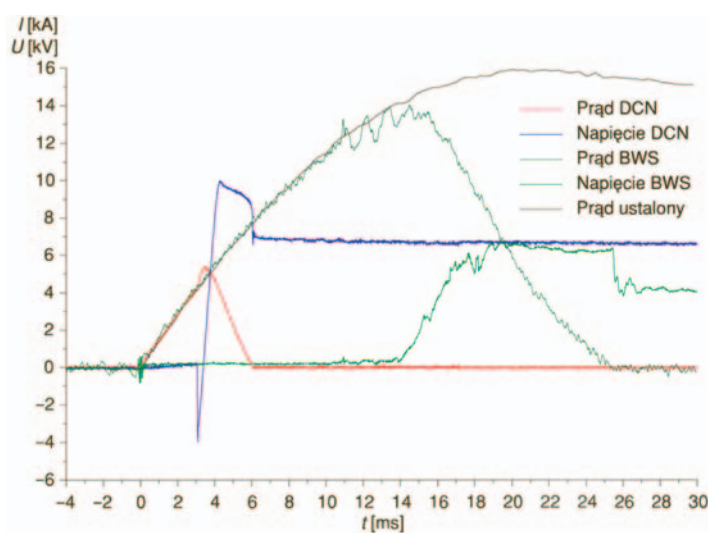
2) Przy $di/dt ≥ 0,5$ kA/ms.

3) Określono pośrednio na podstawie innych danych katalogowych.

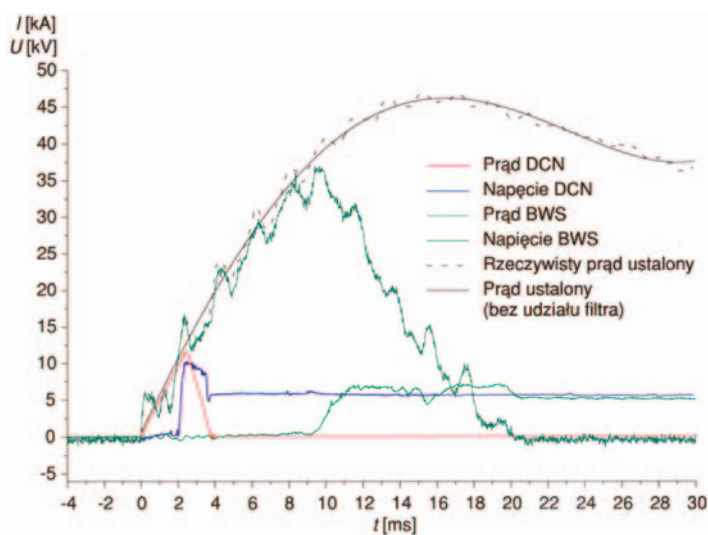
4) Dla dowolnej stałej czasowej.



Rys. 4. Przebiegi prądu zwarciego w układzie zasilanym przez zespół prostownikowy typu PK-17



Rys. 5. Przebiegi zwarcie w układzie zasilanym przez jeden zespół prostownikowy typu PD-16



Rys. 6. Przebiegi zwarcie w układzie zasilanym przez trzy zespoły prostownikowe (2xPD-12 i PD-16)

Wyłącznik DCN konkuruje ze stosowanymi w podstacjach trakcyjnych i kabinach sekcyjnych klasycznymi wyłącznikami magnetowymuchowymi typu WSe (fot. 2) i BWS (fot. 3). W zakresie szybkości wyłączania i poziomu ograniczenia prądu zwarciego wyłącznik DCN tę konkurencję wygrywa. Ilustruje to rysunek 4, na którym przedstawiono przebiegi prądu zwarciego w układzie probierczym bez wyłącznika szybkiego oraz przerywanego przez wyłączniki DCN, BWS i WSe. Układ ten był zasilany przez zespół prostownikowy typu PK-17 z dławikiem wygładzającym o indukcyjności 4 mH. Przebiegi te zarejestrowano podczas badań prowadzonych w laboratorium zwarciovym CNTK w Mińsku Mazowieckim.

Podczas drugiego etapu badań wyłącznika DCN przeprowadzonego w podstacji trakcyjnej, gdzie prędkość narastania prądu zwarciego jest większa niż w laboratorium CNTK, wyłącznik DCN osiągnął również lepsze wyniki od wyłącznika typu BWS w zakresie czasu wyłączania zwarcia oraz ograniczania wartości prądu zwarciego. Jedynie w zakresie napięć łączeniowych wyłącznik próżniowy osiąga mniej zadowalające wyniki. Podczas wyłączania zwarc przez wyłącznik DCN, rejestrowanych w trakcie badań przeprowadzonych przez CNTK, w około 25% wyłączeń generowane były napięcia łączeniowe przekraczające 10 kV (poziom deklarowany przez producenta), lecz czas ich trwania jest na tyle krótki, że spełnione są wymagania przedmiotowych norm, w tym karty UIC 550 [17]. Średnia wartość czasu trwania tych napięć o wartości powyżej 10 kV wynosiła około 0,3 ms.

Dzięki temu, że czas trwania zwarcia wyłączanego przez wyłącznik DCN może być ponad pięć razy krótszy, a prąd ograniczony nawet ponad 3 razy mniejszy w porównaniu do przypadku, gdy zwarcie jest wyłączane przez wyłącznik BWS, całka Joule'a ulega ponad czterdziestosiedmiokrotnemu zmniejszeniu.

Opisane zjawiska ilustrują rysunki 5 i 6. Na rysunku 5 przedstawiono, podobnie jak wcześniej dla wyłącznika DCU, przebiegi zwarcie uzyskane w układzie probierczym zasilanym przez zespół prostownikowy PD-16, w którym zwarcie jest wyłączane przez wyłącznik szybki DCN lub wyłączenie nastąpiło w wyniku zadziałania wyłącznika mocy po stronie pierwotnej transformatora prostownikowego. Na tym rysunku również przedstawiono przebiegi zarejestrowane, gdy zwarcie wyłączane było przez wyłącznik BWS. Podobne przebiegi zaprezentowano na rysunku 6, z tą różnicą, że zostały one otrzymane w układzie zwarciovym zasilanym przez pięć zespołów prostownikowych (2xPD-16 i 3xPD-12).

Wybrane parametry wyłączników typu DCN i BWS zestawiono w tabelicy 2. W tabelicy tej przedstawiono parametry deklarowane przez producentów wyłączników [14, 19] oraz określone na podstawie badań wyłączników lub z ich udziałem, przeprowadzonych przez CNTK [7, 9–11].

Opisane wyniki badań dwóch typów próżniowych wyłączników szybkiego prądu stałego porównano z wyłącznikami klasycznymi. Natomiast na rysunku 7 pokazano przebiegi prądów zwarciovych, otrzymane w układzie zasilanym przez zespół PD-16, których wyłączenie odbywało się z zastosowaniem wyłącznika DCU lub DCN. Czas trwania zwarcia i maksymalna wartość prądu ograniczonego są porównywalne, a nieznaczne różnice są spowodowane między innymi tym, że wyłącznik DCN miał wyższy próg wyzwalania. Oznacza to, że „najmniejszy” i „największy” wyłącznik z rodziny aparatów próżniowych mają niemalże takie same parametry w zakresie szybkości wyłączania prądów zwarciovych, ograniczania ich wartości oraz napięć łączeniowych.

Z przedstawionych wyników badań wynika, że wyłączniki próżniowe zarówno typu DCU, jak i DCN, mogą być traktowane, zgodnie z normą PN-EN 50123-2 [16], jako wyłączniki typu H – szybkie, ograniczające prąd, a w układach o małej stałej czasowej nawet jako wyłączniki typu V – bardzo szybkie, ograniczające prąd. Wyłączniki próżniowe są jedynymi wyłącznikami stosowanymi lub przeznaczonymi do stosowania w systemie trakcji elektrycznej 3 kV DC, które można zaliczyć do wyłączników typu V.

Wprowadzenie do eksploatacji wyłączników próżniowych, szczególnie zastosowanie tego rodzaju wyłączników jako taborowych, przyczyni się do poprawy selektywności wyłączenia zwarć w układzie zasilania trakcji elektrycznej. O tym, czy selektywność wyłączenia zwarć będzie zachowana, czyli czy zwarcie powstałe w obwodach pociągu będzie wyłączone przez wyłącznik taborowy, decyduje stromość narastania prądu zwarcia, różnica nastaw wyłącznika taborowego i podstacyjnego oraz zdolność ograniczenia prądu przez wyłącznik taborowy poniżej poziomu wyzwania wyłącznika zainstalowanego w podstacji trakcyjnej.

Przy określonych nastawach i typach wyłączników taborowego i podstacyjnego istnieje graniczna wartość stromości narastania prądu zwarcia, przy której zapewniona jest selektywność wyłączenia zwarć powstałych w układach pociągu. Graniczną stromość narastania prądu zwarcia można określić z zależności [12]:

$$\left(\frac{di}{dt} \right)_{gr} = \frac{I_{wzPT} - I_{wzT}}{t_T}$$

gdzie:

I_{wzPT} – wartość prądu wyzwania wyłącznika szybkiego w podstacji;

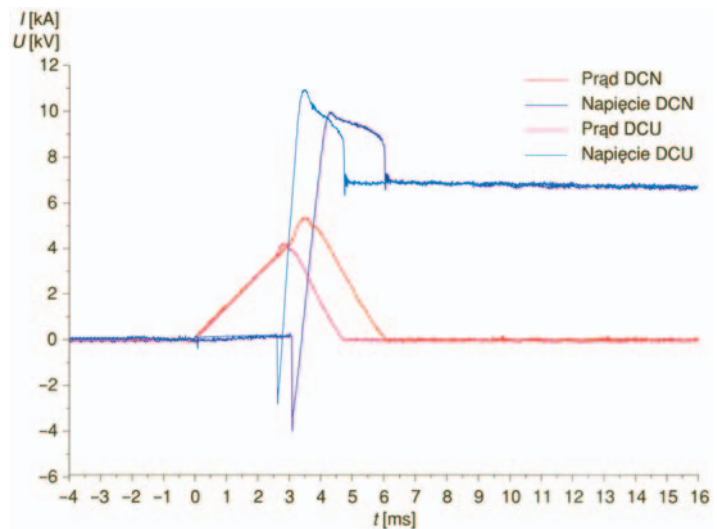
I_{wzT} – wartość prądu wyzwania wyłącznika szybkiego w pojeździe trakcyjnym;

t_T – czas liczony od chwili przekroczenia nastawy wyłącznika szybkiego w pojeździe trakcyjnym do momentu osiągnięcia wartości maksymalnej przez ograniczony prąd zwarcia.

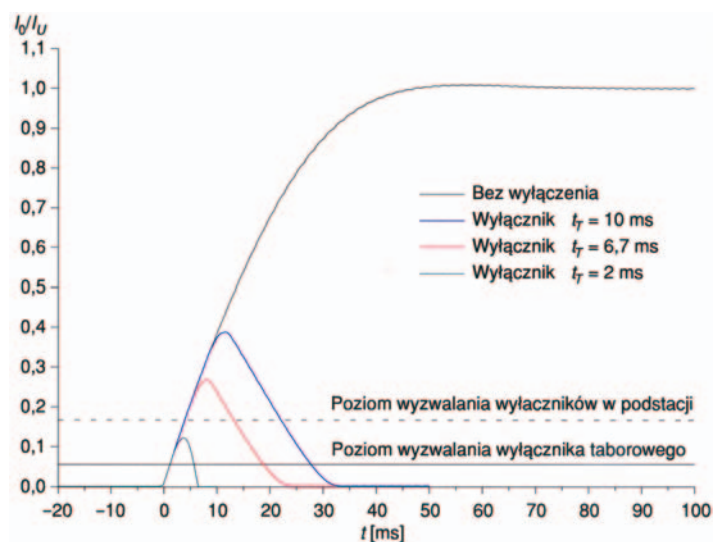
Zastosowanie jako taborowego wyłącznika próżniowego (np. typu DCU), którego czas t_T wynosi około 2 ms, pozwala na zachowanie selektywności przy znacznie większej stromości narastania prądu lub mniejszej różnicy między nastawami wyłączników taborowych i podstacyjnych w porównaniu do przypadku, w którym jako wyłącznik taborowy jest zastosowany wyłącznik magnetywduchowy. Nawet bardzo szybkie wyłączniki magnetywduchowe (np. wyłączniki typu BWS) mają czas $t_T > 6,7$ ms, a znakomita większość wyłączników taborowych charakteryzuje się czasem $t_T > 10$ ms.

Ilustracją tego jest rysunek 8, na którym przedstawiono przebiegi prądów zwarcia wyłączonego przez wyłącznik próżniowy, wyłączniki klasyczne o $t_T = 6,7$ ms i 10 ms oraz przebieg dla przypadku braku zadziałania wyłącznika. Z rysunku tego wynika, że choć wszystkie wyłączniki miały taki sam poziom nastawy wyzwolenia (pozioma linia ciągła), tylko w przypadku wyłącznika próżniowego ograniczony prąd zwarcia nie przekroczył poziomu wyzwania wyłącznika w podstacji (pozioma linia przerywana).

Reasumując, próżniowe wyłączniki szybkie prądu stałego mają kilka istotnych zalet, do których między innymi należą bardzo krótki czas wyłączenia i bardzo dobre ograniczanie prądu zwarcia. Niestety bardzo szybkie wyłączenie prądu stałego okupione



Rys. 7. Przebiegi zwarcia w układzie z wyłącznikiem DCN i DCU, zasilanym przez jeden zespół prostownikowy typu PD-16



Rys. 8. Przebiegi prądu zwarcia wyłączonego przez wyłączniki o różnych czasach t_T

jest przepięciami, których wartości są wyższe niż w przypadku wyłączników klasycznych, jednak należy podkreślić, że ich poziom i czas trwania spełniają wymagania norm i nie stanowią zagrożenia dla urządzeń narażonych na oddziaływanie tych przepięć. Parametry te zostały potwierdzone badaniami, a ich wartości są znacznie mniejsze niż w przypadku klasycznych wyłączników magnetywduchowych. Pomimo tego, że podczas badań wyłączniki te były poddawane próbom, których parametry przekraczały wartości gwarantowane przez producenta, badane wyłączniki poradziły sobie w tych warunkach i pewnie wyłączyły zwarcia. □

Literatura

- [1] Bartosik M., Lasota R., Wójcik F.: DCN 3/1600, 2500, 3150 – wieloprądowe wyłączniki próżniowe prądu stałego. Technika Transportu Szynowego 10/2003.
- [2] Bartosik M., Lasota R., Wójcik F.: DCV 3/400; 250. Ultraszybkie wyłączniki próżniowe prądu stałego. Technika Transportu Szynowego 11/1996.

- [3] Bartosik M., Lasota R., Wójcik F.: *Nowa generacja ultraszybkich wyłączników ograniczających do pojazdów trakcji elektrycznej prądu stałego*. Technika Transportu Szynowego 7-8/2000.
- [4] Bartosik M., Lasota R., Wójcik F.: *Ultraszybkie i próżniowe wyłączniki ograniczające typu DCL dla lokomotyw*. VIII Konferencja Naukowa Trakcji Elektrycznej SEMTRAK'98, Zakopane 1998.
- [5] Bartosik M., Lasota R., Wójcik F.: *Ultraszybkie wyłączanie zwarców w trakcyjnych obwodach prądu stałego*. Technika Transportu Szynowego 5/1999.
- [6] Bartosik M., Lasota R., Wójcik F.: *Ultraszybkie wyłączniki próżniowe prądu stałego typu DCV dla trakcji kolejowej*. Technika Transportu Szynowego 6/1994.
- [7] Karpowicz J., Rojek A.: *Badania wyłącznika do podstacji kolejowych typu DCN*. Praca CNTK nr 3064/12, Warszawa 2003.
- [8] Przybylska M., Czarnecki R., Rojek A.: *Badania zwarcowe wyłącznika typu DCU*. Praca CNTK nr 3187/12, Warszawa 2004.
- [9] Przybylska M., Czarnecki R., Rojek A.: *Próby zdolności łączeniowej prądów zwarcowych wyłącznika typu DCN*. Praca CNTK nr 3188/12, Warszawa 2004.
- [10] Przybylska M., Czarnecki R., Rojek A.: *Próby zdolności łączeniowej prądów zwarcowych wyłącznika typu DCN – badania końcowe*. Praca CNTK nr 3251/12 (w trakcie realizacji).
- [11] Rojek A. z zespołem: *Badania eksploatacyjne rozdzielnic 3 kV przystosowanej do pracy w podstacji z jednostopniową transformacją napięcia 110/3 kV*. Praca CNTK nr 3038/28, Warszawa 2000 – 2001.
- [12] Rojek A.: *Koordinacja zabezpieczeń zwarcowych w układzie podstacji – pojazd trakcyjny w systemie zasilania 3 kV DC*. Technika Transportu Szynowego 1-2/2004.
- [13] *Dokumentacja Techniczno-Ruchowa. Wyłączniki próżniowe prądu stałego DCU-400J, DCU-630J*. DTR 49/V/2004. Woltan, Łódź 2004.
- [14] *Dokumentacja Techniczno-Ruchowa. Wyłączniki próżniowe prądu stałego typu DCN 3/2000; 2500; 3150 A i DCN-L 3/1250; 1600; 2500 A dla trakcji kolejowej*. Projekt wstępny, Woltan, Łódź 2005.
- [15] EN 50338. *Railway applications – Power supply and rolling stock – Technical criteria for the coordination between power supply (substations) and rolling stock to achieve interoperability*.
- [16] PN-EN 50123-2:2003(U). *Zastosowania kolejowe. Urządzenia stacyjne. Aparatura łączeniowa prądu stałego*. Część 2: Wyłączniki prądu stałego.
- [17] UIC 550. *Power supply installation for passenger stock*.
- [18] www.secheron.com
- [19] *Wyłączniki szybkie prądu stałego BWS*. Fabryka Aparatów Elektrycznych Apena, wydanie 05/2000.

Autor
dr inż. Artur Rojek
Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa

Politechnika Śląska Wydział Transportu
Katedra Transportu Szynowego
Europejskie Centrum Doskonałości TRANSMEC

Konferencja TRANSMEC – 2005

Katowice, Ustroń 15–16 grudnia 2005 r.

Połączona z wręczeniem nagród i dyplomów Ministra Infrastruktury dla najlepszej pracy habilitacyjnej, doktorskiej, magisterskiej i inżynierskiej z dziedziny transportu, Prezesa PKP S.A., Prezesa UTK, redakcji czasopism: Przegląd Komunikacyjny, Transport Miejski i Regionalny, Drogownictwo, Technika Transportu Szynowego

Problematyka ■ Środki transportu ■ Infrastruktura transportu ■ Zarządzanie w transporcie

Sesje specjalne ■ Polska platforma technologiczna transportu szynowego ■ Nowe techniki i zarządzanie w transporcie szynowym ■ Polski transport w opinii ekspertów

Patronat ■ Minister Infrastruktury ■ Przewodniczący Komitetu Transportu PAN

Patronat prasowy ■ Technika Transportu Szynowego ■ Przegląd Komunikacyjny ■ Transport Miejski i Regionalny ■ Drogownictwo

Organizatorzy ■ Politechnika Śląska, Wydział Transportu, Katedra Transportu Szynowego ■ Europejskie Centrum Doskonałości TRANSMEC, Katowice

Współorganizatorzy ■ Urząd Transportu Kolejowego, Warszawa ■ Polska Akademia Nauk, Oddział w Katowicach, Komisja Transportu ■ Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej, Oddział w Katowicach

Informacje

Politechnika Śląska, Wydział Transportu Katedra Transportu Szynowego
40-019 Katowice, ul. Krasińskiego 8, Polska
tel./fax (32) 603 43 64 tel. (32) 603 41 48, e-mail: sitarz@polsl.katowice.pl



Zakład Aparatury Elektrycznej WOLTAN Sp. z o.o. 90-536 Łódź, ul. Gdańska 138

tel. (42) 636 61 22, fax (42) 636 14 03, e-mail: woltan@woltan.com.pl

Producent nowej generacji ultraszybkich wyłączników próżniowych dla trakcji elektrycznej

Nasza oferta obejmuje pełną gamę wyłączników do wszystkich zastosowań w pojazdach trakcyjnych, tramwajach i podstacjach trakcyjnych systemu prądu stałego:

■ trakcja kolejowa

- wyłączniki do zespołów trakcyjnych i lokomotyw małej mocy typu: DCU 3/800; 630; 400; 250;
 - wyłączniki do lokomotyw typu: DCN-L 3/1,2; 1,6; 2,5;
 - wyłączniki stacyjne dla trakcji 3 kV: DCN 3/1,6; 2,5; 3,15;
- są to wyłączniki z komora próżniową, z zasadą działania opartą na wyłączeniu przeciwprądem.

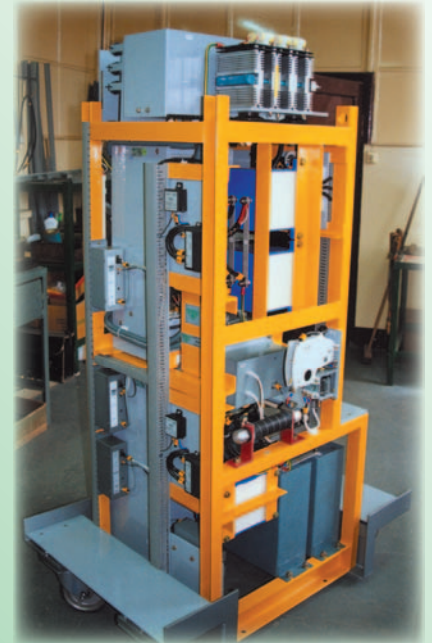
■ trakcja miejska

- wyłączniki pojazdowe typu: DCH 0,8/400; 250;
 - wyłączniki stacyjne typu: DCN-T 0,8/1,25; 2,5; 3,15
- są to wyłączniki hybrydowe-próżniowo tranzystorowe
- wyłączniki pojazdowe DCH-S 0,8/400
- są to wyłączniki hybrydowe powietrzno-tranzystorowe (hybryda szeregową – tranzystor zarówno łączy prądy, jak również przewodzi).

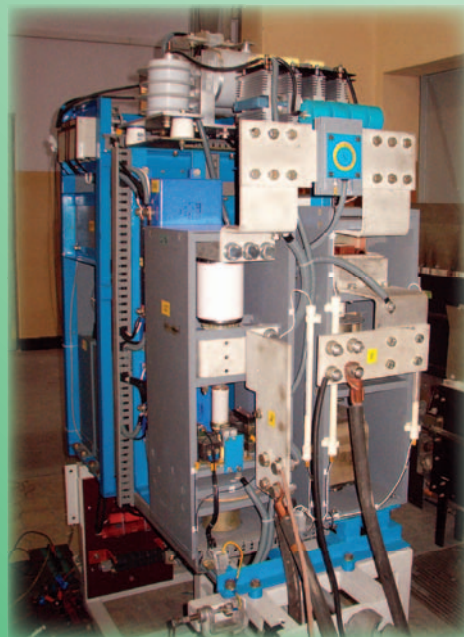
Dla napięć 0,8 kV; 1,5 kV; 3 kV mogą być wyprodukowane wyłączniki na prądy ciągłe od 250 A do 3150 A zgodnie z życzeniem klienta.

Wyłączniki nasze, w porównaniu z dotychczasowymi wyłącznikami mechanizmowymi, charakteryzują się:

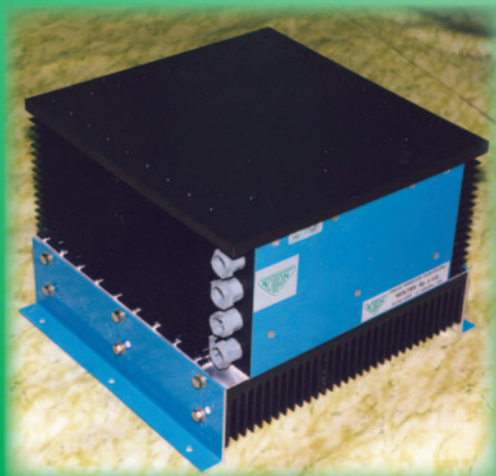
- lepszymi parametrami technicznymi (czasy wyłączenia, współczynniki ograniczania prądu zwarciego),
- wielokrotnie wyższą trwałością łączeniową,
- minimalnymi nakładami na ich utrzymanie,
- atrakcyjną ceną.



DCN-L



DCN



DCH