

Andrzej Gola

## Eksploatacja tramwajów 105N2k i 105N2k/2000 z energoelektronicznym układem napędowym w Tramwajach Warszawskich

**Wprowadzenie przez Alstom Konstal S.A. do produkcji tramwajów typu 105N2k i 105N2k/2000 nie tylko stanowi ofertę nowoczesnego wagonu, ale również może być kierunkiem do modernizacji taboru 105N w szerokim zakresie. Interesujące są zatem doświadczenia z eksploatacją tych wagonów, dotyczące zwłaszcza ich niezawodności. Zakładem komunikacyjnym, który pierwszy rozpoczął eksploatację tego taboru są Tramwaje Warszawskie.**

Dostawy wagonów 105N2k rozpoczęły się w maju 1995 r. i trwały do kwietnia 2000 r. W okresie tym dostarczono łącznie 60 wagonów. Tramwaje te poza czoperem miały unowocześniony wózek wagonowy z odsprężynowaniem pierwszego stopnia i przekładniami PMd, przetwornicę statyczną, nowoczesne napędy drzwi, elektryczny napęd podnoszenia i opuszczania pantografu, tachograf z rejestratorem zdarzeń (czarna skrzynka) i licznikiem energii elektrycznej oraz system lokalizacji i łączności. W 1995 r. dostawa obejmowała tylko 2 wagony, następne dostarczane były sukcesywnie począwszy od 1997 r. Wagony te od początku eksploatacji swoją niezawodnością znacznie przewyższyły klasyczny tabor 105N eksploatowany przez Tramwaje Warszawskie. Uzyskiwane w tym okresie wskaźniki zjazdów, obliczane jako liczba zjazdów przypadająca na przebieg 10 tys. wozokm, wynosiły odpowiednio:

Rok	1997	1998	1999	2000	2001
Wskaźnik zjazdów	0,78	0,53	0,36	0,49	0,47

Porównując wskaźniki zjazdów, obliczane dla eksploatowanego taboru w różnych zakładach komunikacyjnych, należy mieć na uwadze to, które uszkodzenia określane są mianem zjazdu, gdyż definicje nie są jednakowe.

W Tramwajach Warszawskich jako zjazd rozumie się uszkodzenie ujawniające się w tramwaju w trakcie wykonywania zadań przewozowych w aktualnych warunkach eksploatacyjnych (takich, jak np. pogoda, temperatura, pora dnia itp.), które to uszkodzenie zakłóca funkcjonowanie tramwaju, konsekwencją czego jest konieczność ewakuacji pasażerów (ze względu na brak możliwości kontynuowania jazdy, zmniejszenie poziomu obsługi pasażerów lub bezpieczeństwa jazdy) i zjazd tramwaju do zajezdni bez względu na sposób sprowadzenia go z trasy, tj. holowanie, pchanie, czy też jazda samodzielna.

W Tramwajach Warszawskich nie jest dopuszczona jazda z pasażerami, z ograniczoną liczbą sprawnie działających urządzeń (np. jazda z jednymi drzwiami uszkodzonymi – zablokowanymi, jazda tylko częścią napędu). Przykładowo w wielu zakła-

dach komunikacyjnych Europy Zachodniej część uszkodzeń, mieszczących się w definicji zjazdu Tramwajów Warszawskich, nie skutkuje zjechaniem wagonu z trasy, a tym samym analogiczne wskaźniki w tych zakładach są niższe niż w Tramwajach Warszawskich.

Korzystne kształtowanie się wskaźników zjazdów dla taboru 105N2k, w porównaniu z klasycznym taborem 105N, wynikało głównie z mniejszej awaryjności aparatury i energoelektronicznego układu napędu wagonów 105N2k, w porównaniu z aparaturą i rozrusznikiem wagonów 105N. Tak więc układ energoelektroniczny napędu, zaprojektowany przez Instytut Elektrotechniki i wykonany przez Zakład Aparatury Elektrycznej Woltan, okazał się rozwiązaniem bardzo dobrym.

Uzyskano też potwierdzenie pełnej przydatności dotychczas stosowanych silników trakcyjnych Lta, które przy czoperowym układzie rozruchu były i są znacznie mniej awaryjne niż w układzie klasycznego rozruchu akceleratorowego.

Wbudowane przez producenta w nowy tabor 105N2k, będące po regeneracji, silniki trakcyjne eksploatowane już w taborze Tramwajów Warszawskich uszkadzały się 4-krotnie rzadziej.

Pozytywna ocena omawianych wagonów spowodowała zakup przez Tramwaje Warszawskie następnej ich serii, oznaczonej 105N2k/2000. W 2001 r. dostarczono 62 wagony tej serii.

W stosunku do wagonów 105N2k podstawowe podzespoły wagonów 105N2k/2000 pozostały nie zmienione, jednak wagony te uzyskały nowy, nowoczesny wygląd. Kabina motorniczego została wyposażona w nowy wystrój, z nowym pulpitem i przeniesieniem funkcji pedałów do sterownika ręcznego oraz zastosowano klimatyzację kabiny. Również zastosowano inną przetwornicę, co wiązało się między innymi z koniecznością zasilenia agregatu klimatyzacyjnego. Przetwornicę U/T 600, stosowaną w wagonach 105N2k, zastąpiły w wagonach 105N2k/2000 przetwornice UT/28 w pierwszym wagonie i UT/29 w wagonie stanowiącym doczepę czynną. Wagon wyposażono także w elektroniczną informację pasażerską.

Obecnie eksploatowane są więc 122 wagony z rodziny 105N2k. Wagony te cechuje wydłużony cykl obsługowy, w którym obsługa techniczna – zakres 1 wykonywana jest co 10 tys. wozokm (w wagonach 105N – co 5 tys. wozokm), a obsługa techniczna – zakres 2 co 40 tys. wozokm (w wagonach 105N – co 20 tys. wozokm). Przebieg maksymalny wagonów z pierwszej serii dostaw osiąga już 330 tys. km, a więc przebieg kwalifikujący do naprawy głównej (NG).

Maksymalny przebieg wagonów z drugiej serii dochodzi do 120 tys. km. Duża niezawodność wagonów oraz istotne różnice dotyczące budowy podstawowych podzespołów skłoniły do pod-

jęcia prac mających na celu ocenę stanu technicznego tych wagonów w świetle cyklu międzynaprawczego, której wynikiem ma być określenie ekonomicznie uzasadnionego przebiegu do pierwszej naprawy NG. W tym celu ocenie poddawane będą 3 składy wagonów z różnych okresów dostaw wagonów 105N2k i o różnym przebiegu. Pierwszy skład w zakresie energoelektroniki został już oceniony i uzyskane wyniki badań nie wykluczyły wydłużenia cyklu międzynaprawczego do 400 tys. km.

W zakresie mechaniki wózka wagonowego wagony z rodziny 105N2k mają najnowsze rozwiązanie przekładni produkowanej przez Bumar-Łabędy, tj. PMd, charakteryzujące się poprawą sztywności konstrukcji obudowy, zmienionym ułożeniem podporowym wałka atakującego i smarowaniem oraz uszczelnieniem wałka atakującego w obudowie.

Nowe rozwiązanie przekładni jest przez Tramwaje Warszawskie testowane w wagonie 105N od 1994 r. Osiągnięty przebieg



**105N2k**

**105N2k/2000**

tych przekładni wynosi już 350 tys. km i stan techniczny uzębienia pozwala na dalszą ich eksploatację.

Uzyskiwane wyniki eksploatacyjne wykazują zdecydowaną wyższość taboru 105N2k obu serii nad klasycznym taborem 105N. Wskaźniki zjazdów podano w tablicy 1.

Tablica 1

## Wskaźniki zjazdów tramwajów w zależności od przyczyn

Podzespół	Wskaźnik zjazdów dla typu		
	105N	105N2k i 105N2k/2000	
	2002 r.	2002 r.	I kw. 2003
Silnik trakcyjny	0,15	0,04	0,03
Przetwornica	0,06 <sup>1)</sup>	0,15 <sup>2)</sup>	0,07
Aparatura i rozrusznik	0,60	–	–
Aparatura i elektroniczny układ napędu	–	0,13	0,12
Drzwi	0,11 <sup>3)</sup>	0,06 <sup>4)</sup>	0,05
Sieć kablowa	0,09	0,02	0,02
Obwody pomocnicze	0,17	0,13	0,06
Pozostałe	0,17	0,07	0,07
<b>Razem</b>	<b>1,35</b>	<b>0,60</b>	<b>0,42</b>

<sup>1)</sup> Przetwornica wirująca.

<sup>2)</sup> Przetwornica statyczna.

<sup>3)</sup> Stare maszyny drzwiowe.

<sup>4)</sup> Nowe napędy drzwiowe.

Jak wynika z tego zestawienia, na przykładzie 2002 r., na istotną różnicę wskaźników zjazdów wpływa znaczna różnica w awaryjności napędu obu typów wagonów.

Dla wagonów 105N wskaźnik zjazdów na rozrusznik, aparaturę i silnik wyniósł 0,75, podczas gdy w taborze 105N2k i 105N2k/2000 analogiczny wskaźnik zjazdów na układ zasilania i sterowania napędem oraz aparaturę i silnik wyniósł tylko 0,17.

Poza układem napędowym istotna różnica w awaryjności obu rodzajów wagonów dotyczy drzwi wyposażonych w stare maszyny drzwiowe i nowe napędy. Wskaźnik zjazdów na stare rozwiązanie napędu drzwi wyniósł 0,11, podczas gdy dla nowego rozwiązania ukształtował się na poziomie 0,06. W wagonach 105N, w których stare rozwiązanie napędu drzwi zastąpiono nowym, uzyskuje się wskaźnik zjazdów na ten podzespół porównywalny z taborem 105N2k i 105N2k/2000 tj. 0,06.

Przy tak korzystnych wynikach niezawodności dla taboru 105N2k obu serii, w porównaniu z klasycznym taborem 105N, warto zwrócić uwagę na podzespoły, które pomimo niskich wskaźników zjazdów w ogólnym wyniku mają liczący się udział.

Najbardziej awaryjna jest przetwornica statyczna. Dotyczy to przetwornicy U/T 600 montowanej w wagonach 105N2k i UT/28 montowanej w wagonach sterujących 105N2k/2000. Przetwornica UT/29 montowana w doczepach czynnych 105N2k/2000 ma zdecydowanie niższą niezawodność od wymienionych. Aktualnie do przetwornicy UT/28 został zaprojektowany i jest wdrażany układ diagnostyczny, co powinno przyczynić się do zmniejszenia jej awaryjności.

W wagonach serii 105N2k/2000 słabą stroną okazał się nawrotnik, w którym charakterystycznym uszkodzeniem jest wypalanie styków głównych. Nad wyeliminowaniem tej wady trwają obecnie prace producenta tego podzespołu. Ocena skuteczności wprowadzanych zmian wymaga jednak jeszcze czasu.

W tych wagonach obserwuje się również zbyt dużą awaryjność agregatu klimatyzacyjnego, chociaż uszkodzenia tego podzespołu nie skutkują zjazdami. W okresie maj – wrzesień 2002 r. wystąpiło 12 uszkodzeń dotyczących braku chłodzenia.

Poza niezawodnością tramwaj 105N2k i 105N2k/2000 wyróżnia się mniejszym zużyciem energii trakcyjnej. Zużycie energii przez układ napędowy tych tramwajów jest zdecydowanie niższe niż przez układ napędowy wagonu 105N z rozruchem akceleratorowym. Prowadzone w Tramwajach Warszawskich pomiary wykazały, że zużycie to jest odpowiednio:

- 1,87 kWh/wozokm (nie uwzględniając rekuperacji) – dla typów 105N2k i 105N2k/2000,
- 2,08 kWh/wozokm – dla wagonu 105N.

Pomiary wykonywane są przez wagonowe liczniki energii trakcyjnej, z których spisywane jest dzienne zużycie dotyczące każdej środy. Podane wyniki są średnim zużyciem dla danego typu taboru, realizującego obowiązujący rozkład jazdy w warunkach organizacji ruchu, profilu tras i napelnienia w komunikacji warszawskiej.

Tramwaj 105N2k jest wagonem udanym, seria 105N2k/2000 charakteryzuje się nowoczesnym wyglądem a wskaźniki eksploatacyjne wagonów 105N2k kształtują się korzystnie.

### Autor

mgr inż. Andrzej Gola – główny specjalista,  
kierownik Działu Technicznego Tramwaje Warszawskie

O konstrukcji mechanicznej tramwaju typu 105N2k/2000 można przeczytać w *tts* 3/2003.