

Wiesław GABRYŚ  
Andrzej LESZCZYŃSKI

## ZASILANIE ENERGIĄ ELEKTRYCZNĄ WAGONÓW OSOBOWYCH NA DUŻE PRĘDKOŚCI Z CENTRALNEGO PRZEWODU ZASILAJĄCEGO

Streszczenie. W artykule przedstawiono nowe sposoby zasilania w energię elektryczną wagonów osobowych, stosowane za granicą. Problem dotyczy głównie wagonów na duże prędkości w pełni klimatyzowanych. Na podstawie literatury podano przykłady rozwiązań przetwornic elektromaszynowych i tyrystorowych przetwornic statycznych. Przeprowadzono ogólną ocenę przedstawionych rozwiązań.

### 1. Wstęp

Ogólny rozwój techniczny i ekonomiczny konkurencyjnych dla transportu kolejowego środków przewozu na drogach bitych i powietrznych stawia zwiększające się wymagania przed pasażerskim transportem kolejowym.

Jednym z warunków koniecznych do przewyższenia konkurencji innych środków transportu, jest zwiększenie prędkości podróżowania do 160 km/godz i 200 km/godz. Zwiększenie prędkości zalecane jest również ze względów ekonomicznych.

Wagony osobowe przystosowane do dużych prędkości muszą być szczególnie obudowane (zamknięte okna) oraz chronione przed nagłymi zmianami ciśnienia powietrza (wjazd do tunelu, mijanie drugiego pociągu). W wagonach takich musi więc być zapewniona klimatyzacja, tj. ogrzewanie, wentylacja i nawilżanie.

Moc zapotrzebowana przez oświetlenie, urządzenia wentylacyjne, klimatyzacyjne, nawilżające, informacyjno-nadawcze i inne specjalne może wynosić około 25 kW na wagon (dla wagonów restauracyjnych około 50 kW).

Duża prędkość oraz stosunkowo duża zapotrzebowana moc, utrudniają pod względem technicznym zaopatrywanie wagonów w energię za pośrednictwem prądnic napędzanych od osi wagonów. Uwydatniają się tu takie wady systemu zasilania odosiowego wagonów jak: niska sprawność oraz duży opór w czasie jazdy. Dla przykładu można podać, że przy zasilaniu odosiowym, pociągu składającego się z 12 wagonów klimatyzowanych, straty na zasilanie wynoszą około 11% mocy trakcyjnej lokomotywy [7].

## 2. Zasilanie wagonów z centralnego przewodu zasilającego

### 2.1. Zalety nowego systemu zasilania w energię elektryczną wagonów osobowych

Przejęcie na wyłączanie elektryczne ogrzewanie pociągów, stworzyło nową możliwość zaopatrywania w energię elektryczną wagonów osobowych z centralnego przewodu zasilającego (przewodu ogrzewania elektrycznego). Ten system zasilania w porównaniu z zasilaniem wagonów przez prądnice napędzane od osi wagonów ma następujące zalety:

- pozwala na zwiększenie szybkości pociągów,
- zapewnia większe bezpieczeństwo jazdy przy dużych prędkościach,
- zapewnia większy współczynnik sprawności,
- wymaga mniejszych nakładów na konserwację (szczególnie w przypadku zastosowania przetwornic statycznych),
- stwarza możliwość wyposażenia wagonów w urządzenia ogólnoprzemysłowe (przy sieci wagonowej 3 x 380/220 V; 50 Hz),
- uzyskuje się zmniejszenie pojemności baterii akumulatorów od 25 do 50% w zależności od rodzaju wagonu [4],
- nie ma potrzeby doładowywania baterii akumulatorów na postoju.

Energia pobierana z centralnego przewodu zasilającego musi być jednak przekształcona na energię o napięciu i prądzie dopasowanym do zainstalowanej sieci wagonowej (rodzaje prądu i napięcia muszą być zgodne z wymogami karty UIC-552).

Za granicą prowadzone są badania i prace nad przetwornicami energii elektromaszynowymi oraz statycznymi na bazie techniki tyristorowej.

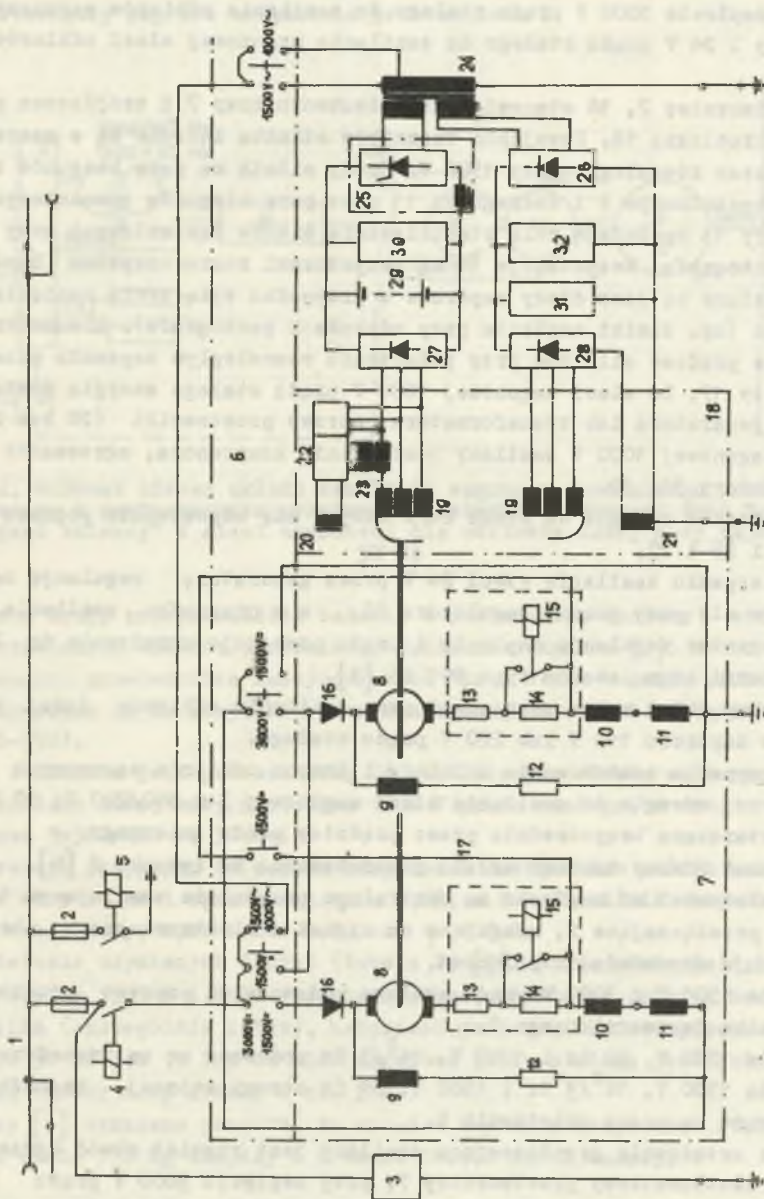
Analiza zagranicznych, opracowanych i poddanych badaniom eksploatacyjnym rozwiązań układów przetwornic elektromaszynowych i statycznych, może pozwolić na wybranie odpowiedniej koncepcji układu centralnego zasilania w energię wagonów osobowych przez PKP.

### 2.2. Rozwiązania z przetwornicami maszynowymi

Przykładem rozwiązania maszynowego może być układ opracowany przez firmę Krupp z Essen wspólnie z koleją związkową RFN, pokazany na rys. 1 [2], [3].

Zasadniczymi zespołami układu są: zespół wybiorczo-przełączający 6, przetwornica elektromaszynowa 7, 18, transformator obniżający 24, urządzenie do ładowania baterii akumulatorów 24 V 25, sieć odbiorów większej mocy o napięciu 1000 V prądu stałego 31, 32 i sieć odbiorów o napięciu 24 V prądu stałego 30.

W zależności od napięcia na centralnym przewodzie zasilającym 1, urządzenie przełączające 6, reagujące na sygnał z elektronicznego sterownika 3, dokonuje odpowiednich połączeń.



Rys. 1. Schemat układu zasilania wagonu z centralnego przewodu zasilającego z zastosowaniem przetwornicy elektronicznej typu "prąd stały - prąd przemienny" i sieci wagonowej dla odbiorów dużej mocy 1000 V prądu stałego

Transformator obniżający 24 ma uzwojenie pierwotne z dwoma zaczeplami: na 1000 V i na 1500 V.

Po stronie wtórnej posiada tak dobrane uzwojenia, aby po wyprostowaniu uzyskać napięcie 1000 V prądu stałego do zasilania odbiorów wagonowych dużej mocy i 24 V prądu stałego do zasilania wagonowej sieci odbiorów małej mocy.

Przetwornicę 7, 18 stanowi silnik dwutwornikowy 7 i trójfazowa prądnica synchroniczna 18. Uzwojenia tworników silnika łączone są w szereg przy 3000 V oraz równolegle przy 1500 V. Każdy silnik ma parę biegunów z uzwojeniem bocznikowym 9 i szeregowym 11 oraz parę biegunów pomocniczych 10. Rezystory 13 spełniają rolę stabilizatora prądów łączeniowych przy odskokach pantografu. Rezystancje 14 są rezystorami rozruchowymi. Diody 16 przewidziane są jako diody zaporowe w przypadku wyłączenia napięcia zasilającego (np. zaniki napięcia przy odskokach pantografu). Równomierne obciążenie prądowe silników przy połączeniu równoległym zapewnia przewód wyrównawczy 17. Do sieci wagonowej 1000 V prądu stałego energia dostarczana jest z generatora lub transformatora poprzez prostowniki (28 lub 26). Z sieci wagonowej 1000 V zasilany jest silnik kompresora, ogrzewanie wody i inne odbiory 31, 32.

Doprowadzenie energii do sieci 24 V odbywa się odpowiednio poprzez prostowniki 25 i 27.

W przypadku zasilania sieci 24 V przez generator, regulację napięcia uzyskuje się przy pomocy regulatora 22, a w przypadku zasilania przez transformator regulację napięcia i prądu przejmuje urządzenie do ładowania baterii akumulatorów typu B91 25 [3].

Podobny układ można zastosować przy zasilaniu odbiorów dużej mocy z sieci o napięciu 110 V lub 220 V prądu stałego.

W przypadku zastosowania silników i innych odbiorów wagonowych prądu zmiennego, energia do zasilania sieci wagonowej 3 x 380/220 V; 50 Hz może być dostarczana bezpośrednio przez prądnicę prądu zmiennego.

Schemat ideowy takiego układu przedstawiono na rysunku 2 [9].

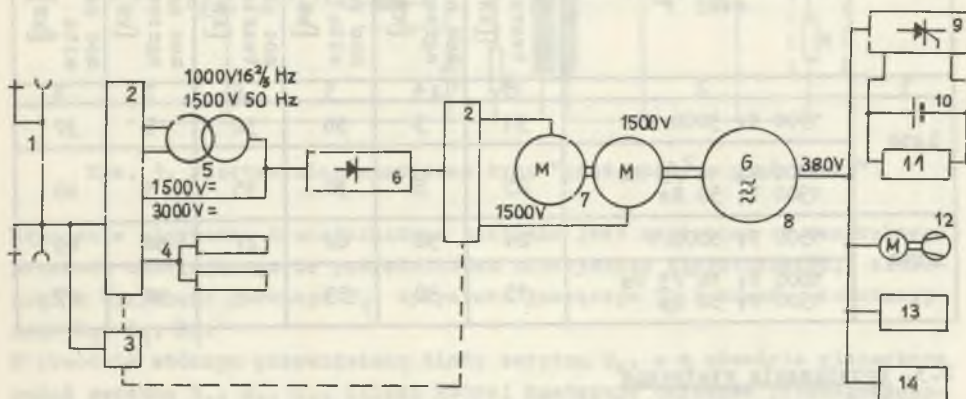
W zależności od napięcia na centralnym przewodzie zasilającym 1 urządzenie przełączające 2, reagujące na sygnał z elektronicznego sterownika 3 dokonuje odpowiednich połączeń.

Napięcia 1500 V i 3000 V prądu stałego podawane są poprzez prostownik 6 do silnika dwutwornikowego 7.

Napięcia 1500 V, 50 Hz i 1000 V,  $16^{2/3}$  Hz podawane są na transformator 5. Napięcia 1500 V,  $16^{2/3}$  Hz i 1500 V, 50 Hz strony wtórnej transformatora prostowane są przez prostownik 6.

Poprzez urządzenie przełączające zasilany jest również obwód ogrzewania 4. Silnik dwutwornikowy przetwornicy 7, przy napięciu 3000 V prądu stałego połączony jest szeregowo, a przy napięciu 1500 V prądu stałego równolegle. Silnik napędza 3-fazową prądnicę synchroniczną 8 o mocy 26,4 kVA i napięciu 3 x 380/220 V; 50 Hz.

Z sieci  $3 \times 380/220$  V, 50 Hz zasilany jest silnik asynchroniczny do napędu kompresora 12, grzejnik wody użytkowej 13 oraz grzejnik przedsionka i WC 14. Odbiory małej mocy 11 i bateria akumulatorów 24 V 10 zasilane są z przetwornicy poprzez urządzenie prostownicze 9.



Rys. 2. Schemat ideowy układu zasilania wagonu z centralnego przewodu zasilającego z zastosowaniem przetwornicy elektromaszynowej typu "prąd stały - prąd zmienny" i sieci wagonowej dla odbiorów dużej mocy  $3 \times 380/220$  V; 50 Hz

Firma Krupp przeprowadziła badania i porównawczą analizę ekonomiczną przedstawionych układów centralnego zasilania wagonów [9]. W obu układach zastosowano przetwornice maszynowe typu "prąd stały - prąd przemienny", i przystosowano je do zasilania czterema rodzajami napięć i prądów (wg karty UIC-552).

Jeden z układów jest przeznaczony do współpracy z siecią wagonową zasilającą odbiory dużej mocy napięciem 1000 V prądu stałego, a drugi z siecią wagonową  $3 \times 380/220$  V; 50 Hz.

W pierwszym przypadku do napędu kompresora zastosowano silnik prądu stałego o mocy 11 kW i sprawności  $\eta = 0,85$ , w drugim silnik asynchroniczny o tej samej mocy, sprawności 0,8,  $\cos \varphi = 0,8$ .

Na podstawie uzyskanych danych (tabela 1) [9], można stwierdzić, że w przypadku napięć 1500 V i 3000 V prądu stałego, różnica w poborze mocy jest niewielka (szczególnie latem), natomiast przy zasilaniu napięciem przemiennym 50 Hz lub  $16 \frac{2}{3}$  Hz sieć wagonowa prądu stałego jest dużo korzystniejsza (pobór mocy niższy o ok. 25%).

W pracy [9] wykazano ponadto, że układ z siecią wagonową stałoprądową jest o około 770 kg lżejszy i o około 16.400 marek tańszy.

Tabela 1

	Napięcie szyny zbiorczej	Sieć wagonowa prądu stałego			Sieć wagonowa prądu zmiennego		
		moc przetwarzana [kW]	moc na ogrzewanie [kW]	moc całkowita [kW]	moc przetwarzana [kW]	moc na ogrzewanie [kW]	moc całkowita [kW]
1	2	3	4	5	6	7	8
lato	1500 V; 3000 V	31	5	36	32	5	37
	1000 V; 16 <sup>2</sup> /3 Hz 1500 V; 50 Hz	25	5	30	35	5	40
zima	1500 V; 3000 V	24	38	62	27	38	65
	1000 V; 16 <sup>2</sup> /3 Hz 1500 V; 50 Hz	15	38	53	29	38	67

### 2.3. Rozwiązania statyczne

Za granicą prowadzone są również badania i prace nad układem centralnego zasilania wagonów z zastosowaniem przetwornic statycznych zbudowanych na bazie tyrystorów.

Przetwornice statyczne w porównaniu z przetwornicami wirującymi wykazują następujące zalety:

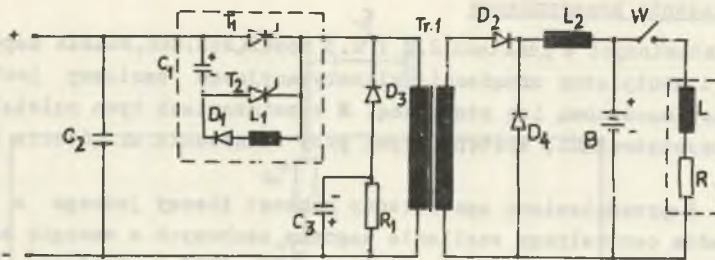
- brak wirujących, szybko zużywających się części i wynikająca stąd dłuższa żywotność,
- czas gotowości do pracy rzędu kilku milisekund od chwili włączenia,
- brak potrzeby dokonywania konserwacji i remontów,
- mniejsze gabaryty i masa,
- niewrażliwość na zapylenie i zanieczyszczenie,
- cicha praca,
- możliwość dowolnego rozmieszczenia elementów w pudle wagonu,
- zbędność specjalnych konstrukcji nośnych,
- wyższa sprawność.

Oprócz niewątpliwych zalet, należy wspomnieć o takich wadach, jak wrażliwość na przepięcia, zwarcia i nawet krótkotrwałe przeciążenia oraz zakłócenia elektromagnetyczne o dużych częstotliwościach.

Stosunkowo najprostszym układem przetwornicy statycznej jest układ przetwarzający prąd stały wysokiego napięcia sieci trakcyjnej (centralnego przewodu zasilającego) na prąd stały innego (niższego) napięcia.

Na rysunku 3 pokazano rozwiązanie takiej przetwornicy [6].

Przetwornica ta składa się z transformatora Tr.1, zasilającego za pośrednictwem diody D<sub>2</sub> i dławika wygładzającego L<sub>2</sub> baterię akumulatorów B.



Rys. 3. Przetwornica statyczna typu "prąd stały - prąd stały"

Uzwojenie pierwotne transformatora zasilane jest napięciem z centralnego przewodu zasilającego za pośrednictwem przerywacza tyrystorowego, złożonego z tyrystora głównego  $T_1$ , tyrystora gaszącego  $T_2$  i obwodu komutacyjnego  $C_1$ ,  $L_1$ ,  $D_1$ .

W obwodzie wtórnym przewidziano diodę zwrotną  $D_4$ , a w obwodzie pierwotnym gałąź zwrotną  $R_1$ ,  $D_3$ ,  $C_3$ , dzięki której następuje okresowe przemagnesowanie rdzenia.

Celem zmniejszenia gabarytów przetwornicy dobrano częstotliwość impulsatora rzędu 200 - 250 Hz.

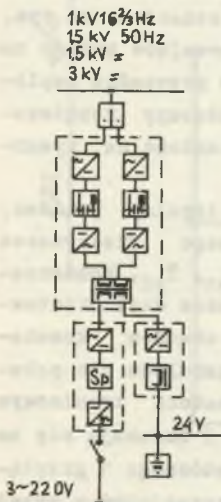
Przetwornica ta charakteryzuje się prostym układem komutacji i małą liczbą tyrystorów.

Na rysunku 4 podano schemat koncepcyjny przetwornicy statycznej z wyjściem stało-prądowym 24 V i zmiennie-prądowym  $3 \times 220$  V; 50 Hz, zasilanej napięciami wg wymogów karty UIC-552 [5].

W układzie tym strona wtórna transformatora ma dwa wyjścia: z jednego poprzez przetwornik i dławik wygładzający zasilana jest sieć prądu stałego 24 V, pracująca buforowo z baterią akumulatorów, a z drugiego poprzez prostownik, układ filtrujący  $S_p$  i falownik trójfazowy, zasilana jest sieć odbiorów dużej mocy  $3 \times 220$  V; 50 Hz. Po stronie WN znajdują się dwa prostowniki, dwa bloki wygładzające i dwa falowniki.

Przy napięciach 1000 i 1500 V falowniki pracują równolegle, a przy napięciu 3000 V szeregowo. Falowniki po stronie WN pracują z częstotliwością 400 Hz, dzięki czemu uzyskano zmniejszenie gabarytów i mocy transformatora.

Układ ten zapewnia możliwość regulacji wielkości wyjściowych.



Rys. 4. Schemat przetwornicy statycznej z wyjściem zmiennoprądowym  $3 \times 220$  V; 50 Hz i stałoprądowym 24 V

#### 2.4. Rozwiązanie kompromisowe

W przedstawionych w punktach 2.2 i 2.3 rozwiązaniach, silnik napędzający kompresor i wentylator urządzenia klimatyzacyjnego zasilany jest przez przetwornicę maszynową lub statyczną. W rozwiązaniach tych należało się liczyć z przetężeniami, występującymi przy załączaniu urządzenia klimatyzacyjnego.

Na rys. 5 przedstawiono uproszczony schemat ideowy jednego z najnowszych układów centralnego zasilania wagonów osobowych w energię elektryczną, który rozwiązuje ten problem (patent z XI, 1973 r. Zakładów Krupp w Essen RFN), [8].

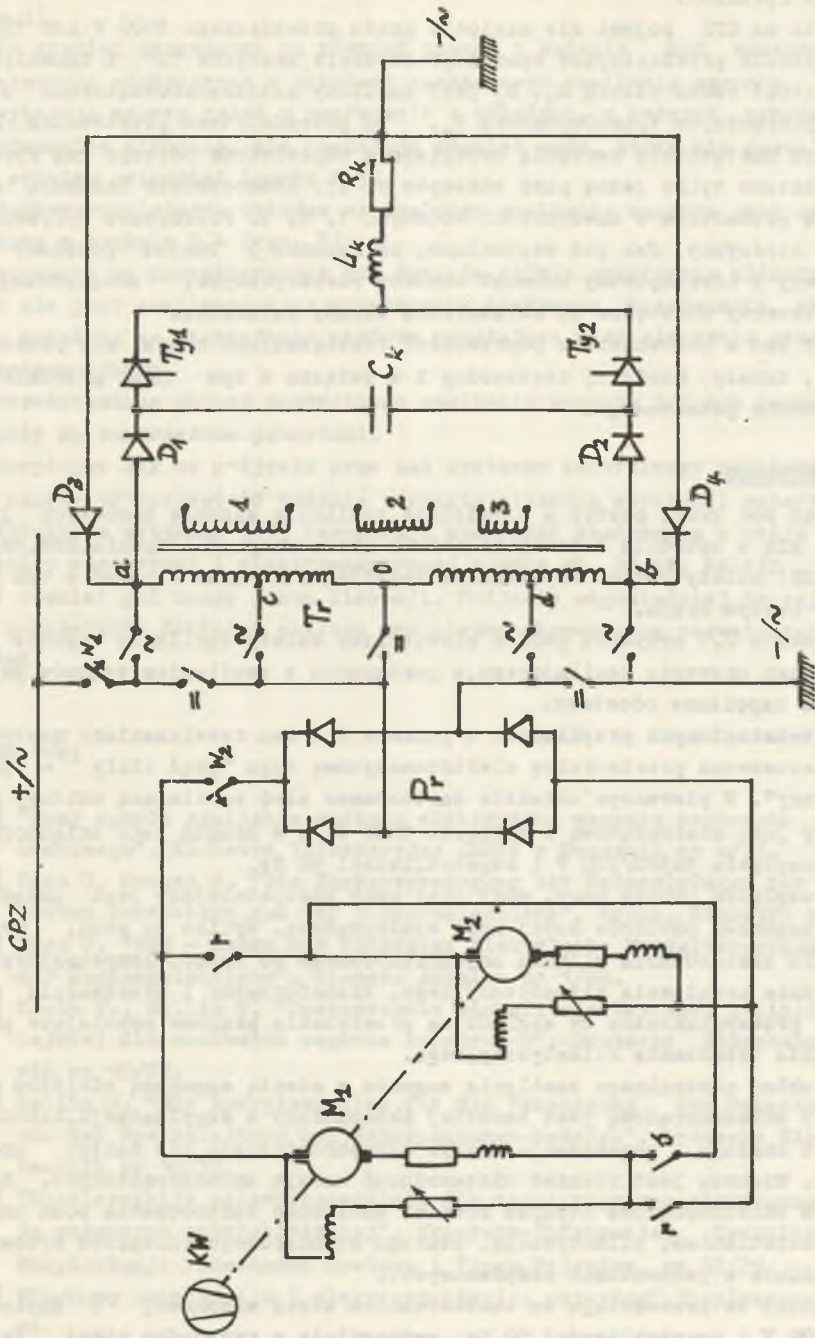
W układzie tym kompresor i wentylator KW urządzenia klimatyzacyjnego są napędzane dwutwornikowym silnikiem prądu stałego  $M_1$ ,  $M_2$  wykonanym na napięcia 3000 V/1500 V. Silnik ten nie jest zasilany z przetwornicy statycznej, która dzięki temu może być wykonana na mniejszą moc i nie jest narażona na przeciążenia prądami rozruchu. W układzie zastosowano wspólny transformator zasilający  $T_x$ , posiadający dwa uzwojenia pierwotne oraz trzy uzwojenia wtórne 1, 2, 3.

W przypadku pojawienia się napięć 1500 V lub 3000 V prądu stałego na centralnym przewodzie zasilającym CPZ, silnik dwutwornikowy  $M_1$ ,  $M_2$  zasilany jest poprzez wyłącznik  $W_1$ , prostownik  $P_x$ , wyłącznik  $W_2$  oraz odpowiednie styki urządzenia wybiórczo-przełączającego, nie pokazanego na rys. 5.

Przy napięciu 1500 V tworniki silnika pracują połączone równolegle (zamknięte zestyki r), a przy napięciu 3000 V - szeregowo (zamknięty zestyk s). W obu przypadkach zamknięte są również zestyki oznaczone na rys. 5 symbolem "-". Jednocześnie urządzenie wybiórczo-przełączające podaje napięcie na odpowiednie odczepy uzwojeń pierwotnych  $T_x$  (w przypadku napięcia 3000 V jest to punkt "0", a w przypadku 1500 V dwa odczepy rozmieszczone symetrycznie w stosunku do tego punktu, nie uwidocznione na rysunku).

Przez uzwojenia pierwotne transformatora przepływają impulsy prądowe, przesunięte we fazie o kąt  $180^\circ$  przy pomocy dwukierunkowego przerywacza tyrystorowego. Przerywacz ten składa się z tyrystorów  $T_{y1}$ ,  $T_{y2}$ , kondensatora komutacyjnego  $C_k$ , dławika przeładowującego  $L_k$ ,  $R_k$  oraz diod prostowniczych  $D_1$  do  $D_4$  zabezpieczających prawidłowe działanie obwodów komutacyjnych. Tyrystory wyzwalone są przy pomocy generatora impulsów nie pokazanego na rysunku. Dzięki przemagnesowywaniu transformatora impulsowym przepływem dwukierunkowym, w uzwojeniach wtórnych 1, 2, 3 indukują się napięcia przemienne o częstotliwości 50 Hz. Do uzwojenia wtórnego 1 przyłączone są odbiory prądu przemiennego 220 V, a mianowicie: grzejniki w przedziałkach i w WC, podgrzewacze wody, urządzenia kuchenne oraz grzejniki dodatkowe. Uzwojenie wtórne 2 służy do ładowania baterii akumulatorów a uzwojenie 3 do zasilania generatora impulsów przerywacza tyrystorowego (odpowiednich dodatkowych zespołów prostowniczych oraz baterii nie uwidocz-





Rys. 5. Uproszczony schemat ideowy układu centralnego zasilania wagonów, w którym silnik kompresora uruchamiany jest przez przelotnik statyczny

niono na rysunku).

Jeżeli na CPZ pojawi się napięcie prądu przemiennego 1000 V lub 1500V to urządzenie przełączające spowoduje otwarcie zestyków "=" i zamknięcie "→", dzięki czemu silnik  $M_1$ ,  $M_2$  jest zasilany autotransformatorem z uzwojeń pierwotnych transformatora  $T_x$ , za pośrednictwem prostownika  $P_x$ , przy czym nastawienie napięcia umożliwiając odpowiednie odczepy (na rysunku 5 pokazano tylko jedną parę odczepów c, d). Równocześnie indukują się napięcia przemiennie w uzwojeniach wtórnych 1, 2, 3. Przerwywacz tyrystorowy jest nieczynny. Jak już wspomniano, na rysunku 5 został pokazany uproszczony i niekompletny schemat obwodów elektrycznych, uwzględniający tylko elementy niezbędne do objaśnienia zasady działania.

Układ ten w porównaniu z poprzednimi rozwiązaniami okazał się prostszy, lżejszy, tańszy, bardziej niezawodny i w związku z tym jest przedmiotem zastrzeżenia patentowego.

### 3. Zakończenie

Biorąc pod uwagę postęp w dziedzinie zasilania wagonów osobowych jaki dokonał się w ostatnim dziesięcioleciu w wielu krajach (Japonia, RFN, Francja, ZSRR) należy podjąć odpowiednie decyzje co do prac i badań w tym kierunku w naszym kraju.

W punkcie 2.1 artykułu podano niewątpliwe zalety zasilania wagonów z centralnego przewodu zasilającego, w porównaniu z zasilaniem wagonów przez prądnice napędzane odosiowo.

W przedstawionych przykładowo w punkcie 2.2 dwu rozwiązaniach maszynowych zastosowano przetwornicę elektromaszynową typu "prąd stały - prąd przemienny". W pierwszym układzie zastosowano sieć zasilającą odbiory dużej mocy jako stałoprądową o napięciu 1000 V, a w drugim jako zmiennoprądową o napięciu  $3 \times 380/220$  V i częstotliwości 50 Hz.

Pod względem poboru mocy, masy oraz ceny korzystniejszy jest układ z siecią wagonową odbiorów dużej mocy stałoprądową. Wynika to stąd, że w przypadku zastosowania silnika asynchronicznego do napędu kompensatora i wentylatora urządzenia klimatyzacyjnego, transformator i przetwornik muszą być przewymiarowane ze względu na przetężenia prądowe powstające przy złączaniu urządzenia klimatyzacyjnego.

Jednak układ centralnego zasilania wagonów z siecią wagonową odbiorów dużej mocy zmiennoprądową jest bardziej ekonomiczny w eksploatacji. Łatwiejsza jest obsługa i konserwacja maszyn asynchronicznych niż maszyn prądu stałego. Większa jest również niezawodność maszyn asynchronicznych. Sieć wagonowa zmiennoprądowa stwarza również możliwość zastosowania poza napędami, oświetleniem, klimatyzacją, szeregu standardowych urządzeń bytowych (szczególnie w jednostkach ekspresowych).

Czynnikami te przemawiają za zastosowaniem sieci wagonowej o napięciu  $3 \times 380/220$  V i częstotliwości 50 Hz, szczególnie w przypadku sieci trakcyjnej prądu stałego, kiedy to różnica w poborze mocy jest niewielka (ta-

bela 1).

Za granicą prowadzone są również prace i badania nad zastosowaniem przetwornic statycznych w układach centralnego zasilania wagonów. Układy te wykazują szereg zalet w porównaniu z układami, w których stosowane są przetwornice wirujące, ale posiadają również wady, które nie pozwalają na ich wyraźny priorytet (punkt 2.3).

Najkorzystniejszym układem centralnego zasilania wagonów jest układ omówiony w punkcie 2.4 (rys. 5).

Rozwiązanie to charakteryzuje się tym, że silnik urządzenia klimatyzacyjnego nie jest zasilany przez przetwornik statyczny. Przetwornik nie jest więc narażony na przetężenia prądowe powstające przy włączaniu urządzenia klimatyzacyjnego.

Przedstawione układy centralnego zasilania wagonów lub ich pewne podzespoły są zastrzeżone patentami.

Decydując się na podjęcie prac nad systemem centralnego zasilania wagonów należy przeprowadzić badania z punktu widzenia czystości patentowej.

Autorzy w artykule [11] rozpatrują możliwość zbudowania w kraju przetwornicy statycznej i elektromaszynowej o mocy ok. 25 kW. Należy jednak brać również pod uwagę zakup licencji. Podjęcie odpowiedniej decyzji musi być poprzedzone dokładną analizą techniczno-ekonomiczną rozważanych rozwiązań.

#### LITERATURA

- [1] "Nowy sposób zasilania energią elektryczną wagonów osobowych i typu osobowego". Biuletyn Informacyjny OBRPS w Poznaniu nr 4/75.
- [2] Knau U. Seeger H. "Die Energiversorgung der Reisezugwagen der Deutschen Bundesbahn aus der Zugsammelschiene". Krupp. Biuletyn nr 4/69.
- [3] Knau U. "TEE - Wagen mit Zentraler Elektrische Energiversorgung aus der Zugsammelschiene". Glasers Annalen nr 1/68.
- [4] Knuth W., Sellin N. "Dostarczanie energii elektrycznej z linii zasilającej dla osobowych wagonów kolejowych". Deutsche Eisenbahn-technik nr 10/72.
- [5] Sellin N. "Ein Energiewandler für die Versorgung von Reisezugwagen aus der Speiseseitung bei Mehrspannungsbetrieb". Deutsche Eisenbahn-technik nr 10/72.
- [6] "Stacioneskie priobrazowatelii dla reguliruemowo elektrosnabżeniya wagonnyh potrebitieliej". Ekspres-Infomacja. Technicheskaja Ekspłuatacja Podwiżnowo Sostawa i Tjaga Pojezdow, nr 35/71.
- [7] "Sistemy otopljenija i elektrosnabżeniya pojezdow". Tiepłowoznaja Tjaga.
- [8] Patent niemiecki P2357504.4 17.11.1973.
- [9] "Vergleich Dreiphasenbordnetz-Gleichspannungsbordnetz für klimati-

- siert Reisezugwagen". Materiały z firmy Krupp (BZA Minden. Dez 245).
- [10] "Urządzenia elektrotrakcyjne na tle perspektywicznych potrzeb PKP". Materiały z konferencji naukowo-technicznej. Warszawa, X. 1974 r.
- [11] Gabryś W., Leszczyński A. "Możliwości realizacji w kraju przetwornic do układu centralnego zasilania wagonów osobowych na duże prędkości". Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Elektryka nr 54. 1976 r.

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ НА БОЛЬШИЕ СКОРОСТИ  
ОТ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПИТАЮЩЕГО ПРОВОДА

Р е з ю м е

В статье представлены новые способы электроснабжения пассажирских вагонов, применяемые за рубежом. Проблема, в главной мере, относится к вагонам на большие скорости, полностью кондиционированные.

На основе литературы представлены примеры решений электромашинных и тиристорных статических преобразователей. Сделана общая оценка представленных решений.

ELECTRIC POWER SUPPLY IN HIGH SPEED RAIL-COACHES WITH  
CENTRAL POWER CABLE

S u m m a r y

The paper contains new methods of electric power supply used abroad in rail-coaches. This problem is specially relative to high speed rail-coaches with air conditioning.

Examples of motor and SCR static converters are given.

General discussion of these examples is described.