

Zygmunt Marciniak

Modernizacja lokomotywy spalinowej typu M62 w oparciu o silnik 12CZN26/26 – konstrukcja i wyniki badań

Postępujący proces integracji europejskiej oraz wymagana konkurencyjność w stosunku do innych gałęzi transportu, zwłaszcza samochodowego, zmusza krajowych przewoźników kolejowych i tych skupionych w spółkach Polskich Kolei Państwowych (przede wszystkim w PKP CARGO) i tych którzy od 2002 r. stworzyli nowe, często prywatne firmy przewozowe – zwane potocznie prywatnymi operatorami kolejowymi – do poszukiwań w zakresie zmniejszenia kosztów przewozowych. Dąży się więc do zwiększenia trwałości i niezawodności pojazdów szynowych już eksploatowanych poprzez wprowadzenie racjonalnego programu ich modernizacji oraz pozyskiwania (zakup, leasing, dzierżawa) taboru najnowszej generacji.

Powodem, dla którego skłaniamy się do prowadzenia prac modernizacyjnych jest przede wszystkim [1]:

- nadążanie za rozwojem techniki (zwłaszcza w nowoczesnych procesach sterowania i diagnostyki),
- utrzymanie atrakcyjności rynkowej posiadanego i eksploatowanego taboru,
- przywrócenie równowagi między posiadanym a wymaganym poziomem taboru.

Zasadniczymi, ogólnymi celami modernizacji jest poprawa jego właściwości skierowana głównie na [7, 8]:

- poprawa parametrów technicznych i eksploatacyjnych pojazdów;
- zwiększanie gotowości technicznej do wykonywania zadań przewozowych i manewrowych;
- zmniejszenie (oszczędności) zużycia energii elektrycznej i zużycia paliwa oraz środków smarnych;
- zmniejszenie niekorzystnego oddziaływania na środowisko naturalne w zakresie hałasu i emisji składników toksycznych spalin do atmosfery;
- ograniczenie kosztów eksploatacji, serwisowania, przeglądów i napraw zarówno samego taboru, jak i infrastruktury Polskich Linii Kolejowych;
- zwiększenie komfortu i bezpieczeństwa zarówno dla obsługi (przede wszystkim maszynistów), jak i pasażerów.

Na możliwość i koszt modernizacji wpływa w dużym stopniu wybór pojazdu szynowego oraz długość okresu użytkowania, który pojazd ma jeszcze przed sobą przed jego złomowaniem, tj. recyklingiem.

Aktualnie (wśród wielu instytucji zajmujących się procesem modernizacji) modernizacja jest opłacalna wówczas, gdy:

- koszt modernizacji lub remotyżacji (wymiana tylko silnika spalinowego) nie przekracza 50% zakupu nowego pojazdu

o porównywalnych parametrach technicznych i eksploatacyjnych,

- zwrot nakładów na przeprowadzaną modernizację lub remotyżację nastąpi w ciągu 5 lat od jej przeprowadzenia w wyniku zmniejszenia kosztów eksploatacyjnych i utrzymaniowych,
- pojazd po modernizacji ma jeszcze przed sobą 20–25 lat eksploatacji przed ostatecznym złomowaniem.

Ponadto do procesu odnowy parku pojazdów szynowych podchodzi się różnie. Można mówić o procesie odnawiania, polegającym na wycofywaniu z eksploatacji pojazdów przestarzałych, energochłonnych, generujących duże koszty eksploatacyjne, a w ich miejsce zakup lub leasing nowoczesnych, sprawdzonych i oferowanych przez znanych producentów europejskich pojazdów szynowych, jak również o procesie modernizacji (o którym napisano powyżej) zarówno dla pojazdów eksploatowanych, jak i sprowadzonych (najczęściej przez prywatnych operatorów) z zagranicy.

Która z dróg prowadzących do podniesienia właściwości technicznych i eksploatacyjnych pojazdów jest słuszna – trudno dać jednoznaczną odpowiedź. Wszystko będzie i tak zależę od zdolności ekonomicznych firm zajmujących się przewozami kolejowymi, zwłaszcza w ruchu towarowym. Wśród wielu pojazdów szynowych przeznaczonych do modernizacji poczesne miejsce zajmują lokomotywy spalinowe.

Zgodnie z zamiarami PKP CARGO S.A. do kompleksowej modernizacji wybrano następujące lokomotywy spalinowe – SM42 dla ruchu manewrowego oraz SP(SU)45 i SU46 do obsługi ciężkiego ruchu towarowego. Ponadto PKP CARGO jest zainteresowane pozyskaniem kilkunastu ciężkich lokomotyw spalinowych (około 15 szt. o mocy 2200 kW i prędkości 140 km/h) do obsługi ruchu transgranicznego pomiędzy Polską i Niemcami [4].

Należy zaznaczyć, że lokomotyw SM42 (w tym również SP42) wyprodukowano ponad 2050 szt. (wliczając przemysł i eksport), obecnie w eksploatacji na PKP znajduje się ich około 980, a SP(SU)42 – 160.

Podobnie przedstawia się sytuacja w zakresie lokomotyw liniowych. Lokomotyw SP45, w latach 1970–1976, wyprodukowano 266 szt. (w latach 1988–1997 – 191 szt. zostało przebudowanych na SU45), a lokomotyw SU46 – 54 szt. W dyspozycji PKP CARGO eksploatowanych jest 157 szt. lokomotyw SU45 i 36 szt. lokomotyw SU46.

Nadmienić należy również, że w dyspozycji PKP CARGO znajduje się 174 szt. lokomotyw serii ST43 i około 100 szt. lokomotyw serii ST44, które nie znalazły się w obszarze zainteresowań modernizacyjnych [4].

Odmienne jest natomiast wśród przewoźników (operatorów) prywatnych, którzy stawiają na modernizację i remotyżację lokomotyw serii 060Da (na PKP – ST43), M62 (na PKP – ST44)

i TEM2 (na PKP – SM48) i na pozyskiwanie i tzw. „polonizację” wymienionych serii lokomotyw oraz dodatkowo lokomotyw o mocach około 2200 kW, sprowadzonych najczęściej z Niemiec, np. BR232 (moc 3000 KM, prędkość 100–120 km/h). Lokomotywy te są zarówno przez krajowe (Pesa Bydgoszcz, Newag Nowy Sącz, PZNTK Poznań, ZNTK Oleśnica), jak i zagraniczne (ŽOS Nymburk, ŽOS Vruty, ŽOS Zvolen) zakłady naprawcze naprawiane i doposażane w układy i urządzenia gwarantujące bezpieczną eksploatację na sieci Polskich Linii Kolejowych. Instytut Pojazdów Szynowych „Tabor” Poznań (znany wcześniej jako Ośrodek Badawczo Rozwojowy Pojazdów Szynowych) od początku lat 90. wspólnie z zakładami naprawczymi taboru kolejowego prowadził i nadal prowadzi prace projektowe, wdrożeniowe i badawcze w zakresie modernizacji spalinowych pojazdów trakcyjnych [1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14].

Najważniejszymi projektami modernizacyjnymi prowadzonymi przez IPS „Tabor” Poznań były:

- modernizacja lokomotywy manewrowej serii SM42 – po modernizacji SM42-2000 (6Dc) wykonana wspólnie z ZNTK Piła w latach 1995–1996 [2];
- modernizacja lokomotywy pasażerskiej serii SP32 wspólnie z konsorcjum, w skład którego wchodziły ZNLS Piła, ZNTK Nowy Sącz, PZNTK Poznań w latach 1999–2002 (zmodernizowana lokomotywa w 2001 r. uzyskała złoty medal na Międzynarodowych Targach Poznańskich) [5];
- modernizacja lokomotyw manewrowych TEM2 i ich przystosowanie do pracy liniowej na potrzeby Pol-Miedź-Trans Lubin prowadzona wspólnie z konsorcjum złożonego z IPS „Tabor” Poznań i ZNLS Piła w latach 2003–2004 [13];
- modernizacja lokomotyw liniowych ST44 na tor szeroki na potrzeby Linii Hutniczej Szerokotorowej prowadzona wspólnie z Fabryką „Bumar-Fablok” Chrzanów w latach 2004–2005 [10, 16].

Niezależnie od wymienionych projektów Instytut Pojazdów Szynowych „Tabor” w Poznaniu uczestniczył wspólnie z wieloma zakładami naprawczymi w procesie tzw. „polonizacji” i wdrażaniu do bezpiecznej eksploatacji wielu spalinowych pojazdów trakcyjnych [6, 8, 9].

Nie można zapominać o tym, że również wiele zakładów naprawczych oraz operatorów (przewoźników) prywatnych zajmowało się procesem modernizacyjno-wdrożeniowym lokomotyw spalinowych. Znane są rozwiązania modernizacji lokomotyw S200 i T448P prowadzone przez Przedsiębiorstwo Transportu Kolejowego i Gospodarki Kamieniem w Rybniku, PZNTK Poznań w modernizacji lokomotyw SM42, Newag Nowy Sącz w zakresie modernizacji lokomotyw SM42 i ST44 [14].

Ponadto wielu użytkowników wprowadza częściowe modyfikacje lub modernizacje, np. w zakresie układów sterowania radiowego dokonywanego na lokomotywach SM42 i SM48 w „Łafarage” Konin, „Orlen” Płock i Huta Częstochowa [14].

Bardzo ważnym we wdrażaniu procesów modyfikacji i modernizacji jest również proces „polonizacji”, polegający na wyposażeniu lokomotyw spalinowych (sprowadzanych z zagranicy) w niezbędne układy, urządzenia i aparaty gwarantujące bezpieczeństwo ruchu na Polskich Liniach Kolejowych. W tym przedsięwzięciu oprócz Instytutu Pojazdów Szynowych „Tabor” Poznań biorą udział najwięksi i najważniejsi na rynku krajowym producenci i zakłady naprawcze taboru kolejowego, tj. Pesa Bydgoszcz, PZNTK Poznań, Newag Nowy Sącz, ZNTK Oleśnica, którzy dyspo-

nują zarówno potencjałem produkcyjnym, jak i wieloletnim doświadczeniem w naprawach i modernizacjach spalinowego taboru trakcyjnego. Ponadto procesem modernizacji lokomotyw spalinowych zainteresowani są również producenci zagraniczni. Przykładem są tutaj próby dokonywane przez Intergate Poland w zakresie modernizacji lokomotyw S200 i TEM2 [17, 19]. Wynika z tego, że procesem modernizacji spalinowych pojazdów trakcyjnych zainteresowani są żywotnie nasi najbliżsi sąsiedzi.

Dalsza część artykułu poświęcona zostanie jednej z wielu możliwości modernizacji najpopularniejszej lokomotywy spalinowej, tj. lokomotywy M62 znanej na PKP jako ST44, prowadzonej przez największy zakład taboru kolejowego – Pesa Bydgoszcz, przy udziale Politechniki Warszawskiej, Politechniki Krakowskiej i Instytutu Pojazdów Szynowych „Tabor” w Poznaniu [3, 18, 22].

Zakres modernizacji lokomotywy M62

Wśród wielu lokomotyw spalinowych cieszących się popularnością u prywatnych operatorów kolejowych znajduje się niezawodna w działaniu lokomotywa M62 (znana powszechnie jako ST44) przeznaczona do prowadzenia przewozów towarowych, wyposażona jednak (na obecne warunki) w przestarzały silnik spalinowy – dwusuwowy o wysokim zużyciu oleju napędowego i niespełniająca ostrych wymagań w zakresie oddziaływania na środowisko naturalne, tj. emisję substancji szkodliwych do atmosfery.

W artykule zajmiemy się jedną z wielu możliwości modernizacyjnych tej serii lokomotyw, które mogą zainteresować mniej zamożnych przewoźników kolejowych dbających o zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych i utrzymaniowych [20, 22].

Zakres modernizacji tej lokomotywy obejmował:

- wymianę silnika spalinowego (z dwu- na czterosuwowy), z wprowadzeniem urządzeń do pomiaru poziomu paliwa oraz nowoczesnego układu podgrzewania płynu chłodzącego;
- wprowadzenie nowoczesnych układów zderznych, tj. wymianę przestarzałych zderzaków na elastomerowe kategorii C;
- zastosowanie oświetlenia zewnętrznego i lamp sygnałowych z wykorzystaniem żarówek halogenowych;
- zastosowanie wycieraczek i spryskiwaczy z napędem elektrycznym;
- wprowadzenia sprawdzonych układów bezpieczeństwa ruchu, tj. układów czuwaka aktywnego, samoczynnego hamowania pociągu i „radiostopu” (CA + SHP + RS);
- wprowadzenie krajowego systemu łączności radiowej F747 (Pyrylandia) i zmodyfikowanych prędkościomierzy firmy Hasler;
- wprowadzenie skutecznych systemów sygnalizacji i stałych układów gaszenia pożaru wraz z gaśnicami spełniającymi krajowe przepisy przeciwpożarowe;
- zastosowanie olejowego układu smarowania obrzeży kół;
- częściową modernizację kabiny sterowniczej polegającą na zastosowaniu nowoczesnych, ergonomicznych siedzących maszynisty oraz wyposażenie w płytę grzewczą (kuchenkę) i umywalkę.

Prace projektowe i wdrożeniowe zostały zakończone pod koniec 2005 r., a już na początku 2006 r. dwie lokomotywy po badaniach stacjonarnych i ruchowych zostały przekazane użytkownikowi (Pol-Miedź-Trans-Lubin) do normalnej eksploatacji z pociągami towarowymi, w trakcie której prowadzona była obserwacja pracy głównych maszyn i urządzeń oraz mierzone parametry decydujące o powodzeniu modernizacji [22].

W wyniku przeprowadzonej modernizacji przewidywane było osiągnięcie następujących efektów i korzyści:

- zdecydowaną poprawę wymagań ekologicznych, a więc zmniejszenie emisji składników toksycznych spalin do atmosfery,
- zmniejszenie o 15–25% zużycia oleju napędowego (zależnie od realizowanych zadań przewozowych),
- dwukrotne (nawet trzykrotne) zmniejszenie zużycia oleju smarowego,
- zmniejszenie o ok. 50% kosztów utrzymania (serwisu, przeglądów i napraw),
- zwiększenie niezawodnej pracy poszczególnych głównych zespołów oraz poprawa bezpieczeństwa ruchu,
- zwiększenie przebiegów międzynaprawczych oraz przedłużenie żywotności (trwałości) lokomotywy o dalsze 15 lat,
- zdecydowaną poprawę warunków pracy obsługi.

Najważniejszym efektem wymiernym przeprowadzonej modernizacji to o 60–70% mniejszy poniesiony koszt w stosunku do zakupu nowej, o porównywalnych parametrach lokomotywy spalinowej.

Ponadto należy zaznaczyć, że zmodernizowana lokomotywa spełnia wymagania skrajni statycznej, a jej masa i parametry trakcyjne są identyczne z lokomotywą bazową (macierzystą).



Rys. 1. Zmodernizowana lokomotywa M62 z silnikiem 12 CzN 26/26

Dane ogólne i charakterystyka lokomotywy

Lokomotywa spalinowa typu M62 (seria ST44) jest przeznaczona w zasadzie do obsługi ruchu towarowego, a w okresach letnich również do obsługi ruchu pasażerskiego [22].

Ogólny widok lokomotywy po modernizacji przedstawiono na rysunku 1, a rozmieszczenie maszyn i urządzeń w lokomotywie na rysunku 2.

Modernizacja lokomotywy nie wymagała ingerencji w ostoję lokomotywy i nie spowodowała zmian rozmieszczenia głównych maszyn i urządzeń, a więc nie uległ zmianie środek masy, jak również naciski poszczególnych zestawów kołowych na tor (utrzymano poprzednią masę służbową). Lokomotywa zachowała również podstawowe parametry trakcyjne (charakterystyka trakcyjna – rys. 3) i geometryczne, a wszystkie materiały użyte do modernizacji spełniają ostre wymagania zabezpieczenia przeciwpożarowego [22].

Ponadto pudło, ostoja i wózki oraz inne nie modernizowane zespoły lokomotywy zostały poddane naprawie okresowej zgodnie z przepisami i wymaganiami obowiązującymi w kraju.

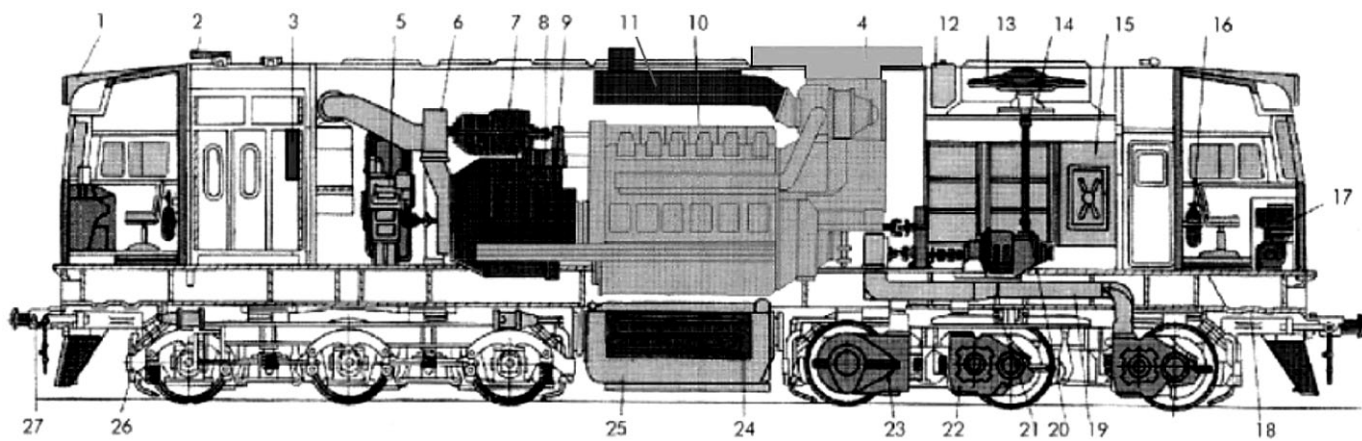
Parametry lokomotywy oraz jej głównych maszyn i zespołów przed i po modernizacji przedstawiono w tabelicy 1.

Opis zmodernizowanych układów i zespołów lokomotywy

Zespół prądotwórczy

Lokomotywa została wyposażona w nowy zespół prądotwórczy 5-26DG (w miejsce zespołu 14DG), składający się z nowoczesnego silnika 12 CzN 26/26 (dotychczas zabudowany był silnik dwusuwowy typu 14D40) oraz dotychczasowej prądnicy głównej prądu stałego GP312. Silnik spalinowy jest nowoczesny, dwunastocylindrowy, wysokoprężny z wtryskiem bezpośrednim, dołączony, z chłodnicą powietrza doładowującego, spełniający wymagania w zakresie emisji składników toksycznych do atmosfery zgodnie z kartą UIC 624 II [11, 12].

Dane szczegółowe silnika oraz samej prądnicy przedstawiono w tabelicy 1, a widok zespołu prądotwórczego i jego zabudowę na rysunkach 4 i 5.

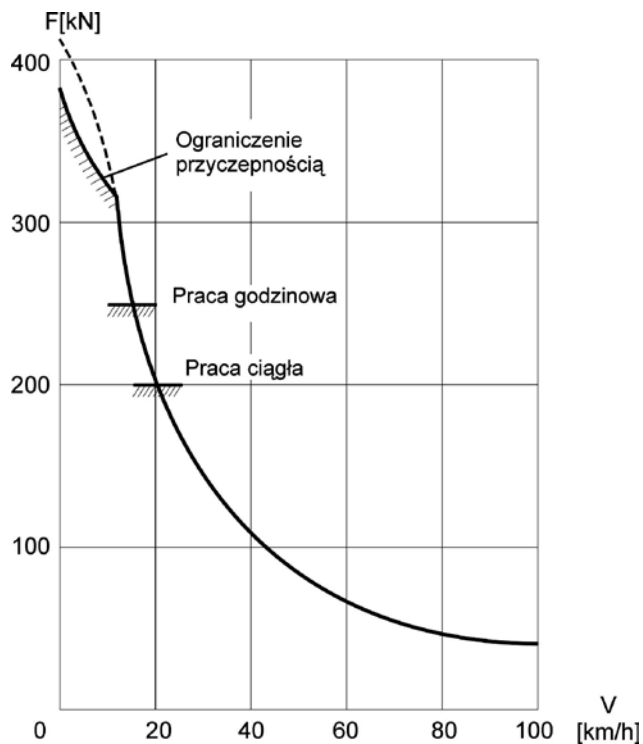


Rys. 2. Rozmieszczenie maszyn i urządzeń w zmodernizowanej lokomotywie M62 z silnikiem 12CzN 26/26

- 1 - reflektor górny, 2 - zespół syren nisko- i wysokotonowych, 3 - przedział elektryczny 4 - filtr powietrza, 5 - sprężarka główna, 6 - kanał wentylacyjny, 7, 8 - zespół dwumaszynowy, 9 - prądnica główna, 10 - silnik spalinowy, 11 - tłumik wylotu spalin, 12 - zbiornik wyrównawczy płynu chłodzącego, 13 - wentylator chłodnicy, 14 - łożysko napędu wentylatora, 15 - zespół chłodnic, 16 - gaśnica ręczna, 17 - zespół ogrzewania i wentylacji kabiny, 18 - ostoja lokomotywy, 19 - kanał wentylacyjny, 20 - wał napędowy, 21 - czop skrzyni, 22 - silnik trakcyjny, 23 - przekładnia osiowa, 24 - skrzynia z bateriami akumulatorów, 25 - zbiornik paliwa, 26 - rama wózka, 27 - układ pociągowo-zderzny

Parametry lokomotywy M62 przed i po modernizacji

Parametr	Przed modernizacją	Po modernizacji
Układ osi		C ₀ -C ₀
Szerokość toru [mm]		1435
Prędkość maksymalna [km/h]		100
Masa służbowa [Mg]		116,5 ± 3%
Nacisk zestawu kołowego na tor [kN]		194 ± 3%
Siła pociągowa maksymalna [kN]		380
Siła pociągowa pracy ciągłej [kN]		200
Rodzaj przekładni		Elektryczna DC/DC
Skrajnia		PN-70/K-02056
Długość lokomotywy ze zderzakami [mm]		17 550
Szerokość lokomotywy [mm]		2950
Wysokość lokomotywy [mm]		4615
Baza lokomotywy [mm]		8600
Baza wózka [mm]		2×2100
Średnica toczna koła nowego/maksymalnie zużytego [mm]		1050/950
Minimalny promień łuku toru [m]		75 przy v = 5 km/h
Silnik spalinowy		
Typ silnika	Dwusuwowy 14D40	Czterosuwowy 12CzN26/26
Moc znamionowa [kW]		1470
Prędkość obrotowa [1/min]		750
Układ cylindrów		12
Średnica cylindrów/skok tłoka [mm]	230/900 prawe/304,3 lewe	260/260
Pojemność skokowa [dm ³]	150,6	165,6
Jednostkowe zużycie paliwa [g/kWh]	230	202
Zużycie paliwa na biegu jałowym [kg/h]	25	10
Jednostkowe zużycie oleju [g/kWh]	1,7	0,8
Masa silnika z prądnicą główną i osprzętem [kg]	21 500	23 300
Wymiary (długość × szerokość × wysokość) [mm]	3787 × 1796 × 2508	4030 × 1665 × 3030
Toksyczność spalin	nieokreślona	UIC II według karty 624
Prądnica główna		
Typ		GP 312
Moc [kW]		1270
Prędkość obrotowa [1/min]		750
Napięcie maksymalne [V]		570
Prąd maksymalny przy rozruchu [A]		6600
Masa [kg]		7400
Prądnica pomocnicza		
Typ		WGT-275/120
Moc [kW]		12
Prędkość obrotowa [1/min]		1800
Wzbudnica		
Typ		W-600
Moc [kW]		16,5
Prędkość obrotowa [1/min]		1800
Silnik trakcyjny		
Typ		ED – 107 lub 118
Moc godzinna [kW]		212
Moc ciągła [kW]		192
Maksymalne napięcie [V]		570
Maksymalny prąd [A]		1000
Maksymalna prędkość obrotowa [1/min]		2290
Masa [kg]		3100
Sprężarka główna		
Typ i rodzaj		KT7 – tłokowa, dwustopniowa
Moc [kW]		40
Ciśnienie sprężane [MPa]		0,85
Wydatek [m ³ /h]		276

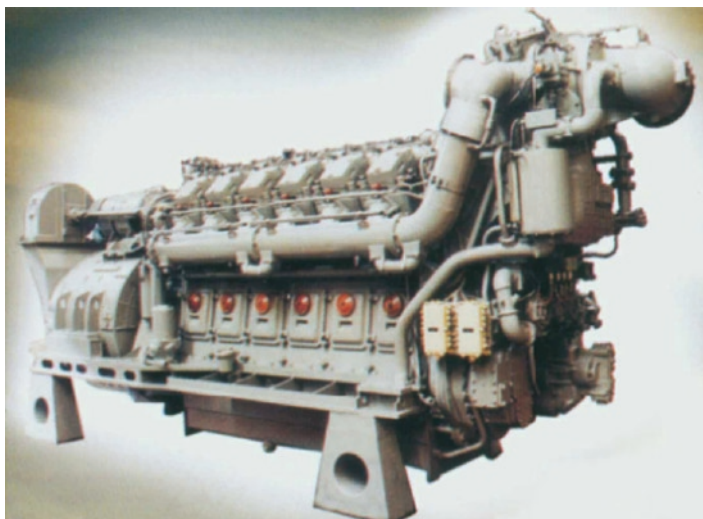


Rys. 3. Charakterystyka trakcyjna zmodernizowanej lokomotywy

Zespół prądowłóczy jest posadowiony na istniejących otworach ramy (ostoi) lokomotywy, z zachowaniem współrzędnych punktów odbioru mocy do napędu sprzężarki, wentylatorów przewietrzania silników trakcyjnych i napędu wentylatora zespołu chłodnic silnika spalinowego. Tak więc niezależnie od pozostawienia bez zmian całego wyposażenia elektrycznego wysokiego i niskonapięciowego pozostawiono również wszystkie układy pomocnicze lokomotywy wraz z ich mechanicznymi napędami.

Zmiana silnika spalinowego spowodowała ponadto wprowadzenie następujących nowych zespołów i układów z nim związanych:

- układ oczyszczania powietrza (filtr powietrza z kanałem dolotowym);
- samooczyszczający się filtr oleju firmy Boll-Kirch;
- kolektor wylotowy spalin;
- układ kolektora ssącego wentylacji;



Rys. 4. Widok zespoły prądowłóczy 5-26 DG



Rys. 5. Widok na zespół prądowłóczy zabudowany we wnętrzu lokomotywy
a - silnik spalinowy z przodu, b - prądnica główna i napędy pomocnicze, c - prądnica główna i silnik spalinowy

- układ automatycznej regulacji temperatury wody i oleju Sart;
- zbiornik wyrównawczy ze wskaźnikiem poziomu płynu chłodzącego;
- układ podgrzewania z agregatem Webasto;
- odcinki przewodów olejowych, paliwowych i płynu chłodzącego, niezbędnych do połączenia układów istniejących z układami i zespołami nowymi.

Widoki zabudowanych nowych zespołów przedstawiono na rysunkach 6-10.



Rys. 6. Zabudowa kanału wlotowego do filtra powietrza
a - widok z zewnątrz lokomotywy, b - widok od wnętrza lokomotywy

Układ oczyszczania, składający się z żaluzji, kanałów dolotowych i filtrów oczyszczających, służący do oczyszczania powietrza przeznaczonego do turbosprężarki silnika spalinowego przedstawiono na rysunkach 6 i 11 [30].

Filtry zabudowano na dachu lokomotywy, a powietrze do nich zasysane jest poprzez żaluzje z boku lokomotywy.



Rys. 7. Zabudowa filtra oleju firmy Boll – Kirch we wnętrzu lokomotywy



Rys. 8. Zabudowa kolektora wylotowego
a - widok na połączenie tłumika, wylotu spalin i kolektora, b - widok w zbliżeniu na kolektor

Oczyszczanie odbywa się dwustopniowo. W pierwszym stopniu następuje oczyszczanie wstępne (na elementach bezwładno-



Rys. 9. Widok na zespoły i urządzenia układu automatycznej regulacji temperatury SART

ściowych wywołujących ruch wirowy) od dużych cząstek kurzu, skroplonej wilgoci i śniegu, które są wydalane na zewnątrz za pomocą wentylatora.

W drugim stopniu oczyszczanie odbywa się na elementach filtrujących (16 szt.) wykonanych z papieru. W układzie tym znajduje się ponadto wyświetlacz zanieczyszczeń sygnalizujący o stopniu zabrudzenia filtrów.

Powietrze do układu pobierane jest z zewnątrz, a w przypadku intensywnych opadów deszczu lub śniegu również z wewnątrz.

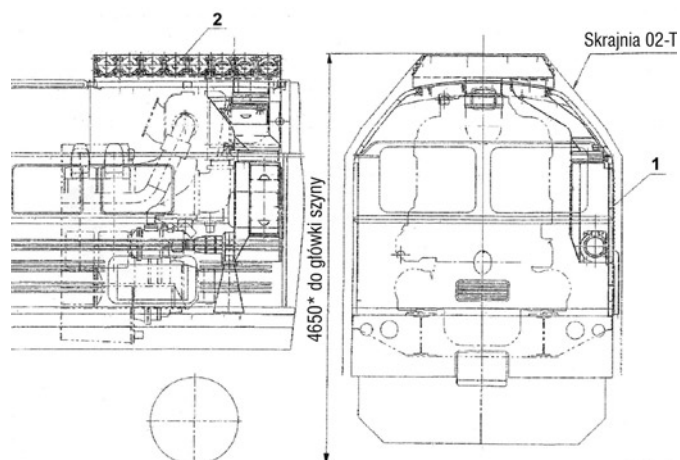
Współczynnik oczyszczania wynosi:

- dla pierwszego stopnia – od kurzu i śniegu – 80%, a od skroplonej wilgoci 90%;
- dla drugiego stopnia – od kurzu, wilgoci i śniegu – 99,5%.

Samooczyszczający się filtr oleju przeznaczony jest do zabezpieczenia łożysk, czopów oraz wałów przed zabrudzeniami znajdującymi się w oleju, które powodują uszkodzenia silnika.



Rys. 10. Zabudowa podgrzewacza płynu chłodzącego Webasto



Rys. 11. Zabudowa filtra powietrza kanału wlotowego
1 - wlot (żaluzje i kanał), 2 - zespół filtrów

Filtr działa ze stałym myciem elementów filtrujących oczyszczanym olejem, przy czym olej stosowany do mycia dostaje się ponownie do układu olejowego silnika.

Filtr przedstawiony na rysunku 12 zabudowany został we wnętrzu przedziału maszynowego (rys. 7) i składa się z obudowy z kołnierzem wlotowym i wylotowym, bloku filtracji (78 świecowych elementów filtrujących oraz zawory bezpieczeństwa), filtra

siatkowego zabezpieczającego, urządzenia do płukania oraz reduktora z turbiną napędzającą [24].

Podstawowe parametry filtra według [24] są następujące:

- zdolność przepustowa przy lepkości oleju 300C_T – 90 m³/h,
- stopień dokładności świecowych elementów filtrujących – 30 μm,
- stopień dokładności siatki zabezpieczającej – 100 μm,
- maksymalne ciśnienie robocze – 1,0 MPa,
- minimalne ciśnienie robocze – 0,2 MPa,
- zakres temperatur roboczych – 281–353 K,
- maksymalny spadek ciśnienia przy niezabrudzonych elementach filtrujących – 0,08 MPa,
- ciśnienie początkowe przy otwieraniu zaworu przepustowego – 0,2 MPa.

Układ automatycznej regulacji temperatury wody i oleju SART służy do automatycznego podtrzymania temperatury wody i oleju w silniku w zadanym odstępie. Temperatura wody i oleju jest podtrzymywana w zadanych granicach drogą automatycznego otwarcia lub zamknięcia żaluzji bocznych oraz stopniowej zmiany obrotów wentylatora głównego.

Do układu regulacji temperatury wody i oleju wchodzi czujniki (przełączniki) temperatury wody i oleju, przetworniki temperatury, zawory elektropneumatyczne sterujące doprowadzeniem powietrza do cylindrów pneumatycznych, automatyczny napęd sprzęgła hydraulicznego, wentylatora głównego i żaluzji obwodów chłodzenia wody i oleju.

Schemat układu przedstawiono na rysunku 13, zabudowę jego głównych zespołów na rysunku 9, a dokładny opis poszczególnych urządzeń wchodzących w skład układu oraz jego zasadę działania w pracy [23].

Układ podgrzewania płynu chłodzącego (wody) Webasto z agregatem podgrzewającym Thermo 350 przeznaczony jest zasadniczo do wstępnego podgrzewania płynu chłodzącego silnika spalinowego (dla prawidłowego rozruchu) oraz może być wykorzystany również do ogrzewania kabiny sterowniczej (przy wyłączonym silniku) [25].



Rys. 12. Automatyczny filtr z płukaniem odwrotnym typ 6.46

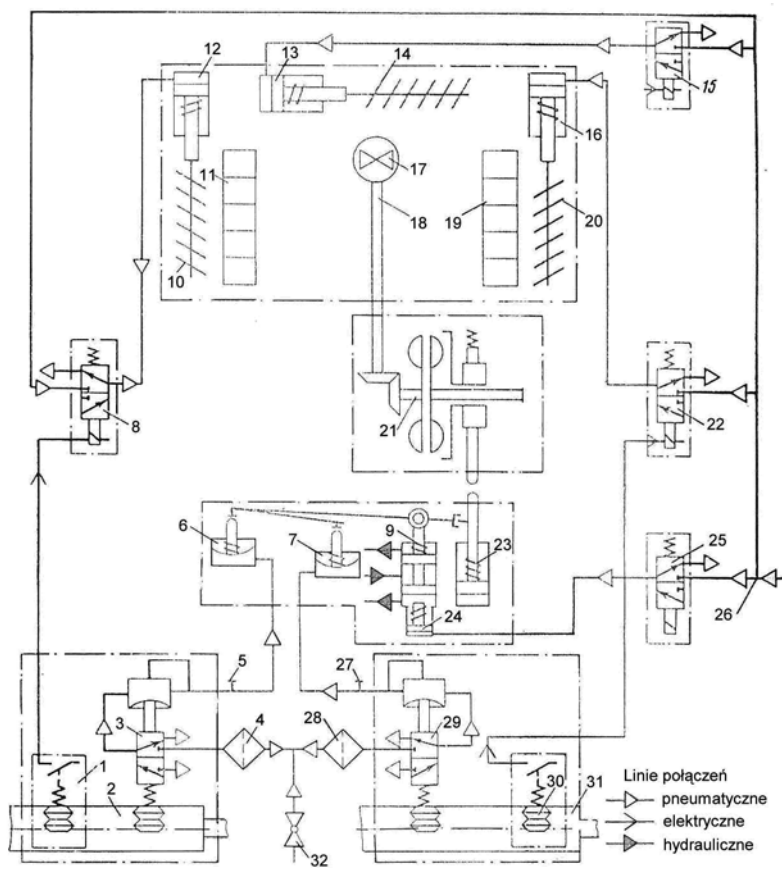
Podgrzewacz wody pracuje niezależnie od silnika spalinowego i jest podłączony do układu chłodzenia i układu paliwowego silnika oraz do instalacji elektrycznej lokomotywy. Składa się on z następujących elementów: dmuchawy powietrza spalania, pompy paliwowej, wymiennika ciepła, kamory spalania i głowicy sterowania.

Pod obudową głowicy sterowania znajdują się: kasetka sterująca, czujnik płomienia, generator zapłonu z elektrodami, czujnik i ogranicznik temperatury.

Poza podgrzewaczem w lokomotywie jest zabudowana również pompa obiegowa połączona z układem chłodzenia.

Główne parametry agregatu i pompy obiegowej są następujące [25]:

- typ nagrzewnicy – Thermo 350,
- wydajność ciepła – 35 kW (30000 kcal/h),
- zasilanie (paliwo) – olej napędowy,
- zużycie oleju napędowego (paliwa) – 3,7 kg/h,



Rys. 13. Układ automatycznej regulacji temperatury wody i oleju SART

- 1 - czujnik przełącznika temperatury oleju, 2 - przewód olejowy na wejściu do silnika, 3 - przetwornik temperatury oleju, 4, 28 - filtry, 5, 27 - króćce do manometrów technologicznych, 6, 7 - cylindry pneumatyczne automatycznego napędu sprzęgła hydraulicznego, 8, 22 - zawory elektropneumatyczne napędu bocznych żaluzji, 9 - suwak rozrządczy cylindra hydraulicznego, 10 - boczne żaluzje obwodu chłodzenia oleju, 11, 19 - sekcje chłodnic, 12, 16 - cylindry pneumatyczne napędów bocznych żaluzji, 13 - cylinder pneumatyczny napędu górnych żaluzji, 14 - górne żaluzje, 15 - zawór elektropneumatyczny napędu górnych żaluzji, 17 - wentylator, 18 - wał przegubowy napędu wentylatora, 20 - boczne żaluzje obwodu chłodzenia wody, 21 - sprzęgło hydrauliczne wentylatora, 23 - cylinder hydrauliczny, 24 - cylinder pneumatyczny sterowania ręcznego, 25 - zawór elektropneumatyczny napędu cylindra pneumatycznego, 26 - magistrala zasilająca hamulca samoczynnego, 29 - przetwornik temperatury wody, 30 - czujnik - przełącznik temperatury wody, 31 - przewód wody na wyjściu z silnika, 32 - zawór odcinający

- napięcie znamionowe – 24 V (20–28 V DC),
- pobór mocy – 140 W,
- dopuszczalna temperatura otoczenia – $-40 \div +60^{\circ}\text{C}$,
- dopuszczalne nadciśnienie przy pracy – 0,4–2,0 bar,
- masa – 19 kg,
- typ pompy – U4851,
- wydajność pompy – 6000 dm³/h przy nadciśnieniu 0,4 bar,
- pobór mocy – 209 W,
- masa – 2,1 kg,
- dopuszczalne ciśnienie pracy – 2 bary,
- dopuszczalna temperatura otoczenia – $-40 \div +85^{\circ}\text{C}$.

Dokładny opis układu podgrzewacza zaprezentowano w [25], a zabudowę dwóch podgrzewaczy w zmodernizowanej lokomotywie przedstawiono na rysunku 10.

Pozostałe nowe oraz zmodernizowane zespoły i układy mechaniczne i elektryczne

■ Zderzak elastomerowy kategorii C typ KX-ZC4 – widok ogólny zderzaka wraz z jego charakterystyką statyczną i dynamiczną przedstawiono na rysunku 14.

Zderzak cechuje się energią przejmowania – statyczną 28 kJ, dynamiczną 80 kJ oraz maksymalną przejmowaną siłą 1150 kN. Skok roboczy zderzaka wynosi 105 mm, współczynnik pochłaniania energii statycznej 53%, dynamicznej 85%, masa 155 kg [9].

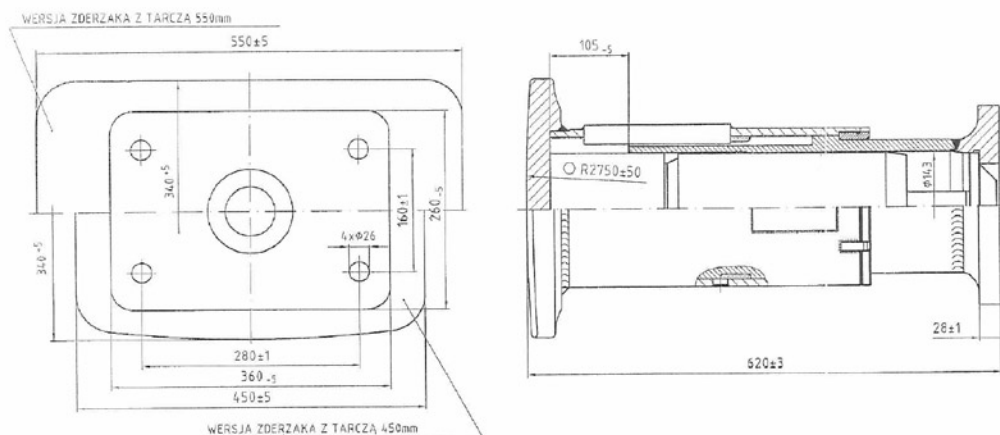
■ Oświetlenie zewnętrzne i lampy sygnałowe – w dotychczasowej obudowie lamp i projektorów wprowadzono projektory małogabarytowe KPM-24H oraz lampy sygnałowe światła czerwonego KPM-24C. Zarówno projektory, jak i lampy sygnałowe zasilane są

z przetwornicy EPN o napięciu wyjściowym 24 V DC. Szczegółowe opisy i parametry zastosowanego oświetlenia przedstawiono w pracach [9, 27].

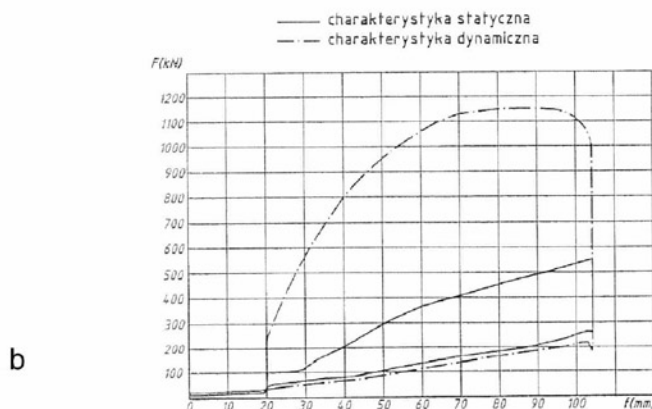
■ Wycieraczki i spryskiwacze szyb – z napędem elektrycznym służą do oczyszczania szyby przedniej lokomotywy z opadów atmosferycznych. Elementem wycierającym jest pióro wycieraka (wykonane z gumy o odpowiednim kształcie i właściwościach), a dla skutecznego wycierania stosuje się zespół spryskiwacza z pompką elektryczną doprowadzającą płyn do dysz spryskujących. Częstotliwość pracy wycieraczek zapewnia regulator bezstykowy BER-1 [29].

■ Urządzenie pomiaru paliwa UUPP-1 – jest przeznaczone do pomiaru ilości oleju napędowego w zbiorniku głównym lokomotywy spalinowej w litrach i kilogramach. Określenie ilości paliwa odbywa się na zasadzie pomiaru czasu przejścia fali ultradźwiękowej w oleju napędowym znajdującym się w zbiorniku. Do pomiaru służą dwie sondy zabudowane we wnętrzu zbiornika. Schemat blokowy urządzenia przedstawiono na rysunku 15, a szczegółową zasadę działania oraz główne parametry urządzenia opisano w pracy [28].

■ Urządzenia związane z bezpieczeństwem ruchu (CA+SHP+RS), w skład których weszły: elektromagnesy ELM 2003, generatory EDA-3 systemu SHP i CA, buczki sygnalizacyjne, zespół hamowania nagłego sterowany elektrycznie 20ZH, serwozawory elektropneumatyczne 17ZH, zespół lampek pulpituowych CA i SHP oraz przyciski czujności (ręczny i nożny) i przycisk napełniania przewodu głównego.

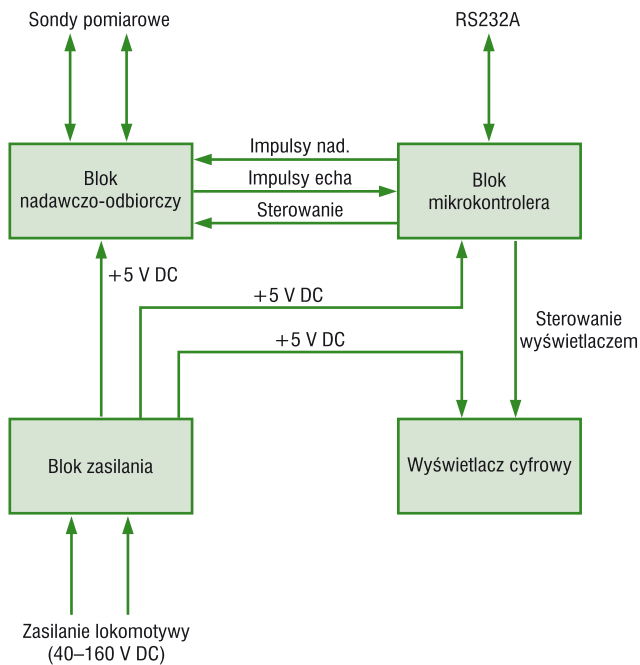


a



b

Rys. 14. Zderzak kategorii C typu KX-ZC4
a – rysunek wymiarowy, b – charakterystyka



Rys. 15. Schemat blokowy urządzenia do pomiaru paliwa

Szczegółowe opisy całego układu oraz wchodzących w jego skład urządzeń przedstawiono w pracy [9], a na rysunku 16 zaprezentowano szczegóły zabudowy głównych urządzeń układu bezpieczeństwa ruchu.

■ Układ nadawczo-odbiorczy (radiot łączność) firmy Pyrylandia, składający się z manipulatora F-747 (po jednym w każdej kabine), zespołu nadawczo-odbiorczego, zasilacza, kabli łączeniowych i mikrofonu służy do zapewnienia łączności między dyspozytornią a układem przenośnym. Radiotelefon współpracuje z anteną typu 3086 firmy Radmor [9]. Widok na zabudowany manipulator z mikrofonem na stanowisku sterowniczym przedstawiono na rysunku 16c.

■ Układ smarowania kół firmy Rebs służy do zmniejszenia tempa zużycia obrzeży kół, a tym samym do przedłużenia trwałości obrzeży oraz wydłużenia przebiegów międzynaprawczych.

Głównymi urządzeniami układu smarowania są: dysze rozpylające, pompa olejowa, blok mieszalnika, nadajnik impulsów oraz zbiornik środka smarnego (rys. 17). Do smarowania zastosowano środek nie skażający środowiska naturalnego – olej biologicznie rozkładany.



Rys. 16. Zabudowa urządzenia układu bezpieczeństwa ruchu
a - zabudowa generatora SHP i CA oraz zespołu hamowania nagłego 20ZH, b - zabudowa lampek sygnalizacyjnych nad pulpitem sterowniczym, c - zabudowa elektromagnesu ELM 2003



Rys. 17. Urządzenia układu smarowania obrzeży kół
a - zbiornik oleju i urządzenie sterujące, b - dysza rozpylająca

Wydatek oleju wynosi około 0,5–1,5 litra na 10 tys. km.

Podczas jednego natrysku na obrzeże koła (podczas jazdy koło wykonuje wiele obrotów podczas natrysku) trwającego 5 s pokrywa się szerokość 10–15 mm grubości, nie mniejszej niż 0,001 mm. Wielkość dawki jednego natrysku wynosi 10–30 mm³, a przerwa między kolejnymi natryskami może być regulowana i ustawiana. Podczas jednego natrysku zużywa się około 3 l powietrza na jedną dyszę [26].



Rys. 18. Wnętrze szafy wysokiego napięcia po naprawie

Powietrze do układu pobierane jest z przewodu zasilającego lokomotywy.

Nadmienić należy, że prowadzona modernizacja nie naruszyła wyposażenia elektrycznego wysoko- i niskonapięciowego oraz zachowała ten sam system sterowania lokomotyw.

Widok na naprawioną, z wymienionymi złączami i kablami szafę wysokiego napięcia przedstawiono na rysunku 18.

Próby i badania zmodernizowanej lokomotywy – zakres i efekty

Po modernizacji dwie lokomotywy zostały poddane próbom i badaniom w Instytucie Pojazdów Szynowych „Tabor” w Poznaniu.

Ramowy zakres prób i badań był zgodny z zakresem ujętym w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z 12.10.2005 r. (Dz.U. nr 212, poz. 1772).

Obejmował on w szczególności sprawdzenie tych urządzeń i układów, które zostały wprowadzone w ramach zrealizowanej modernizacji, a więc [21]:

- badanie układów hamulcowych z określeniem dróg hamowania, skuteczności hamulca postojowego i wyznaczenia mas hamujących;
- sprawdzenie charakterystyk trakcyjnych z określeniem charakterystyki przyczepności;
- badania i ocena urządzeń bezpieczeństwa ruchu, w tym czuwaka aktywnego, urządzeń samoczynnego hamowania pociągu oraz urządzeń radiołączności z funkcjami radiostopu;
- sprawdzenie urządzeń rejestrujących przebieg pracy lokomotywy;
- sprawdzenie działania urządzeń zabezpieczających przeciwzwarciowych i przeciwporażeniowych;
- badanie oddziaływania na otoczenie w zakresie hałasu zewnętrznego oraz toksyczności spalin;
- sprawdzenie sygnałów dźwiękowych;
- sprawdzenie warunków pracy maszynisty w zakresie ergonomii, poziomu drgań, poziomu hałasu infradźwiękowego, słyszalnego i ultradźwiękowego, indukcyjności pola magnetycznego i mikroklimatu.

Niezależnie od wymienionego zakresu badań, zmodernizowane lokomotywy poddane zostały eksploatacji nadzorowanej (obsługiwanej), w ramach której prowadzono:

- pomiary geometryczne zestawów kołowych;
- ocenę (przez maszynistów) ergonomii stanowiska pracy;
- sprawdzenie pracy silnika i jego parametrów decydujących przede wszystkim o zmniejszeniu zużycia oleju napędowego;
- sprawdzenie działania urządzeń decydujących o bezpieczeństwie ruchu, w tym urządzeń łączności radiowej.

Najważniejsze wyniki, uzyskane podczas realizacji prób i badań, które decydowały o uzyskaniu terminowego świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu pojazdu kolejowego.

- *W zakresie działania układów hamulcowych*
 - spełnione zostały wymagania prób stacjonarnych ujętych w normie PN-K-88177:1998;
 - hamulec postojowy (ręczny) umożliwia zahamowanie lokomotywy na pochyleniu powyżej 45‰;
 - zmierzone drogi hamowania od momentu spadku ciśnienia w przewodzie głównym, aż do zatrzymania lokomotywy, spełniają wymagania określone w karcie UIC 544-1;
 - działanie hamulca bezpieczeństwa jest prawidłowe i nie zagraża bezpieczeństwu ruchu;

- masa hamująca lokomotywy w nastawieniu P (osobowy) wynosi 128 t, a w nastawieniu G (towarowy) 108 t i jest zgodna z wymaganiami kolejowymi.

■ W zakresie charakterystyk trakcyjnych

Badania prowadzone na trasie Lubin Górnicy – Wróblin Głogowski wykazały, że:

- maksymalna siła pociągowa pociągu o masie 1511 t wynosiła 260 kN,
- droga i czas rozruchu dla prędkości 65–75 km/h wynosiła od 2,8–5,8 km i 260–448 s.

Uzyskane wyniki są zbliżone do właściwości trakcyjnych teoretycznych, deklarowanych w założeniach [22]; należy również stwierdzić, że:

- dysponowana moc zespołu napędowego w czasie rozruchu nie powoduje utraty przyczepności,
- nie zaobserwowano poślizgu kół, a więc będzie zapewniony płynny i stabilny rozruch lokomotywy z pociągiem;

■ W zakresie działania urządzeń bezpieczeństwa ruchu (CA+SH-P+RS) oraz urządzeń łączności radiowej

Podczas prowadzonych prób statycznych i ruchowych nie stwierdzono zakłóceń w pracy urządzeń bezpieczeństwa ruchu, a urządzenia radiowe działały poprawnie zarówno w zakresie łączności, jak i działania radiostopu.

■ W zakresie urządzeń rejestrujących

W lokomotywie zastosowano tradycyjny analogowy system rejestracji prędkości, drogi i zdarzeń firmy Hasler. Sprawdzona poprawność wskazań oraz reakcje na działania urządzeń CA, SHP i RS wykazały właściwą rejestrację wszystkich parametrów pracy lokomotywy oraz niezawodność w działaniu urządzeń bezpieczeństwa.

■ W zakresie działania urządzeń zabezpieczających przeciwzwarciowych i przeciwporażeniowych

Sprawdzenie skuteczności zabezpieczenia obejmowało:

- 1) pomiar rezystancji uziemienia lokomotywy,
- 2) działanie i skuteczność blokad dostępu do przedziału wysokiego napięcia.

W pierwszym przypadku wykonane pomiary uziemienia ochronnego progów przy drzwiach wejściowych do lokomotywy i uchwytów stopni wejściowych dla trzech różnych wartości prądu pomiarowego (od 46,4–57,0 A) nie wykazywały wzrostu rezystancji uziemienia powyżej wartości dopuszczalnej 0,05 Ω . Uzyskane wyniki, tj. 0,0015–0,0073 Ω , świadczą o dobrej skuteczności ochrony przed porażeniem.

W drugim przypadku zbadana skuteczność zabezpieczenia przy maksymalnym wzbudzeniu prądnicy głównej (do maksymalnego napięcia) wykazała, że czas osiągnięcia napięcia bezpiecznego, tj. 60 V na zaciskach prądnicy, został osiągnięty po upływie 0,8 s od momentu otwarcia drzwi szafy wysokiego napięcia.

Świadczy to o właściwym zabezpieczeniu obsługi lokomotywy przy przypadkowym otwarciu szaf wysokonapięciowych.

■ W zakresie hałasu zewnętrznego i toksyczności spalin

Poziom hałasu emitowanego na zewnątrz lokomotywy (podczas postoju, ruszania i przejazdu z daną prędkością) wykazał:

- na postoju poziom dźwięku 74,4 dB (dla prędkości obrotowej 350 min⁻¹) jest niższy od dopuszczalnego, wynoszącego 80 dB;
- podczas ruszania w odległości 7,5 m od osi toru wynosił 81,2 dB przy wartości dopuszczalnej 95 dB;

- podczas jazdy z prędkościami 60 i 80 km/h (w odległości 25 m od osi toru na wysokości 1,6 m i 3,5 m) osiągnął wartości 85,5 i 88 dB i był nieznacznie wyższy od dopuszczalnego, tj. odpowiednio 84 i 87 dB.

Nieznaczne przekroczenie uzyskane na torach z szynami stawkowymi i podkładach drewnianych uznano za dopuszczalne, a więc lokomotywa w tym zakresie spełniała stawiane wymagania.

Zbadany, zastosowany silnik spalinowy zarówno na stanowisku, jak i w układzie zabudowanym z prądnicą, spełnił wymagania w zakresie emisji substancji szkodliwych do atmosfery, ujęte w karcie UIC 624.

Na stanowisku homologacyjnym w zakładach w Kołomie uzyskano odpowiednio wartości CO – 1,049–1,057 g/kWh, HC – 0,447–0,466 g/kWh i NO_x – 9,374–9,542 g/kWh, a na oporniku wodnym w Pesa Bydgoszcz uzyskano CO – 0,94 g/kWh, HC – 0,73 g/kWh i NO_x – 9,60 g/kWh. Są to wielkości niższe od dopuszczalnych, wynoszących odpowiednio CO – 3,0 g/kWh, HC – 0,8 g/kWh i NO_x – 9,9 g/kWh. Świadczy to o spełnieniu wymagań i braku szkodliwego oddziaływania pracującego silnika na środowisko naturalne [11, 12].

■ W zakresie sygnałów dźwiękowych

Zainstalowane sygnały wysoko- i niskotonowe w zakresie wartości poziomu dźwięku oraz częstotliwości tonu (po stosownych regulacjach) spełniają wymagania ujęte w normie krajowej.

■ W zakresie warunków pracy w kabinie sterowniczej

Sprawdzone warunki pracy maszynisty potwierdziły ergonomiczność układu pulpitu sterowniczego – fotela.

Ponadto podczas badań stwierdzono.

■ W zakresie hałasu wewnętrznego słyszalnego spełnienie dopuszczalnej wartości hałasu wynoszącej 78 dB zarówno na postoju i podczas jazdy z prędkościami 80 i 100 km/h z wyłączonym i załączonym ogrzewaniem nawiewnym. Uzyskane wartości od 61,3 dB do 76,3 dB (dla różnych prędkości i działania wszystkich urządzeń) świadczą o właściwej izolacji akustycznej kabin sterowniczych.

■ W zakresie hałasu infradźwiękowego i ultradźwiękowego nie zostały przekroczone wartości dopuszczalne. I tak dla hałasu infradźwiękowego uzyskano wartości (dla obu kabin) w granicach 96 ÷ 97,8 dB przy dopuszczalnym 110 dB w paśmie 31,5 Hz i 104 dB według zaleceń norm krajowych, a dla hałasu ultradźwiękowego uzyskano wartości poniżej 56 dB przy dopuszczalnych 80 dB.

■ W zakresie mikroklimatu

Pomiary temperatury powietrza i uzyskane wyniki zarówno na poziomie 1,5 m od podłogi oraz dopuszczalnych różnic między strefą dolną (0,1 m od podłogi) i górną (0,1 m od sufitu) wykazały spełnienie norm dotyczących rozkładu temperatury w kabinie. Również czas rozgrzewania kabiny, wynoszący dla 18°C – 6 min i 51 min, nie jest dłuższy od dopuszczalnego, wynoszącego 60 min.

Ponadto prędkość przepływu powietrza w kabinie (na wysokości fotela i poziomie głowy maszynisty i pomocnika) wynosząca średnio 0,12 m/s jest nie większa od dopuszczalnej wynoszącej w warunkach zimowych (ogrzewanie) – 0,15 m/s i w warunkach letnich (chłodzenie) – 0,25 m/s.

■ W zakresie gęstości pola magnetycznego

Pomiary wykonane w kabinie 1 sąsiadującej z urządzeniami elektrycznymi i magnetycznymi wykazały spełnienie poziomu natężenia (indukcji) pola magnetycznego.

Dla lokomotywy na postoju uzyskano maksymalne wartości wynoszące 0,096 mT, a podczas jazdy (z prędkościami do 100 km/h) – 0,117 mT, zdecydowanie mniejsze od dopuszczalnych, wynoszących 10 mT (dla pola magnetycznego stałego) i 0,5 mT (dla pola magnetycznego o częstotliwości 50 Hz).

■ W zakresie drgań (przyspieszeń) na stanowisku sterowniczym

Badanie realizowano poprzez pomiar przyspieszeń na fotelu maszynisty i na podłodze w trzech kierunkach występowania. Podczas badań realizowanych zarówno na postoju, jak i podczas jazdy z prędkościami od 20 do 100 km/h uzyskano przyspieszenia (jako średnie ważone) na fotelu w kierunku poziomym 0,15 m/s², a w kierunku pionowym 0,23 m/s², a na podłodze odpowiednio 0,03 m/s² i 0,20 m/s². Podane wartości nie przekraczają wartości określających granicę drgań dla 8- i 12-godzinnej zmiany roboczej. Zarejestrowane i obrobione wartości przyspieszeń pozwoliły określić również wartość wskaźnika spokojności biegu, którego maksymalna wartość wyniosła dla drgań w kierunku pionowym (podczas jazdy z $v = 100$ km/h) $Wz = 3,55$, przy wartości dopuszczalnej $Wz = 3,75$.

Reasumując, wszystkie wyniki badań związanych z kabiną sterowniczą wykazały, że uznać należy kabinę za bezpieczną zapewniającą dostateczny komfort jazdy i obsługi dla maszynisty i pomocnika.

Lokomotywy po wykonaniu podstawowych prób i badań zostały ocenione i uzyskały świadectwo dopuszczenia do eksploatacji typu pojazdu kolejowego (T/2006/0848) ważne do 30.06.2007 r.

Niezależnie od prowadzonych prób i badań porównano niektóre wielkości potwierdzające właściwy kierunek modernizacji [18, 22].

■ W zakresie kosztów utrzymania stwierdzono zmniejszanie liczby przeglądów i napraw (planowych i nieplanowych) o około 38%, co powinno teoretycznie zmniejszyć koszty utrzymania o około 50%:

- eksploatacyjne jednostkowe zużycie paliwa w zależności od mocy uzyskanej podczas badań stanowiskowych wynoszą 204, 207 i 215 g/kWh, dla mocy agregatu odpowiednio 100%, 75% i 50% mocy znamionowej, dla lokomotyw niemodernizowanych podczas pracy z mocą znamionową jednostkowe zużycie paliwa wynosi 240–265 g/kWh;
- oszczędności paliwa stanowiącego 80% kosztów eksploatacyjnych w wyniku zmiany silnika spalinowego są szacowane na 15–25%.

Dopuszczone lokomotywy zostały przekazane do normalnej eksploatacji obserwowanej prowadzonej przez użytkownika, tj. Pol-Miedź-Trans Lubin pod nadzorem Instytutu Pojazdów Szynowych „Tabor” w Poznaniu na początku lutego 2006 r. [15].

Również wyniki prowadzonej eksploatacji obserwowanej nie wykazały niewłaściwej pracy układów i urządzeń decydujących o bezpieczeństwie ruchu. Nie stwierdzono również potrzeby reprofilowania zestawów kołowych, mimo że lokomotywy uzyskały następujące przebiegi:

- lokomotywa M62-0161 – 40 352 km
 - lokomotywa M62-1841 – 31 982 km
- w ciężkich warunkach eksploatacyjnych.

Zdaniem obsługi (maszynistów i pomocników) komfort w kabinie sterowniczej uległ zdecydowanej poprawie, przy czym jest jeszcze daleko do uzyskania wnętrza kabiny podobnej (zarówno w zakresie przestrzeni, jak i wyposażenia) do nowoczesnych lokomotyw spalinowych i elektrycznych.

Bardzo ważnym w badaniach eksploatacyjnych było określenie rzeczywistego średniego zużycia paliwa zarówno na 1 km, 1000 btkm, jak i 1 godz. pracy.

Wyniki obliczeń przeprowadzonych na podstawie uzyskanych wyników przedstawiono w tablicy 2.

Trudno zdecydowanie określić i wyciągnąć właściwe wnioski z uzyskanych wyników, biorąc pod uwagę również procentowy udział czasu pracy na biegu jałowym do całkowitego czasu pracy lokomotywy. Należy jednak zauważyć mniejsze zużycie paliwa w granicach 15–25% w porównaniu z tradycyjną lokomotywą M62 oraz lokomotywami spalinowymi o większej mocy, w których zastosowano silniki spalinowe dwusuwowe.

Podsumowanie

Zaprezentowana konstrukcja zmodernizowanej lokomotywy oraz wyniki prób i badań (w tym prób eksploatacyjnych) potwierdzają słuszność wyboru kierunku, tj. przy minimalizacji nakładów inwestycyjnych osiągnąć można znaczącą poprawę parametrów technicznych i ekonomicznych.

Uzyskana w wyniku modernizacji lokomotywa będzie z powodzeniem eksploatowana przez następne kilkanaście lat, a poniesione na modernizację koszty mają się zwrócić w ciągu 5 lat od przekazania lokomotywy do eksploatacji.

Obecnie zostały zmodernizowane dwie lokomotywy na zamówienie Pol-Miedź-Trans Lubin. Być może taka propozycja modernizacji zainteresuje innych operatorów prywatnych dążących do obniżenia kosztów eksploatacyjnych.

Niezależnie od zaprezentowanego zakresu modernizacji istnieje ponadto możliwość wprowadzenia i zabudowy (na życzenie potencjalnego użytkownika):

- mikroprocesorowego sterownika przekładni elektrycznej Usta;
- systemu automatycznej regulacji wydatku powietrza do przewietrzania prądnicy głównej i silników trakcyjnych;
- tablicy pneumatycznej, grupującej dotychczasowe aparaty oraz urządzenia pneumatyczne i elektropneumatyczne (w tym również aparaty hamulcowe);
- powiększonego zbiornika paliwa do pojemności około 5200 l;
- nowoczesnych baterii akumulatorów.

Niezależnie proponuje się kompleksową modernizację kabin sterowniczych, wprowadzając nową izolację termicznoakustyczną, nowe ergonomiczne pulpity (dla maszynisty i pomocnika), nowe fotele, szyby czołowe elektrogrzewcze, ostony przeciwsłoneczne szyb czołowych i zastony okien bocznych, lusterka zewnętrzne oraz nowoczesne układy ogrzewania i wentylacji (w tym układy klimatyzacji).

Ponadto proponować się będzie zastosowanie innych zespołów prądotwórczych, np. amerykańskiego GE FDL 12 EFI i rosyjskiego 12DGM oraz nowoczesnych silników spalinowych firm MTU (12 V 4000 i 16 V 4000) i CAT (dwunasto- i szesnastocylindrowych). Wprowadzenie mocniejszych silników wiązać się będzie jednak ze zmianą prądnicy głównej, napędów pomocniczych i modernizacją silników trakcyjnych [22].

Mamy nadzieję, że wprowadzenie dodatkowych nowych urządzeń, zespołów i układów pozwoli na uzyskanie lokomotywy

Parametry uzyskane podczas badań eksploatacyjnych

Miesiąc.Rok	Przebieg ogółem [km]	Czas pracy ogółem [godz.]	Masa pociągu [1000 btkm]	Sumaryczne zużycie paliwa [dm ³]	Średnie zużycie paliwa			Udział przebiegu luzem do przebiegu brutto [%]
					[dm ³ /1km]	[dm ³ /1000 btkm]	[dm ³ /h]	
Lokomotywa M62-0161								
02.2006	4302	172,67	3 666,113	20 575	5,10	5,61	119,16	8,07
03.2006	9321	342,50	9 826,482	49 180	5,28	5,00	143,59	12,40
04.2006	6389	269,26	6 524,353	36 570	5,72	5,61	135,82	7,87
05.2006	9569	306,42	10 148,543	46 232	4,83	4,56	150,88	7,63
06.2006	5849	227,33	6 492,570	30 520	5,22	4,70	134,25	5,67
07.2006	4922	187,00	5 521,411	22 855	4,46	4,14	122,22	5,41
Lokomotywa M62-1841								
02.2006	3875	171,89	3 458,994	23 310	6,02	6,74	135,66	11,20
03.2006	7728	303,75	8 125,291	43 170	5,59	5,31	142,12	8,70
04.2006	6852	257,09	6 986,467	34 560	5,04	4,95	134,43	8,30
06.2006	6182	263,50	7 581,560	31 992	4,58	4,22	121,41	8,70
07.2006	7345	258,51	18 345,000	31 000	4,13	4,22	119,92	11,30

o jeszcze wyższych walorach użytkowych, cechujących się zmniejszeniem w większym stopniu kosztów eksploatacyjnych i utrzymaniowych.

W następnym artykule proponujemy możliwości modernizacyjne lokomotyw spalinowych serii S200, TEM2, V300 (BR231/232) w oparciu o silniki spalinowe produkowane przez JAC Kolomensky Zavod (Rosja).



Literatura

- [1] Gąsowski W., Marciniak Z.: *Kierunki modernizacji taboru kolejowego*. Materiały Międzynarodowej Konferencji Naukowej Transport XXI wieku. Warszawa 2001.
- [2] Gardas J., Krugiolka J., Marciniak Z., Grek Zb., Kozłowski W.: *Konstrukcja zmodernizowanej spalinowej lokomotywy manewrowej serii SM42-2000*. Materiały XII Konferencji Naukowej „Pojazdy Szynowe”. Poznań – Rydzyna 1996.
- [3] Kardacz A.: *Zakres i tryb realizacji wymagań dla zmodernizowanej lokomotywy spalinowej typu M62 z silnikiem 12CzN26/26*. OR-8957. Opracowanie IPS „Tabor”. Poznań 2005.
- [4] Lebioda A.: *Potrzeby PKP Cargo S.A. w zakresie odnowy parku taborowego lokomotyw*. Materiały seminaryjne „Rynek lokomotyw – rozwiązania techniczne”. Dobieszków 2006.
- [5] Marciniak Z.: *Zmodernizowana spalinowa lokomotywa do ruchu pasażerskiego serii SP32 – konstrukcja i badania*. Pojazdy Szynowe 2/2001.
- [6] Marciniak Z.: *Polonizacja lokomotyw spalinowych i elektrycznych wprowadzanych z zagranicy do Polski*. Prace Naukowe „Transport” nr 1 (21)/2005. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej.
- [7] Marciniak Z.: *Dotychczasowe projekty modernizacji lokomotyw spalinowych w Polsce*. Technika Transportu Szynowego 9/2005.
- [8] Marciniak Z.: *Modernizacja i remontyzacja lokomotyw spalinowych*. Materiały seminarium „Rynek lokomotyw – rozwiązania techniczne”. Dobieszków 2006.
- [9] Marciniak Z.: *Wyposażenie spalinowych i elektrycznych pojazdów szynowych w układy, zespoły i urządzenia gwarantujące bezpieczeństwo ruchu na polskich liniach kolejowych*. Technika Transportu Szynowego 7/2006 i 8/2006.
- [10] Marciniak Z., Durzyński Zb.: *Projekt modernizacji lokomotyw spalinowych serii ST44*. Technika Transportu Szynowego 9/2005.
- [11] Marciniak Z., Pielecha I.: *Badania silników lokomotywy spalinowych w świetle dopuszczenia do eksploatacji na torach polskich linii kolejowych*. Pojazdy Szynowe 3/2006.
- [12] Marciniak Z., Pielecha I.: *Sprawozdanie z badań emisji składników toksycznych spalin silnika lokomotywy spalinowej M62-0161*. SB-2284. Opracowanie IPS „Tabor” Poznań, 2006.
- [13] Marciniak Z., Sienicki S.: *Modernizacja spalinowych lokomotyw serii TEM2*. Pojazdy Szynowe 2/2004.
- [14] Marciniak Z., Sobaś J.: *Kierunki modernizacji spalinowych lokomotyw manewrowych*. Technika Transportu Szynowego 10/1996.
- [15] Plebański B.: *Program eksploatacji nadzorowanej zmodernizowanej lokomotywy spalinowej serii M62*. OR-8992. Opracowanie IPS „Tabor”. Poznań 2006.
- [16] Smolana A., Dyląg W.: *Koncepcja i realizacja modernizacji lokomotywy ST44*. Technika Transportu Szynowego 9/2005.
- [17] *Modernizacja lokomotyw spalinowych TEM2/SM48 z wymianą silnika spalinowego D50, wyprodukowanego przez firmę „JSC Penzadeselmach” na D49 wyprodukowany przez „JSC Kolomensky Zavod”*. Opracowanie niepublikowane. Intergate Poland Sp. z o.o. 2006.
- [18] *Modernizacja lokomotywy spalinowej M62 z silnikiem 12CzN26/26*. Materiały reklamowe Pesa – Bydgoszcz 2006.
- [19] *Oferta techniczna modernizacji lokomotywy spalinowej typu CME3 (S200)*. Opracowanie niepublikowane S.A. „Kolomenskij Zawod”. Intergate Poland Sp. z o.o. 2006.
- [20] *Warunki techniczne wykonania i odbioru zmodernizowanej lokomotywy spalinowej M62 z silnikiem 12CzN26/26*. Opracowanie M62Ko-0136-1. Pesa – Bydgoszcz 2005.
- [21] *Raporty z prób i badań zmodernizowanej lokomotywy M62*. RP-0300; RP-0301; RP-0303; RP-0304; RP-0305. Opracowania IPS „Tabor”. Poznań 2006.
- [22] *Zakres modernizacji i charakterystyka ogólna zmodernizowanej lokomotywy spalinowej M62 z silnikiem 12CzN26/26*. Opracowanie M62Ko-0032-1. Pesa – Bydgoszcz 2005.
- [23] *Układ automatycznej regulacji temperatury wody i oleju SART*. Materiały firmy OAO „Kolomenskij Zawod”.
- [24] *Automatyczny filtr z płukaniem odwrotnym – typ G46*. Materiały firmy Ballfilter Protection Systems.
- [25] *Podgrzewacz wody Thermo 350*. Materiały firmy Webasto.

- [26] *Spurkaranzschmierung für Schienenfahrzeuge*. Materiały firmy Rebs.
- [27] *Dokumentacja techniczno-ruchowa – kolejowe projektory małowagarytowe KPM-24H, KPM-24C dla trakcyjnych pojazdów szynowych*. Materiały firmy Posteor Wrocław.
- [28] *Ultradźwiękowe urządzenie pomiaru paliwa UUPP-1*. Materiały firmy Perpetuum.
- [29] *Dokumentacja techniczno-ruchowa elektrycznych wycieraczek szyb*. Materiały firmy Posteor Wrocław.
- [30] *Instrukcja eksploatacji urządzeń układu oczyszczania powietrza*. Materiały firmy OAO „Kołomskij Zawod”.

Autor
dr inż. Zygmunt Marciniak
Instytut Pojazdów Szynowych „Tabor”- Poznań

➤ *Dokończenie ze s. 63*

- [3] PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Biuro Energetyki. Materiały źródłowe biura energetyki z prowadzonych statystyk i analiz w zakresie utrzymania sieci trakcyjnej.
- [4] Banek A., Kaniewski M.: *Badanie sieci trakcyjnej CMK dla wprowadzenia prędkości 160 km/h*. CNTK. Warszawa luty 1977.
- [5] Roman Z.: *Symulacja współpracy odbieraka prądu z siecią trakcyjną*. Technika Transportu Szynowego 7-8/2001.
- [6] Kaniewski M., Maciołek T.: *Sieci dużych prędkości jazdy na PKP*. MET Warszawa 2003.
- [7] *Wytyczne projektowania i warunki odbioru sieci trakcyjnej z uwzględnieniem standardów i wymagań linii interoperacyjnych*. CBPBBK „Kolprojekt”, Warszawa 2006.
- [8] Głowacki K., Onderka E.: *Sieci trakcyjne*.
- [9] Kawecki A.: *Dobór cech materiałowych przewodów jezdnych przeznaczonych do szybkich pojazdów szynowych*. Praca doktorska AGH 2006.
- [10] *Opracowanie i wdrożenie technologii wytwarzania z miedzi stopowej przewodzących elementów górnej sieci trakcyjnej o znamionowej obciążalności prądowej powyżej 2,5 kA i podwyższonej wytrzymałości mechanicznej*. Projekt celowy AGH/TF Kable SA.
- [11] *Opracowanie i wdrożenie technologii wytwarzania nowej generacji nośno-przewodzącego osprzętu do wysokoobciążalnych trakcji kolejowych*. Projekt celowy AGH/FP Kuca.

III Wrocławskie Forum Logistyki i Technologii Logistycznych WROLOG - 2007

Inżynieria procesów logistycznych Wrocław 27–28 września 2007 r.

- Logistyka zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji
- Systemy automatycznej identyfikacji
- EDI, e-logistyka
- Komputerowe wspomaganie logistyki (CAL)
- Magazynowanie
- Opakowalnictwo
- Systemy transportu wewnętrznego
- Ekologistyka

Komitet organizacyjny

III Forum Logistyki i Technologii Logistycznych WROLOG - 2007

Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn, Politechnika Wrocławska, 50-371 Wrocław, ul. I. Łukasiewicza 7/9

Sekretariat

P. Zając tel. 071 320 27 19

S. Kwaśniowski tel. 071 320 27 33

fax 071 322 76 45

e-mail: wrolog@pwr.wroc.pl

www: www.wrolog.pwr.wroc.pl