

Zmodernizowana spalinowa lokomotywa do ruchu pasażerskiego serii SP32 - - konstrukcja i badania

W artykule przedstawiono opis konstrukcji zmodernizowanej spalinowej lokomotywy serii SP32 do ruchu pasażerskiego, której projekt modernizacji powstał w 1999/2000 r. w IPS „Tabor” Poznań, a prototyp w 2000 r. w ZNLS Piła. Zaprezentowano główne parametry lokomotywy przed i po modernizacji oraz opisano poszczególne zmodernizowane główne układy i zespoły mechaniczne i elektryczne lokomotywy. Ponadto przedstawiono, nowy schemat utrzymania lokomotywy oraz niektóre wyniki prób i badań. W zakończeniu zaprezentowano propozycje głębszej modernizacji lokomotywy, które jeszcze bardziej polepszą jej walory użytkowe.

1. Wstęp

Dążąc do podniesienia trwałości i niezawodności pojazdów szynowych użytkowanych w większości przez Polskie Koleje Państwowe koniecznym staje się z jednej strony pozyskanie taboru nowej generacji, z drugiej natomiast wprowadzenie do realizacji racjonalnego programu modernizacji taboru już eksploatowanego. Powodem tego jest nadążenie za rozwojem techniki i utrzymanie atrakcyjności rynkowej pojazdów. Ponadto modernizacja staje się najszybszą i ekonomicznie uzasadnioną metodą przywrócenia równowagi pomiędzy posiadanym a wymaganym poziomem taboru.

Zasadniczym celem modernizacji taboru jest poprawa jego własności, skierowana głównie na:

- zmniejszenie niekorzystnego oddziaływania na środowisko naturalne,
- zmniejszenie (oszczędność) zużycia energii,
- podniesienie parametrów technicznych i sprawności oraz gotowości technicznej do wykonywania zadań przewozowych,
- ograniczenie kosztów eksploatacji, przeglądów i napraw,
- podniesienie komfortu i bezpieczeństwa pracy obsługi.

Na możliwość i koszt modernizacji wpływa w dużym stopniu wybór pojazdu, a głównym czynnikiem będzie długość okresu użytkowania, który pojazd ma jeszcze przed sobą.

Wśród wielu pojazdów szynowych przeznaczonych do modernizacji poczesne miejsce zajmują lokomotywy spalinowe. Zgodnie z informacjami o zamierzeniach PKP w zakresie zakupów i modernizacji taboru kolejowego w latach 1999-2010 zawartych w „Polityce Taborowej PKP” do modernizacji zakwalifikowano 100 sztuk lokomotyw SP32, 60 sztuk lokomotyw SU45, 30 sztuk lokomotyw SU46, 40 sztuk lokomotyw SP42, 250 sztuk lokomotyw ST43, 40 sztuk lokomotyw ST44 oraz ponad 500 sztuk lokomotyw SM42. Niezależnie od tego proponuje się modyfikację w zakresie poprawy warunków pracy maszynistów oraz zwiększenia bezpieczeństwa ruchu kolejowego wszystkich będących w eksploatacji lokomotyw serii SM31 i SM48.

Najważniejszą i najpilniejszą w w/w wymienionej grupie byłaby modernizacja lokomotyw serii SP42 i SP32. Pierwsza z nich polegająca na wprowadzeniu w miejsce kotła parowego niezależnego agregatu prądotwórczego o mocy około 150 kVA, składającego się z silnika spalinowego firmy Caterpillera oraz krajowej prądnicy synchronicznej została wykonana przez ZNTK „Nowy Sącz” na podstawie dokumentacji konstrukcyjnej opracowanej w 1999 r. przez OBRPS – Poznań (obecnie IPS „Tabor” – Poznań). Modernizacja ta została wykonana na 40 lokomotywach, a moc agregatu pozwalała ogrzać 3÷4 wagony osobowych oraz podgrzać silnik spalinowy napędu głównego lokomotywy i kabinę maszynisty.

Druga modernizacja dotyczyła lokomotyw spalinowych przeznaczonych zasadniczo do ruchu pasażerskiego serii SP32. Lokomotywy te o mocy 957 kW (~1300KM) zostały zakupione przez Polskie Koleje Państwowe w rumuńskich zakładach „23 Augusta” w Bukareszcie w drugiej połowie lat osiemdziesiątych z przeznaczeniem do prowadzenia pociągów pasażerskich o masie około 250 Mg z prędkościami do 100 km/h. Ogółem dostarczonych zostało 150 lokomotyw, z których ze względu na duże koszty eksploatacyjne oraz zastosowane przestarzałe rozwiązania w ruchu pasażerskim wykorzystywanych jest około 50 sztuk.

Pierwsza modernizacja lokomotyw została zapoczątkowana kilka lat temu przez Zakłady Naprawcze Lokomotyw Spalinowych w Pile i polegała na zastąpieniu silnika typu M820SR produkcji rumuńskiej silnikiem typu 12V 396 TC12 firmy Faur na licencji MTU oraz wprowadzeniu mikroprocesorowego regulatora LEC firmy Woodward. Zmiany te wprowadzone tylko na sześciu lokomotywach poprawiły nieznacznie właściwości i niezawodność lokomotywy.

Trzeba było czekać następne kilka lat, by w 1999 roku Przedsiębiorstwo Państwowe PKP ogłosiło przetarg na modernizację lokomotyw SP32. Przetarg ten rozstrzygnięty na korzyść powstałego wcześniej Konsorcjum „Loksmod”, w skład którego wchodziły ZNLS Piła, PZNTK Poznań i ZNTK Nowy Sącz pozwoliły na przyspieszenie wcześniej rozpoczętych prac badawczo – rozwojowych w OBRPS (obecnie IPS „Tabor” – Poznań). Bardzo ważne w całym przedsięwzięciu było również uzyskanie przez ZNLS Piła i IPS

„Tabor” Poznań na realizację prac badawczo – rozwojowych, dofinansowania z Komitetu Badań Naukowych, które pozwoliło na poszerzenie zakresu modernizacji wykraczającej znacznie poza wymagania techniczne dla modernizacji określone przez zamawiającego tj. PP PKP Dyрекcję Kolejowych Przewozów Towarowych „Cargo” Kraków. Modernizacja lokomotyw obejmowała więc wszystkie główne zespoły i układy, za wyjątkiem wózków z silnikami trakcyjnymi oraz zespołów prądnic.

Najważniejszymi zmodernizowanymi zespołami i układami lokomotywy były:

- zespół prądowórczy i układy silnika spalinowego,
- układ sterowania zespołami i całą lokomotywą,
- układ hamulca elektropneumatycznego i elektrodynamicznego,
- urządzenia i aparaty obwodów głównego i pomocniczego,
- obwody diagnostyki pokładowej i stacjonarnej,
- kabina maszynisty
- układ zabezpieczenia przeciwpożarowego.

Prace projektowe zostały zakończone w czerwcu 2000 roku, a już w połowie października został wykonany prototyp zmodernizowanej lokomotywy, a na początku grudnia 2000 roku po przeprowadzonych próbach i badaniach lokomotywa przekazana została użytkownikowi do normalnej eksploatacji z pociągami pasażerskimi.

W wyniku przeprowadzonej modernizacji przewiduje się uzyskać następujące efekty:

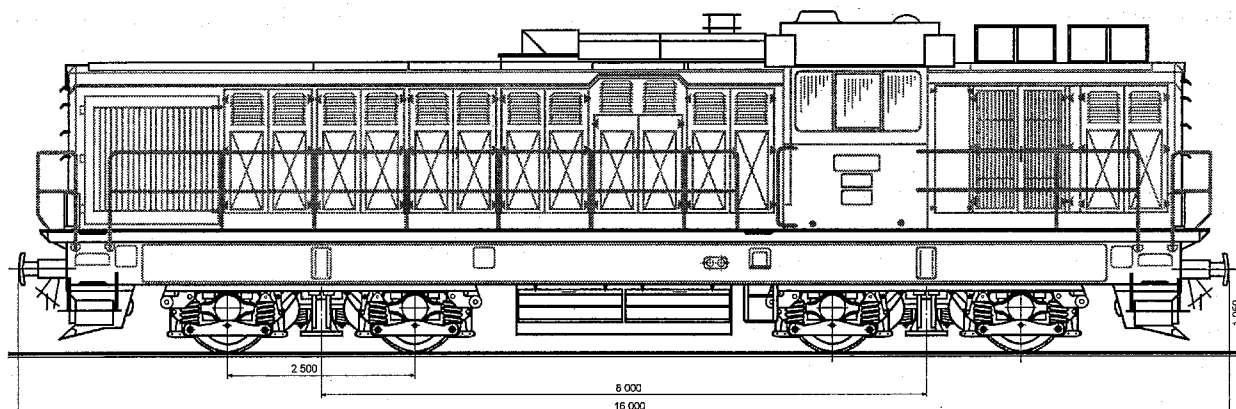
- poprawę własności trakcyjnych poprzez umożliwienie ograniczenia mocy ogrzewania elektrycznego wagonów (i wykorzystania jej na cele trakcyjne) szczególnie w trakcie rozruchu pociągu lub podczas jazdy na wzniesieniach,
- obniżenie kosztów eksploatacji poprzez:
 - zdecydowany wzrost współczynnika gotowości technicznej,
 - zmniejszenie zużycia paliwa i oleju smarnego,

- zmniejszenie zużycia obręczy kół (zwiększenie przebiegów między przetoczeniami) dzięki wprowadzeniu hamulca elektrodynamicznego,
- wydłużenie przebiegów międzyprzeglądowych i międzynaprawczych,
- zmniejszenie pracochłonności procesów przeglądowych i naprawczych,
- zmniejszenie zużycia klocków hamulcowych,
- zmniejszenie ujemnego działania na środowisko poprzez:
 - ograniczenie emisji szkodliwych substancji zawartych w spalinach,
 - likwidację przecieków paliwa, oleju hydraulicznego i smarnego,
 - zmniejszenie hałasu emitowanego przez silnik spalinowy,
- poprawę bezpieczeństwa i komfortu pracy obsługi poprzez:
 - zapewnienie lepszej widoczności sygnałów po zastosowaniu nowych szyb elektrogrzewczych i wycieraczek szyb ze spryskiwaczami,
 - spełnienie wymagań w zakresie ergonomii stanowiska pracy, rozkładu temperatur, natężenia hałasu i drgań w kabinie,
 - spełnienie wymagań w zakresie oświetlenia wewnętrznego kabiny maszynisty, a także oświetlenia zewnętrznego lokomotywy.

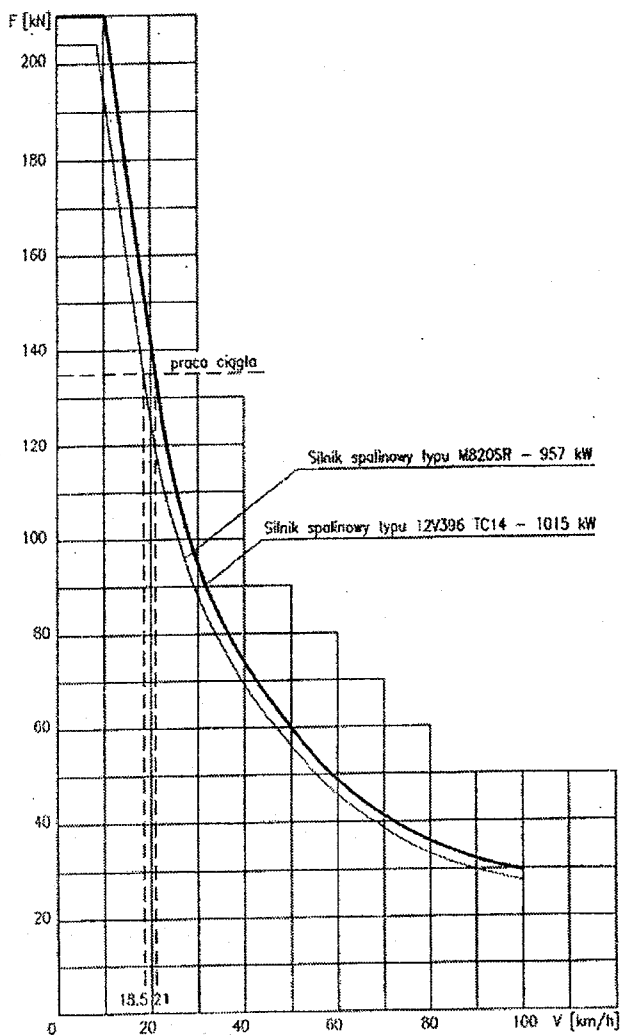
Dalsza część artykułu poświęcona zostanie zaprezentowaniu poszczególnych układów mechanicznych i elektrycznych lokomotywy w szczególności układom i zespołom nowym i zmodernizowanym.

2. Dane ogólne i charakterystyka trakcyjna

Lokomotywa serii SP32 jest przeznaczona zasadniczo do prowadzenia pociągów pasażerskich o masie około 250 Mg. Ogólny widok lokomotywy wraz z podstawowymi wymiarami przedstawiono na rys. 1, a jej charakterystykę trakcyjną przed i po modernizacji na rys. 2.



Rys. 1. Widok i podstawowe wymiary lokomotywy



Rys. 2. Charakterystyka trakcyjna lokomotywy przed i po modernizacji

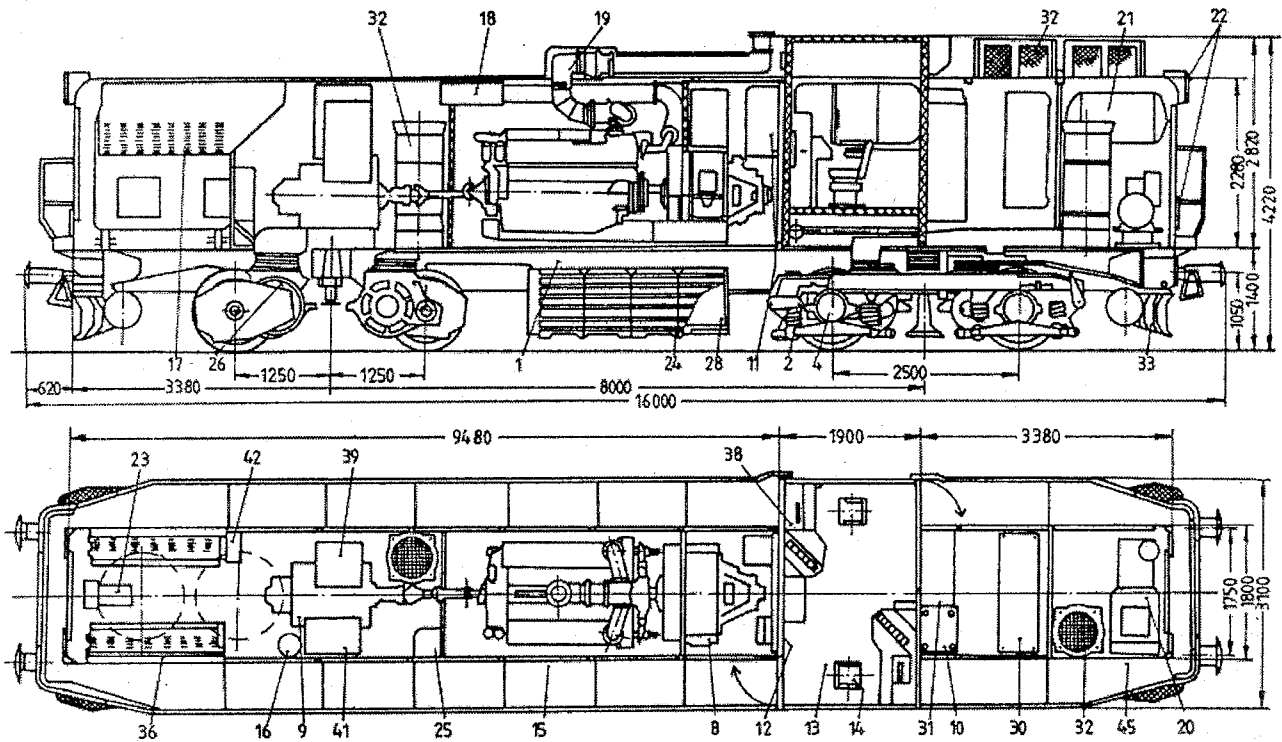
Podstawowe parametry techniczne lokomotywy przedstawiają się następująco (przed/po modernizacji):

- szerokość toru 1435/1435 mm,
- układ osi B₀-B₀/B₀-B₀,
- skrajnia lokomotywy wg UIC505-1/
wg UIC505-1,
- moc silnika spalinowego 957/1015kW,
- moc na cele trakcyjne 760/≥850 kW,
- moc na cele grzewcze (max) 250/≥250 kW,
- znamionowe napięcie zasilania wagonów 3/3kV,
- rodzaj przekładni AC-DC/AC-DC,
- napięcie zasilania układów pomocniczych i sterujących 110/24 i 110 V DC,

- nominalny nacisk zestawu na tor 183/<183 kN,
- siła pociągowa przy rozruchu >204/>210 kW,
- masa lokomotyw 74,5/<74,5 Mg,
- prędkość:
 - maksymalna 100/100 km/h,
 - ciągła ~13/~16 km/h,
- najmniejszy promień łuku 160/160 m,
- wymiary lokomotywy:
 - długość ze zderzakami 16/16 m,
 - szerokość 3,1/3,1 m,
 - wysokość 4,22/4,22 m,
 - baza lokomotywy 8/8 m,
 - baza wózka 2,5/2,5 m,
 - średnica toczna koła 1,1/1,1 m,
- system hamulca:
 - powietrzny Oerlikon/SAB-Wabco,
 - elektrodynamiczny oporowy/oporowy,
 - postojowy karbowo-śrubowy/
karbowo-śrubowy.

Zmodernizowana lokomotywa SP32 z przekładnią elektryczną jest lokomotywa jednokabinową. Do kabiny sterowniczej prowadzą dwie drzwi z pomostów bocznych. Nadwozie lokomotywy składa się z ostoi stanowiącej główny element nośny, kabiny sterowniczej oraz obudowy ścian przedziału silnika spalinowego i chłodnic, a także obudowy przedziału urządzeń elektrycznych i opiera się na dwóch dwuosiowych wózkach. W kabinie sterowniczej znajdują się dwa pulpity sterownicze, na których zabudowano nastawniki momentu i hamowania, manipulatory hamulca zespolonego i dodatkowego, manometry, wyświetlacz oraz wyłączniki i przełączniki. W przedziale silnikowym znajduje się główny zespół prądotwórczy (silnik+zespół prądnic głównej) zamocowany na wspólnej ramie, prądnicza grzewcza, zespół chłodnicy silnika spalinowego, filtry powietrza, tablica pneumatyczna, szafa z aparaturą niskiego napięcia układu ogrzewania pociągu, prostownik ogrzewania pociągu, wymiennik ciepła, podgrzewacz, żaluzje zespołu chłodnic, wentylator chłodzenia silników trakcyjnych wózka drugiego i stałe urządzenia gaszące. W przedziale urządzeń elektrycznych znajdują się szafa z aparaturą wysokiego napięcia, zespół prostowników, wentylator chłodzenia silników trakcyjnych wózka pierwszego, szafa z aparaturą wysokiego napięcia ogrzewania pociągu, szafa z aparaturą niskiego napięcia oraz zbiornik główny powietrza.

Rozmieszczenie maszyn i urządzeń w zmodernizowanej lokomotywie pokazano na rys. 3.



Rys. 3. Rozmieszczenie maszyn i urządzeń w lokomotywie

- 1 – ostoja, 2 – wózek, 4 – zestaw kołowy, 8 – zespół prądowórczy, 9 – prądnica grzewcza, 11 – tablica pneumatyczna, 12 – umywalka, 13 – kabina maszynisty, 14 – fotel maszynisty, 15 – kabina maszynowa, 16 – zbiornik oleju hydraulicznego, 17 – agregat chłodycy, 18 – dolot powietrza, 19 – wylot spalin, 20 – sprężarka powietrza, 21 – zbiornik powietrza, 22 – reflektor, 23 – podgrzewacz wody, 24 – zbiornik paliwa, 25 – zbiornik urządzenia gaszącego, 26 – silnik trakcyjny, 28 – skrzynia akumulatorowa, 30 – szafa WN, 31 – szafa NN, 32 – wentylator silników trakcyjnych, 33 – odgarniacz, 36 – żaluzje, 37 – opornica hamulca ED, 38 – pulpit maszynisty, 39 – prostownik ogrzewania, 40 – szafa WN ogrzewania, 41 – szafa NN ogrzewania, 42 – szafka narzędziowa, 45 – pomost

Z lewej strony przedziału silnika spalinowego pod pomostem znajduje się kanał z przewodami układu sprężonego powietrza i przewodem wysokiego napięcia układu ogrzewania pociągu, a z prawej strony pod pomostem kanał z przewodami elektrycznymi. Na dachu przedziału silnika spalinowego zamocowano tłumik wylotu spalin, a na dachu przedziału urządzeń elektrycznych zespół rezystorów hamulca elektrodynamicznego. Pod ostoją lokomotywy zabudowano zbiornik główny paliwa, zbiornik główny powietrza, skrzynie baterii akumulatorów 24 V i 96 V oraz zgarniacze. Na obu czółownicach są zamocowane urządzenia ciągłowe i zderzaki, sprzęgi ogrzewania elektrycznego pociągu oraz kurki i sprzęgi hamulcowe. Ostoja lokomotywy spoczywa na ramach wózków za pośrednictwem usprężynowania drugiego stopnia, a przeniesienie siły pociągowej i hamującej realizuje czop skrętu.

3. Opis zmodernizowanych układów lokomotywy

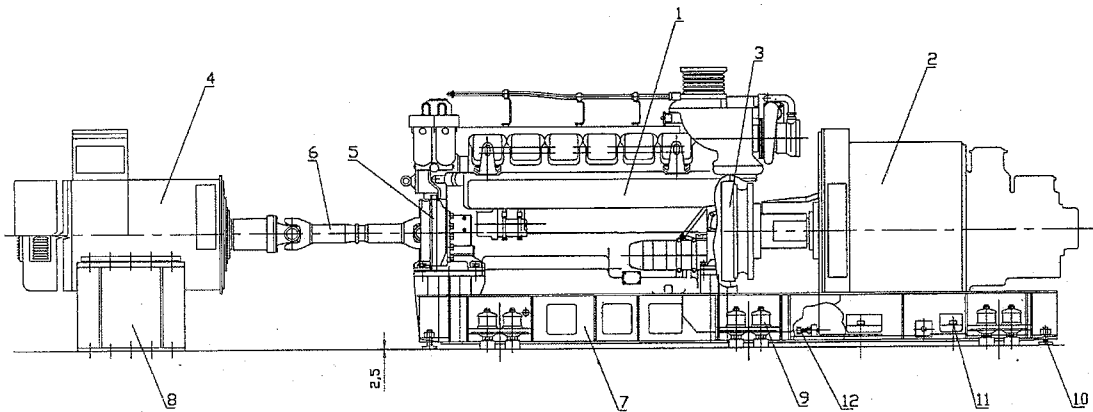
3.1. Zespół prądowórczy

W skład zespołu prądowórczego przedstawionego na rys. 4 (napędu głównego i pomocniczego) wchodzi następujące

maszyny i urządzenia: silnik spalinowy 12V 396 TC14, zespół prądnicy głównej GST1-2, sprzęgło główne, prądnica grzewcza, wał przegubowy, sprzęgło elastyczne oraz układy sterujące przyporządkowane do silnika.

Silnik spalinowy wraz z zespołem prądnicy głównej ustawiony jest na wspólnej ramie. Nowymi urządzeniami w zespole są: silnik spalinowy, jego układ sterowania oraz sprzęgło łączące silnik z prądnicą główną, a także wał przegubowy i sprzęgło łączące silnik z prądnicą grzewczą.

Silnik spalinowy typu 12V 396 TC14 produkcji MTU z Friedrichshafen jest czterosuwowym silnikiem wysokoprężnym, 12 – cylindrowym, chłodzonym cieczą, lewobieżny z wtryskiem bezpośrednim z doładowaniem turbosprężarką zasilaną gazami spalinowymi i z chłodzeniem powietrza. Silnik cechuje się wysoką niezawodnością określoną minimum 24.000 godzin pracy do naprawy głównej, niskim jednostkowym zużyciem paliwa i oleju smarnego oraz małą (poniżej wartości cyklu F wg ISO 8178-4) emisją substancji szkodliwych do atmosfery.



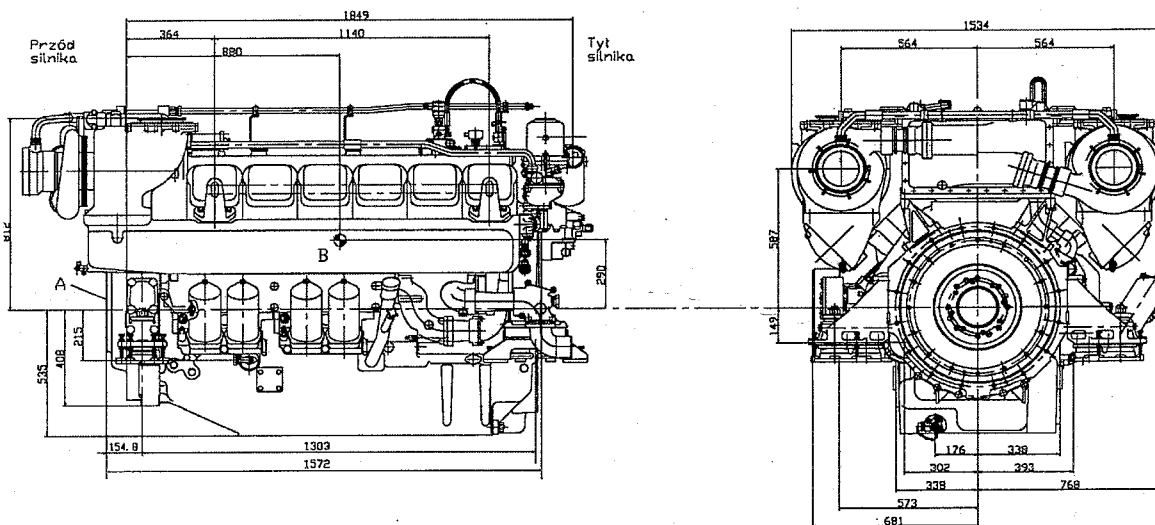
Rys. 4. Zespół prądowórczy

1 – silnik spalinowy MTU 12V396TC14, 2 – prądnica główna GST-1-2, 3 – sprzęgło główne,
4 – prądnica grzewcza GSTI, 5 – sprzęgło, 6 – wał przegubowy, 7 – rama zespołu prądowórczego,
8 – rama prądnicy grzewczej, 9 – element metalowo-gumowy, 10 – odbijak, 11 – śruby M30, 12 – śruby M24

Główne parametry silnika przedstawionego na rys. 5 są następujące:

- moc 1015kW,
- prędkość obrotowa:
- znamionowa 1500 obr/min,
- biegu luzem 600 obr/min,
- średnica tłoka 165 mm,
- skok tłoka 185 mm,

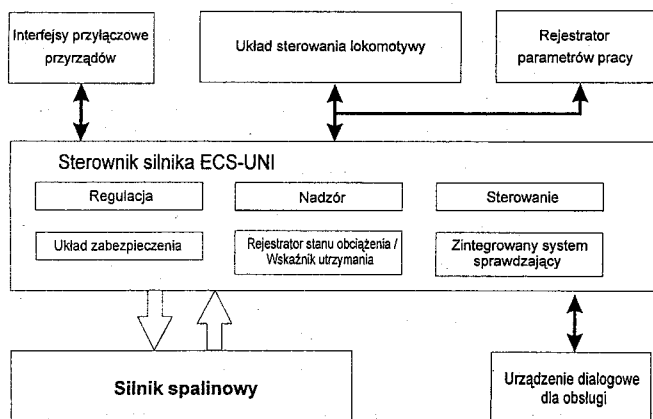
- doładowanie turbosprężarka,
- zużycie paliwa 208 g/kWh,
- zużycie oleju 1 g/kWh,
- masa silnika 3520 kg,
- gabaryty:
- długość 2430 mm,
- szerokość 1534 mm,
- wysokość 1400 mm.



Rys. 5. Silnik spalinowy 12 V 396 TC14 firmy MTU

Silnik napędza poprzez sprzęgło elastyczne firmy Voith Küsel dotychczasowy zespół prądnic zabudowanych wspólnie na zrekonstruowanej ramie. Z drugiej strony silnika za pośrednictwem nowego wału przegubowego i sprzęgła elastycznego napędzana jest dotychczasowa prądnica grzewcza. Z tej samej strony zabudowana została na silniku nowa pompa napędu hydrostatycznego wentylatorów chłodnicy z płynną regulacją obrotów. Ponadto w zespole prądowórczym wprowadzono nowy jednobiegowy układ chłodzenia, podgrzewacz wody, filtry układu dolotu powietrza i nowy kolektor w układzie wylotu spalin.

Sterowanie zespołem silnik spalinowy – prądnica główna odbywa się za pomocą sterownika elektronicznego ECS składającego się z regulatora ilości obrotów i mocy, układu automatycznego rozruchu, układu awaryjnego zatrzymania silnika z automatycznym zatrzymaniem silnika przy nadmiernej ilości obrotów lub zaniku ciśnienia oleju smarowego, układ logiki opracowania wartości mierzonych dla seryjnego przekazywania danych. Schemat blokowy układu sterowania przedstawiono na rys. 6.



Rys. 6. Schemat blokowy sterowania silnikiem spalinowym

Regulator ECS spełnia następujące zadania:

- reguluje parametry pracy silnika (obroty, stopień obciążenia, moc),
- nadzoruje utrzymaniem zadanych wartości temperatury, ciśnienia, ilości obrotów i mocą,
- steruje przebiegiem rozruchu i zatrzymania, wyłączeniem cylindrów oraz zamknięciem klap awaryjnego zatrzymania,
- nadzoruje poprzez zintegrowany system czujniki, elementy wykonawcze oraz układy elektroniki,
- zabezpiecza silnik za pomocą układu regulacji rozruchu, zatrzymania silnika oraz ograniczenia mocy,
- określa diagram obciążenia silnika i oblicza okresy międzyprzeglądowe,
- przygotowuje zestaw danych dla urządzenia dialogowego oraz zestaw danych do sterowania lokomotywy.

Elektroniczny sterownik ECS zabudowany został w szafie aparatów niskiego napięcia.

3.2. Układ sterowania zespołami i całą lokomotywą

Sterowanie pracą silnika spalinowego (poprzez regulator ECS), układu napędowego lokomotywy, hamulca elektrodynamicznego i prądnicy grzewczej realizowany jest przez nowoczesny mikroprocesorowy sterownik Intelo. Sterownik zastępuje przekaźniki pośredniczące i zabezpieczające upraszczając układ sterowania lokomotywy. Funkcje realizowane przez sterownik, algorytmy sterowania i graniczne wartości parametrów pracy mogą być modyfikowane przez zmiany w oprogramowaniu sterownika. Sterownik realizuje następujące funkcje:

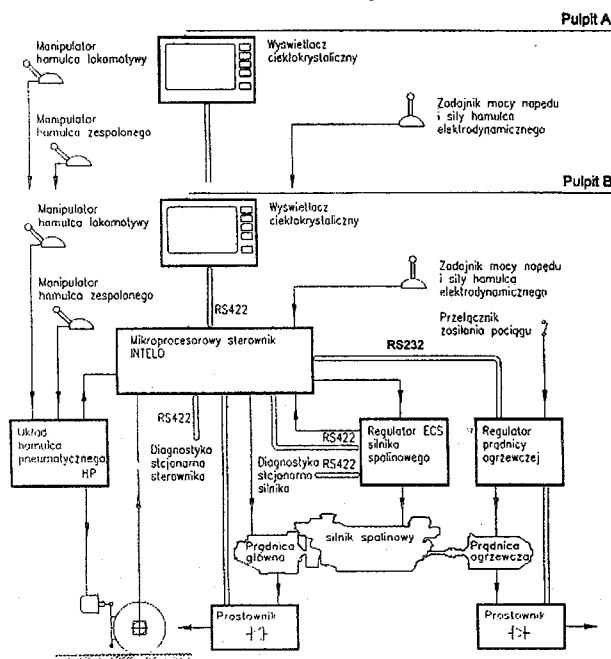
- współpracuje z regulatorem ECS,
- kontroluje warunki rozruchu silnika spalinowego,
- awaryjnie zatrzymuje silnik spalinowy i wyłącza wzbudzenia prądnic,
- stabilizuje zadaną siłę pociągową w przedziale prędkości, w którym moc napędu jest mniejsza od zadanej,
- stabilizuje zadaną zadajnikiem wartość siły hamowania hamulcem elektrodynamicznym,
- zapewnia współpracę hamulca elektrodynamicznego z hamulcem zespolonym,
- dokonuje pomiaru i wskazuje siłę hamulca elektrodynamicznego,

- wyłącza i blokuje pracę hamulca elektrodynamicznego – przy hamowaniu hamulcem dodatkowym,
 - steruje pracą wentylatorów układu chłodzenia silników trakcyjnych,
 - trwale ogranicza moc napędu przy przeciążeniu silnika spalinowego i uszkodzeniu wentylacji,
 - dobiera i nastawia prędkość obrotową i moc silnika spalinowego,
 - współpracuje z regulatorem napięcia prądnicy grzewczej,
 - wybiera konfigurację obwodu głównego,
 - ogranicza moc silnika przy niskiej i wysokiej temperaturze w układzie chłodzenia,
 - steruje bocznikowaniem silników trakcyjnych,
 - zmniejsza prąd wzbudzenia prądnicy głównej przy poślizgu kół,
 - załącza zawór przeciwslizgowy i zawór piasecznic przy poślizgu kół,
 - kontroluje i ogranicza napięcie prądnicy głównej,
 - kontroluje i ogranicza prąd silników trakcyjnych,
 - kontroluje stan naładowania baterii akumulatorów,
 - kontroluje napięcie prądnicy pomocniczej,
 - zabezpiecza obwód główny przed nadmiernym wzrostem napięcia i skutkami zwarcia do masy,
 - zabezpiecza silniki trakcyjne przed nadmiernym wzrostem prądu,
 - zabezpiecza obwód wzbudzenia silników trakcyjnych podczas hamowania elektrodynamicznego,
 - zabezpiecza rezystory hamowania przed przekroczeniem prądu i skutkami zaniku wentylacji,
 - rejestruje czas pracy silnika spalinowego,
 - rejestruje ilość energii elektrycznej wytworzonej przez prądnicę główną i prądnicę grzewczą.
- Sterownik Intelo przekazuje informacje o:
- zadziałaniu zabezpieczenia prostownika głównego przed nadmiernym wzrostem temperatury,
 - zadziałaniu zabezpieczenia prostownika głównego przed nadmiernym wzrostem prądu fazowego,
 - zadziałaniu zabezpieczenia prostownika głównego przed zwarcie,
 - parametrach silnika spalinowego.

Schemat blokowy układu sterowania lokomotywy w części obsługiwanej przez sterownik Intelo przedstawiono na rys. 7.

Sterownik Intelo 118 jest zintegrowanym specjalizowanym modułem sterującym w czasie rzeczywistym pracą układu napędowego lokomotywy, prądnicy grzewczej i hamulca elektrodynamicznego lokomotywy. Optymalizuje on parametry pracy sterowanych urządzeń z jednoczesnym monitorowaniem i diagnozowaniem ich stanu technicznego. Sterownik jest wykonany w technice mikroprocesorowej i komunikuje się ze związanymi z nim urządzeniami poprzez wejścia i wyjścia cyfrowe. Sygnały wielkości mierzonych są dołączone do wejść analogowych sterownika bezpośrednio lub przez przetworniki pomiarowe, standaryzujące przetwarzane wartości wyjściowe tych sygnałów. Zależności funkcjonalne występujące pomiędzy sterowanymi urządzeniami, algorytmy i procedury sterujące oraz diagnostyczne, nominalne i graniczne parametry pracy urządzeń tworzy program pracy systemu, który zapisany jest w pamięci sterownika. W pamięci sterownika zapisywane są także rejestrowane parametry pra-

cy układu napędowego i prądnicy grzewczej oraz informacje o stwierdzonych nieprawidłowościach w pracy sterowanych, dozorowanych i diagnozowanych urządzeń.



Rys. 7. Schemat blokowy zintegrowanego układu sterowania silnikiem spalinowym, napędem, hamulcem elektrodynamicznym i zasilaniem elektrycznym ogrzewania pociągu

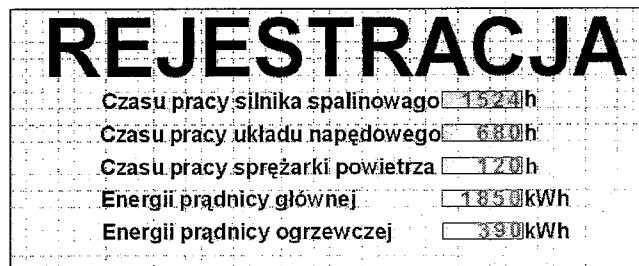
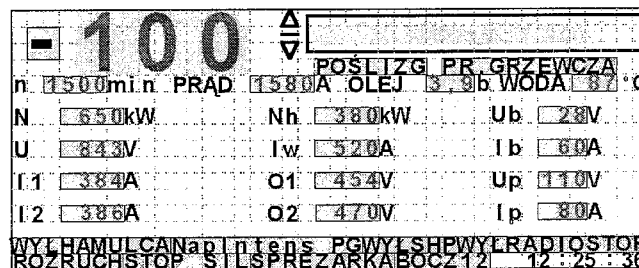
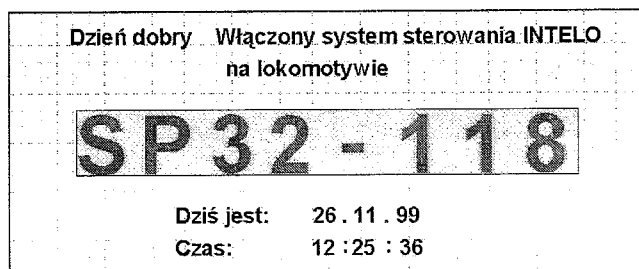
Z regulatorem ECS silnika spalinowego sterownik połączony jest sprzężeniem szeregowym RS422, przez który przesyłane są informacje o wartościach wszystkich istotnych parametrów pracy silnika spalinowego i jego układów, w tym prędkości obrotowej silnika, dawce paliwa, położeniu kłapa awaryjnego wyłączenia silnika, temperaturze cieczy chłodzącej, ciśnieniu oleju smarującego i o stopniu zanieczyszczenia filtrów powietrza.

Z regulatorem napięcia prądnicy grzewczej sterownik połączony jest sprzężeniem szeregowym RS232, przez który przesyłane są informacje o wielkości prądu i napięcia w obwodzie ogrzewania składu pociągu, działaniu zabezpieczeń prądnicy i prostownika. Przez sprzęg sterownik nastawia wymaganą wartość napięcia prądnicy, względnie wyłącza jej wzbudzenie.

Wejściowe sygnały analogowe pozwalają na pomiar wartości prądu elektrycznych silników trakcyjnych i ich napięcia zasilania, napięcia i prądu wzbudzenia silników trakcyjnych podczas hamowania elektrodynamicznego, napięcia i prądu w obwodach sterowania 110 V i 24 V DC, obrotów i obciążenia silnika spalinowego. Wejściowymi sygnałami analogowymi są także: sygnał elektryczny nastawiający wymaganą wartość siły hamowania hamulca elektrodynamicznego i sygnał napięciowy informujący o obciążeniu silnika spalinowego.

Sterowanie pracą napędu lokomotywy i hamulca elektrodynamicznego realizowane jest za pomocą zewnętrznych łączników i realizatorów umieszczonych na pulpitych sterowniczych. Parametry pracy sterowanych urządzeń pokazywane są na pulpitych wyświetlaczach ciekłokrystalicznych, na których prezentowane są wartości zadane i aktualnie

zmierzone. Przykładowe strony wyświetlane na ekranach przedstawiono na rys. 8.



Rys. 8. Przykłady informacji eksploatacyjnych wyświetlanych na ekranach wyświetlaczy pulpitych

Sterownik Intelo rejestruje ponadto: całkowity czas pracy silnika spalinowego, czas jego pracy pod obciążeniem, energię zużyta przez układ napędowy lokomotywy, energię wytworzoną przez prądnicę grzewczą i czas pracy sprężarki powietrza.

3.3. Obwody diagnostyki pokładowej i stacjonarnej

Lokomotywa wyposażona została w nowoczesną diagnostykę pokładową i stacjonarną, którą objęte są:

- sterownik (autodiagnostyka),
- silnik spalinowy z regulatorem,
- obwód główny lokomotywy,
- układ hamulca elektrodynamicznego,
- układ zasilania ogrzewania składu pociągu.

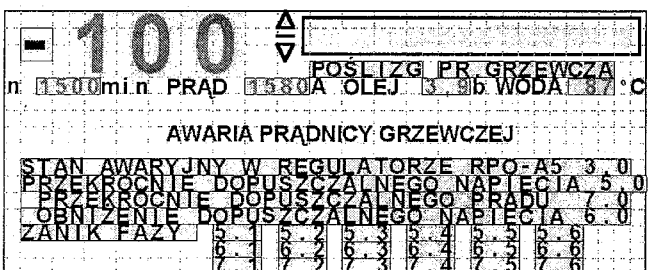
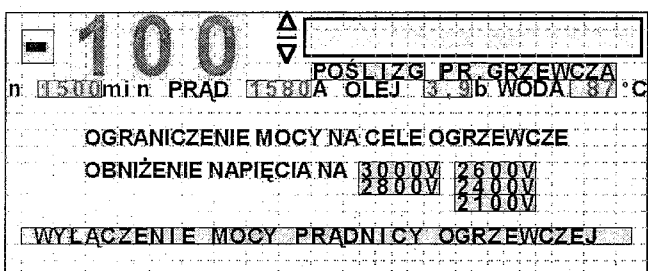
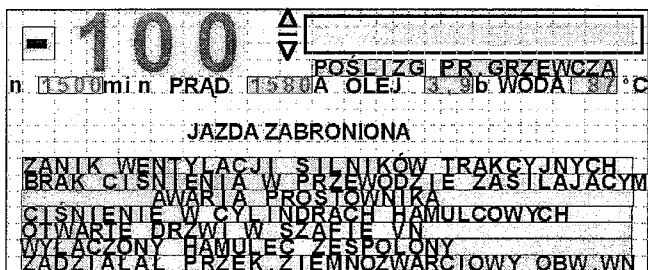
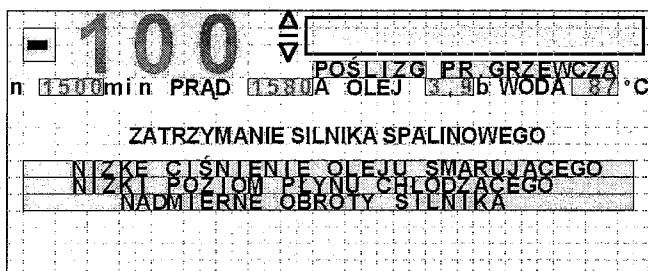
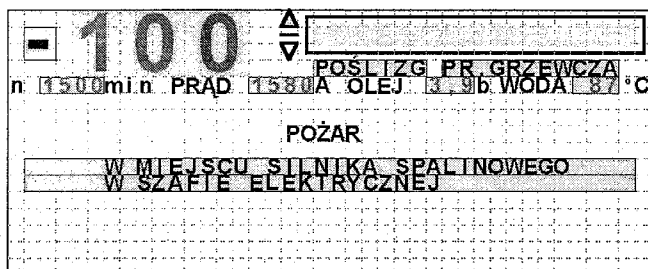
Do diagnostyki wykorzystywane są przetworniki pomiarowe i sygnały, które służą procesom sterowania, regulacji i zabezpieczania.

Diagnostyka realizowana jest poprzez:

- sterownik Intelo dla samego sterownika, jego przetworników pomiarowych, programów oraz obwodu głównego lokomotywy w tym prądnicy głównej i silników trakcyjnych, prostownika, aparatów elektrycznych, układu hamulca elektrodynamicznego i baterii akumulatorów,

- regulator silnika spalinowego dla samego regulatora, jego przetworników pomiarowych, programów oraz silnika spalinowego,
- regulator napięcia prądnicy grzewczej dla regulatora, jego przetworników pomiarowych, programów oraz silnika spalinowego.

Sygnaly informujace o powstalych usterkach i uszkodzeniach w ukkladach diagnozowanych przez regulatory silnika spalinowego i prądnicy grzewczej są poprzez sprzęgi RS422 kierowane do sterownika Intelo, rejestrowane w jego pamieci i prezentowane na wyswietlaczach ciekłokrystalicznych. Przykładowe okno wyswietlacza informujace o powstałej usterce lub awarii przedstawiono na rys. 9.



Rys. 9. Przykłady informacji o usterkach i awariach wyświetlone na ekranach wyswietlaczy pulpitowych

Do grupy informacji o powstałej usterce lub awarii należą informacje o:

- trwałym lub czasowym ograniczeniu mocy silnika spalinowego,
- awaryjnym wyłączeniu silnika spalinowego,
- przekroczeniu maksymalnej prędkości obrotowej silnika spalinowego,
- przekroczeniu granicznych wartości parametrów pracy obwodu głównego,
- zwarciu do masy lokomotywy obwodu głównego,
- awarii prostownika, wentylatorów, bloku chłodzenia, obwodów ogrzewania pociągu i hamulca elektrodynamicznego.

Informacje o usterce lub awarii są pokazywane na wyswietlaczu tylko w chwili ich powstania i pozostają na ekranie tak długo, aż maszynista ich nie potwierdzi przez naciśnięcie odpowiedniego przycisku, co przywróci pierwotny stan ekranu wyswietlacza. Fakt przyjęcia przez maszynistę informacji o powstałym zadaniu przechowywany jest w pamieci sterownika.

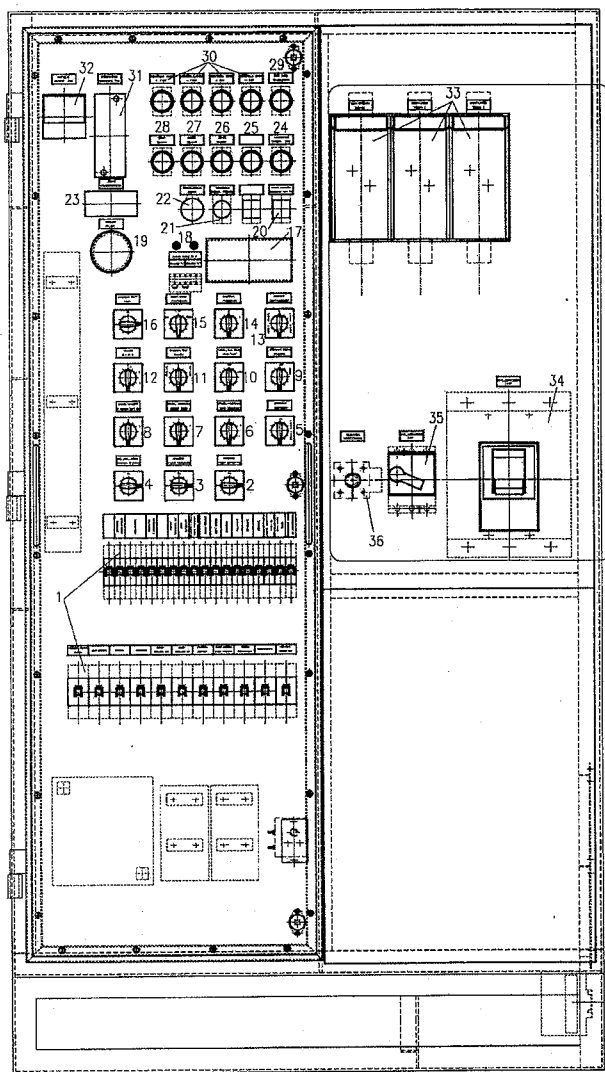
Informacje diagnostyczne dostępne są dla pracowników serwisu i wykorzystywane są do testowania układów oraz oceny stanu poszczególnych podzespołów lokomotywy i sterownika. Dostępność informacji zawartych w sterowniku, śledzenie parametrów, zmiana nastawy parametrów możliwe są przy użyciu komputera klasy PC. Mikrokomputer łączony jest ze sterownikiem Intelo lub regulatorem silnika spalinowego przez sprzeg RS422.

Sterownik udostępnia także informacje o stanie hamulca pneumatycznego takie jak: ciśnienie w cylindrach hamulcowych, wyłączeniu urządzenia SHP i radiostopu, ciśnienia powietrza w zbiorniku głównym, spadek (ubytek) sprężonego powietrza. Wszystkie informacje diagnostyczne mogą być transmitowane przez odpowiedni moduł za pośrednictwem sieci GSM.

3.4. Obwód główny i pomocniczy

Obwód główny lokomotywy, za wyjątkiem wymiany styczników rumuńskich zawierających azbest na styczniki krajowe bezazbestowe typu SPG i SPO, prostowników typu LI na prostowniki MRT LDE oraz rekonstrukcji szaf wysokiego napięcia, nie uległ żadnej poważniejszej zmianie. Rekonstrukcje przeprowadzono natomiast w układzie elektrycznego ogrzewania wagonów, a zwłaszcza w układzie sterowania mając za cel poprawę własności trakcyjnych lokomotywy.

W miejsce stosowanego dotychczas na lokomotywie regulatora napięcia RTI110/52 wykonanego w technice elementów dyskretnych zastosowano nowoczesny elektroniczny regulator napięcia współpracujący ze sterownikiem Intelo. Nowy regulator spełnia następujące zadania:



Rys. 10. Szafa niskiego napięcia

1 – samoczynne-zabezpieczenie obwodów, 2 – wyłącznik hamulca elektrodynamicznego, 3 – wyłącznik hamulca zespolonego, 4 – odłączenie zasilania zegara podgrzewacza do baterii, 5 – ogrzewanie elektryczne, 6 – oświetlenie przedziału silnikowego, 7 – oświetlenie przedziału urządzeń elektrycznych, 8 – oświetlenie urządzeń w drzwiach szafy NN, 9 – sterowanie ręczne sprężarki, 10 – wentylatory silników trakcyjnych, 11 – wyłącznik grup silników, 12 – hamulec O-T-P, 13 – wentylator ssąco-tłoczący, 14 – załączenie nagrzewnicy, 15 – rodzaj pracy podgrzewacza, 16 – załącznik pompy paliwa, 17 – wskaźnik ilości paliwa w zbiorniku, 18 – diody sygnalizacji „kontrola izolacji 24 V”, 19 – wskaźnik „poziom paliwa”, 20 – przycisk „odblokowanie sygnalizacji zanieczyszczenia filtra paliwa”, 21 – przycisk „kontrola sygnalizacji pożaru”, 22 – buczek „sygnalizacja awarii”, 23 – sterownik „zegar podgrzewacza”, 24 – lampka sygn. „ładowanie baterii 24 V”, 25 – lampka sygn. „woda w filtrze paliwa”, 26 – przycisk „start silnika”, 27 – przycisk „reset silnika”, 28 – przycisk „stop silnika”, 29 – przycisk „test diod świecących”, 30 – przycisk służący do kontroli masy napięć 110 V i 24 V, 31 – przełącznik sygnalizacji zwarcia do ziemi obwodu 110 V, 32 – miernik pomiaru napięcia baterii 24 V, 33 – gniazda rozłącznikowe bezpieczników silników sprężarki i wentylatorów, 34 – wyłącznik samoczynny „wyłącznik obwodów 110 V”, 35 – wyłącznik samoczynny „wyłącznik obwodów 24 V”, 36 – łącznik z kluczem blokady „blokada ogrzewania”, 37 – test hamulca ED

- utrzymuje zadaną wartość napięcia wyjściowego,
- nastawia wartość napięcia wyjściowego prądnicy grzewczej, zadawanego poprzez sterownik Intelo (w przypadku ograniczenia mocy na cele grzewcze),
- wyłącza i załącza prądnicę grzewczą sygnałem sterownika Intelo,
- zabezpiecza przed nadmiernym wzrostem i spadkiem napięcia wyjściowego,
- zabezpiecza przed zanikiem jednej z faz.

Ponadto w układzie ogrzewania zmienione zostały styczniki rumuńskie z azbestem na krajowe typu SPG z komorami bezazbestowymi. Największe zmiany zostały poczynione w obwodach pomocniczych, w wyniku rekonstrukcji układu rozruchowego silnika spalinowego. Obwody pomocnicze posiadają więc dwa poziomy napięcia – 24 V i 110 V DC. Szafę niskiego napięcia, w której nastąpiły największe zmiany pokazano na rys. 10

Napięciem 24 V zasilane są obwody oświetlenia zewnętrznego i wewnętrznego oraz sterowania i rozruchu silnika spalinowego. Zasilanie tych obwodów odbywa się z nowej baterii akumulatorów, natomiast po rozruchu obwody te oraz ładowanie baterii akumulatorów są zasilane z alternatora zabudowanego na silniku. Napięciem 110 V, wytworzonym przez dotychczasową prądnicę pomocniczą zasilane są silniki wentylatorów silników trakcyjnych, obwód szybkościomierza, SHP, szyby grzewcze, obwody sterowania lokomotywy i sygnalizacji pożarowej oraz silnik sprężarki i kuchenka. W oświetleniu zewnętrznym (dół i góra) zastosowano reflektory halogenowe, a zmniejszone gniazda dolne ułatwiają wejście i przejście na pomost przedni i tylny

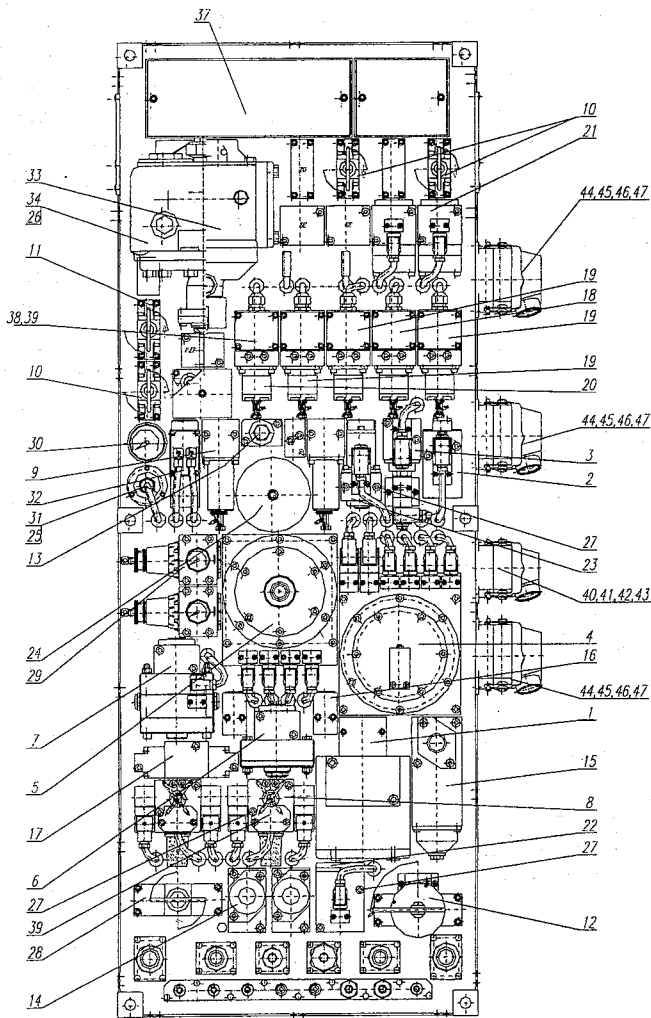
W oświetleniu przedziałów maszynowych zastosowano lampy ze zmodyfikowanymi oprawami. Oświetlają one wnętrza szafy wysokiego napięcia oraz przedziały silnika spalinowego i urządzeń elektrycznych. W kabinie maszynisty zabudowano plafonierę ze świetlówkami rurowymi z bezstopniową regulacją natężenia oświetlenia. Ponadto na pulpitych sterowniczych zabudowano na wysięgniku lampkę oświetlenia punktowego.

3.5. Układy hamulca pneumatycznego i elektrodynamicznego

W lokomotywie zastosowane zostały następujące rodzaje hamulców:

- zespolony hamulec elektropneumatyczny przeznaczony do hamowania zarówno lokomotywy jak i prowadzonego pociągu,
- hamulec elektrodynamiczny,
- dodatkowy hamulec do hamowania lokomotywy,
- hamulec postojowy typu karbowego,
- hamulec bezpieczeństwa.

Urządzenia wykonawcze hamulca zabudowane na wózkach pozostały bez zmian. Sterowanie działaniem układu hamulca odbywa się za pośrednictwem binarnych sygnałów elektrycznych przekazywanych przez manipulatory hamulca zespolonego i dodatkowego zabudowanych na pulpitych sterowniczych. Wszystkie aparaty pneumatyczne i elektropneumatyczne zostały zabudowane na specjalnej tablicy przedstawionej na rys. 11.



Rys. 11. Tablica aparatów układu pneumatycznego lokomotywy

1 – przełącznik HZ, 2 – zespół napchnienia uderzeniowego HZ, 3 – zespół redukcyjny HZ, 4 – zespół stopniujący HZ-U, 5 – zespół stopniujący HD, 6 – jednostopniowy przełącznik ciśnienia, 7 – przełącznik ciśnienia ED, 8 – zespół hamowania nagłego G1 sterowany elektr., 9 – zawór redukcyjny G1/8, 10 – Zawór odcinający kulowy 3/2-G3/8, 11 – wyłącznik hamulca, 12 – zawór odcinający kulowy 2/2-G1 z sygnalizacją elektr., 13 – filtr G1/4, 14 – filtr G3/4, 15 – filtr z odwadniaczem G1, 16 – zawór zwrotny G3/8, 17 – podwójny zawór zwrotny G3/4, 18 – wyłącznik ciśnieniowy 15-14ZH02, 19 – wyłącznik ciśnieniowy 35-14ZH02, 20 – wyłącznik ciśnieniowy 120-14HZ02, 21 – serworozdzielacz pneumatyczny 3/2-G3/8, 22 – serworozdzielacz pneumatyczny 2/2NO-G1, 23 – urządzenie przestawcze T/O sterowane elektr., 24 – komora 1,5l, 25 – pierścień uszcz. ON 11x2, 26 – uszczelka, 27 – śruba z łbem walcowym M8/110, 28 – zawór odcinający kulowy 3/2-G1, 29 – zawór redukcyjny G1/2, 30 – manometr tropikalny, 31 – przetwornik p/l, 32 – elektropneumatyczny regulator ciśnienia DN 4 mm, 33 – zawór rozrządczy SAB-Wabco, 34 – zawór rozrządczy HEPOS, 35 – tłumik hałasu z gwintem M5, 36 – tłumik hałasu z gwintem G1/8, 37 – przełącznik czasowy z opóźnionym odpadaniem styków (max. 10s, 24 V DC), 38 – wtyczka MSD-3, 39 – uchwyt SP1-13, 40 – złącze z kołkami, 41 – złącze z gniazdkami, 42 – uchwyt, 43 – wtyczka z bocznym wyjściem kabla, 44 – złącze z kołkami, 45 – złącze z gniazdkami, 46 – uchwyt, 47 – wtyczka z bocznym wyjściem kabla

Na tablicy zabudowano następujące układy:

- sterowania hamulcem zespolonym pociągu i lokomotywy,
- sterowanie hamulcem dodatkowym lokomotywy,

- czuwaka, SHP i radiostopu,
- współpracy hamulca elektrodynamicznego z hamulcem pneumatycznym,
- pneumatyczny piasecznic,
- pneumatyczny rozrządu lokomotywy.

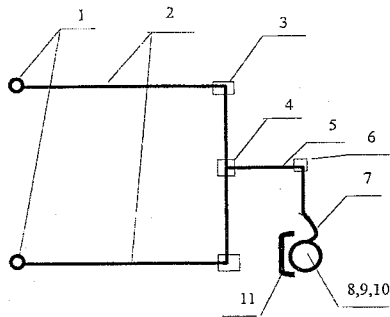
Do zasilania układu pneumatycznego zostanie wykorzystany dotychczasowy agregat sprężarkowy ze sprężarką tłokową. Dodatkowo w obwodzie sprężonego powietrza zabudowany został system filtrów dokładnego oczyszczania, pozwalający uzyskać powietrze o wymaganych parametrach zapewniających niezawodność aparatury pneumatycznej i elektropneumatycznej. W ramach modernizacji uaktywniono także istniejący hamulec elektrodynamiczny, a sterowanie, regulację i nadzór nad jego pracą sprawuje obecnie sterownik Intelco co zapewnia:

- samoczynną regulację działania hamulca zachowującą nastawioną skuteczność hamowania w funkcji prędkości jazdy,
- uniemożliwienie blokowania zestawów kołowych przy równoczesnym działaniu hamulców elektrodynamicznego i pneumatycznego,
- automatyczne uruchamianie hamulca elektrodynamicznego po wysterowaniu hamowania pociągu manipulatorem hamulca zespolonego,
- samoczynne uruchamianie hamulca elektrodynamicznego przy hamowaniu nagłym uruchomionym manipulatorem hamulca lub z dowolnego wagonu pociągu przez uruchomienie hamulca bezpieczeństwa, a także po spowodowaniu hamowania przez czuwak aktywny, SHP lub radiostop,,
- natychmiastowe i skuteczne przejście hamowania przez hamulec pneumatyczny w przypadku awarii hamulca elektrodynamicznego,
- wskazanie siły hamującej hamulca elektrodynamicznego na ekranie wyświetlaczy ciekłokrystalicznych zabudowanych na pulpitych sterowniczych,
- kontrolowanie prądów w wirnikach i uzwojeniach wzbudzenia silników trakcyjnych z sygnalizacją wyłączenia hamulca elektrodynamicznego spowodowanego przekroczeniem dopuszczalnych wartości prądów,
- uniezależnienie siły hamowania hamulcem elektrodynamicznym od dopuszczalnych wskazań napięcia w obwodach zasilania.

Wartość siły hamowania nastawiana jest nastawnikiem momentu jazdy i hamowania tylko dla hamowania elektrodynamicznego lub manipulatorem hamulca zespolonego dla wspólnego hamowania elektrodynamicznego i pneumatycznego lokomotywy oraz tylko pneumatycznego składu pociągu. Wytworzona w silnikach trakcyjnych podczas hamowania elektrodynamicznego energia zostaje wytracona w rezystorach zabudowanych na dachu lokomotywy.

3.6. Układ zabezpieczenia przeciwpożarowego

W zmodernizowanej lokomotywie w przedziale silnika spalinowego zabudowana została stała instalacja gaśnicza z gazem gaszącym FM-200. Schemat instalacji gaśniczej przedstawiono na rys. 12.



Rys. 12. Schemat instalacji gaśniczej

1 – dysza, 2 – rura, 3 – kolano, 4 – trójnik, 5 – rura, 6 – kolano,
7 – łącznik elastyczny, 8 – butla, 9 – zawór,
10 – siłownik, 11 – obejma, 12 – centrala-poż

Gaz sprężony w butli o pojemności 8dm^3 zapewnia ochronę ok. 12m^3 przestrzeni. Z butli gaz jest rozprowadzany stalowymi rurami do dwóch dysz. Uruchomienie instalacji następuje w sposób automatyczny, ręcznie lub awaryjnie siłownikiem ręcznym na zaworze butli. Wyzwolenie automatyczne następuje po wykryciu pożaru przez bimetalowe czujki temperaturowe. Po upływie około 30 s i po potwierdzeniu sygnału przez maszynistę z centrali (zabudowanej w kabinie maszynisty) zostanie podany sygnał na siłownik elektromagnetyczny zabudowany przy zaworze butli i gaz zastaje wyzwolony wypełniając przedział silnikowy. Wyzwolenie ręczne następuje po naciśnięciu przycisku w centralce, powodując uruchomienie wg procedury wyzwolenia automatycznego lub też po uruchomieniu elementem wykonawczym powodującym podanie sygnału elektrycznego na siłownik elektromagnetyczny. Wyzwolenie awaryjne ma miejsce tylko w sytuacjach krytycznych, gdy zawiedzie wyzwolenie automatyczne lub ręczne. Ponadto w kabinie maszynisty zostały zainstalowane dwie gaśnice śniegowe, a w przedziałach maszynowych gaśnice proszkowe, natomiast wszystkie materiały użyte w budowie lokomotywy i jej urządzeń i zespołów oraz instalacja elektryczna spełniają wymagania w zakresie palności, dymienia i toksyczności gazów.

3.7. Kabina maszynisty

Kabina maszynisty usytuowana jest pomiędzy przedziałami silnika spalinowego i urządzeń elektrycznych. zasadniczo szkielet kabiny oraz jej wymiary gabarytowe poza wzmocnieniami słupków i niektórych węzłów pozostała bez zmian, natomiast, całkowitej przebudowie uległo wnętrze kabiny. Do kabiny prowadzą drzwi wejściowe umieszczone po przekątnej na ścianach czołowych. Ściany kabiny posiadają izolację dźwiękochłonną i termiczną składającą się z 2-3 mm warstwy tłumiącej oraz 60 mm warstwy wełny mi-

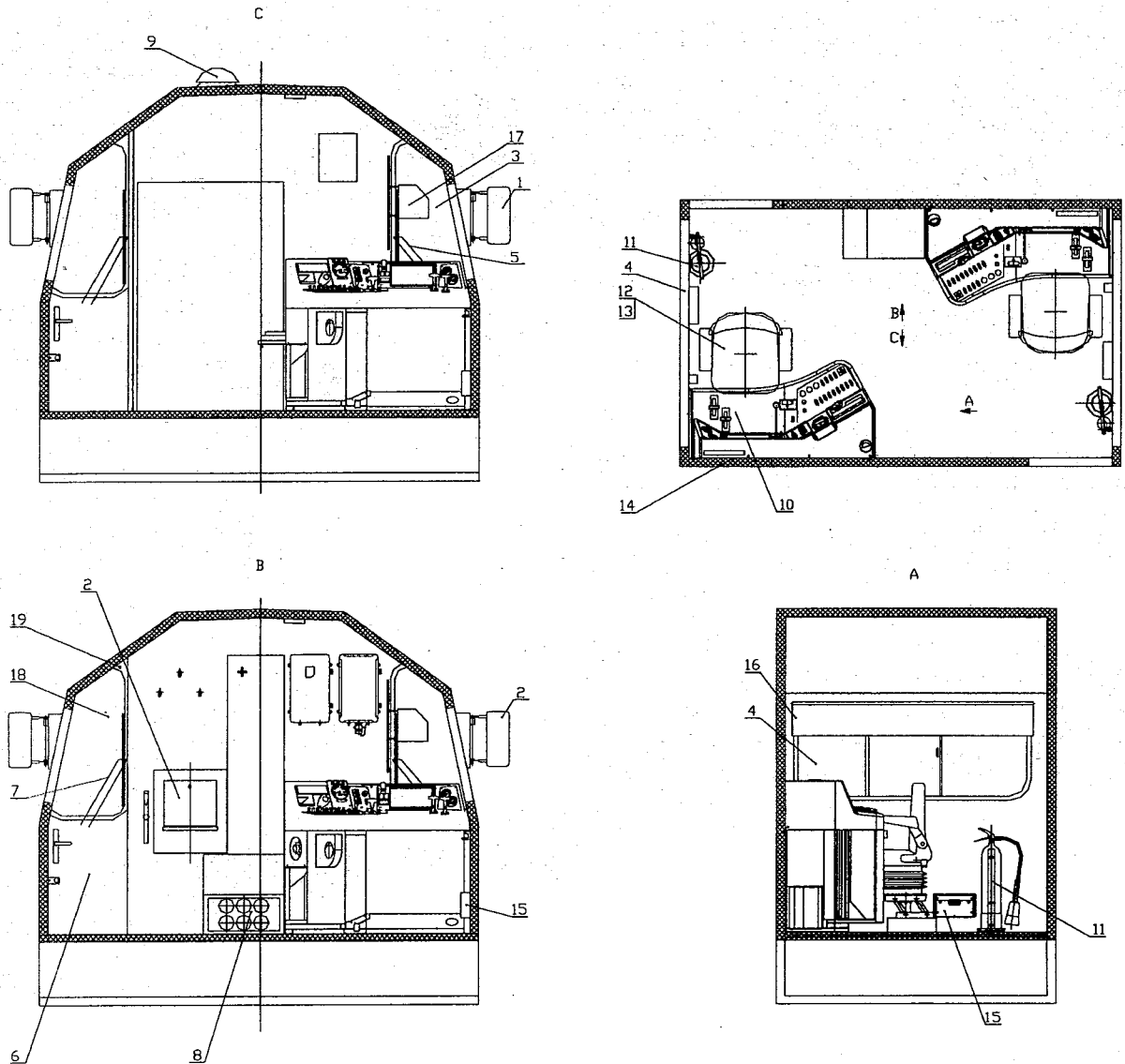
neralnej. Wyłożenie wewnętrzne kabiny wykonane jest z blach aluminiowych do wysokości okien bocznych oraz płyt poliwęglanowych od okien w górę. Podłoga wykonana jest warstwowo i składa się z odpowiednich płyt oraz klap. Drzwi i dach izolowane są w podobny sposób jak ściany boczne. Szyby okien czołowych wykonane są z kilku warstw szkła bezpiecznego z naniesioną warstwą grzejną i osadzone w uszczelkach gumowych. Okno boczne wykonane jest ze szkła bezpiecznego i wstawione w konstrukcję kabiny za pośrednictwem kleju. Każde okno boczne ma jedną szybę przesuwającą umożliwiającą bezpieczną pracę manewrową lokomotywy i wyposażone jest w zasłonę (roletę) przeciwsłoneczną. Szczegółowe rozmieszczenie urządzeń w kabinie przedstawiono na rys. 13.

W kabinie maszynisty znajdują się między innymi:

- dwa pulpity sterownicze – po prawej stronie patrząc w kierunku jazdy,
- umywalka zabudowana na ścianie tylnej,
- hamulec ręczny na ścianie tylnej,
- skrzynki aparatów SHP i CA na ścianie tylnej,
- centralka stałego urządzenia gaśniczego na ścianie przedniej,
- dwa fotele,
- dwie gaśnice,
- szafka odzieżowa,
- nagrzewnica.

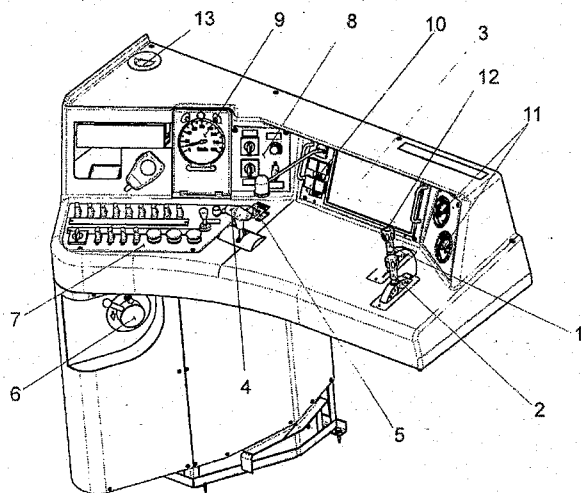
Rozmieszczenie aparatów i urządzeń na pulpicie sterowniczym, który jest konstrukcją całkowicie nową przedstawiono na rys. 14.

Okna czołowe oraz drzwiowe wyposażone są w elektryczne wycieraczki wraz ze spryskiwaczami. Umywalka ma własny układ przewodów ze zbiornikiem wody usytuowanym w przedziale silnika spalinowego. Woda w zbiorniku jest podgrzewana przez węzownicę, którą przepływa płyn z układu chłodzenia silnika spalinowego. Kabina ogrzewana jest przez nagrzewnicę gorącym płynem z układu chłodzenia silnika. Zabudowany w nagrzewnicy wentylator napędzany silnikiem elektrycznym zwiększa przepływ powietrza w kabinie. W dachu kabiny jest zabudowany wentylator wyciągowy – tłoczący o wydajności do $600\text{m}^3/\text{h}$ co zapewnia szybką wymianę powietrza. W kabinie przy każdym pulpicie usytuowane są nowe fotele mocowane do podłogi. Fotele umożliwiają wszechstronną regulację tj. obrót, pochylenie oparcia, regulację wysokości, odchylanie podłokietników, przesuw do przodu i do tyłu. Ponadto układ tylnego przesuwu umożliwia szybką ewakuację w sytuacjach zagrożenia życia. Do oświetlenia kabiny służą dwie lampy świetlówkowe zamocowane w suficie. Na zewnątrz kabiny usytuowane są ogrzewane lusterka boczne umożliwiające widoczność do tyłu. Cała kabina robi przytulne wrażenie i jest całkowicie bezpieczna dla obsługi.



Rys. 13. Rozmieszczenie urządzeń w kabinie maszynisty

1 – lusterka boczne, 2 – umywalka odchylna, 3 – szyba czołowa elektrogrzewcza, 4 – okno boczne przesuwne, 5- układ wycieraczek szyby czołowej, 6 – zamek drzwi, 7 – układ wycieraczki drzwi, 8 – ogrzewanie kabiny maszynisty, 9 – wentylator dachowy typu D, 10 – pulpit, 11 – gaśnica śniegowa, 12 – siedzisko amortyzujące SA56-segmenty robocze, 13 – siedzisko amortyzujące SA56-układ amortyzujący, 14 – układ spryskiwaczy szyby czołowej, 15 – śmietniczka, 16 – osłony przeciwsłoneczne, 17 – osłony przeciwsłoneczne szyb czołowych, 18 – szyba drzwi, 19 – układ spryskiwaczy szyby drzwi



Rys. 14. Pulpit sterowniczy – rozmieszczenie aparatów i urządzeń

1 – manipulator hamulca zespolonego HZ-U, 2 – manipulator hamulca dodatkowego HD, 3 – wyświetlacz ciekłokrystaliczny, 4 – nastawnik momentu, 5 – nastawnik kierunku, 6 – hamulec bezpieczeństwa, 7 – tablica wyłączników, 8 – tablica przełączników, 9 – prędkościomierz, 10 – lampki sygnalizacyjne SHP i czuwaka, 11 – manometry, 12 – przycisk napełniania przewodu głównego, 13 – wlew płynu spryskiwacza szyb

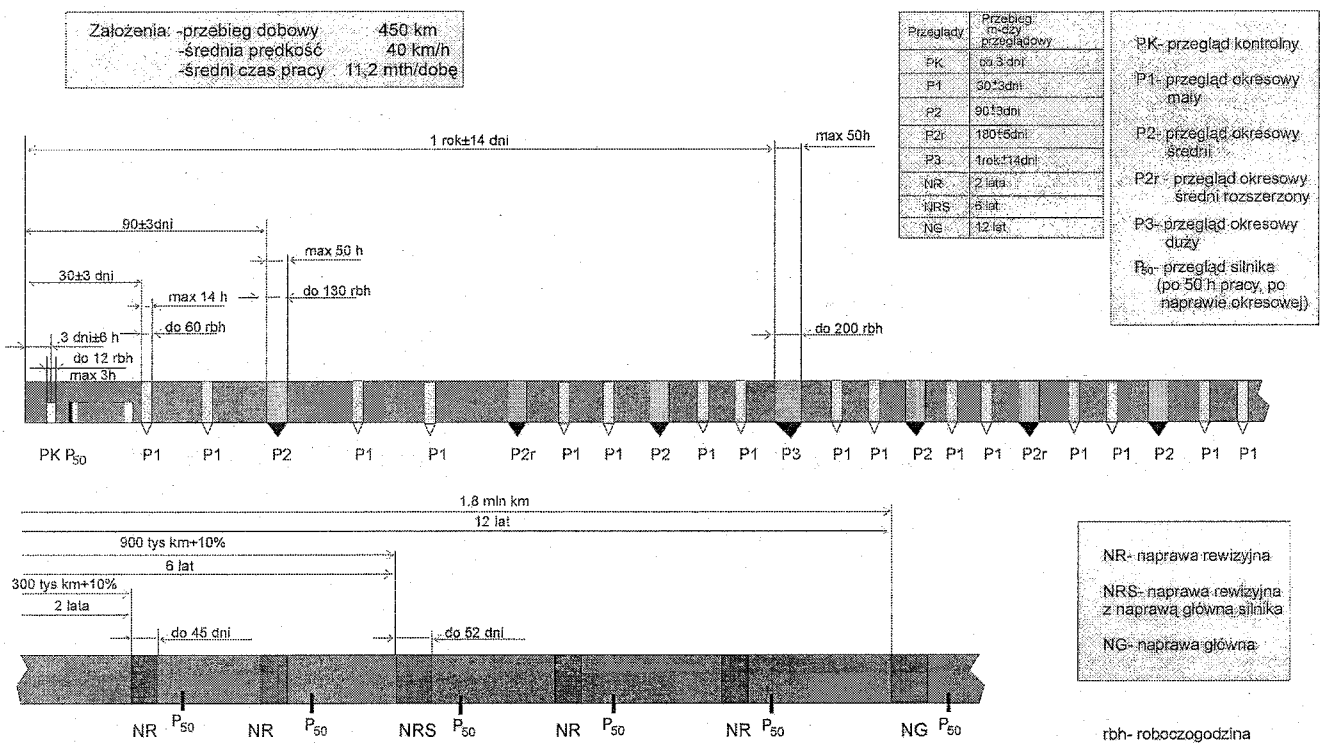
4. Schemat utrzymania lokomotywy w eksploatacji

Zużywanie się poszczególnych zespołów, urządzeń i elementów lokomotywy w eksploatacji zależy będzie od wielu czynników, do których zaliczyć należy:

- stan linii kolejowych oraz ciągniętych wagonów,
- wyposażenie zakładów taboru i staranność wykonywanych czynności obsługowych i przeglądowych,
- poziom techniczny i umiejętności maszynistów oraz personelu zaplecza warsztatowego,
- warunki w jakich będą eksploatowane lokomotywy,
- stan wyjściowy części i urządzeń (nowe lub po naprawie głównej).

Przewiduje się, że średni przebieg dobowy lokomotywy wyniesie 450 km przy średnim czasie dziennej eksploatacji

(pracy silnika spalinowego) wynoszącym około 11 godzin. Wyniesie to w skali roku około 140.000 km przy założeniu współczynnika gotowości technicznej powyżej 85%. Zmodernizowana lokomotywa będzie z powodzeniem eksploatowana jeszcze ponad dwadzieścia lat i w tym czasie może ulegać dalszej modernizacji. Bazując więc na doświadczeniach z eksploatacji i opierając na wymaganiach użytkownika zakłada się dla lokomotywy prowadzenie przeglądów kontrolnych oraz napraw rewizyjnych i głównych silnika i lokomotywy. Schemat strukturalny cykli przeglądowych i naprawczych przedstawiono na rys. 15, na którym pokazano również czas w roboczogodzinach przewidziany do prowadzenia poszczególnych przeglądów i napraw.



Rys. 15. Struktura cykli przeglądowych i naprawczych lokomotywy

System utrzymania eksploatacyjnego zmodernizowanej lokomotywy w cyklu przeglądowo – naprawczym został zatwierdzony przez Główny Inspektorat Kolejnictwa decyzją GBKZ-5110-1/20001. Przeglądy lokomotywy prowadzone będą przez macierzyste zakłady taboru, wyposażone w odpowiedni zestaw narzędzi i urządzeń diagnostycznych, natomiast naprawy rewizyjne i główne oraz ewentualne naprawy bieżące i awaryjne w wytypowanych zakładach naprawczych.

5. Próby i badania lokomotywy

Po wykonanej modernizacji lokomotywa została przekazana do prób i badań, w ramach których przeprowadzono:

- badania spokojności biegu wraz z drganiem na stanowisku maszynisty i oceną ergonomiczną stanowiska sterowniczego (oświetlenie, hałas, mikroklimat, pole magnetyczne)

- badania hamulca pneumatycznego i elektrodynamicznego,
- badania właściwości trakcyjnych,
- próby układów silnika spalinowego (zużycie paliwa, chłodzenie),
- badania właściwości akustycznych i zakłóceń radioelektrycznych,
- próby układów i urządzeń elektrycznych oraz zabezpieczeń przeciwpożarowych.

Wyniki prób wyszczególnione i ocenione w sprawozdaniach i raportach potwierdziły założone i deklarowane parametry trakcyjne oraz decydujące o bezpieczeństwie i oddziaływaniu na środowisko naturalne i otoczenie.

Po próbach i badaniach lokomotywa przekazana została do eksploatacji obserwowanej, która odbywała się na trasach Krzyż – Piła oraz Piła – Krzyż – Gorzów – Kostrzyn – Gorzów – Krzyż – Piła – Krzyż. Podczas eksploatacji obser-

wowanej lokomotywa prowadziła pociągi pospieszne i osobowe. Z ważniejszych wyników badań należy odnotować:

- niskie zużycie paliwa (ok. 9,55 kg/tys. brutto km), mniejsze o 35-40% w stosunku do zużycia zmierzonego dla lokomotywy z silnikiem rumuńskim M820SR na porównywalnych trasach eksploatacyjnych i z identycznymi pociągami,
- małą awaryjność nowych i zmodernizowanych układów, zespołów i urządzeń,
- wysoki współczynnik gotowości technicznej lokomotywy powyżej 85%,
- mniejszy niż zakładano czas wykonywania przeglądów kontrolnych i bieżących.

Biorąc pod uwagę wszystkie wyniki prób i badań stwierdzono, że lokomotywa przeszła cały cykl badań koniecznych z wynikami pozytywnymi zgodnie z Rozporządzeniem MT i GM z dnia 20.07.200. Pozwoliło to na uzyskanie przez lokomotywę Świadectwa dopuszczenia do eksploatacji (T/2000/0237) typu pojazdu szynowego.

Podsumowanie

Zaprezentowana konstrukcja zmodernizowanej lokomotywy SP32 oraz jej nowe zespoły i układy to pojazd trakcyjny, który będzie mógł być z powodzeniem eksploatowany przez następne dwadzieścia – dwadzieścia pięć lat. Obecnie

zostało zmodernizowanych (przez konsorcjum „Loksmod”, w skład którego wchodzi ZNLS Piła, PZNTK Poznań i ZNTK Nowy Sącz) siedem sztuk tych lokomotyw, a na dalszą modernizację czeka następnych dziewięćdziesiąt. Niewątpliwie zmodernizowane lokomotywy pozwolą na obniżenie kosztów eksploatacyjnych, poprawę warunków pracy maszynistów i personelu obsługowo – naprawczego oraz pozwolą na podniesienie usług świadczonych przez przewoźnika. Niezależnie od wprowadzanych nowych aparatów i urządzeń oraz zmodernizowanych układów w Instytucie Pojazdów Szynowych „Tabor” zostały wykonane dodatkowe następujące prace projektowe:

- układ klimatyzacji kabiny sterowniczej składający się z klimatyzatora dachowego i przetwornicy (DC/AC) zasilającej urządzenie klimatyzatora,
- agregat sprężarkowy ze sprężarką śrubową i dotychczasowym silnikiem elektrycznym,
- hamulec postojowy typu sprężynowego,
- układ osuszacza powietrza w układach sprężonego powietrza,
- układ hydraulicznych tłumików w drugim stopniu usprężynowania,
- układ smarowania obrzeży kół typu pałeczkowego.

Wprowadzenie tych nowych układów i urządzeń pozwoli na uzyskanie pojazdu o wyższym stopniu nowoczesności odpowiadającym współczesnym pojazdom trakcyjnym.