

Stawomir Kowalski, Wiesław Szewczyk

Lokomotywa 311D – sposób na modernizację lokomotywy M62/ST44

W sytuacji dynamicznie rozwijającego się kolejowego transportu towarów, związanego z liberalizacją dostępu do infrastruktury i pojawieniu się nowych operatorów na rynku kolejowym, rodzi się potrzeba pozyskania nowego taboru trakcyjnego. Podejmowane przez concessionary przewoźników próby zakupu używanych lokomotyw nie rozwiązują tego problemu, ponieważ tabor ten z technicznego punktu widzenia jest energochłonny, „paliwożerny” i przestarzały, jak również stanowi zagrożenie dla środowiska naturalnego. Dlatego dobrym sposobem na pozyskanie nowoczesnych lokomotyw jest modernizacja starszych i wyслужonych pojazdów.

Przykładem takiego rozwiązania może być modernizacja rosyjskiej lokomotywy typu M62, oznaczenie PKP – ST44 (fot. 1). Zmodernizowana lokomotywa oznaczona została symbolem typu 311D (fot. 2). Lokomotywa ta przeznaczona jest do prowadzenia ciężkich pociągów towarowych z prędkością 100 km/h. Porównania danych technicznych obu lokomotyw dokonano w tablicy 1.



Fot. 1. Lokomotywa spalinowa ST44(M62) [3]



Fot. 2. Zmodernizowana lokomotywa typu 311D

Porównanie danych technicznych lokomotyw 311D i ST44

Tablica 1

Typ	311D [2]	ST44 (M62) [1]
Układ osi	Coco	CoCo
Szerokość toru [mm]	1435	1435
Całkowita długość ze zderzakami [mm]	17 550	17 550
Średnica kół [mm]	1050	1050
Masa służbowa [kg]	120 000 ±3%	116 500 ±3%
Masa zapasu paliwa [kg]	3300	3300
Masa piasku [kg]	600	600
Prędkość maksymalna [km/h]	100	100
Prędkość ciąгла [km/h]	17,4	16
Siła pociągowa ciąгла [kN]	331	250
Silnik spalinowy		
Typ	GE 7Fdl 12EFI	14D40
Znamionowa prędkość obrotowa [obr./min]	1050	750
Moc znamionowa [kW/KM]	2133/2900	1470/2000
Obroty jałowe [obr./min]	450	400
Średnica cylindra/skok tłoka [mm]	229/267	230/300
Masa [kg]	15 846	12 500
Alternator (prądnicą główną)		
Typ	GE 6GTA11C9	GP-312
Klasa izolacji	H	B
Silnik trakcyjny		
Typ	ED 118A GE	ED-107
Klasa izolacji	H	B
Masa [kg]	3240	3100
Moc [kW]	305	212
Sprężarka tłokowa		
Typ	WBO-RDG	KT-7
Znamionowa prędkość obrotowa [obr./min]	1050	750
Wydajność [m ³ /min]	5,4	4,6

Informacje ogólne

Zakres modernizacji lokomotywy obejmował wykonanie nowego nadwozia, nowych ergonomicznie wyposażonych kabin maszyni-



sty, zmianę całego zespołu napędowego z układami pomocniczymi, zmianę układu sterowania mocą lokomotywy. Modernizacji poddano również elektryczne silniki trakcyjne, które całkowicie przezwójono przy użyciu nowych uzwojeń i cewek uzyskując większą moc wynoszącą 305 kW.

Ze „starej lokomotywy” do modernizacji użyto ostoję, wózki, układ przeniesienia napędu zmieniając przełożenie przekładni głównej, oparcie pudło-wózki. Lokomotywa posiada układ sterowania za pomocą elektronicznego regulatora lokomotywy, który odpowiada za zabezpieczenie silnika spalinowego, wykrywa poślizg kół, steruje mocą agregatu prądotwórczego.

Lokomotywa jest wyposażona w hamulec pneumatyczny systemu Oerlikon, a hamulec postojowy uruchamiany jest za pomocą ciągnien Flexbool.

Nowatorskim rozwiązaniem podczas modernizacji jest zastosowanie układu napędowego stanowiącego cały moduł zabudowany w specjalnym przedziale „kontenerze”.

Lokomotywa, podobnie jak jej pierwowzór, ma układ dwukabinowy. Ze względu na zabudowę modułu napędowego, na części środkowej ostoi, przejście między kabinami realizowane jest przez dwa pomosty położone po obu stronach obudowy agregatu napędowego, na które prowadzą dwie pary drzwi z kabin maszynisty.

Lokomotywa 311D wyposażona została w następujące układy bezpieczeństwa ruchu:

- układ czuwaka aktywnego CA,
- układ samoczynnego hamowania pociągu SHP,
- radiołączność z układem Radio-Stop,
- układ wykrywania pożaru i urządzenie do gaszenia ognia.

Kabina maszynisty

Konstrukcja kabiny maszynisty składa się ze spawanych blach tworzących tak zwaną klatkę bezpieczeństwa (fot. 3), której poszycie wykonane jest z laminatów poliestrowo-szklanych (fot. 4). Dzięki takiej konstrukcji uzyskujemy bezpieczeństwo obsługi pojazdu i nowoczesny aerodynamiczny wygląd. W kabinie maszynisty dokonano modernizacji pulpitu (fot. 5), dostosowując go do obecnie istniejących standardów ergonomii i wyposażenia.

Lokomotywa 311D ma reflektory halogenowe, elektrogrzejną szybę czołową i elektryczne wycieraczki ze spryskiwaczami. Kabina maszynisty jest większa niż w lokomotywie M62, ma wymuszoną wentylację i ogrzewanie nawiewne z elektrycznej nagrzewnicy, wyposażona jest w umywalkę. Istnieje możliwość wyposażenia lokomotywy w układ klimatyzacji kabiny.

W celu pomiaru i rejestracji prędkości jazdy lokomotywy 311D, zamontowano tachograf elektroniczny T130P. Oprócz prędkości tachograf ten rejestruje również czas bieżący i drogę przebytą przez lokomotywę oraz rejestruje sygnały dwustanowe przychodzące z urządzeń i mechanizmów pojazdu. Ponadto tachograf może generować sygnały przekroczenia określonych prędkości, które mogą być wykorzystane do sterowania odpowiednimi układami lokomotywy. Tachograf składa się z jednostki centralnej, przetwornika prędkości zamocowanego na piaście koła i kabinowych wskaźników prędkości umieszczonych na pulpicie.

Impulsy z przetwornika prędkości przetwarzane są przez układ mikroprocesorowy na wielkość prędkości z uwzględnieniem średnicy koła jeźdnego pojazdu. Jednostka centralna steruje kabinowymi wskaźnikami prędkości oraz wytwarza sygnały dwustanowe



Fot. 3. Klatka bezpieczeństwa



Fot. 4. Laminatowe poszycie kabiny maszynisty

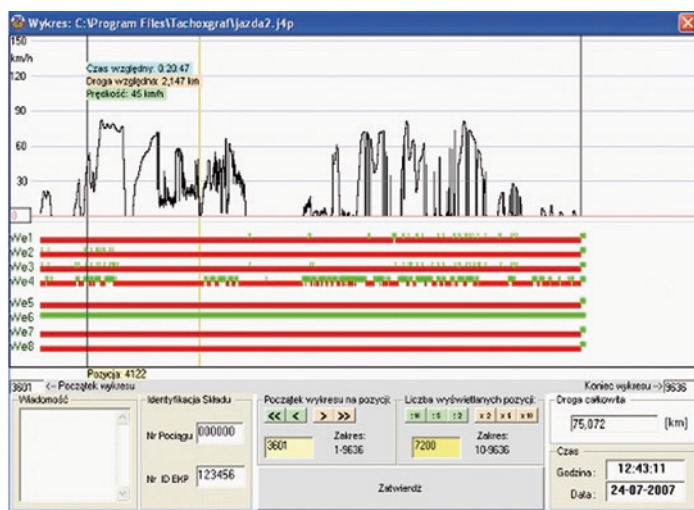


Fot. 5. Pulpit maszynisty

do sterowania i sygnalizacji, np. przekroczenia określonych prędkości progowych. Wszystkie informacje są rejestrowane w sposób ciągły w elektronicznej karcie pamięci EKP [2].

Kabinowy wskaźnik prędkości pokazuje bieżącą prędkość pojazdu. Wskaźnik ma czytelną podziałkę o zakresie odczytu dostosowanym do rodzaju pojazdu. Informacje zapisane w pamięci EKP mogą być odczytywane za pomocą komputera wyposażonego w program interfejs do przyłączenia EKP. Na ekranie komputera można odtworzyć całość lub dowolny fragment z wykonanego podczas jazdy zapisu [2]. Pozwala określić czas, położenie na drodze i prędkość. Możliwe jest określenie stanu sygnałów wejściowych SHP, czuwak, hamulec itp.

Na rysunku 1 pokazano przykładowy zrzut ekranowy z odczytu komputerowego tachografu T130P.

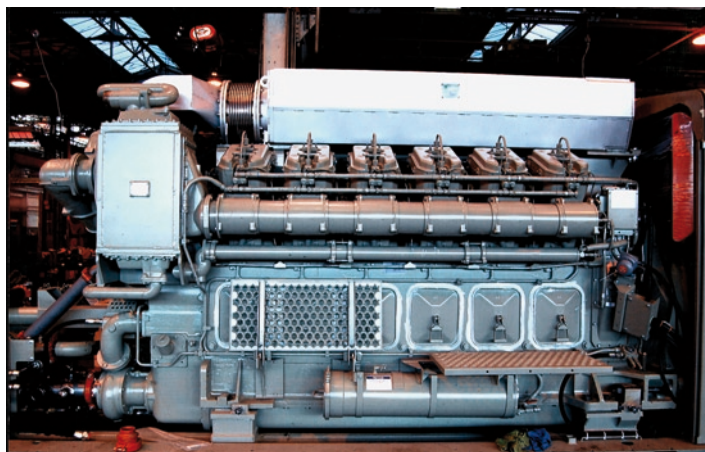


Rys. 1. Przykładowy zrzut ekranowy z odczytu komputerowego tachografu

Zespół napędowy – SUPER-SKID

Do napędu lokomotywy spalinowej 311D użyto, specjalnie do tego celu zaprojektowanego, modułu napędowego, który stanowi zamknięty kontener o roboczej nazwie SUPER-SKID. W skład kontenera napędowego wchodzi:

- dwunastocylindrowy turbodoładowany silnik spalinowy z chłodnicą powietrza doładowującego z elektronicznym wtryskiem paliwa z zabudowanym tłumikiem wylotu spalin (fot. 6);
- maszyny elektryczne: prądnica główna prądu przemiennego wraz z prostownikiem trakcyjnym, wzbudnicą i prądnicą pomocniczą; maszyny te napędzane są poprzez przekładnię zębatą;
- sprężarka powietrza napędzana wałem Cardana;



Fot. 6. Silnik spalinowy do lokomotywy 311D

- wentylator silników trakcyjnych;
- agregat chłodzący wraz wentylatorem;
- pomieszczenia aparatów elektrycznych, stanowiących szafę wysokiego napięcia i niskiego napięcia.

Za sterowanie układem napędowym odpowiedzialny jest mikroprocesorowy układ sterowania BrightStar™.

Układ sterowania lokomotywą 311D BrightStar™ steruje:

- regulacją wzbudzenia lokomotywy,
- regulacją mocy przekazywanej z silnika spalinowego poprzez prądnicę do silników trakcyjnych,
- systemem przeciwoślizgu kół,
- ładowaniem baterii akumulatorowych,
- chłodzeniem silnika,
- pracą sprężarki powietrza.

System BrightStar™ steruje mocą lokomotywy poprzez algorytm stałej mocy napędowej, który jest oparty o sterowanie prądowo-napięciowe. Aby zapewnić stałą moc mechaniczną przy różnych prędkościach pociągu, system BrightStar™ wykorzystuje zamknięte pętle sprzężenia zwrotnego do monitorowania mocy elektrycznej przekazywanej do silników elektrycznych. Panele elektroniczne systemu BrightStar™ mają łatwo wymienne moduły kart elektronicznych, zamontowane w szafie elektrycznej (fot. 7). Wyświetlacz układu sterowania BrightStar™ znajduje się na pulpicie (fot. 8).

W lokomotywie 311D zamontowano trójfazową, wentylowaną powietrzem prądnicę trakcyjną typu GE 5GTA11C9. Prądnica ma odpowiednią moc do zasilania połączonych równolegle silników trakcyjnych, które są zasilane z wyjścia prostownika cały czas od momentu załączenia do uzyskania maksymalnych obrotów. Takie połączenie zapewnia, że w momencie poślizgu jednego koła, zasilanie samoistnie będzie przekazywane równomiernie do pozostałych silników.

Badania dopuszczenia do eksploatacji

Lokomotywa, żeby mogła być dopuszczona do eksploatacji, musiała przejść odpowiednie badania homologacyjne zgodnie z rozporządzeniem ministra infrastruktury z 12 października 2005 r. Wstępne badania i próby ruchowe przeprowadzone zostały na terenie NEWAG S.A. oraz podczas jazdy próbnej na trasie Nowy Sącz – Piwniczna. Po uzyskaniu pozytywnych wyników testów stacjonarnych, lokomotywa została skierowana na dalsze badania trakcyjne na tor doświadczalny CNTK w Żmigrodzie, gdzie została poddana następującym badaniom:

- badaniu dynamiczne szyby czołowej według karty UIC-651;
- określeniu poziomu hałasu słyszalnego przenikającego do środowiska oraz poziomu hałasu słyszalnego w kabinach maszynisty;
- sprawdzeniu skrajni, pola widzenia szlaku ergonomii kabiny maszynisty;
- badaniu zaburzeń elektromagnetycznych promieniowanych i przewodzących przez lokomotywę;
- pomiarowi rezystancji elektrycznych połączeń ochronnych;
- ocenie zabezpieczenia przeciwpożarowego;
- ocenie emisji zanieczyszczeń silnika spalinowego, na podstawie badań producenta silnika;
- badaniu dynamiki, bezpieczeństwa jazdy i oddziaływania na tor, zgodnie z kartą UIC –518.



Fot. 7. Szafa elektryczna i panele elektroniczne

Po pozytywnym przejściu wszystkich badań lokomotywa spalinowa 311D uzyskała dopuszczenie do eksploatacji wydane przez Urząd Transportu Kolejowego.

Podsumowanie

Przedstawiona modernizacja lokomotywy M62 (ST44) jest najbardziej zaawansowaną i głęboką zmianą parametrów technicznych lokomotywy, nie tylko związana z wymianą silnika spalinowego, ale połączona również ze zmianą kształtu i wyglądu zewnętrznego pojazdu.

Modernizacja w takim zakresie pozwoli na otrzymanie lokomotywy o dobrych własnościach trakcyjnych, nowoczesnym i ekologicznym napędzie za cenę wielokrotnie niższą od porównywalnej nowej lokomotywy renomowanego światowego producenta.

Lokomotywy typu 311D cieszą się dużym zainteresowaniem także wśród prywatnych przewoźników kolejowych i po wprowadzeniu do eksploatacji będą stanowiły podstawowy tabor trakcyjny do prowadzenia ciężkich pociągów towarowych.



Literatura

- [1] Domański E, Ożóg Z.: *Lokomotywy spalinowe serii ST44*. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. Warszawa 1977.
- [2] *Dokumentacja techniczno-ruchowa lokomotywy spalinowej typu 311D nr NS/311D/900/1706/07*. NEWAG S.A. Nowy Sącz 2007.
- [3] www.wikipedia.org

Autorzy

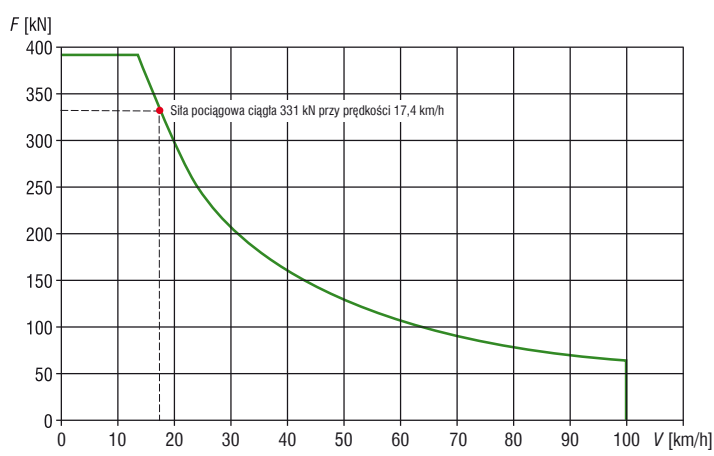
mgr inż. Sławomir Kowalski – doktorant Politechniki Krakowskiej
mgr inż. Wiesław Szewczyk – NEWAG S.A. Nowy Sącz



Fot. 8. Wyświetlacz systemu sterowania



Fot. 9. Lokomotywa typu 311D (ST44 przed modernizacją) i oryginalna ST 44-2015



Rys. 1. Deklarowana charakterystyka trakcyjna lokomotywy typu 311 D