

Stacja diagnostyczna lokomotyw spalinowych w Zakładzie Taboru w Warszawie (1)

Stacja diagnostyczna lokomotyw spalinowych w Zakładzie Taboru w Warszawie powstała w 1980 r. Od tego czasu wykonano na stacji ponad 4000 pomiarów, niemal wszystkich serii lokomotyw spalinowych eksploatowanych przez PKP. Celem artykułu jest przedstawienie właściwości użytkowych stacji i rozwiązań konstrukcyjnych jej wybranych układów pomiarowych.

Wyposażenie stacji diagnostycznej umożliwia pomiary i regulację parametrów pracy agregatów prądotwórczych oraz ich zespołów, elektrycznej aparatury zabezpieczającej i łączeniowej, a także kontrolę poprawności działania układu hamulca zespolonego. Funkcje te realizowane są za pomocą elektronicznej aparatury pomiarowej wielkości elektrycznych i mechanicznych, sprzęgniętej z komputerowym systemem pomiarowym. Agregaty prądotwórcze lokomotyw podczas prób działania obciążane są opornikiem wodnym. System regulacji rezystancji opornika wodnego i chłodzenia jego elektrolitu dostosowany jest do parametrów pracy agregatów prądotwórczych wszystkich aktualnie eksploatowanych przez PKP lokomotyw spalinowych z przekładnią elektryczną.

W tabelicy 1 zestawiono główne parametry badanych serii lokomotyw.

Lokomotywa badana w stacji diagnostycznej (fot. 1) osłonięta jest wiatą. Prądnicą główną agregatu prądotwórczego, przetworniki pomiarowe mierzonych wielkości, a także układ paliwowy i przewód główny hamulca pneumatycznego łączone są z urządzeniami stacji przez dogodnie umieszczone złącza. Na parterze budynku sterowni mieszczą się szafy z aparaturą elektryczną układu obciążającego (wysokiego napięcia) i zasilania energetycznego urządzeń stacji, zespół zasilania sprężonym powietrzem, układ diagnostyki hamulca ze-

spolonego oraz pomiarowe układy przetwarzające. Mierniki i komputerowy system pomiarowy stacji (fot. 2) umieszczone są na piętrze budynku. Prawie wszystkie mierzone wielkości są wskazywane przez mierniki pulpitu sterowniczego. Do rejestracji mierzonych wielkości i zobrazowania wyników pomiarów, ułatwiającego ich interpretację, zastosowano komputerowy system pomiarowy. System składa się z komputera PC, który przez specjalne karty sprzęgnięty jest z przetwornikami pomiarowymi i miernikami, oraz programów komputerowych. Opis urządzeń stacji diagnostycznej znajdzie się w drugiej części artykułu.

W założeniach funkcje i możliwości pomiarowe stacji diagnostycznej miały umożliwić wprowadzenie dynamicznego systemu utrzymania lokomotyw spalinowych serii SM42. Termin i zakres przeglądów tej serii pojazdów, lub termin następnego badania, miały być ustalane na podstawie stwierdzonego stanu technicznego. Ponadto stacja miała umożliwiać badania stanu technicznego oraz regulację innych serii lokomotyw spalinowych eksploatowanych w lokomotywowni i w miarę potrzeb lokomotyw lokomotywowni sieci



Fot. 1. Stacja diagnostyczna lokomotyw spalinowych w Zakładzie Taboru w Warszawie

technika

Tablica 1

Parametry pracy agregatów prądotwórczych lokomotyw spalinowych badanych na stacji diagnostycznej

Seria	Typ	Silnik spalinowy			Prądnicą główną	
		typ	moc [kW]	prędkość obr. [obr/min]	prąd maks. [A]	napięcie maks. [V]
SP 47	302D	2116 SSF	2208	700 ÷ 1500	4800	680
SU 46	303D	W2112 SSF	1656	700 ÷ 1500	3560	1000
ST 44	M62	14D40	1472	400 ÷ 750	6300	570
SP 45	301Db	2112 SSF	1251	700 ÷ 1500	3560	950
SP 32	LDE1300	M820SR	957	750 ÷ 1500	1770	948
SP 32	LDE1300	12V396TC12	830	600 ÷ 1500	1770	948
SM 48	TEM2	PD1M	883	300 ÷ 750	1500	900
SM 31	411D	a8C22W	883	500 ÷ 1000	3300	800
SM 42	6D	a8C22	588	500 ÷ 1000	1900	800
SM 30	LS300	3DVSRa-350	257	600 ÷ 1000	367	600
	T448p	12V396TC12	680	600 ÷ 1300	1600	960

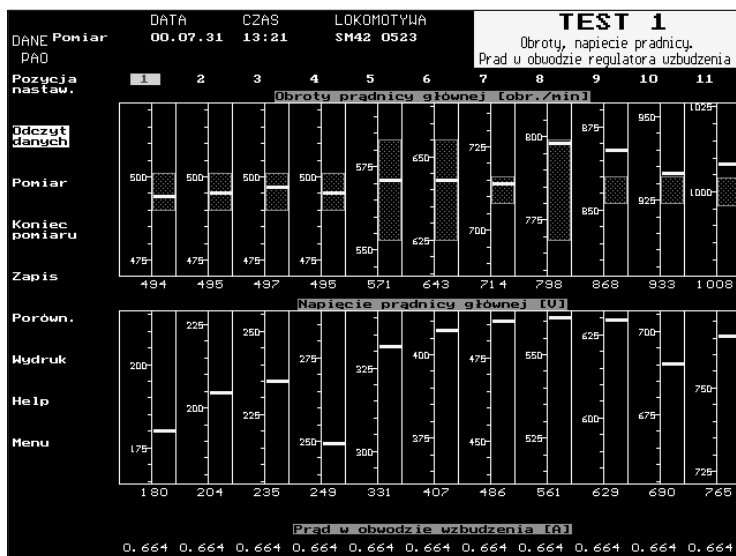
PKP. Uwarunkowania te ukształtowały strukturę i funkcje programów komputerowych tworzących jednorodny system nazwany ZDUN286.



Fot. 2. Pulpit pomiarowo-sterowniczy i system komputerowy stacji

DATA	CZAS	SERIA	NUMER	B A Z A D A N Y C H											
21.09.00	21.34	LOKOMOTYWA	SM-42	0473	OPERATOR:										
<table border="1"> <tr> <td>TESTY</td> <td>ARCHIWUM</td> <td>DANE STAŃE</td> <td>DANE REJ.</td> <td>DANE PON.</td> <td>DZIENNIK</td> <td colspan="2">WYJĘCIE</td> </tr> </table>								TESTY	ARCHIWUM	DANE STAŃE	DANE REJ.	DANE PON.	DZIENNIK	WYJĘCIE	
TESTY	ARCHIWUM	DANE STAŃE	DANE REJ.	DANE PON.	DZIENNIK	WYJĘCIE									
ZAWARTOŚĆ DZIENNIKA															
DATA	LOKOMOTYWA	WŁAŚCICIEL		OPERATOR	ZUŻYCIE ENERGII	PRZ. BAD.	WYN. BAD.								
>27.08.96	SM-42 0473	MD	ODOLANY	ANDRZEJ MASZKOWSKI	0.00	P	S								
09.11.96	SM-42 0473	MD	ODOLANY	ANDRZEJ MASZKOWSKI	0.00	P	S								
14.03.97	SM-42 0473	MD	ODOLANY	TOMASZ ZAJACZKOWSKI	0.00	R	S								
29.06.97	SM-42 0473	MD	ODOLANY	TOMASZ ZAJACZKOWSKI	0.00	R	S								
28.05.99	SM-42 0473	MD	ODOLANY	TOMASZ ZAJACZKOWSKI	0.00	R	S								
10.02.00	SM-42 0473	MD	ODOLANY	TOMASZ ZAJACZKOWSKI	0.00	R	S								
19.07.00	SM-42 0473	MD	ODOLANY	ANDRZEJ MASZKOWSKI	0.00	P	S								

Fot. 3. Baza danych – zestawienie badań lokomotywy SM42 nr 473



Fot. 4. TEST 1 – zmierzone wartości prędkości obrotowych silnika spalinowego, napięcia prądnicy głównej i prądu uzbudzenia obcego uzbudnicy w funkcji prądu prądnicy głównej lokomotywy serii SM42

Z punktu widzenia użytkownika, system składa się z następujących modułów:

BAZA DANYCH – moduł ten umożliwia tworzenie dziennika pracy stacji, zawierającego datę badania, serię i numer lokomotywy, nazwę właściciela lokomotywy, nazwisko wykonującego badania, przyczynę i wynik badania, wielkość wytworzonej i rozproszonej podczas badań energii elektrycznej oraz rodzaje wykonanych testów, z określeniem godziny rozpoczęcia próby i nazwy pliku zawierającego zarejestrowane wielkości. Wprowadzone dane mogą być przeglądane i drukowane chronologicznie lub we wskazanym przedziale czasu, bądź dla określonej serii czy numeru pojazdu (fot. 3).

Ten moduł pozwala na wprowadzanie do bazy danych o pojeździe wyników pomiarów wykonywanych przyrządami nie włączonymi w system pomiarowy stacji, tj. pomiary rezystancji izolacji oraz współczynnika absorpcji prądniczy głównej i elektrycznych silników trakcyjnych, wyniki laboratoryjnej analizy oleju oraz pomiaru owalizacji komutatora.

Tworzenie dziennika pracy stacji ułatwiają bazy danych stałych, zawierające serie i numery lokomotyw, nazwy właścicieli lokomotyw, nazwiska operatorów stacji diagnostycznej.

TESTY DIAGNOSTYCZNE są programami służącymi do rejestracji mierzonych parametrów pracy lokomotywy, ich przetwarzania, wizualizacji, wydruku i archiwizacji wyników pomiarów. Możliwe są także wizualizacja i wydruk pomiarów archiwalnych lub porównywanie wyników z dwóch pomiarów.

Moduł pozwala na realizację następujących rodzajów testów:

- praca układu wzбудzenia agregatu prądowłórczego – TEST 1,
- charakterystyka zewnętrzna agregatu prądowłórczego – TEST 2,
- jednostkowe zużycie paliwa lokomotywy – TEST 3,
- zużycie paliwa bez obciążenia – TEST 4,
- parametry dynamiczne układu regulacji – TEST 5,
- zużycie paliwa w stanach przejściowych – TEST 6,
- szybka ocena szczelności cylindrów silnika spalinowego – TEST 7.

Dla wszystkich testów pola ekranów – okna mają jednolitą strukturę, podobnie jak programy pracujące w systemie Windows. W górnej części ekranu znajduje się pole przeznaczone do ciągłego wyświetlania daty, czasu oraz serii i numeru lokomotywy, ponadto w prawej części pola – numer i nazwy testu.

W lewej części ekranu umieszczone jest menu poleceń, umożliwiające sterowanie pracą programu. Uaktywnienie poleceń wymagających wyboru jednej z kilku możliwości powoduje rozwinięcie menu.

W lewym dolnym rogu ekranu wyświetlane są komunikaty oraz dodatkowe polecenia programu.

Pozostała część ekranu wykorzystana jest do cyfrowej i graficznej prezentacji wyników pomiarów. Zakresy mierzonych wielkości i związane z tym opisy osi wykresów określone są przez wybór serii badanej lokomotywy, dokonany podczas wprowadzania danych do dziennika pracy stacji.

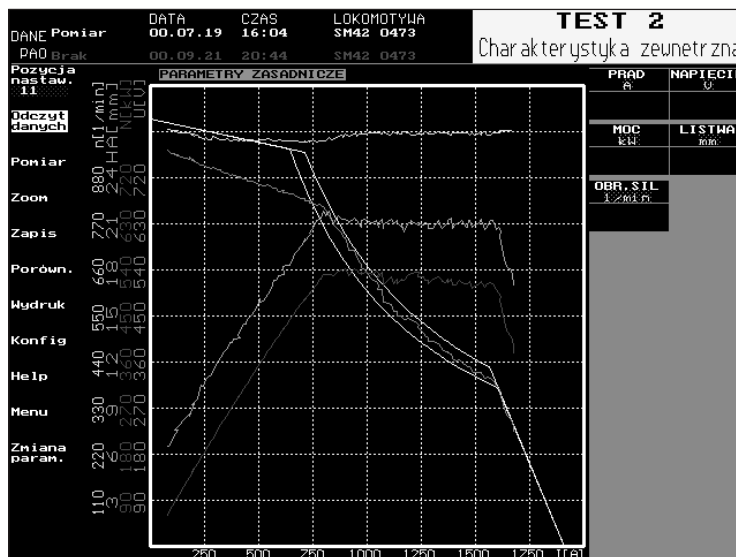
TEST 1 umożliwia wykonywanie pomiarów prędkości obrotowej wału korbowego silnika spalinowego, napięcia prądnicy głównej i prądu wzbudzenia – w lokomotywach serii SM42 w obwodzie wzbudzenia obcego wzbudnicy – na kolejnych pozycjach nastawnika jazdy bez obciążenia agregatu prądotwórczego. Zmierzone wartości prędkości obrotowej prezentowane są na tle pół dozwolonych tolerancji i w tej formie mogą być wydrukowane (fot. 4).

Ekran TESTU 2 pokazano na fotografii 5, jest to przykład pomiarów i rejestracji parametrów pracy agregatu prądotwórczego lokomotywy serii SM42. Pokazane na ekranie przebiegi: napięcia i mocy prądnicy głównej, prędkości obrotowej wału korbowego silnika spalinowego, położenia silownika regulatora agregatu prądotwórczego sterującego dawką paliwa dostarczanego do silnika w funkcji prądu prądnicy głównej zostały zarejestrowane na ostatniej pozycji nastawnika jazdy. Tłem wykresu jest wymagany przebieg napięcia prądnicy głównej w funkcji jej prądu, określony przez producenta lokomotywy. Zapis parametrów pracy agregatu prądotwórczego może być dokonywany dla rosnącego lub malejącego prądu prądnicy.

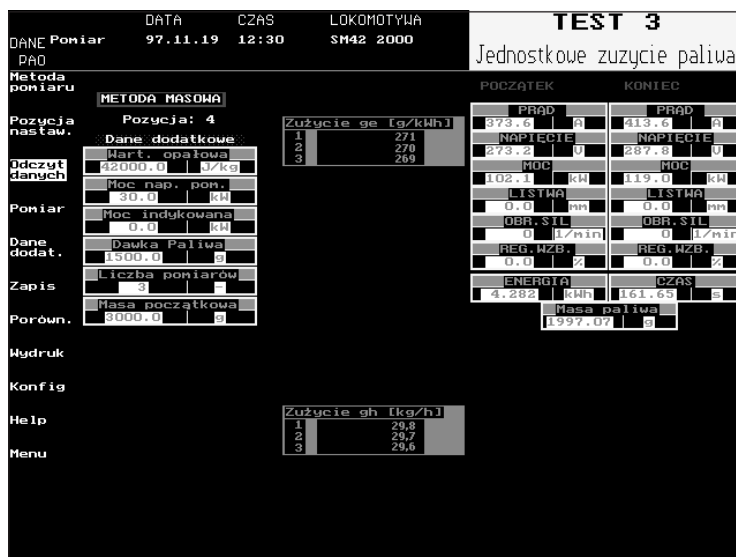
Podczas pomiarów i rejestracji aktualne wartości mierzonych wielkości są wyświetlane w polu wskazań cyfrowych – po prawej stronie ekranu. Po zakończonej rejestracji jej wyniki mogą być wydrukowane graficznie – wykresy mierzonych wielkości w funkcji prądu prądnicy głównej w formie zbliżonej do wyświetlanej na ekranie monitora, lub tekstowo w postaci tabeli, a także skonwertowane do postaci pliku tekstowego akceptowanego przez arkusz kalkulacyjny EXCEL. Podczas przeglądania wyników pomiarów, wartości mierzonych wielkości wskazywane w polu wskazań cyfrowych odnoszą się do wartości prądu prądnicy wskazanej kursorem.

TEST 3 i TEST 4 służą do pomiarów zużycia paliwa przy i bez obciążenia agregatu prądotwórczego. W obu przypadkach wyznaczany jest czas zużycia określonej dawki paliwa podczas jednego lub serii pomiarów. Wielkość dawki paliwa i liczba wykonywanych pomiarów określana jest podczas konfiguracji przebiegu testów. Maksymalna dawka paliwa całej serii pomiarów nie może przekroczyć 4000 g. Po serii pomiarów zużycie paliwa określane jest jako średnia arytmetyczna lub z aproksymacji uzyskanych wyników. W obliczeniach wielkości zużycia uwzględniana jest poprawka wynikająca z różnicy wartości opalowej rzeczywistego – zastosowanego do pomiaru i wzorcowego paliwa. Przy określaniu jednostkowego zużycia paliwa uwzględniane są sprawność prądnicy i moc napędów pomocniczych.

Ekran TESTU 3 po zakończeniu serii pomiarów zużycia paliwa przez silnik lokomotywy SM42, przed ich uśrednieniem, pokazano na fotografii 6. Na ekranie widoczne są zadeklarowane: wartość opalowa paliwa, moc napędów pomocniczych, liczba pomiarów i dawka paliwa, uzyskane w poszczególnych pomiarach wartości jednostkowego i godzinnego zużycia paliwa oraz wartości mierzonych parametrów na początku i końcu pomiaru. Podobnie jak w wcześniejszych testach, podczas trwania testu wyświetlane są bieżące wartości mierzonych parametrów. Wartości tych



Fot. 5. TEST 2 – zarejestrowane przebiegi napięcia i mocy prądnicy głównej, prędkości obrotowej wału korbowego silnika spalinowego, położenia silownika regulatora Woodward sterującego dawką paliwa oraz położenia regulatora wzbudzenia



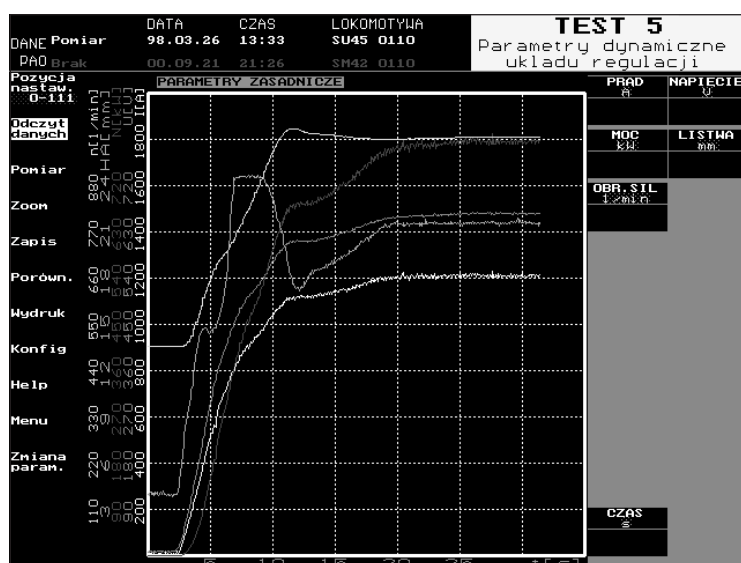
Fot. 6. TEST 3 – warunki pomiarów i zmierzone wartości jednostkowego zużycia paliwa oraz wybrane parametry pracy agregatu prądotwórczego na początku i końcu poszczególnych pomiarów

wielkości, uzyskane na końcu pomiaru lub serii pomiarów, zawiera wydruk wyników pomiarów jednostkowego zużycia paliwa.

TEST 5, przeznaczony do oceny parametrów dynamicznych układu regulacji agregatu prądotwórczego, umożliwia pomiar i rejestrację w funkcji czasu wybranych przez operatora wielkości. W praktyce taka formuła testu sprawiła, że jest on stosowany do prób działania i pomiaru parametrów pracy wielu innych zespołów i układów lokomotyw. Czas pomiaru i częstość pomiaru rejestrowanych wielkości określone są odpowiednio do wymaganych warunków próby. Aktualne wartości mierzonych wielkości podczas pomiaru i rejestracji wyświetlane są w polu wskazań cyfrowych – po

prawej stronie ekranu Zarejestrowany obraz zmian parametrów pracy agregatu prądowłórczego lokomotywy SM42, po przestawieniu nastawnika jazdy z pozycji 0 na pozycję 11, pokazano na fotografii 7. Podobnie jak w przypadku testu 2, po zakończonej rejestracji jej wyniki mogą być wydrukowane graficznie – jako wykresy mierzonych wielkości w funkcji czasu, zbliżone formą do wyświetlanych na ekranie monitora, lub tekstowo w postaci tabeli, a także skonwertowane do postaci pliku tekstowego, akceptowanego przez arkusz kalkulacyjny EXCEL. Podczas przeglądania wyników pomiarów wartości mierzonych wielkości wskazywane w polu wskazań cyfrowych odnoszą się do wartości czasu wskazanej kursorem.

TEST 6 umożliwia pomiar zużycia paliwa w stanach przejściowych, tj. przy zmianach pozycji nastawnika jazdy



Fot. 7. TEST5 - zarejestrowane przebiegi napięcia, prądu i mocy prądnicz głównej, prędkości obrotowej wału korbowego silnika spalinowego, położenia siłownika regulatora Woodward sterującego dawką paliwa oraz położenia regulatora wzbudzenia w funkcji czasu lokomotywy SM42

TESTY ZAWORU MASZYNISTY		
WYKONANIE	OPERACJE	WYNIKI
TESTOW	POMOCNICZE	Z REJESTROW
1	Napełnianie przewodu głównego w położeniu jazdy 0-0.48 Mpa	? ? ?
2	Hamowanie służbowe ze zbiornikami dodatkowym	? ? ?
3	Napełnianie w położeniu jazdy 0.35-0.48 Mpa	? ? ?
4	Hamowanie nagłe	? ? ?
5	Ładowanie z położenia hamowania nagłego	? ? ?
6	Obniżenie ciśnienia	? ? ?
7	Ładowanie z położenia jazdy	? ? ?
8	Max. ciśn. na I stpn. ham. z położenia ładowania	? ? ?
9	Max. ciśn. na I stpn. ham. z położenia jazdy	? ? ?
10	Ładowanie z położenia hamowania służbowego	? ? ?
11	Zdolność przzerwania napełniania	? ? ?
12	Maksymalne ciśnienie przy hamowaniu uzupełniającym	? ? ?
13	Luzowanie stopniowe	? ? ?
14	Luzowanie stopniowe z przeładowywaniem	? ? ?
15	Hamowanie stopniowe	? ? ?
16	Czułość uzupełniania strat w położeniu jazdy	? ? ?
17	Czułość uzupełniania strat w czasie hamowania	? ? ?
18	Czułość uzupełniania strat w czasie luzowania	? ? ?
19	Zdolność uzupełniania strat - dysza D12	? ? ?
20	Zdolność uzupełniania strat - dysza D7	? ? ?
21	Hamowanie w położeniu hamowania służbowego bez zb. dodatkowego	? ? ?
22	Szczelność zaworu w położeniu jazdy	? ? ?
23	Szczelność zaworu w położeniu odciecia	? ? ?
24	Hamowanie nagłe spowodowane przez urządzenie SHP	? ? ?

WYKONANIE	WYNIKI	ROBOCZEGO
INS zaznaczenie	ENTER wykreśl wynik	SYMBOL UZYSKANEGO DOCELOWEGO
ENTER wykonanie	INS zmień liczbę rejestrów	WYNIKU TESTU (ARCHIWALNEGO)
zaznaczonych	rejestrow	(NEGATYWNY) (+) POZYTYWNY (?) NIEZNY

Fot. 8. Zestawienie prób zaworu

powodujących zmianę prędkości obrotowej silnika spalinowego, a także zmianę obciążenia agregatu prądowłórczego. W stosunku do omówionych wcześniej testów 3 i 4 różni się tym, że mierzona jest masa zużytego paliwa w wyznaczonym przez operatora przedziale czasu. W tym samym czasie mierzona jest energia elektryczna wytworzona przez agregat prądowłórczy. Test przeznaczony jest do badań poznawczych, zwłaszcza oceny efektywności układów sterowania pracą agregatu prądowłórczego.

TEST 7, to próba zastosowania do oceny szczelności cylindrów silnika spalinowego metody polegającej na analizie wielkości prądu rozruchu silnika. Pomimo poprawności działania układu pomiarowego, metoda ta nie została wdrożona ze względu na brak kryteriów oceny.

Odrębnym modulem komputerowego systemu pomiarowego są programy do diagnostyki głównego zaworu maszyny. Ocena dokonywana jest na podstawie analizy przebiegu wartości ciśnienia w przewodzie głównym uzyskanej w kolejnych próbach, polegających na określonych zmianach położenia dźwigni zaworu, bądź załączeniu innych urządzeń lokomotywy, lub urządzeń układu stanowiska pomiarowego przyłączonych do głównego przewodu hamulcowego lokomotywy. Zapożyczona z prób odbiorczych zaworów licencyjna metoda (opracowana przez firmę Oerlikon) i kryteria oceny pozwoliły na zastosowanie obiektywnego, realizowanego przez komputer systemu diagnostyki.

Pokazany na fotografii 8 obraz ekranu rozpoczyna i kończy test zaworu. To okno na początku testu umożliwia wybranie wymaganych rodzajów prób, na podstawie których ma być dokonana ocena sprawności zaworu. Po zakończeniu badań przedstawia zbiorcze zestawienie wyników w którym próby pozytywne określone są znakiem +, a próby negatywne znakiem -. Okna ekranowe poszczególnych prób mają układ zbliżony do okna testu 5 agregatu prądowłórczego. Na ekranach prób zaworu, dodatkowo w części przeznaczony do cyfrowej prezentacji wartości mierzonych wielkości, znajdują się wskaźnik ustawienia zaworów stanowiska pomiarowego i wynik próby. Na fotografiach 9 i 10 pokazano okno ekranowe próby 1. Okno pokazane na fotografii 9 rozpoczyna przebieg próby. Na dole ekranu widoczna jest instrukcja określająca początkowe i końcowe ustawienie dźwigni zaworu. Rejestracja ciśnienia inicjowana jest automatycznie po wykryciu przez układ pomiarowy jego zmiany. Na fotografii 10 widoczny jest wynik rejestracji, kryterium oceny – jest nim w tej próbie przedział czasu, w którym ciśnienie w przewodzie głównym osiągnie wartość 0,48 MPa, a także końcowy wynik próby.

Możliwość konfigurowania układów pomiarowych omówionych testów (wybierania rejestrowanych wielkości), zwłaszcza testu 5, a także pomiary dodatkowymi przyrządami, w które wyposażona jest stacja diagnostyczna, pozwalają na realizację oceny stanu technicznego oraz regulację wielu zespołów i układów lokomotyw spalinowych.

Na zakres badań – poza możliwościami stacji diagnostycznej – istotny wpływ ma konstrukcja lokomotywy i jej stan techniczny. Szczegółowe omówienie możliwości pomiarowych stacji w stosunku do wszystkich wymienionych na

wstępie serii lokomotyw nie mieści się w ramach artykułu, z tego względu jako przykład omówione zostaną możliwości oceny stanu technicznego i regulacji lokomotyw serii SM42. Podczas pomiarów wymagających pracy silnika spaliny temperatura wody w jego układzie chłodzenia oraz temperatura i ciśnienie oleju smarującego muszą mieścić się w granicach określonych dokumentacją eksploatacyjną lokomotywy (DTR). Wielkości te mierzone są przyrządami pomiarowymi lokomotywy.

W przypadku prób, na których wyniki ma wpływ rezystancja uzwojeń maszyn elektrycznych, także temperatura uzwojeń musi mieścić się w granicach określonych przez producenta. Spełnienie tego warunku uzyskuje się przez określony czas pracy agregatu prądotwórczego przy obciążeniu opornikiem wodnym.

Możliwości pomiarowe stacji diagnostycznej w odniesieniu do lokomotyw serii SM42

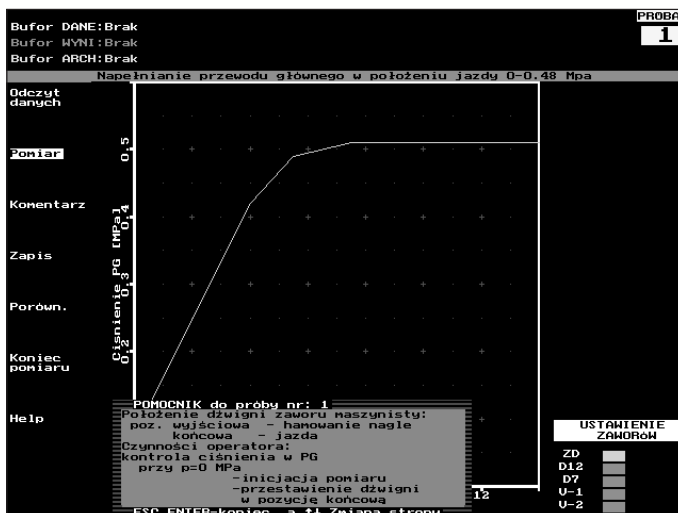
Ocena poprawności działania i nastaw regulatora prędkości obrotowej silnika spaliny oraz obwodów wzbudzenia wzbudnicy

Warunki pomiaru – praca agregatu prądotwórczego bez obciążenia, pomiar dla wszystkich pozycji nastawnika jazdy po ustabilizowaniu mierzonych wielkości i w stanach przejściowych po szybkim przestawieniu nastawnika z pozycji 0 na pozycję 11., oraz z pozycji 11. na pozycję 0.

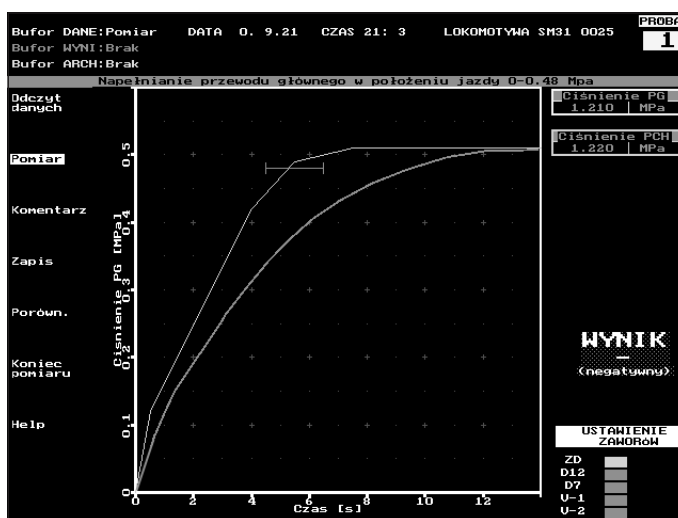
Ocena – na podstawie wyników porównania mierzonych wielkości z wymaganymi (w części określonymi w DTR lokomotywy).

Mierzone lub rejestrowane wielkości:

- prędkość obrotowa silnika spaliny na wszystkich pozycjach nastawnika jazdy;
- napięcie prądnic głównej na wszystkich pozycjach nastawnika jazdy;
- prąd w obwodzie wzbudzenia obcego wzbudnicy na wszystkich pozycjach nastawnika jazdy;
- napięcie prądnic głównej na 11. pozycji nastawnika jazdy, przy wyłączonym styczniku wzbudzenia bocznikowego wzbudnicy;
- napięcie prądnic głównej na 11. pozycji nastawnika jazdy przy załączonym styczniku wzbudzenia bocznikowego wzbudnicy;
- napięcie prądnic głównej na 11. pozycji nastawnika jazdy przy załączonych stycznikach wzbudzenia bocznikowego wzbudnicy i styczniku bocznikowania;
- czas przejścia silnika z obrotów biegu jałowego do znamionowych;
- czas przejścia silnika z obrotów znamionowych do obrotów biegu jałowego;
- czas przejścia regulatora obciążenia od wzbudzenia minimalnego do maksymalnego przy zaworach w pełni otwartych;
- czas przejścia regulatora obciążenia od wzbudzenia maksymalnego do minimalnego przy zaworach w pełni otwartych;
- czas przejścia regulatora obciążenia od wzbudzenia minimalnego do maksymalnego;



Fot. 9. Próba napełniania przewodu głównego – okno ekranowe rozpoczynające próbę



Fot. 10. Próba napełniania przewodu głównego – okno ekranowe kończące próbę

- czas przejścia regulatora obciążenia od wzbudzenia maksymalnego do minimalnego;
- czas przejścia regulatora obciążenia od wzbudzenia maksymalnego do minimalnego przy szybkim odwzbudzeniu.

Pomiary wykonywane są za pomocą procedur systemu pomiarowego TEST 1, TEST 5.

Ocena poprawności kształtowania charakterystyki zewnętrznej agregatu prądotwórczego przy pracy liniowej

Warunki pomiaru – praca agregatu prądotwórczego obciążonego opornikiem wodnym przy zmieniającej się rezystancji opornika od wartości maksymalnej do minimalnej, a następnie od minimalnej do maksymalnej; pomiary wykonywane na 4. i 11. pozycji nastawnika jazdy.

Ocena – na podstawie wyników porównania wartości mierzonych wielkości przy określonych warunkach obciążenia z wymaganymi (podanymi w DTR lokomotywy).

Mierzone lub rejestrowane wielkości:

- prędkość obrotowa silnika spaliny;
- napięcie prądnic głównej;

- prąd prądnicy głównej;
- prąd w obwodzie wzbudzenia obcego wzbudnicy;
- położenie siłownika regulatora silnika spalinowego sterującego dawką paliwa;
- temperatura wody, przy której następuje załączenie wentylatora układu chłodzenia;
- temperatura wody, przy której następuje wyłączenie wentylatora układu chłodzenia.

Pomiary wykonywane są za pomocą procedur systemu pomiarowego TEST 2.

Ocena poprawności regulacji napięcia prądnicy głównej przy pracy manewrowej

- Warunki pomiaru – pomiary wykonywane na 4. i 11. pozycji nastawnika jazdy przy zmianie nastawy potencjometru jazdy manewrowej od minimum do maksimum wzbudzenia.
- Ocena – na podstawie wyników porównania wartości mierzonych wielkości przy określonych warunkach obciążenia z wymaganymi (podanymi w DTR lokomotywy).
- Rejestrowane wielkości:
 - prędkość obrotowa silnika spalinowego;
 - napięcie prądnicy głównej;
 - prąd prądnicy głównej.

Pomiary wykonywane są za pomocą procedur systemu pomiarowego TEST 5.

Ocena poprawności pracy agregatu prądotwórczego w stanach przejściowych

- Warunki pomiaru – praca agregatu prądotwórczego obciążonego opornikiem wodnym przy prądzie obciążenia odpowiednim do nastawionej pozycji nastawnika jazdy z szybkim zdjęciem obciążenia; pomiary wykonywane na 5., 7., 9. i 11. pozycji nastawnika jazdy.
- Ocena – na podstawie wyników porównania wartości prędkości obrotowej silnika spalinowego przy określonych warunkach obciążenia z wymaganymi (podanymi w WTO lokomotywy).
- Rejestrowane wielkości:
 - prędkość obrotowa silnika spalinowego;
 - napięcie prądnicy głównej;
 - prąd w obwodzie wzbudzenia obcego wzbudnicy;
 - położenie siłownika regulatora silnika spalinowego sterującego dawką paliwa.

Pomiary wykonywane są za pomocą procedur systemu pomiarowego TEST 5.

Ocena oporów ruchu agregatu prądotwórczego i urządzeń pomocniczych

- Warunki pomiaru – praca agregatu prądotwórczego bez obciążenia przy szybkiej zmianie pozycji nastawnika jazdy z 11. na 0.
- Ocena – na podstawie wyników porównania wskaźników charakteryzujących spadek prędkości obrotowej silnika spalinowego ze standardowymi (określonymi na podstawie badań na stacji diagnostycznej Zakładu Taboru w Warszawie).
- Rejestrowane wielkości:
 - prędkość obrotowa silnika spalinowego;

- położenie siłownika regulatora silnika spalinowego sterującego dawką paliwa.

Pomiary wykonywane są za pomocą procedur systemu pomiarowego TEST 5.

Ocena wielkości jednostkowego zużycia paliwa przy znamionowym obciążeniu silnika spalinowego

- Warunki pomiaru – praca agregatu prądotwórczego obciążonego opornikiem wodnym przy prądzie prądnicy ok. 1000 A, pomiary wykonywane na 11. pozycji nastawnika jazdy.
- Ocena – na podstawie wyniku porównania średniej wartości jednostkowego zużycia paliwa z serii pomiarów, z wartością nominalną (podaną w ITR silnika spalinowego).
- Mierzone wielkości:
 - prędkość obrotowa silnika spalinowego;
 - napięcie prądnicy głównej;
 - prąd prądnicy głównej;
 - energia elektryczna;
 - prąd w obwodzie wzbudzenia obcego wzbudnicy;
 - położenie siłownika regulatora silnika spalinowego sterującego dawką paliwa.

Pomiary wykonywane są za pomocą procedur systemu pomiarowego TEST 3.

Ocena wielkości zużycia paliwa na biegu jałowym

- Warunki pomiaru – pomiary wykonywane na biegu jałowym silnika spalinowego.
- Ocena – na podstawie wyniku porównania średniej wartości zużycia paliwa z serii pomiarów, z wartością nominalną (określoną w pracach CNTK).
- Mierzone wielkości:
 - czas zużycia określonej dawki paliwa;
 - prędkość obrotowa silnika spalinowego.

Pomiary wykonywane są za pomocą procedur systemu pomiarowego TEST 4.

Ocena szczelności przestrzeni roboczej cylindrów silnika spalinowego

- Warunki pomiaru – pomiar wykonywany podczas obracania wału korbowego rozrusznikiem (prądnicą).
- Ocena – na podstawie wyników porównania maksymalnej wartości ciśnienia z wartością nominalną (podaną w ITR silnika spalinowego).
- Rejestrowane wielkości:
 - prędkość obrotowa silnika spalinowego;
 - ciśnienie w cylindrach silnika spalinowego;
 - prędkość obrotowa silnika spalinowego.

Pomiary wykonywane są za pomocą procedur systemu pomiarowego TEST 5.

Ocena poprawności nastaw przełącznika ziemnozwarciowego

- Warunki pomiaru – praca agregatu prądotwórczego na 4. pozycji nastawnika jazdy, zmiana wzbudzenia prądnicy głównej potencjometrem jazdy manewrowej do momentu uzyskania napięcia zadziałania przełącznika ziemnozwarciowego.

□ Ocena – na podstawie wyników porównania zmierzonych wielkości napięcia zadziałania z wymaganą (podaną w DTR lokomotywy).

□ Rejestrowane wielkości:

- napięcie prądnicy głównej;
- napięcie na stykach przełącznika.

Pomiary wykonywane są za pomocą procedur systemu pomiarowego TEST 5.

Ocena poprawności nastaw przełączników nadmiarowo-prądowych elektrycznych silników trakcyjnych

□ Warunki pomiaru – praca agregatu prądowłórczego na 4. pozycji nastawnika jazdy, obciążonego opornikiem wodnym przy zmieniającej się rezystancji opornika wodnego od wartości maksymalnej do momentu zadziałania badanego przełącznika.

□ Ocena – na podstawie wyników porównania zmierzonych wielkości prądu zadziałania z wymaganą (podaną w DTR lokomotywy).

□ Rejestrowane wielkości:

- napięcie prądnicy głównej;
- prąd prądnicy głównej;
- napięcie na stykach przełącznika.

Pomiary wykonywane są za pomocą procedur systemu pomiarowego TEST 5.

Ocena poprawności nastaw przełącznika bocznikowania

□ Warunki pomiaru – praca agregatu prądowłórczego na 6. pozycji nastawnika jazdy, obciążonego opornikiem wodnym przy zmieniającej się rezystancji opornika wodnego powodującej zmniejszanie wartości prądu prądnicy do momentu załączenia przełącznika bocznikowania elektrycznych silników trakcyjnych, a następnie zmiana rezystancji powodująca wzrost prądu do wartości powodującej wyłączenie przełącznika bocznikowania.

□ Ocena – na podstawie wyników porównania zmierzonych wielkości prądu zadziałania z wymaganą (podaną w DTR lokomotywy).

□ Rejestrowane wielkości:

- napięcie prądnicy głównej;
- prąd prądnicy głównej;
- napięcie na stykach przełącznika.

Pomiary wykonywane są za pomocą procedur systemu pomiarowego TEST 5.

Szybka ocena stanu technicznego baterii akumulatorów podczas próby rozruchu silnika spalinowego

□ Warunki pomiaru – pomiar wykonywany podczas próby rozruchu silnika spalinowego.

□ Ocena – na podstawie wyników porównania zmierzonej minimalnej wartości napięcia baterii z uzyskiwaną dla sprawnych baterii akumulatorów.

□ Rejestrowane wielkości:

- napięcie baterii akumulatorów;
- prąd baterii;
- prędkość obrotowa silnika spalinowego.

Pomiary wykonywane są za pomocą procedur systemu pomiarowego TEST 5.

Ocena stanu technicznego baterii akumulatorów podczas próby rozładowania

□ Warunki pomiaru – bateria akumulatorów naładowana, obciążenie opornikiem wodnym odpowiednim do jej rodzaju.

□ Ocena – na podstawie wyników porównania napięcia baterii po określonym czasie obciążenia z danymi katalogowymi.

□ Rejestrowane wielkości:

- napięcie baterii akumulatorów;
- prąd baterii akumulatorów;
- energia pobrana z baterii.

Pomiary wykonywane są za pomocą procedur systemu pomiarowego TEST 5.

Ocena poprawności pracy hamulca pociągowego lokomotywy

□ Warunki pomiaru – praca lokomotywy na 4. pozycji nastawnika jazdy zapewniająca zachowanie ciśnienia w układzie zasilania sprężonym powietrzem w dopuszczalnych granicach, zmiana położenia dźwigni głównego zaworu maszynisty odpowiednio do realizowanego testu.

□ Ocena – na podstawie wyników porównania czasów zmian ciśnienia i wartości ciśnień z wymaganymi (podanymi w warunkach technicznych).

□ Rejestrowane wielkości:

- ciśnienie w przewodzie głównym;
- ciśnienie w cylindrze hamulcowym.

□ Rodzaje testów:

- napełnianie przewodu głównego w położeniu jazdy 0–0,48 MPa;
- hamowanie służbowe;
- napełnianie w położeniu jazdy 0,35–0,48 MPa;
- hamowanie nagłe;
- ładowanie z położenia hamowania nagłego;
- obniżenie ciśnienia;
- ładowanie z położenia jazdy;
- maksymalne ciśnienie na pierwszym stopniu hamowania po przełączeniu z położenia ładowania;
- maksymalne ciśnienie na pierwszym stopniu hamowania po przełączeniu z położenia jazdy;
- ładowanie z położenia hamowania służbowego;
- zdolność przerywania napełniania;
- maksymalne ciśnienie przy hamowaniu uzupełniającym;
- luzowanie stopniowe;
- luzowanie z przeładowaniem;
- hamowanie stopniowe;
- czułość uzupełniania strat w położeniu jazdy;
- czułość uzupełniania strat w czasie hamowania;
- zdolność uzupełniania strat dysza Ø12;
- zdolność uzupełniania strat dysza Ø7;
- szczelność zaworu w położeniu jazdy;
- szczelność zaworu w położeniu odciążenia;
- hamowanie nagłe spowodowane urządzeniami SHP.

Pomiary wykonywane są za pomocą procedur systemu pomiarowego ZAWÓR.

Ocena wielkości wartości skutecznej skorygowanego przyspieszenia drgań w kabinie maszynisty

□ Warunki pomiaru – praca silnika spalinowego bez obciążenia, pomiary wykonywane na poszczególnych pozycjach nastawnika jazdy przy umieszczeniu przetwornika drgań na podłodze w kabinie maszynisty, a następnie na siedzisku fotela.

□ Ocena – na podstawie wyników porównania zmierzonych wielkości przyspieszeń drgań z dopuszczalnymi, określonymi w Instrukcji KM 3-6512/5/91.

□ Mierzone wielkości:

- przyspieszenie drgań w kierunku X;
- przyspieszenie drgań w kierunku Y;
- przyspieszenie drgań w kierunku Z;
- prędkość obrotowa silnika spalinowego.

Pomiary wykonywane są miernikiem drgań z filtracją zgodną z wymogami karty UIC515.

Stacja diagnostyczna wykorzystywana jest także do badania i pomiarów poznawczych, mających na celu określenie wybranych parametrów technicznych lub cech eksploatacyjnych lokomotyw. W zakresie oceny ekonomii pracy lokomotyw są następujące pomiary:

Określenie wielkości godzinowego zużycia paliwa na poszczególnych pozycjach nastawnika jazdy

□ Warunki pomiaru – praca agregatu prądotwórczego obciążonego opornikiem wodnym przy prądzie prądnicy ok. 1000 A, pomiary wykonywane na poszczególnych pozycjach nastawnika jazdy.

□ Mierzone wielkości:

- czas zużycia określonej dawki paliwa;
- prędkość obrotowa silnika spalinowego;
- napięcie prądnicy głównej;
- prąd prądnicy głównej;
- energia elektryczna;
- prąd w obwodzie wzbudzenia obcego wzbudnicy;
- położenie siłownika regulatora silnika spalinowego sterującego dawką paliwa.

Pomiary wykonywane są za pomocą procedur systemu pomiarowego TEST 3.

Określenie wielkości jednostkowego zużycia paliwa w stanach przejściowych

□ Warunki pomiaru – praca agregatu prądotwórczego przy wymaganym obciążeniu opornikiem wodnym (prądzie prądnicy głównej), pomiary wykonywane przy wymaganym zmianach pozycji nastawnika jazdy.

□ Mierzone wielkości:

- masa zużytego paliwa;
- prędkość obrotowa silnika spalinowego;
- napięcie prądnicy głównej;
- prąd prądnicy głównej;
- energia elektryczna;

- prąd w obwodzie wzbudzenia;
- położenie siłownika regulatora silnika spalinowego sterującego dawką paliwa.

Pomiary wykonywane są za pomocą procedur systemu pomiarowego TEST 6.

Określenie wielkości zużycia paliwa w próbie godzinnej

□ Warunki pomiaru – praca agregatu prądotwórczego z obciążeniem i na pozycjach nastawnika jazdy określonych w odpowiednim cyklu pracy CNTK 3484/17 z 1980 r.

□ Mierzone wielkości:

- masa zużytego paliwa;
- prędkość obrotowa silnika spalinowego;
- napięcie prądnicy głównej;
- energia elektryczna;
- położenie siłownika regulatora silnika spalinowego sterującego dawką paliwa.

Pomiary wykonywane przyrządami pulpituowymi.

□

Literatura:

- [1] Sprawozdanie z realizacji Pracy Naukowo-Badawczej: *Rozszerzenie możliwości pomiarowych stacji diagnostycznej dla celów pomiaru zużycia paliwa i wprowadzenia dynamicznych cykli obsługi*. Wyższa Szkoła Inżynierska w Radomiu. Radom 1990–1991.
- [2] Kozłowski A., Rakowski J., Saniawa D., Rzepiejewski H.: *Stacja diagnostyczna do badań układów trakcyjnych lokomotyw spalinowych*. III Konferencja Naukowa „Nauka – Transport – Praktyka” 1981. Trakcja i Wagony 2/1982.
- [3] Sikorski J., Rzepiejewski H.: *Diagnostyka lokomotyw spalinowych w lokomotywowni Warszawa - Odolany*. III Konferencja Naukowa. Trakcja i Wagony 12/1985

Autorzy:

mgr inż. Wojciech Pęsik
– dyrektor Zakładu Taboru w Warszawie

mgr inż. Henryk Rzepiejewski
– specjalista Zakładu Taboru w Warszawie

mgr inż. Julian Sikorski
– kierownik Zakładu Trakcji
Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa
Jednostka Badawczo-Rozwojowa

inż. Sławomir Tomczykowski
– zastępca dyrektora ds. ekonomicznych Zakładu Taboru
w Warszawie