

Stacja diagnostyczna lokomotyw spalinowych w Zakładzie Taboru w Warszawie (2)

W pierwszej części artykułu (tts 7-8/2000) przedstawiono cechy eksploatacyjne stacji diagnostycznej, w tej opisanę zostaną rozwiązania konstrukcyjne jej zasadniczych zespołów i układów.

Projektowanie i realizacja urządzeń stacji diagnostycznej rozpoczęły się w 1975 r. Początkowo przedsięwzięcie to było realizowane przez Lokomotywnię Warszawa Odolany na podstawie projektów opracowanych przez Zespół Technologiczno-Rozwojowy, później – w wyniku porozumień zawartych przez Lokomotywnię z Centrum Naukowo-Technicznym Kolejnictwa – w projektowanie i realizację stacji włączony został Instytut Eksploatacji Taboru Kolejowego Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Radomiu.

Wraz z rozwojem techniki, w szczególności przetworników i systemów pomiarowych, rozwiązania konstrukcyjne urządzeń i układów stacji diagnostycznej były do 1993 r. doskonałe i modernizowane.

Pierwsze próby automatyzacji pomiarów podjęto w 1982 r., wykorzystując do tego celu historyczny już system cyfrowy CAMAC, uzupełniony dużą liczbą bloków pomiarowych konstruowanych jednostkowo i wykonywanych w technice TTL. System ten sterowany był procesorem CAMAC 131, który zastąpił początkowo komputer typu AT, później 386.

W artykule przedstawiona jest obecna konstrukcja układów i urządzeń stacji diagnostycznej. Szerzej opisane są urządzenia, które wyróżniają się korzystnymi walorami użytkowymi lub innymi cechami konstrukcji.

Omawiana stacja diagnostyczna składa się ze specjalizowanego zespołu obiektów: budynku sterowni, budynku pompowni, toru kolejowego z wiatą osłaniającą lokomotywę, basenu chłodniczego wraz z zainstalowanymi w nich urządzeniami technicznymi służącymi do obciążania agregatu prądotwórczego i pomiaru parametrów jego pracy. Urządzeniem uzupełniającym jest układ pomiarowo-diagnostyczny głównego zaworu maszynisty.

Układ obciążający agregat prądotwórczy lokomotywy

Do obciążania agregatu prądotwórczego wykorzystywany jest opornik wodny. Konstrukcja opornika wodnego umożliwia ciągłe obciążenie zarówno agregatów, których prądnice główne mają nominalne niskie napięcie (lokomotywy ST44 – 570 V), jak i wysokonapięciowe (np. lokomotywy SU46 – 1000 V). Zdolność rozpraszania energii elektrycznej przetworzonej w energię cieplną uzyskana jest przez zewnętrzny układ chłodzenia elektrolitu opornika wodnego, co pozwala na ciągłe obciążenie agregatów mocy do 2 MW. Ta cecha układu obciążającego umożliwia wykorzystywanie opornika do obciążania agregatów przy docieraniu części silników spalinowych.

Parametry techniczne opornika wodnego

Typ	OW6300
Maksymalny prąd	6300 A
Prąd ciągły bez chłodzenia elektrolitu	1000 A
Prąd ciągły z chłodzeniem elektrolitu	2000 A
Maksymalne napięcie	1000 V
Moc ciągła rozpraszana	
– bez chłodzenia elektrolitu	750 kW
– z chłodzeniem elektrolitu	2000 kW
Minimalna rezystancja opornika wodnego przy elektrolicie o oporności właściwej	
– $\xi = 10 \Omega\text{m}$ (czysta woda)	0,073 Ω
– $\xi = 0,4 \Omega\text{m}$ (ok. 0,6% roztwór soli)	0,03 Ω
Zmiany rezystancji	
– skokowo	6 stopni
– płynnie, minimalny czas pełnej zmiany rezystancji	60 s
Maksymalna objętość elektrolitu	4 m ³

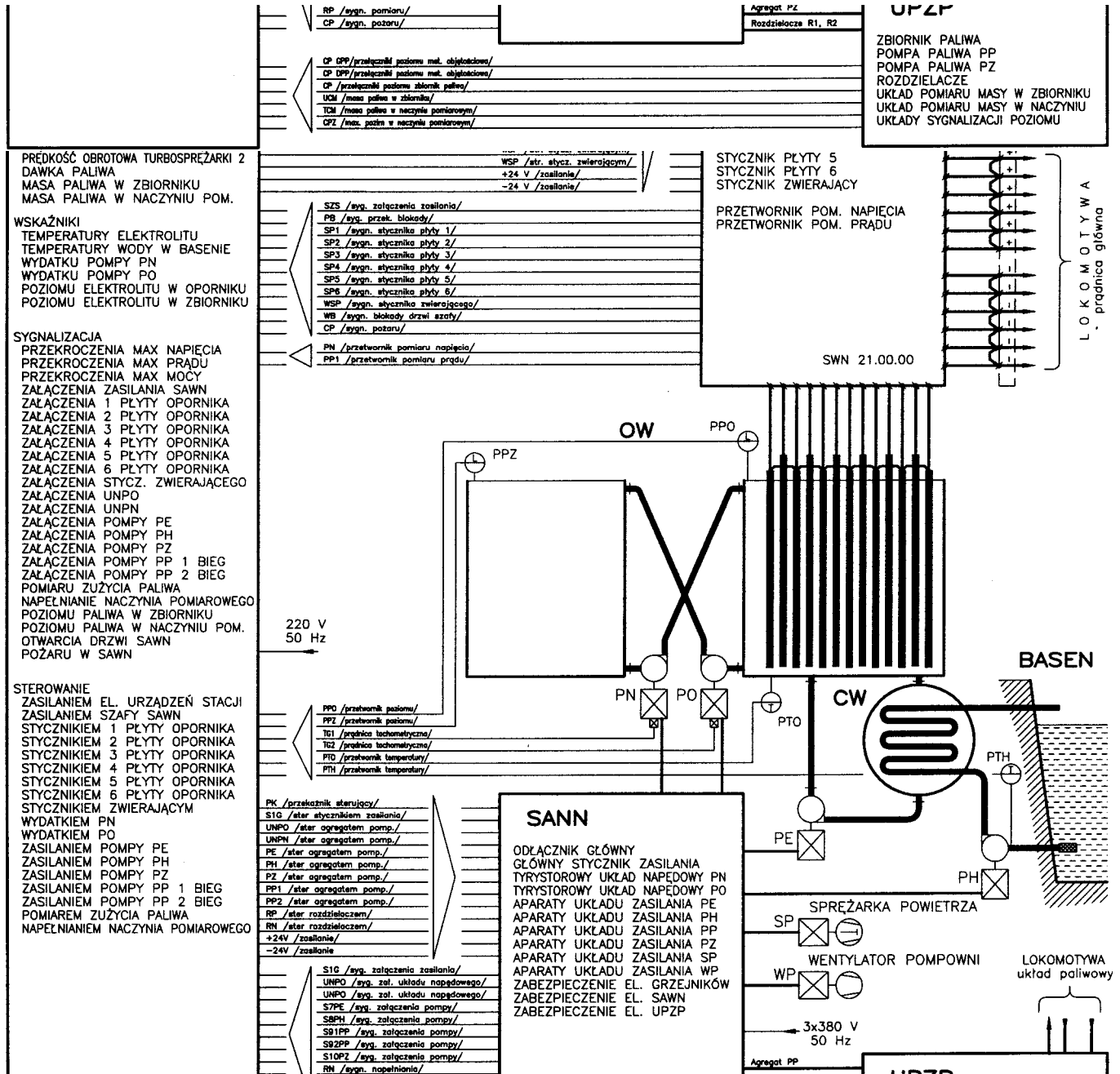
Widok opornika wodnego pokazano na fotografii 1, a jego układowe powiązania z innymi urządzeniami stacji diagnostycznej na rysunku 1.



Fot. 1. Widok opornika wodnego

Stalowa skrzynia opornika wodnego podzielona jest na dwie części – jedna jest zbiornikiem elektrolitu (wody), a druga komorą roboczą, w której umieszczone są elektrody. Elektrody dodatnie łączone są z prądnicą lokomotywy przez styki styczników umieszczone w szafie aparatuwej wysokiego napięcia – SAWN. Możliwość wyboru liczby załączonych (czynnych) płyt pozwala na dopasowanie rezystan-

cji opornika do parametrów pracy agregatu prądotwórczego. Płynna zmiana rezystancji opornika uzyskiwana jest przez zmianę napełnienia komory roboczej, a przez to zmianę zanurzenia płyt, realizowane pompami PN – napełniającą i PO – opróżniającą. Wydatki pomp regulowane są przez ich układy napędowe, którymi są silniki prądu stałego zasilane przez tyrystorowe zespoły napędowe. Podczas obciążania agregatu



Rys. 1. Schemat blokowy urządzeń stacji diagnostycznej: OW - opornik wodny, SAWN - szafa aparaturowa wysokiego napięcia, SANN - szafa aparaturowa niskiego napięcia, PSP - pulpit pomiarowo-sterowniczy, UPZP - układ pomiaru zużycia paliwa, CW - wymiennik ciepła

prądotwórczego pracują obie pompy, a wielkość wydatków nastawionych przez operatora stacji określa prędkość i kierunek zmiany rezystancji opornika. Stała wymiana elektrolitu między komorami powodowana jednoczesną pracą pomp sprawia, że podczas pracy opornika elektrolit jest podgrzewany w obu jego komorach. Takie oryginalne rozwiązanie konstrukcyjne w znacznym stopniu uniezależnia moc obciążeniową opornika od jego rezystancji, w efekcie możliwe jest wielokrotne obciążenie agregatów o mocy 2,2 MW w czasie koniecznym do wykonania rutynowych badań i regulacji.

Podczas dłuższej pracy lokomotyw dużej mocy, występującej np. podczas próby godzinnej zużycia paliwa czy docierania silnika spalinowego, wymagana zdolność rozpraszania energii uzyskiwana jest przez włączenie do pracy układu chłodzenia elektrolitu. Składa się on z pompy PE, wymuszającej przepływ elektrolitu z komory roboczej opornika przez wymiennik ciepła CW, w którym jest on chłodzony wodą z basenu przetwarzaną pompą PH.

Istotnymi cechami konstrukcyjnymi opornika wodnego są: zdolność stabilizacji prądu prądnic i możliwość jego płynnej zmiany z regulowaną prędkością oraz – w stosunku do innych użytkowanych konstrukcji oporników – relatywnie mała objętość elektrolitu. Elektrolitem jest zwykła woda, je-

dynie podczas prób agregatów lokomotyw ST44 rozpuszcza na jest w niej niewielka ilość soli kuchennej.

Aparatura elektryczna stacji zgrupowana jest w dwóch szafach, wspomnianej wcześniej szafie aparaturowej wysokiego napięcia SAWN (fot. 2) oraz szafie aparaturowej niskiego napięcia SANN (fot. 3). W pierwszej umieszczone są aparaty obwodu elektrycznego obciążającego agregat prądotwórczy. Są to styczniki płyt opornika wodnego, stycznik zwierający prądnicę główną, przetworniki pomiaru napięcia i prądu. Wydzielonym podzespołem szafy jest widoczny na zdjęciu przekaźnikowy układ jej sterowania.

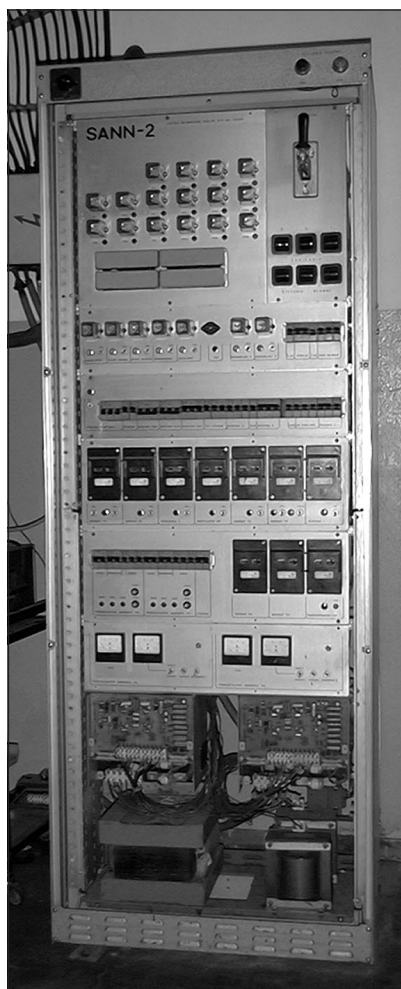
W szafie aparaturowej niskiego napięcia SANN umieszczone są aparaty elektryczne obwodów zasilania elektrycznego urządzeń stacji, w tym aparaty zabezpieczające i sterownicze. Elementy sterownicze i sygnalizacyjne opornika wodnego oraz jego układu chłodzenia umieszczone są w pulpicie PSP i tablicy synoptycznej pokazanych na fotografii 2, zamieszczonej w pierwszej części artykułu (*tts* 7-8/2000).

Układy i system pomiarowy stacji diagnostycznej

Wszystkie parametry pracy lokomotyw – elektryczne i mechaniczne są mierzone za pomocą układów elektronicznych. W pulpicie i tablicy synoptycznej umieszczone są przyrządy pomiarowe, mierzące zasadnicze parametry pracy agregatu



Fot. 2. Szafa aparaturowa wysokiego napięcia



Fot. 3. Szafa aparaturowa niskiego napięcia

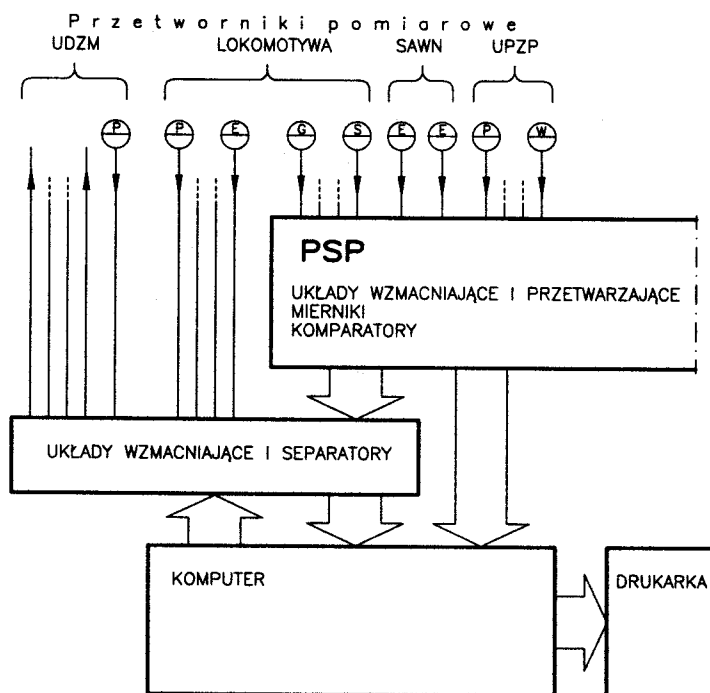
prądowórczego oraz – związane z nimi – elektroniczne układy przetwarzające. Mierniki napięcia prądu i mocy agregatu prądowórczego sprzęgnięte są z bargrafami, pozwalającymi na szybką ocenę parametrów pracy agregatu prądowórczego, oraz cyfrowymi komparatorami wartości maksymalnych. Przekroczenie tych wartości jest sygnalizowane optycznie i dźwiękowo.

Wartości maksymalne ustawiane są przez operatora, odpowiednio do parametrów konstrukcyjnych badanego agregatu prądowórczego.

Mierzone wielkości wymieniono w pierwszej części artykułu, natomiast konfigurację torów pomiarowych pokazano na rysunku 2. Przetworniki pomiarowe wbudowane są w układy i zespoły stacji diagnostycznej lub instalowane na czas badań w lokomotywie. Wszystkie tory pomiarowe izolowane są galwanicznie od obwodów elektrycznych lokomotywy w celu zagwarantowania bezpieczeństwa obsługi stacji, aparatury pomiarowej i wymaganej dokładności pomiarów.

Tory pomiarowe każdego z sygnałów są prowadzone oddzielnie, bez wspólnej masy, co ogranicza powstawanie zakłóceń o charakterze współbieżnym. Izolacja galwaniczna zapewniana jest na dwa sposoby. Pierwszy – zastosowany do pomiaru napięcia i prądu prądnicy głównej – zrealizowano za pomocą przemysłowych przetworników separacyjnych, przetwarzających wejściowe napięcie stałe na proporcjonalny prąd stały w standardzie $0 \div 20$ mA. Drugi, w którym zastosowano hybrydowe wzmacniacze izolacyjne typu AD202, zapewnia izolację komputerowego systemu pomiarowego, z gwarancją uzyskania odpowiedniej górnej częstotliwości przenoszenia sygnałów pomiarowych.

Sygnały analogowe z wyjść wzmacniaczy izolacyjnych doprowadzone są do wejścia analogowej karty pomiarowej



Rys. 2. Konfiguracja systemu pomiarowego

PCL 812 (produkcji firmy ADVANTECH), umieszczonej w komputerze. Karta ta ma 16 wejść analogowo-cyfrowych o rozdzielczości 12 bitów z przetwarzaniem aproksymacyjnym o maksymalnej częstotliwości próbkowania 30 kHz, 16 wejść i 16 wyjść binarnych oraz układ czasowy, wyposażony w trzy liczniki 16-bitowe. Standaryzacja napięciowych sygnałów wejściowych uzyskiwana jest we wzmacniaczach izolacyjnych.

Osobnym sygnałem cyfrowym jest sygnał z impulsowego przetwornika optycznego generowany w chwili, gdy wał korbowy silnika spalinowego osiąga kąt 0° . Sygnał ten wykorzystany jest do wyznaczenia prędkości obrotowej silnika spalinowego metodą zliczania impulsów o wzorcowej częstotliwości w czasie między dwoma kolejnymi impulsami znacznikowymi. Na tej podstawie obliczana jest rzeczywista prędkość obrotowa [obr/min]. Miernik prędkości obrotowej umieszczony jest w pulpicie pomiarowo-sterowniczym, a wynik pomiaru – w postaci binarnej – przekazywany jest do wejść cyfrowych dodatkowej, 24-bitowej karty typu PCL 886. W ten sposób co prawda obniżono redundancję systemu, jednak w zamian uzyskano zwolnienie mechanizmu przerwań procesora komputera i wykorzystanie go do innych zadań, oraz dostęp do aktualnej wielkości prędkości obrotowej w każdym momencie pomiarów, bez potrzeby oczekiwania na zakończenie ostatniego obrotu. Ponadto sygnał z impulsowego przetwornika optycznego wykorzystywany jest w pomiarach służących do szybkiej oceny szczelności cylindrów. Sygnał ten pozwala na identyfikację poszczególnych cylindrów na zarejestrowanym przebiegu wartości prądu rozruchu. Do tego celu wykorzystywany jest dodatkowy generator umieszczony na płycie PCL 750, wbudowanej do komputera obok dwóch wcześniej wymienionych kart.

Oprogramowanie komputerowego systemu pomiarowego

Komputerowy system pomiarowy jest zbiorem oddzielnych programów, realizujących poszczególne testy pod kontrolą systemu operacyjnego, w tym wypadku DOS.

Zastosowanie systemu DOS do nadzoru nad pomiarami ma głównie podłoże historyczne. Warto jednak podkreślić, że zaletą tego systemu jest w tym przypadku brak sterowników pośredniczących między programem a systemem operacyjnym, a co za tym idzie duża szybkość działania zarówno programów, jak i samego systemu operacyjnego. Cechą wygodną dla programisty jest stosunkowo łatwy dostęp do systemu przerwań systemowych, które można przeprogramować w sposób wymagany przez sterowanie, co jest wykorzystane w programach stacji diagnostycznej. Uzupełniając te argumenty wysoką niezawodnością pracy systemu DOS można stwierdzić, że jego zastosowanie jest dobrym rozwiązaniem. Utrudnieniem jest brak możliwości stosowania wysokowydajnych narzędzi programistycznych RAD do tworzenia programów systemu pomiarowego oraz ograniczony dostęp do pamięci, ale te problemy nie mają większego znaczenia dla użytkownika systemu.

Przebieg wywołania programów systemu pomiarowego pokazano na schemacie blokowym (rys. 3). Przejścia mię-

dzy poszczególnymi programami są dla użytkownika niewidoczne ze względu na operowanie z poziomu systemu operacyjnego zadaniem wsadowym typu batch, które udostępnia operatorowi tekstowe menu możliwych do wykonania operacji. Zbiór batch pełni rolę łącznika między poszczególnymi programami. Takie rozwiązanie sterowaniem przebiegiem procesu pomiarowego przez użytkownika uniezależnia wykonanie poszczególnych testów od siebie, co znakomicie uodparnia system na drobne awarie sprzętowe. Temu celowi służy również możliwość każdorazowego konfigurowania zespołu czujników używanych w wykonanym teście – w razie awarii czujnika, bądź innego elementu toru pomiarowego, można dany pomiar odłączyć i prowadzić proces diagnostyczny z ograniczonym zestawem parametrów.

Po wykonaniu pojedynczego pomiaru sprawdzana jest jego wiarygodność przez porównanie z wynikiem poprzedniego pomiaru i kontrolę dynamiki zmian. Innym mechanizmem, istotnie wpływającym na właściwości metrologiczne systemu, jest eliminacja statystyczna fluktuacji przypadkowych. Wartość parametru, wykorzystywana do jego rejestracji, otrzymywana jest przez uśrednienie z serii kilkunastu pomiarów wartości chwilowych, z uwzględnieniem kierunku i dynamiki zmian. Jak wykazano w [2] w sposób znaczący zmniejsza to poziom niepewności metrologicznej pomiaru. Postać graficzna wyników pomiarów jest uzyskiwana przez aproksymację wielomianową. Pomocniczymi narzędziami służącymi do analizy zarejestrowanych przebiegów jest „lupa” bądź kursor, pozwalające odczytać wartości parametrów we wskazanych punktach. Możliwe jest także, w celu porów-

kania, wyświetlanie w tle na ekranie przebiegu uzyskanego z wcześniejszych pomiarów.

Układ pomiaru zużycia paliwa

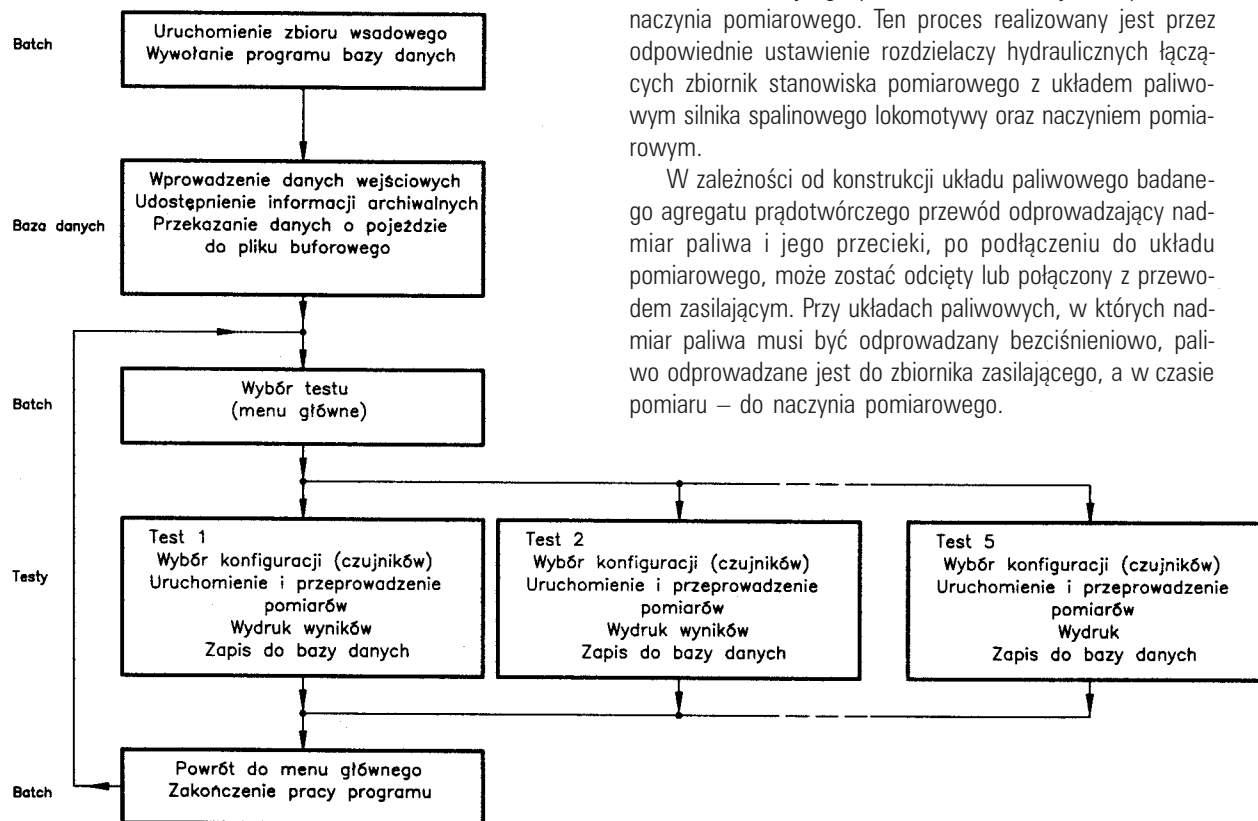
Schemat instalacji paliwowej układu pomiaru zużycia paliwa pokazano na rysunku 4, a jego powiązania z innymi urządzeniami stacji diagnostycznej na rysunku 2.

Podczas pomiarów zużycia paliwa lokomotywa zasilana jest paliwem ze zbiornika stacji diagnostycznej. Takie rozwiązanie pozwala na użycie w pomiarach paliwa o oznaczonej wartości opałowej. Zainstalowane w zbiorniku sondy ultradźwiękowego układu pomiaru masy paliwa umożliwiają badania wymagające dużych dawek paliwa, np. pomiar zużycia paliwa w próbie godzinnej. Umieszczenie zbiornika i naczyń pomiarowych na odpowiednich poziomach pozwala na grawitacyjne ich napełnianie i beciśnieniowe odprowadzenie nadmiaru paliwa z układu paliwowego badanego agregatu (fot. 4).

Pomiar zużycia paliwa może być realizowany metodą objętościową i wagową.

W metodzie objętościowej zużycie paliwa określane jest na podstawie czasu zużycia dawki paliwa wynoszącej 5 dcm³. Początek i koniec pomiaru czasu wyznaczany jest czujnikami poziomu paliwa w naczyniu pomiarowym. W metodzie wagowej, zależnie od rodzaju testu, wyznaczany jest czas zużycia określonej przez operatora masy paliwa (możliwe jest wykonanie serii pomiarów) lub wielkość masy paliwa zużytej we wskazanym przez operatora czasie. W obu metodach pomiarowych, po zakończeniu pomiaru, a przed dokonaniem kolejnego pomiaru, konieczne jest napełnienie naczynia pomiarowego. Ten proces realizowany jest przez odpowiednie ustawienie rozdzielaczy hydraulicznych łączących zbiornik stanowiska pomiarowego z układem paliwowym silnika spalinowego lokomotywy oraz naczyniem pomiarowym.

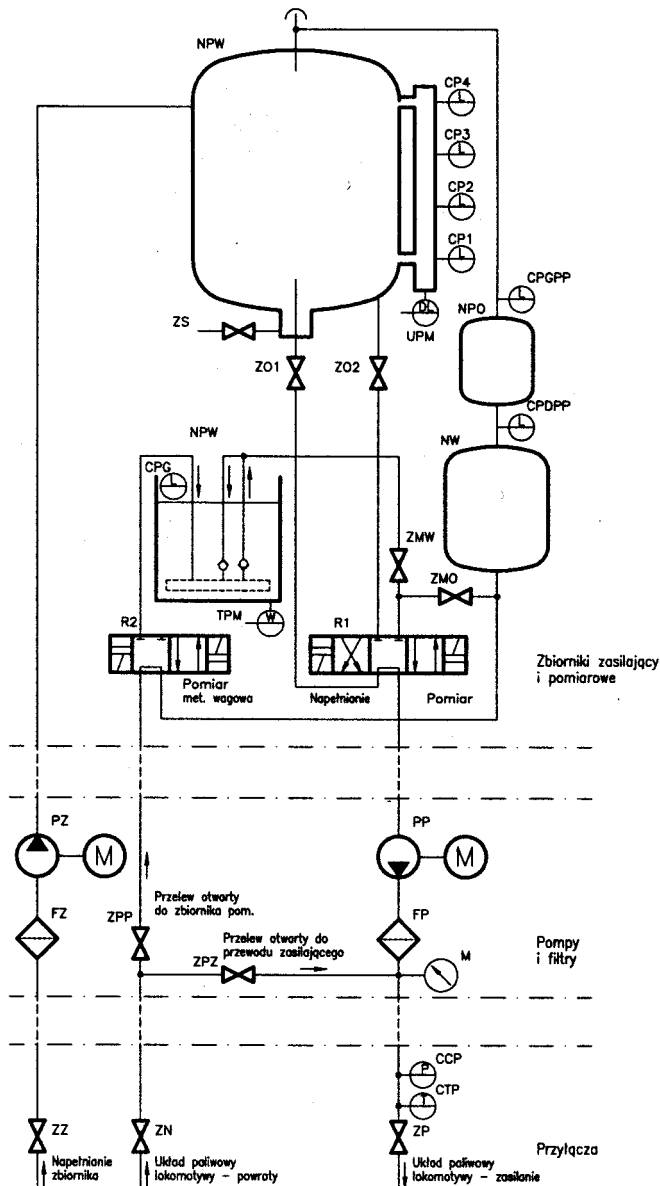
W zależności od konstrukcji układu paliwowego badanego agregatu prądotwórczego przewód odprowadzający nadmiar paliwa i jego przecieki, po podłączeniu do układu pomiarowego, może zostać odcięty lub połączony z przewodem zasilającym. Przy układach paliwowych, w których nadmiar paliwa musi być odprowadzany beciśnieniowo, paliwo odprowadzane jest do zbiornika zasilającego, a w czasie pomiaru – do naczynia pomiarowego.



Rys. 3. Schemat blokowy przebiegu procesu pomiarowego

Do pomiaru masy paliwa zastosowana jest elektroniczna waga z tensometrycznym przetwornikiem pomiarowym (fot. 5). Konstrukcja stanowiska izoluje układ pomiaru masy od drgań pochodzących od pracującego silnika spalinowego lokomotywy i zaburzeń spowodowanych przepływem nadmiaru paliwa przez naczynie pomiarowe.

Cyfrowy miernik masy paliwa, elementy sterownicze i sygnalizacyjne układu pomiarowego zużycia paliwa umieszczone są w pulpicie PSP i tablicy synoptycznej. Układ pomiaru masy paliwa i czujniki poziomu paliwa w naczyniu pomiaro-



Rys. 4. Schemat instalacji paliwowej układu pomiaru zużycia paliwa
 ZS - zbiornik paliwa, NPO - naczynie pomiarowe układu pomiaru metodą objętościową, NPW - naczynie pomiarowe układu pomiaru metodą wagową, NW - naczynie wyrównawcze, PZ - pompa zasilająca, PP - pompa podająca, FP, FZ - filtry paliwa, R1, R2 - rozdzielacze, CP... - czujniki poziomu paliwa, M - manometr, UPM - zintegrowany ultradźwiękowy przetwornik poziomu i gęstości paliwa, TPM - tensometryczny przetwornik masy, Z... - zawory odcinające



Fot. 4. Urządzenia układu pomiaru zużycia paliwa

wym układu pomiarowego metodą objętościową włączone są w komputerowy system pomiarowy stacji.

Wybrane parametry techniczne układu pomiaru zużycia paliwa

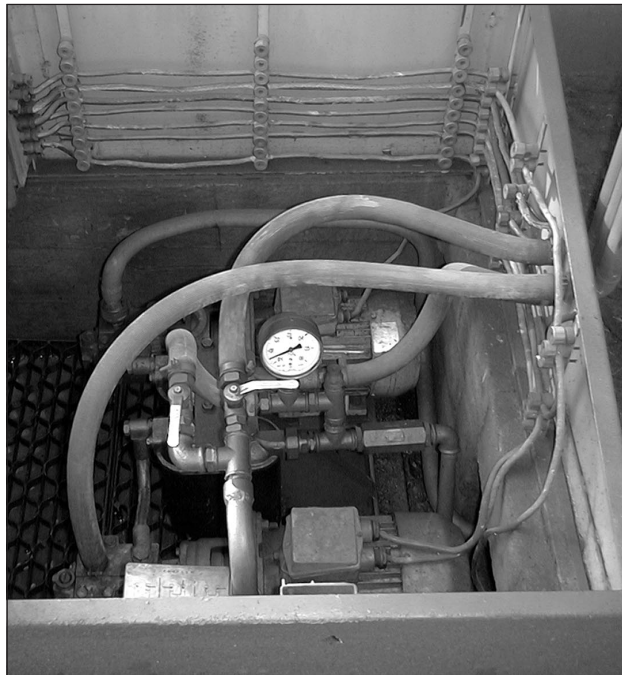
Objętość zbiornika zasilającego	500 dcm ³
Objętość naczynia pomiarowego układu pomiarowego metodą objętościową	5 dcm ³
Maksymalna ważona masa paliwa	3,999 kg
Uchyb odmierzenia dawki paliwa w metodzie objętościowej	5 cm ³
Uchyb pomiaru masy paliwa – w naczyniu pomiarowym	2 g
– w zbiorniku zasilającym	200 g
Wydatek pompy podającej paliwo – pierwszy bieg	16 dcm ³ /min
– drugi bieg	25 dcm ³ /min
Zakres regulacji ciśnienia paliwa	2 ÷ 200 kPa

Układ pomiarowo-diagnostyczny głównego zaworu maszynisty

Schemat układu pneumatycznego stanowiska pomiarowo-diagnostycznego głównego zaworu maszynisty pokazano na rysunku 5. Przewód główny lokomotywy łączony jest z zespołem zaworów elektropneumatycznych, z których pierwszy umożliwi dołączenie zbiornika symulującego objętość przewodu głównego pociągu, a pozostałe – połączenie z atmosferą przez dysze o określonej średnicy (fot. 7). Stero-



Fot. 5. Naczynie pomiarowe układu pomiaru zużycia paliwa



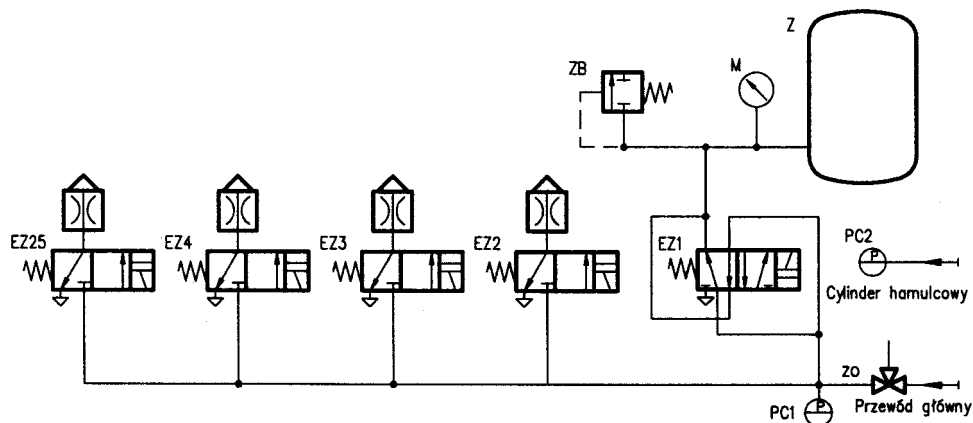
Fot. 6. Pompy i filtry układu pomiaru zużycia paliwa

wanie pracą zaworów realizowane jest przez komputerowy system pomiarowy, odpowiednio do algorytmów wykonywanych testów diagnostycznych. Ciśnienie w przewodzie głównym, przetwarzane przez przetwornik pomiarowy na proporcjonalny sygnał elektryczny, mierzone i rejestrowane jest przez komputerowy system pomiarowy. Pomocniczo może być równocześnie mierzone i rejestrowane ciśnienie w cylindrze hamulcowym po jego połączeniu z drugim przetwornikiem pomiarowym stanowiska pomiarowego.

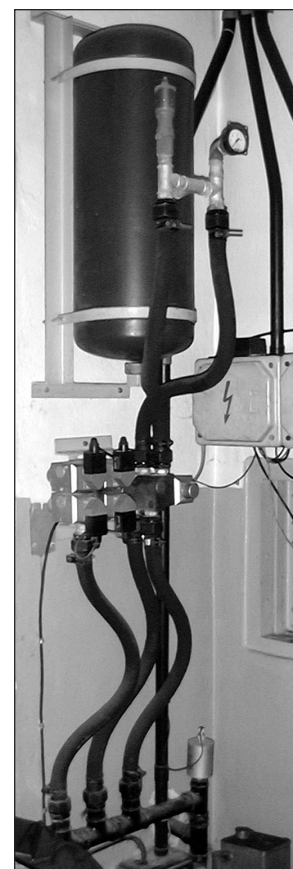
*
* *

Stacja Diagnostyczna Lokomotyw Spalinowych Zakładu Taboru w Warszawie jest jedną z kilku tego typu obiektów, jakimi dysponują krajowi użytkownicy spalinowych pojazdów trakcyjnych. Jest to stacja najstarsza, z tego względu jej wyposażenie nie jest najnowocześniejsze, jednak jej możliwo-

ści pomiarowe są największe. Wynika to z uniwersalności zastosowanych układów pomiarowych, które pozwalają na badanie wielu serii lokomotyw spalinowych, eksploatowanych przez PKP i przemysł. Istotnym parametrem, możliwym do zmierzenia tylko na opisanej stacji, jest pomiar zużycia paliwa i wielkości pochodnych. Wydaje się, że przy ciągle wzrastających cenach paliwa ta możliwość pomiarowa stacji będzie wykorzystywana w coraz większym stopniu. Inną wielkością mierzoną tylko na stacji Zakładu Taboru w Warszawie jest skuteczne skory-



Rys. 5. Schemat układu pneumatycznego stanowiska pomiarowo-diagnostycznego głównego zaworu maszynisty: Z - zbiornik, ZB - zawór bezpieczeństwa, ZO - zawór odcinający, EZ - zawory elektropneumatyczne, PC1, PC2 - przetworniki ciśnienia



Fot. 7. Zbiornik i zespół zaworów układu pomiarowo-diagnostycznego głównego zaworu maszynisty

gowane przyspieszenie drgań, które w kabinach maszynisty lokomotyw serii SM42 często przekracza dozwoloną wielkość i jest podstawą reklamacji jakości napraw okresowych. Trwała i niezawodna konstrukcja urządzeń stacji oraz doświadczeni diagności są dobrą gwarancją dalszego rozwoju stacji, wiążącą się z nowymi wymaganiami w zakresie ochrony naturalnego środowiska, jakie będą musiały być spełnione przez silniki spalinowe lokomotyw po przyjęciu przez Polskę norm europejskich. Dotyczy to nie tylko pomiaru zadymienia spalin czy ich składu chemicznego, ale – co istotniejsze – utrzymania dobrego stanu technicznego i właściwej regulacji agregatów prądotwórczych, co przy obecnej konstrukcji lokomotyw może być realizowane tylko podczas prób obciążeniowych.

□

Literatura:

- [1] Erd A., Saniawa D.: *Zautomatyzowana stacja diagnostyczna do badań stanu technicznego lokomotyw spalinowych*. W materiałach konferencji naukowo-technicznej Efektywność Eksploatacji Systemów Technicznych. Zespół Systemów Eksploatacji SPEM KBM PAN, Warszawa – Poznań 1985.
- [2] Erd A.: *Weryfikacja metod diagnostycznych lokomotyw spalinowych*. Rozprawa doktorska. Politechnika Poznańska 1988.
- [3] *Rozszerzenie możliwości pomiarowych stacji diagnostycznej...* Praca zbiorowa, niepublikowana, sprawozdania z etapów. Wyższa Szkoła Inżynierska w Radomiu 1990–1993.
- [4] *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.
- [5] 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.
- [6] Sikorski J., Rzepiejewski H.: *Diagnostyka lokomotyw spalinowych w lokomotywowni Warszawa Odolany*. III Konferencja Naukowa. Trakcja i Wagony 12/1985.

Autorzy

dr inż. Andrzej Erd

adiunkt w Instytucie Systemów Transportowych i Eksploatacji Taboru Kolejowego Politechniki Radomskiej

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

PRENUMERATA □ INFORMACJE □ PRENUMERATA □ INFORMACJE □ PRENUMERATA



TECHNIKA TRANSPORTU SZYNOWEGO

W 2001 r. cena jednego egzemplarza w sprzedaży detalicznej wynosić będzie 16 zł
W prenumeracie taniej – jeden egzemplarz będzie kosztować 15 zł

Koszt prenumeraty czasopisma

Rodzaj przesyłki		Prenumerata		
		roczna	półroczna	kwartalna
Polska	Zwykła	180,00 zł	90,00 zł	45,00 zł
Europa	Zwykła	57,00 euro*	28,50 euro*	14,25 euro*
	Lotnicza	66,00 euro*	33,00 euro*	16,50 euro*
Poza Europą	Lotnicza	68,00 USD*	34,00 USD*	17,00 USD*

* lub w innej walucie według kursu przeliczeniowego w dniu wpłaty

50% zniżki dla studentów i uczniów

Aby otrzymać zniżkową prenumeratę należy wraz z kopią dowodu wpłaty przesać na adres wydawcy kopię legitymacji (strona z fotografią i nazwą uczelni lub szkoły). Prawo do zniżki mają uczniowie wszystkich szkół, studenci wszystkich uczelni, studiów policealnych oraz doktoranckich w kraju i za granicą.

EMI-PRESS s.c. 90-955 Łódź 8, skrytka pocztowa 103, tel./fax (42) 633 37 51