

Marian FIJOLEK
Przemysław PAZDRO

DIAGNOSTYKA TECHNICZNA LOKOMOTYW ELEKTRYCZNYCH W ZAKŁADZIE TABORU PKP ZDUŃSKA WOLA - KARSZNICE

Streszczenie. W referacie przedstawiono aktualny stan techniki diagnostycznej w jednym z największych Zakładów Taboru PKP. Ocena stanu technicznego, oparta na współczesnej technice pomiarowej, obejmuje zarówno poszczególne podzespoły i urządzenia, jak też całe pojazdy. Stworzony został system informatyczny pozwalający na kompleksowe gromadzenie danych diagnostycznych, ich ocenę i analizę. System obejmuje urządzenia mechaniczne i elektryczne. Przykładowo omówiono tworzone obecnie stanowisko diagnostyczne aparatów i obwodów elektrycznych lokomotyw serii ET41, ET42 i ET22. Wskazano na efekty wprowadzenia diagnostyki technicznej pozwalającej na zwiększenie efektywności utrzymania taboru i zwiększenia jego niezawodności.

TECHNICAL DIAGNOSTICS OF ELECTRIC LOCOMOTIVES IN PKP DEPOT ZDUŃSKA WOLA - KARSZNICE

Summary. Present state of introduction of technical diagnostics of electric traction rolling stocks in one of the largest maintenance depot of PKP is described. Technical diagnostics arrangements are operational as well to mechanical as to electrical parts of locomotives. As an example the diagnostics stand of electric locomotives is described. The technical and economical effectiveness of technical diagnostics is discussed.

1. WSTĘP

Sprawność i niezawodność techniczna taboru w dużej mierze decyduje o efektywności pracy trakcji, o przepustowości linii i węzłów kolejowych oraz w bezpośredni sposób wpływa na regularność biegu pociągów. Przy dużym zapotrzebowaniu na pojazdy trakcyjne pierwszoplanową sprawą jest utrzymanie ich w dobrym stanie technicznym.

Doświadczenie Zakładu Taboru w Zduńskiej Woli - Karsznicach w 33-letniej eksploatacji pojazdów trakcji elektrycznej wskazuje na to, iż postęp techniczny i technologia w połączeniu z nowoczesnym wyposażeniem stanowisk przeglądowych, przy ciągłym szkoleniu pracowni-

ków, pozwala na utrzymanie pojazdów trakcyjnych w stanie gwarantującym ich bezpieczną i bezawaryjną eksploatację.

Właściwe diagnozowanie stanu technicznego pojazdów pozwala na znaczne zmniejszenie pracochłonności zabiegów konserwacyjnych, wydłużenie cykli przeglądowych i naprawczych, zmniejszenie kosztów utrzymania, a tym samym poprawę efektywności eksploatacji pojazdów trakcyjnych.

Dla poparcia tych faktów można podać zmniejszenie kosztu jednostkowego eksploatacji trakcji elektrycznej w zakładzie z 149.17 zł/100 poj.km w 1993 r. do 123.37 zł/100 poj.km. w 1997 r. (w cenach porównywalnych z 1997 r.). W celu uzyskania tych efektów zakład wyposaża stanowiska przeglądowe i naprawcze we właściwe systemy diagnostyczne o wysokim standardzie technicznym.

W Zakładzie Taboru Zduńska Wola - Karsznice powstało w ostatnich latach w ramach programu diagnostyki i automatyzacji procesów przeglądowych i naprawczych szereg stanowisk, dzięki którym można dokładnie określić stan techniczny poszczególnych urządzeń, maszyn i całych zespołów.

2. SYSTEM EWIDENCJI I ANALIZ STANU TECHNICZNEGO PODZESPOŁÓW ELEKTRYCZNYCH POJAZDÓW TRAKCYJNYCH

Konstrukcja systemu obejmuje zarówno sprzęt, jak i oprogramowanie i należy do systemów otwartych. Jest on wielostanowiskowy i sieciowy, a ponadto pracuje w czasie rzeczywistym, co oznacza, że doskonale nadaje się do ujmowania zjawisk dynamicznych związanych z bieżącą eksploatacją taboru. Przetwarzanie informacji rozłożone jest między serwerem, na którego dyskach przechowywane są informacje, a poszczególnymi stacjami roboczymi, na żądanie których dane te są udostępniane. Baza danych systemu umożliwia opis wszystkich elementów i podzespołów wchodzących w skład pojazdu oraz pokazuje ich współzależności. Umożliwia ona także bez ograniczeń czasowych śledzenie zdarzeń dotyczących poszczególnych elementów. Relacyjna baza danych składa się z poszczególnych baz opisujących diagnozowane elementy i powiązania między nimi oraz zdarzenia w całym systemie. Składnikami jej w systemie diagnostyki, przeglądów i napraw pojazdów są bazy danych podzespołów i elementów, danych typów zdarzeń, danych zdarzeń i danych typów uszkodzeń i czynności przeglądowych i naprawczych.

System informatyczny dla potrzeb taboru elektrycznego obejmuje wszystkie urządzenia elektryczne, maszyny elektryczne i urządzenia mechaniczne. Składa się on z następujących stanowisk:

- Stanowisko ewidencji i analiz pomiarów stanu technicznego urządzeń elektrycznych i mechanicznych pojazdów podczas przeglądów kontrolnych, które umożliwia wprowadzenie 78 pozycji prac elektrycznych i 74 pozycji prac mechanicznych;
- Stanowisko ewidencji i analiz pomiarów stanu urządzeń SHP, czuwaka aktywnego i prędkościomierzy podczas przeglądów kontrolnych i okresowych;
- Stanowisko ewidencji i analiz pomiarów maszyn elektrycznych, które zbiera dane z:
 - urządzeń służących do badania wstępnego maszyn,
 - urządzeń mechanicznego demontażu silników trakcyjnych,
 - urządzeń pomiarowych spadków napięć w uzwojeniach wirników,
 - urządzeń demontażu i montażu łożysk tocznych,
 - urządzeń pomiaru centryczności i średnic komutatorów,

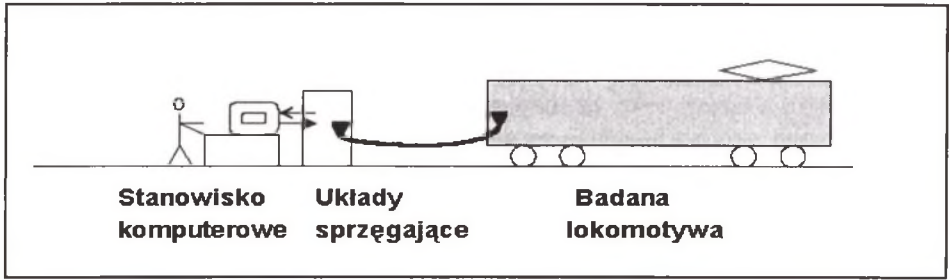
- wyważarki dynamicznej wirników,
- urządzeń do pomiarów napięciowych układów izolacyjnych,
- urządzeń stacji prób maszyn elektrycznych;
- Stanowisko diagnozowania stanu podwozia, zestawów kołowych i wózków, które współpracuje z urządzeniem kontrolno-pomiarowym TENSAN przeznaczonym do pomiarów:
 - rozkładu pionowych nacisków kół na szyny w pojedynczym zestawie, z wyeliminowaniem tarcia wewnętrznego,
 - rozkładu pionowych nacisków pomiędzy zestawami,
 - rozkładu pionowych nacisków pomiędzy stronami wózka,
 - rozkładu pionowych nacisków pomiędzy wózkami,
 - sztywności skrętnej pojazdów;
- Stanowisko ewidencji i analiz stanu technicznego przekładników, styczników, wyłączników szybkich, odbieraków prądu, urządzeń ochrony przeciwprzepięciowej, kabli i przewodów oraz pozostałych urządzeń elektrycznych wysokiego i niskiego napięcia, współpracujące z urządzeniami do pomiaru i regulacji nastaw prądowych wyłączników i przekładników;
- Stanowisko ewidencji i analiz pomiarów geometrii wózków, pułta i zestawów kołowych, współpracujące z urządzeniami naprawczymi zestawów kołowych,
- Stanowisko pomiarów i prób urządzeń pneumatycznych i hamulcowych;
- Stanowisko wykonywania syntetycznych opracowań, sprawozdań i protokołów prób końcowych elementów, podzespołów i całego pojazdu trakcyjnego oraz analiz przebiegów, zużycia materiałów i kosztów przeglądów i napraw;
- Stanowisko diagnozowania urządzeń taborowych podczas przeglądów okresowych lokomotyw elektrycznych współpracujące z urządzeniami do oceny stanu technicznego aparatury i obwodów lokomotyw elektrycznych serii ET41, ET42 i ET22.

3. DIAGNOSTYKA URZĄDZEŃ I OBWODÓW ELEKTRYCZNYCH LOKOMOTYW SERII ET41, ET42 I ET22

Lokomotywy ww. serii mają klasyczne rozwiązania układów elektrycznych opartych na układach stycznikowych. Ich stan techniczny pozwala jeszcze na wieloletnią eksploatację, a perspektywa ich wymiany na pojazdy nowej generacji jest bardzo odległa. Decyzja o objęciu tych lokomotyw systemem diagnostyki technicznej wydaje się być uzasadniona. Diagnostyka techniczna, oparta na współczesnych metodach pomiarowych i nowoczesnym sprzęcie, pozwoli na podniesienie poziomu technicznego utrzymania tych pojazdów, a tym samym przyczyni się do zwiększenia ich niezawodności.

Budowane stanowisko diagnostyczne jest typowym urządzeniem stacjonarnym. Jego bardzo uproszczona struktura pokazana jest na rys. 1.

Zadaniem stanowiska komputerowego jest sterowanie procesami pomiarowymi, odbiór i przetworzenie sygnałów pomiarowych, ich ocena, rejestracja wyników pomiarów i ich gromadzenie w zbiorach oraz oczywiście możliwość komunikacji z operatorem.



Rys. 1. Struktura stanowiska diagnostycznego lokomotyw elektrycznych
 Fig. 1. The structure of diagnostic station for electric locomotives

Sprzęt stanowiska komputerowego oparty jest na profesjonalnych urządzeniach firmy ADVANTECH. Jest to komputer przemysłowy z procesorem Pentium 150 MHz, wyposażony w wyspecjalizowane karty pomiarowe (przetworniki A/C, C/A i liczniki) oraz karty wejść - wyjść cyfrowych. Oryginalne oprogramowanie specjalistyczne opracowane zostało przez zespół Katedry Trakcji Elektrycznej Politechniki Gdańskiej. Ze względu na specyfikę zadań program realizowany jest w oparciu o program Pascal na bazie DOS. Docelowo przewiduje się przeniesienie oprogramowania do środowiska WINDOWS z wykorzystaniem elementów profesjonalnego programu „GENIE” (ADVANTECH) przeznaczonego do zbierania i przetwarzania danych pomiarowych.

Pomimo bogatej oferty sprzętowej urządzeń przemysłowych nie udało się znaleźć układów sprzęgających karty systemu komputerowego z urządzeniami sterowania pojazdów, pracujących, jak wiadomo, na poziomie napięć 110 V=.

Takie układy zostały zaprojektowane i wykonane w postaci łączników tranzystorowych 5V/110 V (5A), układów transmisji sygnałów 110V/5V oraz przetworników sygnałów analogowych. Wszystkie te podzespoły zapewniają pełną separację galwaniczną. Do specyficznych układów sprzęgających zaliczyć również można sterowany komputerowo zasilacz wielkopiędowy pozwalający na generację prądu do 2000 A.

W lokomotywach poddawanych badaniom diagnostycznym zasadniczo wykorzystuje się istniejącą instalację sterowania, zwłaszcza w lokomotywach dwuczłonowych ET41 i ET42. Niezbędne było jednak uzupełnienie tej instalacji o dodatkowe obwody kontrolne. Dodatkowa instalacja łączona jest ze stanowiskiem diagnostycznym za pośrednictwem gniazd wielostykowych i odpowiednich przewodów. W przypadku badania aparatów zabezpieczających konieczne jest przyłączenie kabli silnoprądowych do wybranych punktów obwodu głównego.

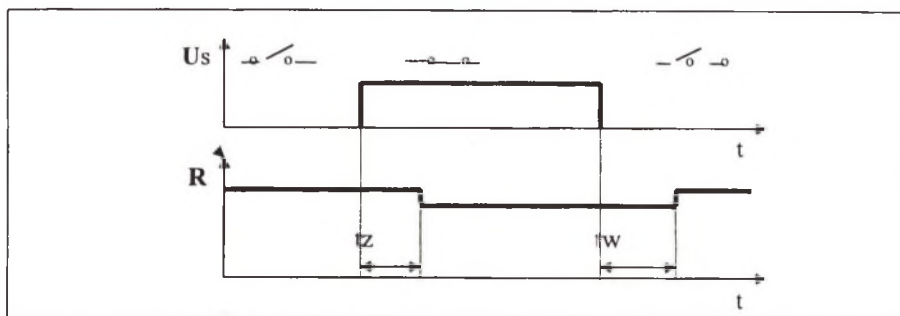
Podstawowe pomiary wykonywane w czasie badań diagnostycznych to:

- badanie stanu baterii akumulatorów (napięcie biegu jałowego i pod obciążeniem),
- kontrola działania układu sterowania,
- pomiar czasów własnych (załączania i wyłączania) wybranych aparatów,
- pomiar rezystancji obwodu rezystorów rozruchowych,
- pomiar poziomu nastaw aparatów zabezpieczających (wyłącznik szybki i przekaźniki nadmiarowe),
- kontrola działania urządzeń SHP,
- kontrola działania urządzeń KHP (opcja).

Ramy referatu nie pozwalają na szczegółowe przedstawienie wszystkich testów. Jednak dla zilustrowania filozofii i techniki pomiarowej omówiony zostanie pomiar czasów własnych styczników elektropneumatycznych.

Pomiar ten daje istotne informacje o stanie tych aparatów. Można przypomnieć, że czas własny aparatu jest to czas, jaki upływa od momentu załączenia lub wyłączenia sygnału sterującego na cewkę elektrozaworu do momentu załączenia lub otwarcia jego styków. Informacją diagnostyczną jest wartość tego czasu w stosunku do wartości normatywnej. Na przykład wydłużenie czasu załączania ponad określony czas normatywny świadczy o zwiększeniu oporów tarcia w mechanizmie łącznika, zwarciu międzyzwojowym w cewce elektrozaworu, lub zanieczyszczeniu przewodów doprowadzających sprężone powietrze. Wydłużenie czasu wyłączenia poza wymienionymi wyżej czynnikami może świadczyć o uszkodzeniu sprężyny wyłączającej.

Przy pomiarze czasów własnych wykorzystuje się program sterowania oraz pomiar rezystancji obwodu głównego (w odniesieniu do styczników zwierających rezystory rozruchowe). Ilustruje to wykres na rys.2. W przypadku styczników liniowych i przełączających wykorzystuje się sygnały stanu styczników pomocniczych.



Rys.2. Przebieg sygnałów przy pomiarze czasu własnego styczników: U_s - sygnał sterujący stycznika, R - mierzona rezystancja opornika rozruchowego, t_z - czas własny załączenia badanego stycznika, t_w - czas własny wyłączenia stycznika

Fig. 2. Signal function during measurement of characteristic time of contactors, U_s - steering signal, R - measured resistance of starting resistor, t_z - characteristic on-time, t_w - characteristic off-time

Innym pomiarem wartym omówienia jest badanie nastaw prądowych aparatów zabezpieczających, np.: wyłącznika szybkiego. Do zacisków badanego aparatu doprowadza się kable elastyczne zakończone zaciskami szczękowymi. Obwód probierczy zasilany jest z niskonapięciowego tyrystorowego prostownika sterowanego. Sterowanie tego prostownika odbywa się programowo ze stanowiska komputerowego. Prąd w obwodzie stopniowo narasta, a jego wartość w chwili zadziałania badanego aparatu jest rejestrowana.

Pomiar prądów nastaw aparatów zabezpieczających ma istotne znaczenie dla bezpieczeństwa pracy obwodów elektrycznych w pojazdach..

Stanowisko diagnostyczne pozwala na:

- obiektywny pomiar parametrów badanych obwodów i urządzeń,
- obiektywną ocenę danych pomiarowych w oparciu o wprowadzone do systemu kryteria,
- rejestrację i archiwizację danych pomiarowych, a tym samym tworzenie historii stanu technicznego danego pojazdu,
- tworzenie bazy danych dla prognozowania stanu technicznego pojazdów.

Stanowisko ma konstrukcyjnie i programowo charakter otwarty. Możliwe jest wprowadzanie dalszych testów, jak też w miarę potrzeb objęcie testami innych pojazdów.

Nie można pominąć również efektu szkoleniowego w odniesieniu do personelu eksploatacyjnego. Stworzone zostały warunki dla zaznajomienia personelu z nowoczesnym sprzętem i technikami pomiarowymi oraz z techniką diagnostyczną, a tym samym do przygotowania go do obsługi pojazdów nowej generacji, w których diagnostyka techniczna jest standardem.

4. WNIOSKI

Efekty, jakie Zakład uzyskał z wprowadzenia diagnostyki taborowej w czasie przeglądów kontrolnych, okresowych, rozszerzonych i napraw rewizyjnych, wynikają:

- * z prawidłowego diagnozowania stanu technicznego pojazdów trakcyjnych, ich zespołów i obwodów,
- * ze skrócenia czasu wykrywania usterek,
- * z wyposażenia stanowisk naprawczych w nowoczesne narzędzia pracy,
- * z wykonywania czynności naprawczych zgodnie z obowiązującymi technologiami przy wykorzystaniu informacji o stanie technicznym urządzeń,
- * z poprawy jakości wykonywanych napraw,
- * z poprawy efektywności i operatywności pracowników,
- * z poprawy warunków bezpieczeństwa pracy.

Dla pełniejszego wykorzystania istniejącego już obecnie potencjału naprawczego, konieczne są dalsze działania inwestycyjne w zakresie wyposażenia zakładu w nowoczesne maszyny i urządzenia oraz rozwój techniki diagnostycznej i pomiarowej.

Efektom wprowadzenia pełnej diagnostyki taborowej powinno być:

- opracowanie optymalnych, zwiększonych okresów pomiędzy naprawami rewizyjnymi, jako podstawowymi naprawami okresowymi pojazdów trakcyjnych,
- określenie niezbędnych prac naprawczych i konserwacyjnych, które powinny być wykonywane poza naprawami rewizyjnymi dla zachowania podstawowej zdolności technicznej pojazdów,
- dynamiczne, każdorazowe określanie zakresu czynności przeglądowych,
- stworzenie bazy danych dla rezerwy obiegowej części zamiennych.

Praktyczne wprowadzenie technicznej diagnostyki taborowej oraz opartych na niej systemów ewidencji i analiz stanu technicznego taboru w połączeniu z zastosowaniem nowoczesnych systemów przeglądowo-naprawczych, przy uwzględnieniu rachunku ekonomicznego, jest drogą do nowoczesnego, efektywnego utrzymania pojazdów trakcyjnych w przedsiębiorstwie Polskie Koleje Państwowe.

Recenzent: Dr hab.inż. Eugeniusz Kałuża
Prof. Politechniki Śląskiej

Abstract

This paper presents a present state of technical diagnostics of electric rolling stock in the maintenance depot Zduńska Wola Karsznice. Some effects of present diagnostic measures are evident, for example: shorter time of repairing, higher quality of repairs and safer conditions of working during repairing. Wide introducing of rolling stock diagnostics, systems of evidention and analysis of technical state, in connection with application of modern maintenance and repair systems effects in effective maintenance of rolling stock in PKP.