

Doświadczenia eksploatacyjne ze zmodernizowanymi lokomotywami spalinowymi

W 1994 r. w Przedsiębiorstwie Transportu Kolejowego i Gospodarki Kamieniem S.A. (PTKiGK S.A.) w Rybniku zmodernizowano pierwszą lokomotywę spalinową serii T448p, zastępując silnik spalinowy K6S230 DR produkcji CKD silnikiem typu 12V396 TC12 firmy MTU. Obecny właściciel lokomotywy przekazał ją w listopadzie 2000 r. do naprawy rewizyjnej, co umożliwiło dokonanie przybliżonej oceny stopnia zużycia silnika spalinowego oraz podsumowanie pracy lokomotywy w dotychczasowym okresie jej eksploatacji. W 1996 r. oddano do eksploatacji następną zmodernizowaną lokomotywę, tym razem serii S 200, a jesienią 1999 r. pierwszą zmodernizowaną lokomotywę serii SM42. Obydwie te lokomotywy zostały wyposażone w silniki V396 produkcji firmy MTU i są nadal własnością PTKiGK S.A w Rybniku, wykonując przewidzianą dla nich pracę przewoźową.

Silnik spalinowy typu 12V396 TC12 zamontowany w zmodernizowanej lokomotywie T448p, o mocy znamionowej 680 kW odniesionej do 30° temperatury powietrza zasysanego i 400 m wysokości nad poziomem morza, prędkości znamionowej 1300 min⁻¹ ma numer fabryczny 5585704,

przepracował od uruchomienia w połowie 1994 r. do końca października 2000 r. 18 290 motogodzin, zarejestrowanych przez licznik motogodzin zliczający czas jego pracy od chwili uruchomienia do czasu odstawienia na przegląd W5.

Dokumentacja techniczna producenta [1] przewiduje, że silnik w czasie eksploatacji powinien być poddawany cyklicznym przeglądom technicznym o różnym zakresie prac określanych jako W1 – przegląd codzienny i przeglądy okresowe od W2 do W6.

Przegląd okresowy W2 należy wykonać po każdych przepracowanych 250 motogodzinach, W3 po 1000 motogodzinach, W4 po 2000 motogodzinach, zaś przegląd W5 – związany z częściowym demontażem podzespołów z silnika – należy wykonać po przepracowaniu 8000 motogodzin.

W trakcie eksploatacji omawianego silnika wykonywano cyklicznie przeglądy tylko do W4 włącznie, świadomie przedłużając wykonanie przeglądu W5 do chwili obecnej, tj. przekraczając dopuszczalne, przewidziane przez producenta godziny pracy silnika.

W ramach przeglądu W5 należy dokonać rozłączenia silnika z prądnicą i napędem pomocniczym, wyjąć silnik z lokomotywy, zdemontować z silnika kolektory wydechowe i ssącą, chłodnicę powietrza, obydwie turbosprężarki, chłodnicę oleju, głowice cylindrowe. Poszczególne części składowe tych podzespołów należy wymyć, ocenić ich stan techniczny i dokonać pomiarów sprawdzających.

Po demontażu tych podzespołów stwierdzono:

- 1) na kolektorach wydechowych grubą warstwę sadzy wynoszącą w pewnych miejscach do 3 mm; warstwa ta zdecydowanie pogarszała zdolność oddawania ciepła do otoczenia, stwarzając niebezpieczeństwo wystąpienia miejscowych przeciążeń cieplnych silnika;
- 2) denka tłoków oraz powierzchnia głowicy nad tuleją cylindrową pokryte warstwą osadów, tj. popiołów i koksów, jako pozostałości procesów spalania; w lokomotywach manewrowych jest to zjawisko typowe, świadczące jednak o dość wysokiej zawartości zanieczyszczeń w paliwie;
- 3) na elementach głowicy, tzn. gniazdach zaworowych i przyłgniach zaworów wydechowych, widoczne ślady korozji spowodowanej oddziaływaniem zanieczyszczeń w pa-



Fot. 1. Lokomotywa T448p



Fot. 2. Zmodernizowana lokomotywa SM42

liwie, szczególnie występującym w paliwie wanadem, który przyspiesza korozję gorących części silnika.

Występujący na zaworach osad wiąże się również z występowaniem związków siarki w paliwie, mimo utrzymywania przez układ regulacji wysokiej temperatury czynnika chłodzącego. Drobne ślady korozji stwierdzono na końcówkach wtryskiwaczy. Nie stwierdzono natomiast żadnych pęknięć, rys, czy innych uszkodzeń mechanicznych.

Po przeprowadzonej naprawie rewizyjnej silnika, prądnicy, sprężarki oraz pozostałych podzespołów i części lokomotywy, przeprowadzono próby agregatu na stanowisku diagnostycznym.

Z przeprowadzonych prób i pomiarów otrzymano między innymi następujące, istotne dla oceny agregatu i regulatora przebiegi:

- 1) mocy elektrycznej oddawanej przez prądnicę główną, napięcia na jej zaciskach, prądu obciążenia, prędkości obrotowej silnika w zależności od zadanej pozycji nastawnika lokomotywy (rys.1);
- 2) prędkości obrotowej silnika, napięcia i mocy elektrycznej prądnicy głównej w funkcji prądu obciążenia przy skokowej zmianie zadanej prędkości obrotowej silnika z pozycji biegu jałowego do prędkości znamionowej (rys. 2);
- 3) prędkości obrotowej silnika, napięcia, prądu i mocy prądnicy głównej w funkcji czasu, po skokowej zmianie prędkości obrotowej z pozycji biegu jałowego na pozycję następną (rys. 3).

Przebiegi przedstawione na rysunkach 1–3 potwierdzają prawidłowość działania regulatora przekładni oraz kształtowania czasowych przebiegów prędkości obrotowej silnika, prądu, napięcia i mocy prądnicy głównej, zgodnie z danymi wprowadzonymi do pamięci regulatora podczas prób odbiorczych lokomotywy w 1994 r. Dotyczy to wartości pobieranej mocy mechanicznej z silnika napędowego i wartości jego prędkości obrotowej w funkcji zadanej pozycji jazdy oraz parametrów aperiodycznego przebiegu zmian prądu, napięcia i mocy prądnicy głównej przy skokowej zmianie pozycji jazdy. Załączenie dowolnego napędu pomocniczego powoduje zmniejszenie prądu wzbudzenia prądnicy głównej i mocy kierowanej na cele trakcyjne w taki sposób, aby moc mechaniczna pobierana z silnika była wielkością stałą dla danej pozycji pracy i jego prędkości obrotowej.

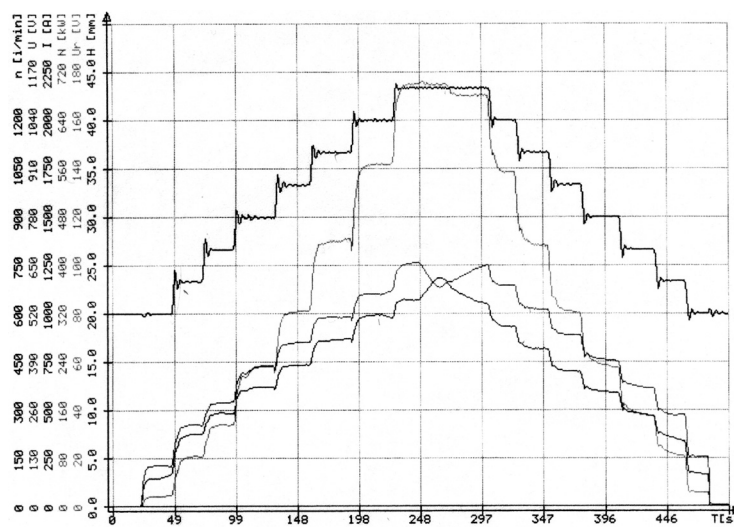
Pierwszą zmodernizowaną lokomotywę serii S 200, wyposażoną w silnik typu 12V396 TC14, przekazano do eksploatacji we wrześniu 1996 r. Silnik ten, o numerze 5582940, napędza synchroniczną prądnicę prądu przemiennego typu LSG 1200-90 nr 001, ma moc znamionową 1050 kW przy prędkości znamionowej 1800 min⁻¹.

Lokomotywa ta po modernizacji wykonuje głównie ciężkie prace przewozowe i do chwili obecnej przepracowała 16 560 motogodzin, licząc od pierwszego uruchomienia silnika. W okresie eksploatacji na silniku wykonywano cykliczne przeglądy okresowe silnika od W1 do W4. W tym czasie doszło na lokomotywie do kilku usterek agregatu prądotwórczego.

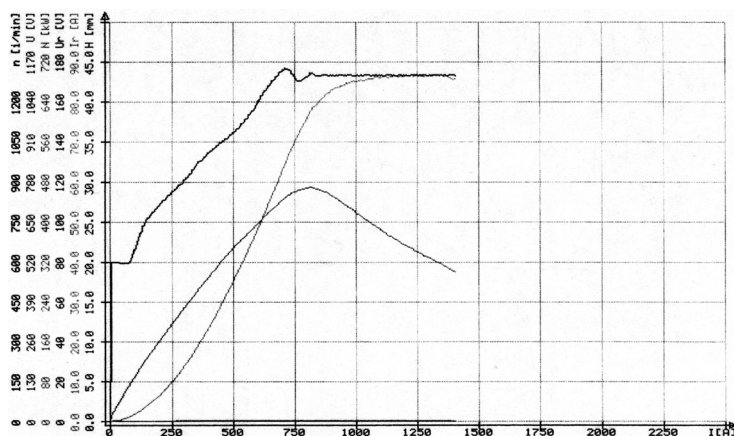
● 15.03.1999 r. regulator silnika zasignalizował awarię toru pomiaru ciśnienia oleju w silniku. Po sprawdzeniu ważniej-

szych elementów tego toru stwierdzono uszkodzenie czujnika ciśnienia oleju, który wymieniono na nowy.

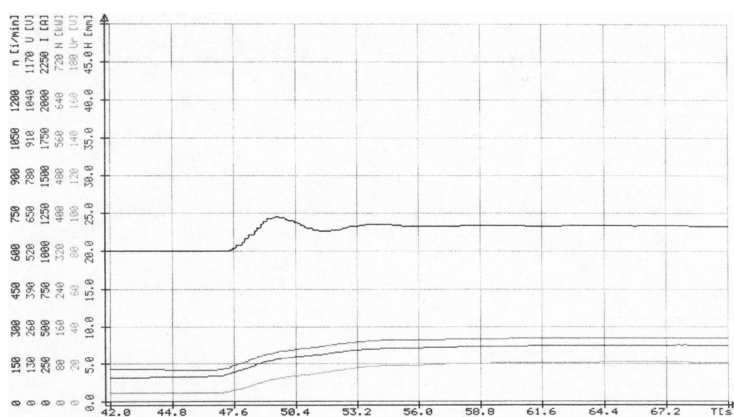
● 11.06.1999 r. przy temperaturze otoczenia ok. 32°C doszło do uszkodzenia prostownika głównego. Podczas rusza-



Rys. 1. Przebieg mocy, napięcia, prądu prądnicy głównej i prędkości obrotowej silnika w zależności od zadanej prędkości obrotowej



Rys. 2. Przebieg prędkości obrotowej silnika, mocy i napięcia prądnicy głównej w funkcji prądu obciążenia



Rys. 3. Przebieg prędkości obrotowej silnika, mocy, napięcia i prądu prądnicy głównej w funkcji po skokowej zmianie pozycji jazdy

nia spod semafora z ciężkim składem pociągu doszło do uszkodzenia termicznego trzech diod grupy katodowej prostownika. Po demontażu prostownika stwierdzono bardzo duże nagromadzenie pyłu wewnątrz prostownika, na radiatorach i na samych diodach, powodując znaczne pogorszenie warunków oddawania ciepła przez elementy półprzewodnikowe. Z tej też przyczyny przynajmniej dwa razy w roku przeprowadza się kontrolę i czyszczenie wnętrza prostownika.

● W marcu 2001 r., po przepracowaniu 16 290 motogodzin, regulator silnika zasygnalizował uszkodzenie toru pomiaru prędkości obrotowej silnika. Uszkodzeniu uległ jeden z systemów pomiarowych czujnika obrotów, jego funkcję przejął automatycznie układ rezerwowy, lecz i on przepracował tylko kilkadziesiąt motogodzin. Czujnik obrotów wymieniono ostatecznie na nowy. Od chwili uruchomienia lokomotywy do chwili obecnej bez żadnego problemu pracuje synchroniczna prądnica główna, jej wzbudnica oraz analogowy regulator prądnicy.

Na 2002 r. zaplanowano wykonanie naprawy rewizyjnej lokomotywy wraz z przeglądem W5 silnika spalinowego.

Pierwszą zmodernizowaną lokomotywę serii SM42, wyposażoną w silnik 8V396TC14, przekazano do eksploatacji jesienią 1999 r. Silnik ten, o numerze 5565394, napędza synchroniczną prądnicę prądu przemiennego typu LSG 850-90 nr 001, ma moc znamionową 785 kW przy prędkości znamionowej 1800 min⁻¹.



Fot. 3. Kabina maszynisty zmodernizowanej lokomotywy SM42

Modernizacja tej lokomotywy, ze względu na jej zakres oraz zastosowanie wielu nowych złożonych rozwiązań technicznych, była przedsięwzięciem najtrudniejszym z dotychczas przeprowadzonych modernizacji, zawierającym spory element ryzyka ze względu na prototypowy charakter pewnych podzespołów zastosowanych na lokomotywie. W początkowym okresie eksploatacji uległa uszkodzeniu przetwornica 24 V/24 V zasilająca sygnały dźwiękowe, następnie awarii uległa przetwornica 110 V/24 V zasilająca obwody oświetleniowe, awarii uległy wyświetlacze parametrów pracy regulatora prądnicy głównej i pomocniczej. W tym okresie dokonano pewnych modyfikacji w układzie sterowania 24 V i 110 V oraz zmian w oprogramowaniu regulatorów prądnicy.

Obecnie lokomotywa ta wykonuje głównie ciężkie prace przewozowe. W okresie eksploatacji wykonywano cyklicznie przeglądy okresowe od W1 do W3 silnika spalinowego przy nieco wydłużonym okresie międzyprzeglądowym oraz niezbędne prace przeglądowe przy innych podzespołach – zgodnie z zaleceniami ich producentów.

● W styczniu 2000 r. nastąpiła awaria w obwodzie prostownika pomocniczego, polegająca na pęknięciu płaskownika łączącego doprowadzenie napięcia przemiennego do jednej z gałęzi diodowej prostownika.

● W marcu 2000 r. nastąpiła awaria elektrozaworu tablicy pneumatycznej oraz mechanicznemu uszkodzeniu uległo przyłącze kapilary termometru temperatury sprężonego powietrza z samym wskaźnikiem temperatury.

● W lutym 2001 r., po przepracowaniu 3980 motogodzin, regulator silnika podczas jazdy z pociągiem zasygnalizował ostrzeżenie wywołane niezłączeniem napędu hydrostatycznego wentylatora chłodzenia przy odpowiednio wysokiej temperaturze czynnika chłodzącego. Awarii uległ jeden z tranzystorów sterujących w bloku kontroli temperatury regulatora silnika spalinowego. Wszystkie wykazane usterki poza zmianami w oprogramowaniu regulatora prądnicy zostały zlokalizowane i usunięte przez pracowników Zakładu Napraw Taboru PTKiGK S.A. w Rybniku.

Aspekty ekonomiczne

eksploatacji zmodernizowanych lokomotyw

Zastosowanie wysokoobrotowego nowoczesnego silnika spalinowego w miejsce dotychczasowych silników stwarza możliwości obniżenia kosztów eksploatacyjnych lokomotywy wynikających ze zmniejszenia zużycia paliwa na poszczególnych pozycjach jazdy w porównaniu ze zużyciem paliwa przez silnik poprzedni. Dodatkowo elektroniczny układ regulacji przekładni, przy rozpoznaniu biegu jałowego silnika poza okresem rozruchu, wstrzymuje dawkowanie paliwa do połowy cylindrów, obniżając całkowite zużycie paliwa i emisję gazów. Zmniejszony nakład robocizny i materiałów przy przeglądach okresowych tego silnika jest również czynnikiem prowadzącym do obniżenia kosztów przeglądów okresowych całej lokomotywy. Przykładowo w wyniku analizy kosztów poniesionych w losowo wybranym kwartale 2000 r., podczas realizacji przeglądów okresowych obejmujących koszt prac i materiałów dla przeglądu standardowego oraz koszt wszystkich niezbędnych prac i materiałów dodatkowych

stwierdzono, że średni koszt tak rozumianego przeglądu zmodernizowanej lokomotywy T448p wynosi 60% kosztu przeglądu lokomotywy nie zmodernizowanej. W rozbiściu na materiał i robociznę stanowi to odpowiednio 38% i 69%. W przypadku zmodernizowanej lokomotywy S200 całkowity koszt przeglądu stanowił 55% średniego kosztu przeglądu lokomotywy nie zmodernizowanej, w rozbiściu na materiał i robociznę stanowi to odpowiednio 71% i 19%.

Z analizy kosztów za pierwszy kwartał 2001 r. wynika, że średni koszt przeglądu zmodernizowanej lokomotywy T448p wynosi 58% kosztu przeglądu lokomotywy nie zmodernizowanej, w rozbiściu odpowiednio 39% i 88%.

Dla zmodernizowanej lokomotywy S200 całkowity koszt przeglądu stanowił 46% kosztu lokomotywy nie zmodernizowanej, w rozbiściu odpowiednio 70% i 12%.

Wnioski końcowe

1. Dotychczasowa eksploatacja zmodernizowanych lokomotyw potwierdziła prawidłowość i słuszność przyjętych założeń konstrukcyjnych dotyczących doboru silnika spalinowego, jego posadowienia na lokomotywie, połączenia z prądnicą główną i napędami pomocniczymi, jak i systemu sterowania i kontroli.

2. Dotychczasowa eksploatacja tych lokomotyw oraz spozstrzeżenia i wyniki uzyskane podczas naprawy silnika z pierwszej zmodernizowanej lokomotywy T448p potwierdzają wstępne założenia, że silniki zastosowane do modernizacji mogą przepracować do pierwszej naprawy głównej po 30 tys. motogodzin, zakładając brak zdarzeń losowych.

3. Osiągnięcie tego celu wymaga jednak wykonywania cyklicznych przeglądów okresowych silnika, których czasokresy wymagają dalszej optymalizacji na podstawie obserwacji eksploatacyjnej oraz dalszej ciągłej troskliwej obserwacji, jak w początkowym jego okresie eksploatacji.

□

Autor

mgr inż. Bolesław Stokowy

Przedsiębiorstwo Transportu Kolejowego i Gospodarki Kamieniem

S.A. w Rybniku

Literatura

- [1] Dokumentacja techniczna producenta silnika. Dieselmotor 12V396 TC 12 Beschreibung und Betriebsanleitung M011414/00D.

➤ *Dokończenie ze s. 34*

w których wartość produktu krajowego brutto (PKB) jest niższa niż 75% średniej wartości w całej Unii Europejskiej, a pod tym względem wszystkie polskie województwa odpowiadają temu wymogowi.

Według bardzo ostrożnych szacunków Polska z chwilą przystąpienia do Unii Europejskiej będzie miała możliwość korzystania ze środków pomocowych w granicach 7 mld euro rocznie, tj. na poziomie około 4% PKB [5, s. 274–275].

□

*Autor
dr Maciej Mindur
Szkoła Główna Handlowa
Katedra Polityki Gospodarczej*

Literatura

- [1] Burniewicz J.: *Polityka transportowa Unii Europejskiej* (w): Transport a przystąpienie Polski do Unii Europejskiej.
- [2] *The Commission's action programme 1998–2004 for transport, Common Transport Policy, Sustainable Mobility. Perspectives form the Future.* http://europa.eu.int/en/comm/dg_07/ctp-action-prog/ctpen.htm.
- [3] Syryjczyk T.: *Narodowa Strategia Rozwoju Transportu na lata 2000–2006* (w): Transport a przystąpienie Polski do Unii Europejskiej.
- [4] *Strategia finansów publicznych i rozwoju gospodarczego, Polska 2000–2010.* KERM – Ministerstwo Finansów, czerwiec 1999.
- [5] Luciński C.: *Polityka regionalna – finansowanie i organizacyjne implikacje dla Polski* (w): Integracja Europejska – Implikacje dla Polski. Praca zbiorowa pod redakcją J. Czuputowicza, Wydawnictwo WAM, Kraków 1999.