

Henryk GĘBCZYŃSKI

WYBRANE ZAGADNIENIA EKSPLOATACJI LOKOMOTYW SERII Ls 800

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki oceny stopnia wykorzystania lokomotyw manewrowych serii Ls 800 zatrudnionych w kolejowym transporcie wewnętrznym zakładów metalurgicznych. Specyfika ich pracy polega na tym, że na wymóg ciągłej gotowości przyjęcia obciążenia nakładana jest duża nierównomierność potrzeb transportowych. W rezultacie znaczną część doby silniki spalinowe tych lokomotyw pracują w biegu jałowym, co było przyczyną podjęcia badań nad możliwością wyłączenia z pracy jednego rzędu cylindrów silnika oraz jego odprężenie.

Badania te, traktowane jako wstępne, polegały na pomiarze nierównomierności obrotów wału korbowego silników a8c22 z wyłączanymi kolejno rzędami cylindrów i porównaniu wyników z wartościami otrzymanymi dla "normalnej" pracy silnika. Potwierdziły one możliwość technicznej realizacji przyjętej koncepcji bez ingerencji w podstawowe układy silnika.

ИЗБРАННЫЕ ВОПРОСЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛОКОМОТИВОВ СЕРИИ Lc 800

Резюме. В статье рассмотрено условия работы маневровых локомотивов на внутризаводском железнодорожном транспорте металлургических заводов. Специфика той работы состоит в том, что непрерывная готовность принятия локомотивами нагрузки не сопровождается непрерывностью той нагрузки. Это ведет к тому, что значительную часть суток, источник энергии локомотивов т.е. двигатель внутреннего сгорания работает на холостном ходу.

В тех условиях возникла концепция отключения во время работы на холостом ходу одного ряда цилиндров двигателя с работы.

Для того чтобы проверить реальность концепции имеющей большое экономико-экологическое значение проведено измерения "крутильных колебаний" коленвала двигателя. Получены положительные результаты.

SOME ASPECTS OF THE EXPLOITATION OF LS 800 ENGINE TRAINS

Summary. The paper presents results of research to check the effects of shutting down part of the engine on fuel consumption and engine wear. An 8C22 diesel engine used in the shunters, was investigated. Small differences in irregularities confirm the feasibility of incorporating, part running of engines, in standby conditions.

1. WSTĘP

Zakład Metalurgiczny należy do grupy przedsiębiorstw produkcyjnych o szczególnie dużej transportochłonności rozumianej jako proces planowanego przemieszczania surowców, półproduktów, wyrobów gotowych i odpadów. Większość tych przewozów realizowana jest za pomocą transportu szynowego, którego linie łączą w jedną całość poszczególne wydziały produkcyjne.

Stabilne, charakteryzujące się dużą pewnością wykonywanie założonych prac transportowych, jako niezbędne dla utrzymania ciągłości ruchu Zakładu wymaga od eksploatowanego taboru trakcyjnego wysokiego stopnia niezawodności.

Spełnienie tych wymagań jest zadaniem złożonym, ponieważ charakter oraz warunki pracy spalinowego taboru trakcyjnego określane są przez ten fragment procesu produkcyjnego, rejon manewrowy, który aktualnie obsługuje.

Spośród charakterystycznych cech szynowego transportu technologicznego wyróżnić należy konieczność utrzymania stałej tzw. rezerwy gorącej, a więc lokomotyw zdolnych do natychmiastowego podjęcia pracy w przypadku zaistnienia takiej potrzeby.

Pełne podporządkowanie usług przewozowych wymaganiom wydziałów produkcyjnych powoduje, że do oceny efektywności wykorzystania taboru trakcyjnego, tylko częściowo można zastosować metody wykorzystywane przez różne Zarządy Kolejowe.

2. EFEKTYWNY CZAS PRACY SPALINOWEGO TABORU TRAKCYJNEGO

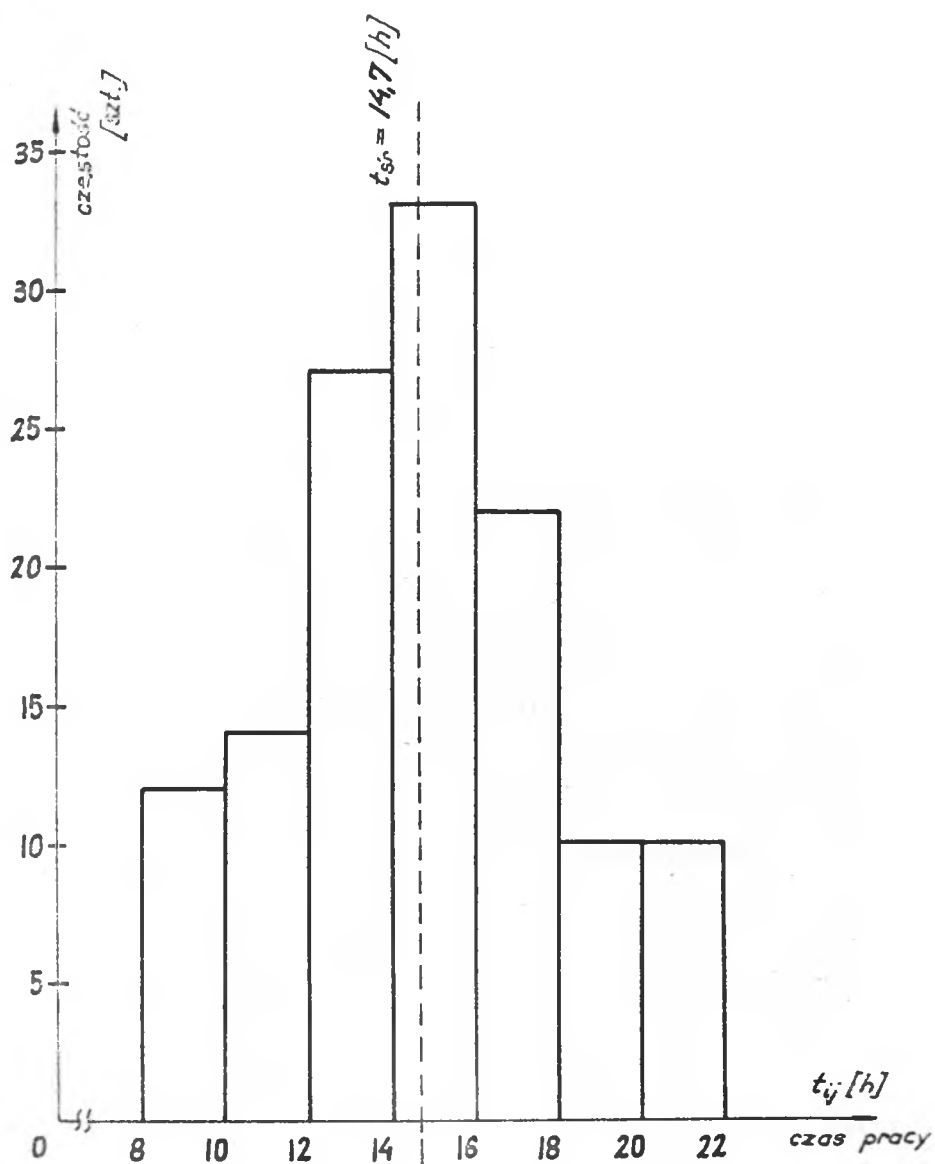
Efektywny czas pracy jest pojęciem ściśle związanym z rachunkiem efektywności eksploatacji taboru kolejowego, będącym ilościową oceną zamierzeń zapewniających wykonanie określonych usług przewozowych po możliwie najmniejszych kosztach eksploatacji.

Wśród wielu składników sumy będącej miernikiem efektywności eksploatacji spalinowych pojazdów trakcyjnych znajduje się pozycja nazywana "koszty paliwa trakcyjnego". Dotychczas była i jest ona liczona jako iloczyn rzeczywistego zużycia paliwa trakcyjnego określanego na podstawie kwitów R_w przez cenę jednostki rozliczeniowej.

Jednocześnie czas pracy pojazdu trakcyjnego rozumiany jako czas pracy silnika spalinowego, a więc czas zużywania paliwa jest sumą dwu składowych:

- efektywnego czasu pracy,
- czasu pracy na biegu jałowym.

Dla określenia średnich, dla całego Zakładu wartości tych czasów dokonano analizy zapisów taśm szybkościomierzy lokomotyw serii Ls 800 za okres 14 dni.



Rys. 1. Histogram rozkładu czasu pracy na biegu jałowym

Fig. 1. Bar chart of iddle running time

Otrzymany rozkład czasów pracy na biegu jałowym ilustruje rysunek 1. Średnia wartość tego czasu równa 14,7 godziny stanowi około 61% rozporządzanego czasu doby. Pozycję "zużycia paliwa" można więc zapisać jako sumę:

$$G_{11} = G_e + G_{b_j} \quad (t),$$

gdzie:

G_{11} - zużycie paliwa przez i-tą lokomotywę w ciągu roku (t),

G_e - zużycie paliwa w czasie efektywnej pracy (t),

G_{b_j} - zużycie paliwa w czasie biegu jałowego (t).

Składnik G_{b_j} obliczamy z zależności:

$$G_{b_j} = 365 \cdot 10^3 \cdot t_{b_j} \cdot g_{b_j} \quad (t),$$

gdzie:

t_{b_j} - średni czas pracy na biegu jałowym (h),

g_{b_j} - średnie jednostkowe zużycie paliwa (kg/h).

Mając na uwadze otrzymaną znaczną wartość czasu t_{b_j} oraz dużą liczbę eksploatowanych spalinowych pojazdów trakcyjnych serii Ls 800 można założyć, że udział kosztów paliwa zużywanego w czasie pracy na biegu jałowym w ogólnych kosztach paliwa będzie znaczny. Zasadne jest więc szukanie możliwości zmniejszenia wartości G_{b_j} poprzez skrócenie czasu t_{b_j} .

Założony cel można, w warunkach eksploatacji, uzyskać poprzez:

- okresowe wyłączenie z pracy silnika spalinowego,
- okresowe wyłączenie z pracy jednego rzędu cylindrów nazywane dalej pracą połówkową.

Pierwszy z ww. sposobów jest łatwy w technicznej realizacji, lecz ze względu na zakładaną wysoką pewność pracy wymaga stosowania baterii akumulatorów umożliwiających dokonywanie częstych i udanych startów silnika. Zbudowane na taborze baterie takiej gwarancji nie dają. Drugi sposób, polegający na wyłączeniu z pracy cylindrów silnika a8c22 wymaga rozbudowy istniejącego układu sterowania oraz uwzględnienia ograniczeń wynikających z konstrukcji silnika. Podstawowym ograniczeniem wynikającym z dążenia do minimalizacji zmian w dotychczasowej konstrukcji układów regulacyjnych jest konieczność wyłączenia z pracy całego jednego rzędu cylindrów.

W silniku a8c22 pracującym w układzie V zastosowano tzw. doczepne korbowody, co powoduje, że pod względem rzędu sił działających na układ tłokowo-korbowodowy nie jest on silnikiem symetrycznym.

Kolejność zapłonów silnika ustalona jako 1-8-2-7-4-5-3-6 przy przyjętym systemie numeracji cylindrów sugeruje jednocześnie, że bez względu na wspomnianą asymetrię wyłączenie z pracy jednego rzędu cylindrów nie powinno wpłynąć ujemnie na stabilność i spokojność pracy silnika, a więc i lokomotywy.

Przed przystąpieniem do opracowania i wprowadzenia zmian w układzie regulacji silnika przeprowadzono serię badań silników zamontowanych na eksploatowanych lokomotywach, których celem było sprawdzenie poprawności rozważań teoretycznych.

3. BADANIA SILNIKA a8c22

W trakcie rozważań nad połówkową pracą silnika a8c22 szczególną uwagę zwrócono na możliwość wystąpienia nadmiernych drgań w zakresie obrotów roboczych.

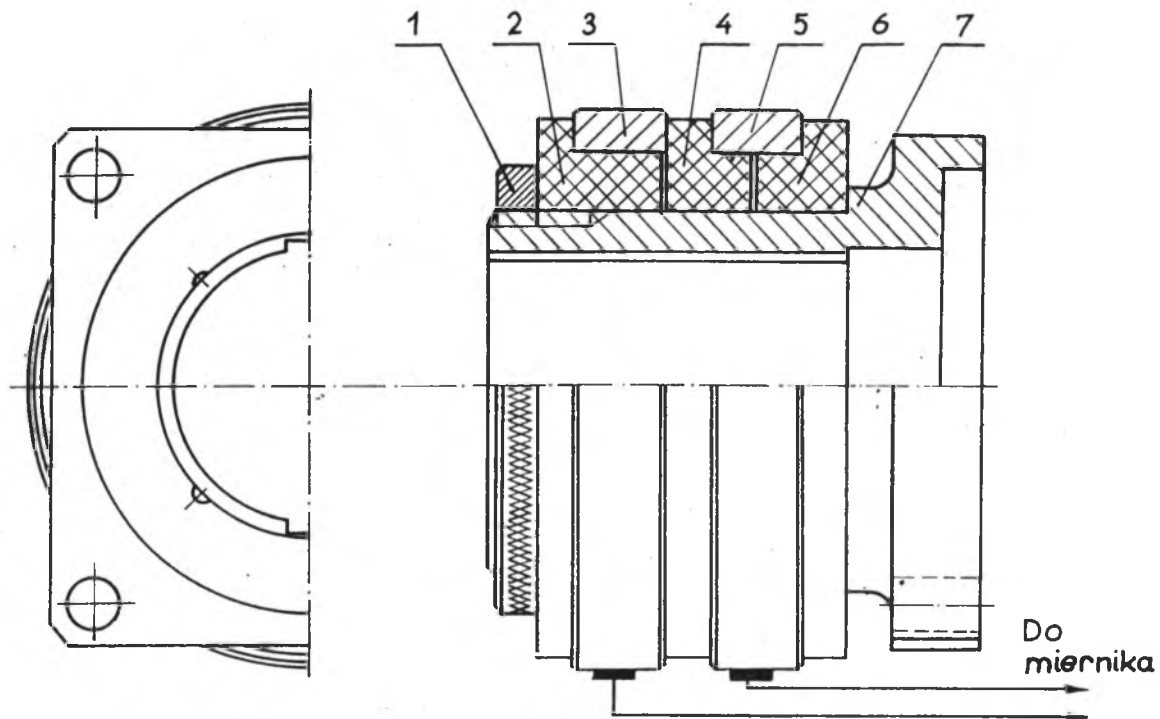
Uznano, że parametrem weryfikującym będą drgania skrętne wału korbowego, które obrazując zmienne wartości naprężeń skrętnych odpowiedzialne są za niezawodność nie tylko wału korbowego, lecz i wielu innych elementów silnika.

Metoda pomiaru drgań skrętnych wału korbowego została tak opracowana, by umożliwiała dokonanie pomiaru przy minimalnym nakładzie prostych prac przygotowawczych możliwych do przeprowadzenia w krótkim czasie na lokomotywie wyłączonej chwilowo z eksploatacji. Przyjęto, że pomiary przeprowadzone będą w całym zakresie prędkości obrotowych ustalonych za pomocą nastawnika jazdy dla silnika nie obciążonego.

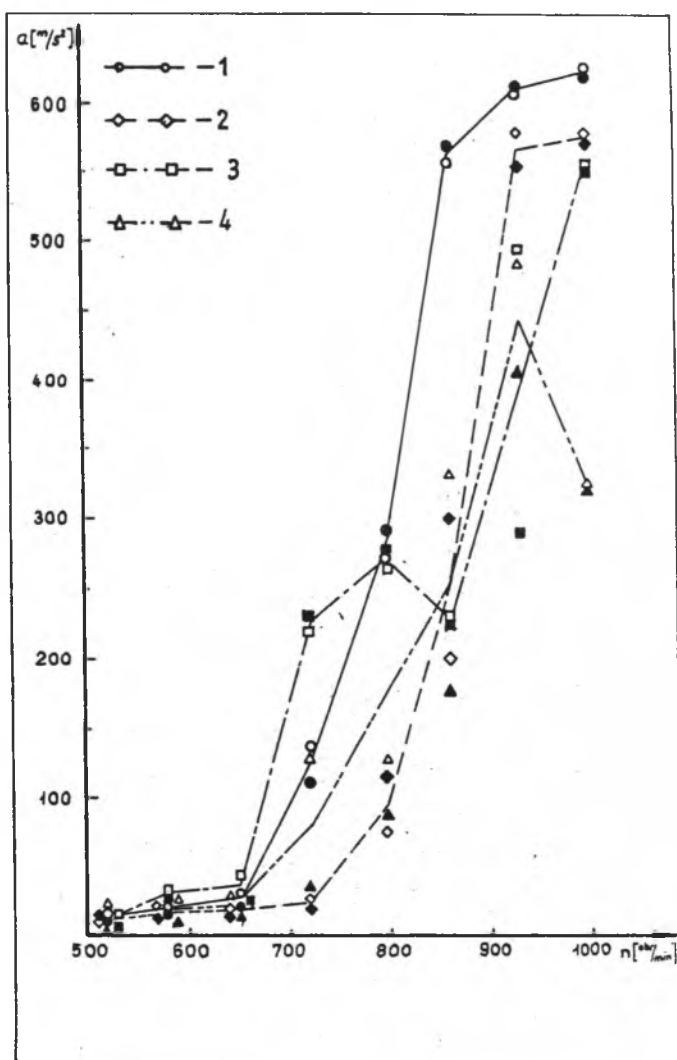
W celu realizacji pomiarów drgań skrętnych wału korbowego silnika a8c22 niezbędne okazało się skonstruowanie nietypowego urządzenia umożliwiającego zainstalowanie czujnika drgań oraz odprowadzenie otrzymanych sygnałów do aparatu mierzącego - rysunek 2.

Urządzenie to zwane zbieraczem wykonano poprzez adaptację silnikowej połówki sprzęgła napędu sprężarki powietrza. Takie rozwiązanie zapewnia szybką instalację zbieracza na końcówce wału korbowego badanego silnika.

Piezoelektryczny czujnik drgań umocowano na obwodzie tarczy połówki sprzęgła w płaszczyźnie prostopadłej do osi wału korbowego. Na piaście adoptowanej połówki sprzęgła osadzono odizolowane od siebie mosiężne pierścienie ślizgowe połączone z czujnikiem. Pierścienie te współpracowały ze szczotkami grafitowymi osadzonymi w szczotkotrzymaczach ramienia zbieracza przymocowanego do korpusu silnika.

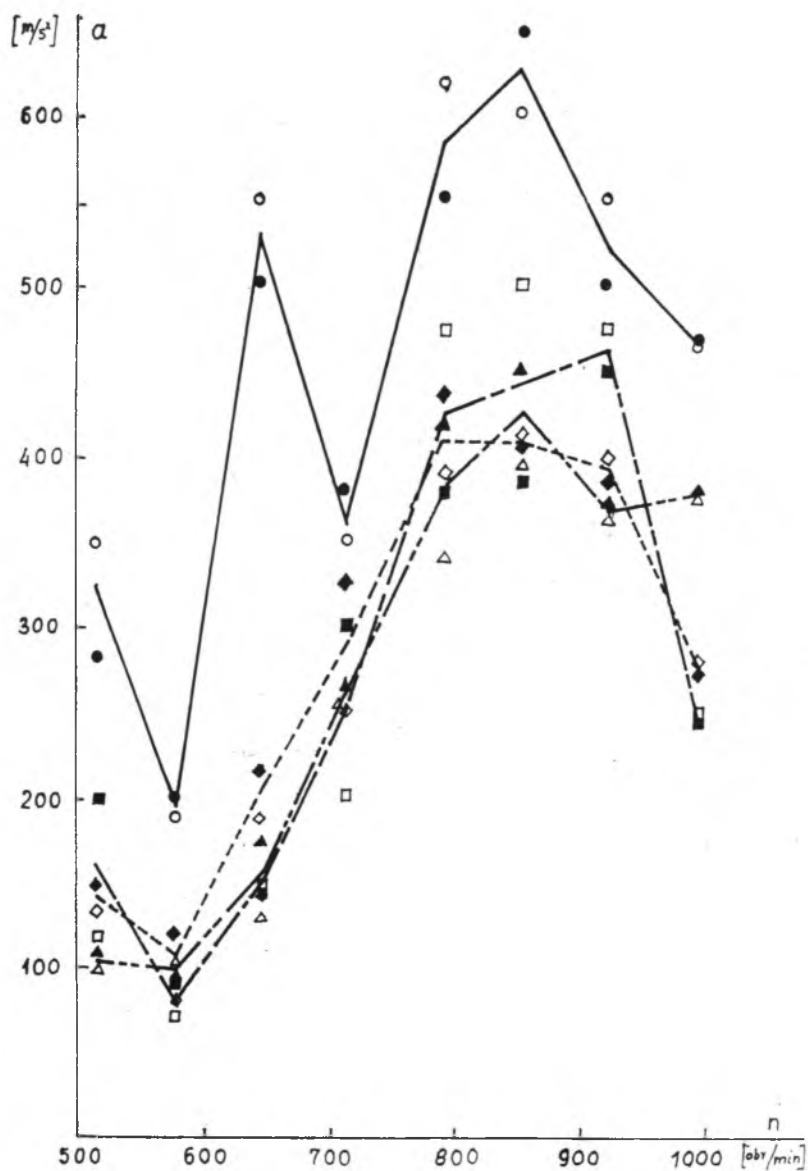


Rys.2. Czujnik do pomiarów drgań skrętnych wału korbowego
 Fig.2. Transmitter for measuring of crankshaft acceleration



Rys. 3. Wykres wartości przyspieszeń nierównomierności obrotów wału korbowego lokomotywy Nr I
 (1 - pracuje cały silnik, 2 - pracują cylindry prawego rzędu, 3 - pracują cylindry lewego rzędu, 4 - pracują cylindry jednego rzędu, drugi rząd jest odprężony,
 jasne symbole dla wzrastającej, a ciemne dla malejącej liczby obrotów)

Fig. 3. Diagram of crankshaft acceleration irregularity for locomotive I
 (1 - whole engine running, 2 - right side cylinders running, 3 - left side cylinders running, 4 - one side cylinders are running the other side cylinders are decompressed,
 light symbols for rising, dark symbols for falling revolutions.)



Rys. 4. Wykres wartości przyspieszeń nierównomierności obrotów wału korbowego lokomotywy Nr II (Oznaczenia jak dla rysunku 3.)

Fig. 4. Diagram of crankshaft acceleration irregularity for locomotive II (Designations same as for fig.3.)

Program pomiarów obejmował przede wszystkim pomiary drgań skrętnych wału korbowego silnika pracującego na biegu jałowym wszystkimi ośmioma cylindrami dla każdej prędkości odpowiadającej poszczególnym pozycjom nastawnika jazdy.

Wyniki tych pomiarów uznano za bazowe i z nimi porównywano wyniki pomiarów drgań skrętnych w przypadku pracy tylko czterema cylindrami prawego lub lewego rzędu.

Po uzyskaniu pierwszych zachęcających wyników postanowiono rozszerzyć zakres pomiarów o pomiary drgań skrętnych silnika pracującego tylko czterema cylindrami jednego rzędu przy wyłączonych i odprężonych cylindrach drugiego rzędu. Odprężanie realizowane było poprzez podniesienie zaworów wydechowych o około 4 mm. Rozruch silnika pracującego połówkowo przebiegał bez jakichkolwiek zakłóceń.

Pomiary wykonywano na silniku nagrzanym do temperatury normalnej pracy, tj. do $t_0 = 75^{\circ}\text{C}$.

Przy zadanych nastawnikiem jazdy prędkościach obrotowych mierzono największe i najmniejsze skuteczne wartości drgań skrętnych w warunkach wzrostu, a następnie zmniejszono liczbę obrotów wału korbowego silnika.

Na podstawie otrzymanych danych wykonano wykresy zależności średnich skutecznych wartości drgań skrętnych od prędkości obrotowych silnika.

Dwa z nich, najbardziej typowe przedstawiono na rys. 3 i 4.

W przeważającej liczbie zbadanych lokomotyw drgania skrętne wału korbowego zmierzone podczas pracy wszystkimi cylindrami były zdecydowanie większe od drgań skrętnych przy pracy połówkowej i to w całym zakresie prędkości obrotowych - rys. 3.

W kilku przypadkach stwierdzono, że w zakresie do średnich prędkości obrotowych między drganiami skrętnymi silnika pracującego wszystkimi cylindrami lub tylko czterema nie ma większych różnic. Nie stwierdzono również zasadniczych różnic między wartościami drgań skrętnych mierzonych w warunkach wyłączenia lewego lub prawego rzędu cylindrów tego samego silnika.

Wyniki badań potwierdziły więc możliwość pracy połówkowej lokomotywy na biegu jałowym.

Bez przeprowadzenia dalszych bardziej szczegółowych badań stanowiskowych i eksploatacyjnych trudno jednoznacznie określić przyczynę różnic występujących na wykresach drgań poszczególnych lokomotyw. Prawdopodobnie jest to rezultat znacznego rozrzutu stopnia wyeksploatowania badanych silników, wynikającego między innymi z tego, że badaniami objęte były lokomotywy:

- przed wysłaniem do ZNTK,
- po powrocie z ZNTK,
- o nadmiernych drganiach.

W świetle uzyskanych rezultatów celowe wydaje się być przejście do następnego etapu prac obejmującego między innymi ocenę wpływu obciążenia na wartość drgań skrętnych oraz określenie wartości jednostkowego zużycia paliwa przy pracy połówkowej dla odprężonego i nieodprężonego wyłączzonego rzędu cylindrów.

LITERATURA

1. Dokumentacja techniczno-ruchowa lokomotywy Ls 800.
2. Nieliwodzki J.: Gospodarka pojazdami trakcyjnymi PKP. WKL, Warszawa 1975.
3. Simon A.E., Comicz A.Z., Kuric A.A.: Tępiwoznoyje dwigateli wnutriennego sgorania. Transport, Moskwa 1987.
4. Papierniok H.: Prace U-835/RT/89. Badania parametrów drgań skrętnych wałów korbowych silników spalinowych a8c22 pracujących na lokomotywach serii SM42.

Recenzent: Doc.dr hab. Janusz Woch

Wpłynęło do Redakcji 01.02.1991r.

A b s t r a c t

The paper presents results of the estimation of the level of utilization of shunting locomotives - series Ls 800 in railway transport of metallurgical plants. These shunting locomotives have to be in constant standby conditions ready to take a load in the whole spectrum of their transport capabilities. Standby conditions require idle engine running.

Research was undertaken to check the effects of shutting down part of the engine on fuel consumption and engine wear. A8C22 diesel engine used in the shunters, was investigated. The engine has two rows of cylinders. Fuel supply to the rows was alternately cut off and the non working cylinders were decompressed. Crank shaft rotation irregularity was measured.

The results were compared to normal work parameters. Small differences in irregularities confirm the feasibility of incorporating, part running of engines, in standby conditions. The necessary technical modifications are minor. Economical effects should be substantial as the shunting locomotives stay idle for the most of the working day.