

Paweł PIEC
Miroslaw SZCZELINA

ANALIZA METOD UTRZYMANIA POJAZDÓW SZYNOWYCH

Streszczenie. Praca zawiera wyniki analizy metod utrzymania określonych obiektów technicznych. Przykłady proponowanych metod utrzymania zobrazowano dla przykładu odpowiednimi wykresami. Zaznaczone na wykresach oznaczenia oraz zamieszczona w tekście analiza z podanymi zaletami i wadami poszczególnych metod stanowią podstawę do podjęcia decyzji odnośnie do adaptacji danej metody do określonego obiektu technicznego.

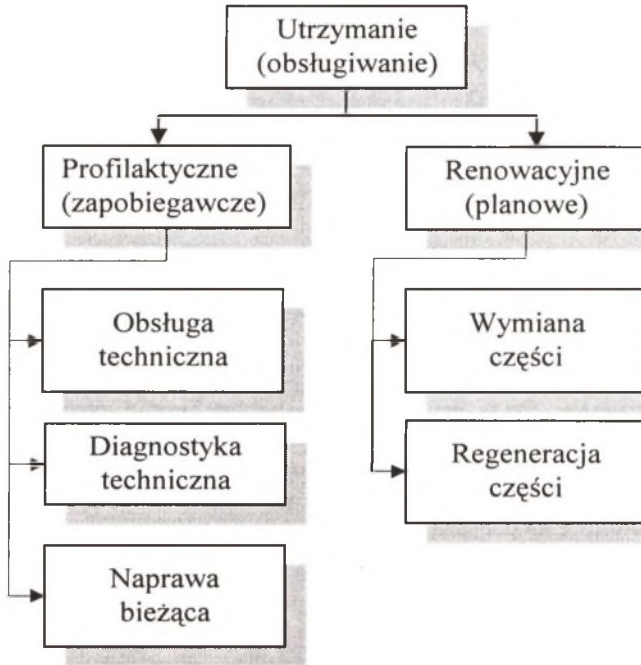
ANALYSIS OF RAIL VEHICLE MAINTENANCE METHODS

Summary. The paper presents the results of an analysis of methods of maintenance of certain technical objects. The examples of some proposed maintenance methods have been illustrated by diagrams. The denotation used in the diagrams and the analysis given in the text together with the advantages and disadvantages of particular methods are a basis in decision making on the adaptation of a given method for a given object.

1. WPROWADZENIE

Podstawowym zadaniem czynności wchodzących w zakres utrzymania pojazdów szynowych jest zapewnienie lub przywrócenie obiektowi odpowiedniej sprawności technicznej. Czynności te obejmują całokształt przedsięwzięć (środki, działanie) prowadzących do przywrócenia lub zapewnienia sprawności technicznej przewidzianej na etapie projektowania i wytwarzania.

W zależności od przeznaczenia, budowy, stopnia złożoności itp., użytkownik może zdecydować o metodzie utrzymania obiektu. Ogólny podział utrzymania przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Schemat poglądowy podziału metod utrzymania obiektów technicznych
 Fig. 1. Pictorial diagram of technical objects maintenance methods classification

Stosowane podczas eksploatacji pojazdów i maszyn sztywne cykle naprawcze są ustalane głównie na podstawie doświadczenia użytkowników i podlegają zmianie w trakcie eksploatacji danego obiektu technicznego. Zmiany te są spowodowane warunkami eksploatacyjnymi, jakością wyprodukowanych pojazdów, zakresem wykonanych napraw i przeglądów, a także wiekiem taboru.

W przypadku stałego i wysokiego współczynnika wykorzystania na przykład wagonu, odpowiadającej ilości wykonanej pracy w okresie międzyprzeglądowym, stosowanie sztywnych cykli naprawczych wydaje się uzasadnione. Takie cykle mogą mieć zastosowanie np. do wagonów węglarek należących do przedsiębiorstwa PKP. Jeśli brać pod uwagę natomiast wagony prywatne, które są z reguły wagonami specjalnymi, o znacznie niższym i zmiennym w czasie współczynniku wykorzystania, w tym przypadku wskazane jest zastosowanie dynamicznych cykli naprawczych.

2. CHARAKTERYSTYKA METOD UTRZYMANIA

Podczas eksploatacji pojazdów i maszyn mamy do czynienia z różnymi poziomami intensywności ich użytkowania. Mając to na uwadze należy rozważyć możliwość adaptacji odpowiednich metod utrzymania środków transportowych do poszczególnych obiektów technicznych.

Klasyfikację stosowanych metod utrzymania przedstawiono na przykładzie zamieszczonych schematów.

1. Metoda renowacji

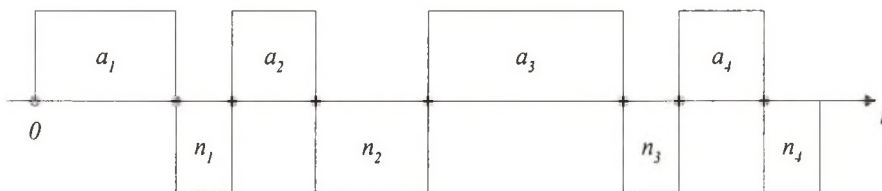
W metodzie renowacji każda naprawa powoduje przywrócenie stanu technicznego obiektu do jego stanu wyjściowego. Zaletami metody renowacji są:

- pełne (100%) wykorzystanie trwałości (rezerwy trwałości) elementów $\eta=1$,
- zbędne dodatkowe środki potrzebne do realizacji metody,
- znajomość charakterystyk zużycia elementów - niekonieczna.

Do wad metody renowacji należy zaliczyć:

- konieczność ciągłej gotowości do naprawy,
- luźne czasy naprawy n_i i większe koszty utrzymania niż w innych metodach.

Ideę tej metody przedstawiono w postaci schematycznej na rys.2. Jest ona stosowana wtedy, gdy chwile wystąpienia uszkodzeń (niesprawności) nie mogą być oszacowane.

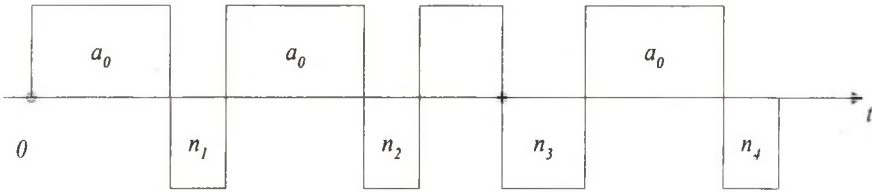


Rys.2. Metoda renowacji pojazdów szynowych: • - chwile wystąpienia niesprawności technicznej, a_i - czas pracy zgodnie z przeznaczeniem, n_i - czas napraw

Fig.2. Method of rail vehicle renovation: • - down-time periods, a_i - service time, n_i - overhauls period

2. Metoda profilaktyczna I

Metoda profilaktyczna I realizowana jest według sztywnego cyklu (z uwzględnieniem stopnia zużycia), rys.3. Wystąpienie awarii w trakcie realizacji cyklu powoduje naprawę n_3 i rozpoczęcie cyklu a_0 od nowa. Istotne jest, że po każdej naprawie obiekt jest przywracany do stanu wyjściowego.

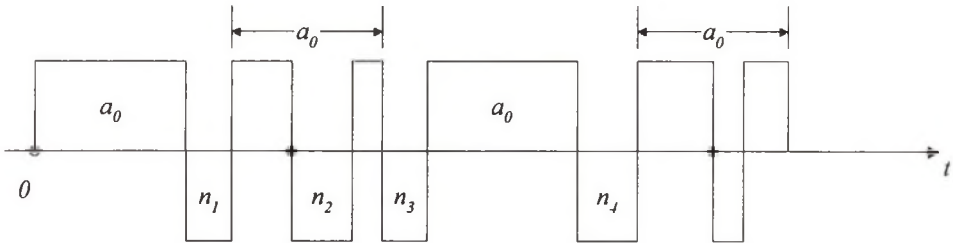


Rys.3. Metoda profilaktyczna I według sztywnego cyklu z uwzględnieniem zużycia: a_0 - sztywny (nieznany z góry) cykl międzynaprawczy, - pozostałe oznaczenia jak na rys.2

Fig.3. Preventive method I after a rigid cycle with wear considered: a_0 - rigid unknown (a priori) time between overhauls, - the other denotations as in Fig.2

3. Metoda profilaktyczna II

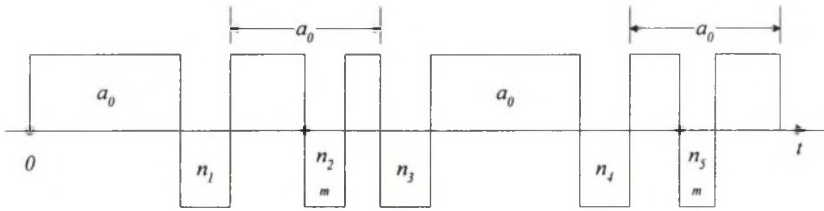
Metoda profilaktyczna II realizowana jest wg sztywnego cyklu (bez uwzględnienia stopnia zużycia), rys.4. Awaria w trakcie realizacji cyklu powoduje jego przerwanie; naprawę n_2 i n_5 i kontynuowanie cyklu do końca. Po każdej naprawie następuje przywrócenie obiektu do stanu wyjściowego. Przy zastosowaniu tej metody istnieje prawdopodobieństwo wymiany podczas napraw np. n_2 i n_5 tego samego elementu, który nie jest jeszcze dostatecznie zużyty i dlatego mówi się, że metoda nie uwzględnia stopnia zużycia.



Rys.4. Metoda profilaktyczna II według sztywnego cyklu bez uwzględnienia zużycia
Fig.4. Preventive method II after a rigid cycle with no wear considered.

4. Metoda profilaktyczna III

Metoda profilaktyczna III realizowana jest według sztywnego cyklu, bez uwzględnienia stopnia zużycia, z wprowadzeniem napraw o minimalnym zakresie, rys.4. Wystąpienie awarii „•” w trakcie realizacji cyklu powoduje jego przerwanie, naprawę n_{2m} i n_{5m} według zasady minimum zakresu i kontynuowanie cyklu do końca. Obiekt jest przywracany do stanu wyjściowego po każdej naprawie, z wyjątkiem n_{1m} . Zaletą tej metody jest skrócenie czasu napraw n_2 i n_5 do niezbędnego minimum.

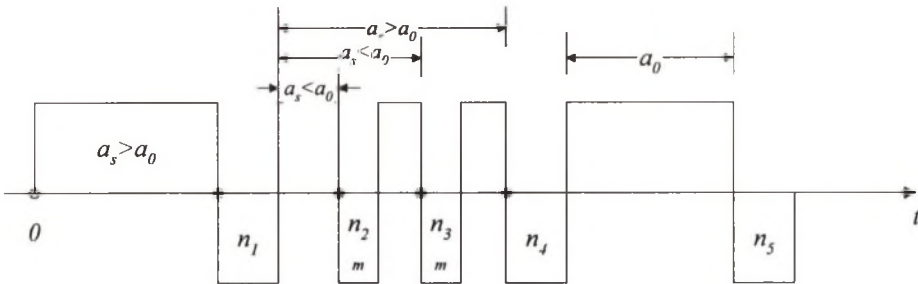


Rys.5. Metoda profilaktyczna III według sztywnego cyklu, bez uwzględnienia stopnia zużycia z wprowadzeniem „naprawy minimum”

Fig.5. Preventive method III after a rigid cycle with no wear ratio considered, introducing „repairs minimum”

5. Metoda profilaktyczna IV

Metoda profilaktyczna IV realizowana jest według sztywnego cyklu, bez uwzględnienia stopnia zużycia, z wprowadzeniem napraw według minimum zakresu przy $a_s < a_0$ i pełnej naprawie przy $a_s > a_0$, rys.5. Jest to modyfikacja metody 4. Cechą charakterystyczną tej metody jest fakt, że naprawy wykonywane są dopiero po wystąpieniu uszkodzenia, a ich zakres określa długość cyklu a_s .

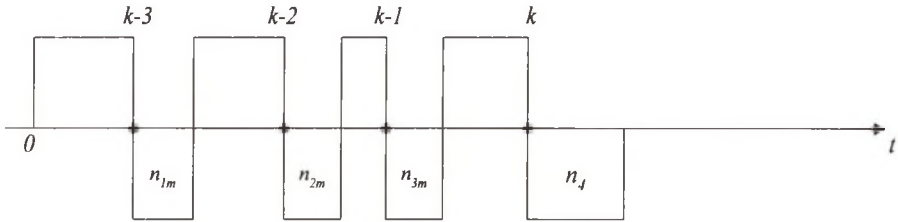


Rys.6. Metoda profilaktyczna IV według sztywnego cyklu, bez uwzględnienia stopnia zużycia, wprowadzeniem „warunkowej naprawy minimum”

Fig.6. Preventive method IV after a rigid cycle with no wear ratio considered, introducing a „provisional repairs minimum”

6. Metoda profilaktyczna V

Metoda profilaktyczna V realizowana jest z wprowadzeniem naprawy pełnej po wystąpieniu k awarii, rys.7. Po (k-i) awarii (niesprawności) stosuje się naprawy wg minimum zakresu napraw. Jest to kolejna modyfikacja metody 4.



Rys.7. Metoda profilaktyczna IV z wprowadzeniem naprawy pełnej po wystąpieniu k awarii: n_{im} - i-ta naprawa wg zasady minimum zakresu

Fig.7. Preventive method IV introducing complete overhauls after failure k: n_{im} - i-ta repairs following the range minimum

Zaletami metod profilaktycznych wg sztywnego cyklu są:

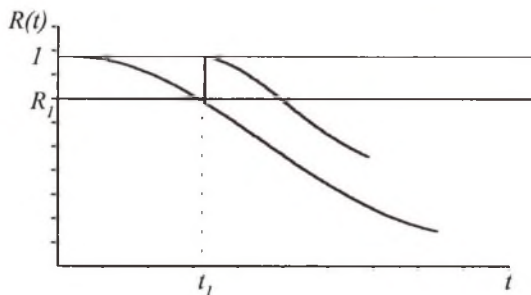
- możliwość zapewnienia $R(t)$ dla danego elementu na żądanym poziomie w określonym czasie,
- stopień zużycia nie musi być znany,
- czasy napraw są krótsze niż przy metodzie 1,
- lepsza możliwość ujęcia w plan.

Do wad zaliczyć można:

- niewykorzystanie rezerwy trwałości,
- muszą być znane charakterystyki zużycia,
- liczba nagłych niesprawności rośnie ze zmniejszeniem rezerwy trwałości.

7. Metoda profilaktyczna VI

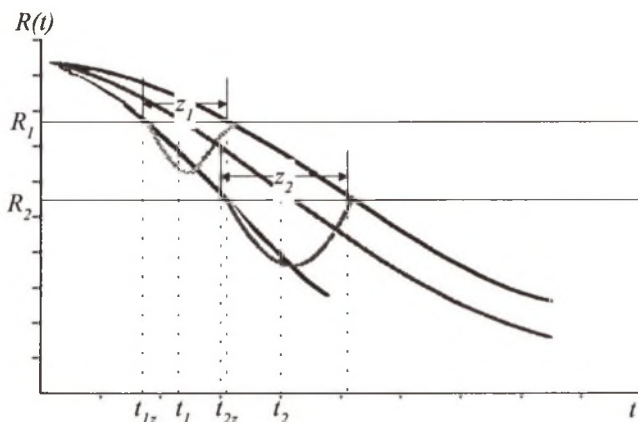
Metoda profilaktyczna VI z uwzględnieniem diagnostyki - w tym przypadku badania prowadzone są po umownym czasie pracy obiektu. Jeśli stwierdzi się przekroczenie granicy zużycia, następuje naprawa przywracająca pełną niezawodności. Jeśli granica zużycia nie została przekroczona, ustala się termin następnego badania diagnostycznego. Jak łatwo się zorientować, istotną sprawą jest określenie lub obliczenie chwili przeprowadzenia badania diagnostycznego. Jeden ze sposobów wyznaczania tej chwili przedstawiono na rys.8.



Rys.8. Określenie chwili badania diagnostycznego dla złożonej niezawodności i pełnej naprawy (schemat teoretyczny) [1]

Fig.8. Determination of diagnostic test moment for an assumed reliability and complete overhauls (theoretical diagram) [1]

Określonejmu poziomowi niezawodności R_1 odpowiada chwila t_1 . Po stwierdzeniu, że istotnie obiekt wymaga naprawy i po dokonaniu naprawy obiekt ponownie posiada $R(t) = 1$. W praktyce chwila t_1 nie jest ściśle zdeterminowana, ale wykazuje określony rozrzut wartości zilustrowany graficznie na rys.9. Rozrzut ten jest tym większy, im dłuższy jest czas pracy elementu. Jeśli więc chcemy zapewnić niezawodność pracy danego obiektu na poziomie np. R_1 , to musimy wziąć pod uwagę rozrzut z , wobec czego chwilę badania diagnostycznego określa t_{1z} .



Rys.9. Określenie chwili badania diagnostycznego dla założonej niezawodności (schemat praktyczny) [1]
 Fig.9. Determination of diagnostic test moment for an assumed reliability (practical diagram) [1]

Zaletami metody są: oszczędność materiałów, utrzymanie niezawodności na żądanym poziomie, w przypadku systemów z redundancją, możliwość utrzymania wysokiego poziomu niezawodności już przy niskim stopniu redundancji możliwość automatyzacji.

Wadami metody są: konieczność zastosowania dobrej technicznie diagnostyki, konieczność zatrudnienia wykwalifikowanych pracowników, konieczna znajomość rozkładu uszkodzeń w czasie.

4. ZAKOŃCZENIE

System eksploatacji pojazdów i maszyn stanowi integralną całość z systemem decyzyjno-planistycznym, który jest nierozłączną częścią systemu informacyjnego. Nakreślone zadania do wykonania przez dany środek transportu w znacznej mierze bazują na właściwie ustalonych zasadach utrzymania eksploatowanego obiektu. Przedstawiona analiza metod utrzymania stanowi ofertę możliwych rozwiązań organizacyjno-technicznych, które powinny zapewnić wymagany stan techniczny eksploatowanego obiektu technicznego w określonych warunkach jego eksploatacji.

LITERATURA

1. Fisher K., Zuverlässigkeits- und Instandhaltungstheorie, VEB Verlag für Verkehrswesen, Berlin 1984.
2. Piec P.: Problemy eksploatacji technicznej pojazdów szynowych. Problemy Eksploatacji - Zeszyty Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom, 1997, nr 3 (26), s.369-381.
3. Piec P., Szczelina M.: Analiza komputerowa wybranych procesów tribologicznych. Wyd. Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 1997, s.85-88.

Recenzent: Prof.dr hab.inż. Józef Marciniak

Abstract

The rigid overhauls cycles used during the service of vehicles and machinery are usually determined by users' experience and are changed during the object's service. The changes are made on the basis of the service conditions, quality of the vehicles, range of overhauls and inspections as well as the age of the rolling stock.

In case of a high and constant exploitation ratio of, for example a wagon, corresponding to the service in time between overhauls, the application of rigid repairs cycles seems justified. Such cycles can be applied for coal wagons owned by the Polish Railways, for example. In case of private owned wagons, usually of special purpose, of much lower and time variable exploitation ratio, dynamic overhauls cycles are recommended.

Depending on the vehicle purpose, design, complexity, etc, the maintenance method should be chosen by the user.

The analysis of maintenance methods presented in the paper is an offer of possible organisation-technological solutions which should safeguard the required level of the technical condition of a given object under certain service conditions.