

MACIEJCZYK Andrzej¹
ZDIENNICKI Zbigniew²

Określenie maksymalnego kosztu naprawy pojazdu

Kryterium naprawy pojazdu, aktualna wartość pojazdu, kwantyle i kwantyle warunkowe, skumulowana intensywność uszkodzeń – funkcja wiodąca, rozkład Weibulla i jego parametry

Streszczenie

W artykule podano sposób określania maksymalnego kosztu naprawy pojazdu w funkcji jego przebiegu. Według przyjętego kryterium opłacalności naprawy, koszt ten nie powinien przekraczać aktualnej wartości pojazdu. Do wyznaczenia aktualnej wartości pojazdu posłużono się pojęciem jego deprecjacji (utruty wartości), którą to deprecjację wyznaczono w oparciu o charakterystyki niezawodnościowe pojazdu.

Zaprezentowaną w artykule metodę oszacowania maksymalnej wielkości kosztu naprawy pojazdu zilustrowano przykładem liczbowym.

MAXIMUM COST OF VEHICLE REPAIR

Abstract

In the paper it is given how to describe maximum cost of vehicle repair that depends on current vehicle mileage. To receive a current vehicle value, a depreciation concept is used. The depreciation is determined with reliability characteristics of the vehicle.

Presented in the paper method of evaluation of maximum cost of vehicle repair is illustrated by numerical example.

1. WSTĘP

Zastosowanie właściwego kryterium naprawy pojazdu jest istotnym elementem prawidłowo prowadzonej jego eksploatacji. Oczywistym wydaje się fakt, że ekonomicznie uzasadniona naprawa pojazdu powinna zachodzić jedynie w tym wypadku, gdy koszt naprawy uszkodzonego pojazdu nie przekracza aktualnej jego wartości. W przeciwnym wypadku naprawa nie jest uzasadniona ekonomicznie.

Zdiagnozowanie uszkodzenia i skosztorysowanie nakładów na naprawę dokona jednostka serwisująca pojazd, natomiast decyzję co do przeprowadzenia naprawy lub jej zaniechania – musi podjąć użytkownik/właściciel pojazdu.



Rys.1. Diagnostyka uszkodzenia i określenie kosztów naprawy pojazdu w serwisie

Dla uproszczenia przedstawienia sposobu stosowania prezentowanego kryterium naprawy, autorzy nie rozpatrują tych napraw, które objęte są ubezpieczeniem (napraw powypadkowych) ale naprawy wynikające ze zużycia pojazdu (np. dla pojazdu samochodu osobowego – nadmiernie skorodowane elementy karoserii, potrzeba jej przemalowania, nadmiernie zużyty silnik napędowy itp.).

¹ Politechnika Łódzka, Wydział Mechaniczny; 90-924 Łódź; ul. Żeromskiego 116. Tel. + 48 42 631-22-41, E-mail: maciejcz@p.lodz.pl

² Politechnika Łódzka, Wydział Mechaniczny; 90-924 Łódź; ul. Żeromskiego 116. Tel. + 48 42 631-22-62, E-mail: zbychu@p.lodz.pl

Dla podjęcia właściwej decyzji co do podjęcia naprawy lub jej zaniechania i zastąpienia danego pojazdu innym, potrzebna jest znajomość aktualnej wartości tego pojazdu.

W przypadku pojazdów samochodowych – dotyczy to przede wszystkim aut osobowych i dostawczych – istnieje znaczny rynek wtórny tych obiektów, który jest monitorowany przez wyspecjalizowane firmy określające wartość rynkową poszczególnych marek i modeli. Dla innych pojazdów, w tym pojazdów samochodów specjalistycznych, takich informacji zwykle brakuje.

W artykule, autorzy przedstawili metodę określania aktualnej wartości pojazdów w oparciu o ich wartość początkową (nowego obiektu) i ich funkcję niezawodności.

2. POJĘCIE DEPREJCJI POJAZDU

Deprecjację pojazdu, czyli utratę jego wartości, po przebyciu określonego dystansu, można uważać jako różnicę zdolności do wykonywania swoich funkcji przez pojazd w okresie przed pokonaniem przez niego danego dystansu i zdolności do wykonywania tych funkcji po przebyciu tego dystansu.

Zdolności do wykonywania swoich funkcji przez pojazd dobrze opisują miary niezawodności pojazdu – kwantyl rzędu p , dla okresu przed pokonaniem przez pojazd rozważanego dystansu i kwantyl warunkowy rzędu p , dla okresu po pokonaniu przez pojazd rozważanego dystansu.

Deprecjację pojazdu (a także jakiegokolwiek innego obiektu technicznego), w czasie jego użytkowania można przedstawić następująco, [1]:

$$D = \left(1 - \frac{l_{p|\lambda}}{l_p}\right) \cdot 100\% \quad (1)$$

gdzie: l_p jest kwantylem rzędu p określającym trwałość – wielkość przebiegu bez potrzeby naprawy danego pojazdu z prawdopodobieństwem $100\% - p$;

$$\Lambda(l_p) + \ln\left(1 - \frac{p}{100}\right) = 0 \quad (2)$$

przy czym

$\Lambda(l)$ jest skumulowaną intensywnością uszkodzeń obiektu, tzw. *funkcją wiodącą*.

Z kolei

$l_{p|\lambda}$ jest kwantylem warunkowym rzędu p określającym trwałość – przebieg danego pojazdu z prawdopodobieństwem $100\% - p$ przy warunku, że pojazd wykonał już przebieg .

Kwantyl ten jest pierwiastkiem dodatnim poniższego równania, [3]:

$$\Lambda(l_{p|\lambda} + \lambda) - \Lambda(\lambda) + \ln\left(1 - \frac{p}{100}\right) = 0 \quad (3)$$

Wprowadzając wielkość bezwymiarową, tzw. względny przebieg pojazdu

$$\kappa = \frac{\lambda}{l_p} \quad (4)$$

można zauważyć, że deprecjacja pojazdu jest funkcją tej wielkości:

$$D(\kappa) = \left[1 - \frac{l_{p|\lambda(\kappa)}}{l_p}\right] \quad (5)$$

3. WYZNACZENIE DEPREJCJI POJAZDU

Własności niezawodnościowe pojazdów mogą być opisane dwuparametrowym rozkładem Weibulla. Dla tego przypadku funkcja wiodąca ma postać, [3]

$$\Lambda(l) = \left(\frac{l}{\eta}\right)^\beta \quad (6)$$

gdzie: β, η są parametrami tego rozkładu natomiast l jest przebiegiem pojazdu (zmienna losowa).

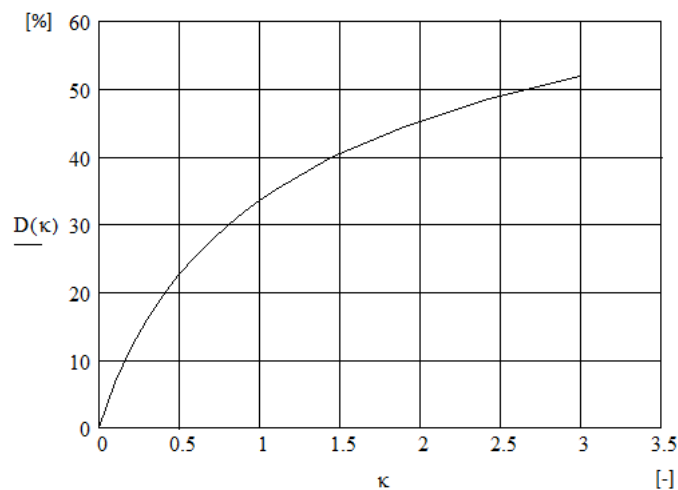
Deprecjacja pojazdu (5) którego własności niezawodnościowe opisane są przez funkcję wiodącą o postaci (6), wyraża się następującym związkiem, [1]

$$D(\kappa) = \left[1 + \kappa - (1 + \kappa^\beta)^{\frac{1}{\beta}} \right] \cdot 100\% \quad (7)$$

Można przyjąć za [2], że parametr β rozkładu Weibulla dla pojazdów samochodowych wynosi:

$$\beta = 1,36 \quad (8)$$

Dla tej wielkości zależność (7) będzie miała następujący przebieg graficzny – rys.2.



Rys.2. Przebieg deprecjacji pojazdów samochodowych

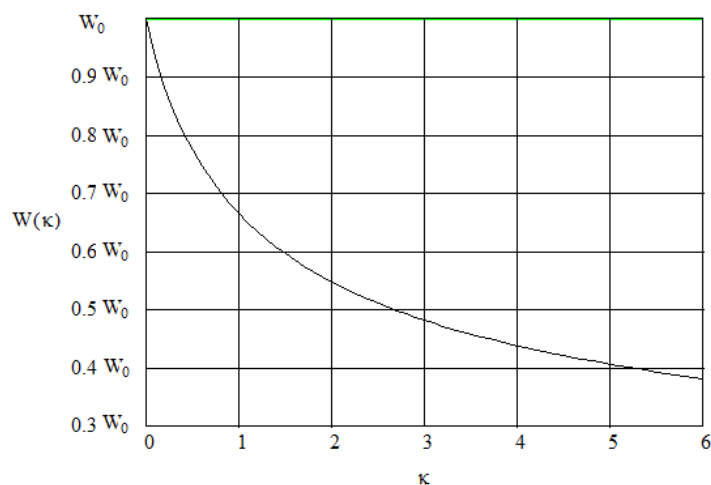
4. WYZNACZENIE BIEŻĄCEJ WARTOŚCI POJAZDU

Znając przebieg deprecjacji pojazdu, oraz jego wartość początkową (wartość zakupu), można określić bieżącą wartość pojazdu jako iloczyn jego wartości początkowej i dopełnienia do 100 jego aktualnej deprecjacji, czyli

$$W(\kappa) = W_0 \cdot \left(1 - \frac{D(\kappa)}{100} \right) \quad (9)$$

- gdzie: $W(\kappa)$ – bieżąca wartość pojazdu
 W_0 – początkowa wartość pojazdu
 $D(\kappa)$ – bieżąca deprecjacja pojazdu określona zależnością (7)
 κ – względny przebieg pojazdu określony zależnością (4)

Wykres zależności (9) przedstawia rys.3.



Rys.3. Wykres wartości bieżącej pojazdu

W celu praktycznego posługiwania się zależnością (9) potrzebna jest znajomość kwantyla l_p (najczęściej stosowanym jest kwantyl 10% czyli l_{10}) lub parametr rozkładu Weibulla η . Można wykazać, że pomiędzy obiema wielkościami zachodzi związek (dla $\beta = 1,36$), [2]

$$\eta = 5,23 \cdot l_{10} \quad (10)$$

Wielkości te zależą nie tylko od marki i typu pojazdu ale również od sposobu i warunków w jakich jest eksploatowany pojazd. Oszacowanie tych wielkości można przeprowadzić w oparciu o dane serwisowe dla danej grupy pojazdów.

5. PRZYKŁAD OBLICZENIOWY

Wartość początkowa samochodu osobowego wynosi $W_0 = 60$ tys. zł. Aktualny jego przebieg to $\lambda = 180$ tys. km. Oszacowany w oparciu o dane serwisowe kwantyl rzędu 10% wynosi $l_{10} \approx 25$ tys. km.

W celu wyznaczenia bieżącej wartości samochodu zostanie najpierw obliczony względny jego przebieg. Z zależności (4) jest to wartość:

$$\kappa = \frac{\lambda}{l_{10}} = \frac{180}{25} = 7,2 \quad (11)$$

Dalej, z zależności (7) zostaje określona deprecjacja samochodu, która wynosi:

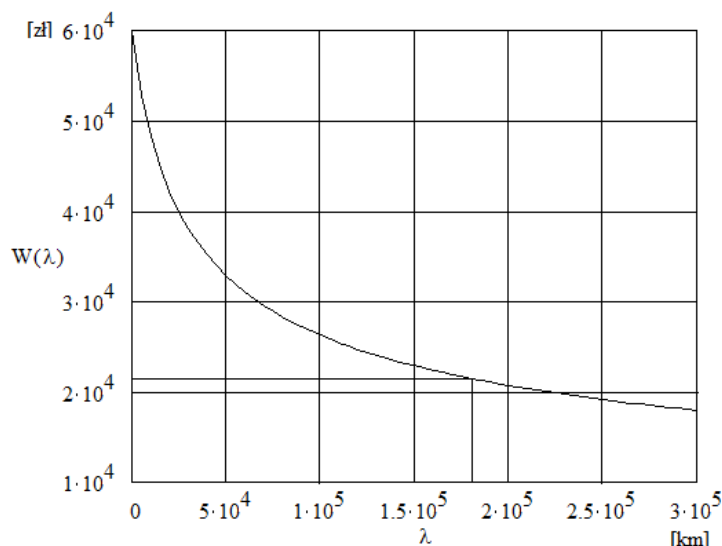
$$D(7,2) = \left[1 + 7,2 - (1 + 7,2^{1,36})^{\frac{1}{1,36}} \right] \cdot 100\% = 64,2\% \quad (12)$$

Wartość bieżąca samochodu zostaje wyliczona z zależności (9) i stanowi kwotę:

$$W(7,2) = 60\ 000 \cdot \left(1 - \frac{64,2}{100} \right) = 21\ 480 \text{ zł} \quad (13)$$

Wobec przyjętego kryterium naprawy, gdzie jej koszt nie może przewyższać wartości bieżącej (aktualnej) pojazdu, wszelkie naprawy danego samochodu, po osiągnięciu przez niego przebiegu 180 tys. km, nie powinny przekraczać kwoty 21,48 tys. zł.(13)

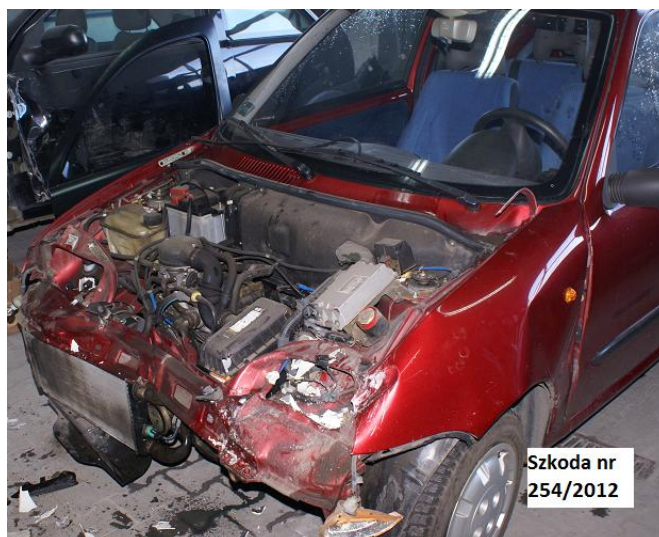
Zależności zastosowane w powyższym przykładzie obliczeniowym pozwalają na graficzne przedstawienie utraty wartości rozważanego samochodu wraz z jego przebiegiem. Zależność ta została przedstawiona na rys.4.



Rys. 4. Przebieg zmian wartości samochodu (z przykładu obliczeniowego) w funkcji jego przebiegu

O ile konieczne nakłady przewyższają jego wartość bieżącą, to naprawa takiego pojazdu jest nieekonomiczna. W takim razie pojazd należy wycofać z ruchu i zastąpić innym.

Zaprezentowana w artykule metoda nie uwzględnia napraw typu powypadkowego, objętych ubezpieczeniem i przez ubezpieczyciela finansowanych- rys. 5.



Rys. 5. Przykład pojazdu, którego koszty naprawy poniesie ubezpieczyciel. Tego przypadku prezentowana metoda nie uwzględnia

Omówioną metodę można stosować do innych obiektów technicznych oraz do podzespołów pojazdów.

6. WNIOSKI

Dysponując charakterystykami niezawodnościowymi pojazdu można określić jego deprecjację (utrata wartości).

Znając również wartość początkową pojazdu (cenę nowego pojazdu), można określić wartość bieżącą pojazdu w funkcji jego przebiegu.

Wartość bieżąca pojazdu stanowi maksymalną wartość kosztów, jakie można ponieść na naprawę pojazdu, przy jego określonym przebiegu.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Ciurapski R., Zdziennicki Z.: *Określenie deprecjacji obiektu za pomocą jego charakterystyk niezawodnościowych*, II-ga ogólnopolska konferencja nt.: Szacowanie wartości technicznego majątku ruchomego, Łódź-Rydzyna 22-23.11.2007.
- [2] Zdziennicki Z., Maciejczyk A.: *Niekonwencjonalne wyznaczenie funkcji niezawodności pojazdów samochodowych*, LOGITRANS – VIII konferencja naukowo-techniczna/ Logistyka 3/2011.
- [3] Birolini A., *Reliability Engineering. Theory and Practice*, 4-th Ed. Springer 2003.