

GÉPKOCSIK OPTIMÁLIS KARBANTARTÁSI PERIÓDUSÁNAK MEGHATÁROZÁSA A MEGBÍZHATÓSÁGELMÉLET FELHASZNÁLÁSÁVAL

LEGEZA Enikő

Budapesti Műszaki Egyetem, Közlekedésmérnöki Kar
Közlekedési és Vállalati Gazdasági Osztály

A gépkocsi megfelelő karbantartása biztosítja a forgalom- és üzembiztonsági, valamint a gazdaságos üzemeltetési követelményeket, ezenkívül megnyújtja a jármű élettartamát. A nagyszámú alkatrészből álló egység karbantartási periódusait műszaki gazdasági kritériumok alapján célszerű meghatározni.

A megelőző jellegű karbantartás mindinkább előtérbe kerül a kényszerűen végzendő feladatokkal szemben.

A karbantartási periódusok megállapítása előtt a gépkocsit olyan egységekre célszerű bontani, amelyek a beavatkozás során együttesen kezelendők illetve a cserénél egy egységnek tekintendők. Ez dinamikus szemléletet kíván, mivel ebből a szempontból a gépkocsi nem tekinthető csupán alkatrészek mechanikus együttesének.

A különböző rendeltetésű, formájú, anyagú és különböző igénybevételnek kitett alkatrészek eltérő jelleggel viselkednek, eltérő igényűek a karbantartással szemben és élettartamukban is jelentősen különböznek.

Egyes alkatrészek szabályszerű öregedési folyamaton mennek keresztül, meghibásodási gyakoriságuk, élettartamuk elég nagy pontossággal állapítható meg. Vannak azonban olyan alkatrészek, amelyek meghibásodási rátája (az alkatrész meghibásodásának adott időpontra meghatározott valószínűségi sűrűsége) időben állandó jelleget mutat, így optimális karbantartási periódus ezeknél nem állapítható meg.

A karbantartási periódus megadható időben, kilométerteljesítményben és az üzemanyag-fogyasztás nagyságában is.

A kényszerű karbantartási rendszert teljességében már csak kevés helyen használják, de kiküszöbölni sehol sem tudják, mivel az alkatrészek véletlenszerű meghibásodásokat is szenvednek a karbantartási periódusok között illetve azoknál az egységeknél, amelyek meghibásodása, élettartamának alakulása nem mutat szabályszerűséget az üzemelés során.

A leggondosabban kialakított megelőző jellegű karbantartási rendszerben sem lehet teljes mértékben kiküszöbölni a kényszerű beavatkozásokat. Célszerű azonban olyan periódusok kialakítása a különböző egységekre, amelyek a meg-

előző és kényszerű beavatkozások összköltségének minimumát biztosítják. Az elemnek (a vizsgálat szempontjából tovább nem bontható) tekinthető egység karbantartási rendszerének sémája:

Megelőző

Fix periódusú

Ígény szerinti

Diagnosztika alapján

Megbízhatóságelmélet alapján

Ezen belül:

Csere nélküli elhárítás

Megbontás nélkül

Megbontással

Csere

Önmagában

Kapcsolódva egyéb műveletekhez

*Kényszerű*Maga a teljes karbantartási rendszer
így lett kialakítvaA meghibásodás véletlenszerűen követ-
kezik be, semmilyen törvényszerűséget
nem mutat

Azokat az egységeket (elemeket) külön kell választani, melyekre szigorú gyári, közlekedésbiztonsági, egyéb hatósági előírások vonatkoznak vagy esetleg hazai kísérletek alapján kidolgozott ajánlások. Ezekre fix periódust célszerű előírni továbbra is. A korábbiakban általánosan alkalmazott fix periódusú teljes karbantartási rendszert az említett egységek kivételével felváltja az igény szerinti karbantartási rendszer. A fix periódusú rendszer információs igénye meglehetősen szerény. A megjelölt alkalmak során az előre meghatározott összes műveletet el kell végezni tekintet nélkül arra, hogy valamilyen beavatkozást (esetleg cserét) éppen nem sokkal előzőleg végeztek el kényszerű okoknál fogva. Ez a merev rendszer ezáltal igen drága is, bár kétségtelen előnye, hogy a végrehajtók a különböző típusoknál elvégzendő műveletek körét gyorsan megtanulják és külön utasítás nélkül végzik.

Az igény szerinti karbantartási rendszerbe tartozó egységek két csoportba oszthatók. Az egyik csoportba a diagnosztizálható egységek sorolhatók, amelyek beavatkozási szükséglete várható élettartama a műszeres vizsgálat alapján dönthető el. A nem diagnosztizálható egységek karbantartási periódusai a megbízhatóságelméleti vizsgálatok eredményeire alapozva határozhatók meg. A meghibásodás gyakorisága a hibamentes működés valószínűségi görbéje, az élettartam eloszlása nagy információs igényt támaszt, amely információkat előzetesen kell összegyűjteni, az üzemeltetés során csupán ellenőrizni és korrigálni szükséges. Az előzetes információkat a gyár adataiból, laboratóriumi vizsgálatokból, az üzemeltető jelenlegi és a korábbi típusokra vonatkozó adataiból lehet nyerni.

Az egységek többsége Weibull-eloszlás szerint hibásodik meg illetve ilyen eloszlást mutat az élettartama.

A meghibásodások sűrűségfüggvénye $f(t) = abt^{b-1} e^{-at^b}$

A meghibásodások eloszlása: $F(t) = 1 - e^{-at^b}$

A hibamentes működés valószínűsége:

$$R(t) = e^{-at^b}$$

A meghibásodási ráta:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} abt^{b-1}$$

Az a és b paraméterek egyszerű gyakorlati úton kiszámolhatók.

Az optimális karbantartási rendszer célfüggvénye a vizsgált időtartamon (futáson) belül a fajlagos összköltség minimuma az i -edik egységre (elemre) nézve:

$$k_{i \min} = \left[\frac{n_{ei} \cdot K_{ei} + n_{ci} \cdot K_{ci} + n_{ki} \cdot K_{ki} + n_{si} \cdot K_{si}}{T} \right]_{\min}$$

T — a vizsgált időszak vagy futásteljesítmény (lehet a teljes élettartam is)

n_{ci} — a vizsgált időszak alatti tervszerű csere nélküli elhárítások száma

K_{ei} — egy tervszerű csere nélküli elhárítás átlagos költsége

n_{ci} — a vizsgált időszak alatti tervszerű megelőző cserék száma

K_{ci} — egy tervszerű megelőző csere költsége

n_{ki} — a vizsgált időszak alatti kényszerű beavatkozási szükségletek (alkatrész-csere nélkül) száma

K_{ki} — egy átlagos kényszerű beavatkozási szükséglet (alkatrészcsere nélkül) átlagos költsége

n_{si} — a vizsgált időszak alatti kényszerű alkatrészcserevel járó beavatkozások száma

K_{si} — egy véletlenszerű kényszerű beavatkozás (alkatrészcserevel együtt) átlagos költsége

A tervszerű beavatkozási költségek (K_{ei} , K_{ci}) tételei:

- az alkatrész(ek), felhasznált kenőanyagok ára
- a munkaidő költsége
- a gép- és műszerhasználat költsége
- a kieső fuvaridő költsége

A kényszerű beavatkozási költségek (K_{ki} , K_{si}) tételei:

- az alkatrész(ek) és felhasznált kenőanyagok ára
- a munkaidő költsége
- a gép- és műszerhasználat költsége
- a kieső fuvaridő költsége
- az esetleges tovagyrúzó szerkezeti károsodás költségei
- a fellépő hibából származó esetleges baleseti károk költségei

A költségek tényadatokból és becsült adatokból viszonylag egyszerűen számíthatók.

A megelőző és kényszerű beavatkozások előfordulási gyakorisága a korábbiakban megfigyelt adatokra támaszkodva analitikus úton becsléssel és a digitális szimuláció segítségével állapítható meg.

A felújítható alkatrészeknél a cserével járó karbantartási periódus hosszát befolyásolhatja az a körülmény is, hogy milyen állapotban kell leszerelni ahhoz, hogy felújítása minél kisebb költségekbe kerüljön.

Természetesen bizonyos érték alatti alkatrészek nyilvántartása nem célszerű, cseréjére akár az összes beavatkozás alkalmával is sor kerülhet vagy szemrevételezéssel is eldönthető cseréjének szükségessége.

A jövőben kialakítandó korszerű járműkarbantartási rendszer tehát csak ilyen „rugalmasan” képzelhető el. Egy új típus optimális karbantartási rendszerét a menetközbeni tapasztalatok alapján az előre felépített rendszer állandó korrekciójával lehet megteremteni, amelynek során nem csak az üzemeltetésben előálló új jelenségeket, hanem a külső körülmények változását is figyelni kell (pl. üzemanyag ára, pótalkatrész-ellátás, anyag- és energiatakarékosságból felmerülő felújítási igény stb.).

A járművek forgalomból kivonása mindig kevesebb következménnyel jár, ha tervszerűen történik. Ebben az új rendszerben azonban az előretartás rövidül, nem érdemes egy héttel előre pontos tervet készíteni, hanem a heti programot napi, esetleg óra szerinti korrekcióval kell véglegesíteni.

Dr. Legeza Enikő egy. adjunktus