Autóalkatrészek kopási paramétereinek statisztikai meghatározása

dr. Bâlc Gabriel, dr. Csibi Vencel József
Kolozsvári Műszaki Egyetem, Gépészmérnöki Kar

Az autóalkatrészek kopási határértékeink megállapítására a szakirodalom több módszert is javasol [1], [2], melyek közül az analitikus és a gyakorlati módszer a legelterjedtebb.

A gyakorlati, kísérleti módszerek két irányban alkalmazhatók:

– egy bizonyos alkatrész időbeni kopásgörbéjének tanulmányozása, melyből a működési időt lehet meghatározni;
– több hasonló alkatrész kopásának mérésén alapuló statisztikai számítás.

A következőkben, a második módszer, a kopás mértékét meghatározó statisztikai számítási algoritmust mutatjuk be.

1. Módszer az alkatrészek javítási függvénytényezőinek meghatározására

1.1. Lokalizálási tényező számítás

A mért adatok egy *n* tagú x_i sokaságot alkotnak, mely paramétereit a következő tényezők határozzák meg:

– mérési mintaközép:

$$\overline{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \tag{1}$$

ha a mintát X_I középpontú osztályintervallumokon vizsgáljuk, akkor a következő összefüggést használjuk:

$$\overline{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{k} X_i n_i \tag{2}$$

– *mérési medián* – meghatározása a sokaság tagjainak *n* száma szerint történik:
– az *n* páros szám:

$$\overline{M}_e = x_{n-1} \tag{3}$$

– az *n* páratlan szám:

$$M_e = \frac{x_n + x_{n+1}}{2} \tag{4}$$

– *mérési módusz – M_o* - a domináns érték, egyenlő a sokaság leggyakrabban előforduló értékével:

$$M_0 = \overline{x} + 3\left(M_e - \overline{x}\right) \tag{5}$$

– a sokaság középeleme – x_c :

$$x_c = \frac{1}{2}\left(x_{\max} + x_{\min}\right) \tag{6}$$

ahol x_{max} és x_{min} a sorozat szélső értékei.

1.2. A szórási tényezők meghatározása

– *Mintaterjedelem*

$$A = x_{\max} - x_{\min} \tag{7}$$

– *Tapasztalati szórásnégyzet*

$$S^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} n_i\left(\overline{x}_i - \overline{x}\right)^2 \tag{8}$$

– *Négyzetes szórás*

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} n_i\left(x_i - \overline{x}\right)^2} \tag{9}$$

– *Relatív szórás*

$$C_v = \frac{\sigma}{\overline{x}} \tag{10}$$

– *Abszolút (lineáris) szórás*

$$\mathrm{A_m} = \frac{1}{\mathrm{n}}\sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{n}} \mathrm{n_i}\left|\mathrm{x_i} - \overline{\mathrm{x}}\right| \tag{11}$$

– *Ferdeség - β_1* - a K.Pearson képlet szerint

$$\beta_1 = \frac{m_3^2}{m_2^3} = \frac{m_3}{S^{\frac{3}{2}}} \tag{12}$$

ahol m_2 és m_3 a másod- és harmad rangú tapasztalati centrális momentum

– *Csúcsosság - β_2* - a Fischer képlet szerint:

$$\beta_2 = \frac{m_4}{m_2^2} = \frac{m_4}{S^2} \tag{13}$$

ahol m_2 és m_4 a másod- és negyed rangú tapasztalati centrális momentumok

Az *r* rangú tapasztalati centrális momentumot (m_r), a következő képlettel lehet kiszámítani

$$m_r = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} n_i\left(x_i - \overline{x}\right)^r \tag{14}$$

Az *r* rangú módusz kiszámítási képlete a következő

$$M_r = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i^r \tag{15}$$

A csúcsosság az eloszlásfüggvény dőlésének mértékét jelenti a minta környezetében:

- $\beta_2 = 3$ – normalis eloszlás;
- $\beta_2 > 3$ – alacsony, nyújtott eloszlás;
- $\beta_2 < 3$ – magas eloszlás.

1.3. A mért adatok eloszlásának ellenőrzése

Egy sokaság azon elemeit, melyek kívül esnek a normális statisztikai sorozaton, általában ki kell szűrni. Erre az Irwin, Romanovski, Grubs, stb. teszteket használják fel [3].

A mért adatok alapján és az 1.2. pontban található képletek segítségével meg lehet határozni a tapasztalati eloszlást, melyet össze kell hasonlítani a megfelelő elméleti eloszlással.

A normális eloszlást a szakirodalomból [6] ismert tesztekkel (χ^2) végezzük. Ha a tesztek nem egy normális eloszlást mutatnak, akkor az eloszlás Weibull, Rayleigh vagy exponenciális lehet.

Az eloszlás törvényszerűségének meghatározására ki kell számítani és megrajzolni a különböző intervallum-osztályok felső értékeinek függvényét. Ha a függvény megközelítőleg egy egyenest ad, akkor az elosztás normális.

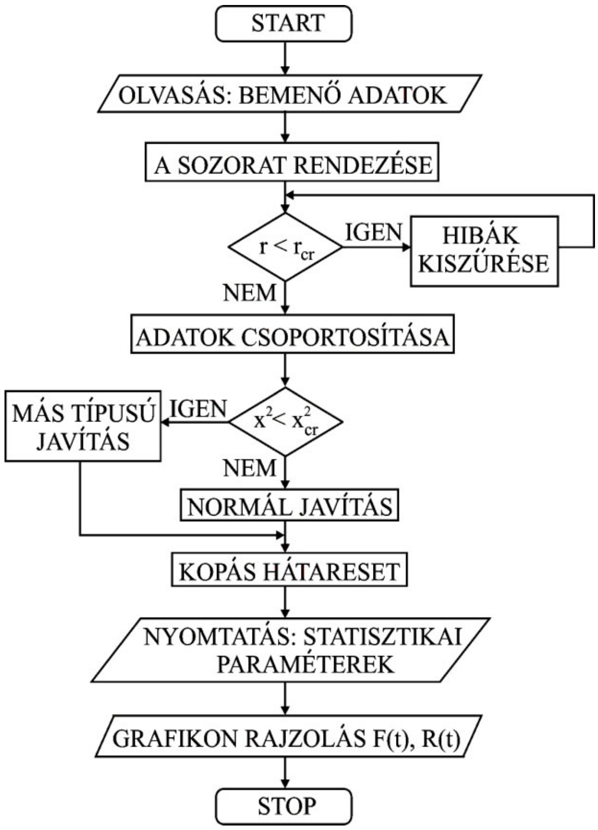
Az osztályokra való osztás, az elemek *n* száma függvényében a Sturges képlet szerint történik:

$$k = 1 + 3{,}332 \cdot \log n \tag{16}$$

Abban az esetben ha *n <250*, tíz osztályt ajánlatos használni (k=10).

1.4. Az autóalkatrészek kopását tanulmányozó tapasztalati adatok feldolgozása

A kopásra vonatkozó statisztikai paramétereket, a szakirodalomban található képletek alapján, bizonyos logikai sorrendben kell kiszámítani [6]. Erre a célra, a MATHCAD -ot is felhasználó program volt kifejlesztve, az 1.ábra szerint.



1. ábra

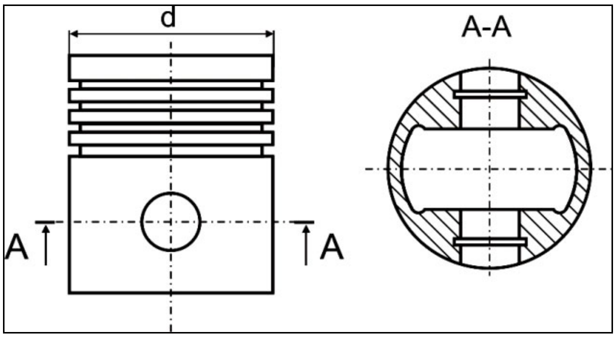
A program segítségével meg lehet határozni és megrajzolni az autóalkatrészek kopását jellemző szórásfüggvényt, mely lehet normális (szimmetrikus), vagy aszimmetrikus, főleg kis számú mérés esetében.

2. A program alkalmazása az MB 820-836 motorok dugattyúi kopásának tanulmányozásánál

A kutatás keretében, az MB 820-836 motor 96 darab kopott dugattyúját tanulmányoztuk. A tengelyre merőleges síkban levő átmérő és a fejátmérő (2. ábra) mérési eredményei hat osztályra oszthatók (1. táblázat). A dugattyúk referencia átmérője d_{ref} = 174,025 mm.

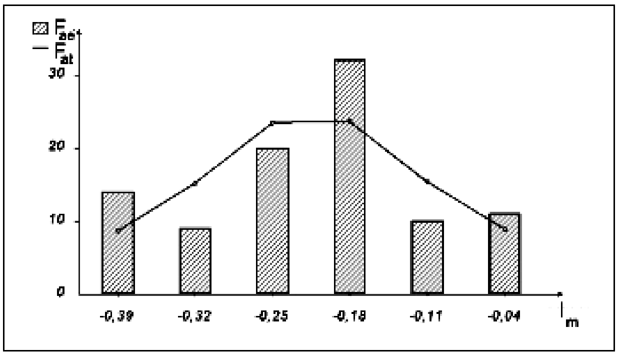
1. Táblázat

Osztályok k	Intervallum osztályok	Intervallum közepe I_m	Abszolut gyakoriság		Kumulált gyakoriság	
			tapasztalati F_{ae}	elméleti F_{at}	tapasztalati F_{ce}	elméleti F_{ct}
1.	0,36-0,43	0,390	14	8,535	14	8,535
2.	0,29-0,36	0,320	9	15,234	23	23,770
3.	0,22-0,29	0,250	20	23,504	43	47,274
4.	0,15-0,22	0,180	32	23,595	75	70,869
5.	0,07-0,15	0,110	10	15,411	85	86,280
6.	0,00-0,07	0,040	11	8,720	96	95,000



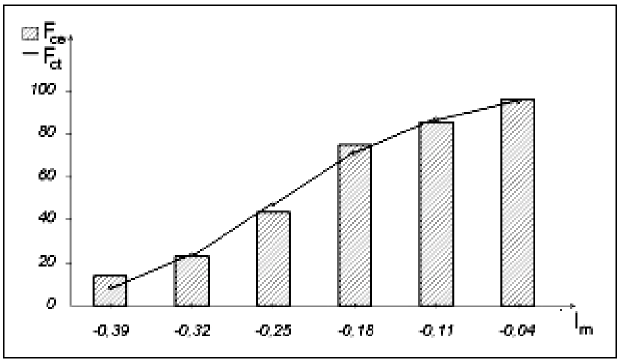
2.ábra

A mért adatok feldolgozása után, a tapasztalati és elméleti értékfüggvények abszolút gyakorisága összehasonlítható az intervallum-osztályok középértéke szerint (3.ábra). A χ tesztből következtetni lehet a normális eloszlás szimmetrikus voltára.



3.ábra

Mivel a kumulált tapasztalati és elméleti gyakoriság-függvények hasonlóak és megközelítik az egyenest, azt a következtetést lehet levonni, hogy az eloszlás normális (4.ábra).



4.ábra

A kopás javítás előtti értékét a következő képlettel lehet meghatározni:

$$u_l = u_m + \frac{2}{3}\sigma \qquad (17)$$

ahol u_m a kopás középértéke.

A program segítségével a következő eredményeket kaptuk: u_m=0,214 mm; σ=0,105 mm; u_l=0,28425 mm és a maximális kopás u_{max}=0,5288 mm.

Mivel a fent említett modell alapján, a működési körülmények ismeretében, bármely súrlódásnak kitett forgó vagy csúszó kötés kopását lehet tanulmányozni, a program általánosan alkalmazható.

Irodalom

[1.] Bâlc, G., Repararea automobilelor, vol I, Editura Todesco 2000, Cluj-Napoca.

[2.] Ionuţ, V., Moldovanu, G., Tehnologia reparării şi fiabilităţii utilajului agricol, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1982.

[3.] Constantinescu, I. ş.a., Prelucrarea datelor experimentale cu calculatoare numerice, Editura Tehnică, Bucureşti, 1980.

[4.] Mihoc, G. ş.a., Bazele matematice ale teoriei fiabilităţii, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1976.

[5.] Csibi, V.I., Maşini şi instalaţii de prelucrat în mecanica fină, Ed.Gloria, Cluj-Napoca, 2000;

[6.] *** STAS 7122/1- 86, Interpretarea statistică a datelor. Reguli generale, Institutul Român de Standardizare, Bucureşti.

[7.] * * * STAS 7122-87, Prezentarea şi prelucrarea datelor experimentale şi de observaţie, Institutul Român de Standardizare, Bucureşti.