



# BERENDEZÉS TERVEZÉSE ÉS VALIDÁCIÓJA KENŐANYAGOK TERHELHETŐSÉGÉNEK VIZSGÁLATÁRA

## DESIGN AND VALIDATION OF EQUIPMENT FOR TESTING THE LOAD CAPACITY OF LUBRICANTS

Popa-Müller Izolda,<sup>1</sup> Lőrincz Norbert<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sapiientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Marosvásárhelyi Kar, Gépészmérnöki Tanszék, Marosvásárhely, Románia, [ipmuller@ms.sapiientia.ro](mailto:ipmuller@ms.sapiientia.ro)

<sup>2</sup> Hamorform Industry, Vlahita, Románia, [lorincz.norbert@yahoo.com](mailto:lorincz.norbert@yahoo.com)

### Abstract

To test the load carrying capacity of lubricating oils, we designed a device based on a modelling model of a tribological system in line contact. Under different loads and in contact with different materials, the wear rate is monitored. We investigate at what force load and over what time the wear occurs. It is an important tool in tribological laboratory practice because it can be used to determine the load capacity of a lubricating oil under test conditions and to determine the maximum load at which no wear will occur.

**Keywords:** *lubricating oil, wear mark, force, time.*

### Összefoglalás

A kenőolajok terhelhetőségének vizsgálatára egy vonalszerű érintkezésben levő tribológiai rendszer modelljén alapuló berendezést terveztünk. Különböző terhelés mellett és különböző anyagok érintkezésénél figyeljük a kopás mértékét. Egy fontos eszköz a tribológia-laborgyakorlatnál, hiszen meghatározható vizsgálati feltételek mellett, a kenőolaj terhelhetősége és megállapítható, hogy mekkora maximális terhelésnél nem jelenik meg a berágódási nyom.

**Kulcsszavak:** *kenőolaj, kopásnyom, erő, idő.*

## 1. Bevezetés

A kenőanyag legfontosabb szerepe, hogy csökkentse a súrlódást, amelynek következtében megakadályozza a felületek kopását.

A kenőanyagok halmazállapot szerinti felhasználása [1]:

- cseppfolyós kenőanyagok (kenőolajok);
- plasztikus kenőanyagok (kenőzsírok);
- szilárd kenőanyagok (grafit, molibdén-diszulfid stb);
- gáznemű kenőanyagok (levegő, bármely inert gáz).

A műszaki gyakorlatban legelterjedtebben a cseppfolyós kenőanyagokat, a kenőolajokat használják.

A kenőanyagok legfontosabb tulajdonságait leíró paraméterek a következők [2]:

- viszkozitás, folyadék folyási képességének mérésére szolgál;
- konzisztencia: a zsír merevségének mértéke;
- filmképző képesség, a mozgó alkatrészeket a kenőanyagok által képzett filmréteg választja el egymástól.
- A kenőanyagoknak biztosítani kell a minél hosszabb ideig tartó optimális kenési állapotot.
- A fáradás okai:
  - a kenőanyagok belső változása;
  - a kenőanyagok külső szennyeződése;
  - az adalékok hatékonyságának csökkenése.

A kenőolaj összetétele alapolajból és a hozzáadott adalékokból áll.

Az adalékok nagymértékben megváltoztatják a kenőolaj tulajdonságát, javítják a kenőolaj kopási, súrlódási, oxidációs, habzási és korróziós tulajdonságait.

Kenőolajok csoportosítása:

- Növényi és állati eredetű olajok;
- Kőolaj-eredetű olajok, (paraffinos, nafténes, illetve vegyes bázisú kőolaj);
- Kőolaj-eredetű olajok, (paraffinos, nafténes, illetve vegyes bázisú kőolaj) ;
- Szintetikus kenőolajok, különleges esetekben kerülnek alkalmazásra, főleg 90°C fölötti vagy nagyon alacsony hőmérsékleten. A legelterjedtebb szintetikus olajok a diészter, poli-alfa-olefin, a szilikon és a fluorozott olajok, valamint a poliglikolok.

## 2. Tribológiai vizsgálatok

### 2.1. Berendezés tervezése a kenőanyagok terhelhetőségének vizsgálatához

A kenőanyagok terhelhetőségének vizsgálatához szükséges berendezésre vonatkozó követelmények [3–7]:

- hosszú élettartam szempontjából optimális szerkezet kialakítása;
- működés szempontjából optimális szerkezet kialakítása;
- karbantartási, felújítási időszakok megállapításához szükséges adatok meghatározása;
- gép működési állapotának figyelemmel kísérése;
- az alkatrészek kopásának szimulálása modell-vizsgálatokkal;
- tribológiai rendszer viselkedését befolyásoló tényezők megállapítása;
- adott súrlódó szerkezet elkészítéséhez és működtetéséhez szükséges anyagpár és kenőanyag kiválasztása;
- anyagok és kenőanyagok minőségének ellenőrzése.

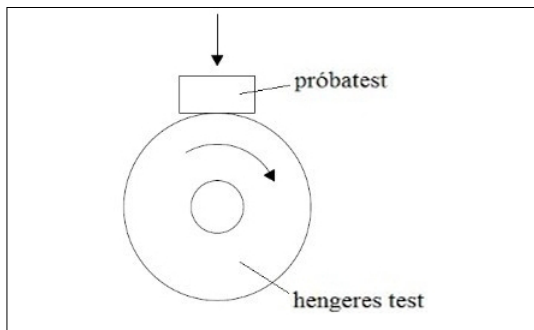
Berendezésünknel a hasáb-tárcsa tribológiai modellt használtuk, **1. ábra**.

Berendezésünk egyik része biztosítja a gyűrű forgó mozgását, míg a másik része a próbatest fokozatos terhelését biztosító mechanizmusból épül fel.

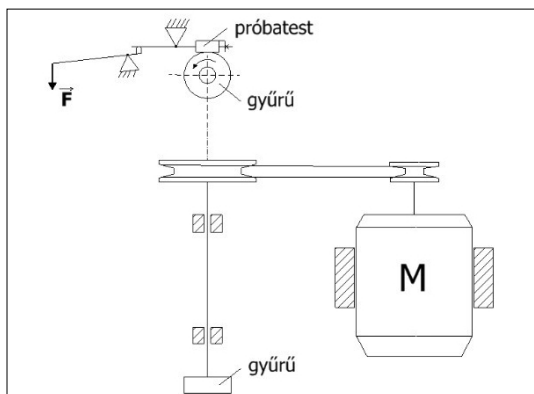
A tengely egyik végén reteszkötéssel illeszkedik a gyűrű, amely forgó mozgást végez, és vonalszerű érintkezésben van a próbatesttel. A gyűrű fordulatszáma állandó, 800 [fordulat/perc]. A gyűrű alatti tartályban elhelyezkedő kenőanyag felvitelével, kenőfilmréteg alakul ki a két érintkező felület között.

A másik végén egy ékszíjtárcsa helyezkedik el [1, 8], reteszkötéssel illesztve, amelyhez ékszíjhajtással kapcsolódik egy villamos motor. A fordulatszám-beállítás és a mozgásátvitel szempontjából szükség van szíjhajtásra [9]. Mivel a tengely csavarásnak és hajlításnak van kitéve, ezért két ponton való rögzítésre van szükség, tehát két helyen van csapágyazva, **2. ábra**.

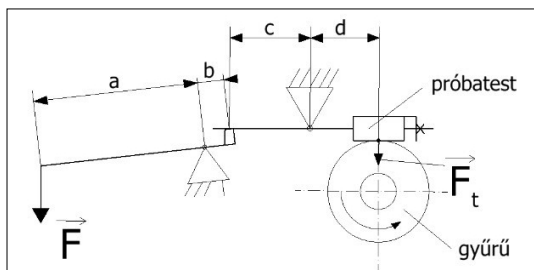
A próbatest terhelése egy erőkarpár által történik. Az egyik erőkaron rögzítődik a próbatest, a másik erőkar hatására a próbatest rányomódik a gyűrűre. Az erőkarok által biztosított fokozatos terhelés különböző tömegű súlyokkal van megoldva, **3. ábra**.



**1. ábra.** Hasáb-tárcsa modell



**2. ábra.** Berendezés kinematikai vázlata



**3. ábra.** Berendezés erőkarjának kinematikája

Működés közben a terhelés fokozatos növelésével határozható meg az a minimális terhelés, amelynél megszakad a kenőfilmréteg és megkezdődik a berágódás.

Mindkét rész rögzítése egy zártszelvényből készített, hegesztett kötéllel összeállított szerkezeten történik, **4. ábra**.

A megvalósított berendezés az **5. ábrán** figyelhető meg.

## 2.2. A vizsgálat tárgya

A vizsgálat célja tanulmányozni a különböző érintkező felületek esetében a kenőolaj terhelhetőségét. Ennek érdekében vizsgáljuk, hogy mekkora erőterhelés mellett és mennyi idő elteltével jelenik meg a kopás.

Meghatározzuk, adott vizsgálati feltételek mellett, mekkora a maximális terhelés, ahol a berágódási nyom még nem jelenik meg.

A vizsgálatokat acélgyűrű használatával Cu-, CuZn-, C45-anyagú próbatesteken végeztük el. A vizsgálatok során T90-típusú olajat használtunk. Ez egy kis sebességű ipari hajtóművekben használt transzmissziós olaj, amelynek viszkozitási indexe 90.

A kenőolaj tulajdonságai:

- kinematikai viszkozitása 40°C,  $\nu = 160 \text{ mm}^2/\text{s}$ ;
- kinematikai viszkozitása 100°C,  $\nu = 16,5\text{--}18 \text{ mm}^2/\text{s}$ ;
- sűrűsége 15°C,  $\rho = 0.91 \text{ g/cm}^3$ .

A vizsgálat menete: a terhelést percenként, fokozatosan növeljük mindaddig, amíg berágódás jelenik meg a próbatesten, amit egy jellegzetes hang jelez.

A kopásnyomok a Cu-, CuZn-, C45-próbatestek felületein a **6. ábrán** figyelhetők meg.

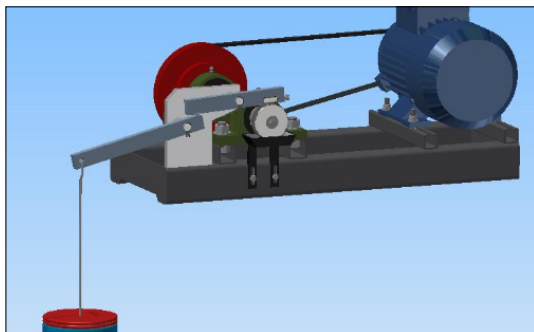
## 2.3. Mérési eredmények

A **1. táblázat** tartalmazza a vizsgálat során kapott mérési eredményeket.

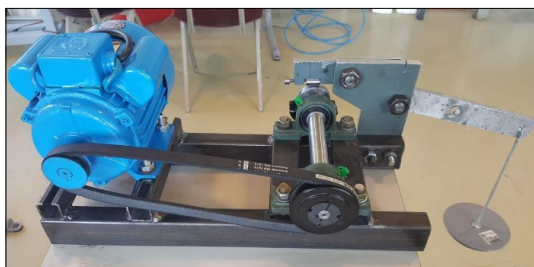
A berendezés lehetővé tette a kopásfolyamat precíz nyomon követését, miközben reprodukálható és megbízható adatokat szolgáltat egy meghatározott kenőolaj esetében a két különböző, érintkezésben levő anyagnál.

A kenőanyag maximális terhelhetősége acél-acél esetében a legnagyobb. Itt 2350 gramm átlagterheléssel és 320 s átlagterhelési idő alatt jelentkeznek a 0,5 milliméter kopásszélesség.

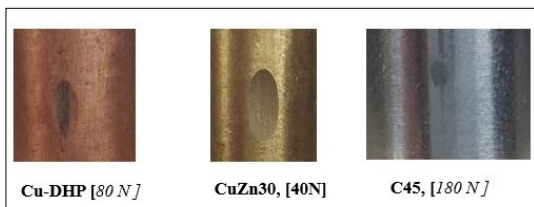
Kenés alatt az azonos anyagok acél-acél érintkezése esetében nagyobb terhelés mellett jelentkezik a kopásnyom, mint acél-vörösréz vagy acél-sárgaréz esetében.



**4. ábra.** Berendezés térbeli modellje



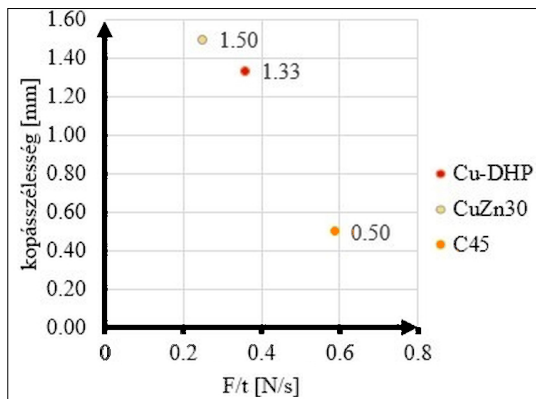
**5. ábra.** Elkészült berendezés



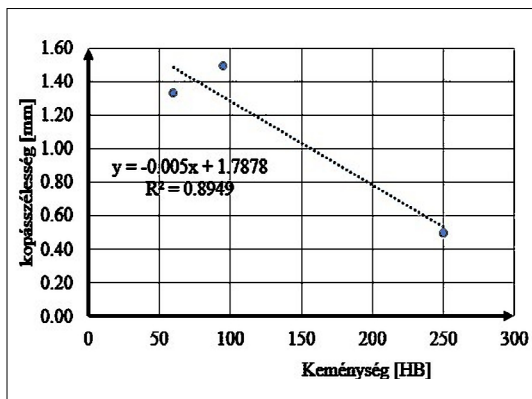
**6. ábra.** Kopásnyomok a Cu-, CuZn-, C45-próbatestek felületein

**1. táblázat.** A mérési adatok értékei

|       |          | Terhelő-tömeg [g] | Terhelő-erők [N] | Időtartam [s] | Kopásszélesség |
|-------|----------|-------------------|------------------|---------------|----------------|
| Acél  | Vörösréz | 1000              | 80               | 240           | 1              |
|       |          | 1250              | 100              | 270           | 1,5            |
|       |          | 1250              | 100              | 270           | 1,5            |
| Átlag |          | 1166,(6)          | 93,(3)           | 260           | 1,(3)          |
| Acél  | Sárgaréz | 500               | 40               | 120           | 1              |
|       |          | 500               | 40               | 180           | 1,75           |
|       |          | 500               | 40               | 180           | 1,75           |
| Átlag |          | 500               | 40               | 160           | 1,5            |
| Acél  | Acél     | 2300              | 200              | 330           | 0,5            |
|       |          | 2250              | 180              | 300           | 0,5            |
|       |          | 2300              | 184              | 330           | 0,5            |
| Átlag |          | 2283,(3)          | 188              | 320           | 0,5            |



7. ábra. A terhelésideő változó befolyása a kopászélességre



8. ábra. Az anyag keménységének hatása a kopászélességre

## 2.4. Adatok feldolgozása

A terhelőerő és terhelés ideje befolyásolja a begárodási nyom méretét, 1. táblázat.

Az adatfeldolgozás érdekében bevezettünk egy változót, amely magában foglalja a terhelőerőt és a terhelés idejét is. A változó a terhelőerő és a terhelés idejének aránya,  $F/t$  arány, ahol:  $F$  a terhelő erő [N];  $t$  a terhelés ideje [s].

A változó függvényében nyomon követhető a különböző anyagok Cu, CuZn, C45 kopászélessége az adott kenőanyag jelenlétében.

Az adatokat a 2. táblázat tartalmazza.

A 7. ábra megjeleníti a mérés során meghatározott kopászélességeket az  $F/t$  arány függvényében.

Az anyag keménységének hatása a kopászélességre a 8. ábrán figyelhető meg. A rajta látható korreláció,  $R_2 = 0,89$ , erős kapcsolatot mutat a Cu-, CuZn-, C45-anyagok keménysége és a kopászélességek között.

A regressziós egyenes megmutatja, hogy minél nagyobb az anyagok keménysége, annál kisebb a kopászélesség.

2. táblázat. Adatfeldolgozási értékek

| HB  | Terhelő-erők [N] | Kopási hang megjelenése t[s] | Erő/idő  | Kopászélesség |
|-----|------------------|------------------------------|----------|---------------|
| 60  | 93,(3)           | 260                          | 0,358974 | 1,33          |
| 95  | 40               | 160                          | 0,25     | 1,50          |
| 250 | 188              | 520                          | 0,5875   | 0,50          |

## 3. Következtetések

Vizsgálat során bebizonyítottuk, hogy a kenőanyag használata esetén a kopásnyom függ az érintkezőfelületek anyagától.

Az elvégzett validációs kísérletek igazolták, hogy ez a tribológiai laborgyakorlatra készült berendezés alkalmas a kenőanyagok terhelhetőségének vizsgálatára, támogatva ezzel a megfelelő kenőanyag kiválasztását és optimalizálását különböző ipari alkalmazásokhoz.

## Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Kozma M.: *Gépelemek* 9. Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Kar, Műegyetemi Kiadó, 1995.
- [2] Műszeroldal: A kenőanyagok vizsgálata. <http://www.muszeroldal.hu/measurenotes/keno-anyagokvizsg.pdf>
- [3] Burschik E., Csop Á. et.al.: *Kenéstechnikai kézikönyv*. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1961.
- [4] Kozma M.: *Tribológia*. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2001.
- [5] Matieșan D., Antal A., et.al.: *Elemente de proiectare pentru mecanisme cu șurub și piuliță*. Institutul politehnic Cluj-Napoca, 1985.
- [6] Valasek I.: *Tribológiai kézikönyv*. Tribotechnik Kft. Budapest, 1996.
- [7] Pavelescu D., Mușat M., Tudor A.: *Tribologie*. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1977.
- [8] Kozma M.: *Tribológia alapjai*. Veszprémi Egyetem Szakmérnöki Jegyzet, Kézirat, Bp. 1997.
- [9] Horváth M., Márkos S.: *Gépgyártástechnológia*, Műegyetem, 1995.