A lineáris erőtörvény vizsgálata és a rugóállandó meghatározása

Sáray István

Spirálrugók esetében az x megnyúlás és a rugóra alkalmazott F terhelés között feltehetően lineáris kapcsolat áll fenn:

$$F = Dx$$

Feladatunk ezen összefüggés kísérleti ellenőrzése, és a D arányossági tényező meghatározása.

A vizsgálandó rugót egyik végével felakasztjuk a mérőállvány horgára, a másik végére pedig súlyokat függesztünk (1.ábra). Az 5 dkg-os súlyok alul-felül horoggal vannak ellátva, és egymásba akaszthatók. A rugó annyi súllyal terhelhető maximálisan, amennyi egymásba akasztott súly felhelyezését megengedi az állvány magassága.

1.ábra. Mérőállvány rugókkal és ráakasztott súlyokkal

A megnyúlás mérését megkönnyíti két helyzetjelző, amelyek az állványon fel-le csúsztathatók. Ezek közül a magasabban lévőt a terheletlen állapothoz rögzítjük oly módon, hogy a helyzetjelző két szemben fekvő jelzővonala és a rugó alsó végére erősített mutató egy vonalba essenek (2.ábra). Amikor a rugóra terheléseket akasztunk, a mutató is lejjebb kerül; ennek megfelelően állítjuk be az alsó helyzetjelzőt (3.ábra). A két helyzetjelző egymástól való távolsága adja az x megnyúlást, a távolság mérésére mérőszalagot használhatunk.

2.ábra. Terheletlen rugó helyzetének beállítása.

3.ábra. Terhelt rugó helyzetének beállítása.

Az F_i megnyúlások és az x_i terhelések összetartozó értékeinek felhasználásával grafikus vagy numerikus módon megszerkeszthetjük a mérési pontokra legjobban illeszkedő egyenest, ezekből pedig adódik a direkciós állandó értéke.

A direkciós állandó meghatározása dinamikus jellemzők mérése útján is lehetséges. A rugó a ráakasztott súllyal együtt egy rezgő rendszerként működhet. Ha a rugóerő a megnyúlással arányos, (kis amplitudójú rezgéseknél ez biztosan így is van), akkor a rezgés harmonikus (Budó, Kisérleti Fizika,20§ 2.pont), és a rezgésidő:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\mu}{D}}$$

A pontos számítások azt mutatják, hogy a μ tömeg a rugóra függesztett súlyok m tömegén felül a rugó effektív tömegét is tartalmazza: $m_{eff} \sim \frac{m_r}{3}$.

Ha a rezgésidő mérését különböző tömegű súlyokkal végezzük el, akkor egyrészt képet kapunk arról, hogy a megnyúlás és a terhelés közötti feltételezett lineáris összefüggés milyen mértékben teljesül, másrészt - ha ez igazolódik - kiszámíthatjuk a direkciós állandót is.

A rezgésidő képletét átalakítva:

$$m = \frac{DT^2}{4\pi^2} - m_{eff}$$

Bevezetve az $\eta = m$ és $\xi = \frac{T^2}{4\pi^2}$ változókat:

$$\eta = D\xi - m_{eff}$$

formában adódik az összefüggés. Az η_i , ξ_i mérési pontokat diagramon ábrázolva megítélhetjük, érvényes-e az F=Dx lineáris kapcsolat, ugyanis, ha η és ξ összefüggése lineárisnak bizonyul, ez a D állandóságát, azaz a terheléstől való függetlenségét jelenti.

MÉRÉSI FELADATOK

1. Mérjük meg a megnyúlás és a sztatikus terhelés közötti összefüggést az állványon lévő mindkét rugó esetében! Ábrázoljuk diagramon, és határozzuk meg D legjobb értékét görbeillesztéssel!

2.Mérjük meg a rezgésidőnek a terhelési tömegtől való függését ugyanazon rugókra! 10 rezgés idejét mérjük le 3-szor. Ebből számítsuk ki a regésidőt. Ábrázoljuk diagramon az η-ξ függvényt és határozzuk meg D legjobb értékét görbeillesztéssel!

3.Határozzuk meg D értékének a bizonytalanságát grafikusan mindkét mérés esetében téglalap módszerrel!