A lineáris erőtörvény vizsgálata és a rugóállandó meghatározása

Mérést végezte: Görgei Csongor

Mérőtárs neve: Novák Emil

Mérés időpontja: 2019. 03. 22.

Jegyzőkönyv leadásának időpontja: 2019. 03. 29.

Mérés célja

A mérés célja a rugó terhelése és megnyúlása közötti lineáris kapcsolat ellenőrzése és a rugóállandó meghatározása.

Mérőeszközök

* Súlyok
* Két különböző rugó
* Mérőszalag
* Állvány
* Stopper

Mérés leírása

Mindkét rugóval ugyanazokat a méréseket végezzük el. Először megmérjük a rugók hosszát terheletlenül majd különböző súlyokkal, a második mérésnél a rugókat kitérítjük majd a létrejövő rezgőmozgás periódusidejének tízszeresét megmérjük mindegyik súllyal háromszor.

Mérési adatok

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 1. Rugó | 2. Rugó |
| x0 [m] | 0,431 | 0,4345 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | m [kg] | x [m] | 10 T1 [s] | 10 T2 [s] | 10 T3 [s] |
| 1. Rugó | 0,05 | 0,415 | 2,69 | 2,69 | 2,6 |
| 0,1 | 0,398 | 3,72 | 3,72 | 3,69 |
| 0,15 | 0,3815 | 4,56 | 4,54 | 4,5 |
| 0,2 | 0,3645 | 5,18 | 5,19 | 5,25 |
| 0,25 | 0,3475 | 5,88 | 5,87 | 5,84 |
| 0,3 | 0,33 | 6,34 | 6,37 | 6,37 |
| 2. Rugó | 0,05 | 0,382 | 4,6 | 4,72 | 4,72 |
| 0,1 | 0,328 | 6,69 | 6,6 | 6,63 |
| 0,15 | 0,275 | 8,03 | 7,97 | 8,03 |
| 0,2 | 0,221 | 9,25 | 9,22 | 9,25 |
| 0,25 | 0,169 | 10,38 | 10,34 | 10,32 |
| 0,3 | 0,1155 | 11,28 | 11,32 | 11,22 |

Hibaforrások

Hibaforrás a periódusidő mérésénél a reakcióidő, a hosszmérésnél a mérőszalag legkisebb beosztásánál pontosabban nem lehet mérni.

Kiértékelés

1. Először a statikus mérés eredményeit értékeljük ki.

(g=9,81m/s2)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Δx [m] | mg [N] | D [N/m] |
| 1. Rugó | 0,016 | 0,4905 | 30,6563 |
| 0,033 | 0,981 | 29,7273 |
| 0,0495 | 1,4715 | 29,7273 |
| 0,0665 | 1,962 | 29,5038 |
| 0,0835 | 2,4525 | 29,3713 |
| 0,101 | 2,943 | 29,1356 |
| 2. Rugó | 0,0525 | 0,4905 | 9,3429 |
| 0,1065 | 0,981 | 9,2113 |
| 0,1595 | 1,4715 | 9,2257 |
| 0,2135 | 1,962 | 9,1897 |
| 0,2655 | 2,4525 | 9,2373 |
| 0,3217 | 2,943 | 9,1483 |

Ahol Δx=x0-x, mg a súlyok súlya, D pedig a rugóállandó Δx és mg-ből számított értéke:

A rugóállandók átlaga:

(D1= 1. rugó rugóállandója, D2=2. rugó rugóállandója)

|  |  |
| --- | --- |
| D1 [N/m] | D2 [N/m] |
| 29,6874 | 9,2259 |

Az adatokat milliméterpapíron ábrázoljuk és az adatokra illesztett egyenes meredekségéből is meghatározzuk D értékét:

|  |  |
| --- | --- |
| D1 [N/m] | D2 [N/m] |
| 29,5455 | 9,25 |

A szimmetrikus téglalap módszerrel számolt hibával együtt:

|  |  |
| --- | --- |
| D1 [N/m] | D2 [N/m] |
| 29,5455±0,8886 | 9,25±0,1017 |

Az illesztett egyenesek egyenletei:

1.

2.

2. A dinamikus mérés, kiszámoljuk az átlagos periódusidőt és a ξ-t:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | m [kg] | Tátlag [s] | ξ [s2] |
| 1. Rugó | 0,05 | 0,266 | 0,0018 |
| 0,1 | 0,371 | 0,0035 |
| 0,15 | 0,453 | 0,0052 |
| 0,2 | 0,521 | 0,0069 |
| 0,25 | 0,586 | 0,0087 |
| 0,3 | 0,636 | 0,0103 |
| 2. Rugó | 0,05 | 0,468 | 0,0056 |
| 0,1 | 0,661 | 0,0111 |
| 0,15 | 0,801 | 0,0163 |
| 0,2 | 0,924 | 0,0216 |
| 0,25 | 1,035 | 0,0271 |
| 0,3 | 1,127 | 0,0322 |

Ezekből a következő egyenlet segítségével megkapjuk a rugóállandót:

Ahol η=m, meff pedig a rugó tömegének harmada. A η-ξ-t ábrázoljuk milliméterpapíron majd az adatokra illesztett egyenes η és tengely metszéspontjából meghatározzuk meff-t.

Az illesztett egyenesek egyenletei:

1.

2.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | η [kg] | ξ [s2] | D [N/m] |
| 1. Rugó | 0,05 | 0,0018 | 30,5556 |
| 0,1 | 0,0035 | 30 |
| 0,15 | 0,0052 | 29,8077 |
| 0,2 | 0,0069 | 29,7101 |
| 0,25 | 0,0087 | 29,3103 |
| 0,3 | 0,0103 | 29,6117 |
| 2. Rugó | 0,05 | 0,0056 | 9,8214 |
| 0,1 | 0,0111 | 9,4595 |
| 0,15 | 0,0163 | 9,5092 |
| 0,2 | 0,0216 | 9,4907 |
| 0,25 | 0,0271 | 9,4096 |
| 0,3 | 0,0322 | 9,4720 |
| meff [kg] | | 0,005 | |

A rugóállandók átlaga:

|  |  |
| --- | --- |
| D1 [N/m] | D2 [N/m] |
| 29,8326 | 9,5271 |

A η-ξ pontokra illesztett egyenes meredekségéből is meghatározzuk ξ-t, majd a szimmetrikus téglalap módszerrel kiszámoljuk a hibát, ami a rugóállandó hibája is.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | számított ξ [s2] | illesztett ξ [s2] | illesztett D [N/m] |
| 1. Rugó | 0,0018 | 0,0018 | 30,5556 |
| 0,0035 | 0,0034 | 30,8824 |
| 0,0052 | 0,0051 | 30,3922 |
| 0,0069 | 0,0067 | 30,597 |
| 0,0087 | 0,0084 | 30,3571 |
| 0,0103 | 0,01 | 30,5 |
| 2. Rugó | 0,0056 | 0,0058 | 9,4828 |
| 0,0111 | 0,0111 | 9,4595 |
| 0,0163 | 0,0164 | 9,4512 |
| 0,0216 | 0,0217 | 9,447 |
| 0,0271 | 0,027 | 9,4444 |
| 0,0322 | 0,0323 | 9,4427 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1. Rugó | | 2. Rugó | |
| hiba | ±0,0024 | hiba | ±0,0016 |
| D1 [N/m] | 30,5474±0,0024 | D2 [N/m] | 9,4546±0,0016 |

Diszkusszió

Sikerült igazolni a rugó megnyúlása és az erő lineáris kapcsolatát mivel az adatokat ábrázolva a pontok egy egyenes mentén helyezkednek el. A rugóállandókat is sikerült meghatároznunk.