



Gépjármű Diagnosztika

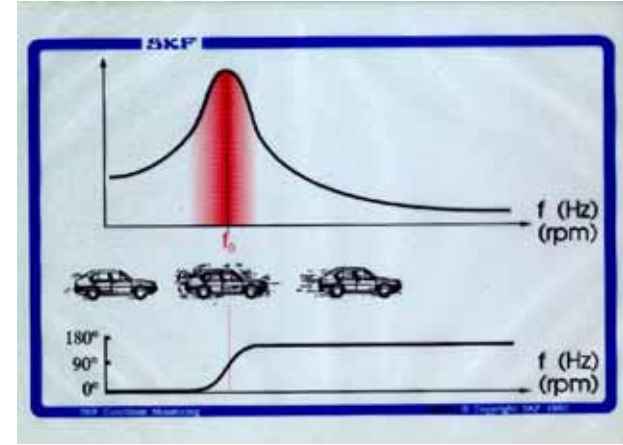
Szabó József Zoltán
Főiskolai adjunktus
BMF Mechatronika és
Autótechnika Intézet



14. Előadás

Gépjármű kerekek kiegyensúlyozása

Kerék- kiegyensúlyozás



Egy **100 km/h** sebességgel haladó gépkocsi kerekének **0,2 m-es** sugarán egy jelentéktelennek tűnő **30 gr** nagyságú kiegyensúlyozatlan tömeg a jármű tökéletes üzeme szempontjából komoly **kb. 116 N** nagyságú centrifugális erőt ébreszt

Kiegyensúlyozatlannak nevezzük azt a járműkereket, illetve a vele együtt forgó szerkezeti elemeket, amelyek tömegeloszlása aszimmetrikus, így a forgás közben fellépő centrifugális erők következtében a kerék, annak csapágyazása és a felfüggesztés gerjesztő erőhatást kap.

A kiegyensúlyozatlanságot a kerék forgástengelyre vonatkoztatott egyenetlen tömegeloszlása okozza.

Ez létrejöhet a kereket alkotó építőelemek (kerékagy, fékdob vagy féktárcsa, keréktárcsa, kerékpánt, tömlő, guiniabroncs és nyomásjeladó) bármelyike okozta egyenetlen tömegeloszlásából vagy a kerék felfogásának excentricitásából.

$$F_{ct} = \frac{m_{kiegy} * v^2}{r_k * 3,6^2} = \frac{0,03 kg * (100 km / h)^2}{0,2 m * 12,96} = 115,74 [N]$$

Miért kell a gépjárművek kerekét kiegyensúlyozni?

A keréken működő gerjesztő erőhatás a jármű üzemét tekintve az alábbi káros következményekkel jár:

- a dinamikus talperő-ingadozás miatt a gépkocsi oldalszélre, csúszós útra érzékenyen reagál, romlik a lengéscsillapítása és biztonságos fékezhetősége, az ABS funkció leértékelődik,
- a kormányzott kerekek támolygó mozgása a gépkocsi úttartását, kerék-útfelület kapcsolatát ideális út- és időjárási viszonyok között is nagymértékben lerontja;
- a kiegyensúlyozatlanság által érintett alkatrészek (tengelycsonk, féltengely, kerékcsapágy, keréktárcsa, kerékcsavar, trapézkarok és azok csuklópontjai, alváz, kormány szerkezet és a rögzítési helyek) hamarabb kifáradnak, ill. idő előtt eltörhetnek;
- növekszik a gumiabroncsok, a kerékcsapágyak, a gömbcsuklók, a lengéscsillapítók és egyéb egymáshoz képest elmozdulásra képes szerkezeti elemek kopása;
- a rezgésből származó zaj és rázás fárasztják a vezetőt és az utasokat.

A kerék kiegyensúlyozatlanság oka lehet:

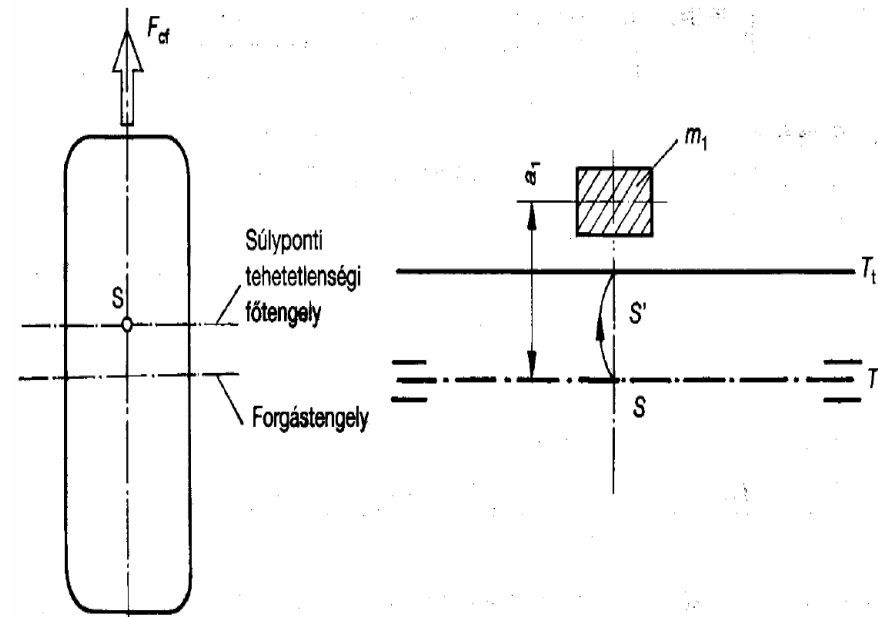
- A gumi anyagának nem egyenletes eloszlása (gyártási hibák)
- A keréktárcsa anyagának nem egyenletes eloszlása (gyártási hiba)
- Keréktárcsa deformációja (üzemi hatások)
- Keréktárcsáról leesik a kiegyensúlyozó tömeg (Pl. „járdázás” - üzemeltetési hiba)
- A kiegyensúlyozatlanság lehet :
 - Statikus,
 - „kvázi statikus”,
 - Nyomaték, vagy
 - Általános dinamikus

Statikus kiegyensúlyozatlanság

- Elsősorban a gumiabroncs gyártási hibájából adódik.
- A keletkezett tömegtöbblet vagy hiány a gumiabroncs súlypontját PÁRHUZAMOSAN eltolja a tengely középvonalától
- Forgás közben a tömegtöbblettől, kerületi sebességtől és a tömeg forgástengelytől való távolságától függő centrifugális erő jön létre.

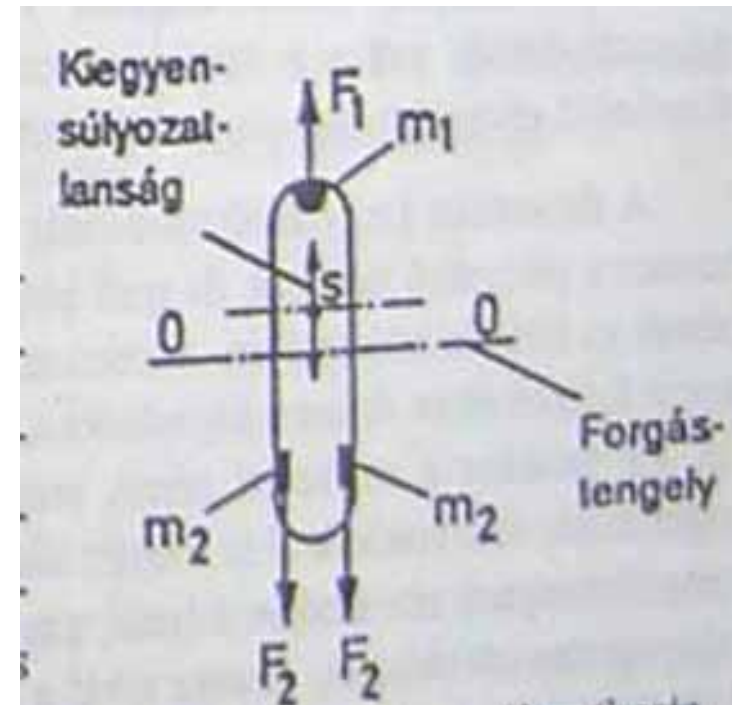
Hatása:

- A kerék pattogva forogna, ha önmagában elgurítanánk
- A kerékagyra felszerelt kerék a centrifugális erő miatt radiális irányú elmozdulásra kényszeríti a futómű részeit és a kereket
- A tapadás a pattogás miatt nem egyenletes és csökken a keréken átvihető vonóerő is



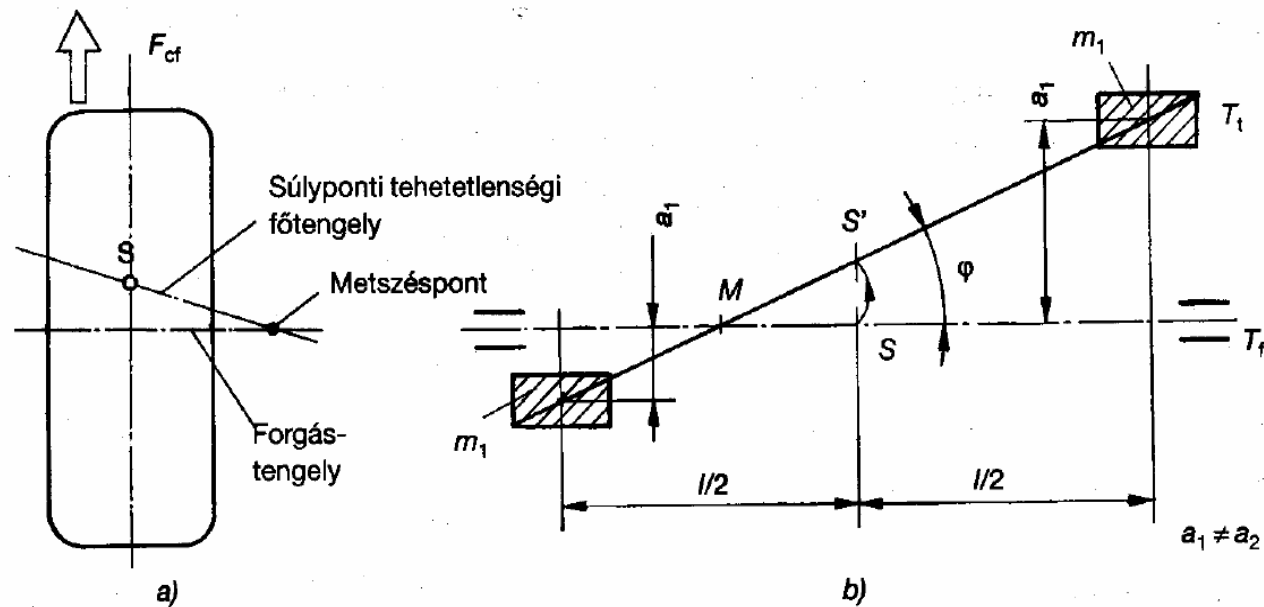
Statikus kiegyensúlyozatlanság megszüntetése

- A kiegyensúlyozás során célunk a kerék egyenetlen tömegeloszlásának mérése és ellentömeg (keréksúly) felhelyezésével annak megszüntetése.
- A kiegyensúlyozatlan m_1 tömeggel ellentétes oldalra két darab azonos nagyságú m_2 tömeg felszerelése a keréktárcsára az ábrának megfelelően
- $m_1 = m_2 + m_2$

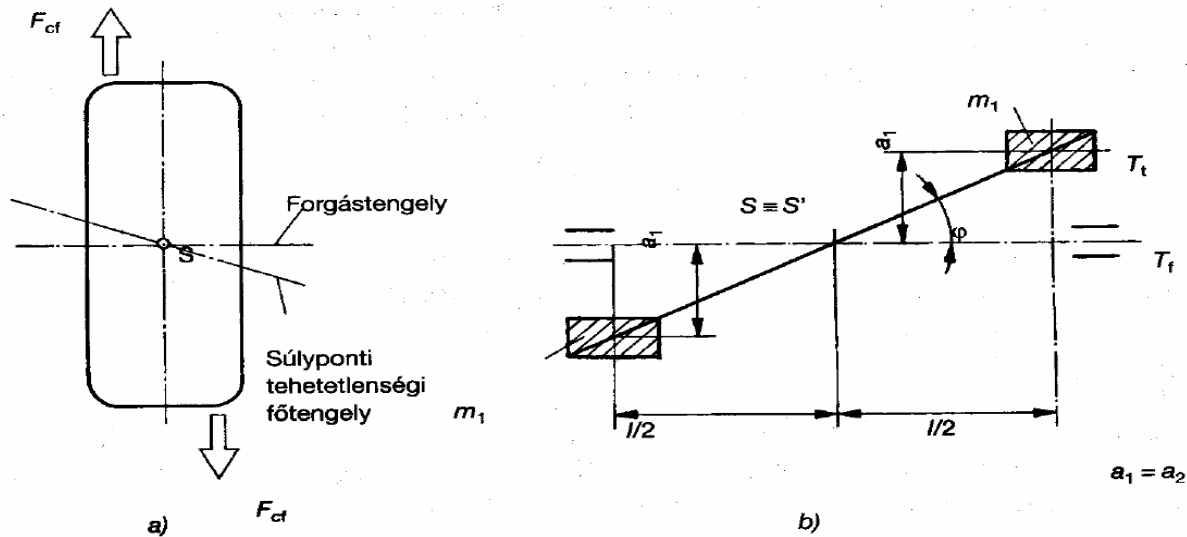


Kvázistatikus kiegyensúlyozatlanság

- Kvázistatikus kiegyensúlyozatlansági állapotban van a kerék, ha súlyponti tehetetlenségi fő tengelye és a forgástengely metszi egymást, de nem a súlypontban.
- Ilyen állapotot tudunk létrehozni, ha egyébként kiegyensúlyozott forgórészre m_1 tömegeket helyezünk el a tömegközépponthez képest aszimmetrikusan a forgástengelytől a_1 a_2 távolságra
- Ez a fajta kiegyensúlyozatlanság látszólag statikus, így forgatás nélkül is észlelhető. A centrifugális erők eredője ilyenkor is egyetlen, a forgástengelyre merőleges erő, amely azonban nem megy át a súlyponton. Kiegyensúlyozása az előzőhöz hasonlóan szintén egyetlen erővel történik, melyet vagy egy darab vagy esetenként a két peremre egymással szemben elhelyezett két darab ellensúllyal valósítunk meg.



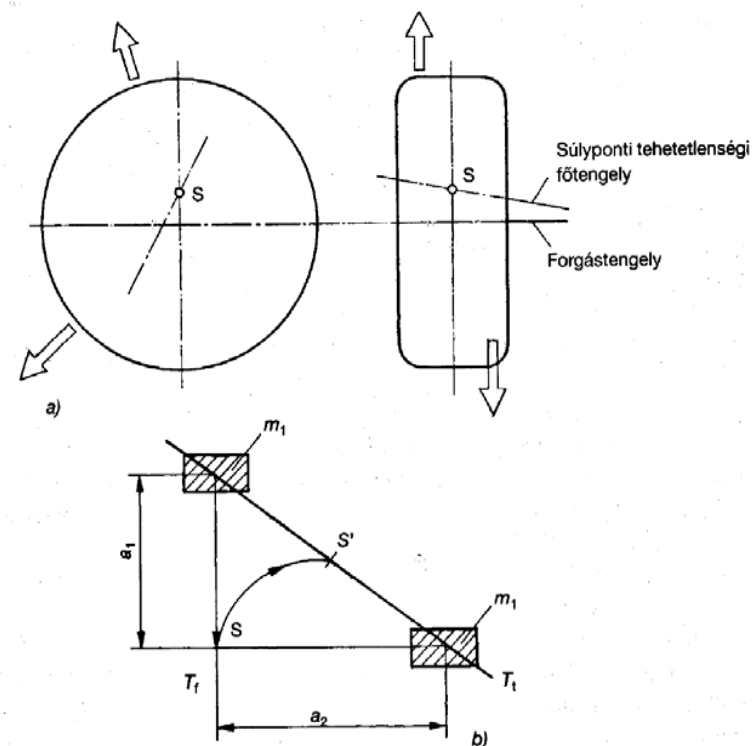
Nyomaték-kiegyensúlyozatlanság



- Nyomaték-kiegyensúlyozatlanságról akkor beszélünk, ha a kerék súlyponti tehetetlenségi fő tengelye és a forgástengely a súlypontban metszi egymást. A centrifugális erők eredője ilyenkor erőpár (a ábra).
- Ilyen állapotot tudunk létrehozni, ha egyébként kiegyensúlyozott forgórészre m_1 tömegeket helyezünk el a tömegközépponthoz képest szimmetrikusan a forgástengelytől $a_1 = a_2$ távolságra (b ábra).
- Ezt a fajta kiegyensúlyozatlanságot csak forgás közben észleljük. Megszüntetése egy ugyanabban a síkban fekvő, de ellentétes értelmű nyomatékkal rendelkező erőpárral történik, melyet a két peremre átlósan szembe elhelyezett két darab azonos nagyságú ellensúllyal hozunk létre.

Dinamikus kiegyensúlyozatlanság

- A kerék súlyponti tehetetlenségi főtengelye és a forgástengely kitérők. A kerék kiegyensúlyozatlanságát két különböző síkban fekvő eredő centrifugális erő hozza létre (a ábra).
- Ilyen állapotot tudunk létrehozni, ha egyébként kiegyensúlyozott forgórészre a1 tömegeket helyezünk el a tömegközépponthez képest aszimmetrikusan a forgástengelytől a_1 a_2 távolságra úgy, hogy az azokat összekötő egyenesnek a forgástengellyel ne legyen metszéspontja (b ábra).
- Mivel két nem egy síkban levő és nem egyenlő nagyságú erő felfogható, mint általános helyzetű erő és erő-pár eredője, a dinamikus kiegyensúlyozatlanság lényegében a statikus (vagy a kvázistatikus) és a nyomaték kiegyensúlyozatlanság együttes előfordulása esetén keletkezik. Kompenzálása a két centrifugális erőnek megfelelően a kerék két oldalára helyezett minimálisan két darab ellensúly segítségével valósítható meg.

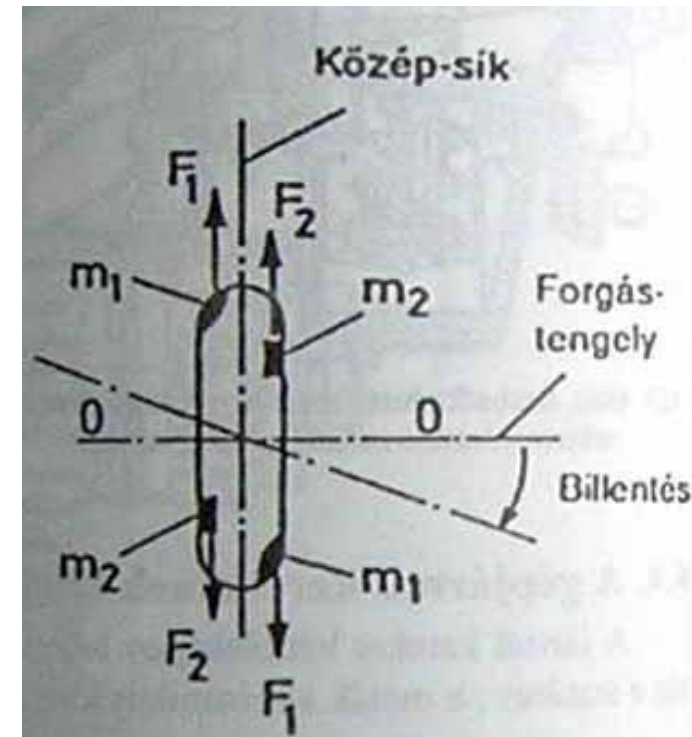


Dinamikus kiegyensúlyozatlanság

- A forgó tömegtöbblet nem a középső forgássíkba esik
- A keletkezett tömegtöbblet a középső forgássíktól való távolság miatt nyomatékként hat a forgó kerékre.
- Ez a nyomaték a kereket igyekszik kitéríteni a forgássíkjából

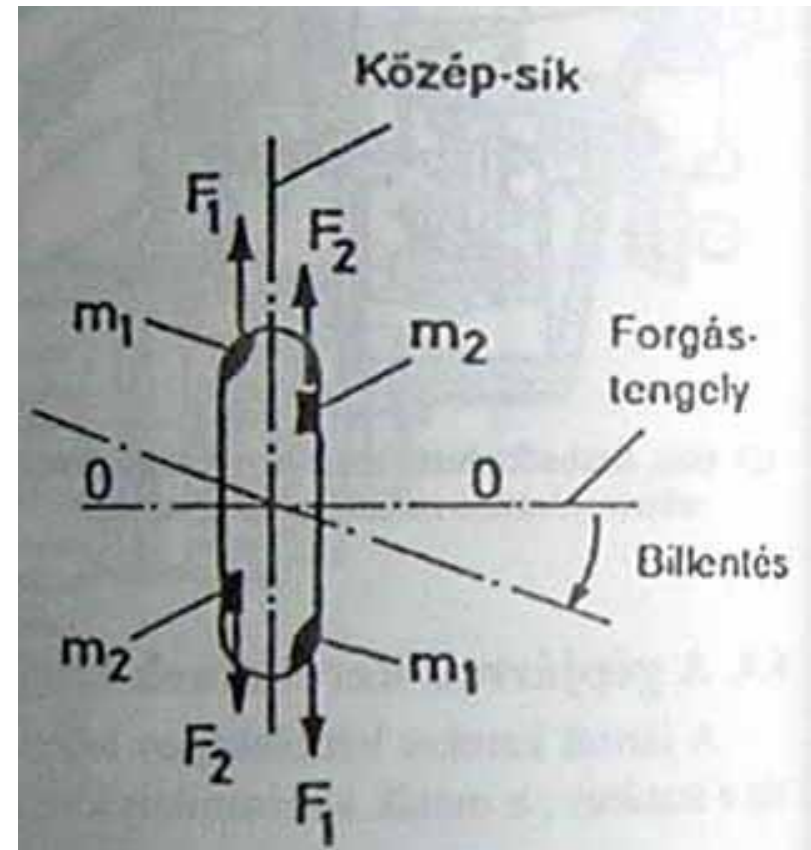
Hatása:

- A kerék a rezonancia frekvencián erősen rázza a kormányt és a futómű alkatrészeit – nagy igénybevétel
- A kerék kopása megnő a rázkódásból eredő csúszás miatt
- A jármű úttartása bizonytalan az oldalvezető erő rázkódás miatti változása miatt



Dinamikus kiegyensúlyozatlanság megszüntetése

- Csak dinamikus kiegyensúlyozó berendezéssel határozhatjuk meg a kiegyensúlyozáshoz szükséges tömegeket és helyeit



A kerékiegyensúlyozás kétféleképpen valósítható meg

- ✓ Az egyik módszerrel a kereket leszerelik, majd az erre alkalmas kiegyensúlyozó gépen - forgatás közben - a kerékre ható szabad centrifugális erőt mérik és ezt súlyok felrakásával kiegyenlítik.
- ✓ A másik módszerrel a kerekeket leszerelés nélkül, a futóművön megforgatva egyensúlyozzák ki.

Mindkét módszernek vannak előnyei és hátrányai



A leszerelt kerekek kiegyensúlyozásának előnyei:

- ✓ a mérés és a kiegyensúlyozás nagy pontossággal végezhető el és a készülék jelzi a szükséges ellensúly pontos értékét;
- ✓ a művelet helyigénye kicsi.

A leszerelt kerekek kiegyensúlyozásának hátrányai:

- ✓ a kerékagy és a fékdob (féktárcsa) kiegyensúlyozatlanságát nem lehet mérni;
- ✓ a kerekek le- és felszerelése miatt a tájolási hibák zavarhatják a munka sikerét (milyen helyzetben kerül vissza a kerék az agyra);
- ✓ diagnosztikai vizsgálatra nem alkalmas, mivel még az ellenőrzéshez is le kell szerelni a kereket.

A felszerelt kerekek kiegyensúlyozásának előnyei:

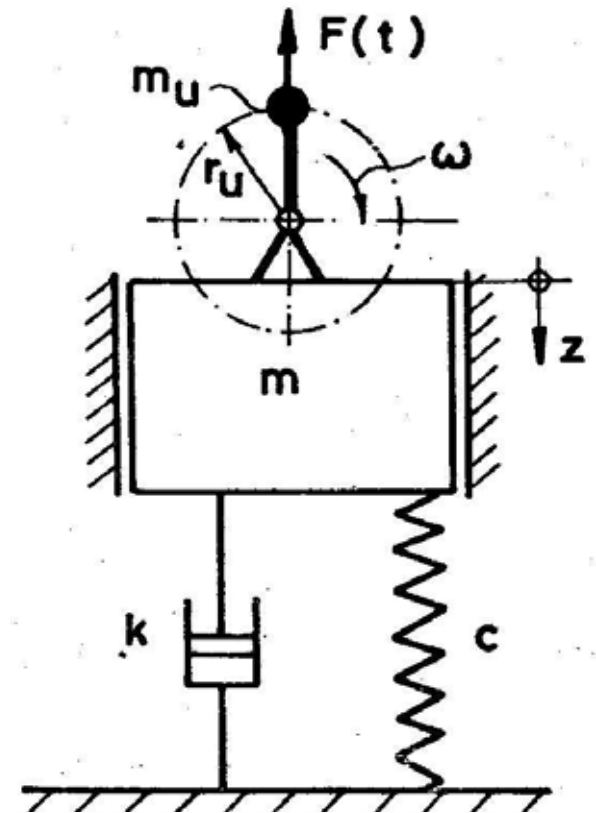
- ✓ megtakarítható a kerék le- és felszerelése;
- ✓ lehetőséget ad a gyors diagnosztikai ellenőrzésre;
- ✓ alkalmas a komplett forgótömeg kiegyensúlyozására;
- ✓ tájolási hibák nem zavarják a mérést (a kerék nincs leszerelve és nem áll fenn a veszély, hogy más helyzetben kerül vissza az agyra).

A felszerelt kerekek kiegyensúlyozásának hátrányai:

- ✓ csak a kiegyensúlyozatlanság mértékéről ad tájékoztatást (az ellensúly nagyságáról közelítőleg);
- ✓ használatához nagyobb gyakorlat szükséges.

A kerékiegyensúlyozási eljárások elve

- A kiegyensúlyozatlanság mérése mindig úgy történik, ha a vizsgálandó kereket valamely lengésre képes rendszerhez erősítjük (ez lehet a tényleges kerék felfüggesztési rendszer is), majd a szabad erők, ill. nyomatékok hatására lengésbe jött rendszer valamely lengési jellemzője (pl. amplitúdó, sebesség, gyorsulás) alapján következtetünk a gerjesztő hatás, vagyis a kiegyensúlyozatlanság nagyságára és szöghelyzetére.
- A kerékiegyensúlyozásra felállítható lengésmodell az ábrán látható, ahol c - a kerék "felfüggesztésének" rugóállandója [N/m];
 k - a kerék "felfüggesztésének" lineáris csillapítási tényezője [Ns/m];
 m - a keréknek a rugó lengési síkjába redukált tömege [kg]
 z - a lengőrendszer pillanatnyi kitérése [cm];
 $F(t)$ - az időtől függő gerjesztő erő [N]



$$F(t) = m_u \cdot r_u \cdot \omega^2 \cdot \sin \omega t$$

■ Látható, hogy a lengés max. amplitúdója adott (m.r) kiegyensúlyozatlanság és m lengő tömeg esetén csak az ω/ω_0 frekvenciaviszony (ahol a lengőrendszer ön-körfrekvenciája) és a D relatív (vagy Lehr—féle) csillapítási tényező függvénye.

■ Az egyenlet ezen független változókat tartalmazó tagját nagyítási tényezőnek nevezzük és N-nel jelöljük.

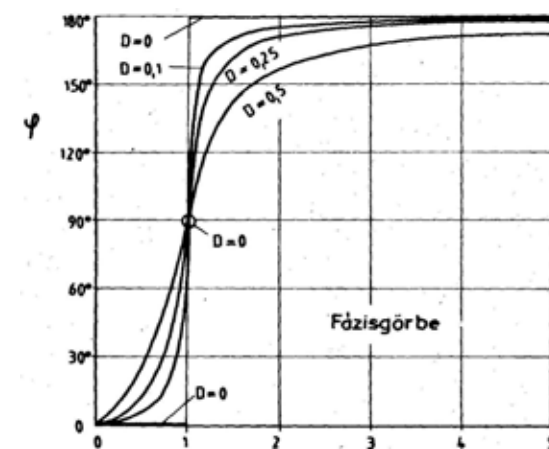
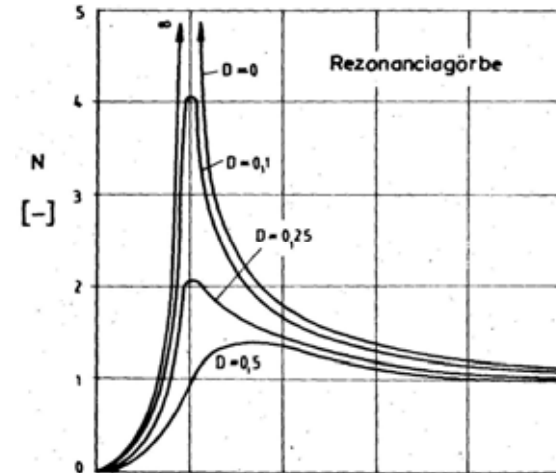
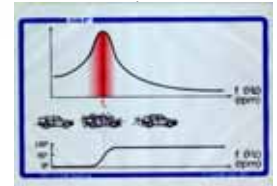
■ A nagyítási tényezőt az ω/ω_0 frekvenciaviszony függvényében ábrázolva az ún. rezonanciagörbét kapjuk

■ A rezonanciagörbék nulla nagyítási tényezővel indulnak, egy ideig a csillapítástól közel függetlenül együtt növekednek az c gerjesztő körfrekvenciával, majd $\omega/\omega_0=1$ környezetében eléri a csillapítás által meghatározott maximális értéküket. A körfrekvencia további növekedésével a nagyítási tényezők csökkennek, majd az $N = 1$ közös határérték felé konvergálnak.

■ A rezonancia görbék alapján megállapítható, hogy a rezonanciahely $\omega/\omega_0=1$ alatti és feletti tartományban is a rezonanciahelytől távolodva a csillapítás szerepe elhanyagolhatóvá válik.

■ A gerjesztett lengést jellemző másik alapvető paraméter a gerjesztő erő és a lengési amplitúdó közötti φ fázisszög.

$$N = \frac{\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right]^2 + 4D^2 \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}}$$

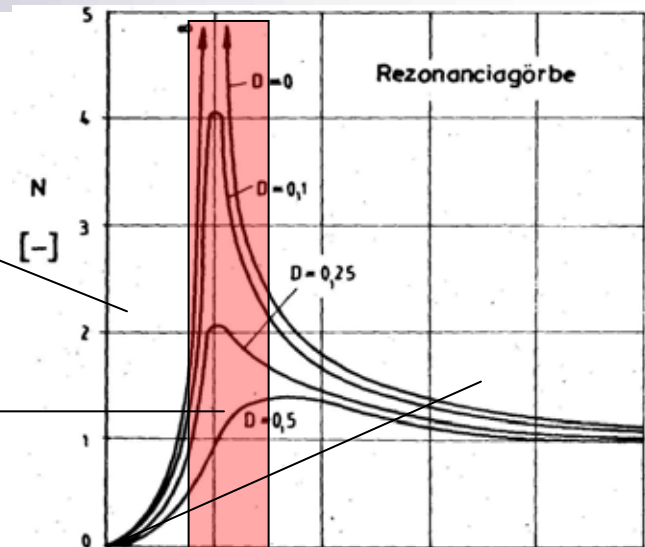


Kiegyensúlyozási elvek

FÖLÉHANGOLÁS $0,25 - 0,4 \times \omega_0$

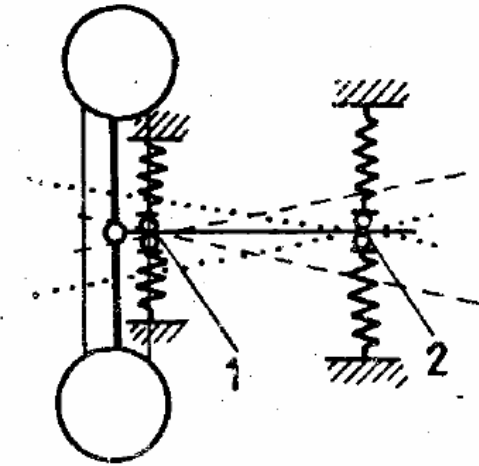
AZ „ÖNFREKVENCIA” TARTOMÁNYA
 $0,8 - 1,25 \times \omega_0$

ALÁHANGOLÁS - $3 \times \omega_0$ - fordulatszám



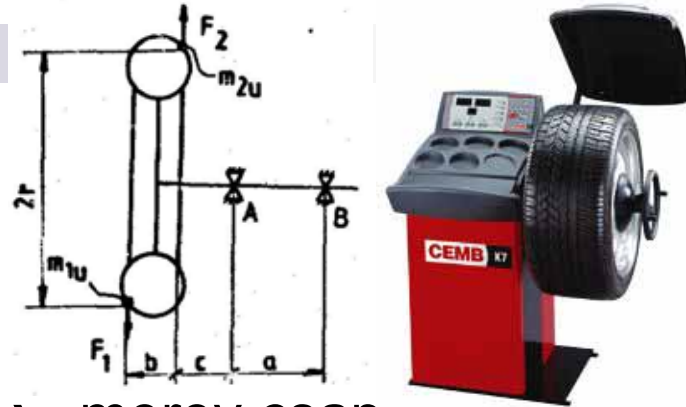
- A rezonanciagörbék és a fázisgörbék segítségével most már definiálhatók és értékelhetők a különböző kiegyensúlyozási eljárások.
- A gyakorlatban három elv szerint végeznek kiegyensúlyozást:
 - önfrekvenciánál sokkal nagyobb frekvencián történő kiegyensúlyozás (**aláhangelési** tartomány),
 - önfrekvenciánál sokkal kisebb frekvencián történő kiegyensúlyozás (**fölehangolási** tartomány)
 - **önfrekvencia környezetében** történő kiegyensúlyozás

Az önfrekvenciánál sokkal nagyobb frekvencián működő stabil kiegyensúlyozó gépek



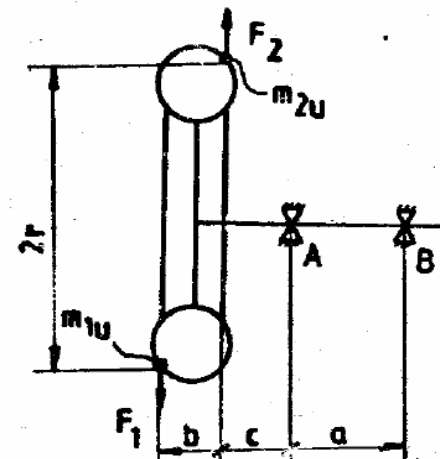
- Az önfrekvenciánál sokkal nagyobb gerjesztő frekvencia megvalósítását úgy segítjük elő, hogy a kiegyensúlyozandó kereket alacsony önfrekvenciájú lengőrendszerhez kapcsoljuk. Lágy rugót és kis csillapítást alkalmazunk.
- A lengési amplitúdó tehát független lesz a gerjesztő frekvenciától, egyenesen arányos lesz a kiegyensúlyozatlansággal és fordítottan arányos a kerék M tömegével. Ez kedvezőtlen, mert a kerék méretét a kiértékeléskor figyelembe kell venni
- A lágy csapágyazású kiegyensúlyozók az ellensúly helyét csak akkor jelzik kellő pontossággal, ha a mérés frekvenciája legalább $3x$ nagyobb a gép kerékekkel együtt értelmezett önfrekvenciájánál. A kereket fel kell pörgetni, amit dörzshajtással vagy közvetlen ékszíjhajtással valósítanak meg.
- Fontos, hogy a kerék úgy legyen a tengelyre rögzítve, hogy a külső csapágy a kerékpánt belső peremének síkjába essen. A kerék, a tengely és a rugók egy kis önfrekvenciájú, és jelentéktelen csillapítású lengő rendszert alkotnak
- A kiegyensúlyozatlanság meghatározása a tengely elmozdulásának (kitérésének) érzékelésén keresztül történik.

Az önfrekvencia alatt működő stabil kiegyensúlyozó gépek



- Az önfrekvencia alatt dolgozó $0,25 - 0,4 \times \omega_0$ merev csapágyazású kiegyensúlyozó gépek felépítése és működése eltér az előzőektől.
- A kereket itt egy mereven csapágyazott, gyakorlatilag nagy önfrekvenciájú tengelyhez rögzítjük.
- A kiegyensúlyozatlanság mérése ebben az esetben erőmérésre vezethető vissza, mely független a kerék tömegétől, ill. tehetetlenségi nyomatékától, tehát a mérést nem kell korrigálni a kerék tömegével.
- A merevtengelyű kiegyensúlyozó gépeknél tehát a kiegyensúlyozatlanságból származó, a kerék körülfordulása során periodikusan változó csapágyerőket mérjük egy adott síkban.
- A csapágyerő által keltett villamos jel és a tengelyelfordulás szögét meghatározó jel együttesen ad módot a kiegyensúlyozatlanság szöghelyzetének, az erő maximuma pedig az ellensúly nagyságának egyidejű meghatározására, egyetlen forgatás azaz a gép egyszeri indítása során.
- A gyakorlatban ezt a megoldást alkalmazzák gyakrabban az alacsony fordulatszám és kevesebb indítás (energiafelhasználás) miatt.

Az önfrekvencia alatt működő kiegyensúlyozó gép mérési elve 1.



- Tegyük fel, hogy a kerék kiegyensúlyozatlansága az 1 és 2 kiegyensúlyozó síkokban adott sugáron levő m_1 és m_2 tömegekkel azonos.
- Az általuk létrehozott centrifugális erőket mindenképpen forgó erővektorként (komplex erőként) vesszük figyelembe
- A kiegyensúlyozás során a csapágyakban A és B komplex reakcióerők ébrednek. Ezek a nyomatéki egyensúlyi egyenletek segítségével meghatározhatók.
- a komplex csapágyerők egyenletei a következő alakot öltik:

$$\vec{F}_1 = F_1 e^{i\omega t} = m_{1u} \cdot r \cdot \omega^2 \cdot e^{i\omega t}$$

$$\vec{F}_2 = F_2 e^{i(\omega t + \psi)} = m_{2u} \cdot r \cdot \omega^2 \cdot e^{i(\omega t + \psi)}$$

$$\vec{A} = \frac{\omega^2}{a} \cdot r \left[- (a + b + c) m_{1u} e^{i\omega t} - (a + c) m_{2u} e^{i(\omega t + \psi)} \right]$$

$$\vec{B} = \frac{\omega^2}{a} \cdot r \left[(b + c) m_{1u} e^{i\omega t} + c \cdot m_{2u} e^{i(\omega t + \psi)} \right]$$

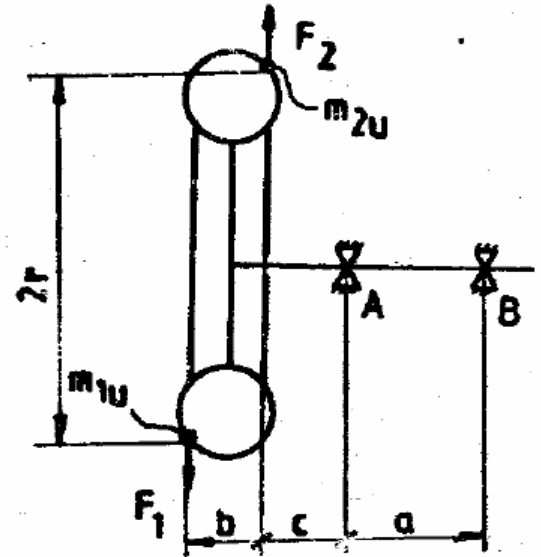
ahol $i = \sqrt{-1}$.

Az önfrekvencia alatt működő kiegyensúlyozó gép mérési elve

2.

Bevezetve a

$$\begin{aligned} -(a + b + c) &= b_{11} \\ -(a + c) &= b_{12} \\ (b + c) &= b_{21} \\ c &= b_{22} \end{aligned}$$

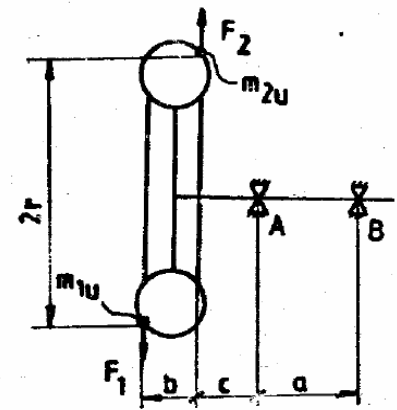


egyszerűsítő jelöléseket a keresett kiegyensúlyozó tömeg-
- "vektorra" az alábbi egyenletek adódnak:

$$m_{1u} e^{i\omega t} = \frac{b}{\omega^2} \frac{b_{22}}{r(b_{11}b_{22} - b_{12}b_{21})} \left(\vec{A} - \frac{b_{12}}{b_{22}} \vec{B} \right)$$

$$m_{2u} \cdot e^{i(\omega t + \psi)} = \frac{b}{\omega^2} \frac{b_{11}}{r(b_{11}b_{22} - b_{12}b_{21})} \left(-\frac{b_{21}}{b_{11}} \vec{A} + \vec{B} \right)$$

Az önfrekvencia alatt működő kiegyensúlyozó gép mérési elve 3.



- Ezen egyenletek alapján analóg villamos kapcsolás készíthető, mely közvetlenül a kiegyensúlyozó tömegek vektorát adja.
- Belátható, hogy az A és B csapágyakban elhelyezett erőmérők által keletkezett villamos feszültségek arányosak a kiegyensúlyozó tömegek vektorával, melyből a kiegyensúlyozó tömegek nagysága és szöghelyzete megállapítható.
- Természetesen a „villamos keret” potenciométereit, a konstans tényezőknek megfelelően kell beállítani. Ezen konstansok közül egyedül a b kerékpánt szélesség változhat, ezért a gépbe a mérés előtt csak ezt kell betáplálni. A korszerű mérőgépeken lehetőség van a geometriai méretek azonnali bevitelére.
- A megoldás egyetlen hátrányaként az említhető meg, hogy a fordulatszámot nagy pontossággal azonos értéken kell tartani, mert a kiegyensúlyozatlan tömeg nagysága nagymértékben függ a gerjesztés frekvenciájától (azaz a fordulatszámtól).

1. Példa a kiegyensúlyozás végrehajtására

A mérés általános menete



■ Előkészítés:

- A felszerelt abroncs nyomását beállítjuk
- Felszereljük a berendezés megfelelő helyére
- Eltávolítjuk a régi keréksúlyokat
- Ellenőrizzük nincs-e más, a mérést befolyásoló szennyeződés (rászáradt sár) a keréktárcsán vagy a futófelületbe szorult kődarab

1. Példa a kiegyensúlyozás végrehajtására



A mérés általános menete

■ Hibameghatározás:

- A kerék alap-kiegyensúlyozását megmérjük a berendezéssel – első, közelítő mérés
- A berendezés által jelzett helyre (helyekre) felszereljük a megfelelő keréksúlyokat és jól rögzítjük azokat
- Ellenőrző mérés
- Ha szükséges további keréksúlyokat szerelünk fel a jelzett helyre
- Végző, ellenőrző mérés. A kiegyensúlyozatlanságnak a megadott határon belül kell lennie

Követelmények

- Tökéletesen kiegyensúlyozott forgó részek nincsenek
- Az egyes gépalkatrészek maradó kiegyensúlyozatlanságát az ISO 1940-es szabvány határozza meg
- A szabvány a gépalkatrészeket kerületi sebességük alapján osztályokba sorolja
- A gépjárművek kerekei a G40-es osztályba tartoznak

Az 1. példa C1CK1FR készülék főbb jellemzői:

- Mikroprocesszoros kerékkiegyensúlyozó fröccsenésgátlóval
- Motoros meghajtás, indítás/megállítás kézi kapcsolóval
- Digitális, LCD kijelző
- ALU-S, SPLIT (rejtett súly) és PAX programmal
- Mértékegység váltási lehetőség
- Alacsony forgási sebesség, önkalibrálási funkció



2. Példa - Microtec 795

Buszok, tehergépkocsik valamint személygépkocsik kerekeinek kiegyensúlyozására kifejlesztett univerzális gép monitoros kijelzéssel.



A gép fejlesztésekor a fő szempont a buszok és tehergépkocsik kerekeinek minden igényt kielégítő centrírozása volt. Azonban a mikroprocesszoros technika lehetővé tette, hogy a gép alkalmas legyen robosztus kialakítása ellenére is az igényes könnyűfém- és acéllemez abroncsú személygépkocsik és motorkerékpárok kerekeinek legkifinomultabb módon történő kiegyensúlyozására.

A géppel a küllők mögé rejtett súlyok szétosztása is számítható.

A nagy tömegű haszonjármű kerekeket pneumatikus lifttel - amely vízszintesen is csúsztatható - lehet felemelni a felfogóra. A lift billenőkapcsolóval működtethető, így a másik kéz szabadon marad a kerék pontos vezetéséhez.

2. Példa - Microtec 795

A gép start-stop automatikával rendelkezik, ez vezérelhető a kijelző pultról vagy a kerékvédő burkolat fel-lehajtásával.

A mérési folyamat teljesen automatikus lefutású egészen a kerék lefékezéséig.

A kiegyensúlyozatlanság értékeit eközben kiszámítja és tárolja a berendezés, leolvashatók a színes monitorról.

A kiegyensúlyozatlanság helyzetét szintén LED-ek mutatják.

A monitor forgatható, ergonómiailag optimális gépkezelést tesz lehetővé. A gépkezelés rendkívül egyszerű a monitoron megjelenő piktogramok és az alattuk lévő nyomógombok segítségével.



2. Példa - Microtec 795

A monitor képei:



Microtec 795

- ✓ **Automatikus méréslefutás kerékfélékezéssel**
- ✓ **Forgatható monitor**
- ✓ **Nagyméretű számok jelennek meg a monitoron a súlyértékek kijelzésére, átkapcsolható szgk. módra**
- ✓ **A súlyfelrakási helyzetet tájolónyíl mutatja**
- ✓ **Bemérokár a tárcsaadat automatikus beolvasásához**
- ✓ **Hétféle súlyelhelyezési program, ebből 5 db alu-programmal és külön programok a rejtett módon ragasztott súlyok felhelyezéséhez**
- ✓ **Segédkar a ragasztott súly pontos helyzetének meghatározásához**
- ✓ **Beépített pneumatikus kerékklift a nehéz kerekek felrögzítéséhez**
- ✓ **Súlyoptimalizáló-program és öndiagnosztizáló program**
- ✓ **Abronsátmérő: 26,5"-ig (kerék :1200 mm)**
- ✓ **Keréktömeg maximum 200 kg-ig**
- ✓ **Kiegyensúlyozási sebesség:tgk: cca. 100 ford/perc, szgk: cca. 167 ford/perc**
- ✓ **Mérési pontosság:tgk módban 10 g-os, szgk módban 1 g-os**



Microtec 600 – mobil kerékiegyensúlyozó

Személygépkocsik és kisteher járművek kerekeinek leszerelés nélküli kiegyensúlyozására kifejlesztett univerzális gép digitális kijelzéssel



- A kereken guruló gép lehetővé teszi a járművön történő kerékiegyensúlyozást személygépkocsik és kisteherrek számára max.20"ig.
- A kiegyensúlyozatlanságot elektronikusan határozza meg egyetlen mérési folyamatban.
- A piezoelektromos érzékelők a több fokozatban állítható alátámasztó bakokba vannak beépítve. A gép háromfázisú 3 kW-os motorral (csillag-delta átkapcsolásban) hajtja meg dörzskerekével a jármű nem meghajtott kerekeit. Az alátámasztó bakok és az LCD kijelző akkuval működik, így nem kell az összekábelezéssel időt tölteni.
- Nagy előnyük, hogy nemcsak a kerekek, hanem valamennyi forgó tömeg kiegyensúlyozatlanságát megméri.

Jellemzők:

- ✓ Dörzskerekes kerékmeghajtás - Egyszerű kezelhetőség
- ✓ Nem kell leszerelni a kereket, nem kell kerévédő burkolat sem
- ✓ A kiegyensúlyozás minden első-, hátsó- vagy összkerék-meghajtású autónál közvetlenül az autón
- ✓ A kiegyensúlyozatlanság nagyságának és helyének mérése mikroprocesszoros mérőbakkal
- ✓ Az infravörös kábel nélküli adatátvitel a mérőpad és a kézi kijelző készülék között
- ✓ A kezelőgombok, a mérésadat átlagolása, mérésellenőrzés és mérési adatok kijelzése a kézi LCD kijelzésű készüléken
- ✓ Minden mérőegység beépített akkuval működik, így nincs szükség kábelcsatlakozásra
- ✓ Egy ember el tudja végezni a kiegyensúlyozást az autó mind a négy kerekénél egy méréssel
- ✓ Abroncsátmérő: 10"-20"-ig
- ✓ Mérési pontosság: 5 g
- ✓ Mérési sebesség: 100 - 200 km/h között

Alátámasztó bak az infra adatátvitelű érzékelővel és a műszer képernyője



A kerék alátámasztására szolgáló bak a különböző alátámasztó adapterekkel



Infra adatátvitel a bakok és a kijelző között



A szabadonfutó kerekek mérése



A meghajtott tengelyen lévő kerekek mérésekor egyszerűen be kell ülni az autóba és gázadással ki kell pörgetni a megemelt kerekeket



Egy méréshez előkészített jármű, a
gépkezelő a hajtott kerekek méréséhez
készül

