

Dr. Lakatos István

3500 kilogramm feletti
összgördülő súlyú járművek
futóművei és rugózása



A követelménymodul megnevezése:

Gépjárműjavítás I.

A követelménymodul száma: 0675-06 A tartalomelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-010-16



3500 KILOGRAMM FELETTI ÖSSZGÖRDÜLŐ SÚLYÚ JÁRMŰVEK FUTÓMŰVEI ÉS RUGÓZÁSA

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

A műhelybe érkező haszonjármű hibája – a munkafelvétel alapján – a futómű, illetve rugózás, lengéscsillapítás, illetve a gumiabroncsok területét érinti. A további diagnosztikai vizsgálatokhoz és az ezt követő beállítási és javítási műveletekhez feltétlenül szükséges a rendszerek és az alkatrészek felépítésének és működésének ismerete.

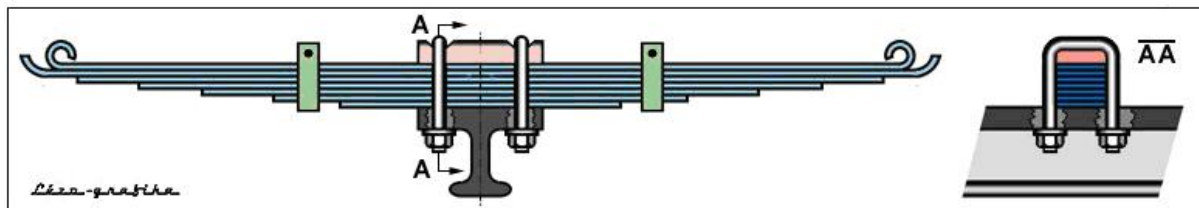
SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

RUGÓZÁS

A rugózás alapismereteit a 9. SZT elemnél már ismertettük. A továbbiakban csak azokat a részeket mutatjuk be, amelyek speciálisan főként a haszonjárműveknél fordulnak elő.

Laprugó

A rugó anyagaként legtöbbször szilícium, mangán, króm és vanádium ötvözésű acélokat használnak. Ezek a hajlító vagy csavaró igénybevételnek jól ellenállnak. A laprugó hajlítórugó. Általában félelliptikus rugóként alkalmazzák a több laprugóból összeállított rugóköteget. A gépjárművekben alkalmazott hordrugók közül a legsokoldalúbb, mert elvileg minden irányú erőt és nyomatékot fel tud venni. Nem csak a tengely függőleges irányú rugalmas elmozdulását biztosítja az alvázhoz képest, hanem oldalirányú merevsége és korlátozott mértékű hosszirányú elmozdulása lehetővé teszi, hogy gondoskodjon a tengely megvezetéséről is. A rugólapok között fellépő Coulomb-súrlódás lengéscsillapító hatású.

1. ábra. Laprugó¹

A rugólapokat közepén átmenő csavar tartja össze, ami az egyes lapok hosszirányú eltolódását is megakadályozza. Az oldalirányú elmozdulás ellen rugópántok (bilincsek) védenek. A rugóköteget rugókengyelek rögzítik a tengelyen, és rugószemek kapcsolják a karosszériához. Egyik végéhez általában rögzített csap csatlakozik, mely a tolóerőt fel tudja venni. Mivel a rugó működése közben változtatja a hosszát, ezért a másik vége nem rögzíthető, ezért feltámasztják, vagy lengőcsapot alkalmaznak. Csapok helyett egyre gyakrabban gumitömbbe ágyazzák a rugót. A lapok végének kialakítása sokféle lehet. A fő rugólap alatti második, biztosító rugólap végeit részben vagy egészben ráhajtják a fő rugólap szemeire, hogy annak törésekor ne essen le a karosszéria. Nagy teherbírású gépkocsikba kettős rugóköteget építenek, és nagy terhelés esetén a fő rugókötegre is feltámaszkodik az alváz.

A laprugó jelleggörbéje progresszív. Előnyei, hogy a súrlódás hatására csökkenti a lengésszámot, az toló- és fékezőerőket átadja az alváznak, felhasználható felfüggesztésre és javítható. Hátránya, hogy nehéz, nagy a helyigénye és karbantartásáról gondoskodni kell.

Gázugó

A gázugókban zárt térben lévő gáz (levegő vagy nitrogén) rugalmas viselkedését hasznosítják a rugózáshoz. Csak nyomásra vehető igénybe.

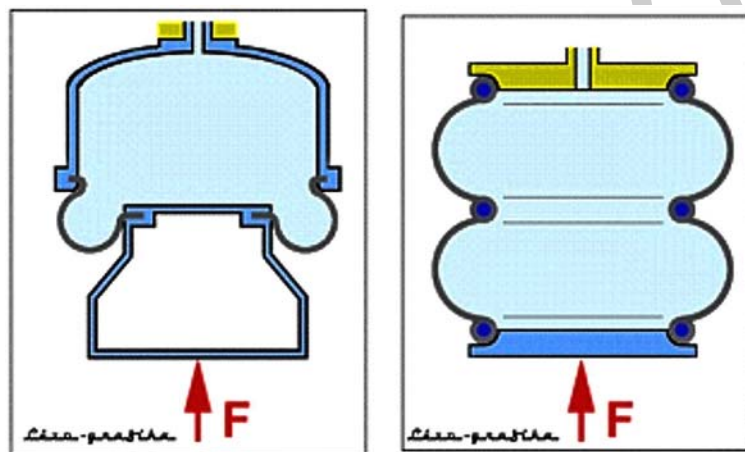
Légrugó

A leggyakrabban alkalmazott változat, működéséhez sűrített levegős rendszer szükséges, emiatt elsősorban teherautókban és autóbuszokban használják. A légrugók általában levegőt vesztenek, ezért kompresszorral állandóan táplálni kell. Légfékes járműveknél ez gond nélkül megoldható. A levegő nyomásának változtatásával a rugóút a terheléshez illeszthető, a rakfelület magassága beállítható vagy szintszabályozással azonos értéken tartható.

¹ Forrás: <http://www.auto.bme.hu/content/kerekek-rugozasa>

A lérugó valamilyen változtatható belső térfogatú edényből áll. Kétféle kivitel jellemző, az egyik a dugattyús henger. A dugattyút és a hengert lemezből sajtolják, a tömítést gumiharisnyával oldják meg. Nagyobb benyomódás esetén a gumi felfekszik a dugattyú ferde oldalára, így annak hatásos felülete megnövekszik, így változik a rugó karakterisztikája. A másik variáció esetén a henger gumiból készül, acélkarikákkal merevítve, így lehetőség van a két hengerfenék közelítésére és távolítására. Ebben az esetben gyakran a belső térfogatot fém légtartállyal megnövelik. Mindkét esetben a szintezőszelepet használnak, mely biztosítja a kocsiszekrény állandó magasságát. Ezek kereszt- és hosszirányú bekötésével ívmenetben stabilizáló hatást fejtenek ki, úgy, hogy a külső, lenyomódó oldalra bevezetik, a belső, megemelkedő oldalról elvezetik a sűrített levegőt.

A lérugó elemek nagy méretük mellett kis teherbírásúak, ezért egy-egy kerékhez többet is be szoktak építeni, de gyakran acélrugóval kombinálva használják őket.



2. ábra. Lérugó kialakításai²

MEREVTENGELYES KERÉKFELFÜGGESZTÉSEK

A kerékfelfüggesztési rendszerek esetében különbséget kell tenni az első és a hátsó tengely konstrukciós megoldásai között, valamint figyelembe kell venni azt is, hogy hajtott kerék felfüggesztéséről van-e szó. A megoldások ezen túlmenően lehetnek merevtengelyes, illetve egyedi (független) és kapcsolt kerékfelfüggesztések.

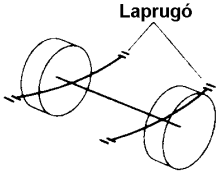
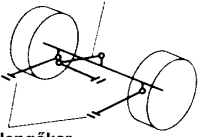
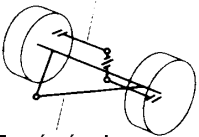
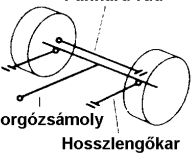
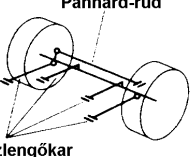
Az alábbi táblázat a merevtengelyes kerékfelfüggesztések egyes kiviteli változatait csoportosítja.

Merevtengelyes kerékfelfüggesztések

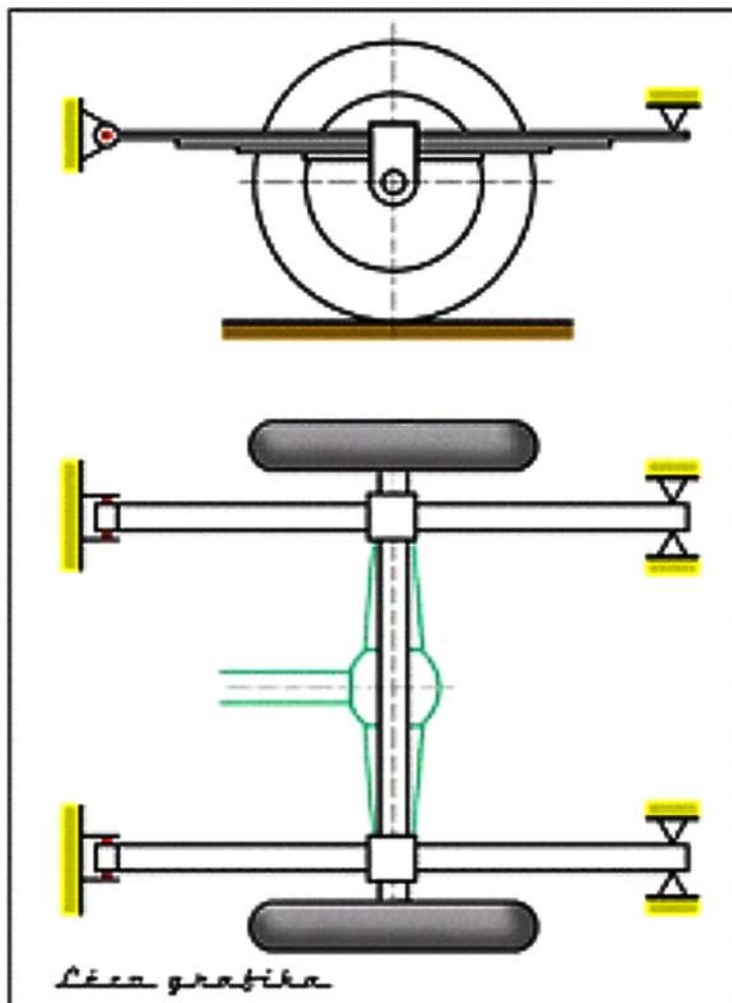
Alkalmazási terület: hátsókerék-hajtású járműveknél hátsó tengelyek, terepjáróknál (összkerék-hajtás) és haszonjárműveknél első és hátsó tengelyek esetén

A nyomtáv, a kerékösszetartás és a kerékdőlés állandó értékű

² Forrás: <http://www.auto.bme.hu/content/kerekek-rugozasa>

 <p>Laprugó</p>	 <p>Háromszög-alakú lengőkar Hosszlengőkar</p>	 <p>Watt-rudazat Forgózsámoly</p>
<p>Alacsony gyártási költségek, nagy rugózatlan tömeg, oldalerő és –nyomaték esetén kedvezőtlen deformáció</p>	<p>Nincs oldalirányú felépítménymozgás rugózáskor, nagy helyigény, nem jön létre kedvezőtlen kerék-állás a lengőkarok miatt, magas tömeg és ár, szabadon választható bólintási középpont</p>	<p>Nincs oldalirányú felépítménymozgás rugózáskor, nagy helyigény, nem jön létre kedvezőtlen kerék-állás a lengőkarok miatt</p>
 <p>Panhard-rúd Forgózsámoly Hosszlengőkar</p>	 <p>Panhard-rúd Hosszlengőkar</p>	
<p>Rugózáskor oldalirányú felépítménymozgás is létrejön a Panhard-rúd miatt, nagy helyigény, nem jön létre kedvezőtlen kerék-állás a lengőkarok miatt</p>	<p>Nincs oldalirányú felépítménymozgás rugózáskor, nagy helyigény, nem jön létre kedvezőtlen kerék-állás a lengőkarok miatt, szabadon választható bólintási középpont</p>	

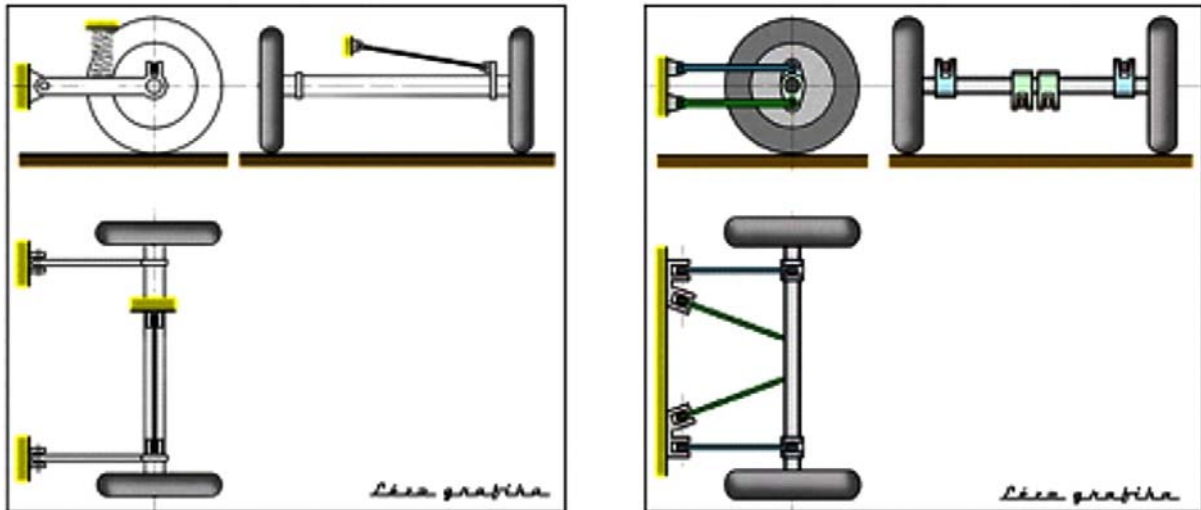
Merev tengelyes konstrukciónál a két kereket egy merev tengely kapcsolja össze egymással, és ez rugózik a karosszériához képest. Emiatt a kerékösszetartás és az utánfutás nem változik. Ha az egyik kerék akadályon gördül át, akkor az egész tengely ferde helyzetbe kerül, és a kerekek dőlésszöge megváltozik. A legelterjedtebb típusnál a hidat két laprugó köti a kocsitesthez. Ezek betöltik a kerékvezetés és a rugózás funkcióját.



3. ábra. Laprugós merev tengely³

Egyéb kialakításoknál a két funkció szét van választva, a híd vezetését lengőkarok végzik. A rugókra semmilyen vezetési feladat nem hárul. Ezekbe a felfüggesztésekbe bármilyen rugó beépíthető. Az oldalvezető erőket Panhard-rúd veszi fel, melynek egyik vége a tengelyhez, a másik az autó aljához csatlakozik. Hajtott kerekek esetén a híd csőtengely, és a belsejében vannak az erőátvitelhez tartozó szerkezetek.

³ Forrás: <http://www.auto.bme.hu/content/kerekek-felfuggesztes>



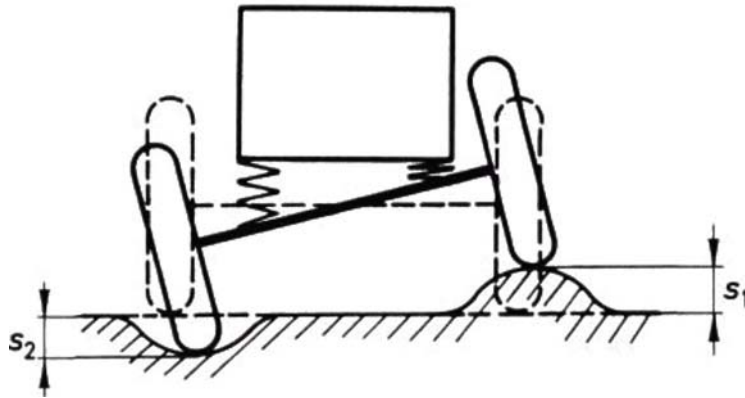
4. ábra. Panhard-rudas és négyrudas merev felfüggesztés⁴

A merevtengelyes kerékfelfüggesztések esetében is az előnyök és a hátrányok számba vételével kell kezdeni.

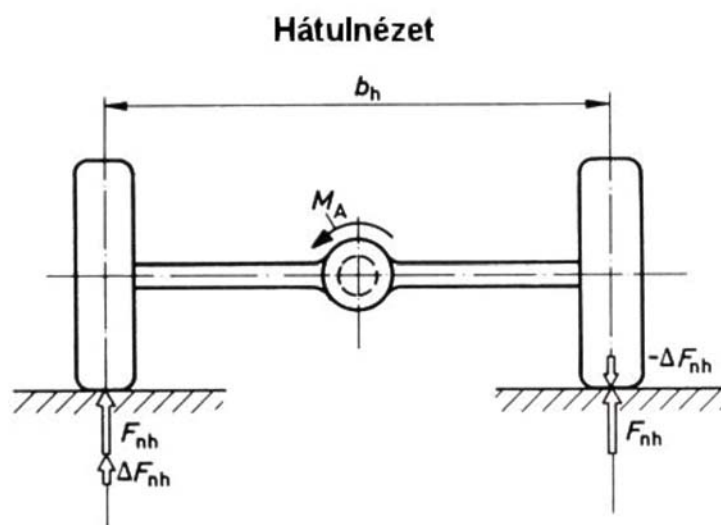
A kialakítás hátrányai:

- nagy tömeg, különösen ha a differenciálmű is a tengelytestbe van beépítve,
- a kétoldali kerekek elmozdulása nem választható szét egymástól ki-, illetve berugózásakor (5. ábra),
- a tengely felett, a berugózás miatt, jelentős a helyigény,
- a hajtásból fakadó kerékterhelés-változás, különösen ikerabroncsoknál (6. ábra),
- A 6. ábrán látható módon, amennyiben a differenciálmű a tengelytestbe van beépítve, akkor a motor hajtó nyomatéka (MA) a kerekeken reakcióerőt hoz létre. Eszerint tehát a baloldali kerék terhelése ΔF_{nh} értékkel nő, míg a jobboldalié ugyanennyivel csökken. Egy jobbkanyarban tehát ennyivel előbb következhet be a jobboldali kerék kipörgése és a jármű hátsó részének kifarolása.

⁴ Forrás: <http://www.auto.bme.hu/content/kerekek-felfuggesztes>



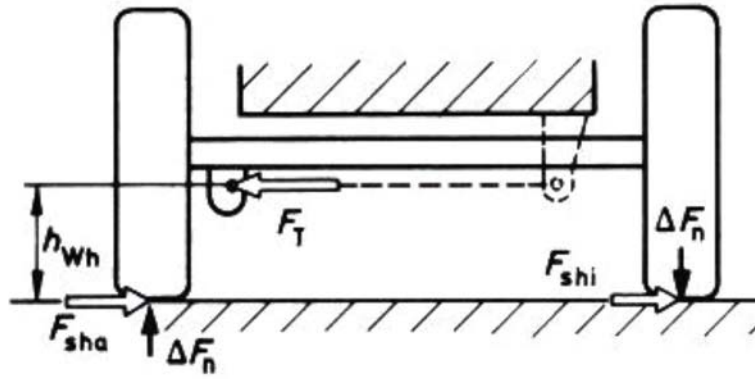
5. ábra. Kétoldali kerekek elmozdulása ki-, illetve berugózáskor



6. ábra. A hajtásból fakadó kerékterhelés-változás

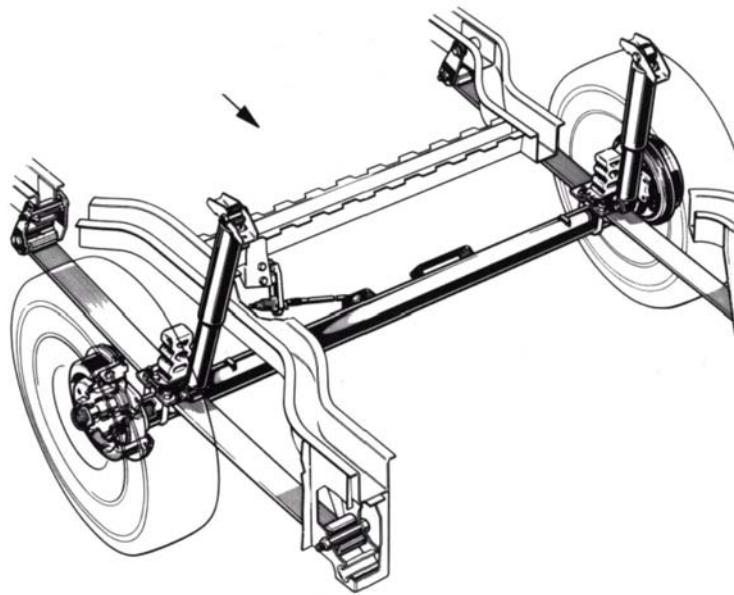
Természetesen ennek a konstrukciónak is vannak előnyei:

- egyszerű és olcsó gyártás,
- ki- és berugózáskor nem kell kerékösszetartás-, kerékdőlés- és nyomtáv-változással számolni,
- kisebb gumiabroncskopás jellemzi,
- ívmenetben a felépítmény billenésekor nem változik meg a kerék dőlése, így azonos marad az oldalvezető erő,
- az oldaleroők felvételére megfelelő egy szinte bármilyen magasságban elhelyezhető Panhard-rúd (7. ábra).



7. ábra. Oldalerők felvétele Panhard rúddal⁵

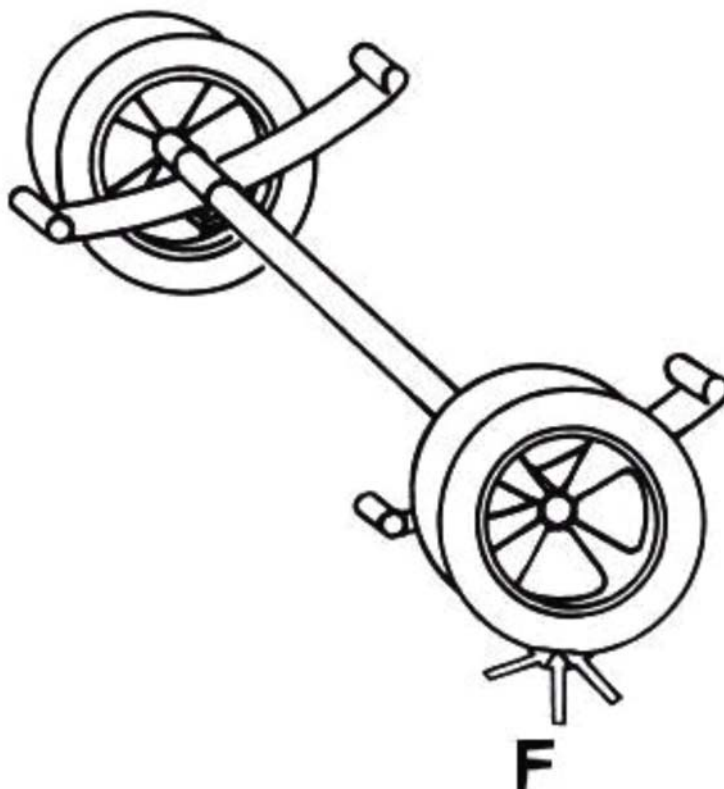
A merevtengelyes kerékfelfüggesztés többféleképpen csatlakozhat a felépítményhez. Gyakori például a laprugók alkalmazása (8. ábra). Ebben az esetben az egy rugólapból álló laprugó megvezeti a tengelyt és négy ponton megtámasztja a felépítményt.



8. ábra. Haszonjármű hátsó laprugós felfüggesztés

A lengéscsillapítók a jó helykihasználás miatt függőlegesen vannak beépítve, mellettük pedig gumi pótrugókat helyeztek el. A laprugó előnye, hogy mindhárom irányban képes erő felvételére (9.ábra).

⁵ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr



9. ábra. A laprugó erőfelvétele⁶

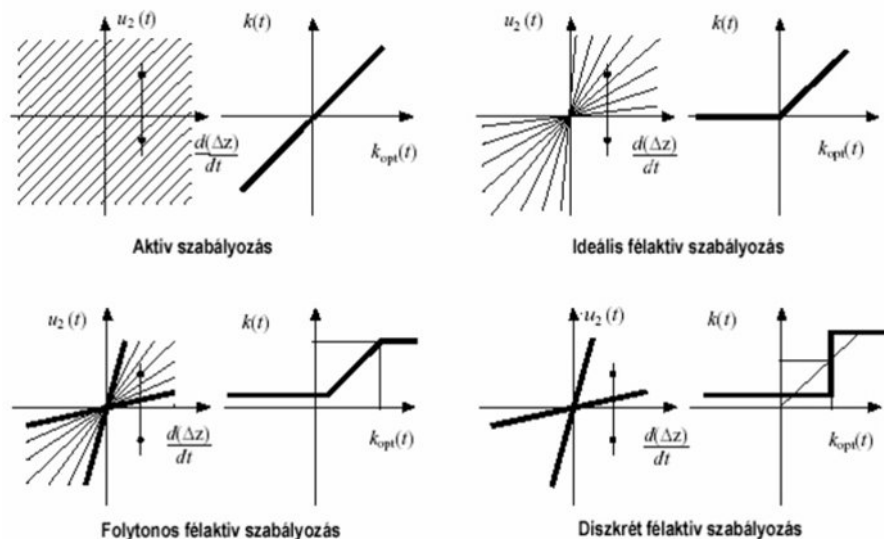
FELFÜGGESZTÉS SZABÁLYOZÁS

A felfüggesztéssel szemben támasztott követelmények összetettek:

- egyrészt meg kell valósítani a járműtest megfelelő lengéskényelmét,
- másrészt a keréknek az úton tartását és egyéb, a jármű dinamikája szempontjából fontos funkciókat.

Passzív elemek alkalmazásával a kétféle követelmény nem elégíthető ki. Azonban ha a felfüggesztést szabályozott elemekkel egészítjük ki, mindkét feltétel egyidejűleg optimálható. A felfüggesztés szabályozása több módon is elérhető (10. ábra). Aktív felfüggesztésről beszélünk akkor, amikor a járműtest és a kerék mozgásállapotától független erőt tudunk kifejteni, azaz szabályozott módon energiát vihetünk a rendszerbe, illetve vonhatunk ki belőle. Az aktív felfüggesztés gyakorlati megvalósítása elsősorban az energiaigénye miatt nem minden esetben egyszerű. Ezért a gyakorlatban a lengéscsillapító szabályozásán alapuló ún. félaktív felfüggesztés az elterjedt. Itt a szabályozás alapelve az, hogy amikor a lengéscsillapító által kifejtett erő ellentétes irányú azzal, amit az optimalitás szempontjából ki kellene fejtenünk, akkor kis csillapító erőre kapcsoljuk, amikor megegyezik, akkor nagy erőre. Ez a típusú szabályozás viszonylag egyszerű, mivel szabályozott módon emészti fel a lengésenergiát.

⁶ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr

10. ábra. Felfüggesztés szabályozás⁷

RH (magneto–rheological) folyadékot alkalmazó lengéscsillapítók

Az RH (magneto–rheological) folyadékot alkalmazó lengéscsillapítókat alkalmazó rendszer alkalmas arra, hogy javítsa a gépkocsi úttartását és vezetési tulajdonságait. Mindez úgy lehetséges, hogy nem növeli bonyolult megoldásokkal a gépkocsi tömegét. A különleges lengéscsillapítóval megvalósított, elektronikusan szabályozott kerék–felfüggesztési rendszer hatékonyan megvalósítja a kompromisszumot a komfortos és a biztonságos futómű között.

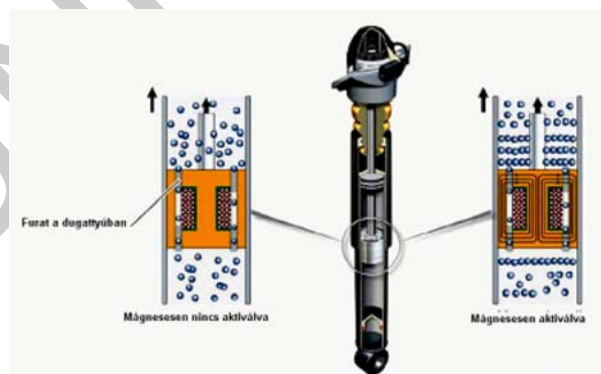
A MagneRide (Magneto Rheological suspension system) jelenleg a világon az egyik legígéretesebb szabályozott kerék–felfüggesztési rendszer megvalósítását teszi lehetővé. Egyszerű szerkezeti kialakítású lengéscsillapítót alkalmaz, melynek karakterisztikáját a mágneses erőtér hatására a különleges, úgynevezett MR szintetikus szénhidrogén alapú folyadék révén tudja változtatni. Ez egy olyan anyag, mely gyorsan és csak a mágneses erőtér működéséig mágnesezhető részecskéket tartalmaz. Ebből a szempontból a lágyvashoz hasonló. A gerjesztő áram hatására az áramlási jellemzői megváltoztathatók, így tehát különböző lengéscsillapító karakterisztikák állíthatók be, méghozzá rendkívül gyorsan és mindenféle zajhatástól mentesen. Különösen jól alkalmazható ez a futóművekre jellemző frekvencia tartományban. A változtatható csillapítás lehetővé teszi a gépkocsi úttartási és vezetési jellemzőinek optimális értéken tartását. „Semi–active” kerék–felfüggesztési rendszer valósul így meg.

⁷ Dr. Palkovics László: JÁRMŰIRÁNYÍTÁS ÉS MENETSTABILIZÁLÁS, Magyar Tudomány, 2005/5 561. o



11. ábra. Aktív lengéscsillapítók⁸

A MagneRide rendszer széles határok között folyamatosan változtatható lengéscsillapítást valósít meg, úgy hogy az elektronika nagy sebességgel kiértékeli a kerekek és a felépítmény elmozdulásait. Az érzékelő jelei, illetve az ESP rendszertől kapott információk alapján, változtatja a dugattyúk belsejében a gerjesztő áramot, de ennél még a vezető kívánságait is figyelembe veszi. Így tehát szoftveresen állítható a csillapítási tényező. A kerekeknél minden kanyarban egymástól független lehet a lengéscsillapítók keménysége. Hiba felismerési és a diagnosztikai lehetősége kimagasló. Együttműködésre alkalmas más elektronikus menetdinamikai szabályozó rendszerekkel.



12. ábra. A gerjesztő áram hatása a lengéscsillapítóban

⁸ Forrás: <http://autotechnika.hu/>

Ha nincs mágneses erőtér, akkor a mágnesezhető részecskék a folyadékban egyenletesen, véletlenszerűen oszlanak el. Ilyenkor ki- és berugózáskor a dugattyú elmozdulásakor a csillapító erő annak furataiban kialakuló hidraulikus fojtástól függ. Viszonylag kicsi az ellenállás, hasonló a karakterisztika, mint a hagyományos lágy lengéscsillapítónál.

Mágneses erőtér hatására, ha a dugattyúba beépített tekercsben áram folyik, kialakul a mágneses erőtér. Ennek hatására a lengéscsillapítóban a folyadék alapvető tulajdonságai megváltoznak. Az erőtér hatására a parányi mágnesezhető részecskék a fluxusnak megfelelően sorba rendeződnek és hosszú láncot alkotnak. Ezek a láncok a dugattyú furatára merőlegesen alakulnak ki. Emiatt a ki és berugózáskor a dugattyú elmozdulása lefékeződik, megnő a hidraulikus ellenállás és ezzel arányosan a csillapítási tényező is. A lengéscsillapító keményedése a mágneses erőtér változásával arányos.

A csillapítási tényezőt szabályozó elektronika (Electronically Controlled Damping = elektronikusan szabályozott csillapítás) legfontosabb bemeneti információja az első futóműre szerelt elmozdulás érzékelőtől érkezik. A pillanatnyi menetállapotról vonatkozó információt pedig az ESP elektronikától kapja. Ezen információk kiértékelése alapján hoz döntést arról, hogy éppen milyen csillapítás az optimális. A hőmérséklet kompenzációt az elektronika szoftvere végzi. A növekvő folyadék hőmérsékletet növekvő gerjesztő árammal egyenlíti ki. Téli hidegben pedig csökkenti a gerjesztő áramot. A hőmérséklet mérését indirekt módon a tekercs ellenállásának változása alapján állapítja meg az elektronika.

Összefoglalva a MagneRide rendszer előnyös tulajdonságai:

- csökkenti a felépítmény függőleges mozgását a rossz úton,
- csökkenti a felépítmény billenését, borulási hajlamát,
- optimalizálja a rezgési tulajdonságokat,
- optimalizálja a gépkocsi úttartását,
- javítja a kormányzási jellemzőket.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

A **3500 kilogramm alatti összgerdülő súlyú járművek futóművei és rugózása** téma ismeretei tárgyalásának végére értünk. A tanulási folyamat eredményességének és hatékonyságának érdekében azonban a tudás megszerzésének folyamatát igyekszünk az alábbiakkal segíteni.

Először is érdemes megválaszolni az alábbi kérdéseket:

- Átlátható-érthető a téma?
- Be tudom-e határolni, hogy pontosan milyen ismeretekkel kell rendelkezniem?
- Mire használhatók a tanultak?

Az alábbiakban a fenti kérdésekre adandó válaszadásban segítünk:

Miről is tanultunk?

A tananyag vázlata megadja a szükséges ismeretek összegzését:

- Laprugók
- Merevtengelyes futómű felfüggesztési konstrukciók
- Aktív kerékfelfüggesztő rendszerek

A gyakorlati tanórákon végezze el az alábbi gyakorlati feladatokat, méréseket. A gyakorlati helyzetgyakorlatokat **figyelemösszpontosítással** végezze, az elsajátított tananyag alkalmazásával!

1. Szemrevételezze az előre vagy aknára állított gépjármű futóművét, készítse vonalas ábrát a laprugós felfüggesztésről!
2. Szemrevételezze az előre vagy aknára állított gépjármű légrugós rugózását. Készítsen vonalas vázlatot a légrugózás rendszer-elemeiről!
3. Elemezze a műhelyben található haszonjárművek felfüggesztési rendszereit! Készítsen vonalas vázlatot a merev tengelyes konstrukciókról!
4. Elemezze az aktív felfüggesztési rendszereket gyári dokumentációk és leírások és a műhelyben rendelkezésre álló járművek segítségével!

Legyen képes maximális figyelem összpontosítással vizsgálatokat végezni, és a hibakeresési logika felhasználásával kiértékelni azt.

Végezetül még egy jó tanács! Az anyagot úgy tudjuk a legjobban elsajátítani, ha megértjük. A szó szerinti tanulás szükségtelen és értelmetlen. Az anyag logikájának, összefüggéseinek és alapvető ismereteinek elsajátításával már képesek vagyunk a munkahelyzet és a továbbiakban leírt mintafeladatok megoldására.

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Milyen jellegű a laprugó karakterisztikája? Milyen erők felvételére képes?

2. feladat

Ismertesse a merevtengelyes felfüggesztések előnyeit!

3. feladat

Ismertesse az aktív kerékfelfüggesztési rendszerek előnyeit!

MEGOLDÁSOK

1. feladat

A laprugó jelleggörbéje progresszív.

A laprugó előnye, hogy vonó- és fékezőerőket átadja az alváznak, emiatt felhasználható .

2. feladat

A merevtengelyes kerékfelfüggesztés konstrukciók előnyei:

- egyszerű és olcsó gyártás,
- ki- és berugózáskor nem kell kerékösszetartás-, kerékdőlés- és nyomtáv-változással számolni,
- kisebb gumiabroncskopás jellemzi,
- ívmenetben a felépítmény billenésekor nem változik meg a kerék dőlése, így azonos marad az oldalvezető erő,
- az oldalerők felvételére megfelelő egy szinte bármilyen magasságban elhelyezhető Panhard-rúd.

3. feladat

Az aktív kerékfelfüggesztési rendszerek előnyei:

- csökkenti a felépítmény függőleges mozgását a rossz úton,
- csökkenti a felépítmény billenését, borulási hajlamát,
- optimalizálja a rezgési tulajdonságokat,
- optimalizálja a gépkocsi úttartását,
- javítja a kormányzási jellemzőket.

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2008

<http://www.auto.bme.hu/content/kerekek-rugozasa>

Dr. Palkovics László: JÁRMŰIRÁNYÍTÁS ÉS MENETSTABILIZÁLÁS, Magyar Tudomány, 2005/5

AJÁNLOTT IRODALOM

Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2008

MUNKANYAG

A(z) 0675–06 modul 010–es szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
31 525 04 0000 00 00	Targonca- és munkagépszereelő
51 525 01 1000 00 00	Autószerelő

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
30 óra

MUNKANYAG

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210-1065, Fax: (1) 210-1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató