

TARTÓS FÉKEK

MOTORFÉK - KIPUFOGÓFÉK - DEKOMPRESSZORFÉK

ÖRVÉNYÁRAMÚ FÉK - HIDRODINAMIKUS FÉK

Dr. Emőd István

Budapesti Műszaki Egyetem
Gépjárművek Tanszék

A haszonjárművek kerékfékei hosszú lejtőkön erősen felmelegsznek, hatékonyságuk csökken és gyorsan elhasználódnak. Váratlan fékezéshez ilyenkor már nincs meg az a tartalék, ami a kellően rövid fékúthoz szükséges. A jármű sebességét hosszú lejtőn állandó értéken tartó, nem a kerékfék-berendezés súrlódásán alapuló fékek közlekedésbiztonság szempontjából fontos szerkezetek.

1. HATÓSÁGI ELŐÍRÁSOK

Jelenleg Magyarországon általánosságban nem kötelező a tartósfék, az idevonatkozó rendelet csak megemlíti és engedélyezi: „A jármű a (3) bekezdésben említett fékeken kívül más fékkel (pl. visszatartó fék, oktatói pótfék) is felszerelhető, ha az a jármű közlekedésbiztonsági tulajdonságait nem rontja.” (5/1990. (IV. 12.) KÖHÉM rendelet, II. 30. § (19))

A nemzetközi közúti személyszállításához használt, 20 főnél több személy szállítására alkalmas autóbusz viszont csak akkor minősíthető alkalmasnak, ha az „olyan járműtípushoz tartozik, melyet fékezés szempontjából visszatartó fékkel (tartós lassító fékkel) hagytak jóvá, és visszatartó fékkel rendelkezik”. (16/1992. (VII.3.) KHVM rendelet, 2. § (2) e)

Az NSZK-ban, az StVZO szerint minden 5,5 t megengedett össztömeg feletti autóbuszt és 9 t megengedett össztömeg feletti egyéb haszonjárművet (ill. pótkocsit) kötelező tartósfékkel felszerelni. (§ 41 Abs. 15 StVZO). Ausztriában már a 3,5 t össztömeg feletti haszonjárművekre is kell tartósféket szerelni.

Előírt hatékonyság: a teljes terhelésű jármű 7 %-os lejtőn (legalább 6 km hosszon) 30 km/h alatt tartsa a jármű sebességét. Ez a fékterhelésmény hozzávetőleges számí-

tásom szerint 5,7 kW/t, kb. ugyanakkora, mint a hatóságilag előírt minimális motorteljesítmény (5,9 kW/t).

Az ENSZ-EGB irányelvek (71/320 Abs. 2.2.1.20) szerint az előzőekkel azonos előírásokat a 8 utasülés és 10 t megengedett össztömeg feletti autóbuszoknak (a városi buszok kivételével) is teljesíteniük kell.

2. TARTÓS FÉKEK

A tartós fékek szükségességét általában az indokolja, hogy míg az utóbbi években a motorteljesítmények, az átlagsebesség és a járműtömegek jelentősen nőttek, addig a járművet lassító ellenállások (súrlódási, gördülési és légellenállás) csökkentek.

Az elterjedten alkalmazott hidraulikus és örvényáramú tartós fékekkel (retarderekkel) megfelelő tartós fékhatás érhető el. Jelentős hátrányuk viszont: nagy terjedelmük, súlyuk és jelentős költségeik.

A korszerű motorfékekkel is elérhető ma már hasonló fékhatás. Előnyük, hogy helyszükségletük gyakorlatilag nincs, többlettömegük elhanyagolható. További előny – ez az előny a hidrodinamikus tartósfékeknél is megvan – hogy a motorban ill. a hidrodinamikus fékben fékezéskor felszabaduló hőmennyiség a motor lehűlése ellen dolgozik.

Az 1. ábra a tartósfékek rendszerét szemlélteti.

2.1 motorfékek

A motorfékek teljesítménye

- a motor súrlódási veszteségeiből segédberendezéseinek (szelepvezérlés, kenés, hűtés, szervoszivattyú, légsűrítő stb.) teljesítmény-felvételéből ill.
- a motor forgatásához szükséges indikált teljesítményből, tevődik össze.

A szűkebb értelemben vett (kipufogó-csappantyú és dekompresszorszelep nélküli) motorfék teljesítmény kb. 20 %-a az indikált teljesítményből, mintegy 10 %-a segédberendezések teljesítmény-felvételéből és maradék 60 %-a a motorsúrlódásból származik. Az elérhető fékhatás (lökettérfogatra vonatkoztatva) névleges motorfordulatszámra 4...4,5 kW/l, a névleges teljesítménynek kb. 1/4...1/8 része.

2.1.1 A kipufogófék

A kipufogófék legegyszerűbb változata, az állandó fojtású kipufogófék a legrégebben ismert motorfék (2. ábra).

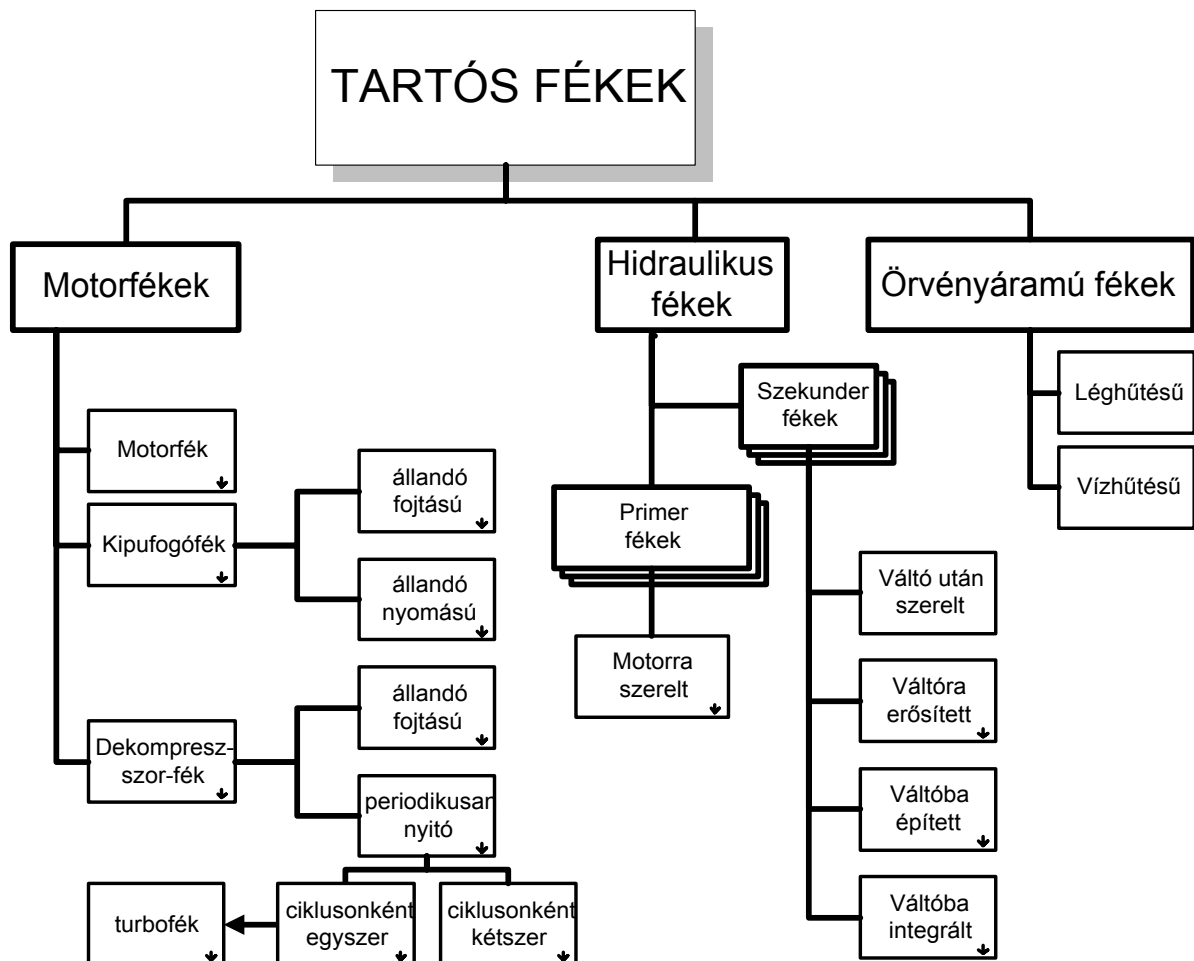
A kipufogó gyűjtőcsőbe helyezett fojtócsappantyú zárásával a motor a kipufogóütemben a zárt gyűjtőcsőbe szállító kompresszorként dolgozik. A kipufogófék teljesítménye az általános tényezőknél (fordulatszám, hűtőközeg és kenőolaj-hőmérséklet stb.) jelentős mértékben függ a zárt – a kipufogószelepek és a fojtócsappantyú közötti – kipufogó-gyűjtőcső térfogatától.

Az egyszerű motorfék indikátordiagramját a 3. ábra, a kipufogófék indikátordiagramját a 4. ábra szemlélteti.

A gyűjtőcsőben kialakítható nyomást – tehát az elérhető fékhatást – a kipufogószelepek rendellenes újrainyitása korlátozza. A szívóütem elején ugyanis a kipufogószelep-tányér hátoldalára ható nyomás – bizonyos érték felett – megemelheti a szelepet. Az ezt követő zárásakor, kemény felütközése miatt a kipufogószelep megsé-

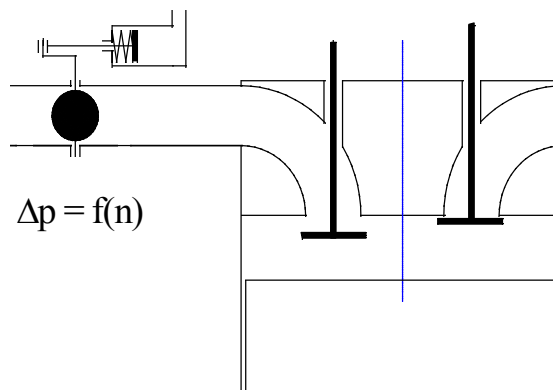
rülhet. A gyakorlatban azonban bizonyos utónyitást – akkorát, hogy a felütközés még ne okozzon sérülést – a nagyobb fékhatás elérése érdekében általában megengednek.

A gyűjtőcsőben kialakuló nyomás fordulatszámfüggő, a csappantyú hézagával szabályozható.

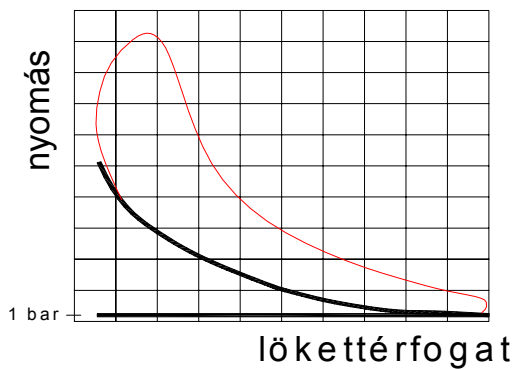


1. ábra. A tartós fékek rendszere

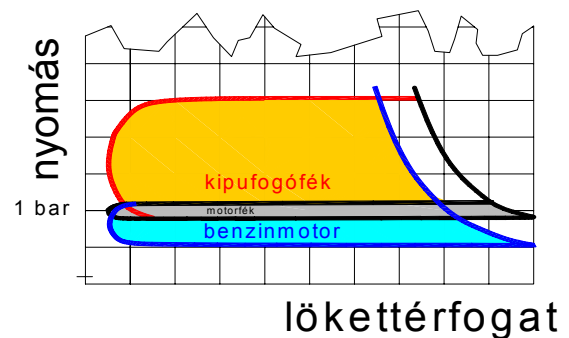
A mai motorok kipufogófékekkel elérhető lökettérfogatra vonatkoztatott féktelejesítménye névleges fordulatszámon 14...20 kW/l között van, vagyis 1/2...1/1 névleges teljesítmény körül. Ez azonban a fordulatszám csökkenésével négyzetesen csökken.



2. ábra. A kipufogófék vázlatja



3. ábra. A motorfék indikátordiagramja

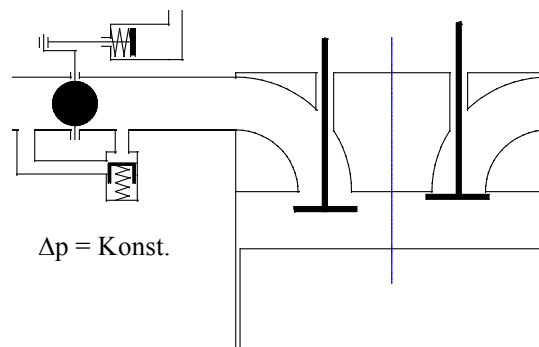


4. ábra. A kipufogófék indikátordiagramja

2.1.2 Állandó ellennyomású kipufogófék

az előzőhöz képest a kis és közepes fordulatszám-tartományban növeli a kipufogófék hatékonyságát (pl. Volvo EPG= Exhaust Pressure Governor). Az állandó nyomást a kipufogó-csappantyút megkerülő csatornába épített nyomásszabályozó-szeleppel érik el (5. ábra).

A nyomásszabályozó szelep a kipufogó-gyújtócső nyomását a nagy motorfordulatszámok tartományában sem engedi a megengedett érték felé emelkedni, de ezt a nyomást kisebb fordulatszámokon is tartja. A csappantyú hézagával beállított állandó fojtású kipufogófékekkel szemben így kisebb fordulatszámokon jelentősen megnövelhető a fékteljesítmény.



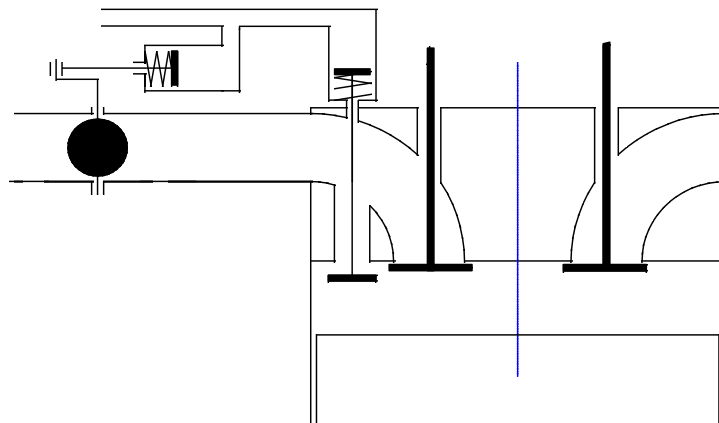
5. ábra. Állandó ellennyomású kipufogófék

2.1.3 Dekompresszoros fékek

Míg a kipufogófékek a töltetcsere-folyamat indikált fékteljesítményét növelik meg, a dekompresszoros fékek a sűrítési és tágulási ütemek között hoznak létre jelentős negatív munkaterületet. Szerkezetileg ez a kipufogószelep kis nyitásával vagy külön dekompresszorszeleppel érhető el.

2.1.3.1 Állandó fojtású dekompresszorfék.

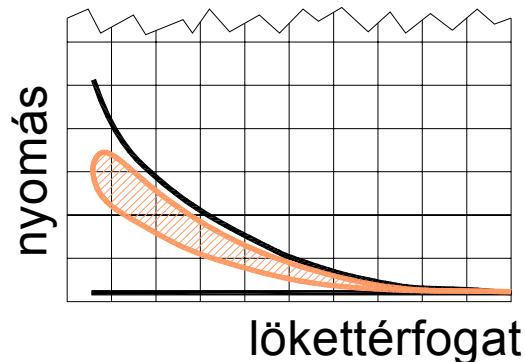
A Mercedes-Benz által 1989-től használt rendszer lényege, hogy a kipufogóféket kiegészítendő a hengerfejbe, a kipufogószelep mellé, azzal párhuzamosan kis szelepet helyeztek (6. ábra).



6. ábra. Állandó fojtású dekompresszorfék

Ezt a szelepet a kipufogó-csappantyút záró sűrített levegő nyitja, tehát mindig nyitva van, amikor a csappantyú a kipufogógázok útját elzárja.

A fékhatás azon alapszik, hogy a szelepen sűrítés és tágulás közben folyamatosan távozik a hengerből bizonyos mennyiségű levegő, ezért a dugattyút kisebb nyomás nyomja lefelé, mint amekkorával szemben fölfelé kellett mozgatni. Bizonyos szelepnitátsnál – fojtásnál – a fékhatás maximális, ettől eltérő nyitásoknál kisebb. Az állandó fojtású dekompresszorfék indikátordiagramja a 7. ábrán látható.



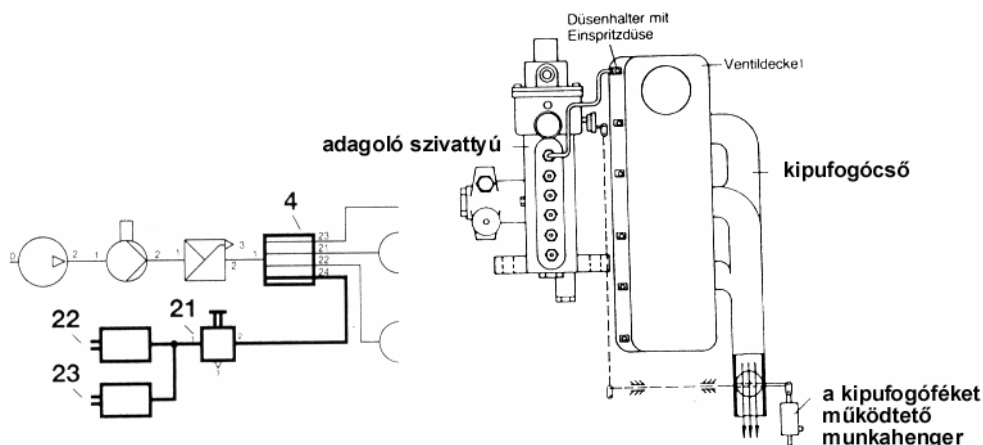
7. ábra. Az állandó fojtású dekompresszoros motorfék indikátordiagramja

A kipufogófék és a dekompresszoros fék kombinálása tovább növeli a fékhatást: a szívóütem végén és a sűrítési ütem elején a gyújtócsőben kialakult nyomás visszaáramlik a hengerbe, és így módon is megnöveli a sűrítési munkát.

Az állandó fojtású dekompresszoros fék az egyszerű kipufogófékhez képest a felső fordulatszám-tartományban 20..60 %-kal, kisebb fordulatokon akár 100 %-kal is növelheti a fékhatást.

A dekompresszorszelep és a kipufogó-csappanyú egymás utáni működtetésével többfokozatú fékhatás létrehozása is lehetséges.

Az eddig ismertett tartósfékeket sűrített levegő működteti. Egy lehetséges lérendszervázlatot a 8. ábrán mutatunk be.



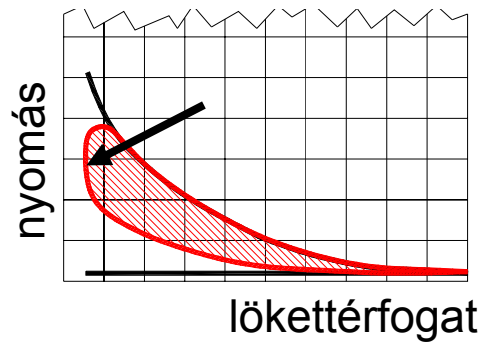
8. ábra. A kipufogófék működtetése

2.1.3.2 Periodikusan nyitó dekompresszoros fék.

Az állandóan nyitott dekompresszorszelepen már a sűrítési ütem alatt is szökik a levegő a hengerből. Emiatt a hengernyomás és a sűrítési munka csökken.

Ha a dekompresszorszelep csak a sűrítési felső holtpont után, a FHP-tól a forgattyú 90...120 °-os szöghelyzetartományában van nyitva, akkor a sűrítéskor a teljes sűríté-

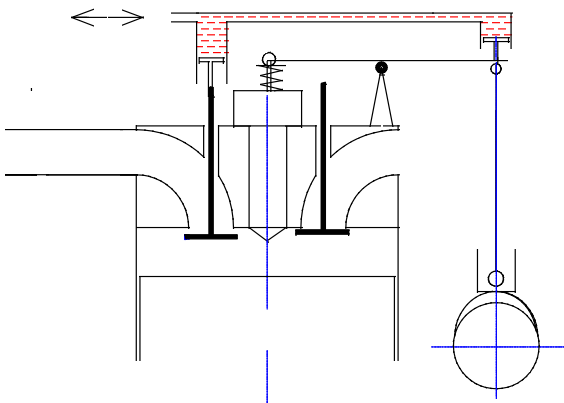
si munka fékhatást fejthet ki. Ezt követően nyit a dekompresszorszelep, a levegő nagy része átáramlik a kipufogócsoncba, és a dugattyút csak lényegesen kisebb nyomás tolja lefelé. A ciklusonként egyszer nyitó dekompresszorfék indikátordiagramja a 9. ábrán látható. Teljes dekomprimálás nem célszerű, ekkor ugyanis a kipufogófék nem lenne hatékony.



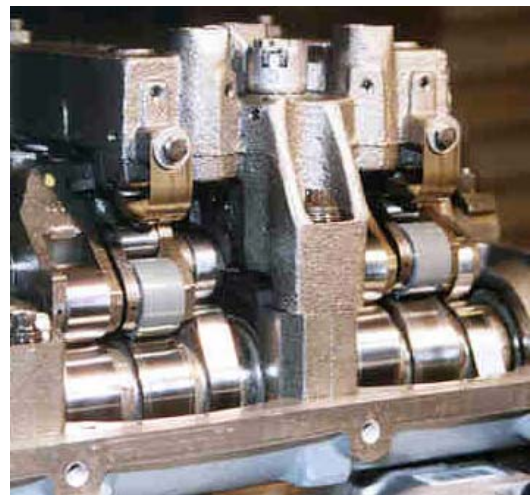
9. ábra. Az egyszer nyitó dekompresszorfék indikátordiagramja

Az ilyen dekompresszoros fékek kialakítása a motor szelepvezérlési rendszerének bizonyos módosítása szükséges, ezért a ráfordítások nagyobbak, mint az állandó fojtású megoldásoknál. A dekompresszorszelep működtetésének milyensége szerint különböző változatok ismeretesek:

Jake Brake (Jacobs). Nagynyomású cső nélküli, u.n. szivattyú-porlasztó-egység-rendszerrel gyártott motorokon alkalmazható. Fékezéskor az eredetileg csak befecskendezésre szolgáló bütyök himbája vagy rudazata hidraulikus közvetítéssel (kissé) kinyitja az ekkor dekompresszorszelepként funkcionáló kipufogószelepet (10 és 11. ábrák).



10. ábra. A Jacobs motorfék vázlatja



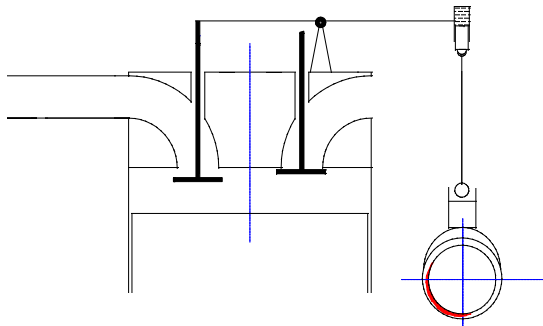
11. ábra. A Detroit Diesel Jacobs motorfékje

Dynatard (Mack). Ennél a változatnál fékezéskor a kipufogószelepek himbájában lévő hidraulikus munkahengerrel megszüntetik szelephézagot. A lökőtalp vagy a görög az alapkörre nyomódik, az alapkörön - a szelephézag méretén belül - van az a

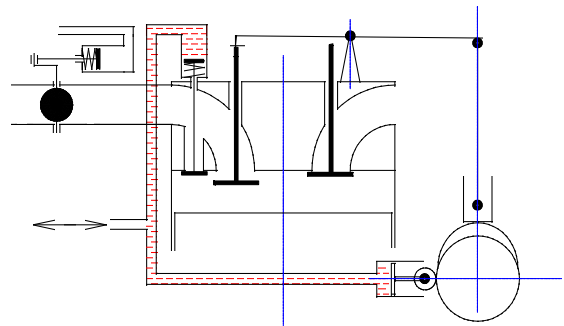
bütyök, amelyik a kipufogószelepet megfelelő időzítéssel megemeli és ez által a dekompresszor-hatást létrehozza. (12. ábra).

Powertard (Mitsubishi). A kipufogószelep bütykéről hidraulikus erőátvitellel működtetett külön dekompresszorszelep nyit a felső holtpont környezetében (13. ábra).

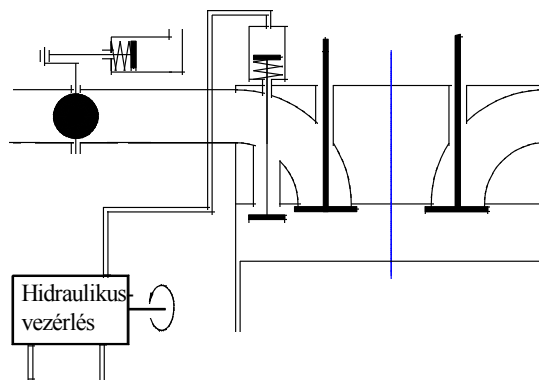
DVB (Dekompressionsventil-Motorbremse, Mercedes-Benz). A már említett dekompresszoros rendszer elemeit felhasználva, ennek továbbfejlesztéseként, 1995-től gyártják. A kis dekompresszorszelepet a motorolaj-rendszerhez csatlakozó különálló hidraulikus rendszer működteti (14. ábra). Az olajnyomást a vezérműtengely végére szerelt kis olajszivattyú hozza létre, és forgóelosztó juttatja a megfelelő időben a megfelelő henger szelepéhez. A szerkezet működését a 15. ábra mutatja, a dekompresszorszelepet működtető szivattyú a 16. ábrán, a hengerfej a 17. ábrán látható.



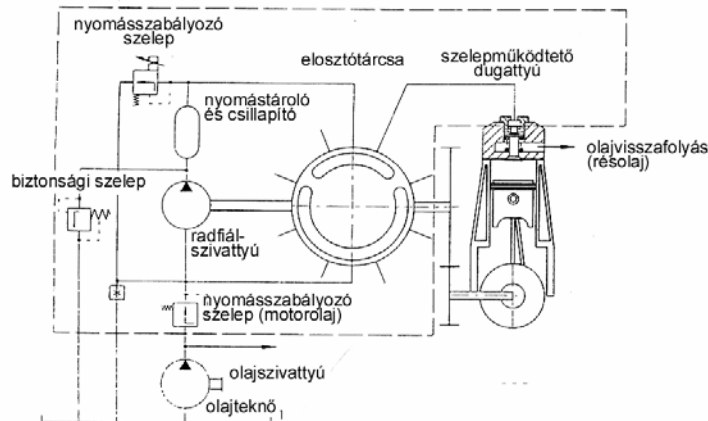
12. ábra. A Dynatard motorfék vázlata



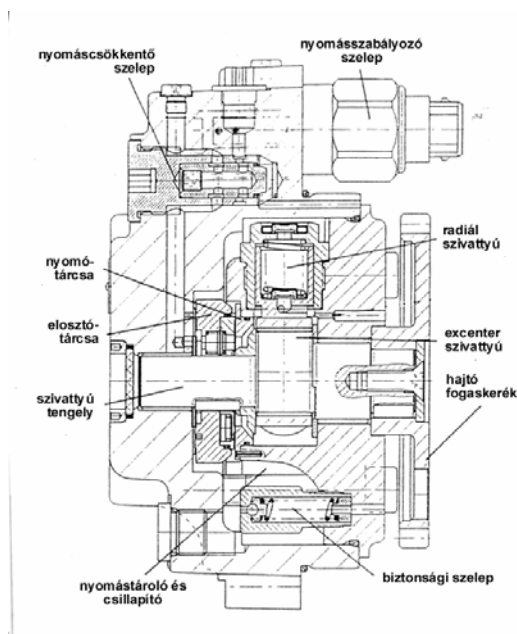
13. ábra. A Powertard motorfék vázlata



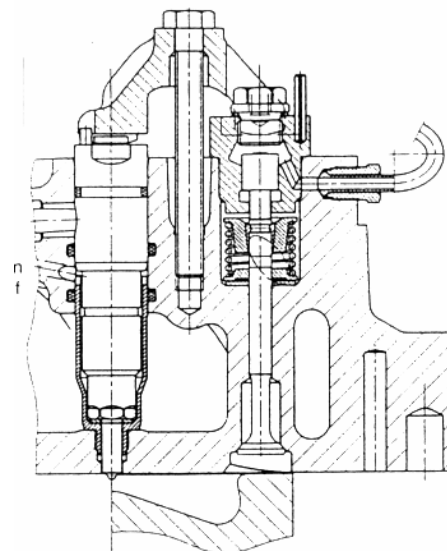
14. ábra. Mercedes-Benz DVG dekompresszorfék vázlata



15. ábra. Mercedes-Benz dekompreszorfék működése



16. ábra. A MB dekompreszorszelepet működtető szivattyúja

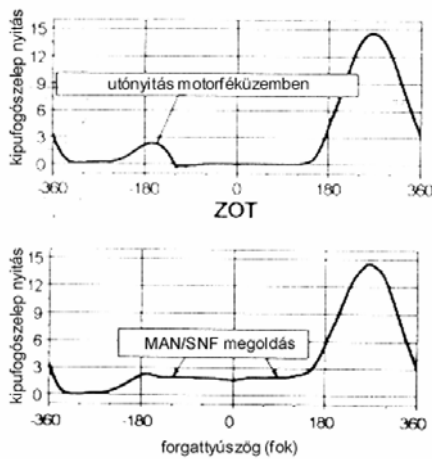


17. ábra. A MB dekompreszorszelepe

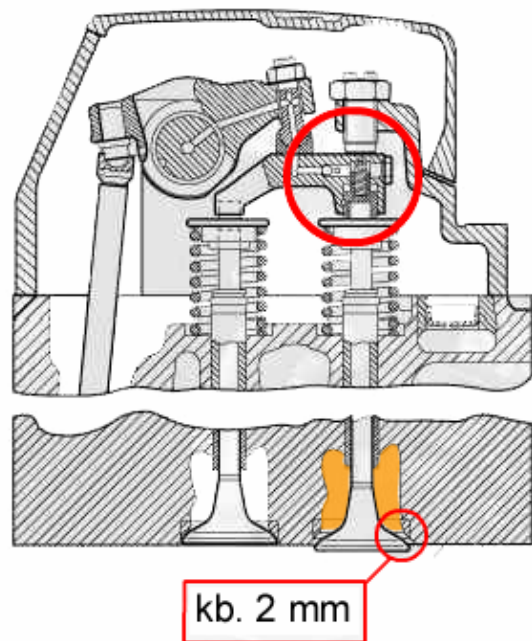
EVB (Exhaust Valve Brake, MAN/SNF). A nürnbergi és a steyr-i szakemberek a már említett – a szívóütem végén bekövetkező – korlátozott mértékű kipufogószelep-újranítás jelenségét hasznosították. Egyszerű hidraulikus szerkezettel megakadályozza a szelep teljes bezáródását (18. ábra). A szerkezet lényege, hogy a szelephimbába kis, a motorolaj nyomásával megtámasztott dugattyút építettek be. Az olajnyomás és a rugóerő a dugattyút állandóan a szelepszár végéhez nyomja, a szelephézagot kiegyenlíti. A szelep újranításakor a dugattyú követi a szelepszárat, az olaj visszafolyását visszacsapó szelep akadályozza meg. A himba egy felette elhelyezett támasznak nyomódik, ezáltal a szeleprugó ereje a hengerfejnek adódik át, nem terheli a szelepvezérlő mechanizmust. A támasz a himba olajterének kis kivezető furatát

lezárja. Mintegy 360°forgattyústengely-elfordulás (sűrítés, tágulás) után - amikor a kipufogószelepet a bütyök nyitni kezdi - a himba eltávolodik a támasztól, a furat nyílása szabaddá válik és a dugattyú alaphelyzetébe tér vissza. A szívóütemben a kipufogószelep teljesen zár (19 és 20. ábrák).

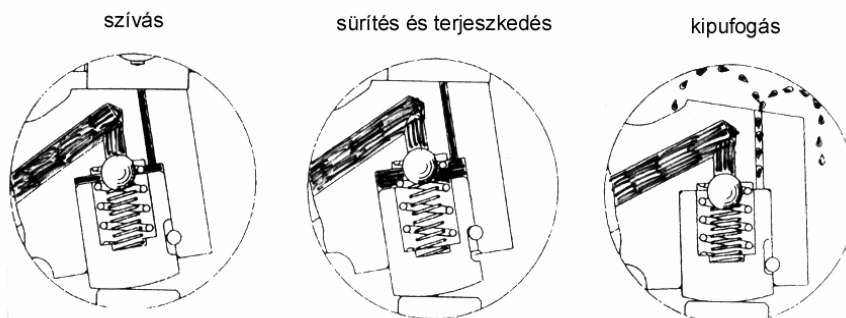
FEV EBS (EnergyBrakeSystem). Ennél a megoldásnál a szelepvezérlés módosítását a vezérműtengelyen belül valósítják meg. A kipufogószelep fékezés kori nyitását egy – a vezérműtengelybe süllyeszthető – bütyökkontúr végzi. Normál üzemben a bütyökkontúr besüllyedve nem befolyásolja a kipufogószelep működését (21. és 22. ábra). Fékezés kor olajnyomás kiemeli a bütyökkontúrt, s így a kipufogószelep pótlólagosan, a megfelelő időben nyit.



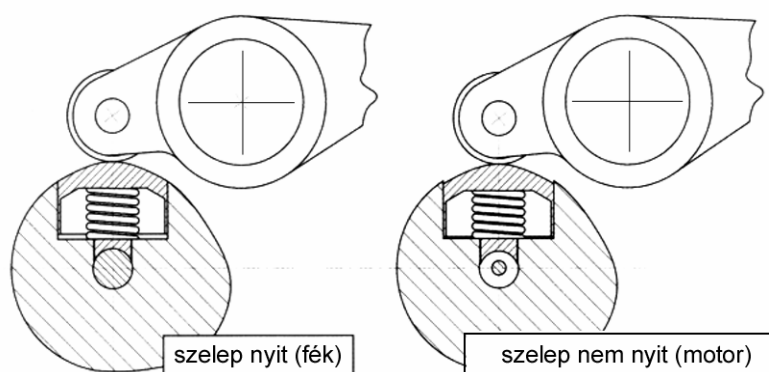
18. ábra. MAN/SNF dekompreszorfék működési elve



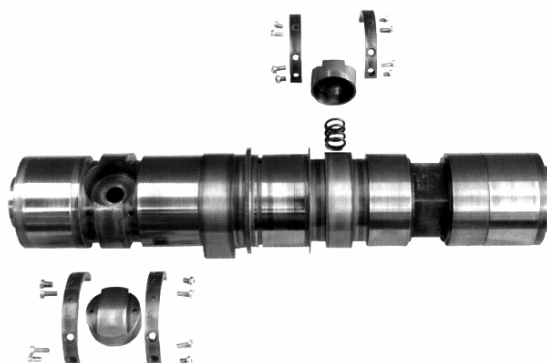
19. ábra. MAN/SNF dekompreszor működtetés



20. ábra. MAN/SNF dekompreszorszelep



21. ábra. A FEV EGB rendszerben olajnyomás nyitja a kipufogószelepet



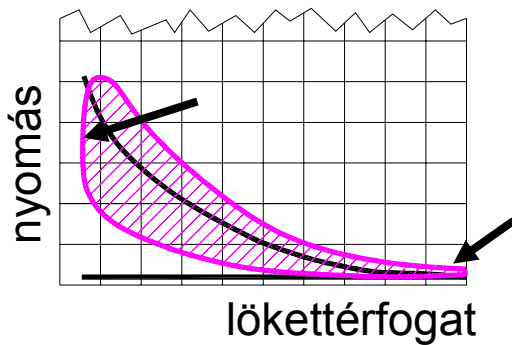
22. ábra. A FEV EGB rendszer vezérműtengelye

VEB (Volvo Engine Brake, Volvo). 1993-tól sorozattermék. A Dynatard dekompresszoros megoldástól annyiban különbözik, hogy

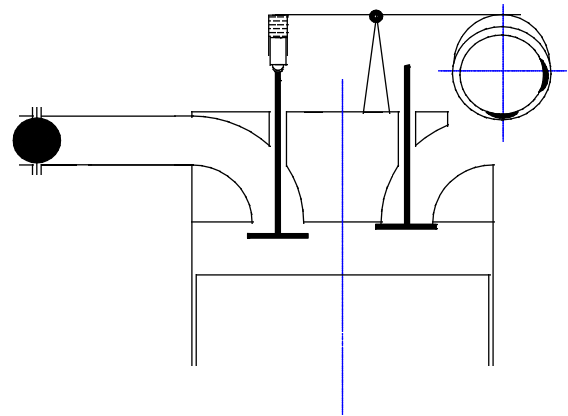
- egyrészt a szelephézag megszüntetésére a hidraulikus szelephézagkiegyenlítő munkahengert használja,
- másrészt nemcsak a sűrítési ütem végén, hanem már a sűrítési ütem elején is kinyitja rövid időre a kipufogószelepet.

Ez utóbbi hatására a kipufogó gyűjtőcsőben lévő sűrített levegő egy része visszaáramlik a hengerbe, a sűrítés nagyobb nyomásról kezdődik, a sűrítési munka megnő.

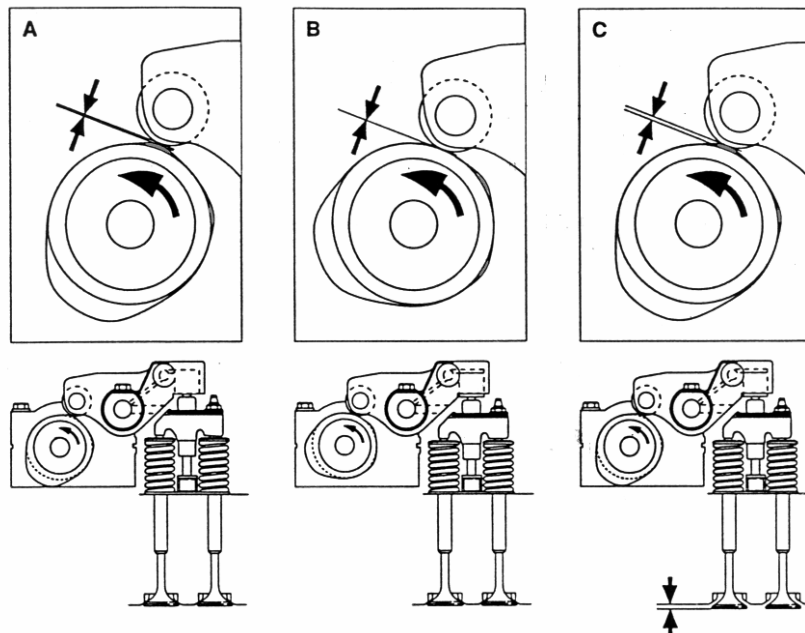
A ciklusonként kétszer nyitó dekompresszoros motorfék indikátordiagramját a 23. ábrán, működési elvét a 24. ábrán, szerkezetét a 25. ábrán mutatjuk.



23. ábra. A kétszer nyitó dekompresszoros motorfék indikátordiagramja



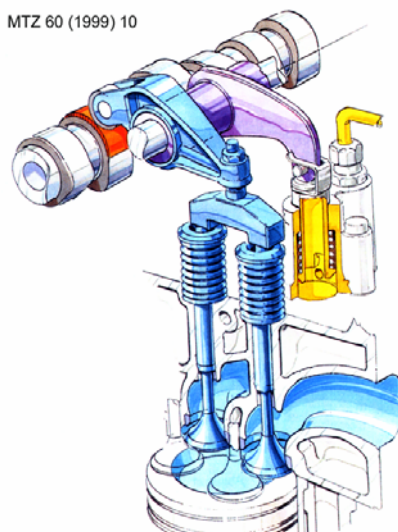
24. ábra. A Volvo VEB motorfék működési elve



25. ábra. A Volvo VEB dekompresszoros motorfék szerkezete

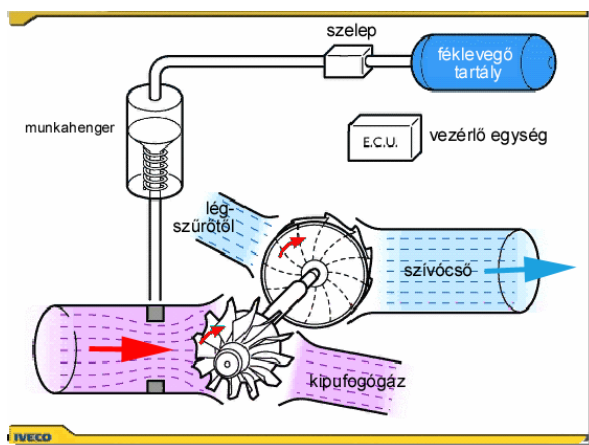
A *turbófék*. A változtatható geometriájú turbótöltők (VTG) egyre jobban terjednek a hasznójárművekben. Elterjedésük – a munkaciklusonként egyszer nyitó dekompresszoros motorfékkel kombinálva – újabb, hatékony motorfékhatást tesz lehetővé. Ez *turbófék* néven vált ismertté. Az IVECO új turbófékes motorjában a dekompresszorhatást a szelephézagon belüli dekompresszorbutyókkal valósítják meg.

Működésének aktivizálására az excentrikusan ágyazott szelephimba tengelyét fordítják el, lesüllyesztve a szelephimbát, és ezáltal kiiktatva a hézagot (26. ábra).

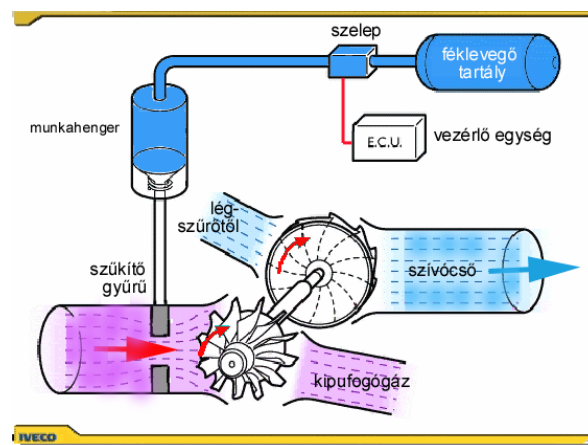


26. ábra. A szelephimba-tengely elfordításával a szelephézag megszűnik, és a szelephézagon belüli dekompresszorbütyök hatékonyá válik

Ezen kívül fékezéskor a töltőturbina belépő nyílását leszűkítik (27 és 28. ábrák), ez a feltöltő fordulatszámát – és ezzel a töltőnyomást – megemeli.



27. ábra. Turbótöltő normál állapotban



28. ábra. Turbótöltő fékezéskor

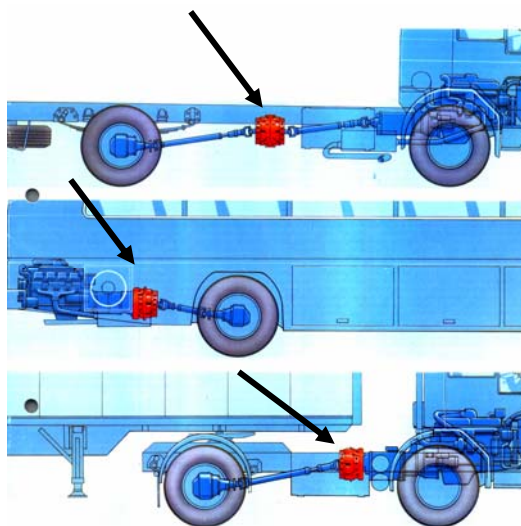
Ez a nagyobb töltőnyomás növeli a sűrítési ütem kezdő nyomását, a hatás ugyanaz, mint munkaciklusonként kétszer nyitó motorfékeké. Az elérhető fékteljesítmény a gyártó szerint 3000 1/min fordulatszámon 250 kW.

Az, hogy a töltőnyomást a töltőgeometria változtatásával fokozatmentesen lehet változtatni, a vezető kívánságának megfelelő fékhatást és/vagy lejtőn haladva is sebességszabályozást tesz lehetővé.

A kipufogófékek egyik korlátja, hogy zárt kipufogófék-szelepnél a motor által szállított levegőmennyiség csökken, az égéster túlmelegedhet, a befecskendező szelep károsodhat. A turbófékes megoldások töltőlevegő-árama motorféküzemben is hasonló méretű, mint normál üzemben, ezért a túlmelegedés veszélye nem áll fenn.

2.2 Örvényáramú tartósfék (Telma)

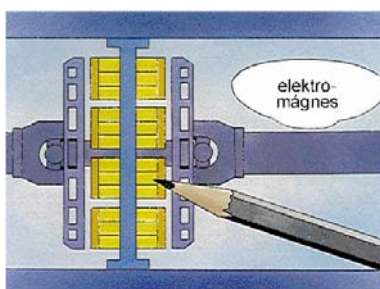
Az örvényáramú tartósfék mindig u.n. szekunder fék, ami azt jelenti, hogy sohasem a motorral (mint a primer fékek), hanem mindig a kardántengellyel forog együtt. Az örvényáramú tartósfék vagy közvetlenül peremesen a váltóra erősíthető, vagy a jármű vázszerkezetére, a kardántengely erőátviteli láncába iktatva (29. ábra).



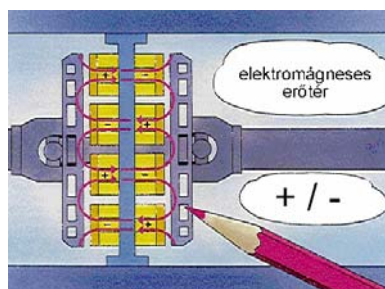
29. ábra. Az örvényáramú tartós fék elhelyezése a járművön

A léghűtéses örvényáramú fék működésének lényege:

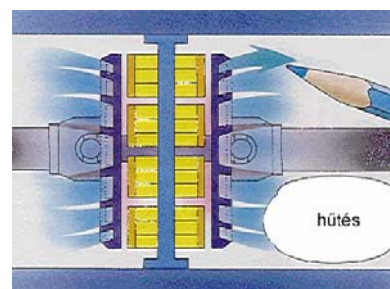
- két tárcsa (a forgórész) együtt forog a kardántengellyel. A két tárcsa között van az alvázhoz erősített, nem mágnesezhető acélból készített állórész 8 vas-maggal, van melynek mindegyikén vörösréz tekercselés van, villamosan 2-2 tekercs sorbakapcsolva (30. ábra).



30. ábra. Az állórészen lévő elektromágneses tekercsek



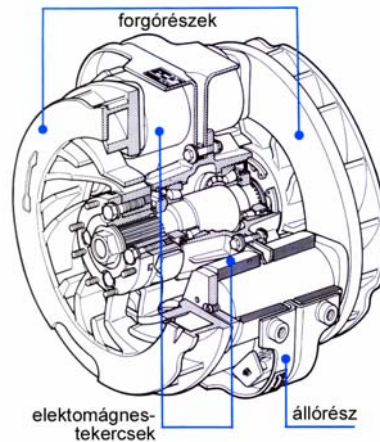
31. ábra. A forgómozgást fékező mágneses tér



32. ábra. A forgórész a környező levegőnek adja át a hőenergiát

- A tekercseken átfolyó villamos áram mágneses erőteret hoz létre. Ennek erővonalai a forgórészen zárulnak. Örvényáramokat gerjesztenek a forgórészben, amelyek mágneses erőtere a forgómozgást fékezi (31. ábra).
- Ez a gerjesztett (indukált) áram – tehát a fékezési energia – a forgórészben hővé alakul. A forgórész turbinakerékhez hasonló kialakítású, és a keletkezett hőmennyiséget a környező levegőnek adja át (32. ábra).

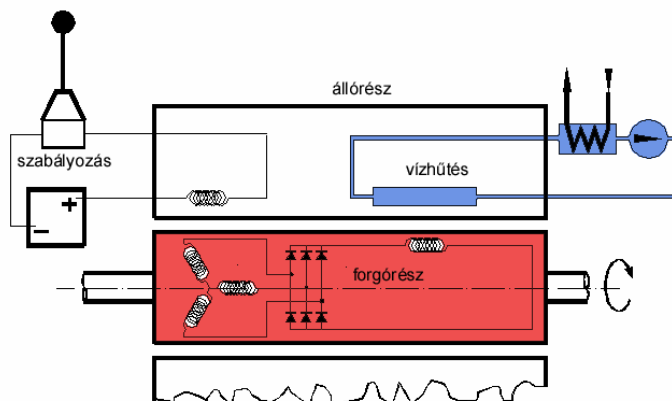
A tartós fék szerkezete a 33. ábrán látható.



33. ábra. Az örvényáramú tartós fék szerkezete

A négy tekercspár fokozatos bekapcsolásával az örvényáramú tartósféknek négy fékezési fokozata van.

A folyadékhűtésű elektromágneses tartós fék a hűtés jellegén kívül abban is különbözik az előzőekben ismertetett léghűtésesétől, hogy a működtetéshez szükséges villamos energiát a szerkezettel egybeépített generátor szolgáltatja, a gépkocsi akkumulátorát csak a generátor gerjesztőárama terheli. A vízhűtésű örvényáramú retarder működését a 34. ábra szemlélteti.

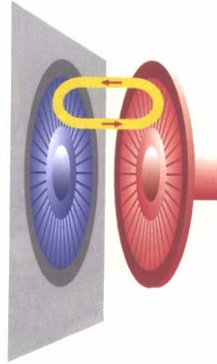


34. ábra. A vízhűtésű örvényáramú retarder

A szerkezet bal oldala a generátor. A vezető – vagy az elektronika – az állórészben lévő gerjesztőtekercs áramát szabályozza. Ez a forgórészben áramot fejleszt, ami táplálja a forgórész jobb oldalában lévő elektromágneses tekercsokat, amelyek a mágneses erőteret létrehozzák. Mágneses erővonalai az állórészen keresztül záródnak, ebben örvényáramokat indukálnak, és az állórészt melegítik. A hőmennyiséget – a fékezési energiát – az állórészben cirkuláltatott motorhűtő-folyadék vezeti el.

2.3 Hidrodinamikus tartósfék

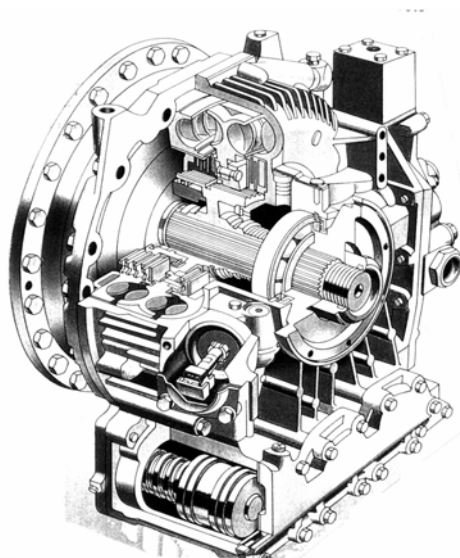
Elvi felépítése a hidrodinamikus tengelykapcsolóéval azonos. A forgórész a folyadékot az állórész lapátozására áramoltatja, az ellennyomatékot az állórész veszi fel. A fékenergia a folyadékot melegíti fel (35. ábra).



35. ábra. A hidrodinamikus tartós fék elve

Elhelyezése lehet a kardántengelybe iktatva, a váltóhoz peremes kötéssel erősítve, a váltóba beépítve, vagy – és ez a legújabb – a motorra, a hűtőfolyadék-szivattyúval egybeépítve. Ez utóbbi kivétellel szekunder tartós fékekről van szó (a forgórész a kardántengellyel (szekunder retarder) forog együtt, ez utóbbi viszont primer retarder (a forgórész a motorral forog együtt). Előbbi esetben a fékezőnyomaték független a váltó bekapcsolt fokozatától, utóbbi esetben a hidrodinamikus fékhatást visszakapcsolással növelni lehet.

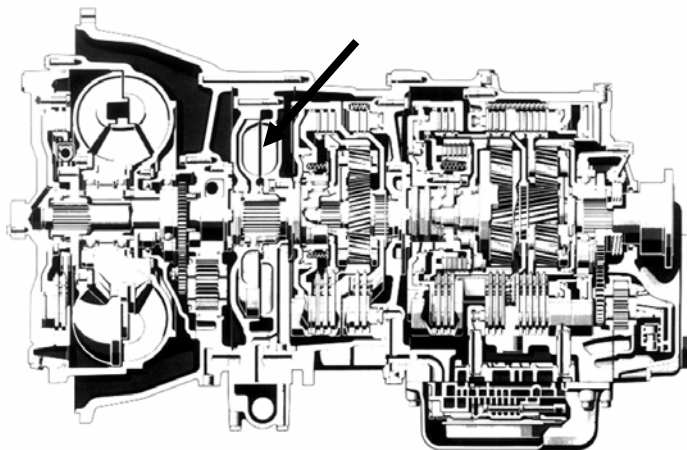
A 36. ábra a váltóhoz peremesen erősített hidrodinamikus tartósféket mutat. Ez mechanikus váltóval is együtt tud működni.



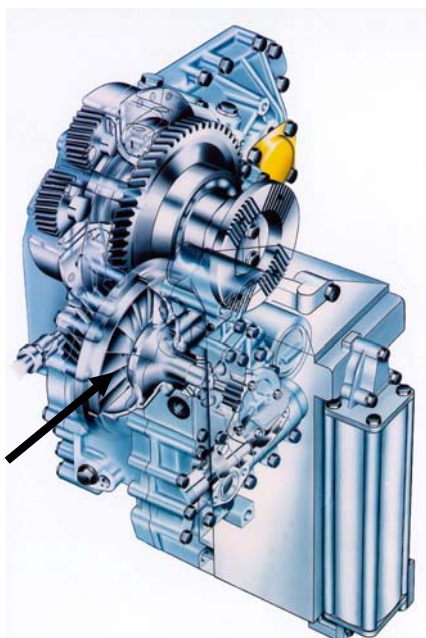
36. ábra. A váltóhoz peremesen erősített hidrodinamikus tartósfék (ZF)

A váltóval egybeépített hidrodinamikus tartósfékek mindig hidromechanikus nyomaték-váltóhoz csatlakoznak. Három változatuk van:

- egyszerűen a váltóba erőfolyamával sorba kapcsolt hidrodinamikus tartós fék. A fékhatást létrehozó álló- és forgórész egy második hidraulika a rendszerben (37. ábra).
- gyorsító fogaskerék-áttétellel hajtott gyorsforgású hidrodinamikus tartósfék. Ennek előnye, hogy a gyorsabban forgó fékszerkezet nagyobb teljesítményű, vagy kisebb méretű lehet (38. ábra).
- a hidrodinamikus nyomatékvtót alakítják ki úgy, hogy egyben a tartós fék feladatát is képes legyen ellátni.

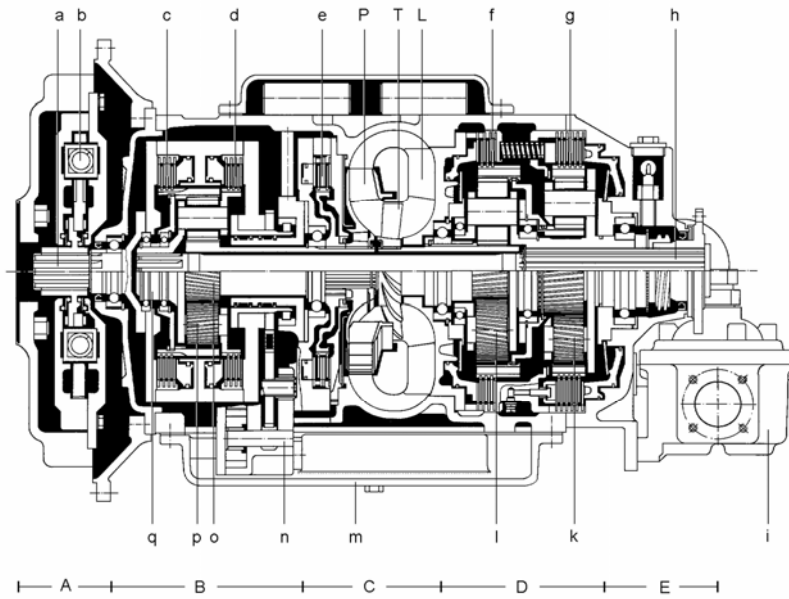


37. ábra. A váltóba beépített, azzal sorbakapcsolt hidrodinamikus tartós fék (MB)

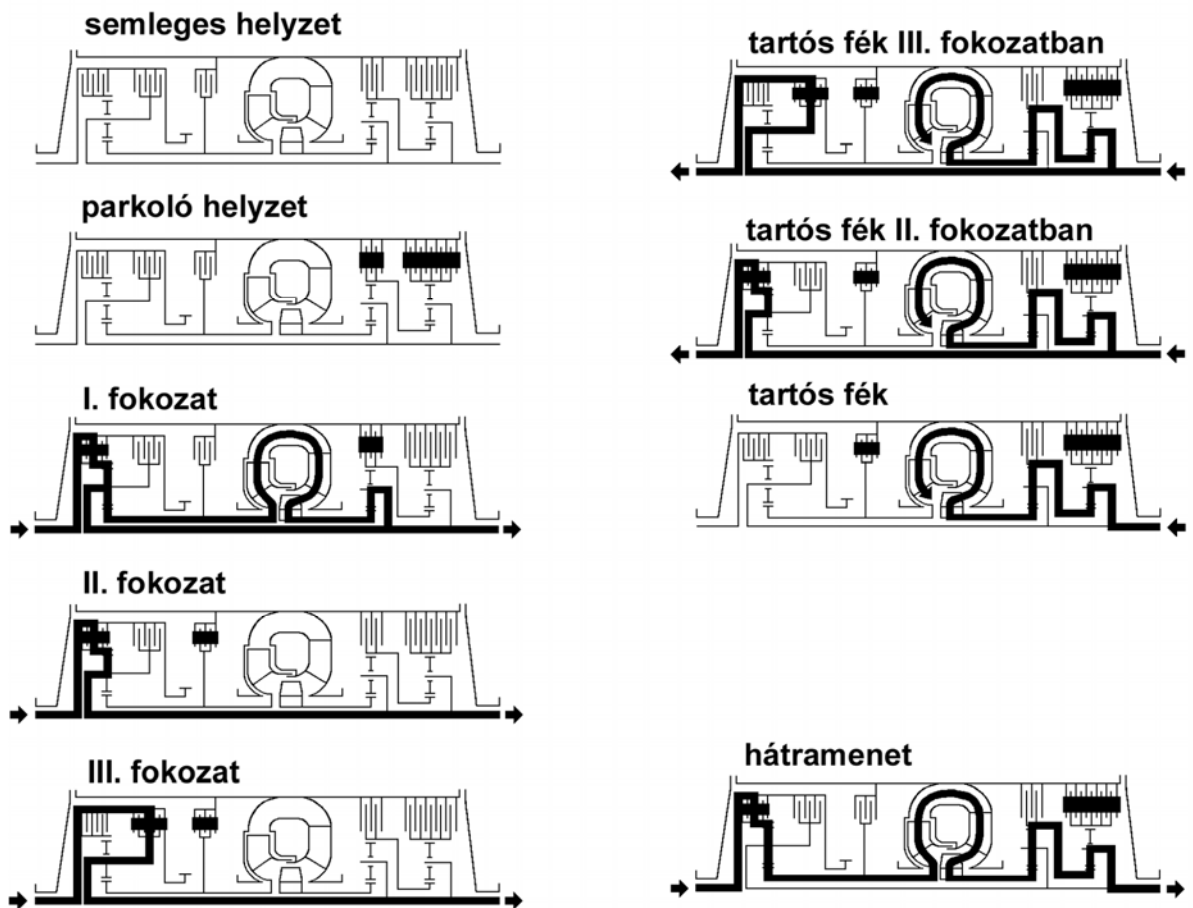


38. ábra. Gyorsforgású hidraulikus tartósfék (ZF)

A harmadik csoportba sorolható váltóval egybeépített tartós fékeknél első ránézésre nem derül ki, hogy a rendszer hidraulikájának kettős feladata van (39. ábra). Ez csak a rendszer részletes elemzése alapján állapítható meg (40. ábra).



39. ábra. Ezekben a váltókban a hidrodinamikus nyomatékvtó egyben tartós fék is (Voith)

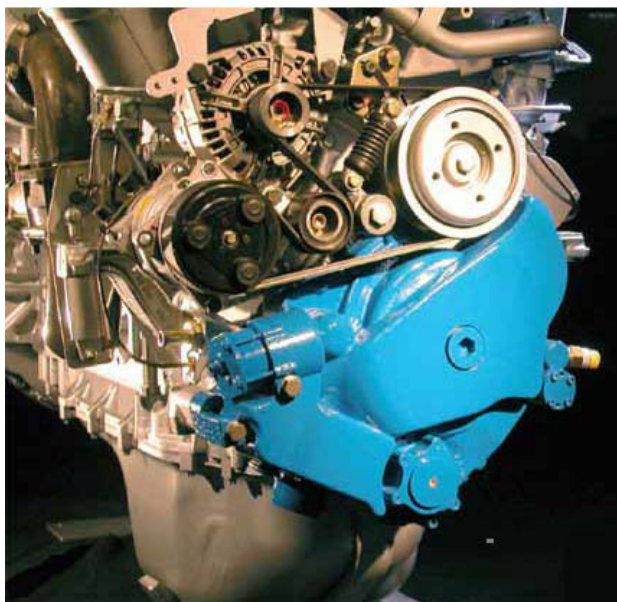


40. ábra. A külön hidrodinamikus elemeket nem tartalmazó tartósfékes váltó hajtási és fékezési fokozatai

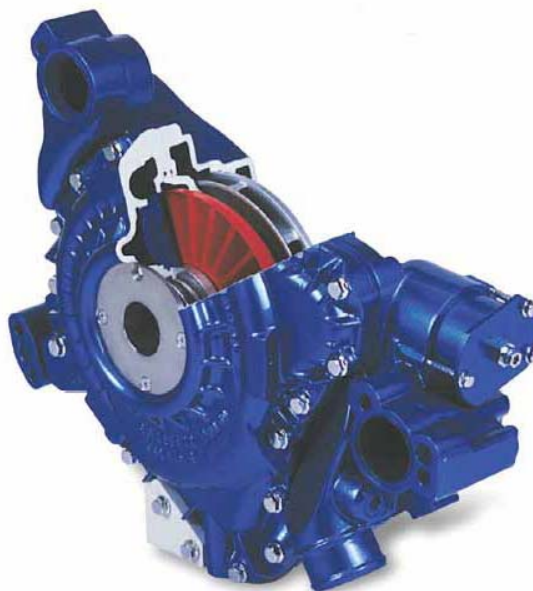
A fékezési energia az olajat felmelegíti, ezért az olajat hűteni kell. Az olaj hőmérséklete nem lehet 140 °C-nál nagyobb. Ha az olaj eléri ezt a hőmérsékletet, a műszerfalón figyelmeztető fény jelez. A tartós féket ekkor rövid időn belül (max. 3 perc) egy fokozattal vissza kell kapcsolni, ill. korszerűbb szerkezeteknél a visszakapcsolás automatikusan megtörténik.

A Voith által kifejlesztett és az MAN által alkalmazott hűtőfolyadék-szivattyúval egybeépített hidrodinamikus féket aquatardernek (a hűtővízre, mint munkaközegre utalóan) vagy prítardernek (a primer retarderre utalóan) nevezik.

Az aquatarder közvetlen a motor hűtőrendszerével van kapcsolatban. A hűtőfolyadék-szivattyú és az aquatarder közös egységet képez (41. és 42. ábrák).



41. ábra. Aquatarder a motor elején

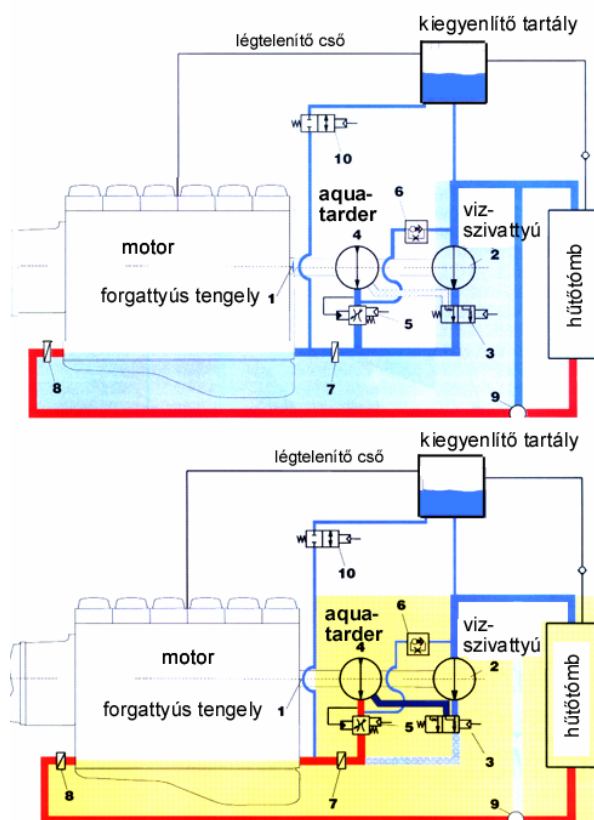


42. ábra. Az Aquatarder metszete

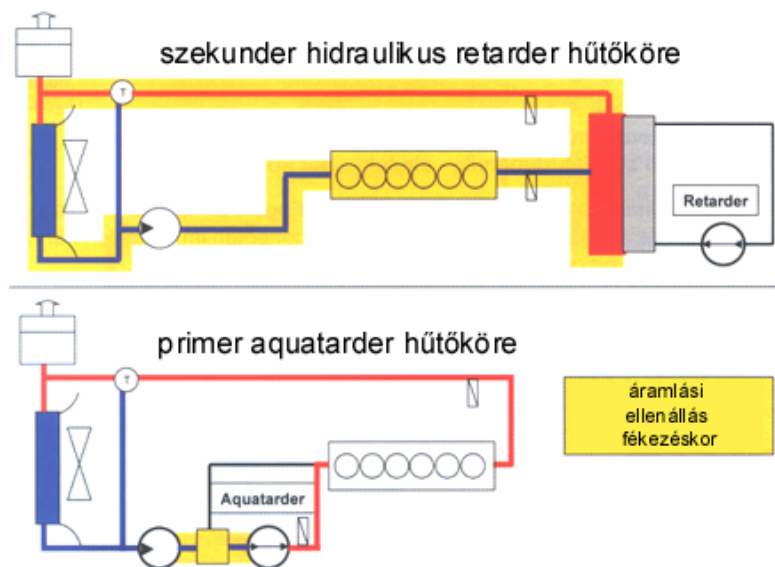
Az állórész reakciónyomatékát (a féknyomatékot) a forgattyúháznak adja át.

Normál üzemben a vízszivattyú által szállított folyadék az aquatardert elkerülve áramlik a motorba (43. ábra).

Fékezéskor a teljes folyadékáram az aquatarderen keresztül e folyik. Innen – az aquatarder is szivattyúként működik – szállítja tovább az aquatarder folyadékot. Mivel éppen ez a szivattyúteljesítmény jelenti a fékhatást, a megfelelő fékhatás eléréséhez nagy kimeneti ellenállás szükséges. Ezt hozza létre az Aquatarder kilépőcsoncjában elhelyezett pneumatikus működtetésű szabályozó szelep (5), fokozatmentesen szabályozva a kilépő csoncban a fojtást és ezzel a fékezőnyomatékot.



43. ábra Normál motorhűtés (felső ábra), aquatarder működése (alsó ábra)
 1 forgattyús tengely, 2 vízszivattyú, 3 3/2-utas (retarderkapcsoló) szelep,
 4 aquatarder, 5 retarderszabályozó szelep, 6 szivárgóvíz-visszafolyó szelep,
 7 hőmérséklet-érzékelő, 8 hőmérséklet-érzékelő, 9 termosztát, 10 2/2-utas szelep



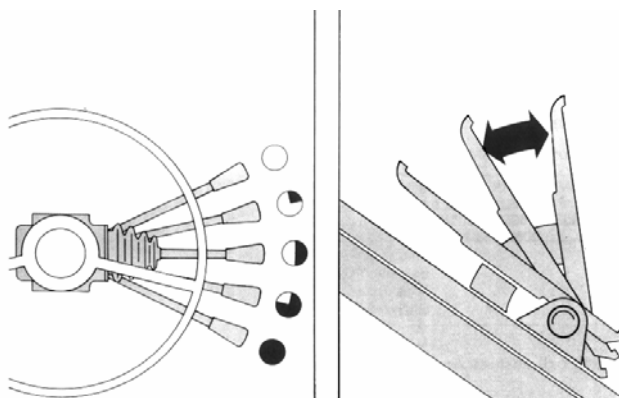
44. ábra. A szekunder hidraulikus retarder (felső ábra) és az aquatarder hűtőkörvázlata (alsó ábra)

Az aquatarder és a szekunder hidrodinamikus retarder a 44. ábra segítségével hasonlítható össze.

3. MŰKÖDTETÉS

A tartós fékek működtethetők (45. ábra):

- kézi kapcsolással. A kormányoszlopon vagy a szerelvényfalon elhelyezett kapcsolóval, a tartós fék fajtájától függően egy, két vagy több fokozat kapcsolható
- fék-vagy gázpedállal. Fékpedál esetén a pedál kezdeti lenyomásakor először a tartós fék fokozatai kapcsolnak be, majd erősebb pedállenyomáskor ehhez csatlakozik az üzemi fék. A gázpedállal működtetett tartós fék esetén a tartós fék akkor lép működésbe, amikor a vezető leveszi a lábát a gázpedálról (városi buszoknál).
- az előző kettő kombinációjával. A gépkocsivezető dönti el, hogy az előző kettő közül melyiket választja.
- automatikus sebességtartással. A tartós fék segítségével a gépkocsi lejtőn lefelé automatikusan tartja a gépkocsivezető által megválasztott sebességet.



45. ábra. Tartós fék működtetése kézi kapcsolással és fék-vagy gázpedállal