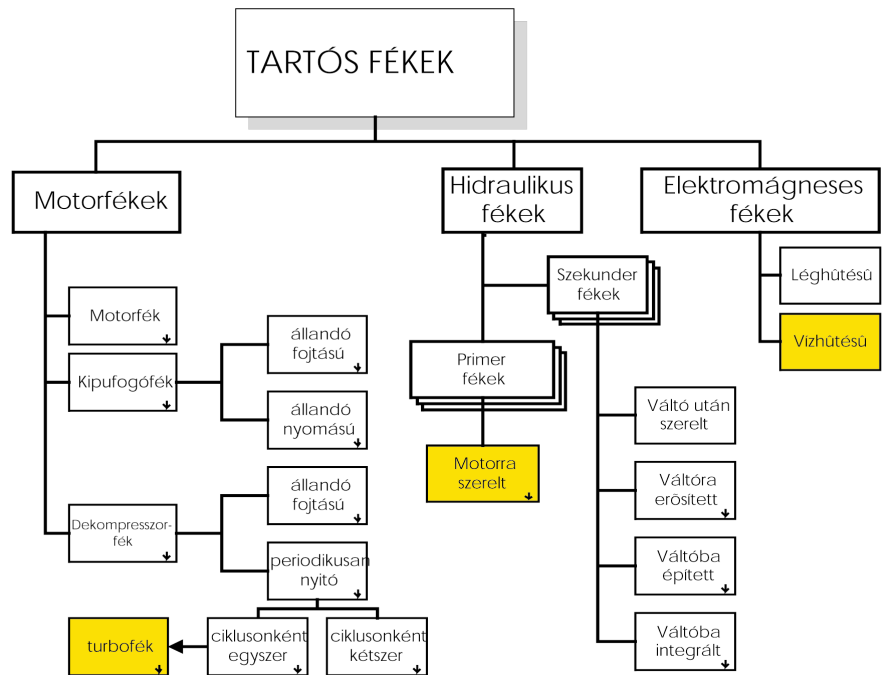


Tartós fékrendszerek (retarderek) új generációi

1999. január 24-én Deutschlandberg osztrák település közelében egy magyar busz súlyos balesetet szenvedett. Ez felhívta a figyelmet az autóbuszok tartós fékrendszerének fontosságára, és hozzájárult ahhoz, hogy 1999. július 1-jén hatályba lépett a közlekedési, hírközlési és vízügyi miniszter 15/1999. (V. 21.) KHVM rendelete.

A rendelet, amely megfogalmazza, milyen felszereltségű autóbusz vehet részt nemzetközi forgalomban, és mellékletében az elvégzendő vizsgálatok terjedelmét, módszereit és az értékelés szempontjait tartalmazza. A tartós fékekre azért van szükség, mert a kerékfékek (dobfék, tárcsafék) a fading-jelenség (a melegedő fék hatékonyságának csökkenése) és a fokozott betétkopás – és ennek költségei – miatt nem alkalmasak a hosszú lejtőkön szükséges tartós fékezésre. Az AUTÓSZAKI 97/9 számában leírtuk a tartós fékezés szakterületének akkori

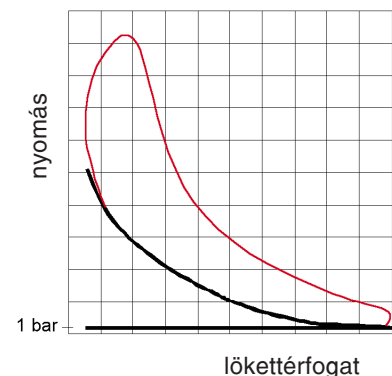


2. ábra: a tartós fékek rendszer

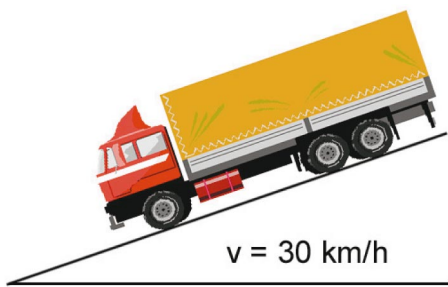
ismeretanyagát, most az alapok rövid ismétlése után az elmúlt 4 évben bekövetkezett műszaki változtatásokról ejtünk szót. Az E/ECE/324 európai előírás a következő kategóriákra írja elő kötelezően a tartós féket: városközi és távolsági M3 kategóriájú autóbuszokra, N3 kategóriájú haszonjárművekre, amelyek képesek O4 kategóriájú

pótkocsit vontatni, és az ADR egyezmény B melléklete szerinti veszélyes anyagot szállító járművekre. Magyarországon jelenleg csak a nemzetközi forgalomban részt vevő autóbuszok és a veszélyes anyagot szállító

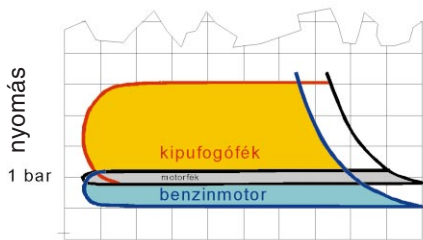
járművek részére kötelező a tartós fék. Előre látható azonban, hogy viszonylag rövid időn belül Magyarországon is a szigorúbb európai előírások lépnek életbe.



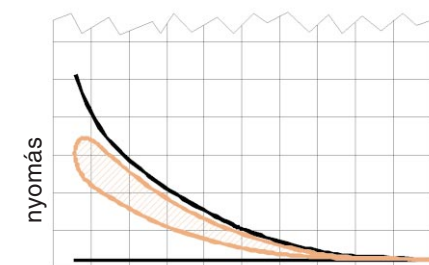
3. ábra: a működő motor és az egyszerű motorféküzem indikátordiagramja



1. ábra: a tartós fékre vonatkozó előírások

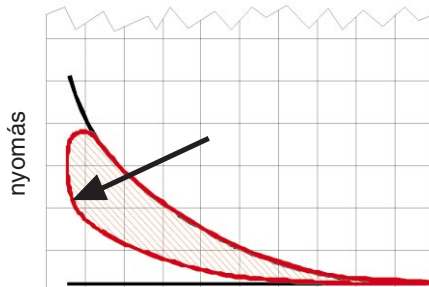


4. ábra: a benzinmotor, a dízelmotor és a kipufogófék indikátordiagramja



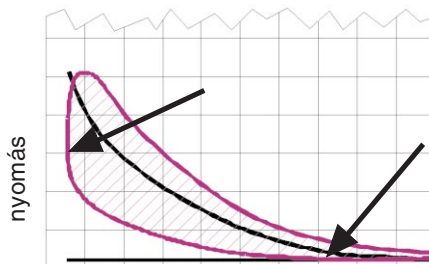
lökettérfogat

5. ábra: állandóan nyitott, dekompreszoros fék diagramja



lökettérfogat

6. ábra: munkaciklusonként egyszer nyitó dekompreszoros fék diagramja (nyíl: szelepnnyitás)



lökettérfogat

7. ábra: munkaciklusonként kétszer nyitó dekompreszoros fék diagramja (nyíl: szelepnnyitás)

A tartós fék előírt hatékonysága: a teljes terhelésű jármű 7%-os lejtőn legalább 6 km hosszon 30 km/óra alatt tartsa a jármű sebességét (1. ábra).

A közelmúltban azonban újabb megoldások születtek. Ezeket – az alaprendszerbe elhelyezve – a 2. ábra szemlélteti.

A 2. ábra alapján az újabb konstrukciók: a turbófék, a motorra szerelt, a motor hűtőfolyadékával működő hidraulikus fék és a folyadékűtésű villamos fék.

Ismétlés

A motor belső súrlódásának magában is van fékező hatása. Ezt használják fel személygépkocsiknál (3. ábra).

A növelt hatású motorfékek első generációja a gázcsere folyamat (kipufogás, szívás) veszteségeit, a kipufogógázok ellennyomását növelte meg a kipufogócsatornába épített pillangószeleppel (4. ábra). Ez a kipufogófék. A motorfékhatás növelésének másik módja a befecskendezés nélküli főmunkafolyamatot (sűrítés, expanzió) használja ki. Normál esetben a sűrítéskor befektetett munka az expanzióütemben visszaadódik. Ezt a visszahatást lehet a szelepvezérlés módosításával csökkenteni. Ezt nevezik dekompreszorfékeknek. Lényege a sűrítési ütem utáni visszarugózási munka csökkentése.

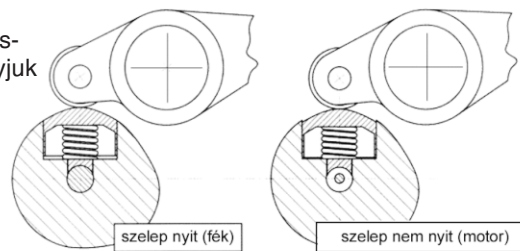
A legegyszerűbb esetben fékezés-kor a kipufogószelepet nem hagyjuk bezáródni, vagy ami ugyanilyen hatású, az azzal párhuzamosan kapcsolt kis szelepet fékezés-kor folyamatosan nyitva tartjuk (5. ábra). Ennek hatására a sűrítési munka kisebb lesz ugyan, de a visszarugózás munkája még ennél is kisebb.

Nagyobb fékhatás érhető el a vezérelt – munkaciklusonként egyszer vagy kétszer nyitó – dekompreszoros megoldásokkal. A munkaciklusonként egyszer nyitó dekompreszoros motorfékek lényege, hogy a sűrítési folyamat után, a sűrítés-expanzió közötti felső holtpont táján nyit a dekompreszorszelep (vagy az ugyanezt a feladatot ellátó kipufogószelep), és ezáltal a visszarugózó hatás töredékére csökken (6. ábra). A munkaciklusonként kétszer nyitó dekompreszoros motorfékek

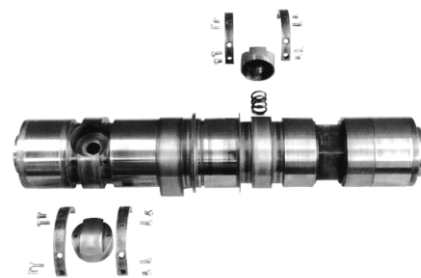
először a sűrítési ütem elején nyitnak, ekkor a kipufogófék által feltorlasztott levegő egy része visszaáramlik a hengerbe. A sűrítés magasabb szintről indul, munkaszükséglete nő. A második nyitása sűrítést követő a felső holtpont táján – ugyanúgy, ahogyan a munkaciklusonként egyszer nyitóknál – csökkenti a visszarugózás munkáját (7. ábra). Ezen dekompreszorfékek általános lényege a szelephézagon belüli emelésű dekompreszorbütyök, amely motorüzemben nem befolyásolja a motor működését, a motorfékhatást a szelephézag hidraulikus megszüntetésével lehet aktivizálni. Ugyanazt az elvet valósítja meg másképpen az

FEV EBS (EnergyBrake-System).

Ennél a megoldásnál a szelepvezérlés módosítását a vezérműtengelyen belül valósítják meg. A kipufogószelep fékezés-kor nyitását egy – a vezérműtengelybe süllyeszthető – bütyökkontúr végzi. Normál üzemben a bütyökkontúr besüllyedve nem befolyásolja a kipufogószelep működését (8. és 9. ábra). Fékezés-kor az olajnyomás kiemeli a bütyökkontúr, s így a kipufogószelep pótlólagosan, a megfelelő időben nyit.



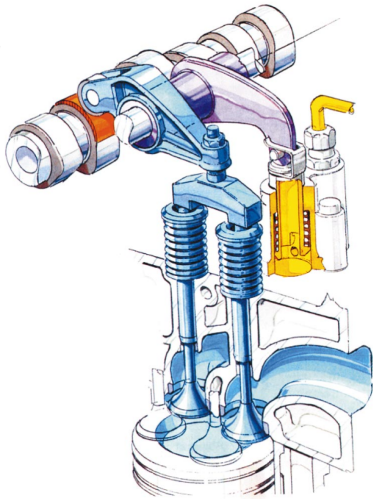
8. ábra: az EGB-rendszerben olajnyomás nyitja a kipufogószelepet, ciklusonként egyszer



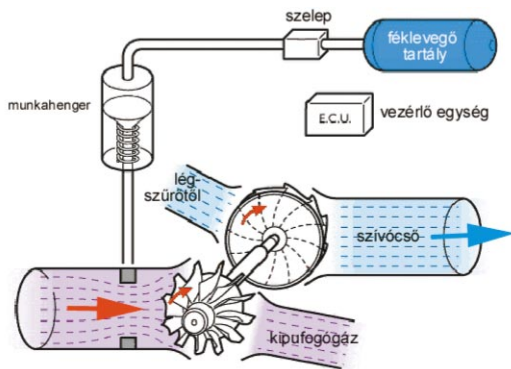
9. ábra: az FEV EBS-rendszer vezérműtengelye

A turbófék

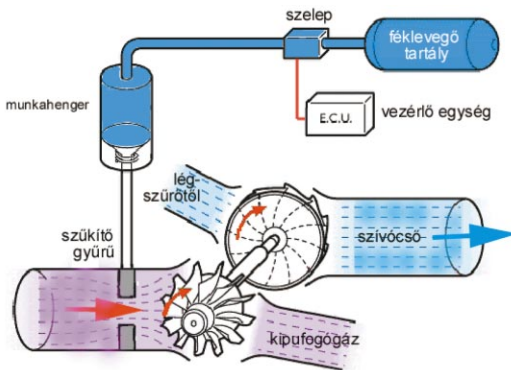
A változtatható geometriájú turbótöltők (VTG) egyre jobban terjednek a hasznárművekben. Elterjedésük – a munkaciklusonként egyszer nyitó dekompresszoros motorfékkel kombinálva – újabb, hatékony



10. ábra: a szelephimba-tengely elfordításával a szelephézag megszűnik, és a szelephézagban belüli dekompresszor-bütyök hatékonyá válik



11. ábra: turbótöltő normál állapotban



12. ábra: turbótöltő fékezéskor

motorfékhatást tesz lehetővé. Ez *turbófék* néven vált ismertté. A dekompresszorhatást az IVECO új turbófékes motorjában is a szelephézagban belüli dekompresszor-bütyökkel valósítják meg.

Működésének aktivizálására az excentrikusan ágyazott szelephimba tengelyét fordítják el, lesüllyesztve a szelephimbát, és ezáltal kiiktatva a hézagot. Ezen kívül fékezéskor a töltőturbina belépő nyílását leszűkítik (11. és 12. ábrák), ez a feltöltő fordulatszámát – és ezzel a töltőnyomást – megemeli.

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

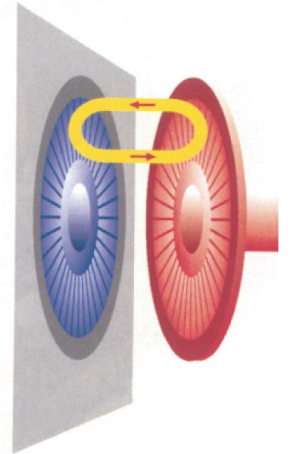
Az, hogy a töltőnyomást a töltőgeometria változtatásával fokozatmentesen lehet változtatni, a vezető kívánságának megfelelő fékhatást és/vagy lejtőn haladva is sebességszabályozást tesz lehetővé.

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

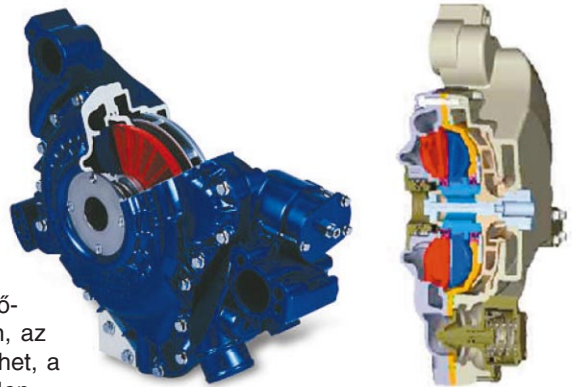
Aquatarder (pritarder)

A hidraulikus tartós fék és a motorfék kombinációja a Voith által az MAN részére kifejlesztett pritarder vagy másik nevén aquatarder. Mint minden Voith-retarder, ez is hidraulikus fék, amelyben a folyadékot egy forgórész (szivattyú, rotor) felgyorsítja és egy állórész (sztátor) lefékezi. Ebből keletkezik a forgórész fékező nyomaték, a fékezési

13. ábra: az aquatarder elve



energia a folyadékot melegíti. A külön felszerelt, hidraulika-olajjal mint folyadékkal működő retarderek egy olaj/motorhűtő-folyadék hőcserélőben adják át ezt a hőmennyiséget a hűtőfolyadéknak. Az újdonsága az aquatarderek, hogy munkafolyadéka nem olaj, hanem a motor hűtőfolyadéka.



14. ábra: az aquatarder metszete



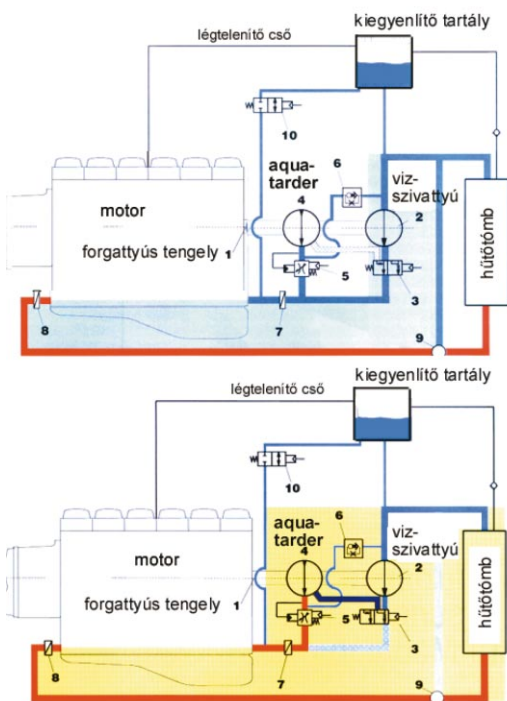
15. ábra: az aquatarder elhelyezése a motor elején

Az aquatarder közvetlen a motor hűtőrendszerével van kapcsolatban. A hűtőfolyadék-szivattyú és az aquatarder közös engéget képez.

Az aquatarder a vízszivattyúval együtt a forgattyús tengely elején van elhelyezve. Az állórész reakciónyomatékát (a féknyomatékot) a forgattyúháznak adja át.

Normál üzembn a vízszivattyú által szállított folyadék az aquatartert elkerülve áramlik a motorba (16. ábra).

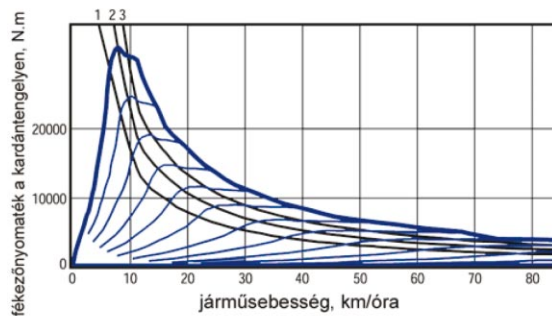
Fékezéskor a teljes folyadékáram az aquatarteren keresztül folyik. Innen – az aquatarder is szivattyúként működik – szállítja tovább az aquatarder folyadékot. Mivel éppen ez a szivattyúteljesítmény jelenti a fékhatást, a megfelelő fékhatás eléréséhez nagy



16. 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

kimeneti ellenállás szükséges. Ezt hozza létre az aquatarder kilépőcsőjében elhelyezett pneumatikus működtetésű szabályozószelep (5), fokozatmentesen szabályozva a kilépőcsőben a fojtást és ezzel a fékezónyomatékot.

Az aquatarder tömege 32 kg, az elérhető fékteljesítmény 300 kW. Az előzőekben ismertetett MAN EVB



17. ábra: az aquatarder és az EVB dekompresszoros motorfék együttes fékteljesítménye

dekompressziós fékkel együtt összesen 600 kW fékteljesítmény érhető el (17. ábra). A fékrendszer többre is képes lenne, a korlátot a sebességváltó terhelése jelenti.

Az aquatarder kézzel, az üzemi fékkel vagy a tempomattal együttesen működtethető (18. ábra).

Az aquatardernek több előnye van. Ezek: semmilyen többlet karbantartási tevékenységet nem igényel, a szekunder hidraulikus retarderhez képest 60 kg tömegcsökkentést jelent, nincs olaj mint munkaközeg, csupán a hűtőfolyadék-mennyiség nagyobb 1,5 literrel.

Az aquatarder és a szekunder hidraulikus retarder a 18. ábra segítségével hasonlítható össze.

Folyadékűtésű villamos fék

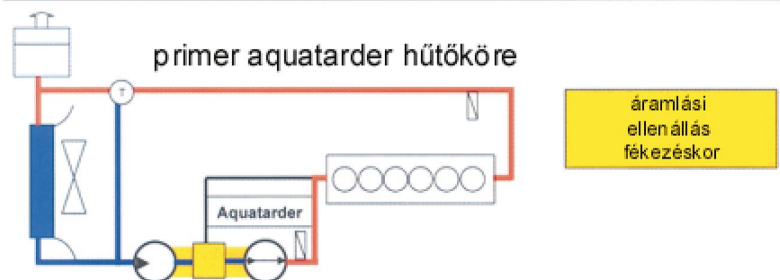
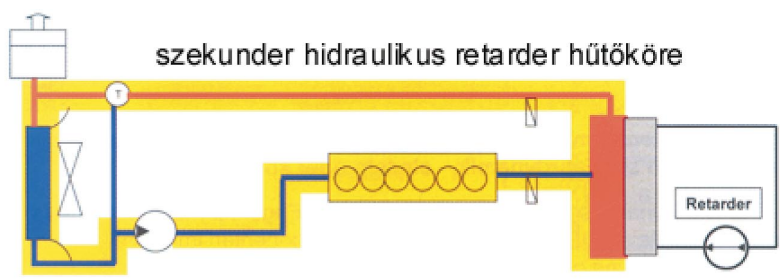
A léghűtéses örvényáramú fék működésének lényege:

két tárcsa (a forgórész) együtt forog a kardántengellyel. A két tárcsa között van az alvázhoz erősített állórész, az elektromágneses tekercsekkel.

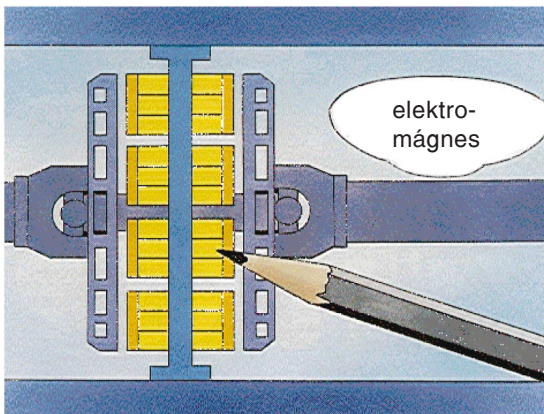
A tekercseken átfolyó villamos áram mágneses erőteret hoz létre,



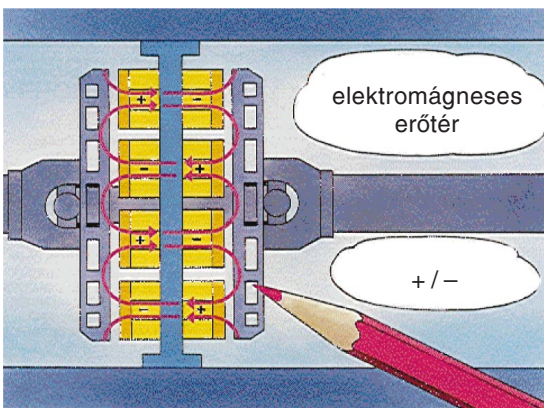
17. ábra: az aquatarder működtetése



18. ábra: a szekunder hidraulikus retarder (felső ábra) és az aquatarder hűtőkörvázlata (alsó ábra)

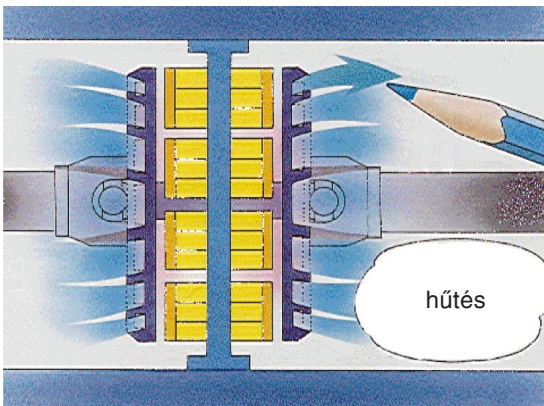


19. ábra: az állórészen lévő elektromágneses tekercsek

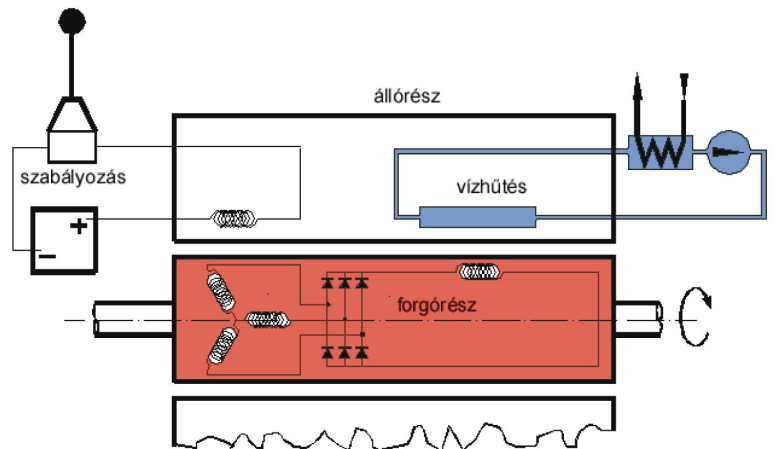


20. ábra: a forgómozgást fékező mágneses tér

amelynek erővonalai a forgórészen zárulnak. Ez örvényáramokat gerjeszt a forgórészben, amelyek mágneses erőtere a forgómozgást fékezi. Ez a gerjesztett (indukált) áram – tehát a fékezési energia – a forgórészben hővé alakul. A forgórész turbinalapáthoz hasonló kialakítású,



21. ábra: a forgórész a környező levegőnek adja át a hőenergiát



22. ábra: a H-sorozatú vízhűtésű örvényáramú retarder

	Tömeg, kg	Féknyomaték, Nm	Villamos energiaigény, W	Befoglaló méretek, mm	Féknyomaték 1000 1/min fordulaton, Nm
Focal 3300	255	3300	4100	562x562	1250
H-sorozat	170	3200	1200	530	2500
Különbség	33%		70%		100%

és a keletkezett hőmennyiséget a környező levegőnek adja át.

A folyadékűtésű H-sorozat abban is különbözik az előzőekben ismertetett léghűtésestől, hogy a működtetéshez szükséges villamos energiát a szerkezettel egybeépített generátor szolgáltatja, a gépkocsi akkumulátorát csak a generátor gerjesztőárama terheli. A H-sorozatú vízhűtésű örvényáramú retarder működését a 22. ábra szemlélteti.

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 tekercseket, 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 vezet el. A H-sorozatú Telma-retarder jellemző adatait a Focal 3300 léghűtéses Telma-retarderhez hasonlítva a táblázat tartalmazza.

A táblázatból jól látható, hogy az új folyadékűtésű H-sorozat 33%-kal kisebb tömeggel, 70%-kal kisebb energiafelvétellel 100%-kal nagyobb, azaz kétszeres féknyomatékot fejt ki. Az új tartósfék-rendszerek a régebbiek kiegészítéseként jelentősen hozzájárulnak a nehéz járművek aktív biztonságához, és üzemeltetési költségeinek csökkentéséhez.

dr. Emőd István

A témában korábban megjelent cikkek

Dr. Pordán Mihály: DaimlerChrysler és Voith közös fejlesztésű sebességváltó – retarder egység,

Kőfalusi Pál: Hidrodinamikusan retarder 1. és 2. rész

Kőfalusi Pál: Tartós lassító fékezés retarderrel 1. és 2. rész

Ifj. Illés Gyula: Voith R120/2 retarder üzemeltetési és javítási tanácsok

A cikkekre vonatkozó további információ: www.autotechnika.hu Gépjármű-technikai folyóiratcikk adatbázis