

Magnetoreológiai lengéscsillapítók

Az Autótechnika 2009/9-es számában mutattuk be a MagneRide-rendszert, ami akkor még az amerikai Delphi tulajdonában és fejlesztése alatt volt. Mára a helyzet megváltozott, a szabadalom a kínai futóműgyártó nagy hatalom, a BWI kezébe került, és már a 3. generációs fejlesztések szerepelnek a palettájukon.

A folyamatosan szabályozott, mindig az út- és közlekedési viszonyoknak megfelelő karakterisztikát felvenni képes futómű az elmúlt években egyre nagyobb hangsúlyt kapott az autógyártók körében. Minden beszállító igyekszik a saját, könnyen hangolható és variálható rendszerével piaci előnyt szerezni, gondoljunk csak a Tenneco Kinetik-re, a Bilstein B16 Ridecontrol-ra vagy a ZF CDC lengéscsillapítójára, melyek szintén szerepeltek már az újságban. Jelen cikkünkben a mágneses térrel függő viszkozitású folyadékokkal szerelt lengéscsillapítókra és a technológia jövőjére térünk ki, hiszen egyre több típusban jelenik meg mint alapfelszereltség, és felhasználási körei nem korlátozódnak a futóműre.

kozítása mágneses erőter hatására megváltoztatható. Ez a magnetoreológiai hatás. A benne lévő vasrészecskéknek köszönhetően gyorsan és pontosan állítható a karakterisztika, hiszen a folyadék viszkozitása csak a mágneses erőter fennállásáig módosul. A mágneses erőteret létrehozó gerjesztőáram hatására a folyadék áramlási jellemzői megváltoznak, így mozgó alkatrész beiktatása nélkül, szinte késedelem- és hanghatásmentesen dolgozik a rendszer.

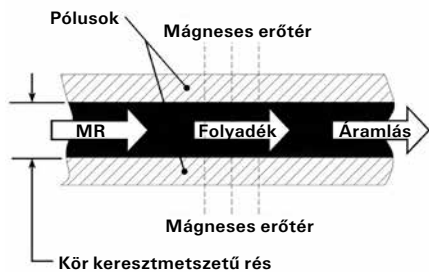
Az MR-folyadékok felhasználásának 3 különböző módja lehet:

- keresztmetszet-szűkítés,
- nyírás,
- és szelepüzem.



A keresztmetszet-szűkítés azt jelenti, hogy a gerjesztett keresztmetszetben, a mágneses pólusoknál, kb. 0,5 mm vastag, alig elmozduló réteg alakul ki.

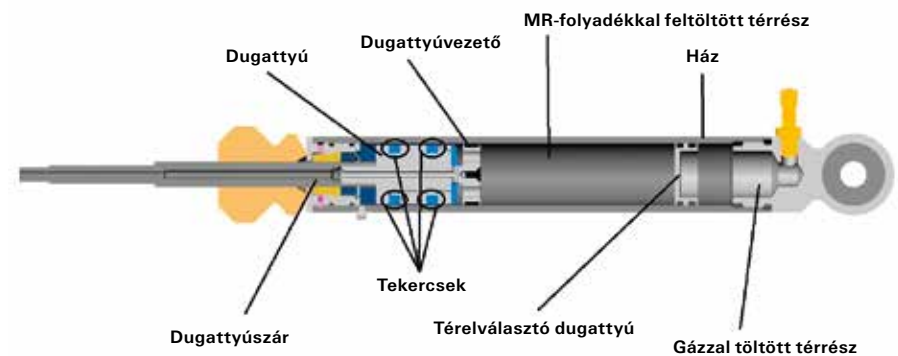
Nyíró üzetről akkor beszélünk, ha a 0,125–0,4 mm vastagságú folyadékrétegben a rétegek egymás felett nehezen mozdulnak el.



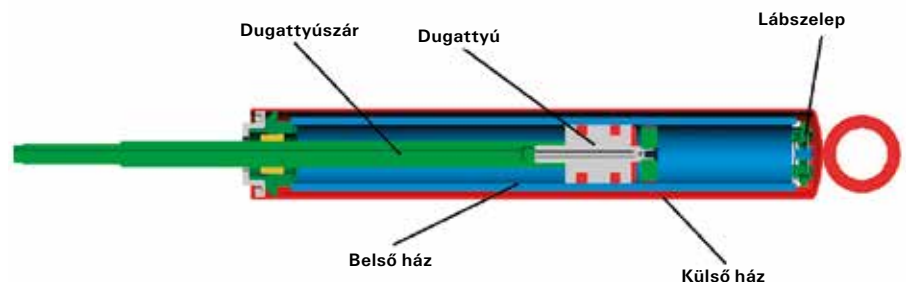
1 A magnetoreológiai folyadék szelepüzemben.

A magnetoreológiai (MR) lengéscsillapítók működésének alapja

A reológia tudománya az anyagok folyási tulajdonságainak vizsgálatával foglalkozik. Részben a vegyészmérnöki tudományhoz, részben a szilárdságtanhoz kapcsolódik. Az MR lengéscsillapítók karakterisztikája (keménysége) a munkafolyadék viszkozitásának megváltoztatásával folyamatosan változtatható. A munkafolyadék vasport tartalmazó, szintetikus szénhidrogén alapú folyadék, melynek folyási tulajdonsága, visz-



2 Az MR-folyadékok használata lengéscsillapítóban (egycsöves kivitel).



3 MR-folyadékos, kétcsöves lengéscsillapító felépítése.

Ez főleg olyankor alkalmazható, amikor nincs szükség nagy kifejtendő erőre, illetve tengelykapcsoló zárásához, ezen kívül egymáson elforduló alkatrészek fékezésére is kiválóan használható.

Ami a lengéscsillapítóban a 3 közül a legfontosabb, az kétségkívül a szelepezem **1**. A **2** ábrán a változtatható viszkozitású folyadéknak lengéscsillapítóban való alkalmazását láthatjuk. Azokat a részeket, ahol az MR-folyadék mágneses fluxusnak van kitéve, fojtópontnak szokás nevezni, ezek – az olaj viszkozitásának növelésével – megakadályozzák a folyadék átjutását a dugattyú két oldala között. A mágneses mező erejének változása a látszólagos viszkozitás értékének változását idézi elő. A látszólagos viszkozitás kifejezést azért alkalmazzuk, mert valójában a folyadék viszkozitása nem változik, csak a vasrészecskék rendezett elhelyezkedése nehezíti meg az áramlást. A mágneses tér erejének növelésével a rendezettség és az ellenállás nőni fog, egészen a telítettségi (szaturációs) pontig, amikor a további mágnesezés hatására az áramlási tulajdonságok már nem változnak. A különleges folyadék egy- és kétcsöves lengéscsillapítók-



4 A MagneRide lengéscsillapítók 3. generációjának metszeti képei.

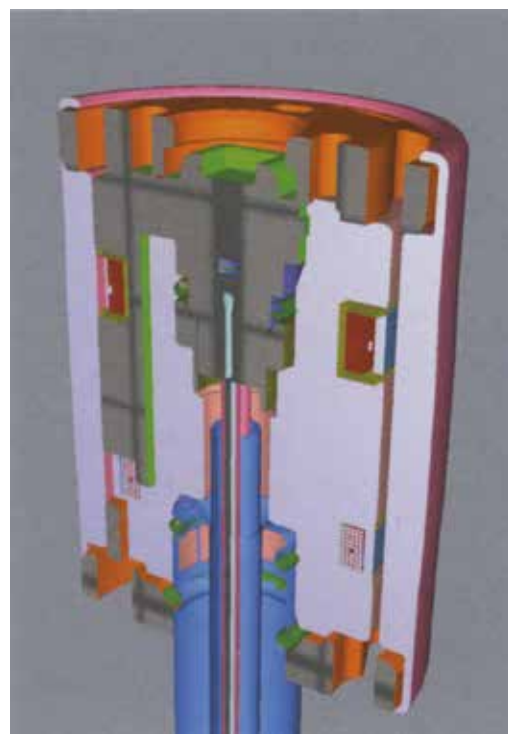
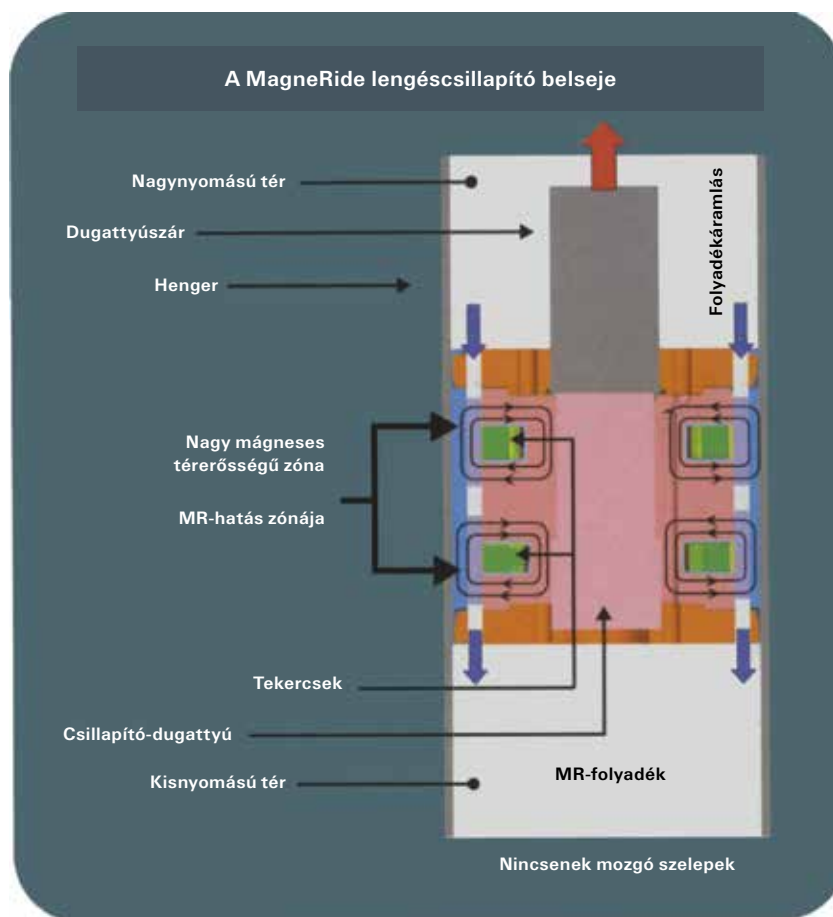
nál is alkalmazható. Az egycsöves verzióban **2** csak egy MR-folyadéktartály található, melynek térfogata a dugattyú mozgásával változik. A térfogatváltozás kiegyenlítésére egy gázzal (általában nitrogénnel) töltött térrész szolgál, amit egy dugattyú választ el

a folyadéktól. A kétcsöves csillapítóban **3** két folyadéktartály található, az egyik a külső, míg a másik a belső házban. A belső ház vezeti meg a dugattyút és a lengéscsillapító szárát, ugyanúgy, mint az egycsöves kivitel, de ebben nem található gáztartály. A térfogatváltozás kiegyenlítése a külső házban történik, ami részben folyadékkal, részben gázzal töltött. A belső ház alján található a lábszelep, ami a két folyadéktartály közötti áramlást szabályozza, ezzel kiegyenlítve a mozgásból adódó térfogatváltozást.

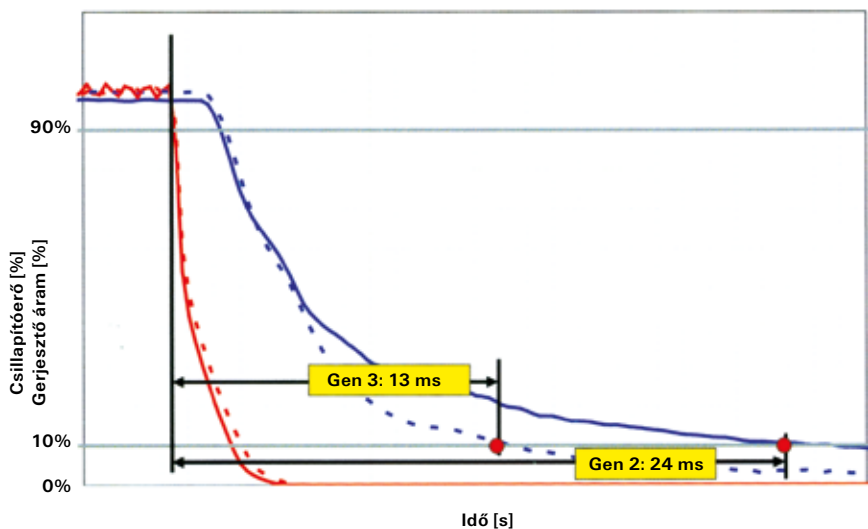
A gyakorlatban a csak MR-folyadékkal töltött, fojtáselven működő lengéscsillapítók terjedtek el. Létezik azonban a lengéscsillapítók egy hibrid verziója is, amelynél egy kis MR-csillapító vezérel egy szelepet, ami a „hagyományos” hidraulikaolaj áramlását szabályozza, de ez inkább még csak elméleti megoldás.

Az amerikai álom Kínában valósul meg

Az első generációs MagneRide-rendszert az egyesült államokbeli Delphi fejlesztette ki, és először néhány Cadillac-modellhez lehetett rendelni extraként, majd az Audi TT



5 A két tekerecs ellentétes örvényáramot generál, így a mágneses térerő kikapcsolásakor hamarabb beáll a rendezetlen részecskeállapot, vagyis a „lággy” karakterisztika.



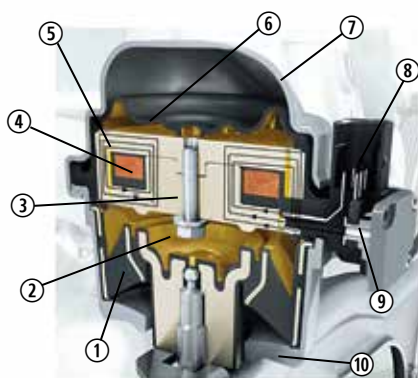
6 A két tekercs alkalmazása majdnem felére csökkenti a tranziens állapot időtartamát a mágneses térerő megszűnésekor.

és A8 tette híressé a rendszert. A Delphi a találmányt eladta a kínai BWI (Beijing West Industries) cégnek, akik már a MagneRide harmadik generációját is elkészítették **4**. A BWI nem szűkítette le a felhasználási lehetőségeket a sportautókra, mert úgy gondolták, hogy a rendszer azon előnye, mely szerint kis dugattyúsebességek esetén jól állítható a karakterisztika, tökéletesen illeszkedik a terepjárókra és SUV-okra vonatkozó elvárásokhoz. Így szélesedett ki a MagneRide alkalmazási területe, csak hogy ehhez tovább kellett fejleszteni a Delphi-szabadalmat. Gyorsabb reakcióra és más logikára volt szükség mint a sportkocsik esetében, ezért módosításokat eszközöltek a vezérlőben és a tekercselésben. Az előző generációknál alkalmazott egy tekercset két kisebb méretű tekercs váltotta fel, melyek ellentétes örvényáramot generálnak, így amikor megszűnik a mágneses térerő, gyorsabban lezajlik a keményből a lágy karakterisztikába való átmenet **5** és **6** ábra. Az állítható karakterisztikatartomány is kiszélesedett mindkét irányba, vagyis feszesebb és lágyabb futómű is beállítható, mint az elődöknél. Az új ECU tízszer nagyobb memóriával és háromszor nagyobb műveleti kapacitással bír a második generációhoz képest, ami olyan pontos és gyors szabályozást tesz lehetővé, hogy a futómű képes segíteni a jármű menetstabilizáló rendszereit, például kavicsos vagy csúszós utakon, ráadásul további fejlesztési potenciállal rendelkezik. Több mérést is végeztek e téren, és megállapították, hogy a MagneRide futóművel szerelt járművekben

kevesebbet „dolgozott” az ABS és az ESP, mint a hagyományos, passzív futóművel szerelt modellekben.

Az Evoque-projekt

A harmadik generáció a Range Rover Evoque-ban debütált. A kis SUV-val szembeni elvárás – miszerint mind országúton és terepen is megállja a helyét – olyan futóművet követelt, melynek karakterisztikája széles tartományban variálható, még kis járműfelépítmény-mozgássebességek esetén is. A MagneRide-rendszer



7 A Porsche magnetoreológiai elven működő hajtáslánc-felfüggesztője. **1** – a motortartóhoz kapcsolódó, gumiba öntött egység, **2** – MR-folyadékkal töltött belső tér, **3** – lágy mágnes, **4** – tekercs, **5** – hézag, **6** – membrán, **7** – külső borítás, **8** – elektromos csatlakozó, **9** – nyomásérzékelő, **10** – karosszériához kapcsolódó egység

a választott karakterisztikától függetlenül elsősorban arra törekszik, hogy a kerék-talaj kapcsolat minden pillanatban a lehető legstabilabb legyen, ezzel segítve a biztonsági rendszereket, holott közvetlen kapcsolatban nem áll egyikkel sem. A Range Rover elvárása volt az is, hogy -40°C -ban is kellő pontossággal szabályozhatónak kell maradnia a futóműnek. Ez készítette a mérnököket arra, hogy a vezérlés algoritmusait kiterjessék szélesebb hőmérséklet-tartományra, ami következetes járműfelépítmény-mozgást és kerék-út kapcsolatot eredményez szélsőséges környezeti viszonyok között is.

További felhasználási lehetőségek

A technológia nemcsak a futóművekben, hanem más felfüggesztési elemekben is kiválóan alkalmazható, ennek ékes példája a Porsche motor- és váltófelfüggesztési rendszere, melyet szintén a BWI szállít **7**. Előnye, hogy gyorsításkor, gázérvételkor és minden olyan esetben, amikor a hajtásrendszer több rezgést és nagyobb lengéseket adna át a karosszériára, a tartóbakok karakterisztikája úgy változik, hogy ezeket a rezgésátvitelleket megakadályozza, elfojtsa és a gépkocsivezető ne vegyen észre belőle semmit. A szabályozási rendszer folyamatosan monitorozza a folyadék nyomását a felfüggesztő bakban, hogy pontosabb és gyorsabb vezérlést valósíthasson meg. A megoldás VDI alapította „Az év innovációja díja” kitüntetést is elnyerte 2010-ben.

Láthatjuk, hogy a magnetoreológiai folyadékok alkalmazási területei egyre bővülnek a gyors és pontos szabályozhatóság miatt. A két tekercset alkalmazó rendszerek megoldották a lassú „lágylulás” problémáját, az elektronika és a szabályozó logika fejlődése pedig tovább segíti a technológia elterjedését nemcsak a futóművek körében, hanem más felfüggesztési alkalmazásokban is.

ÓRI PÉTER

Források:

- ATZ Worldwide 2012/02 p. 17-20.
- Matrix 2013/2 p. 12-13.
- <http://www.bwigroup.com/>
- <http://www.vehicle-dynamics-international.com>
- <http://www.porsche.com>
- Szalai István et al: Elektro- és magnetoreológiai fluidumok szerkezete és mechatronikai alkalmazása, Pannon Egyetem, Fizika és Mechatronika Intézet