

Szűcs László

Hagyományos dobfék vagy korszerű tárcsafék a tűzoltó járművön?

*„Az ön véleménye szerint egy átlagos autóvezető mikor vészfékez életében először 120 kilométeres sebességnél? - kérdezték Henry Morrourgh versenyzőiskola tulajdonostól.
- Halála előtt öt másodperccel - válaszolta.”*

Senki sem születik gépkocsivezetőnek, az autóvezetés fogásait először a vezetőképző iskolákban, majd később a mindennapi autóvezetés közben tanuljuk meg, tartjuk szinten.

A már megszerzett tudás fejleszthető, kiegészíthető, a berögződött vezetési fogások, bár nagyon sok gyakorlással, de változtathatók, átalakíthatók.

Csak néhány a gépkocsivezetőkre leselkedő váratlan események közül: megcsúszás, kifarolás, alul- vagy túlkormányzottság, dűrdefekt, váratlan akadály, vadveszély, műszaki hiba.

Az átlagos autóvezető szerencsére sosem, vagy csak nagyon ritkán találkozik ezekkel a váratlan eseményekkel, így nem is tanulhatja meg azokat a vezetéstechnikai fogásokat, reakciókat, amelyekkel egy szerencsétlenség, vagy baleset elkerülhetővé válna, vagy bekövetkezése esetén, annak hatása jelentősen csökkenthető lenne. A váratlan események kivédésének, elhárításának, korrigálásának lehetséges eszközei a kormányzás, gázelvétel vagy éppen gázadás, tengelykapcsoló oldás, fékezés és természetesen ezeknek a kombinációi. Azt eldönteni, hogy az adott szituációban mit kell tenni, előzetes begyakorlás nélkül, ösztönből, csak nagyon keveseknek sikerülhet. Hosszadalmas, a berögződésig tartó gyakorlás nélkül is felkészülhetünk néhány esemény bekövetkezésére, de ehhez alaposan ismernünk kell az általunk vezetett gépjármű műszaki felszereltségét, vezetésének, kezelésének legapróbb tulajdonságait, jellemzőit. Tudnunk kell, hogy például egy hirtelen kormánymozdulatra hogyan fog reagálni a gépkocsi, megbillen, borul vagy eleje-, hátulja- kitör, vagy egy hosszabb lejtőn fékezve a felmelegedő fékek elveszítik-e a hatásosságukat, mennyi ideig fékezhetünk és milyen intenzitással, amíg ez bekövetkezik, hogyan tudjuk ezt az időt meghosszabbítani, milyen lehetőségek vannak az esemény megelőzésére.

A kivédés, elkerülés eszközei közül igen jelentős szerep jut a gépkocsi üzemi-fékberendezésének.

A kezdetek kezdetén, a jármű lassításának, megállításának, rögzítésének szükségessége céljából alakították ki a különböző fékberendezéseket. A járművek haladási sebességének növekedése egyre nagyobb követelményeket támasztott az üzemi fékberendezéssel szemben, amely így a közlekedésbiztonságot vizsgáló nagytömegű fókuszába került.

A jármű lassításának, megállításának lehetséges eszközei:

- **Üzemi fékberendezések:** lábbal működtethető, leggyakrabban súrlódó fékszerkezetek.

- **Tartós fékek:** Nagyobb tömegű gépjárműveknél (pl. buszok, tehergépkocsik) hosszú lejtőn való haladásakor komoly problémát jelentene a folyamatos üzemi fék használat, ezért ezeknél a járműveknél az üzemi, ill. a rögzítő fék mellé még egy harmadik, ún. lassító féket is beépítenek. Ez nem képes az előbbi kettőt kiváltani, azonban használatával kímélhetjük azokat.
 - **Motorfék:** a gázpedálról, ha levesszük a lábunkat, vagy alacsonyabb sebességfokozatba kapcsolunk a hajtás iránya megfordul – a jármű mozgási energiája a **motor hajtására** fordítódik. Léteznek a motorfékező hatását erősítő szerkezetek pl:
 - a **kipufogó fék:** tartósfékezéskor a dízelmotor kipufogócsövében a gázok útját egy fojtószelep elzárja. A lejtőn haladó gépkocsi hajtott kerekei a motort ilyenkor, mint egy kompresszort hajtják. A fékezőteljesítmény a kipufogócső erős fojtása miatt jóval nagyobb, mintha csak a normál motorfék lassítaná a kocsit. (használat esetén hallható jellegzetes hang miatt sokan csak „Bubu” –ként ismerik)
 - **Lassító fékberendezések (retarder):** lehet az erőátvitelbe beépített, teljesen önállóan működtethető örvényáramos vagy hidrodinamikus fék. A retarder rendszerint egy kormányoszlopon elhelyezett karral működtethető, több fokozatú berendezés. Saját hűtése van, és nem csak hosszú lejtőn célszerű használni, hanem bármikor, amikor a kocsit lassítani kell, mert az üzemi fékkel ellentétben nem kopik.
- **Rögzítő fék:** kézzel működtethető fék, - általában az üzemi fékszerkezetre hat, csak a mozgató, működtető rendszere más.

A fékberendezéseket felépítésük szerint három alrendszerre bonthatjuk:

- **Fékvezérlés** (azon szerkezeti elemek, amelyekkel, vagy amelyek működtetésével a fékszerkezet működésbe hozható)
 - Mechanikus és hidraulikus fék esetén a fékpedál vagy fékkar
 - Légfék esetén a főfékszelep
 - Ráfutófék esetén mechanikus vagy kombinált szerkezet
- **Erőátvitel** (azon szerkezeti részek összessége, amivel a vezérlő berendezés a fékszerkezeteket működteti)
 - Mechanikus
 - Hidraulikus
 - Pneumatikus
 - Elektromos
 - Vegyes
- **Fékszerkezet** (a fékező hatást kiváltó szerkezeti elem)
 - Kerékfékszerkezetek: pl: súrlódó fékek (szalag, dob, tárcsa)
 - Erőátviteli rendszerbe épített fékek: (tartósfék) Elektromágneses fék
 - Motorfék
 - Folyadékfék

Az üzemi fékberendezés feladata:

A mozgásba hozott jármű sebességének a gépkocsivezető igénye szerinti csökkentésére, szükség szerint megállítására, rögzítésére kialakított berendezés az üzemi fék.

A fékezésre három okból lehet szükség:

- Mozgási energia felemésztésére
- Helyzeti energia felemésztésére
- Álló gépjármű rögzítésére

A gépkocsi fékberendezések kialakításuktól függetlenül a jármű mozgási energiáját kell, hogy átalakítsák valamilyen más energia típusra, többnyire hő energiára, de lehet akár elektromos- vagy mozgási energia, vagy akár egyszerre több energiatípus kombinációja is.

A ma használatos üzemi fékberendezések súrlódáson alapuló energia átalakítók. Feladatuk, hogy az erre a célra kialakított, egymáson elmozduló felületek összenyomásával a mozgási energiát súrlódási energiává, vagyis hőenergiává alakítsák át.

A jármű mozgási energiájának hő energiává alakítása:



A mozgási energia fizikai meghatározása:

$$E_{\text{mozgási}} = \frac{1}{2} m * v^2$$

m: mozgótömeg

v : haladási sebesség

A mozgási energia a jármű tömegével egyenes arányban, míg a haladási sebességgel négyzetes arányban áll.

Könnyű lenne azt képzelni, hogy a súrlódó felületek között kialakuló erő növelésével egyszerűen megoldható volna a fékezőerő növelése, ezzel az energiaátalakítás időtartalmának csökkentése, a jármű lassulásának növelése. A fékezőerő a kerekek és az útfelület között keletkezik, és a maximuma a felületek közötti súrlódási együttható és a felületre merőleges nyomóerő szorzataként számítható.

$$F_{\text{fmax}} = \mu * F_N$$

ahol μ : a súrlódási együttható

F_N : a felületre merőleges nyomóerő ($m * g$)

A fenti összefüggésből az látható, hogy a fékezőerő növelésének, ezzel a jármű megállításához szükséges időnek a csökkentése a gumiabroncs és útfelület közötti súrlódási együttható növelésével vagy a mozgó tömeg növelésével egyszerűen megoldható lenne. Nem szabad azonban megfeledkezni arról, hogy a fékezőerőnek a jármű mozgási energiája ellenében kell kifejtenie hatását, ami a mozgó tömeg növekedésével egyenes arányban növekszik, vagyis a szükséges fékezőerő növekedését eredményezné.

Járművek fékszerkezetének tervezésekor azonban mindenképpen figyelembe kell venni azt, hogy fékezéskor a jármű súlypontjába koncentrált mozgó tömeg előre „lendül”, ezzel megváltozik a tengelyterhelés aránya. Ez a tehetetlenségi erő az első

kerekek tapadási pontjait összekötő egyenes, mint tengely körül elforgatni igyekszik a tömegközéppontot. A súlypont forgató nyomatékát a tapadási pontokon ébredő támasztó erő nyomatéka tartja egyensúlyban. A tengelyterhelés változása a terheltebb első kerekeken a fékezőerő növelését engedi meg a kerekek megcsúszása nélkül, viszont a kisebb terhelésű hátsó kerekeken csökkenteni kell a fékezőerőt a blokkolás elkerülése, ezzel a jármű stabilitás megőrzése érdekében. A tömeg „áttérhelődésének” legjobb példája az első kerékre állva fékező motorkerékpár.

A súrlódási tényező- miért és mennyire fontos?

A fék teljesítményét elsősorban a súrlódási tényező határozza meg, ami a féktárcsa vagy fékdob és a fékbetét páros súrlódásából ered.

A tervezés művészete abban áll, hogy a fék és a megfelelő dörzsbetét felhasználásával az első és a hátsó tengelyek fék teljesítményét úgy egyenlítsé ki, hogy a viszonyuk megfeleljen a járműre jellemző dinamikus tengelyterhelésnek.

Azt, hogy egy fék súrlódási tényezője nem csak a súrlódó anyagok anyagi összetételétől függ, hanem a hőmérséklettől, a felületi nyomástól, a csúszás sebességétől és más befolyásoló tényezőktől, azt itt csak mellékesen jegyezzük meg. Annak van döntő jelentősége, hogy a súrlódási tényező minden körülmények között lehetőség szerint állandó maradjon.

$$\mu = F_{\text{fmax}} / F_N$$

Gyakorlati jelentősége abban áll, hogy az új gépjárművek fékezési magatartása megfeleljen az említett követelményeknek. Egy későbbi fékbetét csere esetén a tengelyre egy olyan anyagot helyeznek, ami az eredetitől eltérő súrlódási tényezővel bír, és ez által megváltozik a gépkocsi fékerő elosztása. Ha például az első tengelyen kisebb a súrlódási tényező, akkor csökken az első tengely szerepe a fékezésben. A hátsó kerekek pedig hajlamosak a blokkolásra. Fordított esetben az első tengely van túlfékezve, ha ott egy nagyobb súrlódási értékű betétet használnak fel. A maximális fékerő akkor van túllépve, ha megengedett össztömegnél és a fékberendezés teljes üzemi nyomásánál keletkező fékerőt a normál profilú gumiabroncsok nem képesek száraz és sima aszfalton leadni.

Ha ezt a pontot túllépve blokkolnak a kerekek (ABS nélkül) akkor a jármű irányíthatatlanná válik, kicsúszik.

A súrlódó fék hatásossága jellemezhető azzal is, hogy mennyi idő alatt képes a mozgási energiát átalakítani hőenergiává, vagyis egységnyi idő alatt mekkora munkát képes elvégezni. A hő a súrlódás hatására keletkezik, és jelentős mértékben felmelegíti a fék szerkezeti elemeit, hősugárzás útján még a fékszerkezettel közvetlenül nem kapcsolódó szerkezeti elemeket is. A nagy terhelés miatt gondoskodni kell a fékszerkezetek hűtéséről. A hő leadás gyorsasága, a szerkezeti elemek felmelegedése meghatározó a fék hatásossága, élettartama tekintetében.

A túlmelegedett fék, lassító képessége romlik, szélsőséges esetben akár meg is szűnik.

A fékhatás romlásának a szerkezeti kialakítástól függően több magyarázata is lehet, mint például:

- a fékfolyadék felforrása (gőzbuborék keletkezik, ami összenyomható),
- a szerkezeti elemek alakváltozása,
- fékbetétek, fékpofák tükrösödése, megégése,
- Fading jelenség, a súrlódási együttható csökkenése stb.

FADING - a fékhatás elmaradása

Fading alatt a súrlódási együttható drasztikus csökkenését kell érteni, amit a féktárcsa és a fékbetét érintkezési felületén a magas hőmérséklet hatására képződő gázhólyag okoz. A felgyülemlett gázok a fékrendszer hibás működéséhez vezethetnek – késleltetett fékhatást, vagy szélsőséges esetben a fékhatás hiányát okozva.

A tehergépkocsik kerékfék szerkezete leggyakrabban pneumatikus működtetésű dobfék, de a közlekedésbiztonsági kutatások és fejlesztések eredményeképpen egyre gyakrabban találkozhatunk az új gépkocsikon pneumatikus működtetésű tárcsafékekkel is.

A dobfék és tárcsafék összehasonlítása:

A dobfék tulajdonságai, előnyei, hátrányai:

Dobfék tulajdonságai

- Kialakítása, gyártása bonyolult, sok szerkezeti elemből áll,
- a fékbetétek élettartama viszonylag nagy,
- méretét a kerék nagysága korlátozza,
- önerősítő hatása van (szervóhatás):
 - A keletkező súrlódási erő nyomatókat kelt, amely a felfutó pófát még jobban rányomja a dob hengeres felületére, felerősíti a fékhatást. A lefutó pófát elemeli a fékdobtól, ezáltal a fékdobhoz szorítóerő csökken.
- Szennyeződés ellen védetten helyezkedik el a keréktárcsa belsejében,
- a karbantartás és a fékbetét cseréje munkaigényes,
- a hő leadási képesség rossz, hosszúideig tartó fékezéskor a túlmelegedés miatt a fékhatás jelentősen csökkenhet.
 - A dobfék hő hatására kúposan kitágul, a fékpofa nem tudja követni a kúposágot, a súrlódó felület, ezzel fékezőerő lecsökken (esetleg teljesen meg is szűnhet!),
 - a gyorsabban lehűlő fékdob a fékpofa felületét feledzheti, fékhatás jelentősen csökkenhet.
 - hosszán tartó fékezéskor a fékpofa felülete mélyebben megégphet, „kráterek” gödrök keletkezhetnek a felületén, melynek hatására a súrlódó felület lecsökken.

A tárcsafék tulajdonságai, előnyei, hátrányai:

- Huzamosabb ideig terhelhető,
- A fékhatás kevésbé függ a hőterheléstől, azaz kisebb a "fading"-érzékenység.
- A tárcsafék 800-900 °C-os tárcsahőmérséklet esetén is üzemképes marad.
- Kiváló az öntisztulása, kisebb a csikorgási hajlama.
- Finomabban, érzékenyebben reagál a fékműködtetésre (jó hatásfokú működtetés, kis hiszterézis).
- A tárcsafékben nincs önerősítő hatás, a belső áttétel kisebb, de sokkal stabilabb,
- a két oldalon egyforma fékhatásnak pozitív hatása van a kormányzásra és a járműstabilitásra,

- a tárcsafék karbantartása, javítása egyszerűbb, kevesebb időt vesz igénybe.

A gyártók, a ma korszerű „nehéz” tehergépkocsikat a különböző beszállítóknál legyártott fődarabokból állítják össze a megrendelő igényeinek megfelelően, illetve sorozatgyártásban járóképes alvázatokat gyártanak.

Magyarországon a járóképes alvázat felépítményezése, - a gyártás befejezése - a gyári előírások figyelembevételével, külön tervezőmérnökök elképzeléseinek megfelelően, a Nemzeti Közlekedési Hatóság engedélye alapján, arra feljogosított felépítményező műhelyekben, az alapjármű gyártójától függetlenül történik.

A felépítményezés minden esetben közlekedésbiztonságot befolyásoló veszélyeket rejt magában, melyek kivédése a tervező mérnökök felelősége. Legfőképpen igaz, ez a különleges felépítményű járművekre, mint például a konténerszállító-, a műhely-, a röntgen gépkocsik vagy a tűzoltó felépítményes gépkocsik.

Milyen veszélyek lehetnek ezek?

A járóképes alvázt a gyárilag kialakított rögzítési pontokra, csak a gyártó által meghatározott befoglalási méretű és tömegű felépítmény szerelhető fel. A megengedett paraméterektől való eltérés befolyásolhatja a kész jármű tengelyterhelését, a tömegközéppont magasságát, a stabilitását, vezethetőségét, fékezhetőségét stb. A felépítmény tervezésekor figyelembe kell venni a kész jármű igénybevételi sajátosságait is, ami meghatározó lehet akár a megfelelő járóképes alváz, vagy annak egyes közlekedés biztonsági berendezésének kiválasztására is (pl. fékberendezés).

Egy általános célú áruszállító tehergépkocsi és egy különleges felépítményű tűzoltó tehergépkocsi igénybevételi sajátosságainak összehasonlításával a tehergépkocsik fékezhetőségét vizsgálva, a következő megállapításokat tehetjük.

A korszerű közúti áruszállító gépkocsik fel vannak szerelve az üzemi fékberendezés kímélése céljából legalább egyfajta tartós fékkel.

Azt már tudjuk, hogy a gépkocsi mozgási energiáját a jármű gurulótömegével és a haladási sebesség négyzetével jellemezhetjük. A forgalomban résztvevő tehergépkocsi a gazdaságos kihasználtság érdekében a megengedett legnagyobb össztömegig terhelve közlekedik, betartva az adott útszakaszra vonatkozó megengedett legnagyobb sebességet. A gépkocsivezető, figyelve a forgalmi helyzet alakulását, előre láthatja, hogy lassítania kell, vagy éppen a következő közlekedési lámpánál majd meg kell állnia.

A lassításhoz rendelkezésére áll a gázelvétellel kialakuló motorfék, a motorfék hatását erősítő kipufogófék és nem utolsósorban a lassító fék, a retarder. Ezek a fékezési lehetőségek külön-külön és együttesen alkalmazva is alkalmasak a gépkocsi mozgási energiájának csökkentésére, a lassításra. Teljesítményük különböző, motorfékkel $0,5 - 1,5 \text{ m/s}^2$, kipufogófékkel $1,5 - 2,5 \text{ m/s}^2$, retarderrel, fokozattól függően $2,5 - 3,5 \text{ m/s}^2$ lassulás érhető el.

Normál forgalomban a jármű mozgási energiáját van idő motorfékkel, tartós lassító fékkel felemészteni, ezáltal az üzemi fék igénybevétele és hőterhelése alacsony lesz. Az alacsony hőterhelés miatt nem jelentkezik a fékhatást csökkentő hatások, a gépkocsi minden forgalmi helyzetben biztonsággal lassítható, fékezhető marad.

A tűzoltó gépkocsik igénybevétele a riasztást követő kivonulások alkalmával az előzőekben tárgyalt átlagostól, jelentősen eltérő jellemzőket mutat.

A tűzoltó jármű kialakítása miatt állandó terheléssel, a megengedett legnagyobb össztömeg közelében üzemel. Ez az állapot megegyezik a gazdaságosan üzemeltetett áruszállító tehergépkocsival, tételezzük föl, hogy a mozgó tömeg azonos.

A kivonulás, az útvonal teljes egészében, de legalább jelentős részben lakott területen belül történik. A megkülönböztető jelzést használó jármű az egyenesekben felgyorsul, majd az utcasarkokon, éles kanyarok előtt, a forgalom okozta helyzetek miatt az üzemi fék használatával lelassul, intenzíven fékez, azután újra gyorsít, majd fékez stb.

A kivonulás nem más, mint „vérszékezesek sorozata”!

A gyorsítások alkalmával a jármű eléri a lehetősége szerinti legnagyobb sebességet, tehát a mozgási energiája akár többszöröse is lehet a megengedett sebességgel haladó áruszállító tehergépkocsinak. A gyakori, intenzív fékezések csak az üzemi fék használatával lehetségesek, a mozgási energiát szinte kizárólag az üzemi fék nyeli el, ezáltal a fékek igénybevétele, a hőterhelése magas.

PcCrash 8.0 Baleseti szimulációs program alkalmazásával összehasonlítottuk a motorfék, kipufogófék, retarder és üzemi fék alkalmazásával elérhető lassulási értékeket. Ugyanazt a gépkocsit azonos sebességről azonos útszakaszon fékezve, vizsgáltuk a megállásig eltelt időt mind a négy fékezési szituációban.

A kizárólag motorfékkel lassított jármű a megállásig 13,7 s alatt megtett 143,7m-t. A kipufogófékkel fékezett járműnek 11,2 s, a retarderrel fékezett járműnek 10,1 s, míg az üzemi fék használatával 9 s időre volt szükség ugyanazon útszakasz megtételéhez. A két szélsőérték közötti különbség 4,7 s, ami figyelembe véve a rövid, 143,7 m-t jelentősnek mondható, hiszen a kivonuló tűzoltókocsi a helyszínig ennél lényegesen hosszabb utat tesz meg, adott esetben magasabb sebességgel. Megfelelő teljesítményű üzemi fék alkalmazásával elérhető a gyors és biztonságos célba érés, időben érkezik a segítség.

A felépítmény kialakítása miatt a gépkocsi tömegközéppontja magasan helyezkedik el. A fékezéskor a súlypontba redukált tömeg előre lendül, a magasságával megegyező méretű erőkarral az első kerekek tapadási pontjait összekötő egyenes, mint forgástengely körül elforgatni igyekszik járművet. A forgatónyomatékkal a kerekek tapadási pontjaiban ébredő reakció erők tartanak egyensúlyt, ugyanakkora erővel növelve az első tengelyre ható tömegerőket. A tengelyterhelés nagymértékben megnövekszik, ezzel növelve az első kerekek fékszerkezetének igénybevételét. Szélsőséges esetben a jármű lassítása kizárólag az első fékkel történik. A kirívóan magas igénybevétel és hőterhelés miatt a fékhatást csökkentő hatások intenzíven jelentkezhetnek, veszélyeztetve ezzel a közlekedés biztonságát.

Itt fogalmazódik meg az az igény, hogy az állandó terheléssel, extrém igénybevételi körülmények között üzemeltetett gépkocsik üzemi fékberendezéseit erre a szélsőséges helyzetre kellene méretezni. A felépítmények tervezésekor mindenképpen figyelembe kell venni a koncentrált járműtömeg dinamikus átterhelődését, a tengelyterhelés változását, az igénybevételi sajátosságokat, ennek megfelelően választani a járóképes alvázat, vagy módosítani annak üzemi fékberendezését.

Másrészt a járművek vezetőit ezek ismeretében kell felkészíteni a vonulásokra.

Szűcs László
igazságügyi műszaki szakértő