

A repüléstan és a Formula-1 kapcsolata 2012-ben

by Papp István - péntek, március 30, 2012

<http://www.formula1tech.hu/a-repulestan-es-a-formula-1-kapcsolata-2012-ben/>



A Formula-1-et figyelemmel kísérek minden bizonnyal már hallottak a repülőgépek és az F1-es autók közötti összefüggésekről és hasonlatokról, amelyek háttérben a száguldó cirkuszban szereplő versenyautók hatékonyságában oly nagy szerepet játszó aerodinamika tudománya áll. Míg a repülőgépek esetében az áramló közeg, vagyis a levegő áramlását megfelelő szárnyprofilok segítségével a repülő magasba emeléséhez szükséges felhajtóerő fokozására használják, a Formula-1-es autóknál a nagy sebesség eléréséhez a fordított szárnyprofilok révén a versenypálya aszfaltjának irányába kifejtett leszorító erő elállításáról van szó.

A Nemzetközi Automobil Szövetség évről-évre kisebb-nagyobb változtatásokat eszközöl a Formula-1 technikai szabályzatában. Ezek háttérben a költségek kontrollálása, a környezettudatosság, és nem utolsósorban a versenybiztonságának fokozása áll. A 2012-es szezonra bevezetett szabálmódosítások egyike a versenyautók kipufogórendszerét érintette, amelynek eredményeképpen megszületett konstrukcióknak köszönhetően az aerodinamika egy újabb fogalomkörét, a Coanda-effektust ismerheti meg a Formula-1 közönsége.

Még mielőtt azonban következne az új kialakítású kipufogórendszerek működésének háttérben álló törvényszerűség ismertetése, kanyarodjunk vissza az elmúlt időnyre.

Az ECU és az aerodinamika közötti összefüggés

A 2011-es szezon egyik legmeghatározóbb technikai innovációja a kipufogóval fűjt diffúzorok alkalmazása volt, amely jelentős aerodinamikai előnyt jelentett a versenyautóra ható aerodinamikai leszorító erő tekintetében. A kipufogóból kilépő forró égéstermék a versenyautó padlólemeze, illetve diffúzora alá vezették, és a meleg levegő aerodinamikai tulajdonságaiból adódóan fokozni tudták az autóra ható leszorító erő nagyságát. Mivel az FIA a 2012-es évtől kezdődően betiltotta, hogy a

motorvezérléssel befolyásolt égéstermék-áramlást a padlólemez aerodinamikai hatékonyságának növelésére felhasználják, a csapatok számára az egyik legnagyobb kihívást az jelenti az idei szezonban, hogy miként oldják meg a fentiekben említett korlátozásból eredő leszorító erőhiány pótlását.

Az új technikai direktíváknak megfelelően a kipufogó végződését legalább 200mm-rel a padlólemez felett kell kialakítani, és a hátsó légterelő szárny irányába mutató utolsó, kör keresztmetszetű 100mm-es szakasznak is a jól meghatározott tartományon belül kell lennie. A szabályoknak megfelelően a kipufogórendszer végződése irányulhat a hátsó légterelő szárny fűprofiljára, a fűprofil alatt lévő rúdszárnyra, vagy akár a hátsó kerék belső oldalán lévő légbeömlőre, valamint az ott kialakított légterelő lemezekre.

Karcsúbb oldaldobozok és periszkóp kipufogók megjelenése 2012-ben

Mindamellett, hogy az FIA szigorításából adódóan nem lehet többé alkalmazni az F1-ben a kipufogóval fűjt diffúzorokat, a versenyautó karosszériája felé magasodó, periszkóp kialakítású kipufogórendszerek bizonyos tekintetben továbbra is szerepet játszanak az autó aerodinamikai karakterisztikájával kapcsolatban.

A kipufogórendszerre vonatkozó új előírások következtében elmondhatjuk, hogy a 2011-es évben alkalmazott rendszerek jelentősen leegyszerősödtek. Miután a padlólemez felső síkjáig húzódó, és ezzel együtt az elvezetett gázok alkalmazása tiltólistára került, az új kialakítású kipufogók végződése egy jóval kisebb, és igencsak egzakt módon meghatározott területre került. Ennek megfelelően a korábbi évben látott megoldásokkal ellentétben egy rövidebb, és kevésbé bonyolult szerkezeti kialakítású rendszerek alkalmazására került sor a csapatok részéről a 2012-es idényre tervezett konstrukciókba, amely egyúttal azt is jelenti, hogy a csapatok egymáshoz képest jóval kisebb mértékben térnek el a kipufogók megjelenését illetően.

A technikai szabályzat szerint a versenyautó mindkét oldalán egy-egy kipufogó-végződés a megengedett (ez természetesen a korábbi években is így volt). A versenyautó hosszanti szimmetriatengelyétől 200mm-re húzódó 300mm széles, 700mm hosszú (a hátsó tengelytől mért 500...1.200mm-es tartományban) és 350mm magas (az autó alatt lévő referencialemez feletti 250...600mm-es tartományban) képzeletbeli doboz által meghatározott területen kell elhelyezni a kipufogórendszer végződését, amelynek az utolsó 100mm-es szakaszának egyenes vonalvezetéssel és kör keresztmetszettel kell rendelkeznie. A kipufogó végződésével kapcsolatos további kritérium, hogy a versenyautó szimmetriatengelye és a kipufogó végződése által bezárt szög nem haladhatja meg a 10°-os értéket, míg az utolsó 100mm-es szakasznak a vízszinteshez képest 10...30° között kell lennie.



A sorok olvasása közben a Kedves Olvasóban joggal merülhet fel a kérdés: „Akkor most a mezőny összes résztvevője teljesen megegyez? kipufogórendszert kénytelen készíteni?” Amennyiben a hangsúlyt a „teljesen” szóra helyezzük, akkor a kérdésre a nemleges válasz a megfelelő. Mindamellet, hogy a már ismert konstrukciókon is fellelhet?ek kisebb-nagyobb eltérések, a Formula-1-ben tevékenyked? mérnökök kiirthatatlan találékonysága révén folyamatosan keresik a javítási, és fejlesztési lehet?ségeket, hogy akárcsak egy apró különbséggel is, de hatékonyabb és jobb teljesítmény elérését lehet?vé tev? m?szaki megoldással rukkoljanak el? a riválisok bánatára.

Visszatérve a 2012-es versenyautók megjelenésére, az új rendszer? kipufogók következtében jelent?sen át kellett tervezni az autók hátsó felépítményét is. Mindamellet, hogy a diffúzorok sem maradhattak érintetlenül, az oldalsó kocsiszekrény elüls? részének aláhajló vonalvezetésével a padlólemez felett kialakított légsatorna kiegészülve a sebességváltó közvetlen közelében kialakított burkolati elemek karcsúsított kivitelével, igencsak tiszta áramlásképet hoz létre, segítve ezzel a versenyautó hátsó részének menetstabilitását. Az igazán hatékony aerodinamikai jellemz?k biztosításához, és a megfelelő aerodinamikai egyensúlyhoz azonban figyelembe kell venni az új kipufogórendszerek m?ködését, és annak háttérében álló aerodinamikai törvényszer?ségeket, mint például a Coanda-effektust.

A Coanda-effektus érvényesülése a kipufogók tekintetében

Ahogy az a fentiekben is említésre került, a 2012-es évben bevezetett technikai szabályok értelmében kialakításra kerül? kipufogórendszerekkel a hátsó légterel? szárny, a padlólemez, vagy akár a hátsó fékeknél lév? légbeöml?k és a hátsó tengelyre ható aerodinamikai leszorító er? növelésére létrehozott légterel? elemek befúvása valósulhat meg. A forró égéstermék aerodinamikai leszorító er? fokozására történ? felhasználásához egyes csapatok (mint például a Red Bull Racing és a Sauber F1 Team) olyan oldaldobozzal látták el az autókat, amelyek a kipufogógázokat a karosszéria felülete mentén (Coanda-effektus) elvezetik a padlólemez irányába, amely a diffúzor középs? légkamrája mellett kilépve fejt ki hatását a menetstabilitás és a leszorító er? tekintetében.

De mi is ez a Coanda-effektus? Az 1970-es években a világ számos országában foglalkoztak a rövid fel- és leszálló (STOL = Short Take off and Landing) tulajdonságokkal rendelkező repülőgépek kifejlesztésével, amelynek segítségével a kisebb fel- és leszálló sebesség miatt rövidebb kifutópályát

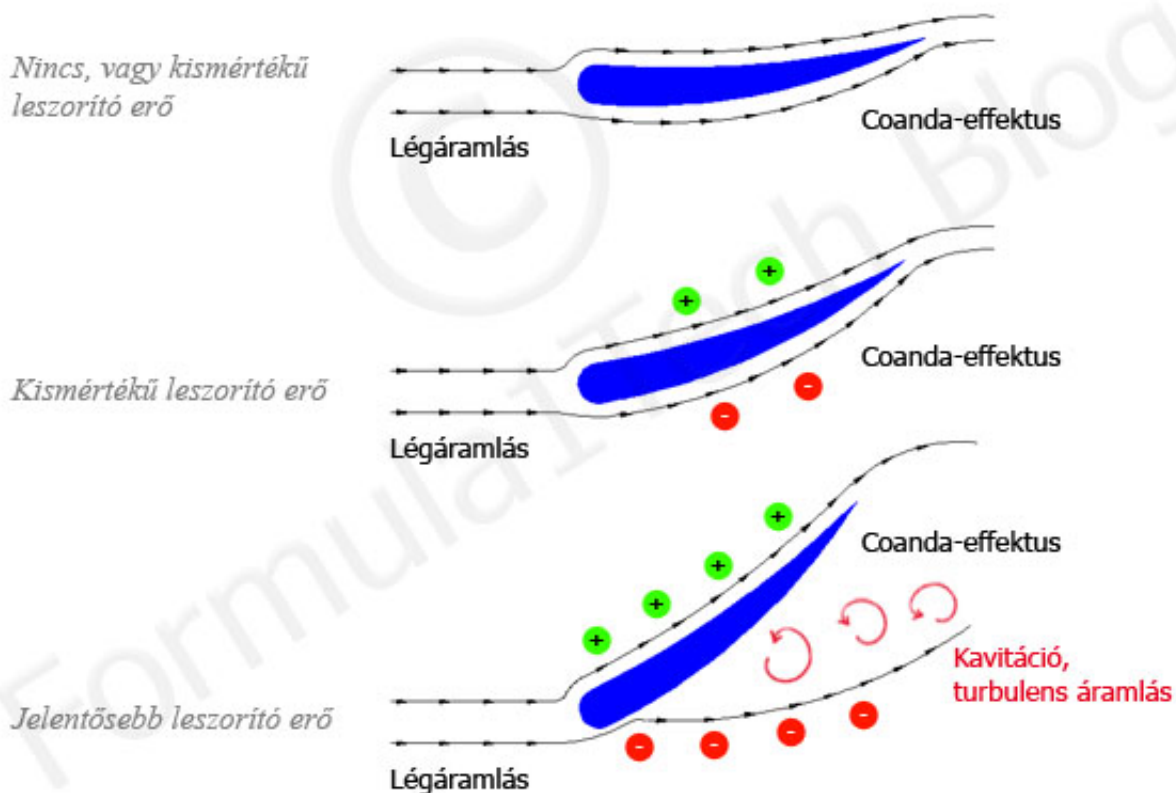
tartalmazó repülőtérre is üzemeltethető gépeket próbáltak megépíteni. A korábban sokkal inkább csak kisebb légcsaváros repülőgép-típusok gyártása után akkoriban kezdtek hozzá a nagyobb teljesítményű, gázturbinás szállítógépekkel való kísérletekhez, melynek kapcsán nyert teret a jelenlegi Formula-1-ben is hasznosított aerodinamikai hatás.

A Coanda-effektus egy román repülőmérnök Henri Coanda (1885–1972) nevéhez fűződik, aki 1910-ben egy olyan repülőgépet épített, amelyet egy csőben forgó, több ágú légcsvavar mozgatott. Az Angliában tevékenykedő szakember az aerodinamikai kísérletei során rájött, hogy az áramló levegő követi a tengelyével párhuzamos felület elhajlását. A későbbiekben róla elnevezett elv alkalmazásával a repülőgép szárnya körül kialakuló áramlásviszonyok minősége javult, és a turbulenciáktól mentes áramlásleválások következtében sikerült megnövelnie a repülőgép szárnyfelületén keletkező felhajtóerő nagyságát is.

Tulajdonképpen ez a fajta hatás jelentkezik az ideiglenesen megjelent kipufogórendszerek bizonyos részénél is, mint például a McLaren Mercedes MP4-27-es, a Sauber Ferrari C31-es és a Ferrari F2012-es konstrukciók esetében. A kipufogórendszerből kiáramló forró égéstermék nagyobb része a fentiekben ismertetett Coanda-effektusnak köszönhetően végig követi az oldalsó kocsiszekrény felületének kialakítását, és a hátrafelé szökül, valamint a padlólemez irányába lejtő vonalvezetésnek köszönhetően a meleg levegő a hátsó felfüggesztés irányába továbbhaladva kilép az autó mögé.

Az oldaldoboz hátsó részét takaró felület felszínét a meleg levegő követi egy bizonyos pontig, majd azt követően áramlásleválás figyelhető meg. A karosszériára ráhajló levegő görbült áramvonalai miatt megnövekedik a nyomáskülönbség a burkolati elemtől távolabb levő ponthoz képest, és az így kialakuló nyomáskülönbség hatására, az autó karosszériájára, vagy éppen a padlólemezére ható aerodinamikai leszorító erő jön létre.

A Coanda-effektus által kifejtett aerodinamikai hatás annál jelentősebb, minél nagyobb a versenyautó sebessége, és nem utolsósorban annak a felületnek, vagy felületeknek a nagysága, amelyen az érintett légáramlatok végighaladnak. Egy Formula-1-es autó esetében természetesen ennek korlátot szabnak a technikai szabályok (a karosszéria görbületi sugara, magassági adatok, stb), így ezeket a tényezőket nem lehet a végtelenségig kihasználni.



A Coanda-effektus jelenléte a légterelő szárnyak esetében

A 2012-es évben bevezetett új technikai szabályrendszernek köszönhetően megjelent kipufogórendszerekkel nemcsak a padlólemez, vagy akár a hátsó fékbeömlőknél kialakított légterelő elemek irányába terelt meleg levegővel lehet aerodinamikai leszorító erőt nyerni, hiszen hasonló hatás jelentkezik a hátsó légterelő szárnyak befűvése kapcsán is.

A légterelő szárnyakkal elállítható aerodinamikai leszorító erő nagysága függ az áramló levegő és a szárnyprofil kialakítása, valamint az alkalmazott szárnyprofil áramló közeggel szembeni úgynevezett állásszögétől is. Ettől az állásszögtől függően pedig a Coanda-effektus által kialakuló áramlásviszonyok eredményeként létrejövő nyomáskülönbség hatására lehet a szárnyprofil felett nagyobb nyomást biztosítani.

De hogyan is működik ez a gyakorlatban? Abban az esetben, ha a légterelő szárny szelvényhúrjával nagyjából párhuzamosan érkező légáramlatokról van szó – vagyis hozzávetőlegesen vízszintes beállítású szárnyprofilról beszélünk -, akkor a szárnyprofil alatt- és felett elhaladó levegő közötti nyomás szinte kiegyenlítődik, vagyis nem jelentkezik jelentős mértékű leszorító erő.

A szárny állásszögének növelése, vagyis kisebb mértékű meredeksége esetén a szárnyprofil felett elhaladó légáramlatok kisebb szögben érkeznek meg a leszorító erő elállításában szerepet játszó felületre, míg a kisebb nyomást kifejtő, a szárny alsó felülete mentén elhaladó, Coanda-effektus szerint a felületet szinte mindvégig követő levegő kisebb nyomása alakul ki. A szárnyprofil felett- és alatt elhaladó

légáramlatok nyomáskülönbségének köszönhetően az ilyen beállítás hatására növekszik a szárny által kifejtett aerodinamikai leszorító erő nagysága, vagyis a versenyautó tapadása is jobb lesz.

Végül, de nem utolsó sorban pedig egy drasztikusabb meredekséggel rendelkező szárnyprofil esetén, ahol a szárny szelvényhúrjára az előbbivel ellentétben jóval kisebb szögben érkeznek a légáramlatok, a pozitív nyomást kifejtő levegő a szárny kilépő élénél kisebb örvénylést idéz elő. Ezzel szemben viszont a szárnyprofil alatt áthaladó levegő a Coanda-effektusnak megfelelően csak nagyon rövid úton követi a profil felületét, majd alacsonyabb nyomású teret kialakítva leválik a szárny felületéről, és a fellépő kavitáció hatására a sebessége lelassul. Az ilyen szárnybeállítás esetén a szárnyprofil felett- és alatt elhaladó levegő között kialakuló nyomáskülönbség jóval nagyobb lesz, amely egyúttal jelentősebb mértékű aerodinamikai leszorító erőt eredményez.

Látható tehát, hogy az áramlástani törvényszerűségek alapos ismerete elengedhetetlen a Formula-1-es csapatoknál dolgozó aerodinamikai szakemberek számára, hiszen hiába egy erő és megfelelő nyomatékviszonyokkal rendelkező motor, és hiába a jó áttételi arányokkal rendelkező erőátviteli rendszer, ha a motorerő aszfalra történő megfelelő továbbításához szükséges aerodinamikai jellemzők nem lennének biztosítva.

Rating: 4.1/5 (7 votes cast)

Rating: +1 (from 1 vote)

PDF generated by Kalin's PDF Creation Station