



Kipufogórendszer-hangolás

Valamikor réges-régen a MAMI Csapata rendszeresen szórakoztatta az értő, Nagyérdemű Közönséget mindenféle motoros csacskaságokkal, „de már elmúlt”. Igen, telt s múlt laza hat év, de nem tétlenkedtünk: versenycsapatot építettünk, saját versenysorozatot teremtettünk MAMI Kupa néven, és még egy versenyszerelő-képzés (MAMI VIP) fölépítése is belefért. Ezek tapasztalatait fogjuk az elkövetkezendő hónapokban megosztani Önökkel. Fogadják szeretettel és vitázzanak velünk!



MÁTHÉ ISTVÁN

Elsőként a négyütemű motorok kipufogórendszereinek méretezésével, hangolásával foglalkozunk. Előre jelezzük, hogy jelenleg is kutatott területről vagyunk szó, így a konkrétumok mellett lesznek olyan szempontok, ahol csak a további fejlesztések irányát fogjuk tudni meghatározni.

A kétütemű motorok kipufogórendszereinek működését, méretezését megfelelő mélységben tárgyalja a szakirodalom, s e hasábon is közöltünk már e témával foglalkozó cikket. Éppen ezért terjedelmi okokból az ott leírt alapismereteket most nem ismétljük meg.

NÉGYÜTEMŰ KIPUFOGÓRENDSZEREK FELADATA

Négyütemű motornál a henger füstgázmentesítésének feladatát ellátja a dugattyú, éppen ezért a kipufogórendszer jóval kisebb hatást gyakorol a töltetserére, mint kétütemű társainál. Természetesen itt is alapvető szempont a töltetseré időzítése, és a külső jelleggörbék jellemző fordulatszámai. Példának okáért vegyünk egy 2009-es évjáratú Honda CBR 600RR sportmotort, s ennek BODIS gyártmányú, Moto2 kategóriájú kipufogórendszerét.

MŰKÖDÉSE

A munka azzal kezdődött, hogy feltűrtük a szakirodalmat, de nem találtunk olyan publikációt, ami az általánosságokon túl konkrétumokat tartalmazott volna a négyütemű kipufogórendszerek működésére, méretezésének menetére nézvést.

Vettük magunknak a bátorságot, és megpróbáltuk a kétütemű kipufogóknál megismerteket adaptálni a



Könyökdifúzor

négyütemű rendszerekre. 13 motort, a hozzájuk tartozó különböző típusú kipufogórendszerek adatait és a munkahipotézist összegezve, meglepő módon egy szép, kerek koncepció kezd testet ölteni.

A rendszeren hat keresztmetszet-változást találunk, melyek mindegyike diffúzorként működik. Ennek lényege, hogy az áramlás irányi keresztmetszet-növekedés Bernoulli-törvénye értelmében nyomásnövekedést okoz. Igen ám, de honnét kerülnek elő az ehhez szükséges gázrészecskék? Hát, természetesen a diffúzor előtti csőszakaszból. Tehát a diffúzor egy negatív nyomáshullámot indít az áramlás irányával szemben.

Miért is?

KÖNYÖKDIFFÚZOR

A könyökdifúzor olyan közel helyezkedik el a kipufogószelepekhez, hogy a negatív nyomáshullám már a dugattyú alsó holtponthoz visszakerül. Hogy miért?

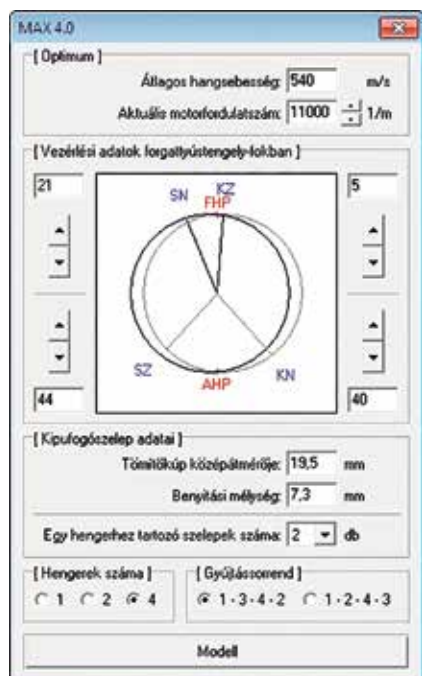
A dugattyú AHP-ből indulva elkezd kitolni a füstgázokat a hengerből, ám ez a gázmennyiség rugalmas, ezért



úgy viselkedik, mint egy dinosaurusz, aminek öt perc kell, hogy a feje észlelje, hogy belerúgtak a hátsó fertályába. Ám, ha a kipufogószelepnél le tudjuk csökkenteni a nyomást (a könyökdifúzor segédelmével), a teljes gázoszlopot tudjuk egyszerre megindítani a külső környezet irányába.

KÖZBENSŐ GYŰJTŐ

A közbenső gyűjtő első látásra konfúzonak, tehát keresztmetszet-csökkenésnek tűnik, ahonnan pozitív nyomáshullám verődne vissza, de ez csak a kóbor apácák megtévesztése.



Honda CBR600RR adatok

Ha némi empátiával a kipufogógáz helyébe képzeljük magunkat, akkor a fenti ábrán látható módon, egyértelműen keresztmetszet-növekedésként éljük meg az Y-on történő áthaladást, tehát innét is egy negatív nyomáshullámot indítunk vissza a szelep irányába. Ha ez a hullám a kipufogó nyitása után 180 °ft-ra érkezik meg a szelephez, akkor kettős, jótékony hatást érhetünk el. A saját hengeréhez visszaérkező negatív hullám tovább javítja a kipufogógáz kijutásának esélyét. Az Y másik szárában is visszarohanó hullám a 180 fokkal eléelt szomszédos hengerhez éppen a kipufogószelep nyitására érkezik meg, ezzel javítva a kiáramlás nyomásviszonyait.



Közbenső gyűjtő

FŐGYŰJTŐ

Ezek után a főgyűjtő működése már nem okozhat problémát. A negatív nyomáshullám FHP-ra érkezik vissza, ezzel javítva a szelepösszenyitás ideje alatti égéstér-átöblítést. Igen ám, de a főgyűjtőből a másik három hengerbe is megy negatív nyomáshullám! Vajon ezeknek milyen hatásuk lesz?



VÉGCSŐDIFFÚZOR1, VÉGCSŐDIFFÚZOR2, KILÉPŐSZELVÉNY

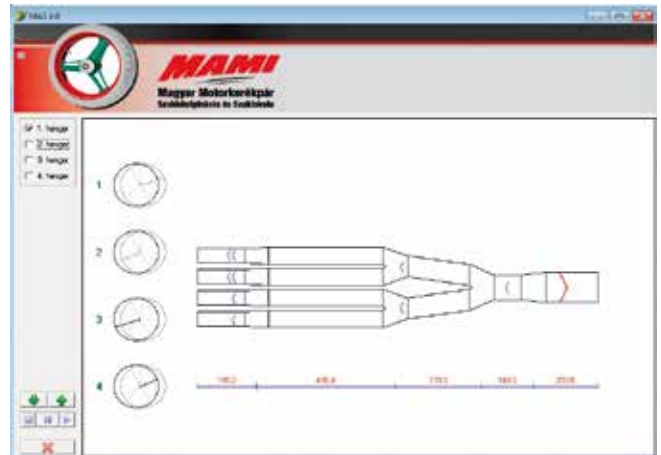
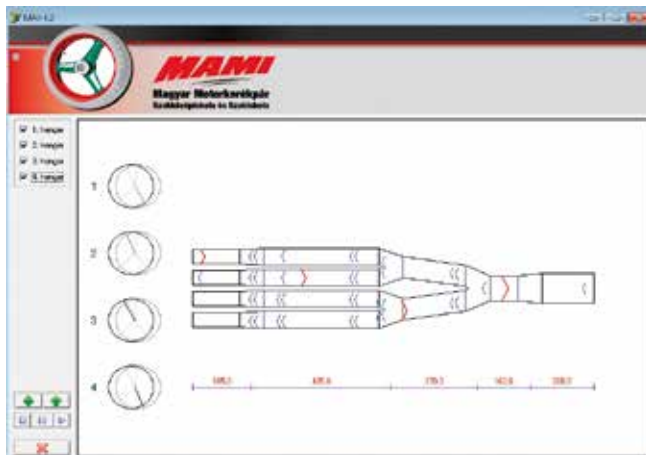
Hogy tovább fokozzuk a drámai feszültséget, a fenti három helyről is mind a négy hengerhez indulnak vissza nyomáshullámok, amelyek hatásáról egyelőre fogalmunk sincs.

K+F

Nem szokásunk félúton megállni, ezért Raub Attila programozó barátunkkal belefogtunk egy szimulációs és tervezőprogram-fejlesztésbe, ami a keresztségben a MAMIKi nevet kapta. A bemenő adatokat tartalmazó felületet már megismertük, bár cseles módon az első ábrának álcáztuk.



Főgyűjtő



Látható, hogy szükséges:

- az n_{Mmax} ,
- az 1 mm-hez tartozó vezérlési adatok,
- a maximális szelepnitítás,
- a kipufogószelep(ek) tömítőkúp-átmérője,
- és a hengerszám megadása.

Ezek ismeretében a program kiszámítja:

- a kipufogórendszer jellemző hosszait,
- az egyes szakaszok belső átmérőit (fejlesztés alatt),
- animálja a nyomáshullámok terjedését a kipufogórendszerben,
- a hengerek „kikapcsolhatóságával” lehetőséget biztosít az őskáosz gubancolására.

Jelenleg az átmérők meghatározása, valamint a nyomáshullámok interferenciáinak értelmezése, feltöltésre

gyakorolt összetett hatásuk elemzése lenne soron.

Amennyiben a szakképző intézmények számára ismételt lesz lehetőség bármiféle fejlesztési forrás igénybevételére, folytatjuk a programot. Javasolt szakdolgozati vagy PhD-téma!

A PISZKOS ANYAGIAK

Mielőtt még bárki félreértené, a kipufogórendszerek anyagáról kell még néhány szót ejtenünk.

A CBR 600RR széria kipufogórendszere hangtompítóval együtt 7,3 kg, ráadásul ennek túlnyomó részét a nyereg alatt elhelyezett hangtompító teszi ki. A BÓDIS-féle Moto2-es rendszerrel csak 3,5 kg! Természetesen ez csak úgy volt megvalósítható,

hogy teljes egészében Ti-ötvözetből készült.

Következmények:

- nem elhanyagolható pénztárca-zsugorodás,
- a jármű súlypontja alacsonyabbra kerül,
- egyenletesebb tengelyterhelés, korlátozott élettartam.

Ez utóbbi kitétel meglepő módon nem a motorkerékpárra, hanem a kipufogórendszerre vonatkozik.

Előbbi futásteljesítményét a 3–5 kW körüli teljesítménynövekedés érdekében nem befolyásolja, ám a titán, mint a könnyűfémek általában, nem rendelkezik egzakt kifáradási határral. Ennek következtében a folyamatos vibráció miatt az ilyen rendszerek egy idő után hajlamosak a repedésre, törésre. Látunk már a célegyenesben 200 km/h fölötti tempóval repülő kipufogódobot. Nem szokott jót jelenteni!

Éppen ezért az ilyen, versenycélokra fejlesztett kipufogórendszereket a gyártó által megadott üzemi idő elteltével illik cserélni. Az ominózus üzemi idő általában 1,5–2 versenyidénynek felel meg.

Motoros üdvözlettel várjuk véleményüket a MAMI Facebook-oldalára! Facebook/Magyar Motorkerékpár Szakközépiskola és Szakiskola ■

