

MOTORKERÉKPÁR- SZERELŐ

MESTERVIZSGÁRA

FELKÉSZÍTŐ JEGYZET

Budapest, 2014

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFECTETÉS A JÖVŐBE

Szerzők:
Lévay Károly
Máthé István

Lektorálta:
Dr. Lakatos István

Kiadja:
Magyar Kereskedelmi és Iparkamara

**A tananyag kidolgozása a TÁMOP-2.3.4.B-13/1-2013-0001 számú,
„Dolgozva tanulj!” című projekt keretében, az Európai Unió Európai
Szociális Alapjának támogatásával valósult meg.**

**A jegyzet kizárólag a TÁMOP-2.3.4.B-13/1-2013-0001 „Dolgozva tanulj” projekt
keretében szervezett mesterképzésen résztvevő személyek részére, kizárólag a
projekt keretében és annak befejezéséig sokszorosítható.**

TARTALOMJEGYZÉK

Előszó	6
1 Fizikai alapfogalmak	7
1.1 Áramlástan alapismeretek (Bernoulli-egyenlet és gyakorlati alkalmazása) ...	7
1.1.1 Kétütemű motorok kipufogócsövének működése	7
1.2 Lengéstan alapismeretek	8
1.2.1 Elemi lengőrendszer	8
1.2.2 Szinuszos vagy harmonikus lengések	8
1.2.3 Sajátfrekvencia	9
1.2.4 Rezonancia	9
1.2.5 Szívó- és kipufogórendszer lengései	10
2 Kétütemű Otto-motor	10
2.1 Dinamikus működés	10
2.2 Szívó oldali vezérlés kialakítása	12
2.2.1 Forgótárcsa vezérlés	12
2.2.2 Membránvezérlés	12
2.3 Átömlő csatornák kialakítása	13
2.4 Kipufogó csatornák kialakítása	14
2.5 Égéstér kialakítása	14
2.6 Szívórendszer méretezése	15
2.6.1 Karburátor torokátmérőjének méretezése	15
2.6.2 Szívótölcsér kialakítása	15
2.6.3 YEIS	16
2.7 Kipufogórendszer méretezése	17
2.7.1 Könyökcső (leömlőcső) méreteinek meghatározása	17
2.7.2 Diffúzor méreteinek meghatározása	18
2.7.3 Konfúzor méreteinek meghatározása	18
2.7.4 Végcső méreteinek meghatározása	18
2.8 Speciális kipufogó rendszerek	19
3 Négyütemű Otto-motor	19
3.1 Dinamikus működés	19
3.2 Különleges vezérmű-hajtások	21
3.2.1 Fogaskerék hajtás	21
3.2.2 Vegyes hajtás	21
3.3 Hengerfej kialakítása	22
3.3.1 Szívótölcsér kialakítása	23
3.3.2 Változó szívócső	23
3.3.3 Motorkerékpárok nyomott-levegős rendszerei	24
3.4 Kipufogó rendszerek	25
3.5 Speciális kipufogó rendszerek	26
3.5.1 EXUP szelep	26
3.5.2 Hangtompító szelep	27
3.5.3 PAIR szelep	27
4 Forgattyús hajtómű mozgásviszonyai:	28
4.1 Egyhengeres motor tömegkiegyenlítése	29
4.2 Többhengeres motorok tömegkiegyenlítése	30
5 Tüzelőanyag ellátás	31

5.1	Karburátorok beállítása	31
5.1.1	Benzinszint beállítása.....	31
5.1.2	Alapjárat beállítása.....	32
5.1.3	Főfűvőka rendszer beállítása.....	32
5.1.4	Szinkronnizálás	32
5.2	Benzinbefecskendező rendszerek.....	33
5.2.1	Szekunder fojtószelep	34
5.2.2	Kétfokozatú befecskendező-szelep	34
5.2.3	E-Gas.....	35
5.2.4	Lambda szabályzás.....	35
5.3	Befecskendező-rendszerek beállítása	36
5.3.1	Gyári ECU programozása	36
5.3.2	Korrektív jel módosítása	36
5.3.3	Kivezérelt jel módosítása	36
6	Gyújtásrendszerek	37
6.1	Az előgyújtás problémája	37
6.1.1	A szikraszám problémája	38
7	Erőátviteli szerkezetek	39
7.1	Tengelykapcsoló számítási feladatok	39
7.2	Csúszókuplung szerkezetek.....	40
7.3	Váltóáttételek számítása	40
8	Futóművek	43
8.1	Első teleszkópszárak felépítése	43
8.1.1	Cartidge fajták.....	44
8.1.2	Különleges első lengéscsillapító rendszerek felépítése	45
8.1.3	Verseny futómű egységek felépítése.....	46
8.1.4	Első futómű beállításai.....	46
8.2	Hátsó rugóstagok és himbarendszerek felépítése	50
8.2.1	Különleges hátsó lengéscsillapító rendszerek felépítése	51
8.2.2	Hátsó futómű beállításai.....	51
8.2.3	Quad futóművek felépítése	54
9	Fékszerkezetek felépítése.....	61
9.1.1	Fékbetétek kopásának egyenletessé tétele.....	63
9.2	Verseny féktárcsák-betétek kiválasztása	64
9.2.1	Szénszálas fékbetétek és -tárcsák:.....	64
9.3	Blokkolásgátló-rendszerek felépítése	65
9.3.1	Elektronikus vezérlésű kombinált ABS (eCBS).....	67
10	Vázak, idomok, kiegészítők	69
11	Diagnosztika.....	69
11.1	Soros- párhuzamos diagnosztikai megoldások	69
11.2	OBd vizsgálati megoldások, gyári és univerzális eszközök összehasonlítása	70
12	Elektromos hálózatok.....	70
12.1	Utólagos elektromos berendezések beépítési lehetőségei.....	70
13	Töltésrendszerek	72
13.1	Különleges akkumulátorok.....	72
13.2	A generátor részeinek ismerete.....	74

14	Indítórendszerek	75
14.1	Indítómotorok részeinek ismerete	75
14.2	Motorindítást engedélyező/letiltó áramkörök	75
15	Motordiagnosztika.....	77
15.1	Sűrítési végnyomás elve, a mérés hibalehetőségei	77
15.2	Hengerteljesítmény különbség mérés elve, a mérés hibalehetőségei	78
15.3	Nyomásveszteség mérés elve, a mérés hibalehetőségei	78
15.3.1	A mérés menete	79
15.3.2	Kiértékelés	81
15.4	Endoszkópos vizsgálatok elve	83
15.5	Szívócső diagnosztikai vizsgálatok	84
15.5.1	A mérés menete	84
15.6	Számítógépes diagnosztikai berendezések	87
15.7	Teljesítménymérés mérési elvei, mérési eredmények értékelése és összehasonlíthatósága.....	90
15.8	Elektronikus futómű vizsgáló berendezések (telemetry) működése	91
15.9	Váltóelektronikák működése	93
15.10	Programozható fékrendszerek	94
15.11	Kipörgés-gátlók, egykerekezés-gátlók működése	95
	Zárszó	96
	Felhasznált irodalom	98

Előszó

Tisztelt Olvasó! Kedves Kolléga!

Egy különleges szakma szakkönyvét tartod a kezvedben. Különleges, mert a közlekedési szakmák technológiájának csúcsát képviseli, s különleges azért is, mert az elmúlt 19 évben Magyarország nagyhatalommá küzdötte fel magát a motorkerékpár-szerelők képzésében. Mindezekkel nem mondtunk Neked újdonságot, hiszen Te is e terület megbecsült szakembere vagy.

Újdonság viszont, hogy e könyv fejezetei tartalmazzák mindazokat a technológiai újdonságokat, fejlesztéseket, amik a legutóbbi néhány évben alapvetően formálták át a motorkerékpár-technikát is.

Hogy miért ilyen szűkszavúan? A válasz igen egyszerű: ennyi helyet kaptunk!

Amennyiben egy-egy téma fölkelte az érdeklődésedet, keress minket bátran! Szívesen adunk bővebb tájékoztatást, vagy mutatjuk meg, hol találhatsz további információkat.

A jegyzetben található ábrák és fényképek a MAMI Szakközépiskola diákjainak készült TUDÁSTÁR-ból kerültek beemelésre (www.mami.hu).

Motoros üdvözlettel kívánnak jó munkát a Szerzők!

1 Fizikai alapfogalmak

1.1 Áramlástan alapismeretek (Bernoulli-egyenlet és gyakorlati alkalmazása)

A különböző közegek áramoltatásához energiára van szükség. Ahhoz, hogy mozgásba jöjjenek, ezt az energiát közölnünk kell velük, például szivattyúzással. Bernoulli szerint ez az energiameennyiség a közeg mozgása során állandó marad (az áramlási veszteségek csökkentik), csak a megjelenési formája változik.

Bernoulli-egyenlet:

$$\frac{P}{R \cdot g} + \frac{v^2}{2g} + h = \text{konstans}$$

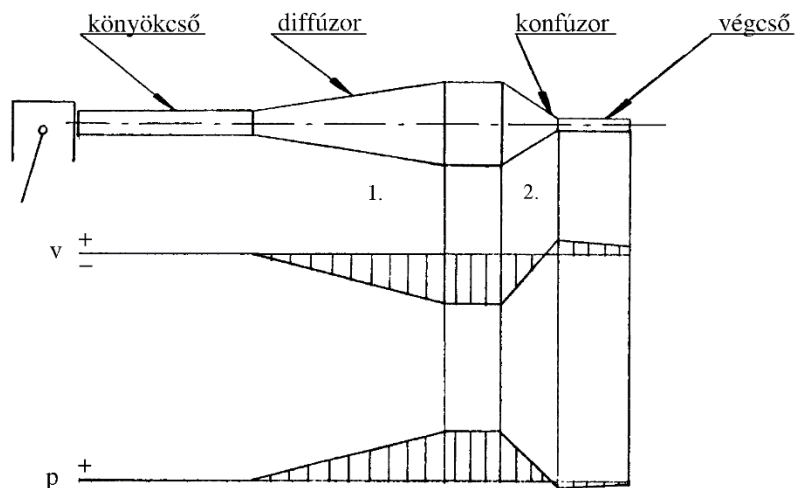
ahol:

$$\frac{P}{R \cdot g} = \text{nyomási energia a közeg 1 súlyegységére vonatkoztatva}$$

$$\frac{v^2}{2 \cdot g} = \text{mozgási energia a közeg 1 súlyegységére vonatkoztatva}$$

$$h = \text{helyzeti energia a közeg 1 súlyegységére vonatkoztatva}$$

1.1.1 Kétütemű motorok kipufogócsövének működése.



1. ábra

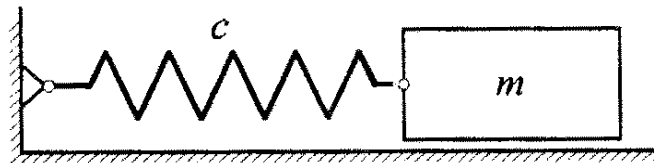
A gáz sebessége a diffúzorba lépve a keresztmetszet növekedése miatt lecsökken, nyomása megnő. Így az előbbieken leírt módon egy negatív nyomáshullám indul meg a henger felé, ami "kiszívja" onnét a kipufogógázokat és a nyitott átömlő csatornán keresztül feltölti a hengert friss keverékkel.

A konfúzorba érő gáz sebessége megnő, nyomása lecsökken, ami pozitív nyomáshullámot indít a henger felé. Ez megakadályozza a friss töltet eltávozását a kipufogó-csatornán keresztül, illetve a túlöblített gázokat visszanyomja a hengerbe.

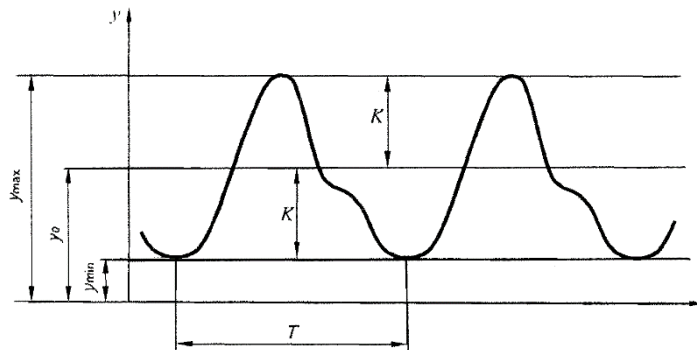
1.2 Lengéstan alapfogalmak

1.2.1 Elemi lengőrendszer

Lengés alatt valamely középső helyzetből kiinduló, többé-kevésbé szabályos ütemű, ellentétes irányban bekövetkező kitéréseket értünk. A következőkben a legegyszerűbb lengő-rendszerekkel foglalkozunk, melyeken egy "m" tömeget és a hozzá kapcsolódó "c" rugóállandójú rugót értjük.



2. ábra



3. ábra

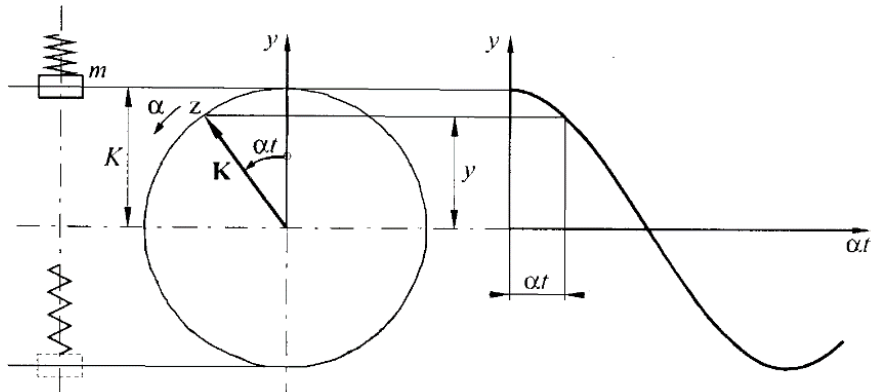
A frekvenciát és a periódusidőt a lengés üteme határozza meg, a lengés erősségére pedig az amplitúdó (K) jellemző. Ez a T idő alatt lefutó lengés teljes kitérésének a fele. T = periódusidő, amely megadja, hogy a lengőrendszer mennyi idő alatt tesz meg egy teljes periódusú lengést [s].

$$f = \frac{1}{T}$$

frekvencia, amely megmutatja, hogy a lengőrendszer egy másodperc alatt mennyi lengést végez [1/s].

1.2.2 Szinuszos vagy harmonikus lengések

A szinuszos lengéseket harmonikus lengéseknek nevezik. Az olyan lengéseket, ahol sem energia betáplálás, sem energia elvétel nincs, saját lengéseknek nevezzük. A lengőrendszeren belül állandó energiacsere megy végbe a helyzeti és a mozgási energiák között.



4. ábra

Az előzőekben tárgyalt lengőrendszer egy “m” tömegből és az ehhez kapcsolódó “c” rugóállandójú rugóból áll. Mit jelent a rugóállandó?

A rugó megnyúlásához vagy összenyomódásához szükséges F erő:

$$F = \frac{y}{c} [N]$$

Ahol:

y = a rugó végpontjának elmozdulása [mm]

c = rugóállandó, amely az 1 N nagyságú erő által okozott tömegelmozdulást jelenti.

1.2.3 Sajátfrekvencia

A sajátfrekvencia egy minden testre jellemző lengési frekvencia. Meghatározói: az adott test tömege, geometriája, anyaga, hőmérséklete.

A tömegen kívül felsorolt jellemzőket a rugóállandó meghatározásakor vesszük figyelembe. A sajátfrekvencia számítási módja az eddig tárgyalt lengőrendszer esetén:

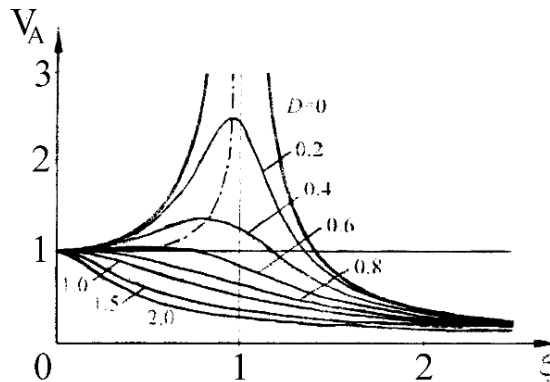
$$\alpha = \frac{1}{\sqrt{c \cdot m}} \left[\frac{1}{s} \right]$$

1.2.4 Rezonancia

Vannak bizonyos esetek, ahol az adott lengőrendszert “w” szögsebességgel gerjesztjük.

Ha a gerjesztés szögsebessége megegyezik a lengőrendszer sajátfrekvenciájának megfelelő szögsebességgel, akkor bekövetkezhethet a rezonancia jelensége. Ekkor a testre abban a pillanatban hat az azonos irányú kitérítő erő, amikor az saját tehetetlensége folytán egyébként is elmozdul a lengés középhelyzetéből, így a két hatás algebrailag összegződik.

Ennek következménye az amplitúdó minden határon túl történő növekedése, a rendszer szakadása, tönkremenetele.



5. ábra

$\xi = \frac{\alpha}{\omega}$ szögsebesség-hányados

V_A = amplitúdó nagyítási tényező

1.2.5 Szívó- és kipufogórendszer lengései

Az 1970-es évek közepe táján a mérnökök rájöttek arra, hogy a szívó- és kipufogórendszerben lévő gázok felfoghatók egyszerű lengőrendszerként is, hiszen van rugalmasságuk (rugóállandójuk) és tömegük is, tehát sajátfrekvenciájuk is van.

Ha e rendszereket célszerűen módosítjuk, akkor elérhetjük, hogy a sajátfrekvenciájuk megegyezzen a motor névleges frekvenciájával (fordulatszámával). Ekkor bekövetkezik az a tervezett rezonancia, aminek következtében a szívó- és kipufogórendszerben kialakult nyomáslengések amplitúdója jelentősen megnövekszik és így javítja a motor gázcsere folyamatait.

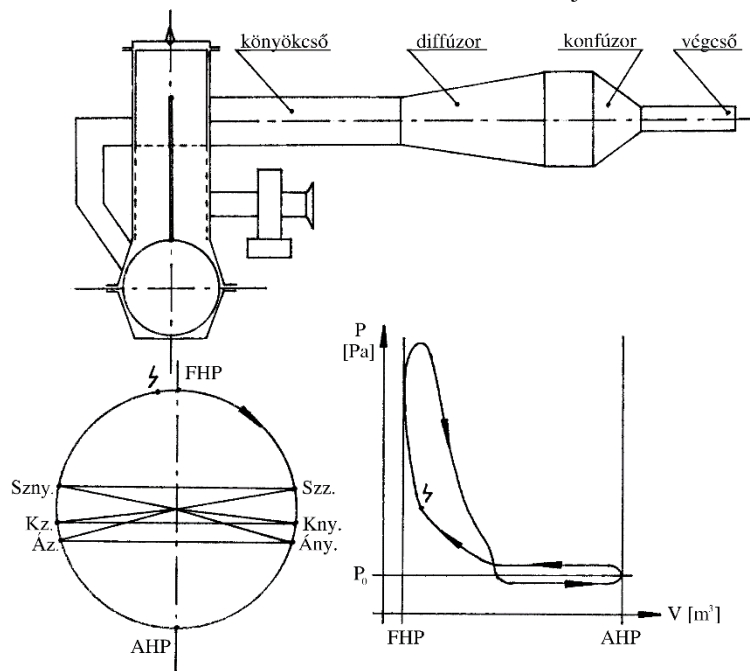
2 Kétütemű Otto-motor

2.1 Dinamikus működés

A dugattyú AHP-ből FHP irányába mozdulva megnöveli a forgattyúház térfogatát, így az abban lévő közeg nyomása a külső légköri nyomás alá csökken. A dugattyú alsó éle FHP előtt kb. 60-80 ft. fokkal nyitja a szívócsatornát. Mivel a szívórendszer sajátfrekvenciáját a motor névleges frekvenciájára hangoltuk, a rendszerben lévő gázok saját lengésük következtében beáramolnak a forgattyúházba. Ezt a folyamatot erősíti a forgattyúház és a külső környezet között kialakult nyomáskülönbség is, tehát egy igen intenzív áramlás jön létre.

A dugattyú eléri FHP-ot, majd AHP irányába mozdul, így csökkenti a forgattyúház térfogatát, de a friss gázok a nyitott szívócsatornán keresztül saját tehetetlenségük folytán még jelentős ideig befelé áramolnak a forgattyúházba. Túltöltik azt annak ellenére, hogy

a dugattyú alsó éle csak FHP után kb. 60-80 ft. fokkal zárja a szívócsatornát.



6. ábra

A dugattyú tovább mozdul AHP felé és lecsökkenti a forgattyúház térfogatát, így megnöveli az abban lévő gázok nyomását. Eközben a felső éle AHP előtt kb. 75-85 ft. fokkal nyitja a kipufogó-csatornát, ahonnan a nagynyomású gázok kiáramlása következtében pozitív nyomáshullám indul meg a kipufogócső vége irányába. A nagy nyomású és sebességű gáz a diffúzorba érve negatív nyomáshullámot indít a henger felé. Mivel a kipufogórendszer sajátfrekvenciáját hozzáhangoltuk a motor névleges frekvenciájához, a negatív nyomáshullám pontosan akkor ér vissza a hengerbe, amikor a dugattyú felső éle AHP előtt kb. 60-70 ft. fokkal nyitja az átömlőcsatornát. Az elősűrített friss töltet kitolja a kipufogó-csatornába az elégett gázokat és feltölti a hengert. Ezt a folyamatot erősíti a hengerbe visszaért negatív nyomáshullám is oly módon, hogy a hengerből “kiszívja” az elégett gázokat és egyúttal növeli a nyomáskülönbséget a forgattyúház és a henger között, így az utóbbi nyomása a külső légköri nyomás alá csökken.

A dugattyú AHP elérése után FHP irányába mozdulva, AHP után kb. 60-70 ft. fokkal zárja az átömlőcsatornát. Eközben természetesen a henger térfogata csökken, tehát a friss keverék egy részét kitolja a kipufogó-csatornába (öblítési veszteség). A kipufogógázok eközben elérték a konfúzort és egy pozitív nyomáshullámot indítottak el a henger felé. Ha a kipufogórendszert jól hangoltuk, akkor a nyomáshullám maximuma pont akkor ér a kipufogó-csatornához, amikor az AHP után kb. 75-85 ft. fokkal bezáródik. Ezzel azt érjük el, hogy visszatoljuk a hengerbe az öblítési veszteségként kiáramolt friss keveréket, így túltöltjük a hengert.

A dugattyú FHP irányába haladva tovább csökkenti a henger térfogatát és így összesűríti a benne lévő friss keveréket, melyet FHP előtt 0-5 ft. fokkal (a gyulladási késedelem, égési

sebesség miatt) a gyújtógyertya elektródái között megjelenő szikra begyújt. Ezzel megkezdődik a hengerben az égés, aminek következtében a hengerben uralkodó nyomás nagyságrendekkel megnő, ami a dugattyút AHP irányába kényszeríti. Innen a folyamat kezdődik előlről.

2.2 Szívó oldali vezérlés kialakítása

2.2.1 Forgótárcsa vezérlés

Lényege: fékpadai mérések során meghatározzák, hogy adott fordulatszám- és terheléstartományban FHP-hoz viszonyítva hol van a szívócsatorna ideális nyitási és zárási pontja. A kapott főtengely-helyzetek általában nem szimmetrikusak FHP-ra, ezért a szívócsatorna előtt a főtengelyre szerelve egy tárcsát forgatnak, amely a kísérletekkel meghatározott szög tartományban elzárja, majd megnyitja a friss keverék útját a forgattyúházba.

Ilyen motoroknál nincs különösebb gondunk, hiszen (a későbbiekben látható módon) a szívó- és kipufogórendszer sajátfrekvenciája széles tartományon belül megfelelő pontossággal hangolható és ehhez a vezérlési paramétereket is hozzá tudjuk igazítani.

Előnye: Igen rövid szívórendszer, ezért magas fordulatszámokon is alkalmazható, egyszerű kialakítású, üzembiztos.

Hátránya: Mivel nem képes igazodni a tényleges nyomásviszonyokhoz, csak igen szűk fordulatszám tartományban hatásos, a vezérlőtárcsa erősen kopik.

Speciálisan alkalmaztak membrános nyílású vezérlőtárcsákat is.

2.2.2 Membránvezérlés

Lényege: a szívócsőbe egy visszacsapó szelepként működő membránlapot építenek be. Ha a külső légköri nyomás nagyobb, mint a forgattyúház nyomása, akkor a membrán külső felületére nagyobb erő hat, mint a belsőre és így elemeli azt az ülékéről. Ezzel szabaddá válik a szívócsatorna teljes keresztmetszete és a tüzelőanyag-levegő keverék beáramlik a forgattyúházba.

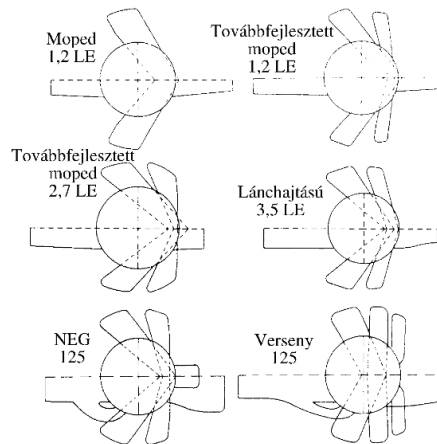
Ha a forgattyúházban magasabb a nyomás, mint a külső környezetben, akkor a fent leírt nyomóerő a membránt az ülésre szorítja és így megakadályozza a keverék visszaáramlását a szívócsőbe.

Előnye: képes lekövetni a forgattyúház tényleges nyomásváltozásait és így mindig igazodik a motor tényleges igényeihez, széles fordulatszám-tartományban hatásos.

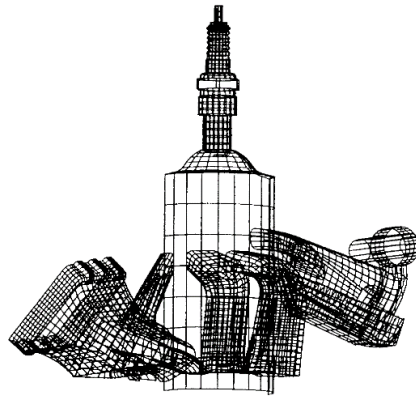
Hátránya: Viszonylag drága, dinamikai illesztése igen bonyolult. A szívó- és kipufogórendszer lengéseit itt is megfelelően tudjuk hangolni, de figyelembe kell veyük a membrán lengéstani viselkedését is.

A motor névleges fordulatszámát célszerű a membrán sajátfrekvenciájának megfelelő fordulatszámra tervezni, hiszen ekkor lesz a lap kitérése maximális és így biztosítható a motor legnagyobb effektív középnyomása.

2.3 Átömlő csatornák kialakítása



7. ábra



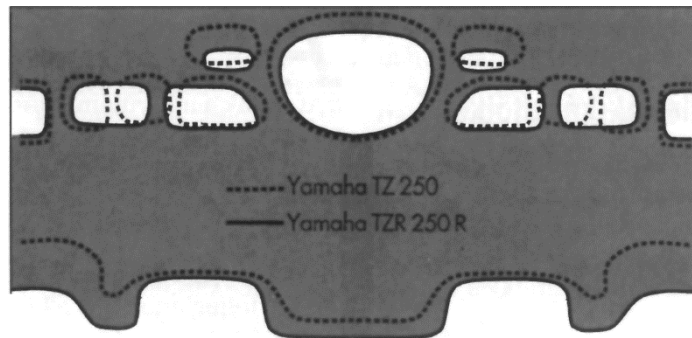
8. ábra

Az átömlő csatornákat elválasztó gátakat célszerű minél hosszabbra választani, mert így határozottabb irányultságot tudunk adni a töltetsugárnak. Ugyanezen gátak belépő részét nem készítik élesre, mert ez örvények leválását eredményezi, és ezzel rontja az áramlás hatásfokát.

Ügyelni kell arra, hogy a szükséges irányváltásokat a lehető legnagyobb sugarú íveken tehesse meg az áramló gázkeverék. A csatorna keresztmetszete az áramlás irányában folyamatosan és egyenletesen szűkülő legyen. Így a gáz sebessége a belépési sebességhez képest magasabb lesz és a munkatérbe érve sugárként távozik a csatornából, ami megfelelő munkatér öblítéshez vezet. Ha a henger vízszintes irányú (horizontális) metszetét vizsgáljuk, ügyelni kell, hogy a csatornák szimmetrikusan helyezkedjenek el. Ellenkező esetben a hengerfalnál egyesülő gázsugarak nem a hengerfej felé veszik útjukat, hanem intenzív turbulenciát okoznak. Így lehetetlenné válik a henger öblítése. A legkisebb fajlagos fogyasztást és a legnagyobb effektív középnyomást a kis csatornaszögű és csészeformájú alakú csatornával ellátott henger alkalmazásával tudták elérni. Az áramlási viszonyok módosítása lényegesen nem változtatja meg sem a legnagyobb effektív középnyomáshoz, sem pedig a legkisebb fajlagos fogyasztáshoz tartozó főtengely fordulatszámot. Tehát az áramlási viszonyok módosítása a motor rugalmassági

paramétereit nem változtatja meg. A tényleges nyomás és sebességviszonyok manuális számítása szinte lehetetlen, viszont számítógépes végeelem-analízis segítségével a gyakorlat igényeinek megfelelő pontossággal modellezhetők.

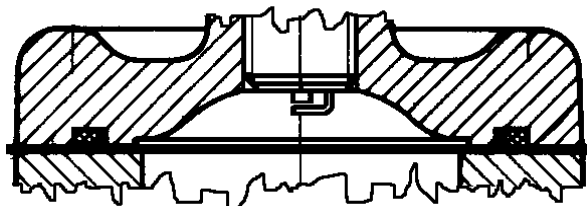
2.4 Kipufogó csatornák kialakítása



9. ábra

Az ábrán látható kiterített henger rajzán megfigyelhetjük, hogy az átömlő csatornák feletti eddig kihasználatlan hengerfal részen pótkipufogókat (kipufogófül) alkalmaznak ezzel is növelve a csatorna felületét. Ha pótkipufogót alkalmazunk, a kipufogófület 1–2 ft. fokkal később kell nyitni a főkipufogóhoz képest. Ennek indoka: a főkipufogó-csatornán a kipufogócsőbe került gáz sebessége jelentősen megnő és (Bernoulli egyenlete értelmében) nyomása lecsökken. Így a henger öblítés szempontjából eldugott oldalsó részéből is “ki tudjuk szívni” az elégett gázkeveréket.

2.5 Égéstér kialakítása



10. ábra

Amint az ábrán látható, a felületárnýékolt égéstérben is megtalálható a félgömb felület, de nem a dugattyú teljes területe fölött. Az égés lángfrontja itt is gömbhéj szerűen terjed a szikra környezetéből, de mivel sokkal rövidebb utat kell megtennie, nincs ideje annyira összesűríteni a véggázokat, hogy bekövetkezzen a kopogásos égés. Ha a lángfront végigfutott a főégéstéren, a préstér szűkülő keresztmetszete miatt sebessége jelentősen megnő, így az ott elhelyezkedő gázmolekulák sem képesek oly mértékben fölmelegedni, hogy kopogási göcöket alkossanak.

2.6 Szívórendszer méretezése

2.6.1 Karburátor torokátmérőjének méretezése

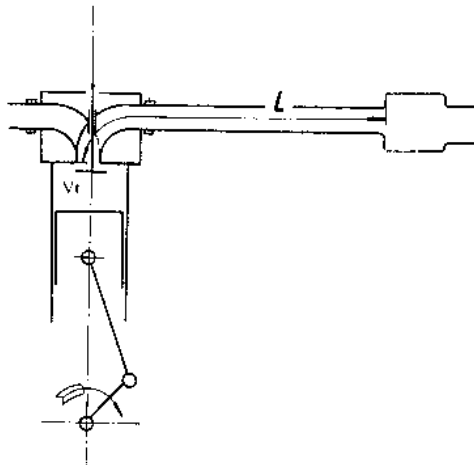
Abban az esetben, ha módunkban áll a szívónyílás méretét megváltoztatni, akkor a légtorok átmérőjét aszerint módosítsuk, hogy a torokban a maximális teljesítményhez tartozó fordulatszámom a levegő áramlási sebessége $v_{lev} = 45 - 60 \text{ m/s}$ közé essen. Kisebb áramlási sebességre méretezünk akkor, ha jól túlpörgethető erőforrás készítése a célunk (nagyobb torokátmérő), míg a jó középtartománybeli paramétereket a magasabb áramlási sebesség révén érhetjük el (kisebb torokátmérő).

A szívónyílás áramlásra merőleges felületét 10-15%-kal nagyobbra készítsük, hiszen a dugattyú szoknyájának élkiképzése miatt nem tudunk az áramlás szempontjából optimális kör keresztmetszetet készíteni.

2.6.2 Szívótölcsér kialakítása

A légtorok tölsér alakú. Ennek magyarázata az, hogy a szívócsőbe belépő gázmolekulák a saját tehetetlenségüknél fogva zavarják egymást a továbbhaladásban és így leszűkítik a tényleges áramlási keresztmetszetet. Ha a légtorok tölsér formájú, a részecskék nem kényszerülnek hirtelen irányváltásra és így a teljes keresztmetszetet ki tudják használni a friss töltet hengerbe juttatásához.

A motorok szívórendszere egy viszonylag kis keresztmetszetű csőből (szívócső) és egy nagy térfogatú tartályból (forgattyúház vagy henger) áll. Ez nem más, mint az úgynevezett Helmholtz-rezonátor.



11. ábra

Az ebben indukálódó gázlengések sajátfrekvenciáját viszonylag egyszerűen meghatározhatjuk, de sajnos a fenti számítási logika két okból sem használható: Az első probléma az, hogy a henger (forgattyúház) nem mindig van összekapcsolva a szívócsővel. Tehát hiába számítjuk ki és hangoljuk be a szívócső hosszának változtatásával a Helmholtz-rezonátor sajátfrekvenciáját a motor valamelyik fordulatszámára, mert a dugattyú vagy szívószelep zárása után a szívócsőben lévő gáz önálló, és jóval magasabb frekvenciájú lengésbe kezd. Magyarán a szívócső, mint önálló lengőrendszer

sajátfrekvenciája a teljes Helmholtz-rezonátor sajátfrekvenciájának páratlan, egész számú többszöröse kell legyen.

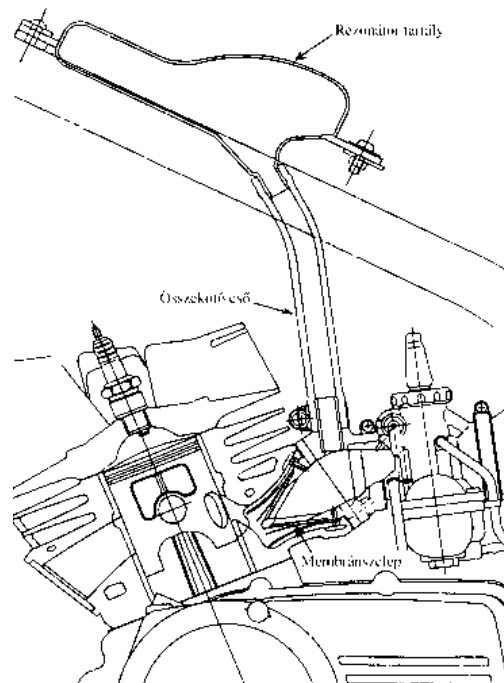
A másik probléma, hogy a Helmholtz-rezonátor sajátfrekvenciáját csak akkor tudjuk kiszámítani, ha ismerjük annak térfogatát (a henger vagy a forgattyúház és a szívócső együttes térfogata). Mivel a szívási folyamat során a dugattyú folyamatosan mozog, folyamatosan változik a térfogat is, tehát a rendszer sajátfrekvenciája is változik.

2.6.3 YEIS

A megtervezett és megépített motorokat gyakorlatban kipróbálva, részterhelés tartományban egy igen érdekes jelenséget figyelhetünk meg. Bár a motorunk beállítási paraméterei (előgyújtás, karburálás, stb.) tökéletesek, kb. 1/4 gáz környékén keverék túldúsulásra utaló jeleket tapasztalunk, melyek következményeként a motor jelentősen veszít teljesítményéből, esetleg teljesen le is állhat.

A motort részterhelésen (részfordulatszám) járattva a szívórendszerben olyan lengésállapot lépett föl, amikor a szívórendszerben lévő gázkeverék egy teljes munkaciklus alatt több lengést végzett. Ez azt jelenti, hogy egy adott gázmennyiség igen sokszor elhaladt a karburátor főfűvókája fölött és mindannyiszor fölvette az általunk beállított tüzelőanyag mennyiséget. Tehát a nem megfelelő lengésállapot miatt a tüzelőanyag levegő keverék jelentősen bedúsult.

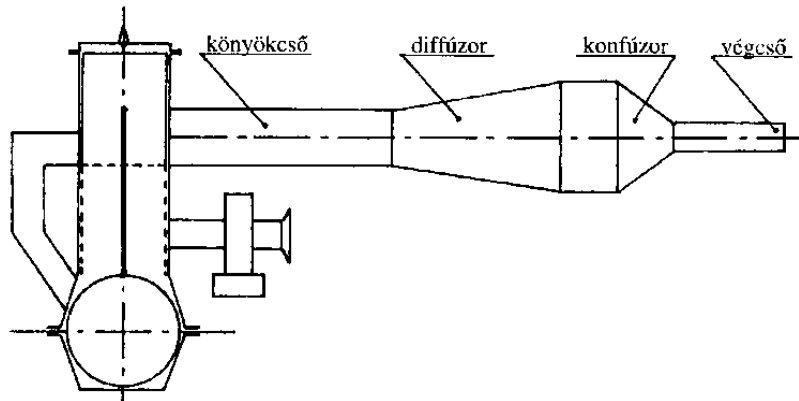
A berendezés nem más, mint egy zárt tartály, melyet csővezeték segítségével a karburátor és a szívásvezérlő membrán (szívónyílás) közé kötnek be.



12. ábra

Ha a tartály és a csővezeték méreteit megfelelően választjuk meg, akkor az eldúsulást okozó fordulatszámokon a visszaáramló gázok nem a karburátorba, hanem a tartályba fognak áramolni, ahol mindaddig tárolódnak, amíg a szívócsőben az áramlás iránya meg nem fordul. Ezzel elkerülhető a nem kívánt keverék bedúsulás.

2.7 Kipufogórendszer méretezése



13. ábra

A méretezés során első lépésként a rendszer hosszát kell meghatároznunk, amely a henger falától a konfúzor feléig tart:

$$L_{kcs} = \frac{\alpha_{kny} \cdot c}{12 \cdot n_{Mmax}}$$

ahol:

α_{kny} = a kipufogó csatorna nyitvatartási ideje a főtengely elfordulási szögében [ft fok]

L_{kcs} = kipufogócső hossza [m]

c = a kipufogórendszerben uralkodó átlagos hangsebesség [490 – 560 m/s]

n_{Mmax} = a motor maximális nyomatéki fordulatszáma [1/min]

Bár a gyakorlatban a végcső miatt konfúzorként csonka kúpot alkalmazunk, a csőhossz számításakor a konfúzoron a teljes kúpot értjük.

2.7.1 Könyökcső (leömlőcső) méreteinek meghatározása

A kipufogórendszer kezdeti átmérője (könyökcső) megegyezik egy olyan kör átmérőjével, amelynek felülete egyenlő a henger kipufogónyílásának merőleges felületével.

A leömlőcső hosszát célszerű a rendszer kezdeti átmérőjéből meghatározni.

Motokrossz és endúró motorok esetén: $L_1 = 7,5 - 10 \cdot D_1$

Gyorsasági motorok esetén: $L_1 = 7,3 - 8,7 \cdot D_1$

A kisebb hosszúságok magasabb fordulatszámra hangolt motorokhoz tartoznak. Javíthatjuk a kipufogórendszer hatásfokát, ha a leömlőcsövet enyhén kúposra alakítjuk. Az enyhén bővülő keresztmetszet kisebb energiavesztéssel tereli vissza a hengerbe,

illetve továbbítja a végcső irányába az ide-oda futó nyomáshullámokat. Enyhén tuningolt, utcai közlekedésben is résztvevő motorokon $a_1 = 0,8 - 1,4$ félkúpszögű leömlőcső az általános. A meredekebb teljesítménygörbét és szűkebb rugalmasságot adó $a_1 = 1,25 - 2,3$ -os félkúpszögű könyökcsöveket versenymotorokon alkalmaznak.

2.7.2 Diffúzor méreteinek meghatározása:

A rezonátor következő része a diffúzor, melynek szerepe a megfelelő időben a henger felé indított negatív nyomáshullám előállítás. Minél nagyobb a diffúzor nyílásszöge, annál nagyobb amplitúdójú negatív nyomáshullámot küld a henger felé, ugyanakkor a meredek szögű tágulás a nyomáscsökkenés időtartamának rövidülését eredményezi.

Egykúpos diffúzorok félkúpszöge $a_2 = 3,5 - 6,5$ közé esik. Ennél nagyobb tágulás esetén a palástmenti örvénylések nagyon lerontják a rezonátor hatásfokát. Ez oly módon védhető ki, hogy több kúpszöggel alakítjuk ki a diffúzort. Így a legutolsó szegmensnél akár 10 fokos félkúpszöget is elérhetünk. Arra azért figyeljünk, hogy az egymást követő szegmensek exponenciális görbét kövessenek és nyílásszögük különbsége ne haladjon meg a 4 fokot.

A diffúzor hosszát a rezonátor legnagyobb átmérője határozza meg, ez pedig általában $D_2 = 2,5 - 2,7 \cdot D_1$. A kisebb átmérők a kevésbé "hegyes" motorokhoz tartoznak. A kipufogórendszer hasának átmérője természetesen megegyezik a diffúzor legnagyobb átmérőjével és ez a középrész tölti ki az ürt a diffúzor vége és a konfúzor között. Hossza $[L_3]$ kiadódó méret lesz, melyet a konfúzor méreteinek meghatározása után tudunk kiszámolni.

2.7.3 Konfúzor méreteinek meghatározása

A rezonatórkamra végén elhelyezkedő kúp a beérkező kompressziós hullámokat veri vissza. Ezt a feladatot egy lapos fal is el tudná látni, ám ekkor a nyomáshullám feltöltő hatása csak egy igen szűk fordulatszám tartományban érvényesülne. Megfelelő mértékben szűkülő keresztmetszettel elérhető, hogy a visszavert hullám intenzitása és időtartama is elfogadható értéken maradjon.

A meredekebb kúpszögek a magasabb fordulatszámú motorokhoz tartoznak. Itt is alkalmazhatunk exponenciális kúpokat.

2.7.4 Végcső méreteinek meghatározása

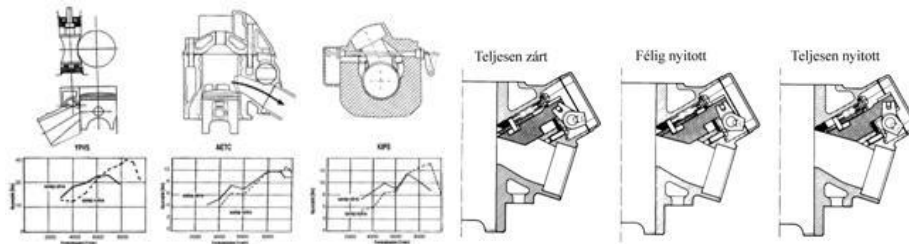
A kipufogórendszer legutolsó része az úgynevezett végcső, melynek átmérőjét nagyban befolyásolja a motor névleges fordulatszáma. Túl nagy átmérőjű cső "hirtelen" természetű motort eredményez, míg egy szűk végcsővel könnyen átolvadhat a dugattyútető.

Mivel sportmotorok esetén célszerűen abszorpciós hangtompítót alkalmazunk, lehetőség nyílik a végcső/hangtompító egység hosszának pontos számítására is.

A kipufogó csatorna nyitáskor a rendszeren végigfutó pozitív nyomáshullám a kilépő keresztmetszeten távozva egy negatív nyomáshullámot indít meg a henger felé. Ennek oka a mozgásban lévő gáz tehetetlenségében keresendő. Ha el tudjuk érni, hogy e negatív nyomáshullám csúcserője a következő munkaciklus kipufogó nyitási pillanatában érkezzék vissza a kipufogó ablakhoz, akkor járulékos nyomáskülönbség növekedést érhetünk el, s ezzel javíthatjuk a henger töltéscseréjét.

2.8 Speciális kipufogó rendszerek

A kipufogórendszerek hangolásánál láthattuk, hogy az ideális működést csak egy szűk fordulatszám-tartományban tudjuk biztosítani. Hogy ez a tartomány szélesíthető legyen, vagy a kipufogócsatorna nyitási szögtartományát, vagy a kipufogógáz által megteendő út hosszát kell modulálnunk. Ezekre láthatunk példát az alábbi ábrákon.



14. ábra

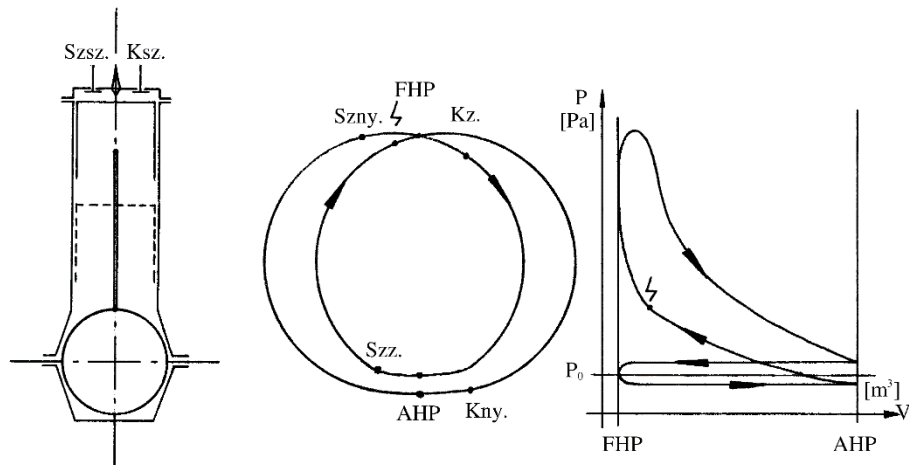
Érdekeség: A kipufogórendszerben uralkodó lokális hangsebesség egyenes arányban áll a kipufogógáz hőmérsékletével. Vagyis, ha változtatni tudjuk a gáz hőmérsékletét, akkor ezzel egy újabb eszköz kerül a kezünkbe a motor rugalmasságának növelése végett.

3 Négyütemű Otto-motor

3.1 Dinamikus működés

Szívás: A dugattyú AHP felől FHP felé tart. FHP elérése előtt 0-80 ft. fokkal nyit a szívószelep, hogy mire a dugattyú FHP elérése után AHP felé mozdulva elkezd növelni a munkatér térfogatát a szívócsatorna teljes keresztmetszetében nyitva legyen. A megfelelő mennyiségű és minőségű tüzelőanyag-levegő keverék két körülmény együttes hatása révén jut a hengerbe.

Egyrészt a dugattyú megnöveli a henger térfogatát és ezzel légköri alá csökkenti az abban található gázkeverék nyomását. Tehát a külső légköri nyomás préseli be a tüzelőanyag-levegő keveréket a munkatérbe. Másrészt az előző szívóütem során a szívócsőben mozgásba hozott gázoszlop, mivel tömege és rugalmassága van, lengésbe jön. Ha a szívórendszert megfelelően méreteztük, akkor a gázoszlop éppen a szívószelep nyitásával egy időben indul meg a henger felé és így a szívócsőben lévő gáz tehetetlensége is segíti a henger feltöltését. A dugattyú továbbhaladva eléri az alsó holtpontot, de a szívószelep csak 30-60 ft. fokkal AHP után zár, hogy a gázoszlop tehetetlenségéből adódó túltöltést is ki tudjuk használni.



15. ábra

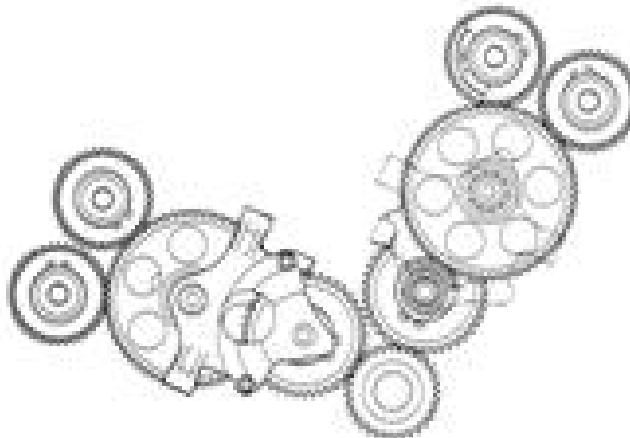
Sűrités: A dugattyú AHP-ből FHP felé mozdul és lecsökkenti a henger térfogatát, így megnöveli az abban lévő gázkeverék nyomását és hőmérsékletét.

Munkaütem: A felső holtpont elérése előtt 5-30 ft. fokkal a gyújtógyertya elektródái között létrehozott szikra segítségével meggyújtjuk az összesűrített tüzelőanyag-levegő keveréket. Az égés során a hengerben uralkodó nyomás nagyságrendekkel megemelkedik és a dugattyú felületére hatva AHP felé kényszeríti azt.

Kipufogás: A dugattyú a munkaütem végén FHP felől AHP felé halad. AHP elérése előtt 30-80 ft. fokkal nyit a kipufogószelep. Ennek egyik oka az, hogy mire a dugattyú eléri AHP-t és elkezd kioltani a hengerből a füstgázokat, addigra a kipufogónyílás teljes keresztmetszetében nyitva legyen. A másik ok, hogy így a gáz maradéknnyomása is segíti a kipufogást. Ha a kipufogórendszert megfelelően méreteztük, akkor a benne lévő gáz lengését is fel tudjuk használni a kipufogás segítésére a következő módon. A nagynyomású kipufogógáz végighalad a kipufogórendszeren és kijutva a külső környezetbe, a saját tehetetlensége folytán negatív nyomáshullámot indít el a henger felé. Ha jól dolgoztunk, akkor ennek a nyomáshullámnak a maximuma éppen a kipufogószelep nyitásakor ér a hengerhez és "kiszívja" abból a füstgázokat. Végül bezár a kipufogószelep FHP után 5-20 ft. fokkal.

3.2 Különleges vezérmű-hajtások

3.2.1 Fogaskerék hajtás



16. ábra

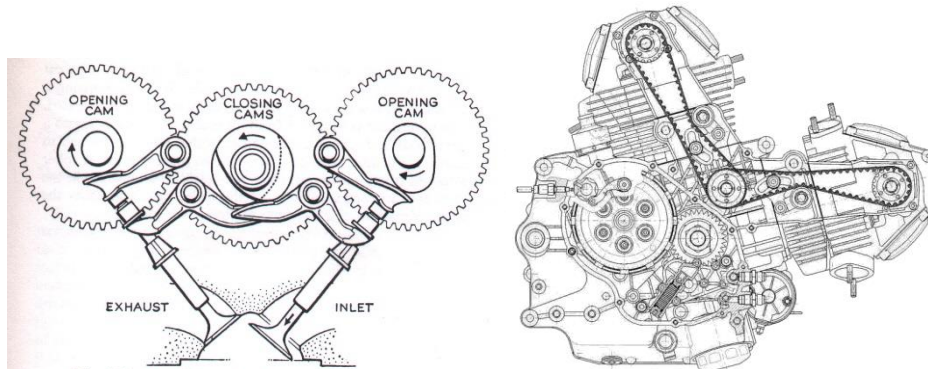
Az ábrán látható, hogy egyenes fogazatú kerekeket használnak, melyeket lemezházba szerelnek. Utóbbira a kis helyigény és a foghézag pontos beállítása miatt van szükség. Az egyenes fogazat viszont kényszermegoldás, hiszen igen zajos (erre szokták mondani, hogy sípoló, villanymotoros a motor hangja). A fogaskerék-átteteleket ferde fogazat alkalmazásával szokták halkabbá tenni, de ez itt nem lehetséges, mert a fogferdeség miatt ébredő axiális erők elhajlítanák a lemezházat, más trükköt kellett kitalálni. A vezértengelyen lévő fogaskerékből "levágtak" egy szeletet és azt néhány fokkal elforgatva szerelték vissza úgy, hogy egy nagy előfeszítésű rugó ellenében visszaforgatható legyen az eredeti helyzetébe. Ezzel gyakorlatilag megszüntették a foghézagot és a zaj legfőbb forrását.

Az NR és VFR 750-es Hondáknál a hagyományos hengerfej tömítés helyett vékony acéllemezt használnak, mert ez nem esik össze és így nem változik meg a fogaskerek tengelytávolsága. A Suzuki TL 1000-nél ez nem jelent gondot, hiszen itt a hengerfejig lánchajtást alkalmaznak.

3.2.2 Vegyes hajtás

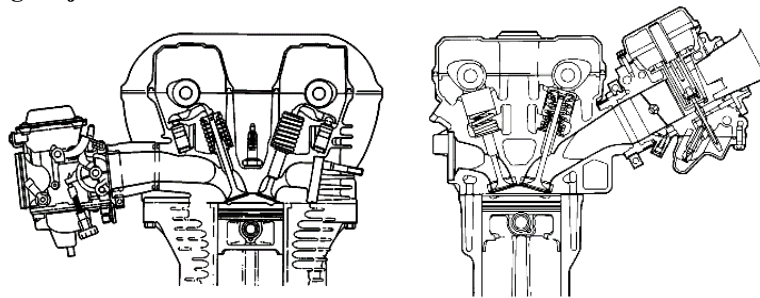
Egy időben a személygépkocsi iparban nagyon divatos volt a fogasszíjas vezérműhajtás, mert igen egyszerű, olcsó és csendes volt, illetve nem igényelt karbantartást. Az utóbbi időkben már az élettartama és teherbírása is megfelelőnek bizonyult. Viszont volt egy igen nagy hátránya: nagy volt a rugalmassága és így a nyúlása is. Ez azért probléma, mert a legújabb, digitális és hengerenkénti transzformátorral ellátott gyújtásrendszereknél az elektronika nem csak a főtengelyről, hanem a vezértengelyről is kap jelet. A mai szigorú környezetvédelmi előírások és magas teljesítményigények mellett egyáltalán nem mindegy, hogy 2-3 ft. fokkal előbb vagy később kezdődik-e a gyújtás. Ezért az olasz motorokat kivéve (Moto Guzzi, Ducati) nem is nagyon találkozhatunk velük. Itt is csak a különleges Desmo vezérlés teszi lehetővé, ahol a szeleprugók sokkal kisebb rugóállandója

kevésbé terheli a vezérműhajtást. A gyengébb rugókat a negatív, záró himba teszi lehetővé.

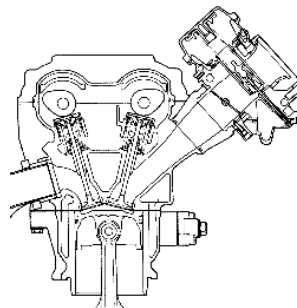


17. ábra

3.3 Hengerfej kialakítása



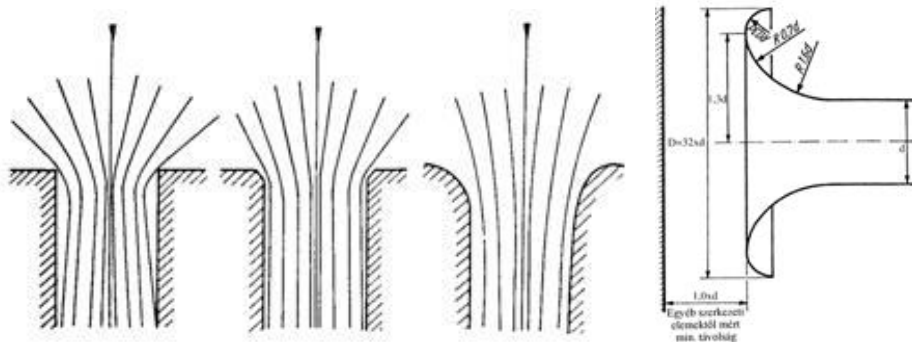
18. ábra



19. ábra

Négyütemű motorok esetén a szelepek miatt nincs mód olyan mérvű felületáryékolásra, mint amelyet a kétütemű motoroknál láttunk. Itt a szívó- és kipufogószelepek egymással bezárt szögének csökkentésével érik el a kívánt hatást. Az utolsó ábrán vegyük észre, hogy a szelepek nem szimmetrikusan helyezkednek el, hanem az egész hengerfejet átbillentették a kipufogó oldalra. Így a szívócső egyenesebb és meredekebb lett, ami jobb hatásfokú töltéscserét eredményez. Ma már minden sportmotor ilyen hengerfejjel készül.

3.3.1 Szívótölcsér kialakítása



20. ábra

Ha a kezünkbe vesszük egy versenymotor karburátorát, láthatjuk, hogy a légtorok tölcser alakú. Ennek magyarázata az, hogy a szívócsőbe belépő gázmolekulák a saját tehetetlenségüknél fogva zavarják egymást a továbbhaladásban és így leszűkítik a tényleges áramlási keresztmetszetet.

Ha a légtorok tölcser formájú, a részecskék nem kényszerülnek hirtelen irányváltásra és így a teljes keresztmetszetet ki tudják használni a friss töltet hengerbe juttatásához.



21. ábra

3.3.2 Változó szívócső

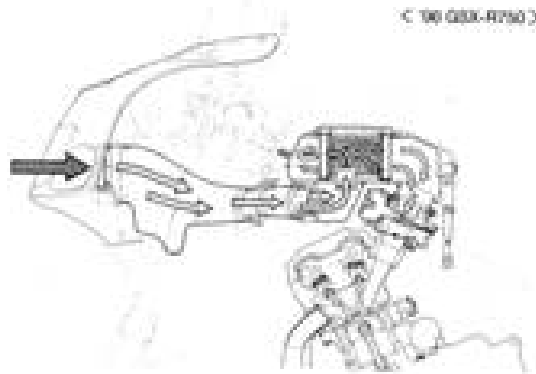
Az eddigiekből már mindenki számára egyértelmű, hogy a szívórendszereink definíció szerint nem működhetnek optimálisan, hiszen akusztikai lengőrendszerként csak egy szűk fordulatszám tartományban érvényesül a sajátfrekvencián bekövetkező rezonancia. Ehhez képest a motorjaink az éppen aktuális forgalmi helyzetnek megfelelően 1.500-16.000 1/min tartományban kell, hogy működjenek.

A YCCI, illetve az Aprilia RSV 1000-en alkalmazott megoldásoknál alacsony fordulatszámon a szívócsövek egységes 140 mm hosszúsággal kezdik működésüket, ám ha 100 %-os gázállás mellett elérjük a 10.400 14/min fordulatszámot, egy szervomotor a szívócső tölcserét is tartalmazó 65 mm-es részét 28 mm-rel megemeli, így 75 mm-re csökkenti a tényleges rezgési hosszúságot.

Természetesen a maradványcsenk sajátfrekvenciája a rövidüléssel fordított arányban emelkedik meg, így igyekezvén a motor fordulatszámához simítani a szívórendszer akusztikai működésétű

3.3.3 Motorkerékpárok nyomott-levegős rendszerei

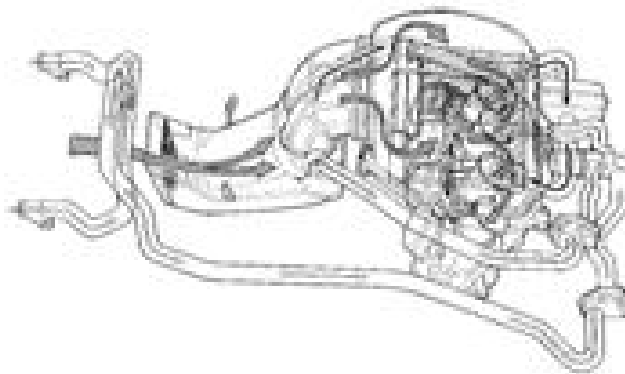
A jelentős sebességű (esetleg 200 km/h-nál is gyorsabb) motorkerékpárok motorjainak feltöltésére használjuk föl a környezeti levegő dinamikus torlónyomását.



22. ábra

A motorkerékpárok idomokkal történő beburkolása sem tudja megakadályozni, hogy a motorblokk környezetében légörvények alakuljanak ki. Ezen örvények szifonhatása erősen csökkenti a motor feltöltését, hiszen az általában keresztben elhelyezett hengerek mögé helyezik a karburátorsort, és így a blokk fölött átbukó légörvények „kiszívják” a légtorokból a levegőt. Ezt a kedvezőtlen hatást szüntetik meg a zárt és a menetszéllal szembe fordított légszűrőházak.

A légszűrőben kialakuló nyomást be kell vezetni a karburátor úszóházába is. Ennek elmaradása esetén a keverőtörökben megnövekedő nyomás a tüzelőanyagot visszanyomná az úszóházba, ezzel jelentős keverékszegényedést és megragadási veszélyt előidézve. A probléma megoldható úgy is, ha az egész karburátor(sor)t behelyezzük a légszűrőházba.

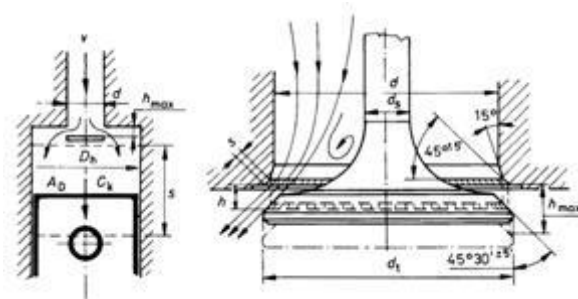


23. ábra

Az ábrán látható megoldásnál a levegő belépési keresztmetszetét folyamatosan növelik a karburátorok légtorkáig. Ezzel (Bernoulli-egyenlet értelmében) a levegő nyomása tovább növelhető, így a szívóütemben a henger és a légszűrőház nyomáskülönbsége megnő, ezáltal a beszívott levegő mennyisége is nőtt.

3.4 Kipufogó rendszerek

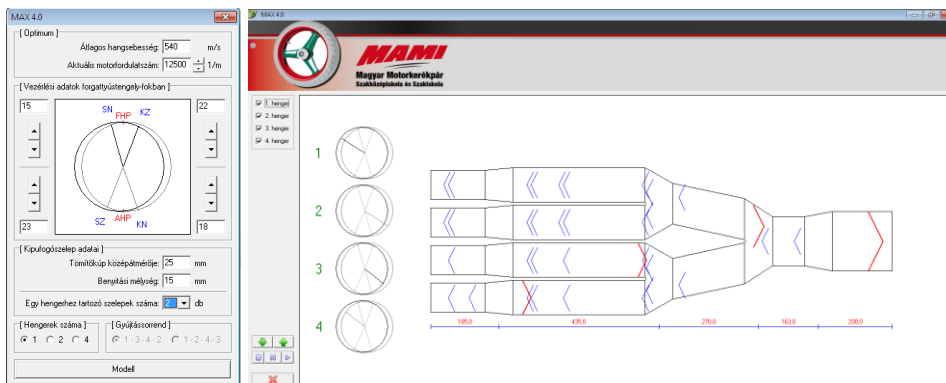
Négyütemű kipufogórendszerek számításának első lépése a könyökcső átmérőjének meghatározása, ami nem lehet kisebb az adott henger kipufogószelepeinek áramlásra merőleges nyitási keresztmetszeténél.



24. ábra

A négyütemű motorok kipufogórendszereiben lezajló folyamatok erősen hasonlítanak a kétüteműek esetében megismertekre. A kísérletek alapján négyütemű sportmotorok esetében $c = 510$ m/s lokális hangsebesség alkalmazása mellett adottak a gyakorlat által visszaigazolt eredmények.

Jelentős különbség viszont, hogy a négyütemű motor hengeréből a töltéscsere folyamán a dugattyú kitolja a füstgázokat. Tehát e feladat nem a kipufogórendszerre hárul, itt csak javítjuk a töltéscsere hatásfokát. Ebből következik, hogy nincs szükség a túloblítást csökkentő pozitív nyomáshullámra, ezért konfúzort nem, hanem csak diffúzorokat fogunk találni.



25. ábra

Egy kipufogórendszer mindig egy adott vezérléshez készül, így elengedhetetlen a vezérlési kördiagram pontos ismerete. Négyütemű, négyhengeres, soros, 180°-os elékelésű motor esetén az első diffúzorból a negatív nyomáshullám a dugattyú AHP-i helyzetében kell visszaérkezzen a szelephez. Ugyan a dugattyú kitolja a füstgázokat a hengerből, de AHP után csak a dugattyúhoz közeli gázrészecskék indulnak meg a szelepek felé. Ha viszont a leírt módon a szelepeknél ilyenkor le tudjuk csökkenteni a nyomást, akkor a hengerben lévő füstgázokat közel egységes gázoszlopként tudjuk megindítani a kipufogórendszer felé.

A két szomszédos henger könyökcsoványának csatlakozása annak ellenére diffúzorként viselkedik, hogy az áramlással szemben álló felületekkel rendelkezik. Ám ha az egyik könyökcsoványban áramló gáz helyébe képzeljük magunkat, akkor egyértelművé válik, hogy a könyökcsovány átmérőjéhez képest a csatlakozás után nagyobb keresztmetszeten folytathatjuk utunkat.

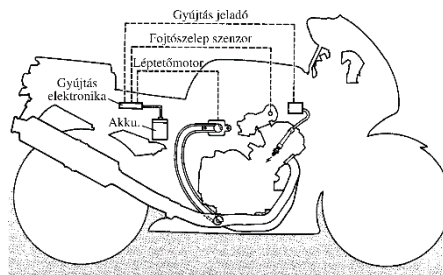
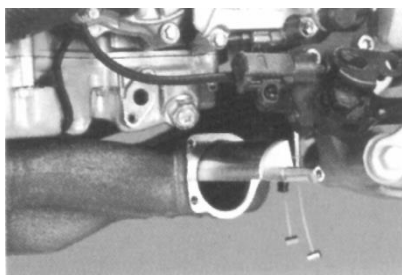
A második diffúzorból a negatív nyomáshullámnak a kipufogószelep nyitására képest 180 ft°-kal később kell a szelepekhez visszaérnie. Ezzel egyrészt tovább segíti a „saját” hengerének töltetcserejét, másrészt a szomszédos hengernél éppen ekkor fog nyitni a kipufogószelep, ahol is az így lecsökkentett nyomás hatására egységnyi idő alatt nagyobb gázmennyiség távozhat.

A harmadik diffúzorból FHP-ra kell visszaérnie a negatív nyomáshullámnak, hiszen ekkor a saját hengerében szelepváltás van, s a nyomáscsökkenés az égéstér átöblítését segíti.

3.5 Speciális kipufogó rendszerek

3.5.1 EXUP szelep

A Yamaha gyár mérnökei EXUP néven egy olyan megoldást találtak ki, ahol a fordulatszám és a terhelés függvényében, egy elfordítható csappantyú segítségével változtatják a kipufogórendszer áramlási keresztmetszetét. Értelemszerűen kis fordulatszám és alacsony terhelés mellett fojtják a rendszert, emelkedő fordulatszám és növekvő terhelés esetén pedig növelik a keresztmetszetet. Ezzel a motor rugalmasságát tudják jelentősen javítani.



26. ábra

3.5.2 Hangtompító szelep

Négyütemű motorok kipufogórendszerének gyakori tartozéka egy pillangószelep is. A motormenedzsment rendszer egy léptetőmotor segítségével állítja a szelepet, így szükség szerint csökkentve motor zajkibocsátását.

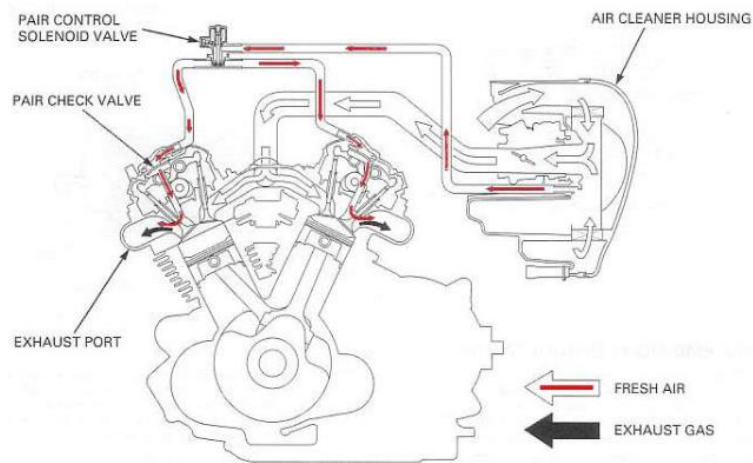
Hogy így romlik a töltéscsere hatásfoka? Természetesen, de inkább csökkenjék a teljesítmény a mérési fordulatszám környékén, mint hogy ne helyezhessük forgalomba a motorkerékpárunkat!



27. ábra

3.5.3 PAIR szelep

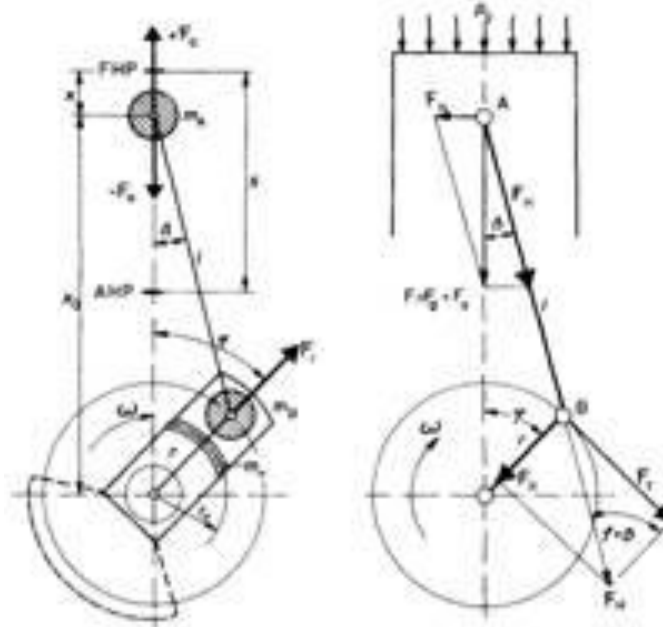
Az egyre szigorodó károsanyag kibocsátási határértékek elengedhetlenné tették motorkerékpárok esetében is a hármassú katalizátorok alkalmazását, ám ezek a berendezések csak $\lambda = 1$ légfeszültség környezetében képesek megfelelő hatásfokkal működni. Viszont sok esetben olyan nagymérvű a keverék eldúsulása, hogy csak szekunder levegő kipufogógázhoz vezetésével közelíthetjük meg $\lambda = 1$ -t. Ezt végzi a PAIR rendszer.



28. ábra

4 Forgattyús hajtómű mozgásvizonyai:

Az ábrán egy forgattyús hajtóművet láthatunk annak legfontosabb méreteivel.



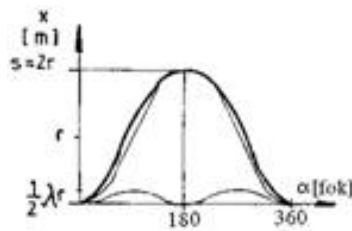
29. ábra

ahol:

- l = hajtórúd hossz [m]
- r = főtengely sugara [m]
- l = hajtórúdviszony [1] = r/l
- s = $2 \cdot r$ = lökethossz [m]
- w = főtengely szögsebessége [1/sec]
- j = főtengely szögelfordulása [fok]
- b = hajtórúd kitérése a henger szimmetriatengelyéhez képest [fok]
- p_g = gáznyomás [Pa]
- F_n = oldalirányú vagy normálerő [N]
- F_g = gázerő [N]
- F_H = hajtórúd irányú erő [N]
- F_R = forgattyúsugár irányú erő [N]
- F_T = tangenciális erő [N]

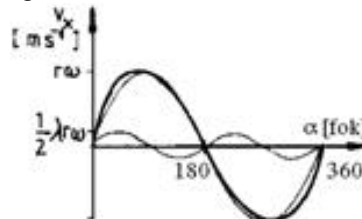
Fontos kiemelni, hogy a normál harmonikus lengésektől való eltérés a hajtórúd hosszának véges volta miatt van.

Dugattyú elmozdulása a felső holtponttól mérve:



30. ábra

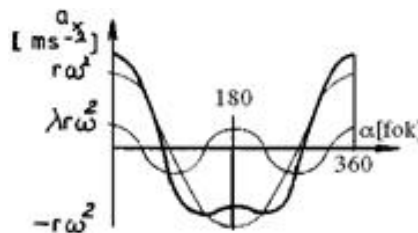
Dugattyú pillanatnyi sebessége:



31. ábra

λ

Dugattyú pillanatnyi gyorsulása:



32. ábra

$$a = r \cdot \omega^2 (\cos(\omega \cdot t) + \lambda \cdot \cos(2 \cdot \omega \cdot t) + \lambda \cdot \cos(4 \cdot \omega \cdot t) + \dots + \lambda^{n-1} \cdot \cos(2^{n-1} \cdot \omega \cdot t))$$

A forgó mozgás során keletkező tömegerő kiszámolható a centrifugális gyorsulásból és a forgó tömegek tehetetlenségéből.

$$F_{\text{forgó}} = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

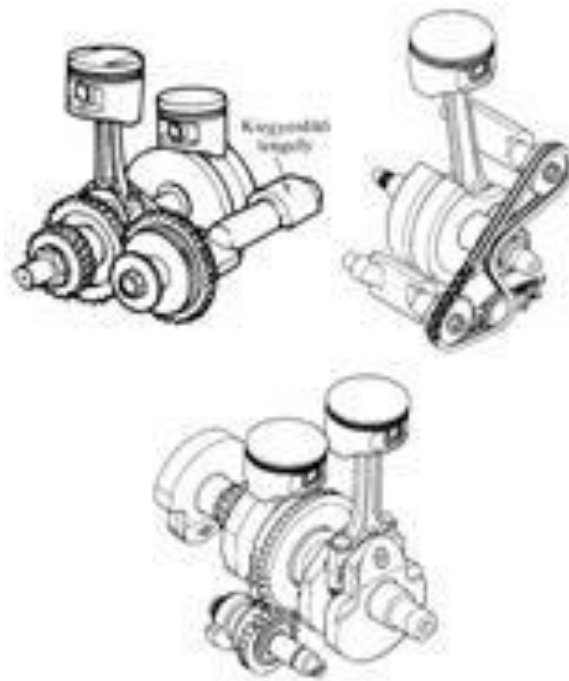
A dugattyú gyorsulására azért van szükségünk, hogy az alternáló tömegerőt ki tudjuk számolni.

$$F_{\text{alternáló}} = m \cdot a_{\text{alternáló}}$$

4.1 Egyhengeres motor tömegkiegyenlítése

A forgattyús hajtómű tömegkiegyenlítését a fenti erőkkel ellentétes irányú erőkkel tudjuk megoldani. A forgó tömeg kiegyenlítésével van a legkönnyebb dolgunk, hiszen egy megfelelően helyezett ellensúllyal ez az erő teljesen kiegyenlíthető. Az alternáló tömeg kiegyenlítése bonyolultabb feladat, hiszen a matematikai felbontásból több tagot is kapunk:

Elsőrendű alternáló tömegerő: a főtengely fordulatszámával megegyező frekvenciájú erő, ezért a főtengelysonkán elhelyezett ellensúllyal kiegyenlíthető.



33. ábra

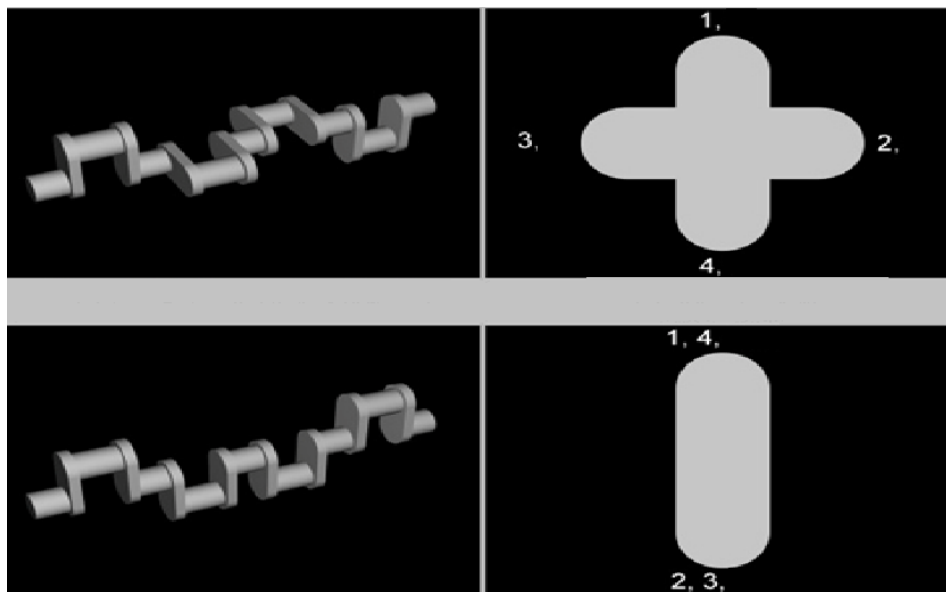
Másodrendű alternáló tömegező: a főtengely fordulatszámának kétszeresével forgó erő, melyet teljesen csak dupla fordulatszámú tengellyel tudunk kiegyenlíteni.

Harmad és többed-rendű alternáló tömegezők kiegyenlítésére általában nem kerül sor, de szükséges megjegyezni, hogy a forgattyús hajtómű járulékos igénybevételei miatt, valamint olyan helyeken, ahol a motor járáskultúrájára vonatkozóan magasabb előírásokat támasztanak mégis előfordul.

4.2 Többhengeres motorok tömegkiegyenlítése

A motorkerékpár iparban jellemzően elterjedt soros négyhengeres motorokban a másodrendű alternáló tömegezőket az előző részben is említett kiegyenlítő tengellyel oldják meg. A kiegyenlítésre nem csak a motor belső igénybevételeinek csökkentés miatt van szükség, hanem a motorblokk vázmerevítő funkciójának betöltéséhez is szükséges.

Az alábbiakban a Yamaha YZF-R1 2009-es modelljének főtengelyét láthatjuk. A motor járása így egy 90 fokos V4-es motoréra hasonlít (VFR 750-800). Ezzel a motor másodrendű tömegezőit teljes mértékben ki lehetett egyenlíteni segédtengely nélkül is.



34. ábra

Megjegyezzük, hogy a tömegkiegyenlítés szempontjából a hathengeres motorok tekinthetők etalonnak, hiszen a 120 fokos főtengely-elékelési szögnek köszönhetően a tömegek tökéletesen kiegyenlítettek.

5 Tüzelőanyag ellátás

5.1 Karburátorok beállítása

5.1.1 Benzinszint beállítása

Mielőtt bármihez hozzákezdénénk, a benzinszintet kell a megfelelő, gyárilag megadott szintre beállítani. A beállítás a gyári szintmegadás szerint többféle módon történhet. Vannak olyan karburátorok, ahol az úszó alsó és felső helyzetének távolságát adják meg az úszóház felfekvőfelületéhez viszonyítva.

Más típusok esetén az úszóházban találunk egy felöntést, melynek magassága jelzi a tüzelőanyag szint helyes értékét.

A libellás módszernél az úszóház alján lévő csapra kell csatlakoztatni egy átlátszó műanyag csövet, majd a zárócsavar nyitása után a gépkönyvben megadott ponthoz viszonyítani a benzinszintet.

Vannak olyan rendszerek is (Aprilia motorok Delorto karburátorai), ahol a gyártó semmiféle adatot vagy jelölést sem ad meg a tüzelőanyag szintet illetően. Itt az esetleges elállítódás csak az úszó cseréjével korrigálható.

5.1.2 Alapjárat beállítása

A tolózár vagy a fojtószelep állító csavarral emeljük meg az alapjáratot, a keverékszabályzó csavart tekerjük be teljesen, majd másfél fordulatot visszafelé. Ezek után indítsuk be a motort és kímélő járatással érjük el az üzemmeleg állapotot.

A bemelegedés után a keverékszabályzó csavart lassan tekerjük be mindaddig, amíg a motor járása egyenetlenné nem válik. Ekkor csavarjuk azt kifelé mindaddig, amíg a motor el nem éri az adott tolózár állás melletti maximális fordulatót. Ha ez megfelel alapjárat fordulat számként, akkor a munkát befejezhetjük. Ha nem, akkor a tolózár magasságának csökkentésével vagy a fojtószelep állításával korrigáljuk a fordulatót és az előbb említett módon ismét korrigáljuk a keverék minőségét. Ezt a játékot kell játszunk, míg el nem érjük az előírt, stabil alapjárat fordulat számot.

5.1.3 Főfűvóka rendszer beállítása

Tolózáras karburátoroknál az üzemmeleg állapotban helyesen beállított alapjáratú rendelkező motort terhelésen, a legmagasabb sebességi fokozatban és teljes gáz mellett próbáljuk ki. A beállítást a gyújtógyertya színe alapján is elvégezhetjük.

Az eddigiek alapján beállított motor a legkritikább esetben lesz tökéletes. A fordulatszám és a terhelés folyamatos növelése esetén a motor járása egyenetlenné válik, „lyukas” lesz. Ezt a fűvókátú alakjának és átmérőjének helyes kiválasztásával tudjuk kiküszöbölni.

Miután a motorunk részterhelésen is egyenletesen terhelhető, a kehelycső átmérőjének változtatásával állítsuk be a megfelelő részterhelési keverék-összetételt.

Kétütemű motorok beállítását fokozott óvatossággal végezzük, mert egy-egy rossz kísérlet a keverék olyan mértékű elszegényedését is előidézhetheti, amitől a dugattyú megragadhat a hengerben.

CV karburátorok esetében a főfűvóka rendszer működése nagyon összetett. A részterhelésen és a teljes tereléskor a karburátor benzinszállító képességét a főfűvóka mérete, a furatos kehelycső, a tű és a tolózárú működtető rendszer együttese szabályozza. A karburátor finomhangolását itt jellemzően csak a tű helyzetének változtatásával végezzük.

5.1.4 Szinkronizálás

A szívórendszer gyártása közben az egyes alkatrészek (szívócsövek, fojtószelepek, stb.) méretei között olyan eltérések lehetnek, amelyek a gyártás és összeszerelés folyamatát nem befolyásolják, ám komoly légnyelés-különbségeket okozhatnak az egyes hengerek között.

Éppen ezért a többhengeres motorok fojtószelep nem egy közös tengelyre szerelik föl, hanem minden szívócsőnek önálló tengelye van, amik helyzetét állítócsavarok segítségével egymáshoz képest változtatni lehet. Így válik lehetővé a gyártási méreteltérésekből adódó légnyelés-különbségek korrekciója.

Az alapprobléma karburátoros és befecskendezős motoroknál egyaránt jelentkezik, hiszen alapjáraton szinkronizálva nem, vagy csak részben kerül a töltet a fojtószelepeken

keresztül a motorba. Annak jelentős része az alapjáratú rendszeren keresztül jut a hengerekbe.

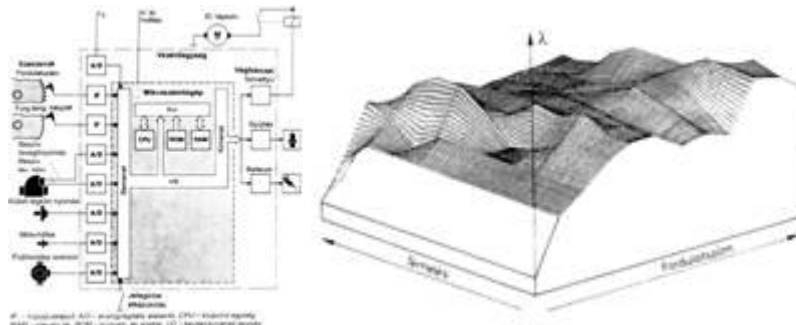
Tehát, ha alapjáraton szinkronizálunk, nem az alapjáratú rendszerek működése miatt tudjuk a légtorkokon keresztül bejutó töltetmennyiség-különbségeket kiegyenlíteni. Ezt bizonyítja az is, hogy alapjáraton történt szinkronizálás után óvatos gázadás mellett a szinkronizációs szétcsúszó nyomásértékeket, s ezzel együtt légnyeléseket mutat.

A szinkronizálást a fojtószeleptengely ütközőcsavarjának segítségével olyan magas fordulatszámon kell elvégezni (jellemzően 3.000-5.000 1/min), ahol az alapjáratú megkerülő rendszerek már nem aktívák, így ténylegesen a légtorkok légnyelését tudjuk egyforma értékre beállítani.

Második lépésként pedig az alapjáratú keverékminőségeket kell hengereként beállítani, rendszertől függően a levegőcsavarral/keverékcsavarral/alapjáratú befecskendezett mennyiség változtatásával, de úgy, hogy ilyenkor a szinkroncsavarokat már állíthatjuk el, hiszen akkor ismételt szétcsúszna a szívócsövek légnyelése.

5.2 Benzinbefecskendező rendszerek

A CPU a fojtószelep szenzor (terhelés) és a motor fordulatszáma ismeretében a ROM-ban tárolt jellegtérből kikeresi azt az időt, ameddig a befecskendező szelepnek nyitva kell lennie, hogy az adott munkapontnak megfelelő mennyiségű tüzelőanyag jusson egy ciklus alatt a munkatérbe. Ezt az alapértéket korrigálja még a motor és levegő hőmérséklet, a külső környezeti nyomás, az akkumulátor feszültség, stb. függvényében. Tehát a tüzelőanyag-levegő keverék mennyisége és minősége mindig igazodik a motor és a környezet aktuális állapotához és a terheléshez. Azt, hogy éppen melyik henger fűvókáját kell működtetni, a főtengeley és a vezértengely szöghelyzetének összehasonlításából tudjuk meg. A korszerűbb rendszerek 4-5 jellegteret is tárolnak, melyek közül az elektronika választ az éppen aktuális üzemiállapot függvényében (alapjárat, max. terhelés, stb.). Mivel az egyes hengerek hőmérséklete és így a beszívott levegő tömege is jelentősen különbözhet (keresztben elhelyezett, soros motoroknál a belső, hosszában elhelyezett V motornál a hátsó hengerek a melegebbek), ne csodálkozzunk azon, hogy a hengerekhez különböző állapotterek és így különböző ciklusadagok tartoznak. További igen nagy előny, hogy tolóüzemben (motorfék) nincs befecskendezés. A számítás gyorsaságára jellemző, hogy a főnti ciklus típustól függően percenként 8.000-18.000-szer ismétlődik.



35. ábra

Az elektronika emellett hasonló elvek alapján természetesen vezérli még a gyújtást és a tüzelőanyag szivattyút is. Ha nem forog a motor, akkor 3-5 másodperc múlva lekapcsolja azt. Ugyanez történik, ha a motorkerékpár oldalirányba egy bizonyos szögértéken túl megdől, fölborul.

Mivel a befecskendező rendszerek légtorkában nem találhatunk tolózarat, a légsebesség a fojtószelep helyzetétől függően nagymértékben változik. Kis légnyelés esetén nem lesz megfelelő a tüzelőanyag porlasztási finomsága.

5.2.1 Szekunder fojtószelep

A hengerenkénti szívócsövek átmérőjét a legnagyobb légnyelésre méreteztük, s természetesen a befecskendező szelepek szállítási kapacitását, s az általuk létrehozott benzincseppek átmérőjét is úgy határozzák meg, hogy teljes gáz és n_{pmax} esetén legyen optimális a benzin párolgása, a hengerbe kerülő gázkeverék homogenitása.

Részterhelésen, azonos torokátmérő mellett jóval kisebb a bejutó levegő mennyisége, így a sebessége is. Ha pedig csökken az áramlási sebesség, akkor csökken a befecskendező szelepek által szállított benzincseppek párolgási sebessége is. Ergo: a hengerbe homogénnek közel sem nevezhető gáz/gőz/folyadék keveréke érkezik, ami a motor egyenetlen járásához vezet. Ha a befecskendező szelepek furatainak vagy a szívócsőnek az átmérőjét csökkentenénk, akkor megszűnnének a részterhelési problémák, ám a teljes terhelés munkapontjaiban állnának elő feltöltési gondok.

A fenti problémára az elő megoldás a szekunder fojtószelepek alkalmazása volt, ahol is az általunk közvetlenül mozgatott fojtószelepek elé egy központi vagy több hengerenkénti szekunder fojtószelep-rendszert iktattak be, amit az ECU vezérelt egy léptetőmotoron keresztül. Részterhelésen a szekunder fojtószelepeket az előre beprogramozott, szükséges mértékben zárták, s így a mögötte lévő szívócső részben a nyomás csökkenése révén intenzívebb benzinpárolgást értek el, ami már megfelelő keverék-homogenitást eredményezett. Teljes terhelésen a szekunder fojtószelep-rendszer természetesen teljes nyitásra állt, így biztosítva a P_{max} -hoz való hozzáférés lehetőségét.

5.2.2 Kétfokozatú befecskendező-szelep

A másik megoldás a fenti problémára a kétfokozatú befecskendezési rendszerekkel oldják meg. Részterhelésen a hagyományos szívócső befecskendezés működik igen kicsiny benzincseppeket biztosító, ám korlátozott szállítási kapacitású porlasztókkal. Egy

bizonyos légnyelés (gázállás és fordulatszám) után a szívócsőben lévő porlasztók mellé bekapcsolódnak a légtorok fölött elhelyezett második fokozati befecskendező szelepek is, így biztosítva a szükséges tüzelőanyag mennyiséget.

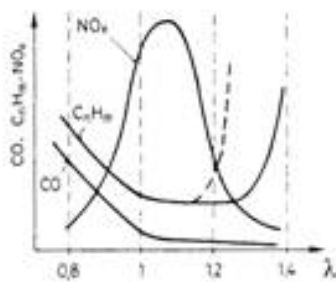
5.2.3 E-Gas

Részben a fenti problémák még pontosabb áthidalása, részben pedig a motorok vezérlésének egyre precízebbé tétele hívta életre az E-Gas rendszerek alkalmazásának szükségességét. E rendszereknél a jármű vezetője közvetlenül már nem a fojtószelepeket, hanem egy speciális potenciométert mozgat, s ennek jelei alapján az ECU egy léptetőmotor segítségével mozgatja a fojtószelep-tengelyt.

Bár első hallásra nem jelenthet különösebb problémát a rendszer megvalósítása, hiszen TPS-t, léptetőmotorokat eddig is használtunk, ám biztonságtechnikai okokból a Yamahákon a fojtószelep zárását továbbra is a gázbowden végzi.

5.2.4 Lambda szabályzás

A keverék szegényítésével a CO és HC emisszió csökken, bár ez utóbbi egy bizonyos határ után a tökéletlen gyújtás miatt ismét emelkedni kezd. E hatás még fokozottabb, ha nem megfelelő a gyújtásenergia (szaggatott vonal). Az NO_x tartalom $\lambda = 1,05-1,1$ között a legmagasabb.



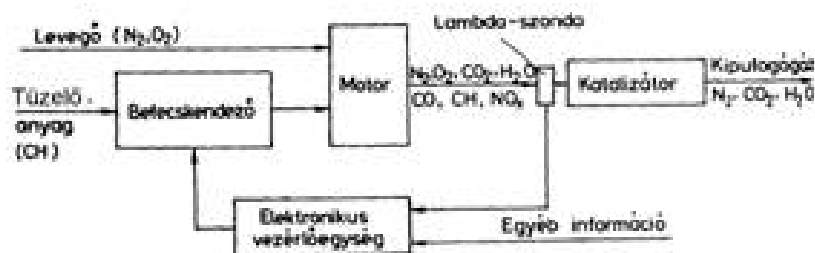
36. ábra

Amint láthatjuk, nincs olyan keverék összetétel, ahol mindhárom károsanyag összetevőnek minimuma lenne, ezért katalizátort kell alkalmaznunk, amely a legkárosabb összetevőket semleges (nem közvetlenül mérgező) gázokká alakítja.

A katalizátor működése egy igen szűk ($\lambda = 0,9-1$) keveréktartományban és $400-800\text{ }^\circ\text{C}$ között optimális.

Ezt a kemény feltételt csak úgy tudjuk teljesíteni, ha a benzinbefecskendező vezérlését a lambda-szonda által keltett elektromos jel (visszacsatolás)

segítségével szabályzássá alakítjuk. Magyarán a lambda-szondával folyamatosan mérjük a kipufogó-gáz összetételén keresztül a tüzelőanyag-levegő keverék minőségét, és ha az nem felel meg a katalizátor optimális üzeme számára, akkor módosítjuk azt.



37. ábra

5.3 Befecskendező-rendszerek beállítása

5.3.1 Gyári ECU programozása

Amennyiben a gyártó lehetővé teszi a gyári ECU térképeinek programozását, akkor könnyű helyzetben vagyunk. Ehhez az PC-vel összekötető kábelre és a hozzá tartozó szoftverre van szükség. A Suzuki motorkerékpárokon jellemzően három térképből választhatunk, ebből egyet programozhatunk is. A BMW-ken a programozási lehetőség sokkal zártabb, a Yamahán és a Hondán gyárilag nem is engedélyezett ez a funkció. Versenyre készített YEC (Yamaha), vagy HRC (Honda) ECU-k már programozhatóak, sőt több extra funkcióval is bírnak (box-limit beállítása, alapjárat fordulat megemelése a visszaváltásokhoz).

5.3.2 Korrekciós jel módosítása

A Heal-Tec által gyártott módosító elektronika egy teljesen más oldalról közelíti meg a problémát. Tudjuk, hogy a befecskendezett benzin mennyiségét a befecskendezési idő változtatásával tudjuk elérni. Viszont az is ismeretes, hogy a befecskendezési időt az ECU a jellegtérképben eltárolt adatokból és a korrekciós értékekből számítja. Ha tudjuk, hogy melyik ez a korrekciós jel, akkor ennek a mindenkori üzemállapothoz való célszerű megváltoztatásával a befecskendezett mennyiség változtatható. Nézzük meg ezt egy Suzuki esetében: A korrekciós jel az ECU kapocsfeszültsége. (Kisebb feszültségnél hosszabb nyitva tartással érhető el a kívánt mennyiség.) Az ECU a motor üzemállapotának megfelelően a gyári jellegtérképből kiválasztja a szükséges nyitvatartási időt. Az utólagos elektronika ugyanehhez a motorállapothoz egy olyan korrekciós jelet „hazudik” az ECU-nak, amivel a kívánt mértékben módosul a befecskendezési idő. A rendszer nagy előnye, hogy mindig az aktuális mennyiséget adhatjuk a motornak késedelem nélkül. Hátránya, hogy a gyári program nagyon alapos ismerete nélkül nem lehet ilyen elektronikát készíteni.

5.3.3 Kivezérelt jel módosítása

A legelterjedtebb ilyen gyártó a Power Commander és a Bazzaz. Mindkét cég terméke ugyanazon az elven működik. Az utólagos elektronika a tápellátását vagy egy külön 12V hozzávezetéssel, vagy az egyik befecskendező-szelep fix tápellátását használja. A motor üzemállapotát a befecskendező szelepek nyitási frekvenciája, mint fordulatszám-jel és a TPS-szenzor, mint terhelési jel adja. Innen az elektronika dolga mindössze annyi, hogy az ECU által adott befecskendező-szelep nyitvatartási idő végét növelve vagy csökkentve a benzin mennyiségét tudjuk változtatni. A befecskendezési idő kezdete a gyári időpont marad. Ügyelni kell még arra, hogy az elektronika az ECU felé a befecskendező-szeleppel arányos terhelést adjon, hogy ne keletkezzen hibakód a rendszerben.

A fenti elektronikákhoz léteik egy Auto Tuner rendszer is. Ekkor egy szélessávú lambda-szonda által folyamatosan vett értékhez állíthatjuk a befecskendezést, tetszőleges keverékarányt beállítva. A programozás nem egy teljesen automatikus szabályzási folyamat, de nagyban megkönnyíti a finomhangolást.

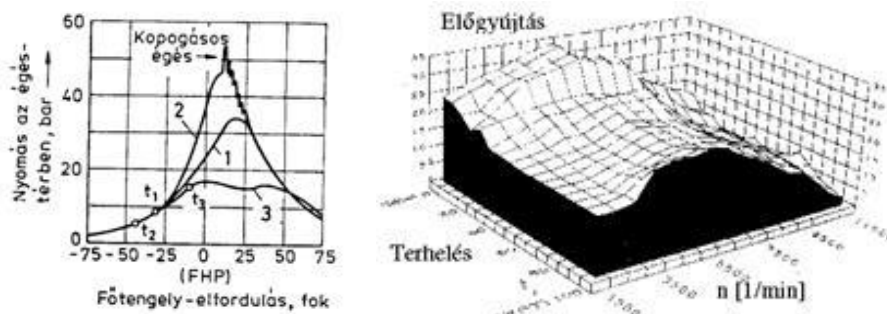
Ha mindhárom fenti lehetőség rendelkezésre áll, akkor ezeket egymással „sorba” bekötve mindegyik teszi a dolgát, szélesítve ezzel az állítási tartományt (bár ennek csak

technikailag van jelentősége, a valóságban mindegyik rendszer egymaga is ellátja a finomhangolás feladatát). Fontos megjegyezni, hogy teljesítménymérő pad hiányában egyik elektronika beállítása sem lehetséges, és a padokhoz külön megvásárolható szoftverek és nagy gyakorlat szükséges egy-egy motorkerékpár szakszerű és pontos beállításához.

6 Gyújtásrendszerek

6.1 Az előgyújtás problémája

Az égéstérbe összesűrített tüzelőanyag-levegő keverék égését már az előtt meg kell indítani, hogy a dugattyú elérné a felső holtpontot, hiszen a motor üzeme akkor optimális, ha a felhasznált tüzelőanyag minél jobb hatásfokkal alakul át hasznos munkává. Ennek fontos előfeltétele, hogy az égés FHP környezetében menjen végbe. Mivel a gyújtószikráknak is időre van szüksége, hogy a gyulladási hőmérsékletére hevítse a keveréket, illetve maga az égés sem végtelen rövid idő alatt zajlik le, a szikráknak kissé korábban kell keletkeznie, mint ahogy a dugattyú a sűrítési ütemben elérné a felső holtpontot. Az előgyújtás az a szögérték, amivel a főtengely elfordul a gyújtószikra keletkezése és a dugattyú felső holtponti helyzete között. A motor igényeihez képest túl kései gyújtás (3) erősen csökkenti a teljesítményt és növeli a károsanyag kibocsátást. A túl korai gyújtás (2) öngyulladásos (detonációs) égést eredményez, ami az alkatrészek károsodását okozza.



38. ábra

Az optimális gyújtásidőpont két legfontosabb meghatározója a fordulatszám és a terhelés, de befolyásolja még többek között a tüzelőanyag-levegő keverék összetétele, a motor hőmérséklete, stb.

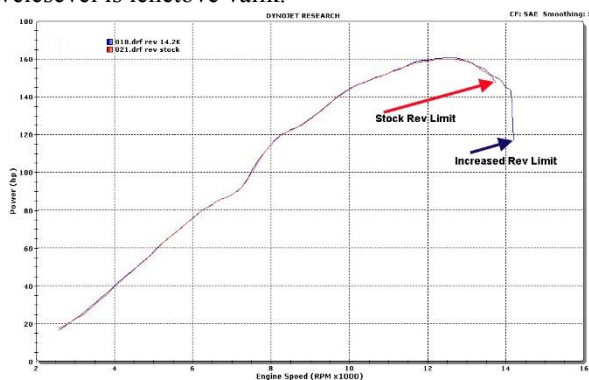
Azt a háromdimenziós felületet, amely megmutatja, hogy adott körülmények esetén mekkora a motor optimális előgyújtása, állapotternek nevezzük. Az 1 vonal az alapjáratra, illetve tolóüzemre (motorfék), míg a 2 vonal a teljes terhelésre vonatkozó értékeknek felel meg. A kétütemű motorok növekvő fordulatszám esetén jellemzően csökkenő előgyújtást igényelnek, mert a felületárnyékolt égéstérben így egyre gyorsabb lesz a turbulencia, tehát növekszik az égés sebessége.

Könnyen belátható, hogy ilyen bonyolult vezérlést csak elektronikus úton lehet megvalósítani, ezért használnak manapság szinte kizárólag digitális számítógép vezérlésű gyújtóberendezéseket, ahol magát a gyújtóimpulzust egy tranzistoros tekercsgyújtás vagy egy CDI gyújtás állítja elő. A számítógép csak ennek az időzítését vezérli az alábbiak szerint.

A központi számítógép a fojtószelep szenzor és a főtengely jeladó segítségével folyamatosan figyeli a motor terhelését és fordulatszámát. E két paraméter ismeretében a ROM-ból (csak olvasható memória egység) kiolvassa az éppen aktuális előgyújtás értéket, amit a főtengely szenzor bázisjeléhez képest (nagyobb méretű büttyök) számol ki. Egy rendszeren belül az üzemiállapotoktól (motorfék, tolóüzem, stb.) függően több tárolt jellegtér is lehet. A kiszámolt előgyújtás értéket korrigálja még a motorhőmérséklet függvényében, majd a kellő időben nyitja a tranzisztort vagy begyújtja a tirisztort. Azt, hogy éppen melyik hengeren van gyújtás, a vezérműtengely szenzora mutatja meg.

Az alapelőgyújtás megváltoztatása az egész jellegeteret eltolja. Az igazi megoldás, ha a teljes jellegeteret pontról pontra tudjuk megváltoztatni. Erre kínál lehetőséget a Dynojet által gyártott Power Commander Ignition Module. A működési elvét tekintve megegyezik a befecskendezést módosító rendszerrel. A kimenő jel kezdeti időpontját módosítva a két jellegtér eredője adja az alkalmazott előgyújtást. A beállításhoz elengedhetetlenül szükséges a teljesítménymérő pad használata. Ne feledjük el, hogy a hengerben lezajló égésfolyamatokat a tüzelőanyag-ellátás és a gyújtás nagyban befolyásolja. Más-más előgyújtás értékhez más-más benzinmennyiségre lehet szükség, és viszont. Így ezek egymáshoz történő beállítása hosszadalmas, nagy gyakorlatot igénylő feladat.

A rendszer másik előnye, hogy a széria motorokhoz képest a fordulatszám-korlátozást magasabb fordulatra lehet állítani, így a megfelelően átalakított motor teljesítménye a fordulatszám növelésével is lehetővé válik.



39. ábra

6.1.1 A szikraszám problémája

A modern Otto-motorok felületárményékoló égésterei és hangolt töltéscsere rendszerei lehetővé tették a munkatérben végbemenő égésfolyamat hatásfokának javítását úgy, hogy egy cikluson belül több szikrával több égésgócot hozhatunk létre.

Ha egy benzinmotor munkatérben az égéster felületárményékolása és a hangolt töltéscsere rendszer révén megfelelő kerületi sebességű örvénylést tudunk létrehozni, akkor elképzelhető az is, hogy a gyújtógyertya elektródái környezetéből kiinduló égés terjedési

sebessége kisebb lesz, mint az örvénylő gáz sebessége. Ez azt jelenti, hogy az örvénylő friss gáz az égő magot „elfújja” a gyújtógyertya környezetéből, ahová ismét meggyújtható gázkeverék kerül. Ha egy további szikrával az égést ismételtelen megindítjuk, akkor elérhetjük, hogy a munkatér több pontján jöjjön létre égési góc, ami a teljes töltet rövidebb égésidőjét és így a motor nagyobb teljesítményét, kisebb káros anyag kibocsátását eredményezi.

További probléma a szikra keletkezésének helye. A hagyományos gyújtógyertyák elektródái az égéstérben nem minden esetben helyezhetők el optimálisan. A lézeres vagy plazmagyújtások a közeljövőben erre is megoldást nyújthatnak.



40. ábra

7 Erőátviteli szerkezetek

7.1 Tengelykapcsoló számítási feladatok

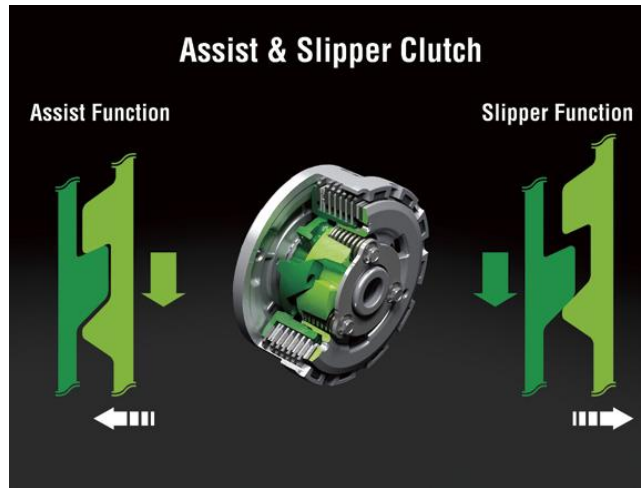
Többtárcsás tengelykapcsolóval átvihető forgatónyomaték:

$$M = F_r \cdot \mu \cdot r_k \cdot i$$

Ahol:

M	= a tengelykapcsoló által átvihető forgatónyomaték [Nm],
i	= súrlódó felületek száma [1]
μ	= a súrlódópárokra vonatkoztatott tapadási súrlódási együttható [1]
F_r	= rugó(k) előfeszítő ereje [N]
r_k	= közepes súrlódási sugár [m]

7.2 Csúszókuplung szerkezetek



41. ábra

Az ábrán vegyük észre, hogy az alkatrész pár tengely irányú, ferde felületeken kapcsolódik egymáshoz. Ha a motor tolóüzemben működik (motorfék), akkor a rugótartó tárcsa elfordul és a ferde ékpálya hatására elmozdul a nyomólap irányába. Ha ez megtörténik, akkor a tk. rugók előfeszítése csökken, és így egy kritikus nyomaték elérésekor megcsúszhatnak egymáson a lamellák. Tehát elkerülhető a hátsó kerék veszélyes megcsúszása. Ezt a megoldást versenymotorokon is használják, féktávokon visszaváltás közben kevésbé lesz ideges a motor hátulja. A nyomórugó és az oldórugó cseréjével a tolóüzemi oldás finomsága állítható, a rampaszakasz betétje cserélhető. A csere nem csak a kopás miatt szükséges, de a mereedség bizonyos szög tartományokban állítható is egyben.

Ha a motoroldalról következik be a csúszás, akkor a ferde ékpályák rásegítenek a nyomórugókra, növelve ezzel az átvihető nyomatékot.

Arra mindenképpen ügyelnünk kell, hogy a csúszókuplung használata a tárcsák, lamellák nagymértékű kopásával jár, így ezek ellenőrzése versenyszinten versenyenkénti, de adott esetben futamokénti ellenőrzéssel, sok esetben cserével jár.

7.3 Váltóáttételek számítása

Az áttételek meghatározásának első lépéseként ki kell számolnunk a jármű I. illetve a legmagasabb fokozatban elérhető maximális sebességét.

$$P_{\max} \eta_h = m \cdot g \cdot f \cdot v_{\text{Im ax}} + m \cdot g \frac{P}{100} v_{\text{Im ax}}$$

Versenymotorok esetén:

$$P_{\max} \eta_h = m \cdot g \cdot f \cdot v_{\text{Im ax}} + m \cdot v_{\text{Im ax}} a_{\max} \theta$$

ahol:

P_{Max} = a motor maximális teljesítménye [w]

η_h = a hajtómű összhatásfoka [1]

m	= a jármű tömege [kg]
g	= nehézségi gyorsulás [9,81 m/s ²]
f	= a jármű gördülési ellenállási tényezője [1]
$v_{I,max}$	= a jármű I. fokozatban elérhető maximális sebessége [m/s]
p	= a jármű által leküzdhető maximális emelkedő meredeksége [%]
a_{max}	= a jármű maximális gyorsulása [m/s ²]
θ	= a forgó tömegek tehetetlenségi tényezője [1,05-2,5]

Az egyenlet bal oldalán a hajtóműről levehető maximális teljesítmény található. A jobb oldal első tagja a jármű gördülési ellenállásának leküzdéséhez szükséges teljesítményt, míg a második tag a maximális emelkedő leküzdéséhez szükséges teljesítményt reprezentálja (versenymotorok esetén a maximális gyorsításhoz szükséges teljesítménnyel számolunk).

A fenti egyenlet rendezésével könnyen kiszámítható az I. fokozat maximális sebessége, majd ebből annak áttétele is:

$$v_{I,max} = \frac{P_{max} \eta_k}{m \cdot g \left(f + \frac{p}{100} \right)}$$

$$i_I = \frac{2 \cdot r_D \cdot \pi \cdot n_{Pmax}}{i_{sz} \cdot v_{I,max}}$$

ahol:

i_I	= I. fokozat áttétele [1]
r_D	= a jármű kerekének dinamikus sugara [m]
n_{Pmax}	= a motor maximális teljesítményhez tartozó fordulatszáma [1/s]
i_p	= primer hajtás áttétele [1]
i_{sz}	= szekunder hajtás áttétele [1]

A jármű maximális sebességének meghatározása:

$$P_{max} \eta_k = m \cdot g \cdot f \cdot v_{max} + \frac{\rho}{2} \cdot c \cdot A \cdot v_{max}^3$$

ahol:

ρ	= a levegő sűrűsége [kg/m ³]
c	= a jármű légellenállási alaktényezője [1]
A	= a jármű haladási irányra merőleges felülete [m ²]
v_{max}	= a jármű maximális sebessége [m/s]

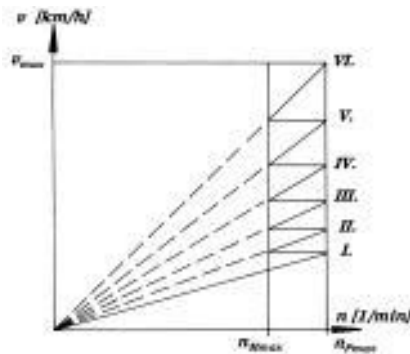
Az egyenlet bal oldala itt is a hajtómű által leadott teljesítményt határozza meg, míg a jobb oldal első tagja a jármű gördülési ellenállásához szükséges, a második tag pedig a légellenállás leküzdéséhez szükséges teljesítményt adja meg. A fenti egyenletből kifejezve megkaphatjuk a jármű maximális sebességét és az előző pontban ismertetett módon a legmagasabb fokozat áttételét.

Közbülső fokozatok áttételeinek meghatározása:

A munka folytatásához meg kell szerkesztenünk a motorkerékpár ún. fűrészdiagramját, ahol a jármű sebességét ábrázoljuk a motor fordulatszámának függvényében. A szerkesztés és így a méretezés is attól függ, hogy verseny-, vagy utcai gépről van-e szó.

Versenymotorok fűrészdiagramjának szerkesztése:

A diagramon jelöljük vízszintes egyenessel az előzőekben kiszámított maximális sebesség értékét, függőleges egyenessel pedig a maximális teljesítményhez és forgatónyomatékhoz tartozó motorfordulatszámot. A koordinátarendszer origóját kössük össze a maximális sebesség és a maximális teljesítmény fordulatszámának metszéspontjával. Ahol a kapott egyenes metszi a max. nyomaték fordulatszámát, húzzunk egy vízszintes egyenest. Ez lesz a következő fokozatban elérhető maximális járműsebesség. A szerkesztést mindaddig folytatjuk, míg az I. fokozat maximális sebességét meg nem közelítjük. Versenymotorok esetén az I. fokozat igen hosszú, ezért rajtoláskor sokáig csúsztatni kell a tengelykapcsolót (aláfestés).



42. ábra

A szerkesztés befejezésével megkapjuk a jellegzetes fűrész alakú diagramot, melyről leolvasható, hogy a motort a maximális teljesítmény és nyomaték fordulatszáma között célszerű működtetnünk. Ezt úgy érjük el, hogy adott fokozatban elérve a maximális teljesítmény fordulatszámát, a fokozatváltás miatt a motor fordulatszáma visszaesik a maximális nyomaték fordulatszámára. Tovább gyorsítva a gépet a folyamat mindaddig ismétlődik, amíg el nem érjük a maximális sebességet. A diagramon látható, hogy minél rugalmatlanabb a motorunk, annál több váltófokozatra van szükség.

Vegyük észre azt is, hogy az egyes fokozatokban elérhető maximális sebességek és így az áttételek is mértani sorozatot alkotnak, ahol a fokozati tényező:

$$q = \frac{n_{F_{\max}}}{n_{M_{\max}}}$$

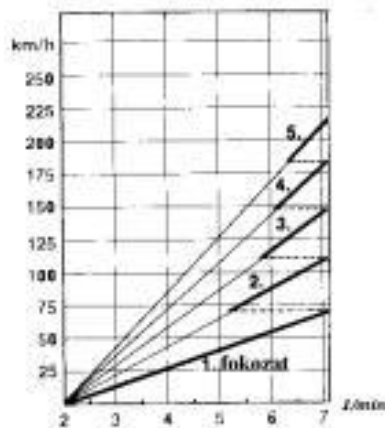
ahol:

q = fokozati tényező, így:

- n. fokozat = $n \cdot q_0 = 1$
- n-1. fokozat = $n \cdot q_1$
- n-2. fokozat = $n \cdot q_2$
- n-3. fokozat = $n \cdot q_3$
- I. fokozat = $n \cdot q_{n-1}$

Utcai motorok fűrészdiagramjának szerkesztése:

Az ábrán egy rugalmas utcai motor fűrészdiagramját láthatjuk. A szerkesztés menetében annyi a változás, hogy az első lépés az I fokozatnak megfelelő egyenes megszerkesztése. Tehát itt a legalacsonyabb fokozatból indulunk ki.



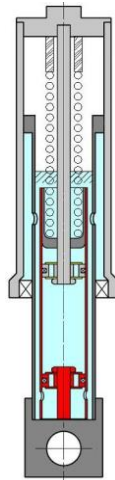
43. ábra

Érdekeség továbbá, hogy az alsó kapcsolási fordulatszámot nem egyenes, hanem egy tapasztalati úton fölvetett exponenciális görbe határozza meg. Ennek magyarázata a következő: utcai motorok esetén a legritkább esetben használjuk ki a motor maximális teljesítményét. Ha részterheléses üzemmódban megyünk, akkor alacsonyabb fordulatszámnál kapcsolunk föl. A motor fordulatszáma az adott terheléshez tartozó maximális nyomatéki pont alá esne, és így nem tudnánk fölgyorsítani a gépet. Ezt küszöbölhetjük ki a korrigált alsó fordulatszám-határ alkalmazásával. A másik ok, hogy a motor a legkisebb fajlagos fogyasztáshoz tartozó fordulatszám környezetében működik. Tehát minél meredekebb ez a görbe, annál sportosabb géppel van dolgunk.

8 Futóművek

8.1 Első teleszkópszárak felépítése

Motorkerékpárok esetén a kerekek általában teleszkóp segítségével (egyenes csővezeték) tudnak elmozdulni. Leggyakrabban alkalmazott lengéscsillapító az ún. felfordított teleszkópvilla, cartridge rendszerrel. Ennek lényege, hogy a teleszkóp belsejében egy külön munkatérrel rendelkező csillapító patron helyezkedik el, mely olajjal van feltöltve, légmentesen. A munkatéren kívül, külön tér található, amely a tágulási térnek felel meg. Ezt a rendszert használják az autók esetében is, amely a kétcsőves lengéscsillapító névre hallgat. A munkatérre az olaj légmentes áramoltatása miatt van szükség. A tágulási tér pedig a munkatérbe merülő dugattyú szár által kiszorított olajmennyiség miatt szükséges. Az olaj megfelelő irányú áramoltatását a dugattyún és a fenékszelepen elhelyezett szelepek végzik.



44. ábra

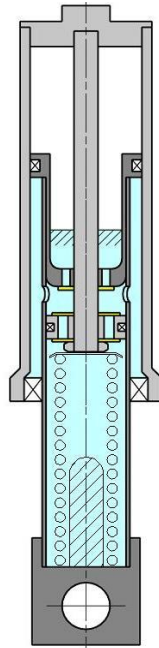
A két elkülönített tér eredménye, hogy nem tudunk túl nagy dugattyú átmérőt kialakítani. Ennek következménye, hogy az elmozduláshoz szükséges folyadékáram viszonylag csekély, ezért nagymértékű fékező hatás szükséges, amely csak kis furatátmérőkkel valósítható meg. Szükséges továbbá egy fenékszelep, vagy segéd dugattyú, amely a munkatér légmentes működését segíti.

8.1.1 Cartidge fajták

BPF (Big Piston Fork) – Nagydugattyús rendszer

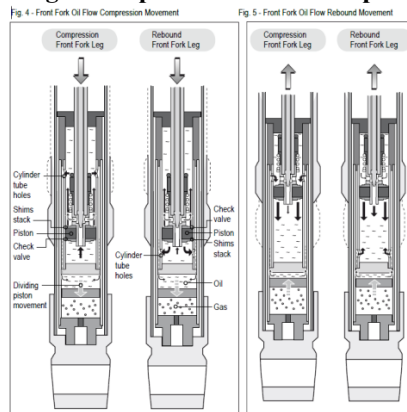
Lényege, hogy nem elkülönített munkatérben dolgozik a dugattyú, hanem a munkahenger valójában a becsúszó szár belső furata. Így lényegesen nagyobb dugattyú átmérő/felület érhető el, ami adott elmozdulás mellett több olajáramot biztosít, mint cartridge rendszerű esetében a kisebb dugattyú.

Eredmény: nagyobb áramlási keresztmetszetek (szelepek átmérője), kisebb nyomáson történő működés, nagyobb csillapítási érzékenység, kevesebb alkatrész miatt, kisebb tömeg



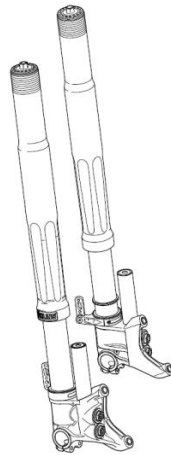
45. ábra

8.1.2 Különleges első lengéscsillapító rendszerek felépítése



46. ábra

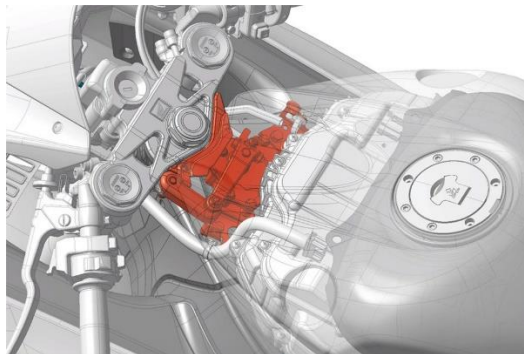
A fenti ábrán az Öhlins TTX25 első teleszkópszár belső felépítését látjuk. Érdekessége, hogy a tágulási tér itt az alsó részen található, zárt rendszerű, gázzal előfeszített rendszer. Előnye, hogy a progresszivitás mértéke a gáznyomással szabályozható. Létezik külső tartályos kivitel is, ahol gyakorlatilag a hátsó lengéscsillapító első futóműre való átvitele látható. Előnye a nagy olajtér, mellyel elkerülhető a rendszer elmelegedése, gázosodása. További nagy előny, hogy az áramoltatott folyadék nem a dugattyúban lévő szelepeken kerül fojtásra, hanem a külső szelepelésen. Hátránya a nagyobb rugózatlan tömeg.



47. ábra

8.1.3 Verseny futómű egységek felépítése

Versenymotoroknál elképzelhető excenter alkalmazása is, amivel az első futómű utánfutását változtathatjuk. Ez minél kisebb, annál kisebb erő kell a kormány elfordításához, viszont az egyenes futási hajlam is csökken, amit kormány-lengéscsillapító alkalmazásával kompenzálhatunk. A kormány-lengéscsillapító egy speciális csillapító, mert mind húzó, mind nyomó fokozatban azonos ellenállást produkál. A Honda vezette be elsőként az elektronikus vezérelt kormány-lengéscsillapítót, melyen a csillapítás mértékét sebesség függvényében is tudjuk változtatni.



48. ábra

8.1.4 Első futómű beállításai

A rugó és a teleszkópszár gondoskodik arról, hogy a motorkerékpár úgy álljon, ahogyan a konstruktőrök elképzelték a kormány- és vázgeometriát. A manőverező képesség és a menetstabilitás közti egyensúly csak akkor valósulhat meg, ha a kormánynyak szöge és az első kerék ezáltal is befolyásolt utánfutása megfelelő. Rugózás közben az utánfutás mértéke változik, ezáltal a motor vezethetősége gyorsításkor és fékezéskor jelentősen eltérhet. A megfelelően kiválasztott és beállított rugó a vezető és utasa számára nagyobb biztonságot jelent.



49. ábra

Negatív rugóutak kimérése az első teleszkópszáron

A külső és belső cső között mérhetjük meg a negatív rugóút arányát.

N1 = negatív rugóút 1: mérés pilóta nélkül, függőleges helyzetben

N2 = negatív rugóút 2: mérés pilótával, függőleges helyzetben

A negatív rugóutakat kétféle terheltségi állapotban kell mérni. Az 1-essel jelölt negatív rugóút (N1) a motorkerékpár saját tömegéből adódik, annak tökéletesen függőleges helyzetében. A 2-essel jelölt negatív rugóút (N2) a motorkerékpár és a pilóta együttes tömegéből adódik, szintén függőleges helyzetben.

Megfelelő keménységű rugó kiválasztása

A két érték különbségéből látszik, hogy az alkalmazott rugó (rugóerő-tényező) a pilóta testsúlyához képest túl kemény (kis különbség) vagy túlságosan lágy (nagy különbség).

Alapszabály a toleranciahatárok megállapításához: nagy testsúlyú, sportosan vezető vagy olyan pilóták, akik esetenként utast is visznek magukkal, a legkisebb N2-értéket válasszák. A könnyebb motorosok számára a legnagyobb N2-érték felel meg inkább. A negatív rugóutak toleranciája ráadásul azt is megengedi, hogy a futóművet valamely irányba hangoljuk. Ha például azt szeretnénk, hogy a motor stabilabban viselkedjen, akkor elől a negatív rugóútnak (N2) a kisebb (35 mm), hátul a nagyobb N2-értéket válasszuk (40 mm). Ha a pilóta nehéz, vagy utassal, csomagokkal használja a motort, akkor a terhelt és a terheletlen rugóút között nagy lesz a különbség. Ilyenkor a rugót erősebbre kell cserélni.

A rugó-előfeszítés beállítása

A villarugók előfeszítését a felső villadugóban lévő menetes szárral lehet szabályozni. Ehhez mindkét szárat egyformán kell eltekerni. Az óramutató járásával megegyező irányba tekerve a motor eleje kiemelkedik, ezzel ellentétes irányba forgatva alacsonyabbra kerül. A rugó-előfeszítés módosításával változik a negatív rugóút (kirugózási út), tehát az a rugóút, amelyre akkor van szükség, amikor egy mélyedésen haladunk át, és a rugónak meg kell nyúlnia.

A rugó-előfeszítés nem módosít a rugó keménységén (rugóerő-tényezőn), hanem a rugózási folyamat kiinduló helyzetét (rugóalap), valamint a negatív, illetve pozitív rugóút arányát változtatja meg.

Csillapítás beállítása

Egy korszerű motorkerékpár első futóművén a következő beállítási lehetőségeket találjuk:

1. rugó-előfeszítés,
2. húzófokozati csillapítás,

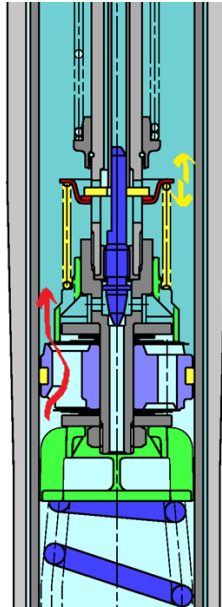
3. nyomófokozati csillapítás.



50. ábra

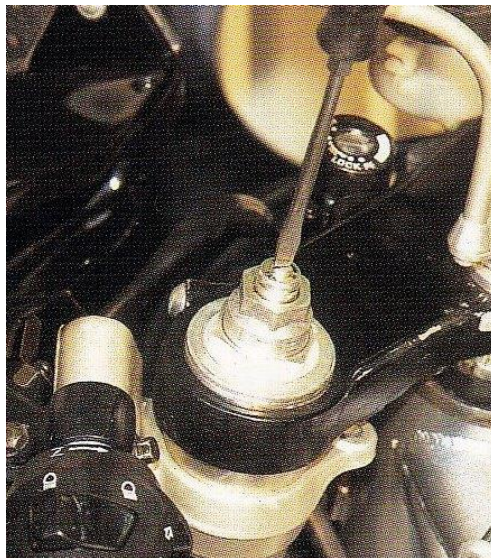
Cartridge rendszerű első teleszkópoknál a munkatérből-tágulási térbe áramló olaj áramlási keresztmetszetét változtatjuk. Szűkítve a keresztmetszetet növeljük a csillapítás értékét, vagyis lassítjuk az összerugózás sebességét. Láthatjuk azt is, hogy létezik egy megkerülő járat is, amelyet acéllemezek zárnak. Ez akkor lép működésbe, amikor az állítható keresztmetszeten már maximalizálódott az áramlási sebesség. Tehát megállapítható, hogy az állítási tartomány csak a lassúbb elmozdulások közben fejt ki hatását. Ha ez nem elegendő, akkor a szelep lemezeinek a cseréjével érhetünk el eredményt.

BPF rendszer esetén az állítás a dugattyú nyomófokozati szelepelés (acéllemezes) előfeszítésének állításával történik. Az állító szerkezet itt is egy menetes csavarszerű egység, mely a dugattyúszáron keresztül azt az alátétet mozgatja, amely a szelep lemezeire támaszkodó rugó előfeszítését végzi, állítja.



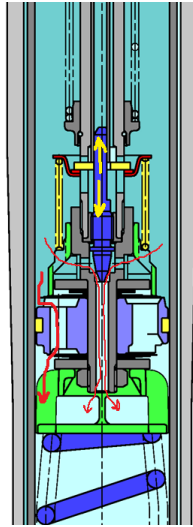
51. ábra

Általános, hogy a cartridge rendszerű teleszkópoknál a dugattyún a fő szelepelés mellett, egy állandóan nyitott (szabályozható keresztmetszetű) járat található. Menetes állítóegység segítségével ennek a járatnak változtatjuk az áramlási keresztmetszetét.



52. ábra

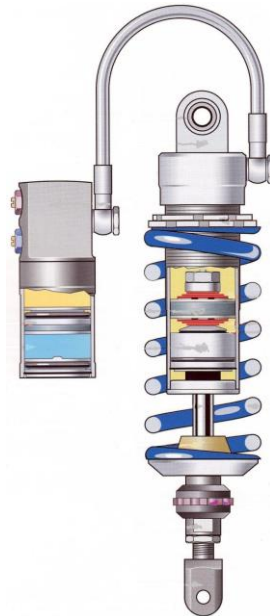
BPF rendszerű húzófokozati állítás, hasonlóan a cartridge rendszeréhez, a dugattyú száron levezetett kúpos szelepeléssel történik.



53. ábra

8.2 Hátsó rugóstagok és himbarendszerek felépítése

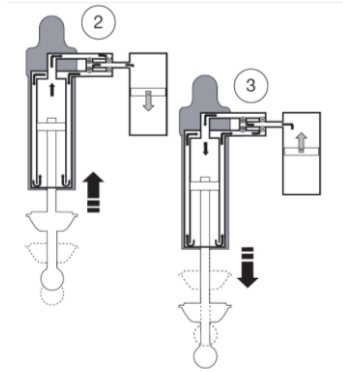
A hátsókerék és rugóstag elmozdulása között áttétel érvényesül, amely fokozott lengéscsillapítási érzékenységet követel. Ezt csak viszonylag nagy átmérőjű dugattyúval lehet megvalósítani. Továbbá szükség van egy tágulási tartályra, mely a lengővilla csapágyazása körül, a kerékhez közel túl sok helyet igényelne. A megoldás egy elkülönített tartály.



54. ábra

8.2.1 Különleges hátsó lengéscsillapító rendszerek felépítése

Hátsó rugóstagokon is alkalmazzák a külső szelepelésű lengéscsillapítókat.



55. ábra

8.2.2 Hátsó futómű beállításai

A rugóstag a lengéscsillapítóval van egybeépítve. Ez gondoskodik arról, hogy a motorkerékpár úgy álljon, ahogyan a konstruktőrök elképzelték a kormány- és vázgeometriát. A manőverező képesség és a menetstabilitás közti egyensúly csak akkor valósulhat meg, ha a hátsó lengőkar megfelelő szögtartományban tud mozogni. Rugózás közben az első futómű utánfutás mértéke változik, ezáltal a motor vezethetősége gyorsításkor és fékezéskor jelentősen eltérhet. A megfelelően kiválasztott és beállított rugó a vezető és utasa számára nagyobb biztonságot jelent.

Negatív rugóútak kimérése a hátsó futóművön

Rugóút méréséhez a hátsó keréktengely és a váz egy fix pontja közötti távolságot kell kimérnünk.

Az elmozdulások között mérhetjük meg a negatív rugóút arányát.

N1 = negatív rugóút 1: mérés pilóta nélkül, függőleges helyzetben

N2 = negatív rugóút 2: mérés pilótával, függőleges helyzetben



56. ábra



57. ábra

A negatív rugóutakat kétféle terheltségi állapotban kell mérni. Az 1-essel jelölt negatív rugóút (N1) a motorkerékpár saját tömegéből adódik, annak tökéletesen függőleges helyzetében. A 2-essel jelölt negatív rugóút (N2) a motorkerékpár és a pilóta együttes tömegéből adódik, szintén függőleges helyzetben.

Megfelelő keménységű rugó kiválasztása

A két érték különbségéből látszik, hogy az alkalmazott rugó (rugóerő-tényező) a pilóta testsúlyához képest túl kemény (kis különbség) vagy túlságosan lágy (nagy különbség).

Alapszabály a toleranciahatárok megállapításához: nagy testsúlyú, sportosan vezető vagy olyan pilóták, akik esetenként utast is visznek magukkal, a legkisebb N2-értéket válasszák. A könnyebb motorosok számára a legnagyobb N2-érték felel meg inkább. A negatív rugóutak toleranciája ráadásul azt is megengedi, hogy a futóművet valamely irányba hangoljuk. Ha például azt szeretnénk, hogy a motor stabilabban viselkedjen, akkor elől a negatív rugóútnak (N2) a kisebb (35 mm), hátul a nagyobb N2-értéket válasszuk (40 mm). Ha a pilóta nehéz, vagy utassal, csomagokkal használja a motort, akkor a terhelt és a terheletlen rugóút között nagy lesz a különbség. Ilyenkor a rugót erősebbre kell cserélni.

A rugó-előfeszítés beállítása

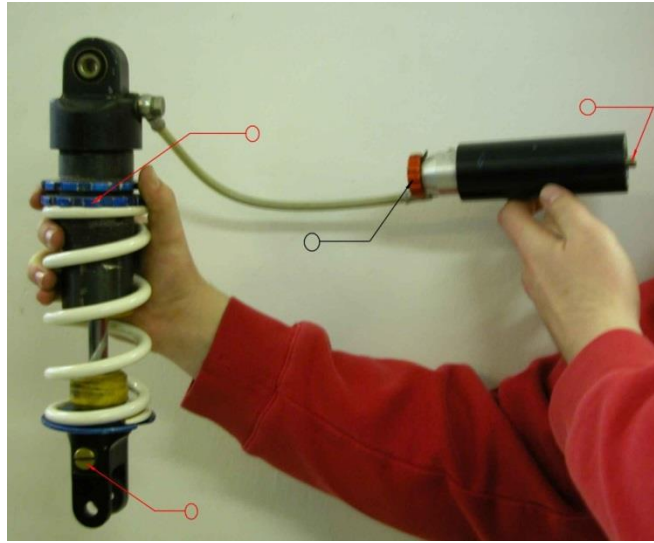
A rugók előfeszítését a rugótagon lévő menetes szárral lehet szabályozni. Létezik körmös kulcsos állítási mód, de versenymotoroknál a külső kézi előfeszítés-állítót alkalmazzák. A rugó-előfeszítés módosításával változik a negatív rugóút (kirugózási út), tehát az a rugóút, amelyre akkor van szükség, amikor egy mélyedésen haladunk át, és a rugónak meg kell nyúlnia.

A rugó-előfeszítés nem módosít a rugó keménységén (rugóerő-tényezőn), hanem a rugózási folyamat kiinduló helyzetét (rugóalap), valamint a negatív, illetve pozitív rugóút arányát változtatja meg.

Csillapítás beállítása

Egy korszerű motorkerékpár hátsó futóművén a következő beállítási lehetőségeket találjuk:

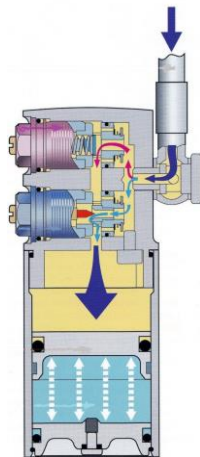
1. rugó-előfeszítés,
2. húzófokozati csillapítás,
3. nyomófokozati csillapítás.



58. ábra

Rugózási paraméterek állítási helyei hátsó, illetve az első rugóstagon

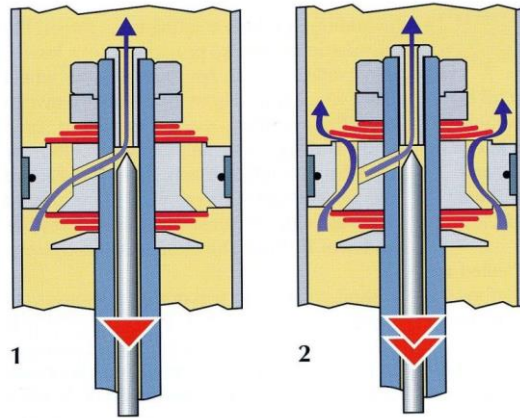
Hátsó lengéscsillapítók esetén, a tágulási térbe áramló (dugattyú szár által kiszorított mennyiség) olajáramot fékező szelep áramlási keresztmetszetét szabályozzuk. Gyorsabb összenyomódások esetén ez a szelep már nem tud elegendő olajat áttereszteni, ezért létezik egy megkerülő járat is, amelyet egyes típusoknál szintén szabályozhatunk. Így megkülönböztetünk lassú és gyors nyomófokozati csillapítás állítási lehetőséget. A rugóstag húzófokozata közben a tágulási térből biztosítani kell az olaj visszaáramlását, amelyet egy gyenge visszacsapó szeleppel valósítanak meg.



59. ábra

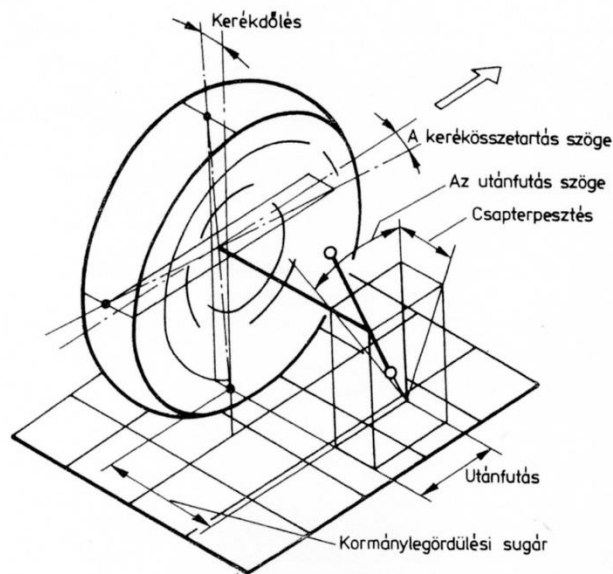
Hátsó lengéscsillapítók húzófokozatának állítása a dugattyúszáron belül átvezetett olajmennyiség változtatásával történik. Ez egy kúpos ülékű szelep átteresztő képességének módosításával lehetséges, mely egy menetes szerkezet tekerésével állítható.

Mint az ábrán is látható, hogy ez csak egy megkerülő járat. Tehát nem csak ezen történik az olaj átvezetése. Megállapítható, hogy a főszelep nyitása után ennek az állításnak egyre kevesebb szerepe lesz, amely a gyorsabb elmozdulások esetén következik be.



60. ábra

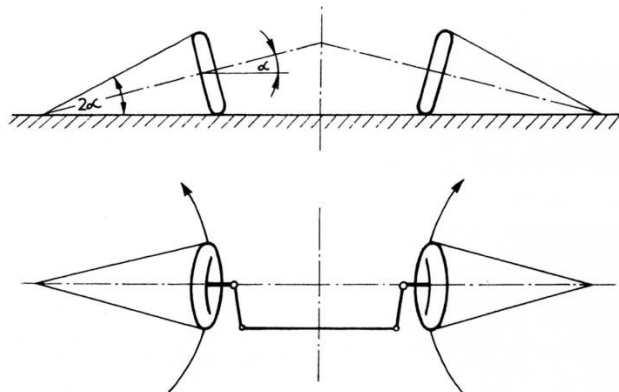
8.2.3 Quad futóművek felépítése



61. ábra

A kezünk ügyébe kerülő quad-ok nagy részén csak a kerékösszetartást lehet állítani, de ha egy komolyabb ugratás, vagy egy nagyobb gödör után eldeformálódik a futómű, akkor, ha történetesen az összetartást be is lehet helyes értékre állítani, a többi paraméter még lehet teljesen rossz. Ha nem vagyunk tisztában ezek hatásaival a jármű úttartására, akkor nem is fogunk törődni a futómű egyéb tulajdonságaival.

Kerékdőlés: A quadok első kerekei gördülő csapágyakon nyugszanak, amiknek természetesen van néhány század mm-es csapágyhézaga is. Tehát, ha a kormányt stabilan, mereven rögzítjük, a kerekek a talaj egyenetlenségei hatására bár kis mértékben, de mégis el tudnak mozdulni (támolyognak). Ez egyenes menetben az úttartás csökkenéséhez, kigyózó, instabil állapothoz vezet. Ha viszont a forgástengely nem vízszintes, hanem a kerék tetejét kifelé vagy befelé megdöntjük, akkor ezzel határozott előfeszítést tudunk biztosítani a csapágyaknak, így kiküszöbölhető a támolygás. Régebben a kerekek felső részét kifelé döntötték. Ezt hívjuk pozitív kerékdőlésnek, melynek oka, hogy az esetleges bakhátas úttesten is biztosítható a csapágy-előfeszítés.



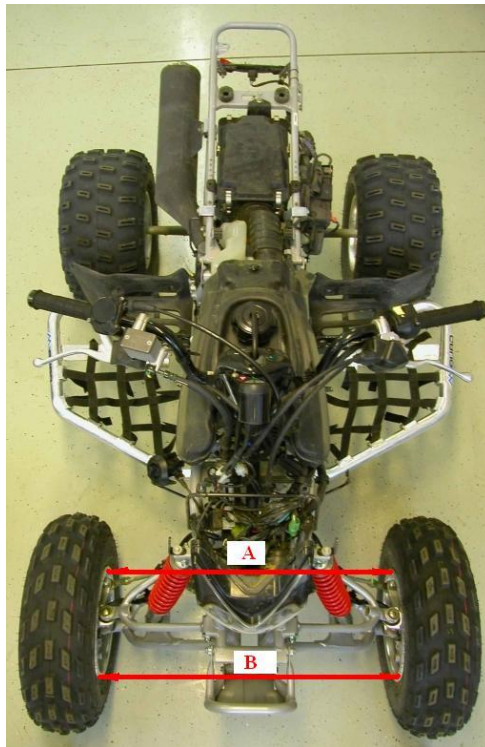
62. ábra

A korszerű, nagysebességű járműveknél viszont sokkal lényegesebb a megfelelő kanyarstabilitás. Ez növelhető a negatív kerékdőléssel, hiszen ilyenkor a kerék túlterpesztése kompenzálhatja a gumiabroncs oldaltorzulásából adódó tapadási felület csökkenést.



63. ábra

Kerékösszetartás (-széttartás): Ha a csapágy-előfeszítés végett megdöntött kerekeket szabadon hagynánk görbülni, akkor azok természetesen nem egyenesen, hanem csigavonalban szűkülő íven görbülnének, pozitív kerékdőlés esetén kifelé, negatív kerékdőlés esetén pedig befelé. Ezt a jelenséget tudjuk kompenzálni a kerekek szét-, illetve összetartásával.



64. ábra

A kerékösszetartást mm-ben mérjük, és a kerekek adott pontja közötti távolságok különbségeként számoljuk.

$$\Delta L = B - A \text{ [mm]}$$

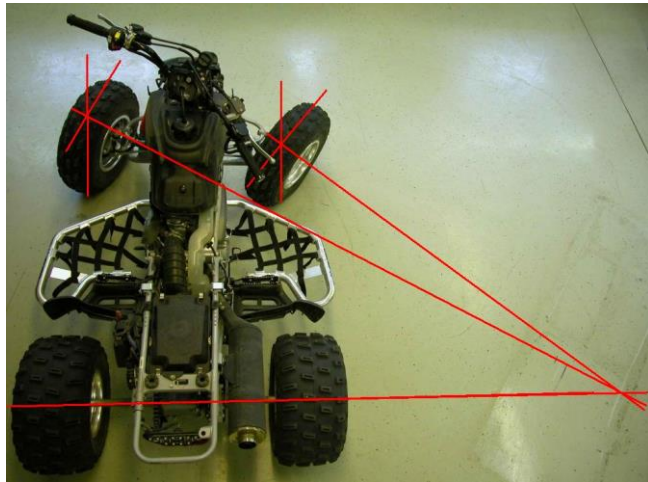
A mérési pont lehet a gumiabroncs középvonala vagy a keréktárcsa széle, ha nincs deformálódva. A helyes érték beállítását a kormányösszekötő rúd hosszának változtatásával érhetjük el.

Az eddigiekből egyértelműen következik, hogy a kerékdőlés és a kerékösszetartás egyértelműen összetartozó és egymástól függő beállítási paraméterek. Helytelen kerékdőlés a gumiabroncs aszimmetrikus kupását, illetve kanyarstabilitás csökkenést okozza. A helytelenül beállított kerékösszetartás a gumiabroncs egyenletes, de túlzott kopását és általános (egyenes haladás, ívmenet) tapadáscsökkenést okozza.

A futómű mérését és esetleges beállítását mindig megterhelt állapotban kell végezni. Különösen igaz ez a quad-okra, amiknek meglehetősen lágy rugózása miatt a terheletlen, és a (ténylegesen használt) terhelt állapot között jelentős geometriai különbségek adódnak.

Például a képeken látható jármű esetében terheletlenül 5 mm, terhelt állapotban pedig 10 mm széttartást mértünk.

Kanyarodási szögeltérés: Ha egy szilárd test ívmenetben halad, akkor annak minden egyes pontja egy adott pont körül kell, hogy elforduljon. Ellenkező esetben a test szétszakad, eltörik. Ez természetesen érvényes a quad-okra is. Mivel a hátsó kerekek nem kormányzottak, a közös forgáspontnak biztos, hogy a hátsó tengely vonalára kell esnie.



65. ábra

Az ábrán is szépen látható, hogy a kormányzott kerekek nem azonos távolságban vannak a közös forgásponttól, így az általuk befutott ív sugara is különböző kell, hogy legyen. Magyarán a belső kéréknek mindig nagyobb kell, hogy legyen az elfordulási szöge, mint a külsőnek. A két elfordulási szög különbségét hívjuk kanyarodási szögeltérésnek.

$$\Delta\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$$



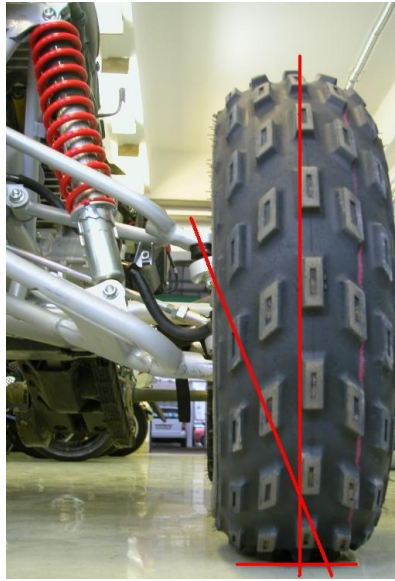
66. ábra

A megfelelő kerékelfordulásokat a gyártók úgy biztosítják, hogy a kormányösszekötő rúd, a kormány segédkarok, és az első tengely alkotta négyszöget egy speciális méretű paralelogrammának tervezik meg (Ackermann kormányzás). Ha ennek bármelyik alkotó része eltorzul, akkor a nem egy pont körüli elfordulás miatt jármű kanyarstabilitása romlani fog, erősebben kopnak a kormányzott gumiabroncsok, illetve a vázra ható csavarónyomaték tartós vázdeformációt, hosszabb idő elteltével váztörést okozhat. A kanyarodási szögeltérés nem javítható, csak a deformálódott alkatrész(ek) cseréjével korrigálható.

Csapterpesztés: A kormányzott kerék elfordításához forgatónyomatékra van szükség. Ezt a forgatónyomatékokat a kormányművel kifejtett erő, illetve a kormánytengely dőléspontja és a kerék talppontja közötti távolság szorzataként számolhatjuk ki.

$$M_s = F_s \cdot k$$

Első közelítésben azt hihetnénk, hogy a minél nagyobb legördülési sugár a kedvező, hiszen így könnyebb a kormányzás. Ez természetesen így is van, viszont ilyenkor a kormányra visszaható reakciónyomaték is csökken, ami a kanyarodás határainak megállapításakor jelent igen nagy problémát. Tehát nem tudjuk, hogy meddig tapad a kerék. A korszerű futóműveken túlerpesztést, negatív legördülési sugarat alkalmaznak, mert eltérő fékerők esetén stabilabb úttartást biztosít.



67. ábra

Quad-ok esetében a csapterpesztés nem állítható, és általában ez érvényes a legtöbb személygépkocsi futóműre is. Értékét leginkább a lengőkarok geometriája határozza meg, így ezek deformációja a kormányzási nyomaték megváltozását, illetve fékezéskor a kormány elhúzását okozhatja.

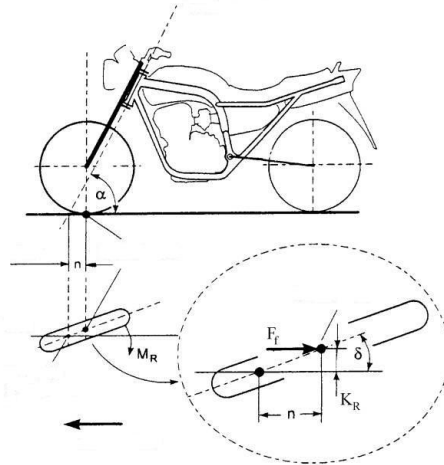
Egyenes futás: Az egyenes futás azt jelenti, hogy ha elengedjük a jármű kormányát, akkor az saját magától egyenesen halad, s ha valami (útegyenetlenség) eltéríti, akkor az eltérítés utáni irányt követi tovább. Ezt a hatást két futómű-geometriai trükk alkalmazásával érhetjük el.

Csapterpesztés és kerékdőlés együttes hatása: Az előzőekben már említett csapterpesztés és kerékdőlés együttes alkalmazásának járulékos hatása, hogy a kerék elforgatásakor egy megdöntött kúppalást mentén fordul el. Ennek a kúppalásnak a legfelső pontja a kormány egyenes állása. Tehát, ha elfordítom a kormányt, akkor a kerék lefelé vagy fölfelé mozdul, a jármű pedig megemelkedik, vagy lesüllyed, így a jármű tömegének jelentős része fogja a kormányt visszakényszeríteni egyenes állásba.

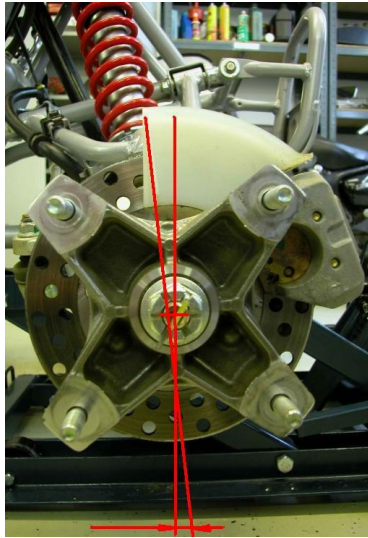


68. ábra

Utánfutás: A kormányzott kerekek elfordulási tengelyének megdöntésével elérhetjük, hogy a kormánytengely dőléspontja után következzen a kerék talppontja. Tehát, ha a kerék a dőléspont után fut, akkor olyan forgatónyomaték ébred, ami a kereket visszafordítja egyenes futásába.



69. ábra



70. ábra

Az utánfutás tehát a kormánytengely (kormánynyak-tengely) és a kerék talppontjának távolsága mm-ben mérve. Túl nagy utánfutás a kormányozhatóság romlását, túl kicsi utánfutás pedig rossz egyenes futást eredményez. Az utánfutás quad-oknál nem állítható. Főként a kerék nagy tárgyaknak, útegyenetlenségeknek ütközésekor bekövetkező lengőkar deformáció miatt állítódik el.

9 Fékszerkezetek felépítése

A járműveken a motorteljesítmény és a fékrendszer teljesítménye között általában 1:3 arányt alkalmaznak. Ez azt jelenti, hogy egy 150 kW-os motorteljesítményhez kb. 450 kW-os féktelejesítmény tartozik. Ezt a hatalmas teljesítményt az alábbi módon hozhatjuk létre:

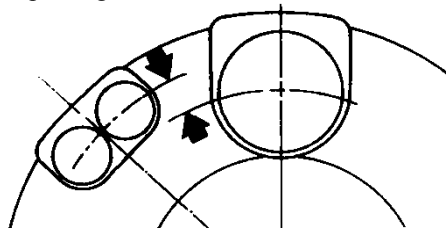
$$M_f = F_s \cdot r_k$$

ahol:

M_f = fékezőnyomaték [Nm],

F_s = súrlódóerő [N],

r_k = a fékbetét közepes sugara,



71. ábra

Az lenne az ideális, ha a közepes sugár megegyezne a kerék sugarával. Sajnos ez csak a kerékpárok fékeinél lehetséges, de ha az adott munka-dugattyú felületet nem egy, hanem kettő vagy több, kisebb dugattyúval érjük el, akkor a közepes sugár nagyobb lesz. Azonos

féknyomás és hidraulikus áttétel esetén is nagyobb fékhatást érhetünk el. Szélsőséges esetben még az is elképzelhető, hogy a tárcsát kifordítják és a felnire szerelik.



72. ábra

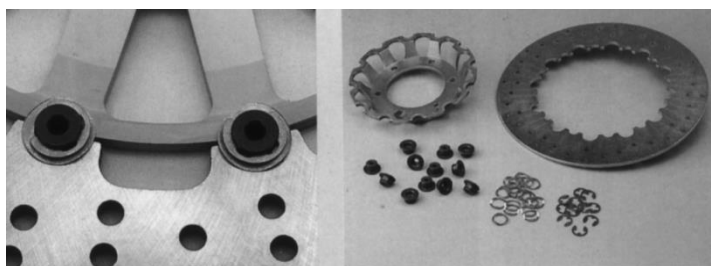
Az úszónyerges fékek nagy előnye, hogy csak kissé lóg be a felnibe, ezért fűzött, küllős kerekbe is szerelhető, továbbá kicsi a tömege. Hátránya viszont a betétek egyenetlen és nem szimmetrikus kopása, illetve a lassú fékoldás. Ez utóbbi abból adódik, hogy a munkahenger tömítő-karmantyújának nem csak a dugattyút és a betétet, hanem a nem kis ellenállású úszócsapokon keresztül az egész nyeret kell mozgatnia.

A korszerű, préselt és öntött felnik lehetővé tették az ellendugattyús nyergek használatát, ahol már mindkét betétre jut egy-egy karmantyú, és már úszócsap sincs. E két tényező jelentősen lerövidítette a fékoldást. A közepes sugarat itt is több dugattyúpárral növelik.



73. ábra

Ilyen sok dugattyú alkalmazása esetén (a gyártási tűrésekből adódóan és az egyenlőtlen hőterhelés miatt) már nem biztosítható, hogy a féktárcsa mindkét oldalán azonos időben jelentkezzen a hasznos fékerő. Ez a tárcsa befeszüléséhez és töréséhez vezetne, ha nem alkalmaznánk beálló féktárcsákat. E megoldásnál a tárcsa futófelülete csapokon keresztül van rögzítve a kerékagyhoz és így kismértékű axiális elmozdulás biztosítható, ami megakadályozza a befeszülést. Ez a tengelyirányú határozatlanság gyorsítja a fékoldást is, hiszen oldáskor „szétveri” a fékbetéteket, illetve a tárcsa egyenetlen hőterheléséből adódó deformációt is kompenzálja.

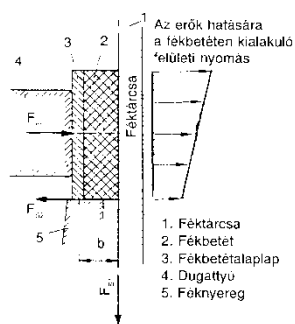


74. ábra

Itt jegyezzük meg, hogy a motorkerékpárok féktárcsáin található rések, furatok vagy hornyok nem a hűtés javítását, hanem a nedves állapotú jobb reagálóképességet, illetve öntisztulást szolgálják. Az ilyen tárcsával szerelt motorok fékezés közbeni erős, sípoló hangját pedig a fékbetétek által a furatokba szorított levegő felmelegedés közbeni nyomásnövekedése okozza, mivel a furat megnyílásakor a levegő igen nagy sebességgel távozik onnan.

9.1.1 Fékbetétek kopásának egyenletessé tétele

A gyakorlatban egyre többször találkozunk furcsa kialakítású fékberendezésekkel (eltolt dugattyú, eltérő átmérőjű dugattyúk, stb.).



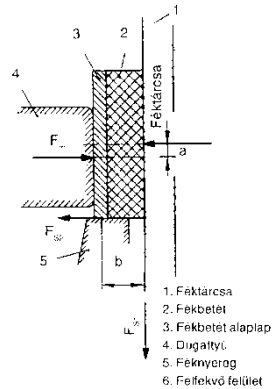
75. ábra

A munkahengerbe kivezérelt fékfolyadéknyomás hatására a dugattyú felületével arányos F_m működtetőerő szorítja rá a fékbetétet a féktárcsára.

Ennek hatására a féktárcsa közepes súrlódó átmérőjén F_{s1} kerületi erő alakul ki. Fékezés közben a fékpofa föltámaszkodik a féknyeregbe, ezért ott egy másik F_{s2} súrlódóerő is ébred. Ezek az erők a fékpofa középpontjától bizonyos távolságra hatnak, az F_{s1} erő karja az ábrán jelölt „b” távolság, F_{s2} -é pedig a fékbetét szélességének a fele. Ez az oka annak, hogy fékezéskor a fékpofára billentő nyomatékok is hatnak. A két nyomaték azonos értelemben forgat, ezért hatásuk összeadódik. Az eredmény a fékbetét megbillenése, ami az ábrán látható egyenlőtlen felületi nyomás kialakulásához vezet. Ha a középpontban ébredő értéket 100%-nak tekintjük, a féktárcsa forgásának megfelelően annak egy meghatározott pontjával először találkozó, úgynevezett felfutó szélén ez az érték kb. 130%, a másik lefutó szélén pedig kb. 70%-nyi lesz. Ahol nagyobb a felületi nyomás, ott túlmelegedés lép föl, emiatt csökken a tapadási tényező és fokozódik a betétkopás. A ferdekopás miatt rövidebb lesz a betét élettartama, a betét befeszülésének esélye megnő.

A konstruktőrök olyan megoldásokon fáradoznak, amivel elérhető, hogy fékezés közben a fékbetétek teljes felületükön és egyenletesen feküdjenek föl. Egy féknyereg konstrukciójának jósága az alapján dönthető el, hogy mennyire egyenletes a fékbetét felületi nyomása. A kedvezőtlen hatások kiküszöbölésére több megoldás is kínálkozik.

A dugattyú középpontjának eltolása

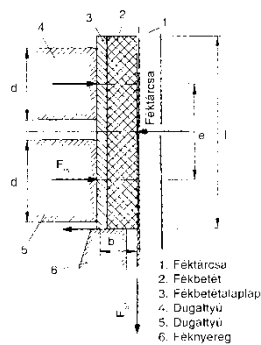


76. ábra

Az ábrán berajzolt „a” távolság, (amennyivel a két középpontot egymáshoz képest el kell tolni), matematikai összefüggések segítségével meghatározható. Ez a gyártást megdrágítja, ezért csak nagy szériáknál jöhet szóba.

Különböző átmérőjű dugattyúk alkalmazása

Ezt a megoldást elsősorban nagyobb fékezőteljesítmények esetén használják. A kedvező hatás eléréséhez az átmérők aránya matematikai összefüggésekkel határozható meg.

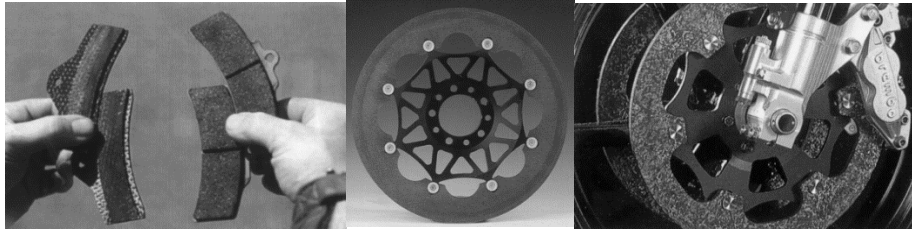


77. ábra

9.2 Verseny féktárcsák-betétek kiválasztása

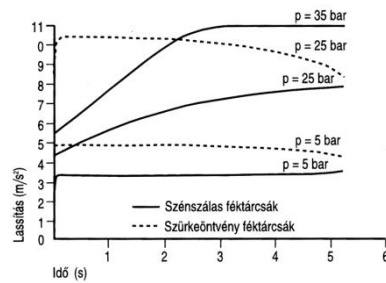
9.2.1 Szénszálas fékbetétek és -tárcsák:

Az utóbbi időben a versenymotorok fékberendezéseit karbonszálas műanyagból készült féktárcsákkal és -betétekkel szerelik.



78. ábra

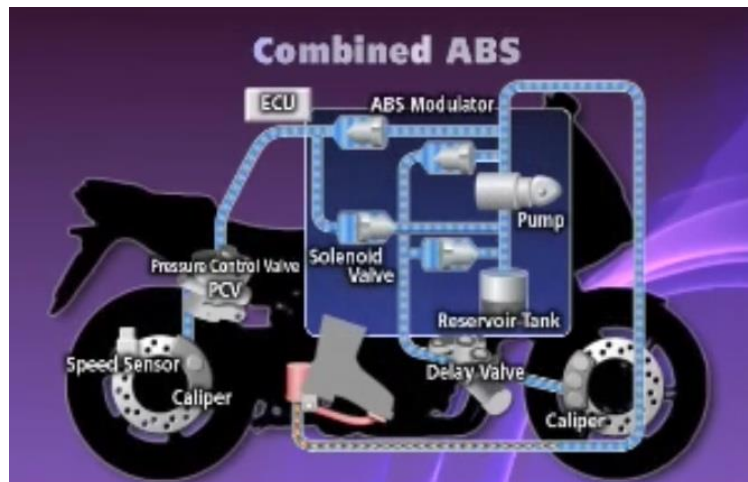
A hagyományos anyagú fékberendezések felforrósodását követően a szürkeöntvény tárcsák eljutnak teljesítőképességük határához (hiába növeljük a működtető erőt, a fékerő csökken), míg a karbonszálas alkatrészeknél a magas hőmérséklet egyenesen alapkövetelmény. A lassítás ugyanis ebben az esetben nemcsak a síksúrlódás következménye, hanem a fékerő a fékbetétet szinte a tárcsához hegeszti, az erős kötés pedig hátráltatja a kerék forgását. Ezt erősíti meg az alábbi ábrán látható lassítási diagram is.



79. ábra

9.3 Blokkolásgátló-rendszerek felépítése

A kombinált ABS ötvözi az ABS alapjait és a DUAL fékek fékerő-szabályozóval (PCV) ellátott rendszerét.



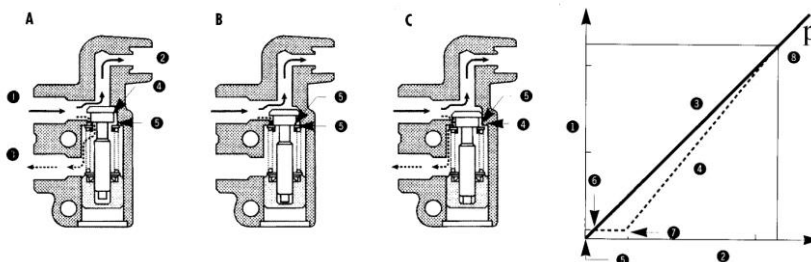
80. ábra

A rendszer elemei:

- ABS egység (ABS modulator)
- mágnesszelep (solenoid valve)
- kiegyenlítő tartály (reservoir tank)
- szivattyú (pump)
- differenciál szelep (delay valve)
- féknyereg (caliper): első és hátsó
- sebesség érzékelő (speed sensor)
- nyomáshatároló és -szabályozó szelep: PCV (pressure control valve)
- vezérlőegység: ECU (engine control unit)

A hátsó fékpedál lenyomásakor a hátsó fék aktiválódik, megkezdí működését. A hátsó fékpedált tovább nyomva a differenciál szelepen keresztül áramló nyomás hatására az első fék is működésbe lép. A lassulás értékelő szenzor elektromos jelet küld a vezérlőegységnek, melynek hatására az ABS egység csökkenti a hátsó fék hidraulikus nyomását, a fékfolyadék a kiegyenlítő tartályba áramlik. A sebesség érzékelő újabb információkat küld az aktuális helyzetről. Ennek hatására a kiegyenlítő tartályban lévő fékfolyadék a szivattyúba áramlik, a hidraulikus nyomás ismét megnő. Mielőtt az hátsó kerék ismét blokkolna, a művelet megismétlődik. Az első fékmunkahengerben a nyomás nő, ami aktiválja az ABS-t.

A kombinált ABS hidraulikus rendszere csak egy plusz differenciál szeleppel tér el a DUAL rendszertől, melynek feladata a fixen megfogott első féknyereg működésének késleltetése.



81. ábra

- A Normál fékezési szakasz.
 B Késleltetési szakasz.
 C Intenzív fékezési szakasz.
1. Bemenő féknyomás
 2. Kimenő féknyomás a bal oldali féknyereghez.
 3. Kimenő féknyomás a jobb oldali féknyereghez.
 4. Szabályzó dugattyú.
 5. Szabályzó váll.

A differenciál szelep működése

Amikor az első fék működésbe lép, a fékfolyadék mindkét első féknyeregbe szabadon áramolhat (5-6. szakasz).

Amikor az első fékrendszer nyomása növekszik, a szabályozódugattyú rugó ellenében lefelé elmozdul, ezzel megakadályozza, hogy a fékfolyadék a jobb oldali féknyereg felé áramolhasson (6-7. szakasz).

Ha a fékerőt tovább növeljük, a szabályozódugattyú tovább mozog lefelé, ezáltal újra szabaddá válik a jobb oldali fékhez vezető út (7-8. szakasz).

9.3.1 Elektronikus vezérlésű kombinált ABS (eCBS)

Napjainkban a legfejlettebb blokkolás gátló rendszer motorkerékpárokon az elektronikus vezérlésű kombinált ABS, melyeket sportmotorokra fejlesztettek ki. Az új, elektronikus vezérlésű blokkolásgátló esetében már nincs közvetlen hidraulikus kapcsolat az első fékkar, hátsó fékpedál és a féknyereg között, ugyanis itt már nincs nyomásszabályozó szelep, másodlagos főfékhenger és a vezetékek is eltűntek. Itt a megfelelő fékezési nyomatókat vezérlőegység állapítja meg, amely elektronikus jel továbbításával vezérli a féknyereg működését.

A rendszer részei:

vezérlőegység: ECU (engine control unit)

első és hátsó hagyományos féknyereg (caliper)

első és hátsó szelepegység (front and rear valve unit)

helyzetszimulátor

3 mágnesszelep (solenoid)

3 nyomásérzékelő (pressure sensor)

2 visszacsapó szelep

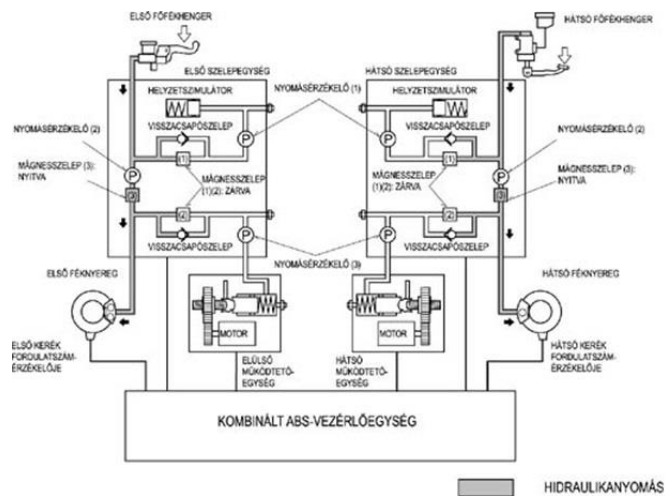
első és hátsó működtető egység (front and rear power unit)

motor

fordulatszám érzékelő (speed sensor)

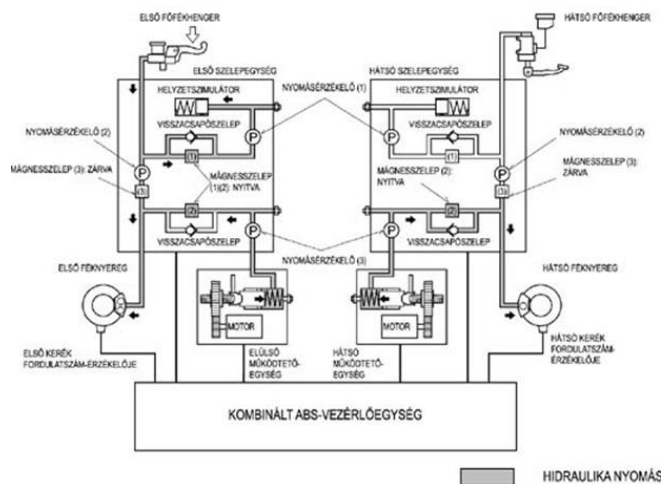
Működése három esetre bontható: A továbbiakban bemutatott folyamatok egyidejűleg játszódnak le az első és hátsó fékkörben.

6 km alatt vagy hiba esetén (azaz amikor a motor még áll vagy éppen elindul): Fékezés hatására a rendszerben féknyomás áramlani kezd, a szelepegységben lévő (3) mágnesszelephez tartozó nyomásérzékelő észleli a féknyomást, majd az a nyitott (3) mágnesszelepen keresztül a féknyeregbe jut. A másik két (1, 2) mágnesszelep ekkor még zárt állapotban van, a féknyomás tehát egyfelé áramlik.



82. ábra

6 km felett (ún. készenléti mód): Ebben az esetben fékezéskor a szelepegységben elhelyezkedő (1) másnesszelep nyit és a helyzetszimulátorba áramlik a nyomás mindaddig, míg el nem éri az 50kPa-t (0,5 bar). Amint elérte ezt az értéket, az ECU-ba elektronikus jel továbbítódik, az ECU dönt: egy újabb elektronikus jel segítségével aktiválja a működtető egység motorját, a (2) mágnesszelepek nyitnak, ezen keresztül továbbítódik a nyomás a hagyományos féknyereghez. A (3) mágnesszelep ekkor zárt állapotban van.



83. ábra

Működő mód: Tovább növelve a féknyomást a fordulatszám (sebesség) érzékelő információt küld a vezérlőegységnek még mielőtt a kerék blokkolna, az ECU elektronikus jelet küld a működtető egység motorjának, a nyomás lecsökken. Majd a vezérlőegység újrazivizsgálja a fennálló helyzetet, és ismét növeli a féknyomást a működtető egységben. Ez a folyamat rendszeresen megismétlődik, percenként 20-100 alkalommal is.

10 Vázak, idomok, kiegészítők

A versenymotorrá való átalakítás a gyorsasági kategóriákban okoz komoly fejtörést a szerelőknek. A krossz és az endúró kategóriákban már a gyártó gondoskodik erről, hiszen ezek a motorok gyárilag a versenyzésre készülnek.

A gyorsasági kategóriákban a speciál motorok kivételével mind utcai sportmotorokból átalakított gépekkel versenyeznek. A leglátványosabb átalakítás az idomzat cseréje. Ekkor leszerelhetjük az utcai közlekedéshez előírt elemeket: lámpákat, tükröket, stb. A versenyidomok kompozitokból készülnek, üvegszál vagy karbon alappal. Ezek célszerű kialakítással még a motor hűtését is segíthetik, az áramlási viszonyokat javítják.

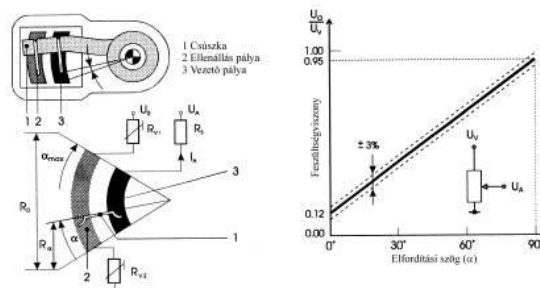
A versenyző helyzete a motoron döntően befolyásolja a motor vezethetőségét. Ezért az ülés pozíciója, magassága eltérő lehet. A kezelőszervek, lábtartók, kormánycsukák állíthatósága a testrezabhatóságot szolgálja, hiszen egy gyors fordulóban, sikanban a versenyzőnek úgy kell a motoron elférnie, hogy az eközben teljes kontroll alatt tartja. A lábtartók pozíciójának beállítása a váltórudazat és a hátsó fékhenger helyzetét is befolyásolja. A váltórudazat átalakításához tartozik még a váltás irányának megfordítása, hiszen versenymotorokon a felfelé váltásnál a pedált lefelé kell nyomnia a versenyzőnek. Egyéb biztonsági elemek felszerelése is szükséges lehet, ilyen a láncvédő „cápauszony”, oldalfedél-védők, vagy a fékkarvédő. Ezekre vonatkozó előírásokat a kategória műszaki kiírásában találhatjuk meg.

11 Diagnosztika

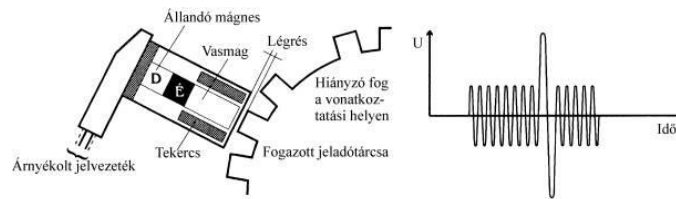
11.1 Soros- párhuzamos diagnosztikai megoldások

Az OBD vagy soros diagnosztika módszerével ugyan betekintést nyerhetünk a motort és esetenként a jármű egyéb rendszereit irányító számítógép működésébe. Sőt, még azt a segítséget is megkapjuk, hogy az esetleg hibásan működő áramkör kódját is megismerhetjük, ám a konkrét hiba megtalálása továbbra is a szakember feladata.

Itt siet segítségünkre a párhuzamos diagnosztika, amikor is a konkrét elektronikai elemeket működés közben, egy velük párhuzamosan kapcsolt eszközzel (oszilloszkóp, multiméter) vizsgáljuk, működésüket elemezzük.



84. ábra



85. ábra

11.2 OBD vizsgálati megoldások, gyári és univerzális eszközök összehasonlítása

A fedélzeti diagnosztika jelentőségét és menetét már részletesen kiveséztük. Itt most annak eszközeiről ejtünk néhány szót.

- Gyári rendszerek

A gyári OBD rendszerek legújabb generációi már nem is külön eszközként jelennek meg, hanem egy jelátalakítóból (interface), illetve a motorkerékpár gyártója által készített, szigorú számadású programból (software) állnak. A szigorú számadású kitétel annyit takar, hogy az eretek többségében kizárólag egyedi szerződés keretében, külön térítés mellett férhető hozzá.

Legkorszerűbb formájában a gyártó céggel történő minden kommunikációt egységes internetes (online) rendszerbe integrálnak, s ezen keresztül, felhasználói név és jelszó ellenében lehet hozzáférni az OBD adatbázisokhoz, programokhoz, az alkatrész- és motorrendeléshez, a garanciális igénylések rendszeréhez, stb.

Természetesen ezek a rendszerek biztosítják a legszélesebb hozzáférést a motorok fedélzeti rendszereihez, a műszaki adatokon túl például a fedélzeti számítógép azonosítószámához és a motorkerékpár regisztrált vázszámához is, így lehetőséget adva akár a jármű előéletének részletes nyomon követésére is.

- Univerzális rendszerek

Az univerzális OBD rendszerek egyik csoportjába azok tartoznak, melyeket a motorkerékpár gyártók beszállítói fejlesztenek. E rendszerek sok esetben szabadabb hozzáférést tesznek lehetővé, mint a hivatalos gyáriak, hiszen az új fejlesztéseket itt tesztelhetik.

Az univerzális OBD-k másik csoportjába azok a műszerek tartoznak, miket alapvetően a személy- és tehergépkocsik EOBD (European On Board Diagnostic) rendszereihez készítettek, de a könnyebb eladhatóság (marketing) érdekében motorkerékpár funkciókat is kaptak. Természetesen sem adatbázisuk, sem a kommunikációs rendszerük nem közelíti meg a gyári, vagy a gyári beszállítók által készített rendszerek szolgáltatási színvonalát.

12 Elektromos hálózatok

12.1 Utólagos elektromos berendezések beépítési lehetőségei

Előfordul, hogy utólagosan kell egy fogyasztót beépíteni, vagy esetleg a villamos hálózatot újra kell vezetkezni. Mindkét esetben, tisztában kell lennünk a vezeték

kiválasztásának szempontjaival. A nem megfelelően választott vezeték a következő problémákat okozhatja:

- a mechanikai igénybevétel hatására elszakad;
- túl nagy lesz a kábelben a feszültségesés, így nagy a teljesítmény veszteség, illetve túlmelegszik;
- az indokolatlanul nagyméretű kábel súlytöbbletet okoz és anyagpazarló.

A fentiek alapján három fő szempont szerint válasszuk ki a megfelelő kábelt, amely lényegében nem más, mint a megfelelő keresztmetszet meghatározása.

Mechanikai igénybevételek alapján történő kiválasztás egyszerűen történik, ugyanis csak arra kell figyelniünk, hogy a kábel kötegben vagy önállóan helyezkedik-e el. Egyedi vezeték keresztmetszete ne legyen kisebb, mint $0,75 \text{ mm}^2$, a kötegben haladó vezeték se válasszuk $0,5 \text{ mm}^2$ -nél kisebbre.

Feszültségesésre történő méretezésnél azt használjuk fel, hogy a vezetéken folyó áram a vezeték ellenállásán feszültségesést hoz létre. Ez a ΔU feszültségesés csökkenti a fogyasztóra jutó feszültséget (pl. az izzólámpa halványabban világít), valamint a vezetéken eső ΔP teljesítményvesztés melegíti azt. A vezetéken eső feszültség nagysága:

$$\Delta U = I \cdot R_v = I \cdot \rho \cdot \frac{l}{A}$$

A képlet átrendezésével kapjuk a vezeték szükséges keresztmetszetét mm^2 -ben:

$$A \geq \frac{I \cdot \rho \cdot l}{\Delta U_{\text{meg}}}$$

A nevezőben szereplő megengedett feszültségesés 12 V-os rendszerben indítómotor kábelénél $0,5 \text{ V}$ -nál, egyéb fogyasztó kábelénél pedig $0,8 \text{ V}$ -nál nagyobb nem lehet.

Túlmelegedés szempontjából a kábelben hővé alakult teljesítményvesztés ($\Delta P = \Delta U I$) a jelentős, ugyanis ez melegíti a kábelt. 30° környezeti hőmérsékletet figyelembe véve, nem melegedhet a kábel 70° fölé. A melegedésre történő számítási módszer ismertetésétől eltekintünk, azonban a 4.2 táblázat tartalmazza a vezetékek méretein kívül, a melegedés szempontjából megengedett áramerősségek értékeit is.

A kábel névleges keresztmetszete (mm ²)	A sodrott vezető legnagyobb átmérője (mm)	A kábel legnagyobb külső átmérője szigetelővel (mm)	A kábel megengedett maximális terhelhetősége (A)	Méterenkénti legnagyobb ellenállás (mΩ/m)
0,5	1,1	2,3	5,6	37,1
0,75	1,3	2,5	15	24,7
1	1,5	2,7	19	18,5
1,5	1,8	3	24	12,7
2,5	2,2	3,6	32	7,6
4	2,8	4,4	42	4,71
6	3,4	5	54	3,14
10	4,5	6,5	73	1,82

86. ábra

Az autós gyakorlatban elterjedt egy egyszerűsített számítási módszer, mégpedig a megengedett áramsűrűség figyelembevételével. Az áramsűrűség az egységnyi keresztmetszeten (célszerűen 1 mm²) átfolyó áramerősséget jelenti:

$$J = I/A$$

A megengedett áramsűrűség ismeretében meghatározható a vezeték szükséges keresztmetszete:

$$A \geq \frac{I}{j_{meg}}$$

Folyamatosan működő berendezésnél 5 A/mm², rövid ideig működő fogyasztóknál pedig 20 A/mm² a megengedett áramsűrűség. Az így megválasztott kábel egy kissé túlméretezett, de meleg környezetben elhelyezett vezetékeknél (pl. motorblokkban) célszerű figyelembe venni.

Az ismertetett három módszer közül mindig azt kell alkalmazni, amelyik a legkedvezőtlenebb kábelkeresztmetszetet eredményezi. Például előfordulhat olyan szituáció, hogy kis áramot kell rövid vezetéken vezetni és mondjuk 0,1 mm² keresztmetszetű vezeték adódik. Ekkor a mechanikai szilárdságot kell figyelembe vennünk.

13 Töltésrendszerek

13.1 Különleges akkumulátorok

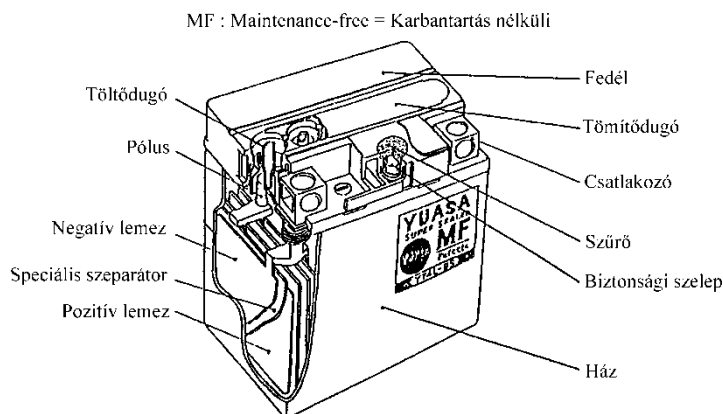
Az utóbbi évtized kutatómunkájának eredményeként az antimont felváltotta egy másik fém, a kalcium. Ez az antimonhoz hasonlóan kedvező hatással van az ólom önthetőségére és megfelelő szilárdságot ad a vele ötvözött rácsnak. Legnagyobb előnye, hogy az ólommal nem lép káros kapcsolatba, az elektrokémiai folyamatokkal szemben semleges. Elmarad, ill. lényegesen lelassul a negatív lemezek korróziója, a helyi elemek képződése, és a víz fogyása is. Tapasztalatok szerint a kalciumos akkumulátorok kb. egy évig

tárolhatók úgy, hogy közben alig veszítenek töltöttségükből, az ólom "stabilizálódása" következtében.

A kalcium jelenléte kedvezően hat a gázképződési feszültségre is. A 14,4 V ugyanis csak az egy évnél fiatalabb (hagyományos, antimonos) akkumulátorokra igaz, egy év után ez az érték csökken. A káros következményeket úgy lehetne csak elkerülni, hogy az akkumulátor öregedésével együtt csökkentjük a járműgenerátor szabályozott feszültségét is, ami megoldhatatlan feladat.

A kalciumos akkumulátornál a 14,4 V határérték állandó, a 4 - 6 éves élettartam során sem csökken 14 V alá. Ennek következtében soha nem lép fel vízbontás, tehát egyrészt nem kell állandó utat hagyni a távozó gázoknak, másrészt nincs szükség a víz utántöltésére sem. Az akkumulátor teljesen lezárható.

Ilyen akkumulátorral tervezett töltőrendszer esetén természetesen a 15-15,1 V-os töltőfeszültség sem hiba, hanem a rendszer tulajdonságait kiaknázó működési sajátosság!



A téves vagy hibás (14,4 V-nál nagyobb) töltőfeszültség tartós töltés esetén itt is vízbontáshoz vezet, ezért a műanyag fedél biztonsági szeleppel készül. A külső, sima fedél alatt megtalálhatók azok a nyílások, amelyeken át - feltételezett kipukkadást követően - a cellák ismét feltölthetők elektrolittal.

A karbantartásmentes akkumulátor a feszültség szabályozó pontosabb beállítását igényli, ami a mai korszerű motorkerékpároknál már nem okoz gondot, ugyanis szinte kizárólag elektronikus szabályozókat alkalmaznak. Ezek a szerkezetek pontos értéken korlátozzák az üzemi feszültség értékét, illetve utánállítást nem igényelnek (állítási lehetőséggel sem rendelkeznek, ezért a hibás beállítás lehetősége is kizárt).

A kalcium-ólom akkumulátor szerkezete is különbözik a hagyományos akkumulátorokétól: pl. az elektródák közötti műanyag szigetelő, a szeparátor alakja megváltozott. Az eddig ismert lap helyett fóliát alkalmaznak, amit tasak alakúra hegesztenek, és ebbe bújtatják a negatív elektródákat. A tasak megakadályozza, hogy az aktív anyag a rácsból kihulljon. Ennek következménye, hogy nincs szükség iszapterre. Az elektródák közvetlenül az edény aljára ültethetők. Ezáltal az akkumulátor mérete, tömege kisebb fajlagos energiasűrűsége nagyobb lett.

A kalciumos akkumulátor előnyei:

- nincs vízfogyasztása,
- kisebb a belső ellenállása;
- hosszabb időn át tárolható (raktározható);
- teljes töltöttség esetén, ha $U_t < 14,4 \text{ V}$, gyakorlatilag nincs áramfelvétel;
- elmaradnak a kénsav okozta üzemi balesetek;
- felesleges a töltőhelyiség szellőztetése.

A kalciumos akkumulátor tehát felhasználóbarát és környezetkímélő. A karbantartás csupán a helyes töltőfeszültség beállítására, a tisztán tartásra és a rögzítésre korlátozódik (akkumulátor elhelyezést láthatunk az 5.21 ábrán).

Az akkumulátorokat gyártó vállalatok véleménye eltérő: előfordulnak olyan gyártmányok, amelyekben csak a negatív elektródokat ötvözik kalciummal, mások mindkét elektródot mentesítik az antimontól. A legújabb akkumulátorok között találunk hagyományos, antimonötvözetű ráccsal készültet, amelynél a rácsot műanyag tasakba helyezik. Ismeretes az a megoldás is, amelynél az elektródokat elválasztó szeparátor üvegszövet. Ez - az itatóspapírhoz hasonlóan - felszívja az elektrolitot, az akkumulátort akár fel is boríthatjuk. Az így készített akkumulátor belső ellenállása igen kicsi, kiváló indítási tulajdonságai vannak.

13.2 A generátor részeinek ismerete

A generátorok, feszültségszabályzók témakört az alapszakma oktatásában alaposan körbejártuk, ezért itt most a technológia fejlődésével járó két momentumra térünk ki.

- Generátorfajták célhasználata
Elemi motorkerékpár-szerelői ismereteinkből tudjuk, alapvetően két fajta generátort használunk: gerjesztőtekercseset (csillag kapcsolás), és állandó mágnesűt (delta kapcsolás).
Előbbi az alacsony fordulatszámú (túra, cruiser, chopper, stb.) motorok tipikus fődarabja, hiszen szűk fordulatszámot kell kiszolgálniuk sok esetben igen jelentős elektromos energia igény mellett. Ez természetesen csak úgy biztosítható, ha meghajtásukat a főtengelyről gyorsító áttétel segítségével biztosítjuk.
Az állandó mágnesűek a nagy teljesítmény kényszere miatt igen széles fordulatszám-tartományban üzemelő sportmotorok tipikus generátorai, hiszen 16.000 1/min fordulatszám mellett gyorsító áttétellel meghajtott gerjesztőtekercses generátorok a tömegük miatt nem használhatóak.
- Versenygenerátorok
Versenymotorokban természetesen állandó mágnesű generátorokat alkalmaznak, ahol a forgórész az utcai változatokhoz képest tehetetlenségi nyomatékában jelentősen kisebb. Ezt részben könnyűfémek, részben különleges, növelt térerősségű állandó mágnesek használatával érik el. Az ilyen különleges forgórészek üzemideje erősen limitált: élettartamuk egy-két versenyszezon (áruk több ezer Euro/db.).

14 Indítórendszerek

14.1 Indítómotorok részeinek ismerete

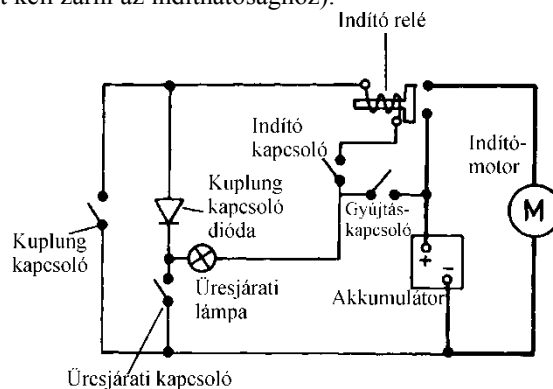
Az állandó mágnesű indítómotorok technológia fejlődése lehetővé tette, hogy igen kis térfogat és tömeg mellett a hagyományos, gerjesztőtekercses megoldásokkal összemérhető indítási nyomatékot és fordulatszámot biztosítsanak.

Ennek köszönhető, hogy ma már a technológia csúcsát jelentő versenykategóriákban is kötelező az indítómotorok alkalmazása.

14.2 Motorindítást engedélyező/letiltó áramkörök

A motorkerékpár motorjának indítása igen veszélyes, mert előfordulhatnak olyan körülmények, amikor a motor beindulása komoly baleset okozója lehet. Ebből a megfontolásból adódik, hogy a legtöbb motorkerékpáron külön védelmi áramkört alkalmaznak az indíthatóság biztosítására. Természetesen itt nem olyan megoldásokról van szó, amelyeket a tolvajok elleni védekezés miatt használnak (immobilizerek). A következőkben néhány jellegzetes megoldást ismertetünk.

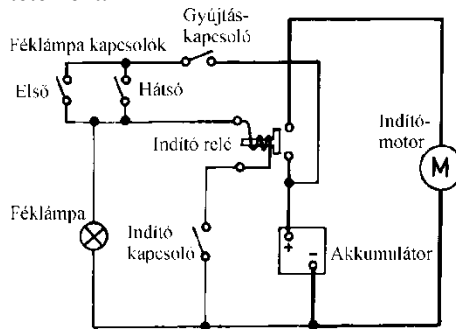
Hagyományos váltóművel szerelt motorkerékpár: Az áramköri vázlat alapján a rendszer működése a következő. A gyújtáskapcsoló zárásakor az üresjáratú lámpa világít, ha a váltómű valóban üres fokozatban van. Az indító kapcsoló zárásakor áram folyik az indító relén, a kuplungkapcsoló diódán és az üresjáratú kapcsolón keresztül a test irányába. Ekkor az indító relé behúz, ennek hatására záródik az indítómotor fő áramköre, és forgásba jön. Az indító relére minden típusnál szükség van, mert így nem kell az indító kapcsolóig nagy keresztmetszetű vezetéket alkalmazni, illetve a kapcsolót sem terheli nagy áram. Ha a váltómű nincs üres fokozatban, akkor az indíthatóság érdekében a kuplungkart be kell húzni, így az indító relé árama a kuplungkapcsolón folyik keresztül. A kuplungkapcsoló diódára azért van szükség, mert egyébként fokozatba kapcsolt váltónál is világítana az üresjáratú lámpa, ha a kuplungkart behúzzuk. Vegyük észre, hogy a két kapcsoló párhuzamosan van bekötve, tehát vagy kapcsolatot valósítanak meg (vagy az egyik, vagy a másik kapcsolót kell zárni az indíthatósághoz).



88. ábra

Automata váltóművel szerelt motorkerékpár: A tengelykapcsoló ebben az esetben röpszerűs kivitelű, ezért ha beinduláskor a motor hirtelen felpörögne, súlyos balesetet

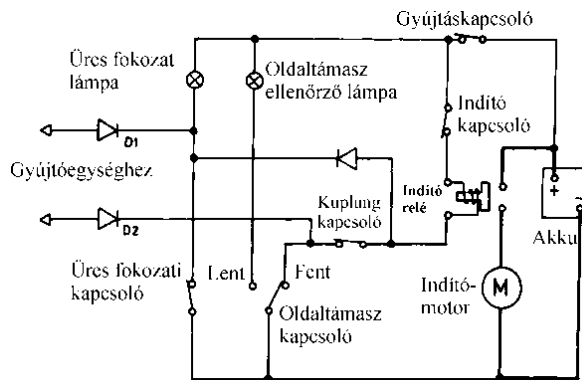
okozhatna. Ennek megakadályozására alkalmazzák az indító áramkörben a féklámpa kapcsolókat indítási feltételként.



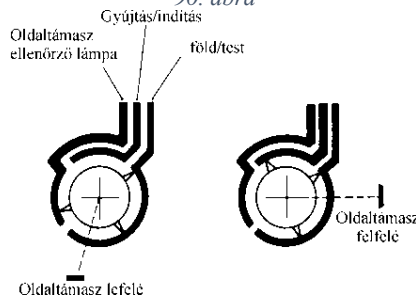
89. ábra

A gyújtáskapcsoló zárása után megnyomjuk az indító kapcsolót, de az indító relé csak akkor fog behúzni, ha valamelyik féket is működtetjük. Akár az első, akár a hátsó fék működtetésekor a féklámpa kapcsolón keresztül záródik az áramkör és az indító relé behúz. Ekkor záródik az indítómotor fő áramköre, és működésbe jön. Ebben a rendszerben a két féklámpa kapcsoló szintén vagy kapcsolatot valósít meg.

Oldaltámasz kapcsolóval egyesített indításblokkoló áramkör hagyományos váltóművel szerelt motorkerékpár: Az elsőként bemutatott kapcsolás kiegészített változata. Az oldaltámasz kihajtott állapotában az oldaltámasz ellenőrző lámpa világít, felhajtott helyzetben viszont kialszik. A gyújtóegységhez két figyelő vezeték tartozik.



90. ábra

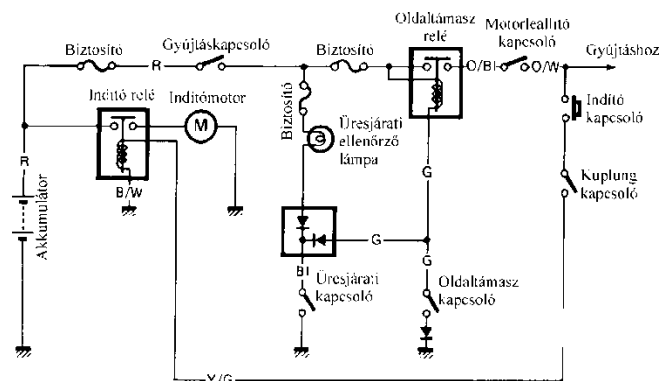


91. ábra

A gyújtás csak akkor működik, ha az üresjárati vagy az oldaltámasz kapcsolójának valamelyikén testet kap. Ebből következik, hogy akkor nincs gyújtás, ha a váltómű fokozatban van és az oldaltámasz kihajtott helyzetben van. Az indítómotor működtethetőségének a következő változatai lehetségesek:

- váltómű fokozatban, oldaltámasz kihajtva: az indítómotor nem működtethető;
- váltómű fokozatban, oldaltámasz felhajtva: az indító csak akkor működtethető, ha a kuplungkart behúzzuk;
- váltómű üresben, oldaltámasz kihajtva: az indító működtethető;
- váltómű üresben, oldaltámasz felhajtva: az indító működtethető.

Ha átgondoljuk a rendszer felépítését, akkor egyszerűen megállapíthatjuk a gyújtóegység figyelő vezetékeinek feladatát. A motorkerékpárral nem lehet úgy elindulni, hogy az oldaltámasz kihajtott helyzetben van.



92. ábra

A motorleállító kapcsoló zárt állapotában zárjuk gyújtáskapcsolót. Az indító kapcsoló benyomásakor az indítómotor csak akkor lép működésbe, ha az oldaltámasz relé meghúzott állapotban van és közben a kuplungkart is behúzzuk. Az oldaltámasz relé meghúzásához viszont az szükséges, hogy vagy az oldaltámasz legyen felhajtott állapotban, vagy pedig a váltómű üresjárati kapcsolója legyen zárt helyzetben (a diódák az üresjárati ellenőrző lámpa testelődését akadályozzák meg az oldaltámasz kapcsolón keresztül). Az oldaltámasz relét a biztonság további fokozására építették be, ugyanis feltételezve, hogy a motor már beindult, de az oldaltámasz kihajtott helyzetében fokozatba kapcsoljuk a váltót, a motor azonnal leáll. Ez azért következik be, mert az oldaltámasz relé old, tehát a gyújtás áramköre megszakad.

15 Motordiagnosztika

15.1 Sűrítési végnyomás elve, a mérés hibalehetőségei

A sűrítési végnyomás mérését a szakma (tévesen) a hengerek állapotának, tömítettségének vizsgálatára szokta alkalmazni. Ez a gyakorlat több szempontból is hibás:

- A mérés technológiája nincs szabványosítva (Milyen gázállás mellett mérjük? A nem mért hengerek gyertyáit kiszerezljük-e? Hideg vagy meleg motoron történjen a mérés? Stb.).
- Indítási fordulatszám környezetében a sűrítési végnyomást nagyon jelentősen befolyásolja a fordulatszám igen kicsiny eltérése is. Tehát a mért érték nem csak henger(ek) állapotától, hanem legalább ilyen mértékben az akkumulátor töltöttségétől, az indítómotor állapotától, stb. fog függeni.

Éppen ezért ez az eljárás csak akkor alkalmazható, ha garantálni tudjuk az egyes hengerek esetén az azonos körülményeket és az azonos mérési fordulatszámot is. A sűrítési végnyomás mérése többhengeres motorok egyes hengereinek egymáshoz hasonlítására sem alkalmas, mert a jó henger jobban visszafogja az indítómotort, a rosszabb kevésbé, így a mérés a hiba nagyságát csökkenti.

15.2 Hengerteljesítmény különbség mérés elve, a mérés hibalehetőségei

A legutóbbi időkig ez a diagnosztikai eljárás motorkerékpároknál nem volt értelmezhető, mert fizikailag nem volt megoldható többhengeres motorok esetén a hengerek működésének egyenkénti, időszakos kiiktatása. A fedélzeti diagnosztikai rendszerek fejlődése viszont lehetővé tette, hogy külső számítógép és megfelelő program alkalmazása mellett egyenként kiiktathassuk egyes hengerek működését.

Ha a motorunkat emelt alapljáraton (pl. 2.000 1/min) járatjuk, s egy adott henger működését a fenti módon kiiktatjuk, a fordulatszám csökkenése arányos lesz az adott henger által a motor üzeméhez normál körülmények között hozzáadott teljesítménnyel. Tehát, ha a vizsgálatot minden henger esetében elvégezzük, az egyes fordulatszám-csökkenések mértékéből következtethetünk a hengerek egymáshoz képesti állapotára. Ennél a mérésnél a jó henger kiiktatása nagyobb fordulatszámesséssel jár, a rossz hengeré kisebbel, így a mérés a hiba nagyságát növeli.

15.3 Nyomásveszteség mérés elve, a mérés hibalehetőségei

Vegyünk egy nyomásmérő műszert, és egy nyomáscsökkentő közbeiktatásával csatlakoztassuk a műhely sűrített levegő hálózatára! Mérjük meg az így kialakult nyomást, majd a levegőt vezessük be a mérendő hengerbe! Ezek után ismét mérjük meg a nyomást! Ha a henger nem zár tökéletesen, akkor a másodszer mért nyomás természetesen kisebb lesz, mint az első. Ez mindig így lesz, hiszen a henger és a dugattyú között, a gyűrűk hézagain még tökéletes motornál is van bizonyos tömítetlenség. A két nyomás hányadosa közvetlenül megadja a henger tömítetlenségének fokát.



93. ábra

- 1 nyomásmérő,
- 2 nyomásszabályzó,
- 3 rendszercsatlakozó,
- 4 kalibráló fúvóka,
- 5 holtpontmérő.

15.3.1 A mérés menete

1. Melegítsük be a motort az üzemi hőmérsékletre.
2. A mérőberendezést csatlakoztassuk a hálózati levegőrendszerhez. Mivel a gyorscsatlakozó ilyenkor zárt, a mérőórának 0 nyomásvesztés (tehát, tökéletes tömítettséget) kell mutatnia. Ha nem így van, akkor a nyomásszabályzó segítségével korrigáljuk a mutató állását 0-ra.
3. Csatlakoztassuk a műszerhez a kalibráló fúvókát. Ennek a furatát a berendezés gyártói úgy választották meg, hogy ekkor a mutatónak 23% nyomásvesztés (tehát, tökéletes tömítettséget) kell mutatnia. Ellenkező esetben a műszer oldalán lévő kalibráló csavar segítségével hitelesítsük a műszert.

Nagyon lényeges, hogy a hitelesítést minden egyes mérés előtt végezzük el, mert a műszerek mérési karakterisztikája a tápnyomás függvényében változik. Magyarán, ha két henger mérése közben megváltozik a levegőrendszer tápnyomása, akkor a második henger vizsgálata már hamis eredményt fog adni.



94. ábra

4. A vizsgálandó hengerből szereljük ki a gyújtógyertyát.
5. A holtpontmérő tömítőkúpját belenyomjuk a sűrítés végén lévő, vizsgálandó henger gyertyafuratába.
6. A holtpontmérő segítségével keressük meg a felső holtpontot, majd ebben a helyzetben rögzítjük a főtengelyt.
7. Az utóbbi momentum nagyon lényeges, mert bár a reduktorral csökkentettük a hálózati levegőnyomást, de a mérőnyomás még mindig elég jelentős ahhoz, hogy igen nagy erővel átforgassa a forgattyúművet.



95. ábra

8. Az összekötő csövet szereljük be a gyújtógyertya helyére. A különböző gyertyamenetekhez használjuk az átalakító adaptereket.



96. ábra

9. A kalibráló fűvóka helyére csatlakoztassuk az összekötő csövet, majd olvassuk le a nyomásvesztéget és értékeljük a henger állapotát.



97. ábra

15.3.2 Kiértékelés

Mivel itt nem a nyomás abszolút értékét, hanem a reduktor utáni tápnyomáshoz viszonyított nyomáscsökkenést mérjük százalékban, egyértelműen meghatározható a henger tömítettsége. Ehhez a műszergyártók mellékelnek egy, az adott műszerre vonatkozó táblázatot, mely megadja a henger különböző minősítéseinek határértékeit. Ha esetleg ilyen nem áll rendelkezésre, akkor tájékoztató jelleggel az alábbi táblázat is használható, de ismét elő kell vegyünk memóriánk lomtárából jól bevált szerkezettani ismereteinket is.

A dugattyú mérés kori helyzete	Javítás szükséges	15.3.2.1.1.1 Nyomásveszteség [%]			
		Henger átmérője [mm]			
		38-50	51-75	76-100	101-130
Sűrítési ütem elején	Ha a gyűrűk és szelepek együttes vesztesége nagyobb, mint	6	8	14	23
Sűrítési ütem elején	Ha a gyűrűk és szelepek vesztesége külön-külön nagyobb, mint	3	4	8	14
FHP	Ha a henger vesztesége nagyobb, mint	13	16	28	50
FHP-ből kivonva a sűrítés eleji értéket		9	12	20	30

98. ábra

Egy egyhengeres 650 cm³-es, kb. 100 mm furatú hengernél a gáz jóval nagyobb körgyűrű felületen juthat le a forgattyúházba, mint egy 38 mm furatátmérőjű 50 cm³-es jószágnál.

Tehát, ami a nagyobb motornál még megengedhető veszteség, az a kicsinél már egyértelműen javítást, felújítást igényel.

Azt se felejtjük el, hogy a kezünk alá kerülő gépek lehetnek kétüteműek és négyüteműek is. A kétüteműeknél a sűrítés csak a löket fele körül kezdődik (AHP-ből FHP felé haladva), tehát itt csak a felső holtpontban történő mérés eredményét vehetjük figyelembe. Azonban, ha a főengelyre egy fokolótárcsát szerelünk, és a dugattyút szépen fokozatosan engedjük AHP felé mozdulni, akkor nagyon pontosan meghatározható a kipufogócsatorna nyitási szöghelyzete, hiszen ilyenkor a nyomásveszteség hirtelen közel 100%-ra ugrik.

Négyüteműeknél lehetőség van az egyes alkatrészcsoportok külön-külön történő állapot meghatározására is. A gyűrűk és szelepek együttesének vizsgálatát ott célszerű elvégezni, ahol a henger kopása a legkisebb. Általában ez a sűrítési ütem kezdetén (értsd: a szívószelep bezáródása után) mérhető. Ha ilyenkor a mérés előtt egy kevés olajat öntünk a hengerbe, akkor az időlegesen letömíti a gyűrűket, így a szelepek állapota külön is vizsgálható.

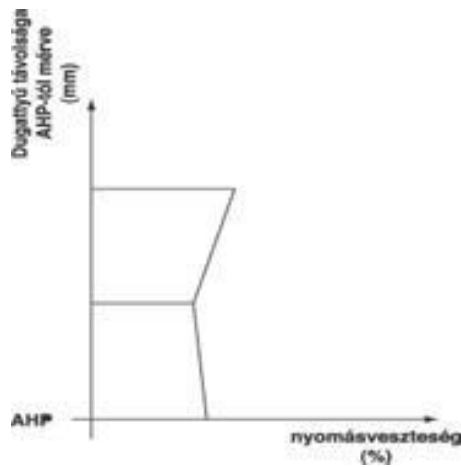
A henger kopottságát úgy minősíthetjük, ha a sűrítési ütem végén (FHP) mérhető értékből kivonjuk a sűrítés kezdeti értéket. Ügyeljünk rá, hogy a dugattyú mozgásiránya mindkét mérés előtt azonos legyen, mert a mért értékeket befolyásolhatja, ha a gyűrűk egyszer a horony alján, másszor annak tetején fekszenek föl.

Az esetleges gyűrütörés is megállapítható, mert ilyenkor, ha két egymás utáni mérést végzünk a motor átforgatása után, a szabadon mozgó darabkák miatt nem kapunk azonos eredményt. A tömítetlenséget okozó alkatrészcsoport behatárolásához további támpontot adhat a munkatérből távozó levegő által keltett zaj is.

Süvítő hang	HIBA
A szívórendszerben	Szívószelep tömítetlensége
A kipufogórendszerben	Kipufogószelep tömítetlensége
A kartergáz csőben	Henger tömítetlensége
A hűtőrendszerben	Hengerfejtömítés hibája
A szomszédos hengerben	Hengerfejtömítés hibája

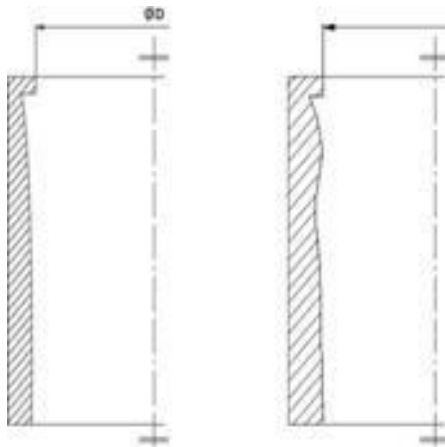
99. ábra

Ha a mérést a felső holtpontban kezdjük és mondjuk 1/4 löketenként is elvégezzük, akkor a kapott százalékos értékeket egy grafikonban ábrázolva áttételesen a henger alakját kapjuk meg.



100. ábra

A kopásalakból következtethetünk a motor használatának körülményeire.



101. ábra

15.4 Endoszkópos vizsgálatok elve

A szervizgyakorlatban igen sűrűn előfordul, hogy a jármű (motor, hajtómű, váz) valamely rendszerében mért értékek nélküli vizsgálatot, szemrevételezést kellene végezni. Hagyományos esetben ez kizárólag a motorkerékpár fődarabjainak jelentős megbontásával (idő, költség) lehetséges.

Ezen változtat az orvosi diszciplínából átvett endoszkópia, aminek segítségével a fenti fődarabok megbontása nélkül vizsgálhatjuk, hogy:

- jutott-e szilárd szennyeződés, idegen test a motorba,
- belső mechanikai elemek szétszerelés nélküli szemrevételezése,
- vázak esetleges belső repedéseit,

stb.

Ma már hozzáférhető eszközökkel digitális fénykép, illetve videofelvétel formájában dokumentálhatjuk is vizsgálataink eredményeit

15.5 Szívócső diagnosztikai vizsgálatok

Többhengeres motorok szívótorkainak szinkronizálásánál igen régóta használjuk ezt a diagnosztikai eljárást, de ha a mérést nem csak egy egyszerű nyomásmérő sorral végezzük, hanem egy olyan, viszonylag egyszerű készülékkel, mely piezokristályos nyomásmérőt és folyadékkristályos kijelzőt is tartalmaz, akkor egy méréssel rengeteg hasznos információhoz juthatunk.

15.5.1 A mérés menete

1. Bontsuk meg a mérendő motorkerékpárt úgy, hogy a gumicsövek csatlakoztathatók legyenek az egyes hengerek diagnosztikai kimeneteihez!
2. Csatlakoztassuk a mérőcsöveket a szívócsövek diagnosztikai kimenetéhez!



102. ábra

- A $\downarrow\uparrow$ nyilak segítségével válasszuk ki, hogy milyen nyelven tájékoztasson minket a műszer! A * megnyomásával fogatathatjuk el a kiválasztott funkciót.
- A \downarrow segítségével válasszuk ki az ellenőrizni kívánt hengert! Ha ezt megtettük, akkor a képernyőn megjelenik az aktuális henger szívócsövének nyomáslefutása az idő függvényében.



103. ábra

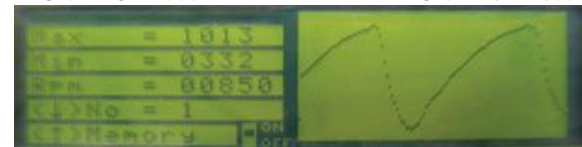
A megnyomásával a kép kimerevíthető, és ekkor megjelenik az aktuális motorfordulatszám, a szívócsőnyomás maximum és minimum értéke. A kimerevítés a nyíl újbóli megnyomásával oldható föl. Az egyes hengerek szívócsővében uralkodó pillanatnyi nyomás és annak változási jellege nagyon erősen függ a szelepek nyitási karakterisztikájától (vezérlő bütyök profilja), a szelepek helyes, avagy helytelen működésétől, a szívórendszer tömítettségétől, valamint az adott henger töltési fokától. A következő képeken különböző, hibátlan állapotú motorkerékpár motorok szívócsőnyomás oszcillogramjai láthatók.



104. ábra

HONDA CBR 600 FIII

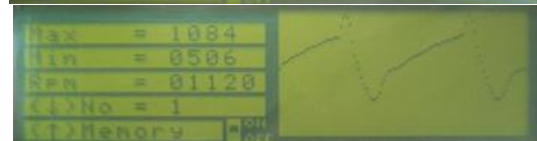
HONDA VFR 800



105. ábra

YAMAHA Drag Star

YAMAHA FZS 600



106. ábra

DUCATI Desmo

AWASAKI ZX 6 R

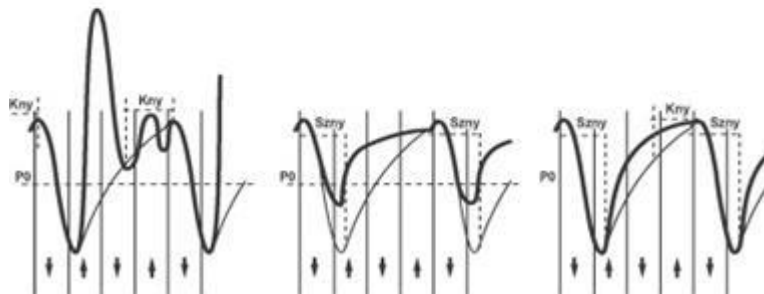
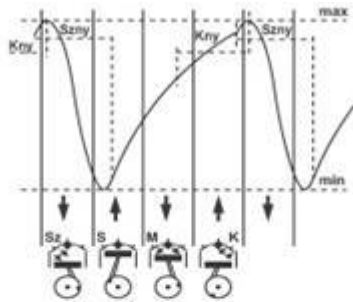


107. ábra

KAWASAKI ZX 12 R

KAWASAKI Mean Streak

Ha a vizsgálni kívánt motorunk szívócsövében uralkodó nyomás eltér az előző ábrákon látottaktól, akkor az eltérés „helyéből” és jellegéből következtethetünk annak okára, így a motor megbontása nélkül fény derülhet arra, hogy a szelepek nem zárnak megfelelően, vagy esetleg a szívórendszerben van tömítetlenség.



108. ábra

A diagrammot, tüzetesebben vizsgálva két részre oszthatjuk: az egyik részben csökken a szívócső nyomása. Ez gyakorlatilag a szívóütem. A sűrítés-munkavégzés-kipufogás időtartama alatt a nyomás folyamatosan növekszik. Ha a szívószelep nem zár megfelelően, akkor a nyomásnövekedés nem egyenletes. A munkáütem és a kipufogás is „visszalöki” a gázt a szívórendszerbe.

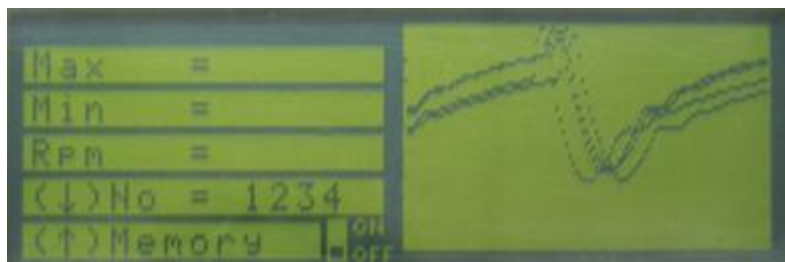
A kipufogószelep helytelen működése esetén nem lesz elég intenzív a nyomáscsökkenés, mert egyrészt a szívóütem alatt a hengerbe nem csak a szívórendszerből, hanem a

kipufogóból is juthat be gáz, másrészt a kisebb égési csúcsnyomás miatt a szívóütemben a henger és a külső környezet között kialakuló nyomáskülönbség is kisebb.

A szívórendszer tömítetlensége szintén egyértelmű nyomot hagy a képernyőn, hiszen ha „falsot szív” a motor, akkor hiába csökken le a nyomás az optimális értékre, a „szabálytalanul előző” plusz levegő miatt igen gyorsan visszaáll a nyomás a külső légköri érték közelébe.

A szívószelep nyitásakor nemhogy csökkenne, hanem egy kissé még növekszik is a nyomás, továbbá a nyomáscsökkenés nem a felső holtpontban kezdődik. Ennek magyarázata a szelepösszenyitás, ami nem minden motornál állandó. Léteznek olyan megoldások, ahol változtatható szelepvezérlést alkalmaznak (pl. Suzuki Bandit VC, Honda VFR 800 V-Tech), tehát a nyomásemelkedésben bekövetkező törés és a nyomáscsúcs kialakulása közt eltelt idő megváltozása megmutatja a berendezés átkapcsolási fordulatszámát adott terhelés mellett.

A ↓ segítségével továbbléptetve a műszert, egyenként, mindegyik hengert megvizsgálhatjuk, de ha az egyes hengerek működése között keresünk eltérést, akkor ezt is megtehetjük igen egyszerűen. A ↓ következő megnyomásakor az összes henger diagramja egyszerre jelenik meg a képernyőn fázishelyesen (szuperponált kép). Tehát, ha valamelyik henger működésével probléma van, akkor az azonnal észrevehető.



109. ábra

15.6 Számítógépes diagnosztikai berendezések

Az utóbbi időben a motorkerékpárok motorvezérlő rendszereinek kezelése alapvetően megváltozott, nem túl gyakori módon a lényeges egyszerűsödés irányába.

Szükséges eszközök:

1. valamilyen informatikai eszköz (számítógép, laptop, okostelefon, stb.),
2. USB vagy BT csatlakozású jelátalakító,
3. adott márkát és típust kezelő diagnosztikai program.

A fedélzeti számítógépre csatlakozás és a program elindítása után hozzáférünk az ECU által kezelt legfontosabb adatokhoz.



110. ábra

A képen látható, hogy egy lépésben végezhetjük el a jármű azonosság-vizsgálatát (ECU azonosító), valamint az összes (passzív és aktív) periféria működését. Összetett hibajelenségek vizsgálatánál lehetőség van grafikus megjelenítésre, és intervallumrögzítésre is.



111. ábra

A jármű előéletét, tárolt kódjait is lekérdezhajjuk, típustól függően törölhetjük. Nagyon fontos, hogy a tárolt kódok nem egy adott alkatrész, hanem az alkatrészhez tartozó áramkör hibás működésére hívják föl figyelmünket!



112. ábra

Vannak olyan gyártók, mint például a Yamaha, akik a jármű digitális műszerfalát használják diagnosztikai és beavatkozó egységként, hiszen ez is egy számítógép.



113. ábra

A műszeregység bal alsó nyomógombjainak segítségével állítható át az ECU diagnosztikai üzemmódba, ahol a kívánt adatokat az egység jobb oldali kijelzőjén láthatjuk. Szintén e rendszeren keresztül aktiválhatjuk a „Beavatkozó Teszter” üzemmódot, ahol az ECU által aktívan vezérelt perifériák tényleges működést ellenőrizhetjük.

Nagyon lényeges, hogy az OBD rendszerek nem mondják meg helyettünk, hogy mi a hiba. A rendellenes működés tényleges okát az OBD rendszer által számunkra biztosított adatok alapján nekünk, mint szakembernek kell megállapítanunk!

15.7 Teljesítménymérés mérési elvei, mérési eredmények értékelése és összehasonlíthatósága

Minden képzett motorkerékpár-szerelő tudja, hogy teljesítményt mérni nem tudunk, csak bizonyos fizikai paraméterek mérése után számolni. Minderre két, alapjaiban eltérő logikájú és rendeltetésű eljárás áll rendelkezésünkre:

- Munkaponti mérés

Lényege, hogy a teljesítmény meghatározásához szükséges adatok rögzítése csak akkor történhet meg, ha a motor működési paraméterei stabilizálódtak az adott munkapontban.

Alapegyenletei:

$$\begin{aligned}F \cdot k &= M \\P &= M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n \\P &= F \cdot v\end{aligned}$$

A gyakorlatban a motor paramétereinek beállítására, finomhangolására szolgál:

- töltéscsere vezérlés,
- tüzelőanyag-ellátás,
- előgyújtás,

Mindezekből következik, hogy leggyakrabban versenymotorok esetében alkalmazzák. Mivel a motorkerékpárok motorblokkjait a fejlesztőlaborok kivételével nem tudjuk motorfékpadon vizsgálni (a főtengelynek nincs nyomatékleadó” vége”), a görgős járműfékpadokon a teljes térképölfvétel a motor/gumiabroncs/stb. túlmelegedések miatt nem oldható meg. Éppen ezért az alább tárgyalandó telemetria rendszer fordulatszám-statisztikájából kiemelik a leggyakrabban használt tartományokat, s csak ezekben végzik el a fenti paraméterek optimalizálását.

A motorok gyártás- és agyagtechnológiájában bekövetkezett, részben korábban tárgyalt forradalmi fejlődés okán ma már magát a motort nem kell félteni a fékpadon mérés okozta fokozott igénybevételtől. Tapasztalataink szerint több ezer, fékpadon, extrém terheléssel megtett kilométer/üzemóra sem okoz a normál használatnál nagyobb amortizációt.

- Gyorsítós mérés

Lényege, hogy a teljesítmény meghatározásához szükséges adatok rögzítése folyamatos, tárolásukhoz nem várják meg a munkapont stabilizálódását.

Alapegyenletei:

$$\begin{aligned}\theta \cdot \beta &= M \\P &= M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n \\P &= F \cdot v\end{aligned}$$

Itt a teljes mérési ciklus néhány, jellemzően 2-3 perc alatt lefut, ám a kapott adatok definíció szerűen kevésbé tükrözik vissza a ténylegesen, aszfalton előálló körülményeket. Éppen ezért alkalmazási területei:

- motor állapotának meghatározása,
- utcai motorok kiegészítő rendszereinek finomhangolása (előgyújtás, tüzelőanyag-ellátás),
- Gyorsváltó elektronika alapbeállítása.

A jelenleg használatban lévő, kereskedelmi fékpadok igazi értékét nem a gépészet határozza meg, hanem a szoftveres oldalon adott szolgáltatás. Folyamatos továbbképzésekkel segítik a felhasználót, hogy a fékpadot, mint mérőműszert helyesen tudják használni. Az egyik legelterjedtebb rendszer a Dynojet padja, ugyanazé a cégé, amelyik a Power Commander-eket is gyártja. A gyakorlott felhasználó (AGO Motors) kezében, célszoftverekkel ezek beállítása nagyban leegyszerűsödik.

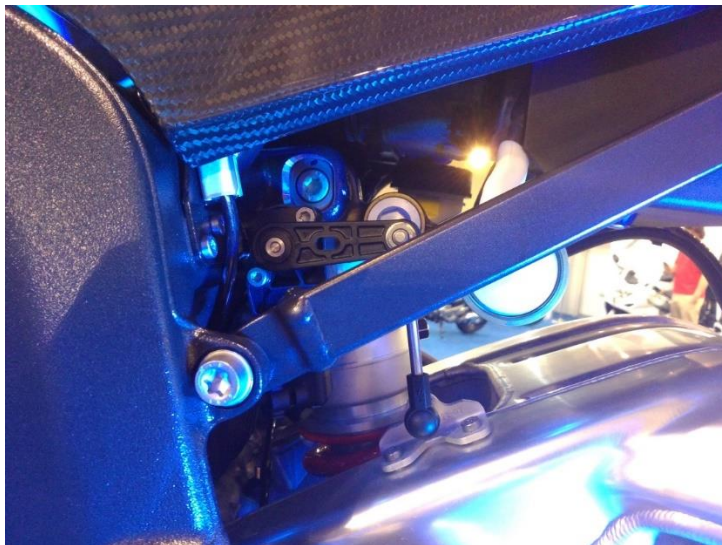
Fontos megjegyezni, hogy az egyes padok által szolgáltatott eredmények egymással nem, vagy csak nagyon korlátozottan összehasonlíthatóak. Ennek az a magyarázata, hogy a különböző padok veszteségei, mérési hibái nem egyformák.

15.8 Elektronikus futómű vizsgáló berendezések (telemetria) működése

Az eredeti kifejezést a szakma a F1-ből vette át, ahol ténylegesen igaz a jelentése, hiszen a latinból történő tükörfordítása távolsági mérést jelent. Mivel a motorsportokban ez nem megengedett, ezért ténylegesen Data Recording (adatrögzítő) rendszereket használunk.

Ma már pár tízezer forintból beszerezhető egy-egy egyszerűbb rendszer, mely az amatőr pályázó számára is nagy segítséget adhat.

A gyári rendszerek tipikus példája a BMW S1000RR HP4, ahol is egy karos mechanizmushoz kapcsolódó forgó potenciométer segítségével mérik a hátsó futómű elmozdulását, s más egyéb adatok (giroszkóp, féknyomás) fölhasználásával ebből meghatározzák a motor pillanatnyi üzemállapotát.



114. ábra

Maga a Data Recording rendszer egy adattároló egységből (tároló számítógép) és egy megjelenítő,

A rögzítendő adatok két csoportra bonthatók:

- Motoradatok

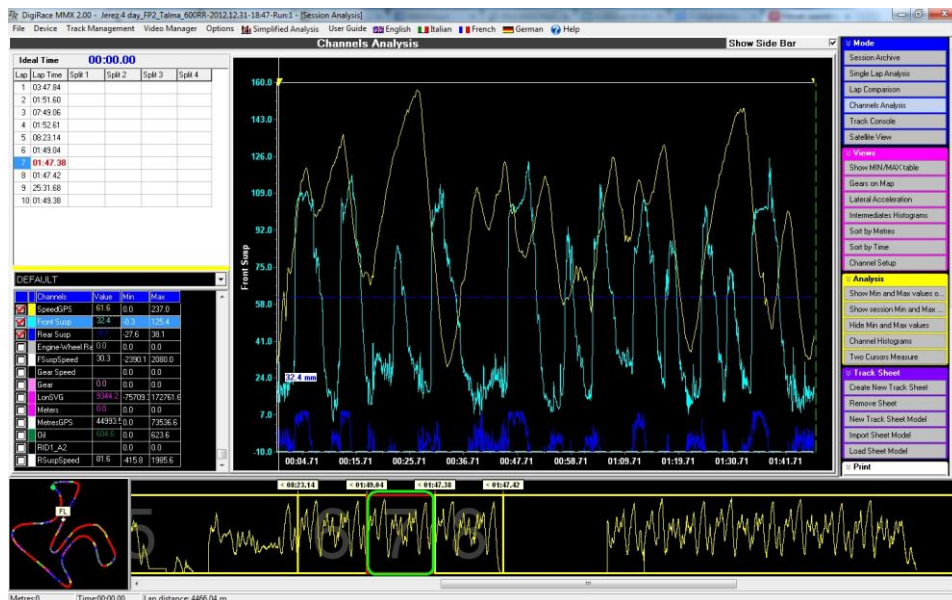
Ezek rögzítése technikailag nem egy nagy feladat, hiszen a már megismert OBD rendszerek nagy része alapfunkcióként képes a fedélzeti számítógép által kezelt adatok grafikus vagy numerikus rögzítésére is.

- Járműdinamikai adatok

A motorkerékpár, mint teljes jármű menetdinamikai adatainak rögzítése már keményebb dió, mert általában kiegészítő mérőegységek felszerelését, kalibrálását, s adatainak rögzítését igényli. Érdekes probléma, hogy a versenyautóknál használt lassulásmérők egy az egyben nem használhatók motorkerékpároknál, hiszen hosszirányban az akár 100 %-os dinamikus súlypont-áttérhelődés, keresztirányban pedig a jármű vízszintestől számított 40-41°-os döntése lényegesen torzítja ezek mérési pontosságát. Megoldásként a már említett giroszkópokat (háromtengelyű pörgettyűk) alkalmaznak, amik segítségével a jármű pontos térbeli helyzetét meghatározva korrigálhatók a lassulásmérő adatai. Ezeket egészíti ki a nagy pontosságú GPS is.

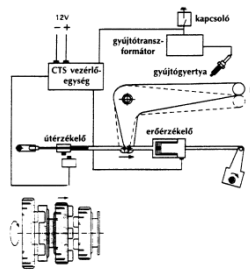
A korlátlan mennyiségű információt tudni kell használni.

- A telemetria mérnök mindig anomáliát keres. Olyan, akár pozitív, akár negatív irányban kiugró értékeket, amiknek nem szabadna ott lenniük. Lehet, hogy az anomáliával kapcsolatos információ forrása nem is az adatbázis, hanem a versenyző lesz!
- Következő lépés, hogy az azonosított anomália okát kell kideríteni. Itt már föl kell használni a probléma jellegéhez kapcsolódó egyéb adatokat, azok változásának jellegét is.
- Végül a rendellenesség okainak azonosítása után szakmai javaslatot kell tenni a megoldásra, vagy a rendellenesség mértékének csökkentésére.



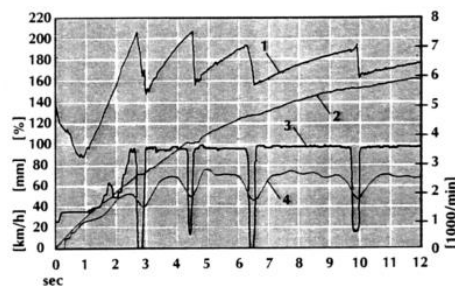
115. ábra

15.9 Váltóelektronikák működése

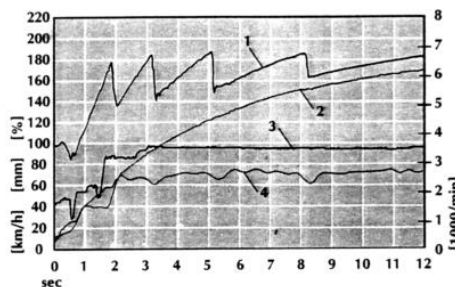


116. ábra

Ha a váltópedált megmozdítjuk, az erőérzékelő jelet ad a vezérlőegységnek, ami megszakítja a gyújtást. Ennek következménye ugyan az, mintha a gázt vettük volna el, tehát a fokozatváltás probléma nélkül megtörténhet. Az útérezkelő csak akkor engedi meg a gyújtás visszakapcsolását, ha a fogaskerekek már teljes egészében összekapcsolódtak.



117. ábra



118. ábra

A fenti mérési eredményekből is látható, hogy az adott motornál (Ducati 900 Monster) a CTS alkalmazása esetén 2 s-mal gyorsabban lehetett elérni a 160 km/h sebességet. A másik nagyon fontos következmény, hogy a futóművek elmozdulása is jelentősen csökkent, tehát a CTS használata javítja a motor úttartását is, ezért alkalmazását utcai motorokon is javasoljuk.

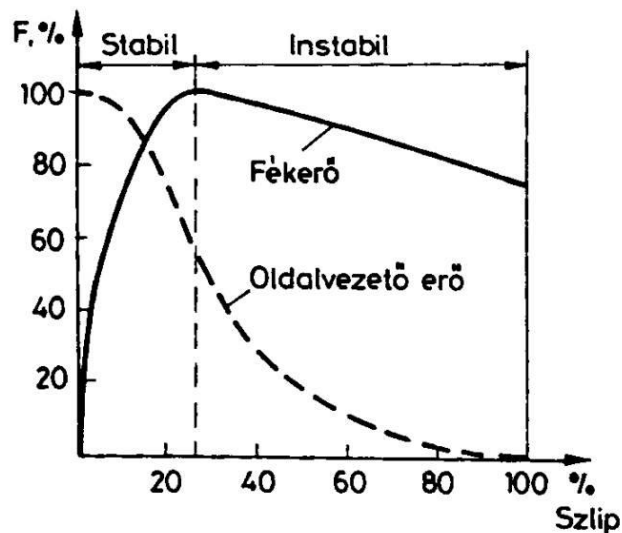
Versenymotorok gyorsítása (kevés kivétellel) mindig teljes gázon történik, ezért itt egy másik trükk is bevethető. Ha a motorba beépítünk egy elektronikát, ami figyeli a fordulatszámot, és ezt összekapcsoljuk a műszerfalra felszerelt LED-del, vagy bármilyen más fénykibocsátó eszközzel, akkor elérhető, hogy a versenyzőnek még a motor fordulatszámát sem kell figyelni, hanem egy föl villanó fénypont vagy fényoszlop jelzi a váltás optimális időpontját (n_{Pmax}).

A mai rendszerekben már nincs elmozdulás-érzékelő, csak a váltórúdban ébredő erőt figyelik. Ennek az érzékenysége állítható. A precízebb váltóelektronikák ezen kívül a fokozatokat is érzékelik, és más-más megszakítási időt lehet állítani hozzájuk. A kisebb fokozatokban nagyobb a nyomatékmódosítás ugrása, így itt nagyobb (50-60 ms) megszakítást állítsunk be. Magasabb fokozatokban elegendő lehet kisebb (35-45 ms) is.

Vannak olyan kategóriák, ahol visszaváltás-segítő rendszerek is engedélyezettek. Ennél a megoldásnál visszaváltáskor gázfröccsel segítik a versenyzőket, így nem kell sem a tengelykapcsolóváél, sem a gázkarral gépszekedniük féktávon. Könnyebb helyzetben vannak itt az E-Gas rendszerek, hiszen a gázadást egy léptetőmotor végzi. Ha hagyományos bowdenes gázkarunk van, akkor az alapjáratú léptetőmotort vezérelhetjük csak. A visszaváltás-elektronikák csak speciális verseny ECU egységekkel (MOTEC) használhatók jelenleg.

15.10 Programozható fékrendszerek

Nemrég még szentségtörésnek számított a blokkolásgátló rendszerek használata versenymotorokon. A Honda és a BMW által használt ABS rendszerek gyorsaságban és a szabályzás finomságában már alkalmassá váltak a versenypályás használatra is. A versenyszerű alkalmazáshoz szükségessé vált ezen rendszerek állíthatósága, hiszen a gumi és a talaj közötti tapadás sokkal jobb az utcai motorokéhoz képest. Az alábbi ábrán láthatjuk azt, hogy különböző szlip értékek esetében milyen a gumi tapadása. A szlip határértéke a gumi üzemállapotának és az aszfalt minőségének függvényében nem egy fix érték. Ezt a szlip-küszöbértéket kell programozhatóvá tenni a gyári ABS-hez képest. Ez az érték a verseny folyamán is folyamatosan változik, ezért ezt a versenyzőnek menet közben is tudni kell állítani.



119. ábra

15.11 Kipörgés-gátlók, egykerekezés-gátlók működése

A motorkerékpárok teljesítménye az elmúlt 20 évben jelentősen megnőtt. Ezt a teljesítményt kell nekünk kontrolláltan az aszfaltra átadni, emiatt megnőtt a biztonsági elektronikák jelentősége. Míg 2007-ben csak a Bazzaz kínált utólagos kipörgésgátlót ECU és a váltóelektronikával egybeépítve, ma egyre több gyári megoldás lát napvilágot. Sőt, a BMW S 1000 RR ez még több fokozatban állítható is. A működés elve nagyon egyszerű: ha a hátsó kerék megcsúszik, akkor – hasonlóan a váltóelektronikához – megszakíthatjuk a gyújtást. Ez történhet egyenletesen is, ekkor minden hengerben egyformán „kihagy” a rendszer, de történhet szakaszoltan is, amikor csak egy-két henger gyújtása marad ki, de azok hosszabb időtartamra. Ezzel kicsit szakaszossá válik a meghajtó nyomaték, és kontrollálhatóbb a csúszás.

A problémát a csúszás mérése jelenti, hiszen a motort a legtöbb esetben még bedöntött állapotában gyorsítjuk, valamint enyhe túlkormányzottságot is hagynunk kell a kanyar kisebb ívben történő bevételehez. Az utcai sportmotorok esetében – hasonlóan az ABS-hez – egy viszonylag alacsony szlip-küszöböt állítanak be, esetleg ezt több fokozatra bonva, mint eső, száraz, sport és slick. A versenysportban ezt a problémát úgy kezelik, hogy egy nagy pontosságú GPS egységgel és egy szintén nagy pontosságú útérzékelővel tudják a motor mindenkori pozícióját a pályán, és a telemetria adatokból előre beprogramozottan minden egyes pontra külön szlip határt engednek. Természetesen ezt a versenyző a gumi mindenkori állapotának megfelelően tudja állítani. Ha a motoros kicsúszik, akkor abban a körben a rendszer már nem működik, csak a célegyenes jelére kezdődik újra a számítás. Jellemzően ezek a versenyelektronikák az ECU-val egybeépítve, összetetten programozhatók (MOTEC).

Az egykerekezés-gátlók a motor elejét megpróbálják egy bizonyos szintnél megállítani. Ezt úgy érik el, hogy a hosszirányú dőlést mérik, és ha annak értéke hirtelen megváltozik, akkor a hátsó fékkel vagy a gyújtás megszakításával – hasonlóan a kipörgésgátlóhoz - stabilizálják a motort. Ugyan ezzel a megoldással a fékezéskor történő egykerekezést (stopy) is el lehet kerülni, ilyenkor az első kerékre kivezérelt féknyomást korrigálja az ABS egység.

A fentiekből látható, hogy ma már nem beszélhetünk tisztán ECU-ról, ABS-ről, hanem ezek kombinációja adja ezt a mai kor elvárásainak megfelelő összetett biztonsági-kényelmi rendszert. A Ducati Multistrada esetében egy elektronika csak a négy (motor, váltó, futómű, fék) elektronika egymáshoz hangolását, összetett működését vezérli.

Zárszó

„A jegyzet megadott terjedelme és a mesterszakma ismeretanyaga nem könnyen összeegyeztethető. A szakma gyorsan fejlődik és meglehetősen ismeretigényes területet foglal magába. A szerzők színvonalasan oldották meg ezt a nem könnyű feladatot.

A szerzőktől megszokott módon a kidolgozás magas színvonalú.

Az anyag logikusan rendszerezett, érthető módon tárgyalja az ismeretanyagot. Bőséges ábraanyaga színvonalas és megkönnyíti a tananyag megértését.

A tananyagban minden olyan információ, magyarázat, adat, hivatkozás megtalálható, amely a mesterjelöltek számára az anyag feldolgozást segíti. Akár egyéni felkészülőknek is hasznos kézbe venni a könyvet

Különösen kiemelendő, hogy a felhasznált ábrák miatt gyakorlatias az anyag megközelítése.

Az anyag összeállítása annyira sikeres, hogy akár kézikönyvként is alkalmazható a gyakorló szakemberek számára.”

Dr. habil Lakatos István Ph.D.

okl. gépészmérnök, egyetemi docens

Felhasznált irodalom

A jegyzetben szereplő ábrákat, képeket, műszaki rajzokat a Szerzők saját forrásból használták fel.