

A SZEngine EVO 1 fejlesztése

A kenési rendszer tervezése

A győri Széchenyi István Egyetem és az Audi Hungaria Motor Kft. 2008-ban indította el projektjét, amelyben a feladat a Formula Student csapatok részére egy saját, egyedi motor tervezése, gyártása.

Ezért alakult meg a SZEngine csapat, amely 2012. november 22-én mutatta be motorját a támogatóknak és a sajtónak. Motorismertető cikksorozatot tervezünk, melynek jelen, első cikkében a motor kenési rendszerét ismertetjük.

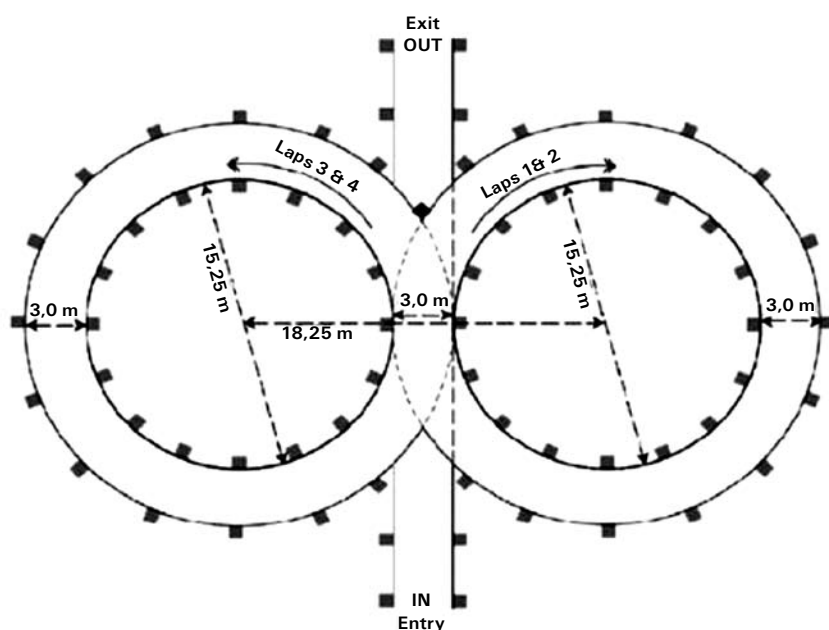


A Formula Student versenysorozatban jelenleg mindegyik csapat kereskedelmi forgalomban kapható belső égésű motort használ. Ezek főleg motorkerékpárok, quadok erőforrásai. A Formula Student szabály-

zata nagymértékben megköti az erőforrások módosításának lehetőségeit, így ezek a motorok korántsem optimálisak ezekre a versenyekre. Például túl nagy a tömegük, hengerszámuk miatt nagy helyet foglalnak

el, esetleg nem megfelelő fordulatszámterományban adják le maximális nyomatékukat. A Formula Studentben eddig még az egyetemi hallgatók közül – mert a csapatokat egyetemi hallgatók alkotják – senki nem vállalkozott egyedi belső égésű motor megtervezésére és legyártására. Ez is motiválta a 2008-ban a győri Széchenyi István Egyetemen alakult SZEngine csapat tagjait. A SZEngine tagjai az egyetemen tanuló hallgatók, akik különböző (gépészmérnök, mechatronikai mérnök, közlekedésmérnök, villasmérnök, műszaki menedzser, gazdasz, jogász) szakokról érkeznek. A csapat célja egy egyedi, Formula Student versenyekre optimalizált versenymotor megtervezése, legyártatása és folyamatos fejlesztése, a világon elsőként.

Az építendő motornak rengeteg kitételnek kell megfelelnie, ilyen például a lökettérfogat-korlátozás (610 cm³-ben maximalizálva). További megkötés, hogy a motor alapkitelére négyütemű, tetszőleges hengerszámú belső égésű motor, amely rendelkezik indítómotorral, az olaj és vízkör munkaközegei egymástól jól elkülöníthetők, valamint kiegyenlítőtartályokat kell alkalmazni a folyadékok felfogására. A kenési rendszernek különösen tömítettnek kell lennie, ugyanis ha



A Skid Pad pályarajza

verseny közben valamelyik csapat autójából olaj kerül a pályára, azt a csapatot azonnal kizárják.

Versenymotoroknál nem ritka, hogy olyan terhelések érik, amelyek következtében az olaj szállítását végző szivattyú levegőt szív a karterből, így károsodhat a szivattyú, de a legnagyobb probléma, hogy úgynevezett „olajéhség” alakulhat ki a motorban. Ez azt jelenti, hogy a motor súrlódó alkatrészei közt rövidebb-hosszabb időre megszűnik a kenőolajréteg, és mivel nagy sebességgel mozognak egymáshoz képest ezek az alkatrészek, hamar bekövetkezhetnek végzetes események, melyek nem csak a versenyből való kiesést, de a motor tönkremenetelét is jelenthetik.

A Skid Pad olajéhséget okoz

A Formula Studentben ilyen szempontból a legveszélyesebb versenyszám a Skid Pad. Ebben a versenyszámban 2 kört balra és 2 kört jobbra kell megtenniük a versenyzőknek.

Itt akár több g-s erőhatások is hathatnak a pilótára, az autóra és a motorra. Ennek következtében a nedves karteres kenési rendszerrel rendelkező motoroknál a karterben, a száraz karteres rendszernél a tartályban az olaj a kanyarodással ellentétes oldalnak préselődik. Így a szivattyú szívókosara könnyen levegőt szívhat „olajéhséget” okozva. Ezért a motortervezés első lépéseként meg kellett vizsgálni a kenési rendszereket, valamint azok hatékonyságait.

A száraz karteres kenési rendszer a kenési rendszerek közül a legbonyolultabb, ám a legmegbízhatóbb is. Ez esetben az olajkarter a forgattyúház alatt gyakorlatilag nem tartalmaz olajat, csupán csak a szivattyú szívócsonkjának elhelyezésére szolgál. Innen, a karterből a szivattyú a külső olajtartályba szivattyúzza a kenőolajat. Ennél a rendszernél itt tárolódik az olaj. Innen kerül tovább a szűrőn át a motorba. Onnan pedig a már ismert visszafolyóágakon keresztül a forgattyús tengely terébe, ahonnan kezdődik a ciklus előlről.

Két olajkör, két-két olajszivattyú

A száraz karteres rendszer két olajkörből áll, az egyik a karter és tartály közti, a másik a tartály és motor közti olajkör. Ebből adódóan a rendszer működtetéséhez minimum két darab olajszivattyú szükséges. Kompakt megoldásként ezt a két szivattyút egy egységbe integrálják, ezeket hívják kompakt, többlépcsős olajszivattyúknak. Egy ilyen szivattyú egyik oldalán

helyezkednek el a felszívócsonkok, a másik felén pedig a nyomócsonkok. Nagyobb versenymotoroknál gyakori, hogy a kartertartály olajköre szivattyújának több felszívóága van. Ezek csatlakozhatnak a karter több pontjára, így elkerülvén a rendszerre ható oldalgyorsulások következményeit, valamint csatlakozhatnak a hengerfejbe, megkönnyítvén és meggyorsítván az olaj visszakerülését a tartályba és az újbóli munkába állását. Ezen az elven működik az AUDI R8-as száraz karteres kenési rendszere is. A rendszer előnye, hogy teljesen kivédhetőek az oldalgyorsulások okozta hatások, továbbá mivel a kenőolaj egy külső tartályban tárolódik, a motor súlypontja jelentős mértékben javul. Ezzel a versenyautó nagyobb kanyarstabilitású. A száraz karteres rendszer további előnye, hogy kis mértékben, de növeli a motor teljesítményét azáltal, hogy a szivattyúk, kialakításukból adódóan nem károsodnak levegő szívásakor, folyamatosan vákuumot hoznak létre a forgattyús hajtómű terében azzal, hogy elszívják a képződő kartergázt, így a dugattyú könnyebben mozoghat.

Kartergáz-elvezetés

A kartergáz a dugattyúgyűrűk mellett az égéstérből a forgattyús térbe lejutó gázok keveréke, melyek károsan hatnak a forgattyús hajtóműre, továbbá nagy hőmérsékletük miatt a forgattyús térben érintkezve a kenőolajjal jelentősen rontják annak kenési képességeit, illetve élettartamát, miközben vizesítik és kénesítik azt.

A korszerű motorban a kartergáz elvezetésére, más néven forgattyúház-szellőztetés, megszokott megoldás, hogy egy járatot alakítanak ki, ami a forgattyústérből, a motor szívórendszerébe vezet. Így a motor emisziós értékei javulnak, mivel újra elégeti a már „használt” levegőt. Ugyanakkor ez a folyamat a teljesítmény rovására megy, hiszen az égéstérbe így nem 100%-ban friss, oxigénnel teli levegő kerül. Fontos megjegyezni, hogy forgattyúház-szellőztetés nélkül a forgattyústérben megnövekedne a nyomás, ami a forgattyúház tömítéseinek fokozott olajvesztését

okoz. A maximális megengedett nyomásérték a forgattyúházban 0,2–0,3 kPa. A kartergáz elvezetésével ez a probléma is megoldódik.

Egy versenymotornál minden kilowatt számít, így ott a kartergáz elvezetésének ezen megoldása nem alkalmazható. Mivel a Formula Student szabályzata tiltja, hogy olaj hagyja el a motort, ezért a legbiztonságosabb megoldás, ha a hengerfejen kialakítunk egy csontot, melyet egy úgynevezett felfogótartállyal (catch tank) kötünk össze, ezt nevezik kartergázlecsapató tartálynak. Száraz karteres rendszernél gyakorlatilag a szivattyú kiszívja ezt a gázt a forgattyústérből, így nem feltétlen szükséges a kartergázlecsapató, viszont ez esetben az olajtartályt kell úgy kialakítani, hogy elkülönüljön az olaj a levegőtől.

Olajfogyasztók

Az olajszivattyú meghatározásánál figyelembe kellett venni a „fogyasztókat” (növekvő sorrendben: dugattyúhűtés, vezérműtengely csapágynak és bütykeinek kenése, forgattyús hajtómű csapágynak és a dugattyúcsap kenése). A dugattyú hűtését két darab olajhűtő fűvóka fogja ellátni. Ezek a forgattyúház két oldalán helyezkednek el, pont úgy, hogy a főtengely kiegyenlítő tömegei (sonkái) ne ériék el őket az alsó holtponthoz. A fűvókák a dugattyút olajsugárral célozzák meg. A megcélózandó felületek gyakorlatilag síkfelületek a dugattyún, így optimális lesz a hőelvezetés. Ezt az alábbi ábra szemlélteti.

A dugattyú hűtéséhez kb. 170 l/h térfogatáram szükséges. A hengerfal kenését is az olajfűvókákon kiáramló kenőolaj látja el,



azonban mivel ez az olaj a dugattyúról „viszszahulló” kenőolaj, ezért ez csak a végső összesítésben lényeges, a dugattyú hűtését nem befolyásolja. Emiatt a „visszahulló” olaj miatt alakul ki úgynevezett olajköd a forgattyúházban, ahogy a főtengely kiegyenlítő tömegei szétszórják ezeket az olajcseppeket. A hengerfejbe a kenőolaj a hengertömb vezérlés oldali részében kialakított olajcsatornán jut. A hengerfejben a kenési pontok a vezérműtengelyek csapágái, valamint a vezérműtengelyek bütykei és a szelepcszék érintkezési pontjai. A vezérműtengelyek csapágázását tűgörgős csapágakkal oldottuk meg, hasonló okokból, mint a főtengelynél. A vezérműtengely csapágái ugyanúgy, mint a főtengely csapágái, olajködben működnek. A hengerfejbe szánt kenőolaj-mennyiség a négy szelepcszéke kenésére 30 l/h.

A hajtórúd kisszemének kenését a dugattyúgyűrűk hornyaiban elhelyezkedő olajzófuratok adják. A nagyszem kenéséhez nem elegendő az olajköd, mert nem biztosít megfelelő kenést, ezért az olajfőcsatornán egy olajzófuratot kellett kialakítani, a megfelelő nyomás elérése érdekében. Ezt a legegyszerűbben úgy lehetett megoldani, hogy a főtengely vezérlés oldali részében egy hosszirányú furatot hozunk létre, majd ezt meghosszabbítván egy adott szögben felülről ráfúrunk. Ezáltal a kenőolaj az olajfőcsatornából nagy nyomáson a főtengelyen keresztül eljut a felhasználási pontra, azaz a hajtórúd nagyszeméhez. Ennek a megoldásnak a használatához a főtengely tervezésekor a konstruktőröknek figyelembe kellett venniük a furatok szilárdságtani anyaggyengítő hatását. Az olajcsatorna konstrukciós szempontból 3 mm átmérőjű. Az ezen áthaladó térfogatáram nem haladja meg a 6–7 l/h-t, ennyi kenőolaj pedig elegendő a megfelelő kenéshez.

Összesen 206 l/h kenőolaj szükséges a motor megfelelő kenéséhez. Ezzel az értékkel meghatározhatóvá vált az olajkör elemeinek kiválasztásához szükséges egyik fontos tényező.

Az olajkör elemei

A motorolaj megfelelő kiválasztása összetett feladat, hiszen a Formula Student autók elsősorban kis sebességgel, ezáltal kis hűtéssel, de nagy terheléssel üzemelnek, ezért szükség van egy, a nagy hőmérsékletű motorban is megfelelően kenő motorolaj kiválasztására. Konzultációk során kiderült, hogy a 10W-60-as versenycélú olaj vagy a Formula Student csapatai által leggyakrab-



ban használt 5W-30-as motorolaj lehet a megfelelő választás. Természetesen pontos választ csak a próbapadi járatások után fogunk kapni a kenőanyagokról.

Az olajszivattyú mechanikus rendszerű, fogaskerék-hajtással üzemeltetett kompakt kétlépcsős szivattyú, olyan, amelyik képes a verseny-motorkerékpároknál megszokott 3–3,5 bar-os nyomást tartani, valamint 210 liter mennyiségű olajat képes szállítani óránként. Sikerült beszerezni egy ilyen paramétereknek megfelelő szivattyút az angol Paceproducts cégtől. Azonban a kiválasztott modell jóval nagyobb mennyiségű olaj szállítására lett volna alkalmas az ideális 210 l/h helyett, ezért egy közlő fogaskerék került beépítésre a két tengely fogaskerekei közé.

Mivel a motor szárazkarteres rendszerű, a motorolaj hűtése attól függ leginkább, hogy a külső olajtartály mennyire van nyitott helyen, ezáltal mekkora légáram éri. Azonban a fékpadi járatáskor nem biztos, hogy elegendő levegő jut a tartály köré, ezért biztonsági megfontolásból egy olajhűtő került beépítésre, amelyet a svéd Setrab cégtől szereztünk be. Mivel az olajtank is részt vesz a hűtésben, elegendő a fizikailag kis méretű hűtő kiválasztása.

Példa az Audi R8

Fontos, hogy az olaj tiszta állapotban végezze a rá bízott feladatát, ezért két, egy durva

és egy finom szűrőt alkalmazunk a durvább, illetve a finomabb, abrazív részecskék kiszűrésére. Ezért az előszűrőnek egy 440 µm, a főszűrőnek pedig egy 25 µm finomságú szűrőt alkalmaztunk.

Az olajtank is egyedi tervezés, mégpedig az Audi R8-as típuson használt, jól bevált tartályt alapul véve. Azért volt szükség egyedi gyártásra, mert az R8 tartálya túl nagy lett volna az egyhengerű motorhoz, és a kereskedelmi forgalomban kaphatók is nagyon bizonyultak. Így lett végül egy 2 liter űrtartalmú, henger alakú olajtartályunk.

A túl meleg olaj nem tesz jót a motornak, ahogy a túl hideg sem, ezért került a rendszerbe egy termosztát, mely egy beépített hőmérsékletszenzorral rendelkezik, és ha az olaj hőmérséklete nem éri el a 80 °C-ot, a termosztát zárva tart és nem engedi be a hideg olajat az olajhűtőbe. Így hamarabb felmelegszik ideális hőmérsékletre a kenőolaj. Amint eléri a 80 °C-ot, a termosztát nyit és az olaj szabadon áramolhat az olajhűtőbe. A tesztek során főképp a termosztát viselkedéséből láthatjuk majd, hogy szükség van-e egyáltalán az olajhűtőre.

Reméljük, hamarosan hírt adhatunk arról, hogy a motor beindult, jár, és elkezdhetjük a rövidebb, majd később a hosszabb távú teszteket is a motoron.

SZABÓ ÁRPÁD