FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

WANKEL MOTOR FELÉPÍTÉSE, MAZDA RENESIS VIZSGÁLATA

NÉMETH Ferenc László

Abstract

This paper is presenting the structural build of wankel engine and the processes occurring in it. These are by a small margin different, than the ones in it is traditional relative, therefore these engines require a different handling. The main goal beyond providing a general look on the structural build is answering the question on operating an engine such as this. The quality of utilization heavily depends on the construction, also requires a different kind of treatment, than a traditional engine.

Key words: Structure, Advantages - Disadvantages, Renesis, Operation

Összefoglalás

A dolgozat a wankel motor szerkezeti felépítését mutatja be, a benne lejátszódó folyamatokkal, melyek némi eltérése miatt egy ilyen motor teljesen más kezelést igényel, mint löketdugattyús rokona. A fő célkitűzés a szerkezet általános ismertetésén túl, egy ilyen motor üzemeltetésénél felmerülő kérdések tisztázása, hiszen a konstrukció fokozottan érzékeny a felhasználás minőségére, ill. más bánásmódot követel, mint egy hagyományos motor.

Kulcsszavak: Szerkezeti felépítés, Előnyök – Hátrányok, Renesis, Üzemeltetés

Bevezetés

A rövid terjedelembre való tekintettel a dolgozat csupán vázlatosan ismerteti a wankel motor fő jellegzetességeit, ill. említ egy gyakorlati alkalmazás során felmerülő problémát.

Működése és felépítése

A szerkezet fő jellegzetessége az ívelt háromszög alakú bolygódugattyú, más néven rotor, amely három részre osztja a ház térfogatát. A rotorban rögzített belső fogazású fogaskerék kapcsolódik a külső fogazású álló fogaskerékhez, melyet a házon rögzítenek. Működése közben a rotor epitrochoid ívet jár be, ami definiálja a ház belső alakját. A rotor e távolsággal excentrikusan mozog a ház középpontja körül, ezt az excenter tengely teszi lehetővé, amely a hagyományos motorok főtengelyének felel meg. A rotor által leírt görbe nem teljesen egyezik meg a ház ívszakaszaival, előbbi minimálisan kijebb helyezkedik el, ennek köszönhetően a csúcstömítések előnyösebben végzik a feladatukat. Az ívek közötti távolság megegyezik a csúcstömítések legömbölyítési sugarával.

A rotor által végzett összetett mozgás miatt folyton változik a kamrák térfogata, így megvalósítva a szívási, sűrítési, terjeszkedési, ill. kipufogási ütemet. Termodinamikai szempontból működési módja a négyütemű otto motorokéval megegyező elven alapul. A

töltetcsere folyamatát maga a rotor vezérli mozgása közben, így számos alkatrész feleslegessé válik, kevesebb a mechanikai veszteség és a zajhatás, ill. tömege és kiterjedése kisebb. Nyomatékleadása úgy történik, hogy a rotor középvonalán ható erő az excenter tengelyt e excentricitással éri, így alakul ki a forgómozgás. Egytárcsás motor esetén minden excenter tengely fordulatra egy munkáütem jut, mivel a rotor egy teljes fordulatára három excenter fordul, és három munkáütem esik, ami egy kéthengeres négyütemű motorhoz hasonlítható. A gyakoribb munkáütemek laposabb, az ideálshoz jobban közelítő nyomatéki görbét eredményeznek, mint az alternáló mozgást végző hagyományos motorok esetében.

1.ábra. Az ábrán jól látható a különbség a löket- és a bolygódugattyús motorok között. Mivel a wankel motor esetében a rotor csak egyet fordul, míg az excenter tengely hármat, így azonos fordulatszám esetén több idő áll rendelkezésre egy ütem számára, mint a hagyományos motorokban

Szerkezetéből adódó sajátosságok

Bolygódugattyúk esetében tömítést igényelnek a rotor oldalai és élei, az oldal irányú tömítésekkel kezdetben sem volt sok gond, ám az éltömítésekkel annál inkább. Az oldaltömítéseket megoldották a hagyományos motorok dugattyúgyűrűinek anyagából készített tömítő szalagokkal, amelyeket rugókkal szorítottak a kamra oldalfalához, hogy megakadályozzák az égéstér gázainak oldalirányban történő távozását. Az éltömítésekkel a problémát a tapadási vibráció okozta, amely rongálta a sima kamrafelületet, ezt mára különböző módszerekkel sikerült kiküszöbölni (pl: tömegcsökkentés, helyes anyag választás). Ezeket 2003-tól különleges geometriájú, minimális karbon tartalmú öntöttvasból készítik.

Kenést igénylő alkatrészek az excenter tengely és a dugattyú siklócsapágiai, a vezető fogaskerek és a tömítések. A bolygódugattyús motorok sokat emlegetett fokozott olajfogyasztásának oka, hogy a trochoid futópályára került olajat nem lehet visszanyerni, és hogy az oldaltárcsák is igényelnek kenést (így nagyobb felületnek kell kenést kapnia, mint

egy hagyományos motorban). Élettartam szempontjából ennél a konstrukciónál különösen fontos a megfelelő kenés és az olaj viszkozitásának megválasztása.

Működési elvéből fakadóan a bolygódugattyús motorok hőterhelése nagy, a probléma ott van, hogy ennek a terhelésnek az eloszlása teljesen aszimmetrikus, ill. egyenetlen. A munkaterek töltete a bolygódugattyúval együtt mozog, ezért a kamratér egyes részei csak a hideg keverékkel, míg más részei csak az égés során képződő forró gázokkal érintkeznek. Az eltérő hőtágulási övezetek miatt a vetemedés veszélye jelentős, ezt a Mazda például úgy kezeli, hogy a motorblokkban kialakított vízköpeny egyrészt aszimmetrikus, másrészt az égéstér oldalán vezetik be és a szívó oldalon vezetik ki a hűtővizet.

Az égéstér meghatározza a kamra fala, a rotor oldala, ill. a rotorban kialakított sűrítési mélyedés, mely kezdetben szimmetrikus volt, később változtattak rajta, így növelve a lángfront terjedésének sebességét. A nagyobb üzembiztonság és a gyorsabb, jobb hatásfokú égés érdekében két gyújtógyertyát kezdtek el használni, ahol az alsó a vezérgyertya, ami először adja a szikrát. Ilyenkor a nagy sebességű gázok miatt a lángfront csak lefelé terjed, ezért van a felső gyertya, ami ilyenkor képes begyűjtani a felső keverék részt, így az égés gyorsabban lejátszódhat, kedvezőbb rotor helyzet mellett. Összehasonlításképpen az égési idő hosszabb, mint egy hagyományos motorban, ami egyszerre előnyös és hátrányos tulajdonsága a szerkezetnek. Előnyös, mert az égés lágyabb, rezgésviszonyai sokkal finomabbak, halkabb járású a motor. További előnye, hogy az égéstér alakja miatt kopogásos égésre nem hajlamos a konstrukció. Azonban jelentős problémája, hogy a termikus hatásfoka rosszabb mivel az égés nyújtottabban megy végbe, nem a legjobb ütemben adja át az energiát a rotornak. Ebből az következik, hogy fajlagostüzelőanyag-fogyasztása magasabb lesz, mint vetélytársának. A nagyfelületű kamrafalból adódik egy másik probléma is. A sűrítési ütem végnyomása nem éri el az alternáló dugattyús motorokban mérhető értéket, mivel hosszabb az égés és a nagyobb égéstér felületének nagyobb a hőelvonó képessége is, így a sűrített keverék mechanikai energiája kisebb lesz. Töltetcsereje lehet periférikus, amikor a trochoid házon helyezik el a portokat, vagy oldalfalon elhelyezkedő, ekkor a szívó és kipufogó nyílások összenyitása megelőzhető.

Mazda Rx8 erőforrása

Wankel motorok terén legnagyobb tapasztalati tudással a Mazda mérnökei rendelkeznek, hiszen a konstrukciónak nagy hagyományai vannak náluk. A Renesis egy kéttárcsás szívómotor, vízhűtéssel, egy kamrájának térfogata 645 cm^3 . Két kamrájának térfogata egy 2616 cm^3 ürtartalmú hagyományos motorral egyenértékű.

A legszembetűnőbb és leghasznosabb módosítás a kipufogónyílások oldalt való elhelyezése a korábban használt periférikus helyett, ezzel teljes mértékben megszűnt a szívó és kipufogó nyílások összenyitása. A régebbi változatokban alacsonyabb fordulatszámokon az összenyitás instabil töltést okozott, amit dúsabb keverékkel lehetett kompenzálni, így természetesen magasabb volt a tüzelőanyag felhasználás. Ez a hatás megszűnt az oldalt való elhelyezéssel, így a fogyasztás csökkent, továbbá növekedett a termikus hatásfok és csökkent a HC kibocsátás. Az elhelyezést érheti az a vád, hogy nagyobbak az áramlási veszteségek, ami igaz, hiszen a gázoknak irányt kell váltaniuk távozáskor, ám ezt a hatást felülmúlja a nyílás méretbeli különbsége, ill. kevesebb a termikus veszteség. Az égéstermékek kiáramlása kevésbé pulzáló jellegű, sokkal egyenletesebb, ezáltal kevesebb kipufogó gáz ragad a kamrában. A változtatás eredő hatása tehát pozitív. Kompressziója 10,0:1, míg

kompresszió végnyomása 830 kPa. A kompresszió növelésével, ill. kettős falú kipufogó leömlők használatával csökkent a károsanyag emisszió, mivel hidegindítás esetén így hamarabb felmelegszik a katalizátor, ez által csökken az üzemi hőmérsékletig eltelt idő.

Az RX7-ben alkalmazott elődjéhez képest élettartama, fogyasztása, üzembiztossága sokat javult.

Szerviz tapasztalatok

Ezt a motortípust sokkal inkább komplex egységként kell kezelni, hiszen akár egy tényező hibája is rengeteget jelenthet futásteljesítményt tekintve. Ezt jól mutatja az I. generációs Renesis motorok nem minden fordulatszám tartományban elegendő olajnyomása, mivel az így jelentkező erősebb kopások és lerakódások lerövidítik a motor élettartamát. Az olajadagoló fúvókák az excenter tengelyen és a trochoid házra nyomás hatására oldódnak, így alacsonyabb nyomás mellett csak részben nyílnak ki, ezáltal a rotor hűtése, és a siklócsapágyak kenése nem lesz megfelelő. Ez a probléma főleg hidegindításkor jelentkezik, ill. amikor a gyorsítás okozta kezdeti nyomásugrást követően huzamos ideig állandó fordulatszámon működik a motor. Az elégtelen olajnyomás miatt az excenter tengely siklócsapágái rendellenes kopásnak indulhatnak, így a rotor vezetése romlik, az éltömítések és a trochoid ház élettartama tehát jelentősen rövidülhet.

Némi átalakítással a probléma kiküszöbölhető, amit maga a gyár is megtett a II. generációs motorjánál, ezzel alátámasztva a szervizben tapasztaltakat, hiszen minimális egyéb változtatások mellett növelte majd kétszeresére a referencia olajnyomás értékét.

Az ilyen típusú motorok idő előtti tönkre menetéhez egyaránt hozzájárul a motor komplikált jellegéből fakadó problémák jelentkezése és a nem megfelelő üzemeltetési körülmények, amik a tulajdonosok rosszul tájékozottságának tudható be.

Összefoglaló

Összefoglalásként nyugodtan leszögezhetjük, hogy a konstrukció számos hátrányos tulajdonsága mellett, legalább ugyanennyi hasznos jellemzővel rendelkezik. Nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a löketdugattyús motorokra szánt pénz és idő mellett eltörpülnek a wankel motorokra szánt befektetések. Sok autógyár bukott bele a fejlesztésébe, egyedül a Mazda tudta sokáig életben tartani. A kezdeti tömítési, fogyasztási, élettartami problémák rányomták bélyegüket a motorra, ám számos hátrányos tulajdonsága mellett jelentős megosztó erővel bír.

Irodalom

- [1] Hörömpöly Imre - *Különleges Autómotorok* - Műszaki Könyvkiadó 1981.; ISBN:963 10
- [2] *1.ábra.* - <http://www.99-04.azauto.hu/a2-web03-10/wankel/menett.htm>

Németh Ferenc László, egyetemi hallgató

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépészmérnöki Kar, Mechatronikai és Autótechnikai Intézet

Cím: 1081 Budapest, Népszínház utca 8.

Telefon / Fax: 06 1 666-5300 / 666-5423

E-mail: nemethferenc@gmail.hu