

TÁJÉKOZTATÓ A HIPERSONIKUS REPÜLŐESZKÖZÖK FEJLESZTÉSÉRŐL
(AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY, 2008. 07. 14 p. 128.)

A hiperszonikus repüléssel kapcsolatos kutatások közel 40 évvel ezelőtt kezdődtek. Az elmúlt évtizedek során nyilvánvalóvá vált, hogy a hiperszonikus repülések gyakorlati megvalósításához olyan széleskörű, bonyolult elméleti és technológiai kutatások és fejlesztések szükségesek, melyek önálló végrehajtása meghaladja az egyes országok gazdasági lehetőségeit és kutatási kapacitását. Éppen ezért aligha meglepő, hogy felgyorsult az országok közötti nemzetközi együttműködés és partnerség kialakítása elsősorban a hiperszonikus tesztes és fejlesztés területén. A hiperszonikus repülés hatalmas technikai kihívásai, a korlátozott költségvetési lehetőségek és a még korlátozottabb tesztes kapacitások kikényszerítik az országok közötti együttműködést.

Ausztrália és az U.S. egyengeti az utat az új kollaboratív megközelítés számára a Hycouse és Hifire projekteken keresztül, míg Európa Lapcat II és ATLLAS kutatási projektjeit egyesíti az országok erőfeszítéseit a kontinensen. Nemzeti projektek végrehajtása is folyamatban van Kínában, Franciaországban, Németországban, Indiában, Olaszországban, Japánban, Oroszországban és az Egyesült Királyságban, akik közül egyesek esetenként más országokat is felkérnek a nemzeti projektek végrehajtásában való együttműködésre.

Hosszú út van még hátra azonban ahhoz, hogy a hiperszonikus, levegőbeszívást alkalmazó technológia gyakorlati megvalósításra kerüljön.

Az U.S. - ausztráliai hiperszonikus nemzetközi repüléskutatási kísérleti (Hypersonic international flight research experiment - Hifire) projekt keretében jelenleg készülnek a Hifire eszköz első repülésére, melyet a Woomera tesztelő poligonon fognak végrehajtani. A következő 5 évben összesen 10 átfogó repülési tesztelési program kerül végrehajtásra, melyek során adatokat fognak gyűjteni a Mach 5 feletti - eddig még feltáratlan - hiperszonikus repülési tartománnyal kapcsolatban.

Az ötvenes, 56 millió USD értékű Hifire projekt végrehajtását az U.S. Légierő Kutató Laboratóriuma (AFRL) és Ausztrália Védelmi Tudományos és Technológiai Szervezete irányítja.

Mind a gázturbinás, mind pedig a rakétahajtómű alapú vegyes hajtómű működési ciklusok értékelés alatt állnak az Európai Unió Lapcat (Long Term Advanced Propulsion Concepts and Technologies - hosszú-távú fejlett propulziós koncepciók és technológiák) projektje alapján, amely ez év októberében lép a végrehajtás második fázisába. Miután ez egy összeurópai projekt, az erőfeszítés a világ legnagyobb mértékben nemzetközileg - kollaboratív hiperszonikus vonatkozású programjának tekinthető, amely 12 ipari és akadémiai partnert fog össze hat országból. A programot az Európai Űrkutatási és Technológiai Központ (European Space Research and Technology Center - ESA-ESTEC) koordinálja Hollandiában. A Lapcat II az eredeti projekt újonnan finanszírozott továbbfolytatása, amely három évvel ezelőtt lett beindítva azzal a céllal, hogy értékelje a kulcsfontosságú technológiákat egy hiperszonikus kereskedelmi szállító repülőgép kialakítása számára. Az elképzelt célkitűzés egy olyan légi-jármű létrehozása, amely képes Brüsszellel (Belgium) Sydney-be (Ausztrália) repülni 2-4 óra alatt.

A Lapcat I fázisban azonosításra kerültek olyan levegőbeszívást alkalmazó, hidrogén tüzelőanyagot felhasználó Mach 4, 5 - Mach 8 koncepciók, melyeket a Lapcat II fázis során alaposabban meg fognak vizsgálni. Johan Steelant projektmenedzser szerint ez az első alkalom, hogy az EU támogatást nyújt a hiperszonikus szállítással kapcsolatos kutatásokhoz. Az előzetes tanulmányok eddig azt mutatják, hogy mind a Mach 4, 5 mind pedig a Mach 8 nagy hatótávolsággal rendelkező, hidrogénbázisú tüzelőanyagot felhasználó szállító légi-járművek megvalósíthatók. A tanulmányok azt is jelzik, hogy egy hidrogénbázisú tüzelőanyagot felhasználó Mach 4, 5 légi-jármű a rövidebb távolságokra történő repülések számára is érdekes potenciális lehetőségeket biztosít.

Néhány Lapcat konstrukció felületesen hasonlít a Lockheed Martin cég Mach 6, 200 utast befogadó utasszállító repülőgépéhez, melyet a Hiperszonikus Utazó Repülőgép elnevezésű technológiai program alapján tanulmányoztak a 70-es évek végén. Johan Steeland szerint ez nem meglepő, mivel az EU Lapcat projektjének Mach 6 repülőeszközével kapcsolatban a propulziós rendszer és a sárkányszerkezet integrációjára vonatkozó tanulmányok végrehajtása előtt a Hycat anyagot is áttekintették. A tanulmányok az ATLLAS projekt részeként kerültek végrehajtásra. Az ATLLAS a Lapcat hároméves kiegészítő projektje. Az ATLLAS egy rövidítés, melynek kibontása a következő: Aerodynamic and Thermal Load Interactions with Lightweight Advanced Materials for High-Speed Flights (Aerodinamikai és Hő-terhelések Kölcsönhatásai a nagysebességű repülések számára alkalmazott könnyűsúlyú fejlett szerkezeti anyagokkal). Az ATLLAS projekttel kapcsolatos tanulmány végrehajtása 2006 őszén kezdődött. A tanulmány a hosszantartó hiperszonikus repülés lehetőségét biztosító hőálló szerkezeti anyagok kutatására összpontosul. Ez magába foglalja a sárkány konstrukció külső felületének szerkezeti anyagait, valamint a propulziós rendszer olyan kritikus elemeinek szerkezeti anyagait, mint pl. az égőtér. A Lapcat-hoz hasonlóan az ATLLAS projekt végrehajtását is az ESA - ESTEC koordinálja, s magába foglal egy 13 partnerből álló konzorciumot az ipar, a kutatóintézetek és egyetemek területéről.

E kutatás specifikus célját az alábbiak képezik:

1. az olyan kistömégű fejlett szerkezeti anyagok azonosítása és értékelése, melyek képesek ellenállni az ultra magas hőmérsékleteknek és hő áramoknak, s ezáltal biztosítják a Mach 3 feletti repülési lehetőséget;
2. a hűtési technikák értékelése és a fejlett szerkezeti anyagok aerotermikus terhelésekkel való kölcsönhatásának értékelése mind a sárkányszerkezet, mind pedig a propulziós rendszer elemei számára.

A kutatások első - egyik legfontosabb - területét annak vizsgálata képezte, hogy a különböző éles belépő élek, levegő bevezetőnyílások és a sárkányszerkezetek külső borításának anyagai hogyan képesek ellenállni a különböző aerotermikus terhelések hatásainak. E célból vizsgálatra kerültek mind az oxidált keramikai anyagok (keramikai mátrix kompozitok), mind pedig a nem-oxidált keramikai anyagok (szilícium-karbid). Johan Steelant szerint a kutatások eredményeinek köszönhetően jelenleg olyan modelleket terveznek, melyek konstrukciója a gyárthatóság szempontjából realitásabb szerkezeti anyagokat tartalmaz, s melyek alkalmasabbak a szélsőtér kísérletek végrehajtására. Egy későbbi tanulmány az égőtér belső belétségeit is vizsgálta.

E kutatásokkal párhuzamosan az ATLLAS projekt az új film- és effuziós hűtési technikákat is vizsgálja, melyek párolgási és elektro aerodinamikai elveken alapul.

Az összeurópai Lapcat/ATLLAS hiperszonikus projektek mellett egyéni nemzeti projektek is folyamatban vannak Franciaországban, Németországban és Olaszországban. Franciaország Onera Kutató ügynöksége az ún. LEA projekt végrehajtásának felénél tart. A LEA projekt egy olyan kísérleti hiperszonikus légi-járművel kapcsolatos, melynek fejlesztését jelenleg végzi az európai MBDA rakétagyártó konzorcium. A korábbi közös erőfeszítésekkel végrehajtott olyan projekteket követően, mint a Promethee változatható geometriájú vegyes rakéta/torlósugarhajtómű (ramjet), a Prepha szupersonikus égést alkalmazó torlósugarhajtómű (scramjet) és a Japhar torlósugarhajtómű, a LEA projekt célját egy Mach 4 - Mach 8 tartományban üzemelő kettős üzemű torlósugarhajtómű létrehozása képezi. A LEA program vezetője Francois Falempin szerint egy olyan 4 méter hosszú jármű tesztelését kívánják végrehajtani, amely méreteit tekintve közel áll az X-43A járműhöz. Költségvetési csökkentések miatt az eredetileg tervezett hat tesztelés helyett csak négy kerül végrehajtásra. A LEA járműveket rakéta fogja felgyorsítani a torlósugarhajtómű működésbeliségét biztosító sebességre, s a tervezett 30 másodpercig a Mach 4 - Mach 8 tartományban fognak repülni 2011 és 2013 között.

A változatható geometriájú égőtér működési elveinek a repülés tényleges dinamikai változtatásai nélkül történő demonstrálására minden egyes tesztrepülési feladat egymástól eltérő Mach számmal és rögzített hajtómű geometriával kerül végrehajtásra. A LEA konfiguráció egy mozgó láng stabilizátort és burkolatot, valamint egy égőtér foglalt magába, amely a levegőbevezető csatornán belül előre és hátra mozdítható, hogy biztosítsa a változatható-geometriájú szerkezet különböző helyzetit a szubsonikus és szupersonikus égés számára.

A LEA kutatócsoport jelenleg a törzs mellsőrész- és a levegőbevezető rendszer tesztelések második fázisának felénél tart. E tesztelések egy része alternatív levegőbevezető ajtókat fog értékelni, hogy biztosítsák a 2004-ben és 2005-ben végrehajtott kezdeti tesztelések során tapasztalt nagy homlokellenállás leküzdését. A Moszkvai Repülő Intézetnél (MAI) egy kétharmad méretű vízhűtéses üzemanyag befecskendező tartórúd végrehajtott teszteléséből nyert jó eredmények szintén egyengettek az utat egy teljes méretű konstrukció ez év végén lehetséges teszteléséhez. Egy réztövezetből készült hőelnyelő struktúrával kialakított csökkentett méretű égőtérrel szintén megkezdik első alkalommal a tesztelés és év nyarán az Onera kutató ügynökség Párizshoz közeli Palaiseau-ban települő ATV5 tesztelő állomásán. Folytatódnak a sikélleletekkel kialakított törzs hátsórészrel és a kiterjeszhető rámpával kapcsolatos tesztelések az ügynökség Mendon közelében lévő S3 transzonikus szélsőtérjében. Az Onera ügynökség S4 szélsőtérjében fog felhasználni a Mach 6-nál történő szabadsugarú szélsőtér tesztelések végrehajtására, míg a Mach 7,5 tesztelések 2011 harmadik negyedévére vannak betervezve.

Várható, hogy a további francia - orosz hiperszonikus együttműködés ez évben később kerül megerősítésre valószínűleg egy kormányközi megállapodás keretében, aminek alapján lehetővé válik az orosz intézmények és tesztelő objektumok közös felhasználása a közelgő teljes körű kutatási munka végrehajtásához. A LEA kísérleti repülések például egy módosított Tupolev Tu-22 szupersonikus bombázóról történő légi-indításra vannak alapozva.

Az alapvető hiperszonikus kutatási munka Oroszországban szintén folytatódik. Lassú, de folyamatos az előrehaladás az elektromágneses módszerrel gerjesztett plazma áramlás-vezérlésre történő felhasználása terén. Az elektromágneses erő felhasználását a lökés hullám (következőképpen az aerodinamikai ellenállás) erejének csökkentésére, a "virtuális" áramlás vezérlő felületek kialakítására, sőt az égési folyamat javítására már 40 év óta tanulmányozzák, s ezen időszak utolsó 20 évében pedig az erőfeszítéseket a korábbi szovjet Ajax hiperszonikus légi jármű projektre összpontosították.

Egy magneto hidrodinamikai (MHD) plazmagenerátor szimulált Mach 5,15 viszonyok közötti tesztelése a közelmúltban kerültek végrehajtásra Moszkvában az Orosz Tudományos Akadémia részéről. A tesztelések magukba foglalták egy plazma "vezérlő elem" feletti áramlások egymással szembe fordított vizsgálatát. A plazma vezérlő elemet páronként beépített elektródák gerjesztették, melyek négyeszetes és hengeres állandó keresztmetszetű modellek éles belépő élén és levegőbevezető nyílásaiban kerültek elhelyezésre. Az Orosz Tudományos Akadémia hivatalos képviselői szerint a tesztelések azt bizonyították, hogy a plazma "virtuális hiperszonikus belépő él" sávja és virtuális változatható keresztmetszetű hiperszonikus belépő burkolattá válik". Bár a technológia továbbra is igéretes marad különböző alkalmazások számára (egy kétáramú torlósugarú hajtómű koncepciójának realizálását is beleértve), az orosz MHD generátorral történő plazmagerjesztés orosz proponentjei elismerik, hogy további vizsgálatok szükségesek, s a kutatási tevékenységeket összpontosítani kell az alapvető és egyszerűbb aerodinamikai - elektromágneses kölcsönhatás jelenségre.

Németország űrrepülési központja (DLR) a Mach 11 kategóriába tartozó Shexef II (Sharp Edge Flight Experiment - Shexef) járművel készült a hiperszonikus kísérleti repülések végrehajtására. A járművet azzal a céllal tervezték, hogy demonstrálja a speciális hővédő (hőpajzs) rendszerekkel felszerelt újrafelhasználható űrjárművek alkalmazhatóságát. A gyorsító rakétával ellátott 12,5 m (41 ft) hosszú vegyes indító és tesztelő járművet a tervek szerint 2010 márciusában fogják indítani az Észak-Norvégiaián lévő Andoya rakétabázisról. A megfelelő magasság elérése után a 5,5 m (18 ft) hosszú tesztelő jármű tovább folytatja a repülést 1207 km (750 mi) távolságon a Norvég Tenger fölött, s végül ejtőernyővel fog leereszkedni az Északi-sarki Spitzbergen szigetére. A teljes repülési idő várhatóan 11,6 perc körül lesz, s közben a tesztelő jármű 277 km (172 mi) magasságot fog elérni. A teljes repülési időn belül a kísérleti tesztelési idő mintegy 45 másodperc lesz, s ezen idő alatt a jármű a Mach 9,3-tól Mach 11,1-ig terjedő hiperszonikus tartományban fog repülni.

A DLR a Shexef II járművet egy repülő hiperszonikus laboratóriumnak tekintik, mivel különböző kísérletek végrehajtásának lehetőségét fogja biztosítani. Az aktív repülés vezérlőrendszer például szénszálas - erősítő aktív töltőanyag szerkezeti anyagból készült irányítható függőleges vezérsíkkal lesz ellátva, melyek hővédelmét hőfelvétel (hő pajzs) rendszerek (Thermal Protection Systems - TPS) fogják biztosítani. A kísérletek végrehajtására kijelölt egyéb szerkezeti részek és berendezések magukba

foglalnak egy aktív hűtési hővédő elemet, valamint különböző fejlett szenzorberendezéseket.

Olaszország Űrepülési kutató központja (CIRA) jelenleg készül a Prora- USV-1 (pilóta nélküli űrjármű-1) sorozatba tartozó második hiperszonikus tesztelő repülő próbapad (Flying Testbed-2 - FTB-2) ledobására. A sztratoszférikus léggömbörről ledobásra kerülő FTB-2 várhatóan ez év októberében fog repülni és a süllyedés során Mach 1,2-t kell elérnie. Az első repülő próbapad (FTB-1) 2007 februárjában Mach 1,01-t ért el, azonban a leszálló ejtőernyőrendszer meghibásodása miatt megsemmisült. Az FTB-2 várhatóan 25 km magasságról kerül ledobásra, míg egy harmadik jármű Mach 1,8-at fog elérni 35 km magasságból történő ledobás után. E kísérletek a tervek szerint a 2009-2010-ig terjedő időszakban kerülnek végrehajtásra. Az USV-1 sorozatba tartozó FTB-1, FTB-2 és FTB-3 tesztelő repülő próbapadok előkészítik a kutatási program következő fázisának az USV-X sorozatba tartozó szuborbitális és a légkörbe visszatérő FTB-X elnevezésű hiperszonikus tesztelő járművekkel történő végrehajtását.

Közben egy USV-Tech elnevezésű projekt keretében kifejlesztésre kerülnek az FTB-X járműveket a feladatok végrehajtására képessé tevő technológiák. Az USV-Tech projekt biztosítja az atmoszférikus és szuborbitális programok közötti rés áthidalását. Az első USV-X teszt egy szuborbitális és a légkörbe visszatérő FTB-X járművel lesz kapcsolatos, amely közel Mach 10 sebességet fog elérni miután rakétával felgyorsításra került mintegy 80 km magasságig.

Egy későbbi FTB-X az alacsony földközeli orbitális pályáról (Low Earth Orbit - LEO) a légkörbe való visszatérést fogja demonstrálni mintegy 120 km magasságig történő felgyorsítás után.

A CIRA űrprogramjainak vezetője, Genaro Russo szerint az USV-X projekt menetrendje lassítva van, mivel közben tanulmányozzák a lehetséges szinergiákat (egymást kiegészítő együttműködéseket) e projekt és más európai programok között. E programok magukba foglalják az ESA jövőbeni indítórendszerek előkészítésével kapcsolatos programját (Future launchers preparatory program - FLPP) és közbenső kísérleti járművét (Intermediate experimental vehicle - IXV), amely az Ariane V, Szozuz vagy Vega indítórakétákra szerelve a hiperszonikus kutatások végrehajtásának alapvető eszközt fogja képezni. A IXV előzetes tervezési felülvizsgálata 2008 harmadik negyedévére, kritikai tervezési felülvizsgálata 2009 végére, s első repülése pedig 2012-re van beütemezve.

Az Egyesült Királyság a hosszantartó hiperszonikus repüléssel kapcsolatos kísérlet (Sustained Hypersonic Flight Experiment - Shyfe) végrehajtásának előkészítésén dolgozik. A Shyfe a Védelmi Minisztérium és a Qinetiq konzern közös projektje a torlósugarhajtóművel felszerelt hiperszonikus eszköz teljesítmőképességének Mach 6-val történő vizsgálatára.

Kína több hiperszonikus rakéta- és jármű projekt végrehajtása terén előrehaladást ért el. A legújabb projektek egyikét egy "kis ellenállással" rendelkező kísérleti scramjet (Supersonic Combustion Ramjet - Szuperszonikus égést alkalmazó torlósugarhajtómű) fejlesztése képezi. A fejlesztés egy simafalú égőtér Mach 6 értékig terjedő tartományban elvégzett sikeres tesztelését követi, amely a Pekingben lévő tesztelő bázison került végrehajtásra. A Kínai Űrepülési és Aerodinamikai Akadémia (CAAA) kutatói szerint az áttörés egy olyan konstrukción alapul, amely lehetővé teszi a tüzelőanyag és levegő rétegek jobb összekeveredését az égőtér belső fala mentén.

A kutatócsoport szerint nincs szükség láng stabilizátorokra, kompressziót és expanziót biztosító felületek kialakítására, s a kísérletek azt mutatják, hogy a keverék gyújtása automatikusan elérhető mesterséges gyújtó, vagy lángstabilizáló berendezések nélkül és tartós stabil égés fenntartása biztosítható. A tesztek azt is jelzik, hogy a tolóerő nagyobb a simafalú égőtérrel rendelkező konstrukciónál. A CAAA munkája várhatóan értékelésre kerül a Xian-ban lévő Északnyugati Politechnikai Egyetem kutatói részéről, ahol több hiperszonikus konstrukcióval kapcsolatban folyamatban vannak a tervezési munkák.

Japán Űrkutatási Ügynökségének (Japanese Aerospace Exploration Agency - JAXA) hiperszonikus kutatásokkal kapcsolatos munkája jelenleg egy előhűtést alkalmazó Mach 2 - plusz kategóriájú "S - Engine" (S - Hajtómű) elnevezésű gázturbinás sugárhajtómű küszöbön áll földi tesztelésre összpontosul. Az S - Hajtómű egy korábbi Atrex elnevezésű, előhűtést alkalmazó, expanziós ciklusú tesztelő hajtómű légi üzemelésre képes változata. Az S - Hajtómű tesztelésével az a szándék, hogy bizonyítást nyerjen azon koncepció hiperszonikus potenciálja, amely részét képezhetné egy vegyes ciklusú rendszernek. A 2007-ben először működtetett S - Hajtómű egy folyékony hidrogén rendszert foglal magába, amely a hajtóműbe belépő levegő hőcserélőn keresztül történő hűtésére szolgál. A kutatók szerint az S - Hajtómű továbbfejlesztett változata képes lehet a Mach 5 - plusz repülési sebességeken történő üzemelésre és a Hytex-hez hasonlóan (Hytex - Hypersonic turbojet experiment - Hiperszonikus gázturbinás sugárhajtómű kísérlet) úgy fogják fejleszteni, hogy a terv szerinti kísérleti repülések végrehajtásra kerüljenek 2015-ben.

A Hokkaidó-ban (Japán) elvégzett teszteléseket követően az S - hajtóművet beépítik egy kis szárnyakkal ellátott járműbe, melynek repülési tesztelését 2009 májusában fogják elvégezni.

Egy sztratoszférikus léggömbörről mintegy 40 km magasságból történő ledobása után a jármű süllyedés közben kb. 1 perc alatt fogja elérni a Mach 2 hajtómű üzemelési feltételeket. A jármű újra felhasználhatóságának lehetőségét szuperszonikus és szubszonikus ejtőernyők fogják biztosítani.

A JAXA végső célját egy olyan Mach 5 kategóriájú szállító repülőgép kialakítását biztosító technológia demonstrálása képezi, amely a Csendes óceánon keresztül 2 óra alatt Japánból az U.S.-be repülhet. Matasaka Maita, a JAXA képviselője szerint vizsgálják annak lehetőségét, hogy 2025-ben rendelkezésre álljon egy kísérleti X - jármű bizonyos fajtája, azonban szükség van a levegőbeszívást alkalmazó jármű jövőbeni fejlesztési útjának világosabb meghatározására és a nagyobb nemzetközi együttműködésre.

Vissza a tartalomhoz >>>