

**Kivonat Beledi Dezső:**  
**„Hordszárnyas hajók méretezése”**  
**című, Mérnöki Továbbképző Intézetben**  
**elhangzott előadása alapján készített jegyzetből..**

## **Történeti áttekintés a hordszárnyas hajók fejlődéséről**

Hosszú évszázadokon át a hajó és a vízijárművek a leggyorsabb és legolcsóbb, emellett a legbiztonságosabb közlekedési, illetve szállítási eszközök voltak. A több mint 6000 éves múlttal rendelkező hajózás, különösen belvizeken, ahol más szárazföldi közlekedési lehetőség is van, rohamosan adja át helyét az alig 150 éves vasútnak, gépkocsinak és az alig 80 éves repülőgépnak. Az ok? A hajózás nem tud lépést tartani azokkal a sebességi követelményekkel, amelyeket a modern ember, a modern életforma felállított. Már a múlt század végén világosan látták, hogy hagyományos kiképzésű deplacement hajókkal más úton mint a teljesítmény növelése útján, nagyobb sebességet elérni nem lehet. 1859-ben a „Great Eastern” óriásgőzös 27 km/ó sebességgel közlekedett és 1902-ig ez volt a legnagyobb géphajósebesség. Hangsúlyozom, hogy géphajósebesség, mert vitorláshajóval már jóval előbb is futottak kedvező szélben 18 csomó (33 km/ó) körüli sebességet. A legmodernebb tengerihajók gyorsasága alig haladja meg ezt az értéket. Azok a fizikai jelenségek, amelyek a hajó vízen úszását kísérik, nem változtathatók meg és reménytelen próbálkozás lenne olyan hajótest kialakítását, amely – bár a vízben úszik - mentes lesz a hullámképző és súrlódási ellenállástól.

A hajók méretének növelése útján van bizonyos lehetőség nagyobb sebesség elérésére viszonylag alacsony fajlagos energiafelhasználás mellett, de ez a belvízi hajóépítők számára nem jelent kiutat.

Belvízen a sekély vízmélység további akadálya a gyorsaság fokozásának. A Dunán vagy a Balatonon a közép nagyságú hajók számára a 24-26 km/ó sebesség felső határt jelent. De a ráérő kirándulókon kívül ki fogj hajón utazni, ha a leglassúbb vicinális is legalább 40 kilométert tesz meg óránként.

A probléma tehát fel van adva. A választ, a megoldást több irányban is keresik a szakemberek. Az eddigi megoldások szerint két lehetőség van a vízijárművek gyorsaságának növelésére.

- a./ ha az úszótest a vízből a felszínre, vagy az fölé emelkedik,
- b./ ha az úszótest mélyen a vízfelszín alá merül.

A második lehetőséget most az atomtengeralattjárók korában már kezdik kihasználni, de belvizeken ez az út nem járható.

Már a múlt század végén felismerték a hajóépítők, hogy a laposfenekű, éles medersorú hajók bizonyos sebesség után felsiklanak a vízfelszínre és merülésük kisebb lesz. Ebből arra

következtettek, hogy az archimédesi törvény értelmében a vízkiszorításon alapuló statikus felhajtóerőn túlmenően valami más, a sebességtől függő felhajtóerőnek is léteznie kell.

Miután a siklás fizikai jelenségét tisztázták, már tudatosan készítettek lapos vagy enyhén V-fenekű éles medersorú sikló csónakokat, amelyeknél a felhajtóerőt az áramlással szöveget bezáró fenékfelület által lefelé gyorsított víztömeg reakciója szolgáltatta. Hamarosan rájöttek arra is, hogy amíg a siklófelületnek csak az alsó oldalán ébred felhajtóerő, addig a víz alatt haladó megfelelően profilírozott szárny felső oldalán is keletkezik szívás, ami 2-3-szor nagyobb lehet mint az alsó oldali nyomás. A víz alatt mozgó szárnyak azzal az előnnyel is kecsegtetnek, hogy mivel a felszín alatt bizonyos távolságban helyezkednek el, a felszín állapota nem befolyásolja a rajtuk keletkező felhajtóerő mozgását. Ez igen lényeges tényező, ha meggondoljuk, hogy a siklócsónakoknál a felhajtóerő a nedvesített felület nagyságával együtt változik.

Ha egy csónak 36 km/ó (10 m/sec) sebességgel siklik olyan vízben, amelyen 1 m hosszúságú hullámok vannak és a hullámok terjedési sebessége a csónak haladásával ellentétes irányban 2 m/sec, a csónak fenekén a felhajtóerő másodpercenként 6-szor változik meg. A gyors erőváltozások ütőerővel hatnak. Már egész kis fodrozódásnál is, ha a sebesség elég nagy, kellemetlen rázás lép fel. Nagyobb hullámzásban és nagyobb sebességnél ezek az erőingadozások 6-8 „g” gyorsulásokat is okoznak, amelyet már sem a hajó, sem a legénység nem bír elviselni. Ez az oka, hogy a siklócsónakok csak sport-, túra- és katonai célokra maradtak fenn és az Odessa- Szocsi között 1940-től közlekedő „Express” nevű utasszállító siklóhajón kívül nem használták őket utasszállításra a rendszeres víziutakon. ( Sebessége 70 km/ó volt.)

A feltalálók már a siklóhajók kialakításával egyidőben meglátták a víziszárnyak jelentőségét és hamarosan megszületett az ötlet, miszerint a hajótestet hordszárnyak segítségével a felszín fölé emelik.

Különböző forrásmunkák egybeválogatott adatai alapján megállapítható, hogy az első kísérleteket hordszárnyas vízijárművel egy hajóépítő vállalkozó, bizonyos De Lambert gróf végezte a Szajnában Franciaországban. Lambert, aki egyébként siklóhajóiról is híres volt, egy gőzgéppel hajtott csónakra szerelt szárnyformájú siklófelületeket, azzal a rendeltetéssel, hogy azok bizonyos sebesség elérése után a hajót teljesen a víz fölé emeljék. A kísérletek eredményeiről nem maradt fenn megbízható feljegyzés, azonban az a tény, hogy Lambert 1891-ben Franciaországban, majd 1894-ben az USA-ban találmányát szabadalomra jelentette be, minden kétséget kizáróan bizonyítja Lambert elsőségét. Bár Lambert eszmei elsőségét mindenki elismeri, mégis a majdnem 15 évvel később jelentkező olasz tervezőket tartják a hordszárnyas hajók igazi úttörőinek. Az olaszok már működő kísérleti hajókat építettek és azokról pontos feljegyzések, sőt fényképek is fennmaradtak. Nem szabad azonban elfelejteni, hogy nekik sokkal könnyebb dolguk volt, mint Lambertnek. A századfordulón 15 év sokat jelentett. A gépkocsigyártás, a repülés gyors elterjedése eredményeként az olasz tervezők hajóikhoz már a gőzgépnél tízszer kisebb fajlagos súlyú belső égésű motorokat alkalmazhattak, sőt hajtóműként már a léghajókon bevált légsavarakat is felhasználhatták.

Az első tényleges „repülő” hordszárnyas csónakot az olasz Enrico Forlanini mutatta be a nyilvánosságnak 1906-ban a Lago Maggiore tavon. A csónak teljes vízkiszorítása 1,65 tonna, motorjának teljesítménye 75 LE volt. A próbaútak során 70 km/ó csúcssebességet értek el. Forlanini csónakjának orr és farrészére mindkét oldalon létraszerűen egymás fölött elhelyezkedő hordszárnyakat szerelt fel. A szerkezet nem csak sima vízen, hanem gyenge hullámvízben is kielégítő stabilitást mutatott. Gyorsulás közben a csónak egyre jobban emelkedett, az egymás felett elhelyezett szárnyak egymás után emelkedtek ki a vízből, mindaddig, amíg a vízben csak a legalsó szárny maradt. Forlanini szárnyrendszere csakúgy mint az utána következő több tucatnyi feltalálóié, nem igényelt külső vezérlést, tehát önstabilizáló volt. Forlanini az első sikerek után 200 km/ó sebességet akart csónakjával elérni és amikor ez nem sikerült, abbahagyta a költséges kísérleteket. Ma már tudjuk, hogy a kudarc oka a kavitáció volt és azt is, hogy Forlanini szárny szerkezete még a 100 km/ó sebesség elérésére sem lett volna alkalmas. A feljegyzésekből ugyanis kitűnik, hogy teljes sebességnél a csónak 1,65 tonna súlyát hordozó szárnyak összfelülete  $0,15 \text{ m}^2$  volt. 70 km/ó sebességet véve alapul, könnyű kiszámítani, hogy a szárnyak felhajtóerőtenyezője elérte a  $C_y=0,57$  értéket. Ez igen magas érték. Minden valószínűség szerint a szárnyak mentén részleges kavitáció keletkezett már a 70 km/ó sebességnél is.

Alig egy év múlva két másik olasz: Crocco és Ricaldoni, a Bracciano tavon egy merőben új hordszárny megoldást próbáltak ki. A másfél tonna súlyú kísérleti csónak orrára és farára V-alakú, vízfelszín áttörő hordszárnyak kerültek, hajtóműként pedig egy 80 LE-s benzinmotor által meghajtott légcavarpárt alkalmaztak. Egyes adatok szerint a csónak sebessége elérte a 90 km/ó-t. Croccoék világosan látták, hogy szárny megoldásukra milyen nagy jövő vár és szabadalmi leírásukban már olyan problémákat és javaslatokat is felvetettek, amelyeket a technika akkori fokán nem lehetett megoldani.

Ezek után már szinte évente jelentettek be újabb szabadalmakat. Sok elképzelés, bár azokra szabadalmi védelmet biztosítottak, megmaradt elképzelésnek, de a megépített és működő kísérleti hajók száma is jelentős.

1907-ben Richardson kapitány hordszárnyas kenut épített, majd N. White-tal, egy dingire szereltek hordszárnyat. A dingi már 6 csomó sebességnél teljesen a szárnyakon haladt.

1908-ban a repülőgép úttörői, a Wright-fivérek kísérleteztek „repülő hajóval” az Ohio folyón.

1909-ben az olasz Guidoni vízirepülőgépek felszállásánál kísérletezett hordszárnyakkal. Ő is, mint Forlanini, létraszerűen egymás fölött elhelyezett hordszárnyakat használt, azonban Crocco tapasztalatai alapján azokat V-alakúra képezte ki. Ez a megoldás folyamatosabbá tette az átmenetet egyik szárnyról a másikra. Kezdeti sikertelenségek után 1911-ben sikerült az első felszállása. Később, amikor a repülőgépek felszállási sebessége meghaladta a 100 km/ó-t, a hordszárnyak ellenállása, a kavitáció miatt nagyobb lett mint a közönséges siklótesteké – ezért a kísérletek is abbamaradtak. Érdekes, hogy majdnem 50 évvel később az amerikai

légierő újabb kísérleteket kezdett ebben az irányban, természetesen szuperkavitáló szárnyakkal.

Kevesen tudják, hogy a telefon híres feltalálója, Alexander Graham Bell, társaival együtt az USA-ban, majd Kanadában a Bras d'Or tavon 10 éven át kísérletezett hordszárnyas hajókkal. Terveik szerint 4 hajó meg is épült, közülük a laghíresebb a HD4 volt, amely 5 tonna vízkiszorítás mellett 2 db. Liberty tip. 350 LE-s repülőgépmotorral hajtva először érte el, illetve haladta meg a 100 km/ó sebességet ( 112 km/ó ).

Bellék is, mint Guidoni egymás felett elhelyezett V-szárnyakat alkalmaztak, de azokat három pont rendszerben szerelték fel a hajótestre. egyet-egyét a hajó két oldalán, a harmadikat az elkeskenyedő far mögött helyezték el, ezzel megjavították az oldalstabilitást és növelték a hullámállóságot. A kísérletek teljes sikerrel kecsegtettek, de mivel ezekre a hajótípusokra akkor semmiféle eladási lehetőség nem kínálkozott, véglegesen abbamaradtak. A Bell-féle szárnyrendszer életképességét mi sem bizonyítja jobban, mint az, hogy az angol és kanadai haditengerészet, sőt az USA is gyártott hasonló hajókat az 1950-es években.

A világháborút követő években nem építettek említésre méltó hordszárnyas hajót, bár a repülés rohamos előretörésével kapcsolatban éppen ebben az időszakban számos elméleti munka látott napvilágot. Megszülettek a különböző szárnyelméletek és a vontatóállomások is bekapcsolódtak a kutatómunkába. Mindezek eredményeként az 1930-as években dr. O.G.Tietjens az Egyesült Államokban és Schertel von Burtenbach báró Németországban két újabb szárnykonstrukciót dolgozott ki. Schertel 1936-ig a Sachsenberg céggel társulva 8 kísérleti hajót épített. A végleges megoldást, Schertel-Sachsenberg szárnyrendszer elnevezés alatt együtt szabadalmaztatták. Ez a szárnyrendszer lényegében a Crocco-féle vízfelszín áttörő V-szárnyak tökéletesítése. A változtatásokkal főleg a hullámállóságot és a stabilitást kívánták növelni. Így pl. a mellső hordszárny vízfelszín feletti részét a végek felé fokozatosan kiszélesítették, ugyanakkor az állásszöget a felszín áttörő részen lecsökkentették. A hátsó szárnyat úgy módosították, hogy a két tartóláb közötti részt egyenesre készítették.

Tietjens más utakon járt, bár lényegében ő is már ismert elveket kombinált össze konstrukciójában. 1932-ben a Delaware folyón mutatta be első működő kísérleti csónakját. A csónak súlya 240 kg volt és egy 6 LE-s farmotor segítségével 40 km/ó sebességet ért el. Tietjens hajóin, eltérően a Schertel-Sachsenberg rendszertől, a hajó teljes súlyát egy ív, vagy V-alakú főszárny hordja. A hátsó szárny, hasonlóan a repülőgépekhez, csak „magassági kormányként” szolgál. Tietjens annyira „repülőstítette” hajóit, hogy kezdetben a hátsó stabilizáló szárny állásszögét botkormány által, kézierővel szabályozhatóan készítette. Későbbi konstrukcióinál már elvetette ezt a megoldást, miután hullámszásban a gyors állásszögváltoztatást nem lehet kézierővel megvalósítani. 1936-ban Tietjens áttelepült Németországba, ahol a Vertens hajógyárral került szoros kapcsolatba. Ez a gyár készítette el az általa tervezett kísérleti csónakokat.

1936-ban Grünbert jelentette be szabadalomra új hordszárnykonstrukcióját Franciaországban. Az általa javasolt szárnyrendszerben, hasonlóan Tietjens hajóihoz, a teher

nagy részét, legalább 90%-át, egy teljesen bemerült főszárnynak kellett hordania. A főszárny közvetlenül a hajó súlypontja mögött helyezkedett el, ugyanakkor a hajótest orr részének két oldalához 1-1 siklófelület csatlakozott, amelyek részben a fennmaradó 10% súlyt voltak hivatottak hordani, részben a hajó hossz-, és oldalstabilitását biztosították. Ezt a megoldás Almquist és Elkström svéd mérnökök továbbfejlesztették és létrehozták a gyakorlatban is bevált „Aquavion” szárnyrendszert. A továbbfejlesztés abból állt, hogy a teljes bemerült főhordszárnyat egy vízvonalt áttörő ívelt szárnyal cserélték fel, ugyanakkor a hajó farára egy semleges állásszögű stabilizáló szárnyat is felszereltek.

A vízvonalt áttörő ívelt főhordszárny jobb felhajtóerőstabilizálást és jobb állékonyságot eredményezett, a stabilizáló farszárny pedig a hosszirányú lengéseket csökkentette.

A hordszárnyas hajók fejlődésének történetében a második világháború fordulópontot jelentett. Németországban, ahol Schertel és Tietjens a világ két legismertebb szárnyashajó szakértője dolgozott, komoly reményeket fűztek ezeknek a gyors és gazdaságos hajóknak katonai alkalmazásához. A német haditengerészet 1939-ben előbb egy 100 tonnás hordszárnyas torpedónaszádot, majd 36 db kisebb gyorsnaszádot rendelt meg a Sachsenberg cégnél. Az egyre nehezedő gazdasági helyzet miatt a 100 tonnás torpedónaszád megrendelését még a tervezés időszakában visszavonták, a 36 kisebb hajó számát pedig 6-ra csökkentették. A 6 hajót TS-1 – TS-6 típuszámmal kezdték építeni, azonban a megfelelő előkészületek hiányában csak 2 hajó épült meg. A TS-1 hajót acélból építették. A hajó a próbákon elérte a kitűzött sebességet, azonban a fordulókban nem rendelkezett elegendő oldalstabilitással, ezért került sor a szárnyak átépítésére. A TS-6-os hajót is át kellett építeni a nagyteljesítményű „Z” hajtóművek vízalatti kúpkerékeinek gyors meghibásodása miatt. A hadvezetőség nem adta fel a reményt, újabb rendeléseket adott a Sachsenberg hajógyárnak. VS-széria elnevezés alatt 5 hajó építésére adott megrendelést.

Érdekes megjegyezni, hogy a megrendelő, a német származású Schertel konstrukciójában bízott meg jobban és csupán 1 hajót, a VS7-et rendelte Tietjens szabadalma szerint, mintegy összehasonlításként a Schertel-Sachsenberg rendszerű VS6 hajóval. A Vertens hajógyárban, ahol nem voltak elég járatosak a könnyű kishajók építésében az első VS7-es hajót 4 tonnával nehezebbre építették a tervezett súlynál, ezért vízre sem tették. Másodszorra fából készítették a hajótestet és az ellenkező végletbe estek. Megtakarítottak 3 tonnát, viszont úgy elgyengítették a hajót, hogy az az első próbák után a hullámvészében összetört. Ez a hajó egyébként a szilárdsági fogyatékoktól eltekintve sokkal jobb stabilitási, tengerállósági és nem utolsósorban sebességi jellemzőket mutatott, azonos teljesítménynél, sima vízben a 87 km/óra-val szemben elérte a 109 km/óra sebességet.

Említésre méltó még Tietjens által tervezett hordszárnyas torpedó. Az amerikai származású Tietjens, az amerikai hajók elsüllyesztésére egy rádióirányítású lökhajtásos torpedót szerkesztett, amelyet cirkálókról vagy torpedónaszádokról lehetett vízre tenni. A torpedó méretei: hossza 6,0 m, szélessége a hordszárnyaknál 2 m, merülés menet közben 0,22 m, teljes súly 2 tonna. A rakétahajtómű 250 kg tolóereje 120 km/óra sebességre gyorsította fel a torpedót. Több kísérletre is sor került, s bár azok sikerrel zárultak, katonai bevetésre nem

került sor. Ugyan így nem került sor sem a TS, sem a VS széria egyetlen hajójának harctéri bevetésére sem.

A háború alatt elszenvedett sorozatos kudarcok ellenére a német kutatók és szakemberek igen nagy gyakorlati tapasztalatot szereztek, és nem véletlen, hogy a háború után éppen ők, Schertel és munkatársai hozták létre a világ első polgári rendeltetésű hordszárnyas személyhajóját. Más szempontból is jelentős volt a német hordszárnyashajók fejlesztési programja. A kiszivárgó eredmények hatására majd minden haditengerészettel rendelkező országban még a háború alatt, vagy közvetlen utána, szintén foglalkozni kezdtek a problémával. Elsősorban az Egyesült Államokban, Angliában és Kanadában folyó hadi rendeltetésű kísérletekről, illetve azok eredményeiről ismerünk adatokat, de feltételezhető, hogy a Szovjetunió is végzett hasonló kísérleteket.

Tisztán szakmai szempontból érdekes végigkísérni a háború utáni katonai jellegű hordszárnyas hajók fejlődését.

Az atomtengeralattjárók igen nagy vízalatti sebessége megköveteli, hogy az eddiginél 2-3-szor gyorsabb űrhajókat állítsanak be felderítésükre. A felderítés egyedüli eszköze a hidrolokátor viszont feltételezi az állandó kontaktust a vízzel. Repülőgép vagy helikopter tehát számításba sem jöhet. Deplacement hajóval 35-40 csomó sebességet elérni csak igen nagy méretek mellett és fantasztikus teljesítmény árán lehet. A siklóhajók rossz tengerállóságuk miatt szintén nem megfelelőek. A figyelem tehát a tengerálló és 50 csomónál nagyobb sebességek elérésére alkalmas hordszárnyas hajók felé fordult. Így született meg az angol Christopher Hook szárnykonstrukciója, amely minden korábbi rendszernél jobb hullámállóságot eredményezett.

A Hook-féle szárnyrendszer lényege, hogy a hajó két oldalán felszerelt mellső hordszárnyakra – amelyek teljes felületükkel mélyen a felszín alatt helyezkednek el – felszerelt hosszán előrenyúló karok végén lévő siklófelületek letapogatják a vízfelszínt. A karok áttételeken keresztül összeköttetésben vannak a nyomásközéppontban elforgatható szárnyakkal. Ha a hajótest valamilyen oknál fogva megváltoztatja vízfeletti magasságát, a karok elemelkednek, vagy lesüllyednek, ezáltal növekszik, vagy csökken a szárnyak állásszöge, illetve a rajtuk keletkező felhajtóerő. Hook hajójával az USA haditengerészete is foglalkozott és amint a jelentésekből kitűnik, meglepően jó tengerállóságot ért el. A sikerek ellenére a Hook-konstrukció bonyolult és robosztus volta miatt nem terjedt el a polgári szárnyashajó építésben.

Az angolok foglalkoztak a Bell-ék által Kanadában kidolgozott létraszárnyú hordszárnyrendszerrel is. A Bras d'Or nevű kísérleti hajóval kielégítő hullámállóság mellett 119 km/ó sebességet értek el, ami megfelelt a katonai céloknak is. Ennek a hajónak az amerikai változata az XCH-4, amely csak annyiban tért el az angoltól, hogy a szárnyak nem két tartóláb közé voltak befogva, hanem, az egyetlen középen elhelyezkedő tartólábra konzólikusan illeszkedtek, a szükséges tolóerőt pedig légcsavarok szolgáltatták. A 16 m

hosszú hajó 1260 LE teljesítmény felvételével 139 km/ó csúcsebességet ért el és még 2 méter magas hullámokban is tudta tartani a 90 km/ó-t.

Ugyancsak a második világháború után New Yorkban Gebbs és Cox kezdtek kísérleteket tengerálló hordszárnyakkal. Ők is, mint Hook nagymerülésű szárnyakat alkalmaztak, de a vezérlést nem mechanikus úton, nehézkes tapogatókkal oldották meg, hanem elektrohidraulikus automata berendezéssel. Honfitársuk, dr. Bush, a szárnyak állásszögének vezérlésére a tartólábakra megfelelő magasságban felszerelt hidrosztatikus membránt szabadalmaztatott. Ez a membrán vezérelte azokat a hidraulikus berendezéseket, amelyek a szárnyat mozgatták. Van olyan megoldás, ahol a hajótest fenekén ultrahangos műszer méri a vízfelszín és a hajófenék közti távolságot. A kapott adatokat egy elektronikus rendszer feldolgozza és továbbadja egy giroszkóppal kombinált vezérlő berendezésnek, amely közvetlenül a szárnyállító munkahengereket működteti. Ez a berendezés érzékeli az egyes hullámok magasságát, gyakoriságát, megállapítja azok átlagmagasságát és csak akkor változtatja meg a szárnyak állásszögét, ha a hajó helyzete az átlagmagasságú hullámokhoz viszonyítva módosul. A bukácsolás és lengés kiküszöbölésére a giroszkóp hivatott, amely már a legkisebb hosszirányú-, vagy oldaldőlésre reagál. Az amerikaiak katonai célokra mindenképp előtt a nagymerülésű automatikusan vezérelt állásszögű hordszárny szerkezeteket látják alkalmasnak még akkor is, ha azok sokszorosan drágábbak a többi rendszernél és emellett éppen bonyolultságuk miatt kevésbé megbízhatóak.

Mint érdekességet érdemes még megemlíteni azokat a kísérleteket is, amelyeket az USA haditengerészete a hordszárnyakkal felszerelt kétéltű járművek kialakítása érdekében végez. A kísérleti „anfibia” kocsik gázturbinás hajtóművei segítségével hordszárnyakon elérték a 30 csomó sebességet a hasonló rendeltetésű hagyományos járművel 6-7 csomó sebességével szemben.

Amint látjuk, az Egyesült Államokban eredményesen foglalkoznak a hordszárnyas vízijárművek problémáival. Éppen ezért érthetetlen, hogy az elköltött dollármilliók ellenére kisebb, magántulajdonban lévő motorcsónakokon kívül az USA-ban egyetlen saját fejlesztésű polgári rendeltetésű hordszárnyas személyszállító hajó sincs üzemben.

Nyugati megfigyelők tudni vélik, hogy a Szovjet Haditengerészet is végzett kísérleteket a háború befejezése előtt olyan torpedónaszádokkal, amelyek mellső része alatt 1 db lapos, felszín közelében mozgó hordszárny volt felszerelve. Ezek a naszádok, bár egyébként semmi más változtatást nem eszközöltek rajtuk, 5-8 csomóval gyorsabbak és tengerállóbbak voltak az alaptípusnál. A közleményeket mintegy megerősítik azok a szovjet szakcikkék, amelyek éppen ilyen kiképzésű gyorshajók stabilitását elemzik.

A legújabb hírek alapján arra lehet következtetni, hogy a katonai kutatások ma már nem annyira szárnyrendszerek kialakítását, mint inkább különleges superkavitáló szárnyprofilok kidolgozását célozzák.

Mielőtt áttérnénk a tisztán polgári rendeltetésű hordszárnyas hajók tárgyalására, meg kell jegyezni, hogy az eddigi felsorolás távolról sem teljes, részben azért, mert a katonai kísérletek nem mind kerültek napvilágra, részben pedig azért, mert sok hajó szárnyrendszere alapjában nem tér el az ismertetett típusoktól.

Az első személyszállító hordszárnyas hajót a háború alatt oly sok tapasztalatot szerzett német tervezőgárda Schertel irányítása alatt tervezte 1951-ben a luzerni Suppromar A.G. irodáiban. A PT30 jelű kizárólag belvízi üzemeltetésre szánt Shertel-Sachsenberg szabadalom szerint épült hajó 1953-ben kapcsolódott be a rendszeres utasforgalomba Olaszország és Svájc között a Lago Maggiore tavon. Ezt a hajót a nagy érdeklődésre való tekintettel hamarosan követte a valamivel nagyobb PT10-es hajó, majd a Messina típusú PT20-as. Ezek a hajók, de főleg az őket követő PT50-es típus már tengerparti forgalomra is alkalmasak. A hajókat Suppromar-tervek alapján az olasz Leopoldo Rodriguez cég építi.

A Rodriguez cég hajói a világ számos országában megtalálhatók. Üzembiztonságukkal és gazdaságosságukkal általános megelégedést váltottak ki a szakértőknél. A Vingtor és Sirena PT50-es hajók Finnország és Svédország között, a Vihor PT20-as hajó a jugoszláv Adrián vett részt az utasforgalomban. PT20-as hajók járnak Olaszországban Messina-Nápoly, Messina-Kalábria, Messina-Szicília között Ismeretes, hogy Venezuelában a Maracaibo tavon olajkutatóhoz szállítják PT20-as hajókon a munkásokat. Vásároltak Rodriguez hajót a Brit-Nyugat-India számára is. Ezenkívül néhány kisebb rendőr- és vámőrhajót is készítettek Suppromar-tervek szerint nyugat-német és francia megrendelésre.

A hajó szárnyrendszere polgári célokra teljesen kielégítő stabilitást és hullámállóságot biztosít. Hibája, hogy a hajótestből messze kiálló szárnyvégek bonyolultabbá teszik a kikötést és az, hogy a V-szárnyak állómerülése meglehetősen nagy. Tudomásunk szerint hasonló szárnyrendszert kívántak alkalmazni az NDK-ban, Csehszlovákiában és Lengyelországban is sajátépítésű hordszárnyas hajóikon. A Szovjetunióban 2 tengerparti hajót is V-szárnyrendszerrel láttak el, a nagyobb tengerállóság növelésére. A távol-keleten Japán szintén megvásárolta Schertelék szabadalmát, amelynek felhasználásával rövid idő alatt jelentős belvízi és tengerparti hordszárnyas hajó flottát kívántak létrehozni. Jellemző a hajótípusra, hogy először PT hajó kapott regisztrációs osztályozást. Nem csak a Supromar hajókkal lehetett nyugat-európában találkozni. Épített szárnyas hajókat a Casablanka-i „International Aquavion SS” és a nyugat-német Vertens cég is. Az előbbi utasszállító hajókat, az utóbbi elsősorban sporthajókat.

A Szovjetunióban bár számos elméleti munka született, 1952-is nem építettek hordszárnyas kísérleti hajót, eltekintve a már említett esetleges katonai szárnyas torpedónaszádoktól. A nyilvánosságnak 1954-ben mutatta be első működő kísérleti hajóját a Volgán Alekszejev mérnök, a Gorkij-i Vörös Szormovo hajógyár tervezője. A kísérleti hajón a világon először alkalmazta a vízfelszín-közelségben mozgó lapos hordszárnyakat, amelyek a lehető legegyszerűbben előállíthatók, a legkisebb a merülésük és kismélységű belvizekre a legalkalmasabbak. Jellemző a szovjet kormányzatra, hogy a sikeres kísérletek után Alekszejev egy komoly kísérleti üzemet és tervezőirodát kapott, ahol 1955 óta a világon egyedülálló



tempót diktálva többtucat hajótípust építettek meg és adtak át a forgalomnak. A jól bevált típusokat külön üzemekben 100-as nagyságrendben gyártják. 1957-ben adták át kísérleti üzemeltetésre a „RAKÉTA” típusú 66 személyes hajót. A „Rakétával” egyidőben nagyobb szériában bocsájtottak vízre 6-személyes szárnyas vízitaxikat „Molnija” (villám) és Volga elnevezéssel. 1960-ban a 150 személyes „METEOR”, majd 1961-ben a 300 személyes „Szputnyik” került ki a Szormovói gyárból.

Elkészült a „METEOR” tengeri változata a „KOMETA” és kipróbálták a 300 személyes hordszárnyas hajó tengeri változatát is. Más tervező kollektívák megépítették a „MIR” (Béke) és a „SZTRELA” (Nyíl) nevű V-szárnyú tengeri szárnyas hajókat, amelyek a Fekete tengeren az üdülővárosok között közlekednek. Jelenleg a Szovjetunióban több személyszállító hordszárnyas hajó van üzemben, mint az egész világon együtt. Gazdaságos üzemük, olcsóságuk és megbízhatóságuk miatt számos nyugati ország, köztük Anglia, Olaszország, Görögország, Kanada, Finnország, sőt az Egyesült Államok is vásárol és üzemeltet polgári rendeltetésű szovjet szárnyas hajókat.

A magyar víziközlekedés is szovjet szárnyashajókat használ elsősorban az idegenforgalom szempontjából fontos Budapest- Bécs útvonalon.

Voltak sikeres hazai próbálkozások is saját szárnyashajó kifejlesztésére, ezeket a mellékelt (2) és (3) forrásmunkák ismertetik részletesen.

\*\*\*