



طراحی شناورهای سه گانه (سه بدنه ای) در ساختار طرحهای هیدرواستاتیک

کاووس زارع^۱، کامبیز عالمپور^۲، علی دهقانپان^۳

شیراز- بلوار شهید چمران- پژوهشکده هوا دریا - دفتر طرحهای هیدرواستاتیک

Kavoos_zare@yahoo.com

چکیده

در این تحقیق یکی از روشهای کاهش پسا که همان استفاده از چند بدنه به جای یک بدنه در شناورها می باشد، مورد بررسی قرار گرفته است. به این منظور مقایسه ای بین ابعاد، سرعت و توان شناورهای تک بدنه ای (Mono hull) و چند بدنه ای صورت گرفته است و فناوری ساخت این نوع شناور بررسی شده و در پایان اطلاعاتی در رابطه با طراحی و ساخت اولین شناور نظامی سه بدنه (Triton) آورده شده است.

کلمات کلیدی: شناور سه گانه - طراحی - هیدرواستاتیک - مقاومت هیدرودینامیک

مقدمه

شناورهای هیدرواستاتیک در نگاه کلی شامل طراحی کشتی های معمولی و شناورهای دریایی سنتی می باشد. در طرحهای هیدرواستاتیکی وزن شناور توسط نیروی ارشمیدس تحمل میشود. بدنه ها در طرحهای هیدرواستاتیکی از نظر تعادل و پایداری نسبت به سایر بدنه ها دارای مزیت میباشند. شناورهای بزرگ و نفت کش ها از نمونه های شناورهای هیدرواستاتیک می باشند. در طرح شناور کاتاماران فاصله بین دو بدنه به گونه ای طراحی گردیده است تا تداخل امواج بین دو بدنه باعث افزایش مقدار مقاومت موجی نسبت به شناورهای تک بدنه نشود. در طرح دو بدنه ای بخش اصلی تامین نیروی شناوری در زیر آب قرار دارد و قسمتی که با سطح آزاد آب تماس دارد دارای مقطع کوچکتری است. این نوع بدنه ها دارای مقاومت موجی کمتری هستند. یکی از روشهای دیگری که برای افزایش سرعت شناورهای تک بدنه هیدرواستاتیکی از سالها قبل مورد بررسی است ایجاد لایه ای از یک سیال مانند هوا و یا ایجاد یک

۱- کارشناس ارشد تبدیل انرژی- عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی مالک اشتر

۲- کارشناس ارشد هوادریا - عضو هیات پژوهشی دانشگاه صنعتی مالک اشتر

۳- کارشناس ارشد هوادریا - عضو هیات پژوهشی دانشگاه صنعتی مالک اشتر



لایه پلمیر در مجاورت جداره است. به کمک این روش از مقدار مقاومت اصطکاکی بدنه در آب کاسته میشود. البته این روشها باعث مشکلات اجرایی خاص خود هنوز جز در موارد معدود جنبه تجاری پیدا نکرده اند. در طرحهای هیدرودینامیکی با افزایش سرعت شناور بدنه از آب خارج شده و سبب کاهش پسای آب و موج می گردد. دو روش مرسوم برای استفاده از نیروهای هیدرودینامیکی برای تحمل وزن شناور عبارتند از قایق های Planing و قایق های هیدروفویل. در هر دو این روش ها هدف اصلی بیرون آوردن هر چه بیشتر بدنه شناور از داخل آب است تا به این ترتیب از مقدار نیروهای مقاوم کاسته شود و سرعت شناور افزایش یابد. در شناورهایی از نوع Planing Craft به کمک شکل خاص بدنه زیرین با افزایش سرعت، نیروی بالابرنده ایجاد شده توسط این بدنه باعث کم شدن تماس آب با بدنه شده و به این ترتیب از مقاومت آن نسبت به بدنه های معمولی کاسته میشود. برای حصول سرعت های بالاتر و ظرفیت بیشتر از ترکیب بدنه کاتاماران و Planing استفاده میشود. نوع دیگر شناورهای تندرو مبتنی بر استفاده از خاصیت هیدرودینامیکی، قایقهای هیدروفویل هستند. در این طرحها و در زیر بدنه اصلی قایق، هیدروفویل هایی نصب شده اند. این هیدروفویل ها پس از رسیدن قایق به سرعت برخاستن Take off (velocity) باعث بالآمدن آن و بیرون آوردن بدنه اصلی از آب میشوند. به این ترتیب از نیروهای مقاوم به مقدار قابل ملاحظه ای کاسته میشود. هیدروفویل های به دو صورت مغروق (Submerged) و قطع کننده سطح (Piercing fiol) مورد استفاده قرار میگیرند که هر کدام دارای مزایا و معایبی میباشدند. منحنی مقاومت بر حسب سرعت قایق های هیدروفویل دارای یک قله (hump) میباشد که قبل از کنده شدن از سطح آب اتفاق می افتد. قایق های هیدروفویل در حال حاضر تا سرعت های در حدود ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت ساخته شده اند. ترکیب هیدروفویل با بدنه کاتاماران نیز طرح دیگری است که دارای مزایای قایقهای هیدروفویل و کاتاماران میباشد.

کاهش مقاومت با استفاده از بدنه های چند گانه

یکی از وظایف طراح شناور اینست که شکل بدنه شناور را به گونه ای انتخاب کند که دارای کمترین مقاومت باشد. سیستم رانش، متشکل از رانش دهنده (Propulsor) و نیروی محرکه (Power plant) و نیز بدنه شناور (Ship hull) بایستی به طور مناسب طراحی گردند، بطوریکه مقدار انرژی لازم برای حرکت شناور به حداقل رسانده شود. برای آماده سازی طرح اولیه، نیروهای مورد انتظار وارد بر شناور جدید و پاسخ های مربوط به آن بایستی بر حسب ابعاد، شکل هندسی و سازه شناور تخمین زده شود. البته راه حل های مختلفی برای اینکار وجود دارد ولی هنوز هم برای یک طراح، انتخاب بهترین راه حل، کار مشکلی است.

روشهای موجود را می توان به شکل زیر تقسیم بندی کرد:

- ۱- مشاهده و ثبت مستقیم حوادث و پدیده ها در شناورها
- ۲- استفاده از مدل ریاضی به همراه محاسبات عددی
- ۳- استفاده از مدل های فیزیکی

امروزه مدل های ریاضی و فیزیکی در طراحی هیدرودینامیکی شناورها مورد استفاده قرار می گیرند. کامپیوترهای پیشرفته، امکان استفاده از مدل های ریاضی خیلی بزرگ و پیچیده را فراهم کرده اند. البته هنوز هم نیاز به مقایسه نتایج با طرح واقعی وجود دارد. در حال حاضر، هر دو نوع مدل های فیزیکی و



ریاضی قادر به فراهم آوردن نتایج مناسبی برای طراحی هستند، اما تحلیل نتایج بدست آمده از مدل‌ها بایستی بدقت و به روش مناسبی انجام پذیرد و سپس آنها را در طراحی بکار گرفت. شکل بدنه در کاهش درگ شناور بسیار مهم می باشد، به همین منظور در ابتدا به جای یک بدنه از دو بدنه در کنار هم استفاده شد که به این نوع شناورها کاتاماران می گویند و نسبت به شناورهای معمولی سرعت بیشتر و درگ کمتری دارند. دلیل این مطلب اثر متقابل دیواره‌ها روی یکدیگر می باشد. با فهمیدن این موضوع طراحان به فکر استفاده از چند بدنه به جای دو بدنه افتادند و شناورهایی با سه بدنه ساخته شد که ایده آن از قایق‌هایی در آفریقا گرفته شده است. در این قایق‌ها برای پایداری و سرعت بیشتر از چند بدنه استفاده می شود. در شکل (۳) مقایسه بین ابعاد و سرعت یک شناور معمولی، یک شناور کاتاماران و یک شناور سه گانه آورده شده است. شکل (۴) مقایسه ضریب توان به سرعت برای یک شناور معمولی و یک شناور سه گانه دیده می شود. شکل (۵) مقایسه توان به سرعت برای یک شناور معمولی، یک شناور کاتاماران و یک شناور سه گانه دیده می شود.

فناوری نوین در خدمت طراحی شناورهای سه گانه

دستیابی به وزن بهینه و استحکام بالا و بکارگیری فن آوری پیشرفته از نکات مهم طراحی سازه شناورهای دریایی میباشد. در سازه بدنه شناورهای کلاس متوسط و سنگین به صورت گسترده ای از خریا، پانلهای پرسی، پروفیل های سبک آلومینیومی و ساندویچ پانل های لانه زنبوری وفوم های ضد آب استفاده میشود. از جمله موادی که داری بیشترین کاربرد در زمینه هاورکرافت میباشد میتوان به آلیاژ آلومینوم ۲۰۲۴ و ۵۰۸۳ و AMG-۶۱T و D۱۶AT و D۱۶T نام برد. این مواد دارای کاربردی وسیع در زمینه طراحی و ساخت کشتی های دریایی میباشد در ایالات متحده آمریکا سازه های جوشی شناورها از آلیاژهای ۵۰۸۳ و ۵۴۵۶ ساخته میشوند و جهت سازه های جوشی از آلیاژهای ۶۰۶۱ استفاده میگردد. جهت انتخاب مواد اصلی که جهت ساخت سازه به کار میروند میبایست علاوه بر مسئله استحکام و کیفیت تکنولوژی مسائل دیگری همچون ارتعاشات و خوردگی و تعمیرات در زمان بهره برداری در نظر گرفته شود.

علاوه بر انتخاب مواد میبایست به اصول جوشکاری که در استانداردهای دریایی به آنها توجه شده است و رعایت گردد. نکته قابل توجه آنست که در زمانی که مشخصات خستگی مواد در یک سطح باشد میبایست در صورت استفاده از آلیاژهای دارای استحکام استاتیکی بالا، ابتدا بر روی مسئله عمر قطعات و قابلیت های ساختاری آن تجزیه و تحلیل علمی صورت پذیرد. در زمینه ساخت و بهره برداری از شناورها خصوصاً کشتی های جنگی مسئله آتش سوزی حائز اهمیت فراوان می باشد. پائین بودن بیش از حد پایداری در برابر گرما در آلیاژهای سبک از مهمترین عوامل نابودی کامل آتش سوزی شناورهای تندرو به شمار میرود. در صورت گرم شدن بیش از حد سازه استحکام به نصف کاهش مییابد چنین دمائی در صورت احتراق سوخت هواپیما (Jp-۴) در نزدیک سازه در طی چند ثانیه بدست می آید و به آسیب دیدگی شدید سازه منجر میگردد و در چنین زمان کوتاهی امکان استفاده از ادوات و وسائل اطفاء حریق وجود ندارد. با بررسی نتایج تحقیقات بدست آمده تصمیم گرفته شد تا سازه های ساخته شده از آلیاژهای سبک توسط پوشش های مقاوم در برابر دما پوشانده شوند تا مقاومت در برابر سازه را آتش سوزی و دمای شدیدرا افزایش دهند. این آیین نامه با عنوان " کد ایمنی شناورها IMKO" تنظیم



گردیده است و کلیه دفاتر طراحی شناورهای دریایی ملزم به رعایت این مسئله میباشند. در هنگام گرم شدن سازه نه تنها استحکام آن کاهش مییابد (حد سیالیت)، بلکه مدول الاستیسیسته نرمال و مدول برش (shear modulus) مواد نیز کاهش مییابد، ضمن آنکه این روند در مواد مختلف فرق میکند. به طور مثال، استحکام نسبی آلیاژ تیتانیوم در زمان گرم شدن، بیشتر از آلومینیوم می باشد. به همین دلیل بهتر است برخی از قطعات مهم سازه بدنه شناورهای بزرگ از جنس آلیاژهای تیتانیوم ساخته شوند.

طراحی و ساخت اولین شناور سه گانه نظامی

شناور Triton ساخت کشور انگلستان می باشد که طراحی آن توسط شرکت Vosper Thornycroft (UK) LTD انجام گرفته است.

این شرکت بعد از ساخت دو مدل به طول ۲/۴ و ۳۴/۲ متر اولین نمونه عملیاتی به طول ۹۸/۷ متر را ساخته در شکل (۶) نمایی از اولین نمونه ساخته شده این شناور آورده شده است.

طول خط آبخور آن ۹۰ متر و عرض ۲۲/۵ متر که عرض بدنه اصلی ۶ متر و ارتفاع آبخور ۳/۴ متر، وزن ماکزیمم ۱۴۰۰ تن و وزن مینیمم ۱۰۱۰ تن، سرعت ماکزیمم ۲۰ گره دریایی و برد آن ۳۰۰۰ مایل می باشد. سازه آن از جنس استیل و بخشهای داخلی از کمپوزیت و مواد ترکیبی تقویت شده استفاده گردیده است. سیستم رانش و موتور این شناور با دو موتور از نوع Paxman ۱۲VP۱۸۵ با توان ۲۰۸۵ kw و یک موتور از نوع HMA با توان ۳۵۰۰ kw تامین می گردد. این شناور اولین الگوی نظامی دریایی یک شناور سه گانه در کلاس متوسط می باشد و قرار است تا پس از انجام تستهای دوره ای و بهینه سازی تعداد ۱۲ فروند از آن به سفارش نیروی دریایی انگلستان ساخته شود. در این شناور مقاومت شناوری نسبت به یک شناور معمولی هم سائز به میزان قابل ملاحظه ای کاهش یافته است و سرعت این شناور در مقایسه با سوخت مصرفی قابل قبول می باشد. ضمن آنکه تعادل و پایداری این شناور به میزان بسیار زیادی افزایش یافته است و معادلات پایداری و تحلیل نتایج کامپیوتری و مدل تست نشان می دهد که این شناور دارای انحرافات طولی و عرضی کمتری می باشد و میزان پایداری این شناور به نسبت به شناورهای هم اندازه از افزایش نسبی زیادی برخوردار است. به گفته مسئولین سازنده تاکنون از ۱۴ کشور درخواستهای مشابهی جهت طراحی و ساخت شناورهای مشابه با Triton ارسال گردیده و به همین منظور توسعه کارگاههای ساخت شناورهای سه گانه در انگلستان رو به افزایش می باشد. طراحی و ساخت اولین نمونه بزرگ از یک شناور سه گانه نوید دهنده موفقیت مهندسين در طراحی شناورهای پیشرفته و کارآمد می باشد. بدون شک در آینده نزدیک و با افزایش سطح تکنولوژی دریایی بسیاری از طرحهای موجود جنبه عینی پیدا خواهند نمود و حمل و نقل دریایی و توسعه کلان شناورهای بزرگ به شکل عملی نمود بیشتری پیدا خواهد نمود.

مراجع

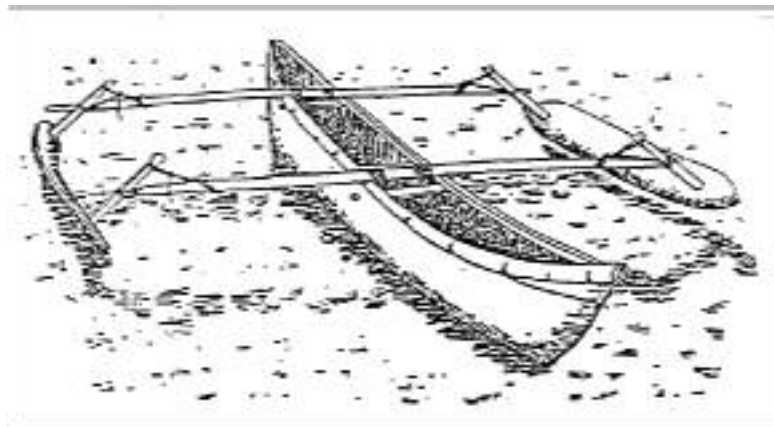
- 1-Stephen, J. Ph., "JANE'S HIGH-SPEED MARINE TRANSPORTATION", Thirty-fourth edition, England, ۲۰۰۱-۲۰۰۲.
- 2-Zelobin, G.P., "Hydrofoil and Hovercraft", Sodasteraniye, Leningrad, ۱۹۷۵ (in Russian).



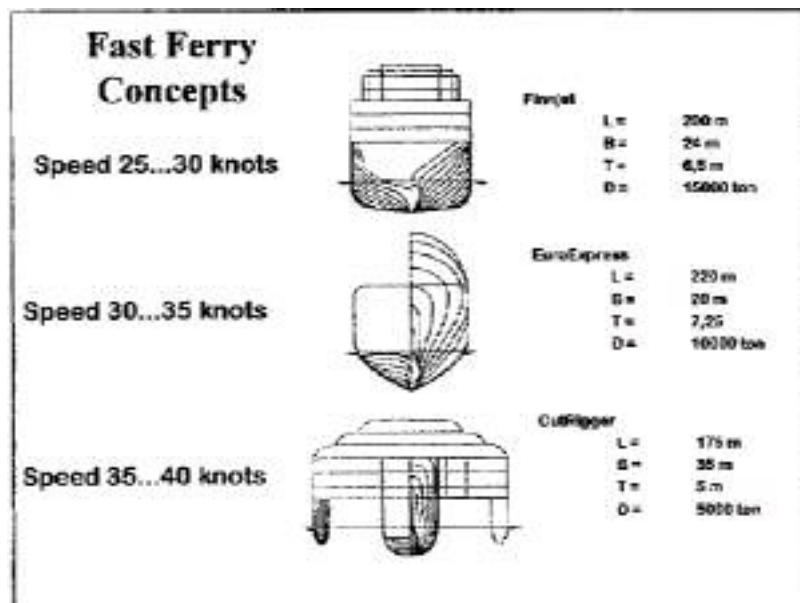
۳-CMDB Almaz., "High Speed Craft", Central Marine Design Bearu, St.Peterburg, ۱۹۹۸.



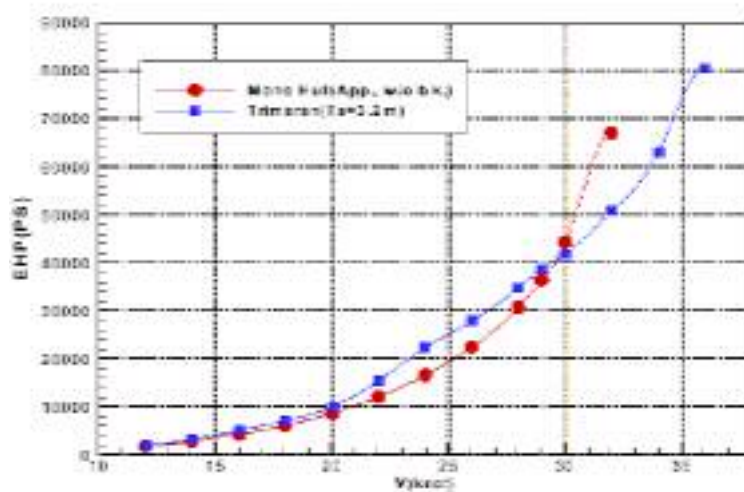
شکل (۱): هیدروفویل با سیستم رانش هوایی



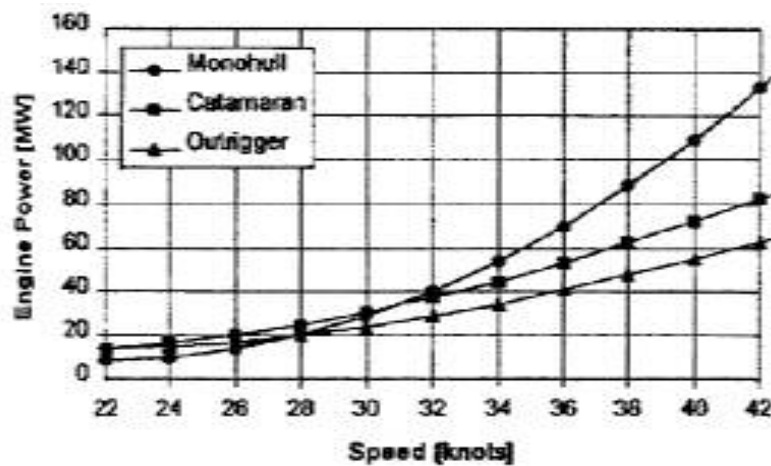
شکل (۲): طرح اولیه از یک شناور سه گانه



شکل (۳): مقایسه سرعت شناور معمولی و شناور سه گانه



شکل (۴): نمودار مقایسه ضریب توان به سرعت یک شناور سه گانه با یک شناور معمولی



شکل (۵): نمودار مقایسه توان رانش شناور معمولی، کاتاماران و شناور سه گانه



شکل (۶): نمایی از شناور Triton ساخت شرکت Vosper Thornycroft (UK) LTD