

در این کتاب، به بررسی و تحلیل روش‌های نوین در زمینه ساخت و تعمیرات سیستم‌های کامپیوتری پرداخته شده است. این کتاب به گونه‌ای تدوین شده که برای دانشجویان و متخصصان این حوزه قابل استفاده باشد. در این کتاب، به بررسی و تحلیل روش‌های نوین در زمینه ساخت و تعمیرات سیستم‌های کامپیوتری پرداخته شده است. این کتاب به گونه‌ای تدوین شده که برای دانشجویان و متخصصان این حوزه قابل استفاده باشد.

ساخت و تعمیر

دانشگاه‌های کامپیوتری

مهدی تیموری
علی حاجه آبی
امیر نظری



سرشناسه: تیموری، مهدی ۱۳۶۰- عنوان و نام پدیدآورگان: ساخت و تعمیر شناورهای کامپوزیتی. مهدی تیموری،
علی حاجی آبادی، امیر نظری - مشخصات نشر: تهران: اسرار دانش ۱۳۹۶ - مشخصات ظاهری: ۴۶۶ صفحه، مصور
و جدول

شابک: 978-964-986-111-1

وضعیت فهرست نویسی: فیا

یادداشت: فارسی و انگلیسی

موضوع: قایق موتوری - طرح و ساختمان

موضوع: شناور کامپوزیتی، شناور سبک، تعمیرات شناوری، ساخت شناور

شناسه افزود: حاجی آبادی، علی

شناسه افزود: نظری، امیر

رده بندی ننگ: ۱۳۹۶ س۲/ت۹/۷۸۳۵ GV

رده بندی دیویی: ۷۸۷/۱۲۵

شماره کتابشناسی: ۴۷۱۰۷۴



انتشارات اسرار دانش

www.asrardanesh.ir

نام کتاب: ساخت و تعمیر شناورهای کامپوزیتی

نویسندگان: مهدی تیموری، علی حاجی آبادی، امیر نظری

ویراستار ادبی: زکيه تیموری

ناظر فنی ترجمه: مرضیه خریدار

طراحی جلد و صفحه آرایي: محمد نوبخت

نوبت انتشار: اول، تابستان ۱۳۹۶

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۹۸۶-۱۱۱-۱

ناشر: انتشارات اسرار دانش

نشانی: تهران، خیابان انقلاب، خیابان دوازدهم فروردین، خیابان شهدای ژاندارمری، روبروی اداره پست،

پلاک ۱۲۶، طبقه سوم. تلفن: ۲-۶۶۴۶۹۷۶۱ تلفکس: ۶۶۴۶۹۷۶۱

www.asrardanesh.ir

قیمت: ۴۰۰,۰۰۰ ریال

پیشگفتار

توسعه شناورهای تندرو تا حدی با توسعه کامپوزیت‌ها همراه شده است. در گذشته بیشترین تمرکز بر روی استفاده از آلومینیوم به عنوان ماده مناسب برای ساخت شناورهای تندرو بوده است که اکنون نیز تا اندازه‌ای استفاده می‌شوند اما امروزه میزان استفاده از کامپوزیت‌ها در شناورهای تندرو در مقایسه با آلومینیوم قابل رقابت بوده و در پارهای از موارد نیز بسیار بیشتر است. برترین مزایای استفاده از آلومینیوم در ساخت شناورهای تندرو را می‌توان سبکی آن نسبت به سایر فلزات، استحکام قابل قبول و همچنین مقاومت بیشتر آن در برابر خوردگی برشمرد. از طرفی می‌توان بزرگ‌ترین معایب آن را محدودیت زیاد در تولید فرم‌های پیچیده هندسه بدنه دانست زیرا معمولاً شناورهای تندروی ویژه جدید دارای خطوط بدنه‌های بسیار پیچیده‌ای هستند که در این موارد فرم دهی ورق کار بسیار دشوار بوده و برخی مواقع غیرممکن نیز است. از سوی دیگر در مواردی شامل سرعت ساخت، هزینه، مقاومت بالا در برابر خوردگی و غیره مزیت‌های مهمی برای کامپوزیت‌ها وجود دارند. این وجود علیرغم تمامی مزایا، استفاده از کامپوزیت‌ها مشابه هر موضوع مهندسی دیگری با مایه‌ای نیز همراه خواهد بود. بزرگ‌ترین عیبی که در شناورهای تندرو کامپوزیتی خودتمانی می‌کنند آن است که قابلیت تعمیر پذیری کمی دارند.

در شناورهای فلزی حتی تعویض بخشی از بدنه بسیار رایج بوده و در صورت آسیب دیدگی می‌توان به راحتی آن را تعمیر کرد. اما در شناورهای کامپوزیتی در اغلب موارد آسیب دیدگی بدنه به خارج شدن آن از چرخه بهره‌برداری منجر خواهد شد. با یادآوری اینکه در شناورهای کامپوزیتی تقریباً برای بدنه، بازیافتی در کار نمی‌باشد، می‌توان به این نتیجه رسید که باید تا حد امکان تکنولوژی نگهداری و تعمیرات را در شناورهای تندرو کامپوزیتی را توسعه داد تا بتوان عمر بیشتری را برای آن‌ها انتظار داشت. هم‌اکنون کشور ما رویکردی کاملاً ترمیم گرایانه نسبت به صنعت شناورهای تندرو دارد که در حال حاضر و همچنین بسیار جدی‌تر در آینده به موضوع تعمیر شناورهای کامپوزیتی نیاز خواهد داشت که این کتاب تلاش داشته در این زمینه گام‌های مناسبی را بردارد. اگرچه کتاب‌های زیادی در مورد ساخت کامپوزیت‌ها به شکل عمومی ممکن است در دسترس باشد اما هدف این کتاب لحاظ کردن رویکردی است که بتواند بسیار مستقیم و عملگرایانه به تعمیر شناورهای کامپوزیتی بپردازد و مخاطبان را بهتر یاری برساند.

در پایان جا دارد از همکاری و مساعدت جناب آقای مهندس پوررضائی و همکارانشان

تشکر نمایم.

بخش اول: تعمیرات قلیق های فایبرگلاس..... ۵

۵ ساخت یک کارگاه موقت

۹ ساخت قالب

۱۷ ساخت بدنه درون قالب

۱۷ ساخت مدل با استفاده از دستگاه برش فرز پنج محوره

۲۲ ساختمان فایبرگلاس یک پیوسته و یکپارچه

۲۵ مواد پوسته خارجی

۳۰ روش های دیگر لایه گذاری

۳۰ اتوکلاو

۳۱ روش قالب گیری انتقال رزین یا بسته

۳۲ کیسه خلأ

۳۴ ساختمان هسته دار

۳۷ مواد هسته

۴۰ تقویت کننده های بدنه

۴۴ قسمت بندی داخلی بدنه

۵۵ آسیب های بدنه

۶۲ اندازه گیری میزان نفوذ آب

۶۴ بازرسی مادون قرمز

۶۸ صدمات ناشی از به گل نشستن

۷۲ صدمات عرشه

۷۲	تاول
۷۷	صدمات سکان
۷۹	سایر صدمات
۸۰	پوسیدگی
۸۱	مواد، ابزار و شیوه‌های پایه
۸۱	مواد
۸۱	فایبرگلاس
۹۵	ابزار
۱۰۹	شیوه‌های پایه‌ای
۱۱۷	ترمیم زلکوت و تعمیرات ظاهری
۱۱۹	تجدید زلکوت
۱۳۰	پوشش‌های پلیمری
۱۳۰	تثبیت و نگهداری صیقل (جلا)
۱۳۰	تعمیرات زلکوت
۱۳۷	نوار چسب‌های ضد لغزش
۱۴۰	استفاده از زلکوت ضد لغزش
۱۴۱	استفاده از یک مدل قالب ثانویه ضد لغزش
۱۴۱	آنچه باید قبل از انجام هرگونه تعمیر بدانید.
۱۴۳	تعمیرات لایه تک پوسته
۱۵۳	تعمیرات لایه هسته دار
۱۵۶	نصب یک اتصال روی عرشه با لایه هسته‌ای
۱۶۱	تعمیر یا نصب یک دیواره طولی یا عرضی

۱۶۲	ساخت نبشی خمیری
۱۶۴	لایه‌گذاری یک دیواره پلی وود به بدنه
۱۶۴	مقاوم‌سازی یک صفحه مسطح
۱۶۸	جایگزینی بخش‌های از بین رفته
۱۶۹	ساخت یک قالب برای تعمیر
۱۷۲	ساخت یک مان
۱۷۴	صافکاری بدنه، تزگاہ عقب و سکان
۱۷۴	صاف کاری بدنه
۱۸۲	صافکاری کیل
۱۸۸	صافکاری سکان
۱۸۹	تعمیرات عمده
۱۹۰	پروژه ۱: ساخت یک محافظ موتور برای جلوگیری از پاشش آب
۱۹۴	پروژه ۲: تعویض کف سازی های پوشیده
۲۰۱	پروژه ۳: تعویض هسته آسیب‌دیده عرشه
۲۰۶	پروژه ۴: تعمیر پوشیدگی تزگاہ عقب (ترانزام)
۲۱۸	پروژه ۵: تعمیر صدمات عمده ناشی از به گل نشستن
۲۲۸	پروژه ۶: تعویض درب عرشه جلو
۲۳۳	پروژه ۷: تعمیر آسیب بدنه هسته دار
۲۴۲	تعمیر تاولزدگی و نفوذ آب
۲۴۴	تعمیرات تاول‌زدگی
۲۴۵	تعمیر حرفه‌ای و تخصصی تاول‌زدگی
۲۵۵	حفاظت در برابر نفوذ آب (فرایند اسمزی)

۲۵۷	صیقل کاری سطح تعمیر
۲۵۸	ایمنی
۲۵۹	سمباده زدن
۲۵۹	انتخاب درجه کاغذ سمباده
۲۶۵	رنگ آمیزی
۲۶۷	سنباده زدن بتونه
۲۶۸	دمیدن و پاک کردن
۲۶۹	انجام پوشش نهایی
۲۷۱	نقاشی با قلم مو غلتک در مقابل اسپری کردن
۲۷۴	اهمیت رنگ
۲۷۶	چک لیست نقاشی بدنه
۲۷۸	نقطه شینم
۲۷۸	نقاشی سطحی که از پیش نقاشی شده است
۲۸۰	صیقل کاری عرشه
۲۸۵	پیوست ۱ راهنمای دستورالعمل تعمیر و نگهداری قایق های فایبرگلاس
۲۸۵	ساختار قایق های فایبرگلاس معمولی
۲۸۵	رزین های فایبرگلاس
۲۸۶	الیاف
۲۸۷	هسته ها
۲۸۷	روش های ساخت
۲۸۹	هیدرولیز و تاول زدگی پوشش ژلکوت
۲۹۰	استفاده از این دستورالعمل

۲۹۱	تعمیر ترک‌های ریز و حفره‌ها
۲۹۱	ارزیابی آسیب
۲۹۳	تعمیر ترک‌های جزئی و ساییدگی
۲۹۴	پرداخت
۲۹۹	تعمیر تقویتی عرضی و کف
۲۹۹	تقویت کردن برای بهبود سختی دیواره
۲۹۹	ساخت نوع تقویتی عرضی
۳۰۱	ارزیابی تقویتی عرضی آسیب‌دیده
۳۰۳	دستورالعمل تعمیر تقویتی
۳۰۴	جایگزینی قسمت‌های هسته فعال
۳۰۶	جایگزینی تقویتی عرضی
۳۱۱	تقویت کردن برای بهبود سختی مجموعه
۳۱۸	بازسازی پوسته آسیب‌دیده
۳۱۸	پوسته فایبرگلاسی نمونه
۳۱۸	بازسازی پیوستگی پوسته
۳۱۹	ارزیابی و آماده سازی سطح آسیب دیده
۳۲۰	تکیه‌گاه یک وصله تعمیری
۳۲۴	لایه گذاری یک وصله تعمیری
۳۲۵	وصله های مناطق بزرگ
۳۲۹	تعمیر آسیب‌های مرتبط با هسته
۳۲۹	انواع آسیب‌های مرتبط با هسته
۳۳۰	تعمیر ورقه شدگی پوسته

۳۳۴	تعویض هسته‌های آسیب دیده
۳۳۸	تعمیر پوسته شدگی ترگانه قایق
۳۴۹	تعمیر مجموعه‌های سوراخ
۳۵۲	آماده‌سازی و به روز رسانی کف‌ها و عرشه‌ها
۳۵۳	تعمیر کف‌ها و عرشه‌های ورقه شده
۳۵۷	نصب یک عریقه چوبی از جنس ساج
۳۶۱	نصب سخت افزارها
۳۶۱	نصب استاندارد سخت افزار
۳۶۲	نصب سخت افزار بهیو یافته
۳۶۲	اتصال نگه دارندها
۳۶۳	مجموعه با دسترسی عقبی
۳۶۴	بستن گیره‌ها و سخت افزار
۳۶۵	اتصال به فلز
۳۷۰	قالب‌گیری بسترهای اپوکسی برای سخت افزارها
۳۷۲	قابل جابجا کردن بست‌ها
۳۷۳	جدا کردن سخت افزار متصل شده
۳۷۳	تعمیرات کیل ها و سکان‌ها
۳۷۴	تعمیر کیل تعادلی
۳۷۶	تعمیرات کیل تعادلی خارجی
۳۷۷	قالب‌گیری کیل و سکان‌ها
۳۸۱	تعمیرات یاتاقان‌های فرسوده سکان‌ها
۳۸۳	استفاده از اپوکسی وست سیستم

۳۸۳	ایمنی اپوکسی
۳۸۳	خطرات
۳۸۴	احتیاط‌ها
۳۸۶	رزین
۳۸۶	سخت‌کننده‌ها
۳۸۷	پرکننده‌های چسبیده
۳۸۸	پرکننده‌های پرداخت
۳۸۹	کار کردن با اپوکسی
۳۸۹	زمان انجام کار
۳۹۰	زمان ژل یا خشک شدن ابتدای
۳۹۰	جامد-آخرین فاز خشک شدن
۳۹۱	سرعت سخت‌کننده
۳۹۱	دمای اپوکسی
۳۹۲	کنترل زمان گیرش
۳۹۳	توزیع با مینی یمپ
۳۹۴	مخلوط کردن
۳۹۷	شیوه‌های پایه
۳۹۸	تمیز کردن
۳۹۸	خشک کردن
۳۹۸	پرداخت کاری
۳۹۸	آماده‌سازی ویژه برای مواد گوناگون
۳۹۸	اپوکسی خشک-

۴۰۱	لایه گذاری
۴۰۲	متصل کردن
۴۰۵	قرار دادن نوار و الیاف
۴۰۶	روش خشک
۴۰۹	روش خیس
۴۱۱	پوشش دهی دوباره
۴۱۳	پیوست 2 آسیب های سازه های کامپوزیت و تعمیرات آنها
۴۱۴	سازه های ساندویچی
۴۱۴	سازه های لمینیت
۴۱۴	تعمیر کامپوزیت
۴۱۴	نمودار گردش کار تعمیر
۴۱۶	مراحل کلیدی تعمیر کامپوزیت
۴۱۶	ارزیابی آسیب
۴۱۶	نوع تعمیر
۴۱۶	تعمیر موقت
۴۱۷	کنترل کیفیت
۴۱۷	نمونه آسیب
۴۱۷	تورق به دنبال ضربه بر لمینیت یک پارچه
۴۱۸	فرورفتگی در سازه ساندویچی
۴۱۸	آسیب سوراخ شدگی در یک سازه ساندویچی
۴۱۸	جداشدگی لمینیت
۴۱۸	آسیب سوراخ بیج

۴۱۹	آسیب گرمایی
۴۱۹	گزینه‌های تعمیر
۴۱۹	تعمیر تزئینی
۴۱۹	تعمیرات موقتی یا بینا بینی
۴۲۰	تعمیر سازه‌ای
۴۲۰	تعمیر مجسمه‌های لایه‌های و ساندویچی
۴۲۰	تعمیر وصله‌ای
۴۲۱	ماسه‌پاشی مخروطی یا تعمیر اریبی
۴۲۱	مزایا
۴۲۱	معایب
۴۲۱	تعمیر ماسه‌پاشی پله‌ای
۴۲۱	مزایا
۴۲۱	معایب
۴۲۱	نمونه تعمیرات لایه‌ها
۴۲۲	تعمیر وصله‌ای
۴۲۲	تعمیر ماسه‌پاشی مخروطی (تعمیر اریبی)
۴۲۲	تعمیر ماسه‌پاشی پله‌ای
۴۲۳	نمونه تعمیرات پانل ساندویچی
۴۲۳	تعمیر وصله‌ای
۴۲۳	وصله تعمیری جایگزین
۴۲۴	تعمیر ماسه‌پاشی مخروطی (تعمیر اریبی)
۴۲۴	تعمیر ماسه‌پاشی پله‌ای

۴۲۴	مراحل تعمیر در مرمت دوطرفه
۴۲۷	تعمیر با استفاده از دابلرهای از پیش عمل‌آوری شده
۴۲۷	وسایل و کمک‌های تعمیر
۴۲۹	فرآیند تعمیر
۴۳۳	پیوست ۳
۴۳۳	ارزیابی راهنماهای ای محصولات وست سیستم
	Error! Bookmark not defined.
	پیوست ۴
۴۳۳	ارزیابی راهنماها برای محصولات وست سیستم
۴۳۶	ابزارها
۴۳۶	سنگ سمباده
۴۳۶	تخته‌های صیقل کاری
۴۳۷	اسپری‌های پوشش ژله‌ای
۴۳۷	برس‌های پوشاننده غلتکی
۴۳۸	پوشش‌های دمای سرد و شیوه‌های پوشش‌دهی
۴۳۸	خواص شیمیایی
۴۳۸	خواص کاری
۴۳۹	شیوه‌های هوای سرد:
۴۴۱	ذخیره هوای سرد
۴۴۱	راهنمای حل مشکلات

مقدمه

قبل از اینکه کار بازسازی و تعمیر یک قایق فایبرگلاس شروع شود، باید دانست که چگونه ساخته شده و یا چگونه قطعات آن در کنار یکدیگر قرار گرفته اند. این اطلاعات به شما کمک می کند که چه موقع کار تعمیر موردنظر آنجا زمان و هزینه به صرفه و چه موقع پرهزینه و احتمالاً مشکل ساز خواهد بود و بهتر است از غیر آن گذشت. به عنوان مثال فرض کنید با قایقی با بدنه هسته فومی روبه رو شده اید که در اثر برخورد با صاف سوراخ شده است. در این حالت ابتدا باید تعیین کنید که چگونه به پشت سوراخ دسترسی پیدا می کند. در این شرایط معمولاً بهترین روش، بخش آسیب دیده از پوسته بیرونی فایبرگلاس یا لایه، خارج کردن هسته اطراف سوراخ، تعمیر و یا جایگزینی پوسته داخلی فایبرگلاس و پر کردن محل با مواد هسته ای جدید و سرانجام جایگزین کردن لایه بیرونی است. اما اگر با ساختمان کامپوزیتی فایبرگلاس موردنظر به اندازه کافی آشنایی وجود نداشته باشد باید زمانی بیشتر از آنچه قایق می ارزد را صرف جدا کردن قطعات قایق کرد. هدف این مبحث آشنایی با مواد و روش های ساختمان قایق فایبرگلاس جهت مواجهه با چنین مشکلاتی است. این کتاب کمک می کند که دورنمای مؤثری درباره تعمیراتی که مورد نیاز است را نشان می دهد.

یک تکه فایبرگلاس، درست همانند یک لایه کتان (پنبه) که روی تشک را می پوشاند، با شکل هر چیزی که روی سطح آن قرار گیرد مطابقت می کند و تنها در زمان افزودن رزین به لایه فایبرگلاس و عمل آوری آن، ماده فایبرگلاس شکل گرفته و ثابت می شود. اما برای اینکه

فایبرگلاس روی چیزی قرار گیرد تا شکل بدنه و یا هر بخش دیگری که در ساختمان قایق به کار می‌رود را به خود بگیرد، به قالب احتیاج دارد.

قالب می‌تواند به دو شکل نر و ماده باشد، بخش صیقلی، درون یک قالب ماده و یا روی سطح بیرونی یک قالب نر قرار می‌گیرد و بستگی به این دارد که کدام سطح (بیرونی، درونی) قرار است صیقلی و صاف باشد. از آنجایی که سطح بیرونی بدنه از اهمیت ویژه‌ای برای ارانه به بازار برخوردار است و می‌خواهند که سطحی صیقلی و صاف همچون آینه داشته باشد، لذا بدنه فایبرگلاس معمولاً در قالب ماده لایه‌گذاری می‌شود. البته اکثر قایق‌هایی که امروزه ساخته می‌شوند دارای بخش داخلی صیقلی و صافی نیز می‌باشند که داخل بدنه را نیز با ظاهری مناسب پوشش خواهند داد. این پوشش‌ها که کامپوزیت‌های نازک‌تری هستند در کابین‌ها به کار می‌روند. فایبرگلاس، قایق‌ری را در سال‌های پس از جنگ جهانی دوم با امکان کپی‌برداری‌های متعدد بدنه از یک قالب با معال هزینه کمتر و سرعت بیشتر بوده، متحول ساخته است. همچنین با توجه به اینکه سطح داخلی قالب بسیار صیقلی است، بدنه نیز با سطوح بیرونی بسیار صاف از قالب خارج شده و پس از آن صیقلی داده می‌شود. زمانی که بدنه همچنان درون قالب است، سازه و ساختارهای مقاومتی خاصی آن نصب می‌شود که بازهم بر سرعت کار تولید می‌افزاید. یک قایق فایبرگلاس موفق، بارها و بارها در موارد اندکی حتی تا دهها بار کپی می‌شود که به کشش بازار آن بستگی خواهد داشت.

برای اینکه بتوان به‌خوبی یک شناور کامپوزیتی را تعمیر کرد لازم است حتماً سه مرحله - ای که ذکر خواهد شد را طی کرد و در غیر این صورت تعمیرات مخوبی انجام نخواهد شد و در پاره‌ای مواقع وقتی متوجه خوب نبودن آن خواهند شد که ممکن است کمتر بتوان کمکی به آن کرد.

مرحله اول در این راستا این است که مواد مورد استفاده در ساخت و مواد مورد نیاز جهت تعمیر شناور که ممکن است با مواد اولیه به کار رفته کمی متفاوت باشد را به‌خوبی بشناسند. می‌بایست به یاد داشت که در کامپوزیت‌ها دو نوع اتصال چسبی و اتصال مکانیکی همه کارها را انجام می‌دهند. اگر قرار است تعمیر شما بر پایه یک اتصال چسبی عمل کند و درعین حال مواد چسبندگی خوبی نداشته باشند از پیش تعمیر مربوطه شکست خواهد خورد. به‌عنوان مثال اگر قطعه مورد تعمیر با رزین اپوکسی ساخته شده باشد و از رزین پلی‌استر برای تعمیر آن بر پایه یک اتصال چسبی استفاده کنند، مشاهده خواهد شد که در مدت کوتاهی از آن جدا می‌شود. بنابراین لازم است که اگر از رزین اپوکسی برای ساخت بدنه استفاده شده است، برای تعمیر هم از همان

رزین استفاده شود اما برعکس آن امکان پذیر خواهد بود. به این ترتیب لازم است که علاوه بر دانستن مواد به کار رفته در ساخت شناور، رفتار و عملکرد آن مواد نیز شناخته شود.

مرحله دوم شناخت فرآیندهای ساخت شناور است، به نحوی که می‌بایست روش‌های ساخت و همچنین روش‌های تعمیر را که در پاره‌ای موارد با روش‌های ساخت متفاوت هستند به خوبی شناخته شوند.

در مرحله سوم لازم است که راه‌های تعمیر آموزش داده شود، زیرا روش‌های تعمیر تا حدودی انتخابی هستند و نمی‌توان حکمی کلی برای همه موارد بیان کرد. در اینجا لازم است مجری تعمیرات، موضوعه‌ای از روش‌ها را بشناسد و بتواند با بهترین روش مشکل‌ها را حل کند. در این کتاب تلاش شده است تا آشنایی حداقل مناسبی را برای مجریان ایجاد نماید. البته قطعاً تعمیرات و دانستی‌های مورد نیاز آن از حد این کتاب خارج است و امید است تا مجریان صاحب‌نظر با ارائه نظرات و تجزیهات خود بر غنای این کتاب بیفزایند و یا رقم زدن کتابی جدید دریچه‌ای جدید را در این زمینه بگشایند.