



آنالیز و روش‌های تولید فولاد دریایی

ابوالفضل محمودی^۱، کاظم مهین روستا^۲

تهران، خیابان ستارخان، ابتدای خیابان حبیب‌الله، پلاک ۴۵/۱، گروه مطالعات صنایع دریایی،

مرکز مطالعات تکنولوژی دانشگاه صنعتی شریف

a.mahmoodi@gmail.com

چکیده

ورق‌ها، پروفیل‌ها و مقاطع مختلفی که در بدنه و ساختمان کشتی‌ها به کار می‌رود، لوله‌های نفت و گازی که از زیر دریا عبور می‌کنند و کلیه سازه‌های دریایی که برای استخراج نفت ساخته شده‌اند، از فولاد دریایی ساخته می‌شوند و دارای آنالیز یکسانی هستند. با توجه به شیوه بخصوص ساخت فولاد دریایی که یک نوع فولاد آلیاژی محسوب می‌شود، در این مقاله به بررسی انواع روش‌های ساخت، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی این نوع فولادها و کاربردها در صنایع فوق‌الذکر پرداخته می‌شود. در پایان نیز با توجه به استانداردهای خاص صنایع دریایی، روش اخذ تأییدیه این نوع از فولادها از مؤسسات مربوطه ذکر شده است.

کلمات کلیدی: صنایع دریایی، فولاد دریایی، آنالیز فولاد، استاندارد، مؤسسه رده‌بندی

۱- مقدمه

فولاد دریایی به لحاظ قرارگرفتن در یک محیط خورنده باید از لحاظ استحکام مکانیکی قابلیت‌های مناسبی را داشته باشد. از این رو ساختار شیمیایی آن با فولادهای ساختمانی متفاوت است. برای تولید فولاد دریایی احتیاج به یک محصول ترکیبی است تا به وسیله آن مواد دیگری به فولاد اضافه شود و در گریدهای مختلف خاصیت‌های مورد نظر را تأمین کند. ورق‌های عریض دریایی یکی از عمده‌ترین محصولات است که در آن از فولاد دریایی استفاده شده است. در ادامه مقاله خصوصیات این نوع فولادها و کاربردها در صنایع مختلف به تشریح آمده است.

^۱ - کارشناس گروه مطالعات صنایع دریایی، مرکز مطالعات تکنولوژی دانشگاه صنعتی شریف

^۲ - کارشناس گروه مطالعات صنایع دریایی، مرکز مطالعات تکنولوژی دانشگاه صنعتی شریف



۲- مشخصات و استانداردهای فولاد دریایی

فولاد دریایی یکی از انواع فولادهای ضدزنگ آلیاژی با فلز پایه آهن است که کمتر از ۳۰ درصد کروم داشته و بیش از ۵۰ درصد ترکیب آنرا فلز آهن تشکیل می‌دهد. ضدزنگ شدن فولاد به دلیل تشکیل لایه اکسید کروم در سطح فلز است که اجازه نفوذ اکسیژن را نمی‌دهد.

از نظر میزان کربن مصرفی در فولادهای ضدزنگ، این آلیاژها به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۱- فولاد کم کربن: Low Carbon Steel

۲- فولاد با کربن متوسط: Medium Carbon Steel

۳- فولاد پرکربن: High Carbon Steel

فولاد مصرفی در ساختمان بدنه کشتی‌ها غالباً فولاد نرمه (Mild steel) می‌باشد که به فولاد کم کربن نیز معروف است. این نوع فولاد در بین انواع دیگر فولاد دارای درصد کربن کمتری (۱ الی ۳ درصد) است.

مقاومت در برابر خوردگی، خواص فیزیکی و مکانیکی سه عامل عمده در گزینش فولادها در صنایع دریایی است. پرمصرف‌ترین این فولادها، فولاد نرمه است. ترکیب این فولاد همانند فولادهای مصرفی در ساختمان‌سازی بوده و فقط درصد کروم بیشتری دارد که به منظور تامین مقاومت بیشتر در محیط خورنده دریا می‌باشد. فولادهای دریایی بر اساس نوع ترکیبات مصرفی در آلیاژ و میزان هر یک به انواع (Grade) مختلفی تقسیم می‌شوند. **گریدهای ۳۰۴ و ۳۱۶** از استاندارد فولاد آمریکا (ASTM) و فولاد ضدزنگ داپلکس از پرمصرف‌ترین نوع فولادهای نرمه می‌باشند.

۲-۱- فولاد ضدزنگ داپلکس

آلیاژ فولاد ضدزنگ داپلکس ترکیب یکسانی از کریستال‌های فریت و آستنیت دارد. در این آلیاژ، کروم و نیکل بیشترین درصد آلیاژ را پس از آهن تشکیل می‌دهند که سبب می‌شود تنش تسلیم بیشتری در مقایسه با فولادهای آستنیتی داشته باشد.

۲-۲- آلیاژهای گرید ۳۰۴ و ۳۱۶

این دو گرید بدلیل ساختار متالورژی خود جزء دسته فولادهای ضدزنگ آستنیتی می‌باشند که قابلیت هدایت الکتریکی و استحکام خوبی داشته و غیرمغناطیس می‌باشند. از دیگر خواص آنها قابلیت خوب جوشکاری و مقاومت در برابر خوردگی است.

در گریدهای ۳۱۶ و ۳۰۴، ۱۸ درصد کروم به آلیاژ افزوده می‌شود تا لایه مقاوم حفاظتی در برابر اکسیداسیون بر روی سطح فلز تشکیل گردد. در گرید ۳۱۶، ۲ درصد مولیبدن نیز به آلیاژ افزوده می‌شود تا خواص خوردگی آنرا به خصوص در برابر خوردگی دریایی بهبود بخشد.

سه نوع عمده این آلیاژ که کاربرد بیشتری در صنایع دریایی دارند عبارتند از:



الف: نوع (۲۳۰۴) UNS۳۲۳۰۴

ب: نوع (۲۲۰۵) UNS۳۱۸۰۳

ج: نوع (۲۵۰۷) UNS۲۳۲۷۵۰

پرمصرف‌ترین این آلیاژها نوع S۳۱۸۰۳ می‌باشد. سایر انواع دیگر این آلیاژ به‌همراه میزان عناصر تشکیل دهنده در

جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- عناصر تشکیل دهنده فولادهای داپلکس

UNS Number Duplex Grades	Type ^b	C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	N	Cu	Other
S۳۱۲۰۰	...	۰.۰۳۰	۲.۰۰	۰.۰۴۵	۰.۰۳۰	۱.۰۰	۲۴.۰- ۲۶.۰	۵.۵-۶.۵	۱.۲۰- ۲.۰۰	۰.۱۴- ۰.۲۰
S۳۱۲۶۰	...	۰.۰۳	۱.۰۰	۰.۰۳۰	۰.۰۳	۰.۷۵	۲۴.۰- ۲۶.۰	۵.۵-۷.۵	۲.۵-۳.۵	۰.۱۰- ۰.۲۰	۰.۲۰- ۰.۸۰	W۰.۱ ۰-۰.۲۰
S۳۱۸۰۳	...	۰.۰۳۰	۲.۰۰	۰.۰۳۰	۰.۰۲۰	۱.۰۰	۲۱.۰- ۲۳.۰	۴.۵-۶.۵	۲.۵-۳.۵	۰.۰۸- ۰.۲۰	...	
S۳۲۰۰۱	...	۰.۰۳۰	۴.۰- ۶.۰	۰.۰۴۰	۰.۰۳۰	۱.۰۰	۱۹.۵- ۲۱.۵	۱.۰۰- ۳.۰۰	۰.۶۰	۰.۰۵- ۰.۱۷	۱.۰۰	
S۳۲۲۰۵	۲۲۰۵	۰.۰۳۰	۲.۰۰	۰.۰۳۰	۰.۰۲۰	۱.۰۰	۲۲.۰- ۲۳.۰	۴.۵-۶.۵	۳.۰-۳.۵	۰.۱۴- ۰.۲۰	...	
S۳۲۳۰۴	۲۳۰۴	۰.۰۳۰	۲.۵۰	۰.۰۴۰	۰.۰۳۰	۱.۰۰	۲۱.۵- ۲۴.۵	۳.۰-۵.۵	۰.۰۵- ۰.۶۰	۰.۰۵- ۰.۲۰	۰.۰۵- ۰.۶۰	
S۳۲۵۲۰	...	۰.۰۳۰	۱.۵۰	۰.۰۳۵	۰.۰۲۰	۰.۸۰	۲۴.۰- ۲۶.۰	۵.۵-۸.۰	۳.۰-۴.۰	۰.۲۰- ۰.۳۵	۰.۵۰- ۲.۰۰	
S۳۲۵۵۰	۲۵۵	۰.۰۴	۱.۵۰	۰.۰۴۰	۰.۰۳۰	۱.۰۰	۲۴.۰- ۲۷.۰	۴.۵-۶.۵	۲.۹-۳.۹	۰.۱۰- ۰.۲۵	۱.۵-۲.۵	
S۳۲۷۵۰	۲۵۰۷	۰.۰۳۰	۱.۲۰	۰.۰۳۵	۰.۰۲۰	۰.۸۰	۲۴.۰- ۲۶.۰	۶.۰-۸.۰	۳.۰-۵.۰	۰.۲۴- ۰.۳۲	۰.۵۰	
S۳۲۷۶۰	...	۰.۰۳۰	۱.۰۰	۰.۰۳۰	۰.۰۱۰	۱.۰۰	۲۴.۰- ۲۶.۰	۶.۰-۸.۰	۳.۰-۴.۰	۰.۲۰- ۰.۳۰	۰.۵۰- ۱.۰۰	



S۳۲۹۰۰	۳۲۹d	۰،۰۶	۱،۰۰	۰،۰۴۰	۰،۰۳۰	۰،۷۵	۲۳،۰- ۲۸،۰	۲،۵-۵،۰	۱،۰-۲،۰	
S۳۲۹۵۰	...	۰،۰۳	۲،۰۰	۰،۰۳۵								

^a Weight percent, maximum unless otherwise noted.

^b Unless otherwise indicated, a common name, not a trademark, widely used, not associated with any one producer, as listed in ASTM A ۲۴۰.

^c W ۰،۵۰-۱،۰۰; Cr+۳،۳Mo+۱۶N=۴۰ min.

^d AISI designation, Unified Numbering System (UNS)

۲-۳- برتری‌های فولاد S۳۱۸۰۳ نسبت به دو گرید ۳۰۴ و ۳۱۶

الف: استحکام تسلیم این فولاد دو برابر دو گرید ۳۰۴ و ۳۱۶ است.

ب: مقاومت بیشتری در برابر خوردگی حفره‌ای و شیاری دارد.

ج: استحکامش در برابر تنش خستگی و خوردگی خستگی دو برابر گرید ۳۱۶ است.

در حال حاضر در واحدهای فولادسازی فقط دو گرید ST۴۴ ، ST۵۲ که به ساختار فولاد دریایی نزدیک‌ترند تولید

می‌شوند اما برای کارخانجات کشتی‌سازی گرید A از استاندارد Loyd's مطلوب است.

۳- کاربرد گریدهای ۳۰۴ و ۳۱۶ در صنایع دریایی

در ساخت بسیاری از شناورهای سبک نظیر قایق‌های تندرو از فولاد ضدزنگ گرید ۳۰۴ (UNS۳۰۴۰۰/۲۳۰۴۰۳) استفاده می‌شود.

با این وجود، استاندارد رایج صنایع دریایی گرید ۳۱۶ (UNSS۳/۶۰۰/۵۳۶۰۳) موسوم به (Marine grade steel) می‌باشد که در بیش از ۹۰ درصد ساخت و سازه‌های دریایی کاربرد دارد. گرید ۳۰۴ معمولاً در ساخت تجهیزات، وسایل و متعلقاتی بکار می‌رود که در تماس مستقیم با آب شیرین هستند، در حالیکه از گرید ۳۱۶ در ساخت تجهیزات و متعلقاتی نظیر اتصالات، بوم‌ها، دریچه‌های بارگیری و دکل‌های کشتی استفاده می‌گردد که به دلیل تبخیر آب دریا، محل انباشت نمک‌ها می‌گردند.

۴- کاربرد فولاد ضدزنگ داپلکس در صنایع کشتی‌سازی

آلیاژ فولاد ضدزنگ داپلکس ترکیب یکسانی از کریستال‌های فریت و آستنیت دارد. در این آلیاژ، کروم و نیکل

بیشترین درصد آلیاژ را پس از آهن تشکیل می‌دهند که سبب می‌شود تنش تسلیم بیشتری در مقایسه با فولادهای آستنیتی داشته باشد. کاربرد این فولاد در سازه‌های دریایی رو به افزایش است که عمدتاً به‌خاطر مقاومت مطلوب در برابر خوردگی شیاری و تنش است و از آنجا که قابلیت جوشکاری مناسبی دارد، بخصوص در تعمیرات کشتی‌های فرآورده‌بر، فله‌برها و نفت‌کش‌ها کاربرد گسترده‌ای یافته است.



فولاد ضدزنگ داپلکس در صنایع کشتی سازی و به ویژه ساخت انبارها و مخازن کشتی های نفت کش و حمل فرآورده های شیمیایی کاربرد گسترده ای یافته است. این فولاد در برابر تماس مواد سمی و شیمیایی داخل مخازن مقاوم بوده و در کل خواص مکانیکی بهتری نسبت به فولادهای ضدزنگ آستنیتی دارد. این آلیاژ نسبت به گریدهای ۳۱۶ و ۳۰۴، ۱۰ درصد کم چگال تر است. به عنوان مثال وزن یک ورق فولادی به مساحت یک متر مربع از جنس داپلکس نسبت به همین ورق از جنس گرید ۳۰۴، ۳۱۶ و یا فولاد نرمه ۱۰ درصد کمتر است و بنابراین وقتی در ساخت کشتی هایی به وزن سبک ۲۰ تا ۴۰ هزار تن بکار می روند، وزن کشتی های ساخته شده از جنس داپلکس در بارگیری یکسان، بسیار سبکتر از کشتی ساخته شده با سایر فولادهاست. بنابراین علاوه بر مقاومت بهتر در برابر خوردگی مواد شیمیایی، خواص بهتر مکانیکی آن نیز، طراحان را قادر به کاهش وزن محصول (کشتی) و استفاده بهینه از مصالح می نماید.

مقاومت خوب در برابر خوردگی سبب شده است که از این فولاد در سیستم های واترجت شناورها، ساخت شفت، پروانه و یاتاقانها نیز استفاده گردد. فولاد داپلکس در بیشتر قسمتهای کشتی به کار گرفته شده است و از آنجا که خاصیت جوش پذیری آن نیز فوق العاده می باشد، فولاد اصلی مصرفی در یاردهای تعمیراتی و کشتی سازی شده است.

۵- کاربرد فولاد داپلکس در صنایع فراساحل

بیش از یک دهه است که فولاد ضدزنگ داپلکس و سوپر داپلکس در تأسیسات ساحلی و فراساحلی صنعت نفت و گاز کاربرد گسترده ای یافته است. دو دلیل عمده مصرف گسترده این آلیاژ را می توان عناوین زیر برشمرد:

الف: مقاومت زیاد آلیاژ در برابر خوردگی های رایج در ساحل و دریا در مجاورت محیط های حاوی H_2S ، CO_2 ، کلریدها و محیط های با PH کم (اسیدی).

ب: افزایش استحکام و قابلیت جوشکاری مناسب.

از نمونه های قابل ذکر در صنعت نفت و گاز می توان ساخت لوله های انتقال نفت و گاز، سیستم های X-Mas Tree و سیستم های سازه ای فوقانی سکوها را بر شمرد.

هم اکنون حتی در ساخت خطوط لوله انتقال نفت و گاز تا طول ۸۴۵ کیلومتر از این آلیاژ استفاده می شود. سوپر آلیاژهای داپلکس نیز در دو نوع S۳۹۲۷۷، UNS ۵۳۲۷۶۰ بیشترین کاربرد دارند.

این آلیاژها به طور عمده در ساخت مخازن حاوی آب داغ نظیر دیگ های بخار، مخازن حاوی مواد شیمیایی، اسیدی و نفتی در پالایشگاه ها بکار می رود. به عنوان مثال آلیاژ ۲۲۰۵ در سیستم های لوله کشی بین مخازن، ساخت مبدل های حرارتی، ساخت مخازن حاوی ترکیبات کلرید در صنایع شیمیایی، سیستم های لوله کشی و کنترل دبی خروجی و ورودی نظیر سوپاپ ها، شیرها و غیره کاربرد دارد.



سوپرآلیاژ ۲۵۰۷ از همین خانواده بیشتر در خطوط انتقال و تجهیزات بکار رفته در صنایع نفت و گاز فراساحل و در ساخت تجهیزاتی که به نوعی در محلول‌های حاوی کلرید نظیر آب دریاها قرار دارند، به کار گرفته می‌شود. انواع فولادهایی که در صنایع نفت و گاز استفاده فراوان یافته‌اند در زیر آورده شده است.

- ۱- Duplex: UN۵۳۱۶۰۳
- ۲- Super Duplex: UNS ۳۲۷۶۰
- ۳- ۳۱۶ L Stainless Steel
- ۴- ۳۰۴ L Stainless Steel
- ۵- F ۳۲۱ Stainless Steel
- ۶- Moly UNS ۳۱۲۵۴

۶- روش‌های تولید ورق فولاد دریایی

با توجه به نحوه انجام عملیات حرارتی در طول پروسه تولید ورق، برای تولید ورق از اسلب به چهار روش می‌توان اشاره کرد:

- ۱- نورد معمولی (Conventional Rolling)
- ۲- نورد با کنترل دما (Temperature Control Rolling)
- ۳- نورد مکانیکی- حرارتی (Thermo Mechanical Rolling)
- ۴- نورد تحت عملیات حرارتی (Heat Treatment Rolling)

یکی از برتری‌های روش چهارم به دیگر روش‌ها، داشتن یک کوره عملیات حرارتی پیوسته است که از یک طرف اسلب تحویل داده می‌شود و از طرف دیگر ورق که بر روی آن عملیات حرارتی انجام شده است، بیرون می‌آید. در این روش این امکان وجود دارد که ۲۰ درصد از ورق به منظور تنش‌زدایی، فرایند عملیات حرارتی را طی کند و عمدتاً برای ساخت ورق‌های دریایی از این نوع استفاده می‌شود.

۶-۱- انواع روش‌های نورد ورق

از نظر عرض ورق‌های تولید شده دو دسته نورد را می‌توان معرفی کرد:

- ۱- نورد نواری (Strip Mill): این نوع نورد اصولاً برای تولید ورق‌های با سایز پایین کاربرد دارد و ورق‌های تولید داخل عموماً از این دسته هستند.
- ۲- نورد ورقی (Plate Mill): این نوع نورد در ساخت ورق‌های با عرض بالا کاربرد دارد و شامل یک نورد ثابت با عملیات رفت و برگشتی است. تولید ورق فولاد دریایی با عرض بالاتر از ۱۸۰۰ میلی‌متر جزء این دسته است.



بنابراین برای تولید ورق فولاد دریایی با عرض‌های بالا نیاز به یک خط نورد جداگانه با قابلیت نورد بالاست که اساساً با نوردهای نواری فرق دارد. از طرفی برای تولید فولاد دریایی با عرض بالا علاوه بر خط نورد عریض، احتیاج به اسلب‌های خاص با عرض بالا دارد. اسلب‌هایی که در ساخت فولادهای ساختمانی استفاده می‌شود عرض کمتری دارند و قابل استفاده در ساخت ورق‌های با عرض بالا نیست و باید اسلب‌هایی استفاده کرد که عرض بیشتری داشته باشند که البته تولید این اسلب‌ها نیز در برنامه‌های توسعه‌ای تولید فولاد لحاظ شده است.

۷- تفاوت فولاد دریایی با فولاد ساختمانی از لحاظ فرآیند تولید

فولادها به طور کلی به چهار دسته عمده تقسیم می‌شوند:

- ۱- فولادهای سازه‌ای معمولی و ساختمانی
- ۲- فولادهای استفاده شده در کشتی
- ۳- فولادهای استفاده شده در مخازن
- ۴- فولادهای مورد استفاده در ساخت لوله

برای تولید فولاد دریایی احتیاج به یک محصول ترکیبی است تا به وسیله آن مواد دیگری به فولاد اضافه شود و در گریدهای مختلف خاصیت‌های مورد نظر را تأمین کند. تولید بسیاری از گریدهای فولاد احتیاج به سخت‌افزار خاصی ندارد ولی با توجه به عدم سابقه تولید این نوع از فولادها در کشور، برای پیدا کردن ساختار و نوع دقیق ترکیباتشان نیاز به یک پروسه تحقیقاتی است و نهایتاً پس از ساخت حتماً باید تست شود. در واقع با توجه به محیط بکارگیری فولاد دریایی از نظر خوردگی و انواع بارگذاری‌های دینامیکی و استاتیکی باعث شده تا استانداردهای خاصی در تولید آن به اجرا درآید. این مطلب از آنجا ناشی می‌شود که در صنایع دریایی همه چیز باید تحت کلاس مؤسسات رده‌بندی باشد و از کوچکترین جزء یک کشتی تا جرثقیل‌ها، تیرها و سایر تجهیزات باید توسط مؤسسات رده‌بندی تأیید شوند.

۸- نقش مؤسسات رده‌بندی و مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی

استانداردهای وضع شده برای کلیه کالاهای ساخته شده در کشور که از سوی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی مقرر شده، مشمول دو دسته استاندارد می‌شود. ۱- استانداردهای تشویقی ۲- استانداردهای اجباری. نحوه این دسته‌بندی بدین صورت است که اگر کالایی باید به گونه‌ای باشد که لازم است به دلیل مسائل فنی و اقتصادی دارای استاندارد واحدی در کل یک صنعت باشد، در دسته استانداردهای اجباری طبقه‌بندی می‌شود و پس از



تصویب و تعیین آن، کلیه تولیدکنندگان آن مواد و کالاها ملزمند استانداردهای تدوین شده را رعایت کنند و در صورت عدم رعایت استانداردها، تولید کننده حق تولید نخواهد داشت و تأییدیه استاندارد را نیز دریافت نخواهد کرد. اما دسته دوم، استانداردهای تشویقی است و آن دسته از مواد و کالاهایی را شامل می‌شود که بنا به درخواست تولیدکننده آن محصول، استانداردهای آن تدوین می‌شود و هیچ اجباری در رعایت استانداردهای آن نیست. از سوی دیگر در صنایع دریایی تمام کشتی‌ها و تجهیزات بکار رفته در آنها، به‌علت قوانین و استانداردهای خاص و فوق‌العاده صنایع دریایی باید برای گرفتن کلاس در مؤسسات رده‌بندی دریایی یک سیکل نظارتی را طی کنند. حال اگر یک واحد فولادسازی، فولاد دریایی تولید نماید و درصد اخذ تأییدیه برای محصولات تولیدی خود باشد، دو راه پیش رو دارد:

۱. اگر استانداردهای تولید فولاد دریایی جزو استانداردهای اجباری باشد که توسط مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی تدوین شده است، تولید کننده مجبور است برای اخذ تأییدیه فولاد تولید شده به مؤسسه استاندارد مراجعه کند.

۲. در غیر اینصورت تولیدکننده برای دریافت تأییدیه باید به مؤسسات رده بندی مانند LR, BV, DNV, GL مراجعه کند. البته در حال حاضر استانداردهای فولاد دریایی جزو استانداردهای اجباری نیست و مصرف کنندگان فولادهای دریایی ناگزیرند فرآیند تأیید را در مؤسسات رده بندی طی کنند.

با توجه به وقت‌گیر بودن روند گرفتن این تأییدیه‌ها از مؤسسات رده بندی دریایی، انتظار می‌رود که مؤسسه استاندارد با همکاری مؤسسات رده‌بندی داخلی یک نوع استاندارد را شناسایی کرده و آن را به عنوان استاندارد ملی و اجباری وضع کند و پس از آن بر تولید این نوع از فولادها نظارت کند. متأسفانه در حال حاضر مؤسسه استاندارد هیچ ارتباطی با مؤسسات رده‌بندی دریایی ندارد و تدوین و بومی کردن استانداردهای دریایی را به‌صورت بسیار کم‌رنگ پیگیری می‌کند.

به منظور درخواست تدوین استاندارد اجباری و تطبیق فولادهای دریایی با استانداردهای دریایی، درخواست تدوین این استاندارد باید توسط درخواست‌کننده به شورای عالی استاندارد منتقل شود و سپس در صورت تصویب این شورا و از آن به بعد، این استانداردها توسط مؤسسه استاندارد نظارت می‌شود.

۸-۱- روند اخذ تأییدیه فولاد دریایی از مؤسسات رده‌بندی

نحوه تأییدیه گرفتن برای فولادها و به‌خصوص فولاد دریایی از مؤسسات رده‌بندی به اینصورت است که ابتدا باید طرح و روش‌های ساخت آن واحد فولادسازی تأیید شود. لذا در طی این فرآیند مؤسسه رده‌بندی بر عملیات ساخت فولاد نظارت می‌کند و در پایان آزمون‌هایی که شامل آنالیزهای شیمیایی و مکانیکی مواد تولیدی است بر روی فولاد انجام می‌دهد. لذا اگر تولیدکنندگان فولاد دریایی خواهان گرفتن تأییدیه‌های دریایی برای تولیدات خود باشند، نظارت کامل بر عملیات ساخت، کنترل کیفیت و خط تولید و کلیه موارد مربوط به فرآیند ساخت فولاد دریایی در آن واحد فولادسازی بررسی خواهد شد.

برای تأیید ورق فولاد دریایی در صورتیکه ورق از خارج خریداری شده باشد تنها تست‌های آزمایشگاهی برای ارزیابی فولاد خریداری شده از نظر مشخصات فیزیکی و شیمیایی انجام می‌شود.



۹- منابع

- ۱- هم‌اندیشی "فولاد دریایی، نیازها و پتانسیل‌ها"، مرکز مطالعات تکنولوژی دانشگاه صنعتی شریف، خردادماه ۱۳۸۳
- ۲-Stainless steel and their properties, by: Belfa Leffler
- ۳-www.suppliersonline.com
- ۴-www.assda.asn.au
- ۵-www.stainless-steel-world.net
- ۶-offshore-technology.com
- ۷-www.stainless-steel-info.com