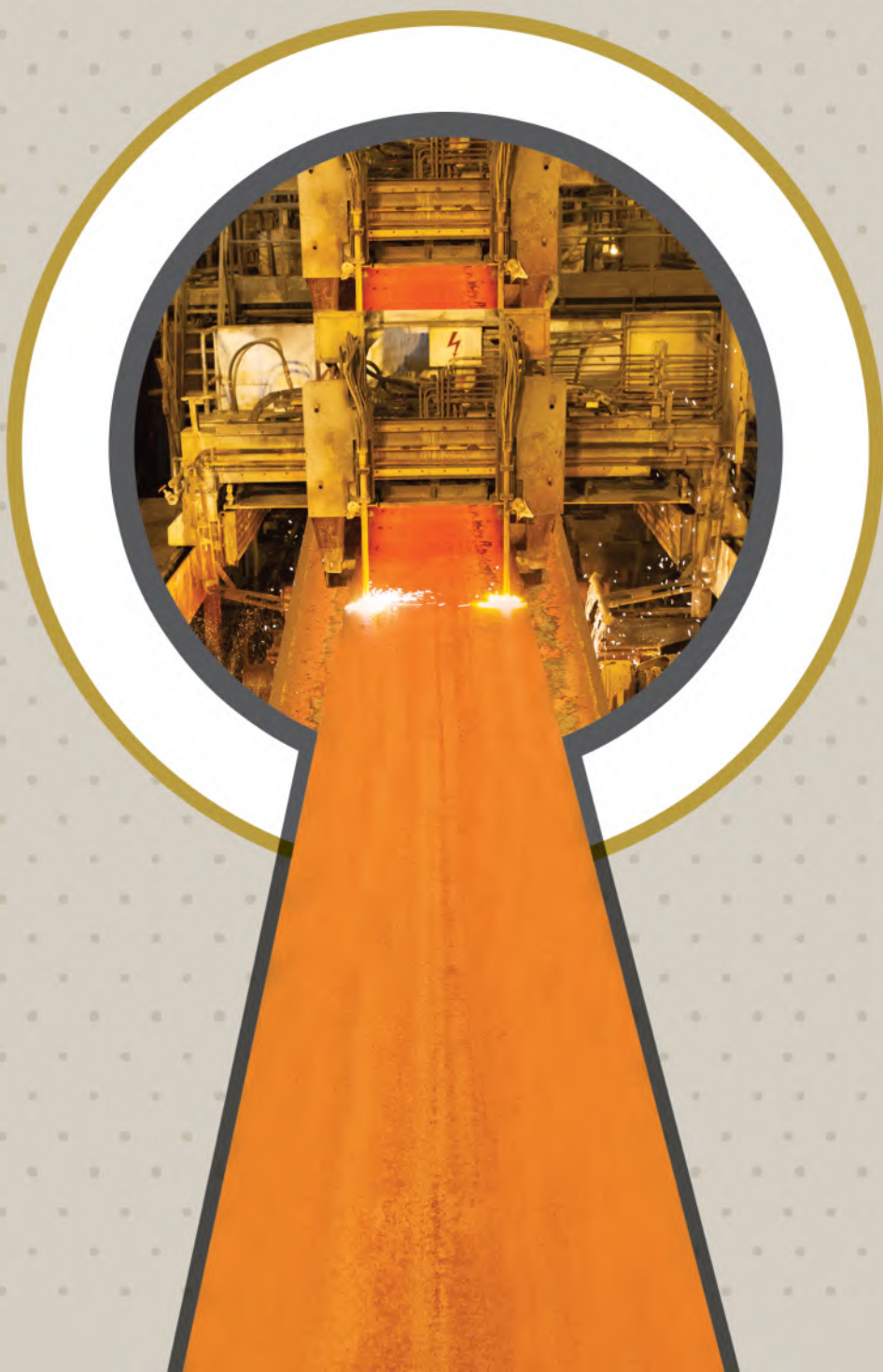


کتابچه تختناں

مجمع
فولاد
مبارکہ
۹۵۲



کتابچه تختال

فهرست مطالب

۱ / معرفی شرکت فولاد مبارکه	۵
۲ / تختال (اسلب)	۱۰
۱-۲- معرفی بخشهای مختلف مرتبط با تولید تختال	۱۲
۱-۱-۲- واحد حمل مواد	۱۳
۲-۱-۲- واحد کوره های قوس الکتریک	۱۴
۳-۱-۲- واحد کوره های پاتیلی	۱۵
۴-۱-۲- واحد ریخته گری	۱۵
۵-۱-۲- واحد خنک سازی و اصلاح شمش	۱۷
۲-۲- توانایی های شرکت در تولید فولاد باکیفیت و تمیز /	۱۸
۱-۲-۲- واحد گاززدایی RH	۱۸
۲-۲-۲- واحد سولفور زدایی	۲۰
۳-۲- کاربردها	۲۱
۱-۳-۲- فولاد های ساختمانی	۲۱
۲-۳-۲- فولادهای عملیات حرارتی پذیر	۲۴
۳-۳-۲- فولادهای مخصوص تولید لوله های API	۲۵
۴-۳-۲- فولادهای مخصوص مخازن تحت فشار	۲۸
۵-۳-۲- فولادهای الکتریکی	۳۰
۶-۳-۲- فولادهای مخصوص ورقهای دریایی	۳۲
۷-۳-۲- فولاد های مخصوص نورد سرد	۳۲
۳ / استانداردهای جهانی تولید تختال	۳۴

۴	/ معرفی محصولات تختال فولاد مبارکه / ۴۰
	۴-۱- ترکیب شیمیایی / ۴۱
	۴-۲- مشخصات فرایند تولید (MPS) / ۴۶
	۴-۳- علامت گذاری تختال / ۴۸
	۴-۴- مشخصات ابعادی قابل تولید / ۴۸
	۴-۵- رواداری ابعادی / ۴۹
	۴-۶- انحرافات ظاهری / ۵۰
	۴-۷- تست های بازرسی فنی / ۵۲
	۱. بازرسی بر اساس مانسمان ریت / ۵۲
	۲. سولفور پرینت / ۵۳
	۳. بازرسی چشمی / ۵۴
	۴. عیب زدایی و اسکارف / ۵۵
	۴-۸- گواهی نامه های قابل ارایه به همراه محصول / ۵۶
	۱. گواهینامه انطباق محصول با سفارش / ۵۶
	۲. گواهینامه آنالیز شیمیایی ذوب / ۵۶
	۳. گواهینامه تست محصول / ۵۶
	۴. گزارش بازرسی / ۵۷
	۵. گواهی غیر رادیواکتیو بودن محصولات / ۵۷
	۴-۹- مواردی که حین سفارش خرید تختال از شرکت فولاد مبارکه توسط مشتری / ۵۷
۵	/ پیوست / ۶۰
	معرفی شرکت های تولید کننده تختال و محصولات آنها / ۶۱
	مقدمه ای در مورد شرکت های تولید کننده تختال در دنیا / ۶۱
	معرفی فرآیند و تجهیزات تولید / ۶۲
	ترکیب شیمیایی محصولات / ۶۳
	ابعاد تختالهای تولیدی / ۶۷
	رواداری ابعادی / ۷۰

فصل اول

معرفی شرکت فولاد مبارکه

معرفی شرکت فولاد مبارکه

شرکت فولاد مبارکه اصفهان که اکنون یکی از بزرگترین واحدهای صنعتی جمهوری اسلامی ایران است در زمینی به مساحت ۳۵ کیلومتر مربع در نزدیکی شهر مبارکه و در ۷۵ کیلومتری جنوب غربی شهر اصفهان واقع شده است. شکل ۱-۱ تصویری کلی از این شرکت را نشان می دهد.



شکل ۱-۱. تصویر کلی از شرکت فولاد مبارکه اصفهان.

شرکت فولاد مبارکه از شرکت‌های پیشرو ایرانی است که در زمینه تولید ورق‌های فولادی فعالیت می‌نماید. این شرکت با مأموریت ایفای نقش محوری در توسعه صنعتی، اقتصادی و اجتماعی کشور و ارتقای سطح فناوری صنعت فولاد را جهت استفاده در صنایع خودروسازی و قطعه‌سازی

صنایع فلزی سبک، صنایع فلزی سنگین و لوله‌های انتقال سیالات، صنایع بسته‌بندی، صنایع لوازم خانگی و الکتریکی و صنایع لوله و پروفیل تولید می‌نماید. شرکت فولاد مبارکه دارای هفت مجتمع صنعتی در اقصی نقاط کشور بوده و بیش از بیست هزار نفر در بخش‌های مختلف این شرکت به کار اشتغال دارند. ظرفیت تولید گروه فولاد مبارکه با احتساب شرکت‌های زیرمجموعه بیش از ۱۰ میلیون تن می‌باشد.

شکل ۱-۲ تصویری از قسمت‌های مختلف این شرکت را نشان می‌دهد. خطوط تولید شرکت فولاد مبارکه اصفهان عبارتند از:

- * آهک پزی
- * گندله سازی
- * احیاء مستقیم
- * فولاد سازی
- * ریخته گری مداوم
- * پرداخت و خنک سازی شمش
- * نورد گرم
- * تکمیل نورد گرم
- * اسید شوئی
- * نورد سرد
- * واحد تولید ورق قلع اندود
- * واحد تولید ورق گالوانیزه
- * واحد تولید ورق رنگی



شکل ۱-۲. تصویری از قسمت های مختلف شرکت فولاد مبارکه اصفهان.

پودر سنگ آهن مورد نیاز از معادن گل گهر و چادرملو تأمین می شود و بوسیله راه آهن به واحد انباشت و برداشت شرکت فولاد مبارکه اصفهان حمل می گردد. پودر سنگ آهن انباشت شده در واحد گندله سازی تبدیل به گندله شده و در احیاء مستقیم به آهن اسفنجی تبدیل می گردد و سپس در کوره های قوس الکتریکی واحد فولاد سازی ذوب می شود. فولاد مذاب جهت تبدیل به تختال (اسلب) به ماشین های ریخته گری مداوم منتقل می گردد. تختال، خنک و پرداخت شده و بعد از پیشگرم شدن در واحد نورد گرم، نورد شده و سپس به واحد تکمیل نورد گرم و یا به واحد اسید شوئی می رود و سپس برای کاهش ضخامت به واحد نورد سرد ارسال می گردد. همچنین بخشی از محصولات سرد نوردیده به واحدهای قلع اندود، گالوانیزه و رنگی ارسال می گردد. مهمترین محصولات قابل عرضه در شرکت فولاد مبارکه شامل موارد زیر می باشد.

* تختال (اسلب)

* محصولات ورق نورد گرم و اسیدشویی شده

* محصولات ورق نورد سرد

* ورق گالوانیزه

* ورق رنگی

* ورق قلع اندود



فصل دوم

تختال (اسلب)

تختال (اسلب)

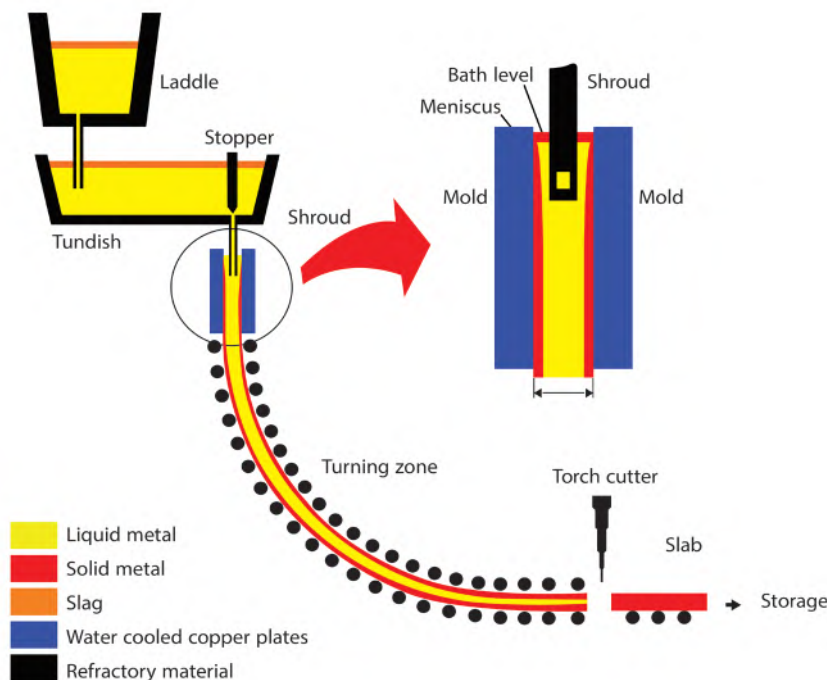
قطعه‌ای مکعب مستطیل از فولاد معمولاً به ضخامت ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلیمتر و عرض ۶۵۰ میلیمتر تا ۲ متر و طول معمولاً ۱۰ متر است. تختال یکی از محصولات میانی برخی کارخانه‌های فولادسازی است که از آن برای تولید فولاد ورق استفاده می‌شود، که سطح مقطع آن برخلاف بلوم و بیلت مربعی نیست بلکه مستطیلی است. شکل ۱-۲ نمونه‌هایی از تختال فولادی را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۲. تختال فولادی.

تختال معمولاً به عنوان محصول نیمه پایانی در صنایع فولاد شناخته می‌شود و در فرایند ریخته‌گری پیوسته اولین محصول پس از انجماد مذاب می‌باشد. شکل ۲-۲ بصورت شماتیک فرایند ریخته‌گری پیوسته و تولید تختال را

نشان می دهد.



شکل ۲-۲. طرح شماتیک از فرایند ریخته گری پیوسته و تولید تختال.

۲-۱- معرفی بخش های مختلف مرتبط با تولید تختال

ناحیه فولادسازی یکی از ۵ ناحیه اصلی تولیدی شرکت فولاد مبارکه است. وظیفه اصلی این ناحیه تولید شمش فولادی جهت تأمین ماده اولیه مورد نیاز ناحیه نورد گرم به مقدار و کیفیت توافق شده با آن ناحیه تولیدی می باشد. ناحیه فولادسازی شامل واحدهای تولیدی بشرح ذیل می باشد:

- * واحد حمل مواد (Material handling)
- * واحد کوره های قوس الکتریکی (Electric arc furnace)
- * واحد متالورژی ثانویه و آماده سازی پاتیل (Ladle furnace treatment and Ladle Total service)

* واحد ریخته گری مداوم تختال (Continuous Casting of slab)

* واحد آماده سازی شمش (Slab cooling and conditioning)

۲-۱-۱- واحد حمل مواد

وظیفه واحد حمل مواد در شرکت فولاد مبارکه تخلیه، آماده سازی، بارگیری ذخیره سازی و توزیع کلیه مواد اولیه و افزودنی فرآیند تولید فولاد در کوره های قوس الکتریکی و متالورژی ثانویه مطابق با مشخصات فنی تعیین شده می باشد. اهم فعالیت های قسمت:

* تحویل گیری و ذخیره سازی مواد

* بارگیری مواد در سیلوها جهت مصرف در کوره قوس

* انتقال و توزیع مواد جهت کوره های قوس و متالورژی ثانویه

* بازیافت ضایعات فولادی و آماده سازی آهن قراضه

شکل ۲-۳ تصویری از انتقال کنسانتره سنگ آهن در واحد انباشت و برداشت را نشان می دهد.



شکل ۲-۳. تصویری از انتقال کنسانتره سنگ آهن در واحد انباشت و برداشت.

۲-۱-۲- واحد کوره های قوس الکتریک

واحد کوره های کارخانه فولاد مبارکه شامل ۸ عدد کوره قوس الکتریک با ظرفیت تولیدی ۱۹۰ تن فولاد مذاب در هر مرحله تولید با توان ترانسفورمر ۱۴۰ MVA می باشد. در ابتدا قراضه بارگیری شده در سبد توسط جرثقیل های موجود در این واحد به داخل کوره قوس تخلیه و سپس سقف کوره بسته می گردد و عملیات ذوب شروع می شود. در این مرحله به کمک قوس الکتریکی قراضه ها ذوب می گردند به این مرحله عملیات (سوراخکاری) می گویند. البته در ۱۰ درصد ذوب ها سبد قراضه به کوره های قوس الکتریکی شارژ شده و در سایر ذوب ها فقط از آهن اسفنجی به عنوان ماده آهنی استفاده می گردد. سپس شارژ آهن اسفنجی از سیلوهای ذخیره کوره به داخل شروع می شود. شکل ۴-۲ تصویری از کوره قوس الکتریکی در هنگام شارژ قراضه را نشان می دهد. میزان قراضه شارژ شده به کوره توسط سبد حدود ۴۰ الی ۵۰ تن می باشد و میزان آهن اسفنجی شارژ شده به داخل کوره حدود ۱۹۵ تن برای هر ذوب می باشد سرعت شارژ آهن اسفنجی از ۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰ کیلوگرم در دقیقه با توجه به شرایط ذوب متغیر می باشد.



شکل ۴-۲. شارژ قراضه در کوره قوس الکتریک.

در طول ذوب آهن اسفنجی با نرخ ۱ تا ۵ تن در دقیقه به همراه کک، آهک و دولومیت به صورت کلوخه و مداوم به کوره های قوس الکتریکی شارژ شده و اکسیژن، گرافیت و پودر آهک از طریق لانس های KT به حمام مذاب تزریق می گردد. آهک و دولومیت از مواد سرباره ساز بوده که بازیسیته مناسب در سرباره را تامین می کنند و کک و گرافیت از مواد کربنی بوده که به همراه اکسیژن باعث ایجاد سرباره پفکی به منظور محافظت از قوس می باشد.

۲-۱-۳- واحد کوره های پاتیلی

واحد کوره های پاتیلی کارخانه فولاد مبارکه شامل ۷ کوره پاتیلی با توان ترانسفورمر ۳۰ MVA می باشد و کوره پاتیلی ۱ تا ۴ دارای ۶ سیلو (Bin) و کوره پاتیلی ۵ و ۶ و ۷ دارای ۸ سیلو می باشد که موادی چون فرومگنز کربن بالا و کربن متوسط، فروسیلیسیم، آهک و اکسیژن زدا در آن ها ذخیره می گردد. اهم فعالیت هایی که بر روی هر ذوب در LF صورت می گیرد به صورت زیر است:

* اکسیژن زدایی

* سرباره سازی

* تنظیم آنالیز شیمیائی

* تنظیم دما و زمان تحویل به واحد بعدی (ریخته گری مداوم)

* تصفیه یا حذف آخالهای موجود در ذوب

۲-۱-۴- واحد ریخته گری

وظیفه واحد ریخته گری کارخانه فولاد مبارکه تبدیل فولاد مذاب به شمش تختال با کیفیت استاندارد، ابعاد مورد سفارش مشتری و تحویل آن به واحد خنک سازی و اصلاح شمش می باشد. واحد تولید تختال دارای ۵ ماشین ریخته گری مداوم است.

پاتیل مذاب بعد از تنظیم دما و آنالیز شیمیائی در بخش متالورژی ثانویه توسط جرثقیلهای سقفی ۳۰۰ تن به واحد ریخته گری منتقل می شوند. در واحد ریخته گری مداوم پاتیل مذاب ابتدا بر روی برج پاتیل گردان قرار می گیرد و پس از اتصال سیلندر هیدرولیکی به دریچه کشوئی پاتیل و تنظیم تاندیشکار پیش گرم شده روی خطوط ریخته گری جریان مذاب از پاتیل به تاندیش با باز کردن دریچه کشوئی شروع می گردد و سپس با باز کردن استوپر جریان مذاب به داخل قالب برقرار می گردد و با توقف چندین ثانیه ای ذوب در قالب جهت تشکیل پوسته منجمد شده اولیه، استارت ریخته گری مداوم شروع می شود و با خروج شمش تشکیل یافته از قالب و در ادامه با گذر از مابین غلتکها، همراه با پاشش آب بر روی سطوح آنها جبهه انجماد در داخل شمش رشد نموده و در نهایت با رسیدن شمش به طول متالورژیکی، بطور کامل در سطح مقطع تختال انجماد حاصل می شود و در ادامه با رسیدن شمش به قسمت برش طول تختال و با در نظر گرفتن حداقل ضایعات در انتهای ریخته گری برش داده می شود و سپس توسط کنترل کیفی فولادسازی هویت داده شده و طبقه بندی کیفی بر اساس آنالیز شیمیایی و شرایط غیرعادی ریخته گری انجام می شود. پس از خروج تختال از ماشین برش بوسیله ماشین شماره زنی یک شماره ۹ رقمی جهت شناسایی و قابل ردیابی بودن تختال بر روی آن حک و یا مارک می گردد. شکل ۲-۵ تصویری از برش تختال را نشان می دهد. در تمامی مراحل فوق شامل شامل کوره های قوس یک تا دونمونه، متالورژی ثانویه به طور میانگین دو تا چهار نمونه و از واحد ریخته گری بسته به گرید تولیدی و شرایط تولید بین یک تا سه نمونه از هر ذوب به آزمایشگاه به منظور تعیین آنالیز شیمیایی ذوب ارسال می گردد و تست هایی شامل عناصر شیمیایی ذوب مانند کربن، منگنز، سیلیسیوم و... با روش نشر اتمی جرقه (کوانتومتری) و همچنین عناصری مانند نیتروژن، اکسیژن و هیدروژن با روش آنالیز عنصری به

روش احتراقی در آزمایشگاه فولاد سازی مورد آنالیز قرار خواهند گرفت. تعداد نمونه‌های هر مرحله بدین شرح است: در مرحله کوره‌های قوس ۱ تا ۲ نمونه، در متالورژی ثانویه ۲ تا ۴ نمونه و در واحد ریخته‌گری بسته به گرید تولیدی و شرایط تولید بین ۱ تا ۳ نمونه از هر ذوب به آزمایشگاه فولادسازی ارسال می‌شود.



۲-۱-۵- واحد خنک سازی و اصلاح شمش

در واحد خنک سازی کارخانه فولاد مبارکه به دو صورت و براساس نوع تختال تولیدی خنک سازی صورت می‌گیرد :

* خنک سازی با هوا

* خنک سازی با آب

تختال هایی که براساس کیفیت نیاز به خنک سازی با هوا دارند توسط جرثقیل های سقفی به قسمت مربوطه منتقل و پس از گذشت ۷۲ ساعت تختال خنک شده به قسمت اصلاح تختال ارسال میگردد. تختال هایی که امکان خنک سازی با آب دارند توسط میزهای غلطکی موجود به دو تانک خنک سازی انتقال داده شده و توسط دو جرثقیل به صورت اتوماتیک به داخل تانک شارژ شده و تختال خنک شده (پس از حداقل ۳۰ دقیقه) از تانک

خارج و به قسمت اصلاح تختال ارسال میگردد .
در قسمت اصلاح تختال، تختال هایی که نیاز به بازرسی سرد و یا اصلاح دارند، توسط بازرسین کنترل کیفی بررسی و در صورت وجود عیوب سطحی، شکلی و داخلی آنها را مشخص می نمایند. بر اساس نوع عیب تختال اگر عیوب سطحی باشد در واحد اسکارف توسط مشعلهای دستی این عیب را برطرف می نمایند و اگر عیب شکلی و یا داخلی باشد، تختال به میز های برش منتقل می گردد. پس از تائید نهایی واحد کنترل کیفی تختال ها به ناحیه نورد گرم یا به قسمت ارسال جهت فروش انتقال داده می شوند.

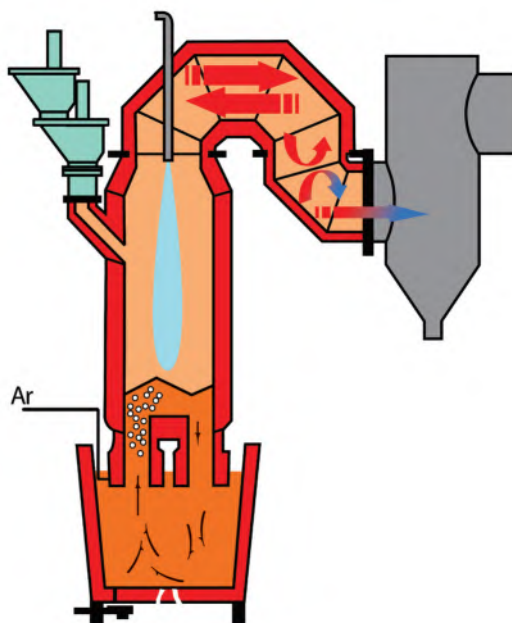
۲-۲- توانایی های شرکت در تولید فولاد باکیفیت و تمیز

شرکت فولاد مبارکه با استفاده از واحدهای گاز زدایی (RH) و سولفور زدایی و همچنین توان و تجربه بالای کارشناسان شرکت قادر به تولید فولاد با کیفیت و تمیز می باشد.

۲-۲-۱- واحد گاز زدایی RH

این واحد به صورت دوقلو طراحی شده که فعلا فاز اول آن در فولاد مبارکه راه اندازی شده و این قابلیت را دارد که در آینده فاز دوم آن نیز راه اندازی شود. سیستم گاززدائی RH دارای یک محفظه خلاء (Vessel) و دو دماغه (Snorkel) می باشد.

که پس از قرارگرفتن دماغه ها در داخل فولاد مذاب، فشار داخل محفظه در چند مرحله و توسط پمپ خلاء (vacuum pump) کاهش می یابد که اختلاف فشار ایجاد شده به همراه تزریق گاز آرگون از طریق یکی از دماغه ها، باعث ورود مذاب به داخل محفظه از طریق آن دماغه و خروج آن از دماغه دیگر می شود. شکل ۲-۶ شماتیکی از فرایند گاز زدایی را نشان می دهد.



شکل ۲-۶. شماتیکی از فرایند گاز زدایی.

فرایندهای متالورژیکی اصلی زیر در واحد RH فولاد مبارکه انجام می گیرد:

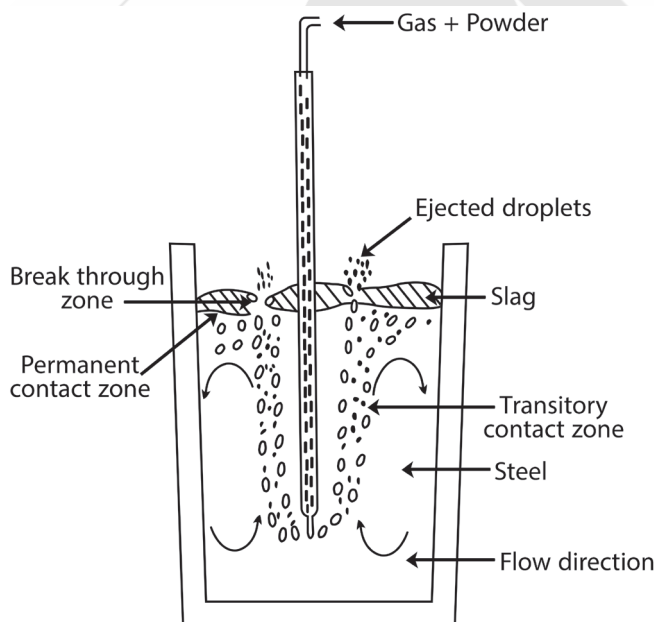
- ۱- کربن زدایی با دمش اکسیژن و همچنین کربن زدایی طبیعی تحت خلا و رسیدن به کربن کمتر از ۲۵ ppm
- ۲- هیدروژن زدایی و رسیدن به هیدروژن کمتر از ۲ ppm
- ۳- کاهش نیتروژن (در صورتی که نیتروژن بیشتر از حدود ۴۰ ppm باشد)
- ۴- تنظیم آنالیز شیمیایی
- ۵- تنظیم دما و امکان انجام گرمایش شیمیایی

در کنار واحد RH به منظور پایش ترکیب شیمیایی ذوب و به منظور تسریع در فرآیند آنالیز، یک آزمایشگاه محلی زیر مجموعه‌ی آزمایشگاه فولادسازی مستقر می‌باشد که در آن آنالیز شیمیایی به همراه تست نیتروژن صورت می‌پذیرد.

۲-۲-۲- واحد سولفور زدایی

واحد سولفور زدایی جهت کاهش میزان سولفور در فولاد مذاب تا کمتر از ۲۰ ppm نصب گردیده است. پاتیل حاوی فولاد مذاب پس از اکسیژن زدایی کامل و اصلاح آنالیز شیمیایی سرباره و افزایش دما، در واحد کوره پاتیلی وارد ایستگاه سولفور زدایی می گردد. پودر CaSi و یا CaO از طریق لنسی که از بالا وارد مذاب می شود همراه با دمش گاز آرگون تزریق می گردد و در اثر واکنش Ca و یا CaO با سولفور مذاب، CaS تشکیل شده و وارد سرباره می شود. در این واحد یک ایستگاه سرباره گیری از پاتیل نیز نصب گردیده است. شکل ۲-۷ شماتیکی از فرایند سولفور زدایی را نشان می دهد.

در کنار واحد RH به منظور پایش ترکیب شیمیایی ذوب و به منظور تسریع در فرایند آنالیز، یک آزمایشگاه محلی زیر مجموعه ی آزمایشگاه فولاد سازی مستقر می باشد که در آن آنالیز شیمیایی به همراه تست نیتروژن صورت می پذیرد.



شکل ۲-۷. شماتیکی از فرایند سولفور زدایی.

۲-۱- کاربردها

با توجه به ترکیب شیمیایی و همچنین فرایندهای ثانویه که ممکن است روی تختال تولید شده در کارخانه فولاد مبارکه انجام شود، این محصول می تواند کاربردهای مختلفی داشته باشد. اما در حال حاضر عمده محصولات تختال فولاد مبارکه شامل گریدهایی از فولادهای زیر می باشد.

(۱) فولادهای ساختمانی

(۲) فولادهای عمیات حرارتی پذیر

(۳) فولادهای مخصوص تولید لوله های API

(۴) فولادهای مخصوص مخازن تحت فشار

(۵) فولادهای الکتریکی

(۶) فولادهای مخصوص ورق های دریایی

(۷) فولادهای مخصوص نورد سرد

(۸) تولید طبق سفارش مشتری

با توجه به این موارد در ادامه یک سری از کاربردهای اصلی تختال ها که مصرف کنندگان می توانند با توجه به آنها فولاد مورد نیاز خود را از مجتمع فولاد مبارکه خریداری کنند ارائه شده است.

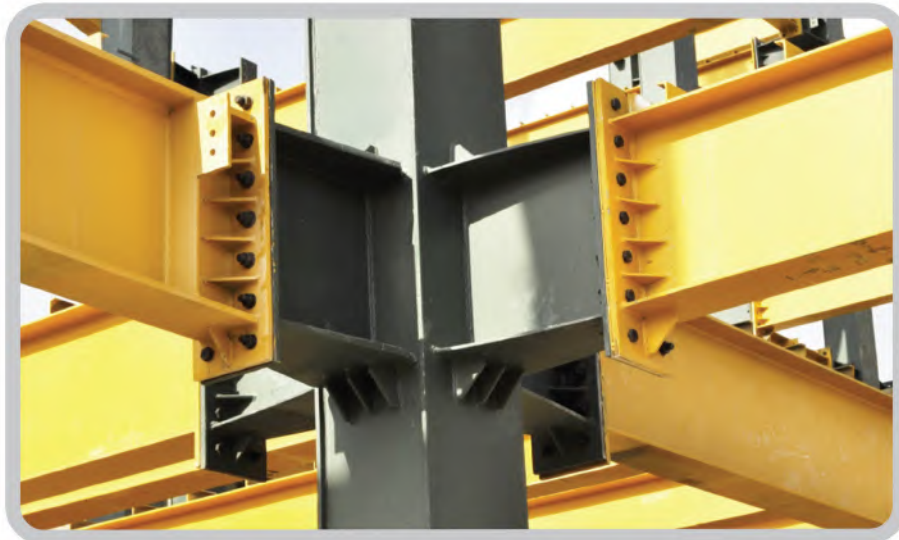
۲-۱-۱- فولادهای ساختمانی

فولادهای ساختمانی به فولادهایی می گویند که از آنها می توان به عنوان مواد اولیه برای ساختمان اسکلت های فلزی، اسکلت پل ها و همچنین برای ساختن قطعات وسایل نقلیه، دستگاه ها، ماشین آلات، اجزای ماشین (پیچ و مهره، میله و محور، یاتاقان غلتشی و...) استفاده کرد. امروزه قسمت عمده محصولات کارخانه های فولادسازی را فولادهای ساختمانی تشکیل می دهند. به طور کلی فولادهای ساختمانی به چند دسته کل تقسیم بندی می شوند.

فولادهای ساختمانی معمولی: این فولادها جزء فولادهای غیرآلیاژی هستند و چون درانتخاب آن ها استحکام کششی نقش نقش تعیین کننده دارد، آن ها را برحسب استحکام کششی شان طبقه بندی می کنند. استحکام کششی این فولادها متناسب با درصد کربن موجود در آنها افزایش می یابد و برعکس، انعطاف پذیری آنها کاهش می یابد. به عبارت دیگر، با افزایش کربن، شکنندگی فولاد بیشتری شود. همچنین ازدیاد کربن قابلیت تغییر فرم درحالت گرم، قابلیت جوشکاری، و براده برداری فولاد را کاهش می دهد. این فولادها از ۰/۱۲ تا ۰/۶ درصد کربن داشته و آنها را در دو گروه با درجه مرغوبیت ۱ و ۲ تولید و به بازار عرضه می کنند. شکل های ۸-۲ و ۹-۲ نمونه هایی از کاربرد این نوع فولادها را نشان می دهد.



شکل ۸-۲. نمونه ای از کاربرد فولادهای ساختمانی در ساخت اسکلت های فلزی.

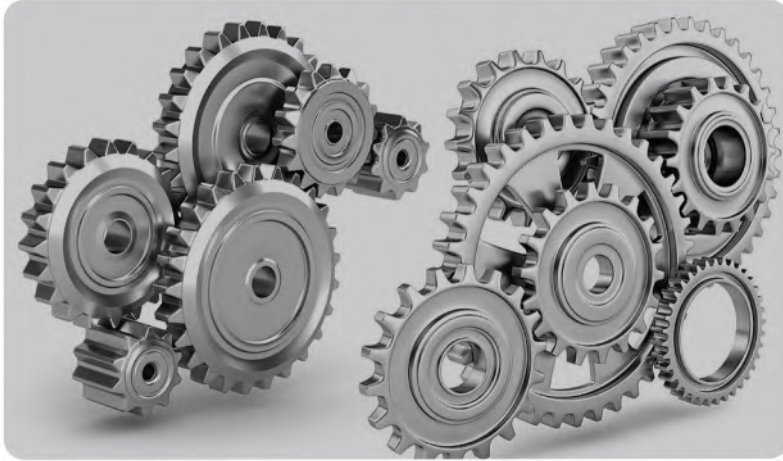


شکل ۹-۲. چند نمونه از پرکاربردترین شکل فولادهای ساختمانی.

فولادهای سختکاری شونده (کربوریزه): از این فولادها برای ساختن قطعاتی استفاده می شود که بایستی دارای سطح خارجی سخت و قسمت داخلی (مغز) نرم باشند. همچنین سطح آنها درمقابل سایش مقاوم بوده و قسمت داخلی آنها قابلیت تحمل خود را در مقابل ضربه حفظ کند و شکننده نباشد. برای این منظور، ابتدا کربن سطح خارجی آن ها را با روش های مختلف افزایش می دهند و سپس سختکاری می کنند. برای اینکه قسمت داخلی این فولادها پس از سختکاری، نرم باقی بماند، باید مقدار درصد کربن آن ها از $0/2$ درصد کمتر باشد.

فولادهای بهسازی شونده: این فولادها جزء فولادهای ساختمانی هستند و $0/2$ تا $0/6$ درصد کربن دارند. استحکام کششی و مقاومت این فولادها را می توان به وسیله بهسازی (سخت کردن و برگشت دادن تا درجه حرارت 500 تا 700 سانتیگراد) افزایش داد. فولادهای بهسازی شونده برای ساخت قطعاتی به کار می رود که در معرض ضربه و برخورد قرار دارند، مانند میل لنگ ها،

محورلنگ پرس های ضربه ای و محور وسایل نقلیه. شکل ۲-۱۰ چند نمونه کاربردی از فولادهای ساختمانی سخت شده را نشان می دهد.



شکل ۲-۱۰. چند مورد از کاربردهای فولادهای سخت شونده.

۲-۱-۲- فولادهای عملیات حرارتی پذیر

درصد کربن این فولادها بیش از $0/3$ است پس در نتیجه عملیات حرارتی در روغن یا آب به خوبی سخت می شوند. برای اصلاح و بهبود خواص مکانیکی در این فولادها مقداری عناصر آلیاژی به آنها اضافه می شود. این فولادها تا مغز سخت می شوند (مخصوصاً قطعاتی که نازک بوده و نیز در آب سرد می شوند). پس از عملیات حرارتی بایستی بلافاصله تمپر شوند تا از ترک خوردن احتمالی آنها جلوگیری شود. این فولادها به دودسته آلیاژی و کربنی تقسیم می شوند. فولادهای ساده کربنی فولادهایی هستند که مقادیر کمی از عناصر آلیاژی مانند منگنز (حداکثر $0/9$) به آنها اضافه می شود. در اثر عملیات حرارتی مغز قطعه ساخته شده از این فولاد چندان سخت نمی شود.

فولادهای قابل عملیات حرارتی برای ساخت قطعات طول بلند در ماشین آلات و وسایل نقلیه که نیاز به استحکام و مقاومت کششی بالا و انعطاف پذیری خوب

در برابر شکست دارند استفاده می شود. که از موارد پر کاربرد آن می توان به میل لنگ ها، محورهای غیر هم مرکز، اجزاء و قطعات دندانه دار، شافت های مربوط به صنایع سیمان، شاسی اتومبیل و صفحه دیسک اشاره کرد. شکل ۱۱-۲ یک نمونه از کاربردهای فولاد های عملیات حرارتی پذیر را نشان می دهد.



شکل ۱۱-۲. ساخت یک دسته پیستون از فولاد عملیات حرارتی پذیر.

۲-۱-۳- فولادهای مخصوص تولید لوله های API

موسسه نفت آمریکا (American Petroleum Institute) که به اختصار API نامیده می شود، بزرگترین و تنها موسسه ملی تامین کننده همه جانبه تجهیزات صنایع نفت و گاز خام در ایالت متحده آمریکا می باشد. انجمن دارای بیش از ۶۲۵ عضو از بین شرکت های بزرگ بوده که در صنایع اکتشاف و تولید و بازاریابی نفت، خطوط لوله و تجارت دریایی و ارائه خدمات فعالیت دارند. ماموریت موسسه نفت آمریکا برقراری امنیت در صنعت نفت سراسر جهان و به منظور بالا بردن اطمینان جهانی برای سرمایه-گذاری در صنعت نفت و گاز طبیعی آمریکا می باشد. API شامل ۶۸۵ استاندارد و دستورالعمل های اجرایی می باشد. تعداد زیادی از این

استاندارد ها در قوانین دولتی و فدرال گنج‌نایده شده اند و همچنین در موسسه بین‌المللی استاندارد سازی (International Standardization Organization (ISO)) به تصویب رسیده اند. فعالیت های API طی ۸۵ سال گذشته منجر به پیشرفت تجهیزات صنایع نفت و پتروشیمی و همچنین استانداردهای عملیاتی شده است. استاندارد ها و دستورالعمل های اجرایی API شامل همه بخش های صنعت نفت و گاز می باشند و کلیه استاندارد ها برای استفاده کاربردی از تجهیزات و مواد قابل تعویض و روش های مهندسی بدون نقص، قابل استفاده هستند. در شکل ۲-۱۲ تصویری از خطوط انتقال محصولات پتروشیمی را نشان می دهد که در ساخت این خطوط از فولادهای API استفاده شده است.

لوله های تولید شده براساس استاندارد API ۵L در دو سطح ۱-PSL و ۲-PSL طبقه بندی می گردند. PSL مخفف Product Specification Level است. تفاوت کاربردی آنها به شرح ذیل می باشد:

۱- PSL:

- ۱- الزامات مشترک استاندارد API ۵L برای تمامی فولادها میسر می باشد.
- ۲- گرید (Grade) اینگونه لوله ها از A۲۵ تا X۷۰ را شامل می شوند.
- ۳- برای اینگونه لوله ها مشخص کردن عناصر C/Mn/P/S، الزامی است.
- ۴- مشخص کردن معادل کربن اینگونه لوله ها غیر ضروری است و تنها در صورت درخواست خریدار مشخص میشود.
- ۵- مشخص کردن حداقل میزان انرژی جذب شده توسط تست ضربه برای این لوله ها غیر ضروری است مگر بنا به درخواست خریدار باشد.
- ۶- برای اینگونه لوله ها میتوان از کلیه فرایندهای جوشکاری استفاده نمود.
- ۷- تعمیر بدنه اینگونه لوله ها با جوشکاری مجاز میباشد.
- ۸- کاربرد این لوله ها در سرویسهای معمول و غیر ترش است.
- ۹- درصد کربن اینگونه لوله ها بین اعداد ۰/۲۱ الی ۰/۲۸ است.

۱۰- درصد گوگرد این لوله ها از لوله های سطح PSL-۲ بیشتر است.

۲- PSL:

۱- الزامات بهبود یافته استاندارد برای خواصی نظیر استحکام کششی، مقاومت

به ضربه و کربن معادل (Ce) و جوش پذیری حاکم می باشد.

۲- این لوله ها از گرید B الی X۱۲۰ را شامل می شوند.

۳- آنالیز شیمیایی، برای اینگونه لوله ها عناصر C/Si/Mn/P/S الزامی میباشند.

۴- مشخص کردن درصد کربن معادل (Ce) برای اینگونه لوله ها الزامی است.

۵- مشخص کردن حداقل میزان انرژی جذب شده توسط تست ضربه، برای اینگونه لوله ها الزامی است.

۶- فرآیندهای جوشکاری COW و LW، برای این لوله ها مجاز نمیباشند.

۷- تعمیر بدنه این لوله ها با جوشکاری ممنوع است.

۸- کاربرد اینگونه لوله ها در سرویس گاز ترش، خطوط لوله دریایی و خطوط لوله لخته گیر یا سرباره گیر (Slag Catcher) است.

۹- درصد کربن در اینگونه لوله ها ۰/۱ الی ۰/۲۴ می باشد.

۱۰- حداکثر درصد گوگرد برای اینگونه لوله ها (بدون درز) ۰/۰۰۳٪ و (با درز) ۰/۰۰۲٪

مزایا و کاربرد های API ۵L:

* قابلیت استفاده در خطوط طولانی نفت و گاز و آب به دلیل ارزانی

* مقاومت به پیشرفت ترک در خطوط لوله

* قابلیت استفاده در سیستم های ترش



شکل ۲-۱۲. لوله های انتقال محصولات پتروشیمی، ساخته شده از فولاد API.

مجتمع فولاد مبارکه نیز با توجه به نیاز مشتریان و صنعت داخلی اقدام به تولید گریدهای مختلف از استاندارد ۵L API کرده است که با کیفیت و دقت مناسبی در اختیار مصرف کنندگان قرار می گیرد.

۲-۱-۴- فولادهای مخصوص مخازن تحت فشار

مخزن تحت فشار (Pressure vessel) عبارت است محفظه ای بسته که جهت نگهداری سیال در فشاری متفاوت از فشار محیط (اتمسفر)، طراحی شده است. اختلاف فشار یک پارامتر خطرناک است و بر اثر تغییرات این پارامتر در مخازن تحت فشار، امکان انفجار و تخریب آن وجود دارد. در نتیجه، طراحی، ساخت و بهره برداری از این مخازن، توسط سازمان های مهندسی تحت نظارت قانونی قرار می گیرد. تعریف مخازن تحت فشار از کشوری به کشور دیگر متفاوت است اما پارامتر ثابت در این تعریف، حداکثر فشار و درجه حرارت مناسب مخزن می باشد.

انواع مخازن تحت فشار

مخازن تحت فشار از دیدگاه های مختلف به شکل زیر تقسیم بندی می شوند:

- * چیدمان: افقی یا عمودی.
- * نوع سیال نگهداری شونده: گاز یا مایع.
- * ضخامت جداره: جداره نازک یا جداره ضخیم.
- * هندسه مخزن: کره ای، استوانه ای و یا مخروطی.

کاربرد مخازن تحت فشار

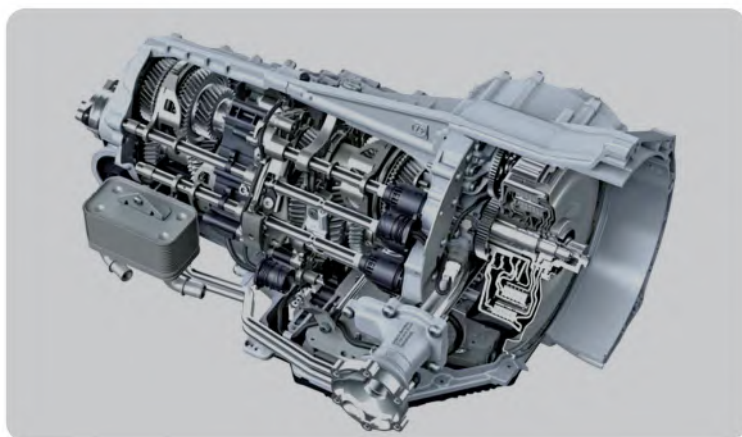
این مخازن در صنعت به عنوان نگه دارنده هوای فشرده، منبع ذخیره آب، بویلر ها، ذخیره انواع گاز ها، اتاقک تحت فشار، برج های تقطیر، مخازن راکتور هسته ای، مخازن هوای فضاپیما ها، مخازن هوای زیر دریایی، پنوماتیک مخزن، مخزن هیدرولیک تحت فشار، مخازن ذخیره سازی برای گازهای مایع مانند آمونیاک، کلر، پروپان، بوتان و LPG و... مورد استفاده قرار می گیرند. در مصارف غیر صنعتی به عنوان تانک های ذخیره آبگرم خانگی، کپسول های اکسیژن و .. استفاده می شوند. بیشترین کاربرد مخازن تحت فشار در صنعت نفت، گاز و پتروشیمی می باشد. شکل ۲-۱۳ یک نمونه مخزن تحت فشار مورد استفاده در صنایع نفت و گاز را نشان می دهد.



شکل ۲-۱۳. یک نمونه مخزن تحت فشار استوانه ای مورد استفاده در صنایع نفت و گاز.

۲-۱-۵- فولادهای الکتریکی

فولادهای الکتریکی که فولادهای لمیناسیون، فولادهای سیلیسیوم دار یا فولادهای ترانسفورماتور نامیده می‌شوند، فولادهای هستند که باید دارای خواص مغناطیسی مشخصی مانند سطح حلقه‌ی هیستریزیس کم و در نتیجه تلفات هسته‌ی پایین و نیز قابلیت نفوذ مغناطیسی بالا باشند. فولادهای الکتریکی معمولاً به شکل ورق‌های الکتریکی با ضخامت کم‌تر از ۲ میلی متر با فرآیند نورد سرد تولید می‌شوند و سپس در اشکال معین به صورت لایه‌هایی روی هم چسبانده می‌شوند تا هسته‌ی ترانسفورماتور را تشکیل دهند. شکل ۲-۱۴ نمونه‌های از موتورهای الکتریکی که در ساخت آن از فولاد الکتریکی استفاده شده است نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱۴. کاربرد فولادهای الکتریکی در ساخت موتور الکتریکی.

فولادهای الکتریکی آلیاژهای آهن و کربن هستند که می‌توانند از صفر تا ۶/۵٪ سیلیسیوم داشته باشند. سیلیسیوم به صورت چشم‌گیری مقاومت الکتریکی ویژه‌ی فولاد را افزایش می‌دهد که در نتیجه باعث کاهش مقدار جریان گردابی شده و در نتیجه تلفات هسته را کاهش می‌دهد. در این فولادها منگنز و آلومینیوم نیز می‌توانند تا ۰/۵٪ افزوده شوند. با افزایش مقدار سیلیسیوم جریان‌های

گردابی کاهش یافته و سطح حلقه‌ی هیستریزس کاهش می‌یابد. از سوی دیگر افزایش سیلیسیوم باعث ترد شدن فولاد شده و کارپذیری و فرم‌پذیری آن را کاهش می‌دهد و به ویژه باعث کاهش قابلیت نورد آن می‌شود. همچنین در تهیه‌ی این فولادها باید درصد عناصری مثل C، S، O و N کنترل شود تا از ایجاد ترکیبات ترد و رسوبات درشت جلوگیری به عمل آید. زیرا وجود این رسوبات هم قابلیت کارپذیری فولاد را کاهش داده و هم تلفات هیستریزس را افزایش می‌دهد. در این میان اثر کربن بسیار مهم است، زیرا می‌تواند باعث پیری مغناطیسی شود، یعنی به مرور زمان از حالت محلول جامد خارج شده و به صورت کاربید رسوب کند، لذا درصد کربن این فولادها بسیار کم و در حد پایین‌تر از 0.05% نگهداشته می‌شود. همچنین می‌توان این فولادها را با عملیات حرارتی دکرپوره کرد.

علیرغم بهبود خواص مغناطیسی با افزایش سیلیسیوم، کنترل عناصر آلیاژی و کنترل بافت، کنترل اندازه دانه با کمک عملیات حرارتی مناسب می‌تواند تلفات مغناطیسی را به مقدار قابل توجهی کاهش دهد. هر قدر اندازه دانه‌ها در ریزساختار درشت‌تر باشد، با کاهش چگالی مرزدانه‌ها میزان تلفات مغناطیسی کاهش می‌یابد. معمولاً اندازه دانه مناسب فولادهای الکتریکی در حدود 150 میکرومتر است.

با توجه به نیاز روزافزون صنعت به انرژی الکتریکی و نیز با توجه به حذف یارانه‌های انرژی در صنعت، استفاده از مواد و تجهیزاتی که حداقل اتلاف انرژی الکتریکی در آن‌ها وجود داشته باشد، بیش از پیش لازم و ضروری به نظر می‌رسد. لذا استفاده از ورق‌های الکتریکی به ویژه نوع جهت‌دار که باعث کاهش چشم‌گیری در اتلاف انرژی الکتریکی در موتورها، ژنراتورها و ترانسفورماتورها می‌شود، امری ضروری به نظر می‌رسد. بازار داخلی کشور سالانه به 20 تا 30 هزار تن از انواع این محصولات فولادی نیاز دارد. در جهت پاسخگویی به نیاز

مشتریان با تلاش جمعی نواحی تولیدی و پشتیبانی در شرکت فولاد مبارکه اصفهان و با تدوین استاندارد ملی ورق‌های فولادی الکتریکی نیمه آماده، تولید ورق‌های الکتریکی مورد نیاز صنایع، در مدار تولید قرار گرفته است.

۲-۱-۶- فولادهای مخصوص ورقهای دریایی

فولادهای دریایی بصورت فولادهای گرم نوردیده بوده و معمولاً دارای عرض زیادی هستند. مهمترین مشخصه فولادهای دریایی این است که بایستی تحت نظارت یک شرکت بازرسی بوده و در همه مراحل تولید و کار تحت کنترل پارامترهای بازرسی باشند. اهمیت بازرسی در مورد این فولادها بقدری بالا است که تقسیم بندی آنها بر حسب نوع شرکت بازرسی صورت می گیرد.

۲-۱-۷- فولاد های مخصوص نورد سرد

یک سری گریدهای خاص تختال در فولاد مبارکه مستقیماً برای محصولات نورد سرد تولید می شوند. فولاد IF یکی از محصولاتی است که به صورت نورد سرد شده برای ساخت بدنه خودرو استفاده می شود. فولاد عاری از عناصر بین نشین (IF) با ریزساختار تکفاز فریتی دارای مقادیر کربن و نیتروژن بسیار کمی می باشد. مقدار کربن و نیتروژن محلول در آن توسط عناصر میکروآلیاژی نظیر تیتانیم و یا نیوبیم با تشکیل کسر حجمی بسیار کمی از کاربیدها و نیتrideها، کاهش می یابد. کاهش عناصر بین نشین در فولاد باعث می شود که در حین فرایند تغییر شکل پلاستیک، مانع بر سر حرکت نابجایی ها ایجاد نشود و نابجایی ها بتوانند به راحتی حرکت کنند. این عوامل باعث می شود تا فولاد IF از شکل پذیری بیشتری نسبت به سایر فولاد های کم کربن برخوردار بوده و در صنایع خودرو سازی به طور ویژه استفاده شود. شکل ۲-۱۵ کاربرد فولاد نورسرد شده در ساخت بدنه خودرو را نشان می دهد.



شکل ۲-۱۵. کاربرد فولاد نورد شده در ساخت بدنه خودرو.

مبارکه
فولاد
مجمع



استاندارهای جهانی
تولیدتختال

استانداردهای جهانی تولید محصولات فولادی

شرکت های فولادی بر اساس استانداردهای معتبر جهانی و همچنین قابلیت خط تولید و نیاز مشتری، تختال های مختلفی را از نظر ترکیب شیمیایی تولید می کنند. جدول ۱-۳ استانداردهای معتبر جهانی تولید محصولات فولادی که در کارخانجات مختلف استفاده می شود را نشان می دهد. کارخانه فولاد مبارکه نیز از این استانداردهای معتبر برای تولید و عرضه محصولات فولادی خود استفاده می کند.

ردیف	نام استاندارد
1	JIS
2	SAE
3	ASTM
4	BS
5	DIN
6	API
7	JFE

جدول ۱-۳ استانداردهای معتبر جهانی تولید

استانداردهای مختلف تولید تختال به گریدهای مختلفی تقسیم می شوند. جدول ۲-۳ گریدهای رایج تختال را برای استانداردهای متفاوت نشان می دهد. شرکت های فولاد سازی و همچنین کارخانه فولاد مبارکه براساس این گریدها محصولات خود را تولید و عرضه می کنند. تختال به عنوان یک محصول نیمه آماده محسوب می شود در نتیجه تفاوت عمده تختال های تولیدی در

شرکت های مختلف بیشتر در گرید یا ترکیب شیمیایی آن ها می باشد. و استاندارد مشخص و بین المللی برای آن تدوین نشده است و برخی کشورها یا کارخانجات برای تولیدات خود استاندارد داخلی تهیه نموده اند که از آن جمله استاندارد تولید تختال در موسسه ی استاندارد ایران میباشد که با کمک کارشناسان فولاد مبارکه تهیه شده است. هر گرید دارای یک محدوده ترکیب شیمیایی از عناصر مختلف بوده که تغییر عناصر بیش از محدوده باعث تغییر خواص تختال می شود.

ردیف	نام استاندارد	گرید
1		SS330
2		SS400
4		SS490
5		SS540
3		SM400A, B, C
4		SM490A, B, C
5		SM490YA, YB
6		SM520C
7		SM520B, C
8		SM570
9		1030
10		1035
11		1040
12		1045
13		1050
14		1055
15		1080
16		1536
17		1541
18		A36
19		A283
20		A568
21		A635
22		A635

جدول ۲-۳ گریدهای مختلف استانداردهای تولید

ردیف	نام استاندارد	گرید
23		A1011
24		A1018
25		BS1449
26		BS4360
27		BS EN 10025
28		BS EN 10113
29		DIN 17100 ST22
30		DIN 17100 ST33
31		DIN 17100 ST37.2
32		DIN 17100 ST44.2
33		DIN 17100 ST52.3
34		API 2H-42
35		API 2W-42
36		API 2H-50
37		API 2W-50
38		API 2W-60
39		JFE HTEN590
40		JFE HTEN610
41		JFE HTEN690
42		JFE HTEN710
43		JFE HTEN690M
44		JFE HTEN710M

جدول ۲-۳ گریدهای مختلف استانداردهای تولید



معرفی محصولات تختال فولاد مبارکه

معرفی محصولات تختال فولاد مبارکه

محصولات تولیدی شرکت شامل موارد زیر می باشد.

- * فولاد های ساختمانی
- * فولادهای عمیات حرارتی پذیر
- * فولادهای مخصوص تولید لوله های API
- * فولادهای مخصوص مخازن تحت فشار
- * فولادهای الکتریکی
- * فولادهای مخصوص ورقهای دریایی
- * فولاد های مخصوص نورد سرد
- * تولید طبق سفارش مشتری

۴-۱- ترکیب شیمیایی

ترکیب شیمیایی کلیه گریدهای تختال تولیدی در شرکت فولاد مبارکه در جداول ۴-۱ تا ۴-۹ ارایه شده است.

فولاد ساختمانی						
N	Si	S	P	Mn	C	
-	-	0/035	0/035	1/4	0/17	S235JR
0/012	-	0/035	0/035	1/5	0/17	S235JO
0/012	-	0/035	0/035	1/5	0/17	S235J2
0/012	-	0/035	0/035	1/5	0/21	S275JR
0/012	-	0/035	0/035	1/5	0/18	S275JO
0/012	-	0/025	0/025	1/5	0/18	S275J2
0/020	0/56	0/030	0/035	1/6	0/24	S355JR
0/020	0/56	0/030	0/030	1/6	0/24	S355JO
0/020	0/56	0/030	0/025	1/6	0/20	S355J2
-	0/55	0/025	0/025	1/6	0/20	S355K2

جدول ۴-۱: ترکیب شیمیایی گریدهای فولاد ساختمانی

فولاد API							
N	Si	S	P	Mn	C		
-	-	0/030	0/030	1/40	0/26		APIX60
-	-	0/030	0/030	1/45	0/26		APIX65
-	-	0/030	0/030	1/65	0/26		APIX70

جدول ۴-۲: ترکیب شیمیایی گریدهای فولاد AP

فولاد مخصوص نورد سرد							
N	Si	S	P	Mn	C		
-	-	0/045	0/045	0/60	0/12		DD11
-	-	0/035	0/035	0/45	0/10		DD12
-	-	0/030	0/030	0/40	0/08		DD13
-	-	0/025	0/025	0/35	0/08		DD14
-	-	0/020	0/020	0/15	0/003	IF	IF

جدول ۴-۳: ترکیب شیمیایی گریدهای فولاد های مخصوص نورد سرد

فولاد های میکروآلیاژی									
ترکیب شیمیایی									
درصد وزنی									
حداکثر									
Ti	V	Al	Nb	Si	S	P	Mn	C	
0/15	0/20	0/015	0/09	0/50	0/020	0/025	1/3	0/12	S 315 MC
0/15	0/20	0/015	0/09	0/50	0/020	0/025	1/5	0/12	S 355 MC
0/15	0/20	0/015	0/09	0/50	0/015	0/025	1/6	0/12	S 420 MC
0/15	0/20	0/015	0/09	0/50	0/015	0/025	1/6	0/12	S 460 MC
0/15	0/20	0/015	0/09	0/50	0/015	0/025	1/7	0/12	S 500 MC
0/15	0/20	0/015	0/09	0/50	0/015	0/025	1/8	0/12	S 550 MC
0/22	0/20	0/015	0/09	0/50	0/015	0/025	1/9	0/12	S 600 MC

جدول ۴-۴: ترکیب شیمیایی گریدهای فولاد های میکروآلیاژی

فولاد های مقاوم به خوردگی									
ترکیب شیمیایی									
درصد وزنی									
حداکثر									
Cu	Cr	N	Si	S	P	Mn	C		
0/55	0/8	0/009	0/4	0/035	0/035	0/6	0/13		S235JOW
0/55	0/8	0/009	0/4	0/03	0/035	0/6	0/13		S235J2W
0/55	0/8	0/009	0/5	0/035	0/035	1/5	0/16		S355JOW
0/55	1/25	0/009	0/75	0/035	0/15	1	0/12		S355JOWP
0/55	1/25	-	0/75	0/03	0/15	1	0/12		S355J2WP

جدول ۴-۵: ترکیب شیمیایی گریدهای فولاد های مقاوم به خوردگی

فولاد های مقاوم به حرارت							
N	Si	S	P	Mn	C		
-	0/4	-	-	0/9	0/18	ASTM A204	GRAD A

جدول ۴-۶: ترکیب شیمیایی گریدهای فولاد های مقاوم به حرارت

فولاد های عملیات حرارتی شونده							
N	Si	S	P	Mn	C		
-	-	0/05	0/04	0/9	0/34		SAE 1030
-	-	0/05	0/04	0/9	0/55		SAE 1030

جدول ۴-۷: ترکیب شیمیایی گریدهای فولاد های عملیات حرارتی شونده

فولاد مخازن تحت فشار							
N	Si	S	P	Mn	C		
-	-	0/035	/035 0	0/9	0/18		55
-	-	0/035	/035 0	0/9	0/21		60
-	-	0/035	/035 0	1/2	0/24		65
-	-	0/035	/035 0	1/2	0/27		70
-	-	0/035	/035 0	0/9	0/17		GRAD A
-	-	0/035	/035 0	0/9	0/22		GRAD B
-	-	0/035	/035 0	0/9	0/28		GRAD C

جدول ۴-۸: ترکیب شیمیایی گریدهای فولاد مخازن تحت فشار

فولاد دریایی							
N	Si	S	P	Mn	C		
-	0/5	0/035	/035 0	0/55	0/21	RINA	GRAD A
-	0/5	0/035	/035 0	0/70	0/21	RINA	GRAD B
-	0/5	0/035	/035 0	0/60	0/18	RINA	GRAD C

جدول ۴-۹: ترکیب شیمیایی گریدهای فولاد دریایی

کارخانه فولاد مبارکه تنها آنالیز شیمیایی تختال تولیدی را تضمین می نماید. دستیابی به خواص مکانیکی مورد نظر برای محصول نهایی وابسته به شرایط فرایند تولید (نورد، آنیل و ..) خریدار تختال می باشد.

۴-۲- مشخصات فرایند تولید (MPS)

مشخصات فرایند تولید در کارخانه فولاد مبارکه به طور خلاصه در جداول ۴-۱۰ تا ۴-۱۳ آورده شده است.

ظرفیت تولید فولاد و تجهیزات	
ظرفیت (تن/سال)	7.2 تن در سال
امکانات کارخانه فولاد	کوره قوس الکتریکی (EAF) کوره پاتیلی (LF) RH-TOP گاز زدایی خلا سولفورزدایی
تعداد امکانات مختلف	8 کوره قوس الکتریکی 7 کوره پاتیلی
ظرفیت تولید کوره قوس الکتریکی	ظرفیت اسمی 200 تن تولید عادی 180 تن
نسبت آهن/ قراضه برای کوره قوس الکتریکی	حالا عادی: 90٪ ذوب آهن اسفنجی / 10٪ قراضه حالت خاص: 100٪ ذوب آهن اسفنجی
تجهیزات گاز زدایی	RH-TOP
Type of string	Bottom string
میانگین سطح خلا	1 mbar :RH
کنترل های صورت گرفته	تقویت کننده ها و انژکتورها
زمان گاز زدایی	30 تا 35 دقیقه
زمان تغذیه	7 دقیقه
آنالیز کنترل سرباره	هر پنج ذوب یکبار

جدول ۴-۱۰: ظرفیت تولید فولاد و تجهیزات در کارخانه فولاد مبارکه

مٹالورژی ٹائپوہ (L.F)	
ظرفیت	190 ن
زمان تصفیہ (بالاش)	45 دقیقہ
آٹالیز حرارت (چہ زمانی؟)	در کورہ قوس الکتریکی، کورہ پائیلی و ریختہ‌گری
شارژ کردن فرو آلیاز	تغذیہ مداوم در IF Bin و wire injection در RH-TOP
انواع فرو آلیاز	Fe-Mn، کربدہای فولاد کم کربن، کربن متوسط، پر کربن؛ HSLA، API Fe-MO، Fe-B، Fe-Ti، Fe-V، Fe-Nb ،Cu، Ni، Fe-Cr
Type of string	پلاگین متخلل در تہ پائیل
امکانات تنظیم کنندہ دما	Multi lab 3 from Electronite company

جدول ۴-۱۱: مشخصات متالورژی ثانویه در کارخانه فولاد مبارکه

توکبب شبمباب	
درصد کربن	0/5 تا 25PPM درصد وزنی کربن
درصد نپروژن	حالت عادی: حداکثر 80PPM حالت خاص: با توافق
درصد اکسیژن	$3\text{ PPM} < 30\text{ PPM}$ محلول > مجموع
درصد هیدروژن	حالت عادی: 7 PPM حالت خاص: حداکثر 3PPM
دمای کنترل	با ترموکوبل در کوره قوس الکتریکی، کوره با نیل و ریختهگری
امکانات مالنورزی خلا	RH-TOP
روش های آنالیز	طیف سنخ نوری (اسپکترومر) برای تجزیه و تحلیل کلی
تعداد آتایز ترکیب شبمبابی در تصفیه اولیه	3 یا 4 نمونه

جدول ۴-۱۲: مشخصات ترکیب شیمیایی در کارخانه فولاد مبارکه

ریخته‌گری پیوسته	
محافظت اکسیداسیون در تاندیش	پودر بازی و پوشش معدنی تاندیش سیوس پرشته شده
حداقل مقدار در تاندیش	2, 5 CCM 20 تن 1, 3, 4 CCM 12 تن
مقدار باقی مانده در ظرف انتقال پس از ریخته‌گری	1 تن
کنترل سطح قالب	ماین های ۱ تا ۴ کنترل رادیواکتیو و ماین ۵ کنترل الکترومگنتیک
ابعاد ریخته‌گری	ضخامت 200، 220، 250 و 300 میلی، عرض 650 تا 2025 میلی متر و طول 9000 تا 10500 میلی‌متر و طول های دیگر در صورت توافق
بازرسی چشمی نازل ها بعد از ریخته‌گری	بله
کنترل تمیزی	تست باوم سولفورپریت مانسمان ریت

جدول ۴-۱۳: مشخصات ریخته گری پیوسته در کارخانه فولاد مبارکه

۴-۳- علامت گذاری تختال

جهت ردیابی تختال های تایید شده در شرکت فولاد مبارکه پس از ریخته گری یک شماره نه رقمی روی تختال حک می شود که توضیح مربوط به هر کدام از این شماره ها به صورت زیر می باشد.

- * شماره اول نشان دهنده سال تولید می باشد.
- * شماره دوم شماره کوره را نشان می دهد.
- * چهار شماره بعدی شامل شماره ذوب مربوطه می باشد.
- * دو شماره بعدی شماره لاین ریخته گری است.
- * شماره آخر نشان دهنده عدد برش بوده که مربوط به سیکل تختال در واحد آماده سازی تختال می باشد. این عدد در ریخته گری همیشه عدد صفر ثبت می گردد.

۴-۴- مشخصات ابعادی قابل تولید

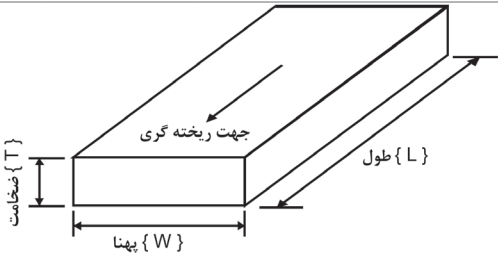
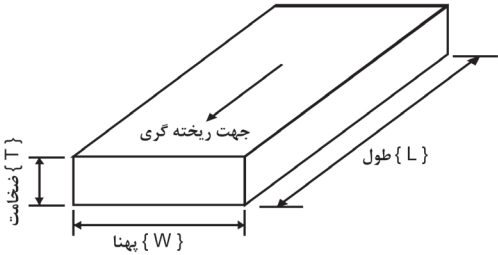
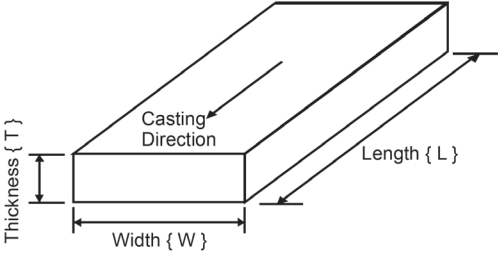
شرکت فولاد مبارکه قابلیت تولید تختال در رنج ابعاد مشخص شده در جدول ۴-۴ را دارد. این محدوده ابعادی ذکر شده با توجه به نیاز مشتری و قابلیت تولید کارخانه تولید کارخانه مشخص می گردد.

ابعاد	اندازه
عرض تختال	650-2025 میلی متر
ضخامت تختال	200 و 220 و 250 و 300 میلیمتر
طول تختال	4/5 - 10 متر

جدول ۴-۴: محدوده ابعاد تختال قابل تولید در کارخانه فولاد مبارکه

۴-۵- رواداری ابعادی

جدول ۴-۱۵ روش اندازه گیری و حدود مجاز برای مقدار رواداری ابعادی در نمونه های تختال های تولیدی در در کارخانه فولاد مبارکه را نشان می دهد.

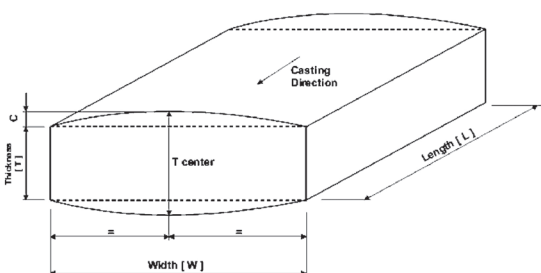
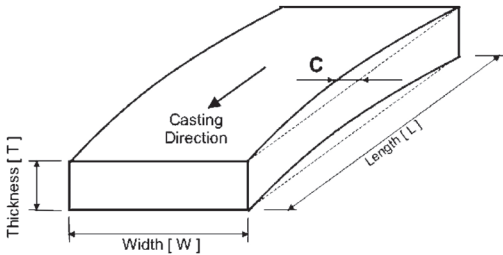
روش اندازه گیری رواداری ابعادی		رواداری
عرض تختال		- 10 mm + 20 mm
ضخامت تختال		- 6 mm + 6 mm
طول تختال		$\pm 100\text{mm}$ (For all Length)

جدول ۴-۱۵: روش اندازه گیری و حدود مجاز برای مقدار رواداری ابعادی در نمونه های تختال

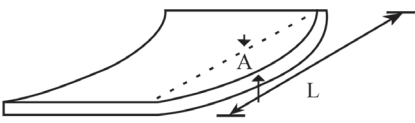
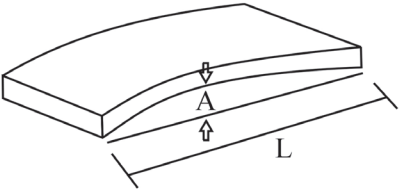
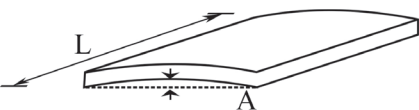
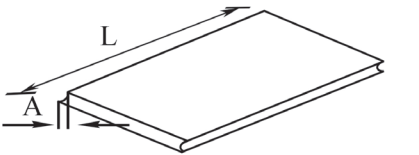
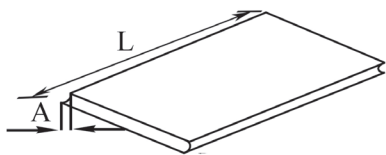
با توجه به اینکه تختال با استفاده از شعله برش داده می شود. رواداری ابعادی ایجاد شده توسط دو شعله برش ± 3 سانتی متر می باشد.

۴-۶- انحرافات ظاهری

حداکثر حد مجاز برای انحرافات ظاهری در تختال های تولیدی در کارخانه فولادمبارکه در جداول ۴-۱۵ و ۴-۱۶ ارایه شده اند. این انحرافات فاکتورهای خمیدگی، فاکتور صافی، قوس و تقعر می باشد.

حد مجاز		روش اندازه گیری انحراف
فاکتور Crown		$C = T_{center} - T$ $C \leq 10 \text{ mm}$ & 7 mm/m
فاکتور خمیدگی		$C \leq 4 \text{ mm/m}$

جدول ۴-۱۶: حد مجاز برای خمیدگی تختال های تولیدی

نوع انحراف	شکل ظاهری انحراف	روداری	
		پارامتر	حد مجاز
فاکتور صافی (خمیدگی به داخل)		A	8 mm/m
فاکتور صافی (خمیدگی به بیرون)		A	8 mm/m
قوس عرضی		A	max 10 mm & max 7mm/m
تقعر (فرورفتگی سطح باریک)		A	5mm MAX
تحدب (بادکردگی سطح باریک)		A	5mm MAX

جدول ۴-۱۷: مقادیر حد مجاز برای انحرافات ظاهری شامل صافی، قوس و تقعر

۴-۷- تست های بازرسی فنی

در فرایند ساخت محصول در کارخانه فولاد مبارکه، بازرسی های کاملی روی تختال های تولیدی انجام می گیرد که تست های بازرسی فنی شامل مواد زیر می باشد.

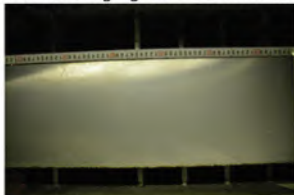
۱. بازرسی بر اساس مانسمان ریت

سیستم رتبه بندی مانسمان (MR) یکی از روش های مورد استفاده برای ارزیابی کیفیت اسلب در ریخته گری مداوم است. رتبه مانسمان بر اساس معاینه بصری سطوح اچ شده اسلب توسط اسید هیدروکلریک است و به اندازه و پیوستگی نقاط تاریک ایجاد شده مرتبط است. به طور کلی هرچه که تعداد نقاط تاریک ایجاد شده روی سطح کمتر باشد رتبه مانسمان کمتر است که به معنای نرخ کمتر میکروجدایش در نمونه می باشد.

در این روش در ابتدا آماده سازی سطوح انجام شده و سپس ماکرو اچ روی سطح انجام می گیرد. معمولاً ماکرو اچ توسط اسید هیدروکلریک داغ انجام می شود. سپس به صورت بصری رتبه بندی نمونه انجام می گیرد. جهت رتبه بندی نمونه اندازه، تعداد و پیوستگی نقاط تاریک روی سطح مورد بررسی قرار می گیرد. شکل ۴-۳ یک نمونه با نتیجه مناسب و یک نمونه ضعیف را نشان می دهد.

سیستم رتبه بندی عیوب داخلی تختال براساس مقایسه تصاویر از سطح ماکرو اچ شده نمونه ها با تصاویر مربوط به هر عیب در استاندارد این روش، صورت می پذیرد.

Centerline Segregation - Good Results



Centerline Segregation - Poor Results



شکل ۴-۱. دو نمونه از نتایج رتبه بندی مانسمان. الف) نمونه با نتیجه مناسب و ب) نمونه ضعیف.

۲. سولفور پرینت

سولفور پرینت روشی برای ارزیابی ماکروسکوپی توزیع سولفور در فولادها و چدن ها توسط چاپ تماسی به کمک کاغذ عکاسی سیاه و سفید غوطه ور شده در یک محلول اسیدی مانند اسید سولفوریک، اسید سیتریک یا اسید استیک می باشد. سولفور پرینت در واقع یک آزمون کیفی است و شامل بررسی نحوه توزیع آخال های سولفیدی در سطح نمونه های فولادی با مقادیر سولفور ۴/۰-۴/۰۰ درصد وزنی و چاپ نحوه توزیع این آخال ها بر روی کاغذ چاپ عکس مطابق با استاندارد ASTM E1180 است. بطوری که در تصویر حاصله سولفیدها بصورت نقاط قهوه ای رنگ تشکیل شده توسط سولفید نقره (AgS) آشکار می شوند. (فولادهای حاوی سولفیدهای کمپلکس مثل سولفید تیتانیم یا کروم به محلول های تست واکنش نشان نمی دهند).

مراحل آزمون:

- ۱- آماده سازی سطحی با استفاده از ماشینکاری و یا فرز
- ۲- غوطه وری کاغذ چاپ عکس در محلول اسید سولفوریک رقیق (۱۰-۲٪) به مدت ۵-۱ دقیقه و به دور از نور سفید یا نور خورشید. انتخاب اسید و غلظت آن به میزان گوگرد در فولاد وابسته است.
- ۳- حذف اسیدهای اضافی روی سطح با تکان دادن کاغذ یا کشیدن غلتک لاستیکی بر روی آن.
- ۴- قرار دادن نمونه بر روی طرف اصلی کاغذ (آغشته به نیترات نقره)، کشیدن غلتک جهت خروج هوا از بین کاغذ و نمونه و نگهداری به مدت حدود ۳۰ ثانیه تا ۱۰ دقیقه (بسته به نوع اسید و غلظت آن و میزان گوگرد نمونه) بدون هرگونه حرکت جانبی (حرکت جانبی کاغذ یا نمونه باعث کدر شدن تصویر و محبوس شدن هوا بین نمونه و کاغذ باعث ایجاد نقاط سفید رنگ بر روی تصویر می شود).
- ۵- شستن کاغذ در آب جاری (انداختن درون ظرفی که آب در آن جریان دارد)، قرار دادن در محلول ثبوت (سدیم تیوسولفات) به مدت ۲۰-۱۵ دقیقه، شستن به مدت ۳۰ دقیقه و در نهایت خشک کردن با خشک کن مخصوص تا کاغذ تغییر شکل ندهد.

۳. بازرسی چشمی

تمامی محصولات توسط کارشناسان مسئول بصورت دقیق مورد بازرسی چشمی نیز قرار می گیرند تا از عدم وجود عیوب سطحی در تختال اطمینان حاصل شود. در صورتی که عیوب مشاهده شده نظیر تخلخل و ترک با استفاده از اسکارف قابل رفع نباشد، تختال از خط خارج می شود.

۴. عیب زدایی و اسکارف

درصدی از تختال ها پس از فرایند تولید و خنک شدن، به دلیل وجود عیوب سطحی نظیر ترک و.. باید توسط شعله دستی عیب زدایی و یا اصطلاحاً اسکارف شوند. حدود قابل قبول پرداخت دستی جهت رفع عیوب عبارت اند:

- ۱- حدود قابل قبول پرداخت دستی برای یک سطح عمق پرداخت شده (A) باید کمتر یا مساوی ۸٪ ضخامت تختال باشد (کمتر از ۱۶ میلی متر در ضخامت ۲۰۰ میلیمتر)
- طول پرداخت شده (B) باید بیشتر یا مساوی ۶ برابر عمق سطح پرداخت شده باشد.
- عرض پرداخت شده (M) باید بیشتر یا مساوی ۵ برابر عمق اسکارف در سطح اول باشد.

$$A \leq 16\text{mm}$$

$$B \geq 6A$$

$$M \geq 5A$$

- ۲- حدود قابل قبول پرداخت دستی برای هر سطح مجموع عمق پرداخت در دو سطح مساوی یا کمتر از ۱۰٪ ضخامت تختال باشد.

$$(A+C) \leq 20\text{mm}$$

۳- حدود قابل قبول پرداخت دستی جهت کناره ها
عمق پرداخت در کناره ها باید کمتر از ۱۶ میلی متر باشد
ارتفاع پرداخت در کناره ها بیشتر یا مساوی ۵ برابر عمق باشد
طول پرداخت در کناره ها بیشتر یا مساوی ۲۰ برابر عمق باشد

$$D \leq 16 \text{ mm}$$

$$H \geq 5 D$$

$$L \geq 20D$$

۴-۸- گواهی نامه های قابل ارایه به همراه محصول

شرکت فولاد مبارکه بنا به درخواست مشتریان، کیفیت کلیه محصولات خود را تایید و گواهی می نماید. انواع مختلف گواهینامه های محصول به شرح زیر است:

۱. گواهینامه انطباق محصول با سفارش.

در این نوع گواهینامه بدون درج نتایج آزمایشگاه، انطباق محصول با سفارش توسط واحد کنترل کیفیت یا شرکتهای بازرسی کننده تایید می گردد.
(طبق استاندارد EN ۱۰۲۰۴)

۲. گواهینامه آنالیز شیمیایی ذوب.

در این نوع گواهینامه ضمن تایید انطباق محصول با سفارش توسط واحد کنترل کیفیت و شرکتهای بازرسی کننده، آنالیز شیمیایی ذوب محصول مورد نظر همراه با شماره محصول و شماره ذوب درج می گردد.

۳. گواهینامه تست محصول.

در این نوع گواهینامه کلیه نتایج آزمایشات انجام گرفته و اطلاعات کامل محصول (شماره محصول، شماره ذوب، نتایج آنالیز شیمیایی و تست با من و

مانسمان ریت و گزارشهای بازرسی و ...) ارائه می گردد. همچنین انطباق محصول با سفارش و استاندارد توسط واحد کنترل کیفیت و شرکتهای بازرسی کننده و نماینده مشتری طبق بند ۳ استاندارد EN ۱۰۲۰۴ انجام می گردد.

۴. گزارش بازرسی.

مشابه گزارش تست محصول می باشد و همزمان دارای تاییدیه واحد کنترل کیفیت و نماینده مشتری می باشد. برای صدور این گواهینامه حضور نماینده مشتری الزامی است.

۵. گواهی غیر رادیواکتیو بودن محصولات.

۴-۹- مواردی که حین سفارش خرید تختال از شرکت فولاد

مبارکه توسط مشتری باید مشخص گردد

۱. آنالیز شیمیایی محصول مورد نظر.

گريد و استاندارد محصول مورد نظر (با توجه به قابلیت ها و توافق کارخانه فولاد مبارکه) باید توسط مشتری تعیین گردد.

۲. تعیین تلرانس ترکیب شیمیایی.

میزان تلرانس ترکیب شیمیایی و حساسیت به درصد عناصر خاص به درخواست مشتری و موافقت کارخانه فولاد مبارکه می تواند تعیین گردد. با توجه به قابلیت های خط تولید کارخانه فولاد مبارکه و توافق با مشتری، اعلام تلرانس ترکیب شیمیایی تا حدی قابل انجام می باشد.

۳. ابعاد اسمی شامل ضخامت، عرض و طول مورد نیاز.

ابعاد تختال مورد نیاز با توجه به رنج ابعادی تختال تولیدی در کارخانه فولاد مبارکه، باید توسط مشتری اعلام گردد.

۴. میزان رواداری های ابعادی - بازرسی و کنترل شدت عیوب.

رواداری ابعادی تختال با توجه به رنج بازه رواداری قابل قبول در کارخانه فولاد مبارکه، می تواند توسط مشتری مشخص گردد.

۵. علامت گذاری و مارکینگ روی محصول.

موارد مورد نیاز مشتری نظیر وزن اسمی و اطلاعات خاص تولید به درخواست مشتری و موافقت کارخانه فولاد مبارکه، با پرداخت هزینه اضافی قابل درج بر روی برچسب (Label) محصول می باشد

۶. نیاز به اسکارف یا عدم آن.

با توجه به محدوده مجاز اسکارف و عیب یابی در کارخانه فولاد مبارکه، مشتری می تواند نیاز به اسکارف سطح تختال و محدوده آن را مشخص نماید.

۷. تعیین سطح بازرسی.

باتوجه به قابلیت های بازرسی کیفیت محصول در کارخانه فولاد مبارکه، میزان تعیین سطح بازرسی توسط مشتری قابل تعیین است

۸. گواهینامه و مدرک بازرسی و نوع آنها در صورت لزوم.

نیاز به دریافت گواهینامه های و مدارک بازرسی هر محصول می تواند توسط مشتری مشخص گردد.

۹. تعیین محصول نهایی مشتری (End use).

برای جلوگیری از مشکلات در حین فرایند تولید، بهتر است محصول نهایی حاصل از تختال توسط مشتری تعیین گردد (پلیت سنگین یاسبک- کویل- بیلت یا غیره). زیرا میزان حساسیت به وجود عیوب نظیر ترک سطحی در فرایند تولید محصولات نهایی تختال، متفاوت است.

۱۰. شرایط تحویل محصول.

۱۱. تعیین زمان تحویل مورد نظر.

۱۲. سایر الزامات و جزئیات مورد نیاز.



پیوست

- معرفی شرکت های تولید کننده تختال و محصولات آنها
- معرفی فرآیند و تجهیزات تولید
- ترکیب شیمیایی محصولات
- ابعاد تختال های تولیدی
- رواداری ابعادی

پیوست

معرفی شرکت های تولید کننده تختال و محصولات آن ها

مقدمه ای در مورد شرکت های تولید کننده تختال در دنیا

شرکت های بزرگ فولادسازی مختلفی در دنیا به تولید تختال و محصولات نهایی آن می پردازند. از جمله این شرکت ها می توان به Tata Steel، JFE Steel، Kobe Steel، New Zealand Steel، JSW STEEL، AHMSA steel، china steel، Nippon steel و ThyssenKrupp steel، POSCO steel، ArcelorMittal Ostrava اشاره کرد. شرکت فولاد مبارکه توانسته است با تکیه بر توانمندی های داخلی با قدرت در بازارهای جهانی با این شرکت ها رقابت کند و به عنوان یک برند بین-المللی معتبر در میان کشورهای مصرف کننده محصولات فولادی شناخته شود. شکل ۱ لوگوی بعضی از شرکت های معتبر تولید کننده تختال و محصولات نهایی آن را نشان می دهد.

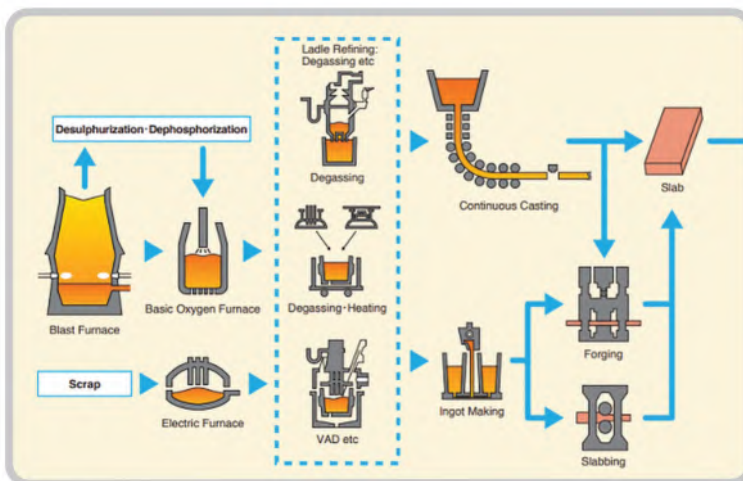


شکل ۱ لوگوی بعضی از شرکت های معتبر تولید کننده تختال.

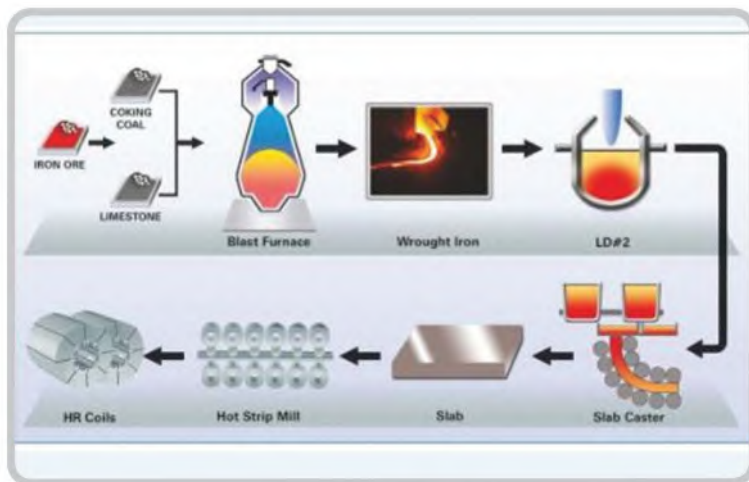
معرفی فرآیند و تجهیزات تولید

در کارخانجات مختلف برای به دست آوردن فولاد مذاب، از فن‌آوری‌های مختلفی از جمله روش‌های کوره بلند (BF)، کوره قوس الکتریکی (EAF) و کوره القایی (IMF) می‌توان استفاده کرد. با وجود آنکه بیش‌تر تولید فولاد خام در جهان به وسیله روش کوره بلند تولید می‌شود، اما به دلایل متعددی استفاده از روش کوره‌های الکتریکی، توجیه پذیرتر می‌باشد.

فن‌آوری‌های مورد استفاده در تولید محصولات فولادی در مراحل بعد از به دست آوردن فولاد مذاب یعنی ریخته‌گری و نورد، کم و بیش یکسان بوده و تختال به روش ریخته‌گری پیوسته تولید می‌شود. شکل ۲ و ۳ به ترتیب شماتیکی از خط تولید تختال در شرکت‌های JFE Steel و Tata Steel را نشان می‌دهد. این تصاویر نشان می‌دهد که خط تولید تختال فولاد مبارکه مشابه شرکت‌های بزرگ فولادی به روز و پیشرفته است.



شکل ۲ شماتیکی از خط تولید تختال در شرکت JFE Steel.



شکل ۳ شماتیکی از خط تولید تختال در شرکت Tata Steel.

ترکیب شیمیایی محصولات

شرکت های فولادی بر اساس استانداردهای معتبر جهانی و همچنین قابلیت خط تولید و نیاز مشتری، تختال های مختلفی را از نظر ترکیب شیمیایی تولید می کنند. جدول ۱ و ۲ استانداردهای معتبر جهانی تولید تختال و گریدهای رایج که در کارخانجات مختلف استفاده می شود را نشان می دهد. کارخانه فولادمبارکه نیز از این استانداردهای معتبر برای تولید و عرضه محصولات فولادی خود استفاده می کند. استانداردهای مختلف تولید تختال به گریدهای مختلفی تقسیم می شوند. شرکت های فولاد سازی و همچنین کارخانه فولادمبارکه بر اساس این گریدها محصولات خود را تولید و عرضه می کنند.

■ KS	SS330, 400, SM400A, B, C, SM490A, B
■ JIS	SS330, SS400, SS490, SS540, SM400A, B, C, SM490A, B, C, SM490YA, YB, SM520B, C, SM570
■ ASTM	A36, A283, A570
■ BS	BS1449 PART 1 50/35HR, HS, BS4360, 40B, B, C, 50B, C
■ DIN	DIN17100 ST22, ST33, ST37-2, ST44-2, ST52-3

جدول ۱ استانداردهای معتبر جهانی تولید تختال و گرید های مختلف آن

ASTM A568	General Requirments
ASTM A1011	CS/DS/SS/HSLAS
ASTM A635	Heavy gauge HR General Requirments
ASTM A1018	Heavy gauge CS/DS/SS/HSLAS
ASTMA659	CS Carbon (0.16 - 0.25%)
SAE J1392	HSLA/SS
SAE J2340	HSLA
SAE J403	Crbon Steel to 1080
SAE J404	Alloy Steels (please inquire)

جدول ۲ استانداردهای معتبر جهانی تولید تختال و گرید های مختلف آن

تختال به عنوان یک محصول نیمه آماده محسوب می شود در نتیجه تفاوت عمده تختال های تولیدی در شرکت های مختلف بیشتر در گرید یا ترکیب شیمیایی آن ها می باشد. هر گرید دارای یک محدوده ترکیب شیمیایی از عناصر مختلف بوده که تغییر عناصر بیش از محدوده باعث تغییر خواص تختال می شود. جدول ۳ بازه ترکیب شیمیایی گرید های مختلف استاندارد

ASTM، JIS و BS را نشان می دهد.

Standard Specification			Chemical Composition (%)									
Equivalent Specification	Grade	C max	Mn max	S max	P max	Si max	Ai	N max	Micro alloys max	CE max	Tensile Test Olrection	YS (Mpa) min
EN 10025	S235JR	0.17	1.40	0.035	0.035			0.012		0.35	T	ts16:235 t216:225 ts16:235 t216:225 ts16:235 t216:225
EN 10025	S235J0	0.17	1.40	0.030	0.030			0.012		0.35	T	ts16:235 t216:225 ts16:235 t216:225 ts16:235 t216:225
EN 10025	S23532	0.17	1.40	0.025	0.025					0.35	T	ts16:235 t216:225 ts16:235 t216:225 ts16:235 t216:225
ASTM A1011	SS Grade 36 Type1	0.25	0.90	0.040	0.040				Ti: 0.025		L	250
ASTM A1018	SS Grade 36 Type1	0.25	1.50	0.040	0.040			0.014	Ti: 0.025		L	250
ASTM A1011	SS Grade 40	0.25	0.90	0.040	0.040				Ti: 0.025		L	275
ASTM A1018	SS Grade 40	0.25	1.50	0.040	0.040			0.014	Ti: 0.025		L	275
JIS G3101	SS400			0.050	0.050						L	ts16:235 t216:225 ts16:235 t216:225
JIS G3106	SM400A	0.23	2.5xc ml	0.035	0.035						L	ts16:235 t216:225 ts16:235 t216:225 ts16:235 t216:225
JIS G3106	SM400B	0.20	0.60-1.40	0.035	0.035	0.035		0.012			L	ts16:235 t216:225 ts16:235 t216:225 ts16:235 t216:225
JIS G3106	SM400C	0.18	1.40	0.035	0.035	0.035		0.012		0.40	L	ts16:235 t216:225 ts16:235 t216:225 ts16:235 t216:225
EN 10025	S275JR	0.21	1.50	0.035	0.035					0.40	T	ts16:235 t216:225 ts16:235 t216:225 ts16:235 t216:225
EN 10025	S275J0	0.18	1.50	0.030	0.030					0.40		ts16:235 t216:225 ts16:235 t216:225 ts16:235 t216:225
EN 10025	S275J2	0.18	1.50	0.025	0.025						T	ts16:235 t216:225 ts16:235 t216:225 ts16:235 t216:225
ASTM A38	A38	0.25	ts20: 0.8-1.20	0.050	0.040	0.040			Type1/2/3 or 5		T	250
ASTM A572	Grade 42	0.21	1.35	0.050	0.040	0.040					T	290
ASTM A1011	SS Grade 36 Type 2	0.25	1.35	0.040	0.035				Ti: 0.025		L	250
ASTM A1011	SS Grade 45	0.25	1.35	0.040	0.035				Ti: 0.025		L	310
ASTM A1018	SS Grade 36 Type 2	0.25	1.35	0.040	0.035			0.014	Ti: 0.025	0.43	L	250

جدول ۳ بازه ترکیب شیمیایی گرید های مختلف استاندارد ASTM، JIS و BS

همچنین جدول ۴ و ۵ به ترتیب بازه ترکیب شیمیایی گریدهای مختلف استاندارد SAE و JFE را نشان می دهد.

Specification	Chemical Composition (maximum %)				
	C	Mn	P	S	Si
SAE 1010	0.08 - 0.13	0.30 - 0.60	0.030	0.035	-
SAE 1012	0.10 - 0.15	0.30 - 0.60	0.030	0.035	-
SAE 1015	0.13 - 0.18	0.30 - 0.60	0.030	0.035	-
SAE 1018	0.15 - 0.20	0.60 - 0.90	0.030	0.035	-
SAE 1020	0.18 - 0.23	0.30 - 0.60	0.030	0.035	-
SAE 1022	0.18 - 0.23	0.70 - 1.00	0.030	0.035	-
SAE 1025	0.22 - 0.28	0.30 - 0.60	0.030	0.035	0.35
SAE 1030	0.28 - 0.34	0.60 - 0.90	0.030	0.035	0.35
SAE 1035	0.32 - 0.38	0.60 - 0.90	0.030	0.035	0.35
SAE 1040	0.37 - 0.44	0.60 - 0.90	0.030	0.035	0.35
SAE 1045	0.43 - 0.50	0.60 - 0.90	0.030	0.035	0.35
SAE 1050	0.48 - 0.55	0.60 - 0.90	0.030	0.035	0.35
SAE 1055	0.50 - 0.60	0.60 - 0.90	0.030	0.035	0.35
SAE 1060	0.55 - 0.65	0.60 - 0.90	0.030	0.035	0.35
SAE 1552	0.47 - 0.55	1.20 - 1.50	0.030	0.035	0.15 - 0.35
SAE 15B21	0.17 - 0.24	0.70 - 1.20	0.030	0.035	0.15 - 0.35

جدول ۴ بازه ترکیب شیمیایی گریدهای مختلف استاندارد SAE

Designation (Thickness,mm)	Heat Treatment	Chemical Composition (%)															
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Nb	B	Ceq		Pcu	
														Thickness (mm)			
JFE. HITEN590 (6-150)	QT	≤0.16	0.15/ 0.55	≤1.50	≤1.25	≤1.15	≤0.30	≤1.00	≤0.30	≤0.30	≤0.08	-	-	t ≤50 50<t ≤50 75<t	≤0.44 ≤0.46 ≤0.48	≤0.26 ≤0.28 ≤0.28	
JFE. HITEN610 (6-150)	QT	≤0.16	0.15/ 0.55	≤1.50	≤1.25	≤1.15	≤0.30	≤1.00	≤0.30	≤0.30	≤0.08	-	-	t ≤50 50<t ≤50 75<t	≤0.45 ≤0.47 ≤0.49	≤0.26 ≤0.28 ≤0.28	
JFE. HITEN690 (6-100)	QT	≤0.16	≤1.50	≤1.20	≤1.25	≤1.15	≤0.30	≤1.00	≤0.70	≤0.50	≤0.08	-	≤0.005	t ≤50 50<t	≤0.54 ≤0.58	- -	
JFE. HITEN710 (6-100)	QT	≤0.16	≤0.35	≤1.20	≤1.25	≤1.15	≤0.40	≤1.00	≤0.70	≤0.50	≤0.08	-	≤0.005	t ≤50 50<t	≤0.55 ≤0.59	- -	
JFE. HITEN690M (6-100)	QT	≤0.14	≤0.35	≤1.20	≤1.15	≤1.15	≤0.40	0.30/ 1.30	≤0.70	≤0.50	≤0.05	-	≤0.005	t ≤50 50<t	≤0.53 ≤0.57	- -	
JFE. HITEN710M (6-100)	QT	≤0.14	≤0.35	≤1.20	≤1.15	≤1.15	≤0.40	0.30/ 1.30	≤0.70	≤0.50	≤0.05	-	≤0.005	t ≤50 50<t	≤0.53 ≤0.57	- -	

جدول ۵ بازه ترکیب شیمیایی گرید های مختلف استاندارد JFE

ابعاد تختال های تولیدی

تختال ها به عنوان یک محصول نیمه نهایی، استاندارد ثابتی برای ابعاد ندارند و ضخامت و عرض آن ها بیشتر به تکنولوژی خط تولید کارخانه وابسته است. تختال های تولید شده در کارخانه های مختلف دارای ضخامت هایی بین ۱۲۰ تا ۳۰۰ mm و عرض ۷۰۰ تا ۲۰۰۰ mm می باشند.

این تختال ها بسته به سفارش مشتری و ظرفیت کارخانه دارای طول های مختلفی نظیر ۸،۶،۴ و ۱۲ متر می باشند. جدول ۶ ضخامت و عرض های رایج برای تختال های تولید شده را نشان می دهد.

عرض اسمی (mm)	ضخامت اسمی (mm)
650-800	120
900-1150	150-180
900-1150	180-200
1500-1600	240
650	250
700-800	250
900-1000	250
1350-1450	250

جدول ۶ ضخامت و عرض های رایج تختال های تولید شده در شرکت های مختلف

نسب عرض به ضخامت یکی از پارامترهای ابعادی برای تختال ها و صفحات نوردگرم شده به شمار می رود. جدول ۷ نسب عرض به ضخامت را برای تختال های تولیدی در کارخانجات مختلف نشان می دهد. همان طور که مشاهده می شود این نسب بین ۴ تا ۲۷ متغیر می باشد.

Width(mm) Thickness (mm)	1000 to 1400	1401 to 1600	1601 to 1800	1801 to 2000	2001 to 2200	2001 to 2200	2401 to 2600	2601 to 2800	2801 to 3000	3001 to 3200	3201 to 3400	3401 to 3600	3601 to 3800	3801 to 4000	4001 to 4200	4201 to 4400	4401 to 4600	4601 to 4800	4801 to 5000	5001 to 5200	5201 to 5300	5301 to 5350
6.0 - 6.9																	22	22	19	16	13.5	13.5
7.0 - 9.0								25										22	20	16	13.5	13.5
9.1 - 11.9																			20	20	20	16
12.0 - 13.9																					22	16
14.0 - 25.0																				25		16
25.1 - 28.0																	25					16
28.1 - 32.0														25					24	23	20	16
32.1 - 38.0											25				24	23	22	21	20	19	18	16
38.1 - 45.0												24	23	23	20	19	19	18	17	16	16	16
45.1 - 50.0					25					23	22	21	20	20	18	17	16	16	15	14	14	14
50.1 - 55.0							24	24	21	21	20	19	18	18	16	16	15	14	14	13	13	13
55.1 - 60.0							24	22	21	19	19	17	16	16	15	14	13	13	12	12	12	11
60.1 - 65.0					24	23	21	20	18	18	17	16	15	15	14	13	12	12	11	11	10	9.5
65.1 - 70.0				24	24	22	21	19	18	17	16	15	14	14	13	12	12	11	11	10	10	9.5
70.1 - 75.0	24	23	24	23	21	20	18	17	15	15	15	14	13	13	12	11	11	10	10	9.2	9	8.5
75.1 - 80.0	23	23	22	21	21	19	18	17	15	14	14	13	12	12	11	11	10	10	9.6	9.2	9	8.5
80.1 - 90.0	20	20	20	19	19	17	16	15	14	13	12	11	11	10	10	9.7	9.2	8.8	8.5	8.2	8	7.5
90.1 - 100.0	18	18	18	17	17	15	14	13	12	11	11	10	10	9.6	9.1	8.7	8.3	8	7.6	7.3		
100.1 - 110.0	16	16	16	16	15	14	13	12	11	10	10	9.7	9.1	9	8.3	8	7.6	7.2	7	6.7	5.8	
110.1 - 120.0	15	15	15	14	14	13	12	11	10	10	9.4	8.8	8.4	8	7.6	7.2	6.9	6.6	6	6		
120.1 - 130.0	14	14	14	13	13	12	11	10	9.8	9.2	8.6	8.2	7.7	7.3	7.0	6.7	6.4	6	5.1	5.3		
130.1 - 140.0	13	13	13	12	12	11	10	9.7	9	8.5	8	7.5	7.1	7	6	6	5.1	5.1	5.1	5.3		
140.1 - 150.0	12	12	12	11	11	10	9.7	9.1	8.4	7.9	7.4	7	6.7	6.4	6	5	5	5				
150.1 - 160.0	11	11	11	10	10	9.9	9.1	8.5	7.9	7.4	7.0	6.6	6.2	6	5	5						
160.1 - 170.0	10	10	10	10	10	9.3	8.6	8	7.4	6.9	6.6	6.2	5.8	5.1	5	4.4						
170.1 - 180.0	10	10	10	9	9.4	8.8	8.1	7.6	7.1	6.6	6.2	5.8	5.1	4.8	5	4.4						
180.1 - 190.0	9	9	9	9	8.9	8.3	7.7	7.1	6.7	6.2	5.8	5.4	5.1	4.8	4.5	4.3						
190.1 - 200.0	9	8.2	8.2	8	8.5	7.9	7.3	6.8	6.2	5.8	5.5	5.1	4.8	4.6	4.3	4.1						

جدول ۷ نسب عرض به ضخامت را برای تختال های تولیدی در کارخانجات مختلف

رواداری ابعادی

با توجه به فرایند ریخته گری پیوسته و نورد در خط تولید شرکت های مختلف، اختلاف در ابعاد نهایی (ضخامت و عرض) تختال اجتاب ناپذیر است. به همین دلیل شرکت ها میزان روادای ابعادی خاصی را برای محصولات خود مشخص می نمایند که اختلاف ابعاد تختال در این بازه قابل قبول است. جدول ۸ میانگین رواداری ابعادی را برای تختال های تولیدی در کارخانجات مختلف نشان می دهد.

ابعاد	اندازه (mm)	رواداری (mm)
	$150 <$	± 3
	$150 \geq$	$5 \pm$
عرض	650-1600	-10 / +15

جدول ۸ میانگین رواداری ابعادی برای تختال های تولیدی در کارخانجات مختلف

