



شرکت فرآورده های نسوز ایران

( ایرفکو )

عنوان سند


## دستورالعمل به کارگیری جرم های ریختنی سنگین

کد سند

IRF- WI – C –851- 04

امضا	تاریخ	سمت	نام و نام خانوادگی	
		مدیر بازاریابی و خدمات مهندسی فروش	هیراد عباس زاده	تهیه کننده
		نماینده مدیریت	مسلم صداقتی	تایید کننده
				تصویب کننده

شماره فرم تغییر مدارک	تاریخ	شماره بازنگری	شماره صفحه	شماره فرم تغییر مدارک	تاریخ	شماره بازنگری	شماره صفحه
				تصویب اولیه	۹۹/۰۶/۱۹	۰۰	کلیه صفحات

	<b>دستورالعمل به کارگیری جرم های ریختنی سنگین</b>	شماره بازنگری : 00
<b>IREFCO</b>	صفحه : 2 از 7	کد : IRF – WI – C– 851– 04

۱- **هدف و دامنه کاربرد :** هدف از این مستند ، تشریح چگونگی بکارگیری جرم های ریختنی سنگین در ایرفکو می باشد.

۲- **اقدامات :**

**مقدمه :**

جرمهای ریختنی نسوز غالباً برای پوشش سطوح دارای اشکال پیچیده که امکان بکارگیری آجر مشکل است و یا امکان افتادن آجرهای نسوز از پوسته فولادی در حین عملیات وجود دارد بکار میرود . این جرمها پوشش محافظ ایجاد می کنند و با قابلیت کاربرد یک لایه عایق (Insulating) در پشت آنها، ماشین آلات و تجهیزات را از تنش های مکانیکی و حرارتی و تأثیر مواد شیمیایی مصون می سازد. جرمهای ریختنی میتوانند بواسطه گیره های نسوز مسلح شده و همچنین به بدنه های فولادی می چسبند. انتخاب صحیح جرم ریختنی، نحوه کاربرد آن و همچنین روش های مخلوط کردن و ریختن، خشک کردن و حرارت دادن، بسیار حائز اهمیت می باشد .

### ۱-۲- آماده کردن مخلوط:

جرمهای ریختنی در حالت خشک باید حتی الامکان در انبار سرپوشیده نگهداری شوند بنحوی که از رطوبت و تابش مستقیم نور آفتاب در امان بوده و هنگام استفاده، دمای آن در محدوده ۱۶-۲۷ درجه سانتیگراد باشد . اگر دمای جرم در حالت خشک در خارج از این محدوده باشد باید پالتهای مربوطه بطور جداگانه از هم باز شده و در محیطی قرار گیرند تا به دمای مورد نظر برسند. ضمناً ترجیح داده میشود پالتهای جرم ریختنی نسوز تحت فشار نبوده و حتی الامکان در یک و یا حداکثر دو ردیف بطور ستونی انبار شوند تا از سفت شدن تدریجی آنها جلوگیری شود. جرمهای ریختنی باید در مخلوط کننده های پره دار به ظرفیت 120-350 لیتر مخلوط گردند. این مخلوط کننده ها باید دارای سرعت زیاد و مخلوط کنندگی خوب بوده و بعد از تهیه هر مخلوط، قابل تخلیه و شستشو باشند. مخلوط کننده قبل از استفاده باید کاملاً تمیز باشد . حتی مقادیر کم مواد باقیمانده در مخلوط کننده باعث تغییر خواص جرم ریختنی میشود. یادآوری می گردد تهیه جرمهای مختلف با یک مخلوط کننده بشرطی مجاز است که عمل تمیز شدن بدقت صورت گیرد. مواد زائد در درون مخلوط کننده ها باعث ایجاد کلوخه شده، قدرت سیمان را کاهش میدهد و بعضاً ناخالصی های متضاد باعث افت مقاومت و خواص کیفی جرمهای نسوز میشوند.

آب مورد استفاده برای تهیه جرم ریختنی باید خنک و قابل آشامیدن بوده و دمای آن بین ۱۶-۲۷ درجه سانتیگراد باشد.

اگر آبی دارای مشخصات زیر باشد نباید از آن استفاده نمود:


۱ - آب دریا

۲ - آب حاوی قند

۳ - آبی که ناخالصی های سولفات، کلرید منیزیم، آمونیاک و ... بیشتر از 1000 ppm داشته باشد .

۴ - آبی که PH آن از ۵ کمتر باشد .

همواره باید حداقل آب مورد نیاز مصرف گردد و به محدوده مقدار آب مورد نیاز در برگ مشخصات فنی حتما توجه شود. برای جلوگیری از تبخیر آب در حین مخلوط کردن، جرم نباید در معرض باد و گرما و تابش آفتاب قرار گیرد و در حالت عادی در هر بار باید ۱۰۰-۳۰۰ کیلوگرم جرم مخلوط گردد.

	<b>دستورالعمل به کارگیری جرم های ریختنی سنگین</b>	شماره بازنگری : 00
<b>IREFCO</b>	صفحه : 3 از 7	<b>کد : IRF – WI – C– 851– 04</b>

نظر به اینکه در حین حمل و نقل لرزش، باعث جدایش اجزای جرم ریختنی در کیسه‌ها می‌گردد، اولاً باید همواره کل محتویات یک کیسه مورد استفاده قرار گرفته و ثانیاً جرم ریختنی قبلاً بصورت خشک مخلوط گردد. مقدار آب لازم برای تهیه جرم ریختنی؛ بسته به نوع آن، متفاوت است و معمولاً این مقدار توسط کارخانه سازنده تعیین می‌گردد. بعد از مخلوط شدن مواد بصورت خشک، ابتدا باید ۳/۴ کل مقدار آبی که برای تهیه یک مخلوط لازم است به آن اضافه گردد و بعد باقیمانده آب را به آرامی و تا رسیدن به قوام لازم به مخلوط افزود تا رنگ و حالت آن یکنواخت گردد.

آب اضافی باعث تاخیر در زمان گیرش و کاهش استحکام جرم ریختنی می‌گردد لذا:  
از افزودن آب اضافی جهت بهبود قابلیت ریختن، جداً پرهیز گردد.

زمان مخلوط شدن بستگی به نوع جرم دارد. بنابراین باید این عمل را تا بدست آمدن یک مخلوط یکنواخت ادامه داد، اما زمان مخلوط کردن نباید از ۵ دقیقه تجاوز نماید.

(مخلوط‌کننده‌های پره‌دار این عمل را در ۲/۵-۱/۵ دقیقه انجام می‌دهند).

همواره باید مخلوط به میزانی تهیه شود که قبل از سفت شدن بتوان آنرا مصرف نمود. قبل از شروع عملیات باید از طریق محاسبات هندسی حجم محل مورد نظر را تعیین نمود سپس با استفاده از برگه‌های مشخصات فنی برای هر جرم ریختنی وزن جرم مورد نیاز را محاسبه نمود:


وزن جرم ریختنی مورد نیاز (بر حسب کیلوگرم) برابر است با:

مقدار **Dry Castable Required** مندرج در برگ مشخصات محصول ( $\text{kg/m}^3$ )  $\times$  حجم محل مورد نظر ( $\text{m}^3$ )

جهت اطمینان می‌توان بمیزان ۵٪ اضافه بر مقدار فوق در نظر گرفت.

## ۲-۲- آزمایش قابلیت ریختن جرم:

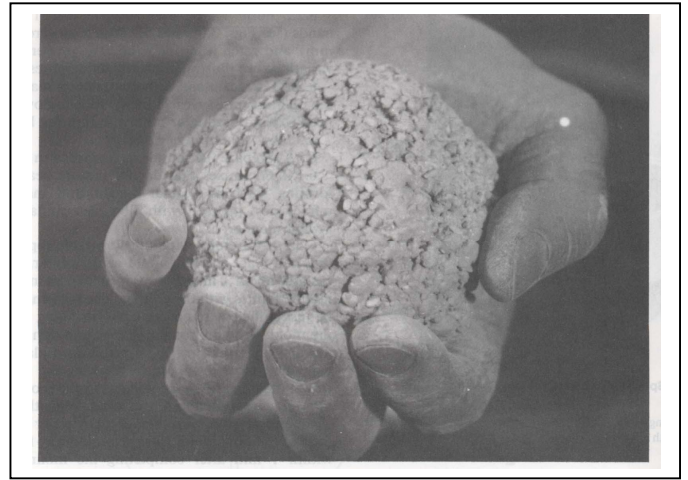
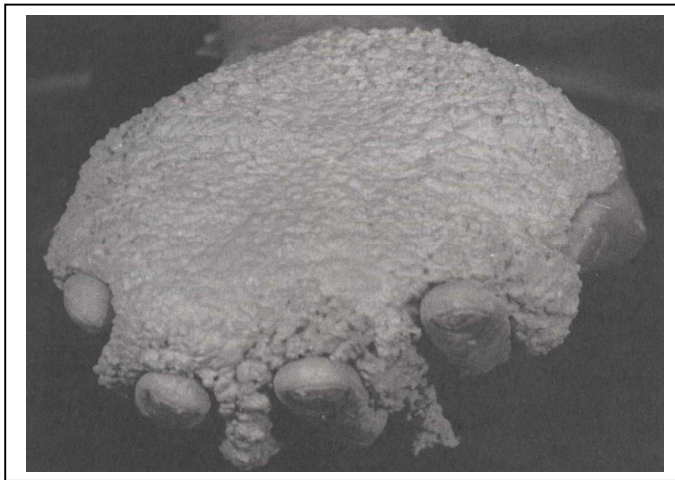
جرمهای ریختنی بعد از مخلوط شدن شروع به سفت شدن می‌نمایند لذا باید در حالی که هنوز در مخلوط‌کننده قرار دارند، از لحاظ قوام و قابلیت ریختن مورد آزمایش قرار گیرند. هر گاه پس از مخلوط کردن و تخلیه مخلوط‌کننده؛ جرم قابلیت ریختن و قوام کافی نداشته باشد باید آنرا دور ریخت. هرگز نباید جرم را دو باره مخلوط نمود. روش ساده آزمایش قابلیت ریختن جرم؛ «آزمایش گلوله در دست» است. اگر گلوله تهیه شده شکل دست را بخود بگیرد و از لای انگشتان از هم گشاده دست رد نشود و یا بصورت گلوله در دست باقی نماند، جرم برای ریختن مناسب است. اگر گلوله تهیه شده در دست بصورت سالم و بدون تغییر شکل باقی بماند، احتمالاً مقدار آب برای تهیه مخلوط کافی نبوده است. در تصاویر صفحه بعد، وضعیت های مختلف بطور کامل تشریح شده است.

	دستورالعمل به کارگیری جرم های ریختنی سنگین	شماره بازنگری : 00
IREFCO	صفحه : 4 از 7	کد : IRF – WI – C– 851– 04

### شکلهای طرز قرار گرفتن جرم ریختنی در دست




این وضعیت نشان می‌دهد جرم آماده شده شرایط مناسبی دارد.



این وضعیت جرمی را با مقدار آب کم نشان می‌دهد. این وضعیت جرمی را با مقدار آب بیش از حد نشان می‌دهد.

روش دیگر آزمایش قابلیت ریختن جرم بدینصورت است که اگر بعد از مخلوط شدن، گلوله‌ای از جرم ریختنی را ۵ تا ۶ بار با دست فشار دهیم از لابلای انگشتان بیرون نزند. همچنین مقداری از جرم ریختنی را میتوان بمدت یکی دو دقیقه ویبره نمود که اگر مقدار آب کافی باشد جرم باید خود را به آرامی رها کند بدون اینکه اثری از جدایش مواد از قبیل آب باز کردن و دوغابی شدن سطح آن مشاهده گردد. بعد از خارج کردن میله ویبره نباید جای آن بصورت حفره در جرم باقی بماند؛ در غیر اینصورت باید مقدار آب آن تنظیم گردد.

	<b>دستورالعمل به کارگیری جرم های ریختنی سنگین</b>	شماره بازنگری : 00
<b>IREFCO</b>	صفحه : 5 از 7	<b>کد : IRF – WI – C– 851– 04</b>

## ۲-۳- قالب گیری:

بطور کلی جرم‌های ریختنی بخصوص اگر قرار است تحت شرایط دمای بالا و یا رطوبت کار شوند باید بلافاصله درون قالب ریخته شوند. بهیچ وجه نباید فاصله زمانی بین آماده شدن جرم و ریختنی آن از ۳۰ دقیقه تجاوز نماید. این محدودیت برای جرم‌های حاوی سیمانهای کلسیم آلومینات پرخلوص ۱۵ دقیقه است.

قالبها و شابلونها باید صاف بوده و عاری از زنگ و هرگونه مواد اضافی دیگر باشند. جهت جلوگیری از چسبیدن جرم به قالب‌ها و یا جذب آب جرم ریختنی، باید سطح آنها بدقت روغن زده شود و قبل از شروع جرم ریزی قالب از لحاظ صاف بودن و نداشتن ترک و برآمدگی کنترل شود. قطعات قالب باید بطور جداگانه در جای خود محکم گردند تا در حین جرم ریزی جابجا نشوند.


جهت جلوگیری از جذب رطوبت جرم، سطوح مجاور آن از قبیل عایق، آجرچینی و . . . باید بوسیله موادی مثل پلاستیک، کاغذ روغنی ضد آب، قیر، پارافین و . . . پوشانده شود. همچنین گیره های سرامیکی نیز باید با آب خیس گردند تا آب موجود در جرم را بخود جذب نمایند. در مواردی که انبساط حرارتی گیره‌های فولادی مسئله‌ساز باشد باید حداقل ۲ سانتیمتر از قسمت انتهائی آنها را نیز با قیر و یا پوشش پلاستیکی و یا حتی گریس به ضخامت حدود یک میلیمتر پوشانند.

سطوح بزرگ باید به قطعات کوچک تقسیم شوند. این قطعات بوسیله درزهای انبساطی و کشویی به یکدیگر متصل می شوند. درزهای انبساطی سطح مورد نظر باید بصورت قائمه قرار گیرند. این کار جهت جلوگیری از تغییرات حجمی و تنش‌های مخرب در جرم ریختنی انجام می‌گیرد زیرا در آغاز حرارت دهی؛ لایه نسوز در دمای ۲۰۰-۵۰ درجه سانتیگراد بعلت از دست دادن آب و در ۹۰۰-۱۰۰۰ درجه سانتیگراد بعلت زینتر شدن، (Sintering) منقبض می‌گردد و در دماهای خارج از این محدوده‌ها جرم منبسط می‌شود. در عملیات حرارتی بعدی دیگر جرم دچار تغییرات حجمی نخواهد شد، بنابراین وجود درزهای انبساطی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

مساحت قطعات نباید از ۱/۵ مترمربع و طول آنها از ۱/۲ متر بیشتر باشد. تقسیم‌بندی جرم به قطعات کوچکتر باعث می‌گردد که انقباض کلی لایه کاهش یافته و این انقباض در قطعات کوچکتر توزیع گردد. قابل ذکر است که در قطعات نسبتاً بزرگ باید سعی نمود جرم بصورت یکپارچه ریخته شود و در صورتی که ممکن باشد سعی شود قبل از سفت شدن ریزش اول، مرحله دوم ریخته شود تا اتصال برقرار شده و بین آنها فاصله نیفتد.

میزان درصد انبساط جرم‌های ریختنی در برگ مشخصات فنی قید شده و میتوان درزهای انبساطی مورد نیاز برای هر جرم را محاسبه نمود .

جرم ریختنی بعد از ریخته شدن در قالب باید از ته قالب به بالا ویبره شود بطوریکه حباب های هوا خارج و جرم یکپارچه گردد. در ویبره کردن جرم نباید افراط نمود؛ بطوریکه آب جرم در سطح آن جمع شود. ویبره باید به آرامی از بتون خارج شود تا حفره و شیار در جرم بجا نگذارد. عمل جرم ریزی و ویبره تا پر شدن قالب باید ادامه یابد و تا کامل

	<b>دستورالعمل به کارگیری جرم های ریختنی سنگین</b>	شماره بازنگری : 00
<b>IREFCO</b>	صفحه : 6 از 7	<b>کد : IRF – WI – C– 851– 04</b>

شدن جرم ریزی یک قسمت، عملیات نباید متوقف شود. لازم به تذکر است که عملیات جرم ریزی قبل از اینکه جرم شروع به سفت شدن نماید باید خاتمه یافته باشد.

سطح بتون در اثر ویبره کردن تراز می گردد. اگر شکل خاصی مورد نظر باشد باید بکمک سر ویبره سطح جرم را به شکل دلخواه فرم داد. اگر قرار است سطح بتون صیقلی گردد اینکار باید توسط ماله و قبل از اینکه جرم شروع به سفت شدن نماید انجام شود.

زمان ماندن جرم در قالب بستگی به دما، مقدار آب و نوع سیمان مصرفی دارد. معمولاً قالبها را ۸ الی ۱۲ ساعت بعد از ریختن میتوان باز نمود. اکثر سیمانهای مورد مصرف در جرمهای ریختنی نسوز بعد از ۲۴ ساعت به ۸۰ تا ۹۰ درصد مقاومت نهایی خود می رسند.

جهت جلوگیری از خشک شدن سطح جرم و اطمینان از هیدراسیون سیمان و سخت شدن آن باید سطوح جرم بوسیله رزین، یا پوششهای پلاستیکی یا پارچه مرطوب یا خاک اره مرطوب پوشش داده شود. از اسپری آب نیز میتوان استفاده نمود لیکن برای سطوح بزرگ اینکار قدری مشکل است.

واکنش آب و سیمان باید به آهستگی انجام شود و دمای بالا باعث می شود جرم فوراً سخت گردد. جرم ریخته شده تا ۲۴ ساعت (Curing Time) باید در دمای ۱۶-۲۵ درجه سانتیگراد قرار گیرد تا خواص خود را حفظ نماید. اگر درجه حرارت محیط زیر ۴ درجه سانتیگراد باشد باید سطح جرم بوسیله مواد عایق پوشانده شود تا از یخ زدگی آن جلوگیری گردد.

یخ زدن بتون بعلافت رفتار نامتعادل آب و انبساط حجمی بمیزان ۰.۹٪ باعث از هم پاشیدگی آن می گردد.

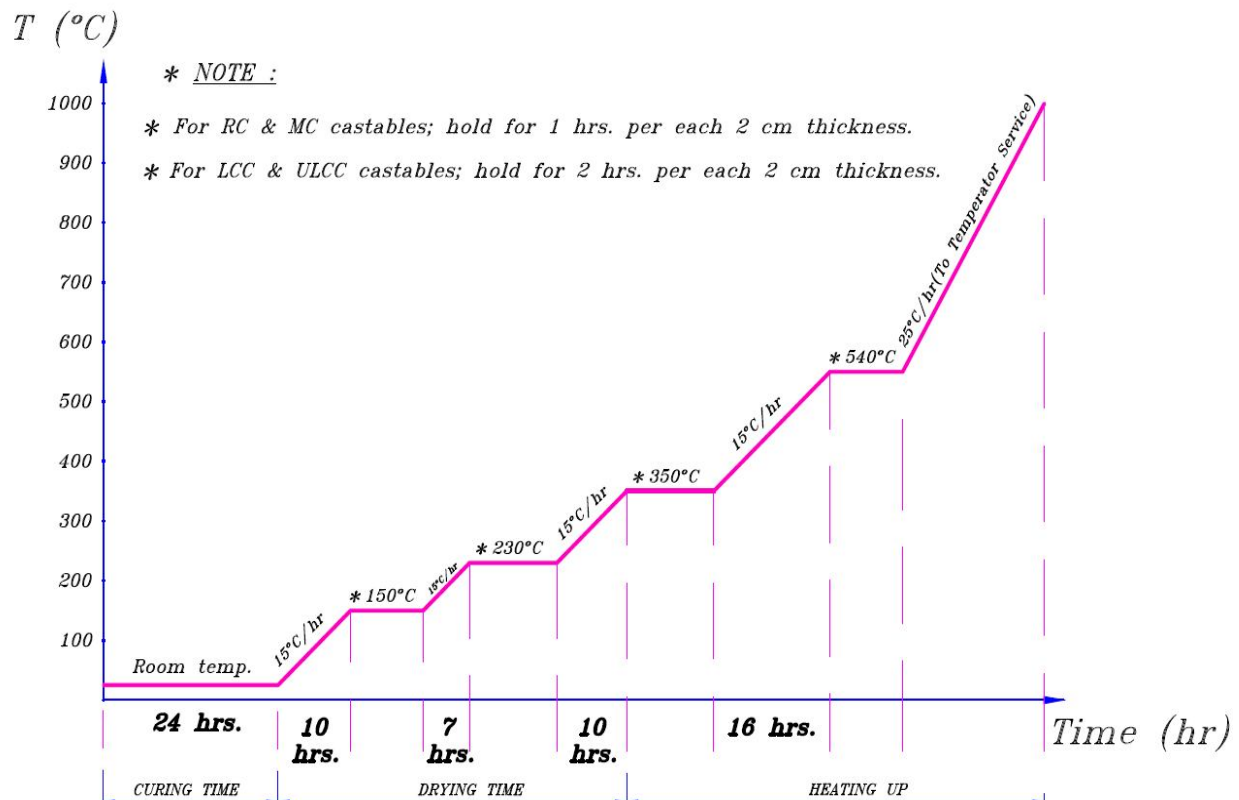
اگر دما در هنگام ریختن و خشک کردن جرم مناسب باشد، بعد از آن سرد شدن و یخ زدگی تأثیری بر روی خواص جرم نخواهد داشت.

## ۲-۴- حرارت دهی اولیه:

بتون سخت شده هنوز دارای آب است. آب آزاد جرم در حدود ۱۰۰ درجه سانتیگراد و آب کریستالیزاسیون در دمای بین ۸۵۰-۲۰۰ درجه سانتیگراد خارج می گردد.

بیشترین مقدار رطوبت در دمای بالاتر از ۳۰۰ درجه سانتیگراد خارج می شود لذا باید بتون را به آرامی حرارت داد تا آب بتواند بدون آسیب رساندن، خارج گردد.

جهت لایه ریخته شده وجود یک برنامه زمانبندی حرارت دهی ضروری است. رژیم حرارت دهی برای جرمهای مختلف فرق می کند و دستورالعمل واحدی ندارد. بهر حال می توان مطابق منحنی زیر عمل نمود:



### HEATING UP CURVE FOR DENSE CASTABLES

دمای ارائه شده در این منحنی دمای گاز داغ روی سطح جرم می باشد که معمولاً توسط ترموکوپلی که حدود ۱/۵ سانتیمتر روی سطح فوقانی جرم قرار گرفته است اندازه گیری شود.

زمان سخت شدن در منحنی فوق حداقل ۲۴ ساعت است.

در مواردی به ازاء هر اینچ ضخامت جرم ریخته شده باید بمدت یکساعت در محدوده های ۲۰۵-۲۶۰ درجه سانتیگراد و ۵۸۳-۶۴۹ درجه سانتیگراد و قبل از دمای کاربرد جرم، ثابت نگه داشته شود.

بهنگام مشاهده بخار آب باید دما ثابت نگه داشته شود تا خروج بخار آب برطرف گردد. هرگز نباید در مرحله خشک کردن و حرارت دهی اولیه، لایه ریخته شده مستقیماً در معرض شعله قرار گیرد.

تذکر مهم: آماده سازی جرمهای کم سیمان (LCC)، بسیار کم سیمان (ULCC) و یا بدون سیمان (NCC) نیاز به دستورالعمل جداگانه دارد و روشهای مطرح شده در این دستورالعمل برای جرمهای مزبور معتبر نمی باشند.