



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۱۱۵۹۵

چاپ اول

۱۳۸۸

**ISIRI**

11595

1st. edition

2009

معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی  
حرارتی و الکتریکی  
در صنایع ریخته‌گری فولاد -  
روش قالب ماسه‌ای

**Technical specification and criteria for  
thermal and electrical energy consumption  
in the cast steel foundry industries -  
Sand molding process**

ICS:29

## به نام خدا

### آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه\* صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که مؤسسه استاندارد تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup> کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. مؤسسه می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست-محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این مؤسسه است.

\* مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

1- International organization for Standardization

2- International Electro technical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد  
« معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی حرارتی و الکتریکی  
در صنایع ریخته‌گری فولاد - روش قالب ماسه‌ای »

سمت و / یا نمایندگی

رئیس

وزارت نیرو

علی آبادی، عباس  
(دکترای مکانیک)

دبیر

وزارت نیرو

عفت نژاد، رضا  
(دکترای برق)

اعضاء

وزارت نیرو - شرکت توانیر

احمدی زاده، عبدالامیر  
(فوق لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - پژوهشگاه نیرو

اکبری، حشمت الله  
(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)

شرکت بهینه سازی مصرف سوخت کشور

بردبار، زهرا  
(لیسانس مهندسی صنایع)

وزارت صنایع و معادن

بسطامی پور، بابک  
(لیسانس مهندسی تولید)

محقق پروژه - شرکت فرایاز

حجازی، جلال  
(دکتری متالورژی)

همکار محقق پروژه - شرکت فرایاز

حجازی دهاقانی، مهدی  
(فوق لیسانس مهندسی متالورژی)

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

زمانی نژاد، امیر  
(فوق لیسانس مهندسی متالورژی)

سیحانی سنندجی، بابک  
(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)

شرکت بهینه سازی مصرف سوخت کشور

عدالتی، ابوالفضل  
(فوق لیسانس محیط زیست)

سازمان حفاظت محیط زیست کشور

قاسمی، غلامرضا  
(لیسانس مهندسی مکانیک)

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

قدیمی، عبدالحمید  
(لیسانس مهندسی متالورژی)

دبیرانجمن صنفی صنعت ریخته‌گری

قزلباش، پریچهر  
(لیسانس فیزیک کاربردی)

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

محمد صالحیان پیرمرد، عباس  
(لیسانس مهندسی مکانیک)

وزارت نیرو

## پیش‌گفتار

استاندارد " معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی حرارتی و الکتریکی در صنایع ریخته‌گری فولاد - روش قالب ماسه‌ای " که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط آقای دکتر جلال حجازی تهیه و تدوین شده و در کمیته تصویب معیارهای مصرف انرژی وزارت نیرو مورخ ۱۳۸۷/۸/۱، مطابق مواد قانونی بند (الف) ماده ۱۲۱ قانون برنامه توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران و مصوبات یکصد و دومین شورای عالی استاندارد مورخ ۸۱/۳/۵ به تصویب رسیده است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارایه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مآخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته است به شرح زیر است:  
حجازی، جلال و همکاران - پروژه تدوین معیار مصرف انرژی در صنایع ریخته‌گری فولاد - روش قالب ماسه‌ای - وزارت نیرو - ۱۳۸۶

با توجه به بهای فراورده‌های نفتی در داخل کشور و یارانه پرداختی دولت و همچنین محدودیت منابع فسیلی، رشد بالای مصرف سالانه انواع انرژی در ایران، عدم کارایی فنی و اقتصادی مصرف انرژی، امکان صادرات فراورده‌های نفتی در صورت صرفه جویی واحدهای تولیدی، مسایل و مشکلات مرتبط با محیط زیست ناشی از مصرف غیر مجاز سوخت، مدیریت مصرف انرژی و بالا بردن بازده و بهره‌وری انرژی در این دسته از صنایع به یک ضرورت تبدیل شده است.

طبق ماده ۱۲۱ قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، دولت موظف است به منظور اعمال صرفه جویی، منطقی کردن مصرف انرژی و حفاظت از محیط زیست نسبت به تهیه و تدوین معیارها و مشخصات فنی مرتبط با مصرف انرژی در تجهیزات، فرایندها و سیستم‌های مصرف کننده انرژی، اقدام کند، به ترتیبی که کلیه مصرف کنندگان و وارد کنندگان این تجهیزات، فرایندها و سیستم‌ها ملزم به رعایت این مشخصات و معیارها باشد.

معیارهای مذکور توسط کمیته متشکل از نماینده گان وزارت نفت، وزارت نیرو، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، سازمان حفاظت از محیط زیست و وزارتخانه ذیربط تدوین می‌شود.

همچنین براساس مصوبات شورای عالی استاندارد، پس از تصویب استانداردهای مربوط در کمیته مذکور این استانداردها بر طبق آیین نامه اجرایی قانون فوق الذکر، همانند استانداردهای اجباری توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به اجرا درخواهد آمد.

# معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی حرارتی و الکتریکی در صنایع ریخته‌گری فولاد – روش قالب ماسه‌ای

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین معیار مصرف انرژی و حرارتی و الکتریکی در صنایع ریخته‌گری و در تولید قطعات فولادی در قالب ماسه‌ای است. در این استاندارد چگونگی ارزیابی و اندازه‌گیری میزان انرژی سوختی (حرارتی) و الکتریکی مصرفی در فرایند ریخته‌گری فولاد نیز مشخص می‌شود. انرژی مصرفی در فرایندهای ریخته‌گری فولاد و تولید قطعات فولاد ریختگی در محدوده بخش‌های تعریف شده در بند ۳ در دامنه کاربرد این استاندارد قرار می‌گیرند. این استاندارد فرایندهای زیر را شامل نمی‌شود.

- الف- ریخته‌گری فولاد با روش‌های غیر قالب ماسه‌ای؛
- ب- ریخته‌گری فولاد در قالب‌های سرامیکی (ریخته‌گری دقیق)؛
- پ- ریخته‌گری فولادهای پرآلیاژی نظیر فولادهای ضد زنگ.

## ۲ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر بکار می‌رود:

### ۱-۲ ارزش انرژی معادل

در صنایع ریخته‌گری، با توجه به تنوع روش‌ها و کوره‌ها، انواع انرژی‌های سوختی (گاز طبیعی، سوخت‌های مایع، سوخت‌های جامد و ...) با ظرفیت‌های گرمایی متفاوت و انرژی الکتریکی، با هم جایگزین می‌شوند، به همین دلیل معادل سنجی ارزش گرمایی حامل‌های انرژی براساس ارزش گرمایی بر طبق جدول ۱ به عمل آمده است.

جدول ۱- ضرایب تبدیل حامل‌های انرژی مورد استفاده در این استاندارد\*

ظرفیت گرمایی $kJ/W$	ظرفیت تبدیل به یک کیلووات ساعت الکتریسیته (کارگاهی)	ظرفیت تبدیل به یک کیلووات ساعت الکتریسیته (نیروگاهی)	واحد	حامل انرژی
۳۰۰۰۰	۸/۳۳	۲/۷۷	kg	کک متالورژی
۳۶۰۰۰	۱۰	۳/۳۳	$M^3$	گاز طبیعی
۳۸۰۰۰	۱۰/۵۵	۳/۵۱	lit	نفت کوره
۳۶۰۰۰	۱۰	۳/۳۳	lit	گازوییل
۳۶۰۰	۱	۰/۳۳	kWh	برق کارگاهی
۱۰۸۰۰	۳	۱	kWh	برق نیروگاهی

\* برای انجام محاسبات و تبدیل اعداد جدول با یکدیگر، یک کیلووات برق نیروگاهی معادل ۳ برابر (سه کیلووات) برق کارگاهی در نظر گرفته می‌شود.

## ۲-۲ انرژی کارگاهی

انرژی کارگاهی، انرژی محتوایی هر یک از منابع انرژی بر حسب واحد است که در کارگاه بر اثر احتراق (حامل‌های سوختی) و یا بر اثر تبدیل انرژی (حامل‌های برقی) به ایجاد حرارت منجر می‌شود. در جدول ۱ انرژی کارگاهی حامل‌های انرژی درج شده است.

## ۳-۲ انرژی نیروگاهی

انرژی نیروگاهی، انرژی محتوایی و هم چنین انرژی‌های صرف شده در نیروگاه‌های حرارتی برای تبدیل سوخت به انرژی الکتریکی و یا انرژی محتوایی سوخت و انرژی‌های آماده سازی وانتقال سوخت بر حسب کیلوژول بر واحد است.

در این استاندارد انرژی نیروگاهی تمام سوخت‌ها (گازها، سوخت‌های مایع و جامد)، همان انرژی کارگاهی مندرج در جدول ۱ منظور شده است، ولی انرژی نیروگاهی الکتریسیته با توجه به مصارف بالای انرژی در تولید برق در نیروگاه‌های سوختی سه برابر مقدار انرژی کارگاهی و برابر ۱۰۸۰۰ کیلوژول بر یک کیلووات ساعت می‌باشد. (راندمان نیروگاهها ۳۳/۳ درصد منظور شده است)

در این استاندارد در تمام موارد حقیقی تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی گرمایی و در موارد مجازی تبدیل انرژی سوختی به انرژی الکتریکی، انرژی نیروگاهی مورد محاسبه قرار گرفته است.

## ۴-۲ مصرف انرژی ویژه محصول $SEC$

مصرف انرژی ویژه محصول در فرایند تولید قطعات فولادی، عبارت است از مجموع مصرف انرژی‌های معادل هر یک از حامل‌های انرژی در طی فرایند تولید یک واحد وزنی فولاد که بر اساس انرژی نیروگاهی و بر حسب



گیگاژول بر تن ( $Gj/ton$ ) محصول و یا واحدهای هم ارز آن ( $kWh/ton$ ) نشان داده می‌شود. برای سهولت عمل این انرژی با علامت  $E$  مشخص شده است.

#### ۵-۲ مصرف انرژی ویژه مذاب

مصرف انرژی ویژه ذوب در فرایند تولید فولاد، عبارت است از مجموع مصرف انرژی‌های معادل هر یک از حامل‌های انرژی برای تولید یک واحد وزنی فولاد مذاب که بر اساس انرژی نیروگاهی و بر حسب گیگاژول بر تن ( $Gj/ton$ ) مذاب و یا واحدهای هم ارز آن ( $kWh/ton$ ) مذاب نشان داده می‌شود. برای سهولت عمل این انرژی با علامت  $E_m$  مشخص شده است.

**یادآوری ۱-** در این استاندارد فقط مصرف انرژی ویژه ذوب با توجه به راندمان ذوب جداگانه نیز ارائه شده است. برای سایر بخش‌ها (قالبگیری، ریخته پیرایی، عملیات حرارتی و ...) به مصرف انرژی ویژه بر واحد محصول توجه می‌شود.

**یادآوری ۲-** در تمام مواردی که حامل انرژی فقط انرژی الکتریکی است. مصرف ویژه الکتریکی با علامت  $EE$  مشخص می‌شود.

**یادآوری ۳-** در تمام مواردی که انرژی سوختی به عنوان عمده ترین حامل انرژی مورد نظر باشد، مصرف ویژه انرژی با علامت  $TE$  مشخص شده است.

**یادآوری ۴-** در مواردی که انرژی مصرفی از مجموع چندین حامل انرژی حاصل شده باشد، همان علامت  $E$  کاربرد می‌یابد. در این حال ممکن است به دلیل تبدیل‌های نیروگاهی، نسبت‌های معادل از یک رابطه پیروی نکنند.

#### ۶-۲ انرژی مهندسی

مصرف انرژی مهندسی عبارت است از مجموع انرژی‌های معادل هر یک منابع انرژی در فرایند تولید که با توجه به راندمان‌های مهندسی در کوره‌ها و در هر یک از فرایندها و با تکیه بر انرژی تئوری محاسبه شده است و در پیوست این استاندارد به منظور آگاهی، استفاده کنندگان ارائه شده است.

انرژی تئوری یا علمی، مجموع انرژی‌های معادل مصرف شده در فرایند تولید است که بر اساس روابط فیزیکی (گرمایی) (گرمایی ویژه، گرمای نهان گداز، نقطه آغاز، پایان و ...) و بدون هرگونه تلفات گرمایی محاسبه می‌شود.

#### ۷-۲ انرژی شاخص

حد استاندارد انرژی مصرف شده بر واحد وزنی در فرایند تولید است که برای کارخانه‌های جدیدالتاسیس در طی یک برنامه ۳ ساله ارائه شده است.

#### ۸-۲ انرژی معیار

حد استاندارد انرژی مصرف شده بر واحد وزنی در فرایند تولید است که برای کارخانه‌های موجود در طی یک برنامه ۳ ساله ارائه شده است.

### ۳ بخش‌های مختلف در تولید قطعات فولادی

ریخته‌گری، مجموعه‌ای از بخش‌های انرژی بر است که از نظر تولیدی در حالیکه بخش‌های مستقلی محسوب می‌شوند از به هم پیوستگی کاملی نیز برخوردار هستند، از طرف دیگر یک واحد ریخته‌گری می‌تواند دارای بخش‌های مستقل دیگری نیز باشند که عملاً با وجود پیوستگی در مجموع فعالیت‌های ریخته‌گری قرار نمی‌گیرند. بخش‌های ریخته‌گری فولاد در سه گروه اصلی، جنبی و اضافی طبقه بندی می‌شوند.

#### ۱-۳ بخش‌های اصلی

بخش‌هایی هستند که بدون وجود آنها فرایند ریخته‌گری انجام نمی‌شود و در این استاندارد به تمامی آن‌ها توجه شده است.

۱-۱-۳ بخش ذوب: مجموعه از فرایندهای بارآرایی، ذوب در کوره، پیشگرم پاتیل و نگهداری مذاب (نگاهدارنده) و بارریزی است که از انرژی‌های الکتریکی و سوختی توأم استفاده می‌کنند. در این استاندارد انرژی ذوب فقط به انرژی ذوب مربوط می‌شود و انرژی بخش ذوب، مجموع انرژی‌های مصرف شده در این بخش را شامل می‌شود.

۲-۱-۳ بخش قالبگیری و ماهیچه سازی: مجموعه فرایندهای قالبگیری، ماهیچه سازی، استحکام بخشی به قالب و یا ماهیچه و پوشانکاری در این بخش قرار می‌گیرند. در این استاندارد هدف از انرژی قالبگیری و ماهیچه سازی، مجموع فرایندهای این بخش را شامل می‌شود.

۳-۱-۳ بخش ریخته پیرایی: مجموع فرایندهای برشکاری سیستم راهگامی، تغذیه ها، پلیسه گیری، تمیزکاری، سنگ زنی و همچنین ترمیم‌های ضروری قطعات ریختگی، به طور کلی در این بخش قرار دارند و در این استاندارد، هدف از انرژی ریخته پیرایی، مجموع انرژی‌های معادل است که در این بخش مصرف می‌شود.

۴-۱-۳ بخش‌های سرباز: مجموعه‌ای از بخش‌های گرمایش، سرمایش، تهویه و بهینه سازی هوا، تعمیر، نگاهداری، آزمایشگاهها و مدیریتی است که با توجه به گستره ریخته‌گری در این بخش مصرف انرژی بر واحد محصول برای تمام واحد منظور شده است.

#### ۲-۳ بخش‌های جنبی

بخش‌هایی هستند که در صورتیکه در یک واحد ریخته‌گری وجود داشته باشد، انرژی بری آنها باید مورد محاسبه قرار گیرد. در حالیکه می‌توانند بخش‌هایی از یک واحد تولیدی دیگر باشند.

۱-۲-۳ بخش‌های عملیات حرارتی: بخش بزرگی از فولادها، مشمول عملیات حرارتی هستند، در این بخش قطعات ریخته شده پس از ریخته پیرایی تا دمای معینی گرم، نگاهداری و سپس سرد می‌شوند. به دلیل اهمیت این بخش به صورت مستقل در این استاندارد مورد توجه قرار گرفته است.

۲-۲-۳ بازیابی ماسه: فرایندهای بازیابی ماسه، به منظور توسعه پایدار و کاهش هزینه‌های خرید و دورریزی ماسه در تمام ریخته‌گری‌های جهان، در گروه ریخته‌گری قرار می‌گیرند، با توجه به عدم استفاده کامل از این فرایند در ریخته‌گری‌های ایران، این بخش در معیارهای این استاندارد نیامده و در صورت لزوم باید، استاندارد دیگری برای آن تدوین شود.

۳-۲-۳ تعمیر مدل: واحد تعمیرات مدل، در این استاندارد در مجموع بخش‌های سربار مورد مطالعه قرار گرفته است.

### ۳-۳ بخش‌های اضافی

بسیاری از بخش‌های دیگر در واحدهای ریخته‌گری وجود دارند که در حالیکه در ادامه و یا مقدم بر ریخته‌گری، الزاما باید وجود داشته باشند، در مجموع فعالیت‌های حوزه ریخته‌گری قرار نمی‌گیرند و باید به صورت فعالیت‌های مستقلی بررسی شوند. این استاندارد، انرژی بری این بخش‌ها را دربر نمی‌گیرد.

بخش‌های اضافی را می‌توان به صورت زیر فهرست کرد

مدل سازی یا قالب سازی (هر نوع)

ماشینکاری (به استثنای بخش کوچکی که ممکن است در تمیز کاری مورد نیاز باشد)

تولید گاز دی‌اکسید کربن یا چسب‌های سیلیکاتی

تولید هر گونه آمیزان یا مواد بهساز

### ۴ مصرف انرژی‌های ویژه (شاخص و معیار در تولید قطعات ریختگی فولادی)

مصارف ویژه انرژی در این بخش و با توجه به سه گانه بودن آنها به صورت جدول ارائه می‌شود. در این جداول علامت ( ) از تبدیل انرژی ها، نشانگر مجازی بودن تبدیل هاست و علاوه بر آن کمیت‌های ارائه شده با تقریب اضافی تا +۱ برای انرژی الکتریکی و انرژی گرمایی معادل با تقریب اضافی تا صدم گرد شده اند.

#### ۴-۱ مصرف انرژی ویژه در تولید یک تن مذاب فولاد

جدول ۲- مصارف انرژی ویژه در تولید یک تن مذاب فولاد

انرژی معیار		انرژی شاخص		کد	بخش
$Gj/ton$	$kWh/ton$	$Gj/ton$	$kWh/ton$		
(۷/۸)	۷۲۰	(۶/۵)	۶۰۰	$EE_m$	ذوب
۰/۵۷	(۵۳)	۰/۵۰	(۴۶)	$TE_m$	پیشگرم پاتیل
۰/۵۹	۵۵	۰/۵۴	۵۰	$E_m$	نگاهدارنده وسایر
۹	۸۲۸	۷/۶	۶۹۶	$E_m$	مجموع بخش ذوب

مصرف انرژی ویژه در تولید مذاب برای یک تن قطعه فولادی

۲-۴

جدول ۳- مصارف ویژه انرژی در تولید مذاب

برای تولید یک تن محصول قطعه ریختگی فولاد

انرژی معیار		انرژی شاخص		کد	بخش
$Gj/ton$	$kWh/ton$	$Gj/ton$	$kWh/ton$		
(۱۶/۲)	۱۵۰۰	(۱۳/۷۷)	۱۲۷۵	<i>EE</i>	ذوب
۱/۲	(۱۱۰)	۱/۰۸	(۱۰۰)	<i>TE</i>	پیشگرم پاتیل
۱/۲	۱۱۰	۱/۰۸	۱۰۰	<i>E</i>	نگاهدارنده وسایر
۱۸/۶	۱۷۲۰	۱۶	۱۴۷۵	<i>E</i>	مجموع بخش ذوب

مصرف انرژی ویژه در تولید یک تن قطعه فولادی

۳-۴

با توجه به بخش ها و مراحل تولید در جدول ۴ ارائه شده است، در این جدول مجموع انرژی مصرفی ویژه در بخش ذوب، از جدول ۳ نیز آورده شده است.

جدول ۴- مصارف انرژی ویژه

برای تولید یک تن محصول (قطعه) فولادی با توجه به مراحل تولید

انرژی معیار		انرژی شاخص		کد	بخش
$Gj/ton$	$kWh/ton$	$Gj/ton$	$kWh/ton$		
۱۸/۶	۱۷۲۰	(۱۶)	۱۴۷۵	$E_m$	ذوب
۲/۲۵	۱۸۰	۲	۱۶۰	<i>E</i>	قالبگیری و ماهیچه سازی
۱/۶۰	۱۵۰	۱/۰۸	۱۰۰	<i>EE</i>	ریخته پیرایی
۲/۱۶	۲۰۰	۱/۸۰۰	۱۶۵	<i>E</i>	سربار
۲۴/۶	۲۲۵۰	۲۱	۱۹۰۰	<i>E</i>	مجموع

#### ۴-۴ مصارف انرژی ویژه در عملیات حرارتی یک تن فولاد ریختگی

بخش عملیات حرارتی یکی از بخش‌های عمده ریخته‌گری‌های فولادی است که بر حسب شرایط قطعه ریختگی ممکن است از یک عملیات حرارتی تابکاری<sup>۱</sup> ساده و یا مجموعه‌ای از عملیات تابکاری، برگشت<sup>۲</sup> و حتی سخت کاری<sup>۳</sup> و عملیات سطحی حرارتی تشکیل شود. بسیاری از الیاژهای ریختگی فولاد نیز وجود دارند که عملاً تحت هیچ گونه عملیات حرارتی قرار نمی‌گیرند. بنابراین هرگونه تعیین شاخص و معیار، نمی‌تواند به طور کامل انرژی بری عملیات حرارتی را توجیه کند، مگر آنکه وزن و یا نسبت وزنی قطعات و نوع عملیات حرارتی و زمان نگاهداری به طور کامل در دست باشد.

در این استاندارد و بر مبنای محاسبه عملیات حرارتی تابکاری و برگشت، عملیات حرارتی برای یک تن قطعه فولادی که بخش بسیار مهمی از عملیات حرارتی فولادهای ریختگی است در جدول ۵ ارائه شده است، با توجه به آنکه عمده ترین روش عملیات حرارتی، استفاده از کوره‌های سوختی است، مبنای محاسبه بر اساس انرژی‌های گرمایی سوخت بوده و به صورت مجازی و با توجه به راندمان‌های کوره‌های الکتریکی و سوختی، بر اساس انرژی الکتریکی معادل سازی شده است.

انرژی‌های سربار، فقط اختصاص به واحد عملیات حرارتی داشته که در یک فرایند کلی با انرژی‌های مندرج در جدول ۴ جمع خواهند شد.

جدول ۵- مصرف انرژی ویژه در عملیات حرارتی یک تن قطعه فولادی

انرژی معیار		انرژی شاخص		کد	بخش
$kWh/ton$	$Gj/ton$	$kWh/ton$	$Gj/ton$		
(۶۹۰)	۱۲/۵	(۵۰۰)	۹	<i>TE</i>	عملیات حرارتی
۶۰	۰/۶	۵۰	(۰/۵)	<i>E</i>	سربار
۷۵۰	۱۳/۱	۵۵۰	۹/۵	<i>E</i>	مجموع

در جدول ۵ نکات زیر باید مورد توجه قرار گیرد

الف: انرژی‌های الکتریکی ارائه شده مجازی است، چون عموماً از کوره‌های سوختی استفاده می‌شود.

ب: انرژی‌های سربار به میزان ۱۰ درصد انرژی معادل الکتریکی مجازی منظور شده است

پ: در مورد کارخانه‌های جدید التاسیس، توجیه پذیری عملیات حرارتی بر اساس موازن علمی به عمل می‌آید.

ج: این استاندارد در مورد میزان مصرف انرژی در واحدهایی که فرایند عملیات حرارتی تابکاری ندارند، کاربرد ندارد.

1- Annealing  
2- Tempering  
3- Hardening

## ۵ شیوه ارزیابی و اندازه گیری مصرف انرژی ویژه در تولید قطعات ریخته‌گی فولاد

با توجه به آنکه در یک واحد ریخته‌گری از حامل‌های انرژی متفاوتی استفاده می‌شود، رعایت نکات زیر الزامی است.

۱-۵ برای اندازه گیری انرژی الکتریکی، علاوه بر کنتور اصلی، هر یک از بخش‌های ریخته‌گری باید کنتور فرعی جداگانه‌ای داشته باشد.

۲-۵ تمام کوره‌های ذوب الکتریکی، باید به کنتور نشانگر مصرف و نشانگر آمپر مجهز باشد.

۳-۵ برای اندازه گیری گاز مصرفی، علاوه بر کنتور اصلی هر یک از بخش‌های ریخته‌گری باید به کنتور فرعی مجهز باشند.

۴-۵ مصرف سایر حامل‌های انرژی نیز باید برای هر بخش مشخص باشد.

۵-۵ به منظور اطمینان از کارکرد کنتورها و سایر وسایل اندازه گیری، حداقل هر سه ماه یک بار، باید کنترل شده و عملیات واسنجی (کالیبراسیون) انجام گیرد.

۶-۵ در صورتیکه در یک بخش فقط یک نوع انرژی مصرف می‌شود. (نظیر بخش ذوب با کوره‌های الکتریکی و یا عملیات حرارتی با سوخت‌های گازی، میزان مصرف می‌تواند بر اساس واحدهای متداول (کیلو وات ساعت، مترمکعب و یا لیتر....) ثبت شود، ولی در اندازه گیری و ارزیابی انرژی معادل به استناد جدول ۱ محاسبه به عمل آید.

۷-۵ مصرف ویژه انرژی در هر بخش و در مدت زمانی معین از رابطه زیر استخراج می‌شود:

$$E = \frac{\sum TE, EE}{\text{وزن تولید}} \quad (\text{بر حسب مورد})$$

## پیوست الف

### مصرف انرژی‌های مهندسی

با توجه به بند ۲-۶ انرژی مهندسی‌های مصرفی به منظور آگاهی استفاده کنندگان این استاندارد، با توجه به انرژی تئوری و راندمان‌های مهندسی برای تولید فولاد در ۵ و ۶ و ۷ درج شده است.

جدول ۵- انرژی مهندسی مصرفی برای تولید یک تن مذاب فولاد

$Gj/ton$	$kWh/ton$	کد	بخش
(۶/۲۱)	۵۷۵	$EE_m$	ذوب
۰/۴	(۳۷)	$TE_m$	پیشگرم پاتیل
(۰/۴۳)	۴۰	$E_m$	نگاهداننده وسایر
۷/۱	۶۵۲	$E_m$	مجموع

جدول ۶- انرژی مهندسی مصرفی برای تولید یک تن محصول ریختگی فولاد

$Gj/ton$	$kWh/ton$	کد	بخش
(۱۴)	۱۳۰۰	$EE$	بخش ذوب
۱/۹	۱۵۰	$E$	قالبگیری و ماهیچه سازی
۰/۶۴	۶۰	$EE$	ریخته پیرایی
۱/۷۳	۱۶۰	$E$	سربار
۱۸/۲	۱۶۷۰		مجموع

جدول ۷- انرژی مهندسی مصرفی برای عملیات تابکاری یک تن فولاد

انرژی مهندسی		کد	بخش
$kWh/ton$	$Gj/ton$		
(۴۰۰)	۷/۲	$TE$	عملیات حرارتی
۳۰	(۰/۳)	$E$	سربار
۴۳۰	۷/۵	$E$	مجموع