



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standards Organization



استاندارد ملی ایران

۱۰۴۰۵

تجدیدنظر اول

۱۳۹۳

INSO

10405

1st. Revision

2015

مواد مصرفی جوشکاری - الکترودهای سیمی
توپر، الکترودهای توپودری لوله‌ای و
ترکیب‌های الکتروود-پودر برای جوشکاری
قوسی زیر پودری فولادهای مقاوم به خزش -
طبقه‌بندی

**Welding consumables-Solid wire
electrodes, tubular cored electrodes and
electrode-flux combinations for
submerged arc welding of creep-resisting
steels-Classification**

ICS 25.160.20

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد 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.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است. تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود 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 غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع 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 به‌عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین‌شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که مطابق مفاد نوشته‌شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به‌عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کد کس غذایی (CAC)^۵ 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.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی‌شده 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. سازمان می‌تواند به‌منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه-بندی 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 زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را مطابق 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 سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

"مواد مصرفی جوشکاری - الکترودهای سیمی توپر، الکترودهای توپودری لوله‌ای و ترکیب‌های الکتروود - پودر برای جوشکاری قوسی زیر پودری فولادهای مقاوم به خزش - طبقه‌بندی"

(تجدیدنظر اول)

رئیس:

شمعانیان، مرتضی

(دکترای مهندسی متالورژی)

سمت و / یا نمایندگی

دانشگاه صنعتی اصفهان

دبیر:

ادب آوازه، عبدالوهاب

(کارشناس ارشد مهندسی مکانیک)

انجمن جوشکاری و آزمایش‌های غیر مخرب ایران

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

ادب آوازه، نازیلا

(کارشناسی مهندسی کامپیوتر)

شرکت مهندسی مشاور ناظران یکتا

اسماعیلی، نجمه

(کارشناسی مهندسی مکانیک نیروگاه)

انجمن جوشکاری و آزمایش‌های غیر مخرب ایران

پوری رحیم، حسین

(کارشناس ارشد مهندسی متالورژی)

اداره کل استاندارد استان اصفهان

اسدی باغبادرانی، حجت اله

(کارشناسی مهندسی متالورژی)

شرکت مهندسی مشاور ناظران یکتا

خیام، افشین

(کارشناسی مهندسی صنایع)

شرکت مهندسی مشاور ناظران یکتا

ربیعی، افشین

(کارشناسی مهندسی متالورژی)

اداره کل استاندارد استان اصفهان

رفیعی سامانی، آرشد

(کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی)

انجمن جوشکاری و آزمایش‌های غیر مخرب ایران

عنصری، کریم

(کارشناسی مهندسی صنایع)

شرکت چرکس

فرزادفر، آذر

(کارشناسی مترجمی زبان انگلیسی)

اداره کل استاندارد استان اصفهان

انجمن جوشکاری و آزمایش‌های غیر مخرب ایران

شرکت پارس محک اسپادانا

شرکت پویا صنعت مشاور اسپادان

اداره کل استاندارد استان اصفهان

قاسمی، رسول

(کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی)

قندی، آرین

(دانشجوی دکترای مهندسی متالورژی)

معتمدی، ایمان

(کارشناسی مهندسی مکانیک)

مهرورزان، رسول

(کارشناسی ارشد مهندسی نساجی)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
و	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ طبقه‌بندی
۳	۴ نمادها و الزامات
۳	۴-۱ کلیات
۳	۴-۲ نماد برای محصول / فرآیند
۳	۴-۳ نمادها برای خواص کششی رسوب فلز تمام جوش
۴	۴-۴ نمادها برای خواص ضربه‌ای رسوبات فلز تمام جوش
۶	۴-۵ نماد برای نوع پودر جوشکاری
۶	۴-۶ نماد برای ترکیب شیمیایی الکترودهای سیمی توپر و رسوب‌های فلز تمام جوش
۱۰	۵ آزمایش‌های مکانیکی
۱۰	۵-۱ دماهای پیش‌گرمایش، میان‌گذری و دمای عملیات حرارتی پس از جوشکاری
۱۴	۵-۲ شرایط جوشکاری و توالی گذر
۱۴	۶ تجزیه شیمیایی
۱۶	۷ روش گرد کردن
۱۶	۸ آزمایش‌های مجدد
۱۸	۹ شرایط فنی تحویل
۱۸	۱۰ مثال‌های شناسه گذاری
۲۱	کتاب‌نامه

پیش گفتار

استاندارد "مواد مصرفی جوشکاری- الکترودهای سیمی توپر، الکترودهای تو پودری لوله‌ای و ترکیب‌های الکتروود- پودر برای جوشکاری قوسی زیر پودری فولادی مقاوم به خزش- طبقه‌بندی" نخستین بار در سال ۱۳۸۷ تدوین شد. این استاندارد بر اساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط انجمن جوشکاری و آزمایش‌های غیر مخرب ایران و کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدید نظر قرار گرفت و در هزار و دویست و بیستمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مکانیک و فلزشناسی مورخ ۹۳/۱۲/۱۹ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان ملی استاندارد ایران مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱، به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استاندارد ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد، مگر آنکه به‌صورت دیگری مشخص شده باشد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۴۰۵ : سال ۱۳۸۷ می‌شود.
منبع و مأخذی که برای تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 24598:2012, Welding consumables - Solid wire electrodes, tubular cored electrodes and electrode-flux combinations for submerged arc welding of creep-resisting steels -
Classification

مواد مصرفی جوشکاری - الکترودهای سیمی توپر، الکترودهای توپودری لوله‌ای و ترکیب‌های الکتروود - پودر برای جوشکاری قوسی زیر پودری فولادی مقاوم به خزش - طبقه‌بندی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین الزامات طبقه‌بندی الکترودهای سیمی توپر، الکترودهای توپودری لوله‌ای و ترکیب‌های الکتروود/پودر (رسوب فلز تمام جوش) برای جوشکاری قوسی زیر پودری فولادهای مقاوم به خزش و فولادهای کم آلیاژ دمای بالا هست. یک الکتروود می‌تواند با پودرهای متفاوت می‌تواند آزمایش و طبقه‌بندی شود. الکترودهای سیمی توپر و همچنین به‌طور مجزا بر پایه ترکیب شیمیایی طبقه‌بندی می‌شوند. این استاندارد، مشخصات ترکیبی برای طبقه‌بندی است که با استفاده از یک مجموعه بر پایه ترکیب شیمیایی الکتروود سیمی توپر و رسوب فلز تمام جوش یا با استفاده از یک مجموعه بر پایه استحکام کششی رسوب فلز تمام جوش و ترکیب شیمیایی الکتروود سیمی توپر و رسوب فلز تمام جوش الکتروود / پودر طبقه‌بندی می‌کند.

الف- بندها، زیر بندها و جدول‌هایی که پسوند حرف "الف" را دارند، تنها برای الکترودهای سیمی توپر، الکترودهای توپودری لوله‌ای و رسوب‌های فلز تمام جوش طبقه‌بندی شده مطابق مجموعه بر پایه ترکیب شیمیایی قابل کاربرد است.

ب- بندها، زیر بندها و جدول‌هایی که پسوند "ب" را دارند، تنها برای الکترودهای سیمی، الکترودهای توپودری و رسوب‌های فلز تمام جوش مطابق مجموعه بر پایه استحکام کششی رسوب فلز تمام جوش و ترکیب شیمیایی الکترودهای سیمی توپر و رسوب‌های فلز تمام جوش قابل کاربرد است.

پ- بندها، زیر بندها و جدول‌هایی که پسوند حرف "الف" یا "ب" را ندارند، به همه الکترودهای سیمی، الکترودهای توپودری لوله‌ای و ترکیب‌های الکتروود / پودر طبقه‌بندی شده تحت این استاندارد قابل کاربرد است.

۲ مراجع الزامی

مدارک زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آن‌ها ارجاع شده است، به این ترتیب آن‌ها جزئی از مقررات این استاندارد محسوب می‌شوند. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ یا تجدیدنظر، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی این مدارک موردنظر نیست مع‌هذا به‌تراست کاربران ذینفع این استاندارد، امکان کاربرد آخرین اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای مدارک الزامی زیر را موردبررسی قرار دهند، در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و یا تجدیدنظر، آخرین چاپ و یا تجدیدنظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده موردنظر است، استفاده از مراجع زیر برای به‌کارگیری این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۴۶۲، مواد مصرفی در جوشکاری - شرایط فنی تحویل مواد پرکننده در جوشکاری - نوع فرآورده، ابعاد و رواداری‌ها و نشانه‌گذاری

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۴۶۴، مواد مصرفی جوشکاری - رسوب لایه فلز جوشی برای آنالیز شیمیائی

- ۲-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۴۶۵، جوشکاری-راهنمای اندازه‌گیری دمای پیش‌گرمایش، دمای بین پاس و دمای نگهداری پیش‌گرمایش
- ۲-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۳۴۴، مواد مصرفی جوشکاری-بدست آوردن از مواد پرکننده و مواد مذاب
- ۲-۵ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۹۸۹، مواد مصرفی جوشکاری- روشهای آزمایش- قسمت ۱: روش‌های آزمایش برای نمونه‌های آزمایش فلز تمام جوش در فولاد، نیکل و آلیاژهای نیکل
- ۲-۶ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۸۱۹، کمیت‌ها و یکاها - قسمت اول: اصول کلی

2-7 ISO 14174:2012, Welding consumables - Fluxes for submerged arc welding and Electroslag welding - Classification

۳ طبقه‌بندی

شناسه گذاری طبقه‌بندی بر پایه دو دیدگاه برای نشان دادن ترکیب شیمیایی الکتروود سیمی توپر، ترکیب شیمیایی رسوب فلز تمام جوش به‌دست‌آمده با یک الکتروود سیمی توپر یا الکتروود توپودری لوله‌ای می‌باشند. دو دیدگاه شناسه گذاری شامل شناساگرهایی برای سایر الزامات طبقه‌بندی، اما نه همه آن‌ها می‌باشند، همان‌طور که از مقررات ارائه‌شده در این استاندارد روشن می‌شود.

در بسیاری موارد، یک محصول تجاری مشخصی می‌تواند مطابق هر دو مجموعه طبقه‌بندی شود. لذا یکی یا هر دو شناسه گذاری طبقه‌بندی می‌تواند برای محصول استفاده شود.

یک الکتروود سیمی توپر باید مطابق ترکیب شیمیایی همان‌طور که در جدول ۳ ارائه‌شده، طبقه‌بندی شود. یک رسوب فلز تمام جوش از یک الکتروود سیمی توپر یا الکتروود توپودری لوله‌ای باید مطابق ترکیب رسوب فلز تمام جوش، همان‌طور که در جدول ۴ ارائه‌شده با یک پودر مخصوص طبقه‌بندی شود.

هنگامی که الکتروود سیمی توپر یا الکتروود توپودری لوله‌ای در ترکیب با یک پودر برای جوشکاری قوسی زیر پودری طبقه‌بندی می‌شود، طبقه‌بندی باید با پیشوند یک نماد مناسب مطابق بند ۴ انجام شود.

۳-الف طبقه‌بندی با ترکیب شیمیایی

طبقه‌بندی به سه قسمت تقسیم می‌شود:

- ۱- قسمت اول یک نماد معرف محصول یا فرایند مورد شناسایی را ارائه می‌دهد.
- ۲- قسمت دوم یک نماد معرف ترکیب شیمیایی الکتروود سیمی توپر (به جدول ۳ مراجعه شود) و رسوب فلز تمام جوش (به جدول ۴ مراجعه شود) ارائه می‌دهد.
- ۳ قسمت سوم یک نماد معرف نوع پودر استفاده‌شده (به بند ۴-۵ مراجعه شود) را ارائه می‌دهد.

۳-ب طبقه‌بندی با استحکام کششی و ترکیب شیمیایی

طبقه‌بندی به پنج قسمت تقسیم می‌شود:

- ۱- قسمت اول یک نماد معرف محصول یا فرایند مورد شناسایی را ارائه می‌دهد.
- ۲- قسمت دوم یک نماد استحکام و ازدیاد طول رسوب فلز تمام جوش در شرایط عملیات حرارتی شده پس از جوشکاری (به جدول ۱-ب مراجعه شود) ارائه می‌دهد.
- ۳- قسمت سوم یک نماد معرف خواص ضربه‌ای رسوب‌های فلز تمام جوش در همان شرایط مشخص‌شده برای استحکام کششی (به جدول ۲-ب مراجعه شود) ارائه می‌دهد.

- ۴- قسمت چهارم یک نماد معرف نوع پودر استفاده شده (به بند ۴-۵ مراجعه شود) ارائه می‌دهد.
- ۵- قسمت پنجم یک نماد معرف ترکیب شیمیایی الکترو سیمی توپر، در صورت استفاده (به جدول ۳ را مراجعه شود) و رسوب فلز تمام جوش با ترکیب الکترو / پودر (به جدول ۴ را مراجعه شود) ارائه می‌دهد.

۴ نمادها و الزامات

۴-۱ کلیات

یک الکترو سیمی توپر بر پایه ترکیب شیمیایی، همان‌طور که در جدول ۳ مشخص شده، به‌طور جداگانه طبقه‌بندی شود.

ترکیب شیمیایی و خواص مکانیکی رسوب فلز تمام جوش با الکترو سیمی توپر یا الکترو تو پودری لوله‌ای مخصوصی بسته به پودر مصرفی، مقداری تغییر می‌کند. بنابراین، طبقه‌بندی رسوب فلز تمام جوش به‌دست‌آمده با یک الکترو سیمی توپر یا الکترو تو پودری لوله‌ای مخصوصی می‌تواند برای پودرهای مختلف، متفاوت باشد.

۴-۲ نماد برای محصول / فرایند

نماد برای رسوب جوش تولیدشده با یک الکترو سیمی توپر با استفاده از فرایند جوشکاری قوسی زیر پودری با یک پودر خاص، باید از حرف "S" در اول شناسه گذاری استفاده شود.

۴-۲-۱ الف طبقه‌بندی با ترکیب شیمیایی

نماد برای الکترو سیمی توپر برای استفاده در فرایند جوشکاری قوسی زیر پودری باید حرف "S" در اول شناسه گذاری الکترو سیمی قرار داده شود.

نماد برای الکترو سیمی لوله‌ای برای استفاده در فرایند جوشکاری قوسی زیر پودری باید حرف "T" در اول شناسه گذاری الکترو سیمی باشد.

۴-۲-۲ ب طبقه‌بندی با استحکام کششی و ترکیب شیمیایی

نماد برای الکترو سیمی توپر برای استفاده در فرایند جوشکاری قوسی زیر پودری باید حرف "SU" در اول شناسه گذاری الکترو سیمی توپر باشد.

نماد برای الکترو سیمی لوله‌ای برای استفاده در فرایند جوشکاری زیر پودری باید حرف "TU" در اول شناسه گذاری الکترو سیمی لوله‌ای باشد.

۴-۳ نمادها برای خواص کششی رسوب فلز تمام جوش

۴-۳-۱ الف طبقه‌بندی با ترکیب شیمیایی

برای خواص مکانیکی رسوب فلز تمام جوش هیچ نمادی نباید استفاده شود.

رسوب فلز تمام جوش تولیدشده در ترکیب با پودر مخصوصی باید الزامات خاصیت کششی مشخص شده در جدول ۱- الف را برآورده نماید.

۴-۳- ب طبقه‌بندی با استحکام کششی و ترکیب شیمیایی

نمادهای جدول ۱-ب معرف استحکام کششی، استحکام تسلیم و ازدیاد طول رسوب فلز تمام جوش که در شرایط عملیات حرارتی پس از جوش تعیین شده، مطابق بند ۵-۱ با یک پودر خاص هست.

۴-۴- نمادها برای خواص ضربه‌ای رسوب‌های فلز تمام جوش

۴-۴- الف طبقه‌بندی با ترکیب شیمیایی

برای خواص ضربه‌ای رسوب‌های فلز تمام جوش هیچ نمادی نباید استفاده شود. رسوب فلز تمام جوش تولیدشده در ترکیب با پودر بخصوصی باید الزامات خاصیت ضربه‌ای مشخص شده در جدول ۱-الف را برآورده نماید.

۴-۴- ب طبقه‌بندی با استحکام کششی و ترکیب شیمیایی

نمادهای جدول ۲-ب معرف دمایی که در آن دما انرژی ضربه‌ای 27J در شرایط عملیات حرارتی پس از جوش تحت شرایط داده شده در بند ۵ به دست می‌آید، می‌باشند.

پنج قطعه مورد آزمایش باید آزمایش شود. پایین‌ترین و بالاترین مقدار به دست آمده باید کنار گذاشته شود. دو مقدار از سه مقدار باید بیشتر از سطح 27J مشخص شده باشد، یکی از سه تا می‌تواند کمتر باشد اما نباید کمتر از 20J نباشد. میانگین سه مقدار باقی مانده باید دست کم 27J باشد.

وقتی یک رسوب فلز تمام جوش برای یک دمایی معینی طبقه‌بندی شده است، به‌طور خودکار هر دمایی بالاتر فهرست شده در جدول ۲-ب را پوشش می‌دهد.

جدول ۱- الف- خواص مکانیکی رسوب‌های فلز تمام جوش
(طبقه‌بندی با ترکیب شیمیایی)

نماد آلیاژ	کمینه استحکام شاهد $R_{p0.2}$ MPa	کمینه استحکام کششی R_m MPa	کمینه ازدیاد طول A %	انرژی ضربه‌ای در $+20\text{ }^\circ\text{C}$ J		عملیات حرارتی		
				کمینه مقدار تکی ^b سه قطعه آزمایش	دمای پیش‌گرمایش و بین‌گذری $^\circ\text{C}$	عملیات حرارتی پس از جوش قطعه مورد آزمایش		
						دما ^c $^\circ\text{C}$	زمان ^d min.	
Mo MnMo	355	510	22	47	38	<200	-	-
MoV	355	510	18	47	38	200 - 300	690 - 730	60
CrMo1	355	510	20	47	38	150 - 250	660 - 700	60
CrMoV1	435	590	15	24	21	200 - 300	680 - 730	60
CrMo2 CrMo2Mn	400	500	18	47	38	200 - 300	690 - 750	60
CrMo2L	400	500	18	47	38	200 - 300	690 - 750	60
CrMo5	400	590	17	47	38	200 - 300	730 - 760	60
CrMo9	435	590	18	34	27	200 - 300	740 - 780	120
CrMo91	415	585	17	47	38	250 - 350	750 - 760	180
CrMoWV12	550	690	15	34	27	250 - 350 ^e یا 400 - 500 ^e	740 - 780	120
Z	هرخواص مکانیکی توافقی دیگر							
<p>^a طول شاخص پنج برابر قطر قطعه مورد آزمایش است.</p> <p>^b تنها یک مقدار تکی پایین‌تر از کمینه میانگین مجاز است.</p> <p>^c قطعه مورد آزمایش باید در کوره تا $300\text{ }^\circ\text{C}$ در آهنگی کمتر از $200\text{ }^\circ\text{C/h}$ خنک شود. قطعه مورد آزمایش را می‌توان در هر دمای زیر $300\text{ }^\circ\text{C}$ از کوره خارج نمود تا در هوای آرام به دمای اتاق برسد.</p> <p>^d رو اداری $\pm 10\text{ min}$</p> <p>^e بلافاصله بعد از جوشکاری قطعه مورد آزمایش باید تا $100\text{ }^\circ\text{C}$ الی $120\text{ }^\circ\text{C}$ سرد شود و در این دما دست‌کم یک ساعت نگهداری شود.</p>								

جدول ۱-ب- نمادها برای خواص کششی
(طبقه‌بندی با استحکام کششی و ترکیب شیمیایی)

نماد	کمینه استحکام تسلیم ^a MPa	استحکام کششی MPa	کمینه ازدیاد طول ^b %
49	400	490-660	20
55	470	550-700	18
62	540	620-760	15
69	610	690-830	14
^a 0.2% ازدیاد طول باقیمانده (R _{p0.2}) ^b طول شاخص پنج برابر قطر نمونه است			

جدول ۲-ب- نمادها برای خواص ضربه‌ای رسوب‌های فلز تمام جوش
(طبقه‌بندی بر اساس استحکام کششی و ترکیب شیمیایی)

نماد	دما برای کمینه انرژی ضربه‌ای میانگین 27J °C
Z	الزام ندارد
Y	+20
0	0
2	-20
3	-30
4	-40

۴-۵ نماد برای نوع پودر جوشکاری

نمادها برای پودر جوشکاری باید مطابق استاندارد ISO 14174 باشد.

۴-۶ نماد برای ترکیب شیمیایی الکترودهای سیمی توپر و رسوب‌های فلز تمام جوش

نمادهای جدول ۳ معرف ترکیب شیمیایی الکتروده توپر می‌باشند، که تحت شرایط ارائه‌شده در بند ۶ تعیین شده‌اند.

نمادهای جدول ۴ معرف ترکیب شیمیایی رسوب فلز تمام جوش می‌باشند، که با الکتروده سیمی توپر، یا با الکتروده توپودری لوله‌ای و یک پودر خاص به‌دست‌آمده‌اند.

جدول ۳- الزامات ترکیب شیمیایی برای الکترودهای سیمی توپر

نماد برای طبقه‌بندی مطابق ترکیب شیمیایی ^a ISO 24598-A		ترکیب شیمیایی ب (وزنی) %										
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu ^c	V	سایر
Mo	(1M3)	0.08 to 0.15	0.05 to 0.25	0.80 to 1.25	0.025	0.025	0.2	0.3	0.45 to 0.65	0.3	0.03	Nb: 0.01
(Mo)	1M3 ^d	0.05 to 0.15	0.25	0.65 to 1.00	0.025	0.025	-	-	0.45 to 0.65	0.35	-	-
MnMoe	(3M31)	0.80 to 0.15	0.05 to 0.25	1.30 to 1.70	0.025	0.025	0.2	0.3	0.45 to 0.65	0.3	0.03	Nb: 0.01
(MnMo)	3M31 ^{d,e}	0.18	0.60	1.10 to 1.90	0.025	0.025	-	-	0.30 to 0.70	0.35	-	-
	4M3 ^{d,e}	0.05 to 0.17	0.20	1.65 to 2.20	0.025	0.025	-	-	0.45 to 0.65	0.35	-	-
	4M31 ^{d,e}	0.18	0.60	1.70 to 2.60	0.025	0.025	-	-	0.30 to 0.70	0.35	-	-
MoV		0.80 to 0.15	0.10 to 0.30	0.60 to 1.00	0.020	0.020	0.30 to 0.60	0.3	0.50 to 1.00	0.3	0.25 to 0.45	Nb: 0.01
	CM ^d	0.10	0.05 to 0.30	0.40 to 0.80	0.025	0.025	0.40 to 0.75	-	0.45 to 0.65	0.35	-	-
	CM1 ^d	0.15	0.40	0.30 to 1.20	0.025	0.025	0.30 to 0.70	-	0.30 to 0.70	0.35	-	-
	C1MH ^d	0.15 to 0.23	0.40 to 0.60	0.40 to 0.70	0.025	0.025	0.45 to 0.65	-	0.90 to 1.20	0.3	-	-
CrMo1	(1CM) (1CM1)	0.80 to 0.15	0.05 to 0.25	0.60 to 1.00	0.020	0.020	0.90 to 1.30	0.3	0.40 to 0.65	0.35		
(CrMo1)	1CM ^{d,f}	0.07 to 0.15	0.05 to 0.30	0.45 to 1.00	0.025	0.025	1.00 to 1.75	-	0.40 to 0.65	0.35	-	-
(CrMo1)	1CM1 ^d	0.15	0.60	0.30 to 1.20	0.025	0.025	0.80 to 1.80	-	0.40 to 0.65	0.35	-	-
	1CMVH ^d	0.28 to 0.33	0.55 to 0.75	0.45 to 0.65	0.015	0.015	1.00 to 1.50	-	0.40 to 0.65	0.30	0.20 to 0.30	-
CrMoV1		0.80 to 0.15	0.05 to 0.25	0.80 to 1.20	0.020	0.020	0.90 to 1.30	0.3	0.90 to 1.30	0.3	0.10 to 0.35	Nb: 0.01

ادامه جدول ۳- الزامات ترکیب شیمیایی برای الکترودهای سیمی توپر

نماد برای طبقه‌بندی مطابق استحکام کششی ^g		ترکیب شیمیایی ^b (وزنی) %										
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu ^c	V	سایر
^a ترکیب شیمیایی ISO 24598-A	^a ترکیب شیمیایی ISO 24598-B											
CrMo2	(2C1M)	0.08 to 0.15	0.05 to 0.25	0.30 to 0.70	0.020	0.020	2.2 to 2.8	0.3	0.90 to 1.15	0.3	0.03	Nb: 0.01
(CrMo2) (CrMo2Mn)	2C1M ^{d,f}	0.05 to 0.15	0.05 to 0.30	0.40 to 0.80	0.025	0.025	2.25 to 3.00	-	0.90 to 1.10	0.35	-	-
(CrMo2) (CrMo2Mn)	2C1M1 ^d	0.15	0.35	0.30 to 1.20	0.025	0.025	2.20 to 2.80	-	0.90 to 1.20	0.35	-	-
	2C1M2 ^d	0.08 to 0.18	0.35	0.30 to 1.20	0.025	0.025	2.20 to 2.80	-	0.90 to 1.20	0.35	-	-
CrMo2Mng	(2C1M) (2C1M1)	0.10	0.50	0.50 to 1.20	0.020	0.015	2.0 to 2.5	0.3	0.90 to 1.20	0.3	0.03	Nb: 0.01
CrMo2L		0.05	0.05 to 0.25	0.30 to 0.70	0.020	0.020	2.2 to 2.8	0.3	0.90 to 1.15	0.3	0.03	Nb: 0.01
	2C1MV	0.05 to 0.15	0.40	0.50 to 1.50	0.025	0.025	2.20 to 2.80	-	0.90 to 1.20	0.35	0.15 to 0.45	Nb: 0.01to 0.1
(CrMo5)	5CM ^d	0.10	0.05 to 0.50	0.35 to 0.70	0.025	0.025	4.50 to 6.50	-	0.45 to 0.70	0.35	-	-
(CrMo5)	5CM1 ^d	0.15	0.60	0.30 to 0.70	0.025	0.025	4.50 to 6.00	-	0.40 to 0.65	0.35	-	-
CrMo5	(5CM) (5CM1)	0.03 to 0.10	0.20 to 0.50		0.020	0.020	5.50 to 6.50	0.3	0.50 to 0.80	0.3	0.03	Nb: 0.01
	5CMH ^d	0.25 to 0.40	0.25 to 0.50		0.025	0.025	4.80 to 6.50	-	0.45 to 0.65	0.35	-	-
CrMo9	(9C1M)	0.06 to 0.10	0.30 to 0.60	0.30 to 0.70	0.025	0.025	8.5 to 10.0	1.0	0.80 to 1.20	0.3	0.15	Nb: 0.01
(CrMo9)	9C1M ^d	0.10	0.05 to 0.50	0.30 to 0.65	0.025	0.025	8.00 to 10.50	-	0.80 to 1.20	0.35	-	-

ادامه جدول ۳- الزامات ترکیب شیمیایی برای الکترودهای سیمی توپر

نماد برای طبقه‌بندی مطابق		ترکیب شیمیایی b (وزنی) %										
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu ^c	V	سایر
ترکیب شیمیایی ^a ISO 24598-A	استحکام کششی و ترکیب شیمیایی ^a ISO 24598-B											
CrMo91	(9C1MV)	0.07 to 0.15	0.60	0.4 to 1.5	0.020	0.020	8.0 to 10.5	0.4 to 1.0	0.8 to 1.2	0.25	0.15 to 0.30	Nb: 0.03 to 0.10 N:0.02 to 0.07
	9C1MV ^{d,h}	0.07 to 0.13	0.50	1.25	0.010	0.010	8.0 to 10.5	1.00	0.85 to 1.2	0.10	0.15 to 0.25	Nb: 0.02 to 0.10 N:0.03 to 0.07 Al: 0.04
	9C1MV1 ^d	0.12	0.50	0.50 to 1.25	0.025	0.025	8.00 to 10.50	0.10 to 0.80	0.80 to 1.20	0.35	0.10 to 0.35	Nb: 0.01 to 0.12 N:0.01 to 0.05
	9C1MV2 ^d	0.12	0.50	1.20 to 1.90	0.025	0.025	8.00 to 10.50	0.20 to 1.00	0.80 to 1.20	0.35	0.15 to 0.50	Nb: 0.01 to 0.12 N:0.01 to 0.05
CrMoWV12		0.22 to 0.30	0.05 to 0.40	0.40 to 1.20	0.025	0.020	10.5 to 12.5	0.8	0.80 to 1.20	0.3	0.20 to 0.40	W:0.35 to 0.80 Nb: 0.01
Z ⁱ	G ⁱ	هر خواص مکانیکی توافقی دیگر										

^a شناسه گذاری داخل پرانتز مانند (CrMo1) یا (1CM) معرف تطابق نزدیک با سایر مجموعه شناسه گذاری بوده، تقریبی، هست. شناسه گذاری درست برای ترکیبی معلومی، بدون پرانتز است.

برای یک محصول معلومی که دارای ترکیب شیمیایی محدودی باشد که هر دو سری الزامات را برآورده کند، می‌توان هر دو شناسه گذاری را به طور مستقل انجام داد، به شرطی که الزامات خواص مکانیکی جدول‌های ۱-الف، ۱-ب و ۲-ب نیز تأمین شود.

^b مقادیر تکی، بیشینه هستند.

^c اگر الکترو سیمی توپر، روکش مسی داشته باشد، تجزیه شیمیایی باید شامل روکش باشد.

^d الکترو باید برای عناصر خاص که برای آن مقدار ارائه شده است، تجزیه شود. اگر وجود سایر عناصر در اینجا اشاره می‌شود، برای اطمینان از اینکه جمع مقدار آن‌ها (به جز آهن) از 0.5% (جرمی) بیشتر نشود، باید مقدار آن عناصر تعیین شود.

^e ترکیب دارای حدود 0.5% (جرمی) Mo، بدون Cr و با Mn به‌طور قابل توجهی بیشتر از 1% (جرمی)، ممکن است مقاومت خزشی بهینه را تأمین نکنند.

^f وقتی حرف "R"، به‌عنوان پسوند اضافه شد، یک شناساگر تکمیلی بهینه است و معرف آنکه حدود زیر بجای آن‌هایی که در جدول نشان داده شده‌اند، اعمال می‌شود:

(جرمی) S:0.010%، (جرمی) P:0.010%، (جرمی) Cu:0.15%، (جرمی) As:0.005%، (جرمی) Sn:0.050%، (جرمی) Sb:0.005%

^g نسبت Mn/Si بزرگ‌تر از 2.0 مطلوب است.

^h بیشینه (جرمی) Mn+Ni = 1.50%

ⁱ مواد مصرفی که ترکیب شیمیایی در جدول فهرست نشده است باید به‌طور مشابهی نمادگذاری شود و پیشوند Z (استاندارد-ISO 24598-A) یا G (استاندارد ISO 24598-B) بگیرد. محدوده‌های ترکیب شیمیایی مشخص نشده‌اند و بنابراین ممکن است دو الکترو با یک طبقه‌بندی Z یا G با یکدیگر تعویض‌پذیری نداشته باشند.

۵ آزمایش‌های مکانیکی

۵- الف طبقه‌بندی با ترکیب شیمیایی

آزمایش‌های کشش و ضربه و هر آزمایش مجدد لازم برای فلز جوش در شرایط جوشکاری شده و یا عملیات حرارتی شده پس از جوشکاری با استفاده از قطعه مورد آزمایش فلز تمام جوش نوع 1.3 مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۹۸۹ که با استفاده از الکتروود سیمی توپر یا الکتروود تو پودری لوله‌ای و پودر با شناسه تجارتي خاص مورد طبقه‌بندی آماده‌سازی شده است، انجام شود. شرایط جوشکاری (جوشکاری تک سیمه) باید از جدول ۶- الف به‌طور مناسب انتخاب شود.

۵- ب طبقه‌بندی با استحکام کششی و ترکیب شیمیایی

آزمایش‌های کشش و ضربه و هر آزمایش مجدد لازم باید روی فلز جوش در شرایط جوشکاری شده یا عملیات حرارتی شده پس از جوشکاری با استفاده از قطعه مورد آزمایش فلز تمام جوش نوع 1.4 مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۹۸۹، انجام شود که با استفاده از الکتروود سیمی توپر یا الکتروود تو پودری لوله‌ای و پودر با شناسه تجاری خاص آماده‌سازی شده است. شرایط جوشکاری (جوشکاری تک سیمه) باید از جدول ۶- ب به‌طور مناسب انتخاب شود.

۵- ۱ دماهای پیش‌گرمایش، میان‌گذری و دمای عملیات حرارتی پس از جوشکاری

دماهای پیش‌گرمایش و میان‌گذری باید آنچه در جدول ۱- الف یا جدول ۵- ب به‌طور مناسب برای نوع رسوب فلز تمام جوش مشخص شده است باشد. دمای پیش‌گرمایش و میان‌گذری باید با استفاده از گچ‌های حرارتی، دماسنج‌های سطح یا ترموکوپل‌ها مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۴۶۵، اندازه‌گیری شود. ۵- ب به‌طور مناسب باشد. اگر بعد از هر گذر، محدوده دمای میان‌گذری بیشتر شود، قطعه مورد آزمایش باید در هوا تا رسیدن دما در محدوده دمای میان‌گذری خنک شود. در صورت استفاده عملیات حرارتی پس از جوشکاری باید برحسب مورد مطابق جدول ۱- الف یا جدول ۵- ب انجام شود.

جدول ۴- الزامات ترکیب شیمیایی برای رسوب‌های فلز تمام جوش

نماد برای طبقه‌بندی مطابق		ترکیب شیمیایی ب ^b (وزنی)٪										
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu ^c	V	سایر
ترکیب شیمیایی ^a ISO 24598-A	استحکام کششی و ترکیب شیمیایی ^a ISO 24598-B											
Mo	(1M3)	0.15	0.80	1.4	0.030	0.030	0.2	0.3	0.40 to 0.65	0.35	0.03	Nb: 0.01
(Mo)	1M3 ^c	0.12	0.80	1.00	0.030	0.030	-	-	0.40 to 0.65	0.35	-	-
	(3M31)	0.15	0.80	2.0	0.030	0.030	0.2	0.3	0.40 to 0.65	0.35	0.03	Nb: 0.01
(MnMo)	3M31 ^c	0.15	0.80	1.60	0.030	0.030	-	-	0.40 to 0.65	0.35	-	-
	4M3 ^c 4M31 ^c	0.15	0.80	2.10	0.030	0.030	-	-	0.40 to 0.65	0.35	-	-

ادامه جدول ۴- الزامات ترکیب شیمیایی برای رسوب‌های فلز تمام جوش

نماد برای طبقه‌بندی مطابق		ترکیب شیمیایی ٪(وزنی) ^b										
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu ^c	V	سایر
ترکیب شیمیایی ^a ISO 24598-A	استحکام کششی و ترکیب شیمیایی ^a ISO 24598-B											
MoV		0.15	0.80	1.4	0.030	0.030	0.20 to 0.60	0.3	0.45 to 1.00	0.35	0.20 to 0.45	Nb: 0.01
	CM ^c CM1 ^c	0.12	0.80	1.60	0.030	0.030	0.40 to 0.65	-	0.40 to 0.65	0.35	-	-
	C1MH ^c	0.18	0.80	1.20	0.030	0.030	0.40 to 0.65	-	0.90 to 1.20	0.35	-	-
CrMo1	(1CM1) (1CM1) (1CM2)	0.15	0.80	1.20	0.030	0.030	0.40 to 0.65	0.25	0.35 to 0.65	0.40	0.03	Nb: 0.01
(CrMo1)	1CM ^{c,d} 1CM1 ^c	0.05 to 0.15	0.80	1.20	0.030	0.030	0.80 to 1.50	-	0.40 to 0.65	0.35	-	-
	1CMVH ^c	0.10 to 0.25	0.80	1.20	0.030	0.030	1.00 to 1.50	-	0.40 to 0.65	0.35	0.03	-
CrMoV1		0.15	0.80	1.40	0.030	0.030	1.00 to 1.50	0.3	0.80 to 1.30	0.35	0.10 to 0.35	Nb: 0.01
CrMo2	(2C1M)	0.15	0.80	1.20	0.030	0.030	0.80 to 1.30	0.3	0.80 to 1.15	0.35	0.03	Nb: 0.01
(CrMo2) (CrMo2Mn)	2C1M ^{c,d} 2C1M1 ^c 2C1M2 ^c	0.05 to 0.15	0.80	1.20	0.030	0.030	2.0 to 2.8	-	0.90 to 1.20	0.35	-	-
CrMo2Mn ^e	(2C1M) (2C1M1)	0.10	0.80	1.40	0.030	0.030	2.00 to 2.50	0.3	0.80 to 1.20	0.35	0.03	Nb: 0.01
CrMo2L		0.05	0.80	1.20	0.030	0.030	1.8 to 2.5	0.3	0.80 to 1.15	0.35	0.03	Nb: 0.01
	2C1MV ^c	0.05 to 0.15	0.80	1.30	0.030	0.030	2.0 to 2.8	-	0.90 to 1.20	0.35	0.40	Nb: 0.01
(CrMo5)	5CM ^c 5CM1 ^c	0.12	0.80	1.20	0.030	0.030	4.50 to 6.00	-	0.40 to 0.65	0.35	-	-
CrMo5	(5CM) (5CM1)	0.10	0.80	1.20	0.030	0.030	4.5 to 6.50	0.3	0.45 to 0.80	0.35	0.03	Nb: 0.01
	5CMH ^c	0.05 to 0.15	0.80	1.20	0.030	0.030	4.50 to 6.00	-	0.40 to 0.65	0.35	-	-
CrMo9	(9C1M)	0.10	0.80	1.20	0.030	0.030	8.0 to 10.0	1.0	0.70 to 1.20	0.35	0.15	Nb: 0.01

ادامه جدول ۴- الزامات ترکیب شیمیایی برای رسوب‌های فلز تمام جوش

نماد برای طبقه‌بندی مطابق		ترکیب شیمیایی ب (وزنی) %										
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	V	سایر
ترکیب شیمیایی ^a ISO 24598-A	استحکام کششی و ترکیب شیمیایی ^a ISO 24598-B											
(CrMo9)	9C1M ^c	0.12	0.80	1.20	0.030	0.030	0.80 to 10.00	-	0.80 to 1.20	0.35	-	-
CrMo91	(9C1MV)	0.15	0.80	1.80	0.030	0.030	8.0 to 10.5	1.0	0.70 To 1.20	0.35	0.10 to 0.30	Nb: 0.02 to 0.10 N: 0.02 to 0.07
	9C1M ^c	0.80 to 0.13	0.80	1.20 ^f	0.010	0.010	8.0 to 10.5	0.80 ^f	0.85 to 1.20	0.10	0.15 to 0.25	Nb: 0.02 to 0.10 N: 0.02 to 0.07 Al: 0.04
	9C1MV1 ^{c,f}	0.12	0.80	1.25	0.030	0.030	8.0 to 10.50	1.00	0.80 to 1.20	0.35	0.10 to 0.50	Nb: 0.01 to 0.12 N: 0.01 to 0.05
	9C1MV2 ^c	0.12	0.80	1.25 to 2.00	0.030	0.030	8.00 to 10.50	1.00	0.80 to 1.20	0.35	0.10 to 0.50	Nb: 0.01 to 0.12 N: 0.01 to 0.05
CrMoWV12		0.24	0.80	1.4	0.030	0.030	9.5 to 12.0	0.80	0.70 to 1.20	0.35	0.15 to 0.40	Nb: 0.01 W: 0.30 to 0.80
Z ^g	G ^g	هر ترکیب توافقی دیگر										
<p>^a شناسه گذاری داخل پرانتز مانند (CrMo1) یا (1CM) معرف تطابق نزدیک با سایر مجموعه شناسه گذاری بوده، تقریبی، هست. شناسه گذاری درست برای ترکیبی معلومی، بدون پرانتز است.</p> <p>برای یک محصول معلومی که دارای ترکیب شیمیایی محدودی باشد که هر دو سری الزامات را برآورده کند، می‌توان هر دو شناسه گذاری را به‌طور مستقل انجام داد، به شرطی که الزامات خواص مکانیکی جدول‌های ۱-الف، ۱-ب و ۲-ب نیز تأمین شود.</p> <p>^b مقادیر تکی، بیشینه هستند.</p> <p>^c رسوب فلز تمام جوش باید برای عناصر ویژه‌ای که برای آن‌ها مقادیر ارائه شده است، تجزیه شود اگر وجود سایر عناصر در اینجا اشاره می‌شود، برای اطمینان از اینکه جمع مقدار آن‌ها (به جز آهن) از 0.5% (جرمی) بیشتر نشود، باید مقدار آن عناصر تعیین شود.</p> <p>^d وقتی حرف "R"، به‌عنوان پسوند اضافه شد، یک شناساگر تکمیلی بهینه است و معرف آنکه حدود زیر بجای آن‌هایی که در جدول نشان داده شده‌اند، اعمال می‌شود:</p> <p>(جرمی) S:0.010%، (جرمی) P:0.010%، (جرمی) Cu:0.15%، (جرمی) As:0.005%، (جرمی) Sn:0.050%، (جرمی) Sb:0.005%</p> <p>^e نسبت Mn/Si بزرگ‌تر از 2.0 مطلوب است.</p> <p>^f بیشینه (جرمی) Mn+Ni = 1.50%</p> <p>^g مواد مصرفی که ترکیب شیمیایی در جدول فهرست نشده است باید به‌طور مشابهی نمادگذاری شود و پیشوند Z (استاندارد ISO 24598-A) یا G (استاندارد ISO 24598-B) بگیرد. محدوده‌های ترکیب شیمیایی مشخص نشده‌اند و بنابراین ممکن است دو الکتروود با یک طبقه‌بندی Z یا G با یکدیگر تعویض پذیری نداشته باشند.</p>												

۲-۵ شرایط جوشکاری و توالی گذر

جوش قطعه مورد آزمایش باید در دو گذر در هر لایه تکمیل شود، به جز در لایه بالایی که اگر لازم باشد در سه گذر تکمیل می‌شود. جوشکاری باید با ماشین یا جوشکاری خودکار با پیشروی مستقیم (بدون بافته‌ای) در حالت تخت انجام شود. هر گذر باید بدون قطع شدن کامل شود.

۲-۵ الف طبقه‌بندی با ترکیب شیمیایی

قطعه مورد آزمایش جوش باید با استفاده از الکتروود با قطر 4mm، 3.2mm یا 3.0 mm هر کدام که بزرگ‌ترین قطر ساخته شده است، تولید شود. پودر استفاده شده باید در گزارش ثبت شود. شرایط جوشکاری برای الکتروودهای سیمی توپر باید همانند جدول ۶-الف باشد. شرایط جوشکاری برای الکتروودهای توپودری لوله‌ای باید مطابق با توصیه‌های سازنده باشد.

۲-۵ ب طبقه‌بندی بر پایه استحکام کششی و ترکیب شیمیایی

طبقه‌بندی بر پایه خواص فلز جوش تولیدی از الکتروودهای با قطر 4.0mm یا چنانچه 4.0mm ساخته نمی‌شود، نزدیک‌ترین اندازه به 4.0mm، باشد. شرایط جوشکاری برای الکتروودهای سیمی توپر باید همانند جدول ۶-ب ارائه شده باشد. شرایط جوشکاری الکتروودهای توپودری لوله‌ای باید مطابق توصیه‌های سازنده باشد.

جدول ۵- ب دماهای پیش‌گرمایش، میان‌گذری و عملیات حرارتی پس از جوشکاری
(طبقه‌بندی با استحکام کششی و ترکیب شیمیایی)

نماد آلیاژ	دمای پیش‌گرمایش و میان‌گذری °C	قطعه مورد آزمایش عملیات حرارتی پس از جوشکاری	
		دما °C	زمان min
1M3	150 ± 15	620 ± 15	60 ₀ ⁺¹⁵
2M3	150 ± 15	620 ± 15	60 ₀ ⁺¹⁵
2M31	150 ± 15	620 ± 15	60 ₀ ⁺¹⁵
3M3	150 ± 15	620 ± 15	60 ₀ ⁺¹⁵
3M31	150 ± 15	620 ± 15	60 ₀ ⁺¹⁵
4M3	150 ± 15	620 ± 15	60 ₀ ⁺¹⁵
4M31	150 ± 15	620 ± 15	60 ₀ ⁺¹⁵
4M32	150 ± 15	620 ± 15	60 ₀ ⁺¹⁵
CM	150 ± 15	620 ± 15	60 ₀ ⁺¹⁵
CM1	150 ± 15	620 ± 15	60 ₀ ⁺¹⁵
C1MH	150 ± 15	620 ± 15	60 ₀ ⁺¹⁵
1CM	150 ± 15	690 ± 15	60 ₀ ⁺¹⁵
1CM1	150 ± 15	690 ± 15	60 ₀ ⁺¹⁵
1CMVH	150 ± 15	690 ± 15	60 ₀ ⁺¹⁵
2C1M	205 ± 15	690 ± 15	60 ₀ ⁺¹⁵
2C1M1	205 ± 15	690 ± 15	60 ₀ ⁺¹⁵
2C1M2	205 ± 15	690 ± 15	60 ₀ ⁺¹⁵
2C1MV	205 ± 15	690 ± 15	60 ₀ ⁺¹⁵
5CM	205 ± 15	745 ± 15	60 ₀ ⁺¹⁵
5CM1	205 ± 15	745 ± 15	60 ₀ ⁺¹⁵
5CMH	205 ± 15	745 ± 15	60 ₀ ⁺¹⁵
9C1MV	^b	760 ± 15	120 ₀ ⁺¹⁵
9C1MV1	205 ± 15	745 ± 15	60 ₀ ⁺¹⁵
9C1MV2	205 ± 15	745 ± 15	60 ₀ ⁺¹⁵

^a وقتی قطعه مورد آزمایش در داخل کوره قرار داده می‌شود، دمای کوره نباید از 315°C بیشتر باشد. آهنگ گرم کردن از آن دما تا دمای نگهداری مشخص شده نباید از 220 °C/h بیشتر باشد. وقتی زمان نگهداری در دما تکمیل شده 315°C با آهنگ کمتر از 195°C/h در کوره خنک شود.
در هر دمای زیر 315°C می‌توان قطعه آزمایش را از کوره خارج نمود و اجازه داد تا رسیدن به دمای محیط در هوای آزاد خنک شود.
^b محدوده دمای پیش‌گرمایش و میان‌گذری باید 205°C تا 320°C باشد.

۶ تجزیه شیمیایی

برای الکترودهای سیمی توپر، تجزیه شیمیایی باید روی نمونه‌های الکتروود سیمی توپر انجام شود. برای همه ترکیب‌های الکتروود / پودر مورد طبقه‌بندی، تجزیه شیمیایی باید بر روی رسوب فلز تمام جوش آماده‌شده طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۴۶۴، انجام شود. از هر فن تحلیلی می‌توان استفاده نمود، اما در صورت مغایرت باید به روش‌های منتشرشده مکتوب رجوع شود.

۷ روش گرد کردن

به‌منظور تعیین تطابق با الزامات این استاندارد، ارقام به‌دست‌آمده از آزمایش را باید با استفاده از استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۹۸۱۹ پیوست ب روش الف گرد کرد. اگر مقادیر با استفاده از تجهیزات واسنجی شده و با واحدهای دیگری غیر از آنچه در این استاندارد قیدشده به‌دست‌آمده باشد، باید ابتدا آن مقادیر به واحدهای این استاندارد تبدیل‌شده و سپس عمل گرد کردن انجام گردد. در صورتی که لازم است تا یک مقدار میانگین محاسبه‌ای باید با الزامات این استاندارد مقایسه شود، ابتدا باید مقدار میانگین محاسبه‌شده و سپس عمل گرد کردن انجام شود. در صورتی که روش آزمایش که در بند ۲ به آن اشاره شد، شامل دستورالعمل‌هایی باشد که با دستورالعمل‌های این استاندارد تعارض داشته باشد، آنگاه الزامات گرد کردن استاندارد روش آزمایش باید رعایت شود. نتایج گرد شده باید الزامات جدول مربوط به طبقه‌بندی را برآورده کند.

۸ آزمایش‌های مجدد

در صورتی که نتایج هر آزمایشی با الزامات مطابقت نداشته باشد، آن آزمایش باید دو بار تکرار شود. نتایج هر دو آزمایش باید با الزامات تطابق داشته باشد. نمونه‌های مورد آزمایش مجدد را می‌توان از نمونه آزمایش اصلی یا از یک نمونه جدید با استفاده از فلز مبنای همان نوع، مواد مصرفی جوشکاری از همان گروه تولید، و با همان روش جوشکاری مورد استفاده در اولین آزمایش، گرفت. برای ترکیب شیمیایی، آزمایش مجدد فقط برای آن عناصری که با الزامات آزمایش مطابقت نداشته‌اند باید تکرار شود.

اگر نتایج یک یا هر دو آزمایش مجدد با الزامات تطابق نداشت، مواد تحت آزمایش باید چنین تلقی شوند که با الزامات مشخصات لازم در آن دسته‌بندی مطابقت ندارند.

در صورتی که، در حین آماده‌سازی یا پس از انجام هر آزمایش، مشخص شود که روش مناسب خواسته‌شده برای آماده‌سازی نمونه یا مجموعه آزمایش، یا انجام آزمایش رعایت نشده است، بدون در نظر گرفتن اینکه آزمایش واقعاً کامل شده یا نتایج آن مطابق یا غیر منطبق بر الزامات بوده‌اند، آزمایش غیرمعتبر تلقی خواهد شد. آزمایش باید مجدداً و با انجام روش‌های صحیح خواسته‌شده، تکرار شود. در این حالت، الزام دو برابر کردن تعداد نمونه‌های مورد آزمایش اعمال نخواهد شد.

جدول ۶-الف شرایط جوشکاری برای الکترودهای سیمی توپر
(طبقه‌بندی بر پایه ترکیب شیمیایی)

قطر الکتروده mm	شدت جریان جوشکاری A	ولتاژ جوشکاری ^a V	فاصله نوک تماس تا قطعه کار mm	سرعت حرکت mm/min
مقادیر مطابقت ندارند				
3.0	380 ± 20	29 ± 2	24 ± 3	550 ± 50
3.2	380 ± 20	29 ± 2	24 ± 3	550 ± 50
4.0	580 ± 20	29 ± 2	30 ± 5	550 ± 50
مقادیر مطابقت ندارند				
^a جریان ممکن است AC یا DC باشد. روش مرجع باید آنچه توسط سازنده توصیه شده، باشد.				

جدول ۶-ب شرایط جوشکاری برای الکترودهای سیمی توپر
(طبقه‌بندی بر پایه استحکام کششی و ترکیب شیمیایی)

قطر الکتروده mm	شدت جریان جوشکاری ^a A	ولتاژ جوشکاری ^b V	فاصله نوک تماس تا قطعه کار ^c mm	سرعت حرکت mm/min
1.6	300 ± 50	26-29	13-19	300 ± 30
2.0	350 ± 50	26-29	13-19	330 ± 30
2.5 or 2.4	400 ± 50	27-30	19-32	360 ± 30
2.8	450 ± 50	27-30	19-32	360 ± 30
3.0	450 ± 50	27-30	25-38	390 ± 30
3.2	475 ± 50	27-30	25-38	390 ± 30
4.0	525 ± 50	27-30	25-38	420 ± 30
4.8	575 ± 50	27-30	25-38	420 ± 30
5.0	600 ± 50	27-30	25-38	420 ± 30
5.6	625 ± 50	28-31	32-44	450 ± 30
6.0	675 ± 50	28-31	32-44	480 ± 30
6.4	750 ± 50	28-32	38-50	510 ± 30
^a برای لایه اول، شدت جریان کمتر می‌تواند استفاده کرد. ^b جریان ممکن است AC یا DC باشد. روش مرجع باید توصیه سازنده باشد. ^c در صورتی که سازنده الکتروده، فاصله نوک تماس تا قطعه کار را خارج از محدوده مشخص شده، توصیه کند، توصیه سازنده باید ± ۶ رعایت شود.				

۹ شرایط فنی تحویل

شرایط فنی تحویل باید الزامات استاندارد ملی ایران به شماره ۱۴۳۴۴ و استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۴۶۲ را برآورده سازد.

۱۰ مثال‌های شناسه گذاری

شناسه گذاری الکترودهای سیمی توپر، و ترکیب‌های الکتروده سیمی توپر / پودر و الکتروده تو پودری لوله‌ای / پودر باید اصول ارائه شده در مثال‌های زیر را رعایت کنند.

۱۰-الف طبقه‌بندی بر پایه ترکیب شیمیایی

مثال ۱-الف

یک الکتروده سیمی توپر برای جوشکاری قوسی زیر پودری با ترکیب شیمیایی بین حدهای نماد آلیاژ از CrMo1 جدول ۳ به صورت زیر شناسه گذاری می‌شود.

INSO 10405 -A- S S CrMo1

که INSO 10405-A شماره این استاندارد ملی، با طبقه‌بندی با ترکیب شیمیایی است، که اولین S معرف فرایند جوشکاری قوسی زیر پودری، دومین S یک الکتروده سیمی توپر را شناسه گذاری می‌کند.

CrMo1 ترکیب شیمیایی الکتروده سیمی توپر است (به جدول ۳ را مراجعه شود)

مثال ۲-الف

ترکیب یک الکتروده سیمی توپر / پودر برای جوشکاری قوسی زیر پودری، با ترکیب شیمیایی الکتروده سیمی توپر در بین حدود CrMo1 از جدول ۳، تولید رسوب فلز تمام جوش دارای استحکام شاهد دست کم 355MPa در شرایط عملیات حرارتی شده بعد از جوشکاری، انرژی ضربه‌ای دست کم 47J در 20°C طبق جدول ۱-الف و ترکیب رسوب در بین حدهای نماد آلیاژ CrMo1 از جدول ۴، با پودر نام تجاری ویژه که پایه آلومینت (AB) می‌کند، به صورت زیر شناسه گذاری می‌شود:

INSO 10405-A-S S CrMo1 AB

که INSO 10405-A شماره این استاندارد ملی، با طبقه‌بندی با ترکیب شیمیایی است. که S اول معرف فرایند جوشکاری قوسی زیر پودری، S دوم معرف یک الکتروده سیمی توپر را.

CrMo1 معرف :

- خواص کششی و ضربه‌ای در شرایط عملیات حرارتی شده بعد از جوشکاری (جدول ۱-الف را مراجعه شود)

- الکتروده سیمی توپر با CrMo1 مطابقت دارد.

حدهای ترکیب جدول ۳ و رسوب فلز تمام جوش، حدهای ترکیب CrMo1 جدول ۴ را تأمین می‌کند.

AB معرف پودر بانام تجاری خاص آلومینات - قلیایی است (به جدول ۴ را مراجعه شود)

۱۰-ب- طبقه‌بندی بر پایه استحکام کششی و ترکیب شیمیایی

مثال ۱-ب

یک الکتروود سیمی توپر برای جوشکاری قوسی زیر پودری با ترکیب شیمیایی در بین حدهای نماد آلیاژ SU1CM از جدول ۳، به صورت زیر شناسه گذاری می‌شود:

INSO 10405-B- SU 1CM

که INSO 10405-B شماره این استاندارد ملی، با طبقه‌بندی با استحکام کششی و ترکیب شیمیایی است. SU شناسه یک الکتروود سیمی توپر برای جوشکاری قوسی زیر پودری است. 1CM ترکیب شیمیایی الکتروود سیمی توپر است (جدول ۳ را مراجعه شود).

مثال ۲-ب

یک ترکیب الکتروود سیمی توپر/ پودر برای جوشکاری قوسی زیر پودری، با ترکیب شیمیایی الکتروود سیمی توپر در بین حدهای نماد آلیاژ 1CM از جدول ۳، تولید رسوب فلز تمام دارای استحکام کششی دست کم 550MPa (55) در شرایط عملیات حرارتی شده پس از جوشکاری، انرژی ضربه‌ای دست کم 27J در 4) -40°C و ترکیب رسوب در بین حدهای نماد آلیاژ 1CM از جدول ۴، و با یک پودر بانام تجاری خاص، پایه آلومیناتی (AB) می‌کند، به صورت زیر شناسه می‌شود:

INSO 10405-B-S 55 4 AB SU 1CM

که INSO 10405 شماره این استاندارد ملی، با طبقه‌بندی استحکام کششی و ترکیب شیمیایی است. S معرف ترکیب الکتروود / پودر برای جوشکاری قوسی زیر پودری است. 55 معرف خواص کششی در شرایط عملیات حرارتی شده پس از جوشکاری است. (به جدول ۱-ب را مراجعه شود). 4 معرف خواص ضربه‌ای است (به جدول ۲-ب را مراجعه شود). AB معرف پودر بانام تجاری خاص، آلومینات- قلیایی است (بند ۴-۵ را مراجعه شود). SU معرف الکتروود سیمی توپر برای جوشکاری قوسی زیر پودری است. 1CM معرف آن است که الکتروود سیمی، حدهای ترکیب 1CM از جدول ۳ را برآورده می‌کند و تمامی رسوب فلز جوش با محدوده ترکیب 1CM از جدول ۴ را برآورده می‌کند.

مثال ۳-الف

یک ترکیب الکتروود تو پودری لوله‌ای/ پودر برای جوشکاری قوسی زیر پودری، تولید یک رسوب فلز تمام جوش می‌کند که دارای معیار استحکام شاهد دست کم 355MPa در شرایط عملیات حرارتی شده پس از جوشکاری، انرژی ضربه‌ای دست کم 47J در 20°C+ مطابق جدول ۱-الف و ترکیب رسوب بین حدهای نماد آلیاژ CrMo1 از جدول ۴ با یک پودر بانام تجاری خاص که آلومینات - قلیایی (AB) است، به صورت زیر شناسه گذاری می‌شود:

INSO 10405-A-S T CrMo1 AB

که INSO 10405-A شماره این استاندارد ملی، با طبقه‌بندی با ترکیب شیمیایی است. حرف S معرف فرآیند جوشکاری قوسی زیر پودری است. T شناسه یک الکتروود سیمی تو پودری لوله‌ای است. CrMo1 معرف: خواص کششی و ضربه‌ای در شرایط عملیات حرارتی شده پس از جوشکاری است (جدول ۱-الف را مراجعه شود) و رسوب فلز تمام جوش، حدهای ترکیب CrMo1 از جدول ۴ را برآورده می‌کند. AB معرف آن است که پودر بانام تجاری خاص، آلومینات - قلیایی است (بخش ۴-۵ را مراجعه شود).

مثال ۳-ب

ترکیب (TU) یک الکتروود تو پودری لوله‌ای/ پودر تولید رسوب فلز تمام جوش دارای استحکام کششی دست کم (55) 550MPa در شرایط عملیات حرارتی شده پس از جوشکاری، انرژی ضربه‌ای دست کم 27J در (4) -40°C و ترکیب رسوب در بین حدهای نماد آلیاژ 1CM از جدول ۴، با یک پودر بانام تجاری خاص که آلومینات-قلیایی (AB) می‌کند به صورت زیر شناسه گذاری می‌شود :

INSO 10405-B-S 55 4 AB TU 1CM

که INSO 10405-B شماره این استاندارد ملی، با طبقه‌بندی با استحکام کششی و ترکیب شیمیایی است. S معرف یک ترکیب الکتروود / پودر جوش برای جوشکاری قوسی زیر پودری است. 55 معرف خواص کششی در شرایط عملیات حرارتی شده پس از جوشکاری است. (به جدول ۱-ب مراجعه شود). 4 معرف خواص ضربه‌ای است (به جدول ۲-ب مراجعه شود). AB معرف پودر نام تجاری خاص، آلومینات-قلیایی است. (به بخش ۴-۵ مراجعه شود). TU معرف الکتروود تو پودری برای جوشکاری قوسی زیر پودری است. 1CM معرف رسوب فلز تمام جوش با پودر جوش مخصوص، حدهای ترکیب 1CM از جدول ۴ را برآورده می‌کند.

کتابنامه

[1] EN 12070:1999, Welding consumables-Wire electrodes,wires and rods for arc welding of creep-resisting steels-Classification