



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۷۵۸۸

چاپ اول

۱۳۹۳

INSO

17588

1st.Edition

2014

شمشه و شمشال فولاد آلیاژی با کیفیت  
برتر برای محصولات آهنگری صنایع هوا  
فضا و هواپیمایی

**Standard Specification for Premium  
Quality Alloy Steel Blooms and Billets for  
Aircraft and Aerospace Forgings**

**ICS: 49.025.10**

## 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 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 ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها 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 می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته شده 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)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به‌عنوان 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.

سازمان ملی استاندارد 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. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان 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 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 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  
"شمشه و شمشال فولاد آلیاژی با کیفیت عالی برای محصولات آهنگری صنایع هوا فضا و  
هواپیمایی"

رئیس:

خلیفه سلطانی، سیدرسول  
(لیسانس متالورژی)

دبیر:

سیروسی، آریا  
(لیسانس متالورژی)

اعضاء: ( اسامی به ترتیب حروف الفبا )

ایزدپناه، نوید  
(لیسانس متالورژی)

باقرزاده، بهرام  
(لیسانس متالورژی)

پاغنده، معصومه  
(فوق لیسانس متالورژی)

پیمان، سیدجواد  
(لیسانس متالورژی)

جعفرزاده، محمد  
(لیسانس متالورژی)

زارعی، جلال  
(لیسانس متالورژی)

سمت و/یا نمایندگی

دبیر انجمن تولیدکنندگان فولاد ایران

اداره کل استاندارد گیلان

شرکت صنایع هفت الماس

شرکت فولاد مبارکه

مدیر فنی آزمایشگاه متالورژی کسری

مدیر ارشد آزمایشگاه متالورژی بنیان کیفیت  
فرانگر

کارشناس متالورژی اداره کل استاندارد گیلان

مجتمع فولاد ویان

اداره کل نظارت بر اجرای استاندارد	زمانی نژاد، امیر (فوق لیسانس متالورژی)
فولاد اکسین	ساری پور، علیرضا (لیسانس متالورژی)
مدیر کیفیت ذوب آهن اصفهان	عباس زاده، عباس (لیسانس متالورژی)
مدیر فنی بیلت خزر	عزیزی؛ کمال الدین (لیسانس برق)
کارشناس متالورژی روش های تولید شرکت فولاد مبارکه	عقیده، محمد مهدی (لیسانس متالورژی)
مدیر فنی شرکت فراصوت پنهان	علی نیا، بابک (فوق لیسانس مکانیک)
شرکت فولاد اصفهان	قادی، پدا... (لیسانس متالورژی)
مدیر کنترل کیفیت شرکت صنایع هفت الماس	کوشیار، محمود (لیسانس متالورژی)
مدیر فنی مجتمع شمش انزلی	محسنی پور، علیرضا (لیسانس متالورژی)
اداره کل استاندارد گیلان	محمدی، غفور (فوق لیسانس متالورژی)
مدیر کنترل کیفیت مجتمع فولاد گیلان	محمدی شیخانی، محمدرضا (لیسانس متالورژی)
مسئول کنترل کیفیت بیلت خزر	محمدی، هاتف (لیسانس متالورژی)

رئیس واحد پروسس

مصدق، محسن  
(لیسانس متالورژی)

مدیرعامل شرکت فراصوت پنهان

نصیری، بهزاد  
(لیسانس متالورژی)

مدیر کنترل کیفیت فولاد امیر کبیر خزر

نعیمی، احمد  
(لیسانس متالورژی)

مرکز پژوهش متالورژی رازی

وصالی، رضا  
(لیسانس متالورژی)

مدیر اجرایی انجمن تولیدکنندگان فولاد ایران

یعقوبی، وحید  
(فوق لیسانس مدیریت مالی)

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه	پیش گفتار
۱	هدف و دامنه کاربرد
۱	مراجع الزامی
۲	تعاریف و اصطلاحات
۲	اطلاعات سفارش و الزامات عمومی
۳	ساخت
۴	الزامات شیمیایی
۷	آزمون های ارزیابی کیفیت
۹	کیفیت عملیات حرارتی
۹	تغییرات مجاز وزن
۱۰	پرداخت و ظاهر
۱۰	نشان گذاری، بازرسی، رد کردن و صدور گواهی
۱۲	پیوست الف (اطلاعاتی) الزامات تکمیلی

## پیش گفتار

استاندارد «شمشه و شمشال فولاد آلیاژی با کیفیت برتر برای محصولات آهنگری صنایع هوا فضا و هواپیمایی» که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در یک هزار و چهل و یکمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مکانیک و فلزشناسی مورخ ۹۳/۱/۲۷ مورد تصویب قرار گرفته است ، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع ، علوم و خدمات ، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه 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 ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است :

ASTM A646/A646M:2011, Standard Specification for Premium Quality Alloy Steel Blooms and Billets for Aircraft and Aerospace Forging

# شمشه و شمشال فولاد آلیاژی با کیفیت برتر<sup>۱</sup> برای محصولات آهنگری صنایع هوا فضا و هواپیمایی

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد ملی بیان ویژگی های شمشه و شمشال آهنگری شده یا نوردیده نیم ساخته<sup>۲</sup> با کیفیت برتر از جنس فولاد آلیاژی برای آهنگری مجدد قطعات حساس مانند قطعات آهنگری لوازم فرود هواپیما می باشد.

۲-۱ شمشه و شمشال که از این پس در این استاندارد به عنوان شمشال از آن ها یاد می شود، محصولات فولادی نیمه ساخته ای است که برای دست یابی به حدود ابعاد سطح مقطع مورد نظر، آهنگری یا گرم نوردیده شده است.

۳-۱ این استاندارد در مورد سه طبقه بندی اولیه<sup>۳</sup> فولاد کاربرد دارد:

۱-۳-۱ دسته (۱)

ذوب شده در خلاء کوره القایی<sup>۴</sup>، ذوب شده در خلاء الکتروود مصرفی<sup>۵</sup>، یا سایر فرآیندهای مناسب که الزامات این استاندارد را برآورده کند.

۲-۳-۱ دسته (۲)

ذوب شده در هوا و در خلاء گاز زدایی شده

۳-۳-۱ دسته (۳)

ذوب شده در هوا، در بوته کوره الکتریکی و در خلاء گاز زدایی شده

## ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن ها ارجاع داده شده است . بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود . در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد ، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است ، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است .

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است :

<sup>۱</sup> - Premium quality

<sup>۲</sup> - Semifinished

<sup>۳</sup> - Basic classification

<sup>۴</sup> - Vacum-induction melted

<sup>۵</sup> - Consumable electrode vacuum melted



- 2-1 ASTM A 255 Test Method of End-Quench Test for Hardenability of Steel
- 2-2 ASTM A 388/A 388M Practice for Ultrasonic Examination of Heavy Steel Forgings
- 2-3 ASTM A 788 Specification for Steel Forgings, General Requirements
- 2-4 ASTM A 604 Test Method for Macroetch Testing of Consumable Electrode Remelted Steel Bars and Billets
- 2-5 ASTM E 45 Test Methods for Determining the Inclusion Content of Steel
- 2-6 ASTM A 114 Practice for Ultrasonic Pulse-Echo Straight-Beam Testing by the Contact Method
- 2-7 ASTM A 214 Practice for Immersed Ultrasonic Examination by the Reflection Method Using Pulsed Longitudinal Waves
- 2-8 ASTM E 381 Method for Macroetch Testing, Inspection, and Rating Steel Products, Comprising Bars, Billets, Blooms, and Forgings

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف بکار رفته در استاندارد ASTM A788، تعاریف و اصطلاحات زیر بکار می رود:

#### ۱-۳ تعاریف

##### ۱-۱-۳ فولاد گاز زدایی شده ذوب شده در هوا<sup>۶</sup>

فولاد ذوب شده در کوره القایی یا قوسی که قبل یا حین فرآیند خالص سازی شمش، عملیات در خلاء انجام شده باشد.

##### ۲-۱-۳ فولاد ذوب مجدد شده در خلاء با الکتروود مصرفی<sup>۷</sup>

فولادی که داخل یک بوته تحت خلاء از یک یا چند الکتروود، ذوب مجدد شده است.

##### ۳-۱-۳ فولاد ذوب مجدد شده با سرباره الکتریکی<sup>۸</sup>

فولادی که در یک بوته از یک یا چند الکتروود، ذوب مجدد شده است و از تخلیه الکتریکی سرباره مذاب به عنوان منبع ذوب استفاده می کند.

۱-۳-۱-۳ برای مقاصد این استاندارد مذاب اصلی<sup>۹</sup> حاصل از هر الکتروود در ذوب مجدد توسط فرآیند سرباره الکتریکی باید سریعاً قبل یا در طول خالص سازی ذوب، تحت خلاء ذوب یا گاز زدایی شده باشد.

##### ۴-۱-۳ فولاد ذوب شده القایی در خلاء<sup>۱۰</sup>

فلزی که از یک عملیات کوره القایی تحت خلاء ذوب، تصفیه و خالص سازی شده است.

### ۴ الزامات کلی و اطلاعات سفارش

<sup>6</sup> - Air-melted vacuum degassed steel

<sup>7</sup> - Consumable-electrode vacuum-remelted steel

<sup>8</sup> - Electroslag-melted steel

<sup>9</sup> - Parent heat

<sup>10</sup> - Vacuum-induction melted steel

۱-۴ مواد تهیه شده طبق این استاندارد باید بر طبق الزامات استاندارد ASTM A 788 که در آن اطلاعات سفارش اضافی، الزامات ساخت، روش و رویه های آزمون و آزمون مجدد، علامت گذاری، گواهی نامه<sup>۱۱</sup>، متغیر های آنالیز محصول آمده، باشد.

۱-۱-۴ اگر الزامات این استاندارد با الزامات استاندارد ASTM A 788 در تضاد باشد، الزامات این استاندارد باید در اولویت قرار بگیرند.

۲-۴ توصیه می شود علاوه بر الزامات سفارش استاندارد ASTM A788، اطلاعات زیر نیز توسط خریدار تهیه شوند:

۱-۲-۴ مشخصه رده (به بند ۱-۳ مراجعه شود).

۲-۲-۴ سطح کیفی (جدول ۲)، مشخصه درجه (جدول ۱) یا آنالیز شیمیایی کامل رده های غیر استاندارد

۳-۲-۴ اندازه شمشه یا شمشال مورد نظر

۴-۲-۴ وزن یا مقدار و طول

۵-۲-۴ اگر اندازه سفارش شده از ۱۴۵۰ cm بیشتر باشد، حداقل کاهش ابعاد در اثر آهنگری<sup>۱۲</sup> (به بند ۲-۲-۵ مراجعه شود).

۶-۲-۴ تابکاری<sup>۱۳</sup> در صورت نیاز (به بند ۲-۳-۵ مراجعه شود).

۷-۲-۴ استانداردهای ماکرواچ<sup>۱۴</sup> برای پذیرش (به بند ۱-۷ مراجعه شود).

۸-۲-۴ استانداردهای پذیرش مقدار آخال های غیرفلزی<sup>۱۵</sup> (به بند ۲-۷ مراجعه شود).

۹-۲-۴ الزامات آزمون فرا صوت مشخص نظیر اندازه و نوع مبدل، شیوه غوطه وری یا تماسی، سطوح ناپیوستگی های قابل گزارش و الزامات ویژه پرداخت سطحی

۱۰-۲-۴ استاندارد های قابلیت سختی پذیری برای پذیرش (به بند ۱-۸ مراجعه شود).

۱۱-۲-۴ همه الزامات تکمیلی مطلوب

## ۵ تولید

۱-۵ آیین کار<sup>۱۶</sup> ذوب

۱-۱-۵ شرایط فولاد سازی استاندارد ASTM A788 به جز در اصلاحات زیر باید به کار رود:

۱-۱-۱-۵ مواد دسته (۱) باید توسط فرآیند ذوب القایی در خلاء یا ذوب در خلاء الکتروود مصرفی ساخته شود.

در صورت توافق سایر فرآیند ها نظیر ذوب سرباره الکتریکی یا پرتو الکترونی قابل پذیرش در نظر گرفته می شود.

<sup>11</sup> - Certification

<sup>12</sup> - Forging

<sup>13</sup> - Annealing

<sup>14</sup> - Macroetch

<sup>15</sup> - Microcleanliness

<sup>16</sup> - Practice

۵-۱-۱-۲ مواد دسته (۲) باید با یک فرآیند کوره الکتریکی و ذوب در خلا و گاز زدایی شده تولید شده باشد.  
 ۵-۱-۱-۳ مواد دسته (۳) باید توسط فرآیند کوره الکتریکی با تصفیه بوته ای و گاز زدایی در خلاء تولید شده باشد.

### ۲-۵ رویه کار گرم

۵-۲-۱ شمخال ها را می توان گرم نوردیده یا آهنگری نمود.

۵-۲-۲ شمخال دارای مساحت سطح مقطع cm ۱۰۰ تا cm ۱۴۵۰ هنگامی که از شمش های ذوب شده در هوا ساخته شده باشد، باید کاهش سطح مقطعی معادل حداقل به نسبت ۲ به ۱ از شمش به شمخال داشته باشد. برای شمخال با سطح مقطع بالای cm ۱۴۵۰ الزامات کاهش سطح مقطع توسط آهنگری باید به صورت توافقی تعیین شود. این الزام شامل کاهش سطح مقطع شمش به آهنگری نهایی نمی شود.

### ۳-۵ عملیات حرارتی

۵-۳-۱ تمام مواد خریداری شده بر اساس این استاندارد در شرایط نوردیده یا آهنگری شده (بدون آماده سازی) تحویل خواهد شد. تحت این شرایط برخی از رده ها به اندازه کافی، برای اره کاری سرد، نرم نیست و ممکن است مستعد ترک خوردگی باشد.

۵-۳-۲ می توان، مواد را به صورت تابکاری شده یا نرماله و بازپخت شده تا یک حداکثر سختی برینل توافقی، یا مطابق جدول ۲، سفارش داد.

جدول ۱- حداکثر ناپیوستگی های مجاز در آزمون فراصوتی

طول رگه <sup>۱۷</sup> ها (mm)	پاسخ (mm)		سطح کیفیت
	ناپیوستگی چند گانه	ناپیوستگی تکی	
۱۲۰ - ۱۷۰	۰٫۸	۱٫۰	AA
۱۷۰ - ۲۵	۱٫۰	۲٫۰	A
۲۷۰ - ۲۵	۲٫۰	۳٫۰	B
۳۷۰ - ۲۵	۳٫۰	۵٫۰	C

۵-۳-۳ مواد باید به گونه ای تهیه شود که بدون توسعه ترک های داخلی یا خارجی، در برابر قرارگیری در معرض تمام شرایط آب و هوایی برای زمان نامحدود مقاومت نماید. روش سرد کردن پس از کارگرم یا عملیات حرارتی، قبل از ارسال محموله در اختیار تولیدکننده است و مسئولیت (در شیوه های یکسان با توجه به ناپیوستگی های آشکار شده بعد از تحویل) ترک هایی که ممکن است قبل از گرم کردن مجدد توسعه یابند نیز بر عهده تولیدکننده خواهد بود. هنگامی که یک عملیات حرارتی یا آماده سازی

خاص مواد توسط خریدار مشخص شده باشد، تولیدکننده مسئول انجام این عملیات های خاص بوده و نسبت به هر ترکی که ممکن است بعدا توسعه یابد، مسئولیتی ندارد.

## ۶ الزامات شیمیایی

### ۱-۶ الزامات عمومی

۱-۱-۶ رده های استاندارد فولاد آلیاژی که در حال حاضر، با کیفیت برتر تولید می شود در جدول ۱ آمده است، به هر صورت، هدف از تدوین این استاندارد محدود کردن کاربرد به مواد فهرست شده در جدول (۲) نمی باشد.

۲-۱-۶ هنگامی که رده استاندارد سفارش شده است، برای آن رده سفارش شده، آنالیز شیمیایی باید با الزامات مربوطه مندرج در جدول ۲ مطابقت داشته باشد.

۳-۱-۶ هنگامی که فولادی با آنالیز شیمیایی طبق استاندارد دیگری سفارش داده شده باشد، باید با الزامات سفارش مطابقت کند.

۴-۱-۶ مقادیر ناچیزی از عناصر معین در فولاد آلیاژی وجود دارد که در مورد آن ها الزام یا شرطی در این استاندارد مشخص نشده است. این عناصر مجاز است تا مقادیر زیر وجود داشته باشد: مس ۰٫۳۵ درصد، نیکل ۰٫۲۵ درصد، کروم ۰٫۲۰ درصد و مولیبدن ۰٫۰۶ درصد.

### ۲-۶ آنالیز شیمیایی ذوب

۱-۲-۶ آنالیز شیمیایی ذوب از نمونه گرفته شده طبق استاندارد ASTM A788 باید مطابق با جدول ۲ برای رده های استاندارد یا الزامات سفارش باشد.

جدول ۲ الزامات شیمیایی و سختی<sup>A</sup>

حداکثر سختی برینل تابکاری شده	ترکیب (%)					شماره درجه	نام الزام یا رده
	سیلیسیم	گوگرد	فسفر	منگنز	کربن		
۲۶۲	۰٫۲۰-۰٫۳۵	حداکثر ۰٫۱۲	حداکثر ۰٫۱۵	۰٫۴۵-۰٫۶۰	۰٫۰۸-۰٫۱۳	۱	۳۳۱۰
۲۶۲	۰٫۲۰-۰٫۳۵	حداکثر ۰٫۱۲	حداکثر ۰٫۱۵	۰٫۴۵-۰٫۶۵	۰٫۰۸-۰٫۱۳	۲	۹۳۱۰
۲۲۹	۰٫۲۰-۰٫۳۵	حداکثر ۰٫۱۲	حداکثر ۰٫۱۵	۰٫۴۵-۰٫۶۵	۰٫۱۷-۰٫۲۲	۳	۴۶۲۰
۲۲۹	۰٫۲۰-۰٫۳۵	حداکثر ۰٫۱۲	حداکثر ۰٫۱۵	۰٫۷۰-۰٫۹۰	۰٫۱۸-۰٫۲۳	۴	۸۶۲۰
۲۸۵	۰٫۲۰-۰٫۳۵	حداکثر ۰٫۱۲	حداکثر ۰٫۱۵	۰٫۷۰-۱٫۰۰	۰٫۲۸-۰٫۳۳	۵	۴۳۳۰ Mod
۲۸۵	۰٫۴۰-۰٫۶۰	حداکثر ۰٫۱۲	حداکثر ۰٫۱۵	۰٫۶۰-۰٫۹۰	۰٫۳۳-۰٫۳۸	۶	۴۳۳۵ Mod
۲۸۵	۰٫۲۰-۰٫۳۵	حداکثر ۰٫۱۲	حداکثر ۰٫۱۵	۰٫۶۵-۰٫۸۵	۰٫۳۸-۰٫۴۳	۷	۴۳۴۰
۲۸۵	۱٫۴۵-۱٫۸۰	حداکثر ۰٫۱۲	حداکثر ۰٫۱۲	۰٫۶۵-۰٫۹۰	۰٫۳۸-۰٫۴۳	۸	۳۰۰ M
۲۸۵	۰٫۱۵-۰٫۳۰	حداکثر ۰٫۱۰	حداکثر ۰٫۱۰	۰٫۶۰-۰٫۹۰	۰٫۴۵-۰٫۵۰	۹	D۶AC
۲۳۵	۰٫۸۰-۱٫۰۰	حداکثر ۰٫۱۵	حداکثر ۰٫۱۵	۰٫۲۰-۰٫۴۰	۰٫۳۸-۰٫۴۳	۱۰	H-۱۱
۲۲۹	۰٫۲۰-۰٫۳۵	حداکثر ۰٫۱۲	حداکثر ۰٫۱۵	۰٫۴۰-۰٫۶۰	۰٫۲۸-۰٫۳۳	۱۱	۴۱۳۰
۲۳۵	۰٫۲۰-۰٫۳۵	حداکثر ۰٫۱۲	حداکثر ۰٫۱۵	۰٫۷۵-۱٫۰۰	۰٫۳۸-۰٫۴۳	۱۲	۴۱۴۰
۲۸۵	۰٫۵۰-۰٫۸۰	حداکثر ۰٫۱۲	حداکثر ۰٫۱۵	۰٫۷۵-۱٫۰۰	۰٫۴۰-۰٫۴۶	۱۳	۹۸BV۴۰
۲۳۵	۰٫۲۰-۰٫۳۵	حداکثر ۰٫۱۲	حداکثر ۰٫۱۵	۰٫۷۰-۰٫۹۰	۰٫۴۸-۰٫۵۳	۱۴	۶۱۵۰
۳۰۲	۰٫۲۰-۰٫۳۵	حداکثر ۰٫۱۰	حداکثر ۰٫۱۵	۰٫۲۵-۰٫۴۵	۰٫۹۸-۱٫۱۰	۱۵	۵۲۱۰۰
۳۴۱	حداکثر ۰٫۱۰	حداکثر ۰٫۱۰	حداکثر ۰٫۱۰	۰٫۲۰-۰٫۴۰	۰٫۱۷-۰٫۲۳	۱۶	Hp ۹-۴-۲۰
۳۴۱	حداکثر ۰٫۱۰	حداکثر ۰٫۱۰	حداکثر ۰٫۱۰	۰٫۱۰-۰٫۳۵	۰٫۲۹-۰٫۳۴	۱۷	Hp ۹-۴-۳۰
۳۲۱	حداکثر ۰٫۱۰	حداکثر ۰٫۱۰	حداکثر ۰٫۱۰	حداکثر ۰٫۱۰	حداکثر ۰٫۰۳	۱۸	Marage ۲۰۰
۳۲۱	حداکثر ۰٫۱۰	حداکثر ۰٫۱۰	حداکثر ۰٫۱۰	حداکثر ۰٫۱۰	حداکثر ۰٫۰۳	۱۹	Marage ۲۵۰
۳۲۱	حداکثر ۰٫۱۰	حداکثر ۰٫۱۰	حداکثر ۰٫۱۰	حداکثر ۰٫۱۰	حداکثر ۰٫۰۳	۲۰	Marage ۳۰۰
۲۸۵	۰٫۲۰-۰٫۴۰	حداکثر ۰٫۱۲	حداکثر ۰٫۱۵	۰٫۵۰-۰٫۷۰	۰٫۳۸-۰٫۴۳	۲۱	Nit. ۱۳۵

ادامه جدول ۲ الزامات شیمیایی و سختی

حداکثر سختی برینل تابکاری شده	ترکیب (%)					شماره درجه	نام الزام یا رده
	سایر عناصر	وانادیم	مولیبدن	کروم	نیکل		
۲۶۲	...	...	...	۱,۴۰-۱,۷۵	۳,۲۵-۳,۷۵	۱	۳۳۱۰
۲۶۲	...	...	۰,۱۰۸-۰,۱۵	۱,۰۰-۱,۴۰	۳,۰۰-۳,۵۰	۲	۹۳۱۰
۲۲۹	...	...	۰,۲۰-۰,۳۰	...	۱,۶۵-۲,۰۰	۳	۴۶۲۰
۲۲۹	...	...	۰,۱۵-۰,۲۵	۰,۴۰-۰,۶۰	۰,۴۰-۰,۷۰	۴	۸۶۲۰
۲۸۵	...	۰,۰۵-۰,۱۰	۰,۳۵-۰,۵۰	۰,۷۰-۰,۹۵	۱,۶۵-۲,۰۰	۵	۴۳۳۰ Mod
۲۸۵	...	۰,۱۷-۰,۲۳	۰,۳۰-۰,۴۰	۰,۶۵-۰,۹۰	۱,۶۵-۲,۰۰	۶	۴۳۳۵ Mod
۲۸۵	...	...	۰,۲۰-۰,۳۰	۰,۷۰-۰,۹۰	۱,۶۵-۲,۰۰	۷	۴۳۴۰
۲۸۵	...	۰,۰۵-۰,۱۰	۰,۳۵-۰,۴۵	۰,۷۰-۰,۹۵	۱,۶۵-۲,۰۰	۸	۳۰۰ M
۲۸۵	...	۰,۰۸-۰,۱۵	۰,۹۰-۱,۱۰	۰,۹۰-۱,۲۰	۰,۴۰-۰,۷۰	۹	D۶AC
۲۳۵	...	۰,۴۰-۰,۶۰	۱,۲۰-۱,۴۰	۴,۷۵-۵,۲۵	...	۱۰	H-۱۱
۲۲۹	...	...	۰,۱۵-۰,۲۵	۰,۸۰-۱,۱۰	...	۱۱	۴۱۳۰
۲۳۵	...	...	۰,۱۵-۰,۲۵	۰,۸۰-۱,۱۰	...	۱۲	۴۱۴۰
۲۸۵	حداقل برم ۰,۰۰۰۵	۰,۰۱-۰,۰۶	۰,۴۵-۰,۶۰	۰,۸۰-۱,۰۵	۰,۶۰-۰,۹۰	۱۳	۹۸BV۴۰
۲۳۵	...	حداقل ۰,۱۵	...	۰,۸۰-۱,۱۰	...	۱۴	۶۱۵۰
۳۰۲	...	...	...	۱,۳۰-۱,۶۰	...	۱۵	۵۲۱۰۰
۳۴۱	Co ۴,۲۵-۴,۷۵	۰,۰۶-۰,۱۲	۰,۹۰-۱,۱۰	۰,۶۵-۰,۸۵	۸,۵-۹,۵	۱۶	Hp ۹-۴-۲۰
۳۴۱	Co ۴,۲۵-۴,۷۵	۰,۰۶-۰,۱۲	۰,۹۰-۱,۱۰	۰,۹۰-۱,۱۰	۷,۰-۸,۰	۱۷	Hp ۹-۴-۳۰
۳۲۱	Co ۸,۰-۹,۰: Ti	...	...	...	۱۷,۰-۱۹,۰	۱۸	Marage ۲۰۰
۳۲۱	Co ۷,۰-۸,۵: Ti	...	...	...	۱۷,۰-۱۹,۰	۱۹	Marage ۲۵۰
	۰,۱۰-۰,۲۵ : Al						
	B,Zr و Ca اضافه شده: ۰,۰۵-۰,۱۵						
۳۲۱	Co ۸,۵-۹,۵: Ti	...	...	...	۱۸,۰-۱۹,۰	۲۰	Marage ۳۰۰
	۰,۳۰-۰,۵۰ : Al						
	B,Zr و Ca اضافه شده: ۰,۰۵-۰,۱۵						
۲۸۵	Al ۰,۹۵-۱,۳۰	...	۰,۳۰-۰,۴۰	۱,۴۰-۱,۸۰	...	۲۱	Nit. ۱۳۵
	۰,۵۰-۰,۸۰ : Al						
	B,Zr و Ca اضافه شده: ۰,۰۵-۰,۱۵						

A اگر عناصر زیر مشخص نشده باشد، حداکثر حدود زیر باید برای آن ها به کار رود:  
نیکل ۰,۳۵ درصد، کروم ۰,۲۰ درصد، مولیبدن ۰,۰۶ درصد، مس ۰,۳۵ درصد.

## ۳-۶ آنالیز شیمیایی محصول

۳-۶-۱ خریدار برای به دست آوردن آنالیز شیمیایی محصول، تولیدی شمشه یا شمشالی که نماینده یک یا چند ذوب باشد، باید از روش آنالیز شیمیایی محصول طبق استاندارد ASTM A788 استفاده کند.

## ۷ آزمون های ارزیابی کیفیت

### ۱-۷ ماکرواچ

بازرسی ماکرواچ برای تمام مواد تهیه شده طبق این استاندارد الزامی است. نمونه های نماینده سر و ته هر شمش باید آزمایش شود. ماکرواچ باید مطابق با استاندارد ASTM A381 انجام و طبق استاندارد ASTM A604 تحت آزمون قرار گیرد. استاندارد های پذیرش باید توسط خریدار در سفارش مشخص شده باشد.

### ۲-۷ مقدار آخال های غیرفلزی

تمام مواد تهیه شده طبق این استاندارد باید برای مقدار آخال های غیرفلزی بازرسی شده باشد. حداقل باید یک نمونه از مکانی بین مرکز شمش و سطح بیرونی آن، نشان دهنده بالا و پایین اولین و آخرین شمش هر ذوب و یا از یک شمش از هر صفحه برای شمش های ریختگی، برداشته شود. برای شمشال تولید شده از مواد ریخته گری پیوسته، نمونه باید نماینده ابتدا و انتهای هر سری تولید شده از ذوب باشد. نمونه آزمون ها باید به شیوه ای که در دستورالعمل A از روش های آزمون استاندارد ASTM E 45 توصیف شده، آماده سازی و ارزیابی شوند. سطح پرداخت شده باید بطور طولی در جهت بیشترین کار گرم باشد. تمام نمونه آزمون ها باید مطابق روش آزمون استاندارد ASTM E 45، با استفاده از روش D برای فولاد دسته (۱) و روش A برای فولاد دسته های (۲) و (۳) آماده سازی و ارزیابی شوند. استاندارد های پذیرش باید توسط خریدار در سفارش مشخص شوند.

### ۳-۷ آزمون غیر مخرب، بازرسی فراصوت

#### ۱-۳-۷ کلیات

۱-۳-۷-۱ تمام مواد تهیه شده طبق این استاندارد باید تحت آزمون فراصوت قرار گیرد. آزمون را می توان با هر یک از روش های غوطه وری یا تماسی انجام داد، به شرطی که تولیدکننده بتواند تفکیک مناسب استاندارد های مرجع کاربردی را نسبت به نوع روش انتخاب، تضمین کند.

۱-۳-۷-۲ روش ترجیحی برای ارزیابی ناپیوستگی ها در شمشال تا اندازه تقریبی ابعاد مقطع عرضی ۳۰۰ mm استفاده از بلوک های مرجع با حفره های ته تخت برای کالیبره کردن، می باشد. در اندازه های بزرگ تر، ساخت بلوک مرجع دشوار می شود و عموماً یک روش انعکاسی برگشتی کالیبراسیون می تواند همانند یک روش جایگزین اشاره شده در بند ۳-۶-۳-۷ استفاده شود.

#### ۲-۳-۷ رویه آزمون غوطه وری

این روش برای موادی که ابعاد مقطع عرضی بازرسی شده آن ها به طور تقریبی از ۲۰۰ mm کمتر است، توصیه می شود. بازرسی مواد به روش غوطه وری باید طبق استاندارد ASTM E 214 انجام گیرد.

#### ۳-۳-۷ رویه آزمون تماسی

آزمون به روش تماسی باید طبق استاندارد ASTM A 114 یا ASTM A 388 انجام شود.  
**۷-۳-۴ پویش<sup>۱۸</sup>**

شمشال باید با استفاده از روش پرتو مستقیم (موج طولی) بررسی شوند. شمشال دارای سطوح موازی باید از دو وجه مجاور به غیر از انتهاها پویش شوند. شمشال استوانه ای باید حداقل به اندازه ۱۸۰ درجه دور محیط دایره با پرتو هدایت شده در طول شعاع پویش شود (پویش محوری از وجه های انتهایی معمولاً کاربردی نیست).

### **۷-۳-۵ سطوح کیفیت و استاندارد های مرجع**

۷-۳-۵-۱ به استثنا پرداخت سطحی، بلوک های مرجع باید مطابق با رویه های دستورالعمل E127 ساخته شوند. سطوح تماس مبدل محصول و بلوک مرجع باید عدد زبری یکسانی داشته باشد. اندازه های حفره های ته تخت باید با سطوح کیفیت کاربردی مشخص شده در جدول (۲) مطابقت کند.  
 ۷-۳-۵-۲ مقایسه انعکاس های برگشتی بین مواد بلوک مرجع و مواد واقعی با ضخامت یکسان و بدون تغییر در تنظیمات دستگاه، نباید بیش از ۲۵ درصد تغییر را نشان دهد. بلوک های مرجعی که الزامات مقایسه ای را برآورده نمی سازد، نباید برای قسمت مشخصی که قرار است بازرسی شود مورد استفاده قرار گیرد.

### **۷-۳-۶ ارزیابی ناپیوستگی ها**

۷-۳-۶-۱ هنگامی که مواد طبق استاندارد های سطح تخت بازرسی می شوند، به جزء در موارد زیر اندازه ناپیوستگی توسط مقایسه پاسخ آن با یک استاندارد سطح تخت با عمق مشابه تخمین زده می شود:

**جدول ۳ اندازه ناپیوستگی مجاز**

عمق ناپیوستگی (mm)	اختلاف مجاز ±(mm)
کم تر از ۲۵/۴	۳
۲۵/۴ - ۷۵	۶
۷۵ - ۱۵۰	۱۲
بیشتر از ۱۵۰	۲۵

۷-۳-۶-۲ استفاده از منحنی یا مدار حرکت تصحیح شده به عنوان یک جایگزین، مجاز است.  
 ۷-۳-۶-۳ استفاده از روش انعکاسی برگشتی به جای تهیه بلوک های مرجع با توافق بین تولیدکننده و خریدار برای بررسی مواد با ابعاد مقطع عرضی بیشتر از ۳۰۰ mm طبق رویه زیر، مجاز است. یک واحد جستجوی موج طولی پرتو مستقیم باید روی ماده تحت آزمون در ناحیه ای بدون ناپیوستگی دارای



شرایط سطحی رضایت بخش به منظور تولید نتیجه مطلوب قرار بگیرد. نوع، اندازه و فرکانس مبدل باید به صورتی که در موقعیت مشخص ملزم شده است، مورد توافق طرفین قرار بگیرد. حساسیت دستگاه باید به گونه ای تنظیم شود، که اولین انعکاس برگشتی حداقل ۷۵ درصد و حداکثر کمتر از ۱۰۰ درصد دامنه کل صفحه نمایش را اشغال کند. سطوح گزارش و حدود قابل پذیرش بر حسب اندازه ناپیوستگی باید در زمان انعقاد سفارش مورد توافق طرفین قرار بگیرد.

### ۷-۳-۷ معیار پذیرش (جدول ۱)

۱-۷-۳-۷ هر پاسخ ناپیوستگی سیگنال که از استاندارد ناپیوستگی سیگنال برای سطح کیفیت کاربردی بیشتر شود، غیر قابل قبول خواهد بود.

۲-۷-۳-۷ هر ناپیوستگی دامنه یعنی هر دو تایی با فاصله بین مراکز کمتر از ۲۵ mm و پاسخ هایی که برابر یا بیشتر از ناپیوستگی دامنه استاندارد برای سطح کیفیت کاربردی هستند، غیر قابل قبول است.

۳-۷-۳-۷ هر ناپیوستگی رگه که پاسخ و طول بیشتر از استاندارد سطح کیفیت کاربردی داشته باشد، غیر قابل قبول خواهد بود.

## ۸ کیفیت عملیات حرارتی

### ۱-۸ سختی پذیری

قابلیت سختی پذیری تمامی ذوب های تولید شده طبق این استاندارد، باید مطابق استاندارد ASTM A 255 تحت آزمون گیرند. استانداردهای پذیرش طبق توافق خریدار و تولیدکننده تعیین می شود.

۲-۸ الزامات تکمیلی بند ۲-الف پیوستالف، قابلیت خواص مکانیکی مواد را به اثبات می رساند و توصیه می شود در صورت مورد نیاز بودن این اطلاعات، مشخص شود.

### ۹ تغییرات مجاز وزن

۱-۹ تغییر مجاز از وزن مشخص شده شمشه یا شمشال با قطعه های مجزا یا بهر های با وزن کم تر از ۲۰ تن، باید  $\pm 5\%$  درصد باشد. برای بهر های با وزن ۲۰ تن و بالاتر تغییر مجاز از وزن مشخص شده هر بهر، باید  $\pm 2/5\%$  درصد باشد.

۲-۹ اصطلاح بهر به مجموعه ای از شمشال یا شمشه با ابعاد مقطع عرضی اسمی یکسان و وزن قطعه مشخص شده در یک محموله ارسال، اطلاق می شود.

## ۱۰ پرداخت و ظاهر

۱-۱۰ مواد باید عاری از ناپیوستگی های که باعث مردود شمرده شدن هستند، باشد.

- ۲-۱۰ سر زنی<sup>۱۹</sup>، برش<sup>۲۰</sup> یا جداسازی<sup>۲۱</sup> از مواد را می توان با رویه برداری یا برش شعله انجام داد. استفاده از پیش گرم و کنترل دمای مناسب برای ممانعت از بروز آسیب به مواد با شعله برش یافته، الزامی است.
- ۳-۱۰ سطح شمشال یا شمشه باید مناسب آزمون فراصوت طبق استاندارد مرجع مناسب باشد. در بعضی موارد، ممکن است یک سطح زمینه هموار یا نورد شده برای نفوذ و تفکیک مناسب لازم باشد.
- ۴-۱۰ سر زنی مواد برای حذف ناپیوستگی های رد شدنی مجاز است، به شرطی که حداکثر عمق سرزنی از ۱٫۵ میلی متر به ازاء هر ۲۵ میلی متر از ابعاد مربوط و از عمق حداکثر ۲۰ میلی متر باشد و همچنین عرض سر زنی حداقل چهار برابر بزرگترین عمق آن باشد. حداکثر عمق آماده سازی روی دو وجه موازی متقابل نباید از ۱٫۵ برابر حداکثر مجاز برای یک وجه بیشتر شود.

## ۱۱ نشان گذاری، بازرسی، رد کردن و صدور گواهی

- ۱-۱۱ نشان گذاری، رد کردن، بازرسی و صدور گواهی باید مطابق الزامات استاندارد A788 باشند.

---

<sup>19</sup> - Conditioning

<sup>20</sup> - Cutting

<sup>21</sup> - Parting

## پیوست الف

### (اطلاعاتی)

### الزامات تکمیلی

یادآوری: این الزامات به جز در مواردی که در سفارش مشخص شده باشد، نباید به کار رود.

#### ۱ تمیزی ذرات مغناطیسی

۱-۱ هنگامی که مشخص شده باشد، هر ذوب از مواد شمشال یا شمشه باید مطابق استاندارد مواد صنایع هوایی AMS 2300 برای دسته (۱)، AMS 2301 برای دسته (۲) یا AMS 2304 برای دسته (۳) باشد.

#### ۲ قابلیت خواص مکانیکی

۱-۲ هنگامی که مشخص شده باشد، آزمون خواص مکانیکی الزام شده برای نشان دادن قابلیت مواد نسبت به بهبود یافتن در آخرین عملیات حرارتی صورت پذیرفته روی محصول نهایی مجاز است. خریدار باید جزئیات قابلیت عملیات حرارتی را از طریق حداقل خواص سطح که بعد از عملیات حرارتی به دست می آید مشخص کند.