

استانداردهای بین‌المللی دیرکدازها

(Refractories International Standards)



گردآورندگان و مترجمان:

مهندس عباس رمضانی

دکتر سید محسن امامی

۱۳۹۷ - ۱۳۹۸

فهرست مطالب

شماره و عنوان استاندارد	صفحه
استاندارد ASTM C 16: روش استاندارد بارگذاری اشکال دیرگداز در دماهای بالا	۱
استاندارد ASTM C 20: آزمایش استاندارد اندازه‌گیری تخلخل ظاهری، جذب آب، چگالی ویژه ظاهری .. و چگالی بالک آجرهای پخته شده و اشکال دیرگداز با استفاده از آب جوش	۶
استاندارد ASTM C 24: روش استاندارد مخروط‌های آذرسنج (PCE) مواد دیرگداز شاموتی و آلومینایی	۱۱
استاندارد ASTM C 27: استاندارد طبقه بندی آجرهای دیرگداز شاموتی و آلومینا بالا	۲۰
استاندارد ASTM C 71: استاندارد واژگان فنی دیرگدازها	۲۴
استاندارد ASTM C 92: روش‌های استاندارد آزمون آنالیز سرندي و تعیین محتوای آب مواد دیرگداز	۳۶
استاندارد ASTM C 113: روش استاندارد اندازه‌گیری تغییرات طولی پایدار در آجرهای دیرگداز	۴۱
استاندارد ASTM C 133: روش استاندارد اندازه‌گیری استحکام فشاری و استحکام خمشی سرد دیرگدازها	۴۵
استاندارد ASTM C 134: روش استاندارد اندازه‌گیری ابعاد و چگالی بالک آجر دیرگداز و آجر دیرگداز عایق	۵۵
استاندارد ASTM C 135: روش استاندارد اندازه‌گیری چگالی ویژه حقیقی مواد دیرگداز با استفاده از	۶۲
غوطه‌وری در آب	
استاندارد ASTM C 155: استاندارد طبقه‌بندی آجرهای دیرگداز عایق	۶۶
استاندارد ASTM C 167: روش استاندارد تعیین ضخامت و چگالی پتوها یا مدول‌های عایق حرارت	۶۸
استاندارد ASTM C 179: روش استاندارد اندازه‌گیری انقباض خطی ناشی از خشک کردن و پخت	۷۴
دیرگدازهای پلاستیک و کوبیدنی	
استاندارد ASTM C 181: روش استاندارد اندازه‌گیری شاخص کارپذیری دیرگدازهای پلاستیک شاموتی و ..	۷۷
آلومینایی	
استاندارد ASTM C 182: روش استاندارد اندازه‌گیری هدایت حرارتی آجرهای دیرگداز عایق	۸۲
استاندارد ASTM C 191: روش استاندارد اندازه‌گیری زمان گیرش سیمان‌های هیدرولیک توسط سوزن	۸۷
ویکات	
استاندارد ASTM C 198: روش استاندارد اندازه‌گیری استحکام خمشی سرد ملات دیرگداز	۹۳
استاندارد ASTM C 199: روش استاندارد آزمایش ستونی ملات‌های دیرگداز	۹۹
استاندارد ASTM C 201: روش استاندارد اندازه‌گیری هدایت حرارتی دیرگدازها	۱۰۳
استاندارد ASTM C 202: روش استاندارد اندازه‌گیری هدایت حرارتی آجر دیرگداز	۱۱۲
استاندارد ASTM C 209: روش آزمایش بُردهای عایق الیاف سلولزی	۱۱۷
استاندارد ASTM C 210: روش استاندارد اندازه‌گیری تغییرات طولی پایدار در حرارت‌دهی مجدد آجرهای ..	۱۲۱
دیرگداز عایق	

۱۲۶	استاندارد ASTM C 288: روش استاندارد تخریب دیرگذاها در اتمسفر مونواکسیدکربن
۱۳۱	استاندارد ASTM C 356: روش آزمون استاندارد تعیین انقباض خطی عایق حرارتی دما بالای پیش ساخته در اثر حرارت‌دهی
۱۳۷	استاندارد ASTM C 357: روش استاندارد اندازه‌گیری چگالی بالک مواد دیرگذاز گرانول
۱۴۱	استاندارد ASTM C 401: روش استاندارد طبقه‌بندی جرم‌های ریختنی دیرگذاز آلومینایی و آلومینوسیلیکاتی
۱۴۴	استاندارد ASTM C 416: روش استاندارد طبقه‌بندی آجرهای دیرگذاز سیلیسی
۱۴۶	استاندارد ASTM C 417: روش استاندارد اندازه‌گیری هدایت حرارتی دیرگذازهای مونولیتیک خام
۱۵۴	استاندارد ASTM C 454: روش استاندارد تخریب دیرگذازهای کربنی توسط مواد قلیایی
۱۵۷	استاندارد ASTM C 455: روش استاندارد طبقه‌بندی آجرهای کرومیتی، کرومیت-منیزیایی، منیزیا- کرومیتی و منیزیایی
۱۶۰	استاندارد ASTM C 456: روش استاندارد مقاومت به هیدراتاسیون آجرها و اشکال قلیایی
۱۶۵	استاندارد ASTM C 467: روش استاندارد طبقه‌بندی دیرگذازهای مولایتی
۱۶۷	استاندارد ASTM C 492: روش استاندارد هیدراتاسیون دولومایدیرگذاز ددبرن گرانوله
۱۷۰	استاندارد ASTM C 544: روش استاندارد هیدراتاسیون دانه‌های منیزیایی ددبرن یا پریکلز
۱۷۳	استاندارد ASTM C 545: روش استاندارد طبقه‌بندی دیرگذازهای زیرکنی
۱۷۵	استاندارد ASTM C 559: روش استاندارد تعیین چگالی بالک با اندازه‌گیری فیزیکی مصنوعات کربنی و گرافیتی
۱۷۸	استاندارد ASTM C 561: روش استاندارد تعیین مقدار خاکستر در نمونه گرافیت
۱۸۱	استاندارد ASTM C 562: روش استاندارد تعیین مقدار رطوبت در نمونه گرافیت
۱۸۴	استاندارد ASTM C 577: روش استاندارد تعیین مقدار رطوبت در نمونه گرافیت
۱۹۱	استاندارد ASTM C 583: روش آزمایش استحکام خمشی دیرگذاها در دماهای بالا
۱۹۶	استاندارد ASTM C 604: روش استاندارد اندازه‌گیری چگالی ویژه حقیقی مواد دیرگذاز با استفاده از پیکنومتر
	گازی
۲۰۱	استاندارد ASTM C 607: روش استاندارد ککی شدن اشکال بزرگ مواد حاوی کربن
۲۰۴	استاندارد ASTM C 621: روش آزمایش مقاومت به خوردگی هم‌دمای دیرگذاها در برابر شیشه مذاب
۲۱۵	استاندارد ASTM C 673: روش استاندارد طبقه‌بندی دیرگذازهای پلاستیک و کوبیدنی شاموتی و آلومینایی
۲۱۸	استاندارد ASTM C 704: روش آزمایش مقاومت به سایش مواد دیرگذاز در دمای اتاق
۲۲۸	استاندارد ASTM C 767: روش آزمایش هدایت حرارتی دیرگذازهای کربنی
۲۳۲	استاندارد ASTM C 830: روش استاندارد اندازه‌گیری تخلخل ظاهری، جذب مایع، چگالی ویژه ظاهری و چگالی بالک اشکال دیرگذاز با استفاده از فشار خلأ

۲۳۹	استاندارد ASTM C 832: روش استاندارد اندازه‌گیری انبساط حرارتی و خزش تحت بار دیرگذاها
۲۴۹	استاندارد ASTM C 860: روش استاندارد تعیین جریان‌یابی جرم‌های ریختنی دیرگذا با استفاده از آزمایش گلوله در دست
۲۵۵	استاندارد ASTM C 861: روش استاندارد تعیین ابعاد متریک آجرها و اشکال دیرگذا استاندارد
۲۵۷	استاندارد ASTM C 862: استاندارد آماده‌سازی نمونه‌های بتن دیرگذا به روش ریختنی
۲۶۵	استاندارد ASTM C 863: استاندارد ارزیابی مقاومت به اکسیداسیون دیرگذاهای سیلیکون کاربایدی در دماهای بالا
۲۶۸	استاندارد ASTM C 865: روش استاندارد حرارت‌دهی نمونه‌های بتن دیرگذا
۲۷۳	استاندارد ASTM C 874: آزمایش سرباره چرخان روی مواد دیرگذا
۲۷۸	استاندارد ASTM C 885: روش استاندارد اندازه‌گیری مدول یانگ اشکال دیرگذا با رزونانس صوتی
۲۸۵	استاندارد ASTM C 892: مشخصات استاندارد پتوهای سرامیکی (الیافی) دما بالا
۲۹۵	استاندارد ASTM C 899: روش استاندارد استفاده از واحدهای اندازه‌گیری متریک برای گزارش خواص مواد دیرگذا (کمیتۀ C-8 مکمل استاندارد E 380)
۲۹۸	استاندارد ASTM C 903: استاندارد آماده‌سازی قطعات جرم دیرگذا با استفاده از پاشش سرد
۳۰۲	استاندارد ASTM C 909: استاندارد ابعاد مرسوم آجرها و اشکال دیرگذا
۳۰۶	استاندارد ASTM C 914: روش استاندارد اندازه‌گیری چگالی بالک و حجم دیرگذاهای جامد با استفاده از غوطه‌وری در موم
۳۰۹	استاندارد ASTM C 973: استاندارد آماده‌سازی نمونه‌های دیرگذا قلیایی پاشیدنی با استفاده از پرس
۳۱۲	استاندارد ASTM C 974: استاندارد آماده‌سازی نمونه‌های جرم ریختنی دیرگذا قلیایی با استفاده از ریختن
۳۱۴	استاندارد ASTM C 975: استاندارد آماده‌سازی نمونه‌های جرم کوبیدنی دیرگذا قلیایی با استفاده از پرس
۳۱۶	استاندارد ASTM C 987: روش استاندارد خوردگی با بخار دیرگذاهای مصرفی در ساختار کوره
۳۲۰	استاندارد ASTM C 1054: روش استاندارد پرس کردن و خشک کردن نمونه‌های دیرگذا پلاستیک و کوبیدنی
۳۲۶	استاندارد ASTM C 1058: استاندارد انتخاب دما برای ارزیابی و گزارش خواص حرارتی عایق حرارتی
۳۳۲	استاندارد ASTM C 1099: روش آزمایش استحکام خمشی دما بالای دیرگذاهای حاوی کربن
۳۳۶	استاندارد ASTM C 1106: روش استاندارد اندازه‌گیری مقاومت شیمیایی و خواص فیزیکی آجر کربنی
۳۴۷	استاندارد ASTM C 1113: استاندارد اندازه‌گیری هدایت حرارتی دیرگذاها با استفاده از روش سیم داغ (روش اندازه‌گیری مقاومت گرماسنج پلاتینی)
۳۵۹	استاندارد ASTM C 1140: روش استاندارد آماده‌سازی و نمونه‌سازی از پنل‌های آزمایش شاتکریت

شماره و عنوان استاندارد	صفحه
استاندارد ASTM C 1160: استاندارد مشخصات مقاومت شیمیایی آجر کربنی	۳۶۴
استاندارد ASTM C 1171: روش آزمایش اندازه‌گیری کمی اثر شوک حرارتی و سیکل حرارتی بر دیرگذاها	۳۶۷
استاندارد ASTM C 1179: روش استاندارد تعیین کاهش وزن ناشی از اکسیداسیون محصولات کربنی و ... گرافیتی در معرض هوا	۳۷۲
استاندارد ASTM C 1190: روش استاندارد نحوه قرارگیری نمونه‌های آجر منیزیا کربنی و آجر قلیایی	۳۷۷
کربن اندود پخته شده	
استاندارد ASTM C 1240: استاندارد مشخصات میکروسلیس مورد استفاده در مخلوط‌های سیمانی	۳۸۰
استاندارد ASTM C 1335: استاندارد اندازه‌گیری محتوای غیرالیافی عایق‌های الیافی ساخته شده با سرباره و سنگ	۳۹۰
استاندارد ASTM C 1385: روش استاندارد نمونه‌گیری مواد شاتکریت	۳۹۴
استاندارد ASTM C 1407: روش استاندارد محاسبه سطوح، حجم و تغییر خطی شکل‌های دیرگذا	۳۹۶
استاندارد ASTM C 1419: روش استاندارد تعیین سرعت صوت در مواد دیرگذا در دمای اتاق و استفاده از آن در به دست آوردن تقریبی مدول یانگ	۳۹۹
استاندارد ASTM C 1437: روش آزمایش استاندارد برای جریان هیدرولیکی ملات سیمان	۴۰۴
استاندارد ASTM C 1445: روش استاندارد اندازه‌گیری جریان‌یابی جرم‌های ریختنی دیرگذا با استفاده از میز جریان‌یابی	۴۰۷
استاندارد ASTM C 1446: روش استاندارد اندازه‌گیری جریان‌یابی جرم‌های ریختنی دیرگذا خودجاری	۴۱۲
استاندارد ASTM C 1547: طبقه‌بندی استاندارد اشکال و بلوک‌های دیرگذا ذوبی	۴۱۹
استاندارد ASTM C 1548: روش استاندارد تعیین مدول یانگ پویا، مدول برشی و نسبت پواسون مواد	۴۲۳
دیرگذا با تحریک ضربه‌ای ناشی از ارتعاش	
استاندارد ASTM C 1655: استاندارد طبقه‌بندی ملات‌های شاموتی و آلومینا بالا	۴۳۲
استاندارد ASTM C 1656: استاندارد اندازه‌گیری واکنش‌پذیری جرم‌های ریختنی دیرگذا هیدرولیک با ... استفاده از پروفایل گرمایی	۴۳۵
استاندارد ASTM C 1685: مشخصات استاندارد عایق‌های حرارتی الیافی دما بالای اعمال شده به روش ... پنوماتیک، جهت کاربردهای صنعتی	۴۳۹
استاندارد ASTM D 4972: روش استاندارد تعیین pH خاک	۴۴۶
استاندارد ASTM D 7348: روش‌های آزمایش استاندارد برای تعیین پرت حرارتی مواد غیرآلی جامد	۴۵۱
استاندارد ASTM F 1097: مشخصات استاندارد برای ملات دیرگذا (دما بالا، گیرش در هوا)	۴۵۸
استاندارد ASTM F 1312: استاندارد مشخصات فنی آجر عایق دیرگذا شاموتی دما بالا	۴۶۴
استاندارد ISO 1893: اندازه‌گیری دیرگذازی تحت بار - روش دیفرانسیلی با افزایش دما	۴۶۷

۴۷۶	 استاندارد ISO 5417: آجرهای دیرگداز مورد استفاده در کوره‌های دوار- ابعاد
۴۷۹	 استاندارد ISO 16334: محصولات دیرگداز مونولیتیک- اندازه‌گیری مقاومت به پوسته ای شدن انفجاری ...
۴۸۳	 استاندارد ISO 16349.2: مواد دیرگداز- اندازه‌گیری مقاومت به سایش در دمای بالا
۴۸۹	 استاندارد DIN 51045: اندازه‌گیری انبساط گرمایی جامدات
۵۰۰	 استاندارد DIN 51068: اندازه‌گیری مقاومت به شوک حرارتی (به روش کوئنچ در آب سرد)
۵۰۳	 استاندارد SFSA 11-72: مشخصات فنی زیرکن آردی و ماسه زیرکن
۵۰۹	 استاندارد SFSA 15-81: مشخصات فنی اولیوین و یا فورستريت به صورت اگریگیت و آردی
۵۱۴	 استاندارد SFSA 16T-67: مشخصات فنی کرومیت آردی و ماسه کرومیتی



روش استاندارد بارگذاری اشکال دیرگداز در دماهای بالا

۱. اهداف

- ۱.۱ این استاندارد مقاومت به تغییر شکل یا مقاومت برشی اشکال دیرگداز را تحت بار با فشاری معین و در دما و زمان مشخص تعیین می‌کند.
- ۱.۲ مقادیر ذکر شده بر حسب یکاهای اینچ-پوند به عنوان حالت استاندارد بیان شده‌اند. مقادیر ذکر شده داخل پرانتزها نیز تبدیلات ریاضی یکاهای SI هستند که صرفاً جهت اطلاع بیان شده‌اند.
- ۱.۳ این استاندارد همه ملاحظات ایمنی همراه با کاربردهای آن را بیان نمی‌کند. لذا مسئولیت اندیشیدن تمهیدات لازم برای ایمنی و سلامتی کاربر و تعیین مقررات محدودیت‌های ایمنی روش آزمایش، به عهده خود کاربر است.

۲. استانداردهای مرجع

۲.۱ استانداردهای ASTM:

- C 862 استاندارد آماده‌سازی نمونه‌های بتن دیرگداز به روش ریختنی
- E 220 استاندارد کالیبراسیون ترموکوپل‌ها با استفاده از روش‌های مقایسه‌ای
- ۲.۲ پیوست‌های ASTM:

کوره از نوع بارگذاری مستقیم (با سوخت گازی یا نفتی و یا از نوع الکتریکی)؛ کوره از نوع بارگذاری اهرمی

۳. اهمیت و کاربرد

۳.۱ پایداری اشکال دیرگداز تحت بارهای مشخص در دماهای بالا، معیاری از رفتارهای ماده در دماهای بالاست. طبق تعریف، اشکال دیرگداز بایستی در مقابل تغییرات در دماهای بالا مقاومت کنند و لذا پایداری آنها در برابر تغییر شکل هنگام قرارگیری در معرض بارهای مشخص در دماهای بالا، با استفاده از این استاندارد به وضوح مشخص می‌گردد. این آزمایش در محدوده‌ای از دمای بالا انجام می‌شود که مقداری فاز مذاب در نمونه آجر ایجاد شده و یا منجر به ضعیف شدن سیستم اتصال گردد. نتیجه، معمولاً به شکل کاهش ابعاد نمونه موازی با جهت بار اعمالی و افزایش ابعاد نمونه در جهت عمود بر اعمال بار ظاهر می‌شود. گاهی اوقات ممکن است شکست برشی هم اتفاق بیفتد. چون اندازه‌گیری تغییرات ابعادی نمونه به سادگی انجام پذیر است، می‌توان محدودیت‌های ابعادی را تعیین کرده و لذا این

روش مدت‌هاست در تعیین کیفیت دیرگذاها به کار گرفته می‌شود. این روش اغلب جهت اثبات مشخصات توافق شده بین تولیدکننده و مشتری به کار می‌رود.

۳.۲ این روش استاندارد را نمی‌توان برای مواد دیرگذازی که در اتمسفر اکسیدی ناپایدار هستند^۱ به کار برد، مگر آنکه ابزاری جهت محافظت از نمونه در برابر اکسیداسیون فراهم شود.

۴. تجهیزات

۴.۱ تجهیزات ضروری این آزمایش شامل کوره و دستگاه بارگذاری است. می‌توان آنها را مطابق با شکل‌های ۱ و ۲ و یا معادل‌های آنها ساخت.

۴.۱.۱ کوره بایستی طوری ساخته شده باشد که دما در تمامی محفظه کوره یکنواخت باشد. در محدوده دمایی بالاتر از 2370°F (1300°C) و در طول مدت آزمایش، نبایستی دما در هر نقطه از سطح نمونه با سایر نقاط بیش از 10°F ($5/5^{\circ}\text{C}$) اختلاف داشته باشد. ممکن است جهت فراهم کردن چنین شرایطی نیاز به استفاده از تیغه‌های تنظیم‌کننده دما در نمونه باشد. بایستی حداقل از دو مشعل استفاده شود. اگر برای برنامه‌های حرارتی دما پایین (به خصوص برای آجرهای سیلیسی) استفاده از مشعل‌های متعدد مشکل است، توصیه می‌شود از سیستم مشعل‌های دوگانه استفاده شود که یکی برای دماهای پایین و دیگری برای دماهای بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۴.۲ دما بایستی با استفاده از ترموکوپل‌های پلاتین-پلاتین-رادیوم اندازه‌گیری شود که هر کدام بایستی در لوله محافظ قرار گرفته به گونه‌ای که بیش از ۱ اینچ (۲۵ mm) از مرکز هر وجه یا از هر لبه نمونه فاصله نداشته باشد. توصیه می‌شود از یک نمایشگر با قابلیت ضبط دما استفاده گردد. اگر از دماسنج‌های لیزری استفاده می‌شود، مشاهده دما بایستی از سطح نمونه و در همان موقعیت نسبی که برای ترموکوپل‌ها توضیح داده شد، انجام گیرد.

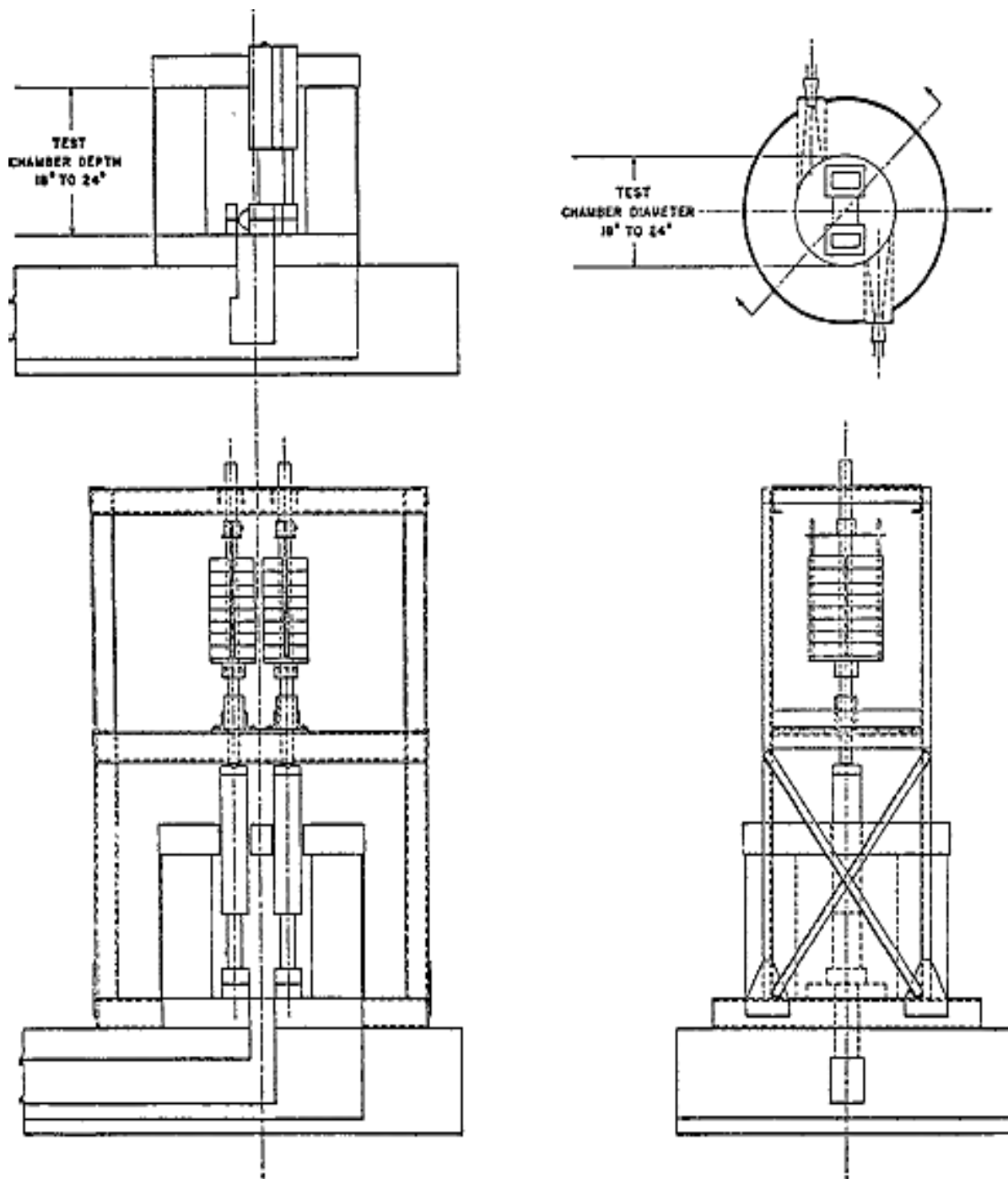
۵. نمونه‌های آزمایش

۵.۱ نمونه آزمایش بایستی حداقل دو آجر مستقیم با ابعاد ۳ inch یا $2/5 \times 4/5 \times 9$ (۷۶ mm یا $64 \times 114 \times 228$) یا نمونه‌هایی با همین ابعاد باشند که از قطعات بزرگتر برش خورده‌اند به گونه‌ای که سطوح آنها حتی الامکان مسطح باشد.

۵.۲ در صورت لزوم بایستی وجوه انتهایی تحت سایش قرار گرفته تا تقریباً عمود بر محور عمودی شوند.

۵.۳ هر سه بعد (طول، عرض و ضخامت) نمونه‌ها بایستی در چهار نقطه قبل از انجام آزمایش و بادقت ± 0.02 inch (± 0.5 mm) اندازه‌گیری شوند. میانگین اندازه‌گیری‌ها بایستی ثبت شده و سطح مقطع محاسبه گردد.

^۱ مانند دیرگذاهای حاوی کربن، مترجم

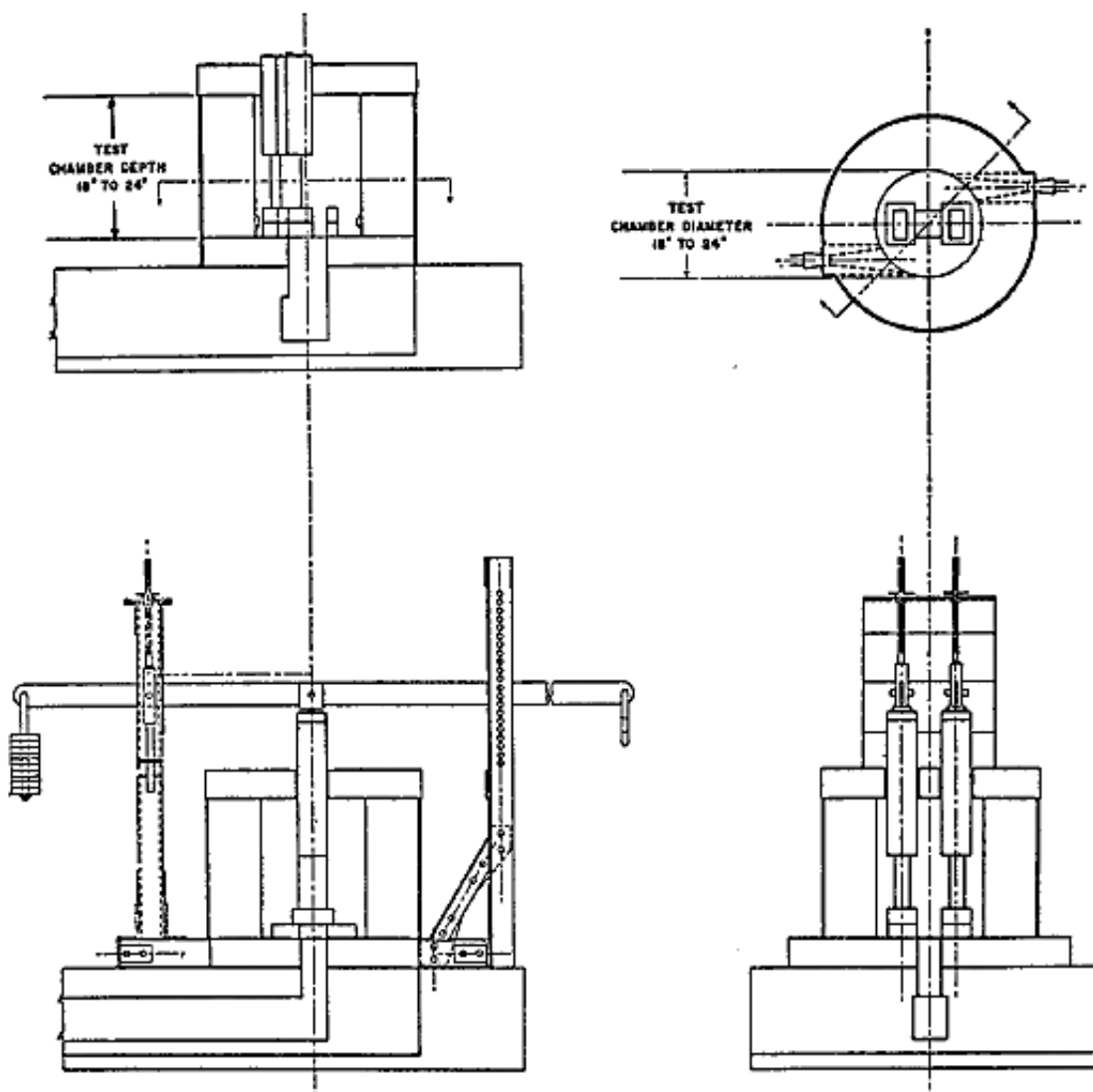


معادل های SI

اینچ	میلیمتر
۱۸	۴۶۰
۲۴	۶۱۰

نکته ۱- ابعاد به اینچ هستند.

شکل ۱. کوره نوع بارگذاری مستقیم



نکته ۱- ابعاد به اینچ هستند. برای معادل‌های SI شکل ۱ را ببینید.

شکل ۲. کوره نوع بارگذاری اهرمی

۶. قرارگیری نمونه‌ها در کوره

۶.۱ همانطور که در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است، نمونه آزمایش بایستی به گونه‌ای در کوره قرار گیرد که خط مرکز بار اعمالی با محور عمودی نمونه منطبق شود. نمونه بایستی روی بلوکی از یک ماده دیرگداز قرار گیرد که با ماده واکنش شیمیایی نداشته و حداقل میزان انقباض یا انبساط را داشته باشد (نکته ۱). بایستی بین نمونه و بلوک یک لایه نازک از یک ماده با دیرگدازی بالا مانند آلومینای ذوبی، سیلیس خالص یا کرومیت معدنی قرار داد به گونه‌ای که ماده فوق آسیاب شده و از الک استاندارد ASTM مش ۲۰ ($850\ \mu\text{m}$) یا الک استاندارد تایلر مش ۲۰ عبور کرده باشد. در بالای نمونه نیز بایستی یک بلوک از جنس مشابه بلوک پایینی قرار داده شود تا جایی که اعمال بار از بالای کوره به نمونه امکان‌پذیر گردد.

نکته ۱- طراحی سفارش شده برای کوره و دستگاه‌های بارگذاری در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. ممکن است ابعاد داخلی با آنچه که در شکل‌های فوق نشان داده شده است تفاوت کند. ابعاد ساختمان بیرونی کوره بر اساس ابعاد داخلی، ضخامت آستر دیرگداز و ... تعیین می‌گردد. چهارچوب لازم برای نوع بارگذاری مستقیم و بارگذاری اهرمی با جزئیات کافی ارائه شده است و لذا می‌توان ساختمان کوره را به راحتی و با استفاده از این جزئیات طراحی کرد. نوع سیستم سوخت رسانی مورد استفاده در هر یک از این نوع کوره‌ها اختیاری است.

نکته ۲- اگر نمونه عمود بر بلوک پایه قرار نگرفته باشد یا اگر بار به صورت غیرمعمول اعمال شود، خطای بار ناخالص ایجاد شده و ممکن است نتیجه تغییر شکل را تا حد دو برابر افزایش دهد.

۷. روند

۷.۱ بارگذاری- بار ناخالص اعمالی در سرتاسر نمونه را از میانگین سطح مقطع نمونه اصلی همانند توضیحات بخش ۵.۳ محاسبه نمایید. قبل از آنکه حرارت‌دهی آغاز شود، بار ۲۵ psi (۱۷۲ kPa) را اعمال نمایید. چون احتمال شکست برشی نمونه تحت بارگذاری وجود دارد، ابزار لازم را طوری فراهم کنید که هنگام رخداد شکست برشی، دستگاه بارگذاری بیشتر از ۰/۵ inch (۱۳ mm) پایین نیاید.

۷.۲ حرارت‌دهی- نرخ حرارت‌دهی بایستی مطابق با ملزومات تشریح شده در جدول ۱ باشد. دما نباید از دمای مشخص شده بیش از $20^{\circ}\text{F} (\pm 11^{\circ}\text{C})$ انحراف داشته باشد.

۷.۳ /تمسفر کوره- در دماهای بالاتر از $1470^{\circ}\text{F} (800^{\circ}\text{C})$ ، دمای کوره بایستی حداقل ۰/۵ درصد اکسیژن و حداکثر صفر درصد عوامل احتراق داشته باشد. نمونه اتمسفر را از کوره به درستی انتخاب کنید به گونه‌ای که حتی الامکان نزدیک نمونه آجر باشد.

۷.۴ تکمیل آزمایش و گزارش

۷.۴.۱ در گزارش نهایی، مشخصات نمونه‌های مورد آزمایش (سازنده، نشان تجاری، توضیحات و ...) را ذکر کنید. در صورت امکان روند آماده‌سازی نمونه شامل مشخصات سطوح (برش خورده، ساییده شده، پرسی، ریخته‌گری شده و ...) و عملیات‌های قبل از آزمایش (عمل‌آوری شده، حرارت‌دهی شده، ککی شده و ...) را نیز ذکر کنید.

۷.۴.۲ اگر آزمایش با شکست برشی نمونه پایان یافت، دمای شکست برشی را گزارش کنید. اما اگر تا انتهای آزمایش شکست برشی اتفاق نیفتاد، قبل از برداشتن بار اعمالی و سپس بررسی نمونه‌ها، دمای کوره را تا کمتر از $1830^{\circ}\text{F} (1000^{\circ}\text{C})$ سرد کنید. بعد از رسیدن دمای نمونه‌ها به دمای محیط، طول آنها را مطابق با بخش ۵.۳ مجدداً اندازه‌گیری کنید. درصد میانگین تغییر شکل را بر اساس طول اولیه و بر اساس میانگین دو نمونه، محاسبه و گزارش کنید.

نکته ۳- توصیه می‌شود قبل و بعد از آزمایش از نمونه‌ها عکس‌برداری شود تا اطلاعات مفیدتری فراهم گردد.



آزمایش استاندارد اندازه‌گیری تخلخل ظاهری، جذب آب، چگالی ویژه ظاهری و چگالی بالک آجرهای پخته شده و اشکال دیرگداز با استفاده از آب جوش

۱. اهداف

۱.۱ این استاندارد شامل تعیین خواص زیر برای آجر دیرگداز پخته شده می‌باشد:

۱.۱.۱ تخلخل ظاهری

۱.۱.۲ جذب آب

۱.۱.۳ چگالی ویژه ظاهری

۱.۱.۴ چگالی بالک

۱.۲ این روش‌های استاندارد برای دیرگدازهایی که با آب واکنش می‌کنند قابل کاربرد نیست.

۱.۳ مقادیر ذکر شده بر حسب یکاهای اینچ-پوند به عنوان حالت استاندارد بیان شده‌اند. مقادیر ذکر شده داخل پرانتزها نیز تبدیلات ریاضی یکاهای SI هستند که صرفاً جهت اطلاع بیان شده‌اند.

۱.۴ این استاندارد همه ملاحظات ایمنی همراه با کاربردهای آن را بیان نمی‌کند. لذا مسئولیت اندیشیدن تمهیدات لازم برای ایمنی و سلامتی کاربر و تعیین مقررات محدودیت‌های ایمنی روش آزمایش، به عهده خود کاربر است.

۲. استانداردهای مرجع

۲.۱ استانداردهای ASTM:

C 134 روش استاندارد اندازه‌گیری ابعاد و چگالی بالک آجر دیرگداز و آجر دیرگداز عایق

C 830 روش استاندارد اندازه‌گیری تخلخل ظاهری، جذب مایع، چگالی ویژه ظاهری و چگالی بالک اشکال دیرگداز با

استفاده از فشار خلأ

E 691 شیوه انجام پژوهش بین آزمایشگاهی برای تعیین دقت یک روش آزمایش

۳. اهمیت و کاربرد

۳.۱ تخلخل ظاهری، جذب آب، چگالی ویژه ظاهری و چگالی بالک، خواص اصلی آجرها و اشکال دیرگداز هستند. این خواص در ارزیابی و مقایسه کیفیت محصولات کاربرد گسترده‌ای داشته و بخشی از ضوابط انتخاب و استفاده از محصولات دیرگداز در کاربردهای صنعتی گوناگون می‌باشند. این روش‌های استاندارد برای تعیین بخشی یا تمامی این خواص مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۳.۲ این روش‌های استاندارد روش‌های استاندارد اصلی و مناسب جهت کاربرد در کنترل کیفیت، تحقیق و توسعه، تعیین ضوابط لازم برای ارزیابی پذیرش یا عدم پذیرش مشخصات بوده و همچنین داده‌های مناسبی برای طراحی محصول ارائه می‌کنند.

۳.۳ مفروضات اصلی در این آزمایش‌ها عبارتند از: نمونه‌های آزمایش با آب واکنش نمی‌کنند، نمونه‌های آزمایش نیازمندی‌های مربوطه را در مورد ابعاد، شکل و وجوه اصلی تأمین می‌کنند، حفرات باز نمونه‌های آزمایش در طول عملیات جوشاندن کاملاً از آب اشباع می‌شوند و برداشتن نمونه‌های اشباع شده در یک حالت ثابت و یکنواخت انجام می‌شود به گونه‌ای که از خروج آب از داخل حفرات جلوگیری می‌شود. انحراف از هر کدام از این مفروضات روی نتایج آزمایش اثرات منفی خواهد داشت.

۳.۴ در مطالعات آزمایشگاهی شامل نمونه جرم ریختنی، بین نمونه‌های شکل‌دهی شده در ابعاد $2 \times 2 \times 2$ اینچ ($50 \times 50 \times 50$ mm) با نمونه‌های برش خورده از ابعاد بزرگتر $9 \times 4 \times 2/5$ اینچ ($228 \times 114 \times 64$ mm) به اندازه یک چهارم، اختلاف وجود دارد. همچنین وقتی نمونه‌های جرم ریختنی در دمای 150°F (81°C) حرارت‌دهی شده و در معرض آب به عنوان بستر اشباع قرار می‌گیرند (روش آزمایش C 830) در تعیین تخلخل ظاهری آنها خطا وجود دارد. این خطا ناشی از واکنش‌پذیری سیمان با آب و متعاقباً هیدراتاسیون مجدد فازهای سیمانی است. هرچقدر میزان سیمان جرم ریختنی بالاتر باشد، میزان این خطا نیز بیشتر خواهد بود. نتیجه‌گیری می‌شود که برای مواد دیرگداز که احتمال تشکیل فازهای هیدراته با آب دارند، ممکن است در اندازه‌گیری تخلخل خطا ایجاد شود.

۳.۵ در تفسیر و استفاده از نتایج این روش‌های استاندارد، بایستی اقدامات احتیاطی خاصی در نظر گرفته شود. مقادیر هر چهار خاصیت، حداقل به دو تا از سه داده اصلی بدست آمده در آزمایش مربوط است. در نتیجه، هر خطایی در مقادیر داده‌های اصلی منجر به ایجاد خطا در حداقل سه مقدار از مقادیر خواص داده شده برای نمونه‌های آزمایش می‌شود. به خصوص چگالی ویژه ظاهری و چگالی بالک که تابعی از دیگر عوامل چون ترکیب محصول، نوسانات ترکیبی درون یک محصول مشابه، تخلخل‌های غیرقابل نفوذ با آب و تخلخل مجموع هستند. لذا تعمیم دادن یا مقایسه مقادیر خواص بایستی تنها بین محصولات یکسانی که با این روش‌های استاندارد آزمایش می‌شوند یا با در نظر گرفتن تفاوت‌های ذاتی محتمل بین فرآورده‌های مورد مقایسه یا روش آزمایش استفاده شده، صورت گیرد.

۴. نمونه‌های آزمایش

۴.۱ برای آزمایش یک آجر مستقیم ۹ اینچی (228 mm)، از یک نمونه یک چهارم استفاده کنید. این نمونه با دو نیم کردن آجر در طول صفحه موازی با وجه ۳ یا $9 \times 2/5$ اینچ (76 mm یا 228×64) و مجدداً دو نیم کردن در صفحه

موازی با وجه ۳ یا $4/5 \times 2/5$ اینچ (۷۶ mm یا 64×114) بدست می‌آید. لذا چهار تا از سطوح نمونه یک چهارم بدست آمده، سطوح اصلی شکل اولیه خواهند بود.

۴.۲ برای نمونه‌سازی از دیگر اشکال دیرگداز، بایستی با سوراخ‌کاری، برش یا شکستن، نمونه‌ای با حجم تقریبی 25 in.^3 تا 30 cm^3 (۴۹۰ تا ۴۱۰) بدست آید. این نمونه بایستی شامل بخش‌های بیرونی و درونی از شکل اصلی باشد.

۴.۳ همه ذرات سست چسبیده به نمونه‌ها را از آنها جدا کنید.

۵. روند آزمایش

۵.۱ وزن خشک، D

۵.۱.۱ نمونه‌ها را تا رسیدن به یک وزن ثابت با گرمادهی در 230°F - 220°F (110°C - 105°C) خشک کرده و وزن خشک آنها D را به گرم و با دقت اندازه‌گیری 0.1 g اندازه‌گیری کنید.

۵.۱.۲ فرایند خشک کردن تنها وقتی قابل صرف‌نظر کردن است که از خشک بودن ماده اطمینان حاصل شده یا اینکه نمونه‌ها مستقیماً از کوره بدست آمده باشند.

۵.۱.۳ خشک کردن نمونه‌ها تا یک وزن ثابت و تعیین وزن خشک آنها ممکن است قبل یا بعد از عملیات اشباع انجام گیرد (بخش ۶). معمولاً وزن خشک قبل از عملیات اشباع اندازه‌گیری می‌شود. اما اگر نمونه ترد و شکننده بوده یا شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد در طول عملیات اشباع ذرات سست از نمونه اصلی جدا می‌شوند، بایستی خشک کردن و وزن کشی بعد از وزن غوطه‌وری، S ، و وزن اشباع، W ، انجام شود (همانطور که در بخش ۵.۳ و ۵.۴ تشریح گردیده است). از این وزن خشک ثانویه در همه محاسبات بعدی استفاده کنید.

۵.۲/اشباع، W

۵.۲.۱ نمونه‌های آزمایش را در آب قرار داده و به مدت ۲ ساعت بجوشانید. در طول عملیات جوشاندن، نمونه‌ها بایستی کاملاً با آب پوشیده شده باشند و نباید با کف داغ ظرف تماس مستقیم داشته باشند.^۱

۵.۲.۲ بعد از عملیات جوشاندن، نمونه‌ها را در حالیکه هنوز کاملاً با آب پوشیده هستند تا دمای اتاق سرد کنید. بعد از عملیات جوشاندن، نمونه‌ها را قبل از وزن کشی حداقل به مدت ۱۲ ساعت به صورت اشباع از آب نگه دارید.

۵.۳ وزن غوطه‌وری، S

۵.۳.۱ وزن غوطه‌وری (S) هر نمونه آزمایش را بعد از جوشاندن و در حالیکه در آب غوطه‌ور است به گرم و با دقت اندازه‌گیری 0.1 g اندازه‌گیری کنید.

۵.۳.۲ اندازه‌گیری وزن غوطه‌وری نمونه معمولاً با غوطه‌ور کردن نمونه در یک حلقه یا سبد AWG Gage 22 (۶۴۳ mm) از جنس سیم مس و به صورت آویزان از قلاب انتهایی ترازو انجام می‌گیرد. ترازو بایستی قبل از

^۱ این مورد سالها توسط مترجم آزمایش شد اما با چسبیدن نمونه به کف داغ ظرف (در هنگام جوشیدن) نسبت به حالتی که نمونه به کف ظرف نمی‌چسبید، خطای قابل توجهی ایجاد نشد و لذا مشخص نیست علت ذکر این بند در استاندارد چه چیز بوده است، مترجم

اندازه‌گیری وزن نمونه، از قبل با وزن سبد مسی و قرارگیری سبد در عمق مشخصی از آب که قرار است نمونه در آن عمق وزن‌کشی شود، بالانس عددی^۱ شود.

۵.۴ وزن/اشباع، W - بعد از تعیین وزن غوطه‌وری، هر نمونه را به آرامی و با استفاده از یک پارچهٔ کتان مرطوب و بدون زبری آب‌زدایی کنید تا همهٔ قطرات آب سطحی حذف شوند و سپس وزن اشباع، W ، را با وزن‌کشی در هوا به گرم و با دقت 0.1 g اندازه‌گیری کنید. عملیات آب‌زدایی را با چرخاندن آرام نمونه روی پارچهٔ مرطوب که از قبل با آب اشباع شده است انجام دهید و سپس نمونه‌ها را با پارچه در حدی بفشارید که فقط قطرات چکه کرده روی پارچه حذف شود. آب‌زدایی بیش از مقدار ذکر شده باعث ایجاد خطا به دلیل خروج آب از حفرات نمونه می‌گردد.

۶. محاسبات

۶.۱ حجم ظاهری، V - حجم V نمونه‌های آزمون را به سانتیمتر مکعب و با کم کردن وزن غوطه‌وری از اشباع بر حسب گرم به صورت زیر بدست بیاورید:

$$V, \text{ cm}^3 = W - S \quad (۱)$$

نکتهٔ ۱- فرض می‌شود که یک سانتیمتر مکعب از آب به اندازهٔ یک گرم وزن داشته باشد. این فرض تا حد 0.03% برای آب در دمای اتاق نیز صدق می‌کند.

۶.۲ حجم حفرات باز و کسر حفرات نفوذناپذیر با آب - محاسبهٔ حجم حفرات باز و کسر حجمی حفرات نفوذناپذیر نمونه به صورت زیر انجام می‌شود:

$$\text{کسر حجمی حفرات باز}, \text{ cm}^3 = W - D \quad (۲)$$

$$\text{کسر حجمی حفرات نفوذناپذیر}, \text{ cm}^3 = D - S \quad (۳)$$

۶.۳ تخلخل ظاهری، P - تخلخل ظاهری بیانگر درصد نسبت حجمی تخلخل‌های باز به حجم ظاهری نمونه است. P را به صورت زیر محاسبه کنید:

$$P, \% = [(W - D) / V] \times 100 \quad (۴)$$

۶.۴ جذب آب، A - جذب آب A بیانگر درصد نسبت وزنی آب جذب شده به نمونهٔ خشک است. A را به صورت زیر محاسبه کنید:

$$A, \% = [(W - D) / D] \times 100 \quad (۵)$$

۶.۵ چگالی ویژهٔ ظاهری، T - چگالی ویژهٔ ظاهری T را که عبارت است از کسری از نمونه که غیرقابل نفوذ با آب جوش باشد، به صورت زیر محاسبه کنید:

$$T = D / (D - S) \quad (۶)$$

^۱ منظور اینکه عدد ترازو، با سبد مسی در ارتفاع مشخصی از آب صفر شده و سپس نمونه در سبد قرار گیرد، مترجم

۶.۶ چگالی بالک B :

۶.۶.۱ چگالی بالک B یک نمونه بر حسب گرم بر سانتیمتر مکعب، خارج قسمت وزن خشک بر حجم ظاهری، حاوی تخلخل، می‌باشد. B را به صورت زیر محاسبه کنید:

$$B, g/cm^3 = D/V \quad (۷)$$

۶.۶.۲ این روش استاندارد تعیین چگالی بالک، برای کنترل مقدار چگالی بالک بدست آمده از اندازه‌گیری مستقیم چگالی در روش استاندارد ASTM C 134 مفید است.

نکته ۲- اگرچه این روش از روش اندازه‌گیری مستقیم دقیق‌تر است و معمولاً مقادیر بالاتری (۰/۰۲ الی ۰/۰۴) بدست می‌دهد، اما روش اندازه‌گیری مستقیم برای کارخانه‌ها و اندازه‌گیری‌های میدانی بهتر است چرا که تکنیک کمتری برای محاسبه در آن مورد نیاز است. روش حاضر برای نمونه‌هایی مناسب است که دارای اهمیت تجاری بوده یا اینکه شکل نامنظمی دارند^۱.

۷. گزارش

۷.۱ برای هر خاصیت، مقادیر بدست آمده مربوطه را گزارش کنید.

۷.۲ نتایج تخلخل ظاهری و جذب آب را با یک رقم اعشار و نتایج چگالی بالک و چگالی ویژه ظاهری را با دو رقم اعشار گزارش نمایید.

نکته ۳- وقتی که مقادیر برای جذب آب و نه برای تخلخل گزارش می‌شوند، پیشنهاد می‌شود که گزارش حاوی مقادیر چگالی بالک هم باشد. این موضوع، محاسبه تخلخل ظاهری را نیز به صورت زیر امکان‌پذیر می‌سازد:

$$P, \% = A \times B \quad (۸)$$

^۱ مطالب ذکر شده در نکته ۲، جای تردید دارد. طبق تجربه مترجم، اختلاف این روش با روش اندازه‌گیری مستقیم برای نمونه‌های چگال گاهی تا ۰/۲ گرم بر سانتیمتر مکعب نیز می‌رسد. اما در مورد نمونه‌های دیرگداز سبک (متخلخل)، عدد بدست آمده از هر دو روش تقریباً یکسان بوده و اختلاف آنها اندک است، مترجم.