



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۴۷۴۶

چاپ اول

آبان ۱۳۹۱

INSO

14746

1st. Edition

Nov.2012

سیمان - سیمان های پوزولانی - روش های آزمون

Cement-pozzolan cements-Test methods

ICS:91.100.10

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 حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود 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، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند 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 می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی 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 می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی 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
«سیمان - سیمان های پوزولانی-روش های آزمون»

رئیس:

روا، افشین

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

دبیر:

تبریزی، آذر

(کارشناسی مهندسی عمران)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

ادریسی، نازیلا

(کارشناسی ارشد معماری)

الفت، علیرضا

(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

پوربابا، مسعود

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

زینالی اندیلی، سمانه

(کارشناسی مهندسی عمران)

عبدالصمدی، مهدی

(کارشناسی شیمی)

عزیزافشاری، فرهاد

(کارشناس ارشد مهندسی معدن-فراوری مواد معدنی)

فرشی حق رو، ساسان

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

قدیمی کلجاهی، لیدا

(کارشناس زبان)

سمت و/یا نمایندگی

اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی

آذربایجان شرقی

شرکت کیفیت آفرینان آذر

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد

سردرود

اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی

آذربایجان شرقی

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد

مراغه

شرکت نقش سازان پارس

مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی

آذربایجان شرقی

مجتمع مس سونگون

اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی

آذربایجان شرقی

موسسه عالی مهرگان

قدیمی کلجاهی، فریده
(کارشناس ارشد شیمی)

اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی
آذربایجان شرقی

مجتبوی، علیرضا
(کارشناسی مهندسی مواد)

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مشاور، عاطف
(کارشناسی مهندسی عمران)

آزمایشگاه همکار تکین ساز آزما

پیش گفتار

استاندارد « سیمان - سیمان های پوزولانی - روش های آزمون » که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تهیه و تدوین شده و در سیصد و پنجاه و سومین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده های ساختمانی تاریخ ۱۳۹۰/۱۲/۲۳ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان 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 موقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استاندارد ها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوطه 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 به شرح زیر است :

1- ISO 863:2008, Cement — Test methods — Pozzolanicity test for pozzolanic cements

سیمان - سیمان های پوزولانی - روش های آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش اندازه گیری پوزولان در سیمان های پوزولانی است. این استاندارد برای سیمان های پوزولانی پرتلند یا پوزولان ها کاربرد ندارد. این استاندارد یک روش مرجع را تعیین می کند.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آنها 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 آنها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آن مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای کاربرد استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۵۶: سال ۱۳۸۶، ظروف شیشه ای آزمایشگاهی - بورت ها

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۶۲: ۱۳۶۹، لوازم شیشه ای آزمایشگاهی - پی پت های زینه دار - ویژگی ها

۳ اصول آزمون

مقدار پوزولانی با مقایسه غلظت یون کلسیم موجود در محلول آبی، که بر حسب کلسیم اکسید بیان می شود، در تماس با سیمان هیدراته، پس از یک دوره زمانی مشخص با همان مقدار یون کلسیم که می تواند یک محلول با مقدار قلیایی یکسان را اشباع کند، ارزیابی می شود. پیش بینی می شود در صورتی که غلظت یون کلسیم در محلول کمتر از غلظت اشباه باشد، آزمون با سیمان، عملی شود، یعنی نتایج مثبتی ارائه دهد.

آزمایش نشان می دهد که آمیزه ۲۰ g سیمان و ۱۰۰ ml آب در دمای 40°C ، پس از یک دوره زمانی بین ۸ تا ۱۵ روز منجر به حالت تعادل شود. اگر آزمون با سیمان طی ۸ روز عملی شود (به بند ۱۰-۲ مراجعه کنید)، لازم نیست تا ۱۵ روز ادامه یابد.

۴ الزامات کلی آزمون

۱-۴ تعداد آزمون ها

اگر اندازه گیری ها یکی از مجموعه موضوعات کنترل آماری باشد، اندازه گیری با حداقل یک آزمون باید الزامی باشد.

اگر اندازه‌گیری جزء مجموعه موضوعات کنترل آماری نباشد، دو آزمون باید انجام شود (به بند ۱۰-۱ مراجعه کنید).

در موارد اختلاف، دو آزمون باید انجام شود.

۲-۴ تکرارپذیری و تجدیدپذیری

در این استاندارد ملی، تکرارپذیری و تجدیدپذیری، به عنوان انحراف معیار تکرارپذیری و انحراف معیار تجدیدپذیری بیان شده و مانند زیر تعریف می‌شوند.

الف- تکرارپذیری

دقت در شرایط تکرارپذیری، برای نتایج آزمونی که با روش یکسان، روی مواد آزمون یکسان، در یک آزمایشگاه با یک کاربر و با استفاده از تجهیزات یکسان در فواصل زمانی کوتاه حاصل می‌شوند.

ب- تجدیدپذیری

دقت در شرایط تجدیدپذیری، برای نتایج آزمونی که با روش یکسان، روی مواد آزمون یکسان، در آزمایشگاه‌های مختلف با کاربران متفاوت و با استفاده از تجهیزات متفاوت حاصل می‌شوند.

۳-۴ بیان جرم‌ها، حجم‌ها و عوامل

جرم را با دقت 0.0001 g بر حسب گرم و حجم‌های حاصل از بورت‌ها را با دقت 0.05 ml بر حسب میلی-لیتر بیان کنید. عوامل محلول‌ها که به صورت میانگین سه اندازه‌گیری ارائه می‌شود، تا سه رقم اعشار بیان کنید.

۴-۴ تعیین جرم ثابت

جرم ثابت را با خشک کردن طی سه دوره متوالی در درجه حرارت معین، یا با قرار دادن در شعله به مدت 15 min ، که هر بار خنک کرده و توزین می‌شود، تعیین کنید. جرم ثابت زمانی حاصل می‌شود که اختلاف بین دو اندازه‌گیری متوالی، کمتر از 0.0005 g باشد.

۵ آماده‌سازی آزمون سیمان

قبل از آغاز اندازه‌گیری، نمونه آزمایشگاهی را به شکل زیر تیمار کنید تا آزمون همگنی حاصل شود. تقریباً 100 g نمونه را با استفاده از تقسیم کننده نمونه یا چهار قسمت کردن آن بردارید. این بخش از نمونه را با الک $150\text{ }\mu\text{m}$ یا الک $125\text{ }\mu\text{m}$ کنید تا زمانی که باقی‌مانده به مقدار ثابتی برسد. باقی‌مانده را خرد کنید تا به طور کامل از الک $150\text{ }\mu\text{m}$ یا $125\text{ }\mu\text{m}$ عبور کند. نمونه را به یک ظرف خشک تمیز با سرپوش کیپ منتقل کنید و به شدت تکان داده تا کاملاً مخلوط شود. تمام این مراحل را با سرعت هر چه ممکن انجام دهید تا اطمینان حاصل کنید که نمونه فقط به مدت کمترین زمان در معرض هوا قرار گیرد.

۶ واکنشگرها

۱-۶ کلیات

فقط از واکنشگرهای با درجه تجزیه‌ای استفاده کنید. از آب مقطر یا آب یون زدایی شده که هدایت الکتریکی آن $\leq 0.5 \text{ mS/m}$ باشد، استفاده کنید. کمیت واکنشگرهای ارائه شده در زیر فقط نشانگر غلظت‌ها می‌باشد، مقادیر تهیه شده واقعی باید مطابق با مقادیر مورد نیاز باشد.

«درصد» به معنای درصد جرمی است، جز در مواردی که طور دیگری بیان شده باشد.

۲-۶ هیدروکلریک اسید (HCl)، غلیظ، (1.19 g/cm^3 تا 1.18 g/cm^3).

۳-۶ هیدروکلریک اسید، رقیق، با غلظت 0.1 mol/l ، برای تهیه 8.5 ml هیدروکلریک اسید غلیظ (بند ۲-۶) با استفاده از بورت 50 ml (بند ۷-۸) به بالن حجم‌سنجی 1 l (بند ۷-۱۰) حاوی حدود 500 ml آب اضافه کرده و سپس با آب به حجم برسانید.

۴-۶ هیدروکلریک اسید، رقیق (۱+۲)، برای تهیه 250 ml هیدروکلریک اسید غلیظ (بند ۲-۶) را به 500 ml آب بیفزایید.

۵-۶ متیل نارنجی، (دی‌متیل آمینو آزو بنزن پارا- سدیم سولفونات)

۶-۶ شناساگر متیل نارنجی، $g (0.002 \pm 0.002)$ متیل نارنجی (بند ۲-۶) در آب حل کرده و با آب به حجم 1000 ml برسانید.

۷-۶ سدیم هیدروکسید، (NaOH).

۸-۶ محلول سدیم هیدروکسید، $g (1 \pm 100)$ سدیم هیدروکسید (بند ۶-۷) را در آب حل کرده و با آب به حجم 1000 ml برسانید.

۹-۶ کلسیم کربنات، (CaCO_3) برای رسیدن به وزن ثابت تا دمای $^{\circ}\text{C} (10 \pm 200)$ خشک شود. (خلوص بزرگ‌تر از 99.9%).

۱۰-۶ سدیم کلرید (NaCl)، برای رسیدن به وزن ثابت تا دمای $^{\circ}\text{C} (5 \pm 110)$ خشک شود.

۱۱-۶ مورکسید (آمونیم پورپورات).

۱۲-۶ شناساگر مورکسید، $g (0.1 \pm 10)$ مورکسید را با $g (1 \pm 100)$ سدیم کلرید (NaCl) آسیاب کنید.

۱۳-۶ EDTA، (نمک دی‌اتیل دی‌سدیم اتیلن دی‌آمین تترا استیک اسید).

۱۴-۶ محلول EDTA، حدود 0.03 mol/l برای تهیه $g (0.1 \pm 11.17)$ EDTA را در آب حل کرده و به حجم 1000 ml برسانید. محلول را در ظرف پلی اتیلینی غیر قابل نفوذ به هوا نگهداری کنید.

۱۵-۶ سدیم کربنات، (Na_2CO_3). برای رسیدن به وزن ثابت تا دمای $^{\circ}\text{C} (10 \pm 250)$ خشک شود.

۱۶-۶ مخلوط کلسین و شناساگر متیل تیمول آبی، g (0.2 ± 0.2) کلسین، نمک سدیم (بیس) [بیس (کربوکسی متیل)-آمینو-متیل)] 2^- و 7^- فلورسین [فلورسین دی- (متیل ایمینو دی استیک اسید)] و g (0.1 ± 0.1) متیل تیمو آبی، نمک سدیم 3^- و 3^- بیس- [بیس (کربوکسی-متیل)-آمینو متیل] تیمول سولفو فتالئین ($C_{37}H_{41}N_2O_{13}SNa_3$) را با g (1 ± 0.1) پتاسیم نترات (KNO_3) آسیاب کنید.

۱۷-۶ شناساگر کلکون، g (1 ± 0.1) کلکون، سدیم ۲- هیدروکسی -۴- (۲- هیدروکسی-۱- نفتازول) نفتالین-۱- سولفونات را با g (1 ± 0.1) سدیم سولفات بدون آب (Na_2SO_4) آسیاب کنید.

۱۸-۶ واکنشگر پاتون و ریدر، g (1 ± 0.1) کلکون کربوکسیلیک اسید، [۲-هیدروکسی-۱- (۲- هیدروکسی-۴- سولفو-۱-نفتیل آزو)-۳- نفتوئیک اسید، $C_{21}H_{14}N_2O_7S$] را با g (1 ± 0.1) سدیم سولفات بدون آب (Na_2SO_4) آسیاب کنید.

۷ دستگاه‌ها

۱-۷ ظرف، ۵۰۰ ml، از جنس پلی‌اتیلن، مخروطی، به قطر تقریبی ۷۰ mm با درپوش پیچی فشاری، با قابلیت ممانعت از تبخیر طی انبارش.

۲-۷ قیف، با خروجی گشاد

۳-۷ قیف بوختر، چینی، قطر داخلی ۶۰ mm.

۴-۷ کاغذ صافی، با تخلخل کم (قطر متوسط خلل و فرج در حدود $2 \mu m$).

۵-۷ بالن خلاء، ۲۵۰ ml.

۶-۷ بشر، ۲۵۰ ml و ۴۰۰ ml.

۷-۷ پی‌پت، ۵۰ ml و ۱۰۰ ml، نوع A مطابق با استاندارد ملی ۱۹۶۲.

۸-۷ بورت، نوع A مطابق با استاندارد ملی ۱۹۵۶.

۹-۷ محوطه با دمای یکنواخت، کنترل ترموستاتیکی در دمای $(40 \pm 1)^\circ C$.

۱۰-۷ بالن حجمی، ۵۰۰ ml و ۱۰۰۰ ml.

۱۱-۷ بالن مخروطی، ۲۵۰ ml.

۱۲-۷ ترازو، با قابلیت توزین با دقت $0.0005 g$.

۱۳-۷ دستگاه برای اندازه‌گیری جذب، در طول موج‌های ۵۲۰ nm و ۶۲۰ nm برای محلول داخل بشر عیارسنجی، در حال به هم زدن.

۱۴-۷ هم‌زن، مانند هم زن مغناطیسی از جنس بی‌اثر مانند PTFE، با میله مغناطیسی.

۷-۱۵ pH متر، قادر به اندازه‌گیری با دقت ± 0.05

۸ استاندارد کردن محلول‌ها

۸-۱ استاندارد کردن محلول EDTA

مقدار $g (0.1 \pm 0.01)$ کلسیم کربنات (بند ۶-۹) را با دقت $g (0.0005)$ توزین کنید، m_1 و درون بشر ml ۴۰۰ (بند ۷-۶) حاوی حدود ml ۱۰۰ بریزید. بشر را با شیشه ساعت بپوشانید و به دقت تقریباً ml ۱۰ هیدروکلریک اسید (۲+۱) (بند ۶-۴) بریزید. با میله شیشه‌ای به هم بزنید، تا اطمینان حاصل کنید که انحلال کامل شده است، به منظور خارج کردن کربن دی‌اکسید، محلول را بجوشانید. آن را تا دمای اتاق خنک کرده، به بالن حجمی (بند ۷-۱۰) منتقل کنید، بشر و شیشه ساعت را به دقت با آب بشویید و محلول حاصل از شستشو را به محلول درون بالن اضافه کرده و با آب به حجم ml ۱۰۰۰ برسانید.

ml ۵۰ از محلول کلسیم را با پی‌پت به درون بشر مناسب دستگاه اندازه‌گیری (بند ۷-۱۳) بریزید. سپس برای کار با دستگاه با آب تا حجم مناسبی رقیق کنید. با استفاده از pH متر (بند ۷-۱۵)، pH محلول را توسط محلول سدیم هیدروکسید (بند ۶-۸) در (0.2 ± 0.05) تنظیم کنید.

نقطه پایانی را با استفاده از یکی از دو روش زیر محاسبه کنید.

الف- اندازه‌گیری فتومترى نقطه پایانی (روش مرجع):

حدود g ۰/۱ شناساگر مورکسید را، (بند ۶-۱۲)، یا شناساگر مخلوط (بند ۶-۱۶) را، بدون وزن کردن، بیفزایید. بشر را در دستگاه (بند ۷-۱۳) قرار دهید و در صورت استفاده از مورکسید، طول موج را nm ۶۲۰ و در صورت استفاده از شناساگر مخلوط در طول موج nm ۵۲۰ تنظیم کنید، و در حالی که آن را به شدت به هم می‌زنید با محلول $EDTA$ mol/l ۰/۰۳ (بند ۶-۱۴) تیتراً کنید. با مشاهده تغییر رنگ یک منحنی ایجاد کنید که در آن مقادیر جذب به عنوان تابعی از حجم $EDTA$ افزوده شده باشد. حجم مصرفی V_1 ، از تقاطع خط با بیشترین شیب نزدیک تغییر رنگ، و خط تقریباً ثابت جذب پس از تغییر رنگ تعیین می‌شود.

تابع f_1 محلول $EDTA$ را از معادله (۱) محاسبه کنید:

$$f_1 = \frac{m_1 \times 50}{100.09 \times 0.03 \times V_1} = \frac{m_1}{V_1} \times 16.652 \quad (1)$$

که در آن

m_1 جرم کلسیم کربنات، بر حسب گرم؛

V_1 حجم محلول $EDTA$ مصرفی در عیارسنجی، بر حسب میلی‌متر؛

۰/۰۹ جرم مولکولی کلسیم کربنات است.

ب- تعیین چشمی نقطه پایان (روش جایگزین):

حدود g ۰/۱ شناساگر کالکون را، (بند ۶-۱۷)، یا مخلوط شناساگر پاتون و ریدر (بند ۶-۱۸) را، بدون وزن کردن، بیفزایید. محلول را به هم بزنید و با محلول $EDTA$ mol/l ۰/۰۳ (بند ۶-۱۴) تیتراً کنید تا این که در رنگ در صورت استفاده از شناساگر کالکون از صورتی به آبی، و در صورت استفاده از شناساگر پاتون و ریدر

به رنگ پنفش یا آبی روشت تغییر کند، یک قطره اضافی افزایش زیادی در شدت رنگ آبی نخواهد داشت. حجم V_1 برای محاسبه تابع استاندارد کردن f_1 با استفاده از معادله (۱) به کار می‌رود.

۸-۲ استاندارد کردن محلول 0.1 mol/l هیدروکلریک اسید

مقدار g (0.1001 ± 0.0005) سدیم کربنات (بند ۶-۱۵) را با دقت g $0.0005 \pm$ توزین کنید، m_2 و درون بالن مخروطی 250 ml (بند ۷-۱۱) ریخته و در 50 ml الی 75 ml آب حل کنید پنج قطره شناساگر متیل نارنجی (بند ۶-۶) به محلول افزوده و با هیدروکلریک اسید رقیق 0.1 mol/l (بند ۶-۳) عیارسنجی کنید تا رنگ آن از زرد به نارنجی تغییر کند.

تابع f_2 محلول هیدروکلریک اسید را از معادله (۲) محاسبه کنید:

$$f_2 = \frac{m_2 \times 2}{105.989} \times \frac{1000}{0.1 \times V_2} = \frac{m_2}{V_2} \times 188.70 \quad (2)$$

که در آن

m_2 جرم سدیم کربنات، بر حسب گرم؛

V_2 حجم محلول هیدروکلریک اسید مصرفی در عیارسنجی، بر حسب میلی‌متر؛

105.989 جرم مولکولی سدیم کربنات است.

۹ روش آزمون

۹-۱ نگهداری و صاف کردن

100 ml آب تازه جوشیده را با پی‌پت به درون ظرف پلی‌اتیلنی (بند ۷-۱) بریزید، محکم ببندید و در محوطه با دمای یکنواخت (بند ۷-۹) قرار دهید تا این که به تعادل برسد (حدود ۱ ساعت). ظرف را از محوطه با دمای یکنواخت بردارید. 5 مقدار g (0.1001 ± 0.0005) سیمان مورد آزمون را با استفاده از قیف با خروجی گشاد (بند ۷-۲) به داخل آن بریزید. بلافاصله ظرف را محکم ببندید.

برای جلوگیری از تشکیل گلوله‌های سیمان، آن را به مدت 20 s به شدت به هم بزنید (تکان دهید). برای جلوگیری از پاشیده شدن قسمتی از نمونه یا مایع و جدا ماندن آن از بقیه محلول از یک دستگاه چرخان افقی استفاده کنید.

ظرف را مجدداً در محوطه با دمای یکنواخت قرار دهید، اطمینان حاصل کنید که ته ظرف به شکل افقی قرار گرفته تا لایه ته‌نشین شده سیمان ضخامت یکنواختی داشته باشد. تمامی عملیات را خارج از محوطه با دمای یکنواخت با سرعت هر چه تمام انجام دهید (حداکثر در یک دقیقه) تا از پایین آمدن درجه محتوای ظرف جلوگیری به عمل آید.

پس از طی یک دوره ۸ یا ۱۵ روزه درون محوطه با دمای یکنواخت، ظرف را بردارید و محلول را به سرعت تحت خلا از قیف بوخنر (بند ۷-۳) به درون بالن خلا (بند ۷-۵) با استفاده از کاغذ صافی دو لایه خشک (بند ۷-۴) در کمتر از 30 s (برای جلوگیری از جذب کربن دی‌اکسید و پایین آمدن محسوس دمای محلول) صاف کنید. به سرعت بالن خلاء را ببندید و اجازه دهید تا محلول صاف شده در دمای اتاق سرد شود.

اگر آزمون سیمان در ۸ روز عملی شود، (به بند ۱۰-۲ مراجعه کنید) دیگر نیازی به ادامه آزمون تا ۱۵ روز نیست.

۲-۹ تعیین غلظت یون هیدروکسیل

بالن خلاء (بند ۷-۵) را تکان دهید تا محلول صاف شده همگن شود و ۵۰ ml از محلول را با پی‌پت به درون بشر ۲۵۰ ml (بند ۷-۶) بریزید. پنج قطره واکنشگر متیل نارنجی (بند ۶-۶) را بیفزایید و قلیابیت کل را با هیدروکلریک اسید رقیق ۰.۱ mol/l (بند ۶-۳) تعیین کنید. نقطه پایان عیار سنجی برابر با تغییر رنگ محلول از زرد به نارنجی می‌باشد. محلول عیارسنجی شده A، را برای تعیین غلظت کلسیم اکسید نگه دارید (به بند ۹-۳ مراجعه کنید).

غلظت یون هیدروکسیل را، $c_{[OH]}$ را بر حسب میلی‌مول در لیتر، از معادله (۳) محاسبه کنید:

$$c_{[OH]} = \frac{1000 \times 0.1 \times V_3 \times f_2}{50} = 2 \times V_3 \times f_2 \quad (3)$$

که در آن

V_3 حجم محلول هیدروکلریک اسید ۰.۱ mol/l مصرفی در عیارسنجی، بر حسب میلی‌متر؛
 f_2 تابع محلول هیدروکلریک اسید ۰.۱ mol/l است.

۳-۹ تعیین غلظت کلسیم اکسید

با استفاده از محلول عیارسنجی A، باقی مانده بند ۹-۲، با استفاده از pH متر (بند ۷-۱۵)، pH محلول را توسط محلول سدیم هیدروکسید (بند ۶-۸) در (0.2 ± 0.1) تنظیم کنید. با محلول EDTA ۰.۰۳ mol/l (بند ۶-۱۴) تیترا کنید و نقطه پایان را با یکی از روش‌های بیان شده در بند ۸-۱ تعیین کنید. غلظت کلسیم اکسید را، $c_{[CaO]}$ را بر حسب میلی‌مول در لیتر، از معادله (۴) محاسبه کنید:

$$c_{[CaO]} = \frac{1000 \times 0.03 \times V_4 \times f_1}{50} = 0.6 \times V_4 \times f_1 \quad (4)$$

که در آن

V_4 حجم محلول EDTA مصرفی در عیارسنجی، بر حسب میلی‌متر؛
 f_1 فاکتور محلول EDTA است.

۱۰ نتایج

۱-۱۰ محاسبه و بیان نتایج

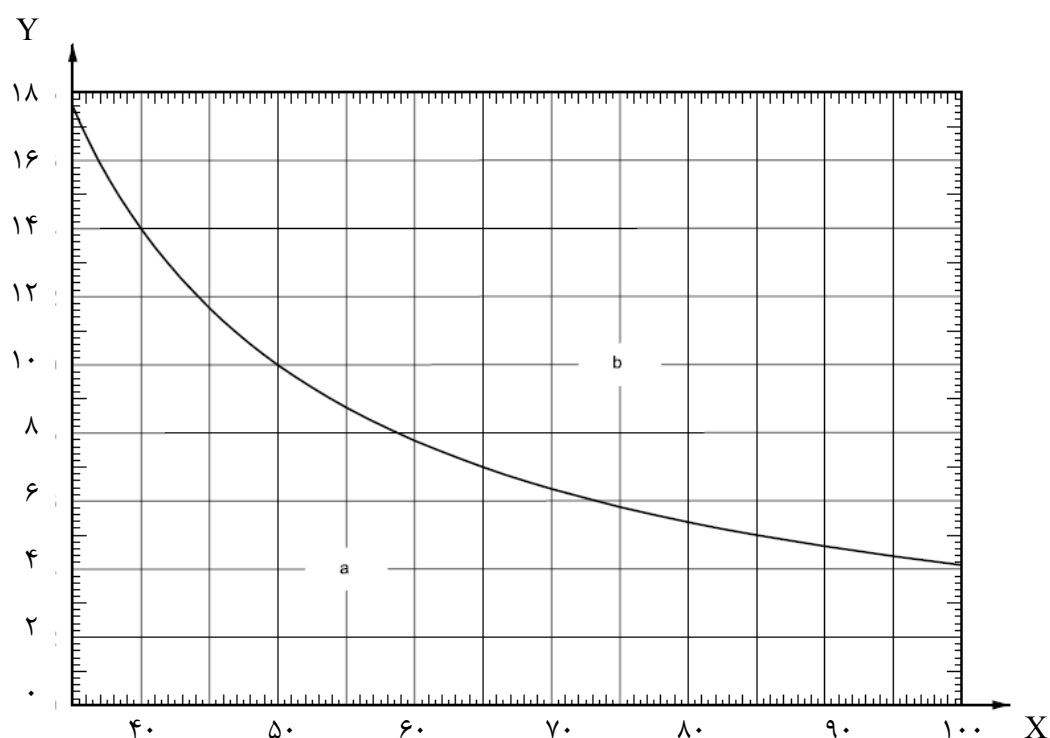
غلظت یون هیدروکسیل و یون کلسیم را (بر حسب کلسیم اکسید)، هر یک با تقریب ۰.۱ mmol/l. اگر دو آزمون انجام گیرد، میانگین نتایج را با تقریب ۰.۱ mmol/l بیان کنید. اگر نتایج دو آزمون بیش از دو برابر انحراف معیار تکرارپذیری اختلاف داشته باشد، آزمون را تکرار کنید و میانگین نتایج نزدیکترین آزمون را در نظر بگیرید.

۱۰-۲ ارزیابی پوزولانی بودن

غلظت یون هیدروکسیل و یون کلسیم (بر حسب کلسیوم اکسید) را در محلول که مطابق بند ۱۰-۱ حاصل شده‌اند، به شکل نقطه در شکل ۱ که غلظت اشباع یون کلسیم (بر حسب کلسیم اکسید) به عنوان تابعی از غلظت یون هیدروکسیل در دمای °C ۴۰ نشان می‌دهد، رسم کنید. منحنی شکل ۱ احتمالاً از نظر ریاضی در گستره ۴۵ mmol/l تا ۹۰ mmol/l غلظت $c_{[OH]}$ از معادله (۵) بیان شود.

$$c_{[CaO]} = \frac{350}{(c_{[OH]} - 15.0)} \quad (5)$$

که غلظت یون کلسیم (بر حسب کلسیم اکسید و یون هیدروکسیل بر حسب میلی‌مول در لیتر بیان می‌شوند. زمانی که نقطه ترسیم شده در زیر نمودار غلظت اشباع یون کلسیم (بر حسب کلسیم اکسید) نشان داده شده در شکل ۱ قرار گیرد، آزمون پوزولانی بودن سیمان برآورده می‌شود (آزمون قبول)



راهنما:

X غلظت یون هیدروکسیل، بر حسب میلی‌مول در لیتر

Y غلظت یون کلسیم (بر حسب کلسیم اکسید)، بر حسب میلی‌مول در لیتر

a قبول

b رد

شکل ۱- نمودار ارزیابی پوزولانی بودن

۱۰-۳ تکرارپذیری و تجدیدپذیری

الف- انحراف معیار تکرارپذیری برابر است با:

- یون هیدروکسیل 0.5 mmol/l

- یون کلسیم (بر حسب کلسیم اکسید) 0.2 mmol/l

ب- انحراف معیار تجدیدپذیری برابر است با:

- یون هیدروکسیل 1.0 mmol/l

- یون کلسیم (بر حسب کلسیم اکسید) 0.5 mmol/l

۱۱ گزارش آزمون

تمام نتایج تکی را گزارش کنید. اگر آزمون پوزولانی سیمان برآورده شود (یا نشود) به گونه‌ای که در بند ۱۰ تعیین شده است، باید گزارش شود که

«آین سیمان آزمون پوزولانی را بودن مطابق استاندارد ملی برآورده می‌کند».