



جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۶۱۷۱

چاپ اول

مهر ماه ۱۳۸۱

ISIRI

6171

1st-Edition

OCT. 2002

خاکستر بادی و سایر پوزولان‌های مورد استفاده با آهک –
ویژگیها و روشهای آزمون

*Standard Specification for fly Ash and other
Pozzolans for use with lime*

نشانی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران: کرج - شهر صنعتی، صندوق
پستی ۱۶۳-۳۱۵۸۵

دفتر مرکزی: تهران - بالاتراز میدان ولی عصر، کوچه شهید شهامتی، پلاک ۱۴
صندوق پستی ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵

تلفن مؤسسه در کرج: ۰۲۶۱ - ۲۸۰۶۰۳۱-۸

تلفن مؤسسه در تهران: ۸۹۰۹۳۰۸-۹

دورنگار: کرج ۰۲۶۱-۲۸۰۸۱۱۴ تهران ۰۲۱-۸۸۰۲۲۷۶

بخش فروش - تلفن: ۰۲۶۱-۲۸۰۷۰۴۵ دورنگار: ۰۲۶۱-۲۸۰۷۰۴۵

پیام نگار [Standard @ isiri.or.ir](mailto:Standard@isiri.or.ir)

بها: ۱۸۷۵ ریال

Headquarter: Institute of Standards and Industrial Research of IRAN

P.O.Box 31585-163 Karaj - IRAN

Central office: NO.14, Shahid Shahamati St., Valiasr Ave. Tehran

P.O.Box : 14155-6139

Tel.(Karaj): 0098 261 2806031-8

Tel.(Tehran): 0098 21 8909308-9

Fax(Karaj): 0098 261 2808114

Fax(Tehran): 0098 21 8802276

Email: Standard @ isiri.or.ir

Price: 1875 Rls

آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب قانون، تنها مرجع رسمی کشور است که عهده‌دار وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) می‌باشد.

تدوین استاندارد در رشته‌های مختلف توسط کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط با موضوع صورت می‌گیرد. سعی بر این است که استانداردهای ملی، در جهت مطلوبیت‌ها و مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فنی و فن‌آوری حاصل از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع شامل: تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، بازرگانان، مراکز علمی و تخصصی و نهادها و سازمان‌های دولتی باشد. پیش‌نویس استانداردهای ملی جهت نظرخواهی برای مراجع ذینفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرات و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که توسط مؤسسات و سازمان‌های علاقمند و ذیصلاح و با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌شود نیز پس از طرح و بررسی در کمیته ملی مربوط و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی چاپ و منتشر می‌گردد. بدین ترتیب استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مفاد مندرج در استاندارد ملی شماره ۵۱۰۵، تدوین و در کمیته ملی مربوط که توسط مؤسسه تشکیل می‌گردد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد می‌باشد که در تدوین استانداردهای ملی ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی استفاده می‌نماید.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون به منظور حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردها را با تصویب شورای عالی استاندارد اجباری نماید. مؤسسه می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید.

همچنین به منظور اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و گواهی‌کنندگان سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و کالیبره‌کنندگان وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد اینگونه سازمان‌ها و مؤسسات را براساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران مورد ارزیابی قرار داده و در صورت احراز شرایط لازم، گواهی‌نامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا نموده و بر عملکرد آنها نظارت می‌نماید. ترویج سیستم بین‌المللی بکاه، کالیبراسیون وسایل سنجش، تعیین عبار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی از دیگر وظایف این مؤسسه می‌باشد.

کمیسیون استاندارد فاکستر بادی و سایر پژوهان های مورد استفاده با آهک
- ویژگیها و روشهای آزمون

رئیس

سهراب ، ویسه
(فوق لیسانس مهندسی معدن)

سمت یا نمایندگی

عضو هیئت علمی مرکز
تحقیقات ساختمان و مسکن

اعضاء

باشی، محبوبه
(لیسانس شیمی)

مرکز تحقیقات ساختمان و
مسکن

خدابنده ، ناهید
(لیسانس شیمی)

کارخانه آهک همدان

عابدین زاده ، آتنا
(لیسانس شیمی)

کارخانه آهک آذرشهر

غفاری ، حسن
(مهندس شیمی)

وزارت صنایع و معادن
(دفتر صنایع معدنی)

یگانی ، فرشته
(مهندسی راه و ساختمان)

دبیر

نوزی ، نگین
(لیسانس شیمی محض)

مؤسسه استاندارد و تحقیقات
صنعتی ایران

پیشگفتار

استاندارد " خاکستر بادی و سایر پوزولان های مورد استفاده با آهک - ویژگیها و روشهای آزمون" که توسط کمیسیون مربوطه تهیه و تدوین شده و در شصت و نهمین جلسه کمیته ملی استاندارد صنایع ساختمانی مورخ ۸۰/۱۲/۱۳ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند ۱ ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ بعنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات استانداردهای ایران در مواقع لزوم مورد تجدیدنظر خواهد شد و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت.

بنابراین برای مراجعه به استانداردهای ایران باید همواره از آخرین چاپ و تجدید نظر آنها استفاده کرد.

در تهیه و تدوین این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای جامعه در حد امکان بین این استانداردها و استاندارد ملی کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود.

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد به کار رفته به شرح زیر است :

ASTM C 593 – 99 Standard Specification for fly Ash and other pozzolans for use with lime

استاندارد خاکستر بادی و سایر پوزولان های مورد استفاده با آهک - ویژگیها

و روشهای آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین ویژگی های خاکستر بادی و سایر پوزولان های مورد استفاده با آهک می باشد. این ویژگی ها شامل خاکستر بادی و سایر پوزولان های مورد استفاده با آهک در ملات های خمیری^۱ و مخلوط های غیر خمیری و سایر مخلوط هایی که در واکنش پوزولانی آهک تاثیر می گذارند می باشند. ارزیابی پوزولان های دارای آهک موثر مانند دسته C خاکستر بادی در این استاندارد در نظر گرفته شده است. این پوزولان ها شامل پوزولان های مصنوعی مانند خاکستر بادی و پوزولان های طبیعی مانند دیاتومیت و پومیس (سنگ پا) به صورت خام یا کلسینه شده می باشد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آنها ارجاع داده شده است. به این ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و / یا تجدیدنظر، اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. معینا بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد امکان کاربرد آخرین اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای مدارک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و / یا تجدیدنظر، آخرین چاپ و / یا تجدیدنظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است :

- استاندارد ملی ایران - ۵۲۵۴ - سال ۱۳۷۹ - روشهای آزمون فیزیکی آهک زنده، آهک هیدراته و سنگ آهک

- استاندارد ملی ایران - ۳۹۳ - سال ۱۳۷۰ - روش آزمون مکانیکی سیمان هاتاب فشاری و خمشی ملات خمیری
 - استاندارد ملی ایران - ۴۷۳۵ - سال ۱۳۷۸ - ویژگی های آهک هیدراته برای مصارف بنایی
 - استاندارد ملی ایران - ۱۱۵۸ - سال ۱۳۶۶ - روش اصلاح شده تعیین رابطه بین رطوبت و وزن مخصوص در خاک
 - استاندارد ملی ایران - ۵۸۱ - سال ۱۳۷۰ - روش ساختن و بعمل آوردن نمونه های بتونی در آزمایشگاه برای آزمون های فشاری و خمشی
 - استاندارد ملی ایران - ۴۷۳۶ - سال ۱۳۷۸ - روشهای آزمون آنالیز شیمیایی سنگ آهک و آهک زنده و آهک هیدراته
- ASTM C 311 - 98 - Standard test Methods for sampling and Testing Fly Ash or Natural Pozzolans for use as a Mineral Admixture in Portland - Cement concrete

اصطلاحات ۳

۱-۳ اصطلاحات و تعاریف

۱-۱-۳ پوزولان های کلسینه شده

موادی هستند که با کلسینه کردن خاکهای سیلیسی یا آلومینو سیلیسی طبیعی تهیه می شوند. کلسینه کردن به منظور فعال سازی خواص پوزولانی می باشد.

۲-۱-۳ فاکستر بادی

مواد باقی مانده بسیار نرم که حاصل احتراق زغال سنگ پودر یا آسیاب شده که از دیگ بخار به وسیله گازهای دودکش به بیرون منتقل شده است، می باشد.

یادآوری - طبق بند ۱۲ اندازه گیری شاخص آهک موثر خاکستر بادی که ممکن است در نسبت مورد نظر خاکستر بادی با آهک تاثیر گذارد می باشد.

۳-۱-۳ آهک

آهک شامل تمام انواع آهک زنده و آهک هیدراته از هر دو نوع پر کلسیم و دولومیتی می باشد.

۳-۱-۴ پوزولان های طبیعی

موادی مانند بعضی از خاکستر های آتش فشانی و رسوبات گدازه که در حالت طبیعی خصوصیات پوزولانی از خود نشان می دهند.

۳-۱-۵ پوزولان

مواد سیلیسی یا آلومینوسیلیسی که خود دارای قابلیت سیمانی شدن کم یا هیچ می باشند، اما به صورت پودر شده بسیار نرم و در حضور رطوبت با هیدروکسید های قلیایی و قلیایی خاکی در دمای معمولی واکنش شیمیایی انجام می دهند، تا ترکیباتی را که خواص سیمانی شدن دارند، تشکیل دهند یا به تشکیل آنها کمک کنند.

۴ خواص فیزیکی

۴-۱ پوزولان های مورد استفاده با آهک در مخلوط های غیر خمیری باید مطابق

ویژگیهای جدول ۱ باشد (به استثنای مقاومت آهک - پوزولان) و علاوه بر آن باید مطابق با دستور کار بخش ۱۰ آزمایش شده و مطابق با الزامات زیر باشد:

مقاومت فشاری، حداقل، مگاپاسکال (۲/۸)

مقاومت اشباع خلاء، حداقل، مگاپاسکال (۲/۸)

یادآوری- اگر مقدار حداقل مقاومت اشباع خلاء مشخص نشده در بند ۴-۱

(۲/۸ مگاپاسکال) این استاندارد کاهش داده شود نباید مستندات کافی به مصرف کننده ارائه شود.

چنین مدرکی باید حداقل شامل موارد زیر باشد:

۱- تعیین حداقل مجاز مقاومت اشباع خلاء به طوری که قادر سازد مواد در سیستم کف سازی عملکرد سازه ای داشته باشند.

۲- تحلیل استدلالی یا استفاده از اطلاعات آب و هوایی واقعی که نشان دهنده شدت در معرض قرار گرفتن مواد در چرخه یخ زدن - آب شدن است، انجام شود.

جدول ۱- ویژگیهای فیزیکی

۱۰/۰	بخش محلول در آب، حداکثر، درصد
۲/۰	نرمی مانده روی الک به روش تر:
۳۰/۰	الک نمرد ۳۰ (۶۰۰ میکرون)، حداکثر، درصد
	الک نمرد ۲۰۰ (۷۵ میکرون)، حداکثر، درصد
	مقاومت پوزولان - آهک، مقاومت فشاری، حداقل، مگاپاسکال:
۴/۱	۷ روزه (۵۴±۲ درجه سلسیوس)
۴/۱	۲۸ روزه (۲۳±۲ درجه سلسیوس)

۵ نمونه برداری

- ۱-۵ پوزولان را مطابق استاندارد ASTM C ۳۱۱ (نمونه برداری و آزمایش خاکستر بادی یا پوزولان های طبیعی برای معرف به عنوان ماده افزودنی در بتن سیمان پرتلند) نمونه برداری کنید، با این تفاوت که از حدود هر ۴۰۰ تن پوزولان ۴/۵ کیلوگرم نمونه بردارید.
- ۲-۵ روش کار نمونه برداری از نمونه اولیه تا اتمام پروژه باید ثابت باشد.

۴- روشهای آزمون

۱-۴ اهمیت و استفاده

این روش آزمون دستور کار های مختلف را برای سنجیدن خواص مختلف آهک در افزایش واکنش پوزولانی توصیه میکند. این روشهای آزمون برای تعیین کیفیت و کمیت منابع خاکستر بادی و سایر پوزولان ها برای انطباق با کار مشخص یا ضوابط پروژه در نظر گرفته شده است.

۷ بخش محلول در آب

۱-۷ روش کار

۱۰ گرم از نمونه پوزولان خشک شده (در آون در دمای ۱۰۵ تا ۱۱۰ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت خشک شود) را در ارلن مایر ۲۰۰ میلی لیتری قرار دهید، ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر (23 ± 2) درجه سلسیوس به آن اضافه کنید. با دست بخوبی آن را تکان دهید تا هیچگونه کلوخه ای مشاهده نشود سپس با لرزاننده مکانیکی یا همزن در دمای آزمایشگاه برای مدت زمان یکساعت آن را به هم بزنید. مواد را به داخل یک بوتله گوج یا بوتله شیشه ای صافی دار وزن شده خالی کنید و مواد باقی مانده در بوتله را چندین بار با آب مقطر بشوئید تا عاری از محلول چسبیده به آن شود، سپس بوتله را تارسیدن به وزن ثابت در آون در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس خشک کنید.

۲-۷ محاسبه

درصد بخش محلول در آب را با ضرب کردن کاهش وزن بر حسب گرم در عدد ۱۰ محاسبه کنید.

۸ نرمی

۱-۸ نرمی را مطابق با روش آزمون استاندارد ملی ایران به شماره ۵۲۵۴ مورد آزمون قرار دهید به جز آنکه نمونه باید ۱۰۰ گرم پوزولان خشک شده باشد.

۹ مقاومت پوزولان - آهک

۱-۹ پوزولان را مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۳۹۳ و مطابق با موارد زیر آزمایش کنید:

۲-۹ دستگاهها

۱-۲-۹ آون بخار

۳-۹ مواد

۹-۳-۱ **آهک هیدراته**- در صورت امکان آهک باید از همان نوع مورد مصرف در کار یا مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۴۷۳۵ باشد.

۹-۳-۲ **ماسه** - ماسه باید از نوع ماسه استاندارد دانه بندی شده مطابق با بند ۱-۲ استاندارد ملی ایران به شماره ۲۹۳ باشد.

۹-۴ **تعداد آزمون‌های مورد آزمون**- ۳ آزمون برای هر مرحله که در آن آزمایش مقاومت مورد نیاز است باید تهیه شود.

۹-۵ **نسبت ، غلظت و مخلوط کردن ملات ها**- پیمانسه‌ها بهره‌ها باید دارای اندازه کافی برای ۶ آزمون و از نسبت های خشک به شرح زیر تشکیل شده باشد:

آهک هیدراته - ۱۸۰ گرم

پوزولان خشک - ۳۶۰ گرم

ماسه استاندارد دانه بندی شده - ۱۴۸۰ گرم

۹-۵-۱ مقدار آب اختلاط اندازه گیری شده بر حسب میلی لیتر باید چنان باشد که جریان ۶۵ تا ۷۵ (طبق بند ۶-۹) را ایجاد کند و بصورت درصد وزنی ترکیب آهک - پوزولان گزارش شود. آهک و پوزولان باید در یک ظرف در بسته مخلوط شوند. مخلوط کردن باید مطابق با روش کار استاندارد ملی ایران به شماره ۲۹۳ باشد؛ با این تفاوت که مخلوط پوزولان - آهک را به آب اضافه کنید و برای مدت زمان یک دقیقه بگذارید بماند سپس دستگاه مخلوط کن را روشن کنید و برای مدت ۳۰ ثانیه با سرعت کم 5 ± 140 دور در دقیقه مخلوط کنید.

۹-۶ **اندازه گیری جریان**

مقدار جریان را مطابق با روش آزمون استاندارد ملی ایران به شماره اندازه گیری کنید با این تفاوت که تعداد ضربات میز جریان باید ۱۰ ضربه در ۶ ثانیه به جای ۲۵ ضربه در ۱۵ ثانیه باشد. اگر جریان کمتر از حد مجاز مشخص شده باشد ماده مورد استفاده برای آزمون جریان باید به کاسه مخلوط کن برگردانده شود و آب زیادتری به آن افزوده شود. بهر حاصل را ۱/۵ دقیقه مخلوط کنید و جریان جدید را اندازه گیری

1- batch

کنید. این عملیات باید تکرار شود تا جریانی در محدوده مشخص شده بدست آید. چنانچه جریان بیشتر از محدوده مشخص شده باشد توده را دور بریزید و بهری جدید تهیه کرده و مجدداً آزمایش کنید تا جریانی در محدوده مشخص شده بدست آید.

۷-۹ قالب گیری آزمونهای آزمایشی

۱-۷-۹ بلافاصله بعد از اتمام آزمون میز جریان مطابق با بند ۳-۳ روش استاندارد ملی ایران به شماره ۳۹۳ آزمونهای ملات را قالب گیری کنید.

۸-۹ نگهداری آزمونهای مورد آزمون

بعد از اتمام قالب گیری، پسر شده را بلافاصله (در دمای 2 ± 54 درجه سلسیوس) در آون بخار قرار دهید، به طوریکه سطح بالایی قالب از چکیده شدن قطرات آب محفوظ باشد. بگذارید آزمونها در قالب در بخار برای ۷ روز بماند، سپس آنها را از بخار خارج کرده تا دمای 2 ± 23 درجه سلسیوس در محفظه رطوبت خشک کنید. به طوریکه هیچ خشک شدگی در مدت خشک شدن اتفاق نیفتد. وقتی آزمونها خشک شدند آنها را از قالب خارج کنید. و در دمای 2 ± 23 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۵ تا ۱۰۰ درصد تا زمان آزمون مقاومت فشاری نگهدارید.

۱۰ مقاومت فشاری و پایداری در برابر یخ زدن - آب شدن مخلوطهای غیر فمیری

۱-۱۰ مواد

۱-۱-۱۰ آهک هیدراته - در صورت امکان آهک باید همان آهکی باشد که در کار مورد استفاده قرار گیرد یا مطابق ویژگیهای استاندارد ملی ایران به شماره ۴۷۳۵ آهک از نوع N باشد. قبل از استفاده، آهک باید در ظرفی که درب آنها محکم بسته است، نگهداری شود، تا از کربناته شدن آن جلوگیری گردد.

۲-۱-۱۰ پوزولان - پوزولان استفاده شده در این آزمون باید همان پوزولان مورد مصرف در کار باشد.

۳-۱-۱۰ سنگدانه - در صورت امکان سنگدانه مورد استفاده در آزمون باید همان سنگدانه مورد مصرف در کار باشد. هنگام استفاده از سنگدانه مورد مصرف در

کار در صورت وجود مواد مانده روی الک ۱۹ میلی متری آن را دور بریزید. اگر بخش سنگدانه بین الک ۴/۷۵ میلی متری و ۱۹ میلی متری فاقد رطوبت سطحی آزاد باشد، آن بخش سنگدانه باید برای مدت زمان ۲۴ ساعت خیسانده سپس با حوله خشک گردد تا شرایط اشباع با سطح خشک بدست آید.

اگر سنگدانه مورد مصرف در کار در دسترس نباشد می توان از ماسه سیلیسی که حدوداً به طور کامل از دانه های گرد طبیعی کوارتز تقریباً خالص با دانه بندی مطابق جدول ۲ تشکیل شده استفاده کرد.

جدول ۲ - دانه بندی ماسه استاندارد

اندازه الک	درصد رد شده از الک
۱/۱۸ میلی متری	۱۰۰
۶۰۰ میکرون	۹۶ تا ۱۰۰
۴۲۵ میکرون	۶۵ تا ۷۵
۳۰۰ میکرون	۲۰ تا ۳۰
۱۵۰ میکرون	۰ تا ۴

۲-۱۰ تعداد آزمون‌ها - سه آزمون برای آزمون مقاومت فشاری و سه آزمون برای آزمون یخ زدن - آب شدن لازم است.

۳-۱۰ نسبت اختلاط - نسبت وزنی مواد خشک باید در صورت امکان همان نسبت مورد مصرف در کار باشد. اگر ماسه استاندارد دانه بندی شده به عنوان سنگدانه بکار رود نسبت وزنی مواد خشک باید به صورت زیر باشد:

-آهک هیدراته ۴ درصد

-پوزولان ۲۴ درصد

-ماسه استاندارد و دانه بندی شده ۷۲ درصد

مقدار آب اختلاط باید به مقدار رطوبت بهینه که به کمک روش ج استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۵۸ اندازه گیری می شود باشد، به جز آنکه تعداد لایه ها به جای ۵ لایه ۳ لایه است. در تعیین نسبت چگالی - رطوبت، مواد خشک را در مخلوط کن مکانیکی برای یک دقیقه یا تا زمانی که رنگ و بافت مخلوط یکنواخت گردد مخلوط کنید.

بعلاوه آنکه بعد از افزودن آب برای بدست آوردن اولین نقطه بر روی منحنی چگالی - رطوبت سه دقیقه دیگر آنها را مخلوط کنید.

نمونه اصلی را می توان برای آزمایشهای بعدی مجدداً استفاده نمود. پیمانہ باید بعد از افزودن آب برای آزمایش بعدی یک دقیقه دیگر مخلوط شود.

۱۰-۱۴ مخلوط کردن و قالب گیری آزمونهای مورد آزمون

بعد از آنکه مقدار رطوبت بهینه طبق روش شرح داده شده بدست آمد پیمانہ به اندازه کافی بزرگ جهت ساخت سه استوانه 117×102 میلی متری (با وزن تقریبی ۷ کیلوگرم) باید به روش زیر مخلوط شود. مواد خشک را در یک مخلوط کن مکانیکی برای زمان یک دقیقه مخلوط کنید تا رنگ و بافت مخلوط یکنواخت شود سپس مقداری آب به آن اضافه کنید تا مقدار رطوبت بهینه بدست آید، ۳ دقیقه دیگر هم مخلوط کنید. آزمونہ‌ها را بلافاصله طبق روش ج استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۵۸ قالب گیری کنید در هر لایه باید شکافی به عمق ۶ میلی متر قبل از فشردن لایه بعدی ایجاد کرد تا پیوستگی خوبی بین لایه ها بدست آید. یک نمونه نماینده از مخلوط را با به کار بردن ظرف در بسته ای برای اطمینان از اینکه در حین اندازه گیری وزن، نمونه هیچ رطوبتی از دست ندهد وزن کنید، تا رسیدن به وزن ثابت آنرا خشک و مقدار رطوبت واقعی نمونه را محاسبه کنید. پس از قالب گیری برای تعیین یکنواختی وزن آزمونہ‌های قالب گیری شده، هر نمونه را در قالب وزن کنید. سپس آن را با دقت به کمک جک یا اهرم از قالب در آورید.

۱۰-۵ عمل آوری آزمونہ‌های آزمایشی

بلافاصله بعد از آنکه آزمونہ‌ها از قالب خارج شد، آنها را دوباره وزن کنید و در ظرف (۲ یا ۴ لیتری) که در آن محکم بسته شود برای از دست ندادن رطوبت قرار دهید سپس آنها را در اتاقی با جریان هوای مصنوعی و دمای 28 ± 2 درجه سلسیوس به مدت ۷ روز قرار دهید. پس از این دوره آزمونہ‌ها را از ظرف خارج کرده و وزن نموده و بگذارید تا دمای اتاق خنک شود.

آزمونه‌ها را برای آزمون مقاومت فشاری برای مدت ۴ ساعت در آب غوطه ور کنید. آنها را از آب خارج کرده و بر روی سطح غیر جاذبی بگذارید آن را کلاهی گذاری کرده و در کمتر از ساعت پس از خروج از آب آزمایش کنید.

۴-۱۰ روش اجرای آزمون

۴-۱۰-۱ سه آزمون باید مطابق با روش استاندارد ملی ایران به شماره ۵۸۱ مورد آزمون قرار گیرد. بجز آنکه در محاسبه مقاومت فشاری نباید تصحیح $\frac{L}{d}$ در نظر گرفته شود.

۴-۱۰-۲ سه آزمون پس از آنکه مطابق بند ۵-۱۰ عمل آوری شد (بدون ۴ ساعت خیساندن) به کمک روش آزمایش مقاومت اشباع خلاء (شرح داده شده در بند ۱۱) باید مورد آزمایش مقاومت در برابر یخ زدن - آب شدن قرار گیرد.

۱۱ روش آزمون مقاومت اشباع خلاء

۱-۱۱ دستگاهها

۱-۱-۱۱ محفظه اشباع خلاء - محفظه اشباع خلاء دارای مقطع استوانه ای از فولاد ضد زنگ

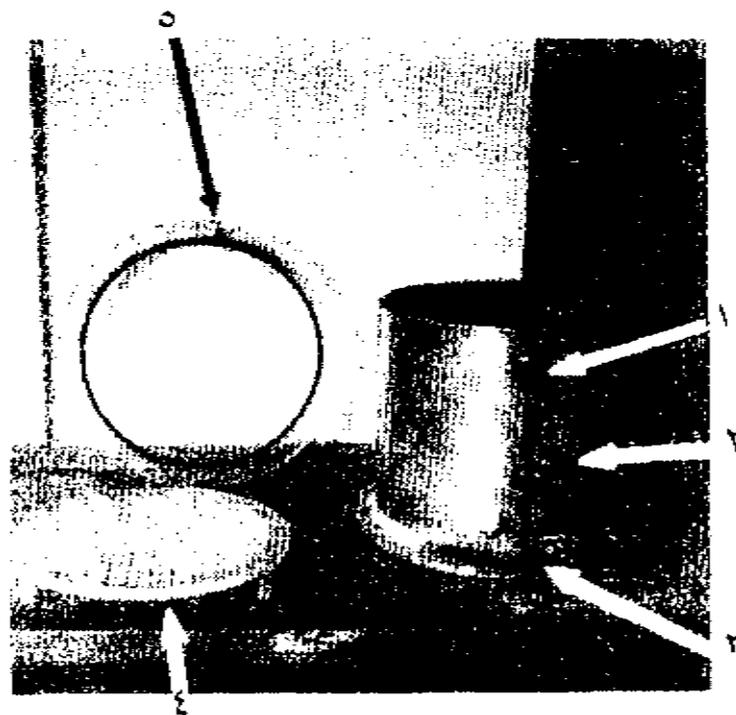
با ارتفاع ۳۰۵ میلی متر و قطر داخلی ۳۰۵ میلی متر است. که به صفحه پایه فولاد ضد زنگ به قطر ۳۵۶ میلی متر و ضخامت ۱۲/۷ میلی متر جوش داده شده است. ضخامت دیواره مقطع استوانه ای ۹/۵ میلی متر می باشد. در پوش محفظه اشباع خلاء از جنس پلی متیل متا آکریلیت^۱ (PMMA) می باشد که صفحه ای است با ضخامت ۱۳ میلی متر و قطر ۳۵۵/۶ میلی متر، در پوش PMMA و قسمت بالائی استوانه خلاء هر دو برای واشر دایره ای ۶/۴ میلی متری با قطر داخلی ۳۰۸ میلی متر شیاردار شده اند در پوش به محفظه توسط ۶ میله ۱/۴ میلی متری که در ۶ فاصله مساوی قرار گرفته است و

1- Capping

2- Poly methyl methacrylate

قسمت خارجی دیواره مقطع استوانه ای عبور کرده و به صفحه پایه بسته می شود، محکم میگردد.

1-1-1 شمائی از محفظه اشباع خلاء در شکل شماره ۱ نشان داده شده است. محفظه اشباع خلاء با اندازه و ظرفیت معادل آن تحت این ویژگی ها مجاز می باشد. دسیکاتور مجهز به خلاء را می توان برای این منظور بکار برد.



۱- رابط منبع خلاء

۲- محفظه خلاء با قطر داخلی ۳۰۵ میلی متر و ارتفاع ۳۰۵ میلی متر (آلومینیومی، PMMA یا سایر مواد مناسب)

۳- رابط به مخزن آب

۴- صفحه نگهدارنده نمونه هم اندازه قسمت داخلی خلاء صفحه برای امکان پذیر ساختن دسترسی آب به نمونه سوراخ دار شده است (تقریباً ۱۰ سوراخ به قطر ۳/۲ میلی متر در هر ۶۴۵ میلی متر مربع)

۵- صفحه در پوش PMMA با واشر دایره ای درز بند

شکل ۱ - شمائی از دستگاه اشباع خلاء

۲-۱-۱-۱۱ اتصال لوله خلاء ۶/۴ میلی متری، در ۱۳ میلی متری زیر قسمت بسالایی محفظه خلاء قرار دارد و اتصال لوله جریان آب ۹/۵ میلی متری با شیر کنترل در پایه محفظه خلاء جای داد. لوله خلاء به پمپ خلاء و لوله آب به مخزن آب مورد نظر وصل می شود. خلاء توسط شیر فشار در پمپ خلاء کنترل می شود.

۳-۱-۱-۱۱ صفحه نگهدارنده آزمون داخل محفظه از PMMA به ضخامت ۱۲/۷ میلی متر با قطر ۲۹۲ میلی متر ساخته شده است. صفحه نگهدارنده متصل به سه پایه دارای طول ۳۸/۱ میلی متر است که آن را بالای کف محفظه نگه میدارد.

صفحه نگهدارنده آزمون سوراخ دار شده است (تقریباً ۱۰ سوراخ به قطر ۳/۲ میلی متر در هر ۶۴۵ میلی متر مربع) به طوری که آب دسترسی کامل به آزمون در طی اشباع داشته باشد.

برای محفظه اشباع خلاء با اندازه معادل ، صفحه نگهدارنده آزمون مشابه آنچه در بالا شرح داده شد باید تهیه شود.

۴-۱-۱-۱۱ محفظه اشباع خلاء باید دارای اندازه کافی برای نگهداشتن تعداد آزمون های با اندازه قالب تراکم^۱ مورد آزمایش اشباع خلاء و تعداد آزمون های مورد آزمایش مقاومت فشاری باشد.

۲-۱-۱۱ سیستم فلاء

سیستمی که قادر به ایجاد خلاء ۸۱/۳۶۱ کیلو پاسکال برای حداقل زمان ۳۰ دقیقه باشد، مورد نیاز است.

۲-۱۱ روش کار

۱-۲-۱۱ در پایان دوره عمل آوری آزمون ها را از اتاق عمل آوری خارج کرده بگذارید تقریباً ۳ ساعت بماند تا با دمای اتاق به تعادل برسد. آزمون ها باید در طی ۲ ساعت دوره تعادل در ظرفی که درب آن محکم بسته شده باشد بماند تا مانع از دست دادن رطوبت شود.

۲-۲-۱۱ آزمون های عمل آوری شده را در حالت ایستاده بر روی صفحه نگهدارنده آزمون در محفظه خلاء قرار دهید. درپوش را بر روی محفظه خلاء گذارده و با خروج هوا خلاء ای به

میزان ۸۱/۳۶۱ کیلو پاسکال به تدریج در دوره ای که کمتر از ۴۵ ثانیه نباشد ایجاد کنید و بگذارید خلاء برای ۳۰ دقیقه به منظور خارج شدن هوا از فضاهای خالی نمونه باقی بماند و بعد از دوره هواگیری ۳۰ دقیقه ای آب را در دمای اتاق به داخل محفظه خلاء وارد کنید تا نمونه ها در آب غوطه ور شود سپس شیر پمپ خلاء را ببندید و بگذارید نمونه ها در داخل آب برای یکساعت در فشار اتمسفر بمانند.

۱۱-۲-۱۳ در پایان دوره خیساندن ، آزمونه‌ها را از آب خارج کرده و بگذارید برای تقریباً ۲ دقیقه روی یک سطح غیر جاذب بمانند. بعد از آنکه آب سطحی آزاد آزمونه ها چکیده شد بلافاصله مقاومت فشاری آزمونه ها را طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۵۸۱ اندازه گیری کنید.

۱۱-۳ گزارش

گزارش نتایج آزمون های مقاومت اشباع خلاء و مقاومت فشاری باید شامل موارد زیر باشد:

- ۱۱-۳-۱ مشخصات هر یک از مواد استفاده شده در تهیه آزمونه ها
- ۱۱-۳-۲ درصد وزنی خشک هر یک از تشکیل دهنده ها
- ۱۱-۳-۳ مقدار درصد واقعی رطوبت مخلوط
- ۱۱-۳-۴ واحد وزن واقعی خشک هر آزمونه بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب
- ۱۱-۳-۵ حداکثر درصد واحد وزن خشک هر آزمونه
- ۱۱-۳-۶ سطح مقطع هر آزمونه بر حسب سانتی متر مربع
- ۱۱-۳-۷ حداکثر بار شکست هر آزمونه بر حسب نیوتن
- ۱۱-۳-۸ مقاومت فشاری هر آزمونه با تقریب کیلو پاسکال
- ۱۱-۳-۹ مقاومت اشباع خلاء هر آزمونه با تقریب ۵۰ کیلو پاسکال
- ۱۱-۳-۱۰ میانگین مقاومت فشاری سه آزمونه مورد آزمون باید بعنوان نتیجه آزمایش جهت ارزیابی توسط این ویژگی تعیین شود. میانگین مقاومت اشباع خلاء سه آزمونه مورد آزمایش باید بعنوان نتیجه آزمایش جهت ارزیابی توسط این ویژگی تعیین شود.

۱۲ شفافص آهک مؤثر فاکستز بادی

۱-۱۲ شاخص آهک مؤثر را میتوان طبق روش استاندارد ملی ایران به شماره ۴۷۳۶ اندازه گیری کرد. و تعاریف و اصطلاحات فنی مربوط به آهک و سنگ آهک مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۵۷۱۳ و ویژگی آهک مورد مصرف با پوزولان مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۵۷۱۴ می باشد.

۱۳ نگهداری و بازرسی

۱-۱۳ پوزولان ها باید به صورتی انبار شوند که دسترسی به هر محموله جهت بازرسی و شناسایی کامل امکان پذیر باشد. تسهیلات قابل قبولی باید جهت نمونه برداری و بازرسی دقیق در محل تولید یا محل مصرف برای خریدار در نظر گرفته شود.

۱۴ عدم پذیرش

۱-۱۴ پوزولان را می توان چنانچه فاقد هر یک از این ویژگی ها باشد مردود نمود.

۲-۱۴ بسته هایی که بیش از ۵ درصد با وزن مشخص شده اختلاف داشته باشند را میتوان مردود نمود. و اگر میانگین وزن بسته ها در هر محموله با وزن کردن ۵۰ بسته که بطور تصادفی انتخاب و وزن شده اند کمتر از مقدار مشخص شده باشد تمام محموله را میتوان مردود نمود.

۱۵ بسته بندی و نشانه گذاری بسته ها

۱-۱۵ وقتی پوزولان به صورت بسته حمل شود نام، نشانه و وزن مواد داخل بسته باید بصورت خوانا روی هر پاکت نوشته شود. اطلاعات مشابه باید در مدرک حمل همراه با محموله پوزولان ها چه بصورت بسته بندی شده چه بصورت فله ارائه گردد.

