INSO
18807-1
1st.Edition
2015

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۸۸۰۷-۱
چاپ اول
۱۳۹۳

روش‌های آزمون سیمان – قسمت ۱: تعیین مقاومت

Methods of testing cement - Part 1: Determination of strength

ICS: 91.100.10

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ 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 وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت 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 شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

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 درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را براساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. 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
«روش‌های آزمون سیمان - قسمت ۱: تعیین مقاومت»

رئیس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
تدین، محسن (دکترای مهندسی عمران)	انجمن بتن ایران
دبیر:	
مجتبوی، سید علیرضا (کارشناس مهندسی مواد-سرامیک)	سازمان ملی استاندارد ایران
اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
اسگرو، آزاده (کارشناس ارشد شیمی)	شرکت سیمان سامان غرب
ایزد پناه، عبدالرحیم (کارشناس ارشد مهندسی شیمی)	شرکت سیمان تهران
بیژنی، کورش (کارشناس ارشد شیمی)	شرکت سیمان هرمزگان
جهانگیریان، مهدی (کارشناس مدیریت)	شرکت سیمان هگمتان
حسینی مقدم، علیرضا (کارشناس ارشد مهندسی معدن)	شرکت بتن البرز
خانی، هوشنگ (کارشناس ارشد مهندسی شیمی)	شرکت سیمان سپاهان
رحمانی، مزدک (کارشناس مهندسی مواد- سرامیک)	شرکت سیمان شرق

رحمتی، علیرضا (کارشناس ارشد مهندسی عمران)	مجتمع تولیدی، تحقیقاتی و آزمایشگاهی پاکدشت بتن
سازور، رسول (کارشناس شیمی)	انجمن صنفی کارفرمایان سیمان
سامانیان، حمید (کارشناس ارشد مهندسی مواد - سرامیک)	پژوهشگاه استاندارد
سخنور، فرهاد (کارشناس مهندسی معدن)	شرکت پاک بتن ری
عباسی رزگله، محمد حسین (کارشناس مهندسی مواد - سرامیک)	سازمان ملی استاندارد ایران
عفیف، شیرین (کارشناس شیمی)	شرکت سیمان داراب
عقیقی، ناصر (کارشناس مهندسی شیمی)	شرکت سیمان بجنورد
قاسمی، جواد (کارشناس صنایع شیمیایی)	شرکت سیمان دشتستان
لطفی، مجید (کارشناس ارشد مهندسی شیمی)	شرکت سیمان بجنورد
محمودی، سعید (کارشناس مهندسی معدن)	شرکت سیمان آبیک
محمدی مقدم، ابراهیم (کارشناس ارشد مهندسی مواد)	شرکت سیمان کردستان
موسوی، سید حسن (کارشناس ارشد سیستم بهره‌وری)	شرکت سیمان اردستان

نجفی، مسعود
(کارشناس ارشد مهندسی شیمی)
شرکت سیمان غرب

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

	آشنایی با سازمان ملی استاندارد	ب
	کمیسیون فنی تدوین استاندارد	ج
	پیش‌گفتار	ز
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۱
۳	کلیات	۱
۴	آزمایشگاه و وسایل	۲
۵	مواد تشکیل دهنده ملات	۱۵
۶	آماده‌سازی ملات	۱۵
۷	آماده‌سازی آزمونه‌ها	۱۶
۸	شرایط آزمونه‌ها	۱۷
۹	روش آزمون	۱۸
۱۰	نتایج	۲۰
۱۱	آزمون تأییدیه ماسه مرجع و ابزارهای تراکمی جایگزین	۲۱
پیوست	الف (الزامی) ابزار تراکمی لرزشی جایگزین و دستورالعمل‌های تأیید شده معادل با ابزار تراکم مرجع (ضربه‌زن)	۲۸

پیش‌گفتار

استاندارد «روش‌های آزمون سیمان - قسمت ۱: تعیین مقاومت» که پیش نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران. تهیه و تدوین شده است و در پانصد و پنجاه و پنجمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۳/۱۱/۱۲ 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 می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم 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.

منابع و مآخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

EN 196-1:2005, Methods of testing cement - Part 1: Determination of strength

روش‌های آزمون سیمان - قسمت ۱: تعیین مقاومت

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد تعیین مقاومت فشاری و خمشی ملات سیمان است.

۱-۲ این روش برای سیمان‌های متداول و سایر سیمان‌ها و یا موادی که در استاندارد ویژگی‌های آن‌ها به این روش ارجاع داده‌اند، استفاده می‌گردد.

۱-۳ این روش آزمون برای سیمان‌هایی که زمان گیرش اولیه بسیار کوتاهی دارند، کاربرد ندارد.

۱-۴ در این روش برای تعیین مقاومت فشاری سیمان از ماسه استاندارد مطابق با بند ۱-۲ و هم‌چنین سایر وسایل تراکم نیز استفاده می‌گردد.

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 می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای 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 اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۲-۱ استاندارد ملی ایران به شماره ۳۰۴۰: سال۱۳۸۳، ماسه مرجع مورد مصرف در تعیین مقاومت خمشی و فشاری سیمان

2-2 EN ISO 1302, Geometrical Product Specifications (GPS) - Indication of surface texture in technical product documentation

2-3 ISO 1101, Geometrical Product Specifications (GPS) - Geometrical tolerancing - Tolerances of form, orientation, location and run-out

2-4 ISO 4200, Plain end steel tubes, welded and seamless; general tables of dimensions and masses per unit length

۳ اصول

در این روش، مقاومت (تاب) فشاری و خمشی سیمان براساس اندازه‌گیری تاب فشاری و خمشی آزمونه‌های منشوری به ابعاد (۱۶۰×۴۰×۴۰) میلی‌متر تعیین می‌گردد.

این آزمونه‌ها با استفاده از یک ملات خمیری، شامل یک قسمت وزنی سیمان، سه قسمت وزنی ماسه استاندارد و نصف قسمت وزنی آب (نسبت آب به سیمان ۰٫۵) قالب‌گیری می‌شوند. ماسه استاندارد ممکن است از منابع داخلی و یا خارجی فراهم شوند که باید ویژگی‌های آن‌ها با استاندارد ملی ایران به شماره ۳۰۴۰ مطابقت داشته باشد.

پس از انتخاب مصالح، به کمک مخلوط‌کن مکانیکی با هم مخلوط و سپس به‌وسیله دستگاه تراکم[1] که دارای حرکت ضربه‌ای بالا و پایین باشد متراکم می‌گردند. دراین قسمت می‌توان ازدستگاه تراکم به مانند آن‌چه که درپیوست الف آمده است استفاده نمود به‌شرط آن‌که نتایج آزمون آن‌ها با نتایج آزمون حاصل از دستگاه تراکم مرجع، تفاوت چندانی نداشته باشند.

پس از قالب گیری، آزمونه‌ها در محیط مرطوب به مدت ۲۴ ساعت نگه‌داری می‌گردند و بعد از این مدت آزمونه‌ها را از قالب خارج و در ظرف آب با دمای ثابت، تا رسیدن به زمان آزمون مقاومت نگه‌داری می‌شود.

سپس درسن موردنظر آزمونه‌ها از آب خارج کرده و توسط دستگاه مقاومت خمشی و یا تحت نیروی خمشی به دو نیم شده و هر کدام از آن نیمه‌ها برای مقاومت فشاری مورد آزمون قرار می‌گیرند.

۴ آزمایشگاه و وسایل

۴-۱ آزمایشگاه

آزمایشگاهی که برای آماده سازی آزمونه‌ها درنظر گرفته می‌شود باید دمایی معادل (۲±۲۰) درجه سلیسیوس و رطوبتی بالاتر از ۵۰ درصد داشته باشد.

رطوبت و دمای اتاق یا محفظه مرطوب که قالب‌ها در آن‌جا نگه‌داری می‌شوند باید دارای دمای (۱±۲۰) درجه سلیسیوس و رطوبتی بیش از ۹۰ درصد باشند.

ظرف نگه‌داری باید به صفحات مشبک برای عمل آوری[2] آزمونه در آب مجهز شده باشد. جنس این صفحات باید به‌صورتی باشد تا با سیمان واکنش ندهد. دمای آب باید (۱±۲۰) درجه سلیسیوس باشد.

دما و رطوبت نسبی هوا در آزمایشگاه و همچنین دمای آب ظرف نگه‌داری باید حداقل روزی یک‌بار در طول کار ثبت گردد. دما و رطوبت نسبی هوای اتاق یا محفظه مرطوب باید حداقل هر ۴ ساعت یک‌بار ثبت شود.

سیمان، ماسه استاندارد، آب و کلیه وسایل آزمون باید دمایی حدود (۲±۲۰) درجه سلیسیوس داشته باشند. در جایی که محدوده دما داده شده است، دمای هدف باید روی مقدار متوسط دامنه تنظیم شود.

۴-۲ الزامات عمومی برای وسایل

رواداری‌های نشان داده شده در شکل‌های ۱ تا ۵ مهم بوده و در روش آزمون به منظور عملکرد صحیح دستگاه، باید اعمال گردد. هنگامی که در اندازه‌گیرهای کنترلی این حدود به‌دست نیاید، باید دستگاه مورد نظر مرجوع، تعمیر و یا تنظیم گردد. سوابق ثبت این کنترل‌ها باید نگه‌داری شود.

اندازه‌گیری‌های پذیرش دستگاه‌های جدید شامل وزن، حجم و ابعاد باید مطابق با حدود مجاز درج شده در این استاندارد بوده و مورد توجه خاص قرار گیرد.

1- Jolting
2- Curing

ساخت این دستگاه‌ها نباید از موادی استفاده نمود که بر روی نتایج تأثیر بگذارد.
حدود ابعاد نشان داده شده در شکل‌ها می‌تواند راهنمای سازنده دستگاه قرار گیرد. این ابعاد شامل حدود رواداری مورد قبول نیز می‌باشد.

۳-۴ مخلوط‌کن

مخلوط‌کن اساساً شامل:

الف- کاسه مخلوط‌کن از جنس فولاد ضدزنگ با ظرفیت حدود ۵ لیتر، با شکل و ابعاد مشخصی که در شکل شماره ۱ نشان داده شده، می‌باشد. این کاسه باید مجهز به قسمت یا وسیله‌ای باشد که به پایه دستگاه مخلوط-کن محکم شده تا در هنگام اختلاط تکان نخورد، همچنین ارتفاع کاسه باید متناسب با ارتفاع تیغه باشد به نحوی که، فاصله بین بدنه کاسه و تیغه در تنظیم نهایی حفظ شود؛

ب- تیغه مخلوط کن از جنس فولاد ضد زنگ مطابق با شکل شماره ۱ که شامل محور اصلی بوده به‌طوری که تیغه در یک صفحه حول این محور حرکت کند و این حرکت به‌وسیله یک الکتروموتور با سرعت‌های کنترل شده انجام می‌گیرد. دو جهت چرخش، باید مخالف هم‌دیگر که سرعت آن‌ها اختلافی بیش از یک دور در دقیقه با هم ندارند، باشد.

هنگامی که بیش از یک هم‌زن استفاده می‌شود، تیغه‌ها و کاسه‌های مورد استفاده باید با یکدیگر قابل انطباق و تنظیم باشند.

فاصله بین تیغه و کاسه که در شکل شماره ۱ نشان داده شده باید به‌طور منظم پایش شود. هنگامی که تیغه در کاسه خالی و درنزدیک‌ترین فاصله ممکن با دیواره قرار می‌گیرد، اندازه این فاصله (۱±۳) میلی‌متر، می‌باشد. در مواقعی که اندازه‌گیری مشکل باشد، می‌توان از فیلرهای اندازه‌گیری، استفاده نمود.

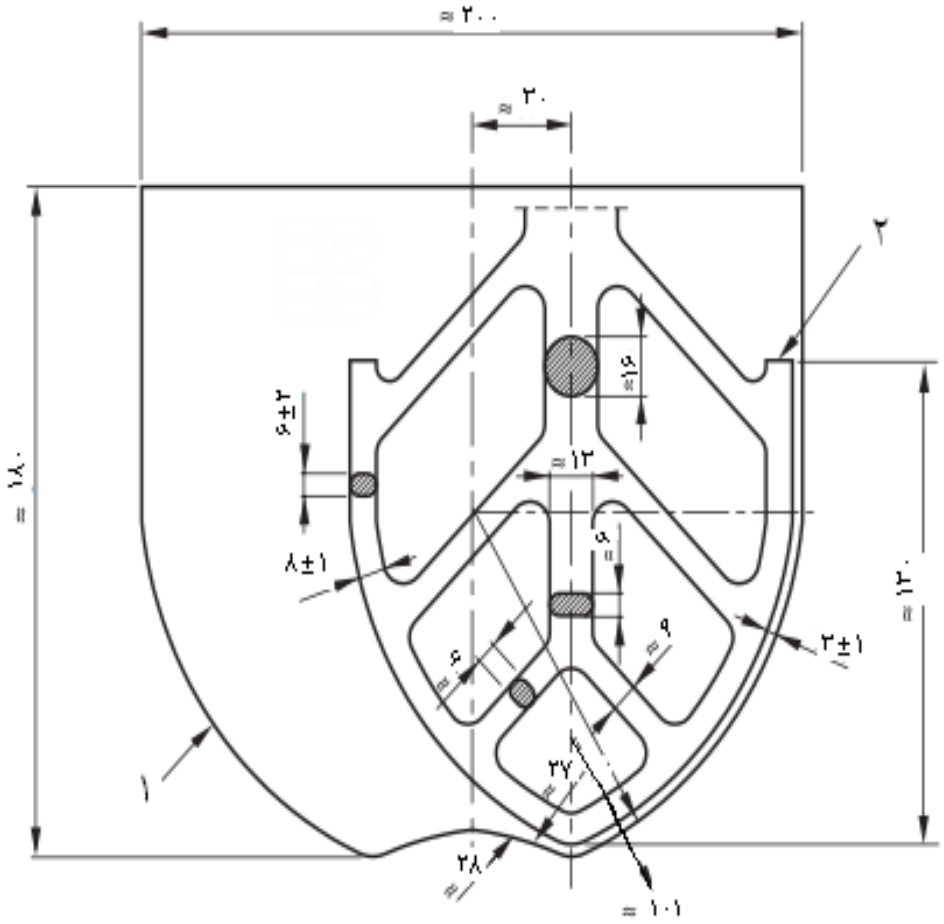
یادآوری- ابعادی که به‌صورت تقریبی نشان داده شده است جهت راهنمایی سازنده می‌باشد.

مخلوط کن در هنگام تهیه ملات باید با سرعت‌های مندرج در جدول شماره ۱، بچرخد.

جدول ۱- سرعت‌های مخلوط کن

سرعت‌های مخلوط کن	حرکت چرخشی (دور در دقیقه)	حرکت مداری (دور در دقیقه)
سرعت کم	۱۴۰±۵	۶۲±۵
سرعت زیاد	۲۸۵±۱۰	۱۲۵±۱۰

ابعاد برحسب میلی‌متر



راهنما:

۱ کاسه

۲ تیغه

شکل شماره ۱- کاسه و تیغه

۴-۴ قالب‌ها

قالب شامل سه خانه (قسمت) افقی می‌باشد به‌طوری‌که سه آزمونه منشوری با ابعاد، مقطع (۴۰×۴۰) میلی‌متر و طول ۱۶۰ میلی‌متر را می‌تواند به‌طور هم‌زمان آماده نماید. شکل ۲، یک قالب را نشان می‌دهد.

قالب باید از فولاد به ضخامت حدود ۱۰ میلی‌متر ساخته شود. هر یک از سطوح داخلی قالب باید دارای سختی حداقل معادل ۲۰۰ ویکرز[1] باشد.

یادآوری ۱- توصیه می‌شود سختی بدنه حداقل ۴۰۰ ویکرز باشد.

ساخت قالب باید به نحوی باشد که آزمونه‌ها در هنگام جابه‌جایی و تخلیه، دچار صدمه و آسیب نشوند. کف قالب‌ها باید از فولاد ماشین کاری شده و یا چدن تهیه شده باشد. موقعی که قالب بسته می‌شود باید کلیه صفحات قالب کاملاً به یکدیگر و صفحه کف بسته شوند و هیچ‌گونه کجی و یا نشتی قابل مشاهده حین آزمون نداشته باشد. صفحه کف باید بتواند به قدر کافی به نشیمن‌گاه میز تراکم محکم شود تا هیچ‌گونه لرزش ثانویه‌ای ناشی از لقی را تولید ننماید.

یادآوری ۲- قالب و دستگاه تراکم، ممکن است از دو سازنده متفاوت خریداری شده باشد که احتمال اختلاف در ابعاد آن‌ها وجود دارد، این مسئله باید از طرف خریدار مورد توجه قرار گیرد.

هر یک از قطعات قالب باید با علائم مشخص ممهور (سنبه‌کاری) شده باشند تا هنگام بستن قالب مشکلی بوجود نیاید و هم‌چنین قطعات قالب با یکدیگر عوض نشوند.

قالب مونتاژ شده باید الزامات زیر را برآورده سازد:

الف ـ ابعاد داخلی و رواداری هر قالب به صورت زیر باشد:

طول : (۱±۱۶۰) میلی‌متر

پهنا : (۰٫۲±۴۰٫۰) میلی‌متر

عمق : (۰٫۱±۴۰٫۱) میلی‌متر

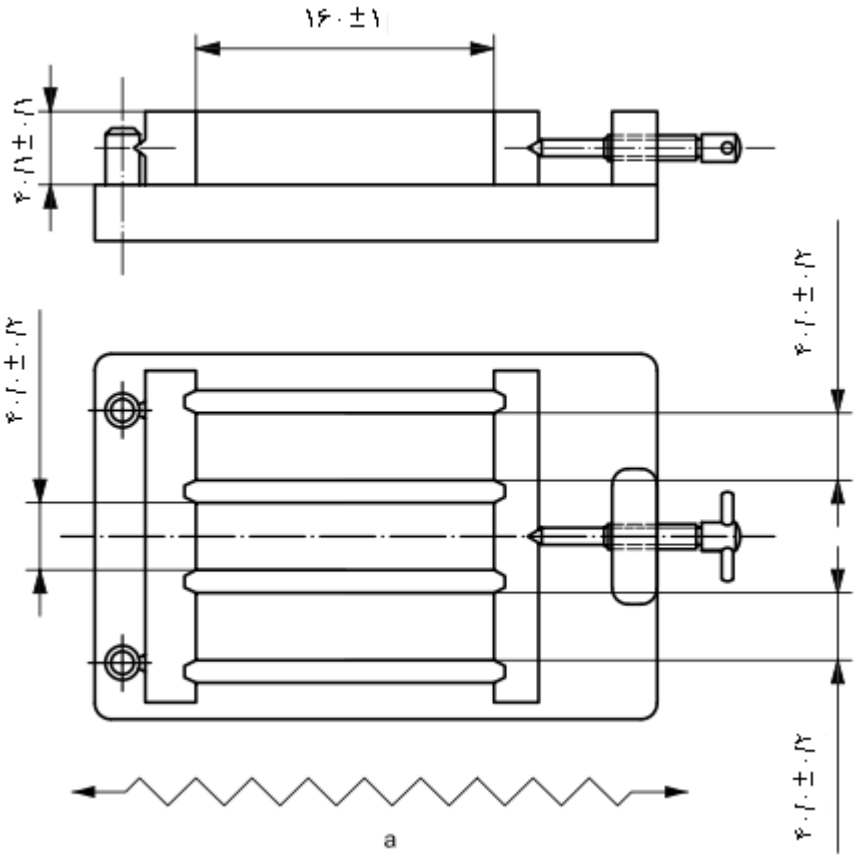
ب ـ ناهمواری کلیه سطوح داخلی نباید بیش‌تر از ۰٫۰۳ میلی‌متر باشد (استاندارد ISO 1101 را ببینید)

پ ـ رواداری گونیا بودن کلیه سطوح عمود نسبت به سطح کف قالب و سطوح داخلی مجاور که به عنوان مرجع می‌باشند، نباید بیش‌تر از۰٫۲ میلی‌متر باشد. (استاندارد ISO 1101 را ببینید).

ت ـ بافت سطحی هر یک از سطوح داخلی ۲ نباید زبرتر از N8 باشد(استاندارد ISO 1302 را ببینید).

1- Vickers hardness

ابعاد بر حسب میلی‌متر



راهنما:

a جهت برداشتن ملات اضافی به صورت حرکت اره‌ای

شکل۲- قالب

در صورتی که هر یک از موارد فوق از حدود مجاز افزایش پیدا کردند قالب باید تعویض گردد.

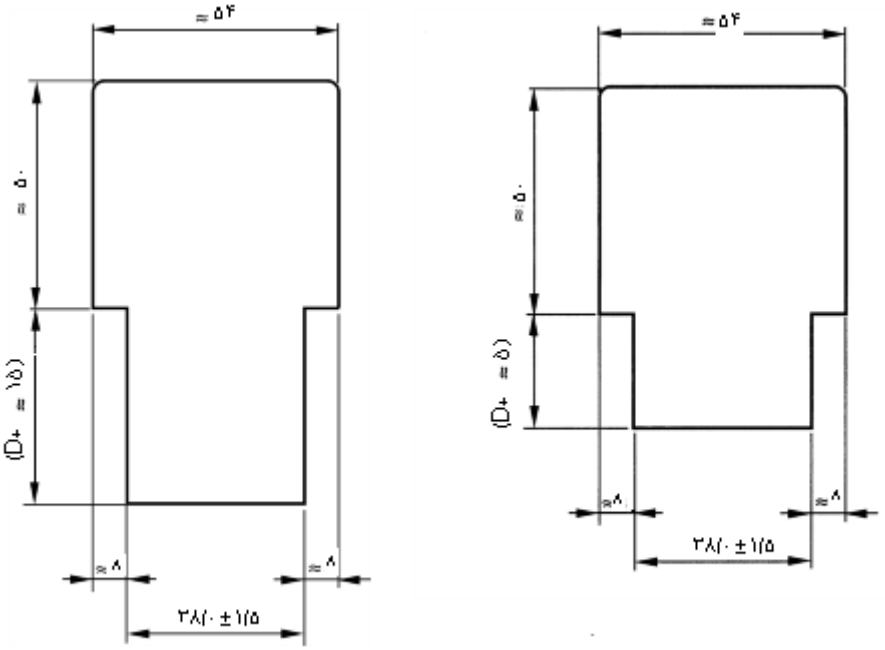
وزن قالب باید با نیازمندی‌های مندرج در بند ۶-۴ مطابقت داشته باشد. هنگام بستن قالب تمیز شده و آماده برای استفاده، با یک ماده درزگیر مناسب محل اتصال قالب‌ها را از بیرون پوشش دهید. سطوح داخلی قالب را با یک لایه نازک از روغن بپوشانید.

یادآوری۳- بعضی روغن‌ها روی گیرش سیمان تأثیر می‌گذارند، به همین دلیل برای این کار بهتر است از روغن‌های پایه معدنی مخصوص قالب استفاده شود.

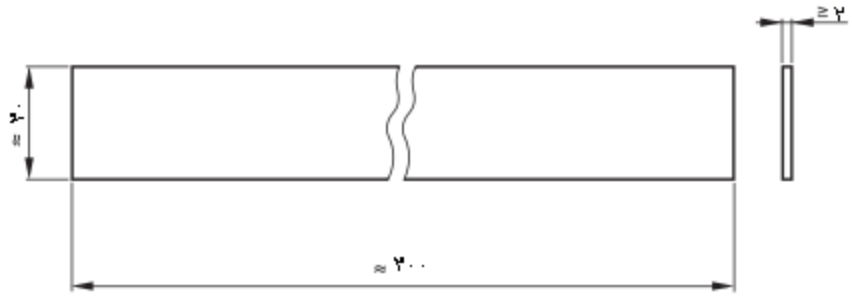
به منظور تسهیل در پرکردن قالب‌ها می‌توان از قیف فلزی با دیواره قائم به ارتفاع ۲۰ میلی‌متر تا ۴۰ میلی‌متر استفاده نمود. دقت کنید که دیواره‌های قیف با دیواره‌های قالب بیش‌تر از یک میلی‌متر هم‌پوشانی نداشته باشند. دیواره‌های خارجی قیف باید درست بالای قالب و در موقعیت صحیح واقع شوند.

به منظور پخش و هم سطحی مخلوط سیمان، دو پخش کننده و یک خط کش سرزن، از نوعی که در شکل شماره ۳ نشان داده شده، باید به کار رود.

ابعاد بر حسب میلی‌متر



ب- پخش کن کوچک **الف- پخش کن بزرگ**



پ- خط کش سرزن

راهنما:

D ارتفاع قیف

شکل ۳- پخش‌کن‌ها و خط کش سرزن

۴-۵ دستگاه تراکم از نوع ضربه زن[1] (تقه زن)

این دستگاه مشابه آن‌چه در شکل شماره ۴ نشان داده شده، باید مطابق الزامات زیر باشد:

دستگاه دارای یک میز مستطیلی که به دو بازوی سبک به یک محور که به فاصله ۸۰۰ میلی‌متر از مرکز میز قرار دارد محکم بسته شده است. میز در مرکز قسمت پایینی از طریق یک محور گرد برآمده، که در شکل نشان داده شده با دستگاه ارتباط پیدا کرده است. زیر محور گرد برآمده یک پایه نشیمن‌گاه با سطح بالایی مسطح قرار داده شده است. در حالت سکون نقطه تماس محور گرد برآمده با پایه توقف‌گاه بصورت عمودی خواهد بود. وقتی محور روی نشیمن‌گاه بحالت سکون قرار گیرد، قسمت بالایی میز باید افقی، بطوریکه سطح هر یک از چهار گوشه میز نباید بیش از ۱٫۰ میلی‌متر انحراف داشته باشد. ابعاد میز باید مساوی و یا بزرگ‌تر از صفحه پایه دستگاه باشد و همچنین گیره‌هایی برای اتصال محکم قالب به میز پیش‌بینی شده شود.

وزن کل مجموعه، اعم از میز، بازوها، قالب خالی، قیف و گیره‌ها باید حدود (۲۰±۰٫۵)کیلوگرم باشد.

بازوهایی که مجموعه میز را به محور نوک تیز وصل می‌کنند باید محکم و بصورت لوله‌ای با قطر خارجی حدود ۱۷میلی‌متر تا ۲۲میلی‌متر و منتخب از اندازه‌های داده شده در استاندارد ISO4200 ساخته شده باشند. کل وزن بازوها باید حدود (۲٫۲۵±۰٫۲۵)کیلوگرم باشد. بلبرینگ‌های محور، باید از نوع توپی یا غلطکی بوده و دارای صفحه پوششی جهت جلوگیری از ورود ذرات گرد و غبار و سایر ذرات ریز دیگر باشد. جابجایی افقی مرکز میز که باعث بازی کردن محور خواهد شد نباید از ۱٫۰ میلی متر تجاوز کند.

محور گرد برآمده و نشیمن‌گاه باید از جنس فولاد سخت با حداقل سختی ۵۰۰ ویکرز ساخته شده باشد. انحنای محور گرد برآمده باید به ازای هر میلی متر، ۰٫۰۱ میلی‌متر باشد.

در هنگام کار دستگاه، میز به‌وسیله یک بادامک، بلند شده و سپس اجازه می‌دهد که بصورت آزاد از ارتفاع (۱۵٫۰±۰٫۳) میلی‌متر قبل از برخورد محور گرد برآمده با نشیمن‌گاه سقوط کند.

بادامک از جنس فولاد سخت با حداقل سختی ۴۰۰ ویکرز می‌باشد و میل بادامک باید در داخل بلبرینگ آن-چنان تعبیه شده باشد که همیشه سقوط آزادی معادل (۱۵٫۰±۰٫۳) میلی‌متر داشته باشد. بادامک باید به‌وسیله یک الکتروموتور ۲۵۰ واتی که به‌وسیله یک چرخ دنده کاهنده به منظور رسیدن به دور یکنواخت یک دور در ثانیه به حرکت درآید. دستگاه باید دارای یک ساز و کار کنترلی یا شماره انداز با قابلیت تنظیم (۶۰±۳) ضربه را داشته باشد و دقیقاً روی ۶۰ ضربه تنظیم گردد.

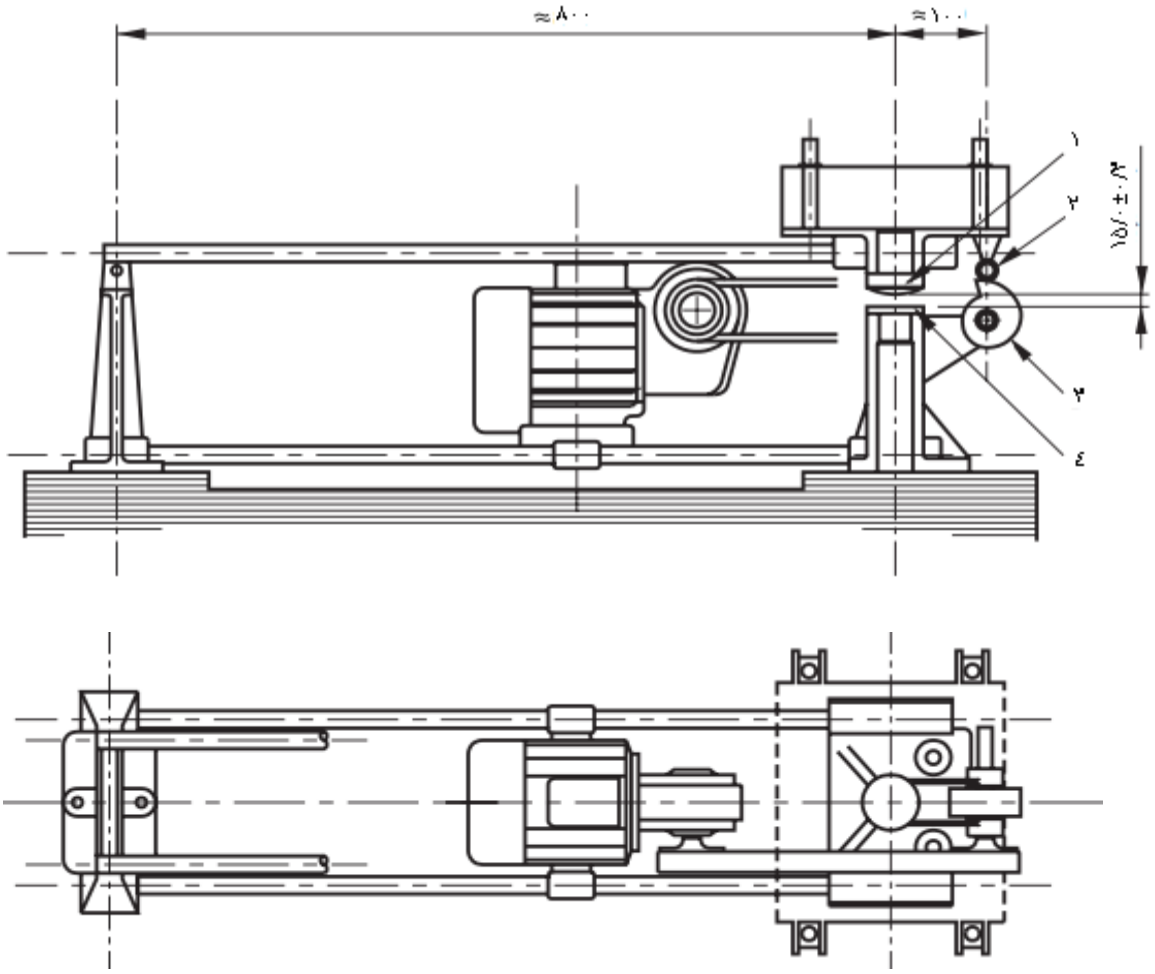
موقعیت قالب روی میز باید طوری باشد که امتداد ابعاد اجزاء تشکیل دهنده دستگاه در جهت امتداد بازوها و عمود بر محور چرخش بادامک باشد. علائم مرجع مناسب برای تسهیل در محل قرارگیری قالب باید فراهم شود به‌طوری‌که مرکز تشکیلات مرکزی دستگاه دقیقاً بالای نقطه برخورد قرار داده شود.

دستگاه باید روی یک سکو بتنی باوزن حدود ۶۰۰کیلوگرم قرار داده شود وحجم سکو باید حدود ۰٫۲۵متر مکعب باشد. هم‌چنین ابعاد و ارتفاع داده شده جهت عملیات مناسب برای قالب رعایت شود. تمام سکوی بتنی باید روی

1- Jolting

یک صفحه کشسان مثل لاستیک طبیعی قرار گیرد تا جداسازی مناسبی برای جلوگیری از تأثیر گذاری لرزش‌های احتمالی بیرونی باشد.
پایه دستگاه باید به‌طور هم سطح به سکوی بتنی به‌وسیله میل مهار پیچ‌دار محکم و یک لایه نازک از ملات بین پایه دستگاه و سکوی بتنی قرار داده شود تا از عدم انتقال لرزش به دستگاه اطمینان حاصل گردد.

ابعاد برحسب میلی‌متر



راهنما:

۱ محور گرد برآمده

۲ دنباله رو بادامک

۳ بادامک

۴ نشیمن‌گاه یا توقف‌گاه

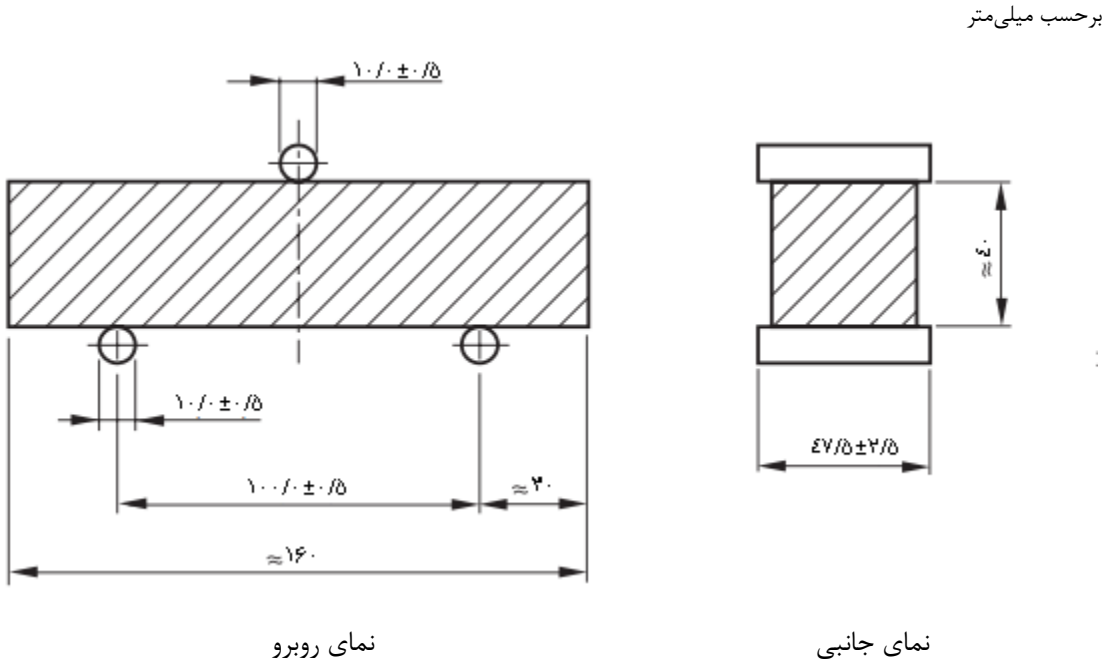
شکل شماره ۴- دستگاه ضربه زن

۶-۴ دستگاه آزمون تعیین مقاومت خمشی (تاب خمشی)

مقاومت خمشی را می‌توان با یک دستگاه مخصوص این آزمون یا وسیله مناسبی که در دستگاه مقاومت فشاری به کار می‌رود اندازه‌گیری نمود. دستگاه باید به ابزار و یا قسمت‌های زیرمجهز باشد:

دستگاه باید قابلیت بارگذاری تا ۱۰ کیلونیوتن با دقت ۱٫۰± درصد نیروی ثبت شده در بیش از چهار-پنجم مقادیر بالای محدودهٔ بار داده شده و همچنین سرعت بارگذاری معادل نیوتن بر ثانیه را داشته باشد.

دستگاه باید مجهز به وسایل خمش، مشتمل بر دو غلطک تکیه‌گاهی فولادی با قطر (۰٫۵±۱۰٫۰)میلی‌متر که دهانه محور تا محور دو غلطک (۰٫۵±۱۰۰٫۰) میلی‌متر همچنین غلطک سوم بارگذاری فولادی با همان ابعاد که در وسط دو غلطک دیگر تعبیه شده باشد. طول این غلطک‌ها بین ۴۵میلی‌متر تا ۵۰میلی‌متر است. ترتیب بارگذاری در شکل ۵ نشان داده است.



شکل ۵- ترتیب بارگذاری برای تعیین مقاومت خمشی

سه صفحه عمودی از بین محورهای سه غلطک بطور موازی عبور داده شده تا آن‌ها را با فواصل یکسان از یکدیگر و در جهت نمونه‌های تحت آزمون بصورت موازی باقی نگه دارد. یکی از غلطک‌های تکیه‌گاهی و غلطک بارگذاری باید بتواند کمی حرکت کند تا امکان توزیع یکنواخت بار بر روی عرض آزمونه بدون هرگونه اعمال تنش و پیچش فراهم گردد.

یادآوری ــ در صورتی که فقط اندازه‌گیری نیروی فشاری یا مقاومت فشاری مدنظر باشد، تهیه و تدارک این دستگاه اختیاری است و به منظور دو نیم کردن منشور آزمونه ، طبق بند ۹-۱ که شرح داده شده عمل نمایید.

۷-۴ دستگاه آزمون تعیین مقاومت فشاری

دستگاه آزمون باید ظرفیت مناسبی برای آزمون داشته باشد (یادآوری ۱ را ببینید). این دستگاه باید دقتی معادل ۱٫۰± درصد بار ثبت شده در بالای محدوده چهار- پنجم نیروی استفاده شده و همچنین سرعت بارگذاری معادل (۲۰۰±۲۴۰۰) نیوتن بر ثانیه را داشته باشد. این دستگاه باید مجهز به وسایلی باشد که بتوان نیروی گسیختگی را پس از اتمام بارگذاری ثبت نمود.

محور عمودی سمبه یا پیستون باید با محور عمودی دستگاه منطبق بوده و در زمان بارگذاری جهت حرکت سمبه یا پیستون در طول محور عمودی دستگاه قرار گرفته باشد، بنابراین برآیند نیروها درست از مرکز نمونه عبور می‌کند. سطح استوانه پایینی دستگاه باید نسبت به محور آن عمود بوده و در حین بارگذاری نیز عمود باقی بماند.مرکز نشیمن‌گاه کروی فک بالایی باید در نقطه برخورد محور عمودی دستگاه با سطح پایینی فک بالایی دارای رواداری ۱± میلی‌متر باشد. فک بالایی برای تنظیم تماس با نمونه باید بصورت آزاد باشد، اما در زمان بارگذاری وضعیت نسبی فک‌های بالا و پایین ثابت باقی می‌ماند.

دستگاه آزمون باید مجهز به فک‌هایی از جنس تنگستن کاربید یا فولاد سخت شده با سختی حداقل ۶۰۰ ویکرز باشد. این فک‌ها باید حداقل ۱۰ میلی‌متر ضخامت، (۰٫۱±۴۰٫۰)میلی‌متر پهنا و (۰٫۱±۴۰٫۰)میلی‌متر طول، داشته باشند. همواری سطح آن‌ها نیز مطابق استاندارد ISO 1101 در بالای پهنای سطح نمونه نباید از ۰٫۰۱میلی‌متر تجاوز نماید. بافت سطحی آن‌ها نیز طبق استاندارد ISO 1302 نباید نرم‌تر از N3 و زبرتر از N6 باشد.

دو صفحه کمکی از جنس کاربید تنگستن و یا فولاد سخت با سختی حداقل ۶۰۰ ویکرز و ضخامت حداقل ۱۰میلی‌متر و مطابق الزامات صفحات موردنظر می‌تواند جایگزین شود. باید شرایطی فراهم شود تا تطابق مرکز صفحات کمکی نسبت به محور سامانه بارگذاری با دقت ۰٫۵± میلی‌متر ایجاد گردد. همچنین تطابق مرکز صفحات کمکی باید با رواداری ۰٫۵± میلی‌متر رعایت شود. در صورتی‌که نشیمن‌گاه کروی در دستگاه آزمون وجود نداشت و یا قطر نشیمن‌گاه کروی بزرگ‌تر از ۱۲۰ میلی‌متر بود باید از وسیله مطابق با بند ۴-۹ استفاده نمود.

یادآوری ۱- دستگاه آزمون ممکن است با دو محدوده نیروسنجی یا بیش‌تر تجهیز شده باشد. بیش‌ترین مقدار عدد دستگاه اندازه‌گیر با محدودهٔ کوچک‌تر باید تقریباً یک-پنجم بیش‌ترین مقدار درج شده بر روی دستگاه اندازه‌گیر با محدودهٔ بزرگ‌تر باشد.

یادآوری ۲- دستگاه آزمون بهتر است قابلیت تنظیم نرخ بارگذاری خودکار و ثبت نتایج را داشته باشد.

یادآوری ۳- نشیمن‌گاه کروی دستگاه ممکن است جهت راحتی تنظیم در تماس با نمونه روغن‌کاری شود، ولی این عمل باید طوری انجام گردد که در هنگام آزمون، فک بارگذاری نتواند در زیر بار جابجا شود. از روغن‌هایی که در زیر فشار خواص خود را از دست می‌دهند حتی الامکان استفاده نگردد.

۸-۴ وسیله مخصوص اندازه گیری[1] مقاومت فشاری

هنگامی که در بند ۴-۷ استفاده از وسیله مخصوص مورد نیاز باشد (شکل شماره ۶ را ببینید) آن را بین فک‌های دستگاه جهت انتقال بار به سطوح آزمونه قرار دهید.

صفحه پایینی وسیله مخصوص اندازه‌گیری مقاومت فشاری می‌تواند همراه فک پایینی دستگاه فشار یک‌جا باشد. فک بالایی وسیله مخصوص اندازه‌گیری بار وارده را از طریق یک نشیمن‌گاه کروی از فک بالایی دستگاه فشار دریافت می‌کند. این صفحات به نحوی ساخته شده که امکان حرکت آرام در جهت عمودی را بدون اصطکاک امکان‌پذیر می‌کند. وسیله مخصوص اندازه‌گیری مقاومت فشاری باید تمیز نگه داشته شود و نشیمن‌گاه کروی بصورت آزاد حرکت نماید و در جهتی که فک در شروع کار با سطح آزمونه منطبق باشد، قرار داده شود و سپس در طول آزمون ثابت باقی بماند. سایر الزامات بیان شده در بند ۴-۷ برای استفاده از وسیله مخصوص آزمون مقاومت فشاری باید به کار گرفته شود.

یادآوری ۱- نشیمن‌گاه کروی وسیله مخصوص اندازه‌گیری مقاومت فشاری می‌تواند روغن‌کاری شود، اما این روغن‌کاری نباید به میزانی باشد که باعث جابه‌جایی فک در حین بارگذاری گردد. روغن‌هایی که در فشار زیاد خواص خود را از دست می‌دهند مناسب نیستند.

یادآوری ۲- پس از اتمام آزمون (شکست نمونه)، مجموعه باید به جای اولیه خود بازگردانده شود.

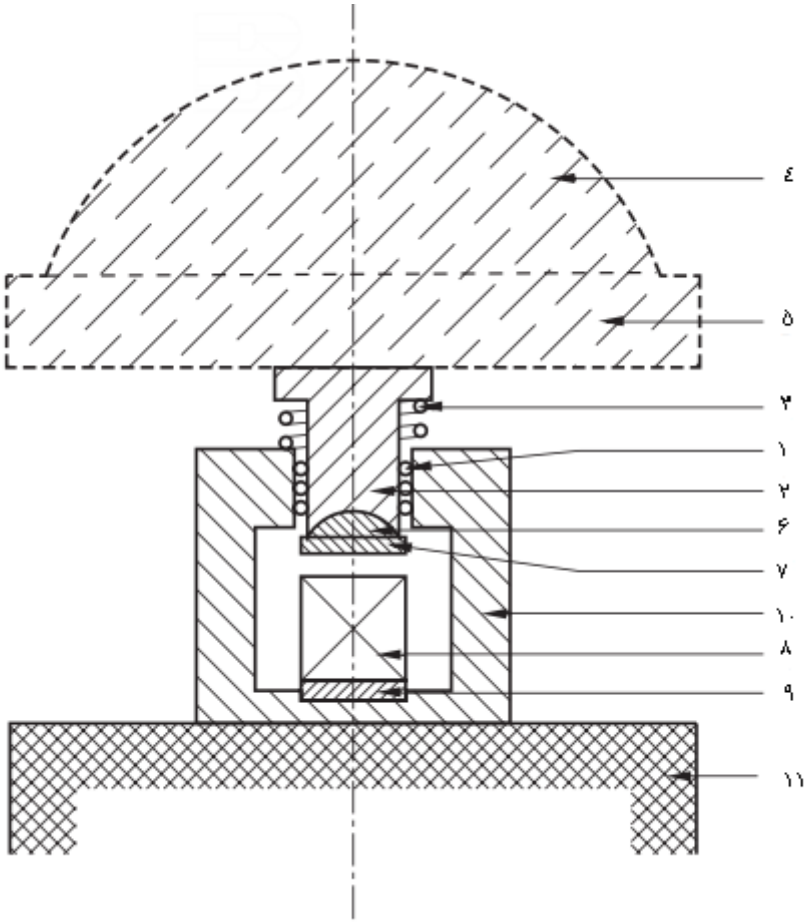
۹-۴ ترازو

ترازو با قابلیت توزین با درستی ۱± گرم.

۱۰-۴ زمان سنج

زمان سنج با قابلیت اندازه‌گیری با درستی ۱± ثانیه.

1- Jig



راهنما:

۱ بلبرینگ‌ها
۲ مجموعه کشویی
۳ فنر برگشتی
۴ نشیمن‌گاه کروی
۵ فک بالایی دستگاه
۶ نشیمن‌گاه کروی وسیله مخصوص اندازه‌گیری مقاومت فشاری
۷ فک بالایی وسیله مخصوص اندازه‌گیری مقاومت فشاری
۸ آزمونه
۹ فک پایینی وسیله مخصوص اندازه‌گیری مقاومت فشاری
۱۰ وسیله مخصوص اندازه‌گیری مقاومت فشاری
۱۱ فک پایینی دستگاه مقاومت فشاری

شکل ۶- وسیله مخصوص اندازه‌گیری برای آزمون مقاومت فشاری

۵ مواد تشکیل دهنده ملات

۵-۱ ماسه

این ماسه باید با الزامات استاندارد ملی ایران به شماره ۳۰۴۰ مطابقت داشته باشد.

۵-۲ سیمان

سیمان آزمون باید در حداقل زمان ممکن در شرایط محیط قرار گیرد. وقتی فاصله زمانی بین نمونه‌برداری و انجام آزمون بیش از ۲۴ ساعت باشد، سیمان را باید در ظروف هوابندی شده کاملاً پر نمود. جنس ظرف نگه‌داری باید طوری باشد که با سیمان واکنش ندهد.

قبل از اخذ نمونه کوچک‌تر سیمان جهت ساخت آزمونه‌ها، باید با وسیله مکانیکی یا سایر وسایل ممکن آن را همگن نمود. بدیهی است ذرات ریز و غبار چسبیده به بدنه ظرف با وسیله همگن سازی باید با سایر ذرات سیمان مخلوط شود.

۵-۳ آب

برای آزمون تأییدیه، باید از آب مقطر یا آب یون زدایی شده استفاده نموده و در سایر آزمون‌ها می‌توان از آب آشامیدنی استفاده کرد. در موارد حل اختلاف و داوری نیز باید از آب مقطر و یا آب یون زدایی شده استفاده نمود.

۶ آماده سازی ملات

۶-۱ اجزاء تشکیل دهنده ملات سیمانی

نسبت وزنی اجزاء عبارتند از : ۱ قسمت سیمان، ۳ قسمت ماسه و ۰/۵ قسمت آب می‌باشد (نسبت وزنی آب به سیمان ۰/۵).

هر نوبت اختلاط که برای ساخت ۳ منشور آزمونه به کار می‌رود شامل (۲±۴۵۰)گرم سیمان، (۵±۱۳۵۰)گرم ماسه و (۱±۲۲۵) گرم آب می‌باشد.

۶-۲ اختلاط ملات

سیمان و آب را به‌وسیله ترازو، توزین نمایید. هنگامی که آب به صورت حجمی به مخلوط اضافه می‌شود باید با دقت ۱± میلی‌متر اندازه‌گیری گردد. رواداری زمان مراحل مختلف اختلاط با توجه به زمان روشن و خاموش کردن مخلوط کن، حدود ۲± ثانیه می‌باشد.

مراحل مختلف عمل اختلاط به شرح زیر است:

الف ـ آب و سیمان را در کاسه مخلوط کن ریخته و دقت نمایید که وزن آن‌ها کاهش نیابد.

ب ـ فوراً مخلوط‌کن را با سرعت کم روشن کنید (به جدول ۱ نگاه کنید).

مراحل اختلاط را دنبال نمایید. به علاوه زمان را با تقریب دقیقه ثبت کنید و آن را به عنوان زمان صفر درنظر بگیرید. بعد از ۳۰ ثانیه اختلاط، ماسه را در حین اختلاط در مدت ۳۰ ثانیه به مخلوط اضافه کنید. سپس سرعت مخلوط‌کن را زیاد کرده (به جدول ۱ نگاه کنید) و عمل اختلاط را به مدت ۳۰ ثانیه دیگر ادامه دهید.

یادآوری ۱- زمان صفر مبنای محاسبه سن آزمونه‌ها برای انجام آزمون مقاومتی می‌باشد.

ج ـ مخلوط‌کن را برای ۹۰ ثانیه متوقف کنید. در اولین ۳۰ ثانیه توقف ملات را با تیغه و یا کاردک لاستیکی یا پلاستیکی از کناره‌های ظرف جمع‌آوری و ذرات چسبیده به دیواره‌ها و ته ظرف را پاک و در وسط ظرف جمع کنید.

د ـ مخلوط کن را با سرعت بالا به مدت ۶۰ ثانیه مجدداً روشن کنید.

یادآوری ۲- معمولاً این فرآیند اختلاط به صورت خودکار صورت می‌گیرد، ولی می‌توان، با کنترل دستی این فرآیند را پیش برد.

۷ آماده سازی آزمونه‌ها

۷-۱ اندازه آزمونه‌ها

آزمونه ها باید بصورت منشوری و به ابعاد (۴۰×۴۰×۱۶۰)میلی‌متر باشند.

۷-۲ قالب‌گیری آزمونه‌ها

قالب‌گیری آزمونه‌ها باید فوراً بعد از تهیه ملات انجام شود. با اتصال محکم قالب و قیف روی آن به میز ضربه زن و با استفاده از سرتاس و یا وسیله مناسب طی یک یا چند مرحله اولین لایه ملات (حدود ۳۰۰گرم) را مستقیماً از داخل کاسه مخلوط کن به درون خانه‌های قالب بریزید.

لایه را به صورت یکنواخت با پخش کننده بزرگ پخش کنید. پخش‌کن‌ها را تقریباً به صورت عمودی در تماس با قسمت بالایی قیف نگه دارید و در هر لایه ملات، یکبار به عقب و جلو بکشید. سپس اولین لایه ملات را با ۶۰ ضربه توسط دستگاه ضربه زن، متراکم نمایید. در مرحله بعد دومین لایه ملات را نیز طبق روال لایه قبلی اضافه نموده و مجدداً این لایه را نیز با ۶۰ ضربه دیگر متراکم کنید. سپس قالب را به آرامی از روی میز دستگاه برداشته و قیف را از آن جدا کنید و ملات اضافی روی قالب را با استفاده از خط کش سرزن فلزی صاف و تراز کنید (شکل ۲). خط کش سرزن را نزدیک به حالت عمودی و کمی مایل در جهت برداشتن ملات اضافی نگه دارید و به آرامی با یک حرکت اره‌ای در یک جهت حرکت دهید. دوباره عمل صاف کردن سطح ملات را با خط کش سرزن فلزی به نحوی انجام دهید که سطح قالب هموار و صاف شود.

یادآوری ۱- تعداد حرکات اره‌ای و زاویه خط کش سرزن بستگی به روانی ملات دارد. ملات‌های سفت‌تر نیاز به حرکت اره‌ای، بیش‌تر و زاویه بیش‌تر دارند. برای ملات‌های نرم، نیاز به حرکات کم‌تری می‌باشد.

بعد از صاف کردن سطح ملات، اطراف قالب باید تمیز شود و قالب جهت ردیابی و تشخیص، نشان‌گذاری گردد.

۸ شرایط آزمونه‌ها

۸-۱ حمل و نقل و نگه‌داری قبل از خارج کردن ملات از قالب

یک صفحه شیشه‌ای یا فولادی و یا سایر مواد نفوذ ناپذیر که با سیمان واکنش ندهد روی قالب قرار دهید. این صفحه می‌تواند ابعادی در حدود (۶×۱۸۵×۲۱۰) میلی‌متر داشته باشد.

یادآوری – اگر صفحه شیشه‌ای استفاده می‌کنید، جهت حفظ ایمنی دقت کنید، لبه‌های آن صاف و سمباده زده باشد.

قالب پوشیده شده را بدون تأخیر روی یک کف افقی در محیط مرطوب یا محفظه مرطوب (به بند ۴-۱ نگاه کنید) قرار دهید. هوای مرطوب باید در تمام وجوه قالب وجود داشته باشد. قالب‌ها را به هیچ وجه روی یکدیگر نگذارید. هر یک از قالب‌ها را باید در زمان درنظر گرفته شده از محفظه یا اتاق مرطوب جهت باز کردن قالب بیرون آورید.

۸-۲ خارج کردن آزمونه‌ها از قالب

باز کردن قالب‌ها را طوری انجام دهید که صدمه‌ای به آزمونه‌ها وارد نشود. چکش پلاستیکی یا لاستیکی یا هر وسیله مناسب دیگری می‌تواند جهت خارج کردن آزمونه‌ها از داخل قالب مورد استفاده قرار گیرد. آزمونه‌ها را بعداز ۲۴ ساعت از قالب خارج کنید. اگر زمان آزمون ۲۴ساعته (یک روزه) باشد، فاصله زمانی خروج آزمونه‌ها از قالب و آزمون مقاومت فشاری و خمشی نباید بیش از ۲۰دقیقه باشد، اما در صورتی که انجام آزمون در سن دیگری مورد نظر باشد خروج آزمونه‌ها می‌تواند بین (۲۰ تا ۲۴)ساعت از زمان صفر انجام شود.

یادآوری ۱- در صورتی که ملات به اندازه کافی در ۲۴ساعت سفت نشده باشد ، زمان خروج آزمونه‌ها باید به تأخیر افتد به نحوی که خطر خرابی آن‌ها را تهدید ننماید. هر میزان تأخیر در خارج کردن آزمونه‌ها از داخل قالب باید در گزارش آزمون ثبت گردد.

آزمونه خارج شده از قالب برای آزمون ۲۴ساعته (یا ۴۸ساعت برای نمونه‌هایی که با تأخیر سفت می‌شوند) تا هنگام آزمون باید به‌وسیله یک پارچه مرطوب و نمناک پوشانده شوند. آزمونه‌هایی که در آب عمل‌آوری می‌شوند را باید برای مشخص شدن شماره یا اسم و همچنین سن آزمون توسط یک وسیله مناسب مثل جوهر ضدآب و یا مداد رنگی، علامت‌گذاری نمود.

یادآوری ۲- برای کنترل عملیات اختلاط و تراکم آزمونه‌ها و درصد هوای موجود در ملات، توزین هر آزمونه در این حالت توصیه می‌گردد.

۸-۳ عمل‌آوری (نگه‌داری) آزمونه‌ها در آب

بعد از علامت‌گذاری، آزمونه‌ها را بدون تأخیر بصورت افقی یا عمودی در آب با دمای (۱±۲۰) درجه سلسیوس غوطه ور نمایید. آزمونه‌ها را روی شبکه توری (به بند ۴-۱ نگاه کنید) گذاشته و آن‌ها را با فاصله از یکدیگر به نحوی قرار دهید که آب به تمام وجوه آزمونه برسد. هیچ وقت آب روی آزمونه‌ها و فاصله بین آن‌ها کم‌تر از ۵ میلی‌متر نباشد.

ملات‌های دارای سیمان‌های مختلف را می‌توان در یک مخزن آب نگه‌داری نمود مگر آن‌که مشخص شود که ترکیب سیمان مورد آزمون تأثیری برروی سایر سیمان‌های تحت آزمون دارد. همچنین برای سیمان‌هایی که مقدار یون کلراید آنها بیش‌تر از ۰٫۱ درصد باشد باید محفظه نگه‌داری جداگانه درنظر گرفت. برای پرکردن مخزن

از آب آشامیدنی استفاده کرده و هر چند وقت یک‌بار به آن آب اضافه کنید، تا سطح آب تغییر نکند. درطی نگه-داری آزمونه‌ها نباید بیش‌تر از ۵۰ درصد آب رادر هر نوبت جایگزین نمود.
دمای آب باید در تمام مخزن یکنواخت باشد که در این مورد می‌توان از یک سامانه گردش آرام آب که هیچ‌گونه تلاطمی ایجاد نکند، استفاده نمود.
آزمونه‌ها را باید در زمان‌های موردنظر از آب خارج کرد. این عمل حداکثر باید ۱۵دقیقه قبل از انجام آزمون صورت گیرد. مواد یا ذرات چسبیده به وجوه آزمونه را پاک کنید و آن‌ها را با یک پارچه مرطوب تا زمان انجام آزمون بپوشانید.

۸-۴ سن آزمونه‌ها برای انجام آزمون مقاومت

سن آزمونه‌ها را از زمان صفر حساب کنید (به بند ۶-۲ نگاه کنید)، آزمون مقاومت را در سنین موردنظر، مطابق جدول ۱ انجام دهید.

جدول ۱- سنین مورد نظر آزمون و رواداری آن‌ها

سن آزمون	رواداری (±)
۲۴ ساعته	۱۵ دقیقه
۴۸ ساعته	۳۰ دقیقه
۷۲ ساعته	۴۵ دقیقه
۷ روزه	۲ ساعت
۲۸ روزه و یا بیش‌تر	۸ ساعت

۹ روش انجام آزمون

۹-۱ مقاومت خمشی

برای تعیین مقاومت خمشی از دستگاه بارگذاری سه نقطه‌ای مشابه آن‌چه که در بند ۶-۴ شرح داده شد استفاده می‌گردد.
منشور آزمونه را داخل دستگاه قرار داده و یک وجه آن را که وجه مقابل آن هم در تماس با سطوح قالب بوده را روی غلطک‌های تکیه‌گاه قرار دهید. سپس بار را به صورت عمودی با سرعت (۱۰±۵۰) نیوتن برثانیه توسط غلطک بالایی به وجه مخالف منشور وارد کنید تا زمانی که نمونه شکسته شود. سپس دو نیمه منشور را تا زمان انجام آزمون مقاومت فشاری با پارچه مرطوب بپوشانید.

مقاومت خمشی R_f را از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$R_f = \frac{1.5 \times F_f \times L}{b^3}$$

که در آن:

R_f مقاومت خمشی برحسب مگاپاسکال؛

b ابعاد مقطع مربعی منشور برحسب میلی‌متر؛

F_f بار اعمال شده بر روی منشور در زمان شکست برحسب نیوتن؛

L فاصله مرکز تا مرکز غلطک‌های تکیه‌گاه یا دهانه بارگذاری برحسب میلی‌متر.

۹-۲ مقاومت فشاری (تاب فشاری)

آزمون را روی نیمه‌های منشور حاصل از آزمون بند ۹-۱ انجام دهید. در صورتی که آزمون خمشی انجام نگیرد با استفاده از وسیله مناسب دیگر به‌طوری‌که نیمه‌های منشور تحت تأثیر تنش‌های مضر قرار نگیرد منشور را به دو نیم کنید آزمون فشاری بر روی هر یک از نیمه‌های منشور با اعمال بار از طرف وجوه در تماس با قالب توسط دستگاه مندرج در بند ۴-۷ و ۴-۸ انجام می‌گیرد.

هر یک از نیمه‌های منشور را به نحوی قرار دهید که فک‌های بارگذاری در جهت عرضی بیش از ۰٫۵± میلی‌متر از لبه آزمونه فاصله نداشته باشد و فاصله آن در جهت طولی از انتهای منشور در حدود ۱۰ میلی‌متر باشد.

بار را به آرامی و با سرعت (۲۰۰±۲۴۰۰) نیوتن برثانیه بر روی نمونه اعمال کنید تا تمام نیروی مورد نیاز برای شکستن وارد گردد.

وقتی افزایش بار با دست تنظیم می‌شود، دقت کنید تا سرعت اعمال بار در نزدیکی بار گسیختگی کاهش یابد زیرا این امر تأثیر زیادی در نتایج به‌دست آمده دارد.

مقاومت فشاری برحسب مگاپاسکال از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$R_c = \frac{F_c}{1600}$$

که در آن:

R_c مقاومت فشاری برحسب مگاپاسکال؛

F_c بیشینه بار در هنگام شکست برحسب نیوتن؛

۱۶۰۰ سطح فک بارگذاری یا سطح صفحات کمکی (۴۰میلی‌متر ×۴۰ میلی‌متر) برحسب میلی‌متر مربع.

۱۰ بیان نتایج

۱۰-۱ مقاومت خمشی (تاب خمشی)

۱۰-۱-۱ روش محاسبه و بیان نتایج

نتایج آزمون مقاومت خمشی را به صورت میانگین عددی ۳ نتیجه منفرد محاسبه کنید. مقاومت خمشی هر آزمونه با تقریب ۰٫۱ مگاپاسکال و میانگین عددی نتایج ۳ آزمونه با تقریب ۰٫۱ مگاپاسکال گزارش می‌گردد.

۱۰-۱-۲ گزارش نتایج

کلیه نتایج منفرد و میانگین عددی آن‌ها را گزارش کنید.

۱۰-۲ مقاومت فشاری (تاب فشاری)

۱۰-۲-۱ روش محاسبه و بیان نتایج

میانگین عددی نتایج منفرد بدست آمده را برای مقاومت فشاری محاسبه کنید. هر کدام از نتایج با تقریب ۰٫۱ مگاپاسکال بیان می‌شود که با انجام ۶ آزمون مقاومت فشاری بر روی ۳ منشور شکسته شده به‌دست آمده است.
در صورتی که هر یک از ۶ نتیجه منفرد بیش از ۱۰± درصد نسبت به میانگین، تفاوت داشته باشد، این نتیجه را حذف و میانگین ۵ نتیجه باقی‌مانده را محاسبه و منظور کنید در صورتی یکی از ۵ نتیجه باقی مانده نیز بیش‌تر از ۱۰± درصد با میانگین عددی اختلاف داشته باشد کلیه نتایج حذف و آزمون باید مجدداً تکرار شود.

۱۰-۲-۲ گزارش نتایج

کلیه نتایج منفرد و میانگین عددی آن‌ها را ثبت کنید در صورت حذف هر نتیجه، آن را نیز گزارش نمایید.

۱۰-۲-۳ تخمین دقت آزمون برای مقاومت فشاری

۱۰-۲-۳-۱ تکرارپذیری کوتاه مدت

تکرارپذیری کوتاه مدت آزمون مقاومت فشاری، نزدیکی توافق نتایج بدست آمده در مورد نمونه‌های سیمان مشابه، با استفاده از همان ماسه مرجع در همان آزمایشگاه و به‌وسیله همان آزمون‌گر و همان ابزار در فاصله زمانی کوتاه می‌باشد.
در مورد مقاومت فشاری ۲۸ روزه، تکرارپذیری کوتاه مدت با شرایط مذکور باید کم‌تر از ۲ درصد باشد که بصورت ضریب تغییرات بیان می‌شود.
یادآوری – تجربه نشان داده است که آزمایشگاه‌هایی با عملکرد خوب وجود دارند که مقدار تکرارپذیری کوتاه مدت آنها ۱درصد می‌باشد.
تکرارپذیری کوتاه مدت یک معیار دقت روش آزمون تأییدیه برای ماسه مرجع و ابزار تراکم جایگزین می‌باشد.

۱۰-۲-۳-۲ تکرارپذیری بلند مدت

تکرارپذیری بلند مدت آزمون مقاومت فشاری، نزدیکی توافق نتایج به‌دست آمده از آزمون‌های متوالی نمونه‌های مختلف اخذ شده از همان نمونه سیمان همگن، در همان آزمایشگاه و تحت شرایط زیر می‌باشد:

احتمال انجام آزمون با آزمون‌گرهای مختلف، ابزار مختلف و با همان ماسه مرجع و دوره‌های طولانی مدت (بالای یکسال).

در مورد مقاومت فشاری ۲۸ روزه، تکرارپذیری بلند مدت با عملکرد معمولی و یا شرایط فوق الذکر باید کم‌تر از ۳٫۵ درصد باشد که بصورت ضریب تغییرات بیان می‌شود.

یادآوری- تجربه نشان داده است که آزمایشگاه‌هایی با عملکرد خوب وجود دارند که مقدار تکرارپذیری بلند مدت آنها ۲٫۵ درصد می‌باشد.

تکرارپذیری بلند مدت یک معیار دقت روش آزمون برای آزمون کنترل خودکار سیمان یا آزمون تأییدیه ماهیانه ماسه و ارزیابی حفظ دقت کار آزمایشگاه در طول زمان می‌باشد.

۱۰-۲-۳-۳ تجدیدپذیری

تجدید پذیری روش آزمون مقاومت فشاری، نزدیکی توافق نتایج بدست آمده بر روی نمونه‌های مشابه سیمان در آزمایشگاه‌های مختلف تحت شرایط زیر می‌باشد:

آزمایشگرهای مختلف، دستگاه‌های مختلف، احتمال متفاوت بودن ماسه‌های مرجع و احتمال متفاوت بودن زمان انجام آن‌ها.

در مورد مقاومت فشاری ۲۸ روزه، تجدیدپذیری بین آزمایشگاه‌هایی با عملکرد معمولی تحت شرایط فوق الذکر باید کم‌تر از ۴ درصد باشد که به صورت ضریب تغییرات بیان می‌شود.

یادآوری- تجربه نشان داده آزمایشگاه‌هایی با عملکرد خوب وجود دارند که مقدار ضریب تغییرات تجدیدپذیری آن‌ها کم‌تر از ۳ درصدمی‌باشد.

تجدیدپذیری معیار دقت روش آزمون برای ارزیابی یکنواختی ماسه مراجع و یا سیمان می‌باشد.

۱۱ آزمون تأییدیه ماسه مرجع و ابزارهای تراکمی جایگزین

۱۱-۱ کلیات

ماسه‌ای مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۳۰۴۰ با ابزارهای تراکمی جایگزین طبق بند ۳ می‌تواند به کار رود، مشروط بر آن‌که نشان داده شود، نتایج مقاومت فشاری ملات آن، تفاوت چشم‌گیری با مقاومت ملات ساخته شده با ماسه مرجع (۵-۱) و ابزار تراکم ضربه زن (۴-۵) نداشته باشد. این بند شرایطی را که ماسه و ابزار تراکمی جایگزین تأیید می‌نماید را تشریح می‌کند.

تأییدیه باید توسط مرجع صدور گواهی و براساس آزمون‌هایی صورت گیرد که در آزمایشگاه مورد تأیید مرجع ذی‌صلاح انجام شود.

روش‌های آزمون که برای مقایسه مقاومت‌های فشاری تشریح می‌گردد باید در سن ۲۸ روزه انجام گیرد.

۱۱-۲ آزمون تأییدیه ماسه

۱۱-۲-۱ اصول

آزمون تأییدیه ماسه استاندارد موارد زیر را دربر می‌گیرد:

الف ـ آزمون گواهی تحت نظارت مرجع صدور گواهی

ب ـ آزمون بازرسی توسط تولید کننده ماسه

آزمون گواهی ماسه در بند ۱۱-۲-۲ تشریح شده است. که شامل یک آزمون گواهی اولیه (۱۱-۲-۲-۱) و آزمون تطبیقی سالیانه (۱۱-۲-۲-۲) می‌باشد. در صورتی که الزامات بند ۱۱-۲-۳-۳ برآورده شود، مرجع صدور گواهی گواهی یکنواختی را طبق این استاندارد پس از آزمون گواهی اولیه صادر می‌کند و تمدید گواهی پس از آزمون تطبیقی سالیانه صورت خواهد گرفت.

ماسه تأیید شده، جانشین ماسه مرجع با مشخصات استاندارد ملی ایران به شماره ۳۰۴۰ می‌باشد.

۱۱-۲-۲ آزمون گواهی ماسه

۱۱-۲-۲-۱ آزمون گواهی اولیه

تولید کننده ماسه قبل از انجام آزمون گواهی اولیه، کارگاه تولید ماسه را به مرجع صدور گواهی نشان می‌دهد.

در طی یک دورهٔ تولید سه ماهه یا بیش‌تر، ۳ نمونه جداگانه از ماسه تحت نظارت مرجع صدور گواهی دهنده از انتهای خط تولید (محل ترخیص) اخذ می‌شود. تعداد کیسه‌ها در هر نوبت از نمونه‌گیری باید بقدری باشد که بتوان آزمون گواهی را طبق بند ۱۱-۲-۳-۱ به انجام رساند. همچنین اندازه هر یک از سه نمونه باید به اندازه‌ای باشدکه بتوان طبق بند ۱۱-۲-۵-۱ آزمون بازرسی را در طی دورهٔ حداقل یک‌ساله انجام داد. به این منظور، این نمونه باید تحت نظارت مرجع صدور گواهی تقسیم و هر بخش از آن برای آزمون بازرسی توسط تولید کننده نگه‌داری شود.

هر یک از سه نمونه اخذ شده باید مورد آزمون موضوع بند ۱۱-۲-۳ با استفاده از یک نمونه سیمان مشابه همزمان با ماسه مرجع قرار گیرد. لازم است این آزمون با سیمان‌هایی از سه رده مقاومتی گوناگون با انتخاب مرجع صدور گواهی به کمک سه نمونه موجود انجام گیرد. آزمون‌ها در یک آزمایشگاه مورد تأیید صورت می‌پذیرد (بند ۱۱-۱-۱ را ببنید).

وقتی هر یک از نتایج حاصله از سه نمونه موجود طبق بند ۱۱-۲-۳-۲ الزامات بند ۱۱-۲-۳-۳ را برآورده نماید ماسه تأیید خواهد شد و مرجع صدور گواهی، گواهی یکنواختی را صادر خواهد نمود (بند ۱۱-۲-۱ را ببنید).

۱۱-۲-۲-۲ آزمون مطابقت سالیانه

تمدید گواهی صادره برای تولید کننده ماسه با انجام موارد زیر توسط مرجع صدور گواهی به مرحلهٔ اجرا درخواهد آمد.

الف ـ بررسی نتایج آزمون بازرسی انجام شده توسط تولید کننده ماسه، مطابق با بند ۱۱-۲-۴ به شرطی که الزامات بند ۵-۳-۱ و ۱۱-۲-۵-۳ را برآورده سازد؛

ب ـ آزمون توسط آزمایشگاه تأیید صلاحیت شده (بند ۱۱-۱ را ببنید) بر روی نمونه تصادفی اخذ شده در مقایسه با ماسه مرجع با بکارگیری روش مشروح در بند ۱۱-۲-۳ و سیمانی منطبق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۷۵۸۱با انتخاب و نظارت مرجع صدور گواهی.

نمونه تصادفی ماسه باید از انتهای خط تولید (محل ترخیص) تحت نظارت مرجع صدور گواهی اخذ شود. تعداد کیسه‌هایی که اخذ می‌گردد باید به نحوی باشد که مقدار ماسه کافی را برای روش آزمون صدور گواهی طبق بند ۱۱-۲-۳-۱ و روش آزمون بازرسی طبق بند ۱۱-۲-۵-۱ در طی یک دوره یک‌ساله یا بیشتر فراهم نماید. به منظور تأمین این هدف، نمونه باید تحت نظارت مرجع صدور گواهی، تقسیم شود وهر بخش از نمونه باید توسط تولید کننده ماسه، جهت انجام آزمون بازرسی نگه‌داری گردد.

وقتی نتایج آزمون بازرسی، موارد زیر را برآورده سازد، ماسه مورد تأیید قرار خواهد گرفت و مرجع صدور گواهی، تمدید گواهی یکنواختی را صادر خواهد نمود (بند ۱۱-۲-۱ را ببینید):

الف ـ الزامات استاندارد ملی ایران به شماره ۳۰۴۰ و ۱۱-۲-۵-۳ و الزامات آزمون صدور گواهی؛

ب ـ الزامات بند ۱۱-۲-۳-۳.

۱۱-۲-۳ روش آزمون گواهی

۱۱-۲-۳-۱ نحوه انجام آزمون

۲۰ جفت بهر[1] ملات با استفاده از یک نمونه سیمان انتخابی آماده نمایید (بند ۱۱-۲-۲-۱ و ۱۱-۲-۲-۲ را ببنید). از ماسه‌ای که می‌خواهید مورد تأیید قرار گیرد در یک بهر ملات و از ماسه مرجع در بهر دیگر استفاده شود تا یک جفت ملات حاصل گردد. در ساخت هر جفت از ملات‌ها، بصورت تصادفی یکی از ملات‌های موردنظر را در ابتدا و ملات دیگر را در پی آن تهیه نمایید.

آزمونه‌های منشوری را بعد از ۲۸ روز تحت آزمون مقاومت فشاری قرار دهید و نتایج هر یک را بصورت جداگانه ثبت نمایید.

۱۱-۲-۳-۲ روش محاسبه و بیان نتایج

برای هر جفت بهر ملات، نتایج مقاومت فشاری را طبق بند ۱۰-۲-۱ محاسبه و بند ۱۰-۲-۲ گزارش کنید. نتایج حاصله از ماسه موردنظر را با x و نتایج حاصله از ماسه مرجع را با y نشان دهید.

ضریب تغییرات را برای هر یک از دو مجموعه نتایج محاسبه کنید و با الزامات تکرارپذیری کوتاه مدت بند ۱۰-۲-۳-۱ مقایسه، تا از برآورده شدن آن اطمینان حاصل نمایید. اگر دو مجموعه از نتایج، این الزامات را برآورده نسازد، همه نتایج را حذف و آزمایش را تکرار نمائید.

اگر یکی از مجموعه‌ها این الزامات را برآورده نکرد طبق روال زیر عمل نمایید:

1- Batch

الف) میانگین ۲۰ نتیجه را به صورت $\bar{x}$ یا $\bar{y}$ محاسبه نمایید.
ب) انحراف معیار ۲۰ نتیجه را محاسبه و با S نشان دهید.
ج) تفاضل عددی بین هر نتیجه و میانگین را بدون درنظر گرفتن علامت جبری آن محاسبه کنید.
د) اگر یکی از این تفاضلها بزرگتر از ۳S باشد نتیجه متناظر آن را حذف نمایید و میانگین ۱۹ نتیجه باقی مانده را حساب کنید. اگر تعداد بیش‌تری از این تفاضل‌ها بزرگ‌تر از ۳S بود همه نتایج را حذف و کل آزمون را تکرار نمایید. اگر هیچ‌یک از این تفاضل‌ها بزرگ‌تر از ۳S نبود همه ۲۰ نتیجه را حفظ نمایید.
معیار تأیید را با استفاده از رابطه زیر محاسبه کنید :

$$D = \frac{100(\bar{x} - \bar{y})}{\bar{y}}$$

که در آن:
D معیار تأییدیه برحسب درصد؛
$\bar{x}$ میانگین نتایج بدست آمده مربوط به ماسه مورد تأیید برحسب مگاپاسکال؛
$\bar{y}$ میانگین نتایج بدست آمده مربوط به ماسه مرجع برحسب مگاپاسکال.
D را با تقریب ۰٫۱ درصد بدون درنظر گرفتن علامت جبری آن گزارش نمایید.

۱۱-۲-۳-۳ الزامات

برای ماسه‌ای که باید تأیید شود طبق آزمون صدور گواهی اولیه (بند ۱۱-۲-۲-۱ را ببینید) هر یک از سه معیار تأییدیه یعنی D که براساس بند ۱۱-۲-۳-۲ ، محاسبه و گزارش می‌شود باید کم‌تر از ۵٫۰ درصد باشد. اگر حتی فقط یکی از مقادیر محاسبه شده D ، معادل یا بزرگ‌تر از ۵ درصد باشد ماسه تأیید نخواهد شد.
برای ماسه‌ای که طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۳۰۴۰ باید مورد تأیید قرار گیرد در ارتباط با آزمون انطباق سالیانه (۱۱-۲-۲-۲) ، مقدار معیار تأییدیه D طبق بند ۱۱-۲-۳-۲ محاسبه و گزارش می‌شود که بایدکمتر از ۵٫۰ درصد باشد. اگر مقدار D بزرگتر یا مساوی ۵٫۰ درصد باشد، ماسه موردنظر تأیید نمی‌گردد و آزمون صدور گواهی اولیه باید مجدداً انجام گیرد (بند ۱۱-۲-۲-۱).

۱۱-۲-۴ آزمون بازرسی ماسه

برای نشان دادن استمرار یکنواختی ماسه طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۳۰۴۰، تولید کننده ماسه یک آزمون خود کنترلی مستمر را انجام خواهد داد که شامل موارد زیر می‌باشد:
الف ـ آزمون دانه‌بندی و درصد رطوبت ماسه به صورت روزانه طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۳۰۴۰؛

ب ـ آزمون ماهیانه مطابق بند ۱۱-۲-۵ برای مقایسه ماسه تولیدی و نمونه ماسه اخذ شده تحت نظر مرجع صدور گواهی (بند ۱۱-۲-۲-۱ و ۱-۲-۲-۲).

بدین منظور نمونه‌ها باید توسط تولید کننده در انتهای خط تولید (محل ترخیص) هر روز برای آزمون روزانه و ماهی یک‌بار برای آزمون ماهیانه اخذ گردد.

تولید کننده ماسه باید الزامات بند ۵-۱-۳ و ۱۱-۲-۵-۳ را کنترل نماید و موارد مربوط به نتایج غیریکنواختی رابه مرجع صدور گواهی اعلام نماید.

تمامی نتایج حاصله باید ثبت و برای حداقل به مدت ۳ سال نگه‌داری گردد و در هنگام درخواست مرجع صدور گواهی جهت بازرسی ارائه شود.

۱۱-۲-۵ روش آزمون بازرسی ماسه

۱۱-۲-۵-۱ شرح آزمون

۱۰ حفت بهر ملات برای هرماه با استفاده ازیک نمونه سیمان انتخابی، تحت‌نظر مرجع صدورگواهی برای انجام آزمون توسط آزمایشگاه تأیید صلاحیت شده (۱۱-۲-۲-۲ ب) آماده می‌گردد. برای یک بهر ملات از نمونه ماسه‌ای که ماهیانه توسط تولید کننده اخذ شده استفاده کنید و بهر ملات دیگر را با ماسه‌ای بسازید که زیرنظر مرجع صدور گواهی یک‌بار در سال نمونه گیری شده است. به این ترتیب دو بهر ملات مربوط به یک جفت بهر ملات تهیه می‌شود (بند ۱۱-۲-۲-۱ و ۱۱-۲-۲-۲). در هر نوبت تهیه جفت بهر ملات به صورت تصادفی یکی از این ملات‌ها رادر ابتدا و دیگری را درپی آن بسازید.

آزمونه‌های منشوری را در سن ۲۸ روزه تحت آزمون مقاومت فشاری قرار دهید و نتایج را جداگانه ثبت نمایید.

۱۱-۲-۵-۲ محاسبه و گزارش نتایج

برای هر جفت بهر ملات، نتایج آزمون مقاومت فشاری را طبق بند ۱۰-۲-۱ محاسبه و طبق بند ۱۰-۲-۲ گزارش نمایید. نتایج حاصل از ماسه‌ای که ماهیانه توسط تولید کننده اخذ شده است را با x و نتایج حاصله از ماسه‌ای که یک نوبت در سال تحت نظر مرجع صدور گواهی، نمونه‌گیری شده را با y نشان دهید.

ضریب تغییرات هر یک از دو مجموعه نتایج را محاسبه کنید و طبق بند ۱۱-۲-۳-۲ برای ۱۰ حفت بهر ملات عمل نمایید.

معیار تأییدیه D را طبق موارد مشروح در بند ۱۱-۲-۳-۲ محاسبه و گزارش نمایید.

۱۱-۲-۵-۳ الزامات

برای یک مجموعه ۱۲ تایی متوالی ماهیانه، معیار تأییدیه D، که مطابق بند ۱۱-۲-۵-۲ محاسبه شده نباید بیش از دو نوبت از ۲٫۵ درصد تجاوز نماید؛ اگر بیش از دو مقدار D از مجموعه ۱۲ مقدار D بزرگ‌تر از ۲٫۵ درصد بود،

مرجع صدور گواهی باید مطلع گردد و دلیل مربوطه مشخص وروند آزمون تأییدیه (بند۱۱-۲-۲-۱) باید انجام پذیرد.

۱۱-۳ آزمون تأییدیه عملکرد ابزارهای تراکمی جایگزین

۱۱-۳-۱ الزامات کلی

هنگامی که آزمون تأییدیه عملکرد ابزارهای تراکمی جایگزین موردنظر است، مرجع صدور گواهی باید مستندات زیر را به کار گیرد :

الف ـ شرح کامل دستورالعمل تراکم؛

ب ـ شرح کامل ابزار تراکم (طراحی و ساخت)؛

ج ـ دستورالعمل‌های بهره‌برداری شامل بازرسی‌هایی برای اطمینان از درستی عملکرد.

مرجع صدور گواهی باید سه دستگاه موجود تجاری از وسیله تراکمی را برای تأیید انتخاب نماید. سه دستگاه باید با دستگاه ضربه زن مرجع، مطابق با بند ۴-۵ مقایسه شود. این دستگاه‌ها باید در آزمایشگاه مورد تأیید مرجع صدور گواهی قرار داده شده باشند و تحت مسئولیت مرجع صدور گواهی آزمایشگاه مذکور باید مشخصات دستگاه را مطابق با دستورالعمل‌های بیان شده مورد تأیید قرار دهد. هنگامی که مطابقت یکی از دستگاه‌ها با دیگر دستگاه‌ها، مورد تأیید قرار گرفت، آزمایشگاه موردنظر باید سه آزمون مقایسه‌ای مطابق بند ۱۱-۳-۲ با استفاده از هر یک از دستگاه‌ها و سیمان‌های مختلف انجام دهد. برای این منظور باید سه نمونه سیمان از رده‌های مختلف مقاومتی، تحت نظر مرجع صدور گواهی انتخاب گردد.

هنگامی که نتایج هر یک از سه آزمون مقایسه‌ای، نیازهای بند ۱۱-۳-۲-۳ را برآورده کرد، مرجع صدور گواهی ابزار تراکمی جایگزین را تأیید خواهد نمود.

پیرو تأییدیه شرح فنی دستگاه دستورالعمل تراکم باید به ترتیب جایگزین بندهای ۴-۶ و ۷-۲ شود.

یادآوری ــ شرح فنی دستورالعمل ابزارهای تراکمی جایگزین که تأئید شده‌اند ، در پیوست الف این استاندارد وجود دارد.

۱۱-۳-۲ روش آزمون ابزار تراکمی جایگزین

۱۱-۳-۲-۱ دستورالعمل

۲۰ بهر ملات را با استفاده از یک سیمان منتخب (بند ۱۱-۲-۱ را ببینید) و ماسه مرجع آماده کنید. به این ترتیب که هر جفت بهر ملات را بصورت اتفاقی یکی پس ازدیگری طبق دستوراستاندارد بدون درنگ تهیه نمایید. یک مجموعه بهر ملات را با استفاده از یک دستگاه تراکم جایگزین و مجموعه دیگر با استفاده از دستگاه ضربه‌زن تهیه نموده و بقیه مراحل را برای هر دو مجموعه مطابق استاندارد دنبال نمایید. نمونه‌های منشور را برای سن ۲۸ روزه تحت آزمون مقاومت فشاری قرار داده و کلیه نتایج را بصورت جداگانه ثبت کنید.

۱۱-۳-۲-۲ محاسبه و بیان نتایج

برای هر جفت از ملات‌ها نتایج مقاومت فشاری را محاسبه و برای ابزار تراکمی جایگزین آن را با x و برای دستگاه ضربه زن مرجع آن را با y گزارش نمایید (طبق بند ۱۰-۲-۲). ضریب تغییرات هر یک از دو مجموعه جواب‌ها را محاسبه و دقت کنید که نیازمندی‌های قابلیت تکرار کوتاه مدت مندرج در بند (۱۰-۲-۳-۱) رعایت شود. در صورتی که دو مجموعه از نتایج، نیازهای فوق را برآورده نکنند، کلیه نتایج باید حذف و تمام روش آزمون از ابتدا انجام شود.

در صورتی که یک مجموعه از نتایج نیازهای فوق را برآورده نکرد طبق روش زیر عمل نمایید:

الف- میانگین عددی ۲۰ نتیجه را به عنوان $\bar{x}$ یا $\bar{y}$ محاسبه نمائید؛

ب- انحراف از استاندارد ۲۰ نتیجه را محاسبه و با S نشان دهید؛

پ- تفاوت عددی بین هر یک از نتایج و میانگین اعداد بدست آمده را با صرف‌نظر کردن از علامت جبری آن محاسبه کنید.

هر گاه یکی از این تفاوت‌ها بزرگ‌تر از $3S$ بود، نتیجه مربوطه را حذف و میانگین عددی ۱۹ نتیجه باقی مانده را حساب کنید. هرگاه حداقل دو مورد از این تفاوت‌ها بیش‌تر از $3S$ بود کلیه نتایج حذف و کل آزمون باید مجدداً انجام گیرد. اگر هیچ‌کدام از تفاوت‌ها بزرگ‌تر از $3S$ نبود تمامی۲۰ نتیجه محاسبه می‌شود. معیار تأیید D با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود :

$$D = 100\frac{\left(\bar{x}-\bar{y}\right)}{\bar{y}}$$

که در آن:

D معیار تأییدیه برحسب درصد؛

$\bar{x}$ میانگین نتایج بدست آمده از ابزار تراکم جایگزین برحسب مگاپاسکال؛

$\bar{y}$ میانگین نتایج بدست آمده از دستگاه ضربه زن برحسب مگاپاسکال.

مقدار بدست آمده D را با تقریب ۰٫۱ درصد گزارش کنید و علامت آن را درنظر نگیرید.

۱۱-۳-۲-۳ الزامات

سه معیار تأیید به‌دست آمده D باید طبق بند ۱۱-۳-۲-۲ گزارش شود. D برای هر یک از نتایج مربوط به یکی از سه دستگاه تراکمی جایگزین باید کم‌تر از ۵ درصد باشد. در صورتی که هر یک از مقادیر D مساوی یا بزرگ‌تر از ۵ درصد بود، ابزار تراکم جایگزین نباید مورد تأیید قرار گیرد.

پیوست الف

(الزامی)

ابزار تراکمی لرزشی جایگزین[1] و دستورالعمل‌های تأیید شده معادل

با ابزار تراکم مرجع (ضربه‌زن)

الف-۱ کلیات

دستگاه ضربه زن که در بند ۴-۵ شرح داده شده به عنوان دستگاه تراکمی مرجع می‌باشد ولی این استاندارد اجازه می‌دهد از ابزارهای جایگزین که طبق این استاندارد مورد تأیید قرار گرفته‌اند استفاده نمود.
به این منظور برنامه آزمون تأییدیه بند ۱۱ دستور استاندارد برای میزهای جایگزین دستورالعمل تراکم آن ارائه شده است. برنامه آزمون تأییدیه با میزهای لرزشی و دستور تراکمی که به‌صورت انواع A و B در بندهای الف-۱-۱ و الف-۱-۲ مشخص شده‌اند. بنابراین آنها مثال‌هایی از ابزار تراکمی جایگزین تأیید شده می‌باشند.
برطبق بندهای ۱۱-۳-۱، هر شرح فنی (به الف-۱-۱-۱ و الف-۱-۲-۱ نگاه کنید) به عنوان جایگزین تأیید شده بند ۴-۵ و هر دستورالعمل تراکم (به الف-۱-۱-۲ و الف-۱-۲-۲ نگاه کنید) به عنوان جایگزین تأیید شده بند ۷-۲ باید درنظر گرفته شود.

الف-۱-۱ میز لرزان نوع الف

الف-۱-۱-۱ شرح فنی

ممکن است میز لرزان نوع الف به عنوان ابزار تراکمی جایگزین استفاده شود، که دارای مشخصات زیر باشد:
الف- روش عملکرد : لرزنده الکترومغناطیسی با حرکت لرزاننده سینوسی اسمی
ب- منبع تغذیه الکتریکی:
۱- ولتاژ: ۲۴۰ / ۲۳۰ ولت
۲- تعداد فاز: تک فاز
۳- شدت جریان: تقریباً ۶٫۳ آمپر
۴- تواتر: ۵۰ هرتز اسمی
پ- جرم لرزنده (شامل قالب خالی، قیف و گیره ولی بدون لرزنده): (۳۵±۰٫۲۵) کیلوگرم
ت- دامنه نوسان عمودی: (۰٫۷۵±۰٫۰۵)میلی‌متر
این دامنه نوسان در مرکز دیواره‌های جدا کننده و گوشه خارجی قالب خالی اندازه‌گیری می‌شود.

1- Vibrator

یادآوری ۱- میز لرزان فقط برای ایجاد نوسان عمودی تک محور طراحی شده است. دامنه عمودی نوسان بطور پیوسته نشان داده می‌شود.

یادآوری ۲- شتاب اندازه‌گیری شده در مرکز دیواره‌های جدا کننده و گوشه بیرونی، قالب خالی، می‌تواند یک ویژگی جایگزین برای تشریح عمل میز لرزان باشد. مقدار شتاب (۳±۲۶)متر بر مجذور ثانیه متناظر با مقدار مشخص شده در بند الف-۱-۱-۱-۴ می‌باشد.

ث- تواتر طبیعی جرم لرزان: (۰٫۲۵±۵۳) هرتز.

ج- صفحه لرزان: سطح این صفحه باید ماشین کاری شده باشد و ابعاد آن حداقل (۳۰۰×۴۰۰) میلی‌متر بوده و شامل:

۱- یک صفحه تک لایه سخت از جنس فولاد ضدزنگ با تکیه گاه دندانه‌ای (شیاردار) یا

۲- یک صفحه دو لایه‌ای فلزی سخت (حداقل به ضخامت ۲۰میلی‌متر)، که لایه بالایی از جنس فولاد ضدزنگ به ضخامت حداقل ۲ میلی‌متر است که به لایه زیرین بصورت دائمی توسط یک اتصال اصطکاکی و قفل بست مناسب وصل می‌باشد.

یادآوری ۳- توصیه می‌شود مرکز ثقل جرم لرزان (شامل گیره‌ها، اما بدون قالب خالی و قیف) روی سطح کاری صفحه لرزان در محل تقاطع دو محور قائمه متعامد علامت‌گذاری شود.

چ- چنگگ‌های قابل تنظیم (محکم کننده): سه چنگگ قابل تنظیم تثبیت کننده که اجازه می‌دهد قالب پر شده روی صفحه لرزان و در مرکز ثقل آن که علامت‌گذاری شده منطبق قرار گیرد.

ح- گیره قالب‌ها: برای اتصال قالب‌ها با ابعاد (۱۶۰×۴۰×۴۰)میلی‌متر و قیف آن تعبیه شده است.

خ- جرم میز لرزان: بیش‌تر از ۱۰۰ کیلوگرم.

یادآوری ۴- در مواقعی که میز لرزنده در داخل قفسه و یا کابینت آزمایشگاه تعبیه شده باشد، توصیه می‌شود موتور الکترومغناطیسی لرزنده بر روی یک فونداسیون بتنی با جرم بیش‌تر از ۲۰۰ کیلوگرم مستقر و نصب شده باشد. در ضمن باید از مواد عایق لرزش نیز به منظور جلوگیری از انتقال ارتعاش به سایر دستگاه‌ها در زیر این شالوده بتنی استفاده شود.

د- پایه‌های ضد لرزش : فنرهای لاستیکی بین صفحه لرزنده و قاب پایه با مشخصات زیر قرار داده می‌شود.

۱- سختی: ۴۵

۲- میزان مقاومت فنر: ۱۴۵ مگاپاسکال

۳- ابعاد: قطر ۵۰ میلی‌متر، ارتفاع ۴۵ میلی‌متر

ذ- تراز کردن میز لرزان: به کمک پیچ‌های تنظیم کننده (شکل الف-۱ را ببینید) که به سطح پایینی میز متصل شده طوری میز را تنظیم کنید که انحراف سطح کار صفحه لرزان سطح افق در طول ۱ متر بیش از یک میلی‌متر نباشد.

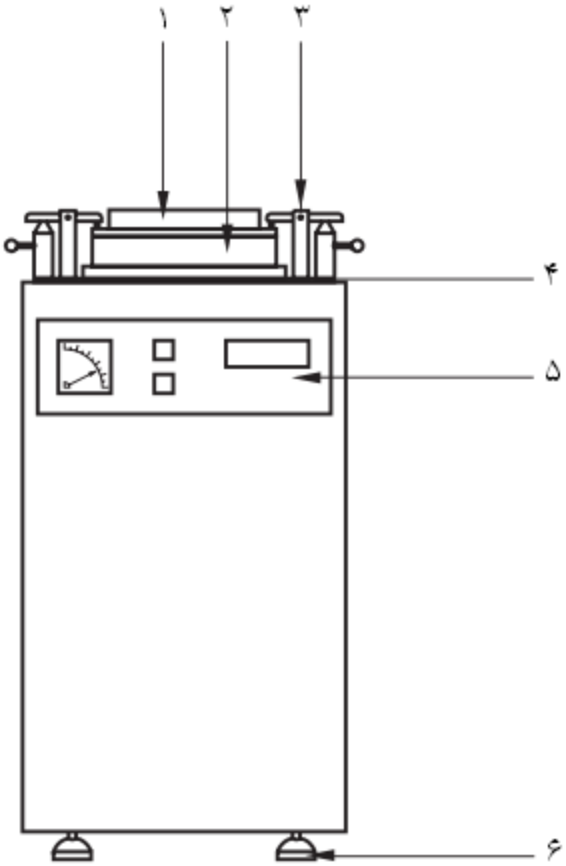
ر- زمان سنج خودکار: زمان سنج با قابلیت تنظیم در ۱۲۰ ثانیه و عملکرد زمانی با دقت ۱± ثانیه.

الف-۱-۱-۲ روش کار تراکم با میز لرزان الف

بی درنگ بعد از تهیه ملات، نمونه‌ها را قالب‌گیری کنید. قالب همراه با قیف را روی میز لرزان محکم ببندید. زمان سنج را روی ۱۲۰ثانیه تنظیم کرده و دستگاه را روشن نمائید. قالب را در دو لایه ملات حداکثر در مدت ۴۵ثانیه بصورت زیر پرکنید:

از یک انتها به طرف دیگر قالب، اولین لایه ملات را با استفاده از یک سرتاس مناسب در حدود ۱۵ثانیه بداخل مجموعه قالب ریخته به‌طوری‌که تقریباً نیمی از حجم قالب پر شود.

بعد از یک فاصله زمانی ۱۵ثانیه‌ای دومین لایه ملات را در مدت ۱۵ثانیه دیگر بر روی لایه اول دوباره از یک طرف شروع و به طرف دیگر درست در جهتی که اولین لایه را ریخته‌اید به داخل قالب بریزید. از همه ملات استفاده نمائید. هنگامی که لرزنده بعد از زمان(۱±۱۲۰)ثانیه متوقف شد قالب را به آرامی از روی میز برداشته و قیف را از آن جدا نمایید. سپس برای نشان‌گذاری قالب‌ها موارد مندرج در بند ۷-۲ دنبال کنید.



راهنما:

۱- قیف
۲- قالب
۳- گیره
۴- صفحه لرزان
۵- تابلوی کنترل با نشان دهنده تنظیم دامنه زمان سنج و کلید برق اصلی
۶- پیچ‌های تنظیم

شکل الف-۱ – نمای روبرو میز لرزان نوع الف

الف-۱-۲ میز لرزان نوع ب

الف-۱-۲-۱ شرح فنی

میز لرزان نوع ب که ممکن است جایگزین دستگاه ضربه زن شود دارای مشخصات زیر می‌باشد:

الف- روش عملکرد: لرزنده الکترومغناطیسی با یک لرزشی سینوسی اسمی

ب- منبع تغذیه الکتریکی: ولتاژ: ۲۴۰ / ۲۳۰ولت

تعداد فاز: تک فاز

شدت جریان: جدود ۶٫۳آمپر

تواتر: اسمی ۵۰هرتز

پ- جرم لرزنده (شامل قالب خالی و قیف) : (۲±۴۳) کیلوگرم

ت- شتاب عمودی: (۰٫۲۵±۴٫۵) شتاب ثقل که درمرکز مجموعه قالب و در کف آن اندازه‌گیری می‌شود.

یادآوری ۱- در هر جهت افقی حداکثر مقدار شتاب ۰٫۵ ، شتاب ثقل می‌باشد.

ث- تواتر طبیعی جرم لرزنده: (۰٫۲۵±۵۵٫۵) هرتز

ج- صفحه لرزان: صفحه با سطح ماشین کاری شده و ابعاد اسمی حداقل (۲۵۰×۶۳۰) میلی‌متر که شامل موارد زیر می‌باشد :

۱ ـ تک لایه سفت از جنس فولاد نرم با ضخامت (۲±۱۳) میلی‌متر

۲ـ تکیه گاه دنده‌ای (شیاردار) و صفحه متحرک

چ- گیره برای قالب‌ها: گیره‌های نوسانی چرخان مناسب برای قالب‌های منشوری به ابعاد (۱۶×۴۰×۴۰) میلی‌متر شامل قیف مستقر بر روی آن.

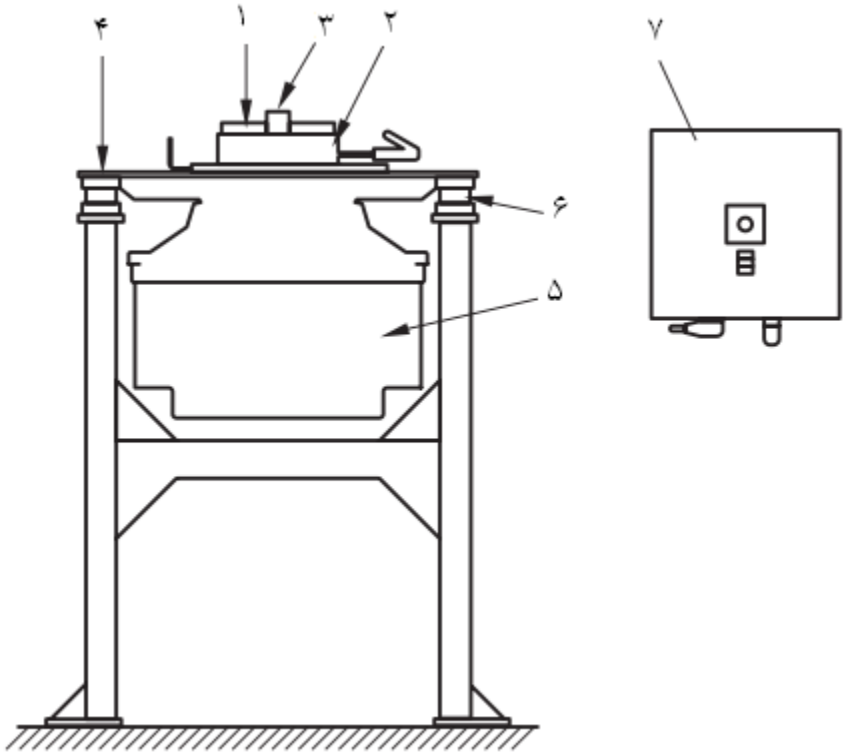
ح- تراز کردن میز لرزان: میز ویبره باید بطور دائم بر روی کف تابت شده و طوری تنظیم شود که انحراف سطح کاری صفحه لرزان از افق بیش‌تر از ۱میلی‌متر در متر نداشته باشد.

خ- زمان سنج خودکار: زمان سنج با قابلیت تنظیم در ۱۲۰ثانیه و دقت کارکرد ۱± ثانیه

الف-۱-۲-۲ روش کار تراکم، میز لرزان نوع ب

میز لرزان را بصورت افقی تنظیم و آن را تمیز کنید. مجموعهٔ قالب را طبق بند ۴-۴ آماده نمایید ، مطمئن شوید سطح زیرین کف قالب صاف و تمیز باشد. قالب را به همراه قیف به میز لرزان با گیره متصل و محکم ببندید، زمان‌سنج را در (۱±۱۲۰) ثانیه تنظیم و دستگاه را روشن کنید و بقیه عملیات به مانند بند الف-۱-۲-۲ میز لرزان نوع الف ادامه دهید.

یادآوری ــ دستورالعمل جایگزین پیشنهادی برای میز لرزان نوع ب، پرکردن قالب‌ها مطابق با روش کار با دستگاه ضربه زن می‌باشد.



راهنما:

۱- قیف
۲- قالب
۳- گیره پیچی دندانه‌ای
۴- صفحه لرزان
۵- لرزاننده مغناطیسی
۶- پایه‌های ضد ارتعاش
۷- تابلوی کنترل

شکل الف-۲- نمای روبرو میز لرزان نوع ب