



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۷۷۶۸-۳

چاپ اول

۱۳۹۲

INSO

17768-3

1st.Edition

2014

روان ملات برای تاندون های پیش تنیده –
قسمت ۳: روش های آزمون

**Grout for prestressing tendons – Part 3:
Test methods**

ICS: 91.100.30

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 ذینفع 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 ذیصلاح 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 واسنجی (واسنجی) و 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، واسنجی (واسنجی) و 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
«روان ملات برای تاندون‌های پیش‌تنیده – قسمت ۳: روش‌های آزمون»

رئیس:

سمت و / یا نمایندگی

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

ارشد، بهمن

(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

دبیر:

شرکت تکین ساز آزما

مشاور، عاطف

(کارشناس مهندسی عمران)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

شرکت بنیاد بتن آذربایجان

امیری، احمد

(کارشناس مهندسی عمران)

شرکت معیارگستر صدر

بهکام، علیرضا

(کارشناس مهندسی عمران)

دانشگاه آزاد اسلامی واحد مراغه

پوربابا، مسعود

(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک اداره کل

تقی زادی، نادر

راه و شهرسازی استان آذربایجان شرقی

(کارشناس ارشد زمین‌شناسی)

کارشناس

حیدرپور، هادی

(کارشناس مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

روا، افشین

(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

سازمان عمران شهرداری تبریز

زیرک‌کار، سهراب

(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

شرکت مهندسين مشاور خاک آب تحليل	سامانی، ایوب (کارشناس مهندسی عمران)
بتن آماده لطفی	ظهوری، رضا (کارشناس مهندسی عمران)
مجتمع تولیدی امامیه سپاه	عدالتی، حسین (کارشناس ارشد مهندسی عمران)
اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی	فرشی حق رو، ساسان (کارشناس ارشد مهندسی عمران)
دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر	مشک آبادی، کامبیز (کارشناس ارشد مهندسی عمران)
آزمایشگاه عمران سنجش میزان	موسایی، اصغر (کارشناس معماری)
آزمایشگاه جهاد تحقیقات سپند	موسوی، محمد (کارشناس مهندسی عمران)
سازمان نظام مهندسی ساختمان استان آذربایجان شرقی	مهديزاده، کامران (کارشناس ارشد مهندسی عمران)
اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی	وليزاده، وحيد (کارشناس ارشد مهندسی عمران)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۱	۴ آزمون روان ملات
۱۳	پیوست الف (اطلاعاتی) کتابنامه

پیش گفتار

استاندارد «روان ملات برای تاندون‌های پیش‌تنیده – قسمت ۳: روش‌های آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط شرکت تکین ساز آزما تهیه و تدوین شده است و در چهارصد و هفتاد و دومین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۹۲/۱۱/۲۰ 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.

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 14824-3: 2012, Grout for prestressing tendons – Part 3: Test methods

روان ملات برای تاندون‌های پیش‌تنیده – قسمت ۳: روش‌های آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌های آزمون روان ملات مطابق با استاندارد ISO 14824-1، است. این روش‌ها برای روان ملات به کار رفته در تمامی سازه‌ها از جمله پل‌ها و ساختمان‌ها، کاربرد دارد.

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 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 اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۹۳، سیمان - تعیین مقاومت فشاری و خمشی - روش آزمون

2-2 ISO 14824-1, Grout for prestressing tendons – Part 1: Basic requirements

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

روان ملات

مخلوط همگن سیمان و آب که ممکن است حاوی مواد مضاف و افزودنی نیز باشد.

۴ آزمون روان ملات

۱-۴ کلیات

۱-۱-۴ کارکنان

روان ملات‌ها باید توسط کارکنان واجد صلاحیت که دارای تجربه در این زمینه هستند، آزمون شوند.

۲-۱-۴ شرایط آزمون

آزمون باید در دماهای تعیین شده در استاندارد ISO 14824-1، انجام شود. به منظور رساندن روان ملات به دمای مورد نیاز، دمای مواد تشکیل دهنده باید توسط تولیدکننده اعلام شود.

جهت آزمون‌ها، روان ملات باید از مواد تعیین شده در استاندارد ISO 14824-1 ساخته شده و مطابق با استاندارد ISO 14824-1 مخلوط شود.

یادآوری - برای انجام آزمون مطابق استاندارد ISO 14824-2، به تجهیزات اختلاط مشابه تجهیزات به کار رفته در عملیات واقعی نیاز است، لذا ترجیحاً برای تمامی آزمون‌ها از نوع مشابه تجهیزات استفاده شود.

۳-۱-۴ گزارش‌های آزمون

تمامی گزارش‌های آزمون، حداقل باید شامل اطلاعات زیر باشد:

الف - ارجاع به این استاندارد؛

ب - نام و آدرس آزمایشگاه آزمون‌کننده؛

پ - شماره شناسایی گزارش آزمون؛

ت - نام و آدرس سازمان یا شخص سفارش‌دهنده آزمون؛

ث - نام و آدرس تولیدکننده یا تأمین‌کننده محصول؛

ج - نام یا علامت شناسایی محصول؛

چ - تاریخ ساخت و در صورت لزوم، تاریخ عرضه محصول؛

ح - تاریخ ساخت آزمون‌ها؛

خ - تاریخ آزمون؛

د - دمای روان ملات تازه و دمای محیط؛

ذ - توزین و روش‌های به کار رفته جهت اختلاط؛

ر - مشخصات مخلوط‌کن روان ملات؛

ز - شناسایی تجهیزات به کار رفته جهت آزمون، در صورت لزوم، جزئیات واسنجی؛

ژ - نتایج جداگانه برای آزمون‌های مورد نیاز؛

س - هر گونه نادرستی و عدم قطعیت نتایج آزمون؛

ش - تاریخ و امضای فرد مسئول آزمون‌ها.

۲-۴ آزمون دانه‌بندی

۱-۲-۴ اصول آزمون

آزمون شامل ریختن مقداری روان ملات از میان یک الک برای بررسی عدم وجود کلوخه‌ها روی الک است.

جایی که تمام روان ملات مورد استفاده در پروژه خودبه‌خود از میان الکی با سوراخ‌های کوچکتر مساوی ۲ mm عبور می‌کند، آزمون می‌تواند حذف شود.

۲-۲-۴ وسایل آزمون

یک الک با قطر ۱۵۰ mm دارای سوراخ‌های کوچکتر مساوی ۲ mm.

۳-۲-۴ روش آزمون

حداقل ۱۱ روان ملات تازه مخلوط شده را روی الک بریزید.
یادآوری- این آزمون می‌تواند در زمان پر کردن مخروط آزمون روانی انجام شود.

۴-۲-۴ گزارش آزمون

عدم وجود کلوخه‌ها روی الک را گزارش کنید.

۳-۴ آزمون روانی

دو روش آزمون تشریح شده است. فقط یکی از آن‌ها متناسب با نوع یا مشخصات روان ملات، انجام می‌شود.

۱-۳-۴ روش مخروط

۱-۱-۳-۴ اصول آزمون

روانی روان ملات که برحسب ثانیه بیان می‌شود، توسط زمان لازم برای عبور مقدار مشخص روان ملات (۱۱) از دهانه مخروط تحت شرایط معین، اندازه‌گیری می‌شود.

۲-۱-۳-۴ وسایل آزمون

وسایل موردنیاز برای آزمون به شرح زیر می‌باشد:

الف- مخروط با ابعاد داده شده در شکل ۱. مخروط باید از مواد صاف غیر جاذب باشد. حجم مخروط (به استثنای قسمت‌های استوانه‌ای در بالا و پایین) باید $1 (0.17 \pm 0.17)$ باشد؛

ب- کروномتر نشان‌دهنده زمان با دقت $S 0.1$ ؛

پ- استوانه مدرج با ظرفیت حداقل ۱۱ و با قطر تقریبی 60 mm ؛

ت- دماسنج.

یادآوری- مخروط نشان داده شده در شکل ۱ به صورت پلاستیکی در دسترس می‌باشد.

۳-۱-۳-۴ روش آزمون

۱-۳-۱-۳-۴ آماده‌سازی

مخروط را به صورت عمودی که بزرگترین قطر آن رو به بالا است با تکیه‌گاه محکم، در محل نصب کنید. در طول آزمون از ارتعاش مخروط جلوگیری کنید. استوانه را زیر دهانه خروجی مخروط قرار دهید. تمامی سطوح مخروط باید تمیز و مرطوب باشد، طوری که سطوح مرطوب فاقد آب آزاد باشد. دهانه پایینی مخروط را ببندید.

۲-۳-۱-۳-۴ روش

روان ملات را تا پر شدن قسمت مخروطی شکل بریزید. برای جلوگیری از افزایش هوا، روان ملات باید به آرامی ریخته شود. همزمان با راه‌اندازی کروномتر، دهانه پایینی مخروط را باز کنید. مدت زمان لازم برای عبور ۱۱

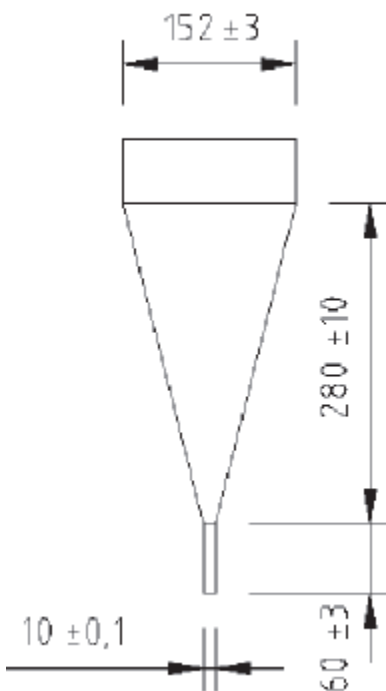
روان‌ملات به داخل استوانه را با دقت ۰٫۵ S اندازه‌گیری کنید. در صورت نیاز، روان‌ملات تا زمان انتظار برای آزمون بعدی باید متلاطم نگه‌داشته شود.

۴-۳-۴ گزارش نتایج

زمان اندازه‌گیری شده را گزارش کنید.

ابعاد برحسب میلی‌متر

ابعاد داخلی هستند



شکل ۱- مخروط آزمون روانی

۴-۳-۲ روش پخش شدگی روان‌ملات

۴-۳-۲-۱ اصول آزمون

برای آزمون پخش شدگی روان‌ملات، خاصیت دگرروانی^۱ روان‌ملاتها اندازه‌گیری می‌شود. روانی توسط قطر دایره روان‌ملات پخش شده روی یک صفحه صاف پس از یک دوره ثابت، اندازه‌گیری می‌شود.

۴-۳-۲-۲ وسایل آزمون

وسایل مورد نیاز برای آزمون به شرح زیر است (به شکل ۲ مراجعه شود):

الف- شیشه یا صفحه فولادی صاف با حداقل قطر $\varnothing=300\text{mm}$ ؛

ب- قالب سخت ساخته شده از فولاد یا پلاستیک با قطر داخلی $\text{Ø}=39\text{ mm}$ و ارتفاع 60 mm ؛

پ- کرومومتر نشان‌دهنده زمان با دقت $S/10$ ؛

ت- دماسنج؛

ث- خط‌کش با حداقل طول 300 mm و درجه‌بندی 1 mm .

۴-۳-۲-۳ روش آزمون

۴-۳-۲-۳-۱ آماده‌سازی

آزمون پخش‌شدگی روی صفحه افقی انجام می‌گیرد. مطمئن شوید که سطوح قالب و صفحه تمیز و اندکی مرطوب می‌باشد. در صورت نیاز، برای جلوگیری از نشت آب در طول پر شدن قالب با روان ملات، غشای نازکی از وازلین^۱ را به لبه قالب در تماس با صفحه، به کار برید.

۴-۳-۲-۳-۲ روش

قالب را بر روی صفحه قرار دهید و از لغزش آن جلوگیری کنید. روان ملات را به آرامی در داخل قالب بریزید تا سطح روان ملات به لبه بالایی برسد. قالب را به صورت پیوسته و یکنواخت از روی صفحه بلند کنید و به مدت حداکثر 30 s در بالای پخش‌شدگی قبل از این که دور برده شود، نگه دارید. 30 s پس از شروع بالا بردن قالب، پخش‌شدگی را در دو جهت عمود بر هم، اندازه‌گیری کنید.

۴-۳-۲-۳-۴ گزارش نتایج

متوسط قطر پخش‌شدگی را که در دو جهت عمود بر هم در راستای واگرایی روان ملات اندازه‌گیری می‌شود، بر حسب میلی‌متر گزارش کنید.

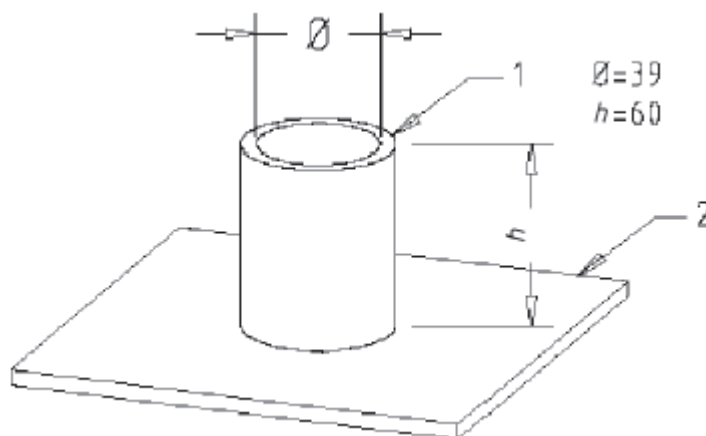
۴-۴ آزمون لوله مایل

۴-۴-۱ اصول آزمون

این آزمون برای تعیین خواص آب انداختن و پایداری حجم روان ملات در مقیاس کامل، به کار می‌رود و شامل اثر صاف‌کنندگی رشته‌ها می‌باشد. این آزمون شامل اندازه‌گیری مقدار آب و هوای باقیمانده در سطح روان ملات می‌باشد، که اجازه داده شده است برای حفاظت از تبخیر باقی بمانند.

یادآوری- در اولین مرحله آزمون، آب انداختن و هوای انباشته شده در بالای یک لوله پر شده با روان ملات، تعیین می‌شود. روان ملات تزریق شده و جا انداخته شود به طوری که از تلفات آب به خاطر تبخیر جلوگیری می‌شود. در مرحله دوم، اثر تزریق مجدد به لوله روی آب انداختن و هوای انباشته شده، تعیین می‌شود.

۱- وازلین نمونه‌ای از یک محصول تجاری مناسب در دسترس می‌باشد. این اطلاعات برای راحتی کاربران این استاندارد، داده شده است و به عنوان محصول تایید شده توسط ISO تلقی نشود.



راهنما:

۱ استوانه (لوله فولادی یا پلاستیکی)

۲ صفحه صاف

شکل ۲- آزمون پخش شدگی روان ملات

۲-۴-۴ تجهیزات آزمون و راه اندازی

الف- دو لوله شفاف، با قطر تقریبی ۸۰ mm و طول ۵ m، مجهز به سرپوش در هر دو انتها، شامل ورودی روان ملات در انتهای پایینی و خروجی روان ملات در بالا. لوله‌ها و سرپوش‌ها باید بتوانند فشار موردنظر روان ملات را تحمل کنند.

ب- دوازده رشته پیش‌تنیده با قطر $\text{Ø} = (15 \text{ تا } 16) \text{ mm}$ برای هر لوله، یعنی در مجموع ۲۴ رشته، با طول تقریبی ۵ m تا بین سرپوش لوله‌ها، جا شود.

پ- دماسنج.

۳-۴-۴ روش آزمون

۱-۳-۴-۴ کلیات

برای اجتناب از تغییر شکل‌های قابل توجه، دو لوله با زاویه $(2 \pm 30)^\circ$ نسبت به خط مرجع افقی، به تکیه‌گاه‌هایشان ثابت می‌شوند. دوازده رشته باید در هر لوله تعبیه شود. متعاقباً، سرپوش‌ها در دو انتهای لوله درزبندی می‌شود (به شکل ۳ مراجعه شود). سرپوش باید امکان بازرسی داخلی برای حضور هر گونه آب یا هوا را ممکن سازد.

روان ملات مطابق با روش تزریق اعلام شده آماده می‌شود. آزمون‌ها باید از مخلوط روان ملاتی که روانی آن اندازه‌گیری می‌شود، برداشته شوند.

۲-۳-۴-۴ تزریق روان ملات لوله اول (لوله ۱)

روان ملات از انتهای پایینی به داخل لوله ۱ تزریق می‌شود. هنگامی که روان ملات از دریچه بالایی با غلظت مشابه

غلظت روان ملات ورودی در پایین، خارج شود، شیر باید بسته شود. سپس روان ملات ورودی قطع می‌شود، و تزریق لوله ۱ خاتمه می‌یابد.

سطح هوا، آب، و دیگر مایعات جمع شده در بالای روان ملات باید اندازه‌گیری شود (به جزئیات شکل ۳ مراجعه شود). در طول ۲۴ h پس از اتمام تزریق، حداقل چهار بار سطوح اندازه‌گیری شود، یکی از اندازه‌گیری‌ها درست قبل از شروع تزریق مجدد لوله ۲ باید انجام شود (به بند ۴-۳-۳-۳ مراجعه شود).

یادآوری ۱- مایع بالای روان ملات می‌تواند توسط رنگ نسبتاً سفید تا مایل به زرد آن (معمولاً روشن‌تر از روان ملات) از روان ملات متمایز شود.

یادآوری ۲- فواصل چهار بار اندازه‌گیری به صورت زیر پیشنهاد می‌گردد: ۳۰ min، ۱ h، ۳ h و ۲۴ h بعد از تزریق.

۴-۳-۴-۴ تزریق روان ملات لوله دوم (لوله ۲)

لوله ۲ همزمان با لوله ۱ با استفاده از روش مشابه، تزریق و مخلوط می‌شود. در یک زمان تعیین شده در بیانیه روش تزریق مجدد، یا ۳۰ min (در صورتی که اعلام نشده باشد) شیرهای ورودی و خروجی لوله ۲ باز می‌شود، پمپ تزریق مجدداً روشن شده، و زمان جریان روان ملات دوباره اندازه‌گیری می‌شود.

این امر امکان جایگزینی مایع تجمع یافته در بالای لوله را با روان ملات ممکن می‌سازد. هنگامی که روان ملات از دریچه بالایی خارج شود، شیر بسته می‌شود. سپس شیر پایینی نیز قطع می‌گردد، و تزریق مجدد لوله ۲ خاتمه می‌یابد.

یادآوری ۱- مشابه لوله ۱ اندازه‌گیری سطوح در طول ۲۴ h پس از اتمام تزریق اولیه، انجام می‌شود. یکی از اندازه‌گیری‌ها درست قبل از تزریق مجدد لوله ۲ به دنبال اندازه‌گیری‌های پیشنهاد شده در ۳۰ min، ۱ h، ۳ h پس از اتمام تزریق مجدد و اندازه‌گیری نهایی در ۲۴ h، انجام می‌شود.

یادآوری ۲- تزریق مجدد لوله ۲ انجام می‌شود، حتی اگر تزریق مجدد به عنوان بخشی از روش‌های در محل پیش‌بینی نشده باشد. اگر هیچ مایع انباشته شده‌ای در بالای روان ملات وجود نداشته باشد، نتایج گزارش صفر بوده و آزمون خاتمه می‌یابد.

۴-۴-۴ گزارش نتایج

نتایج و مشاهدات زیر باید ثبت شود:

الف- تشریح راه‌اندازی آزمون؛

ب- طرح اختلاط روان ملات، منشأ و گواهی‌های مواد تشکیل دهنده روان ملات؛

پ- روش اختلاط روان ملات؛

ت- روانی مخلوط روان ملات قبل از تزریق اولیه و قبل از تزریق مجدد؛

ث- بیانیه روش تزریق شامل جزئیات فشار؛

ج- اندازه‌گیری سطوح (یا برآورد منطقی) هوا و آب (و هر مایع باقیمانده) در بالای روان ملات؛

چ- هر گونه مشاهدات و توضیح در مورد شکل‌گیری آب انداختگی یا مایع در داخل یا در بالای روان ملات، یا درباره مشکلات مواجه شده در طول آزمون؛

- ح- هر گونه مشاهدات و توضیح در مورد ترک‌های روان ملات، به وسیله موقعیت، جهت و عرض تقریبی؛
 خ- وضعیت دمای محیط در طول کل دوره آزمون؛
 د- عکس‌های نشان دهنده راه اندازی آزمون و جزئیات انتهایی بالایی لوله توسط هوا و آب و مایع باقیمانده.
 آب انداختن به صورت زیر بیان می‌شود:

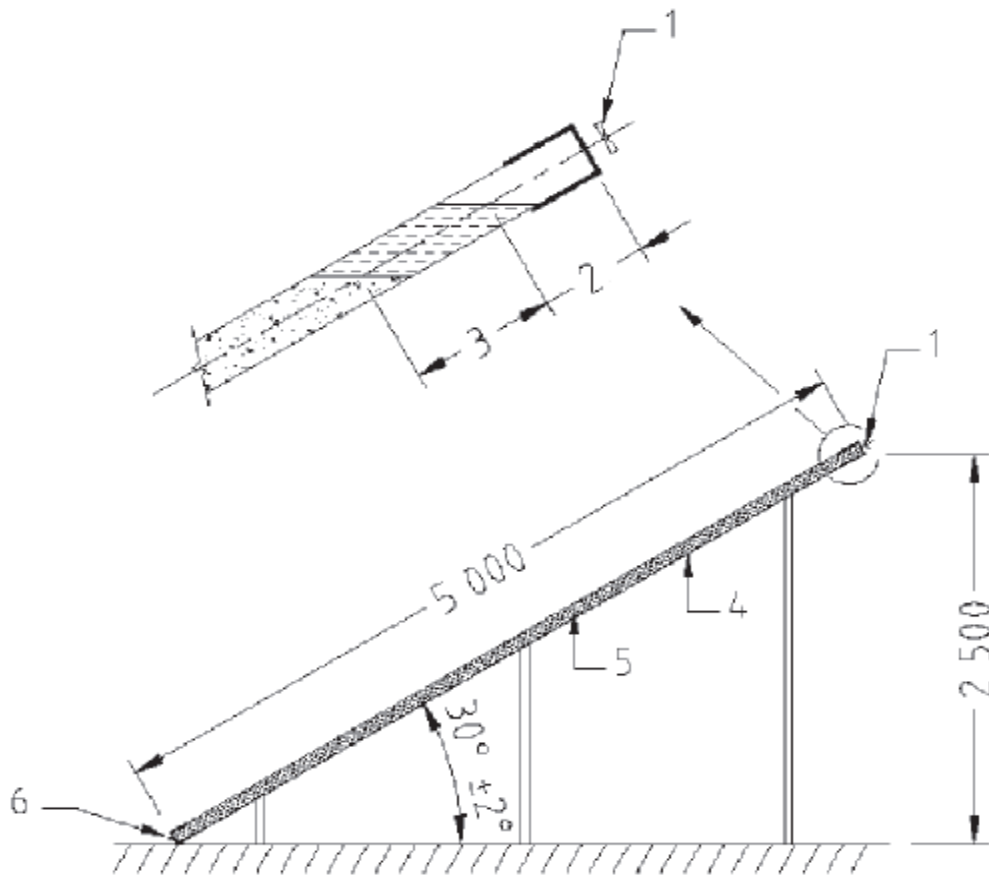
$$h_w / (5\,000 - h_w - h_a) \times 100 \% \quad (1)$$

تغییر حجم (در صورت منفی بودن) به صورت زیر می‌باشد:

$$-(h_a + h_w) / 5\,000 \times 100 \% \quad (2)$$

یادآوری- این آزمون تغییر حجم مثبت را اندازه‌گیری نمی‌کند.

ابعاد بر حسب میلی متر



راهنما:

- | | |
|---|-----------------------|
| ۱ دریچه خروجی و شیر قطع کننده | ۴ لوله شفاف |
| ۲ ارتفاع هوا، h_a بر حسب میلی متر | ۵ رشته‌های ۱۲ تایی |
| ۳ ارتفاع آب یا سایر مایعات، h_w بر حسب میلی متر | ۶ محل تزریق روان ملات |

شکل ۳- راه اندازی آزمون لوله مایل

۴-۵-۵ آزمون موینگی

۴-۵-۱ اصول آزمون

این آزمون امکان اندازه‌گیری تغییر حجم و آب انداختن را فراهم می‌کند. آب انداختگی به صورت حجم آب باقیمانده روی سطح روان ملات که اجازه داده شده است برای جلوگیری از تبخیر باقی بماند، اندازه‌گیری می‌شود. تغییر حجم به صورت درصد اختلاف حجم روان ملات در شروع و پایان آزمون، اندازه‌گیری می‌شود. اندازه‌های آزمون اساساً تغییر حجم ناشی از ته‌نشینی یا انبساط می‌باشد.

۴-۵-۲ تجهیزات

الف- یک لوله شفاف، با قطر داخلی تقریبی $(80 \text{ تا } 60) \text{ mm}$ ، و طول تقریبی 1 m ، مجهز به سرپوش در هر دو انتها.

ب- یک رشته سیم 7 تایی با طول تقریبی 900 mm که در داخل لوله، جا می‌شود.

پ- دماسنج.

۴-۵-۳ روش آزمون

لوله را در یک موقعیت عمودی با انتهای باز در بالا، قرار دهید. آن را تثبیت کنید، طوری که نتواند هیچ حرکت یا لرزشی داشته باشد.

رشته‌ها را در لوله تعبیه کنید، مطمئن شوید که آن به طور محکم روی بستر قرار گرفته و در مرکز نگه داشته شده است.

روان ملات را با نرخ جریان ثابتی در داخل لوله بریزید (یا از پایین یا با استفاده از یک لوله ترمی^۱ با قطر کوچک) تا اطمینان حاصل شود که هوای محبوسی وجود ندارد. لوله را تا ارتفاع h_0 در حدود 10 mm بالاتر از سر فولاد پر کنید. بالای لوله را برای به حداقل رساندن تبخیر درزبندی کنید. دمای روان ملات و دمای هوای محیط را ثبت کنید.

زمان شروع، t_0 و ارتفاع h_0 روان ملات را ثبت کنید.

ارتفاع روان ملات، h_g ، را در فواصل زمانی 15 min برای چهار ساعت اول و سپس در 2 h ، 3 h و 24 h ثبت کنید. اندازه‌گیری‌ها باید بدون در نظر گرفتن تقعر یا تحدب روان ملات در لوله باشد.

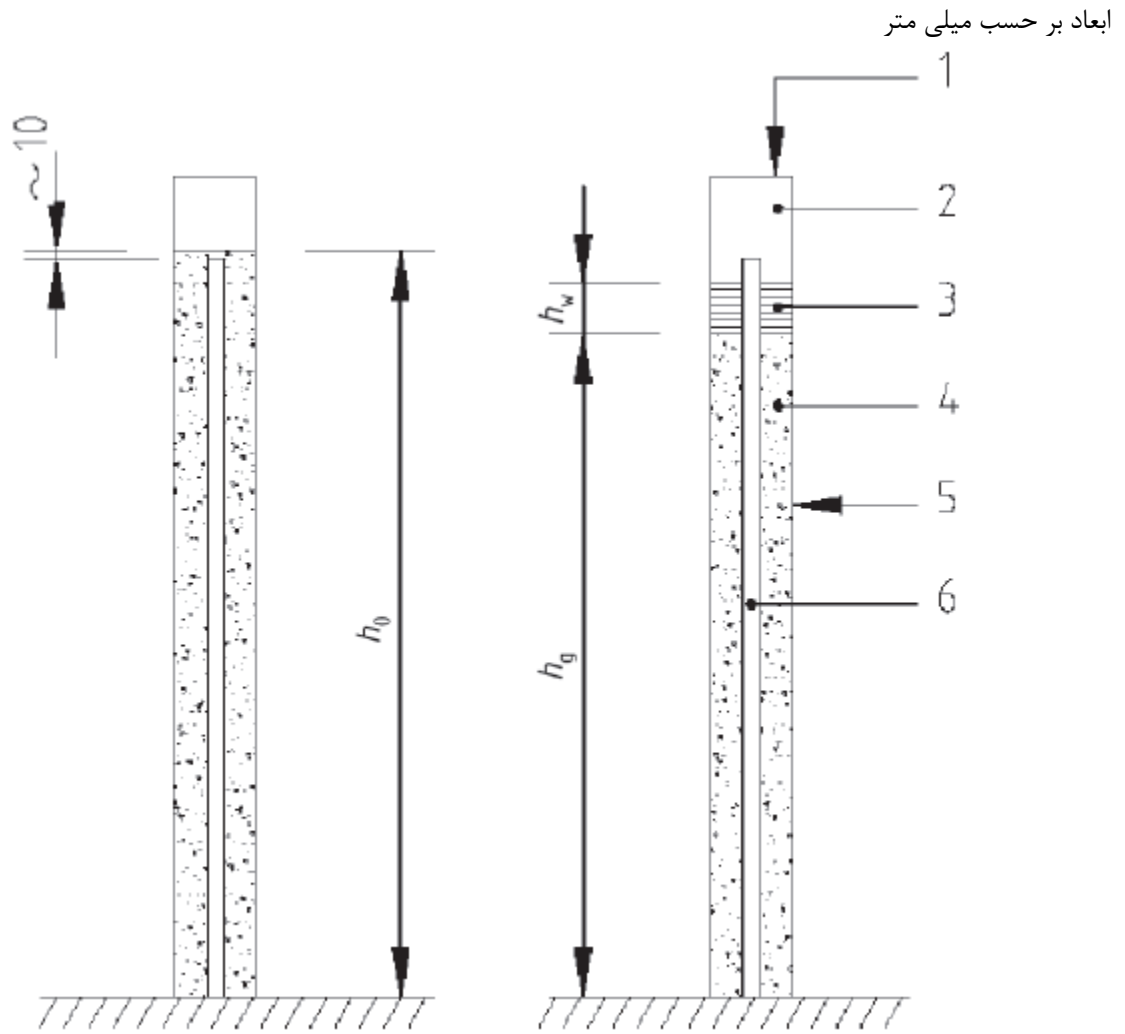
ارتفاع آب انداختگی، h_w ، را مشابه زمان‌هایی که برای روان ملات در نظر گرفته شد، ثبت کنید (به شکل ۴ مراجعه شود).

ناهمگنی ایجاد شده در ظاهر روان ملات را همچنان که از طریق لوله شفاف دیده می‌شود، را ثبت کنید. نمونه‌هایی از ناهمگنی عبارتند از:

الف- شکل‌گیری آب انداختگی عدسی شکل در زیر بالای روان ملات؛

1- Tremie tube

ب- جداشدگی منجر به شکل‌گیری ناحیه‌هایی از روان ملات با رنگ‌های مختلف می‌شود. یادآوری- هدف از ثبت در فواصل زمانی به جای در نظرگیری مقدار نهایی، امکان ردیابی رفتار روان ملات‌های منبسط شونده است. برای پروژه‌های کوچک، اندازه‌گیری در ۲۴ h ممکن است با توافقات در مستندات اجرایی حذف شود.



h_0 ارتفاع در زمان t_0
 h_g ارتفاع در زمان t_n
 h_w ارتفاع آب یا سایر مایعات

۴ روان ملات
 ۵ لوله شفاف
 ۶ رشته، سیم یا مفتول

راهنما:
 ۱ درزگیر
 ۲ هوا
 ۳ آب

شکل ۴- راه‌اندازی آزمون مویبندی

۴-۵-۴ گزارش نتایج

آب انداختن به صورت زیر بیان می‌شود:

$$h_w/h_0 \times 100 \% \quad (۳)$$

تغییر حجم به صورت زیر می‌باشد:

$$(h_g - h_0)/h_0 \times 100 \% \quad (۴)$$

۴-۶-۴ آزمون مقاومت فشاری

۴-۶-۴-۱ اصول آزمون

در این آزمون، مقاومت فشاری روان ملات (مطابق با آزمون‌های مکانیکی داده شده در استاندارد ملی ایران شماره ۳۹۳) روی نیمه‌های شکسته شده منشورها، تعیین می‌شود.

۴-۶-۴-۲ وسایل آزمون

وسایل مورد نیاز برای این آزمون به شرح زیر می‌باشد:

الف- مخلوط‌کن برای روان ملات مطابق با الزامات این استاندارد؛

ب- تجهیزات عمل‌آوری مطابق با الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۳۹۳ و با دقت $\pm 2^\circ \text{C}$ ؛

پ- دستگاه‌ها و وسیله‌های آزمون مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۳۹۳؛

ت- قالب‌های فلزی $160 \times 40 \times 40$ mm مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۳۹۳؛

ث- شمشه فلزی.

۴-۶-۴-۳ روش آزمون

۴-۶-۴-۳-۱ آماده‌سازی

قالب‌ها و متعلقات باید آماده شوند و به استثنای موارد زیر، آزمون‌ها مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۳۹۳ ساخته شوند:

هر قالب باید با روان ملات آماده شده پر شود. به عنوان یک استثناء در روش استاندارد ملی ایران شماره ۳۹۳ (و به دلیل روانی روان ملات‌ها) آزمون‌ها نباید در معرض ارتعاش یا شوک قرار بگیرند.

بلافاصله با استفاده از شمشه فلزی که تقریباً به صورت عمود نگه داشته شده، و با یک حرکت برشی عرضی آرام (یک بار در هر جهت) روان ملات اضافی را بردارید. سطح آزمون‌ها را با استفاده از همان شمشه که تقریباً به صورت تخت نگه داشته شده، صاف کنید. سپس آزمون‌ها را با یک صفحه شیشه‌ای بپوشانید. قالب‌ها را برای شناسایی آزمون‌ها علامت‌گذاری یا برجسب‌زنی کنید.

۴-۶-۳-۲ عمل آوری نمونه‌ها

نمونه‌ها تا زمان آزمون باید در آبی با دمای تعیین شده در بند ۴-۱-۲ غوطه‌ور شوند.

۴-۶-۳-۳ آزمون فشار

آزمون فشار مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۳۹۳، باید حداقل روی دو نمونه انجام شود.

۴-۶-۳-۴ گزارش نتایج

گزارش باید تمامی نتایج آزمون‌های مقاومت فشاری را بر حسب N/mm^2 ارائه کند. مقدار به دست آمده برای هر آزمون باید مقدار متوسط نتایج جداگانه باشد.

۴-۷-۷ آزمون چگالی

۴-۷-۱ اصول آزمون

چگالی با نسبت جرم به حجم در حالت سیال اندازه‌گیری می‌شود.

۴-۷-۲ وسایل آزمون

وسایل آزمون شامل تجهیزات کالیبره شده برای اندازه‌گیری وزن و حجم می‌باشد. تجهیزات آزمون مربوط به ترازوی سیال^۱ می‌تواند به صورت جایگزین به کار رود.

۴-۷-۳ گزارش نتایج

روش نمونه‌برداری، اندازه‌گیری وزن و حجم، تجهیزات مورد استفاده و چگالی تعیین شده باید گزارش شود.

پیوست الف
(اطلاعاتی)
کتابنامه

- [1] ISO 14824-2, Grout for prestressing tendons – Part 2: Grouting procedures
[2] ISO 22966, Execution of concrete structures