



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۶۴۷۹

چاپ اول

مرداد ۱۳۹۲

INSO

16479

1st. Edition

Jul.2013

مقوای کنگره‌ای - تعیین ضخامت ورق -
روش آزمون

Corrugated fibreboard-Determination
of single sheet thickness-Test method

ICS:85.060

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 مؤسسه 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 ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند، در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شود 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 پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان استاندارد ملی 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. مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاهها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمانها 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 آنها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International organization for Standardization

2 - International Electro technical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
"مقوای کنگره‌ای - تعیین ضخامت ورق -
روش آزمون"

رئیس:

بهزادی، فرحناز
(فوق لیسانس صنایع چوب و کاغذ)

دبیر:

مهدوی فیض آبادی، سعید
(دکترای صنایع چوب و کاغذ)

اعضا:

(اسامی به ترتیب حروف الفبا)
آیینی، اورینب
(لیسانس شیمی)

کارشناس شرکت کارتن ایران

امیری، سهیل
(فوق لیسانس صنایع چوب و کاغذ)

کارشناس شرکت معیار گستر صدر

براتی، سارا
(لیسانس شیمی)

کارشناس شرکت کارتن ایران

پورحسین، واحد
(لیسانس مهندسی صنایع چوب و کاغذ)

مدیر کنترل کیفیت شرکت کاغذسازی کاوه

جاوید، لاله
(لیسانس شیمی)

کارشناس پژوهشگاه استاندارد

رحمانی‌نیا، مهدی
(دکترای صنایع چوب و کاغذ)

عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت مدرس

سلیمی، محمد
(لیسانس صنایع چوب و کاغذ)

سرپرست آزمایشگاه شرکت کارتن ایران - سهامی خاص

فرضی، مجید
(فوق لیسانس صنایع چوب و کاغذ)

کارشناس شرکت مهندسی مشاور ماسا سلولز

ناظری، امیر محسن
(فوق لیسانس مهندسی صنایع چوب و کاغذ)

مدیر کنترل کیفیت شرکت کارتن توحید

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه‌ی کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصلاحات و تعاریف
۲	۴ اصول آزمون
۲	۵ وسایل مورد نیاز
۲	۵-۱ ضخامت‌سنج
۲	۵-۲ درجه‌ی ضخامت‌سنج
۳	۶ نمونه برداری
۳	۷ مشروط کردن
۳	۸ آماده سازی نمونه‌های آزمونی
۳	۹ روش آزمون
۳	۹-۱ کلیات
۴	۹-۲ بازبینی و کالیبراسیون ضخامت‌سنج
۴	۸-۳ تعیین ضخامت ورق
۴	۱۰ محاسبه و بیان نتایج
۴	۱۱ گزارش آزمون
۵	پیوست الف (الزامی)
۷	پیوست ب (اطلاعاتی)
۹	کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد " مقوای کنگره‌ای- تعیین ضخامت ورق - روش آزمون " که پیش‌نویس آن توسط سازمان ملی استاندارد ایران در کمیسیون‌های مربوطه تهیه و تدوین شده و در دو بیست و سی و هشتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد چوب و فرآورده های چوبی، سلولزی و کاغذ مورخ ۹۱/۱۱/۱۶ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان ملی استاندارد ایران، مصوب بهمن 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 3034: 2011, Corrugated fibreboard-Determination of single sheet thickness

مقوای کنگره‌ای - تعیین ضخامت ورق - روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین ضخامت یک ورق مقوای کنگره‌ای است. این استاندارد برای همه انواع ورق مقوای کنگره‌ای که برای مصارف بسته‌بندی استفاده می‌شوند، 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 تجدیدنظرهای بعدی آن موردنظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آنها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

- ۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۶، کاغذ و مقوا - شرایط محیطی استاندارد مشروط کردن، مراحل نظارت بر شرایط محیطی و آزمون نمونه‌های آزمون‌ی خمیرکاغذ، کاغذ و مقوا
- ۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۳، کاغذ و مقوا - روش نمونه‌برداری از کاغذ و مقوا برای آزمون

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر بکار می‌رود:

۱-۳

مقوای کنگره‌ای^۱

مقوایی شامل یک یا چند لایه کاغذ کنگره‌ای است که به یک لایه صاف و یا بین چند لایه می‌چسبد (طبق بند ۴-۴۹ استاندارد ملی ایران شماره ۴-۴۳۱۷).

۲-۳

ضخامت ورق مقوای کنگره‌ای^۲

فاصله‌ی بین یک سطح مقوای کنگره‌ای تا سطح دیگر آن که طبق روش این استاندارد ملی و تحت اعمال یک فشار ثابت اندازه‌گیری می‌شود.

۴ اصول آزمون

اندازه‌گیری ضخامت ورق مقوای کنگره‌ای به وسیله‌ی یک ضخامت سنج با دقت زیاد تحت اعمال فشار ثابت انجام می‌شود.

1- Corrugated fibreboard

2- Single sheet thickness corrugated fibreboard

۵ وسایل مورد نیاز

۵-۱ ضخامت سنج با اعمال بار مرده^۱، شامل دو سطح صاف، موازی و گرد که یک لایه مقوای کنگره ای برای اندازه گیری ضخامت در بین آن ها قرار می گیرد. مقدار فشار اعمال شده بین دو سطح ضخامت سنج در هنگام اندازه گیری ضخامت باید $(\pm 0.5/20)$ کیلوپاسکال باشد. یادآوری- در سایر روش های اندازه گیری ضخامت که از فشار متفاوتی استفاده می کنند، ممکن است نتایج بدست آمده یکسان نباشد. دو سطح اعمال فشار ضخامت سنج باید بدون مشکل بوده و متشکل است از یک سطح ثابت (مثل فک ثابت آ) و یک سطح متحرک که در جهت عمود بر سطح صاف با سرعت ۲ تا ۳ میلی متر بر ثانیه حرکت می کند. قطر سطح اول باید $(\pm 0.3/35.7)$ میلی متر باشد و قطر سطح دوم باید به اندازه ای باشد که وقتی ضخامت سنج عدد صفر را نشان می دهد، دو سطح در تماس کامل با یکدیگر باشند. بنابراین، نمونه آزمونی گرد با مساحت $(\pm 20/1000)$ میلی متر مربع یا $(\pm 0.2/10)$ سانتی متر مربع برای اندازه گیری ضخامت، بین دو صفحه تحت فشار قرار می گیرد. دقت ضخامت سنج باید به اندازه ای باشد که بتواند ضخامت را تا 0.05 میلی متر اندازه گیری کند (طبق پیوست الف). وقتی ضخامت سنج طبق پیوست الف کالیبره می شود باید دارای ویژگی هایی مثل تأمین فشار $(\pm 0.5/20)$ کیلوپاسکال و نیز مشخصات جدول یک باشد (طبق بند ۹-۲).

جدول ۱- نیازمندی های کاربردی ضخامت سنج

مشخصات ضخامت سنج	حداکثر مقدار مجاز
خطای نشان داده شده	± 0.5 درصد
خطای مربوط به قرینه بودن بین دو سطح فشار	۱ درصد
تکرارپذیری اندازه گیری (مانند انحراف از معیار)	0.5 درصد

۵-۲ شاخص های ضخامت، (طبق پیوست الف ۴) که ضخامت هایی به مقدار تقریبی 0.10 ، 0.30 ، 0.50 ، 0.70 و 0.90 کل درجه بندی ضخامت سنج را دارا می باشند. میزان دقت اندازه گیری این شاخص ها باید 5 میکرومتر باشد.

۶ نمونه برداری

اگر قرار است آزمون تعیین ضخامت بر روی یک بهر انجام شود، نمونه برداری را طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۳ انجام دهید. در صورتی که آزمون بر روی نوع دیگری از نمونه انجام می شود، باید اطمینان حاصل شود که نمونه ها معرف نمونه های آزمونی دریافت شده هستند.

1- Dead -weight
2- Anvil

۷ مشروطسازی

مشروطسازی آزمونه‌ها را طبق استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۱۰۶ انجام دهید.

۸ آماده‌سازی نمونه‌های آزمونی

مشروط کردن نمونه‌های آزمونی را مشابه آزمونه‌ها (طبق بند ۷) انجام دهید. نمونه‌های آزمونی باید فاقد هرگونه صدمه یا تغییرات غیرمعمول مثل اثرات ماشین تبدیل^۱ یا چاپ و امثال آن باشد که می‌تواند بر نتایج آزمون اثر بگذارد. مگر آن که در این مورد توافقی صورت گرفته باشد. اگر لازم است ضخامت نمونه‌ی چاپ شده اندازه‌گیری شود، همه اندازه‌گیری‌ها باید در قسمت‌های چاپ شده صورت گیرد.

برای دستیابی به اهداف مختلف مشکل‌یابی و درک بهتر این آزمون، از نمونه‌های مختلف با کیفیت‌های متفاوت می‌توان استفاده نمود. آزمونه‌ها باید معرف همه مواد مورد آزمون باشند. در صورتی که لازم است آزمونه از جعبه کارتن دارای مقوای کنگره‌ای تهیه شود، از قسمت‌های تاخورده، اتصالات و درهای کارتن نمونه‌برداری نکنید. در غیر این صورت، باید توافقی در مورد عدم تهیه آزمونه از قسمت‌های صدمه دیده یا قسمت‌هایی که معرف همه لایه‌های کارتن نیست، صورت گرفته باشد.

حداقل ۵ آزمونه را با اندازه مناسب و به صورت تصادفی طوری انتخاب کنید که بتوان حداقل ۱۰ نمونه آزمونی (دو نمونه آزمونی از هر آزمونه) را از آن برید. از آزمونه‌ها، نمونه‌های آزمونی با سطح ۱۰۰۰۰ میلی‌متر مربع (۱۰۰ سانتی‌متر مربع) به شکل دایره یا مربع (با قطر ۱۱۲/۹ میلی‌متر) ببرید. اگر فقط امکان تهیه یک نمونه آزمونی از هر آزمونه وجود دارد، ۱۰ آزمونه را انتخاب نموده و از هر کدام یک نمونه آزمونی تهیه کنید. اطمینان یابید که ابعاد نمونه‌های آزمونی خیلی بزرگ نباشند تا جرم آنها که از لبه (سطح) پایینی ضخامت‌سنج آویزان شده است، در حین اندازه‌گیری ضخامت باعث ایجاد خطا نشود.

۹ روش آزمون

۹-۱ کلیات

قبل از استفاده ضخامت‌سنج (طبق بند ۵-۱) یا در حین عملیات کالیبراسیون (طبق پیوست الف) اطمینان یابید که سطح ثابت (فک ثابت)، منطقه اعمال فشار و شاخص‌های ضخامت (طبق بند ۵-۲) تمیز باشند. قبل و در حین انجام یک سری آزمون، دقت اندازه‌گیری دستگاه را در نقطه صفر (بدون نمونه آزمونی) کنترل کنید.

یادآوری - وقتی که الیاف به صورت کلوخه بر روی سطح ثابت و منطقه اعمال فشار جمع شوند، می‌توانند باعث بروز خطای زیاد در اندازه‌گیری شوند.

نقطه صفر ضخامت‌سنج را با قرار دادن سطوح ضخامت‌سنج در تماس با هم تنظیم نمایید.

1- Converting machine

۲-۹ بازبینی و کالیبراسیون ضخامت‌سنج

طی دوره‌های زمانی مناسب، ضخامت‌سنج را در درجه حرارتی که معمولاً استفاده می‌شود کالیبره کرده و عملکرد آن را طبق روش پیوست الف بازبینی نمایید.

۳-۹ تعیین ضخامت ورق

آزمون را تحت شرایط محیطی استاندارد که قبلاً آزمون (طبق بند ۷) مشروط شده است، انجام دهید. ضخامت‌سنج را بر روی یک سطح افقی ثابت قرار داده و نمونه آزمونی را بین دو سطح باز ضخامت‌سنج طوری بگذارید که حداقل ۲۰ میلی‌متر از هر لبه‌ی نمونه آزمونی فاصله داشته باشد. ضمن نگهداشتن نمونه آزمونی، سطح متحرک ضخامت‌سنج را با دقت زیاد و سرعت یکنواخت و آرام ۲ تا ۳ میلی‌متر بر ثانیه به طرف سطح ثابت (فک ثابت) نزدیک کنید به طوری که اثری بر سطح نمونه آزمونی نگذارد. به محض ثابت شدن اندازه‌ی ضخامت که معمولاً بین ۲ تا ۵ ثانیه طول می‌کشد، عدد ضخامت را قرائت کنید. در صورتی که نمونه آزمونی قابلیت خوابیدن^۱ داشته باشد، قرائت را ظرف ۲ تا ۳ ثانیه انجام دهید. در حال قرائت ضخامت، از اعمال هر گونه فشار دستی بر روی نمونه آزمونی یا ضخامت‌سنج خودداری کنید. بر روی هر نمونه آزمونی فقط یک آزمون انجام دهید. برای بقیه نمونه‌های آزمونی از روش مذکور استفاده نمایید.

۱۰ محاسبه و بیان نتایج

میانگین و انحراف از معیار حداقل ۱۰ اندازه‌گیری انجام شده طبق بند ۹-۳ را محاسبه کنید. ضخامت ورق مقوای کنگره‌ای را تا سه رقم اعشار بر حسب میلی‌متر بیان کنید.

۱۱ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل حداقل آگاهی‌های زیر باشد:

- ۱-۱۱ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛
- ۲-۱۱ تاریخ، محل آزمون و نام آزمایشگر؛
- ۳-۱۱ توصیف و تعیین مشخصات نمونه مورد آزمون؛
- ۴-۱۱ شرایط محیطی مورد استفاده در حین انجام آزمون؛
- ۵-۱۱ میانگین عددی ضخامت ورق مقوای کنگره‌ای (طبق بند ۱۰) و انحراف از معیار؛
- ۶-۱۱ هر گونه انحراف از روش‌های این استاندارد یا هر گونه اتفاقی که بر روی نتایج آزمون، تأثیر نامطلوب بگذارد؛
- ۷-۱۱ هر گونه اطلاعاتی که ممکن است به تفسیر نتایج این آزمون کمک کند، به خصوص مواردی که مربوط به فشردگی سطح مورد اندازه‌گیری، طی عملیات چاپ یا تبدیل می‌باشد.

پیوست الف

(الزامی)

کالیبراسیون و بازبینی عملکرد ضخامت‌سنج

الف- ۱ کلیات

عملکرد ضخامت‌سنج را تحت شرایط محیطی استاندارد که اندازه‌گیری ضخامت در آن انجام خواهد شد بازبینی کنید و مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید.

برای ضخامت‌سنج‌هایی که به طور مکرر استفاده می‌شوند، میزان خطا و تکرارپذیری را تعیین کنید و بر اساس توصیه سازنده دستگاه، فشار اعمال شده بین دو سطح و خطای قرینه بودن سطوح را تعیین نمایید. در صورتی که عملکرد اندازه‌گیری ضخامت‌سنج در محدوده‌ی مناسب (طبق بند ۵-۱) نیست، اصلاحات لازم را انجام داده و از آزمون‌های سری استفاده نمایید.

برای آنکه بتوان انواع مقوای کنگره‌ای موجود را با ضخامت‌سنج اندازه‌گیری نمود، بهتر است ظرفیت اندازه‌گیری بار مرده حداقل ۲۰ میلی‌متر باشد.

قبل از کالیبراسیون دستگاه، اطمینان حاصل کنید که سطح ثابت (فک ثابت)، منطقه فشار و شاخص‌های ضخامت تمیز باشند. تمیز کردن شاخص‌های ضخامت را باید با الکل و به آرامی توسط پارچه‌های بدون پرز انجام داد.

الف- ۲ فشار اعمال شده بین دو سطح دستگاه

از یک وسیله مناسب (مثل وسیله‌ی اعمال نیرو یا یک ترازوی آزمایشگاهی که از میان آن میله‌ای عبور نموده و توسط کلافی که سطح ثابت را نگه می‌دارد بر روی ضخامت‌سنج نصب شده است) برای بررسی دقت و یکنواختی فشار اعمال شده بین دو سطح فشار استفاده کنید. همچنین این بررسی می‌تواند به وسیله سازنده دستگاه در حین کالیبراسیون انجام شود.

برای بررسی یکنواختی فشار اعمال شده از یک فیلم حساس به فشار^۱ استفاده نمایید.

الف- ۳ خطای نشان داده شده و تکرارپذیری

الف-۳-۱ به وسیله تماس دو سطح اعمال فشار در ضخامت‌سنج، درجه‌ی آن را بر روی صفر تنظیم کنید. در حین انجام مراحل زیر از تنظیم دوباره درجه دستگاه خودداری کنید.

الف-۳-۲ دهانه‌ی دستگاه (فاصله‌ی بین دو سطح اعمال فشار) را باز کنید و دوباره آن طوری را ببینید که سطوح اعمال فشار در تماس با یکدیگر قرار گیرند، سپس عدد مربوطه را یادداشت کرده و این عملیات را پنج بار تکرار کنید.

الف-۳-۳ یکی از شاخص‌های ضخامت (طبق بند ۵-۲) را انتخاب کنید و پس از باز کردن دهانه‌ی ضخامت‌سنج و گذاشتن شاخص در داخل آن، دهانه را بسته و ضخامت را یادداشت کنید. از دست‌کاری شاخص در حین تمیز کردن یا قرار دادن آن به داخل ضخامت‌سنج خودداری کنید. این عملیات را حداقل پنج بار تکرار کنید.

1- Pressure-sensitive film

الف-۳-۴ دستورالعمل بند الف ۳-۳ را با سایر شاخص‌های ضخامت (طبق بند ۵-۲) تکرار کنید.

یادآوری- شاخص‌های ضخامت را باید به تنهایی استفاده کرد و از استفاده آنها به صورت ترکیبی اجتناب نمود.

الف-۳-۵ دستورالعمل بند الف ۳-۲ را تکرار کنید.

الف-۳-۶ برای هر شاخص موارد زیر را محاسبه کنید.

- تکرارپذیری، که انحراف از معیار پنج ضخامت اندازه‌گیری شده (یا بیشتر) است

- خطای نشان داده شده، یعنی تفاوت بین پنج اندازه‌گیری ضخامت (یا بیشتر) و شاخص‌های ضخامت

الف-۴ قرینه بودن سطوح فشار

الف-۴-۱ یکی از شاخص‌های ضخامت (طبق بند ۵-۲) را انتخاب کنید و دهانه‌ی ضخامت‌سنج را باز کرده، شاخص را بین دهانه قرار دهید به طوری که تا حد ممکن به یکی از لبه‌های سطوح فشار نزدیک باشد. سپس اجازه دهید تا شاخص ضخامت بین سطوح فشار قرار بگیرد (طبق بند ۹-۱) و عدد مربوط به ضخامت را یادداشت کنید.

الف-۴-۱-۱ دهانه‌ی ضخامت‌سنج را باز نموده و شاخص ضخامت را تا حد امکان نزدیک به لبه مخالف با لبه استفاده شده طبق بند الف ۴-۱ قرار دهید. اجازه دهید تا شاخص ضخامت بین سطوح فشار قرار بگیرد (طبق بند ۹-۱) و دوباره عدد مربوط به ضخامت را یادداشت کنید.

الف-۴-۲ دستورالعمل مورد استفاده در بند ۴-۱ را در مورد نقاط دیگری از لبه سطوح فشار و نقاط متقابل آنها تکرار کنید.

الف-۴-۳ با استفاده از شاخص‌های باقیمانده دستورالعمل‌های الف ۴-۱، الف ۴-۱-۱ و الف ۴-۲ را به ترتیب تکرار کنید.

الف-۴-۴ خطای قرینه بودن دستگاه (E) را برای هر شاخص ضخامت که با کمک آن ضخامت اندازه‌گیری می‌شود، طبق فرمول شماره الف ۱ محاسبه کنید:

$$E = 0.5 \sqrt{d_1^2 + d_2^2} \quad (\text{الف } 1)$$

که در آن:

d_1 : اختلاف بین ضخامت‌های قرائت شده با ضخامت اسمی شاخص مربوط به یکی از نقاط انتهایی لبه‌های سطوح اعمال فشار
 d_2 : اختلاف بین ضخامت‌های قرائت شده با ضخامت اسمی شاخص مربوط به نقاط انتهایی متقابل با نقاطی که d_1 به وسیله آنها محاسبه شده است

پیوست ب
(اطلاعاتی)
دقت

ب- ۱ اطلاعات زیر به وسیله سرویس آزمون تطبیقی^۱ مؤسسه CPEI در نیمه دوم سال ۲۰۰۹ تهیه شده است. بر روی دو نمونه، ۱۰ آزمون توسط آزمایشگاه‌های همکار انجام شده است. این محاسبات طبق استاندارد ایزو ۲۴۴۹۸ سال ۲۰۰۶ (منبع ۴) و تاپی ۰۷- sp- ۱۲۰۰ T (منبع ۵) انجام شده است.

وقتی که از اطلاعات CPEI-CTS استفاده می‌شود، نیاز به محاسبه مجدد اطلاعات برای ارایه محدوده‌ی تکرارپذیری و تجدیدپذیری می‌باشد.

محدوده‌ی تکرارپذیری (r) از فرمول (در یک آزمایشگاه) $r = 1.96 \times \sqrt{2} \times s$ محاسبه می‌شود.

محدوده‌ی تجدیدپذیری از فرمول (بین آزمایشگاه‌ها) $r = 1.96 \times \sqrt{2} \times \sqrt{s^2(\text{در یک آزمایشگاه}) + s^2(\text{بین آزمایشگاه‌ها})}$ محاسبه می‌شود.

تکرارپذیری انحراف از معیار که در جدول ب ۱ آورده شده است، تلفیقی^۲ نامیده شده و بر اساس جذر میانگین مربعات انحراف از معیارهای نتایج آزمایشگاه‌های مختلف محاسبه می‌شود. این تکرارپذیری با تعریف متداول تکرارپذیری طبق استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۱-۷۴۴۲ متفاوت است. محدوده برآورد تکرارپذیری و تجدیدپذیری شامل حداکثر اختلاف مورد انتظار از ۱۹ اندازه‌گیری از ۲۰ مورد می‌باشد. وقتی که نتیجه دو آزمون روی یک ماده و تحت شرایط یکسان است. این برآورد برای مواد مختلف و تحت شرایط متفاوت آزمون معتبر نیست. این محدوده با ضرب کردن انحراف از معیار تکرارپذیری و تجدیدپذیری در عدد ۲/۷۷ محاسبه می‌شود.

یادآوری- فرمول $2.77 = 1.96\sqrt{2}$ مشروط به آن که نتایج آزمون دارای توزیع نرمال بوده و انحراف از معیار (s) بر اساس تعداد زیادی آزمون محاسبه شده باشد.

ب- ۲ تکرارپذیری

جدول ب-۱- برآورد تکرارپذیری آزمون تعیین ضخامت یک ورق مقوای کنگره‌ای

نمونه	تعداد آزمایشگاه‌ها	میانگین ضخامت	انحراف از معیار s_r mm	ضریب تغییرات CV_r %	محدوده تکرارپذیری r mm
۱	۱۵	۴	۰/۰۲۲	۰/۵۳۷	۰/۰۶۰
۲	۱۳	۶/۹۶	۰/۰۳۵	۰/۵۰۸	۰/۰۹۸

1-Comparative Testing Service (CTS)
2-Pooled

ب ۳- تجدیدپذیری

جدول ب-۲- برآورد تجدیدپذیری آزمون تعیین ضخامت یک ورق مقوای کنگره‌ای

محدوده تجدیدپذیری	ضریب تغییرات	انحراف از معیار	میانگین ضخامت	تعداد	نمونه
R mm	CV_r %	s_r mm	mm	آزمایشگاه‌ها	
۰/۰۷۱	۰/۶۳۷	۰/۰۲۵	۴	۱۵	۱
۰/۱۳۰	۰/۶۷۶	۰/۰۴۷	۶/۹۶	۱۳	۲

کتابنامه

- [1] ISO 534:2005, *Paper and board - Determination of thickness, density and specific volume*
- [2] ISO 4046-4:2002, *Paper, board, pulps and related terms - Vocabulary - Part 4: Paper and board grades and converted products*
- [3] ISO 5725-1:1994, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results - Part 1: General principles and definitions*
- [4] ISO/TR 24498:2006, *Paper, board and pulps - Estimation of uncertainty for test methods*
- [5] TAPPI Test method T 1200 sp-07, *Interlaboratory evaluation of test methods to determine TAPPI repeatability and reproducibility*