

آزمون چسب کاشی، توانایی اتصال کاشی به زیرآیند، پایداری اتصال در برابر آب و تغییرات دما، میزان لغزش و قابلیت تغییر شکل چسب را بررسی می‌کند. انتخاب آزمون به نوع چسب و کاربرد آن بستگی دارد. این مقاله روش‌های آزمون و الزامات اصلی تجهیزات را بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۹۸، معرف می‌کند. در فایل مبنا، استاندارد BS EN 12004-2:2017 ۱۲۴۹۲ قسمت ۲، چاپ اول سال ۱۳۹۸، معرف می‌کند. در فایل مبنا، استاندارد

قسمت دوم استاندارد به روش آزمون می‌پردازد. تعیین کلاس محصول و قضاوت درباره پذیرش آن باید با مراجعه به الزامات قسمت اول استاندارد انجام شود. مطالب حاضر راهنمای فنی خلاصه شده هستند؛ برای اجرای آزمایش، جزئیات نمونه‌سازی، تیرانس‌ها و نقشه فیکسچرها باید از متن استاندارد کنترل شوند.

انواع چسب کاشی و آزمون‌های مربوط

- **چسب سیمانی با نماد C:** آزمون اصلی اتصال، چسبندگی کششی است؛ تغییر شکل عرضی نیز برای بررسی قابلیت تغییر شکل اندازه‌گیری می‌شود.
- **چسب دیسپرسی با نماد D:** چسبندگی برشی در شرایط اولیه و پس از شرایط دهی مرتبط بررسی می‌شود.
- **چسب رزینی واکنشگر با نماد R:** چسبندگی برشی اولیه، پس از غوطه‌وری در آب و پس از شوک حرارتی ارزیابی می‌شود.
- زمان باز و لغزش نیز با روش‌های مستقل استاندارد اندازه‌گیری می‌شوند.

شرایط عمومی آزمایش و آماده‌سازی چسب

- دمای محیط آزمایش: 23 ± 2 درجه سلسیوس.
- رطوبت نسبی: 50 ± 5 درصد.

- سرعت جریان هوای محیط: کمتر از ۰.۲ متر بر ثانیه.
- تثبیت شرایط مواد آزمون: حداقل ۲۴ ساعت در شرایط استاندارد.
- مقدار نمونه برداری از چسب: حداقل ۲ کیلوگرم.
- کاشی‌ها باید تمیز، خشک و استفاده نشده باشند؛ نوع، جذب آب و ابعاد کاشی در هر روش متفاوت است.

برای چسب سیمانی، نسبت آب یا مایع به پودر طبق دستور سازنده تعیین می‌شود؛ اگر سازنده بازه‌ای ارائه کرده باشد، میانگین آن به کار می‌رود. مخلوط‌کن استاندارد باید سرعت چرخش 140 ± 5 دور بر دقیقه و حرکت مداری 62 ± 5 دور بر دقیقه را تأمین کند. ابتدا مایع و سپس پودر وارد ظرف می‌شود؛ اختلاط اولیه ۳۰ ثانیه، جمع کردن مواد از دیواره و تیغه ۱ دقیقه و اختلاط بعدی ۱ دقیقه است. پس از زمان عمل‌آوری اعلام شده سازنده، اختلاط مجدد ۱۵ ثانیه انجام می‌شود. چسب دیسپرسی و رزینی طبق دستور سازنده آماده می‌شوند.

صفحه بتنی آزمون باید حداقل ۳۵ میلی‌متر ضخامت، رطوبت کمتر از ۳ درصد جرمی و مقاومت چسبندگی کششی حداقل ۱.۵ نیوتن بر میلی‌متر مربع داشته باشد. جذب آب سطحی پس از ۴ ساعت باید در محدوده ۰.۵ تا ۱.۵ سانتی‌متر مکعب، طبق روش اندازه‌گیری پیوست الف، قرار گیرد.

آزمون زمان باز چسب کاشی

زمان باز، مدت مجاز بین پخش چسب روی زیرآیند و نصب کاشی است که پس از آن هنوز چسبندگی مورد نیاز حاصل می‌شود. این کمیت با زمان مصرف مخلوط داخل ظرف متفاوت است.

1. چسب آماده شده روی صفحه بتنی پخش و با کاردک دارای دندانه‌های 6×6 میلی‌متر و فاصله مرکز تا مرکز شیارها ۱۲ میلی‌متر شانه می‌شود. زاویه کاردک نسبت به زیرآیند تقریباً ۶۰ درجه است.
2. در زمان‌های ۵، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه پس از پخش چسب، برای هر زمان حداقل ۱۰ کاشی با ابعاد 50 ± 1 در 50 ± 1 میلی‌متر نصب می‌شود. کاشی با جذب آب 15 ± 3 درصد و ضخامت ۷ تا ۱۰ میلی‌متر است، BIII این آزمون از گروه ۳.
3. روی هر کاشی نیروی 20 ± 0.5 نیوتن به مدت ۳۰ ثانیه اعمال می‌شود.

- پس از ۲۷ روز در شرایط استاندارد، صفحات فلزی کشنده با چسب مناسب به کاشی متصل می‌شوند. بعد از ۲۴ ساعت دیگر، آزمون کشش مستقیم انجام می‌شود.
- نرخ افزایش نیرو 250 ± 50 نیوتن بر ثانیه است. مقاومت هر نمونه از تقسیم نیروی شکست بر سطح اتصال محاسبه می‌شود.

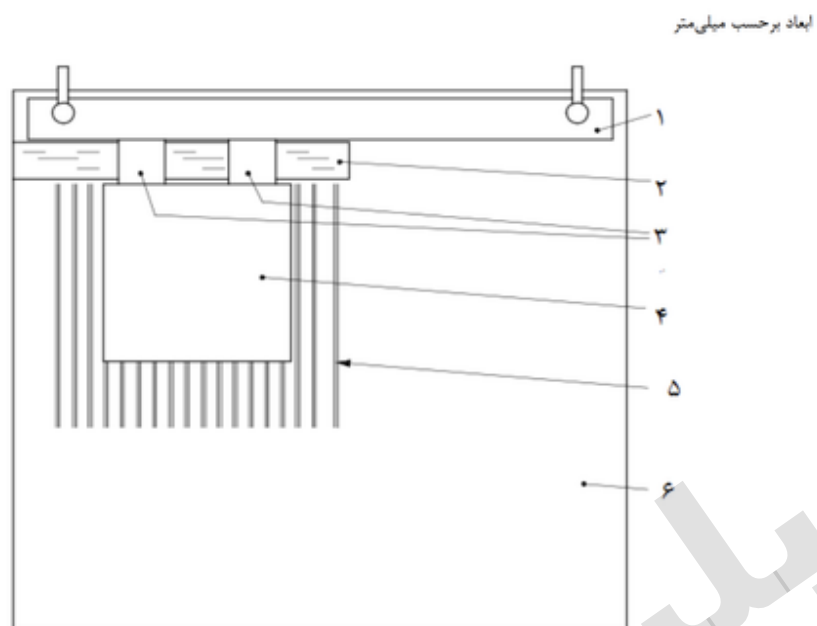
زمان باز گزارش شده، بیشترین زمان نصب کاشی است که مقاومت چسبندگی آن الزامات قسمت اول استاندارد را برآورده کند. نتایج هر فاصله زمانی باید مستقل ارزیابی شوند.

آزمون لغزش کاشی

این آزمون میزان پایین آمدن کاشی تحت وزن خودش روی سطح عمودی را اندازه می‌گیرد و برای بررسی عملکرد چسب در نصب دیواری کاربرد دارد.

- نوار فولادی مرجع و نوار پوشاننده روی صفحه بتنی نصب می‌شوند؛ چسب با کاردک استاندارد پخش و شانه می‌شود.
- پس از برداشتن نوار پوشاننده و قراردادن فاصله اندازه‌ها، کاشی پس از ۲ دقیقه نصب می‌شود. ابعاد کاشی 100 ± 1 در 100 ± 1 میلی‌متر، جرم آن 200 ± 10 گرم، ضخامت ۸ تا ۱۰ میلی‌متر و جذب آب حداکثر ۰٫۵ درصد است.
- نیروی 50 ± 10 نیوتن اعمال و فاصله اولیه از مرجع در سه نقطه اندازه‌گیری می‌شود.
- پس از 30 ± 5 ثانیه، وزنه و فاصله اندازه‌ها برداشته و صفحه بلافاصله به حالت عمودی منتقل می‌شود.
- پس از 20 ± 2 دقیقه، فاصله در همان سه نقطه دوباره اندازه‌گیری می‌شود. اختلاف قرائت‌ها مقدار لغزش را مشخص می‌کند.

آزمون برای سه کاشی تکرار و مقادیر منفرد و میانگین، بر حسب میلی‌متر، گزارش می‌شوند. کولیس مورد نیاز استاندارد دارای درستی ۰٫۰۱ میلی‌متر است.



راهنما:

- | | |
|---|--|
| ۱ | نوار فولادی با لبه‌های صاف |
| ۲ | نوار غلاف‌دار با پهنای ۲۵mm |
| ۳ | فاصله انداز با ابعاد ۲۵mm×۲۵mm به ضخامت ۱۰mm |
| ۴ | کاشی: ۱۰۰mm×۱۰۰mm |
| ۵ | چسب |
| ۶ | صفحه بتنی |

شکل ۱- آزمون لغزش

آزمون چسبندگی کششی چسب سیمانی

با جذب آب کمتر از ۰.۵ درصد و سطح Bl_a در این روش، نیروی عمود بر سطح کاشی تا جداسازی اتصال افزایش می‌یابد. کاشی‌های بدون لعاب از گروه اتصال 50 ± 1 در 50 ± 1 میلی‌متر استفاده می‌شوند. پس از پخش و شانه‌کردن چسب، کاشی‌ها در زمان ۵ دقیقه نصب و با نیروی 20 ± 0.5 نیوتن به مدت ۳۰ ثانیه بارگذاری می‌شوند. برای هر شرایط آزمون ۱۰ نمونه آماده می‌شود.

برنامه اصلی شرایط دهی

شرایط آزمون

چسبندگی اولیه	روز در شرایط استاندارد؛ اتصال صفحات کاشنده؛ ۲۴ ساعت دیگر در شرایط استاندارد و سپس کشش ۲۷
پس از غوطه‌وری در آب	روز شرایط استاندارد و سپس ۲۰ روز غوطه‌وری؛ اتصال صفحات کاشنده؛ پس از ۷ ساعت، بازگشت به آب؛ آزمون روز بعد، ۷. بلافاصله پس از خروج از آب
پس از فرسودگی حرارتی	روز شرایط استاندارد و ۱۴ روز در آون 70 ± 3 درجه سلسیوس؛ اتصال صفحات کاشنده و ۲۴ ساعت شرایط استاندارد ۱۴. پیش از کشش
پس از یخ‌زدن و ذوب‌شدن	روز شرایط استاندارد، ۲۱ روز غوطه‌وری و ۲۵ چرخه یخ‌زدن و ذوب‌شدن طبق برنامه بند ۸-۳-۳-۵؛ سپس اتصال صفحات ۷. کاشنده و ۲۴ ساعت شرایط استاندارد
چسب زودگیر	اندازه‌گیری چسبندگی اولیه در ۶ ساعت پس از نصب کاشی در شرایط استاندارد

برای آزمون یخ‌زدن و ذوب‌شدن، پیش از نصب، پشت کاشی نیز با لایه چسب تقریباً ۱ میلی‌متر پوشانده می‌شود. برنامه سرمایش، نگهداری و گرم‌کردن هر چرخه باید عیناً از بند مربوط اجرا شود؛ صرفاً شمارش ۲۵ چرخه کافی نیست.

صفحات کاشنده فلزی باید ابعاد 50 ± 1 در 50 ± 1 میلی‌متر و حداقل ضخامت ۱۰ میلی‌متر داشته باشند. اتصال دستگاه باید نیروی کشش مستقیم را با نرخ 250 ± 50 نیوتن بر ثانیه اعمال کند و از ایجاد خمش جلوگیری شود.

مقاومت چسبندگی کششی = نیروی شکست بر حسب نیوتن ÷ سطح اتصال بر حسب میلی‌متر مربع

سطح اسمی اتصال در این روش ۲۵۰۰ میلی‌متر مربع است. برای مثال، نیروی شکست ۲۵۰۰ نیوتن، مقاومت ۱ نیوتن بر میلی‌متر مربع، معادل ۱ مگاپاسکال، ایجاد می‌کند.

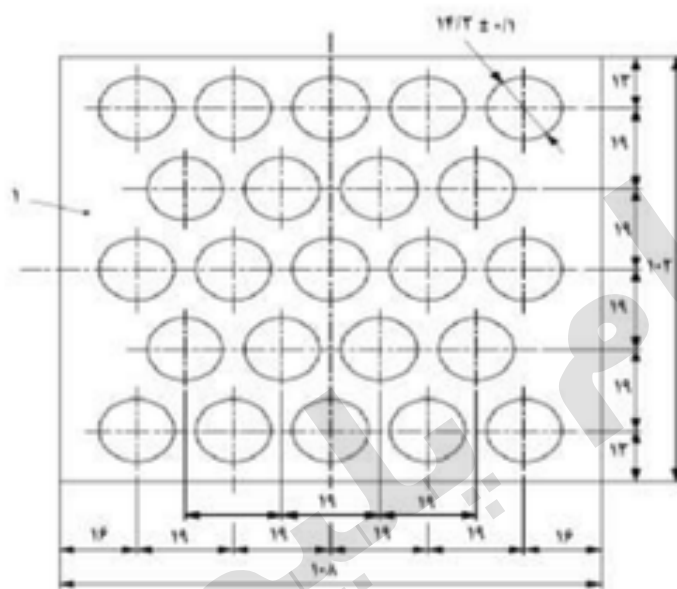
آزمون چسبندگی برشی چسب دیسپرسی

با ابعاد 10.8 ± 1 در 10.8 ± 1 میلی‌متر و جذب آب 15 ± 3 درصد استفاده می‌شود. چسب با قالب مخصوص BIII برای هر نمونه، دو کاشی متخلخل گروه بین کاشی‌ها قرار می‌گیرد. فاصله‌اندازهای قطر ۰.۸ میلی‌متر ضخامت اتصال را تنظیم می‌کنند و کاشی‌ها با جابه‌جایی نسبی ۶ میلی‌متر مونتاژ می‌شوند. نیروی 70 ± 15 نیوتن به مدت ۳ دقیقه اعمال می‌شود. برای هر شرایط ۱۰ نمونه لازم است.

- چسبندگی اولیه: پس از ۱۴ روز در شرایط استاندارد.
- پس از آب: ۷ روز در شرایط استاندارد و ۷ روز غوطه‌وری در آب در دمای استاندارد؛ برای کاربرد داخلی در معرض رطوبت طبق استاندارد.
- پس از فرسودگی حرارتی: ۱۴ روز شرایط استاندارد، ۱۴ روز آون 73 ± 3 درجه سلسیوس و ۲۴ ساعت شرایط استاندارد.
- در دمای افزایش‌یافته: همان برنامه حرارتی، با انجام آزمون ۱ دقیقه پس از خروج از آون.

فیکسچر مخصوص، نیروی دستگاه کشش یا فشار را به نیروی برشی روی اتصال تبدیل می‌کند. سرعت حرکت فک 5 ± 0.5 میلی‌متر بر دقیقه است. مقاومت برشی از تقسیم نیروی شکست بر سطح تماس اسمی 55.08 میلی‌متر مربع محاسبه می‌شود. این سطح مربوط به قالب استاندارد است و با مساحت کل کاشی برابر نیست.

ابعاد بر حسب میلی متر

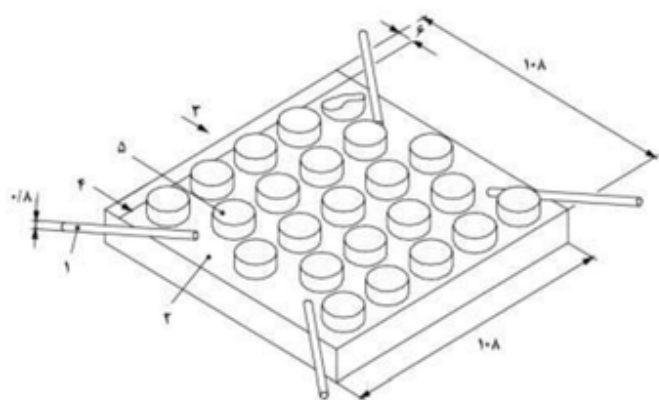


راهنما:

۱ مواد سازنده: PTFE یا مواد مشابه با خواص غیرچسبنده: قطر سوراخ ها: 14 ± 0.1 mm، ضخامت: 1.5 ± 0.1 mm، سطح تماس معمولی: 55.08 mm^2

شکل ۲- قالب (چسب های دیسپرسی)

ابعاد بر حسب میلی متر



راهنما:

- ۱ میلله های فاصله انداز؛
- ۲ کاشی سرامیکی به ابعاد ۱۰۸mm×۱۰۸mm؛
- ۳ راستای اعمال نیرو؛
- ۴ خط راهنما؛
- ۵ چسب

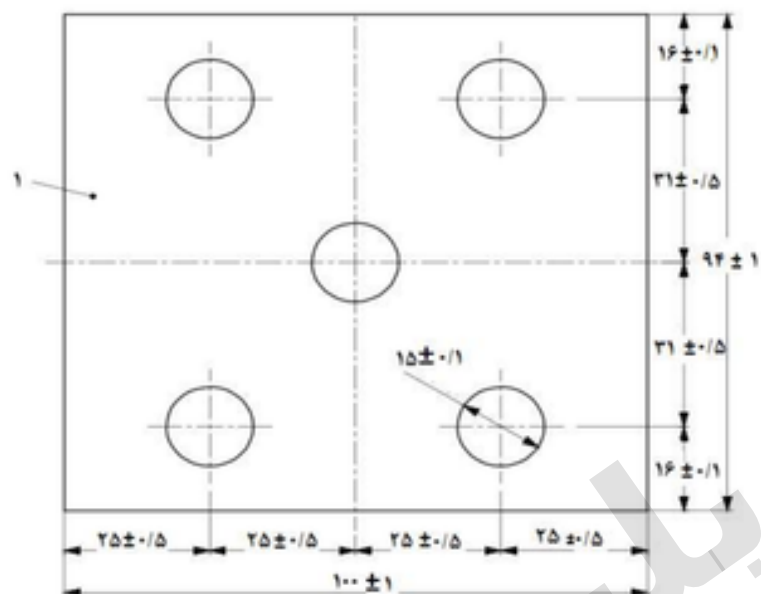
شکل ۵- آماده سازی آزمون کاشی (چسب های دیسپرسی)

آزمون چسبندگی برشی چسب رزینی واکنشگر

با ابعاد 1 ± 100 در 1 ± 100 میلی‌متر و جذب آب کمتر از 0.5 درصد با قالب مخصوص مونتاژ می‌شوند. Bla در این روش دو کاشی بدون لعاب گروه نیروی آماده‌سازی 70 ± 15 نیوتن به مدت ۳ دقیقه است. برای هر شرایط ۱۰ نمونه تهیه و ابتدا ۷ روز در شرایط استاندارد نگهداری می‌شوند.

- چسبندگی اولیه: پس از دوره ۷ روزه شرایط دهی.
- پس از آب: پس از دوره اولیه، ۲۱ روز غوطه‌وری در آب 23 ± 2 درجه سلسیوس.
- پس از شوک حرارتی: پس از دوره اولیه، جابه‌جایی میان حمام آب 23 ± 2 و 100 ± 2 درجه سلسیوس، هر مرحله ۳۰ دقیقه، با چهار بار تکرار چرخه؛ سپس ۳۰ دقیقه خنک‌شدن در حمام 23 ± 2 درجه سلسیوس.

آزمون با فیکسچر برشی و سرعت فک 5 ± 0.5 میلی‌متر بر دقیقه انجام می‌شود. سطح اسمی اتصال برای محاسبه مقاومت 1660 میلی‌متر مربع است؛ قالب این روش با قالب چسب دیسپرسی متفاوت است.



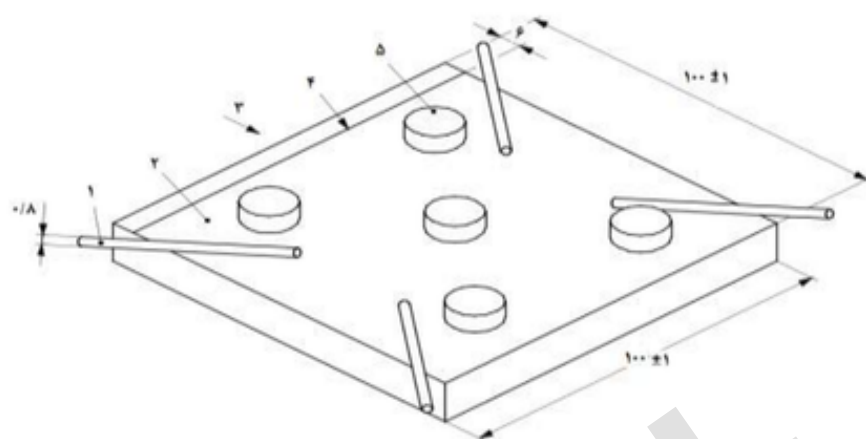
راهنما:

۱ مواد سازنده: PTFE یا مواد مشابه با خصوصیات غیر چسبنده؛ قطر سوراخ ها $(15/0 \pm 0/1)$ ؛ ضخامت $(1/5 \pm 0/1)$ mm

سطح تماس معمولی: 1660 mm^2

شکل ۶- قالب برای آماده سازی آزمونه

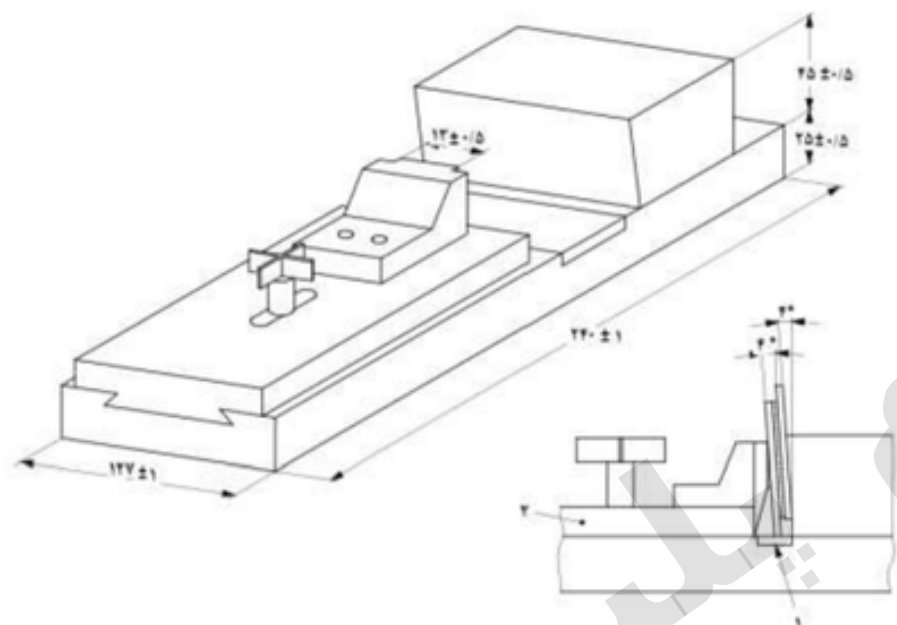
ابعاد بر حسب میلی متر



راهنما:

- ۱ میله های فاصله گذار
- ۲ کاشی آزمون سرامیکی به ابعاد $10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$
- ۳ جهت اعمال بار
- ۴ خط راهنما
- ۵ چسب

شکل ۷- آماده سازی آزمون کاشی

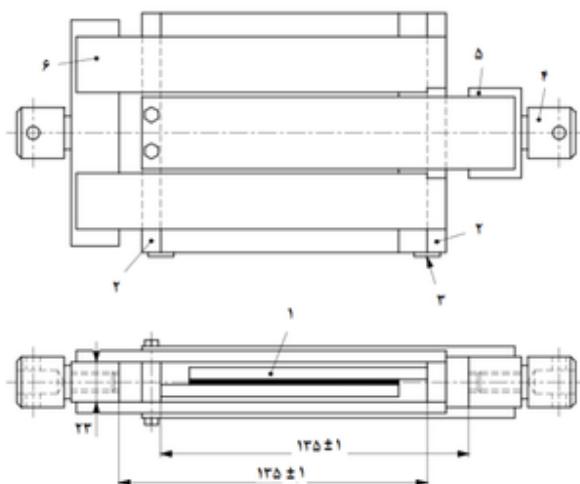


راهنما:

- ۱ جاسازی سخت شده:
- ۲ فک‌های تنظیم شدنی از ۱۲mm تا ۴۵mm

شکل ۳- وسیله مخصوص اندازه‌گیری آزمون مقاومت چسبندگی برشی
برای استفاده در دستگاه مقاومت فشاری عمودی

ابعاد بر حسب میلی‌متر



راهنما:

- ۱ آزمون
- ۲ صفحه فشار
- ۳ زائده‌ها (stops)
- ۴ وفق دهنده (adapter)
- ۵ فرم با سطح مقطع «L»
- ۶ فرم با سطح مقطع جمع

شکل ۴- وسیله مخصوص اندازه‌گیری آزمون مقاومت چسبندگی برشی
برای استفاده در دستگاه مقاومت کششی

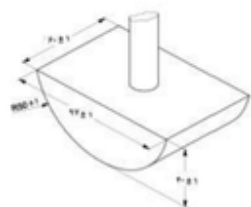
آزمون تغییر شکل عرضی چسب سیمانی

تغییر شکل عرضی با خمش سه نقطه‌ای نوار چسب اندازه‌گیری می‌شود. نتیجه، جابه‌جایی نمونه از لحظه تماس سنبه تا شکست است و برای ارزیابی قابلیت تغییر شکل چسب کاربرد دارد.

1. قالب روی پوشش پلی‌اتیلن با ضخامت حداقل ۰.۱۵ میلی‌متر قرار می‌گیرد. نمونه اولیه در قالب با ابعاد داخلی 1 ± 280 در 1 ± 45 میلی‌متر و ضخامت 5 ± 0.1 میلی‌متر، با ۷۰ ضربه میز جریان متراکم می‌شود.
2. قالب دوم امکان تهیه نوار نهایی با ابعاد 1 ± 300 در 1 ± 45 میلی‌متر و ضخامت هدف 3 ± 0.05 میلی‌متر را فراهم می‌کند. نیروی 100 ± 0.1 نیوتن اعمال و پس از ۱ ساعت برداشته می‌شود. قالب دوم پس از ۴۸ ساعت جدا می‌شود.
3. شش نمونه تهیه می‌شود. بلافاصله پس از قالب‌برداری، نمونه‌ها ۱۲ روز در ظرف پلاستیکی در بسته در دمای 23 ± 2 درجه سلسیوس و سپس ۱۴ روز در هوا و شرایط استاندارد نگهداری می‌شوند.
4. پیش از آزمون، ضخامت در سه نقطه کنترل می‌شود. نمونه آزمون باید شرط ضخامت 3 ± 0.1 میلی‌متر را برآورده کند.
5. نمونه روی دو تکیه‌گاه استوانه‌ای با قطر 10 ± 0.1 میلی‌متر و فاصله مرکز تا مرکز 200 ± 1 میلی‌متر قرار می‌گیرد. طول هر تکیه‌گاه حداقل ۶۰ میلی‌متر است.
6. سنبه مطابق شکل ۸ استاندارد در مرکز نمونه با سرعت ۲ میلی‌متر بر دقیقه حرکت می‌کند. تغییر شکل از نقطه تماس تا شکست ثبت می‌شود؛ در نبود ترک یا شکست، بیشترین نیرو و تغییر شکل گزارش می‌شوند.

نتیجه تغییر شکل عرضی با دقت گزارش ۰.۱ میلی‌متر بیان می‌شود. پس از کنار گذاشتن داده‌های با انحراف بیش از $20 \pm$ درصد از میانگین، حداقل سه نتیجه باید باقی بماند. کلاس تغییر شکل محصول باید از قسمت اول استاندارد تعیین شود.

ابعاد پرچسب میلی متر



شکل ۸- سندان

ابعاد پرچسب میلی متر

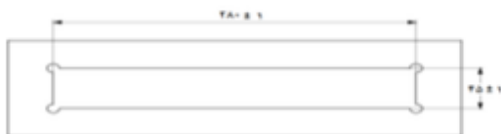


راهنما:

۱. تکیه گاه استوانه ای به قطر 10 ± 0.1 mm به طول حداقل 60 mm
۲. چسب به ضخامت 3 ± 0.1 mm

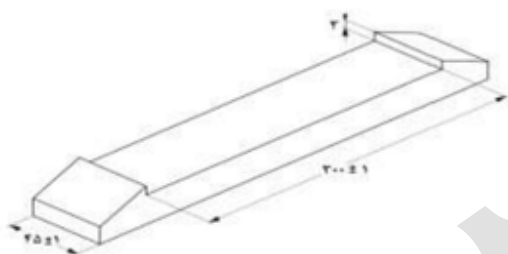
شکل ۹- وسیله مخصوص اندازه گیری

ابعاد بر حسب میلی متر



شکل ۱۰- قالب A

ابعاد بر حسب میلی متر

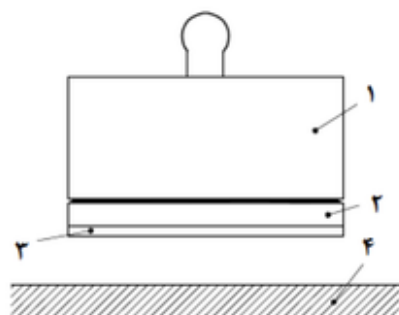


شکل ۱۱- قالب B

ارزیابی نتایج و نوع شکست

در آزمون‌های چسبندگی کششی و برشی، ابتدا میانگین ۱۰ نتیجه محاسبه می‌شود. نتایج خارج از محدوده $\pm 20\%$ درصد میانگین کنار گذاشته می‌شوند. اگر حداقل پنج نتیجه باقی بماند، میانگین جدید محاسبه می‌شود؛ در غیر این صورت آزمون باید تکرار شود. مقاومت با دقت گزارش ۰.۱ نیوتن بر میلی‌متر مربع بیان می‌شود.

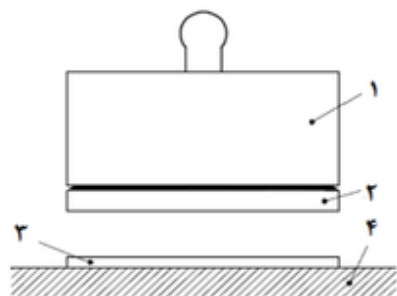
و شکست CF-A شکست درون چسب با نماد AF-T و AF-S نوع شکست اتصال نیز ثبت می‌شود؛ جدایش در مرز چسب و زیرآیند یا کاشی با نمادهای در شکست ترکیبی، سهم نواحی شکست طبق پیوست ب گزارش می‌شود. CF-T و CF-S درون زیرآیند یا کاشی با نمادهای



راهنما:

- | | |
|---|----------------------|
| ۱ | صفحه کشنده؛ |
| ۲ | کاشی؛ |
| ۳ | چسب؛ |
| ۴ | سطح کار (صفحه بتنی). |

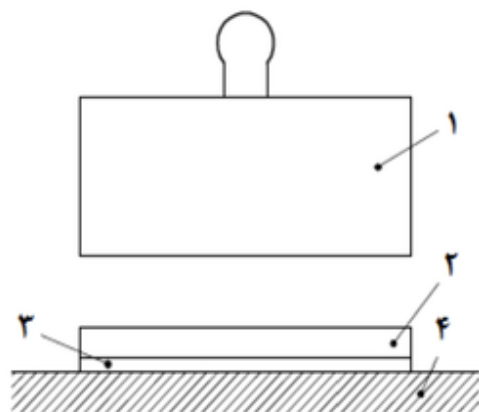
شکل ب-۱- گسست چسبندگی بین چسب و سطح کار (AF-S)



راهنما:

- | | |
|----------------------|---|
| صفحه کشنده؛ | ۱ |
| کاشی؛ | ۲ |
| چسب؛ | ۳ |
| سطح کار (صفحه بتنی). | ۴ |

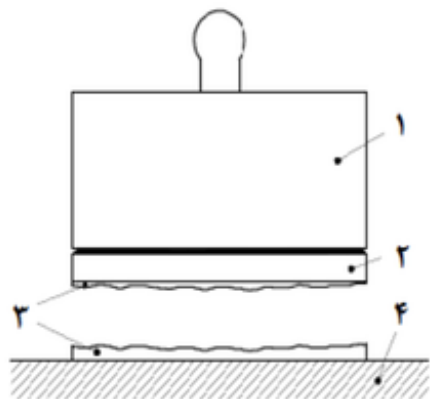
شکل ب-۲- گسست چسبندگی بین کاشی و چسب (AF-T)



راهنما:

صفحه کشنده:	۱
کاشی:	۲
چسب:	۳
سطح کار (صفحه بتنی):	۴

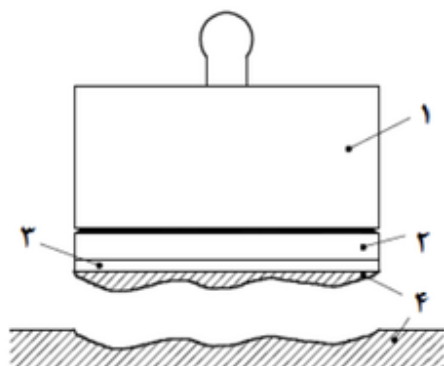
شکل ب-۳- گسست چسبندگی بین کاشی و صفحات کشنده (BT)



راهنما:

- | | |
|---|----------------------|
| ۱ | صفحه کشنده؛ |
| ۲ | کاشی؛ |
| ۳ | چسب؛ |
| ۴ | سطح کار (صفحه بتنی). |

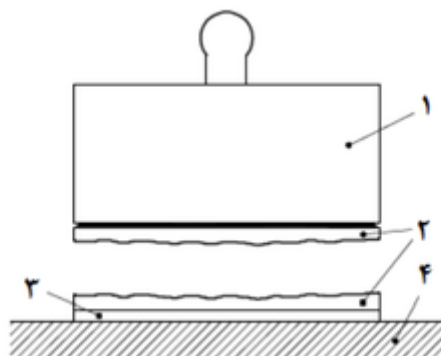
شکل ب-۴- گسست پیوستگی بین چسب (CF-A)



راهنما:

صفحه کشنده؛	۱
کاشی؛	۲
چسب؛	۳
سطح کار (صفحه بتنی).	۴

شکل ب-۵- گسست پیوستگی در سطح کار (CF-S)



راهنما:	
۱	صفحه کشنده؛
۲	کاشی؛
۳	چسب؛
۴	سطح کار (صفحه بتنی).

شکل ب-۶- گسست پیوستگی بین کاشی (CF-T)

مشخصات فنی لازم دستگاه آزمون چسب کاشی

مشخصات زیر، الزامات عملکردی استخراج شده برای انتخاب یا طراحی دستگاه هستند. دستگاه اصلی می‌تواند یک ماشین آزمون یونیورسال مجهز به فیکسچرهای مناسب باشد؛ آزمون لغزش و شرایطی نمونه‌ها به تجهیزات مستقل نیاز دارند.

- **قابلیت کشش مستقیم:** اعمال نیروی عمود بر سطح اتصال با جلوگیری از خمش و بار خارج از محور.
- **کنترل نرخ افزایش نیرو:** تأمین 250 ± 50 نیوتن بر ثانیه در آزمون چسبندگی کششی و زمان باز.
- **کنترل سرعت جابه‌جایی:** تأمین 5 ± 0.5 میلی‌متر بر دقیقه برای آزمون برشی و ۲ میلی‌متر بر دقیقه برای تغییرشکل عرضی.
- **سنجش نیرو:** اندازه‌گیری نیروی شکست با ظرفیت و درستی مناسب محدوده آزمون.
- **صفحات کشنده:** ابعاد 50 ± 1 در 50 ± 1 میلی‌متر، ضخامت حداقل ۱۰ میلی‌متر و اتصال مکانیکی مناسب.
- **فیکسچر برشی:** سازگار با هندسه نمونه دیسپرسی و رزینی و قابل نصب روی دستگاه کشش یا فشار مطابق روش استاندارد.
- **فیکسچر خمش سه نقطه‌ای:** فاصله تکیه‌گاه 200 ± 1 میلی‌متر، قطر تکیه‌گاه 10 ± 0.1 میلی‌متر، طول حداقل ۶۰ میلی‌متر و سنبه مطابق نقشه استاندارد.
- **اندازه‌گیری تغییرشکل:** ثبت جابه‌جایی از لحظه تماس سنبه و امکان گزارش نتیجه با دقت ۰.۱ میلی‌متر.
- **محاسبه مقاومت:** تقسیم نیروی شکست بر سطح اتصال مناسب هر روش؛ ۲۵۰۰، ۵۵۰۸ یا ۱۶۶۰ میلی‌متر مربع.

انتخاب ظرفیت: قسمت دوم استاندارد یک ظرفیت ثابت عمومی برای دستگاه تعیین نمی‌کند. ظرفیت باید با بیشترین مقاومت مورد انتظار و سطح اتصال انتخاب شود. برای نمونه، در مقاومت فرضی ۲ مگاپاسکال، نیروی اتصال کششی با سطح ۲۵۰۰ میلی‌متر مربع برابر ۵ کیلونیوتن و نیروی اتصال برشی دیسپرسی با سطح ۵۵۰۸ میلی‌متر مربع حدود ۱۱ کیلونیوتن است. بنابراین ظرفیت ۵ کیلونیوتن را نمی‌توان برای همه روش‌ها کافی دانست. برای تغییرشکل عرضی نیز انتخاب حسگر نیروی متناسب با نیروهای پایین اهمیت دارد.

امکانات پیشنهادی دستگاه و نرم‌افزار

ثبت نمودار نیرو نسبت به زمان و جابه‌جایی، حسگرهای نیروی قابل تعویض، محاسبه خودکار مقاومت و میانگین معتبر، ورود نوع شکست، ثبت برنامه شرایطدهی و تهیه گزارش فارسی، امکانات پیشنهادی برای سهولت کار هستند. این موارد در این مقاله به‌عنوان ویژگی تأییدشده یک مدل تجاری معرفی نمی‌شوند. ظرفیت، درستی اندازه‌گیری، کورس، ارتباط رایانه، نوع خروجی گزارش، برق ورودی و اقلام تحویلی باید در مشخصات نهایی همان دستگاه اعلام شوند.

تجهیزات جانبی آزمایشگاه

- مخلوطکن استاندارد ملات، ترازو و ابزار توزین مایع و پودر.
- کاردک دنداندار ۶ × ۶ میلی‌متر با فاصله مرکز شیارها ۱۲ میلی‌متر.
- وزنه‌های آماده‌سازی با نیروهای ۲۰، ۵۰، ۷۰ و ۱۰۰ نیوتن و تلرانس‌های مخصوص هر روش.
- صفحات بتنی واجد شرایط، کاشی‌های استاندارد هر آزمون و چسب مناسب اتصال صفحات کشنده.
- قالب‌های جداگانه دیسپرسی، رزینی و تغییرشکل عرضی؛ فاصله‌اندازها و پوشش پلی‌اتیلن.
- آون تهویه‌دار با کنترل دما در محدوده $3 \pm$ درجه سلسیوس برای برنامه‌های ۷۰ و ۷۳ درجه سلسیوس.
- مخزن آب و حمام‌های کنترل دما برای غوطه‌وری و شوک حرارتی.
- سامانه سرمایش و ذوب برای اجرای برنامه ۲۵ چرخه آزمون چسب سیمانی.
- میز جریان مطابق مرجع استاندارد برای آماده‌سازی نمونه تغییرشکل عرضی.
- کولیس با درستی ۰.۰۱ میلی‌متر، دماسنج، رطوبت‌سنج و زمان‌سنج.
- فیکسچر مستقل لغزش شامل مرجع فولادی، گیره‌ها، فاصله‌اندازها و نگهدارنده صفحه بتنی.

اطلاعات گزارش آزمون

گزارش باید شماره و سال استاندارد، مشخصات و نوع چسب، نام سازنده، کد نمونه، زمان و محل نمونه‌برداری، شرایط نگهداری، نسبت آب یا مایع مصرفی، شرایط محیط، تاریخ آزمون و برنامه شرایط‌دهی را ثبت کند. نتایج منفرد، میانگین، داده‌های کنارگذاشته‌شده، نوع شکست و عوامل مؤثر بر نتیجه نیز درج می‌شوند. زمان باز بر حسب دقیقه، لغزش و تغییرشکل بر حسب میلی‌متر و مقاومت چسبندگی بر حسب نیوتن بر میلی‌متر مربع گزارش می‌شود.

[KN یا لودسل 10-KN تست کشش ، فشار و خمش 20](#)

آوا هونام پلیمر