



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۲۰۹-۱

چاپ اول

INSO

2209-1

1st. Edition

پلاستیک‌ها - قالب‌ریزی تزریقی نمونه‌های
مورد آزمون مواد گرمانرم - قسمت ۱: اصول
کلی و قالب‌ریزی نمونه‌های مورد آزمون
چند منظوره و شمش‌ی

**Plastics - Injection moulding of test
specimens of thermoplastic materials -
Part 1: General principles, and moulding of
multipurpose and bar test specimens**

ICS:83.080.20

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 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 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 کالیبراسیون (واسنجی) 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، 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

"پلاستیک‌ها - قالب‌ریزی تزریقی نمونه‌های مورد آزمون مواد گرمانرم

قسمت ۱: اصول کلی و قالب‌ریزی نمونه‌های مورد آزمون چند منظوره و شمش‌ی"

رئیس:

بهمقام، عادل
(فوق لیسانس مدیریت)

سمت و / یا نمایندگی

کارشناس استاندارد

دبیر:

سمیعی، لیلا
(لیسانس شیمی)

شرکت گیتی گستران نوین اندیش

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

پیرا، رویا
(لیسانس شیمی)

اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی آذربایجان -
شرقی

طهماسب‌پور، مسعود
(فوق لیسانس شیمی)

شرکت پژوهش گستر خلاق

فتوحی، فرسا
(لیسانس شیمی)

شرکت مهندسی و تحقیقات صنایع لاستیک

فراهانی، مونا
(فوق لیسانس شیمی)

شرکت مهندسی و تحقیقات صنایع لاستیک

فرهنگ‌زاده، سلوی
(لیسانس مهندسی شیمی)

پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

گوغانیان، امیر محمد
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس

مصطفی قره‌باغی، سهیلا
(لیسانس شیمی)

شرکت اطلس پود

نوروزی پناهی، بهروز
(لیسانس شیمی)

اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی آذربایجان -
شرقی

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه	پیش گفتار
و	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ تعاریف و اصطلاحات
۸	۴ دستگاهها
۱۳	۵ روش انجام آزمون
۱۵	۶ گزارش تهیه نمونهها
۱۷	پیوست الف (اطلاعاتی)، نمونه‌هایی از پیکربندی راهگاه
۱۸	پیوست ب (اطلاعاتی)، نمونه‌ای از قالب تزریقی
۱۹	پیوست پ (اطلاعاتی)، روش‌های تعیین فشار نگهداری و زمان نگهداری

پیش گفتار

استاندارد "پلاستیک‌ها - قالب‌ریزی تزریقی نمونه‌های مورد آزمون مواد گرمانرم - قسمت ۱: اصول کلی و قالب‌ریزی نمونه‌های مورد آزمون چند منظوره و شمش‌ی" که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط شرکت گیتی گستران نوین اندیش تهیه و تدوین شده و در ادامه اجلاس ۸۷۱ کمیته ملی استاندارد شیمی و پلیمر مورخ ۹۱/۲/۱۴ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

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

استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۰۹: سال ۱۳۵۹، قالب‌ریزی تزریقی برای آزمون‌های مواد ترموپلاستیکی باطل و استانداردهای ملی ایران شماره های :

۱-۲۲۰۹، سال ۱۳۹۰ "پلاستیک‌ها-قالب‌ریزی تزریقی نمونه های مورد آزمون مواد گرمانرم -قسمت ۱- اصول کلی و قالب‌ریزی نمونه های مورد آزمون چند منظوره و شمش‌ی"

۲-۲۲۰۹، سال ۱۳۹۰ "پلاستیک‌ها-قالب‌گیری تزریقی نمونه های آزمون مواد گرمانرم- قسمت ۲- نوارهای کوچک برای آزمون کشش"

۳-۲۲۰۹ سال ۱۳۹۰ "پلاستیک‌ها-قالب‌گیری تزریقی نمونه های آزمون مواد گرمانرم- قسمت ۳- صفحات کوچک"

۴-۲۲۰۹ سال ۱۳۹۰ "پلاستیک‌ها-قالب‌گیری تزریقی نمونه های آزمون مواد گرمانرم- قسمت ۴-اندازه گیری مقدار جمع شدگی قالب گیری"

۵-۲۲۰۹ ، سال ۱۳۹۰ "پلاستیک‌ها-قالب‌گیری تزریقی نمونه های آزمون مواد گرمانرم- قسمت ۵-آماده سازی نمونه های استاندارد برای بررسی ناهمسانگردی" جایگزین آن می‌شود.

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

ISO 294-1: 1996, Amd 1:2001/Amd 2:2005 Plastics - Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials -
Part 1: General principles, and moulding of multipurpose and bar test specimens

عوامل زیادی ممکن است در فرایند قالب‌ریزی تزریقی روی خواص نمونه‌های مورد آزمون قالب‌ریزی شده اثرگذار باشند. از این رو، مقادیر اندازه‌گیری شده هنگامی به دست می‌آیند که نمونه‌ها در یک روش آزمون استفاده می‌شوند. در حقیقت، خواص مکانیکی چنین نمونه‌هایی به شدت به شرایط فرایند قالب‌ریزی به کار رفته در تهیه نمونه وابسته است. برای تجدیدپذیر بودن و قابل مقایسه بودن شرایط عملیات تعریف دقیق هر یک از پارامترهای اصلی فرایند قالب‌ریزی نیازی اساسی است. در تعریف شرایط قالب‌ریزی، در نظر گرفتن هر گونه تاثیر ممکن شرایط بر روی خواص مورد اندازه‌گیری مهم است.

گرمانرم‌ها ممکن است تفاوت‌هایی در جهت‌گیری مولکولی¹ (به طور عمده در پلیمرهای بی‌ریخت)، ریخت‌شناسی بلورینگی (برای پلیمرهای بلوری و نیمه بلوری)، ریخت‌شناسی فاز (برای گرم‌نرم‌های ناهمگن) و همچنین در جهت‌گیری پرکننده‌های ناهمسانگرد² مانند الیاف کوتاه نشان دهند. تنش‌های ته‌مانده (یخ زده) در نمونه‌های مورد آزمون قالب‌ریزی شده و تخریب گرمایی پلیمر طی قالب‌ریزی نیز می‌تواند روی خواص آن اثر بگذارد. هر یک از این پدیده‌ها باید برای جلوگیری از نوسان مقادیر عددی خواص اندازه‌گیری شده کنترل شوند.

1- Molecular orientation

2- Anisotropic fillers

پلاستیک‌ها- قالب‌ریزی تزریقی نمونه‌های مورد آزمون مواد گرمانرم- قسمت ۱: اصول کلی و قالب‌ریزی نمونه‌های مورد آزمون چند منظوره و شمش

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین اصول کلی است که وقتی نمونه‌های مورد آزمون مواد گرمانرم قالب-ریزی تزریقی می‌شوند باید رعایت شوند و نیز تعیین جزئیات طراحی‌های قالب برای آماده‌سازی دو نوع نمونه برای استفاده در کسب داده‌های مرجع، به عبارت دیگر، نمونه‌های مورد آزمون چندمنظوره طبق استاندارد ISO 3167 و شمش‌های با اندازه $4 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times 80 \text{ mm}$ است. این استاندارد مبنایی برای ایجاد شرایط قالب‌ریزی تجدیدپذیر فراهم می‌کند. هدف این کار، افزایش یکنواختی در پارامترهای اصلی فرایند قالب‌ریزی و هم‌چنین ایجاد روشی یکنواخت در گزارش شرایط قالب‌ریزی است. شرایط ویژه مورد نیاز برای تهیه تجدیدپذیر نمونه‌های مورد آزمونی که نتایج قابل مقایسه را ارائه می‌دهند، برای هر یک از مواد استفاده شده متفاوت است. این شرایط در استانداردهای ملی یا بین‌المللی برای مواد مربوط داده شده است یا بین دوطرف ذینفع توافق می‌شود.

یادآوری- آزمون‌های نوبتی^۱ ISO با آکریلونیتریل/بوتادیان/استایرن (ABS)^۲، استایرن/بوتادیان (SB)^۳ و پلی(متیل-متاکریلات) (PMMA)^۴ نشان داده‌اند که طراحی قالب عامل مهمی در تجدیدپذیر بودن تهیه نمونه‌های مورد آزمون است.

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:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۲۰۹، قالب‌گیری تزریقی نمونه‌های آزمون مواد گرمانرم - قسمت ۲: نوارهای کوچک برای آزمون کشش

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳-۲۲۰۹، قالب‌گیری تزریقی نمونه‌های آزمون مواد گرمانرم - قسمت ۳: صفحات کوچک

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴-۲۲۰۹، قالب‌گیری تزریقی نمونه‌های آزمون مواد گرمانرم - قسمت ۴:

1- Round-robin tests
2-Act-ylonitrile/butadiene/styrene
3-Styrene/butadiene
4- Poly(methyl methacrylate)

اندازه‌گیری مقدار جمع شدگی قالب‌گیری

۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۹۲۷۷-۱، پلاستیک‌ها - تعیین مقاومت ضربه‌ای به روش چارپی - روش آزمون - بخش ۱: آزمون ضربه با دستگاه تجهیز نشده

۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۹۲۷۷-۲، پلاستیک‌ها - تعیین مقاومت ضربه‌ای به روش چارپی - روش آزمون - قسمت ۲: آزمون ضربه با دستگاه تجهیز شده

2-6 ISO 3167: 1993, Plastics - Multipurpose test specimens

2-7 ISO 10350: 1993, Plastics - Acquisition and presentation of comparable single-point data

2-8 ISO 11403-1: 1994, Plastics - Acquisition and presentation of comparable multipoint data - Part 1: Mechanical properties

2-9 ISO 11403-2: Plastics - Acquisition and presentation of comparable multipoint data - Part 2: Thermal and processing properties

2-10 ISO 11403-3: Plastics - Acquisition and presentation of comparable multipoint data - Part 3: Environmental influences on properties

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌روند.

۱-۳

دمای قالب^۱

T_c

دمای میانگین سطوح حفره قالب^۲ که پس از رسیدن سامانه به تعادل گرمایی و بلافاصله پس از باز کردن قالب، اندازه‌گیری می‌شود (به بند ۴-۲-۵ و بند ۵-۳ مراجعه کنید).
این دما برحسب درجه سلسیوس ($^{\circ}C$) بیان می‌شود.

۲-۳

دمای مذاب^۳

T_M

دمای پلاستیک مذاب در یک تزریق آزاد^۴ است (به بند ۴-۲-۵ و بند ۴-۵ مراجعه کنید).
این دما برحسب درجه سلسیوس ($^{\circ}C$) بیان می‌شود.

۳-۳

فشار مذاب^۵

p

فشار مواد پلاستیکی در جلو مارپیچ^۶ در هر زمان طی فرایند قالب‌ریزی است (به شکل ۱ مراجعه کنید).

1- Mould temperature
2- Mould cavity surfaces
3- Melt temperature
4- Free shot
5- Melt pressure
6- Screw

این فشار بر حسب مگاپاسکال (MPa) بیان می‌شود. فشار مذاب را، که مثلاً به طور هیدرولیکی تولید می‌شود، می‌توان از نیروی F_S که به شکل طولی روی مارپیچ عمل می‌کند، طبق معادله (۱) محاسبه کرد:

$$p = \frac{4 \times 10^3 F_S}{\pi D^2} \quad (1)$$

که در آن :

p فشار مذاب بر حسب مگاپاسکال؛
 F_S نیروی طولی اعمال شده به مارپیچ بر حسب کیلونیوتن؛
 D قطر مارپیچ بر حسب میلی‌متر.

۴-۳

فشار نگهداری^۱

p_H

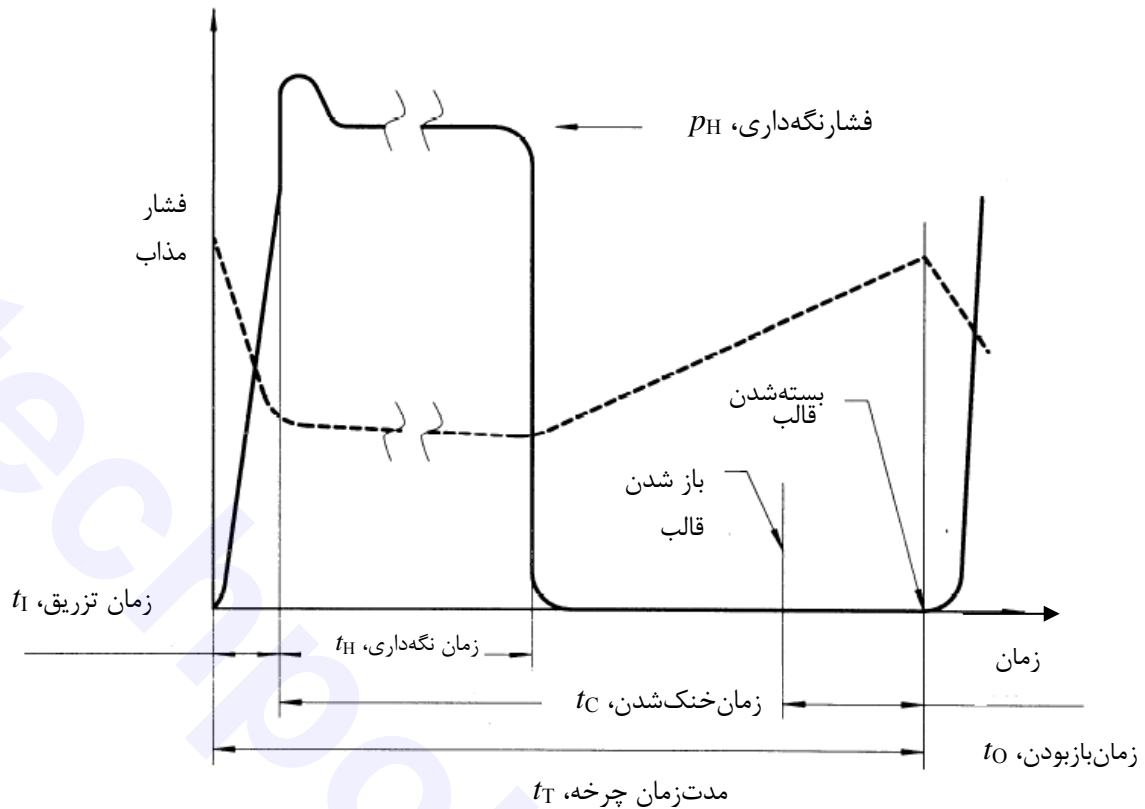
فشار مذاب (به بند ۳-۳ مراجعه کنید) طی زمان نگهداری است (به شکل ۱ مراجعه کنید). این فشار بر حسب مگاپاسکال (MPa) بیان می‌شود.

۵-۳

چرخه قالب‌ریزی

توالی کامل عملیات در فرایند قالب‌ریزی که برای تولید مجموعه‌ای از نمونه‌های مورد آزمون مورد نیاز است (به شکل ۱ مراجعه کنید).

1- Hold pressure



شکل ۱- نمودار شماتیک یک چرخه تزریق که فشار مذاب (خط توپر) و موقعیت طولی ماریپیچ (خط نقطه چین) را به شکل تابعی از زمان نشان می‌دهد.

۶-۳

زمان چرخه

t_T

مدت زمان مورد نیاز برای انجام کامل چرخه قالب‌ریزی (به بند ۳-۵ مراجعه کنید) که بر حسب ثانیه (s) بیان می‌شود.

مدت زمان چرخه (t_T)، مجموع زمان تزریق (t_I)، زمان خنک‌شدن (t_C) و زمان بازکردن قالب (t_O) است (به بند ۳-۷، ۳-۸ و ۳-۱۰ مراجعه کنید).

۷-۳

زمان تزریق

t_I

مدت زمان از لحظه آغاز حرکت ماریپیچ به طرف جلو تا نقطه تعویض بین دوره زمانی تزریق و دوره زمانی نگهداری که بر حسب ثانیه (s) بیان می‌شود.

۸-۳

زمان خنک شدن

t_c

مدت زمان از پایان دوره زمانی تزریق تا شروع باز شدن قالب که بر حسب ثانیه (s) بیان می شود.

۹-۳

زمان نگهداری

t_H

مدت زمانی که طی آن فشار در فشار نگهداری حفظ می شود که بر حسب ثانیه (s) بیان می شود.

۱۰-۳

زمان باز بودن قالب

t_0

مدت زمان از لحظه آغاز باز شدن قالب تا بسته شدن آن و اعمال کامل نیروی قفل کردن^۱ توسط قالب است که بر حسب ثانیه (s) بیان می شود.

این زمان شامل مدت زمان مورد نیاز برای خارج کردن قطعات قالب ریزی شده از قالب است.

۱۱-۳

حفره

آن قسمت از فضای خالی در قالب که یک نمونه را تولید می کند.

۱۲-۳

قالب تک حفره ای

قابلی که فقط دارای یک حفره است (به شکل ۴ مراجعه کنید).

۱۳-۳

قالب چندحفره ای

قالب دارای دو یا چند حفره یکسان در یک آرایش جریان موازی است (به شکل های ۲ و ۳ مراجعه کنید).

یکسان بودن شکل هندسی مسیر جریان و قرار گرفتن متقارن حفره ها در قالب این اطمینان را به وجود می -

آورد که تمام نمونه های مورد آزمون حاصل از یک تزریق دارای خواص هم ارز هستند.

۱۴-۳

قالب فامیلی^۲

قابلی که دارای بیش از یک حفره با شکل هندسی مختلف است (به شکل ۵ مراجعه کنید).

1- Locking force

2- Family mould

۱۵-۳

قالب ایزو^۱

هر یک از چند قالب استاندارد (انواع شناسه‌گذاری شده با A، B، C، D1 و D2) که برای تهیه تجدیدپذیر نمونه‌های مورد آزمون با خواص قابل مقایسه می‌باشند. قالب‌ها دارای یک صفحه ثابت با یک گلوگاه مرکزی^۲ به علاوه یک صفحه چندحفره‌ای طبق بند ۳-۱۳ هستند. جزئیات اضافی در بند ۴-۱-۱-۴ آمده است. نمونه‌ای از قالب کامل در پیوست پ نشان داده شده است.

۱۶-۳

مساحت سطح مقطع بحرانی^۳

A_C

مساحت سطح مقطع حفره در قالب تک‌حفره‌ای یا چندحفره‌ای در قسمتی که بخش بحرانی نمونه مورد آزمون قالب‌ریزی می‌شود یعنی قسمتی که اندازه‌گیری‌ها روی آن انجام می‌پذیرد. این مساحت بر حسب میلی‌متر مربع (mm^2) بیان می‌شود. مثلاً برای نمونه‌های مورد آزمون شمش‌ی قابل کشش، بخش بحرانی نمونه مورد آزمون، بخش باریکی است که طی آزمون تحت بیشترین تنش قرار می‌گیرد.

۱۷-۳

حجم قالب‌ریزی^۴

V_M

نسبت جرم ماده قالب‌ریزی به چگالی پلاستیک جامد که بر حسب میلی‌متر مکعب (mm^3) بیان می‌شود.

۱۸-۳

مساحت تصویر شده^۵

A_P

نیم‌رخ^۶ کلی قالب که بر روی صفحه جداساز تصویر شده باشد و بر حسب میلی‌متر مربع (mm^2) بیان می‌شود.

۱۹-۳

نیروی قفل کردن

F_M

نیروی که صفحه‌های قالب را بسته نگه می‌دارد و بر حسب کیلونیوتن (kN) بیان می‌شود. حداقل نیروی قفل کردن لازم را می‌توان از معادله (۲) محاسبه کرد:

1-ISO mould
2- Sprue
3- Critical cross-sectional area
4- Moulding volume
5- Projected area
6- Profile

$$F_M \geq 10^{-3} \times p_{\max} \times A_P \quad (2)$$

که در آن:

F_M نیروی قفل کردن بر حسب کیلو نیوتن؛

A_P مساحت تصویر شده (به بند ۳-۱۸ مراجعه کنید) بر حسب میلی متر مربع؛

p_{\max} حداکثر مقدار فشار مذاب (به بند ۳-۳ مراجعه شود) بر حسب مگاپاسکال.

۲۰-۳

سرعت تزریق

v_I

سرعت متوسط مذاب به هنگام عبور از میان مساحت سطح مقطع بحرانی (به بند ۳-۱۶ مراجعه کنید) که بر حسب میلی متر بر ثانیه (mm/s) بیان می شود.

این سرعت تنها برای قالبهای تک حفره ای و چند حفره ای قابل کاربرد است و می توان آن را از معادله (۳) محاسبه کرد:

$$v_I = \frac{V_M}{t_I \cdot A_C \cdot n} \quad (3)$$

که در آن:

v_I سرعت تزریق بر حسب میلی متر بر ثانیه؛

n تعداد حفره ها؛

A_C مساحت سطح مقطع بحرانی (به بند ۳-۱۶ مراجعه کنید) بر حسب میلی متر مربع؛

V_M حجم قالب ریزی (به بند ۳-۱۷ مراجعه کنید) بر حسب میلی متر مکعب؛

t_I مدت زمان تزریق بر حسب ثانیه است.

۲۱-۳

ظرفیت تزریق^۱

V_S

حاصل ضرب حداکثر گام ماشین قالب ریزی تزریقی در مساحت سطح مقطع مارپیچ است که بر حسب میلی - متر مکعب (mm^3) بیان می شود.

۴ دستگاهها

۱-۴ قالبها

۱-۱-۴ قالبهای (چندحفره‌ای) ایزو

۱-۱-۱-۴ قالبهای ایزو (به بند ۳-۱۵ مراجعه کنید) برای تولید نمونه‌های مورد آزمونی که برای به دست آوردن داده‌های قابل مقایسه (به استانداردهای ISO 10350، ISO 11403-1، ISO 11403-2 و ISO 11430-3 مراجعه کنید) و نیز در مورد مناقشات مربوط به استانداردهای ملی یا بین‌المللی به شدت توصیه می‌شوند.

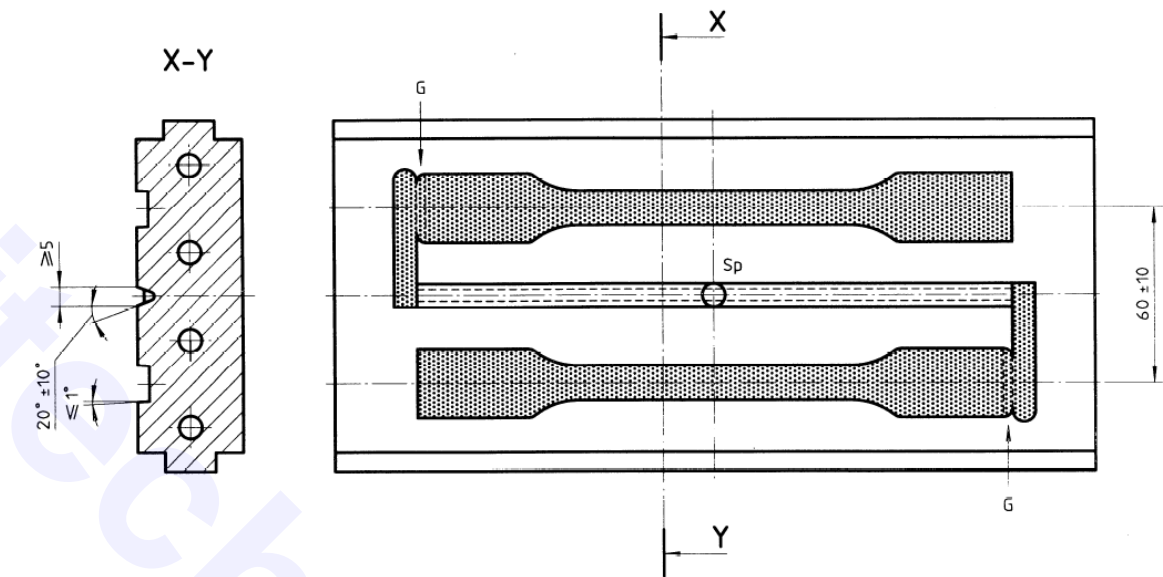
۱-۱-۲-۴ نمونه‌های مورد آزمون چندمنظوره طبق استاندارد ISO 3167 باید در قالب دو حفره‌ای ایزو نوع A با استفاده از راهگاه^۱ Z و T (به پیوست الف مراجعه کنید) قالب‌ریزی شوند. قالب باید مطابق شکل ۲ باشد و الزامات بند ۴-۱-۱-۴ را برآورده کند. از این دو نوع راهگاه، راهگاه Z به علت متقارن‌تر بودن نیروی بسته شدن ترجیح داده می‌شود. قطعات قالب‌ریزی شده باید ابعاد نمونه‌های نوع A را طبق استاندارد ISO 3167 داشته باشند.

۱-۱-۳-۴ شمش‌های مستطیلی در اندازه‌های ۴ mm × ۱۰ mm × ۸۰ mm باید در یک قالب چهارحفره‌ای ایزو نوع B با راهگاه دوگانه T قالب‌ریزی شوند. قالب باید مطابق شکل ۳ باشد و الزامات بند ۴-۱-۱-۴ را برآورده کند. شمش‌های تولید شده باید همان ابعاد سطح مقطع نمونه‌های مورد آزمون چندمنظوره (به استاندارد ISO 3167 مراجعه کنید) را در امتداد بخش مرکزی داشته باشند و طول $80 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ را داشته باشد.

۱-۱-۴-۴ جزییات ساختاری اصلی قالبهای ایزو نوع A و B باید طبق شکل‌های ۲ و ۳ باشد و الزامات زیر را برآورده کند:

- الف- قطر گلوگاه در طرف دهانه خروجی باید حداقل ۴ mm باشد.
- ب- عرض و ارتفاع (یا قطر) سامانه راهگاه باید حداقل ۵ mm باشد.
- پ- حفره‌ها باید طبق شکل‌های ۲ و ۳ دارای دروازه در یک انتها باشند.
- ت- ارتفاع دروازه باید حداقل دوسوم ارتفاع حفره و عرض دروازه باید مساوی عرض حفره در نقطه‌ای باشد که دروازه وارد حفره می‌شود.
- ث- دروازه باید تا حد ممکن کوتاه باشد و در هر حالت نباید به ۳ mm برسد.

ابعاد بر حسب میلی‌متر



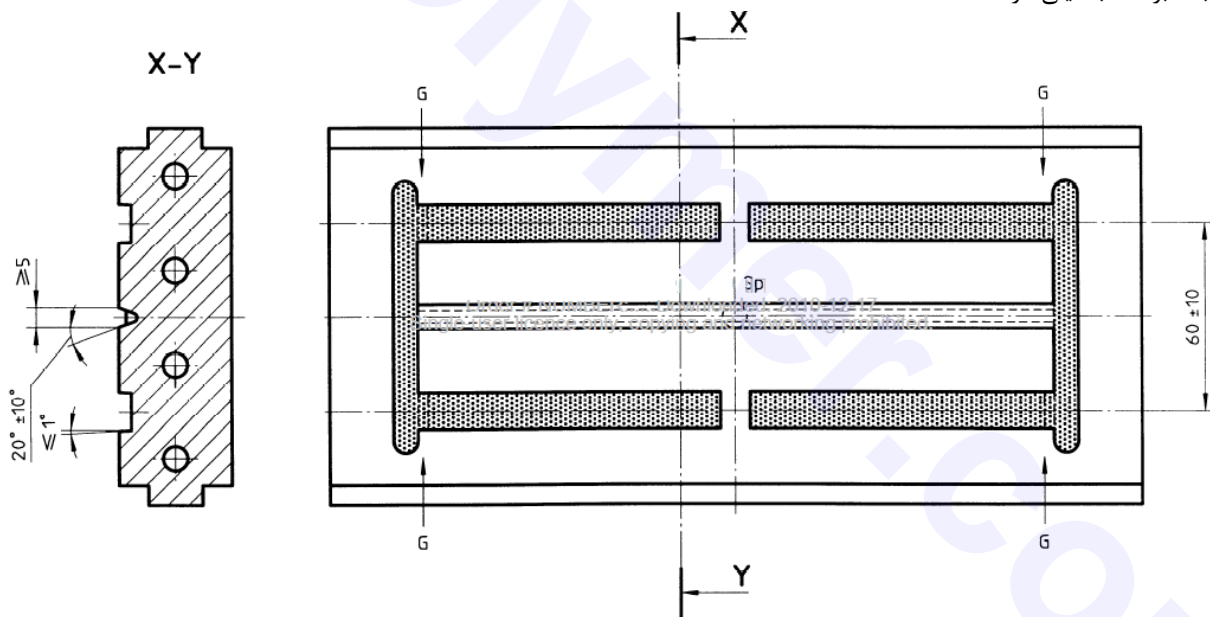
راه‌نما

Sp گلوگاه
G دروازه

حجم قالب‌ریزی $V_M \approx 30000 \text{ mm}^3$
مساحت تصویر شده $A_p \approx 6300 \text{ mm}^2$

شکل ۲- صفحه حفره برای قالب ایزو نوع A

ابعاد بر حسب میلی‌متر



راه‌نما

Sp گلوگاه
G دروازه

حجم قالب‌ریزی $V_M \approx 30000 \text{ mm}^3$
مساحت تصویر شده $A_p \approx 6300 \text{ mm}^2$

شکل ۳- صفحه حفره برای قالب ایزو نوع B

ج- زاویه شیب راهگاه‌ها باید حداقل 10° باشد و از 30° تجاوز نکند. حفره باید زاویه شیب کمتر از 1° داشته باشد، به استثنای سطح شانه‌های نمونه کششی که زاویه شیب در آن نباید بیشتر از 2° باشد.

چ- ابعاد حفره‌ها باید طوری باشد که ابعاد نمونه‌های مورد آزمون تولید شده با الزامات آمده در استاندارد آزمون مربوط مطابقت کند. ابعاد حفره‌ها باید طوری انتخاب شوند که مقدار آنها بین مقدار اسمی و حد بالایی ابعاد مشخص شده برای نمونه مد نظر باشند تا درجات مختلفی از جمع‌شدگی^۱ در قطعات قالب-ریزی شده ممکن شود. درحالت استفاده از قالب‌های ایزو نوع A و B، ابعاد حفره اصلی، بر حسب میلی‌متر، باید طبق استاندارد ISO 3167 به شکل زیر باشد:

- عمق: $4,0$ تا $4,2$ ؛

- عرض قسمت مرکزی: $10,0$ تا $10,2$ ؛

- طول (قالب نوع B): 80 تا 82 .

ح- اگر از پین‌های پران^۲ استفاده می‌کنید، باید آنها را در خارج از سطح آزمون نمونه قرار دهید. برای مثال، این پین‌ها باید روی شانه‌های نمونه‌های مورد آزمون دمبلی تولید شده با قالب‌های ایزو نوع A و C (برای نوع C به استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۲۰۹ مراجعه کنید)، خارج از بخش 20 mm مرکز نمونه‌های شمش تولید شده با قالب‌های ایزو نوع B و خارج از 50 mm بخش مرکزی نمونه‌های صفحه‌ای تولید شده با قالب ایزو نوع D (به استاندارد ملی ایران شماره ۳-۲۲۰۹ مراجعه کنید) قرار گیرند.

خ- سامانه گرمایش/سرمایش برای صفحات قالب باید طوری طراحی شود که در شرایط عملیاتی تفاوت دما بین هر نقطه روی سطح حفره و یا هر نقطه روی صفحه کمتر از 5°C باشد.

د- توصیه می‌شود، صفحات حفره و مدخل‌های دروازه قابل تعویض به کار رود تا تعویض سریع تولید از نوعی به نوع دیگر امکان‌پذیر باشد. چنین تعویض‌هایی با استفاده از ظرفیت‌های تزریق (Vs) که تا حد ممکن مشابه هستند (طبق مثال در پیوست الف) آسان می‌شود.

ذ- توصیه می‌شود، یک حسگر فشار در راهگاه مرکزی نصب شود تا چرخه تزریق را به طور مناسب کنترل کند (حسگر برای استاندارد ملی ایران شماره ۴-۲۲۰۹ الزامی است). موقعیت حسگر که برای انواع مختلف قالب ایزو مناسب است در بند ۴-۱ و در شکل ۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳-۲۲۰۹ نشان داده شده است.

ر- برای اطمینان از این که صفحات حفره بین قالب‌های متفاوت ایزو قابل تعویض‌اند، مهم است که افزون بر جزئیات ساختاری نشان داده شده شکل‌های ۲ و ۳ استانداردهای ملی ایران شماره ۲-۲۲۰۹ و ۳-۲۲۰۹، جزئیات زیر در نظر گرفته شوند:

- توصیه می‌شود، برای نمونه قالب‌ریزی شده چندمنظوره در قالب ایزو نوع A، طول حفره 170 mm استفاده شود. این امر حداکثر ارتفاع 180 mm را برای فضای بین صفحات حفره فراهم می‌کند.

- عرض صفحات قالب ممکن است تحت تاثیر حداقل فاصله مورد نیاز بین نقاط اتصال کانال‌های گرمایش/سرمایش قرار گیرند. افزون بر این، ممکن است در قالب نوع B فضای لازم برای جا دادن ویژه شمش شکاف‌دار که برای استفاده در استاندارد ISO 179 باید قالب‌ریزی شود، باید فراهم شود.

1- Shrinkage
2- Ejector pins

- خطوطی که نمونه‌های مورد آزمون در امتداد آنها می‌توانند از راهگاه‌ها بریده شوند باید مشخص شوند. مثلاً با فاصله ۱۷۰ mm در قالب‌های ایزو نوع A، B و C (برای نوع C به استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۲۰۹ مراجعه کنید). جفت دوم خطوط به فاصله ۸۰ mm ممکن است برای برش شمش‌هایی از نمونه‌های چندمنظوره از قالب نوع A به کار رود. این خطوط را می‌توان به خوبی برای برش نمونه‌های قالب‌ریزی شده کوچک صفحه^۱ (به استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۲۰۹ مراجعه کنید) استفاده کرد.

ز- برای بررسی آسانتر این که تمام نمونه‌ها از یک قالب یکسان هستند، توصیه می‌شود، حفره‌های مجزا خارج از سطح آزمون نمونه (به بند ح بالا مراجعه کنید) نشان‌دار شوند. این عمل را بسیار ساده با حکاکی نمادهای مناسب روی سر پین‌های پران می‌توان انجام داد، بنابراین از صدمه رسیدن به سطح صفحه حفره جلوگیری می‌شود.

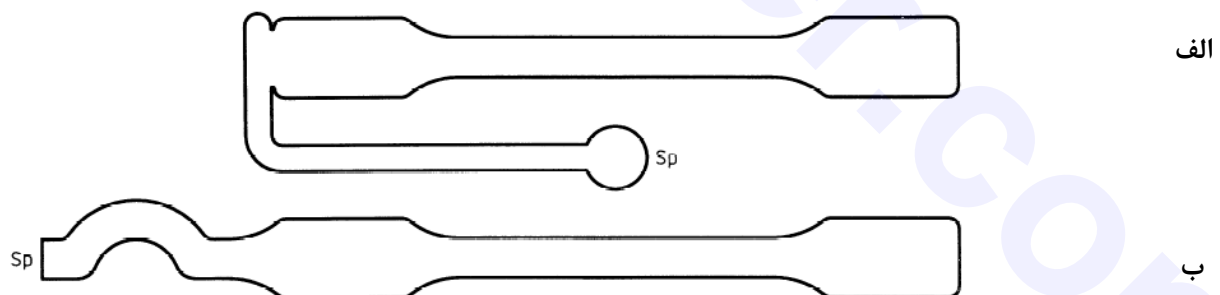
ژ- عیوب سطحی می‌توانند روی نتایج، به ویژه نتایج نمونه‌های مکانیکی، اثر بگذارند. بنابراین هر جا که مناسب است، سطح حفره‌های قالب باید بسیار صیقلی باشد. راستای صیقل دادن باید مطابق با جهتی باشد که نمونه هنگام آزمون تحت بار قرار می‌گیرد.

۴-۱-۱-۵ برای کسب اطلاعات بیشتر در باره اجزای قالب که در سایر استانداردهای بین‌المللی توصیف شده‌اند به پیوست ب مراجعه کنید.

۴-۱-۲ قالب‌های تک‌حفره‌ای

حفره یک قالب تک‌حفره‌ای (به شکل ۴ و بند ۳-۱۲ مراجعه کنید) ممکن است به شکل دمبل، دیسک یا هر شکل دیگری باشد. به طور کلی، مقادیر خواص معین که از نمونه‌های مورد آزمون حاصل از قالب تک‌حفره‌ای به دست می‌آیند با مقادیر به دست آمده از نمونه‌های قالب‌های ایزو متفاوت است.

یادآوری- این تفاوت ممکن است به دلیل متفاوت بودن نسبت حجم حفره به حجم قالب‌ریزی (V_M) با مقدار آن در قالب‌های ایزو رخ دهد. هم‌چنین، حجم کوچکتر قالب‌ریزی تولید شده با یک قالب تک‌حفره‌ای با الزامات نسبت حجم آمده در بند ۴-۲-۱ مطابقت دارد و عدم تطابق با این الزامات ممکن است منجر به مقادیر غیرمعقول خواص شود.



راهنما

الف- گلوگاه (Sp) طبیعی برای صفحه قالب‌ریزی

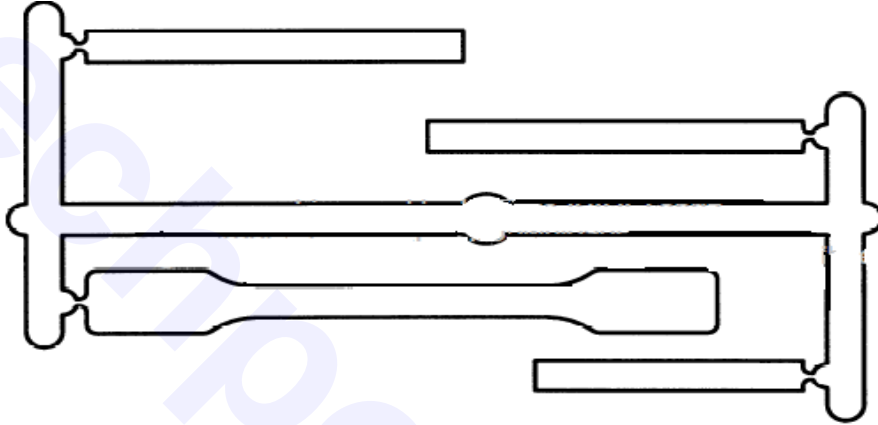
ب- گلوگاه موازی با صفحه تقسیم (انحنای راهگاه برای جلوگیری از بیرون ریختن)

شکل ۴- نمونه‌ای از قالب تک‌حفره‌ای

۳-۱-۴ قالب‌های فامیلی

یک قالب فامیلی (به شکل ۵ و بند ۳-۱۳ مراجعه کنید) ممکن است برای تولید مثلاً، شمش‌های تخت به علاوه دمبل‌ها و دیسک‌ها استفاده شود. یک قالب فامیلی ممکن است هنگامی استفاده شود که خواص نمونه‌های مورد آزمون به دست آمده با آنها که از قالب ایزو به دست آمده‌اند تطابق کند.

یادآوری - در اغلب حالات، پرشدن یکنواخت و هم‌زمان حفره‌های مختلف قالب فامیلی در بیش از یک مجموعه شرایط قالب-ریزی ممکن نیست. بنابراین، قالب مزبور برای تهیه نمونه‌های مرجع مناسب نیست. به علاوه، سرعت تزریق (VI) طبق بند ۳-۲۰ را نمی‌توان دقیقاً برای یک قالب فامیلی تعریف کرد.



شکل ۵- نمونه‌ای از قالب فامیلی

۲-۴ دستگاه قالب‌ریزی تزریقی

برای تهیه تجدیدپذیر نمونه‌های مورد آزمونی که قابلیت حصول نتایج قابل مقایسه را دارند، فقط دستگاه قالب‌ریزی تزریقی با مارپیچ رفت و برگشتی مجهز به تمام دستگاه‌های لازم برای کنترل شرایط قالب‌ریزی باید استفاده شود.

۱-۲-۴ حجم تزریق

نسبت حجم قالب‌ریزی، V_M ، (به بند ۳-۱۷ مراجعه کنید) به ظرفیت تزریق، V_S ، (به بند ۳-۲۱ مراجعه کنید) باید بین ۲۰٪ تا ۸۰٪ باشد، مگر این که نسبت بالاتری در استاندارد مواد مربوط مورد نیاز باشد یا توسط تولید کننده توصیه شود.

۲-۲-۴ سامانه کنترل

سامانه کنترل دستگاه باید قابلیت حفظ شرایط عملیاتی را در محدوده رواداری زیر داشته باشد:

مدت زمان تزریق (t_1)، (به بند ۳-۸ مراجعه کنید) ± 0.1 s

فشار نگه‌دارنده (p_H) (به بند ۳-۴ مراجعه کنید) $\pm 5\%$

مدت زمان نگاه‌دارنده (t_H) (به بند ۳-۹ مراجعه کنید)	$\pm 5\%$
دمای ذوب (T_M) (به بند ۳-۲ مراجعه کنید)	$\pm 3^\circ\text{C}$
دمای قالب (T_C) (به بند ۳-۱ مراجعه کنید)	$3^\circ\text{C} \pm$ تا 80°C
جرم قالب‌ریزی	5°C بالای 80°C
	$\pm 2\%$

۴-۲-۳ ماریچ

ماریچ باید از نوع مناسب برای مواد قالب‌ریزی (برای مثال طول، قطر، ارتفاع شیار و نسبت تراکم) باشد. توصیه می‌شود که از ماریچ با قطری در محدوده بین ۱۸ mm و ۴۰ mm استفاده کنید.

۴-۲-۴ نیروی قفل کردن

نیروی قفل کردن قالب (F_M) باید به اندازه کافی زیاد باشد تا از تشکیل پلیسه^۱ در هر شرایط عملیاتی جلوگیری شود.

حداقل نیروی قفل کردن (F_M) توصیه شده برای قالب‌های ایزو نوع A و B از معادله $F_M \geq 6500 \times p_{\max} \times 10^{-3}$ به دست می‌آید (به بند ۳-۱۹ مراجعه کنید)، مثلاً ۵۲۰ kN برای حداکثر فشار مذاب ۸۰ MPa.

برای استفاده از قالب‌های ایزو نوع D1 و D2 دارای $A_p = 1100 \text{ mm}^2$ ، سامانه قالب‌ریزی تزریقی با صفحات حفره قابل تعویض لازم است، بنابراین نیروی قفل کردن قالب به مراتب بیشتری مورد نیاز است.

۴-۲-۵ دماسنج‌ها

دماسنج با کاونده سوزنی^۲ با صحت $1^\circ\text{C} \pm$ را برای اندازه‌گیری دمای ذوب، T_M (به بند ۳-۲ مراجعه کنید) استفاده کنید.

یک دماسنج سطح^۳ با صحت $1^\circ\text{C} \pm$ باید برای اندازه‌گیری دمای سطح حفره قالب که دمای قالب (T_C) را (به بند ۳-۱ مراجعه کنید) نشان می‌دهد، استفاده کنید.

۵ روش انجام آزمون

۱-۵ آماده‌سازی مواد

پیش از قالب‌ریزی، مواد گرمانرم به شکل حبه یا گرانول را به شکلی که در استاندارد مواد مربوط لازم است آماده‌سازی کنید. اگر هیچ استاندارد برای آن ماده وجود ندارد، این کار را مطابق با توصیه تولید کننده

1- Flash forming
2- Needle-probe thermometer
3- Surface thermometer

ماده انجام دهید. برای جلوگیری از میعان رطوبت روی مواد، از قرار دادن آنها در جوی با دمای بسیار کم‌تر از دمای کارگاه خودداری کنید.

۲-۵ قالب‌ریزی تزریقی

۱-۲-۵ دستگاه را برای شرایط مشخص شده در استاندارد مواد مربوط تنظیم کنید. اگر هیچ استاندارد برای آن ماده وجود ندارد، این کار را طبق توافق افراد ذینفع انجام دهید.

۲-۲-۵ برای بیشتر گرمانرم‌ها، مناسب‌ترین محدوده سرعت تزریق (v_I) به هنگام استفاده از قالب‌های ایزو نوع A و B، (200 ± 100) mm/s است. توجه داشته باشید، برای مقادیر داده شده سرعت تزریق (v_I)، زمان تزریق (t_I) به شکل معکوس با تعداد حفره‌های (n) قالب (به معادله (۳) در بند ۳-۲۰ مراجعه کنید) متناسب است. هر گونه تغییرات سرعت تزریق در طول دوره تزریق را تا حد ممکن کوچک نگاه دارید.

۳-۲-۵ برای تعیین فشار نگهداری (p_H)، پارامتری که غالباً مشخص نشده است، روش‌های زیر را انجام دهید:

از صفر شروع کنید. به تدریج فشار مذاب را تا آن جا افزایش دهید که قطعات قالب‌ریزی شده بدون نشانه‌های فرورفتگی^۱، حفره‌ها و سایر نقص‌های قابل رویت و دارای حداقل پلیسه باشد. این فشار را به عنوان فشار نگه‌دارنده استفاده کنید.

فشار نگه‌دارنده می‌تواند با یکی از روش‌های زیر معین شود:

الف - با استفاده از جرم قالب‌ریزی؛

ب - با استفاده از نسبت نشانه فرورفتگی؛

پ - با استفاده از حداکثر فشار مذاب که موجب تولید پلیسه نشود؛

هر کدام از این روش‌ها در پیوست پ توضیح داده شده است.

هم‌چنین، سایر روش‌های تعیین فشار نگه‌دارنده صحیح مجاز است.

۴-۲-۵ مطمئن شوید که فشار نگه‌دارنده تا جامد شدن مواد در منطقه دروازه، یعنی در طول زمان نگهداری (t_H)، به طور ثابت حفظ شده باشد. زمان نگهداری با استفاده از یکی از روش‌های زیر می‌تواند معین شود:

الف - با استفاده از جرم قالب‌ریزی؛

ب - با استفاده از فشار حفره.

هر کدام از این روش‌ها در بند پ - ۲ شرح داده شده است.

هم‌چنین، سایر روش‌های تعیین زمان نگه‌دارنده صحیح مجاز است.

۵-۲-۵ قطعات قالب‌ریزی شده توسط دستگاه را تا زمانی که دستگاه به حالت پایدار برسد، دور بریزید. سپس، شرایط عملیاتی را ثبت کرده و جمع‌آوری نمونه‌های مورد آزمون را شروع کنید. طی فرایند قالب‌ریزی، شرایط پایدار را با وسیله مناسب، مثلاً با بررسی جرم قالب‌ریزی، حفظ کنید.

۶-۲-۵ در صورت هرگونه تغییر مواد، دستگاه را تخلیه کرده و آن را تمیز کنید. حداقل ۱۰ قطعه قالب‌ریزی ساخته شده را با استفاده از مواد جدید پیش از آغاز جمع‌آوری دوباره نمونه مورد آزمون دور بریزید.

1- sink marks

۳-۵ اندازه‌گیری دمای قالب

دمای قالب (T_C) را پس از رسیدن سامانه به دمای تعادل و بلافاصله پس از باز شدن قالب تعیین کنید. با استفاده از دماسنج سطح، دمای سطح حفره قالب را در چند نقطه در هر طرف حفره قالب اندازه‌گیری کنید. بین هر جفت خواندن دما، قالب را حداقل ۱۰ دور پیش از ادامه جفت اندازه‌گیری‌های بعدی بچرخانید. هر اندازه‌گیری را ثبت کرده و دمای قالب را به شکل میانگین تمام اندازه‌گیری‌ها محاسبه کنید.

۴-۵ اندازه‌گیری دمای مذاب

دمای مذاب (T_M) را با یکی از روش‌های زیر اندازه‌گیری کنید:

۱-۴-۵ پس از رسیدن به دمای تعادل، یک تزریق آزاد حداقل 30 cm^3 به درون یک ظرف غیرفلزی با اندازه مناسب انجام دهید و بلافاصله کاونده یک دماسنج سوزنی با پاسخ‌دهی سریع از پیش گرم شده را درون مرکز ماده مذاب قرار داده و آن را به آرامی حرکت دهید تا خوانده دماسنج به حداکثر برسد. مطمئن شوید که دمای پیش گرمایش نزدیک به دمای مذاب است. برای تزریق آزاد از همان شرایط تزریقی استفاده کنید که برای قالب‌ریزی نمونه‌ها به کار رفته است. اجازه دهید زمان چرخه مناسب بین هر تزریق آزاد سپری شود.

۲-۴-۵ دمای مذاب ممکن است به طور متناوب با حسگر دمای مناسب اندازه‌گیری شود و می‌توان نشان داد که نتایج حاصل با همان نتایجی که از روش تزریق آزاد به دست آمده است یکسان می‌باشد. حسگر باید فقط باعث افت گرمای اندکی شود و باید به تغییرات دمای مذاب به سرعت پاسخ دهد. حسگر را در محل مناسب، مثلاً دهانه خروجی دستگاه قالب‌ریزی تزریقی سوار کنید. در صورت تردید، از روش شرح داده شده در ۱-۴-۵ استفاده کنید.

۵-۵ عمل‌آوری پس از قالب‌ریزی نمونه‌های مورد آزمون

پس از برداشتن نمونه‌های مورد آزمون از قالب، بگذارید آنها به تدریج با سرعت یکسان تا دمای اتاق سرد شوند. این کار موجب جلوگیری از ایجاد هر گونه تفاوت در تاریخچه تک‌تک نمونه‌های مورد آزمون می‌شود. نمونه‌های مورد آزمون ساخته شده از گرمانرم‌ها به قرارگرفتن در معرض هوا حساس هستند، بنابراین آنها را با نگهداری در ظروف محفوظ از هوا و در صورت لزوم همراه با ماده خشک‌کن نگهداری کنید.

۶ گزارش تهیه نمونه‌ها

گزارش تهیه نمونه‌ها باید شامل موارد زیر باشد:

۱-۶ روش نمونه‌برداری مطابق این استاندارد ملی ایران؛

۲-۶ تاریخ، زمان و مکان قالب‌ریزی نمونه‌ها؛

۳-۶ شرح کاملی از مواد استفاده شده (نوع، شناسه‌گذاری، تولید کننده، شماره بهر)؛

۴-۶ جزئیات هر گونه تثبیت مواد پیش از قالب‌ریزی؛

۵-۶ نوع قالب استفاده شده (نوع A، نوع B یا در حالت استفاده از قالب‌های نوع دیگر، نوع نمونه تولید شده، استاندارد مربوط، تعداد حفره‌ها و اندازه و محل دروازه)؛

۶-۶ جزئیات دستگاه قالب‌ریزی تزریقی استفاده شده (تولید کننده، ظرفیت تزریق، نیروی قفل کردن، سامانه کنترل)؛

۷-۶ شرایط قالب‌ریزی:

۱-۷-۶ دمای مذاب (T_M)، (به بند ۳-۲ مراجعه کنید) بر حسب درجه سلسیوس؛

۲-۷-۶ دمای قالب (T_C) (به بند ۳-۱ مراجعه کنید) بر حسب درجه سلسیوس؛

۳-۷-۶ سرعت تزریق (v_I) (به بند ۳-۲۰ مراجعه کنید) بر حسب میلی‌متر در ثانیه؛

۴-۷-۶ زمان تزریق (t_I) (به بند ۳-۷ مراجعه کنید) بر حسب ثانیه؛

۵-۷-۶ فشار نگهداری (p_H) (به بند ۳-۴ مراجعه کنید) بر حسب مگاپاسکال؛

۶-۷-۶ زمان نگهداری (t_H) (به بند ۳-۹ مراجعه کنید) بر حسب ثانیه؛

۷-۷-۶ زمان خنک‌شدن (t_C) (به بند ۳-۸ مراجعه کنید) بر حسب ثانیه؛

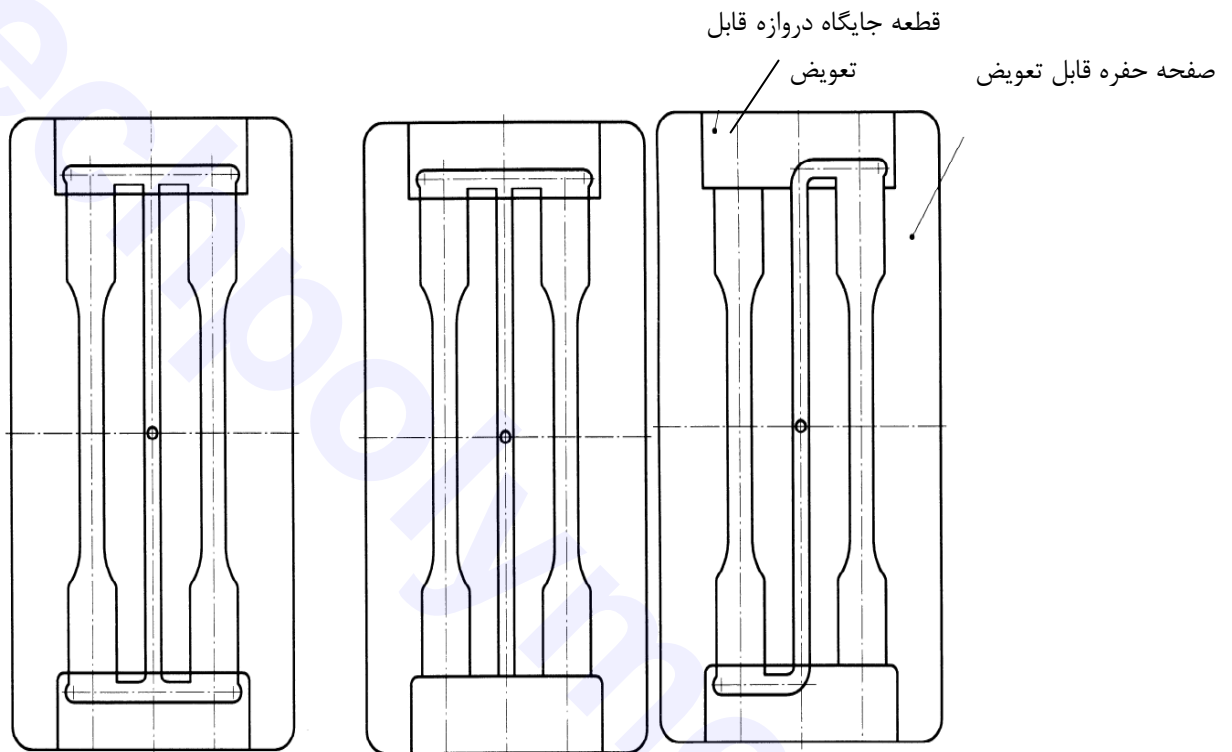
۸-۷-۶ زمان چرخه (t_T) (به بند ۳-۶ مراجعه کنید) بر حسب ثانیه؛

۹-۷-۶ جرم قالب‌ریزی، بر حسب گرم؛

۸-۶ هر گونه جزئیات مرتبط دیگر (برای مثال تعداد نمونه‌های قالب‌ریزی شده که در ابتدا دور ریخته شده، تعداد باقی مانده، هر گونه عمل‌آوری پس از قالب‌ریزی).

پیوست الف
(اطلاعاتی)
نمونه‌هایی از پیکربندی راهگاه

طرح قالب ممکن است به وسیله قطعه جایگاه دروازه^۱ به صورت نشان داده شده در شکل الف-۱ تغییر یابد.



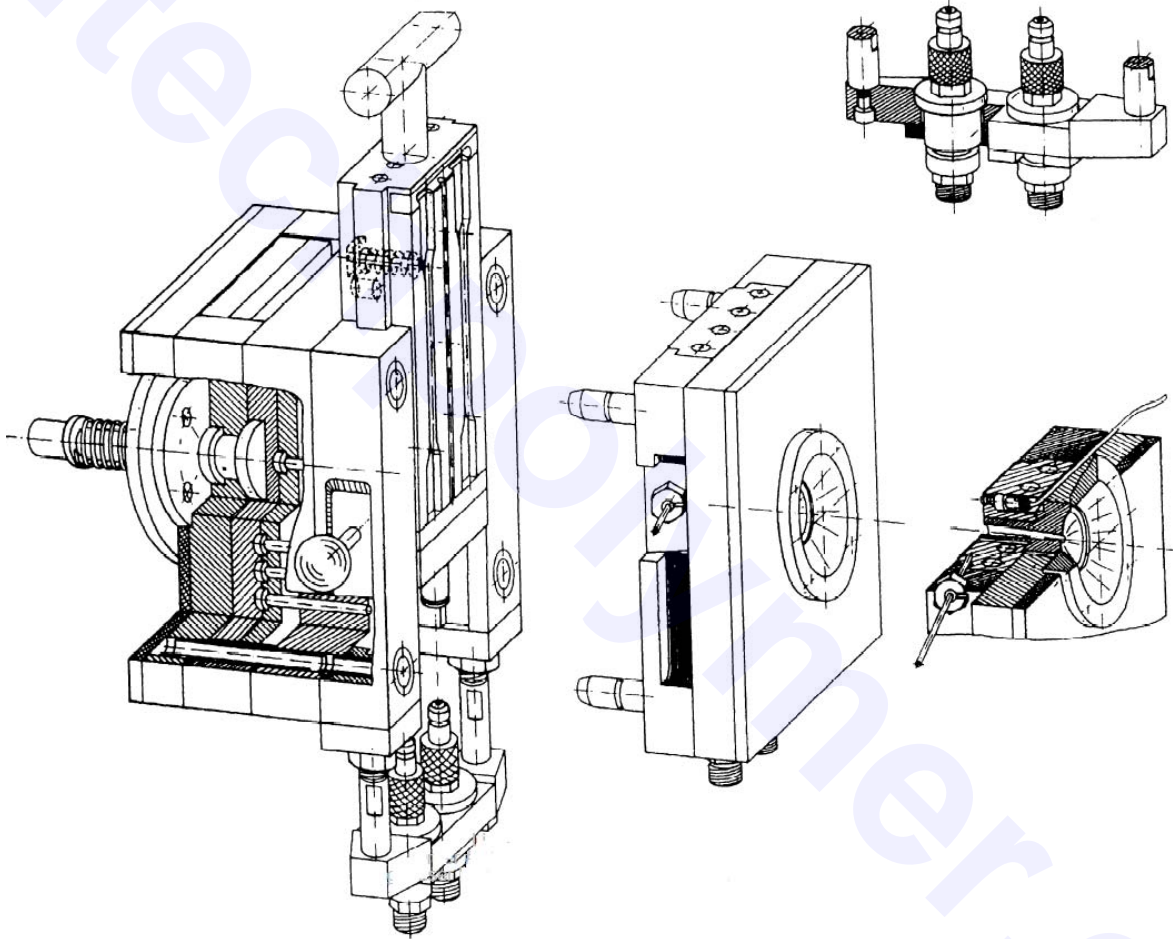
پ- نوعی با راهگاه دوتایی
(مثلا برای بررسی استحکام جوش)

ب- نوعی با راهگاه T-

الف- قالب تزریقی با راهگاه Z

شکل - الف - ۱- انواع متفاوت اشکال راهگاه

پیوست ب
(اطلاعاتی)
نمونه‌ای از قالب تزریقی



شکل ب-۱ - نمای تشریحی یک قالب تزریقی با صفحه دوحفره‌ای قابل تعویض برای قالب ایزو نوع A

پیوست پ

(اطلاعاتی)

روش‌های تعیین فشار نگهداری و زمان نگهداری

پ-۱ روش‌های تعیین فشار نگهداری

یادآوری- اگر فشار نگهداری یکبار با یکی از روش‌های شرح داده شده در این بند معین شود، تکرار آن برای همان نوع ماده لازم نیست و ممکن است تعیین فشار برای مواد مشابه ساده شود.

پ-۱-۱ روش استفاده از جرم قالب‌ریزی

پ-۱-۱-۱ هدف و دامنه کاربرد

در این روش فشار نگهداری استفاده شده برای قالب‌ریزی (به بند ۵-۲-۳ مراجعه کنید) به عنوان فشار مذابی تعیین می‌شود که در آن جرم قالب‌ریزی پس از افزایش تدریجی فشار مذاب به مقداری ثابت می‌رسد. اگر افزایش جرم قالب‌ریزی با ازدیاد فشار مذاب ادامه یابد یا اگر مقدار ثابت فقط هنگامی به دست آید که فشار مذاب به سطحی بیش از اندازه بالا افزایش یابد، فشار نگهداری ممکن است با استفاده از جرم نمونه به عنوان شاخص به جای جرم قالب‌ریزی معین شود. در این حالت لازم است که قابلیت اندازه‌گیری جرم نمونه با تکرارپذیری کافی وجود داشته باشد، چون جرم نمونه کمتر از جرم قالب‌ریزی است.

پ-۱-۱-۲ تعاریف و اصطلاحات

در این روش تعاریف و اصطلاحات زیر کاربرد دارد:

پ-۱-۱-۲-۱ جرم قالب‌ریزی

جرم کل نمونه‌های مورد آزمون، راهگاه(ها) و گلوگاه در یک بار قالب‌ریزی که بر حسب گرم بیان می‌شود.

پ-۱-۱-۲-۲ جرم نمونه

جرم یک نمونه، به استثنای راهگاه(ها) و گلوگاه که بر حسب گرم بیان می‌شود.

پ-۱-۱-۳ روش انجام آزمون

از یک زمان نگهداری کافی برای حصول اطمینان از جامد شدن مواد در ناحیه دروازه استفاده کنید. مجموعه‌هایی از قطعات قالب‌ریزی شده را با افزایش تدریجی فشار مذاب و در هر فشار یک قطعه قالب‌ریزی تولید کنید. توصیه می‌شود، اولین فشار مذاب استفاده شده ۱۰٪ فشار تزریق باشد و فشارهای مذاب بعدی مضرّب درستی از اولین مقدار فشار باشد (اگر این طور نباشد، لازم نیست نتایج به دست آمده برای نمونه مورد آزمون قالب‌ریزی تزریقی در آزمایشگاه‌های متفاوت قابل مقایسه باشد). جرم قالب‌ریزی تولید شده را با استفاده از ترازوی با صحت ± 0.1 g اندازه‌گیری کنید. جرم قالب‌ریزی را در برابر فشار مذاب، همان طور که در منحنی A در شکل پ-۱ نشان داده شده است، رسم کنید. اگر حداقل سه مقدار از جرم قالب‌ریزی،

هنگامی که فشار مذاب افزایش می‌یابد، از نظر آماری ثابت باشند، مقدار متوسط فشارهای مذاب مربوط به سه مقدار اول این نقطه‌ها (نقطه‌های ۱ تا ۳ در منحنی A) را به عنوان فشار نگهداری در نظر بگیرید. اگر افزایش جرم قالب‌ریزی با ازدیاد فشار مذاب ادامه یابد (مطابق منحنی C)، یا جرم قالب‌ریزی تنها پس از افزایش بیش از اندازه فشار مذاب پایدار شود، مشابه حالتی که در آن پلیسه بیش از حد تولید شود، فشار نگهداری ممکن است برابر با فشار مذابی در نظر گرفته شود که در آن وقتی که جرم نمونه با حذف پلیسه (به جای جرم قالب‌ریزی) در برابر فشار مذاب رسم شود به یک مقدار ثابت برسد. در غیر این صورت فشار نگهدارنده ممکن است با سایر روش‌های شرح داده شده در بند پ-۱-۲ و پ-۱-۳ تعیین شود.

پ-۱-۲ روش استفاده از نسبت نشانه‌های فرورفتگی

پ-۱-۲-۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از این روش، تعیین فشار نگهداری با استفاده از نشانه‌های فرورفتگی (SR) است که شاخصی کمی از عمق نشانه فرورفتگی روی سطح نمونه است. فشار نگهداری مورد استفاده برای قالب‌ریزی (به بند ۵-۲-۳ مراجعه کنید) به شکل فشار مذابی در نظر گرفته می‌شود که در آن SR، در حالی که فشار مذاب افزایش می‌یابد، پس از کاهش به مقدار ثابتی برسد (به عبارت دیگر، فشاری که در آن نشانه فرورفتگی حداقل عمق را دارد). این روش برای موادی مانند پلیمرهای بلوری مطلوب است که در آنها نشانه‌های فرورفتگی روی سطح نمونه‌ها بزرگ بوده و عمق این نشانه‌ها آشکارا با افزایش فشار مذاب تغییر می‌کند.

پ-۱-۲-۲ تعاریف و اصطلاحات

پ-۱-۲-۲-۱ نسبت نشانه‌های فرورفتگی

SR

نشان دهنده عمق نسبی نشانه‌های فرورفتگی روی سطح نمونه است که از معادله پ-۱ به دست می‌آید:

$$SR = \frac{(h_{\max} - h_{\min})}{h_{\max}} \quad \text{پ-۱}$$

که در آن:

h_{\min} حداقل ضخامت نمونه، که به شکل ضخامت متوسط سه نقطه $P_{\min 1}$ ، $P_{\min 2}$ و $P_{\min 3}$ در امتداد طول نمونه (طبق شکل پ-۲ و پ-۳) محاسبه می‌شود.

h_{\max} حداقل ضخامت نمونه، که به شکل ضخامت متوسط سه نقطه $P_{\max 1}$ ، $P_{\max 2}$ و $P_{\max 3}$ در امتداد طول نمونه (طبق شکل پ-۲ و پ-۳) محاسبه می‌شود.

یادآوری- این کمیت را با دو عدد معنی‌دار بیان کنید.

پ-۱-۲-۳ روش انجام آزمون

با استفاده از زمان نگهداری کافی برای حصول اطمینان از جامدشدن مذاب در ناحیه دروازه، یک مجموعه‌ای از قطعات قالب‌ریزی شده با افزایش تدریجی فشار مذاب و با یک قالب‌ریزی در هر فشار تولید کنید. توصیه

می‌شود، اولین فشار مذاب استفاده شده ۱۰٪ فشار تزریق باشد و فشارهای مذاب بعدی مضر درستی از اولین مقدار فشار باشد (اگر این طور نباشد، لازم نیست نتایج به دست آمده برای نمونه مورد آزمون قالب‌ریزی تزریقی در آزمایشگاه‌های متفاوت قابل مقایسه باشد).

ضخامت حداقل (h_{min}) را در سه نقطه P_{min1} ، P_{min2} و P_{min3} با تقریب 0.1 mm برای هر نمونه تولید شده با استفاده از میکرومتر با شعاع نیمکره نوک آن 4 mm و صحت $0.1 \text{ mm} \pm$ اندازه‌گیری کنید.

ضخامت حداکثر (h_{max}) را در سه نقطه P_{max1} ، P_{max2} و P_{max3} با تقریب 0.1 mm برای هر نمونه تولید شده با استفاده از کولیس ورنیه با صحت 0.05 mm اندازه‌گیری کنید.

برای هر فشار مذاب، SR را با استفاده از معادله پ-۱ محاسبه کنید و همان طور که در منحنی B شکل پ-۱ نشان داده شده، آن را نسبت به فشار مذاب رسم کنید.

اگر حداقل سه مقدار SR، هنگامی که فشار مذاب افزایش می‌یابد، از نظر آماری ثابت باشند، مقدار متوسط فشارهای مذاب مربوط به سه مقدار اول این نقطه‌ها (نقطه‌های ۱ تا ۳ در منحنی B) را به عنوان فشار نگه‌داری در نظر بگیرید.

اگر h_{max} کمی در نتیجه افزایش فشار مذاب تغییر کند، h_{min} می‌تواند به عنوان شاخصی برای تعیین فشار نگه‌داری به جای SR استفاده شود.

پ-۱-۳ روش استفاده از حداکثر ذوب که در آن پلیسه تولید نشود

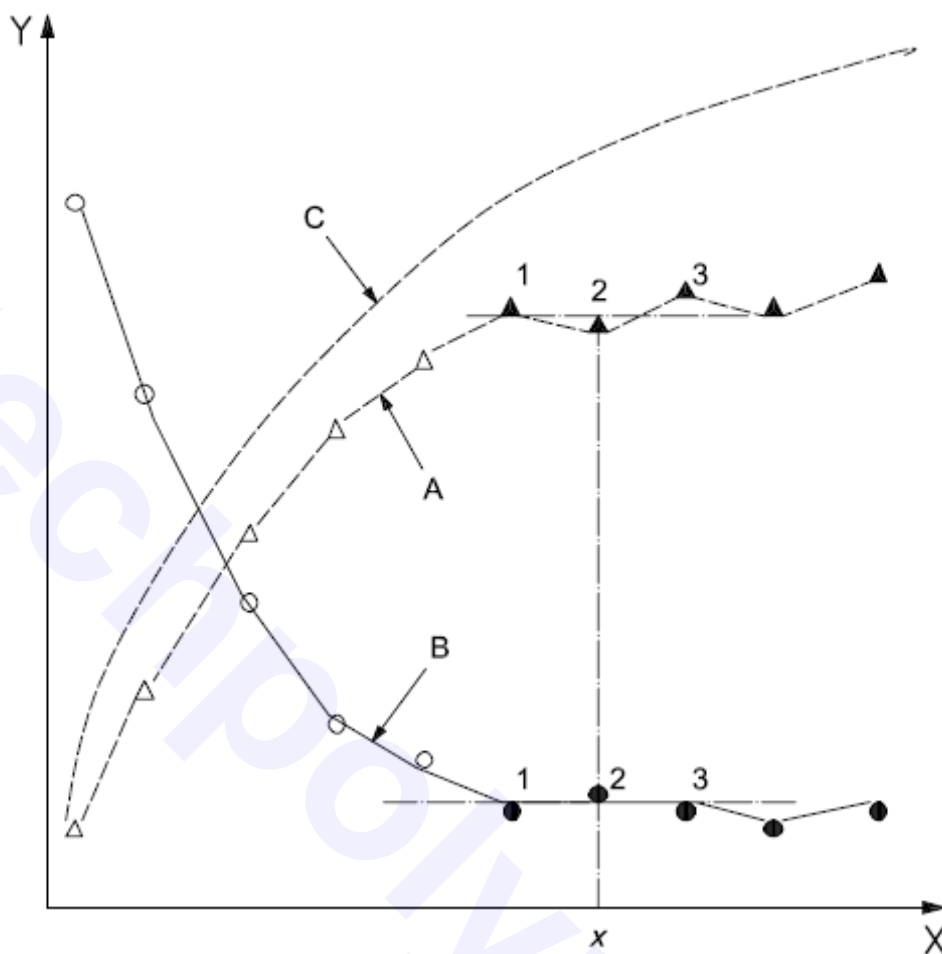
پ-۱-۳-۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از این روش، تعیین فشار نگه‌داری استفاده شده برای قالب‌ریزی (به بند ۵-۲-۳ مراجعه کنید) به شکل فشار مذابی است که اولین پلیسه با افزایش تدریجی فشار مذاب رخ می‌دهد. این روش تعیین فشار نگه‌داری برای موادی کاربرد دارد که در حالت مذاب بسیار سیال هستند و احتمالاً تولید پلیسه می‌کنند.

پ-۱-۳-۲ روش انجام آزمون

با استفاده از زمان نگه‌داری کافی برای حصول اطمینان از جامدشدن مذاب در ناحیه دروازه، مجموعه‌ای از قطعات قالب‌ریزی شده با افزایش تدریجی فشار مذاب و با یک قالب‌ریزی در هر فشار تولید کنید. توصیه می‌شود، اولین فشار مذاب استفاده شده ۱۰٪ فشار تزریق باشد و فشارهای مذاب بعدی مضر درستی از اولین مقدار فشار باشد (اگر این طور نباشد، لازم نیست نتایج به دست آمده برای نمونه مورد آزمون قالب‌ریزی تزریقی در آزمایشگاه‌های متفاوت قابل مقایسه باشد). هر قطعه قالب‌ریزی شده را از نظر وجود پلیسه با چشم غیرمسلح یا ذره‌بین بررسی کنید.

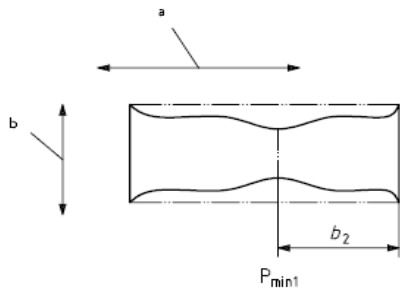
در حالت استفاده از یک دستگاه قالب‌ریزی با امکانات پایش فشار و زمان، مقدار تزریق را به تدریج افزایش دهید و افزایش شدید فشار مذاب را که منجر به تشکیل پلیسه می‌شود ملاحظه کنید. فشار نگه‌داری را به شکل مقدار مناسبی از فشار مذاب مثلاً 5 MPa بلافاصله زیر فشاری که اولین پلیسه رخ می‌دهد در نظر بگیرید.



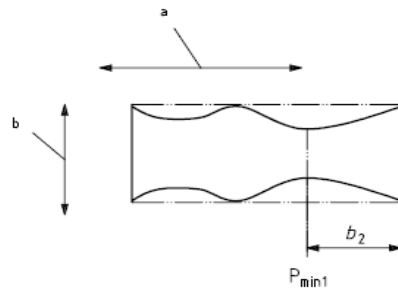
راهنما

منحنی	خواص تعیین شده	محور Y -	محور X -
A,C	فشار نگهداری	جرم قالب‌ریزی یا نمونه	فشار مذاب
B	فشار نگهداری	نسبت نشانه فرورفتگی	فشار مذاب
A,C	زمان نگهداری	جرم قالب‌ریزی یا نمونه	زمان
A,B	مقدار خاصیت	-	X

شکل پ-۱ - نمودار شماتیک تعیین فشار نگهداری و زمان نگهداری
(برای مواردی که اندازه‌گیری‌ها در فواصل منظم طبق توصیه مثال پ-۱-۳-۲ انجام شوند.)



الف - نشانه فرو رفتگی در مرکز



ب - نشانه فرو رفتگی خارج از مرکز

راهنما

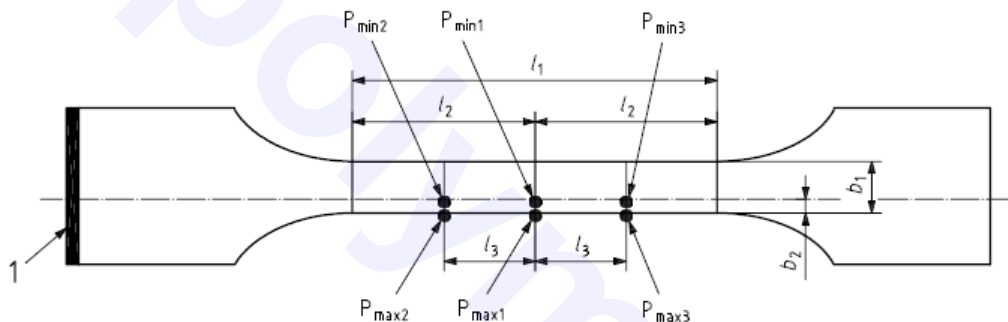
b_2 فاصله عرضی بین لبه و نقطه P_{min}

P_{min1} واقع شده در مرکز طولی بخش باریک، در قسمت متوازی الوجوه نمونه (به شکل پ-۳ نیز مراجعه کنید) (نقطه P_{min} ممکن است در مرکز خط سراسری عرض نمونه، همان طور که در شکل سمت چپ نشان داده شده است یا در حالت دیگر در خارج از مرکز قرار داشته باشد همان طور که در شکل سمت راست نشان داده شده است)

a جهت عرض

b جهت ضخامت

شکل پ-۲ - محل اندازه گیری نقطه P_{min} در عرض نمونه



۸۰ mm	l_1
۴۰ mm	l_2
۲۵ mm تا ۱۵ mm	l_3
۱۰ mm	b_1

راهنما

دروازه

۱

سرتاسر فاصله عرضی بین لبه و نقطه P_{min1} (به شکل پ-۲ مراجعه کنید)

b2

نقطه اندازه گیری شده واقع در مرکز طولی بخش باریک، در قسمت متوازی الوجوه نمونه (به شکل پ-۲ نیز مراجعه کنید) (طبق شکل پ-۲a، نقطه P_{min} ممکن است در مرکز خط سراسری عرض نمونه یا در حالت دیگر طبق شکل پ-۲b در خارج از مرکز قرار داشته باشد)

P_{min1}

نقاط اندازه گیری شده قرار گرفته در فاصله یکسان b_2 در عرض از لبه مانند نقطه P_{min1} و در فاصله l_3 و $-l_3$ در جهت طولی از P_{min1}

P_{min3} و P_{min2}

نقاط اندازه گیری قرار گرفته در موقعیت های طولی یکسان با نقاط به ترتیب P_{min1} و P_{min2} و P_{min3} ، اما در

P_{max3} و P_{max2} و P_{max1}

امتداد یک لبه از بخش باریک، با لبه های موازی نمونه شکل

شکل پ-۳ - نقاط اندازه گیری h_{max} و h_{min} برای نمونه های چند منظوره

پ-۲ روش تعیین زمان نگهداری

یادآوری- اگر زمان نگهداری یکبار با یکی از روش‌های شرح داده شده در این بند تعیین شود، تکرار آن برای همان ماده لازم نیست و ممکن است تعیین برای مواد مشابه ساده شود.

پ-۲-۱ روش استفاده از جرم قالب‌ریزی

پ-۲-۱-۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از این روش تعیین زمان نگهداری (t_H) استفاده شده برای قالب‌ریزی (به بند ۴-۲-۵ مراجعه کنید) است. این زمان به شکل مدت زمان لازم برای رسیدن جرم قالب‌ریزی به مقداری ثابت پس از ازدیاد آن با افزایش تدریجی زمان نگهداری است.

پ-۲-۱-۲ روش انجام آزمون

ابتدا از یک آزمون اولیه، زمان تقریبی جامد شدن مذاب را در ناحیه دروازه را تخمین بزنید. بنابراین یک زمان نگهداری "موقت" را تعریف کنید. سپس، قطعات قالب‌ریزی شده را به طور یک قطعه در هر بار، با فاصله زمانی ۱s در محدوده ± 10 s زمان نگهداری موقت تولید کنید. قطعات قالب‌ریزی شده را با ترازو با صحت ± 0.1 g وزن کنید و جرم قالب‌ریزی را نسبت به زمان نگهداری مطابق شکل پ-۱ (منحنی A) رسم کنید. برای t_H زمانی را که به مقدار S (۳-۵) طولانی‌تر از زمان لازم برای رسیدن به جرم ثابت است، استفاده کنید.

یادآوری- یک روش جایگزین وجود دارد که در آن زمان نگهداری استفاده شده برای قالب‌ریزی از روی خواص گرمایی مواد تخمین زده می‌شود. زمان نگهداری به صورت عدد صحیح با ضرب ضریب ایمنی ۱/۵ در زمان به دست آمده برای جامد شدن مذاب در ناحیه دروازه در دمای مذاب و دمای قالب بیان شده تعیین می‌شود. مقدار تخمین زده شده یک مقدار پیش‌بینی شده برای شرایط قالب‌ریزی و یک ماده خاص نیست. اگرچه این مقدار ممکن است برای به دست آوردن زمان نگهداری موقت به جای انجام آزمون اولیه استفاده شود.

پ-۲-۲ روش استفاده از فشار حفره

پ-۲-۲-۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از این روش تعیین زمان نگهداری (t_H) استفاده شده برای قالب‌ریزی (به بند ۴-۲-۵ مراجعه کنید) است. این زمان به شکل مدت زمان لازم برای آغاز کاهش فشار حفره به دلیل انجماد مذاب در ناحیه دروازه معین می‌شود.

پ-۲-۲-۲ اصطلاحات و تعاریف

برای این روش اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود.

پ-۲-۲-۲-۱ فشار حفره

فشار مذاب در حفره قالب که با یک حسگر فشار روی سطح داخلی حفره اندازه‌گیری شده و بر حسب مگاپاسکال بیان می‌شود.

پ-۲-۳ روش انجام آزمون

فشار نگهداری را در زمان نگهداری کافی برای آغاز کاهش فشار حفره بر اثر جامد شدن در ناحیه دروازه اعمال کنید. برای t_H زمانی را که به مقدار ۳s تا ۵ s طولانی‌تر از زمان صرف شده برای آغاز کاهش فشار حفره است، استفاده کنید.