



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۱۵۸۹-۱۰

چاپ اول

INSO
11589-10
1st. Edition

پلاستیک های تقویت شده با الیاف -
روش های تولید صفحات آزمون - قسمت ۱۰:
قالب گیری تزریقی BMC و سایر آمیزه های
قالب گیری با الیاف بلند - اصول کلی و
قالب گیری آزمون های چندمنظوره

**Fibre-reinforced plastics -Methods of
producing test plates - Part 10:
Injection moulding of BMC and other long-
fibre moulding compounds — General
principles and moulding of multipurpose
test specimens**

ICS:83.120

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

«پلاستیک های تقویت شده با الیاف- روش های تولید صفحات آزمون- قسمت ۱۰: قالب گیری تزریقی BMC و سایر آمیزه های قالب گیری با الیاف بلند- اصول کلی و قالب گیری آزمون های چندمنظوره»

رئیس:

ارسلانی، ناصر
(دکترای شیمی پلیمر)

سمت و/ یا نمایندگی

عضو هیات علمی دانشکده شیمی دانشگاه
تبریز

دبیر:

نجار، رضا
(دکترای شیمی پلیمر)

شرکت کیفیت آفرینان آذر

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

ابراهیم، الهام
(کارشناس شیمی)

سازمان ملی استاندارد ایران

اخپاری، شهاب
(کارشناس ارشد شیمی)

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

ذاکر حمیدی، محمد صادق
(دکترای شیمی فیزیک)

عضو هیات علمی دانشگاه تبریز

زارعی، محمود
(دکترای شیمی کاربردی)

سرپرست آزمایشگاه های خدماتی دانشکده
شیمی دانشگاه تبریز

عزیز افشاری، فرهاد
(کارشناس ارشد مهندسی فراوری مواد معدنی)

مجتمع مس سونگون

عسگری خواه، وحید
(کارشناس ارشد مهندسی مکانیک)

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

قاسمیان خجسته، محسن
(کارشناس ارشد شیمی)

شرکت تدبیر نوین سازان

قدیر زاده، ایوب

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی

(کارشناس ارشد زمین شناسی اقتصادی)

شمال غرب کشور

قدیمی کلجاهی، فریده
(کارشناس ارشد شیمی)

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

کاظمی، سکینه
(کارشناس شیمی)

شرکت خسرو نیکو پلاست

کبیری، رویا
(کارشناس ارشد شیمی)

مسئول آزمایشگاه NMR دانشگاه تبریز

نوری، مازیار
(کارشناس ارشد مهندسی پلیمر)

شرکت سایپا

پیش گفتار

استاندارد «پلاستیک های تقویت شده با الیاف- روش های تولید صفحات آزمون- قسمت ۱۰: قالب گیری تزریقی BMC و سایر آمیزه های قالب گیری با الیاف بلند- اصول کلی و قالب گیری آزمون های چندمنظوره» که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط شرکت کیفیت آفرینان آذر تهیه و تدوین شده و در هشت صد و شصتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد شیمیایی و پلیمر تاریخ ۱۳۹۰/۱۰/۱۹ 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 موقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استاندارد ها 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 ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است :

ISO 1268-10:2005, Fibre-reinforced plastics —Methods of producing test plates- Part 10:
Injection moulding of BMC and other long-fibre moulding compounds — General principles
and moulding of multipurpose test specimens

پلاستیک های تقویت شده با الیاف- روش های تولید صفحات آزمون- قسمت ۱۰: قالب گیری تزریقی BMC و سایر آمیزه های قالب گیری با الیاف بلند- اصول کلی و قالب گیری آزمون های چندمنظوره

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه اصول کلی برای قالب گیری تزریقی آزمون های آمیزه قالب گیری توده ای (BMC)^۱ و ارائه جزئیات طراحی قالب برای تهیه یک نوع آزمون به منظور برقراری شرایط قالب گیری تکرارپذیر است. در موارد مقتضی این استاندارد می تواند برای آمیزه قالب گیری ورقه ای (SMC)^۲ فرموله شده برای قالب گیری تزریقی، به کار برده شود. هدف این استاندارد، توسعه یکنواختی در توصیف پارامترهای اصلی فرایند قالب گیری و همچنین ایجاد یکنواختی در روش گزارش دهی شرایط قالب گیری است. شرایط خاص لازم برای تهیه تکرارپذیر آزمون هایی که نتایج قابل مقایسه ای ارائه دهند، برای هر ماده مورد استفاده متفاوت است. این شرایط در استانداردهای مرتبط با ماده ارائه شده یا با توافق طرفین ذی نفع حاصل می شود. یادآوری- آزمون ها نشان داده اند که طراحی قالب در تهیه تکرارپذیر آزمون ها، یک عامل مهم و تاثیرگذار است.

این استاندارد همراه با استاندارد ۱-۱۱۵۸۹ استفاده می شود.

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 می شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها 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 اصلاحیه های بعدی آن مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای کاربرد استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۰۸۸: سال ۱۳۸۸، پلاستیک - مواد قالب گیری گرماسخت- تعیین میزان جمع شدگی

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۱۵۸۹: سال ۱۳۹۰، پلاستیک های تقویت شده با الیاف- روش های تولید صفحات آزمون- قسمت ۱: شرایط عمومی

۲-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱-۱۱۵۸۹: سال ۱۳۹۰، پلاستیک های تقویت شده با الیاف- روش های تولید صفحات آزمون- قسمت ۱۱: قالب گیری تزریقی BMC و سایر آمیزه های قالب گیری با الیاف بلند- صفحات کوچک

1-Bulk moulding compound
2- Sheet moulding compound

2-4 ISO 472, Plastics — Vocabulary

2-5 ISO 3167, Plastics — Multipurpose test specimens

2-6 ISO 10350-2, Plastics — Acquisition and presentation of comparable single-point data — Part 2: Long-fibrereinforced plastics

2-7 ISO 10724-1, Plastics — Injection moulding of test specimens of thermosetting powder moulding compounds (PMCs) — Part 1: General principles and moulding of multipurpose test specimens

2-8 ISO 10724-2, Plastics — Injection moulding of test specimens of thermosetting powder moulding compounds (PMCs) — Part 2: Small plates

2-9 ISO 11403-1, Plastics — Acquisition and presentation of comparable multipoint data — Part 1: Mechanical properties

2-10 ISO 11403-2, Plastics — Acquisition and presentation of comparable multipoint data — Part 2: Thermal and processing properties

2-11 ISO 11403-3, Plastics — Acquisition and presentation of comparable multipoint data — Part 3: Environmental influences on properties

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف بیان شده در استاندارد ISO 472، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۱-۳

دمای قالب (T_C)

میانگین دمای سطح حفره قالب که پس از برقراری تعادل دمایی سیستم و بلافاصله پس از باز کردن قالب اندازه‌گیری، و بر حسب درجه سلسیوس ($^{\circ}\text{C}$) بیان می‌شود.

۲-۳

دمای ماده (T_M)

دمای ماده نرم شده در یک تزریق آزاد است، و بر حسب درجه سلسیوس ($^{\circ}\text{C}$) بیان می‌شود.

یادآوری - T_M از روی دیواره استوانه مارپیچ تعیین می‌شود.

۳-۳

فشار روی ماده (p)

فشار روی ماده نرم شده در جلو مارپیچ در هر زمان طی فرایند قالب‌گیری است، و بر حسب مگا پاسکال (MPa) بیان می‌شود (به شکل ۱ مراجعه کنید).

یادآوری - فشار روی ماده، که به صورت هیدرولیکی تولید می‌شود، را می‌توان از روی نیروی F_s که به صورت طولی روی مارپیچ عمل می‌کند، با استفاده از معادله ۱ محاسبه کرد:

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

که در آن:

p فشار روی ماده بر حسب مگاپاسکال (MPa)؛ و
 F_s نیروی طولی عامل بر ماریچ، بر حسب کیلو نیوتن (kN)؛ و
 D قطر ماریچ بر حسب میلی‌متر (mm) است.

۴-۳

حداکثر فشار وارد بر ماده (p_{max})

حداکثر مقدار فشار وارد بر ماده است، و بر حسب مگا پاسکال (MPa) بیان می‌شود.

۵-۳

فشار نگهداری (p_H)

فشار روی ماده طی زمان نگهداری است، و بر حسب مگا پاسکال (MPa) بیان می‌شود (به شکل ۱ مراجعه کنید).

۶-۳

چرخه قالب‌گیری

ترتیب کامل عملیات لازم در فرایند قالب‌گیری برای تولید یک مجموعه از آزمون‌ها است، و بر حسب ثانیه (S) بیان می‌شود (به شکل ۱ مراجعه کنید).

۷-۳

زمان چرخه (t_T)

زمان لازم برای انجام کامل چرخه قالب‌گیری است، و بر حسب ثانیه (S) بیان می‌شود.

یادآوری - زمان چرخه، برابر با مجموع زمان تزریق t_I ، زمان پخت t_{CR} و زمان باز کردن قالب t_O است.

۸-۳

زمان تزریق (t_I)

زمان، از لحظه‌ای که ماریچ شروع به حرکت به جلو می‌کند، تا نقطه تعویض بین دوره زمانی تزریق و دوره زمانی نگهداری است، و بر حسب ثانیه (S) بیان می‌شود.

۹-۳

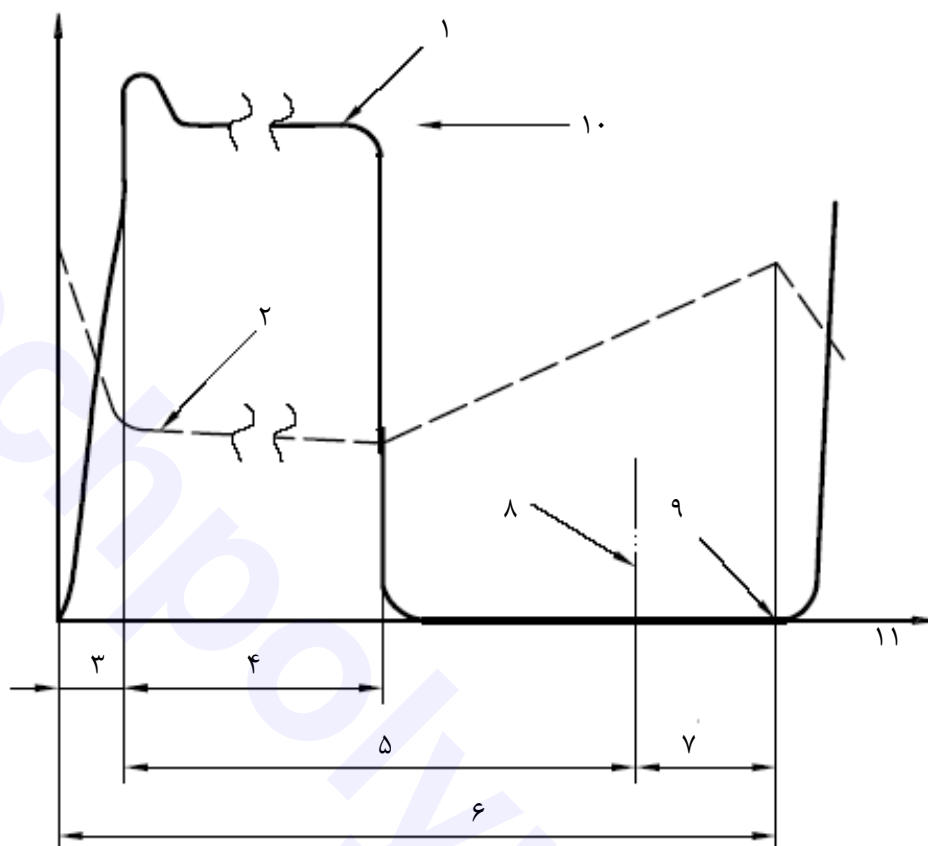
زمان پخت (t_{CR})

زمان، از پایان دوره زمانی تزریق، تا شروع باز شدن قالب است، و بر حسب ثانیه (S) بیان می‌شود.

۱۰-۳

زمان نگهداری (t_H)

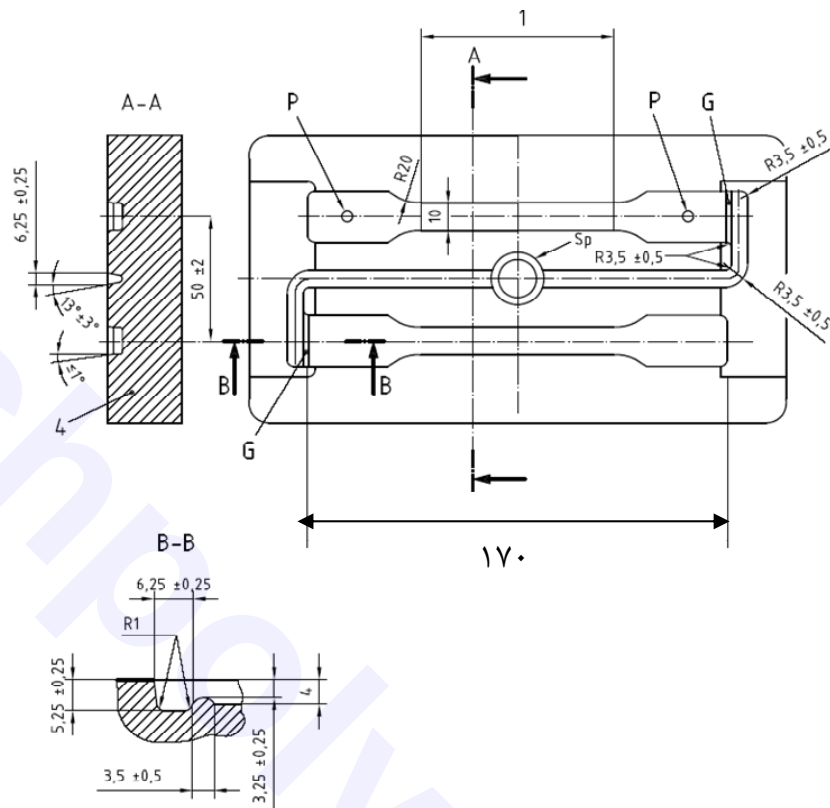
زمان، از پایان دوره تزریق تا رها شدن از فشار نگهداری P_H است، و بر حسب ثانیه (S) بیان می‌شود.



راهنما

۱	فشار روی ماده، p	۷	زمان باز کردن، t_0
۲	موقعیت طولی ماریج	۸	باز کردن قالب
۳	زمان تزریق، t_I	۹	بستن قالب
۴	زمان نگهداری، t_H	۱۰	فشار نگهداری، p_H
۵	زمان پخت، t_{CR}	۱۱	زمان
۶	زمان چرخه، t_T		

شکل ۱- شمایی از نمودار چرخه قالب‌گیری تزریقی، نشان دهنده فشار روی ماده (خط پررنگ) و موقعیت طولی ماریج (خط بریده) به عنوان تابعی از زمان



راهنما:

- ۱ ترجیحاً ۸۲ mm
 Sp اسپرو^۱ (گلوگاه مخروطی)
 G دروازه
 P حسگر فشار (اختیاری)
 ظرفیت تزریق، $V_S = 30000 \text{ mm}^3$
 سطح تصویر شده، $A_p = 6500 \text{ mm}^2$

شکل ۲- صفحه دوحفره‌ای برای قالب ایزو، نوع A

۱۱-۳

زمان باز کردن قالب (t_0)

زمان، از لحظه‌ای که قالب شروع به باز شدن می‌کند تا بسته شدن آن و اعمال کامل نیروی قفل کننده است.

یادآوری - t_0 بر حسب ثانیه (s) بیان می‌شود و شامل زمان لازم برای جدا کردن مواد قالب‌گیری شده از قالب است.

۱۲-۳

حفره

قسمتی از فضای خالی در قالب که یک آزمون را تولید می‌کند.

۱۳-۳

قالب دو حفره‌ای

قابلی که شامل دو حفره یکسان با ترتیب جریان - موازی است (به شکل ۲ مراجعه کنید).

یادآوری - شکل هندسی مسیر جریان و موقعیت یابی متقارن حفره‌ها در صفحه حفره، اطمینان می‌دهد که همه آزمون‌های حاصل از یک تزریق^۱ دارای خواص یکسان باشند.

۱۴-۳

قالب ایزو

هر قالب استاندارد (نوع نشان داده شده A ، D_1 و D_2) مورد نظر برای تکرارپذیری تهیه آزمون‌ها با خواص قابل مقایسه است.

یادآوری ۱- قالب‌ها، یک صفحه ثابت با یک گلوگاه مخروطی مرکزی دارند، به علاوه یک صفحه دو حفره‌ای که در بند ۳-۱۳ توصیف شده است. جزئیات بیشتر در بند ۴-۱-۴ ارائه شده است.

یادآوری ۲- مثالی از قالب کامل در پیوست پ نشان داده شده است.

۱۵-۳

سطح مقطع عرضی بحرانی (A_c)

سطح مقطع عرضی حفره یک قالب ایزو در موقعیتی است که بخش بحرانی آزمون، یعنی قسمتی که اندازه گیری روی آن انجام می‌گیرد، قالب‌گیری می‌شود و بر حسب میلی‌متر مربع (mm^2) بیان می‌شود.

یادآوری - در آزمون‌های میله ای برای آزمون کشش، قسمت بحرانی آزمون‌ها یک بخش باریکی است که طی آزمون در معرض بالاترین تنش قرار می‌گیرد.

۱۶-۳

حجم قالب‌گیری (V_M)

نسبت جرم قالب‌گیری به چگالی پلاستیک جامد است، و بر حسب میلی‌متر مکعب (mm^3) بیان می‌شود.

۱۷-۳

سطح تصویر شده^۱ (A_p)

برش عمودی کلی قالب‌گیری تصویر شده روی صفحه جداسازی است، و بر حسب میلی‌متر مربع (mm^2) بیان می‌شود.

۱۸-۳

نیروی قفل کننده (F_M)

نیروی نگهدارنده صفحات بسته حفره قالب است، و بر حسب کیلو نیوتن (kN) بیان می‌شود.

یادآوری - حداقل نیروی نگهدارنده لازم را می‌توان از نامعادله زیر محاسبه کرد:

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

که در آن:

F_M نیروی قفل کننده، بر حسب کیلونیوتن (kN)؛ و

A_p سطح تصویر شده، بر حسب میلی‌متر مربع (mm^2)؛ و

P_{\max} حداکثر مقدار فشار روی ماده بر حسب مگا پاسگال (MPa) است.

۱۹-۳

سرعت تزریق (v_i)

میانگین سرعت ماده که از سطح مقطع عرضی بحرانی A_c عبور می‌کند، و بر حسب میلی‌متر بر ثانیه (mm/s) بیان می‌شود.

یادآوری - v_i فقط برای قالب‌های چند حفره‌ای کاربرد دارد (در این حالت، قالب دو حفره‌ای)، و از معادله ۳ محاسبه می‌شود:

$$v_i = \frac{V_M}{t_i \times A_C \times 2} \quad (3)$$

که در آن:

v_i سرعت تزریق بر حسب میلی‌متر بر ثانیه (mm/s)؛ و

۲ تعداد حفره‌ها؛ و

A_C سطح مقطع عرضی بحرانی، بر حسب میلی‌متر مربع (mm^2)؛ و

V_M حجم قالب‌گیری، بر حسب میلی‌متر مکعب (mm^3)؛ و

t_i زمان تزریق، بر حسب ثانیه (s) است.

۲۰-۳

جرم قالب‌گیری (m_M)

جرم کل قالب‌گیری، شامل آزمون‌ها، راهگاه‌ها^۱ و گلوگاه مخروطی است، و بر حسب گرم (g) بیان می‌شود.

۲۱-۳

ظرفیت تزریق (V_s)

حاصل ضرب حداکثر میزان حرکت (در اثر چرخش مارپیچ) ماشین قالب‌گیری تزریقی و سطح مقطع عرضی مارپیچ است، و بر حسب میلی متر مکعب (mm^3) بیان می‌شود.

۴ دستگاه‌ها

۱-۴ قالب ایزو نوع A (دو حفره‌ای)

۱-۱-۴ قالب‌های ایزو (به بند ۳-۱۴ مراجعه کنید) برای تولید آزمون‌هایی که قرار است داده‌های قابل مقایسه تولید کنند، مانند استفاده در موارد اختلاف، شدیداً توصیه می‌شود (به استانداردهای ISO 11403-1، ISO 11403-2، ISO 11403-3، ISO 10350-2، ISO 10724-1 و ISO 10724-2 مراجعه کنید).

۲-۱-۴ آزمون‌های چند منظوره به طوری که در استاندارد ISO 3167 مشخص شده‌اند، باید در قالب نوع A دو حفره‌ای با استفاده از راهگاه نوع Z قالب‌گیری شوند (به پیوست الف مراجعه کنید). قالب باید مانند آنچه در شکل ۲ نشان داده شده است، و مطابق الزامات بند ۴-۱-۴ باشد.

۳-۱-۴ مستطیلی به ابعاد اسمی $4 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times 80 \text{ mm}$ باید به طور متقارن از مرکز بخش با جوانب موازی آزمون‌های چند منظوره نوع A (به ISO 3167 مراجعه کنید) بریده شود و طول آن باید $(80 \pm 2) \text{ mm}$ باشد.

۴-۱-۴ جزئیات ساختار اصلی قالب نوع A باید مطابق آنچه در شکل ۲ نشان داده شده است، بوده و الزامات زیر را برآورده کند:

الف- قطر گلوگاه مخروطی در طرفی که دارای افشانک است، باید حداقل $(4.5 \pm 0.5) \text{ mm}$ باشد.

ب- پهنا و ارتفاع سیستم راه‌گاه باید به ترتیب $(6.25 \pm 0.25) \text{ mm}$ و $(5.25 \pm 0.25) \text{ mm}$ و با شعاع ۱ میلی متر برای زاویه‌های کف به دیوار در ورودی باشد.

پ- حفره‌ها باید دارای ورودی تک انتهایی باشند، همان گونه که در شکل ۲ نشان داده شده است.

ت- ارتفاع ورودی باید حداقل دو سوم ارتفاع حفره بوده، و پهنای ورودی باید در نقطه‌ای که ورودی وارد حفره می‌شود، معادل حفره باشد.

ث- طول ورودی باید $(3.5 \pm 0.5) \text{ mm}$ بوده، و کل شعاع آن باید برابر با حداقل ۱ mm باشد.

ج- زاویه اولیه راه‌گاه‌ها باید (3 ± 13) درجه باشد. زاویه اولیه حفره نباید از ۱ درجه بزرگتر باشد، به جز در سطح‌شانه‌های آزمون‌کشش که زاویه اولیه نباید بزرگتر از ۲ درجه باشد.

چ- ابعاد حفره ها باید طوری باشد که ابعاد آزمون‌های تولید شده با الزامات ارائه شده در استاندارد مرتبط مطابقت داشته باشد. برای مجاز شدن درجه های مختلف جمع شدگی قالب‌گیری، ابعاد حفره ها باید طوری انتخاب شوند که بین مقادیر اسمی و حد بالاتر ابعاد مشخص شده در آزمون‌های مرتبط قرار گیرند. در قالب نوع A، ابعاد حفره اصلی، بر حسب میلی متر باید از استاندارد ISO 3167 تبعیت کند:

- عمق: ۴٫۰ تا ۴٫۲؛

- پهنای بخش مرکزی: ۱۰٫۰ تا ۱۰٫۲؛

- طول بخش مرکزی با طرفین موازی: ۸۰٫۰ تا ۸۲٫۰.

ح- پین پاران‌ها^۱ باید بیرون از سطح آزمون آزمون‌ها قرار گیرند، یعنی در شانه های دمبل آزمون‌های تولید شده از قالب نوع A.

خ- سیستم حرارت دهی برای صفحات قالب باید طوری طراحی شود که در شرایط عملیاتی، اختلاف دمای بین هر نقطه روی سطح هر حفره و صفحه کمتر از $5^{\circ}C$ باشد.

د- توصیه می‌شود از صفحات حفره قابل تعویض و ورودی جادادنی استفاده شود تا امکان تعویض سریع از تولید یک نوع آزمون به نوع دیگر میسر باشد. چنین تغییراتی با استفاده از ظرفیت‌های تزریقی که تا حد ممکن شبیه به هم هستند، آسان می‌شود.

مثال‌هایی از پیکربندی‌های مختلف راه‌گاه و استفاده از ورودی جادادنی در پیوست الف نشان داده شده است. ذ- توصیه می‌شود که حسگر فشار در راه‌گاه مرکزی نصب شود تا دوره تزریق به طور مناسب کنترل شود (در استاندارد ملی شماره ۷۰۸۸، حسگر اجباری است). موقعیت مناسب حسگر در شکل ۲ نشان داده شده است. ر- برای حصول اطمینان از این که صفحات حفره بین قالب‌های مختلف ایزو قابل تعویض هستند، یادداشت جزئیات ساختاری زیر علاوه بر آنهایی که در شکل ۲ نشان داده‌اند و آنهایی که در استاندارد ملی شماره ۱۱-۱۱۵۸۹ ارائه شده‌اند، مهم است.

۱- توصیه شده است برای آزمون‌های چند منظوره قالب‌گیری شده در قالب نوع A، حفره‌ای به طول ۱۷۰ mm استفاده شود. این عمل حداکثر طولی برابر ۱۸۰ mm برای فضای توخالی در صفحات حفره ارائه می‌دهد.

۲- ممکن است، پهنای صفحات قالب تحت تاثیر حداقل فاصله لازم بین نقاط اتصال برای کانال‌های حرارتی قرار گیرد.

۳- امتداد خطوطی که بتوان آزمون‌ها را از راه‌گاه برش داد، ممکن است با یک علامت در خارج از سطح آزمون مثلاً فاصله ۱۷۰ میلی‌متری در قالب نوع A، مشخص شوند. دومین جفت خطوط در فاصله ۸۰ mm ممکن است برای برش میله‌ها از آزمون‌های چندمنظوره از قالب نوع A تعریف شود.

ز- برای آسان‌تر شدن کنترل یکسان بودن همه آزمون‌های حاصل از قالب، توصیه شده است که حفره های جداگانه، خارج از سطح همه آزمون‌ها، نشان‌دار شوند (به بند ح مراجعه کنید). این عمل به آسانی با حکاکی

نمادهای مناسب روی پین‌پران‌ها انجام می‌شود، بنابراین از هر گونه آسیب به سطح صفحه حفره جلوگیری می‌شود. انتخاب دیگر در پیوست ب ارائه شده است.

ژ- عیوب سطحی می‌تواند نتایج را، به خصوص در آزمون‌های مکانیکی تحت تاثیر قرار دهد. بنابراین، در صورت لزوم، سطوح حفره‌های قالب باید خیلی صیقلی شوند. جهت صیقلی کردن باید مطابق با جهتی باشد، که آزمون به هنگام آزمون تحت بار قرار می‌گیرد.

۴-۱-۵ برای اطلاعات بیشتر در مورد اجزای قالب توصیف شده در این استاندارد، به کتابنامه مراجعه کنید.

۴-۲ ماشین قالب‌گیری تزریقی

برای تکرارپذیری تولید آزمون‌هایی که قادر به ارائه نتایج قابل مقایسه باشند، فقط باید ماشین‌های قالب-گیری تزریقی مارپیچی، مجهز به تمام وسایل لازم برای کنترل شرایط قالب‌گیری به کار رود.

۴-۲-۱ حجم قالب‌گیری

نسبت حجم قالب‌گیری V_M (بند ۳-۱۶) به ظرفیت تزریق V_S (بند ۳-۲۱) باید بین ۳۰ درصد و ۷۰ درصد باشد، جز در مواردی که نسبت بزرگتری در استاندارد مرتبط با ماده الزام شده یا توسط سازنده، توصیه شده باشد.

۴-۲-۲ سیستم کنترل

سیستم کنترل ماشین قالب‌گیری تزریقی باید قادر به حفظ شرایط عملیاتی در گستره رواداری زیر باشد:

- زمان تزریق، t_I ± 0.2 s

- فشار نگهداری، p_H ± 5 درصد

- زمان نگهداری، t_H ± 5 درصد

- دمای ماده، T_M $\pm 5^\circ C$ (با تنظیم دمای دیواره استوانه مارپیچ در این گستره نگه دارید)

- دمای قالب، T_C $\pm 3^\circ C$

- جرم قالب‌گیری، m_M ± 2 درصد

۴-۲-۳ مارپیچ

مارپیچ باید از نوع مناسبی برای آمیزه‌های قالب‌گیری توده‌ای، باشد.

توصیه شده است که شیر با جریان برگشتی نصب شود.

۴-۲-۴ نیروی قفل‌کننده

نیروی قفل‌کننده قالب F_M باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا از تشکیل پلیسه (شکل ناصاف پله‌ای)^۱ بزرگ تحت هرگونه شرایط عملیاتی جلوگیری شود.

حداقل نیروی قفل‌کننده F_M برای قالب نوع A با نامعادله $F_M \geq 6500 \times p_{\max} \times 10^{-3}$ به دست می‌آید (به بند ۳-۱۸ مراجعه کنید)، به عبارت دیگر ۵۲۰ kN برای حداکثر فشار ۸۰ MPa روی ماده.

لازم است در نظر گرفته شود که یک سیستم قالب‌گیری تزریقی با صفحات حفره قابل تعویض برای قالب‌های نوع D1 و D2 دارای سطح تصویر شده Ap برابر با 11000 mm^2 است، بنابراین نیروی قفل‌کننده‌ای به مقدار قابل توجه بزرگتر، لازم است.

۴-۲-۵ دماسنج‌ها

برای اندازه‌گیری دمای ماده T_M (بند ۳-۲) باید از یک دماسنج با کاونده سوزنی با صحت $\pm 1^\circ \text{C}$ استفاده کرد. برای اندازه‌گیری دمای سطح حفره قالب که منجر به دمای قالب T_C (بند ۳-۱) می‌شود باید یک دماسنج سطح با صحت $\pm 1^\circ \text{C}$ به کار رود.

۵ روش آزمون

۵-۱ شرایط تثبیت ماده

قبل از قالب‌گیری، آمیزه قالب‌گیری توده را مطابق با الزام استاندارد ماده مرتبط، یا در غیاب چنین اطلاعاتی، مطابق با توصیه سازنده در شرایط تثبیت قرار دهید. از قرار دادن مواد در معرض اتمسفر، در دمایی که خیلی پایین‌تر از دمای محیط کار باشد خودداری کنید تا از میعان رطوبت روی ماده جلوگیری شود.

۵-۲ قالب‌گیری تزریقی

۵-۲-۱ ماشین را در شرایط مشخص شده در استاندارد ماده مربوط، یا در صورت عدم چنین اطلاعاتی، مطابق با توافق طرفین ذی‌نفع تنظیم کنید.

۵-۲-۲ در بیشتر آمیزه‌های قالب‌گیری، گستره مناسب برای سرعت تزریق v_i به هنگام استفاده از قالب نوع A برابر با $(50 \pm 150) \text{ mm/s}$ است.

در سرعت تزریق معین v_i ، زمان تزریق t_1 به طور معکوس متناسب با تعداد حفره‌ها n ، در قالب است (به معادله ۳ بند ۳-۱۹ مراجعه کنید). بهتر است هر گونه تغییر در سرعت تزریق در مدت تزریق تا حد ممکن کوچک نگهداشته شود.

۵-۲-۳ یک روش مناسب برای تعیین فشار نگهداری pH ، پارامتری که غالباً مشخص نمی‌شود، روش زیر است:

شروع از فشار صفر و افزایش تدریجی فشار روی ماده تا قالب‌گیری شده‌ها از نشانه‌های فرورفته^۱، فضاهای خالی و سایر عیوب قابل رویت عاری شوند و کمترین پلیسه^۲ را داشته باشند. از این فشار به عنوان فشار نگهداری استفاده کنید.

این روش می‌تواند برای بیشترین فشارهای قالب‌گیری تزریقی استفاده شود.

۵-۲-۴ اطمینان حاصل کنید که فشار نگهداری ثابت نگهداشته شود، تا ماده در ناحیه ورودی پخت شود، به عبارت دیگر تا جرم قالب‌گیری تحت این شرایط به حد بالاتر برسد.

1- Sink marks

2-Flash

۵-۲-۵ تا ماشین به حالت پایدار عملیاتی برسد، مواد قالب‌گیری شده را دور بریزید. سپس شرایط عملیاتی را یادداشت کنید و جمع‌آوری نمونه‌ها را شروع کنید.
طی فرایند قالب‌گیری، شرایط حالت آماده را به روش‌های مناسب مثلاً با کنترل جرم قالب‌گیری m_M حفظ کنید.

۵-۲-۶ در صورت هرگونه تغییر در ماده، ماشین را خالی کنید و آن را کاملاً تمیز کنید. قبل از شروع جمع‌آوری مجدد نمونه‌ها، حداقل ۱۰ قالب‌گیری ساخته شده را با استفاده از ماده جدید کنار بگذارید.

۳-۵ اندازه‌گیری دمای قالب

دمای قالب T_C را پس از این که سیستم به تعادل گرمایی رسید و بلافاصله پس از باز کردن قالب تعیین کنید. دمای سطح حفره قالب را در چندین نقطه در هر طرف حفره قالب با استفاده از دماسنج سطح اندازه بگیرید. بین هر جفت قرائت دما، قالب را قبل از ادامه دادن برای اندازه‌گیری بعدی، حداقل ۱۰ دور بچرخانید. هر اندازه‌گیری را ثبت کنید و دمای قالب را به صورت میانگین تمام اندازه‌گیری‌ها محاسبه کنید.

۴-۵ اندازه‌گیری دمای ماده

۵-۴-۱ دمای ماده T_M را با یکی از روش‌های زیر اندازه‌گیری کنید:

۵-۴-۲ پس از برقراری تعادل گرمایی، حداقل 30 cm^3 ماده را به داخل ظرف غیر فلزی با اندازه مناسب تزریق کنید و بلافاصله کاونده دماسنج سوزنی که قبلاً گرم شده و سریع پاسخ می‌دهد را در مرکز ماده نرم فرو برید، آن را به آرامی حرکت دهید تا امکان قرائت دماسنج به حداکثر برسد.
اطمینان حاصل کنید که دمای پیش‌حرارت‌دهی به دمای ماده نزدیک است. این مورد را با استفاده از شرایط تزریق یکسان برای تزریق‌های آزاد به کار رفته برای نمونه‌ها تایید کنید، اجازه دهید بین هر تزریق آزاد، زمان کافی وجود داشته باشد.

۵-۴-۳ به طور جایگزین، دمای ماده ممکن است به وسیله حسگر مناسب دما اندازه‌گیری شود، به شرط این که بتوان نشان داد نتیجه حاصل با نتیجه به دست آمده از روش تزریق آزاد یکسان است. افت گرمایی توسط حسگر باید ناچیز باشد و نسبت به تغییرات دما سریع پاسخ دهد. حسگر را در محل مناسب مانند افشانک ماشین قالب‌گیری تزریقی نصب کنید. در صورت تردید، روش توصیف شده در بند ۵-۴-۲ را به کار برید.

۵-۵ عمل‌آوری نمونه‌ها پس از قالب‌گیری

آزمونه‌ها را پس از جدا کردن از قالب به تدریج سرد کنید و برای جلوگیری از تفاوت در تاریخچه آزمونه‌های جداگانه، با همان سرعت به دمای اتاق برسانید.

یادآوری - تجربه نشان داده است که حداقل قسمتی از زمان سرد کردن می‌تواند تاثیر به سزایی روی درجه پخت آمیزه‌های قالب‌گیری توده بگذارد.

۶ گزارش تهیه آزمون

گزارش آزمون باید شامل اطلاعات زیر باشد:

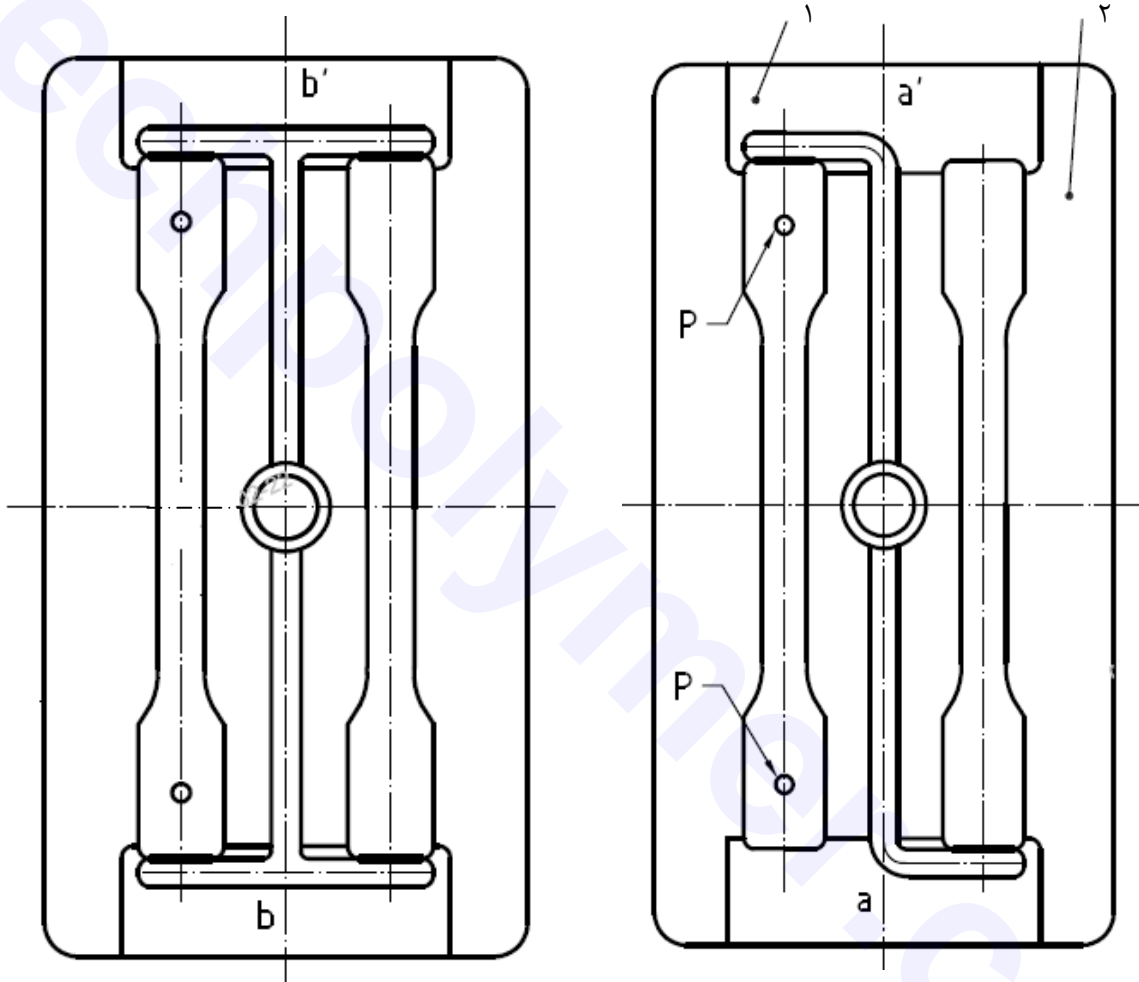
- ۱-۶ روش آزمون طبق این استاندارد ملی؛
- ۲-۶ تاریخ، زمان و محل قالب‌گیری آزمون‌ها؛
- ۳-۶ توصیف کامل مواد به کار رفته (نوع، طراحی، سازنده یا سری ساخت)؛
- ۴-۶ جزئیات هرگونه شرایط تثبیت ماده قبل از قالب‌گیری؛
- ۵-۶ نوع آزمون تولید شده، استاندارد مربوط و اندازه ورودی و محل قرارگیری؛
- ۶-۶ جزئیات ماشین قالب‌گیری تزریقی به کار رفته (سازنده، ظرفیت تزریق، نیروی قفل‌کننده قالب، سیستم‌های کنترل)؛
- ۷-۶ شرایط قالب‌گیری:
 - دمای ماده T_M (بند ۳-۲) بر حسب درجه سلسیوس،
 - دمای قالب T_C (بند ۳-۱) بر حسب درجه سلسیوس،
 - سرعت تزریق v_I (بند ۳-۱۹) بر حسب میلی‌متر بر ثانیه،
 - زمان تزریق t_I (بند ۳-۸)، بر حسب ثانیه،
 - فشار نگهداری p_H (بند ۳-۵) بر حسب مگاپاسکال،
 - فشار حداکثر روی ماده p_{max} (بند ۳-۴)، اگر حسگر فشار نصب شود بر حسب مگاپاسکال،
 - زمان نگهداری t_H (بند ۳-۱۰)، بر حسب ثانیه،
 - زمان پخت t_{CR} (بند ۳-۹) بر حسب ثانیه،
 - زمان چرخه t_T (بند ۳-۷) بر حسب ثانیه،
 - جرم قالب‌گیری m_M (بند ۳-۲۰) بر حسب گرم؛
- ۸-۶ هرگونه جزئیات مرتبط دیگر (مثلاً تعداد قالب‌گیری‌های اولیه دورریز به ازای حفره، تعداد باقی‌مانده و هرگونه عمل‌آوری پس از قالب‌گیری).

پیوست الف

(اطلاعاتی)

مثال‌هایی از ترکیب بندی راه گاه

طرح‌بندی یک قالب ممکن است به وسیله ورودی جادادنی تغییر داده شود ($a-a'$ یا $b-b'$) همان گونه که در شکل الف-۱ نشان داده شده است.



ب- متغیر با راه گاه دوتایی T (برای مثال برای مطالعه استحکام خط جوش)

الف- قالب تزریق همان گونه که در این استاندارد مشخص شده است (راه گاه Z)

راهنما

۱ حسگر فشار P

۲ صفحه دو حفره‌ای قابل تعویض

۱ ورودی جادادنی قابل تعویض

شکل الف-۱- انواع مختلف ترکیب بندی راه گاه

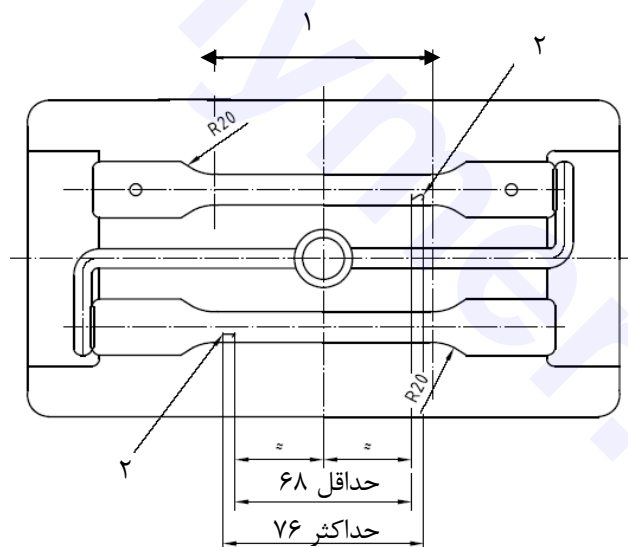
پیوست ب (اطلاعاتی)

نشان گذاری آزمونه ها

هدف از نشان گذاری آزمونه ها تعیین موقعیت اولیه دو آزمونه در قالب است، حتی اگر نوارهایی در انتهای آزمونه بریده شوند (به عنوان مثال به دست آوردن آزمونه میله‌ای با ابعاد $4 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times 80 \text{ mm}$). این نوع نشان گذاری ترجیحاً علاوه بر نشان گذاری با سر پین پران انجام می‌گیرد (به زیر بندهای "ح" و "ز" بند ۴-۱-۴ مراجعه کنید).

تعداد حفره های قالب و موقعیت آنها ترجیحاً باید به صورت زیر باشد:

- بهتر است تصویر آینه‌ای اعداد ۱ و ۲ به کار رود؛
- بهتر است اعداد خوانا، راست (عمودی) و در یک ردیف با جهت جریان ماده باشند؛
- بهتر است در آزمون‌های بارگذاری خمشی، اعداد خارج از گستره تکیه گاه آزمونه ها، ولی در گستره طول ۸۰ میلی‌متری آزمونه قرار گیرند؛
- بهتر است برای جلوگیری از تراکم تنش و غیره، اعداد فقط قابل رویت باشند (یعنی خیلی عمیق حکاکی نشوند)؛
- اعداد بهتر است در انتهای ورودی حفره باشند.



راهنما

- ۱ ترجیحاً ۸۲ mm
- ۲ حفره شماره ۱
- ۳ حفره شماره ۲

شکل ب-۱ موقعیت شماره های حفره

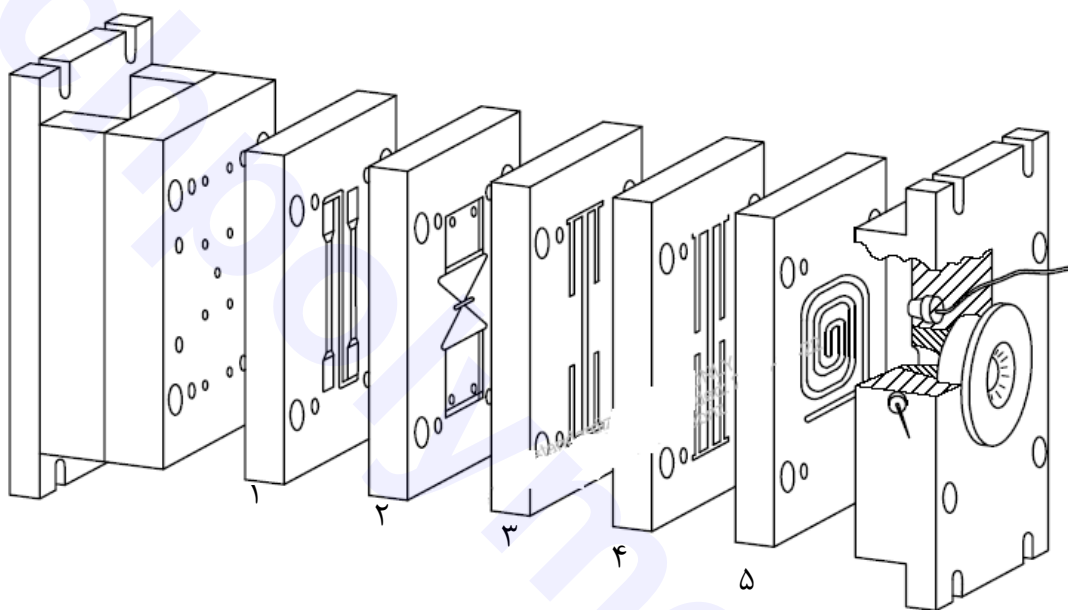
پیوست پ

(اطلاعاتی)

مثالی از قالب تزریقی

شکل پ-۱، حالت گسترده قالب تزریقی با صفحات دو حفره‌ای قابل تعویض را برای قالب‌های نوع A، B، C، D1 و D2 نوع ایزو و همچنین قالب ساخته شده به سفارش مشتری و امکان تغییر و توسعه آن در آینده نشان می‌دهد (صفحه ۵).

جزئیات صفحات حفره نشان داده شده در شکل پ-۱ در جدول پ-۱ ارائه شده‌اند.



شکل پ-۱ - شکل گسترده قالب تزریقی با صفحات حفره قابل تعویض

جدول پ-۱ جزئیات صفحات حفره که در شکل پ-۱ نشان داده شده است

شماره در شکل پ-۱	۱	۲	۳	۴	۵
نوع قالب ایزو	A	D (D2 و D1)	C	B	X
استاندارد مرجع - برای BMC، SMC - برای گرما سخت‌های دیگر - برای گرما نرم‌ها	استاندارد ملی ۱۱۵۸۹-۱۰ ISO 10724-1 ISO 294-1 ISO 527-4	استاندارد ملی ۱۱۵۸۹-۱۱ ISO 10724-2 ISO 294-3 ISO 527-4	- ISO 294-2 ISO 527-4	- ISO 294-1 ISO 527-4	هیچ
انواع آزمون و مطابقت با استاندارد مربوط	آزمونه های چندمنظوره نوع A ISO 3167	صفحات کوچک ISO 10724-2 ISO 294-3	میله قابل کشش کوچک نوع ۴ ISO 8256	میله چهارگوش ISO 3167	
ابعاد اصلی آزمونه ها، بر حسب mm	$> 150/80/10 \times 4$ $r = 20$ تا 25	$60 \times 60 \times 2$ (D1) $60 \times 60 \times 4$ (D2)	$60 \times 10 \times 3$ $r = 15$	$80 \times 10 \times 4$	برای توسعه در آینده (به عنوان مثال "جریان مارپیچ")