



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۱۱۴۵۰-۲

چاپ اول

**ISIRI**  
**11450-2**  
**1<sup>st</sup> . Edition**

پلاستیک‌ها –

پلی وینیل کلرید نرم شده –

مواد قالب گیری و اکستروژن –

قسمت ۲: تهیه آزمون‌ها و تعیین خواص

**Plastics –**

**Plasticized polyvinyl chloride (PVC-P)**

**molding and extrusion materials –**

**Part 2: Preparation of test specimens and  
determination of properties**

ICS:83.080.20

## به نام خدا

### آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و الزامات 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.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه\* صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود 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، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که مؤسسه استاندارد تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup> کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی 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 می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. هم‌چنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این مؤسسه است.

\* مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

- 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  
«پلاستیک‌ها - پلی وینیل کلرید نرم شده - مواد قالب گیری و اکستروژن -  
قسمت ۲: تهیه آزمون‌ها و تعیین خواص»

رئیس:

عسکری ، فهیمه  
(فوق لیسانس مهندسی پلیمر)

سمت و/یا نمایندگی

عضو هیئت علمی پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

دبیر:

ابراهیم ، الهام  
( لیسانس شیمی کاربردی )  
اخوان، پرویز  
(فوق لیسانس مهندسی پلیمر )

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

شرکت آمیدکو

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

جعفریان، مهناز  
(فوق لیسانس شیمی)

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

دهدشتی‌زاده، الهام  
(لیسانس شیمی)

شرکت بسپاران پتروشیمی بندر امام

سنگ‌سفیدی، لاله  
(فوق لیسانس شیمی)

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

طلوعی، شهره  
(لیسانس مهندسی پلیمر )

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

شرکت مگا موتور

عرب، فیروزه  
(لیسانس شیمی)

## پیش‌گفتار

استاندارد "پلاستیک‌ها - پلی‌وینیل کلرید نرم شده - مواد قالب‌گیری و اکستروژن - قسمت ۲: تهیه نمونه‌ها و تعیین خواص" که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تهیه و تدوین شده و در هفتصد و پنجاه و نهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد شیمیایی و پلیمر مورخ ۸۹/۱۱/۲۳ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

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

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

ISO 2898-2: 2008, Plastics – Plasticized poly (vinyl chloride) (PVC-P) moulding and extrusion materials– Part 2: Preparation of test specimens and determination of properties

## «پلاستیک‌ها - پلی وینیل کلرید نرم شده - مواد قالب گیری و اکستروژن -

### قسمت ۲: تهیه آزمون‌ها و تعیین خواص»

#### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد ملی تعیین روش‌های آماده سازی آزمون‌ها و روش‌های آزمون مورد استفاده در تعیین خواص مواد قالب گیری و اکستروژن پلی وینیل کلرید نرم شده است. الزامات کار با مواد مورد آزمون و تثبیت آن‌ها قبل از قالب گیری و تثبیت آزمون‌ها قبل از آزمون در این استاندارد داده شده است.

روش‌ها و شرایط آماده سازی آزمون‌ها و روش‌های اندازه گیری خواص مواد سازنده آزمون‌ها، خواص و روش آزمون‌های مناسب و مورد نیاز برای مشخص کردن مواد قالب گیری و اکستروژن در این استاندارد آمده است.

خواص ذکر شده در این استاندارد از روش‌های آزمون عمومی در استاندارد ISO 10350-1 انتخاب شده اند. همچنین روش‌های آزمون دارای اهمیت خاص یا روش‌های با کاربرد وسیع، که در استاندارد ۱-۱۱۴۵۰ به عنوان ویژگی‌های طراحی مواد قالب گیری و اکستروژن توضیح داده شدند، در این استاندارد ارائه شده است.

به منظور کسب نتایج آزمون تجدید پذیر و قابل مقایسه ضروری است از روش‌های تهیه و تثبیت با ابعاد و روش‌های آزمون مشخص شده در این استاندارد استفاده شود.

نتایج بدست آمده، لزوماً با نتایج حاصل از نمونه‌هایی با ابعاد مختلف یا تهیه شده با روش‌های دیگر یکسان یکسان نخواهند بود.

#### 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 تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۱۷: سال ۱۳۸۲، پلاستیک‌ها - شرایط محیطی استاندارد برای رسیدن به شرایط تثبیت و آزمون

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۰۸: سال ۱۳۷۴، پلاستیک‌ها - قالب ریزی فشاری برای آزمون‌های مواد ترموپلاستیکی

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۶۸: پلاستیک‌ها - اندازه‌گیری کاهش مقدار نرم‌کننده‌ها - روش کربن فعال

۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۶۶۲۱: سال ۱۳۸۱، پلاستیک‌ها - تعیین خواص کششی - روش آزمون

۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۰۹۰: سال ۱۳۸۲، پلاستیک‌ها - تعیین چگالی پلاستیک‌های غیر اسفنجی - قسمت اول الی سوم

۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۰۲۳۷: سال ۱۳۸۳، پلاستیک‌ها - تعیین خاکستر - قسمت اول - روش‌های عمومی

۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵-۱۰۲۳۷: سال ۱۳۸۲، پلاستیک‌ها - تعیین خاکستر - قسمت پنجم - پلی‌وینیل کلرید

۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۱۴۵۰: سال ۱۳۸۲، پلاستیک‌ها - پلاستیک‌ها - پلی‌وینیل کلرید نرم شده - مواد قالب‌گیری و اکستروژن - قسمت اول - کد گذاری و مبنایی برای ویژگی‌ها

2-9 ISO 293:1986, Plastics – Compression moulding test specimens of thermoplastic materials.

2-10 ISO 294: 1995, Plastics – Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials.

2-11 ISO 2818:1994, Plastics – Preparation of test specimens by machining.

2-12 ISO 3167: 1993, Plastics – Multipurpose test specimens.

2-13 ISO 10350: 1993, Plastics – Acquisition and presentation of comparable Single – point data.

### ۳ تهیه آزمون‌ها

#### ۱-۳ اصول کلی

ضروری است که همیشه نمونه‌ها با روش‌ها و با استفاده از شرایط مشابه (در قالب‌گیری فشاری) تهیه شوند.

مواد باید در ظروف ضد رطوبت<sup>۱</sup> نگه‌داری شوند.

#### ۲-۳ آماده‌سازی مواد قبل از قالب‌گیری

معمولاً مواد آزمون قبل از فرآیند نیاز به پیش‌آماده‌سازی ندارند.

#### ۳-۳ قالب‌گیری فشاری

قبل از قالب‌گیری، مواد باید با استفاده از آسیاب دو غلتکی تحت شرایط مشخص شده در جدول یک نرم شوند.

### جدول ۱ - شرایط غلتک کاری مواد قبل از قالب گیری فشاری

طول غلتک (mm)	قطر غلتک (mm)	فاصله غلتک‌ها (mm)	نسبت سرعت	سرعت سطح غلتک (m/min)	زمان غلتک کاری (min)	دمای سطح غلتک (°C)	سختی (shore)
۳۰۰	به عنوان مثال ۱۵۰	تقریباً ۱	۱:۱/۲	تقریباً ۱۰	تقریباً ۵	۱۳۰-۱۶۰	تا ۸۰ شور A
۳۰۰	به عنوان مثال ۱۵۰	تقریباً ۱	۱:۱/۲	تقریباً ۱۰	تقریباً ۵	۱۴۵-۱۷۰	شور ۳۵ D تا ۵۰ شور D
۳۰۰	به عنوان مثال ۱۵۰	تقریباً ۱	۱:۱/۲	تقریباً ۱۰	تقریباً ۵	۱۶۰-۱۷۵	بیشتر از ۵۰ شور D

ورقه های غلتک شده باید ترجیحاً با جهت گیری متناوب هر لایه در یک قالب پیش گرم شده روی هم انباشته شوند. ورقه‌های قالب گیری شده به روش فشاری باید بر اساس استاندارد ISO 293 با استفاده از شرایط مشخص شده در جدول دو تهیه شوند.

### جدول ۲ - شرایط قالب گیری فشاری آزمونه‌ها

زمان پیش گرمایش (min)	فشار پیش گرمایش (MPa)	زمان اعمال فشار کامل (min)	فشار کامل (MPa)	دمای خارج کردن از قالب (°C)	متوسط سرعت سرد کردن (°C / min)	دمای قالب گیری (°C)	سختی (shore)
حداکثر ۵	تقریباً ۰/۳	۲-۵	۲-۱۰	تقریباً ۴۰	تعیین نشده	۱۳۵-۱۶۵	تا شور ۸۰ A
حداکثر ۵	تقریباً ۰/۳	۲-۵	۲-۱۰	تقریباً ۴۰	تعیین نشده	۱۴۵-۱۷۵	شور ۳۵ D تا ۵۰ D
حداکثر ۵	تقریباً ۰/۳	۲-۵	۲-۱۰	تقریباً ۴۰	تعیین نشده	۱۷۰-۱۸۰	بیشتر از ۵۰ شور D

آزمونه‌های مورد نیاز برای تعیین خواص باید از ورقه‌های قالب گیری شده فشاری، مطابق استاندارد ISO 2818 ماشین کاری یا نشان دار<sup>۱</sup> شوند. برای جزئیات اضافی در مورد آماده سازی آزمونه‌ها پیوست الف را ببینید.

#### ۴ تثبیت آزمون‌ها

آزمون‌ها باید مطابق استاندارد ملی شماره ۲۱۱۷: سال ۱۳۸۲ به مدت حداقل ۴۸ ساعت در دمای  $(23 \pm 2)$  درجه سلسیوس و رطوبت نسبی  $(50 \pm 10)$  درصد تثبیت شوند.

#### ۵ تعیین خواص

در تعیین خواص و ارایه داده‌ها باید استانداردها، دستورالعمل‌های تکمیلی و یادآوری‌های داده شده در استاندارد ISO10350-1 به کار گرفته شوند. تمام آزمون‌ها باید در محیط استاندارد، دمای  $(23 \pm 2)$  درجه سلسیوس و رطوبت نسبی  $(50 \pm 10)$  درصد انجام شود مگر آن که به گونه‌ای دیگر در جداول ۳ و ۴ بیان شده باشد.

جدول ۳ از استاندارد ISO10350-1 گرفته شده است و فهرست خواص پلی وینیل کلرید نرم شده قالب گیری و اکستروژن است. این خواص برای مقایسه داده‌های به دست آمده برای مواد گرمانرم مختلف دیگر نیز مفید است.

جدول ۴ شامل خواصی است که به طور مشخص در جدول ۳ نیامده اما کاربرد وسیع و اهمیت خاصی در تعیین خصوصیات پلی وینیل کلرید نرم شده قالبگیری و اکستروژن دارند.

#### جدول ۳ - خواص عمومی و شرایط آزمون

خواص	واحد	روش آزمون	نوع آزمون (ابعاد به میلی متر)	شرایط آزمون و دستورالعمل‌های تکمیلی
<b>خواص مکانیکی</b>				
تنش کششی در٪ ۵۰ کرنش	Mpa	استاندارد ملی ایران ۶۶۲۱	ISO 3167 آزمون نوع A	سرعت آزمون ۵۰ mm/min فاصله بین خطوط مبنا ۷۰ mm
<b>خواص الکتریکی</b>				
مقاومت حجمی	$\Omega.m$	IEC 60093	$\geq 80 \times \geq 80 \times 1$	ولتاژ ۱۰۰V
<b>سایر خواص</b>				
چگالی	Kg/m <sup>3</sup>	استاندارد ملی ۷۰۹۰	حداقل یک گرم	روش A یا B گزارش نتایج تا دو رقم اعشار



جدول ۴ - سایر خواص و شرایط آزمون پلی وینیل کلرید نرم شده (PVC-P) قالبگیری و اکستروژن

خواص	واحد	روش آزمون	نوع آزمونه (ابعاد به میلیمتر)	شرایط آزمون و دستورالعمل‌های تکمیلی
<b>خواص مکانیکی</b>				
تنش کششی در٪ ازدیاد طول	M pa	استاندارد ملی ایران ۶۶۲۱	آزمونه نوع IBA ضخامت ۲ mm	سرعت آزمون ۵۰ mm/min
سختی شور A یا <sup>۱</sup> شور D	-	ISO 868	قرصی به قطر ۵۰ mm یا مربعی به ابعاد ۵۰ mm × ۵۰ mm ضخامت ۴ mm یا ۶ mm (نوع A فقط ضخامت ۶ mm)	- نیروی اعمال شده ۵۰ N - بعد از ۱ s ± ۱۵ s اعداد را بخوانید - اگر سختی بیش از ۸۵ شور A باشد سختی را با شور D اندازه‌گیری کنید.
<b>خواص گرمایی</b>				
سفتی پیچشی تابعی <sup>۱</sup> از دما	°C	ISO 458-2	برای آمیزه‌های خیلی نرم ۶۰ mm × ۶۰ mm × ۲ mm برای آزمون‌های دمای بالا ۶۰ mm × ۶۰ mm × ۴ mm	مقادیر سفتی پیچشی بر حسب دما رسم شده و دو دما که در آن سفتی پیچشی ۳۰۰ MPa و ۴/۱ MPa باشد به عنوان TST300 و ۴/۱ TST می‌باشند (مطابق استاندارد ۱-۱۱۴۵۰).
<b>سایر خواص</b>				
خاکستر سولفات شده	درصد وزنی	استاندارد ملی ایران ۵-۱۰۲۳۷	دانه	روش ب
کاهش نرم کننده	درصد وزنی	استاندارد ملی ایران ۴۵۶۸	قرصی با قطر ۵۰ mm و ضخامت ۱ mm	روش ب
۱- خواص طراحی				

## پیوست الف

### (اطلاعاتی)

## توصیف جزئیات تهیه آزمون ها

### الف-۱ کلیات

یک ورق ناصاف از مواد مورد آزمون با استفاده از آسیاب دو غلتکی گرم آماده می‌شود. سپس این ورق با استفاده از قالبگیری فشاری به ورق‌هایی با ضخامت یکنواخت تبدیل می‌شود. آزمون‌ها با قالب برش یا ماشین کاری از ورق‌های قالبگیری شده تهیه می‌شوند.

### الف-۲ تهیه ورق‌های اولیه

#### الف-۲-۱ دستگاه

#### الف-۲-۱-۱ آسیاب دو غلتکی با قابلیت عملکرد تا دمای $180^{\circ}\text{C}$

غلتک‌ها باید استوانه‌ای باشند. برای مثال دارای قطر  $150$  میلی‌متر و ارتفاع  $300$  میلی‌متر باشند.

#### الف-۲-۲ شرایط غلتک کاری

الف-۲-۲-۱ دمای سطح غلتک های آسیاب و دمای قالبگیری باید براساس مقدار سختی شور مواد باشد (بند الف-۳-۳ را ببینید).

دمای غلتک‌ها باید طوری انتخاب شود که مواد بتوانند در فاصله زمانی یک تا دو دقیقه بعد از شروع غلتک کاری روی سطح غلتک نوار<sup>۱</sup> شوند.

اختلاف دمایی بین غلتک‌ها باید حداکثر  $4^{\circ}\text{C}$  و در طول هر غلتک  $2^{\circ}\text{C} \pm$  باشد.

الف-۲-۲-۲ جرئیات برنامه غلتک کاری ترکیبات در این استاندارد آورده نشده است. اما موارد زیر برای تمام مخلوط‌ها کاربرد دارد:

- سرعت سطح غلتک باید تقریباً  $10\text{ m/min}$  باشد.
- در غلتک کاری مرسوم است بین دو غلتک اختلاف سرعت وجود داشته باشد. نسبت ترجیحی سرعت معمولاً  $1:1/2$  است و غلتک جلویی سرعت کمتری دارد.
- برای اختلاط مناسب به توده غلتک کاری<sup>۲</sup> نیاز است. بهتر است مقدار مواد به اندازه‌ای باشد که قطر توده غلتک کاری نسبت به پهنای فاصله دو غلتک به نسبت  $1:10$  شود. تنظیم فاصله دو غلتک باید براساس ضخامت ورق غلتک کاری شده تعیین شود. هنگام غلتک کاری، پهنای دو غلتک باید در حدود  $1\text{ mm}$  باشد.

1-Band

2-Rolling bank

### الف-۲-۳ روش اجرا

مواد را روی غلتک‌ها اضافه کنید. هر ماده ای را که از فاصله دو غلتک می افتد با دقت و سریع برداشته و روی غلتک‌ها برگردانید. بعد از این که ورق شکل گرفت، غلتک کاری را تقریباً ۵ دقیقه ادامه دهید طوری که توزیع مناسبی از تمام اجزا به دست آید. این کار با برش ورقه‌ها و برگرداندن آن‌ها در فاصله دو غلتک امکان‌پذیر است. ورق غلتک کاری شده را بدون کشیدن از روی غلتک‌ها بردارید. هر گونه انحراف از بندهای الف-۲-۲ و الف-۲-۳ در صورت لزوم باید در گزارش آزمون ذکر شود.

### الف-۳ تهیه ورق‌های قالبگیری

#### الف-۳-۱ دستگاه

#### الف-۳-۱-۱ پرس قالبگیری هیدرولیک، با قابلیت افزایش فشار حداقل ۱۰ MPa

صفحات پرس باید به وسایلی برای گرم کردن و سرد کردن مجهز شده باشند طوری که صفحه بتواند تا دمای  $180^{\circ}\text{C}$  گرم شود و حداکثر انحراف از این دما در مرکز صفحات و در محدوده قالب گیری از  $3^{\circ}\text{C}$  تجاوز نکند.

#### الف-۳-۱-۲ قالب نر و ماده یا قاب پنجره‌ای بین دو صفحه فلزی

صفحات جدا کننده (برای مثال: صفحات آلومینیومی پرداخت شده یا صفحات آهنی عکسبرداری<sup>۱</sup>) می‌تواند بین مواد و سطوح فلزی پرس قرار داده شود.

#### الف-۳-۲ شرایط قالبگیری

جرم مواد لازم برای پر کردن قالب باید با محاسبه دانسیته مواد یا با قالبگیری آزمایشی تعیین شود. مجموع ضخامت تمام صفحات غلتک کاری شده باید کمی بیشتر از ضخامت صفحه قالبگیری شده یا آزمون باشد.

#### الف-۳-۳ روش اجرا

صفحات غلتک کاری شده را به طور متقاطع در قالب از پیش گرم شده قرار دهید. صفحات پرس را ببندید و حدوداً  $0.3\text{ MPa}$  فشار را به مدت حداکثر ۵ دقیقه اعمال کنید تا مواد پیش گرم شود. سپس فشار قالب را بین  $2\text{ MPa}$  و  $10\text{ MPa}$  افزایش دهید و این فشار را ۲ دقیقه تا ۵ دقیقه اعمال کنید. در طول این مدت، مواد بین قالب و سطوح فلزی جاری می‌شوند. در حالی که فشار اعمال شده را ثابت نگه داشته‌اید، قالب را تا دمای  $40^{\circ}\text{C}$  و برای مواد خیلی نرم تا دمای پایین‌تر خنک کنید. قالب را باز کرده و ورق را بردارید.

### الف-۴ تهیه آزمون از ورق قالبگیری شده

آزمون‌های لازم را به وسیله ماشین کاری یا قالب برش به شکل لازم تهیه کنید طوری که آزمون‌ها عاری از هر گونه نقص باشند، مثلاً دارای شکاف و لبه نباشند.

1-Photographic-type ferrotype plates