

توانایی ساخت دوغاب چینی بهداشتی

هدف کلی

ساخت دوغاب چینی بهداشتی

هدف‌های رفتاری : هنرجو پس از آموزش این جلسه قادر خواهد بود :

- ۱- مواد اولیه‌ی مناسب برای تولید چینی بهداشتی را بشناسد.
- ۲- اثر مواد اولیه بر خواص دوغاب را تشخیص دهد.
- ۳- چگونگی بارگیری صحیح جارمیل را اجرا کند.
- ۴- زمان سایش مناسب برای رسیدن به دانه‌بندی مورد نظر تعیین کند.

پیش‌آزمون (۱۹)

- ۱- تفاوت دوغاب‌های چینی بهداشتی با دوغاب چینی نرم در چیست؟
- ۲- آیا کیفیت مواد اولیه‌ی مصرفی در چینی بهداشتی بالاتر از چینی نرم است؟
- ۳- اگر مواد اولیه را جارمیل نکنیم چه مشکلاتی خواهیم داشت؟
- ۴- در صورتی که مواد اولیه در داخل جارمیل بیش از حد ریزدانه شوند چه مشکلاتی به وجود می‌آید؟
- ۵- به نظر شما آیا در بارگیری مواد اولیه رعایت تقدّم و تأخر تأثیری دارد؟
- ۶- آیا میزان نسبت گلوله به مواد اولیه و آب به حجم جارمیل مهم است؟ چرا؟
- ۷- اگر مقدار گلوله نسبت به مقدار مواد اولیه، افزایش یابد چه پیامدهایی خواهد داشت؟
- ۸- آیا زمان سایش با کنترل نسبت بارگیری، رابطه‌ای دارد؟

۱۹- ساخت دوغاب چینی بهداشتی

۱۹-۱- مقدمه

فلدسپار، سیلیس آباده، کائولن زنوز، بالکلی خارجی، بالکلی

طیس و...)

- روان‌سازهای مورد نیاز (کربنات سدیم و سیلیکات

سدیم)

۱۹-۴- نکات ایمنی و بهداشتی

- دقت کنید حین بارگیری بالمیل دچار حوادث احتمالی

نظیر سر خوردن، سقوط از ارتفاع و... نشوید.

- حین بارگیری جارمیل از بلند کردن به تنهایی مواد اولیه‌ی

سنگین خودداری کنید و از هم‌کلاسی خود کمک بگیرید، یا آن را

در چند مرحله بارگیری کنید.

- دقت کنید حتماً بالمیل یا دستگاه جارمیل توسط فرد

دیگری روشن نشود.

- دقت کنید بالمیل با ضامن چرخشی آن (در صورتی که

موجود باشد) قفل شود تا حین بارگیری دچار گردش احتمالی

نشود.

- از ریختن دوغاب در سطح کارگاه جداً خودداری کنید

و در صورت ریختن دوغاب، دوغاب را کاملاً جمع‌آوری کنید و

سپس، از لغزنده نبودن سطح مطمئن شوید.

- از ایمنی برق خصوصاً اتصال به زمین کلیه‌ی وسایل

برقی اطمینان حاصل کنید.

- از ضربه زدن به ترازوهای دیجیتالی و حساس و

جابه‌جایی این گونه ترازوها جداً خودداری کنید و اوزان بیش از

ظرفیت را روی ترازو قرار ندهید.

یکی از تولیداتی که در صنعت سرامیک کاربرد خوبی

دارد تولید محصولات چینی بهداشتی (شامل توالت ایرانی،

دست‌شویی با پایه، فرنگی‌های دو تکه و فرنگی‌های یک تکه

موسوم به منوبلوک، زیردوشی و وان، جاصابونی و جاحوله‌ای

و... است. محصولات چینی بهداشتی محصولاتی ضخیم و

سنگین‌اند، به طوری که ضخامت این محصولات بین ۷ تا ۱۴

میلی‌متر است.

داشتن وزن بالا و هم‌چنین ابعاد بسیار بزرگ و سطح بالای

تولید دلیل این برجستگی و تفاوت با دیگر محصولات سرامیکی

است. کیفیت مواد اولیه‌ی مصرفی این تولیدات متوسط است و

خلوص آن چندان چشم‌گیر نیست. ولی یک‌نواختی آن بسیار مهم

است. مثلاً، وجود تا ۴٪ درصد ترکیبات آهن‌دار در کانی بالکلی

مصرفی و تیتانیوم اکسید تا ۶٪ درصد معمولاً بسیار رایج است.

هم‌چنین سفیدی رنگ بدنه، که عامل اصلی تعیین‌کننده‌ی رنگ

محصولات نهایی است، بسیار مهم است. لذا، برای کاهش اثرات

بد رنگ بدنه، همواره از لعاب‌های سفید اپک یا رنگی استفاده

می‌شود تا رنگ بد بدنه را اصلاح کند و نظر خریدار تأمین گردد.

۱۹-۲- ابزار و تجهیزات مورد نیاز

- جارمیل ۵ کیلویی و جارمیل ۲۰۰ کیلویی

- بشر (پلاستیکی) ۱۰۰ تا ۸۰۰ سی‌سی

۱۹-۳- مواد اولیه‌ی مورد نیاز

- خاک‌های مورد نیاز فرمول چینی بهداشتی (شامل

۵-۱۹- مراحل اجرای کار

۱-۵-۱۹- انتخاب آمیز بدنه‌ی چینی بهداشتی :



شکل ۱-۱۹

انتخاب آمیز مناسب، که بیانگر رفتار و ویژگی‌های نهایی بدنه باشد، بسیار مهم است. در دسترس بودن مواد اولیه و قیمت تمام شده‌ی آن، هم‌چنین وجود ابزار و تجهیزات کارگاهی که توانایی آماده‌سازی این مواد را داشته باشند از مواردی است که باید به آن‌ها توجه کنیم. لذا، با توجه به مواد اولیه موجود در کارگاه می‌توانید از مواد اولیه که از قبل به صورت دانه‌بندی شده هستند، استفاده کنید (شکل ۱-۱۹). البته این تصمیم فقط تنها به دلیل کاهش زمان انجام کار و محدودیت‌های احتمالی موجود در کارگاه است، در غیر این صورت می‌توانید خاک را عیناً از معدن تهیه و در کارگاه آماده‌سازی کنید.

توجه کنید درصد رطوبت همراه مواد اولیه را، خصوصاً در فصل زمستان و بارندگی، حتماً محاسبه و از آمیز اصلی هر خاک کسر کنید تا درصد رطوبت‌های بالا موجب انحراف زیاد از اصل فرمول نشود. ضمناً می‌توانید از مواد اولیه دیگری مشابه خواص معادل استفاده کنید.

با توجه به مواد اولیه‌ی موجود در کارگاه، مطابق جدول ۱۹-۱ یکی از آمیزها را انتخاب کنید. برای آشنایی بیش‌تر مقداری از هر پودر را انتخاب و آن‌ها را از نظر رنگ پودر مقایسه کنید تا از لحاظ ظاهری و دانه‌بندی پودر اطلاعات اولیه‌ی مناسبی را کسب کنید. در صورتی که هر یک از خاک‌های آمیز، در کارگاه موجود نباشد با راهنمایی هنرآموز و با توجه به خواص هر خاک، مورد مشابه را جای‌گزین کنید.

در انتخاب مقدار روان‌سازها دقیق باشید و سعی کنید محدوده‌ای از روان‌سازها را با کمک هنرآموز مورد بررسی قرار دهید زیرا با توجه به نوع مواد اولیه مصرفی، دانه‌بندی مواد اولیه و خصوصاً آب مصرفی، مقدار روان‌سازها متغیر خواهد بود. مثلاً اگر در کارگاهی کار می‌کنید استفاده از آب فئات یا آب چاه یا آب لوله‌کشی هر کدام اثرات مختلفی بر روان‌سازی دوغاب دارند. حتی بارندگی فصلی می‌تواند شدیداً سختی آب را تغییر دهد و موجب اصلاح روان‌سازها و آب مصرفی شود.

جدول ۱-۱۹

مواد اولیه	آمیز ۳	آمیز ۲	آمیز ۱
فلدسپار زنجان	۲۵	۲۶	۲۵
پودر سیلیس همدان	۲	-	-
بالکلی آباده (sp100)	۱۶	۱۷	۱۷
بالکلی طبس (ARB220)	۵	۷	۱۵
بالکلی مشهد (HD81)	۲۰	۱۵	-
کائولن زنونر ZWNK1	۳۲	۳۰	۴۳
کائولن خارجی	-	۵	-
پودر چینی (شاموت)	-	۴	-
کربنات باریم	۰/۰۴	۰/۰۳۵	۰/۰۳
کربنات سدیم	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۳
سیلیکات سدیم	۰/۶	۰/۵	۰/۴
آب	۳۳	۳۴	۳۲

۱۹-۵-۲- توزین : ابتدا سطل مناسبی را، مطابق مواد اولیه‌ی مورد نیاز، انتخاب و آن را صفر کنید (شکل ۱۹-۲).



شکل ۱۹-۲

سپس، با توجه به فرمول جدول ۱۹-۱ آمیز مناسب را انتخاب کنید و به این ترتیب به توزین تک تک مواد اولیه بپردازید. مقدار مناسبی از فلدسپار را به کمک سرتاس داخل سطل، که روی ترازو یا باسکول است، بریزید و وزن آن را یادداشت کنید (شکل ۱۹-۳) و به دنبال آن پودر سیلیس و بالکلی آباده را نیز به ترتیب توزین کنید. توجه داشته باشید پس از وزن کردن هر ماده‌ی اولیه‌ای برای جلوگیری از توزین اشتباهی، در دفتر خودتان جلوی خاک مورد نظر را علامت بگذارید.



شکل ۱۹-۳

بعد خاک طبس را به صورت قبل توزین کنید و به سبب وجود گردوغبار زیاد در خاک‌های نرم (مانند خاک طبس) مواد را به آرامی داخل ظرف بریزید (شکل ۱۹-۴).



شکل ۱۹-۴

سپس، به ترتیب بقیه‌ی خاک‌ها را توزین کنید و در پایان خاک خارجی نظیر بالکلی چینی (SG2) یا بالکلی انگلیسی سنبلند ۷۵ را توزین کنید (شکل ۱۹-۵).



شکل ۱۹-۵



شکل ۶-۱۹

آن‌گاه، سطل دیگری انتخاب کنید و آن را روی ترازو قرار دهید و آب مورد نیاز را توزین کنید. بدیهی است مقدار آب، با توجه به مقدار مواد اولیه و درصد آب، متغیر خواهد بود (شکل ۶-۱۹).

توجه: لازم است سطل را قبل از استفاده تمیز کنید تا آلودگی احتمالی آن اثرات نامناسبی در مراحل بعدی نداشته باشد.



شکل ۷-۱۹

با توجه به فرمول روان‌ساز مناسب و مقدار مورد نیاز، هر روان‌ساز را به ترتیب وزن کنید (شکل ۷-۱۹).



شکل ۸-۱۹

ابتدا ظرف چینی یا پلاستیکی را روی ترازو قرار دهید و پس از صفر کردن وزن ظرف، سیلیکات را به آرامی به داخل ظرف بریزید (شکل ۸-۱۹).

تذکر: ممکن است سیلیکات موجود در کارگاه رویه بسته باشد که پس از جداسازی آن لایه، می‌توان از سیلیکات استفاده کرد.



شکل ۹-۱۹

پس از توزین سیلیکات، ظرف دیگری را کنار ظرف سیلیکات روی ترازو قرار دهید و ترازو را صفر کنید. پودر سودا را با ظرف مخصوص آن در داخل ظرف سرامیکی روی ترازو بریزید. توجه کنید که در صنعت، سودا یا کربنات سدیم، با فرمول Na_2CO_3 به نام‌های «سودا اش»، «سودا» و «کربنات سدیم» معروف است. ضمناً دقت کنید در ایران تولیدکننده‌ی اصلی کربنات سدیم پتروشیمی شیراز است که دو نوع کربنات سدیم تولید می‌کند. یکی کربنات سدیم سبک، دیگری کربنات سدیم سنگین. میزان و سرعت انحلال کربنات سدیم سنگین در آب کم‌تر است. لذا، پیش‌نهاد می‌شود که از نوع سبک آن استفاده کنید (شکل ۹-۱۹).



شکل ۱۰-۱۹

بعد کربنات باریم را مطابق جدول ۱-۱۹، پس از محاسبه‌ی مقدار به گرم، توزیع کنید. توجه کنید استفاده از کربنات باریم در صنعت برای روان‌سازی بهتر، دوغاب بسیار مفیدی است زیرا به سبب داشتن سفیدی املاح آب، خصوصاً اگر از نوع ترکیبات کلسیمی مثل کربنات کلسیم یا سولفات کلسیم باشد، بسیار مفید است. هم‌چنین در مواد اولیه، بعضاً سولفات کلسیم مانند آب وجود دارد که حضور کربنات باریم می‌تواند در رسوب‌دادن سولفات کلسیم محلول در آب و تبدیل آن به کربنات کلسیم نامحلول بسیار مفید باشد، حتی بعضاً می‌تواند باعث تجمع کربنات کلسیم هم بشود (شکل ۱۰-۱۹).

۳-۵-۱۹- ساخت دوغاب: برای ساخت دوغاب

می‌توانید از دو روش استفاده کنید:

الف- بارگیری در بالمیل یا جارمیل یک لیتری

ب- بارگیری در بلانجر

* جهت چگونگی محاسبه بارگیری بالمیل و جارمیل به

فصل نهم کتاب محاسبات در سرامیک مراجعه کنید.

* توجه کنید، برحسب نیاز، می‌توانید ظرفیت یک

لیتری را به ظرفیت‌های مختلف تبدیل کنید (مثلاً به ۳ لیتری یا ۵ لیتری).

در کارگاه با توجه به امکانات و مقایسه‌ی نتایج بین گروه‌ها،

بهتر است با نظر هنرآموز، هنرجویان به دو گروه تقسیم‌بندی شوند

و مراحل الف و ب را به تفکیک انجام دهند:

الف- بارگیری در جارمیل (یا بالمیل برای چند گروه):

ابتدا، مقدار لازم گلوله را در داخل جارمیل قرار دهید (شکل ۱۱-۱۹).



شکل ۱۱-۱۹

سپس، مواد اولیه‌ی وزن شده را با کمک سرتاس به جارمیل اضافه کنید (شکل ۱۲-۱۹).



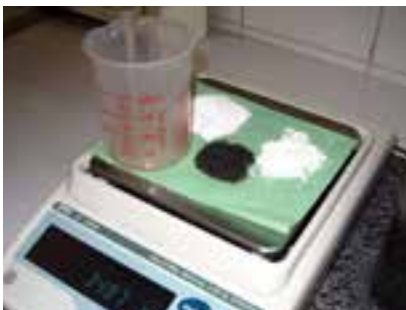
شکل ۱۲-۱۹

بعد از این که تمامی مواد اولیه را به جارمیل اضافه کردید، آب را که از قبل وزن کرده‌اید با کمک سطل، یک جا و به آرامی به جارمیل حاوی مواد اولیه اضافه کنید (شکل ۱۳-۱۹).



شکل ۱۳-۱۹

سپس روان‌سازها را با ترازوی آزمایشگاهی توزین کنید (شکل ۱۴-۱۹).



شکل ۱۴-۱۹

ابتدا سیلیکات سدیم را داخل مقداری آب رقیق کنید و بعد ۸۰٪ سیلیکات سدیم توزین شده را داخل جارمیل بریزید (شکل ۱۵-۱۹).



شکل ۱۵-۱۹

دقت کنید که سیلیکات سدیم جایی اضافه شود که بالای مواد اولیه دارای آب باشد (شکل ۱۶-۱۹).



شکل ۱۶-۱۹

بقیه ی سیلیکات سدیم را برای تنظیم در مراحل بعدی با در بسته به کنار بگذارید تا موجب اثرات نامناسب در روان سازی دوغاب نشود. زیرا باید یادآوری شود که روان سازها اثراتی بر روی بعضی از خواص دوغاب ها و یا بدنه ها دارند. بعضی از این خواص در جدول ۲-۱۹ آمده است.

جدول ۲-۱۹

خواص	تأثیر روان کننده بر خواص دوغاب با بدنه ی خام
وزن مخصوص قطعه ی ریخته گری	افزایش می یابد
ویسکوزیته ی دوغاب	کاهش می یابد
تیکسوتروپی دوغاب	کاهش می یابد
سرعت ریخته گری دوغاب	کاهش می یابد
استحکام خشک قطعه ی ریخته گری	افزایش می یابد
انقباض تر به خشک	کاهش می یابد
مقدار رطوبت بحرانی	کاهش می یابد
سرعت رسوب ذرات در سوسپانسیون	کاهش می یابد



شکل ۱۷-۱۹

پس از اتمام ریختن همه‌ی مواد اولیه و افزودنی‌ها نظیر آب و روان‌ساز به جارمیل، ابتدا واشر لاستیکی مخصوص را به در جارمیل بگذارید.

بعد در چینی جارمیل را روی آن قرار دهید. آنگاه، گیره‌ی فلزی مخصوص را سرچایش، بین دو گیره‌ی نگه‌دارنده قرار دهید (شکل ۱۷-۱۹).

سپس، با دقت آن‌را با پیچاندن پیچ مخصوص سفت کنید. (توجه) لطفاً فقط با فشار دست آن‌را سفت کنید و از به کار بردن آچار یا وسایل دیگر جهت سفت کردن جداً خودداری کنید تا موجب شکست در چینی جارمیل نشود.

اگر جارمیل دارای وزن کمی است آن‌را طی دو مرحله، ابتدا از روی زمین بلند کنید و روی جارگردان دستگاه قرار دهید.

سپس، آن‌را روی جارگردان قرار دهید. ولی برای جارمیل‌های بیش‌تر از پنج کیلو مواد اولیه (سنگین) لازم است مراحل ذیل را طی کنید:

ابتدا جارمیل را به کمک هم‌کلاسی‌تان روی گیره‌ی مخصوص قرار دهید (شکل ۱۸-۱۹).



شکل ۱۸-۱۹

گیره را ببندید و قلاب مخصوص بالابر را به آن وصل کنید. به آرامی با کمک بالابر جارمیل را بلند کنید. آن‌را بر روی دستگاه قرار دهید. بعد با شل کردن بالابر، قلاب را از حلقه‌ی آویز جدا کنید. گیره‌ی مخصوص نگه‌دارنده را بردارید (شکل ۱۹-۱۹).



شکل ۱۹-۱۹



شکل ۱۹-۲۰

دستگاه آماده روشن شدن است. دستگاه را با کلید برق تعبیه شده در تابلو روشن کنید (شکل ۱۹-۲۰).



شکل ۱۹-۲۱

۱۹-۵-۴- دانسیته و دانه‌بندی را تعیین کنید: برای رسیدن به دانه‌بندی مناسب باید در زمان‌های متفاوت از جارمیل نمونه برداری کنید. پس از یک ساعت با کمک هنرآموز از جارمیل نمونه برداری کنید.

ابتدا، با کمک مزور (استوانه مدرج) ۵۰ یا ۱۰۰ یا با ظرف مخصوص، دانسیته را با توزین حجم مشخصی از دوغاب تعیین کنید (شکل ۱۹-۲۱).

عدد خوانده شده دانسیته را یادداشت کنید. دوغاب مورد نظر را به یک بشر بزرگ‌تر (۵۰۰ یا ۸۰۰ سی‌سی) اضافه کنید.



شکل ۱۹-۲۲

با کمک اسپاتول یا همزن دستی دوغاب را کاملاً هم بزنید (شکل ۱۹-۲۲).



شکل ۱۹-۲۳

دوغاب را به آرامی داخل الک ۲۷۰ مش بریزید. با تکان دادن الک آب به همراه دانه‌های ریز از الک عبور می‌کند. حال به کمک هم‌گروهی تا مرحله‌ی زلال شدن کامل آب خروجی از الک، آب گرفتن روی الک را ادامه دهید.

مانده‌ی روی الک را با کمک آب‌فشان جمع کنید (شکل ۱۹-۲۳).



شکل ۱۹-۲۴

مانده روی الک را داخل ظرف آلومینیومی یا استیل را جمع‌آوری کنید (شکل ۱۹-۲۴).



شکل ۱۹-۲۵

ظرف محتوی مواد را به خشک‌کن انتقال دهید و به آرامی آن را خشک کنید (شکل ۱۹-۲۵).

بعد از خشک‌شدن مواد، آن را توزین کنید و مانده‌ی روی الک را با فرمول زیر به دست آورید.

$$\frac{۶۱}{۵۴} \times \frac{\text{وزن پودر مانده روی الک}}{\text{حجم} - \text{وزن دوغاب}} = \text{درصد دانه بندی دوغاب}$$

پس از رسیدن درصد دانه بندی روی الک ۲۷° مش به ۴-۵ درصد، دوغاب آماده را تخلیه کنید.

دوغاب تخلیه شده را در داخل ظرف دردار یا به کمک پلاستیک، کاملاً پوشش دهید تا برای جلسه‌ی بعدی بماند. توجه کنید که باید در دوغاب کاملاً بسته باشد تا از تبخیر احتمالی آب جلوگیری شود. در صورتی که به هر دلیلی در جلسه‌ی بعد مقداری از آب تبخیر شود خیلی نگران نباشید، زیرا با اندازه‌گیری دانسیته می‌توانید آب مورد نیاز را مطابق دستورالعمل جلسه‌ی چهاردهم تنظیم کنید.

برحسب نیاز، می‌توانید برای افزایش مهارت اندازه‌گیری دانه‌بندی را تکرار کنید.

گزارش کار جلسه (۱۹)

(مطابق ضمیمه‌ی I)

آزمون پایانی (۱۹)

- ۱- اصولاً چرا در تولید چینی بهداشتی از بالکلی بسیار بالایی نسبت به چینی نرم استفاده می‌کنیم؟
- ۲- رنگ دوغاب چینی بهداشتی چه تفاوت عمده‌ای با دوغاب چینی نرم دارد؟ چرا؟
- ۳- به نظر شما زمان سایش فرمول چینی بهداشتی بیش‌تر است یا چینی نرم؟
- ۴- به نظر شما از سودا، در دوغاب چینی بهداشتی بیش‌تر استفاده می‌کنیم یا در دوغاب چینی نرم؟
- ۵- آیا در توزین مواد اولیه نیازی به رعایت تقدم و تأخر وجود دارد؟
- ۶- آیا حین بارگیری مواد اولیه رعایت بارگیری گلوله نسبت به آب و مواد مهم است؟ چرا؟
- ۷- اصولاً در بارگیری چرا باید ابتدا مواد اولیه و بعد آب اضافه شود؟

توانایی تنظیم خواص دوغاب چینی بهداشتی

هدف کلی

تنظیم خواص دوغاب چینی بهداشتی

هدف‌های رفتاری : هنرجو پس از آموزش این جلسه قادر خواهد بود :

- ۱- دانسیته‌ی دوغاب را اندازه‌گیری کند.
- ۲- دانسیته دوغاب را تنظیم کند.
- ۳- اندازه‌گیری ویسکوزیته‌ی دوغاب را اجرا کند.
- ۴- ویسکوزیته‌ی دوغاب را تنظیم کند.
- ۵- سرعت ریخته‌گری را محاسبه کند.
- ۶- سرعت ریخته‌گری را تنظیم کند.

پیش‌آزمون (۲۰)

- ۱- به نظر شما اثر دانسیته‌ی دوغاب در ریخته‌گری دوغابی چیست؟
- ۲- چرا سعی می‌کنیم از روان‌ساز در روان‌سازی دوغاب استفاده کنیم؟
- ۳- چرا ویسکوزیته دوغاب نباید از حدی بیش‌تر یا کم‌تر باشد؟
- ۴- اثر افزودن آب در روان‌سازی دوغاب بیش‌تر است یا در روان‌ساز؟ چرا؟
- ۵- دلایل دسترسی به یک سرعت ریخته‌گری کدام‌اند؟
- ۶- به نظر شما افزودن آب، زمان ریخته‌گری را کاهش می‌دهد یا افزایش؟

۲۰- اندازه گیری و تنظیم خواص دوغاب

۱- ۲۰- مقدمه

برای تنظیم خواص هر دوغابی، لازم است کلیه عواملی که در خواص دوغاب، نظیر ویسکوزیته، تیکسوترایی، دانسیته و سرعت ریخته‌گری دخالت دارند، با هم تنظیم شوند تا در نتیجه‌ی آن، هم سرعت ریخته‌گری و هم ویسکوزیته با هم متناسب شوند. زیرا ارتباط مستقیم بین این عوامل طوری است که با تغییر هر کدام اثرات مهمی در دیگری ایجاد می‌شود. مثلاً با کاهش دانسیته، ویسکوزیته و تیکسوترایی کاهش جزئی می‌یابد و به دنبال آن، سرعت ریخته‌گری و تشکیل جداره نیز کاهش می‌یابد ولی تغییر ویسکوزیته با استفاده از روان‌سازها خصوصاً از سیلیکات سدیم، به شدت سرعت ریخته‌گری را افزایش می‌دهد، بدون آن که دانسیته اصلاً تغییر کند.

۲- ۲۰- ابزار و تجهیزات مورد نیاز

- ویسکومتر (ریزشی یا پیچشی یا چرخشی)

- ظروف پلاستیکی نظیر بشر

- مزور (شکل ۱-۲۰)

- همزن دستی یا الکتریکی

- قالب گچی مخصوص اندازه‌گیری سرعت ریخته‌گری

- الک ۷۰ یا ۸۰ مش

- آهن‌ربا دستی ثابت یا الکتریکی



شکل ۱- ۲۰

۳- ۲۰- مواد اولیه‌ی مورد نیاز

- دوغاب ساخته شده از جلسه‌ی قبل

- مقداری روان‌ساز و آب

۴- ۲۰- نکات ایمنی و بهداشتی

- از جابه‌جایی ترازوهای الکتریکی جداً خودداری کنید، زیرا ممکن است، ضمن خارج شدن از تنظیم بر قسمت‌های الکترونیکی دستگاه صدمه بزند.

- از ضربه‌زدن به اسپیندل جداً خودداری کنید.

- از اتصال به زمین دستگاه‌های الکتریکی مطمئن شوید.

– از بارگذاری ترازوها، بیش از ظرفیت، جداً خودداری کنید. زیرا باعث تخریب دستگاه می‌شود.



شکل ۲- ۲۰

۲۰-۵- مراحل اجرای کار

۱-۲۰-۵- اندازه‌گیری دانسیته: ابتدا با استفاده از مزور ۵۰ یا ۱۰۰ سی‌سی یا با کمک ظرف مخصوص (پیکنومتر)، می‌توانید اندازه‌گیری دانسیته را انجام دهید. سپس، ظرف خالی را برای اندازه‌گیری دانسیته روی ترازو قرار دهید و صفر کنید (پاره‌سنگ کنید) (شکل ۲-۲۰).



شکل ۳- ۲۰

بعد، دوغاب را به آرامی بدون آن که حباب ایجاد شود به داخل ظرف بریزید. این کار را تا لیریز شدن ادامه دهید و یا تا رسیدن به خط نشانه مزور پر کنید (شکل ۳-۲۰).



شکل ۴- ۲۰

بعد، در سوراخ‌دار مخصوص را روی ظرف به منظور درپوش قرار دهید (اگر اندازه‌گیری با پیکنومتر باشد) و با فشار دست در را سرچایش کاملاً جفت کنید. بعد، ظرف به همراه دوغاب را به زیر شیر آب ببرید و کاملاً آن را بشوئید. سپس، آن را با دستمال مناسبی کاملاً خشک کنید (شکل ۴-۲۰).



شکل ۵- ۲۰

بعد از این مرحله ظرف حاوی دوغاب را مجدداً وزن کنید تا دانسیته‌ی دوغاب به دست آید (شکل ۵-۲۰).

پس از استخراج نتایج، باید تلاش کنید تا دانسیته‌ی مناسبی از ۱۷۰۰ تا ۱۸۰۰ گرم بر لیتر را به دست آورید. لازم به یادآوری مجدد است که اصلاحات دانسیته را باید، با توجه به مقادیر ویسکوزیته، انجام دهید و سعی کنید بدون به دست آوردن آن (ویسکوزیته)، از افزودن آب جداً خودداری کنید، مگر آن که دانسیته بالای ۱۸۰۰ گرم بر لیتر باشد. در این صورت با افزودن آب مطابق جدول ۱-۲ می‌توانید به دانسیته‌ی مورد نظر برسید.

مثلاً اگر دانسیته‌ی دوغاب ۱/۹۵ گرم بر سانتی متر مکعب (۱۹۵۰ گرم بر لیتر) باشد، با توجه به جدول برای رسیدن به دانسیته‌ی ۱/۸۰ کیلوگرم بر لیتر، لازم است ۱۸ سی سی آب به هر لیتر دوغاب اضافه کنید تا به این دانسیته برسید. یا اگر بخواهید به دانسیته‌ی ۱/۷۰ کیلوگرم بر لیتر (۱۷۰۰ گرم بر لیتر) برسید باید ۳۶ سی سی آب به هر لیتر دوغاب اضافه کنید تا دانسیته از ۱۹۵۰ به ۱۷۰۰ کاهش داده شود.

جدول ۱-۲- ارتباط میزان آب مورد نیاز برای رسیدن به وزن مخصوص

وزن مخصوص اصلی دوغاب		وزن مخصوص اصلی دوغاب	
وزن مخصوص اصلی دوغاب	میزان آب افزودن به ۱۰۰ سی سی دوغاب اصلی	میزان مواد بندنه که باید به ۱۰۰ سی سی دوغاب اصلی اضافه شود، بر حسب گرم	میزان آب افزودن به ۱۰۰ سی سی دوغاب اصلی، cc
1.20	1.20	19	166
1.25	1.25	50	111
1.30	1.30	80	78
1.35	1.35	43	69
1.40	1.40	60	40
1.45	1.45	85	5
1.50	1.50	95	10
1.55	1.55	66	15
1.60	1.60	82	20
1.65	1.65	100	26
1.70	1.70	77	34
1.75	1.75	87	42
1.80	1.80	78	50
1.85	1.85	90	60
1.90	1.90	100	78
1.95	1.95	93	88
2.00	2.00	85	111
2.05	2.05	76	150
2.10	2.10	66	166
2.15	2.15	54	166
2.20	2.20	43	166



شکل ۶-۲۰

۲-۵-۲۰- اندازه‌گیری ویسکوزیته‌ی دوغاب یادآوری: برای اندازه‌گیری ویسکوزیته‌ی دوغاب سه روش وجود دارد و در صورتی که هر سه دستگاه در کارگاه موجود باشد هنرآموز، هنرجویان را به سه دسته تقسیم می‌کند. در صورتی که دو دستگاه موجود باشد آن‌ها را به دو دسته تقسیم‌بندی می‌کند تا نتایج آزمایش‌ها با یکدیگر مقایسه شوند.

الف) اندازه‌گیری ویسکوزیته با ویسکومتر ریزشی: ابتدا دوغاب هم زده را به داخل بشر بریزید. سپس، آن را به آرامی به داخل ظرف مخصوص، در حالی که روزنه‌ی خروجی را با دست بسته‌اید، بریزید (شکل ۶-۲۰).



شکل ۷-۲۰

سپس، آن قدر دوغاب بریزید تا لبریز شود حدوداً ۱۰۰ سی‌سی.

با درپوش مخصوص، دوغاب اضافی را، با حرکت دادن سطح و جاروب شدن آن، تخلیه کنید.

سپس، در را با حرکت به سمت دیگر، از دهانه‌ی مخزن جدا کنید (شکل ۷-۲۰).



شکل ۸-۲۰

در این حالت، با دست دیگر زمان‌سنج را برای روشن شدن آماده کنید و پس از آمادگی کامل، فوراً زمان‌سنج را به کار اندازید.

پس از این که آخرین دوغاب از قوس موجود داخل مخزن (محل مخروطی شدن) عبور کرد، منتظر بمانید تا تخلیه‌ی کامل نزدیک شود و به محض این که دوغاب به صورت شره در آمد، زمان‌سنج را متوقف کنید، زیرا زمان ثبت شده همان زمان عبور دوغاب بر حسب ثانیه است (شکل ۸-۲۰).

در این روش اندازه‌گیری، زمان مناسب بین ۸۰ تا ۱۲۰ ثانیه است که، با استفاده از افزودن روان‌ساز سیلیکات، به این



شکل ۹-۲۰

زمان می‌رسیم و در صورتی که زمان عبور از 120° ثانیه، با افزودن سیلیکات کم‌تر نشده باشد به اجبار با افزودن آب و اصلاح دانسیته به این زمان می‌رسید.

(ب) اندازه‌گیری ویسکوزیته با ویسکومتر پیچشی: در این روش، ابتدا دوغاب را که در یک بشر ریخته‌اید. هم بزنید و دقت کنید فاصله‌ی بین هم‌زدن تا اندازه‌گیری ویسکوزیته زیاد نباشد، زیرا دوغاب یا لایه می‌بندد و یا ممکن است رسوب کند.

دوغاب را در ظرف مخصوص این دستگاه بریزید و دقت کنید که دقیقاً تا سطح لبریز کاملاً پر شود تا خطای اندازه‌گیری کاهش یابد.

ظرف حاوی دوغاب را به زیر دستگاه ویسکومتر پیچشی قرار دهید (شکل ۹-۲۰).

پس از آزادسازی پین مخصوص، با چرخش ناگهانی صفحه‌ی مدرج شروع به دوران می‌کند و در نقطه‌ای در اولین چرخش متوقف می‌شود. با رهاسازی مجدد پین مخصوص، آن‌را قفل کنید. عدد روبه‌روی شاخک را، که بر حسب درجه است بخوانید.

این عدد بر حسب درجه‌ی (بین 28° تا 31° درجه)، برای دوغاب چینی بهداشتی مناسب است.

(پ) اندازه‌گیری ویسکوزیته با ویسکومتر چرخشی: در این روش، در صورت وجود یکی از انواع ویسکومتر چرخشی بر حسب این که عقربه‌ای یا دیجیتالی باشد، می‌توانید از آن استفاده کنید.

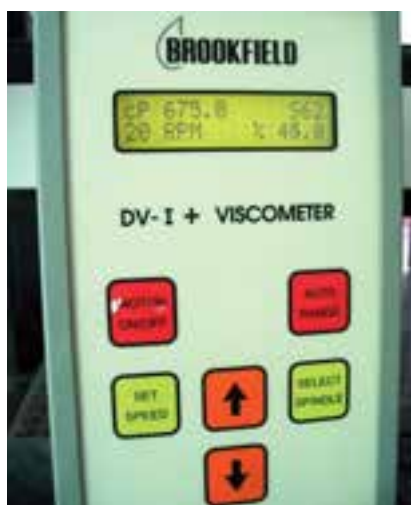
ابتدا، مقداری دوغاب را در یک بشر 500 تا 800 سی‌سی بریزید و با کمک یک همزن دستی با دور آرام آن را هم بزنید. پس از بستن اسپیندل شماره‌ی ۳ (یا شماره‌ی دیگر) ظرف حاوی دوغاب را زیر دستگاه قرار دهید و با فشار دکمه‌ی مخصوص آن‌را روشن کنید (شکل ۱۰-۲۰).

پس از گذشت مدت زمانی که دستگاه پنج دور کامل زد یا به مدت تقریباً $1/5$ دقیقه، عدد نشان داده شده روی دستگاه را بخوانید و یادداشت کنید.



شکل ۱۰-۲۰

لازم است توضیح داده شود که عدد مناسب برای دوغاب چینی بهداشتی ۳۰۰ تا ۴۰۰ سانتی پواز است (شکل ۱۱-۲۰).



شکل ۱۱-۲۰

۳-۵-۲۰- تعیین سرعت ریخته‌گری و تنظیم آن : زمانی که دوغابی را داخل یک قالب گچی می‌ریزیم، پس از گذشت مدت زمان بسیار کوتاهی، لایه‌ای حد فاصل بین دوغاب و قالب گچی تشکیل می‌شود که با گذشت زمان این لایه ضخیم‌تر می‌شود (شکل ۱۲-۲۰).



شکل ۱۲-۲۰

باید توجه داشت که با گذشت زمان، سرعت تشکیل جداره به مرور کم‌تر می‌شود زیرا هر چه ضخامت لایه ضخیم‌تر می‌شود مانع بر سر راه عبور آب از این لایه و رسیدن آن برای جذب به قالب گچی بیش‌تر می‌شود؛ یعنی لایه خود به صورت مانعی در مقابل نفوذ آب به داخل قالب گچی عمل می‌کند (شکل ۱۳-۲۰).



شکل ۱۳-۲۰

به طوری که سرعت تولید محصول تا حدودی به این عامل بستگی دارد. بنابراین، سرعت ریخته‌گری عبارت است از ضخامت یا لایه‌ای ایجاد شده از دوغاب، در قالب گچی در واحد زمان، برحسب میلی‌متر مربع.

عوامل مؤثر بر ریخته‌گری عبارت‌اند از: درجه‌ی حرارت، وزن مخصوص دوغاب و بالأخره مقاومت لایه‌ی ریخته‌گری شده در برابر عبور آب. دو عامل اخیر و به خصوص آخرین عامل

(مقاومت لایه) مهم‌ترین این مواردند و عملاً در صنعت مورد توجه قرار می‌گیرند. مقاومت لایه‌ی ریخته‌گری شده در برابر عبور آب، خود به عوامل دیگری بستگی دارد هم‌چون نوع و یا دانه‌بندی مواد و نیز چگونگی و یا شدت روان‌شدگی ذرات (به عبارت دیگر تجمع و یا تفرق ذرات) ضمناً باید توجه داشت که در سرعت ریخته‌گری، عوامل خارجی دیگری، که ربطی به خواص دوغاب ندارند، نیز مؤثر هستند. عواملی مانند تراکم و یا تخلخل قالب گچی و درصد رطوبت موجود در آن. ضخامت لایه‌ی ایجاد شده رابطه‌ی مستقیم با جذر زمان ریخته‌گری دارد. بنابراین، بین زمان و ضخامت لایه، این رابطه برقرار است:

$$L^2 = K \cdot t \implies K = \frac{L^2}{t} \left(\frac{\text{mm}^2}{\text{min}} \right)$$

$$\text{سرعت ریخته‌گری} = \frac{(\text{ضخامت لایه به میلی‌متر})^2}{(\text{زمان به دقیقه})}$$

در این خصوص $L = \text{ضخامت لایه تشکیل شده بر حسب میلی‌متر}$ و $t = \text{زمان به دقیقه}$ و $K = \text{ضریب ثابت است که آن را پس از محاسبه فرمول سرعت ریخته‌گری می‌نامند}$. این رابطه به این معناست که اگر برای تشکیل جداره‌ای به اندازه ۱ میلی‌متر چهار دقیقه زمان نیاز باشد برای تشکیل ضخامتی معادل ۲ میلی‌متر شانزده دقیقه زمان نیاز است.

مراحل انجام کار: ابتدا تعداد ۵ عدد کاسه گچی را با شماره از یک تا ۵ علامت‌گذاری کنید. سپس، به ترتیب دوغاب را در تک‌تک قالب‌ها بریزید تا کاملاً پر شود و بلافاصله زمان‌سنج را روشن کنید.

پس از گذشت مدت زمانی، لایه‌ای به ضخامت معینی در قالب تشکیل می‌شود.

دوغاب قالب‌های گچی را به ترتیب، از شماره‌ی ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ در زمان‌های $(1^2=1)$ و $(2^2=4)$ و $(3^2=9)$ و $(4^2=16)$ و $(5^2=25)$ خالی می‌کنیم؛ یعنی پس از گذشت یک دقیقه اولین قالب، ۴ دقیقه دومین قالب، ... و پس از ۲۵ دقیقه قالب پنجم را تخلیه می‌کنیم (شکل ۱۴-۲۰).



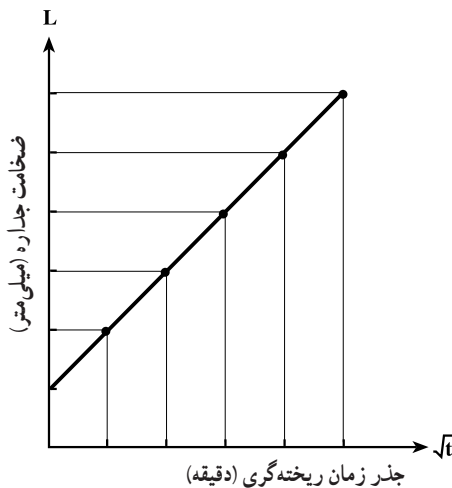
شکل ۱۴-۲۰



شکل ۱۵- ۲۰



شکل ۱۶- ۲۰



شکل ۱۷- ۲۰

پس از این که آخرین قطرات دوغاب چکیده شد، قالب را به حال خود بگذارید.

پس از گذشت مدت زمانی (تقریباً ۵ دقیقه) به کمک یک چاقو و با دقت بسیار زیاد نمونه‌ای را مطابق شکل بردارید. به این ترتیب که ابتدا یک برش تحت زاویه بزنید و سپس با برش متقاطع دیگر نمونه را می‌توانید بردارید (شکل ۱۵-۲۰).

با کمک نوک چاقو، به آرامی تکه بریده شده را با کمک یکی از انگشتان جدا کنید. دقت کنید که کشیدگی در نمونه ایجاد نشود. تا باعث تغییر و اشتباه در تعیین ضخامت نگردد و تلاش کنید زمانی نمونه را بردارید که مطمئناً به دستتان نچسبد.

با استفاده از کولیس، ضخامت جداره را با دقت اندازه‌گیری و یادداشت کنید. توجه شود در یادداشت نمونه‌های از شماره‌ی ۱ تا ۵ از کاسه‌ی گچی به ترتیب، اشتباهی رخ ندهد. گرچه از روی تفاوت ضخامت‌ها، تقریباً می‌توانید تقدم و تأخر زمان آن‌ها را تعیین کنید (شکل ۱۶-۲۰).

پس از تعیین اندازه‌های جداره تشکیل شده، با کمک کاغذ میلی‌متری منحنی را روی محور مختصات رسم کنید، به طوری که محور «y»ها محور ضخامت جداره و محور «x»ها محور $\frac{1}{4}$ (زمان) باشد.

مثلاً در چینی بهداشتی بهترین سرعت ریخته‌گری ۸ میلی‌متر در یک ساعت است.

توجه کنید با رسم منحنی ضخامت لایه‌ی تشکیل شده، برحسب جذر زمان، شیب‌های مختلفی به دست می‌آید که به پارامترهای بسیاری بستگی دارد (شکل ۱۷-۲۰).

– نسبت گچ به آب قالب گچی

– خشک بودن قالب گچی

– درجه‌ی حرارت قالب گچی حین ریخته‌گری

– درجه‌ی حرارت دوغاب در حال ریخته‌گری

– اشتباه در خواندن اندازه‌ی ضخامت با کولیس

– اشتباه در اندازه‌گیری زمان

۴- ۵- ۲۰- الک کردن و آهن‌گیری از دوغاب:

برای جلوگیری از ورود ناخالصی‌ها و دانه‌های با ابعاد بزرگ‌تر از حد استاندارد، معمولاً از الک استفاده می‌کنند. توجه کنید در

هر مرحله از مصرف دوغاب حتماً دوغاب برگشتی یا اضافی را مجدداً الک کنید تا از تکه‌های بدنه و دوغاب خشک شده یا از دوغاب لخته شده و از طرف دیگر از ورود تکه‌های شکسته قالب گچی یا مواد مشابه به داخل دوغاب جلوگیری شود. در صنعت، معمولاً از الک‌های چند طبقه استفاده می‌شود. این الک‌ها، عموماً دو طبقه هستند، به طوری که الک لایه‌ی بالایی از مش کوچک‌تر (چشمه بزرگ‌تر) و الک لایه‌ی پایینی از مش بزرگ‌تر (چشمه ریزتر) تشکیل شده است. دقت کنید که الک را پس از هر مرحله کاملاً با آب شست‌وشو دهید و از کشیدن ابزار سخت روی توری الک جداً خودداری کنید.



شکل ۱۸- ۲۰

الک کردن: ابتدا دوغاب را در داخل سطل بزرگی بریزید و با استفاده از خیس کردن سطح الک، اجازه دهید تا دوغاب به راحتی الک شود.

مقداری دوغاب بر سطح کف‌ی الک بریزید و با ضربات کف دست دیگر تلاش کنید تا دوغاب را الک کنید.

پس از اتمام الک کردن می‌توانید ناخالصی‌ها و لخته‌های گل را روی سطح بینید (شکل ۱۸-۲۰).



شکل ۱۹- ۲۰

پس از این مرحله، می‌توانید به دو صورت آهن‌گیری کنید. ابتدا الک با مش ۵۰ یا ۶۰ را روی دهانه یک سطح قرار دهید و بعد یک آهن‌ربای ثابت را با یک دست در دهانه‌ی کف‌ی الک نگه دارید و به آرامی دوغاب را روی آهن‌ربا دایم بریزید و اجازه دهید دوغاب، پس از عبور از روی آهن‌ربا و عبور از الک، در سطل زیری جمع شود (شکل ۱۹-۲۰).



شکل ۲۰- ۲۰

روش دیگر این است که با استفاده از یک آهن‌ربای ثابت، ابتدا آن را با یک پلاستیک نازک پوشش دهید (شکل ۲۰-۲۰). سپس آن را در داخل سطح حاوی دوغاب، دقیق و به آرامی چندین بار بچرخانید تا پس از دقت زیاد آهن‌گیری انجام شود (شکل ۲۰-۲۰).

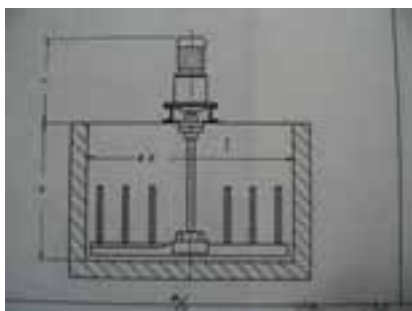
پس از اتمام آهن‌گیری می‌توانید ناخالصی‌های آهن ریز و درشت را با شستن آب رؤیت کنید (شکل ۲۱-۲۰).



شکل ۲۱-۲۰

۲۰-۵-۵- نگه‌داری دوغاب (Aging): پس از

این‌که دوغاب از هر نظر آماده‌سازی شد، جهت افزایش کارایی دوغاب و اثر کردن کامل روان‌سازها، معمولاً آن‌ها را در مخازنی می‌ریزند و نگه‌داری می‌کنند. این مخازن دارای همزن‌هایی با دور بسیار آرام هستند، به طوری که ۱۲ تا ۲۰ دور در دقیقه می‌چرخند و ضمن جلوگیری از رسوب دوغاب اثر روان‌سازها را بیش‌تر می‌کنند. هم‌چنین حباب‌های ریز هوا را کاهش می‌دهند. دوغاب معمولاً باید ۲۴ تا ۷۲ ساعت قبل از ریخته‌گری خوابانده شود (شکل ۲۲-۲۰).



شکل ۲۲-۲۰

تمرین عملی

با توجه به ضرورت افزایش مهارت در اجرای اندازه‌گیری، خواص دوغاب می‌توانید یک یا چند کار مهارت‌افزایی را تکرار کنید.

گزارش کار جلسه (۲۰)

(مطابق ضمیمه‌ی I)

آزمون پایانی (۲۰)

- ۱- به نظر شما چه دلیلی وجود دارد که باید دوغاب را با دانسیته خاصی تنظیم کنیم؟
- ۲- برای تنظیم ویسکوزیته چه روش هایی وجود دارد و آیا اگر دوغابی دارای ویسکوزیته، بالایی باشد، چه مشکلاتی در تولید به وجود می آید؟
- ۳- اگر دوغابی سرعت ریخته‌گری خیلی بالایی داشته باشد به معنی چیست؟ و آیا کاهش دانه‌بندی در کاهش سرعت ریخته‌گری مفید است؟
- ۴- ضرورت هم‌زدن با دور آرام دوغاب چیست؟
- ۵- دلایل الک‌کردن دوغاب کدام‌اند و در صورتی که حین الک‌کردن، توری سرنده پاره شود چه مشکلاتی به وجود می‌آید؟
- ۶- دوغاب نو با دوغاب کهنه چه تفاوت‌هایی با هم دارند؟