

شایستگی تعیین خواص رئولوژی دوغاب

۱ خواص رئولوژی دوغاب شامل اندازه‌گیری چه مواردی است؟

۲ برای خواص رئولوژی دوغاب چه تجهیزاتی مورد نیاز است؟

۳ تعیین خواص رئولوژی دوغاب به چه دلیل دارای اهمیت است؟

آیا تا به حال
پی برده‌اید

هدف از این شایستگی، فراگیری روش انتخاب و تعیین درصد روان‌ساز مناسب برای تهیه دوغاب مورد استفاده برای ریخته‌گری دوغابی است. همچنین مهارت تعیین گرانیوی تیکسوتروپی دوغاب را در این واحد فرا خواهند گرفت.

استاندارد عملکرد

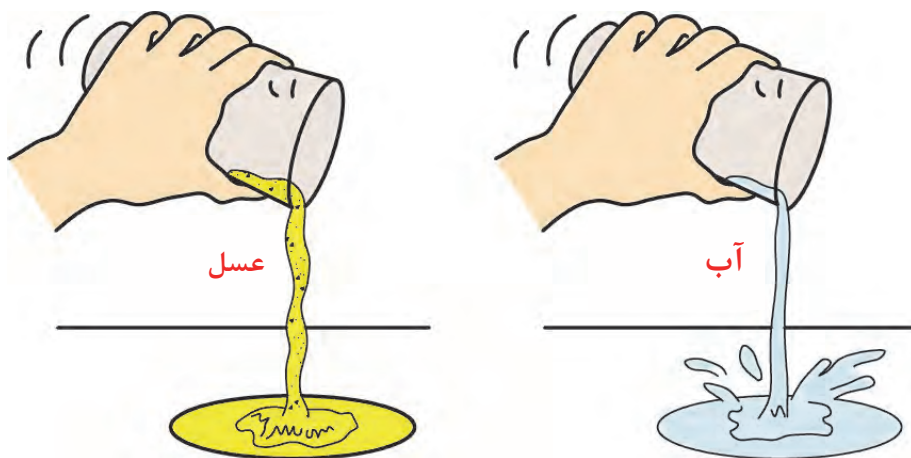
پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی آن، هنرجویان قادر به انتخاب روان‌ساز مناسب و تعیین گرانیوی دوغاب برای ایجاد جریان‌یابی مطلوب، خواهند بود.

در هر یک از ظروف شکل ۱ مایعی ریخته شده است. هم‌زمان یک گوی درون آنها رها می‌کنیم. به نظر شما، گوی در ظرف حاوی کدام مایع، زودتر سقوط می‌کند و به ته ظرف می‌رسد؟



شکل ۱

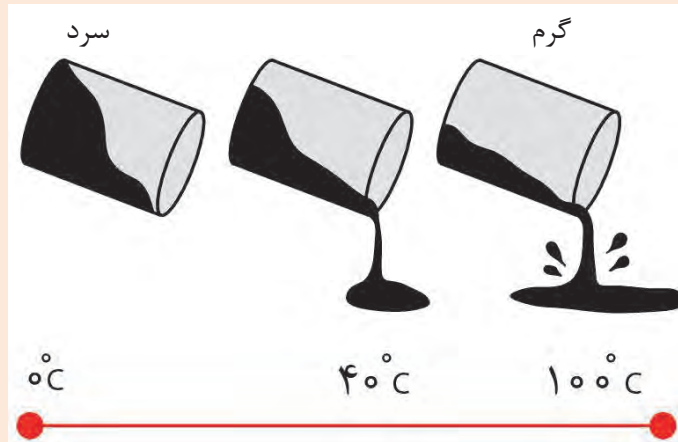
به شکل ۲ نگاه کنید. یک لیوان حاوی عسل و دیگری حاوی آب است؛ به نظر شما کدام مایع راحت‌تر از لیوان تخلیه می‌شود؟



شکل ۲

تعیین خواص رئولوژی دوغاب

مقداری شهد مربا به میزان مساوی به صورت جداگانه در دو ظرف ریخته شده است و سپس یکی را در یخچال و دیگری را روی شعله گاز گرم کنید. تخلیه کدام یک راحت تر صورت می گیرد؟



شکل ۳

فعالیت کلاسی



اصطکاک در زندگی روزمره به وضوح قابل مشاهده است. به عنوان مثال اصطکاک بین کفش و زمین عامل حرکت و مانع سرخوردن است. در هنگام ترمز کردن، اصطکاک باعث توقف وسیله نقلیه می شود. این موارد، اصطکاک میان دو جسم جامد را نشان می دهد.

در مایعات نیز اصطکاک وجود دارد، جریان یابی مایعات به اصطکاک داخلی بین اجزای سازنده آن بستگی دارد. قابلیت جریان یابی مایعات را «سیالیت» و مقاومت درونی مایعات را در برابر جاری شدن، «گرانروی» نامیده می شود.

فکر کنید

یک تفنگ آب پاش را تصور کنید. اگر به جای آب با سیالیت بالا، مایعی ویسکوز مانند عسل یا شیرۀ مربای سرد باشد چه اتفاقی می افتد؟



فعالیت کلاسی

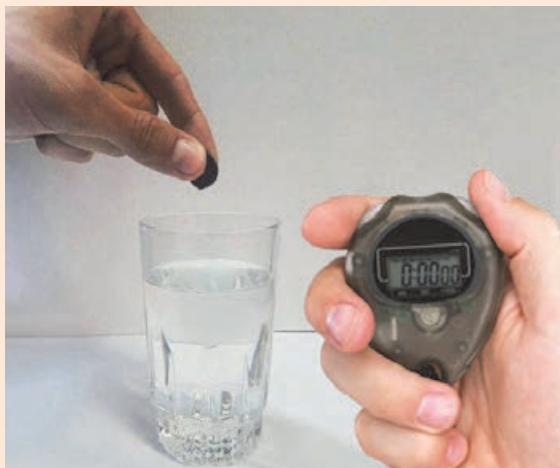
یک مایع با گرانروی بالا و یک مایع با سیالیت بالا نام ببرید.





کار عملی ۱: بررسی گرانروی مایعات مختلف

مواد و ابزار: تعدادی تیلۀ هم‌اندازه، لیوان شیشه‌ای، مایعات موجود در کارگاه مانند آب، سدیم سیلیکات مایع، روغن گلیکول و زمان‌سنج.



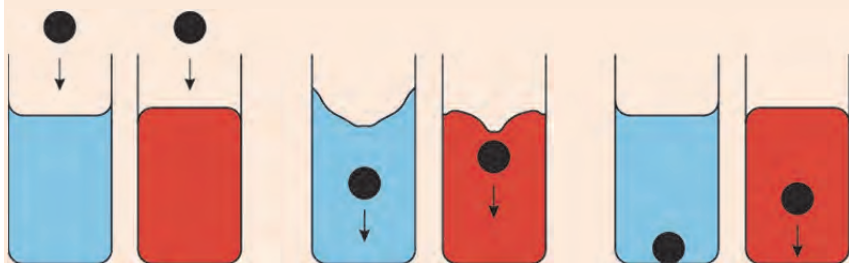
شکل ۴

شرح فعالیت:

لیوان‌ها را با مایعات مختلف با ارتفاع یکسان پر کنید. (برای جلوگیری از سرریز شدن مایع هنگام انداختن تیله در آن، بهتر است کمی از سر لیوان‌ها را خالی بگذارید).

- کدام مایع گرانروی بیشتری دارد؟ آیا در هنگام ریختن مایعات در لیوان‌ها می‌توانید این تفاوت را تشخیص دهید؟

تیله‌ها را در مایعات رها کنید و زمان رسیدن تیله به ته لیوان را اندازه‌گیری کنید. تیله در کدام مایع سریع‌تر به ته ظرف می‌رسد. دلیل آن چیست؟



شکل ۵

برای ایجاد شرایط ثابت در دوغاب ریخته‌گری باید خواص رئولوژی ثابت باشد. به این دلیل ثبات خواص رئولوژی به کاهش عیوب در مرحله شکل‌دهی در طی روزهای مختلف کمک کرده و بر روی برنامه‌ریزی دقیق‌تر و شکل دادن محصولاتی با کیفیت بالا و ثابت اثرگذار است.

تعیین خواص رئولوژی دوغاب

گرانروی (ویسکوزیته)

به مقاومت درونی سیال در برابر جاری شدن «گرانروی» یا ویسکوزیته گفته می‌شود و واحد اندازه‌گیری آن «پواز» است.



شکل ۶

$$(P = 0.1 \text{ Pa.s یا } P = \text{g/cm.s})$$

تیکسوتروپی

عبارت است از تمایل دوغاب به سفت شدن هنگام راکد ماندن.

تحقیق کنید

اگر تیکسوتروپی دوغاب زیاد یا کم باشد باعث بروز چه مشکلاتی می‌شود؟



روش‌های اندازه‌گیری گرانروی و محاسبه تیکسوتروپی دوغاب



شکل ۷- روش‌های اندازه‌گیری گرانروی دوغاب

۱- روش ریزشی

یکی از روش‌های سادهٔ سنجش گرانروی، استفاده از ویسکوزیومتر ریزشی است که در آن، زمان عبور ۱۰۰ میلی‌لیتر دوغاب از دهانهٔ خروجی با قطر مشخص اندازه‌گیری می‌شود.

نکته

دهانهٔ خروجی متداول در ویسکوزیومتر ریزشی، ۴ میلی‌متر است.



در ویسکوزیومتر ریزشی مقدار گرانروی تعیین نمی‌شود بلکه زمان عبور دوغاب از دهانه تعیین می‌شود و با داشتن زمان‌های عبور دوغاب به‌صورت مقایسه‌ای، میزان گرانروی مشخص می‌شود. برای سهولت کار در بسیاری از صنایع از این روش استفاده می‌شود.



شکل ۸- ویسکوزیومتر ریزشی



کار عملی ۲: تعیین گرانروی دوغاب و تأثیر زمان ماندگاری آن بر گرانروی

مواد و ابزار: دوغاب، لیوان یا بشر، همزن آزمایشگاهی، ترازوی آزمایشگاهی، دستگاه ویسکوزیومتر و زمان‌سنج.

الف) زمان اولیه (هنگام آماده شدن دوغاب مراحل زیر انجام می‌شود):

شرح فعالیت:

۱- مقدار ۷۰۰ میلی‌لیتر از دوغاب موجود در کارگاه را بردارید.

۲- دوغاب را به مدت ۱ دقیقه به هم بزنید.

۳- گرانروی آن را اندازه‌گیری کنید (حداقل دو مرتبه).

ب) زمان ثانویه (پس از ماندگاری دوغاب به مدت یک روز، یک هفته و یا چند هفته، مراحل زیر را انجام دهید):

۱- مقدار ۷۰۰ میلی‌لیتر دوغاب موجود در کارگاه را بردارید (پس از ماندگاری در زمان‌های مشخص شده).

۲- دوغاب را به مدت ۱ دقیقه به هم بزنید.

۳- گرانروی آن اندازه‌گیری شود (حداقل دو مرتبه).

۴- با رسم منحنی، تأثیر زمان ماندگاری بر گرانروی آن بررسی شود.



۱- هنگام برداشتن دوغاب دستگاه همزن خاموش باشد.

۲- هنگام هم زدن دوغاب به وسیله همزن آزمایشگاهی به گونه‌ای دوغاب هم زده شود که دوغاب به بیرون و سر صورت پاشیده نشود.



زمان عبور ۱۰۰ میلی‌لیتر آب از یک دستگاه ویسکوزیومتر ریزشی «زمان عبور بحرانی» نامیده می‌شود.

محاسبه تیکسوتروپی به روش ریزشی

برای تعیین میزان تیکسوتروپی دوغاب، به صورت زیر باید عمل کرد:

الف) در مرحله اول ۱۰۰ میلی‌لیتر دوغاب را در ویسکوزیومتر ریخته و پس از یک دقیقه راکد ماندن، زمان عبور دوغاب اندازه‌گیری می‌شود (t_1).

ب) در مرحله بعد، پس از سی دقیقه راکد ماندن دوغاب در ویسکوزیومتر، زمان عبور آن اندازه‌گیری می‌شود (t_2), سپس

به کمک رابطه زیر درصد تیکسوتروپی (T%) دوغاب محاسبه می‌شود:

$$T\% = \frac{t_2 - t_1}{t_2} \times 100$$

اگر چنانچه پس از ۳۰ دقیقه راکد گذاشتن، دوغاب از دهانه دستگاه خارج نشود دلیل بر تیکسوتروپی بسیار بالای دوغاب است. در این صورت می‌توان برای انجام آزمایش مرحله دوم زمان‌های کمتر را در نظر گرفت.



شکل ۹- ویسکوزیومتر ریزشی

نکته

در روش ریزشی باید دوغاب موجود در ویسکوزیومترها در هر دو مرحله به‌طور کامل خارج شود.



۲- روش پیچشی

دستگاه ویسکوزیومتر پیچشی دارای یک سیم است که از بالا محکم بسته شده و از طرف دیگر به یک استوانه فلزی (اسپیندل) متصل است. همان‌طور که در شکل ۱۰ دیده می‌شود این استوانه به‌راحتی می‌چرخد و یک چرخ طیار، گشتاور مناسبی را برای چرخش پدید می‌آورد. چرخ طیار و استوانه، ۳۶۰ درجه از حالت تعادل خود (در جهت عقربه‌های ساعت) چرخانده و با ضامن دستگاه در این حالت متوقف می‌شود.

پس از قرار دادن اسپیندل دستگاه درون دوغاب، ضامن دستگاه آزاد می‌شود تا اسپیندل در داخل دوغاب به چرخش درآید. هر چه گرانی دوغاب کمتر باشد استوانه با سرعت بیشتری می‌چرخد و در نتیجه از حالت تعادل بیشتر عبور می‌کند. اگر گرانی دوغاب بالا باشد مقدار کمتری می‌چرخد. بنابراین میزان بازگشت چرخ طیار معیاری برای میزان گرانی است. می‌توان با توجه به میزان بازگشت چرخ طیار و مراجعه به جداول استاندارد، گرانی دوغاب را بر حسب پواز تعیین نمود (V_0).



شکل ۱۰- ویسکوزیومتر پیچشی

تعیین خواص رئولوژی دوغاب

در حالتی دستگاه تنظیم است که بدون دوغاب با خارج کردن ضامن، استوانه دو دور بچرخد و عقربه به مقابل عدد صفر برگردد.

نکته



تیکسوتروپی دوغاب را چگونه می‌توان با استفاده از دستگاه ویسکوزیومتر پیچشی محاسبه نمود؟

فکر کنید



تعیین تیکسوتروپی دوغاب با دستگاه ویسکوزیومتر پیچشی

در این روش گرانیوی دوغاب پس از ۱ دقیقه راکد ماندن (V_1) و ۵ دقیقه راکد ماندن (V_2) اندازه‌گیری شده سپس تیکسوتروپی (T) یک دقیقه و پنج دقیقه با توجه به معادلات زیر محاسبه می‌شود.



شکل ۱۱- ویسکوزیومتر پیچشی

اندازه‌گیری تیکسوتروپی دوغاب پس از یک دقیقه $V_1 - V_0 =$

اندازه‌گیری تیکسوتروپی دوغاب پس از پنج دقیقه $V_2 - V_0 =$

میزان تیکسوتروپی دوغاب مورد نظر برای صنایعی که به روش ریخته‌گری دوغابی قطعات را شکل می‌دهند در چه محدوده‌ای است؟

تحقیق کنید



۳- روش چرخشی

در این روش از دستگاه ویسکوزیومتر چرخشی که می‌تواند دیجیتالی نیز باشد استفاده می‌شود. این دستگاه دارای محور چرخش و استوانه (اسپیندل) است. این دستگاه چرخ طیار و قسمت مدرج ندارد و نیازی به چرخاندن استوانه قبل از اندازه‌گیری گرانروی دوغاب نیست. کاپ دوغاب زیر دستگاه به گونه‌ای که استوانه در داخل دوغاب کاملاً شناور است قرار می‌گیرد. کلید دستگاه را زده و استوانه (اسپیندل) در دوغاب می‌چرخد. سرعت چرخش استوانه در دوغاب متناسب با سیالیت دوغاب است که دستگاه عدد گرانروی دوغاب را بر حسب پواز مشخص می‌کند.



شکل ۱۲- ویسکوزیومتر چرخشی

کار علمی ۳: تعیین تیکسوتروپی دوغاب و تأثیر زمان ماندگاری دوغاب بر تیکسوتروپی مواد و ابزار: دوغاب، لیوان یا بشر، همزن آزمایشگاهی، ترازوی آزمایشگاهی، دستگاه ویسکوزیومتر. شرح فعالیت:

فعالیت کارگاهی



الف) زمان اولیه (هنگام آماده شدن دوغاب مراحل زیر انجام می‌شود)

- ۱- مقدار ۷۰۰ میلی‌لیتر دوغاب تهیه کنید.
- ۲- آن را به مدت ۱ دقیقه هم بزنید.
- ۳- مقدار ۱۰۰ میلی‌لیتر از آن را درون قیف دستگاه ریخته و به مدت یک دقیقه به حال خود رها کنید.
- ۴- تیکسوتروپی دوغاب را اندازه‌گیری کنید.
- ۵- مقدار ۱۰۰ میلی‌لیتر دوغاب درون قیف دستگاه ریخته به مدت سی دقیقه به حال خود رها کنید.
- ۶- تیکسوتروپی دوغاب را اندازه‌گیری کنید.
- ب) زمان ثانویه (پس از گذشت یک روز، یک هفته و یا چند هفته مراحل زیر را انجام دهید).
- ۷- مقدار ۷۰۰ میلی‌لیتر دوغاب تهیه کنید.
- ۸- دوغاب را به مدت ۱ دقیقه هم بزنید.
- ۹- مقدار ۱۰۰ میلی‌لیتر درون قیف دستگاه ریخته و به مدت یک دقیقه به حال خود رها کنید.
- ۱۰- تیکسوتروپی دوغاب را اندازه‌گیری کنید.
- ۱۱- مقدار ۱۰۰ میلی‌لیتر از آن را درون قیف دستگاه ریخته و به مدت سی دقیقه به حال خود رها کنید.
- ۱۲- تیکسوتروپی دوغاب را اندازه‌گیری کنید.
- ۱۳- با رسم منحنی، تأثیر زمان ماندگاری بر تیکسوتروپی دوغاب را بررسی کنید.

تعیین خواص رئولوژی دوغاب

با استفاده از منحنی تعیین گرانروی و تیکسوتروپی دوغاب در زمان‌های ماندگاری مختلف، بهترین زمان ماندگاری برای رسیدن به بهینه‌ترین خاصیت رئولوژی دوغاب مشخص می‌شود.

نکته



نکات ایمنی



فعالیت کلاسی



۱- هنگام برداشتن دوغاب دستگاه همزن خاموش باشد.

۲- هنگام هم زدن دوغاب به وسیله همزن آزمایشگاهی مراقب باشید که دوغاب به بیرون و سر و صورت پاشیده نشود.

موارد زیر را کامل کنید:

مقدار بیش از اندازه آب در یک دوغاب باعث ایجاد مشکلات زیر می‌شود:

- ۱- زمان خشک شدن قطعه را طولانی می‌کند.
- ۲- انقباض خشک شدن قطعه را بالا می‌برد.
- ۳-
- ۴-

با کاهش میزان آب دوغاب، اغلب مشکلات مطرح شده برطرف می‌شود. از طرف دیگر، کاهش میزان آب موجود در دوغاب باید به اندازه‌ای باشد که جریان‌یابی راحت دوغاب به نقاط مختلف قالب را کاهش ندهد. برای حل این مشکل از روان‌سازها استفاده می‌شود. روان‌سازها موادی هستند که کمک می‌کنند با استفاده از میزان آب کمتر و ذرات جامد بیشتر، دوغاب، سیال و روان باشد و مشکلات بالا نیز برطرف شود.

نقش روان‌سازها در دوغاب

موادی که سیالیت مناسب در دوغاب ایجاد می‌کند و نیاز آن را به آب به حداقل می‌رسانند، «روان‌ساز» نامیده می‌شوند.



شکل ۱۳- دوغاب مناسب در حال ریخته‌گری

روان سازها کمک می کنند تا:

- ۱- زمان آسیاب کردن کاهش یابد.
- ۲- درصد مصرف آب به میزان قابل ملاحظه‌ای کم شود.
- ۳- انرژی مصرفی برای آسیاب کردن کاهش یابد.
- ۴- چگالی دوغاب افزایش یابد.



شکل ۱۴- ویسکوزیومتر ریزشی

تحقیق کنید

چرا بعضی از روان سازها برای دوغاب‌های مورد استفاده در تهیه گل پلاستیک مناسب نیستند؟



نمودار ۱- ویژگی های یک روان ساز مناسب



خاصیت رئولوژی و نوع روان‌ساز هنگام تخلیه دوغاب از قالب چه تأثیری دارد؟



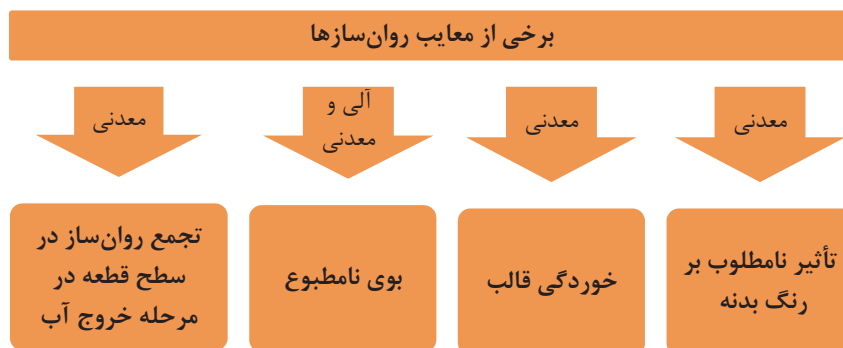
شکل ۱۵- تخلیه قالب

انواع روان‌سازها

جدول ۱- انواع روان‌سازها

ویژگی‌های روان‌ساز	نام روان‌ساز	نوع روان‌ساز
<p>۱- بعضی از روان‌سازهای معدنی باعث خوردگی قالب‌های گچی می‌شوند.</p> <p>۲- بعضی از این روان‌سازها تأثیر نامطلوبی بر روی رنگ محصول دارند.</p> <p>۳- استفاده بیش از حد از این روان‌سازها، به جای ایجاد روانی دوغاب باعث انقباض و تیکس شدن آن می‌شوند.</p>	<p>کربنات سدیم، سیلیکات سدیم، آلومینات سدیم، هگزا متا فسفات سدیم (کالگن)، هیدروکسید سدیم، آکسالات سدیم، فسفات‌های سدیم، کربنات لیتیم، هیدروکسید لیتیم، آلومینات لیتیم، سیترات لیتیم.</p>	معدنی
<p>۱- به قالب‌های گچی آسیب نمی‌رسانند.</p> <p>۲- در مرحله پخت می‌سوزند ولی باعث خرابی رنگ محصول نمی‌شوند.</p> <p>۳- اثر کمتری بر انقباض و تیکس شدن دوغاب دارد.</p> <p>۴- روان‌سازهای آلی بر روان‌سازی دوغاب‌های ریخته‌گری بسیار تأثیرگذار هستند.</p>	<p>دی اتیل آمین، دی پروپیل آمین، مونو اتیل آمین، مونوایزو بوتیل آمین، پلی وینیل آمین، پیریدین، پاپیریدین، تترامتیل آمونیوم هیدروکسید</p>	آلی

استفاده از روان‌سازها می‌تواند باعث بروز برخی از عیوب در قطعه شود.



نمودار ۲- معایب روان‌سازها

مراحل دوغاب‌سازی

- پیش‌روان‌سازی؛
- تعیین نوع روان‌ساز؛
- تعیین درصد روان‌ساز؛
- تنظیم دوغاب.

پیش‌روان‌سازی

برای تهیه دوغاب روان از یک خاک یا آمیزی از چند خاک می‌توان از درصد‌های مختلفی از آب و خاک استفاده کرد. سپس با دستگاه ویسکوزیومتر گرانروی دوغاب‌ها اندازه گرفته می‌شود. دوغابی که دارای گرانروی بالاتری بوده برای مرحله بعد انتخاب می‌شود.

کار عملی ۴: پیش‌روان‌سازی

مواد و ابزار: لیوان یا بشر، دستگاه ویسکوزیومتر، ترازوی آزمایشگاهی، الک آزمایشگاهی، کائولن یا بالکلی یا آمیز معین، زمان‌سنج و همزن.

شرح فعالیت:

فعالیت کارگاهی



- ۱- ۱۰ عدد لیوان برداشته و داخل هر کدام ۱۰۰ گرم آب بریزید.
- ۲- به هریک از لیوان‌ها به ترتیب ۱۱۰، ۱۲۰، ۱۳۰، ۱۴۰، ۱۵۰، ۱۶۰، ۱۷۰، ۱۸۰، ۱۹۰ و ۲۰۰ گرم خاک اضافه کنید.
- ۳- دوغاب را هم زده و حداقل به مدت یک روز نگهداری کنید.
- ۴- گرانروی دوغاب‌ها را به وسیله دستگاه ویسکوزیومتر اندازه‌گیری کنید (هر دوغاب حداقل دو مرتبه).
- ۵- پس از گذشت یک هفته گرانروی دوغاب‌ها را دوباره اندازه‌گیری کنید. (هر دوغاب حداقل دو مرتبه)
- ۶- با بررسی گرانروی دوغاب‌ها، هر نمونه‌ای را که در کل گرانروی بیشتری داشت به عنوان پیش‌روان‌ساز مطلوب انتخاب کنید.

نکته: می‌توان به کمک وزن خاک و آب، درصد خاک و آب مطلوب برای مراحل بعدی را تعیین کرد.



- 1- هنگام کار با خاک یا روان‌سازها از ماسک استفاده کنید.
- 2- هنگام هم زدن دوغاب به‌وسیله همزن آزمایشگاهی، دوغاب به‌گونه‌ای هم زده شود که به بیرون و سر و صورت پاشیده نشود.

تعیین نوع روان‌ساز

برای انتخاب روان‌سازی که تأثیر بیشتری بر روانی دوغاب دارد مطابق زیر عمل می‌شود:

ابتدا به تعداد روان‌سازهای موجود، دوغاب‌هایی با گرانی‌های بالا (درصدهای خاک و آب مرحله پیش روان‌سازی) آماده می‌شود. سپس به هر دوغاب، مقدار ثابتی از روان‌ساز (۰/۲٪) اضافه می‌شود. پس از گذشت حداقل ۲۴ ساعت، گرانی‌های هر روان‌سازی که باعث روانی بیشتر دوغاب شود به‌عنوان روان‌ساز مصرفی برای دوغاب استفاده می‌شود.



در بعضی از دوغاب‌ها یک روان‌ساز به تنهایی نمی‌تواند باعث روانی دوغاب شود. در چنین مواردی لازم است از دو یا سه روان‌ساز به‌صورت هم‌زمان استفاده کرد.

کار عملی ۵: تعیین نوع روان‌ساز



مواد و ابزار: لیوان یا بشر، دستگاه ویسکوزیومتر، ترازوی آزمایشگاهی، الک آزمایشگاهی، چند نوع روان‌ساز کائولن یا بالکلی یا آمیز معین، زمان‌سنج و همزن.

شرح فعالیت:

- 1- به تعداد روان‌سازهای موجود، لیوان‌های محتوی آب با درصد پیش‌روان‌سازی آماده کنید.
- 2- به هر لیوان حاوی آب، به میزان ۰/۲٪ از هر یک از روان‌سازها به‌صورت جداگانه اضافه کنید و روان‌ساز را خوب در آب حل کنید.
- 3- به هر لیوان حاوی آب و روان‌ساز، کائولن، بالکلی یا آمیز با درصد پیش‌روان‌سازی اضافه کنید.
- 4- دوغاب‌ها را هم زده و حداقل به مدت یک روز نگهداری نمایید.
- 5- گرانی‌های دوغاب‌ها را به‌وسیله دستگاه ویسکوزیومتر اندازه‌گیری کنید (هر دوغاب حداقل دو مرتبه).
- 6- پس از گذشت یک هفته گرانی‌های دوغاب‌ها را دوباره اندازه‌گیری کنید. (هر دوغاب حداقل دو مرتبه)
- 7- با بررسی گرانی‌های دوغاب‌ها، هر نمونه‌ای را که در کل گرانی کمتری داشت به‌عنوان نوع روان‌ساز مطلوب انتخاب کنید.

نکته



۱- به منظور افزایش دقت در تعیین روان‌ساز مطلوب بهتر است از هر روان‌ساز دو نمونه آزمایشگاهی تهیه کرد.

۲- مقدار روان‌ساز مصرفی بر مبنای وزن خاک محاسبه می‌شود.

نکات ایمنی



۱- هنگام کار با خاک یا روان‌سازها از ماسک استفاده کنید.

۲- هنگام هم زدن دوغاب به‌وسیله همزن آزمایشگاهی، مراقب باشید که دوغاب به بیرون و سر و صورت پاشیده نشود.

تعیین مقدار روان‌ساز

پس از انتخاب نوع روان‌ساز، باید درصد آن نیز تعیین شود. برای تعیین مقدار روان‌ساز، چند دوغاب (با درصدهای آب و خاک مشخص که در مرحله پیش روان‌سازی به دست آمده است) تهیه کرده، سپس به هر کدام روان‌ساز با درصدهای متفاوت اضافه شود، پس از گذشت حداقل ۲۴ ساعت گرانروی یا زمان عبور دوغاب‌ها اندازه‌گیری شود. مقدار روان‌سازی که باعث روانی بیشتر دوغاب شود، به عنوان درصد روان‌ساز مصرفی متناسب برای این دوغاب بیان می‌شود.



شکل ۱۶- اندازه‌گیری گرانروی دوغاب



نمودار ۳- عوامل مؤثر بر نوع و میزان روان‌ساز مصرفی

زمان مناسب افزودن روان‌ساز به دوغاب

- ۱- در ابتدای آسیاب کردن برای سهولت در آسیاب کردن و افزایش چگالی دوغاب؛
- ۲- به هنگام باز کردن و متفرق ساختن مواد رسی در آب.

چنانچه در دوغابی از دو روان‌ساز کربنات سدیم و سدیم سیلیکات استفاده شود، معمولاً کربنات سدیم در بال‌میل و سدیم سیلیکات در بلانجر یا همزن به دوغاب اضافه می‌شود.

نکته



کار عملی ۶: تعیین درصد روان‌ساز

مواد و ابزار: لیوان یا بشر، دستگاه ویسکوزیومتر، ترازوی آزمایشگاهی، الک آزمایشگاهی، نوع روان‌ساز انتخاب شده، کائولن یا بالکلی یا آمیز معین، زمان‌سنج و همزن.

فعالیت کارگاهی



شرح فعالیت:

- ۱- ۶ عدد لیوان انتخاب کنید و درون هر یک از آنها مقدار آبی که در مرحله پیش روان‌سازی به دست آمده است، بریزید.
- ۲- با اختلاف ۰/۰۵٪ به هر لیوان از ۰/۱٪ تا ۰/۳۵٪ روان‌ساز انتخاب شده اضافه کنید.
- ۳- به هر لیوان (حاوی آب و روان‌ساز)، کائولن یا بالکلی آمیز با درصد پیش روان‌سازی اضافه کنید.
- ۴- دوغاب‌ها را هم زده حداقل به مدت یک روز نگهداری نمایید.
- ۵- گرانروی دوغاب‌ها را به وسیله دستگاه ویسکوزیومتر اندازه بگیرید (هر دوغاب حداقل دو مرتبه).
- ۶- پس از گذشت یک هفته گرانروی دوغاب‌ها را دوباره اندازه بگیرید (هر دوغاب حداقل دو مرتبه).
- ۷- با بررسی گرانروی دوغاب‌ها، هر نمونه‌ای را که در کل دارای گرانروی کمتری است به‌عنوان درصد روان‌ساز مطلوب انتخاب کنید.

- ۱- هنگام کار با خاک یا روان‌سازها از ماسک و دستکش استفاده کنید.
- ۲- هنگام هم زدن دوغاب به وسیله همزن آزمایشگاهی، دوغاب به گونه‌ای هم زده شود که به بیرون و سر و صورت نپاشد.

بهداشتی و ایمنی



تنظیم دوغاب

در این مرحله نوع و درصد روان‌ساز، ثابت در نظر گرفته می‌شود و با تغییر دادن درصدهای خاک و آب، دوغاب به گرانی و چگالی معین می‌رسد.



شکل ۱۷- همزن آزمایشگاهی

کار عملی ۷: تنظیم دوغاب

مواد و ابزار: لیوان یا بشر، دستگاه ویسکوزیومتر، ترازوی آزمایشگاهی، الک آزمایشگاهی، نوع روان‌ساز مطلوب انتخاب شده، کائولن یا بالکلی یا آمیز معین، زمان‌سنج و همزن.

شرح فعالیت:

- ۱- ۲ لیوان دوغاب با توجه به نتایج تعیین درصد روان‌ساز دوغاب (کار عملی ۶) تهیه کنید.
- ۲- چگالی و گرانی دوغاب‌ها را اندازه‌گیری کنید.
- ۳- چنانچه چگالی دوغاب $1/65$ الی $1/75$ گرم بر سانتی‌متر مکعب نباشد به دوغاب‌ها مقدار مشخصی از کائولن، بالکلی یا آمیز اضافه کنید.
- ۴- دوغاب‌ها را هم زده و چگالی و گرانی آنها را اندازه بگیرید. اگر دوغاب به شرایط مطلوب نرسیده بود دوباره به آن خاک اضافه کنید. این مرحله را آن قدر تکرار کنید تا دوغاب به شرایط مناسب از لحاظ چگالی و گرانی برسد.
- ۵- پس از ۲۴ ساعت گرانی و چگالی دوغاب را اندازه بگیرید (هر دوغاب حداقل دو مرتبه).
- ۶- پس از گذشت یک هفته، گرانی و چگالی دوغاب را دوباره اندازه بگیرید (هر دوغاب حداقل دو مرتبه).
- ۷- با بررسی‌های دوباره، گرانی و چگالی دوغاب در زمان‌های مطرح شده نباید تغییر چندانی داشته باشد.

فعالیت کارگاهی



تذکر:

دوغابی برای ریخته‌گری مناسب است که چگالی آن $1/65$ تا $1/75$ گرم بر سانتی‌متر مکعب و گرانی (زمان عبور) آن 100 تا 120 ثانیه بیشتر نشود. اگر به دوغاب بیش از درصد مورد نیاز روان‌ساز افزوده شود باعث از بین رفتن خواص رئولوژی آن می‌شود.

کار عملی ۸: تأثیر نامطلوب روان‌ساز بر خاصیت رئولوژی دوغاب در صورت استفاده بیش از حد روان‌ساز

مواد و ابزار: لیوان، دستگاه ویسکوزیومتر، ترازوی آزمایشگاهی، الک آزمایشگاهی، یک نوع روان‌ساز، کائولن یا بالکلی یا آمیز، زمان‌سنج، همزن.

شرح فعالیت:

- ۱- درون ده عدد لیوان 100 گرم آب بریزید.
- ۲- به هر لیوان به میزان 1% تا 10% روان‌ساز به صورت جداگانه بریزید و خوب در آب حل کنید.
- ۳- به هر لیوان حاوی آب و روان‌ساز 150 گرم کائولن یا بالکلی یا آمیز اضافه کنید.
- ۴- دوغاب‌ها را به هم زده و حداقل به مدت یک روز نگهداری نماید.
- ۵- گرانی و تیکسوتروپی دوغاب‌ها را به وسیله دستگاه ویسکوزیومتر اندازه بگیرید (هر دوغاب حداقل دو مرتبه).
- ۶- پس از یک هفته، گرانی و تیکسوتروپی دوغاب‌ها را دوباره اندازه بگیرید (هر دوغاب حداقل دو مرتبه).
- ۷- با نتایج به دست آمده، یک منحنی رسم نماید و اثر استفاده بیش از حد روان‌ساز بر خاصیت رئولوژی دوغاب را تعیین کنید.



شکل ۱۸

فعالیت کارگاهی



ارزشیابی نهایی شایستگی تعیین خواص رئولوژی دوغاب

شرح کار: ۱- تعیین درصد آب و خاک دوغاب پیش روان سازی ۲- انتخاب روان ساز مطلوب ۳- تعیین درصد روان ساز دوغاب ۴- تهیه دوغاب مناسب ۵- اندازه گیری گرانروی و تیکسوتروپی دوغاب			
استاندارد عملکرد: کسب مهارت تعیین نوع و درصد بهینه روان ساز جهت تهیه دوغابی با خواص رئولوژی مناسب			
شاخص‌ها: اندازه گیری گرانروی دوغاب تعیین تیکسوتروپی دوغاب تعیین نوع و درصد روان ساز مطلوب برای دوغاب محاسبه درصد خاک و آب و روان ساز دوغاب ساخت دوغاب با خواص رئولوژی مناسب			
شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات: مکان: کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات ایمنی، سیستم تهویه و نور کافی ابزار و تجهیزات: دستگاه ویسکوزیومتر، ترازوی آزمایشگاهی، الک، همزن آزمایشگاهی، بشر، زمان سنج			
معیار شایستگی:			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تعیین درصد آب و خاک دوغاب پیش روان سازی	۱	
۲	انتخاب روان ساز مطلوب	۱	
۳	تعیین درصد روان ساز دوغاب	۱	
۴	تهیه دوغاب مناسب	۱	
۵	اندازه گیری گرانروی و تیکسوتروپی دوغاب	۲	
		۲	
شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: دقت عمل و صحت، مسئولیت پذیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان، به کارگیری فناوری مناسب			
میانگین نمرات			
*			
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.			