

موم و قالب سرامیکی

در

ریخته‌گری دقیق

دکتر سعید کاویانی

دانشگاه جامع امام حسین (ع)

دکتر مسعود رنگی

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

سرشناسه: کاویانی، سعید، ۱۳۴۰ -

عنوان و نام پدیدآور: موم و قالب سرامیکی در ریخته‌گری

مشخصات نشر: تهران: سادس، ۱۳۹۴.

مشخصات ظاهری: ۱۹۸ ص.: مصور، جدول.

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۴۶۹-۰۶-۲

وضعیت فهرست نویسی: فیبای مختصر

یادداشت: فهرست نویسی کامل این اثر در نشانی <http://opac.nlai.ir> قابل دسترسی است.

یادداشت: کتابنامه به صورت زیرنویس.

شناسه افزوده: رنگی، مسعود، ۱۳۴۰-

شماره کتابشناسی ملی: ۳۸۳۳۴۲۵

نام کتاب: موم و قالب سرامیکی در ریخته‌گری دقیق

نویسندگان: سعید کاویانی و مسعود رنگی

نوبت چاپ: چاپ اول

سال چاپ: ۱۳۹۴

تیراژ: ۴۰۰ نسخه

قیمت: ۱۵۰۰۰۰ ریال



ناشر: سادس

چاپخانه: ایماژ



فرمت، صفحه‌آرایی و طراحی: تمام طرح ۰۸۰-۷۷۲۲۵-۲۱

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۴۶۹-۰۶-۲

فهرست:

فصل اول: موم‌ها	۱
۱- مقدمه	۳
۲- انواع موم‌ها	۵
۱-۲- نگاهی بر موم‌های نفتی	۷
۳- بررسی روش تولید موم خام و خواص آن	۱۰
۱-۳- مقدمه‌ای بر تولید موم	۱۰
۱-۱-۳- موم‌های گیاهی	۱۰
۲-۱-۳- موم‌های نفتی	۱۰
۱-۲-۱-۳- تبلور	۱۱
۲-۲-۱-۳- فیلتراسیون	۱۱
۳-۲-۱-۳- بازیابی حلال	۱۱
۴-۲-۱-۳- رنگ‌بری و بوزدایی	۱۲
۵-۲-۱-۳- مخلوط‌سازی و تولید موم	۱۲
۲-۳- خواص موم	۱۳
۴- موم‌های ریخته‌گری	۱۳
۱-۴- ترکیب موم مدل	۱۵

- ۱۷..... ۴-۱-۱- موم‌های نفتی
- ۱۸..... ۴-۱-۲- رزین‌ها
- ۱۹..... ۴-۱-۳- موم‌های طبیعی و مصنوعی
- ۲۰..... ۴-۱-۴- مواد افزودنی و پرکننده
- ۲۳..... ۴-۱-۴-۱- سایر مواد افزودنی
- ۲۳..... ۴-۲- انتخاب موم و برگه‌ی مشخصات فنی
- ۲۶..... ۵- انواع موم‌های ریخته‌گری دقیق
- ۲۷..... ۵-۱- موم‌های پُر نشده
- ۲۷..... ۵-۲- موم‌های پُر شده
- ۲۷..... ۵-۳- موم‌های امولسیون‌ی آبی
- ۲۹..... ۵-۴- موم‌های حل‌شونده
- ۲۹..... ۵-۴-۱- چسب
- ۲۹..... ۵-۴-۲- پُرکننده
- ۳۰..... ۵-۴-۳- کربنات‌گازدار
- ۳۰..... ۵-۵- موم‌های چسبی
- ۳۰..... ۶- آماده‌سازی موم
- ۳۰..... ۶-۱- ذوب
- ۳۳..... ۶-۱-۱- کنترل دما
- ۳۴..... ۶-۲- یکنواخت‌سازی موم
- ۳۶..... ۶-۳- تزریق
- ۳۸..... ۶-۴- مونتاز
- ۳۸..... ۶-۵- نکات کلی و سایر عوامل

- ۷- مدل مومی ۴۰
- ۷-۱- کلیات ۴۰
- ۷-۲- عوامل مؤثر بر مدل مومی ۴۲
- ۷-۲-۱- دما و نحوه پرشدن قالب ۴۲
- ۷-۲-۲- اندازه سیستم راهگاهی ۴۲
- ۷-۲-۳- دمای موم ۴۳
- ۷-۲-۴- طراحی قالب ۴۴
- ۷-۲-۵- تنش های پسماند ۴۴
- ۸- عیوب ۴۵
- ۸-۱- دلایل ایجاد عیوب در مدل و روش های برطرف نمودن آنها ۴۵
- ۸-۱-۱- پر نشدن قالب ۴۵
- ۸-۱-۲- خطوط جریان ۴۶
- ۸-۱-۳- پایین بودن کیفیت سطحی مدل مومی ۴۶
- ۸-۱-۴- پلیسه ۴۷
- ۸-۱-۵- شکسته شدن ماهیچه های حل شدنی ۴۷
- ۸-۱-۶- تخلخل ۴۸
- ۸-۱-۷- ترک برداشتن مدل مومی ۴۹
- ۸-۱-۸- انقباض و کاویتاسیون ۴۹
- ۹- تأثیر موم بر ترک برداشتن پوسته سرامیکی قالب ۵۰
- ۹-۱- انبساط حرارتی ۵۰
- ۹-۲- هدایت حرارتی و نفوذ حرارتی ۵۱
- ۹-۳- مقایسه موم های پُر شده و پُر نشده ۵۲

- ۴-۹- برخی از عیوب ناشی از موم..... ۵۳
- ۴-۹-۱- باد کردگی..... ۵۳
- ۴-۹-۲- شکست..... ۵۳
- ۴-۹-۳- ترک‌های مویی..... ۵۳
- ۹-۵- پوشش‌های زیر..... ۵۴
- ۹-۶- تجمع مواد پُر کننده و تأثیر آن در ترک خوردن پوسته‌ی سرامیکی..... ۵۴
- ۹-۷- مکانیزم خروج موم در حین موم‌زدایی و اثر آن بر ترک برداشتن پوسته‌ی سرامیکی..... ۵۴
- ۹-۸- تأثیر سیالیت موم بر شکسته شدن پوسته‌ی سرامیکی..... ۵۵

فصل دوم: قالب سرامیکی..... ۵۷

- ۱۰-۱- مواد سازنده پوسته‌های سرامیکی قالب..... ۵۹
- ۱۰-۱-۱- دیرگدازهای قالب..... ۵۹
- ۱۰-۱-۱-۱- سیلیس..... ۶۲
- ۱۰-۱-۱-۱- خواص اصلی سیلیس گداخته..... ۶۳
- الف- پایداری ابعادی..... ۶۴
- ب- خروج راحت پوسته‌ی سرامیکی..... ۶۴
- پ- مقاومت به شوک حرارتی..... ۶۴
- ت- پوسته‌های سرامیکی سبک..... ۶۵
- ث- افزایش برد تغذیه و کاهش میزان تخلخل‌های انقباضی..... ۶۵
- ج- دیرگدازی خوب..... ۶۵
- چ- کاهش ترک گرم..... ۶۶
- ح- رادیواکتیو و سرطان‌زا نبودن..... ۶۶

- خ- پایداری دوغاب..... ۶۶
- د- تطابق انبساط با ماهیچه‌های سرامیکی و عدم نیاز به اتصال‌های لغزشی..... ۶۶
- ذ- ظرفیت حرارتی پائین و بنابراین پر شدن مقاطع نازک توسط مذاب..... ۶۷
- ر- تنش کمتر در حین موم‌زدایی..... ۶۷
- ز- افزایش قابلیت نفوذپذیری موم مذاب در حین موم‌زدایی و هوا در حین ریخته‌گری..... ۶۷
- ژ- تشکیل فاصله هوا بین پوسته و قطعه در حال انجماد..... ۶۸
- س- جقرمگی بالاتر پوسته سرامیکی در محیط گرم و مرطوب اتوکلاو..... ۶۸
- ش- خاصیت لیچینگ بهتر..... ۶۸
- ۱۰-۱-۲- زیرکن..... ۶۹
- ۱۰-۱-۳- آلومینا سیلیکات (مالاکیت)..... ۶۹
- ۱۰-۱-۴- آلومینا..... ۷۰
- ۱۰-۲- چسب‌ها..... ۷۰
- ۱۰-۲-۱- چسب سیلیس کلونیدی، روش‌های کنترل کیفیت و آزمون‌های مربوطه..... ۷۰
- ۱۰-۲-۱-۱- مقدمه..... ۷۰
- ۱۰-۲-۱-۲- آماده سازی سیلیس کلونیدی..... ۷۲
- ۱۰-۲-۱-۳- تفاوت سیلیس کلونیدی و سیلیس گداخته..... ۷۵
- ۱۰-۲-۱-۴- ویژگیهای سیلیس کلونیدی..... ۷۵
- ۱۰-۲-۱-۵- مکانیزم اتصال سیلیس کلونیدی..... ۷۶
- الف- pH..... ۸۱
- ب- درصد سیلیس..... ۸۱
- پ- کنترل pH..... ۸۱

- ت- باکتری..... ۸۲
- ث- کنترل سیلیس..... ۸۲
- ج- کیفیت آب..... ۸۳
- چ- نحوه افزایش pH..... ۸۳
- ح- تأثیر نمک های سدیم دار در سیستم کلوئیدی..... ۸۳
- خ- مقدار NaOH سیستم کلوئیدی..... ۸۳
- د- بهترین روش کاهش تنش سطحی در دوغاب..... ۸۴
- ۱۰-۲-۱-۶- آزمایش های کنترل کیفی..... ۸۴
- الف- رنگ و بو..... ۸۴
- ب- وزن مخصوص..... ۸۴
- پ- میزان سیلیس..... ۸۵
- ت- آزمایش pH..... ۸۵
- ۱۰-۲-۱-۷- آزمایش های تولید کنندگان..... ۸۵
- الف- اندازه ذرات..... ۸۵
- ب- هدایت..... ۸۶
- پ- سیالیت..... ۸۶
- ۱۰-۲-۲- چسب سیلیکات اتیل، روش های کنترل کیفیت و آزمون های مربوطه..... ۸۶
- ۱۰-۲-۲-۱- مقدمه..... ۸۶
- ۱۰-۲-۲-۲- سیلیکات اتیل چیست؟..... ۸۷
- ۱۰-۲-۲-۳- چسب های سیلیکات اتیل فرموله شده (شرکتی)..... ۸۸
- ۱۰-۲-۲-۴- فرمولاسیون و شیمی چسب سیلیکات اتیل..... ۹۰
- الف- شیمی چسب..... ۹۰

- ب- درصد سیلیس ۹۱
- ب- میزان هیدرولیز ۹۲
- ت- ترکیب شیمیایی کاتالیز است آسیدی ۹۳
- ث- نسوز و سایر عوامل ۹۳
- ۱۰-۲-۵- مکانیزم گیرایش در پوسته‌های سرامیکی ۹۶
- ۱۰-۲-۶- نکاتی در مورد پوسته‌های سرامیکی ۹۷
- الف- متغیرهای خشک کردن پوسته‌های هوا خشک ۹۷
- ب- میزان آمونیاک مورد نیاز برای گیرایش ۹۹
- پ- گاز آمونیاک و اثرات آن ۹۹
- ۱۰-۲-۳- سایر چسب‌ها ۱۰۰
- ۱۰-۲-۳-۱- چسب‌های هیبریدی (دوتایی) ۱۰۰
- ۱۰-۲-۳-۲- سیلیکات سدیم مایع ۱۰۰
- ۱۰-۲-۳-۳- سایر ۱۰۰
- ۱۰-۳-۱- مواد افزودنی به چسب ۱۰۱
- ۱۰-۳-۱- عامل ترک‌کننده ۱۰۱
- ۱۰-۳-۲- ترکیبات ضد کف‌کنندگی ۱۰۱
- ۱۰-۳-۳- سایر افزودنی‌ها ۱۰۱
- ۱۱- دوغاب ۱۰۲
- ۱۱-۱- فرمولاسیون دوغاب ۱۰۲
- ۱۱-۲- آماده‌سازی دوغاب و کنترل‌های مربوطه ۱۰۳
- ۱۱-۲-۱- آماده‌سازی ۱۰۳
- ۱۱-۲-۲- فرآیند کنترل ۱۰۳

- ۱۱-۲-۳- آماده‌سازی خوشه سرامیکی ۱۰۵
- ۱۱-۲-۴- پوشش دادن و خشک کردن خوشه سرامیکی ۱۰۵
- ۱۱-۲-۵- عیوب پوسته سرامیکی ۱۰۸
- ۱۱-۲-۵-۱- پوسته پوسته شدن لایه اول قالب های سرامیکی ۱۰۸
- الف- گرد و غبار و ذرات بسیار ریز استاکو ۱۰۸
- ب- خشک شدن نامناسب ۱۰۸
- پ- کنترل ضعیف دوغاب ۱۰۹
- ت- زیاد بودن پیش تر کننده ۱۰۹
- ث- زیاد بودن ضخامت استاکو ۱۰۹
- ج- اتصال ضعیف بین لایه اول و لایه های پشت بند ۱۱۰
- ۱۱-۲-۵-۲- شکسته شدن قالب سرامیکی ۱۱۰
- الف- موم زدایی با روش اتوکلاو ۱۱۰
- ب- آخال های پوسته ی سرامیکی ۱۱۳
- پ- خشک کردن نامناسب پوسته های سرامیکی ۱۱۳
- ت- استفاده از دوغاب های کنترل شده ۱۱۴
- ث- مونتاژ نامناسب مدل مومی ۱۱۴
- ج- شکسته شدن حوضچه ی بار ریز ۱۱۴
- چ- پخت قالب ۱۱۴
- ح- وجود خاکستر در مواد مدل مومی ۱۱۵
- ۱۱-۲-۶- نکاتی درباره دوغاب ۱۱۵
- ۱۱-۲-۶-۱- اختلاط دوغاب و استاکو ۱۱۵
- ۱۱-۲-۶-۲- استفاده از الیاف در دوغاب ۱۱۵
- ۱۱-۲-۶-۳- منشأ افزایش آهن ۱۱۶

- ۱۱-۲-۴- جلویی از تبخیر الکلی ۱۱۶
- ۱۱-۲-۵- نقش گلیسرین در عمر دوغاب ۱۱۶
- ۱۱-۲-۶- مفهوم دوغاب‌های با توزیع پهن و دلیل استفاده از آن‌ها ۱۱۷
- ۱۱-۲-۷- بهترین روش اختلاط دوغاب چیست؟ ۱۱۸
- ۱۱-۲-۸- قالب‌های سرامیکی کامپوزیتی ۱۱۹
- ۱۱-۳- مواد افزودنی ۱۲۰
- ۱۱-۳-۱- افزودنی‌هایی که استحکام خام را افزایش می‌دهند ۱۲۱
- ۱۱-۳-۲- عوامل ترک‌کننده (عوامل فعال‌کننده سطحی) ۱۲۱
- ۱۱-۳-۳- ضد کف‌ها ۱۲۲
- ۱۱-۳-۴- عوامل جوانه‌زای لایه اول ۱۲۲
- ۱۲- استاکو ۱۲۲
- ۱۲-۱- مقدمه ۱۲۲
- ۱۲-۲- ویژگی‌های کلیدی یک قالب سرامیکی ۱۲۴
- ۱۲-۳- تأثیر استاکو و پودرهای نسوز در کیفیت نهایی قطعه ریخته‌گری ۱۳۰
- فصل سوم: آزمون‌ها ۱۳۳**
- ۱۳- آزمون‌های موم و نحوه انجام آن‌ها ۱۳۵
- ۱۳-۱- اندازه‌گیری نقطه نرم شدن موم بوسیله آزمون حلقه و گلوله ۱۳۵
- ۱۳-۲- سختی سنجی با استفاده از جسم نفوذ کننده ۱۳۸
- ۱۳-۳- وزن مخصوص ۱۴۱
- ۱۳-۴- محاسبه درصد مقدار پُرکننده با استفاده از روش تیتراسیون ۱۴۳

- ۱۳-۵- مقدار کل خاکستر ۱۴۵
- ۱۴- آزمون‌های کنترل کیفی چسب سیلیکات اتیل و روش انجام آن‌ها ۱۴۶
- ۱۴-۱- آزمون زمان ژله‌ای شدن ۱۴۷
- ۱۴-۲- آزمون رنگ ۱۵۰
- ۱۴-۳- آزمون وزن مخصوص ۱۵۳
- ۱۴-۴- آزمون درصد سیلیس ۱۵۵
- ۱۴-۵- آزمون اسیدیته یا بازی بودن ۱۵۷
- ۱۵- آزمون‌های کنترل کیفی دوغاب و روش‌های انجام آن ۱۵۹
- ۱۵-۱- مقدمه‌ای بر آزمون‌های کنترل کیفی دوغاب ۱۵۹
- ۱۵-۱-۱- pH ۱۶۱
- ۱۵-۱-۲- درصد سیلیس ۱۶۲
- ۱۵-۱-۳- دمای دوغاب ۱۶۳
- ۱۵-۱-۴- ویسکوزیته ۱۶۴
- ۱۵-۱-۵- استحکام قالب و مدول شکست ۱۶۵
- ۱۵-۱-۶- نفوذ پذیری ۱۶۶
- ۱۵-۱-۷- خلاصه ۱۶۶
- ۱۵-۲- روش انجام آزمون‌های دوغاب ۱۶۷
- ۱۵-۲-۱- آزمون pH ۱۶۷
- ۱۵-۲-۲- آزمون تعیین درصد سیلیس ۱۶۷
- الف- برای سیلیس کلوئیدی ۱۶۷
- ب- برای سیلیکات اتیل ۱۶۹
- ۱۵-۲-۳- آزمون دما ۱۷۱

- ۱۷۱..... ۱۵-۲-۴- آزمون ویسکوزیته
- ۱۷۲..... ۱۵-۲-۵- آزمون مدول شکست
- ۱۷۵..... ۱۵-۲-۶- آزمون قابلیت نفوذ
- ۱۷۶..... ۱۵-۲-۷- آزمون انبساط حرارتی
- ۱۷۹..... ۱۶- آزمون‌های استاکو و روش‌های انجام آن
- ۱۷۹..... ۱۶-۱- آزمون اندازه ذرات
- ۱۸۳..... ۱۶-۲- نحوه‌ی انجام آزمون ته‌نشین شدن مواد دیرگداز
- ۱۸۵..... ۱۶-۳- محاسبه اسیدیته ماسه‌های دیرگداز
- ۱۸۷..... ۱۶-۴- محاسبه درصد زیرکن کلسینه شده
- ۱۸۹..... ۱۶-۵- آزمون آلودگی به آهن
- ۱۹۰..... ۱۶-۶- آزمون اندازه‌گیری قابلیت نفوذ پوسته (روش جایگزین)
- ۱۹۲..... ۱۶-۷- آزمون‌های مواد افزودنی
- ۱۹۲..... ۱۶-۷-۱- رنگ و بو
- ۱۹۳..... ۱۶-۷-۲- pH
- ۱۹۳..... ۱۶-۷-۳- آزمایش رُله‌ای شدن

۱۹۵..... فصل چهارم: پیوست

- ۱۹۷..... ۱۷- چک لیست‌های کنترل کیفیت
- ۱۹۷..... ۱۷-۱- چک لیست مواد قالب
- ۱۹۷..... ۱۷-۲- چک لیست آزمون‌های مواد اولیه
- ۱۹۸..... ۱۷-۳- چک لیست کنترل‌های زیست محیطی

۱۷-۴- چک لیست آزمونهای کنترل مخلوط دوغاب: ۱۹۸

۱۷-۵- چک لیست آزمونهای پوسته‌ی سرامیکی: ۱۹۸

www.ketab.ir

پیشگفتار

ریخته‌گری دقیق یکی از روش‌های صنعتی برای تولید قطعات با دقت کافی است که بیش از ۵۰۰۰ سال قدمت دارد. آلیاژها و فلزات مختلفی قابلیت ریخته‌گری با استفاده از این روش را دارند که از آن میان می‌توان به انواع فولادها، برنج، انواع برنز و سوپر آلیاژها را اشاره کرد. از آن جایی که قطعات تولیدی به این روش از لحاظ ابعادی و سطح تمام شده دارای دقت و کیفیت کافی هستند؛ هزینه‌های عملیات ثانویه همچون ماشینکاری بسیار کاهش می‌یابد.

منابع و مراجع گوناگونی در اختیار افرادی که از این فرایند تولیدی بهره می‌گیرند قرار دارد. اما نویسندگان این کتاب با توجه به تجربه‌ی کاری خود پرداختن به ریخته‌گری دقیق از دیدگاه کارخانه‌ای که جنبه‌های مختلف موم، سرامیک و آزمون‌های آن‌ها را پوشش دهد را یک نیاز احساس نموده‌اند. از این جهت در این کتاب سعی شده است تا جنبه‌هایی که بتوانند از لحاظ عملی مفید واقع شوند ارائه گردد. نویسندگان امید دارند که توانسته باشند اطلاعات مفیدی را در این زمینه در اختیار علاقمندان قرار دهند و بسیار سپاسگزار خواهند شد اگر با انتقادات و پیشنهادهای خود آنان را مورد لطف قرار دهید.

دکتر سعید کاویانی

گروه مکانیک، دانشکده و پژوهشکده‌ی فنی و مهندسی، دانشگاه جامع امام حسین (ع)

مسعود رنگی

گروه مهندسی بیومتریال، دانشکده‌ی مهندسی پزشکی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی