

www.icivil.ir

پرتال جامع دانشجویان و مهندسين عمران

ارائه كتابها و جزوات رايجان مهندسي عمران

بهترين و برترين مقالات روز عمران

انجمن هاي تفصلي مهندسي عمران

خوشگاه تفصلي مهندسي عمران

❖ انواع سیمان

به طور کلی سیمان های ساختمانی به دو نوع **پرتلند** و **غیر پرتلند** تقسیم می شوند. در قدیم، قیر، گچ و آهک قسمت عمده سیمان های غیر پرتلند را تشکیل می داد. لیکن امروزه انواع مواد پلیمری به عنوان سیمان های غیر پرتلند مورد توجه قرار گرفته اند. مواد پلیمری دارای خواص بسیار گوناگون و مفیدی هستند. البته پاره ای مشکلات خاص خود مانند عدم مقاومت در برابر آتش، تغییر خواص در دراز مدت و از همه مهم تر قیمت بسیار بالا را هم دارند.

❖ انواع سیمان پرتلند بر مبنای استاندارد ایران

در استاندارد ایران که بر مبنای استاندارد ASTM تدوین شده، سیمان پرتلند به پنج تیپ (نوع) تقسیم می شود که عبارتند از:

تیپ ۱- سیمان پرتلند معمولی^۱

تیپ ۲- سیمان پرتلند اصلاح شده

تیپ ۳- سیمان پرتلند زود سخت شونده^۲

تیپ ۴- سیمان پرتلند با حرارت کم^۳

تیپ ۵- سیمان پرتلند ضد سولفات^۴

تجهیزات لازم برای تولید هر پنج نوع سیمان فوق و خط تولید آنها مشابه است و عمده اختلاف در مقدار مواد اولیه و درجه حرارت کوره می باشد.

❖ نواتر نمونه برداری از سیمان پرتلند

- از هر محموله وارد به کارگاه، ۵ کیلوگرم
- از محل تسمه نقاله یا لوله انتقال سیمان به سیلو، از هر ۴۰ تن سیمان در حال انتقال، یا کمتر از آن، ۵ کیلوگرم نمونه به صورت پیوسته یا ناپیوسته.
- از محل تخلیه سیمان از سیلو، به ازای هر ۱۰۰ تن، ۵ کیلوگرم.
- از انبار کیسه های سیمان، به ازای هر ۵ تن سیمان کیسه ای یا کمتر، ۱ کیسه به عنوان نمونه.
- آزمایش های فوق حداقل در ماه، ۱ بار انجام می شود.

❖ سیمان پرتلند تیپ ۱

همانطور که از نام سیمان پیداست، به طور معمول در کارها از این نوع سیمان استفاده می شود؛ مگر اینکه ویژگی خاصی مدنظر قرار گیرد.

در استاندارد ایران سیمان تیپ ۱ به سه دسته تقسیم می شود که عبارتند از:

۱-۳۲۵، ۱-۴۲۵، ۱-۵۲۵

این تقسیم بندی بر مبنای مقاومت ۲۸ روزه نمونه های سیمانی است:

حداقل مقاومت ۲۸ روزه سیمان پرتلند معمولی ۱-۳۲۵، 32.5 Mpa یا 325 kg/cm^2 است.

حداقل مقاومت ۲۸ روزه سیمان پرتلند معمولی ۱-۴۲۵، 42.5 Mpa یا 425 kg/cm^2 است.

حداقل مقاومت ۲۸ روزه سیمان پرتلند معمولی ۱-۵۲۵، 52.5 Mpa یا 525 kg/cm^2 است.

¹Ordinary Portland Cement

²Rapid Hardening Portland Cement

³Low – Heat Portland Cement

⁴Sulphate – Resistance Portland Cement

❖ سیمان پرتلند تیپ ۲

با اصلاحاتی که در خط تولید این نوع سیمان صورت پذیرفته، درصد C_3A در آن به حداکثر ۸٪ محدود شده است. این امر با کاستن از میزان خاک رس در مواد اولیه امکان پذیر است. چرا که C_3A حاوی اکسید آلومینیوم (Al_2O_3) است که این اکسید در خاک رس وجود دارد. لذا جهت کاهش باید از میزان خاک رس کاست.

کم شدن C_3A باعث کاهش حرارت هیدراتاسیون و همچنین مقاوم شدن سیمان (و بتن) در برابر حمله سولفاتهاست. زیرا، C_3A در مجاورت آب با سولفاتها ترکیب شده، ماده‌ای به نام **انترزیت** به وجود می‌آورد که در اثر جذب آب متورم می‌شود و ایجاد ترک می‌کند (به این پدیده حمله سولفات ها گویند).

❖ سیمان پرتلند تیپ ۳

زمان گیرش این نوع سیمان، مشابه سیمان پرتلند معمولی است. اما مقاومت اولیه آن به سرعت زیاد می‌شود؛ به گونه‌ای که در سه روز، به مقاومت هفت روزه تیپ ۱ می‌رسد. یادآوری می‌کنیم که سیمان زود سخت شونده با سیمان زودگیر^۵ تفاوت دارد. مفهوم زودگیر یعنی زمان گیرش سریع که با مفهوم کسب مقاومت سریع متفاوت است. در این نوع سیمان، کسب مقاومت سریع با آزاد شدن گرمای هیدراتاسیون زیادی همراه است و لذا نباید از این نوع سیمان در بتن ریزی های حجیم^۶ استفاده کرد. زیرا بتن در اثر گرمای زیاد هیدراتاسیون منبسط می‌شود و در همان حال گیرش حاصل می‌کند. اما پس از سرد شدن، پدیده انقباض بتن را تحت کشش قرار می‌دهد و باعث ایجاد ترک هایی در آن می‌شود.

❖ سیمان پرتلند تیپ ۴

در این نوع سیمان از طریق کم کردن میزان C_3S و C_3A ، حرارت هیدراتاسیون را تا حد زیادی کاسته‌اند و از آن در بتن ریزی های حجیم استفاده می‌کنند. البته میزان تولید این نوع سیمان در دنیا کم است و سعی می‌شود از سیمان های جایگزین (همچون تیپ ۵) استفاده شود.

❖ سیمان پرتلند تیپ ۵

در این نوع سیمان که با هدف استفاده در جاهایی که در معرض حملات سولفاتی است ساخته می‌شود، درصد C_3A به حداکثر ۵٪ محدود شده است. از آنجا که حرارت هیدراتاسیون این نوع سیمان بسیار کمتر از حرارت هیدراتاسیون سیمان پرتلند معمولی است، می‌توان از آن در بتن ریزیهای حجیم استفاده کرد.

تذکر این نکته ضروری است که سرعت کسب مقاومت این نوع سیمان کمتر از تیپ ۱ است؛ به طوری که در ۲۸ روز، حدود ۹۱٪ مقاومت ۲۸ روزه سیمان تیپ ۱ را بدست می‌آورد. لذا در برخی آیین‌نامه‌ها مقاومت ۴۲ روزه این نوع سیمان به جای مقاومت ۲۸ روزه آن لحاظ می‌شود.

❖ سیمانهای پرتلند پوزولانی^۷

پوزولانها مواد سیلیسی یا سیلیس آلومیناتی هستند که خود قابلیت چسبندگی ندارند؛ اما به صورت پودر در کنار رطوبت با آهک ترکیب می‌شوند و ترکیبات سیلیکات کلسیم به وجود می‌آورند که خاصیت چسبندگی دارند. در تهیه سیمان های

⁵Quick – Setting Cement

⁶Mass Concrete

⁷Pozzolanec Portland Cement

که در تولید سیمان یکنواخت ایجاد مشکل می کند. امروزه پوزولانهای طبیعی کاربرد چندانی ندارند.

پوزولانهای مصنوعی گونه دیگری از پوزولان ها هستند که برخلاف پوزولانهای طبیعی، کاربردهای متعددی دارند. دو نوع عمده آنها عبارتند از:

۱- خاکستر بادی^۸

۲- دوده سیلیسی^۹

خاکستر بادی از سوختن ذغال سنگ در کوره های نیروگاه برق که از این ذغال سنگ به عنوان سوخت استفاده می کنند بدست می آید. این ماده بر خلاف دوده سیلیسی که در دو کارخانه آژنآ در نزدیکی خرم آباد و سمنان تهیه می شود، در ایران تولید نمی شود. جهت تهیه دوده سیلیسی، با استفاده از برق فشار قوی، جرقه ای الکتریکی در انباشته ای از ذغال سنگ سیلیس به وجود می آورند. دوده ای که بدین طریق بدست می آید، همان دوه سیلیسی است. ذرات دوده سیلیسی ۱۰۰ تا ۲۰۰ بار کوچکتر از ذرات سیمان است و به دلیل همین نرمی زیاد هنگام استفاده از آنها یا باید میزان آب مصرفی را افزود یا از مواد روان کننده استفاده کرد.

سیمان پرتلند سرباره ای^{۱۰}

به موادی که در بالای کوره بلند ذوب آهن جمع می شوند و به عنوان ضایعات صنعت فولاد شناخته شده اند، سرباره^{۱۱} گویند. سرباره اگر به آهستگی سرد شود، حالت بلوری پیدا می کند که مصرف چندانی ندارد. اما اگر آن را به سرعت سرد کنیم، به

پرتلند پوزولانی، درصد مشخصی از مواد پوزولانی را به سیمان پرتلند می افزایند و با سیمان حاصل، خواص جدیدی را تأمین می کنند. یکی از مهمترین خواص این سیمانها مقاومت شان در برابر حمله سولفاتها می باشد.

اگر درصد سولفات محیط بیش از ۲٪ باشد، در کنار استفاده از سیمان تپ ۵ باید از مواد پوزولانی استفاده کرد. سیمانهای پوزولانی بر اساس میزان پوزولان موجود در آنها به صورت پوزولانی X% بیان می شوند. آیین نامه حداکثر میزان مجاز پوزولان در سیمان پرتلند پوزولانی را ۱۵٪ می داند. البته در برخی سیمانها میزان پوزولان تا مقادیری بسیار بیش از این هم می باشد؛ اما چنین سیمانهایی پرتلند محسوب نمی شوند. بلکه سیمانهای پوزولانی با خواص مربوط به خود هستند. **حرارت هیدراتاسیون پرتلند پوزولانی بسیار پایین تر از سیمانهای پرتلند معمولی است و لذا در بتن ریزی های حجیم همچون سد سازیها کاربرد دارند.** اما در زمستان که خطر یخ زدگی وجود دارد نباید از آنها استفاده کرد. همچنین مقاومت آنها تا پیش از یک سال کمتر از مقاومت سیمانهای عادی می باشد و لذا از سیمانهای پرتلند پوزولانی در قسمتهایی که نیاز به کسب مقاومت سریع است نمی توان استفاده کرد.

انواع پوزولان ها

پوزولانهای طبیعی، شامل خاکسترهای آتشفشانی است که از دهانه کوه های آتشفشان خارج می شود و در اطراف این کوه ها به صورت پوک جمع می شود. شاید قدیمی ترین خاکستر آتشفشانی که در صنعت سیمان به کار گرفته شد، خاکسترهای موجود در دهکده پوزولان در دامنه کوه آتشفشان وزوو در ایتالیا باشد و نام پوزولان نیز از همین جا کسب شده است. از مهمترین مشکلات پوزولانهای طبیعی غیر یکنواختی آنهاست

⁸Fly Ash

⁹Silica Fume

¹⁰Slag Portland Cement

¹¹Slag

سیمان پرتلند بنایی^{۱۲}

یکی از مصارف سیمان، تهیه ملات^{۱۳} و استفاده از آن در آجرکاری است. بدین منظور ملات مورد استفاده باید خصوصیات ذیل را دارا باشد.

۱- باید آب خود را حفظ کند. زیرا در حالت عادی، آجر در مجاورت ملات، آب ملات را جذب می کند و اصطلاحاً ملات را می سوزاند. چنین ملاتی به علت عدم وجود آب کافی برای هیدراتاسیون سیمان، چسبندگی و مقاومت مناسبی ندارد.

۲- خشن نبوده، راحت پخش شود.

۳- ترک خوردگی^{۱۴} در آن تا حد امکان کم باشد.

ملاتی که از سیمان عادی تهیه می شود، خصوصیات فوق را ندارد. اولاً در برابر آجر آب خود را از دست می دهد. یعنی آجر آب آن را می کشد. برخی بناها برای کاستن این اثر آجر، آجرها را پیش از آجرکاری زنجاب^{۱۵} می کنند. یعنی آنها را برای مدت معین در آب غوطه ور می نمایند. ثانیاً پخش کردن ملات ماسه سیمان چندان ساده نیست. به عبارتی این ملات خشن است. استادان بنا برای رفع این مشکل، به ملات سیمان، خاک رس یا آهک می افزایند^{۱۵}. این مسایل متخصصان را به فکر تولید سیمانی با خواص مطلوب جهت کار بنایی واداشت. که نتیجه آن تولید سیمان پرتلند بنایی بود. در تولید این سیمان مقداری سنگ آهکی را همراه سیمان آسیاب می کنند. با وجودیکه مقاومت این سیمان از سیمان پرتلند معمولی کمتر است (در حدود $200 \text{ kg}^2 / \text{cm}$)، اما برای هدف منظور بسیار

صورت آمورف یا شیشه ای در می آیند که پس از پودر شدن، در صنعت سیمان کاربرد دارند. بدین منظور از جت آب سرد استفاده می شود. هنگام آسیاب کردن سرباره باید دقت داشت از آنجا که سختی سرباره بیش از سیمان است، باید هر یک جداگانه آسیاب و در نهایت مخلوط شوند. در صورتیکه سیمان و سرباره با هم مخلوط شوند، بنا به دلایل فوق، ذرات سیمان نرمتر از سرباره ها خواهد شد. در ترکیب شیمیایی سرباره ها، سیلیکاتها، آلومینوسیلیکاتها و کلسیم وجود دارد که مقدار آنها در سرباره کوره های مختلف، متفاوت و به جنس مواد اولیه مصرفی کوره وابسته است. در ایران استاندارد شماره ۳۵۱۷ مشخصات سیمانهای پرتلند سرباره ای - که شباهت به سیمانهای پرتلند پزولانی دارد را بیان می کند. در این استاندارد، سیمانهای سرباره ای بر مبنای سرباره موجود در آنها به سه دسته تقسیم می شوند. سیمان پ ۵ مقاومت بسیار خوبی، حتی بهتر از سیمان پرتلند ۵، در برابر حمله سولفاتها از خود نشان می دهد. با توجه به مواد اولیه در تولید سیمان پرتلند سرباره ای، معمولاً در نزدیکی کارخانه های ذوب آهن، یک کارخانه تولید سیمان نیز مشاهده می شود. مانند سیمان سپاهان در نزدیکی ذوب آهن اصفهان.

نوع سیمان	علامت اختصار	درصد سرباره
پرتلند سرباره ای	پ ۵	کمتر از ۲۵٪
پرتلند سرباره ای ضد سولفات	پ ۵	۲۵ تا ۷۰٪
سرباره ای	س	بیش از ۷۰٪

انواع سیمان سرباره ای بر اساس استاندارد شماره ۳۵۱۷ ایران.

^{۱۲}Masonry Portland Cement

^{۱۳} ملات، مخلوط ماسه، سیمان و آب است.

^{۱۴}Shrinkage

^{۱۵} در صورت استفاده از آهک، ملات حاصل را باتارد گویند.

سیمان پرتلند سفید^{۱۷}

رنگ سیاه سیمان ناشی از ترکیبات آهن و منگنز موجود در آنست. لذا جهت از بین بردن آن، باید ترکیبات عناصر فوق تا حد امکان محدود و کم شود (کمتر از ۱٪). همچنین در آسیاب سیمان به جای استفاده از گلوله‌های فلزی که در اثر سایش مقداری آهن وارد سیمان می‌کنند از گلوله‌های سرامیکی استفاده شود. از طرفی ترکیبات آهن در سیمان نقش کاتالیزور را داشته، از افزایش دمای پخت جلوگیری می‌کنند. در صورت حذف این ترکیبات، دمای پخت تا حدود ۱۸۰۰ درجه بالا می‌رود که غیر اقتصادی است. به منظور مقابله، از کاتالیزور حرارتی کرایولیت (فلوروسدیم و آلومینیوم) استفاده می‌شود. کنترل‌های مختلف در تولید این نوع سیمان سبب افزایش قیمت آن نسبت به سیمان پرتلند معمولی شده است.

با وجودیکه سیمان سفید فقط به دلیل مشخصه رنگ سفیدش (در نماسازی و اندود کاری) استفاده می‌شود، از لحاظ جنس باید کلیه خصوصیات سیمان پرتلند معمولی را دارا باشد. جهت تعیین میزان سفیدی این سیمان، قرصی از آن را تهیه می‌کنند و در کنار قرص منیزیم زیر میکروسکوپ قرار می‌دهند. به هر قرص نوری یکسان می‌تابانند و میزان انعکاس از هر یک را محاسبه می‌کنند. با توجه به آنکه مبنای سنجش سفیدی سیمان، میزان بازتاب نور از سطح قرص منیزیم است، درجه سفیدی عبارتست از نسبت بازتاب نور توسط قرص سیمان سفید به بازتاب نور توسط قرص منیزیم. حداقل لازم برای این نسبت ۸۰٪ در نظر گرفته شده است.

مناسب است. چرا که مقاومت خود قالب های آجر چیزی در حدود $80 \text{ kg}^2 / \text{cm}^2$ است. لذا مقاومت زیاد ملات کارایی ندارد و در صورت رسیدن بار به این حد، آجرها خرد می‌شوند. لازم به ذکر است افت مقاومت سیمان به ازای افزودن تا ۵۰٪ آهک، در حدود ۵٪ است. معمولاً جهت متمایز کردن سیمان پرتلند بنایی با سیمان پرتلند عادی. حداکثر ۱۰٪ به آن پودر قرمز رنگ هماتیت^{۱۶} که در جزیره هرمز یافت می‌شود می‌زنند که نتیجه آن پودر صورتی رنگ سیمان خواهد بود. استاندارد شماره ۳۵۱۶ ایران، مشخصات سیمان پرتلند بنایی را بیان کرده است. **دقت کنید از سیمان پرتلند بنایی به هیچ وجه نمی‌توان در صنعت بتن و بتن آرمه استفاده کرد.**

سیمان پرتلند آهکی

روش تولید این سیمان که در آلمان به سیمان P.K.Z معروف است مشابه سیمان پرتلند بنایی است با این تفاوت که در تولید سیمان پرتلند بنایی از همان پودر سنگ آهک که از مواد اولیه کارخانه است استفاده می‌شود؛ در حالیکه در تولید سیمان پرتلند آهکی از پودر آهک ویژه که دارای خواص معین در استانداردهای مربوط است استفاده می‌شود.

خواص این سیمان مشابه سیمان پرتلند معمولی است. در ۲۸ روز مقاومت $330 \text{ kg}^2 / \text{cm}^2$ می‌دهد و لذا می‌توان آن را در تهیه بتن به کار برد. علت عمده تولید این نوع سیمان، مسأله اقتصادی است.

¹⁷White Portland Cement

¹⁶ Fe_2O_3

سیمان پرتلند رنگی^{۱۸}

را گرفته ، از رسیدن رطوبت یا CO_2 به آنها جلوگیری می کند. لذا این سیمان در انبار فاسد نمی شود. اما هنگامی که با شن و ماسه در میکسر می ریزد، لایه چربی به علت اصطکاک بین سنگدانه ها و ذرات سیمان از بین می رود و سیمان به صورت عادی عمل می کند. این سیمان نیز در ایران تولید نمی شود.

سیمان حفاری^{۲۰}

کاربرد این سیمان منحصر در چاه های نفت است. در حفاری های نفتی که عمق آن گاهی به حدود ۶۰۰۰ متر نیز می رسد، جهت جلوگیری از ریزش دیواره ها با قرار دادن لوله هایی درون چاه ، پشت آن را دوغاب سیمان تزریق می کنند. سیمان مصرفی برای این منظور باید تأمین کننده خصوصیات زیر باشد:

- ۱- زمان گیرش اولیه آن طولانی (در حدود ۳ ساعت) باشد تا فرصت کافی برای پمپ کردن آن به اعماق پایینی زمین وجود داشته باشد.
- ۲- از آنجا که در دما در اعماق پایینی زمین ممکن است تا حدود 200° نیز برسد، باید در برابر حرارت مقاوم باشد.
- ۳- چون لایه ریزی آن از پایین به بالاست، مقاومت سیمان باید پس از گیرش به سرعت افزایش یابد. سیمان مناسب برای این اهداف، سیمان حفاری یا سیمان چاه های نفت است که بسیار گرانبه تر از سیمان پرتلند معمولی است و هرگز نباید از آن برای منظور دیگری استفاده کرد. در صورت ساخت بتن با این سیمان، این بتن تا چند روز حالت خمیری دارد و دیر سفت می شود. اما پس از سفت شدن مقاومت بسیاری بالایی خواهند داشت.

گاهی لازم است به دلایل نماسازی یا متمایز کردن قسمتی از سازه، بخواهیم بتن رنگی داشته باشیم. در این صورت باید از

رنگ مورد نظر	قرمز، قهوه ای و تیره	سبز	آبی
ماده رنگ ساز	اکسید آهن	کروم	کبالت

سیمان پرتلند رنگی استفاده کرد. بدین منظور ، هنگام آسیاب نهایی سیمان ، کلینکر را با حداکثر ۱۰٪ مواد رنگی آسیاب می کنند تا سیمان رنگ مورد نظر را پیدا کند. در صورتیکه بخواهند سیمان با رنگهای تیره تولید شود

به طور کلی مواد رنگی ساز باید دو خصوصیت عمده داشته باشند که عبارتند از:

- ۱- خنثی باشند. یعنی در واکنشهای هیدراتاسیون سیمان شرکت نکنند.
- ۲- پایدار باشند. یعنی رنگ حاصل از آنها در اثر تابش آفتاب ، شرایط جوی و ... تغییر نکند.

از سیمان پرتلند معمولی برای ساخت سیمان های پرتلند رنگی قرمز، قهوه ای و سیاه و برای رنگ های دیگر از سیمان سفید استفاده می شود.

سیمان ضد آب^{۱۹}

در صورتیکه بخواهند سیمانی را برای مدت طولانی یا در محیط مرطوب انبار کنند، آن را به صورت ضد آب می سازند. بدین صورت که هنگام آسیاب کلینکر، درصدی اسیدهای چرب (اسید اولئیک ، اسید استئاریک یا اسید لاکتیک) به آن می افزایند . در این صورت لایه ای از چربی دور دانه های سیمان

¹⁸ Coloured Portland Cement

¹⁹ Hydrophobic

²⁰ Oil - Well Cement

سیمان پرآلومین (برقی)^{۲۱}

بسیار سریع تر افزایش می‌یابد؛ به گونه‌ای که در یک روز، مقاومت ۲۸ روزه سیمان پرتلند عادی را بدست می‌دهد. با توجه به اینکه این کشف، پس از جنگ جهانی دوم و آغاز دوران بازسازی در اروپا صورت پذیرفت، سیمان پرآلومین با استقبال فراوان و مصرف گسترده‌ای مواجه شد. لیکن برخی سازه‌هایی که در آن این نوع سیمان به کار رفته بود، خراب می‌شد. مدتها علت این امر پوشیده بود تا نهایتاً در دهه ۱۹۶۰ پدیده تبدیل^{۲۴} کشف گردید. دانشمندان نشان دادند که این سیمان در دمای بین ۲۰ تا ۳۰ درجه مخصوصاً در محیط‌های مرطوب دچار تغییرات شیمیایی شده، چسبندگی خود را از دست می‌دهد که این امر باعث تخریب سازه‌های این نوع سیمان است. کشف پدیده تبدیل، مصرف سیمان پرآلومین در کارهای ساختمانی را ممنوع کرد. امروزه کاربرد این سیمان در دماهای بسیار بالا یا پایین است؛ مثلاً در مناطق قطبی یا استوا. لیکن مهمترین کاربرد آن، استفاده به عنوان سیمان نسوز است. این سیمان تا دمای حدود ۱۶۰۰ درجه را به خوبی تحمل می‌کند و لذا می‌توان از آن در چسباندن آجرهای نسوز درون کوره سیمان بهره جست و تخریب آن فوق‌العاده دشوار است.

آشنایی با یک سیمان غیر پرتلند به دلیل خواص جالب آن مناسب به نظر می‌رسد. به دنبال کشف مسأله حمله سولفاتها، یک دانشمند فرانسوی به نام ژول برد تحقیقاتی را جهت دستیابی به سیمانی مقاوم در برابر سولفاتها آغاز کرد. نتیجه این تحقیقات، دستیابی به سیمان پرآلومین بود. در تولید این سیمان حدود ۴۰٪ سنگ آهک را با ۴۰٪ بوکسیت^{۲۲} مخلوط نموده، ۲۰٪ مواد دارای آهن و سیلیس می‌افزاییم و مخلوط را درون کوره حرارت می‌دهیم. کوره تولید سیمان برقی دارای یک قسمت قائم و یک قسمت افقی است که دما در قسمت افقی به بالاترین حد یعنی حدود ۱۶۰۰ درجه می‌رسد. در این دما برخلاف روند تولید سیمان پرتلند که ۲۵٪ مواد ذوب می‌شوند کلیه مواد اولیه به صورت مذاب در می‌آیند. مواد مذاب از انتهای کوره خارج می‌شوند و داخل سینی‌هایی می‌ریزند تا به سرعت سرد شوند^{۲۳}. حاصل، ورقه‌های شیشه‌ای مانند است که به دستگاه خردکن می‌روند و به صورت قطعات کوچکی در می‌آیند. این قطعات، کلینکر سیمان برقی می‌باشند. کلینکر سیمان برقی را به آسیاب می‌برند و بدون افزودن هیچگونه ماده‌ای آن را آسیاب می‌کنند. نتیجه فرایند، سیمان پرآلومین است که دارای رنگی تیره‌تر از سیمان پرتلند معمولی (تقریباً سیاه) می‌باشد، هدف از تهیه این سیمان، مقاومت در برابر حمله سولفات‌ها است که به خوبی انجام می‌پذیرد. بعداً دیده شد که مقاومت این سیمان در مقایسه با سیمان پرتلند معمولی

²¹High Alumina Cement

^{۲۲} بوکسیت سنگی است که از تجزیه سنگهای آذرین که دارای آلومینهای زیادی هستند در مناطق حاره به وجود می‌آید و دارای آب تبلور زیادی است.

^{۲۳} سرد شدن سریع، وضعیت آمورف (بی‌شکل) ایجاد می‌کند. در غیر اینصورت بلور تشکیل می‌شود که کاربرد ندارد.

²⁴Conversion

ضوابط انبار کردن سیمان ها

۱. سیمان های کیسه ای باید روی کف خشک، که دست کم به اندازه ۱۰ سانتیمتر از سطح اطراف خود بالاتر باشد قرار بگیرند.
۲. ترتیب قرار دادن کیسه های سیمان در انبار باید به گونه ای باشد که کیسه ها به ترتیب وارد به انبار، مصرف شوند.
۳. در مناطق خشک، حداکثر تعداد کیسه های سیمان که روی هم می توان انبار کرد، ۱۲ پاکت است، مشروط بر آنکه ارتفاع کل آنها از ۱۸۰ سانتیمتر بیشتر نشود.
۴. در مناطق شرجی با رطوبت نسبی بیش از ۹۰٪، حداکثر تعداد کیسه های سیمان که روی هم می توان انبار کرد، ۸ پاکت است، مشروط بر آنکه ارتفاع کل آنها از ۱۲۰ سانتیمتر بیشتر نشود.
۵. در مناطق خشک، کیسه های سیمان باید نزدیک به یکدیگر، با فاصله ۵ تا ۸ سانتیمتر از یکدیگر قرار داده شوند تا عبور جریان هوا از بین کیسه ها موجب خشک شدن سیمان بشود.
۶. در مناطق شرجی با رطوبت نسبی بیش از ۹۰٪، کیسه های سیمان باید به یکدیگر چسبانیده شوند.
۷. کیسه های سیمان در همه مناطق باید حداقل از دیوار ها ۳۰ سانتیمتر و از سقف ۶۰ سانتیمتر فاصله داشته باشند.
۸. کیسه های سیمان باید در مناطق با رطوبت نسبی بیش از ۹۰٪، ۴۵ روز پس از تولید مصرف شوند.
۹. کیسه های سیمان باید در مناطق معمولی، ۹۰ روز پس از تولید مصرف شوند.
۱۰. سیمان نگهداری شده در سیلو باید حداکثر، ۹۰ روز پس از تولید مصرف شوند.

بناام او

دوستان گرامی لطفاً در صورت داشتن هرگونه انتقاد، پیشنهاد، درخواست

با ایمیل زیر در ارتباط باشید

به امید روزهای خوب...

Mehdi.Jouhari.1986@Gmail.Com