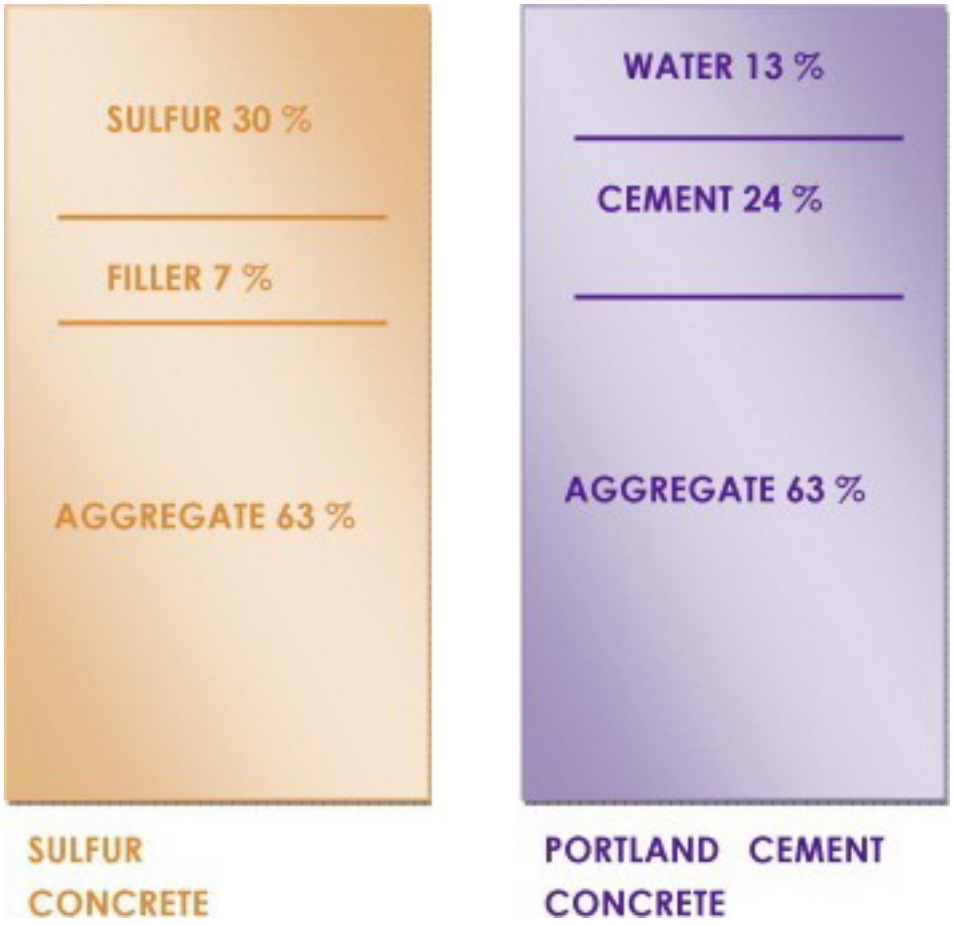
پیشینه استفاده از گوگرد در بتن

مصرف گوگرد بعنوان عامل مذاب چسباننده به دوران ما قبل تاریخ بر می‌گردد. در قرن 17 میلادی از گوگرد برای اتصال فلزات در سنگ استفاده مي‌شد و هنوز درامریکای لاتین استفاده‌های مشابه صورت می گیرد. پس از جنگ جهانی اول (1919) تقاضای گوگرد به ایجاد گنبدهای بزرگ گوگرد در نزدیک Matagorda تگزاس انجامید. این امر تولید گوگرد را درایالات متحده دوچندان نمود و به تولید مازاد منجر گردید. Bacom و Davis در 1921 متوجه شدند که مخلوط 60 درصد ماسه و 40 درصد گوگرد ، مصالحی مقاوم در برابر اسید و با مقاومت عالی را بوجود می‌آورد. Kabbe در 1924 خواص ضد اسیدی مصالح ساخته شده از گوگرد و كك را گزارش نمود. Duecker در 1934 دریافت که مخلوط 60 درصد ماسه و 40 درصد گوگرد در چرخه‌های حرارتی افزایش حجمی توأم با کاهش مقاومت خمشی را بوجود می‌آورد. وی قادر بود هر دو خاصیت افزایش حجم و کاهش مقاومت ناشی از چرخه های حرارتی را با استفاده از اصلاح گوگرد با یک پلی سولفاید اولفین کاهش دهد. مصرف افزونه های مختلف برای پایدار کردن هرچه بیشتر باعث شد تا بکارگیری بتن گوگردی در صنعت بیشتر شده و تحقیقات بیشتری برای بهبود محصولات گوگردی بعنوان ملات ها و پرکننده های مقاوم در برابر اسید به انجام رسد. پیشرفت هایی در امکان اصلاح گوگرد و تولید محصولات با دوام‌تر ، علاقه به تحقیقات را در فعالیت‌های تجاری بیشتر نمود. تحقیقات به دو دسته تقسیم شد که شامل بتن گوگردی و بتن گوگردی تزریقی بود.

این مطلب عمدتاً بر روی استفاده از بتن گوگردی متمرکز می‌شود زیرا بتن گوگردی تزریقی هنوز به مصارف گسترده و در مقیاس بزرگ و واقعی دست نیافته است. در اواخر دهه 60 ، Dale و Ludwig روی ساختار سیستم گوگرد – سنگدانه کارکردند و به لزوم استفاده از سنگدانه خوب دانه‌بندی شده براي دستیابی به مقاومت بهینه اشاره نمودند. از آنجا که بتن گوگردی با استفاده از گوگرد اصلاح نشده و اختلاط گرم با سنگدانه تهیه می‌شد ، دوام محصول تولیدی يك مشكل محسوب می گردید. بتن گوگردی اصلاح نشده ، وقتی در معرض یخ بندان و آبشدگی ، شرایط مرطوب یا غوطه‌وری در آب قرار می‌گرفت خراب می شد. هدف تحقیقات ، تبین دلائلی خرابی این بتن‌های گوگردی و راهکارهای جلوگیری از این خرابی ها بود. وقتی سنگدانه و گوگرد اصلاح نشده گرم مخلوط شده در قالب ریخته و سرد می‌شود تا بتن گوگردی حاصل گردد ، چسب گوگردی به هنگام سردشدن و فاصله گرفتن از حالت مایع ، در ابتدا بعنوان گوگرد منوکلینیك (SB) در 114 oc تبلور می‌یابد و با کاهش حجم 7 درصدی همراه می گردد. با ادامه سرد شدن تا دماي كمتر از 96 oc ، Sβ به گوگرد ارتورومبیك Sα است مجاور محیط دردماهای گوگرد پایدار شکل که شودمی تبدیل.

این تبدیل سریع انجام می‌شود و بطور کلی در کمتر از 24 ساعت بوقوع می‌پیوندد. از آنجا که شکل Sα متراکم‌تر و توپرتر از Sβ می‌باشد ، تنش زیادی در آن بواسطه جمع‌شدگی گوگرد جامد ایجاد می‌شود. بنابراین مخلوط گوگردی تحت تنش قرار می‌گیرد و می‌تواند خراب شود. انبساط منشور ملات گوگرد و ماسه مثالي از خرابی يك محصول گوگردی بدلیل آزاد شدن تنش بوسیله چرخه حرارتی است که توسط Duecker مشاهده شده بود. لازم بود يك راه حل و وسیله اقتصادی برای اصلاح گوگرد برای تولید بتن گوگردی با دوام خوب مشخص گردد. در حالیکه افزونه‌های پلی سولفید اولیفینی در این رابطه مفید قلمداد شد ، قیمت و هزینه آن مانعی در راه تولید بتن گوگردی در کارهای اجرائی در مقیاس واقعی بزرگ ایجاد مینمود. در 1973 اقدامی توسط Vroom با کمك و همکاری انجمن ملی و تحقیقات کانادا و Ortega از دانشگاه Gill Mc در Montreal کانادا صورت گرفت.

در این رابطه گوگرد بوسیله واکنش با پلیمرهای هیدروکربن اولیفینی ، اصلاح شد. همچنین روشن شد که يك واکنش مشابه، گوگرد محلول در پلیمر بدست می دهد. بتن گوگردی حاصله در ابتدا در Calgary واقع در Alberta برای 1975 سال در و سیکلوپنتادین دی با واکنش با گوگرد اصلاح .شد تولید تجاری مصارف (DCPD) بوسیله بسیاری از محققین مورد بررسی قرار گرفت. اما کاربرد آن در مصارف تجاری صنعتی محدود بود ، زیرا واکنش بتن گوگرد و DCPD بصورت اکسوترمیك (exothermic) می باشد و نیاز به کنترل نزدیك و زیاد دارد. همچنین سیمان گوگردی اصلاح شده با DCPD هنگامی که در معرض دمای زیاد (بیشتر از 140 C) قرار می‌گیرد ناپایدار میشود بطوری که وقتي با سنگدانه داغ مخلوط می گردد ممکن است واکنش ناپایدار کننده‌ای را برای محصول گوگردی بوجود آورد و Sα به Sβ تبدیل شود. از 1976 محصولات تجاری و کاربرد بتن گوگردی مقاوم در برابر مواد خورنده بطور روز افزون بکار گرفته شد ، بتن گوگردی بصورت پیش ساخته و درجا در کارهای صنعتی بکار رفت.



بتن گوگردی چیست ؟

بتن گوگردی یک ماده ساختمانی مرکب است که از گوگرد ، سنگدانه درشت و ماسه تشکیل شده است. در بتن گوگردی ، گوگرد را گرم می کنند تا به حالت ذوب درآید که در آن سنگ دانه درشت و ریز ریخته و با هم مخلوط شوند. در هنگام خنک شدن ، این مخلوط مقاومت نسبتاً خوبی خواهد داشت و همچنین مقاومت در برابر اسید و مقاومت در برابر دیگر عوامل شیمیایی نشان می دهد و برای استفاده در شرایط محیطی خورنده مقرون به صرفه تر از بتن سیمانی معمولی است. گزارش شده است که بتن گوگردی می تواند در مدت زمان 2 روز مقاومت فشاری حدود 100 مگاپاسکال را بدست آورد.

موارد کاربرد بتن گوگردی

این بتن‌ها مصارف گوناگونی دارند که از آن جمله از موارد زیر می توان نام برد :

1- در کف و دال های روی زمین
2- جدول ها
3- دیوار و زهکش ترانشه
4- چاله‌های فاضلاب
5- مخازن

6- محفظه‌های الکترولیت
7- فونداسیون برای پمپ ها
8- پایه‌ها
9- شالوده ها و لوله‌ها
10- اندود روکش



مزایای استفاده از بتن گوگردی

کاربرد آن بعنوان ماده با دوام ساختمانی و جایگزین بتن معمولی در نقاطی است که اسید و نمک در محیط مجاور آن می‌تواند باعث خرابی آن شود.

• عملیات اجرائی در محیط های خورنده اسیدی

• عمر زیاد این نوع بتن‌ها نسبت به بتن معمولی در شرایط محیطی خورنده

• زمان سریع گیرش و کسب سریع مقاومت در سنین اولیه

• رسیدن به درصد قابل توجهی از مقاومت نهایی در کمتراز یک روز

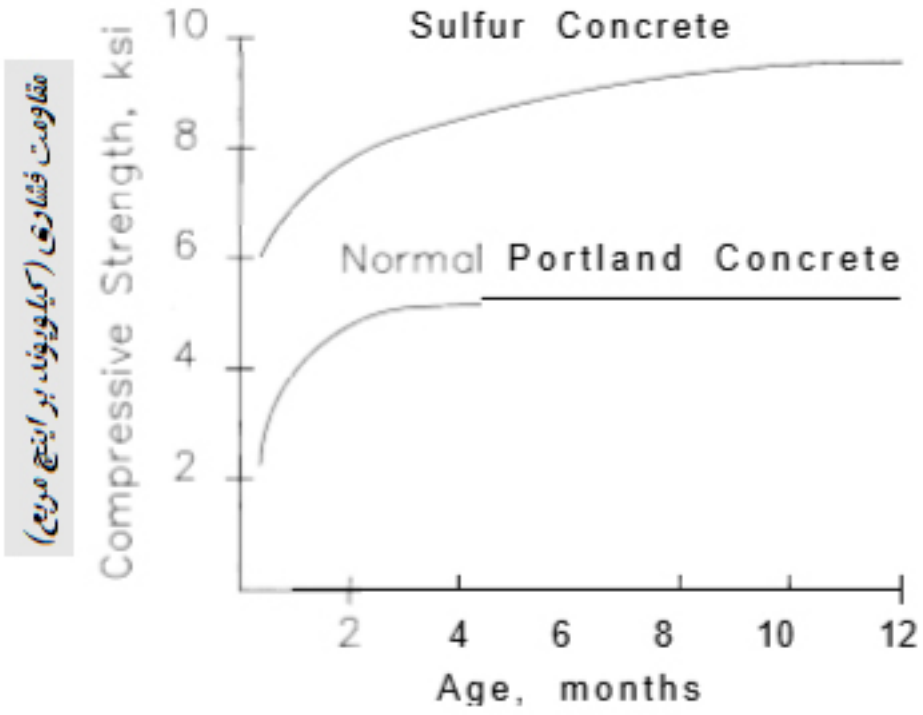
• برداشتن سریع قالب ها

• زمان عمل‌آوری کم

• بهره‌برداری بلند مدت

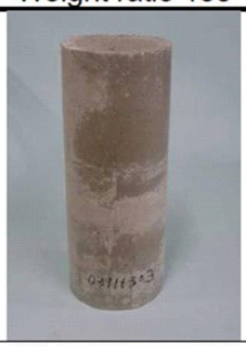
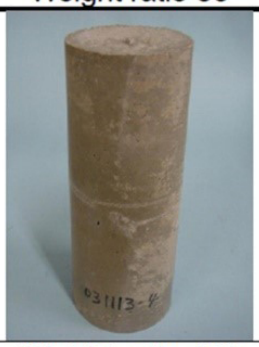
خواص بتن گوگردی

1. مقاومت‌های کششی ، فشار و خمشی و عمرخستگی بتن گوگردی بیشتراز بتن معمولی است. در این نمونه بتن معمولی سیمان پرتلند معمولی (نوع I) به میزان 350 m3/kg و سنگدانه با حداکثر اندازه 38 میلی‌متر بکار رفته است.



2. بتن گوگردی مقاومت عالی در برابر حمله بسیاری از اسیدها و نمک ها و برخی محلول های خیلي غلیظ از خود نشان می دهد. مقاومت بتن گوگردی به اسید به طور آزمایشی بر اساس آزمایش قرار گرفتن در معرض یک محیط خورنده فاضلاب سخت به مدت دو سال که غلظت متوسط سالانه سولفید هیدروژن از 200 ppm بیشتر است ، تأیید شد. نمونه های بتونی معمولی پس از 2 سال ، 55٪ خوردگی از خود نشان دادند ، در حالی که بتن گوگردی اصلاً خوردگی نداشته است. که حاکی از مقاومت اسیدی برتر بتن گوگردی می باشد.

آزمون قرار گیری در معرض در محیط خورنده فاضلاب (غلظت سولفید هیدروژن 200 ppm)

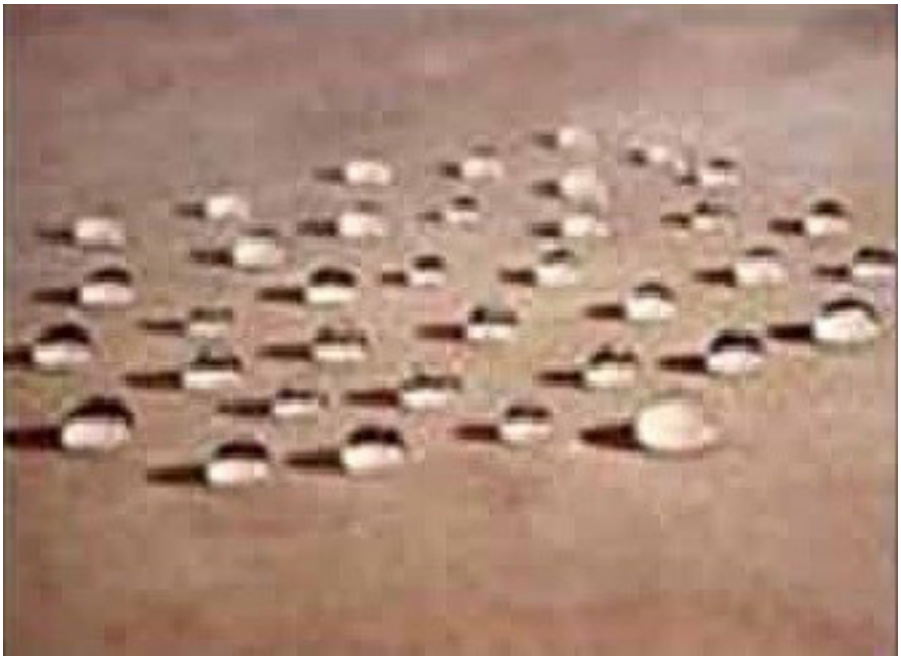
	Initial	After 6 months	After 12 months	After 24 months
Ordinary concrete				
	Weight ratio 100	Weight ratio 100	Weight ratio 83	Weight ratio 45
Sulfur concrete				
	Weight ratio 100	Weight ratio 100	Weight ratio 100	Weight ratio 100

3. بتن گوگردی سریعاً میگیرد و به 70 تا 80 درصد مقاومت فشاری نهایی در مدت 24 ساعت می‌رسد.

4. بتن گوگردی را می‌توان در تمام طول سال در سرمای شدید زیر صفر ریخت.

5. نفوذپذیری بتن گوگردی در برابر آب بسیار کم است.

6. نفوذپذیری بسیار کم بتن گوگردی در برابر آب



سنگدانه های مصرفی بتن گوگردی

انتخاب کیفیت سنگدانه مناسب برای هر کاربرد در ساخت بتن گوگردی ضروری است. سنگدانه‌ها باید با مشخصات ASTM C33 حملات برابر در باید ها سنگدانه .باشند سازگار آور زیان مواد میزان و تمیزی ، دوام نظر از شیمیایی مورد نظر در محیط بهره‌برداری مقاوم باشند. مثلاً سنگدانه های کوارتزی براي محیط‌های اسیدی و نمکی مناسب هستند در حالی که سنگدانه های آهکی فقط برای محیط‌های املاح کاربرد دارند و در محیط اسیدی دوام ندارند. سنگدانه‌های شکسته (تیزگوشه) نسبت به سنگدانه گردگوشه بدلیل افزایش مقاومت بتن گوگردی ارجحیت دارند. سنگدانه‌ها باید ویژگی های زیر را برآورده نمایند.

دانه بندی سنگدانه

سنگدانه های دانه‌بندی شده باید در ساخت بتن گوگردی بکار رود تا مصرف سیمان گوگردی (چسباننده) را به حداقل رساند. دانه‌بندی باید حداقل حفرات و فضایی خالی را در سنگدانه‌های معدنی بدست دهد (VMA) . سه بخش اندازه ای از سنگدانه معمولاً برای تولید بتن چگال و متراکم بکار می‌رود که عبارتند از :

1. سنگدانه درشت (شن)
2. سنگدانه ریز (ماسه)
3. پرکننده معدنی (ریزتراز 75% میلی متر)

حداکثراندازه (م.م)	25	19	12/5	9/5
اندازه الك (م.م)				
37/5	100			
25	90-100	100		
19		90-100	100	
12/5	56-80		90-100	100
9/5		56-80		90-100
4/75	29-59	35-65	44-74	55-85
2/38	19-45	23-49	25-58	32-67
0/3	5-17	5-19	5-21	7-23
%75	1-7	2-8	2-10	2-10

راهنما برای دستیابی به حداقل حفرات در مخلوط محدوده دانه‌بندی متراکم سنگدانه (طبق ASTM D3515)

مقاومت در برابر خوردگی سنگدانه ها

سنگدانه‌های بتن گوگردی در محیط‌های اسیدی نباید هیچ گونه جوشش و ترکیبی را در برابر اسید با غلظت مورد نظر در دمایخاص محیط نشان دهد. سنگدانه های بکار رفته در چنین محیطی نباید کاهش وزنی بیش از 2 درصد را در برابر اسید با غلظت مورد نظر دردمای C 3 ± 60 در طی 24 ساعت از خود نشان دهد. سنگدانه بتن گوگردی در محیط نمکی نباید واکنش و یا تجزیه شدگی را طي 24 در محلول مورد نظر و در دمای C 30 ± 60 به نمایش گذارد.

جذب آب سنگدانه

سنگدانه های متخلخل و پوک نباید بکار رود. سنگدانه باید کاملاً نفوذناپذیر و مقاوم در برابر تنش‌های یخ بندان و آبشدگی باشد. حداکثر جذب آب سنگدانه درشت باید کمتر از 1 درصد و برای سنگدانه ریز کمتر از 2 درصد باشد (آزمایش باید طبق C127 ASTM و C128 ASTM انجام گیرد).

ساخت و اجرای سیمان های گوگردی

روش امروزه در امریکای شمالی برای تولید سیمان های گوگردی بکار می‌رود که نام های تجاری خاصی را داراست.

روش اول

بر پایه واکنش پلیمری گوگرد با یک اصلاح کننده شامل قسمت های مساوی از سیکلو پنتادین اولیگومر و دی سیکلوپنتادین استوار است (oligomer cyclopentodiene و dicyclopentodiene)
ترکیب و خواص سیمان گوگردی اصلاح شده روش اول به شرح زیر است:

- گوگرد، درصد وزنی 0/1 ± 0/95 درصد
- کربن ، درصد وزنی 5/0 ± 0/5 درصد
- هیدروژن درصد وزنی 05/0 ± 5/0 درصد
- چگالی (در 25 C 02/0± 90/1)
- لزجت (در C135 100-تا 25 سانتی پواز)

روش دوم

گوگرد اصلاح شده تغلیظ شده با ترکیب و اختلاط گوگرد و پلیمرهای هیدروکربن اولیفینی مانند Escopol بدست می‌آید. این ماده غلیظ سپس در محل با گوگرد خالص به نسبت 1 به 10 وزنی مخلوط می‌شود.
بتن حاصله از بکارگیری گوگرد اصلاح شده بدست آمده از روش دوم شامل ترکیب تقریبی زیر می‌باشد:

- گوگرد، درصد وزني 80
- کربن، درصد وزني 18
- هیدروژن، درصد وزني 2

در هر دو روش گوگرد اصلاح شده‌ای با طول عمر نگهداری خیلی زیاد را در حالت جامد بدست می‌دهند. اگر این مواد درحالت مذاب نگهداری شوند ، هر دو نوع گوگرد اصلاح شده (دو نوع اصلاح کننده) ، واکنش را ادامه داده و بتن هانامرغوب را بوجود می‌آورند. در این حالت مصرف کننده باید توصیه های محدوده زمانی نگهداری ماده مذاب در حالت مایع را برای گوگرد اصلاح شده رعایت نماید.
اختلاط سیمان گوگردی
جابجایی اختلاط و استفاده از بتن گوگردی باید با احتیاط و رعایت نکات ایمنی انجام گیرد. محدوده دمای اختلاط 127 تا 141 C می‌باشد تا گازهای مضر به حداقل برسد. تهویه کافی به هنگام اجرا و ملاحظات معمول و استاندارد برای حمل و نقل مواد داغ مایع مد نظر قرار گیرد (لباس و دستکش محافظ کامل ، محافظ چشم و کلاه ایمنی). این ملاحظات ایمنی توسط « انجمن ملي ايمنی (NSC) » تدوین شده است. اگر دمای محیط از نقطه ذوب سیمان و بتن گوگردی بالاتر رود، بتن دچار کاهش شدید مقاومت شده و نرم و شل می گردد.
روش های آزمایش برای سیمان های گوگردی اصلاح شده
گوگرد و کربن با احتراق سیمان گوگردی توسط یک آنالیز در کربن / گوگرد تعیین می‌شود. چگالی سیمان گوگردی طبق D70 ASTM در دمای 25 C انجام می گردد. لزجت ماده سیمان گوگردی مذاب در دمای 135 C با استفاده از یک لزجت سنج (ویسکومتر) نوع دوکی شکل چرخان (Viscometer type-Spindle Rotating) مجهز به محفظه‌ای که با برق گرم شده و کنترل دما (ترموستات) داشته باشد ، اندازه‌گیری می‌شود.

آماده سازی مخلوط بتن گوگردی

تولید بتن گوگردی بادوام و مقاوم در برابر خوردگی نیاز به کنترل کیفی همه اجزاء و مصالح مورد استفاده دارد. روش های ساخت مناسب نیز برای اختلاط و اجرا (ریختن) در محل لازم است. پیمانکار باید قادر باشد نسبت‌ها و مقادیر هر یک از اجزاء مخلوط را دقیقاً کنترل و گزارش نماید. خواص بتن مورد نظر یک روز پس از خنک شدن به شرح زیر است:

حداقل دوام در برابر یخ بندان و آبشدگی (کاهش مدول الاستیسته دینامیکی پس از 300 چرخه طبق ASTM C666-A 60 درصد

مدول الاستیسته E 6/27-7/20

حداکثر ضریب انبساط حرارتی برای 1 C 15×10 -6

حفرات موجود 4-8 درصد

حداکثر جذب آب یکروزه در آب	0.1 درصد
حداقل مقاومت کششی شکافتی	4.1
حداقل مقاومت خمشی	5.2
حداقل مقاومت فشاری	27.6

نسبت های اختلاط

نسبت‌های مخلوط ، مقادیر اجزاء بتن گوگردی شامل سنگدانه درشت ، سنگدانه ریز ، پرکننده‌های معدنی و سیمان گوگردی لازم برای دستیابی به کیفیت مطلوب و بالا می‌باشد. واژه طرح مخلوط برای تعیین مخلوط بهینه با توجه به ملاحظات و روش های ارائه شده می‌باشد و نباید با طراحی سازه‌ای اشتباه گرفته شود. طرح مخلوط بتن گوگردی با بتن معمولی کاملاً متفاوت است. دانه‌بندی مخلوط سنگدانه باید طبق ASTM D3515 باشد که بتن با کارایی بالا را در مقایسه با ویژگي های ASTMC33 برای دانه‌بندی هر یک از سنگدانه‌ها بوجود می‌آورد. بهرحال مانند بتن معمولی و بتن قیری ، طرح مخلوط بهینه بتن گوگردی با توجه به خواص مورد نظر و کاربرد ویژه آن بدست میآید. طرح های مخلوطی که در اینجا مورد توجه قرار میگیرد برای بتن‌های گوگردی است که در ساخت کف‌ها ، شالوده‌ها ، کف پوش ها ، مخازن فاضلاب ، دیواره‌ها و محفظه های الکترولیت جهت استفاده در محیط های اسیدی و نمکی بکار می‌رود. روش کار طرح مخلوط بتن گوگردی برای نکات زیر در نظر گرفته شده است :

1. مقاومت در برابر حمله بیشتر اسیدها و یا محلول های نمک های مختلف
2. حداقل جذب آب
3. مقاومت مکانیکی بیش از بتن معمولی و یا معادل آن
4. سیال بودن کافی براي ایجاد کارایی خوب
5. حداقل جمع شدگی در هنگام سخت شدن

سیمان گوگردی مورد نیاز

مقدار سیمان گوگردی باید چنان تعیین شود که تعادلی مطلوب بین خواص مکانیکی ، چگالی زیاد ، جذب آب کم و کارایی خوب حاصل گردد. در اینجا محدوده مقادیر سیمان گوگردی را برای حداکثر اندازه سنگدانه با دانه‌بندی متراکم نشان داده شده است. مخلوط باید چنان طرح شود که جذب آب بتن کمتر از 1/0 درصد وزن آن باشد.

محدوده میزان سیمان مورد نیاز در بتن گوگردی

حداکثر اندازه (م.م)	25	19	5/12	5/9

درصد وزنی سیمان گوگردی 12-15 13-16 14-17 16-19

شامل اطلاعات تشریحی در مورد خواص حاصله مخلوط هایی از بتن گوگردی است که با سنگدانه کوارتزی با دانه‌بندی توپر و متراکم و حداکثر اندازه 5/9 میلی‌متر و مقادیر متفاوت سیمان گوگردی ساخته شده است. با بکارگیری سنگدانه توپر و متراکم از نظر دانه بندی و سیمان گوگردی اصلاح شده ، محدوده سیمان گوگردی با توجه به نوع ، اندازه و دانه‌بندی سنگدانه تعیین می گردد. می تواند برای انتخاب مقادیر تقریبی حدود سیمان گوگردی در طرح مخلوط بکار رود. مقادیر و نسبت های واقعی طرح مخلوط ممکن است تا حد کمی بیرون از این محدوده واقع شود.

حفرات بتن گوگردی

به دو دلیل ، حفرات بتن گوگرد مهمی هستند. اول اینکه محلی برای آزاد کردن تنش ها می‌باشد و دوام مصالح را بهبود می‌بخشد و دوم آنکه وجود حفرات هوا باعث می‌شود میزان سیمان گوگردی مصرفی کاهش یابد وعمدتاً بعنوان چسب سطح سنگدانه ها را بپوشاند و نقش پرکننده ایفاد نکند و در نتیجه جمع شدگی ناشی از سردشدن چسب سیمانی را کاهش دهد. حفرات حاصله در هنگام اختلاط بصورت مجزا و نا پیوسته هستند و درزیر میکروسکپ نیز این ناپیوستگی مشاهده می‌شود. در نتیجه این حفرات باعث افزایش جذب آب بتن گوگردی نمی‌شوند. بطور کلی بین 4 تا 8 درصد حباب حبس شده در هنگام اختلاط بتن گوگردی بوجود می‌آید.

اطلاعات طرح مخلوط بتن گوگردی با استفاده از سنگدانه کوارتزی کوچکتر از 5/9میلی متر و با دانه بندی متراکم

درصد وزنی سنگدانه 90 5/87 85 5/82 80

درصد وزنی سیمان گوگردی 10 5/12 15 5/17 20

چگالی بتن گوگردی 209/2 297/2 370/2 372/2 365/2

حفرات و درصد حجمی هوای بتن 7/13 7/9 2/6 5/5 1/5

مقاومت فشاری بتن MPa 4/20 1/42 8/50 4/51 0/45

درصد وزنی جذب آب بتن 06/1 54/0 07/0 02/0 01/0

کارایی بتن گوگردی نسبتاً خشک نسبتاً خشک سفت سیال سوپ مانند

* مقاومت فشاری مربوط به نمونه‌های استوانه‌ای است.

* برای هر طرح مخلوط با توجه به نوع سنگدانه ، حداکثر اندازه و دانه‌بندی موجود باید این مقادیر بدست آید و این اطلاعات بعنوان راهنما منظور گردد.

آزمایش های بتن گوگردی



آماده سازی نمونه

نمونه‌های آزمایشی بتن گوگردی باید با اختلاط مواد در دمای 132 تا 141 C تهیه و در قالب‌های استاندارد ASTM طبق مشخصات قالب‌های فولادی ASTMC31 ریخته شود. قالب ها می‌تواند تا دمای تقریبی 138 C قبل از ریختن بتن گوگردی در آن داغ شود. مواد ریخته شده در قالب بایستی با میله 16 میلی متری داغ شده که سرآن گرد شده است متراکم گردد. نمونه‌ها در وضعیت قائم قرار گرفته تا سرد شود و به دمای اتاق برسد و سپس از قالب درآید. قبل از آزمایش نمونه ها بمدت یك روز در دمای اتاق نگهداری و خنك می‌شود.

آزمایش مقاومت فشاری

تعیین مقاومت فشاری بتن طبق C39 ASTM یا C109 ASTM باید انجام شود. آزمونه‌ها نباید زودتر از 24 ساعت پس از قالب گیری مورد آزمایش قرار گیرد. در موارد خاص وقتی مقاومت زود هنگام مورد نظر است میتوان آزمونه‌ها را در زمان کوتاهتری (مثلاً چند ساعته) تحت فشار قرارداد. بتن گوگردی در حدود 70 درصد مقاومت نهایی خود را ظرف چند ساعت پس از سرد شدن بدست میآورد و حدود 75 تا 85 درصد مقاومت نهایی را پس از 24 ساعت در دمای C 20 کسب مینماید. مقاومت نهایی بتن گوگردی معمولاً پس از 180 روز در دمای C 20 اندازه‌گیری می‌شود. آهنگ رشد مقاومت به دمای محیط و بتن در هنگام نگهداری بستگي دارد. در دمای بالاتر رشد مقاومت آهسته‌تر و در دمای کم سریعتر میباشد. در بتن‌های حجیم بتن گوگردی به آرامی خنك می‌شود و بدین دلیل مقاومت آن به کندی بالا می‌رود. اما در نهایت به همان مقاومت نهایی خود میرسد. این عوامل باید در نظر گرفته شود و مشخص شود آزمونه ها در چه سنی مورد آزمایش قرار گیرند.

آزمایش مقاومت خمشی

مقاومت خمشی بتن گوگردی طبق ASTMC78 انجام می‌گیرد.
مقاومت کششی شکافتی (برزیلی)
این آزمایش نیز باید طبق ASTMC496 صورت گیرد.

آزمایش میزان حفرات

میزان حفرات به دو روش زیر تعیین می شود:

1. با تعیین چگالی بتن گوگردی طبق ASTMC642 می‌توان بصورت محاسباتی درصد هوا (حفرات) را با عنایت به اندازه‌گیری چگالی حاصله و چگالی محاسباتی مخلوط سنگدانه و سیمان گوگردی بدست آورد. تمیز بین حفرات مجزا و بهم پیوسته باید طبق ASTMC642 انجام می‌شود.

2. با برش زنی و تعیین هوا بصورت میکروسکپی طبق C457 ASTM و با استفاده از روش پیمایش خطی Rosiwal می توان درصد هوا را بدست آورد.

آزمایش جذب آب

بتن گوگردی ابتدا بصورت خشك اولیه وزن می‌شود و سپس به مدت 24 ساعت در آب 20 oc غوطه‌ور میشود. سپس اطراف آن با پارچه جاذب خشك میشود و مجدداً توزین می گردد. درصد جذب آب طبق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

A آب جذب وزنی درصد

B خشك نمونه وزن

C این در میلیمتر 76 ×152 ای استوانه های آزمونه .باشدمی وری‌غوطه از پس خشك سطح با اشباع نمونه وزن آزمایش بکار می‌رود.

آزمایش ضریب انبساط حرارتی

ضریب انبساط حرارتی خطی بتن گوگردی به کمك آزمونه های منشوری 25×13×13 میلی‌متری که از بریدن نمونه استوانه ای 152×76 میلی متری حاصل میگردد تعیین می‌شود. انبساط در محدوده دمای 25 تا 100 Cاندازه‌گیری می گردد که با آهنگ ثابت به میزان 1/0 C ± 3 در هر دقیقه بالا می‌رود. در این حالت حداکثر اندازه سنگدانه به 5/9 میلی متر محدود می‌شود.

آزمایش دوام در برابر یخ بندان و آبشدگی

اندازه‌گیری دوام در برابر یخ بندان و آبشدگی طبق روش A دستورالعمل ASTMC666 با عنوان « یخ بندان و آبشدگی سریع در آب » بر روی منشورهای بتنی 356×76×76 میلی‌متری انجام می‌شود.

آزمایش مدول ارتجاعی

آزمایش مدول ارتجاعی طبق C469 ASTM و برروی استوانه 152×76 میلی متری انجام می گردد. آزمایش تعیین مدول ارتجاعی دینامیکی نیز طبق C215 ASTM به انجام می‌رسد.

آزمایش دانه‌بندی سنگدانه بتن

نمونه استوانه ای بتن گوگردی به قطر 76 و ارتفاع 152 میلی متری در کوره سوزانده می‌شود تا مواد سیمانی آن بسوزد. دمای احتراق اولیه 150 C می‌باشد. باقیمانده مواد سیمانی سوخته شده در کوره با دماي 440 C به وزن ثابت می‌رسد. پس از سردکردن و رسیدن به دمای اتاق ، دانه‌بندی سنگدانه ها طبق C136 ASTM انجام می‌شود. همچنین در این حالت با توزین نمونه اولیه و تعیین میزان کاهش وزن آن پس از سوختن مواد سیمانی در کوره به دمای 440 C مقدار تقریبی سیمان گوگردی موجود در بتن بدست می‌آید.

آزمایش تورم رس در بتن گوگردی

رس متورم شونده در بتن گوگردی نباید وجود داشته باشد، زیرا این رس‌ها در اثر جذب رطوبت باد کرده و موجب خرابی بتن می گردند. آزمایش مؤثر در این رابطه آن است که نمونه 25×152×152 میلي‌متری بتن گوگردی در آب غوطه می‌شود. نمونه ابتدا وزن شده و سپس در آب قرار می گیرد و پس از در آوردن از آب اطراف آن خشك شده و سپس توزین می گردد. سپس نمونه در آب داغ 82 C و دست کم بمدت 24 ساعت قرار می گیرد. پس از خاتمه کار نمونه از آب بیرون آورده و سطح آن خشك می گردد و مجدداً وزن میشود. اینکار مجدداً هر روز انجام می گردد تا خرابی مشاهده شود. اولین علامت ایجاد خرابی معمولاً دستیابی به افزایش وزن 1 درصد یا بیشتر است . این خرابی در صورت وجود متورم شونده پس از روز دوم تا چهارم حاصل می‌شود. پس از این افزایش وزن بر وی آثار طبله کردن ، ریختن ، ترك های موئی و افزایش شدید وزنی در حدود 3 تا 5 درصد مشاهده می گردد. اگر مقدار رس متورم شونده زیاد باشد ، ترك آنقدر شدید می‌شود که ممکن است نتوان نمونه را از آب داغ خارج نمود.

آماده سازی محل ریختن بتن گوگردی

مهم‌ترین مسئله خشکی محل بتن ریزی بر روی سطح زمین (زیراساس) می‌باشد. وقتی زیراساس نسبتاً عاری از آب است يك لایه 5 تا 10 سانتی متری از ماسه خشك باید بکار رود تا به سطح مورد نظر برسیم وقتی رطوبت موجود است يك ورق نازك نایلونی به ضخامت 15/0 تا 2/0 میلی متر یا يك لایه ضد اب و بخار باید روی ماسه یا خاك قرار گیرد تا از رسیدن بخار به بتن گوگردی در هنگام ریختن جلوگیری نماید. سطح بتن ریزی باید بخوبی متراکم و محکم شده باشد. اگر بتن گوگردی روی سطح بتن معمولی موجود ریخته شود ، سطح زیرین باید سالم و خشك باشد و ذرات سست و خرد شده باید در ابتدا جدا و برداشته شود. در این حالت نیز اگر بتن زیرین مرطوب باشد می توان از يك غشاء محافظ رطوبت استفاده نمود.

ساخت ، حمل ، ریختن و پرداخت بتن گوگردی



بتن گوگردی با اختلاط سنگدانه گرم شده (177 تا 204C) و سیمان گوگردی اصلاح شده و پودرهای معدنی (با دمای معمولی) و تا دستیابی به مخلوط یکنواخت و همگن ادامه می‌یابد. دراین مدت و تا هنگام ریختن دمای آن باید بین 132 تا 141C باشد. سنگدانه داغ شده سیمان گوگردی را ذوب می کند و پرکننده‌های ریز معدنی را گرم می نماید.

حداقل و حداکثر دمای بتن گوگردی 120 و 150 C است زیرا سیمان گوگردی اصلاح شده در دمای 120 C ذوب می‌شود و دردمای بیش از 150 C سریعاً لزجت آن افزایش می‌یابد و مخلوط ناکارآ حاصل می‌گردد. بدین دلایل دمای 132 تا 141 C بعنوان محدوده دمای بهینه توصیه شده است تا فرصت کافی برای حمل ، ریختن و پرداخت بتن گوگردی قبل از سخت شدن فراهم آید. وسایل و روش های ساخت بتن معمولی و بتن قیری در ساخت حمل ، ریختن و پرداخت بتن گوگردی نیز بکار می‌رود.

این وسایل برای ریختن بتن گوگردی در کارگاه شامل موارد زیر است:

1. وسایل خشك كننده سنگدانه و گرم كننده آن

2. قیف یا باسکول توزین برای سنجش مقادیر و نسبت های مواد

3. وسایل اختلاط و حمل

4. وسایل دستی ریختن و پرداخت بتن

وسایل خشك كننده و گرم كننده سنگدانه بتن گوگردی





يك وسيله مؤثر براى خشك كردن و داغ نمودن سنگدانه‌ها ، كوره‌هاى استوانه‌اى چرخان (مثل وسايل ساخت بتن قيرى) مى‌باشد. بويژه تراك ميكسرهاى گرم كن دار مي‌تواند با تغييراتى براى تهيه و حمل بتن گوگردى بكار گرفته شود. شن و ماسه جداگانه در سيلوها ريخته شده و بصورت سرد مقدار و نسبت آنها تنظيم مى‌شود و سپس داخل كوره چرخان ريخته و مخلوط مى‌شود و در اين اثنا حرارت ميخورد كه اين گرما توسط يك مشعل گازوئيلى يا پروپانى توليد شده و باعث خشك و داغ شدن سنگدانه‌ها مى‌گردد و به حدى بالاتراز دماى ذوب سيمان گوگردى مى‌رسد. در اين حالت در خروجى گازها ريزدانه ها جمع‌آورى شده و مجدداً مخلوط مى گردد. خروجى گاز و بخار ناشى از سوختن مواد سوختى و تبخير رطوبت و غبار حاصله از ضروريات است. پس از تخليه سنگدانه‌هاى داغ از طريق جام يا تسمه زنجيرى فولادى ، به درون مخلوط كن و وسيله حمل ريخته مى‌شود. گاه در اين مرحله سنگدانه داغ توزين مى‌شود و اين امر براى دقت بيشتر صورت مى گيرد.

چند كنترل كيفى در مرحله ساخت و اختلاط بتن گوگردى بايد انجام گردد:

1. حفاظت محل انبار مصالح براى جلوگيرى از آلودگى به مواد مضر

2. كنترل و تأييد مصالح در محل انبار از نظر دانه‌بندى ، رطوبت ، جذب آب ، مقاومت در برابر اسيدو حضور رس هاى متورم شونده

3. كاليبره وسايل توزين مصالح

4. نمونه گيرى از بتن گوگردى حاصله جهت انجام آزمايش هاى مقاومت فشارى ، جذب آب ، دانشيته و غيره

سنگدانه‌ها باید آنقدر داغ شوند که مخلوط نهایی بتن گوگردی دمای 132 تا 141 Cرا دارا شود. بطور کلی وقتی سیمان پودری جامد بکار می‌رود دمای سنگدانه باید 177 تا 204 Cباشد تا دمای مورد نظر در مخلوط حاصل گردد.

وسیله اختلاط و حمل بتن گوگردی

نیازهای ملزومات اختلاط و حمل با خواص منحصر بفرد و ترموپلاستیك بتن گوگردی بشرح زیر در ارتباط است.

1. بتن گوگردی باید به صورت مذاب در محدوده باریکی از دما باقی بماند.

2ش مخلوط بتن گوگردی باید بخوبی درهم شود به نحوی که سیمان گوگردی مذاب بقدر کافی روی سطح سنگدانه های ریز و درشت و پر کننده‌ها را بپوشاند و باید حداقل جدا شدگی را دارا باشد.

ملاحظات ویژه‌ای باید بصورت اقلام زیر برای داشتن کنترل کیفی خوب در نظر گرفته شود.

مصالح باید در موارد زیر توزین گردد:

1. شن و ماسه داغ شده

2. سیمان گوگردی اصلاح شده و یا گوگرد و ماده غلیظ اصلاح کننده

3. پرکننده ریز معدنی ، خاکستر بادی (نوع F) ، گرد سیلیس (افزودن پرکننده‌ها پس از گوگرد ، از بروز مشکل غبار و گلوله شدن یا کلوخه شدن پرکننده‌ها جلوگیری می نماید) .

4. الیاف (در صورت نیاز به مصرف)

دمای مخوط دائماً باید اندازه‌گیری و مشخص گردد تا از کاهش یا افزایش بی مورد دما جلوگیری شود. با این عمل و تنظیم مشعل (از نظر تغذیه سوخت) می‌توان دما را در محدوده باریکی نگه داشت تا در هنگام ریختن از مشکلات ناشی از کاهش یا افزایش دما در امان باشیم .

بتن گوگردی ظاهری سفت و خشك را در دمای بالاتر از 149 C از خود بروز می‌دهد و پیمانکار نباید تلاش کند گوگرد اضافی به داخل دیگ مخلوط کن یا حمل بریزد. در چنین موردی دما باید کنترل و کاهش یابد و اینکار در اسرع وقت با مشخص شدن اضافه دما انجام گیرد. در این حالت چنانچه میزان سیمان گوگردی اضافه شده در ابتدا صحیح باشد بتن گوگردی با کاهش دما و رسیدن به دماي مناسب ، سیالیت و کارایی بیشتری را بدست خواهد آورد.

قالب بندی بتن گوگردی

هر دو نوع قالب چوبی و فلزی می‌تواند بکار رود. سطح قالب باید با مواد نفتی اصلاح شده آغشته گردد. این عمل

برای سطوح قائم و دیواره ها لازمست اما برای قالب دال ضرورت ندارد. وقتی از قالب فولادی در سطح بزرگ استفاده می‌شود باید آنرا گرم نمود تا از ایجاد يك پوسته سطحی سیمان گوگردی بدلیل گیرش ناگهانی آن در سطح قالب جلوگیری نمود.

بتن ریزی و پرداخت بتن گوگردی

نکات کلیدی در ریختن و پرداخت موفقیت آمیز بتن گوگردی داشتن دمای 132 تا 141 Cدر لحظه ریختن و سرعت در ریختن و جایدهی و پرداخت بتن میباشد. فرغون و دمپر می‌تواند برای حمل بتن گوگردی داغ و ریختن در داخل قالب بکار رود. هر چند عایق بندی این وسایل ممکن می‌باشد اما ضروری نیست. این وسایل باید تا حدی پر شود که خطری را برای کارگران در هنگام حمل نداشته باشد و سریعاً تخلیه گردد. بتن گوگردی باید تا حد امکان به سرعت ریخته شود به نحوی که تراکم و پرداخت آن در حالیکه هنوز داغ است امکان پذیر گردد.

مسلح نمودن بتن گوگردی

بتن گوگردی را میتوان با میلگردهای فولادی درجه 60 (A616,617,706 ASTM) و یا میلگردهایی با پوشش اپوکسی (A775 ASTM) مسلح نمود و میلگرد با گوگرد اصلاح شده واکنش نمی دهد. جزئیات میلگرد گذاری با بتن معمولی یکسان است. فاصله بین قالب و میلگردهای فولادی باید کمی افزایش یابد تا از بروز مشکل در هنگام ریختن و سخت شدن بتن گوگردی در این محل جلوگیری شود. راه حل دیگر بجای افزایش فاصله قالب و میلگرد ، گرم نمودن قالب و میلگردها با وسایل گرمایشی غیر مستقیم مانند اشعه مادون قرمز قبل از ریختن بتن گوگردی در قالب است . همچنین میتوان از الیاف شیشه‌ای جهت مسلح نمودن استفاده نمود . الیاف شیشه بعنوان عامل کنترل کننده ترك های ناشی از جمع شدگی و بهبود خواص شکل‌پذیری و مقاومت در برابر ضربه در رابطه با کاربردهای کارگاهی بسیار مؤثر بوده است. استفاده از الیاف شیشه‌ای 13 تا 38 میلی متری به مقدار تقریبی 9 تا 12 کیلوگرم در هر مترمکعب بتن گوگردی توصیه شده است. اطلاعات بیشتر را باید از نشریه شماره 8965 گزارش تحقیقات در بررسي های اداره معادن وزارت کشور ایالات متحده بدست آورد. یک نوع بتن گوگردی مسلح شده با الیاف کورتا می باشد.

بتن گوگردی مسلح شده با الیاف کورتا (kurta)

این الیاف از پلیمر اصلاح شده خالص پلی الفین / پلی پروپیلن تولید شده است. ظاهر این الیاف به صورت شبکه ای در هم تنیده شده می باشد که در هنگام مخلوط کردن مصالح از هم باز شده و در ماتریس بتن بصورت همگن پخش میشود. عملکرد این نوع الیاف در کنترل ترک های میکرو و همچنین کاهش ریباند مصالح در شاتکریت می باشد. این الیاف بیشتر بصورت مکمل الیاف ماکرو استفاده می شود .

مشخصات فنی الیاف کورتا مورد استفاده در بتن گوگردی

• قطر 40-50- 30 میلی متر

• رنگ سفید ، مشکی

• نقطه ذوب 160-170 سانتی گراد

• مقاومت کششی (400-500)مگا پاسکال

• مدول الاستیسیته (3.5-4.5)گیگا پاسکال

• درصد ازدیاد طول 15

• مقاومت اسیدی و قلیایی عالی

• جذب آب ندارد

کاربرد الیاف کورتا مورد استفاده در بتن گوگردی

برای کنترل ترک در موارد زیر استفاده می شود:

دال های بتنی

رویه عرشه پل

سقف عرشه فولادی

قطعات پیش ساخته

اجراء کف با بتن گوگردی

تراکم و ضربه زدن و پرداخت بتن گوگردی می‌تواند با وسایل دستی و مشابه بتن معمولی انجام شود. مسلماً امکانات و وسایل و افراد باید بقدر کافی تأمین شود تا بتوان دال کف را با ضخامت مورد نظر به نحوی ریخت تا سرد نگردد. حداکثر ضخامت دال معمولاً به قدرت اجرایی افراد وسایل برای ریختن و پرداخت بتن در حالیکه داغ است محدود می‌شود. می‌توان دال را با یك شمشه و ماله ساده بصورت دستی متراکم نمود و اینکار را با زدن ضربه انجام داد. در مورد دال ها استفاده از ویبراتورهایخرطومی معمولاً ضرورت ندارد اما ماله لرزنده می‌تواند در دستیابی به سطح صاف موثر است. وقتی دال را با زدن ضربه توسط ماله متراکم می نمائیم با توجه به دمای محیط مجاور فرصت کمی (در حدود چند دقیقه) برای اینکار وجود دارد. وقتی دال را با ضخامت 5 سانتی‌متر می‌ریزیم بین 2 تا 10 دقیقه برای پرداخت سطح فرصت داریم وگرنه سطح آن شروع به سخت شدن میکند. در دالی به ضخامت 10 تا 20 سانتی متر زمانی در حدد 5 تا20 دقیقه بصورت فرصت کاری وجود دارد. کشیدن ماله در سطح در یکنوبت وقتي بتن هنوز بصورت سیال و مذاب است کافی می‌باشد. از ماله‌های چوبی و فلزی مرغوب می توان به این منظور استفاده نمود. اگر سطح شروع به سرد و سخت شدن نمایددر حین ماله کشی بریده بریده می‌شود و پرداخت بدی حاصل می گردد. در اینصورت می توان با یك مشعل گاری کوچك می‌توان

سطح را گرم نمود و بصورت مذاب درآورد و مجدداً آنرا پرداخت نمود. وقتی سطح بتن گوگردی را با ماله صاف می‌کنیم، لایه‌ای از سیمان گوگردی و مواد ریز به سطح ماله میچسبد و سخت می گردد. پرداخت کننده سطح باید در کنار خود سطلی از آب داشته باشد و ماله را سریعاً در آب خنك فروبرد تا موجب گیرش سریع سیمان گوگردی چسبیده به سطح شود سپس ماله را محکم به سطح سخت می‌زنیم تا گوگرد و ملات ترد آن خرد و جدا شود. اگر بتن گوگردی سهواً در جایی ریخت که ریختن آن در آن لازم نبوده است نباید اصرار داشت تا با سرعت آنرا از سطح مزبور جدا کرده و برداریم زیرا لایه نازکی از آن باقی خواهد ماند بلکه لازمست اجازه دهیم بتن در محل مزبور کاملاً سرد و سخت گردد سپس با يك میله یا دیلم یا بیل به آن ضربه میزنیم تا خرد شده و جدا گردد در این حالت اثر آن ناخوشایند نیست. سطح نهایی تمام شده و پرداخت شده با ماله دراین نوع بتن ها برای بیشتر کارها مناسب است. سطح دال بتن گوگردی سخت شده ، توپر قابل شستشو و مقاوم در برابر سایش می‌باشد.

ساخت دیوار با بتن گوگردی

به دلائل مختلفی که ذکر شد در ساخت دیوار باید به نکاتی توجه نمود. گرم کردن قالب و میگردها با وسایل گرمایشی مناسب بویژه لامپ های مادون قرمز قبل از ریختن بتن براي جلوگیری از سرد شدن و گیرش ناگهانی ضروري است. عایق بندی دیواره قالب برای جلوگیری از اتلاف سریع دما می‌تواند مؤثر باشد و اجازه کار طولانی مدت و بیشتری را به ما بدهد. چرب کردن سطوح قالب با موادی مناسب و برپایه مواد نفتی ضرورت دارد تا قالب ها به آسانی جدا و آزاد گردد. استفاده از ویبراتور خرطومی ضعیف و به مدت کم میتواند مفید باشد اما افزایش زیاد میتواند به جداشدگی بیانجامد. لرزاننده‌های خارجی و متصل شونده به قالب بصورت مؤثری برای تراکم دیوار بکار رفته است.

بتن ریزی سطوح و زمین های شیب دار با بتن گوگردی

بتن ریزی روی سطوح شیب دار با محدودیت جدی روبرو می‌باشد. تجربیات اخیر نشان می‌دهد که می‌توان روی سطوحی با شیب 1/2 تا 5/6 درصد را با بتن گوگردی حاوی سنگدانه های تیزگوشه و کنترل ویژگی های زیر بتن‌ریزی نمود.

1. اگر بتن گوگردی دارای پودر سیلیس بعنوان پرکننده باشد می‌توان آنرا روی سطوحی با شیب بیشتر ریخت در حالیکه با استفاده از خاکستر بادی نمی توان اینکار را بخوبی انجام داد. مخلوط های حاوی گرد سیلیس معمولاً خمیری و سفت تر بوده و از سیالیت و روانی کمتری برخوردار است.

2. مشکل روان شدگی و سیالیت زیاد را می توان با کاهش میزان مصرف سیمان گوگردی در مخلوط کنترل نمود.

3. احتمالاً با کنترل دما نیز می‌توان به روانی کمتر دست یافت تا بتوان سطح شیب دار را بتن ریزی نمود.

تعمیر سطوح آسیب دیده با بتن گوگردی

اگر سطح بتن خوب پرداخت نشده باشد و یا بدلایلی سطح آن آسیب دیده باشد میتوان با حرارت دادن این سطوح مجدداً آنرا پرداخت نمود و سطح مناسبی را بدست آورد. با استفاده از حرارت دهی غیر مستقیم مانند

لامپ های مادون قرمز می‌توان اینکار را بخوبی انجام داد اما باید در اینکار تسریع بعمل آورد. توصیه میشود از وسایل حرارتی مستقیم و متمرکز استفاده نگردد، زیرا حرارت مستقیم و متمرکز بر سطح بتن گوگردی سرد و سخت میتواند به بروز ترك بویژه در مقاطع نازك منجرشود. می‌توان حفرات ، فرورفتگی ها و بریدگی ها و سوراخ های موجود در سطح بتن را با استفاده از بتن گوگردی ریخته شده و یا حرارت دهی مجدد سطح مزبور اصلاح و پرداخت شود.

کنترل درزها و انجام درزگیرها با بتن گوگردی

درزها برای کنترل ترك خوردگی (جمع شدگی) و انبساط و انقباض حرارتی و اجرایی لازم است. موقعیت درزها باید با ملاحظه نوع کار و سایر ملاحظات مشخص گردد. معمولاً عرض یك قطعه به حدود 2/2 تا7/3 متر بدلیل محدودیت در پرداخت محدود میشود. فاصله ترك های جمع‌شدگی معمولاً بر حدود 35 برابر ضخامت دال محدود می‌شود. ترك های انقباضی (جمع‌شدگی) معمولاً 6 تا 9 میلی متر عرض را دارا می‌باشد و عمق آن 20 تا 25 درصد ضخامت دال است (حداقل عمق) . اگر درز اجرایی (ساخت) در پایان عملیات اجرایی ریختن بتن بکار رود گذاشتن کلیه برشی مفید است اما ضروری نیست درزهای انبساط معمولاً 10 تا13 میلی مترعرض دارند تا بتوانند از بروز تنش‌های حرارتی در دال ها جلوگیری کنند. حداکثر فاصله درزهای انبساط به حدود 18 متری برای مخلوط های عادی محدود می شود. اگر مقادیر سیمان گوگردی بیش از 18 درصد وزن بتن باشد حداکثر فاصله درزها باید کاهش یابد. از مواد قیری اشباع شده از الیاف که منطبق با 1751 D ASTM میتوان بصورت رضایت بخش استفاده نمود. درزگیر انعطاف پذیر سازگار با شرایط محیطی طبق ACIS04 (راهنمای مصرف درزگیرها برای سازه‌های بتنی) می تواند بکار رود اما عمق ماده درزگیر در درز نباید از عرض آن بیشتر شود. در زیر این مواد باید از پرکننده‌هایی استفاده کرد که مصرف این ماده در عمق محدود شود (فوم‌های پلی اتیلن) و ماده درزگیر از زیر درز نریزد.