مواد افزودنی بتن:

مواد افزودنی بتن موادی شیمیایی هستند که به مقدار جزئی به بتن اضافه می شوند تا بعضی از خواص مناسب و مطلوب را در بتن ایجاد کنند. میزان مصرف مواد افزودنی در بتن کم بوده و معمولا به صورت درصدی از وزن سیمان مشخص می شود. این مواد بسیار متنوع بوده و در محدوده بسیار وسیعی تقسیم بندی می شوند.

۱- تسریع کننده ها (زودگیر کننده ها)

این دسته از مواد افزودنی، سبب می شوند تا گیرش سیمان تسریع شده و بتن زودتر بگیرد و سفت شود. از جمله مشهور ترین تسریع کننده ها کلریدکلسیم ($CaCl_2$) می باشد که ابتدا با آب بتن مخلوط شده و سپس به مخلوط شن و ماسه و سیمان افزوده می شود. مواد افزودنی تسریع کننده را بطور کلی در تمام مواردی می توان استفاده نمود که سیمان زودگیر مصرف می شوند. یعنی هرجا که مصرف سیمان زودگیر لازم باشد (مرمت فوری بتن، جایی که بخواهند قالب را زود باز کنند و در مناطق سرد سیر) می توان به جای سیمان زودگیر از سیمان معمولی به اضافه این ماده افزودنی استفاده کرد.

استفاده از کلرید کلسیم مقاومت بتن را در مقابل فرسایش و سایش افزایش داده ولی مقاومت آن را در مقابل حمله سولفات ها کاهش می دهد. افت بتن را نیز ۱۰ تا ۱۵ درصد افزایش می دهد. بدترین ضرر این ماده مضاف تاثیر آن بر ایجاد خوردگی آرماتورها است. در سازه های بتن آرمه توصیه شده از این ماده بیشتر از ۵ درصد وزنی سیمان استفاده نشود. استفاده از کلرید کلسیم در بتن پیش تنیده ممنوع است که دلیل آن حساسیت فوق العاده زیاد کابل های پیش تنیده به خوردگی، در حالت کشش است. در سازه های آبی مانند دیوارهای مخازن و کانال های آب، حتی المقدور نباید از این ماده استفاده کرد. در چنین سازه هایی در صورت ضرورت حداکثر می توان به میزان ۰.۱ درصد وزن سیمان از کلریدکلسیم استفاده نمود. مواد دیگری از جمله کلرورسدیم و کلروربااریم را می توان جزء تسریع کننده ها برشمرد.

۲- کندگیر کننده ها

موادی هستند که اگر به بتن اضافه شوند، زمان گیرش و سخت شدن بتن را به تعویق می اندازند. لذا در تمام مواردی که سیمان کندگیر یا دیرگیر به کار برده می شود، می توان به جای آن از سیمان پرتلند معمولی به اضافه مواد افزودنی کندگیر کننده استفاده کرد (از جمله در بتن ریزی های حجیم برای جلوگیری از تنش های حرارتی، در هوای گرم برای ساده کردن نحوه مراقبت، در هوای گرم برای جلوگیری از ایجاد اتصالات سرد).

یکی از کندگیر کننده ها شکر است و عملکرد آن به نحوی است که اگر در حد ۰.۰۵ درصد وزنی سیمان به بتن اضافه شود، گیرش سیمان را چهار ساعت به تاخیر می اندازد و اگر در حد ۱٪ وزنی سیمان به بتن اضافه شود، گیرش سیمان به کلی متوقف می شود. از این مقدار شکر می توان برای جلوگیری از گیرش بتن در مواقعی که میکسر خراب شده و قابل تخلیه نیست استفاده نمود.

۳- روان کننده ها

موادی هستند که اگر به بتن اضافه شوند، بدون اینکه نیازی به افزایش آب باشد، اسلامپ (کارایی) بتن افزایش می یابد. به این مواد گاهی مواد افزودنی کاهش دهنده آب نیز گفته می شود. به جهت روان کنندگی مناسب این مواد، بعضی از

مهندسین برای رسیدن به کارایی بالاتر، ترجیح می دهند به جای استفاده از نسبت آب به سیمان بیشتر، از مواد افزودنی روان کننده استفاده کنند.

استفاده از این دسته از مواد مضاف در مواردی که از پمپ بتن استفاده می شود، مناسب است. روان کننده ها را در بازار به نام پلاستی سایزر و نوع مرغوب آن را به نام سوپرپلاستی سایزر یا فوق روان کننده عرضه می کنند. روان کننده ها به میزان جزئی مقاومت فشاری بتن را کاهش می دهند، ولی تاثیر افزایش نسبت آب به سیمان برای رسیدن به کارایی مناسب در مقایسه با اضافه کردن روان کننده، در کاهش مقاومت فشاری بتن، به مراتب بیشتر است.

۴- مواد افزودنی هوازا

مواد افزودنی هوازا سبب می شوند حباب های بسیار ریز هوا (حباب های ریزتر از ۰.۰۵ میلیمتر که طبیعتا با چشم قابل رویت نیستند)، در بتن ایجاد شوند. بتن هوادار معمولا در محدوده ی ۴٪ الی ۸٪ هوا دارد. قابل توجه است که حباب های هوا در بتن به دو دسته اند:

۱- حباب های غیرعمدی که درشت تر از ۰.۰۵ میلیمتر و اکثرا با ابعادی در حدود چندین میلیمتر هستند.

۲- حباب های عمدی که ریز تر از ۰.۰۵ میلیمتر هستند.

وجود حباب های غیرعمدی در بتن اجتناب ناپذیر بوده و این حباب ها کم و بیش در بتن ایجاد می شوند. ویبره کردن بتن بدین منظور صورت می گیرد که حباب های هوای غیرعمدی را در بتن، به حداقل ممکن برساند. اما عملا هیچ گاه حباب های هوا در بتن به صفر نمی رسند. در بتن های عادی بین ۰.۵ تا ۳ درصد هوای عمدی وجود دارد. دسته دوم حباب ها، حباب های عمدی هستند که با استفاده از مواد افزودنی هوازا یا با استفاده از سیمان های هوازا (سیمان تیپIA ، IIAو IIIA) و یا با استفاده توام از سیمان هوازا و مواد افزودنی هوازا، ایجاد می شوند.

قابل توجه است که حتی زمانی که از مواد مضاف هوازا استفاده می شود، در کنار ایجاد حباب های ریز هوا، وجود حباب های درشت هوا (حباب های هوای غیرعمدی) در بتن اجتناب ناپذیر است و از ۴ الی ۸ درصد هوای ایجاد شده در بتن، ممکن است ۱ الی ۲ درصد آن حباب های غیر مفید و درشت هوا باشد. با ویبره کردن ابتدا این حباب های درشت تا حدی خارج می شوند، اما اگر ویبره بیش از حد انجام شود، قسمتی از حباب های ریز عمدی نیز از بتن خارج می شوند.

مرسوم ترین مواد افزودنی هوازا عبارت اند از چربی طبیعی جانوران (نظیر پیه گاو) و سمغ طبیعی درختان. بدیهی است که این مواد را نمی توان بطور طبیعی بکار برد. بلکه آنها را به طور ترکیبی با مواد شیمیایی دیگر (تثبیت کننده) به صورت پودر یا مایع در اختتیار مصرف کننده قرار می دهند.

محاسن استفاده از بتن هوادار

۱- افزایش قابلیت آب بندی:

بتن هوادار در مقایسه با بتن معمولی آب بندتر است و به همین جهت در سازه های آبی، در ساخت مخازن و کانال ها اکثرا توصیه می شود از بتن هوادار استفاده شود.

۲- افزایش مقاومت در مقابل یخبندان:

منظور از مقاومت در مقابل یخبندان، مقاومت بتن سخت شده است. یعنی اگر بتن سخت شده هوادار باشد، چنانچه آب به آن نفوذ کند و یخ بزند پایداری بهتری نسبت به بتنی که بدون هوا است از خود نشان می دهد. بدیهی است که هوادار بودن بتن تاثیری روی یخ زدن بتن تازه ندارد. در حقیقت عملکرد حباب های هوا به این نحو است که ضمن آن که نفوذ آب بتن را محدودتر می کنند، اگر چنانچه آب به مقدار کمی هم نفوذ کرد و یخ زد، این حفره های کوچک هوا افزایش حجم ناشی از یخ زدن را جبران کرده و مانع خرابی بتن می شوند.

۳- کاهش امکان تورق بتن:

تورق یا لایه لایه شدن بتن اکثرا در اثر عملکرد مواد شیمیایی یخ زدا در بتن ایجاد می شود. گاهی در زمستان و در مواقع یخبندان جهت آب شدن یخ و برف، روی سطح جاده ها نمک می ریزند. خاصیت نمک این است که می تواند یخ ها را سریع آب کرده و سازه را سریعا مورد استفاده قرار دهد. از این تکنیک در باندهای فرودگاه زیاد استفاده می شود. چنانچه کف جاده یا باند فرودگاه بتنی باشد، نمک روی بتن تاثیر سو و نامطلوب گذاشته و رفته رفته بتن را لایه لایه (ورقه ورقه) می کند. لذا بتن هایی که در معرض مواد یخ زدا (نمک ها) قرار می گیرند، معمولا سطحشان سریع تر فرسایش می یابد، بخصوص که این بتن ها اکثرا استفاده ترافیکی نیز دارند و طبعا می باید در مقابل سایش هم مقاوم باشند. تجربه نشان داده بتنی که هوادار باشد مقاومتش در مقابل تورق و لایه لایه شدن به مراتب بیشتر خواهد بود.

۴- کاهش میزان جذب آب:

بتن جسمی است که آب را به خود جذب می کند و در خود نگه می دارد. جذب آب از عوامل نامطلوب بوده و برای بتن مضر است، زیرا چون احتمال یخ زدگی و فرسایش را افزایش می دهد. تجربه نشان داده است که بتنی که هوادار باشد درصد جذب آبش به مراتب کمتر از بتن بدون هوا می باشد.

۵- افزایش مقاومت در مقابل حمله سولفات ها:

پدیده حمله سولفات ها در بتن واکنشی است که با افزایش حجم بتن همراه است. وجود حباب های هوا افزایش حجم مورد اشاره را جبران نموده و به این ترتیب از فشار وارد بر بتن می کاهد.

۶- کاهش امکان جدا شدن دانه ها:

حباب های ریز هوا چسبندگی بهتری بین دانه ها ایجاد می کنند و این مسئله موجب می شود که جدا شدن دانه ها کمتر اتفاق بیافتد.

۷- افزایش مقاومت در مقابل شرایط بد جوی:

منظور از شرایط بد جوی، تر و خشک شدن های یا سرد و گرم شدن متوالی است. بتن در تر و خشک شدن های متوالی رفته رفته فرسوده و خرد می شود. دلیل عمده آن تفاوت ضریب انبساط حرارتی دانه های سنگی در حالت تر و خشک

است. بتنی که مرتبا تر و خشک می شود، ضریب انبساط حرارتی آن مرتبا تغییر می کند. یعنی به طور مداوم کاهش حجم و افزایش حجم در بتن ایجاد می شود، که این مسئله بتن را خسته کرده و باعث انهدام زودتر بتن می شود. تجربه نشان داده است که بتن هوادار نسبت به بتن بدون هوا، در مقابل شرایط بد جوی، مقاومت بهتری از خود نشان می دهد.

۸- کاهش امکان آب انداختن بتن.

۹- کاهش میزان افت و خزش.

۱۰- افزایش میزان روانی بتن (افزایش کارایی)

در مقابل محاسن فوق برای بتن هوادار، باید به کاهش مختصر مقاومت آن در مقایسه با بتن بدون هوا توجه کرد. معمولا مقاومت بیش از ۴۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع را از بتن هوادار نمی توان انتظار داشت.

۵- ضدیخ ها

ضدیخ ها معمولا در مواردی به کار می روند که امکان یخ زدن بتن ها تازه وجود داشته باشد (معمولا دمای زیر صفر درجه). ضدیخ ها دمای انجماد آب را بسته به میزان مصرف آن ها، پایین می آورند (هرچه ضدیخ بیشتری مصرف شود دمای انجماد پایین تر می آید.)

توجه شود که ضد یخ سبب می شود که بتن در دمای زیر صفر درجه یخ نزند، ولی از آن جا که واکنش های هیدراسیون سیمان به دمای مناسب (معمولا بیشتر از ۴درجه سانتیگراد) نیاز دارد، معمولا استفاده از ضدیخ چندان به انجام واکنش کمک نمی کند. در حقیقت استفاده از ضدیخ به صورت عمده از یخ زدن جلوگیری می کند و انجام واکنش ها را کند کرده تا زمانی که دمای مناسب فراهم شده و واکنش با سرعت عادی انجام پذیرد. بنابراین از بتنی که به همراه ضدیخ در دمای زیر صفر درجه ریخته شده است، نباید انتظار داشت در مدت چند روز سفت و سخت شود و این زمان ممکن است به مراتب افزایش یابد. استفاده از ضدیخ در بتن، همچنین باعث کاهش مقاوم نهایی بتن می شود. میزان مصرف ضدیخ، براساس توصیه کارخانه ی سازنده تعیین می شود.

بتن و خواص آن:

بتن عمدتاً از ۲ قسمت تشکیل شده است:

۱- مصالح سنگی: حدود ۷۵-۶۰ درصد حجم بتن از مصالح سنگی تشکیل می‌شود.

۲-خمیر سیمان: حدود ۴۰-۲۵ درصد حجم بتن با خمیر سیمان پر می‌شود. از ۴۰-۲۵ درصد خمیر سیمان، ۷ الی ۱۵ درصد سیان و ۱۴ الی ۲۱ درصد آب است.

میزان آب در خمیر سیمان

میزان آب در بتن معمولاً با نسبت وزنی آب به سیمان (W/C) نشان داده می‌شود که W معرف وزن آب و C معرف وزن سیمان است. به صورت یک اصل باید حتی‌المقدور نسبت W/C کم انتخاب شود.

قسمتی از آبی که در ساخت بتن مصرف می‌شود (حدود ۲۵ درصد وزنی سیمان)، جذب ذرات سیمان شده و در واکنش‌های شیمیایی (هیدراسیون) بکار گرفته می‌شود، اما عملاً ساخت بتنی با W/C=0.25 امکان‌پذیر نیست، زیرا چنین بتنی به اندازه‌ای سفت است که کار کردن با آن میسر نیست، به همین جهت باید W/C را تا آنجا افزایش داد که به سهولت بتوان با بتن کار کرد، لذا W/C را تا ۰/۴ الی ۰/۶ افزایش می‌دهند، اما در همین محدود باز هم هرچه W/C را کمتر درنظر بگیرند، بهتر خواهد بود، زیرا مازاد آب که در واکنش شیمیایی شرکت نمی‌کند، جا اشغال کرده و نهایتاً یا در بتن محبوس می‌شود و یا تبخیر شده و فضای خالی ایجاد می‌کند، یعنی در هر حال از حجم مفید بتن می‌کاهد.

محاسن استفاده از نسبت آب به سیمان کمتر

۱- افزایش مقاومت فشاری و کششی بتن

۲- افزایش خاصیت آب‌بندی در بتن (زیرا هرچه آب کمتری مصرف شده باشد، فضای خالی کمتری در بتن ایجاد شده و در نتیجه روزنه‌های کمتری برای عبور آب وجود خواهد داشت)

۳- کاهش جذب آب (به دلیل محدود شدن فضاهای خالی)

۴- پیوستگی بهتر بین لایه‌های متوالی در بتن‌ریزی

۵- افزایش چسبندگی بین میلگرد و بتن (چون سطح تماس میلگرد و بتن بیشتر خواهد بود)

۶- افزایش مقاومت در مقابل شرایط جوی نامساعد (تر و خشک شدن‌های متوالی و سرد و گرم شدن‌های متوالی)

۷- کاهش میزان افت

۸- کاهش میزان خزش

۹- کاهش امکان آب انداختن بتن

۱۰- کاهش امکان جدا شدن دانه‌ها

مزیت استفاده از نسبت آب به سیمان بیشتر

W/Cزیاد فقط یک حسن دارد و آن روانی و کارایی بیشتر است. جای بسی تاسف است که اکثراً ۱۰ مزیت قبلی (ناشی از W/C کمتر) فدای این یک حسن (کارایی بالاتر) شده و از W/C بیشتر استفاده می‌شود، یعنی فقط به لحاظ آنکه در کارگاه کار کردن با بتن راحت‌تر باشد، آب بتن را زیاد کرده و بدین ترتیب نارسایی‌های عدیده‌ای را برای بتن سخت شده آتی فراهم می کنند. توجه شود که در هر حال، کار کردن با بتنی با W/C کمتر از ۰/۴ امکان‌پذیر نیست.

بتن تازه:

بتن تازه بتنی است که تازه ساخته شده ودارای خاصیت روانی یا پلاستیسیته است. مهمترین مسئله در بتن تازه میزان کارائی آن است. بازه زمانی ۴۸ ساعت پس از بتن ریزی اهمیت فوق العاده ای از نظرعملکرد بتن در سازه دارد. خصوصیات بتن در این بازه زمانی بر روی عملکرد درازمدت، مقاومت فشاری، مدول الاستیسیته، خزش، جمع شدگی و دوام بتن تاثیرگذار است.

از آنجا که خواص بتن سخت شده نظیر مقاومت، پایداری حجمی و پایایی آن به درجه تراکم بتن تازه وابسته است، لذا لازم است که کارایی وروانی بتن تازه به صورتی باشد که بتوان آن را کاملا متراکم نمود. علاوه بر آن بتوان آن را به آسانی و بدون خطر جدایی دانه ها از هم حمل نمود ودر قالبی ریخت و پرداخت نمود. پس برای بتن تازه باید کارایی وروانی در حدی باشد که به مقاومت نهایی بتن لطمه نزند.

درجه کارایی بتن با استفاده از آزمایش اسلامپ تعیین می شود. وسایل موزد نیاز برای این آزمایش عبارتند از:

- قیف اسلامپ
- میله ضربه زن (میله تراکم)
- کاردک
- برس

روش انجام کار:

- مخروط به وسیله برس و گاهی کمی آب تمیز می شود. این مخروط نباید خیس یا کاملاً خشک باشد چرا که در غیر این صورت بر مقدار آب درون مخلوط بتن اثر می گذارد.
- مخروط روی یک سطح صاف و سفت قرار می گیرد. اپراتور باید هنگام انجام عملیات این مخروط را ثابت نگه دارد.
- مخلوط بتن در سه مرحله و سه لایه با ارتفاعهای تقریباً برابر درون مخروط ریخته می شود. هر لایه را باید با 25 ضربه میله متراکم کننده، متراکم کرد.
- زمانی که قیف پر شد، سطح آن را به وسیله کاردک صاف می شود.
- قیف به آرامی با حرکت دادن به سمت بالا، برداشته می شود. دقت شود که اگر قیف به صورت کج خارج شود، منجر به تغییر در نتایج آزمایش خواهد شد.

بتن پس از بیرون آمدن از مخروط مقداری افت می کند. میزان این افت بر حسب سانتی متر مقدار اسلامپ یا درجه کارایی بتن می باشد. به صورت نظری مقدار افت می تواند بین ۰ تا ۳۰ سانتی متر تغییر کند.

مقادیر حداقل و حداکثر اسلامپ بتن در بخش های مختلف یک سازه بتنی در جدول زیر نشان داده شده است. بدیهی است که هرچقدر اسلامپ بتن کمتر باشد، خواص بتن سخت شده بهتر خواهد بود.

ردیف	نوع عضو یا قطعه بتنی	اسلامپ به میلیمتر	
		حداقل	حداکثر*
۱	شالوده‌ها و پی دیوارهای بتن‌آرمه[۳]	۲۵	۷۵
۲	شالوده‌های با بتن ساده، صندوقه‌ها و دیوارهای زیر سازه‌ها	۲۵	۷۵
۳	تیرها و دیوارهای بتن‌آرمه	۲۵	۱۰۰
۴	ستونها	۲۵	۱۰۰
۵	دالها و پیاده‌روهای بتنی[۴]	۲۵	۷۵
۶	بتن حجیم	۲۵	۵۰

*در صورتی که لرزش و ارتعاش با روشهای دستی انجام شود به مقدار حداکثر می‌توان ۲۵ میلیمتر اضافه نمود.

بعضی از مسائلی که ممکن است در بتن تازه به وجود آید عبارتند از:

۱- آب انداختن بتن:

آب انداختن بتن از نظر یک پدیده ظاهری، اینگونه تجلی می کند که پس از بتن‌ریزی و پرداخت سطحی بتن، یک لایه نازک آب آغشته به سیمان روی سطح بتن ظاهر می‌شود. این آب از قسمت‌های زیرین بتن به دلیل خاصیت مویینگی به قسمت‌های سطحی آب بالا آمده و در مسیر خود احتمالاً مقداری سیمان را نیز با خود شسته و همراه

می‌کند. لذا در قسمت‌های بالایی بتن، مقدار آب موجود از آبی که در طراحی درنظر گرفته شده، بیشتر خواهد شد و به عکس، در قسمت‌های پایینی بتن مقدار آب کمتر خواهد گردید. مشخصات نامطلوب بتن آب انداخته به شرح زیر است:

الف) پس از سخت شدن نامرغوب بوده و به مقاومت مطلوب و موردنظر نخواهد رسید.
ب) لایه رویی بتن آب انداخته، پس از سفت شدن (سخت شدن) به مرور زمان و با استفاده‌های ترافیکمی از آن پودر شده و به صورت گرد و خاک درمی‌آید و به این جهت سطح رویی ناصاف شده و پدیده «پودرشدگی» اتفاق می‌افتد. چنین بتنی اولاً بدن‌نما شده و ثانیاً نقطه ضعفی برای شرایط یخ‌زدگی و هوازدگی خواهد بود. آب انداختن پدیده بسیار نامطلوبی است و باید حتی‌المقدور از ایجاد آن جلوگیری کرد، متاسفانه بعضی از استادکاران سعی می‌کنند با زیاد ماله شدن بر روی سطح بتن، یک قشر آب در سطح ایجاد کنند. غافل از اینکه این عمل ضعف‌های اساسی برای بتن ایجاد می‌کند.
مهمترین دلیل در آب انداختن بتن، اسلامپ بیش از حد است. بنابراین کارایی و اسلامپ کم در کنار مزایایی دیگر، احتمال آب انداختن را نیز کاهش می‌دهد. دلایل دیگری از جمله ویبره بیش از حد و نیز نامناسب بودن دانه‌بندی، احتمال آب انداختن بتن را افزایش می‌دهند.

۲- جدا شدن دانه‌ها

جدا شدن دانه‌ها از پدیده‌هایی است که در بتن تازه ایجاد می‌گردد. به این ترتیب که دانه‌های درشد مخلوط نشست کرده و به سمت پایین حرکت می‌کنند و دانه‌های ریزتر به سمت بالا منتقل می‌شوند، بنابراین بتن حالت یکنواختی خود را از دست داده و توزیع دانه‌بندی به هم می‌خورد.
جدا شدن دانه‌ها در بتن تازه یک پدیده نامطلوب محسوب می‌شود و ناظرین و مهندسین کارگاه همواره باید سعی کنند تا از عواملی که ممکن است منجر به بروز این حالت شود، جلوگیری نمایند. بتنی که دانه‌های آن جدا شده، از نظر مقاومت فشاری و خمشی ضعیف شده و به حد مطلوب نخواهد رسید.
مهمترین دلیل جدا شدن دانه‌ها در بتن تازه، اسلامپ بالا و بیش از حد است. دلایل دیگری از قبیل ویبره بیش از حد، جابجا کردن بتن در قالب بوسیله بیل یا ویبراتور، ریختن بتن از ارتفاع نیز ممکن است به جدا شدن دانه‌ها منجر شود. انبار کردن نامناسب دانه‌ها ممکن است به جدا شدن دانه‌ها قبل از ساخت بتن و احتمالاً عدم وجود دانه‌بندی یکنواخت و صحیح در بتن ساخته شده منجر شود. به همین جهت لازم است انبار کردن دانه‌های شن و ماسه در کارگاه به صورت مجزا و در دپوهای جداگانه صورت گیرد. از طرفی بهتر است برای ماسه یک دپوی (۵-۰)میلیمتر و برای شن دپوهای (۱۰ mm-۵) یا نخودی و (۲۰-۱۰)میلیمتر یا بادامی تنظیم شود و در صورت استفاده از دانه‌های درشت‌تر می‌توان از یک دپوی (۴۰-۲۰) میلیمتر نیز استفاده کرد. به این ترتیب می‌توان در هنگام ساخت بتن مصالح دانه‌ای از هر دپو به میزان محاسبه شده جدا کرده و اختلاط را انجام داد.

تراکم بتن تازه

تراکن بتن، یعنی به حرکت درآوردن ذرات بتن، کم کردن اصطکاک بین آنها و خارج کردن حباب‌های هوا از بتن. مکانیزمی که برای تراکم بتن بکار می‌رود، ارتعاش است. هدف از متراکم کردن بتن و خارج کردن حباب‌های هوا، آن است که بتن توپرتری به دست آید تا در نتیجه آن بتن از مقاومت بهتری برخوردار شده و در مقابل عوامل مخرب محیطی از خود دوام بهتری نشان دهد.

از طرفی با افزایش سطح تماس بین بتن و میلگرد، چسبندگی بهتری بین آنها فراهم کرده و نیز سبب می‌شود که پس از باز کردن قالب‌ها، سطح ظاهری صاف و بدون خلل و فرج برای بتن حاصل شود .قدیمی‌ترین روش برای ویبره، ضربه زدن به بتن (به قالب) است. طبیعی است که این نحو ویبره برای کارهای کوچک و کم‌اهمیت می‌تواند تا حدودی مناسب باشد.

انواع ویبره

۱- ویبره دستی:

ساده‌ترین نوع ویبره، ویبره دستی است که ممکن است به صورت میله‌ای یا شیلنگی باشد. ویبره میله‌ای یک وسیله لرزاننده کوچک است که آن را به وسیله دست هدایت کرده و یا فرو بردن به صورت قائم در قسمت‌های مختلف بتن را مرتعش کرده و حباب‌های هوا را خارج می‌کنند. توصیه می‌شود در این روش، میله لرزان را به فاصله هر ۰/۵ الی یک متر در بتن فرو برده و هر بار بین ۵ تا ۳۰ ثانیه در بتن نگه دارند (بسته به میزان تراکم مورد نظر و همچنین اسلامپ بتن).

۲- ویبره لرزاننده قالب:

این ویبره را در مجاورت قالب بتن قرار داده و یا به آن متصل می‌کنند. با بکار افتادن این ویبره، مجموعه قالب و بتن داخل آن مرتعش شده و حباب‌های هوا خارج می‌شوند.

۳- ویبره میزی:

معمولاً در کارگاه‌های بتن پیش ساخته مورد استفاده قرار می‌گیرد. در چنین کارگاه‌هایی میز ویبره در سالنی موسوم به سالن ویبره مستقر بوده و با بکار افتادن دستگاه ویبره میزی، مجموعه میز و قالب و بتن، لرزیده و عمل ویبره شده انجام می‌گیرد.

لازم است جهت متراکم کردن بهتر بتن و چسبندگی بهتر آن به فولاد، همیشه از ویبره استفاده شود تا امکان استفاده از نسبت آب به سیمان کمتری در ساخت بتن فراهم شود .

ویبره بیش از حد، مضر است، چون ممکن است سبب آب انداختن و یا جدا شدن دانه‌ها شود. انتخاب ویبره در حد مناسب، معمولاً نیاز به تجربه زیاد دارد و بسته به نظر مهندس کارگاه و ناظر پروژه تعیین می‌شود (هرچه کارایی کمتر باشد، ویبره بیشتر و هرچه کارایی بیشتر باشد، ویبره کمتری مورد نیاز است.

پس از ریختن بتن، با گذشت زمان، بتن تازه به بتن سخت شده تبدیل می‌شود. از زمان ریختن بتن تا مرحله سفت و سخت شدن آن، باید از آن نگهداری و مراقبت کرد.

مراقبت از بتن (به عمل آوری بتن)

در مراقبت از بتن، باید به دو مساله توجه شود:

۱-رطوبت کافی

۲- درجه حرارت مناسب.

برای به عمل آوردن بتن، به رطوبتی حداقل معادل ۸۰ درصد نیاز است و اگر این رطوبت در حد ٪۱۰۰ باشد، مناسب‌تر خواهد بود.

بهترین درجه حرارت برای نگهداری بتن در حدود ۱۳ درجه سانتیگراد است، اما در شرایط معمولی و دمای عادی، حساسیت بتن به درجه حرارت چندان قابل توجه نبوده و بنابراین در کارگاه، در مرحله مراقبت از بتن معمولاً کنترلی روی درجه حرارت انجام نمی‌دهند، مگر در درجه حرارت ۴+ درجه و پایین‌تر که گیرش بتن و سرعت واکنش‌ها با مشکلاتی روبرو می‌شود، بخصوص در دمای زیر صفر که شرایط یخزدگی بتن فراهم می‌گردد. حداقل زمانی که برای بتن عادی جهت مراقبت پیشنهاد شده، ۷ روز است، یعنی در طول مدت زمان ۷ شبانه‌روز باید بتن در دمای مناسب و رطوبت حداقل ٪۸۰ نگهداری شود.

عدم مراقبت و یا مراقبت ناقص از بتن، عواقب زیر را به دنبال دارد:

۱- افت مقاومت فشاری و خمشی

۲- ایجاد زمینه پودرشدگی سطحی بتن

قسمت‌های سطحی بتن در مقابل هوای آزاد رطوبت خود را از دست داده و سیمان آن به طور کامل در واکنش‌های شیمیایی وارد نمی‌شود. بنابراین سطح بتن سست شده و بعداً با ساده‌ترین تاثیر عوامل مخرب محیطی، رفته رفته تخریب می‌شود (پدیده پودرشدگی اتفاق می‌افتد).

۳- افزایش میزان افت در بتن (انقباض)

بتنی که به طور صحیح از آن مراقبت نشود، حتماً دچار پدیده افت خواهد شد و در سطح آن ترک‌هایی ایجاد می‌شود.

۴- افزایش میزان خزش در بتن

خشک شدن بتن

خشک شدن بتن از سطح بتن شروع می‌شود و به عمق آن نفوذ می‌کند. مدت زمانی که طول می‌کشد تا قسمت‌های مرکزی بتن (مغز بتن) کاملاً خشک شود، بسیار طولانی است. به عبارت دیگر، قسمت‌های سطحی در ساعت‌های اولیه و روزهای اولیه، ولی قسمت‌های عمیق خیلی دیر خشک می‌شوند. قسمتی از بتن که رطوبت آن در طول دوره مراقبت از ۸۰ درصد کمتر شود، عملیات گیرش آن متوقف می‌شود، لذا با توجه به مکانیزم خشک شدن، هیچگاه نباید نگران توقف گیرش در قسمت‌های میانی بتن بود، به خصوص اگر بتن متراکم باشد. بنابراین مشکل اصلی سطح بتن است (بخصوص تا عمق ۰/۵ الی ۱ سانتیمتر). به همین دلیل در ۷ روز اولیه عمر بتن، باید از بتن مراقبت سطحی صورت گیرد.

مقاومت بتن

مقاوم بتن به عوامل زیر بستگی دارد:

۱- کیفیت دانه‌ها:

هرچه دانه‌ها کیفیت بهتری دارا باشند، مقاومت بتن بالاتر است. بتنی که از دانه‌های سیلیسی ساخته شده باشد، مقاومت بالاتری نسبت به بتن ساخته شده با دانه‌های آهکی دارد.

۲- میزان دانه‌ها:

هرچه دانه‌های بیشتری در بتن مصرف شوند، بتن توپرتر و مقاوم‌تر خواهد بود (به شرط اینکه پیوستگی دانه‌ها حفظ شود).

۳- مقدار سیمان:

معمولاً هرچه مقدار سیمان در بتن بیشتر باشد (البته تا یک حد مشخص) بتن مقاومت بالاتری خواهد داشت. مقدار سیمان باید در حدی باشد که چسبندگی کافی بین دانه‌ها برقرار نماید. لذا چنانچه سیمان اضافی مصرف شود، در بعضی مواقع حتی منجر به کاهش مقاومت می‌شود، چون سیمان اضافی بین دانه‌ها فاصله می‌اندازد.

۴- نسبت آب به سیمان:

هرچه نسبت آب به سیمان کمتر درنظر گرفته شود، بتن ساخته شده مقاومت بالاتری خواهد داشت.

۵- عمر بتن:

هرچه از شروع ساخت بتن، زمان بیشتری گذشته باشد، بتن مقاومت بیشتری خواهد داشت. مقاومت ۷ روزه در بتن عادی در حدود ۷۰درصد مقاومت ۲۸ روزه است. معمولاً در محاسبات، مقاومت ۲۸ روزه بتن که حدود ۹۰ الی ۹۵ درصد مقاومت نهایی است، درنظر گرفته می‌شود.

مسایل اجرایی در هنگام بتن‌ریزی

۱- ساختن بتن

ساخت بتن باید به صورتی انجام گیرد که کلیه دانه‌ها و سیمان به طور یکنواخت با هم مخلوط شوند. مهندس کارگاه باید دقت کند و مطئن شود که توزیع دانه‌ها در همه قسمت‌های بتن به یک صورت است. این اطمینان اکثراً با چشم و با تجربه و بررسی امکان‌پذیر است. توصیه می‌شود در اختلاط اجزاء بتن از بچینگ پلات استفاده شود.

۲- حمل بتن

در حمل بتن دو مساله قابل توجه است:

الف) حمل باید به صورتی انجام شود که جدا شدن جدانه‌ها اتفاق نیافتد.

ب) حمل باید به صورتی انجام شود که آب بتن از دست نرود.

حمل بتن را می‌توان به روش‌های مختلف به شرح زیر انجام داد:

الف) حمل دستی:
حمل بتن ممکن است به صورت دستی انجام شود که فقط برای کارهای کوچک کاربرد دارد (مثلاً با استفاده از فرغون)

ب) حمل با کمپرسی:
حمل بتن ممکن است با کمپرسی انجام شود که توصیه شده بتنی که با کمپرسی حمل می‌شود، حداکثر ۴۵ دقیقه در کمپرسی بماند و حتی‌المقدور با کارایی کم ساخته شود. مشکل عمده این روش، پدیده جدا شدن دانه‌هاست. این طریق بیشتر برای مسیرهای صاف و هموار و کوتاه یا متوسط توصیه می‌شود.

ج) حمل با میکسر:
حمل ممکن است با میکسرهای دوار که بر پشت یک کامیون نصب شده‌اند، صورت پذیرد. توصیه شده زمان مسافت حمل از ۱/۵ ساعت بیشتر طول نکشد (اگر زمان بیشتری بگذرد، واکنش‌های شیمیایی عملاً انجام می‌گیرد)

د) حمل با روش‌های خاص دیگر:
وسایل خاص دیگری هست که ممکن است حمل با آنها صورت گیرد. یکی از آنها، تسمه نقاله بوده که امروزه کاملاً از رده خارج شده است (زیرا لزوماً به جدا شدن دانه‌ها منجر خواهد شد).
بعضی اوقات در حمل بتن از سطل (باکت)هایی که از ته تخلیه می‌شوند، استفاده می‌شود. همچنین می‌توان از یک سیستم کابل‌کشی و یا جرثقیل برای انتقال باکت‌ها استفاده کرد (بخصوص در کارهای بزرگ)

۳- ریختن بتن

مرحله بعد از حمل، ریختن و جای دادن بتن در قالب است. مهمترین مساله در هنگام ریختن بتن، امکان جدا شدن دانه‌هاست. مهندس کارگاه باید کاملاً مراقب باشد تا هنگام ریختن بتن از عواملی که سبب جدا شدن دانه‌ها می‌شود، احتراز شود.
توصیه می‌شود فاصله قرارگیری بتن از محلی که بتن سرازیر می‌شود، حتی‌المقدور کم بوده و از ۵۰ سانتیمتر تجاوز نکند. ممکن است بتن‌ریزی توسط دستگاه پمپ بتن صورت گیرد. از مشکلات پمپ در ریختن بتن، آن است که اجباراً باید نسبت آب به سیمان را برای حصول روانی لازم به میزان قابل توجهی افزایش داد (به عنوان مثال چنانچه بتنی که دارای اسلامپ ۵ است، را بخواهند یا پمپ در قالب جای دهند، اجباراً باید اسلامپ را از ۵ سانتیمتر به ۱۰ الی ۱۲ سانتیمتر افزایش دهند. از این جهت استفاده از پمپ همیشه توجیه ندارد).

استفاده از پمپ بتن، بیشتر در مواردی توصیه می‌شود که بتن‌ریزی در ارتفاع بوده و از طرفی مشکل ریختن بتن هم وجود داشته باشد .برای بتن‌ریزی در ستون‌ها به وسیله پمپ بتن باید دقت کرد که با عبور دادن لوله پمپ از قالب، ارتفاع مجاز بتن‌ریزی تنظیم شود .

در بتن‌ریزی‌هایی نظیر بتن‌ریزی ستون که امکان عبور دادن لوله پمپ از قالب و تنظیم ارتفاع مناسب بتن‌ریزی میسر نباشد، بهتر است که در قالب و در فواصل مناسب (مثلاً ۱ متر به ۱ متر) روزنه‌هایی را تعبیه نموده و بتن‌ریزی را از این روزنه‌ها انجام داد. در چنین مواقعی همچنین می‌توان از قیف جهت بتن‌ریزی استفاده کرد. البته باید توجه داشت که بتن‌ریزی به گونه‌ای انجام گیرد که جدایی دانه‌ها رخ ندهد.

در مورد بتن‌ریزی در کف‌ها باید به دو نکته توجه کرد:

اولاً بتن را نباید به صورت توده بزرگی خالی کرد و سپس با حرکت افقی آن را جابجا کرده و قالب را پر کرد، زیرا سبب جدایی دانه‌ها می‌شود.

ثانیاً بتن‌ریزی باید به گونه‌ای انجام گیرد که بتن ریخته شده تحت فشار وسیله تخلیه بتن (نظیر فرغون) قرار نگیرد، زیرا سبب آب انداختن بتن می‌شود.

در بتن‌ریزی‌های حجیم نیز باید دقت کرد. مساله‌ای که در این مورد ممکن است پیش آید، اتصال سرد است. برای رفع آن از سیمان تیپ IV استفاده می‌شود، ولی با دقت در بتن‌ریزی، به صورت ساده‌تر می‌توان از این پدیده جلوگیری نمود. با کاربرد این روش، امکان سفت شدن لایه قبلی از بین رفته و اتصال بین لایه جدید و لایه قبلی به خوبی انجام می‌شود.