بسم الله الرحمن الرحیم

تعمیر ونگهداری کولینگ تاور های (برج های خنک کننده) گروه ملی صنعتی فولاد ایران

یعقـــوب کـــمالی نیـا

مهـــدی محـــتشم زاده

عبـــــاس بهمنی بناری

چکیده:

درکارخانجات تولیدات صنعتی مانند صنایع فولاد سازی(گروه ملي صنعتي فولاد ایران عرصه ای جدید از تعیمرات و باز سازی سازه های بتنی (برجخنک کننده) در بخش های این کارخانجات که قبلا فقط با مصالح سیمان وبتن مسلح, استفاده میشد با توجه به این تعمیرات ،و روش مصالح مصرفی، در کنار مدیریت تعمیرات قرارگرفت . با توجه به تجربیات اجرایی کارآمد، از اهمیت مضاعفی درموفقیت عملیات های تعمیرات برخودار گردید .

این مقاله با توجه به بخشی از تجربیات علمی وکارشناسی ، اجرایی در تعمیرات وباز سازی کولینگ تاورهای گروه ملی صنعتی فولاد ایران (برج خنک کننده) سعی می گردد تا به چالش ها ، و نیز عوامل موثر در موفقیت فرآیند تعمیرات در سازه های مذکور پرداخته شود.

۱ – مقدمه

کولینگ تاور ها **cooling tower** یا (برج های خنک کننده) گروه ملی صنعتی فولاد ایران به عنوان یکی از پر اهیمت ترین سازه های فرآیند تولید دراین کارخانجات صنعتی می باشند که در چرخه تولید همواره در مدار بهره برداری قرار داده میشوند .کولینگ تاور ها یا(برج های خنک کننده) دراین شرکت گروه ملی صنعتی فولاد ایران به صورت سیستم بتنی در این کارخانجات ساخته شده اند که عموما در کارخانجات صنعتی بزرگ دیگر مانند کارخانجات صنایع فولاد سازی ،به واسطه نیاز بالا به پروسه خنک سازی و در نتیجه ابعاد بزرگ کولینگ تاور یا(برج های خنک کننده) به صورت تمام بتنی با تاسیسات لازم ساخته می شوند.

درکولینگ تاورهای بتنی گروه ملی صنعتی فولاد ایران به علت کاربری هیدرولیکی در دو فاز استخر و ریزشی (دیوارها) از یک سویی و از سوی دیگر محیط خوردنده و با پتانسیل بالای تخریب ناشی از کربناتاسیون ، خوردگی کلریدی ، حمله سولفاتی، تاثیر اسیدها ، تبلور نمک یا سیکا ذوب و یخ ، علی الخصوص بع علت نزدیکی مناطق جنوبی که به واسطه نزدیکی به سطح دریا ومنابع نفت و گاز و بیشترین تراکم کارخانجات را دارا می باشند ، به شدت در معرض تخریب و به تبع آن نیازمند تعمیر وبازسازی می باشند . از جمله سایر عوامل تخریب این نوع سازه هارعایت نکردن دستور العمل های استاندارد ، و ایین نامه ها، (مقررات ملی ساختمان) است که می توان به کیفیت پایین ساخت وساز ، وجود درزهای اجرایی متعدد به علت ابعاد بزرگ در پلان و ارتفاع ، سایش ناشی از ریزش آب به دیوارها ، وجود املاح زیاد در آب مناطق ، تغییرات دمایی زیاد در مناطق جنوبی و ایجاد ریز ترکها به واسطه آن ، مشکلات ناشی از بتن ریزی در هوای گرم دراین مناطقه و عدم به کارگیری تدابیر مناسب یا به کارگیری تدابیر نامناسب اشاره کرد.

که مطابق شرح کار، دستور العمل ها،و استاندارد بتن ،و مشخصات فنی وعمومی وخصوصی و شرایط ویژه پروژه، ودستورالعملهای دستگاه نظارت، وبرنامه اجرائی زمانبندی ومقادیرکارهاانجام میگردد.

(طبله شدن بتن واکسید شدن میلگردها (تخریب وپرکردن ترک ها به وسیله مواد مخصوص آبند)

۲- عوامل موثر در تعمیر ونگهداری وبازسازی کولینگ تاور بتنی(برج های خنک کننده):

درپروسه تعمیرات کولینگ تاورها عمدتا همانند سایر سازه های بتنی می باشد .مراحل اصلی این فرآیند را می توان به شرح ذیل بیان داشت.

۱- سایت ویزیت از محل مورد نظر (کولینگ تاور)

۲- ارزیابی میدانی و آزمایشگاهی وتست غیرمخرب بتنی که شامل (DT) و (NDT)

۳- بررسی نتایج آزمایشگاهی (PH) دبی آب ورودی وخروجی ومقدار گردش آب سلول های مدار باز ومدار بسته

۴- ارائه طرح ومحاسبات مورد نیاز کولینگ تاور بر اساس نقشه ها ومدارک فنی موجود.

۵- تعیین نیاز یا عدم نیاز به تعمیرات

۶-انتخاب روش تعمیرات وتهیه مصالح مورد نیاز تعمیر

۷- اعلام برنامه زمانبدی وتاریخ شروع بکار

۸-شرح کار (دستور اجرای ترمیم و بازسازی)

۹-کنترل کیفی عملیات بازسازی و ترمیم انجام شده آنچه می توان به عنوان وجه تمایز و خاص کولینگ تاورها بر شمرد شرایط خاص و محدودیت زمانی و نیز شرایط بهره برداری از سازه می باشد .این بدان معنا است که بخش ویژه تعمیرات سازه بتنی کولینگ تاورها در انتخاب روش ومصالح ترمیم و اجرای عملیات ترمیم و بازسازی می باشد

(طبله شدن بتن واکسید شدن میلگردها) (تخریب وپرکردن ترک ها به وسیله مواد مخصوص آبند)

۳-.محدودیت زمانی در بازسازی کولینگ تاورها:

کولینگ تاورها به عنوان بخشی از چرخه تولید در کارخانجات صنعتی از قائده محدودیت زمانی تعمیرات در محیط های صنعتی پیروی می کنند، مگر اینکه سیستم کارخانه دارای سازه ای مشابه باشد که عملا این امر به علت هزینه های بالا احداث سازه های مذکور کمتر اتفاق می افتد. از سوی دیگر این سازه ها به واسطه شرایط خاص دارای سطح گسترده تعمیرات می باشند .بدین معنی که معمولا سطح داخلی سازه ها به واسطه آب ریزشی دارای شن زدگی میباشند .در کنار این موارد باید ارتفاع بالای سازه که به طور معمول در چهارده متری می باشد و به تبع نیاز به اجرای تمهیدات دسترسی را مورد توجه قرار داد. علاوه بر آن این سازه ها پس ازگذشت مدتی از بهره برداری به طور معمول دارای حجم زیادی رسوب وته نشینی گل و لای حاصل از اکسید های داغ شمش ها که لای روی آن موقع تماس با آب بصورت اکسید ریزش میکندو آب که برای خنک کردن غلتک ها وهیدرولک استفاده میشود .که آب با اولین تماس شمش مقداری از لایه اکسید آهن ومواد ترکیبی به درون کانال های آب جاری فرو ریخته ومجدد جهت تصفیه وارد مدار کولینگ تاور می باشند که پاکسازی آنها نیازمند زمان زیادی بوده که باید در برنامه زمانی پروزه گنجانده و لحاظ گردد.از آنجا که فرآیند بسته به حجم و عمق تخریب و علل آن ، دارای مراحل متعددی می باشد در انتخاب سیستم وروش تعمیر می بایست به همه آنها توجه نمود.باید توجه نمود که به طور معمول بازه زمانی مورد نظر کارفرمایان تعمیرات در کولینگ تاورها بین ۱۵ تا ۳۰ روز میباشد که با توجه به موارد فوق الذکر باید انتخاب دقیق و صحیحی در روش و مصالح مصرفی و نیز به کارگیری نیروهای انسانی متخصص و تجهیزات متناسب به کار گرفت.

۴- مراحل ومواردی را که برای تعمیروبازسازی کولینگ تاور (برج خنک کننده)انجام میگردد :

۱- اجراء وبستن نوار خطـــــردور تا دور کولینگ تاور (برج خنک کننده) محل مورد نظر تعمیروباز سازی

۲- اجرای کامل داربست فلزی ثابت ومتحرک در بیرون کولینگ تاور وداخل سلول های مدار باز وبسته

۳- اجرایایمنی وحفاظتی از قبیل سرپوش(تور حفاظتی) قبل از انجام عملیات *تخریب‌وغیره...*

۴- خالی کردن آب درون سلول های مدار باز وبسته وقطع نمودن جریان ورودی وخروجی آب کولینگ تاور

۵- تخریب بتن مسلح و ترک های دیوار آسیب دیده وطبله شده داخل وبیرون کولینگ تاور

۵-۱- بریدن میلگرد های آسیب دیده واکسید شده در بتن مسلح

۵-۲- جمع آوری وحمل نخاله های حاصل ازتخریب دیوار های کولینگ تاور

۵-۳-سوراخکاری بتن دیوار با دریل یا دستگاه مغزگیر (coring)

۵-۴- پاکسازی سوراخ های بتن با دمنده هوا

۵-۵- تزریق چسب بتن ونگهدارند برای کاشت میلگرد

۵-۶- نصب میلگرد (کاشت میلگرد)در سوراخ های حفاری شده بتن

۵-۷-اجرای چسب بتن با بُرس اعمال لایه پیوند دهنده بتن قیم به جدید از نوع اپوکسی یا پایه سیمانی در جاهای که تخریب شده

۶-اجرای شبکه آرماتور بندی(مش)

۷- اجرای قالبندی فلزی یا چوبی

۸- اجرای عملیات ملات ترمیمی(بتن ریزی) در محل های تخریب شده و سطوح شن نما با(پمپ) یا شاتکریت در دیوار ها

۹- اجرای عملیات سند بلاست دیوار ها وشاسی های فلزی داخل سلول های مدار باز وبسته

۱۰- لایروبی گل ولای موجود ومواد حاصل از تخریب دیواره ها در درون سلول های مدار باز وبسته کولینگ تاور

۱۱- اجرای عملیات پوششی و محافظتی برای جلوگیری از ایجاد تخریب های آتی و آب بندی سازه طی چند مرحله بر روی دیوار های داخل سلول مدار باز وبسته کولینگ تاور

۱۲- اجرای نصب آبچکان بتنی روی دیوار های کولینگ تاور

۱۳- اجرای رنگ اپوکسی بر روی دیوار های بیرونی کولینگ تاور

واضح است که این حجم گسترده از عملیات اجرایی در بازه های زمانی کوتاه مدت نیازمند برنامه ریزی بسیاردقیق وجامع ، تجربه کافی ، شناخت لازم از فرآیند جامع تعمیر ، انتخاب مناسب روش و مصالح مصرفی می باشد.

عوامل موثری در انتخاب مصالح مصرفی و روش ترمیم سازه های بتنی که باید رعایت شود عبارتند ازموارد ذیل:

۱- نما یا غیر نما بودن تعمیرسازه کولینگ تاور

۲- انتظارات کارفرما و دوام مورد نظر از تعمیرمصالح مورد استفاده

۳- تهیه برآورد،حجم و ابعاد ترمیم وتعمیر وباز سازی

۴- وضعیت دسترسی محل کولینگ تاور

۵- محدودیت های زمانی کولینگ تاور

۶- سازه ای یا غیر سازه ای بودن(نوع مصالح بکار رفته در سازه) تعمیرات

۷- شرایط بهره برداری از نظر مکانیکی، سایشی ، شیمیایی و دمایی موارد مورد استفاده

۸- مقاومت یا عدم نیاز به مقاومت در برابر تابش خورشید

۹- محدودیت و شرایط اقتصادی مورد نظر کارفرما در پروژه

۱۰- شرایط محیطی از نظر دما و رطوبت در زمان اجرا و بهره برداری در گزینش روش تعمیرات می بایست توجه لازم به همه موارد لازم صورت پذیرد .اما بدون شک در هر پروژه وفرآیند تعمیرات اهمیت یک یا چند عامل بیش از سایرین بوده و تاثیر آنها در انتخاب روش بازسازی بیشتر می باشد وباید مورد توجه حداکثری قرار گیرد.

آنچه در انتخاب روش و مصالح تعمیرات برج های خنک کننده بتنی نیازمند توجه ویژه است موارد ذیل میباشد

۱- به علت کوتاهی زمان تعمیرات پروژه (در اغلب مواقع) باید از مصالح مرغوب و از فن آوریهای به روز دنیا استفاده شود که نیازمند اجرا بر روی سطح کاملا عاری از رطوبت نداشته باشند .چرا که سطح داخلی کولینگ تاورها به علت شرایط بهره برداری دارای رطوبت و رسوب می باشد و خشک شدن کامل آن تا زیر چهار در صد بسته به دمای محبط بین ۷ تا ۲۸ روز به طول خواهد انجامید.

۲- به کارگیری مصالحی که اجرا و عمل آوری آن سریع بوده و نیازمند بازه زمانی طولانی برای فرآیند عمل آوری و کیورینگ نباشد.

۳- امکان ایجاد تنفس بتن به مدت مشخص شده پس از آب بندی و محافظت با هدف خروج رطوبت در حین بهره برداری

۴- ضریب انبساط حرارتی متناسب با بتن پایه به منظور جلوگیری از جداشدگی در تغییرات حرارتی محیطی

۵- چسبندگی بالای پوشش با هدف جلوگیری از جداشدگی در برابر آب ریزشی و یا پوسته شدن

۶- مقاومت در برابر املاح ، یون کلر و سولفات

۷- امکان ایجاد پل و یا ترمیم وبازسازی ترک های موئی

۸- عمر و دوام بالا متناسب به شرایط عمر مورد انتظار از سازه

۹- عدم آسیب دراثر خشک و تر شدن

۱۰- عدم آسیب در برابر تابش خورشید

۱۱- استفاده از سیستم های اجرایی با امکان اجرای سریع به خصوص در صورت نیاز به ترمیم گسترده بتن

۱۲- سهولت اجرا و استفاده، به منظور جلوگیری از اشتباهات احتمالی

با بررسی انواع روش ها و مصالح ترمیمی، مزایا و محدودیت های زمانی، اجرایی و مکانیکی و شیمیایی هر یک درکنار تطابق با شرایط خاص بهره برداری و نیز لحاظ هزینه های بهینه ، نسبت به انتخاب روش اقدام می گردد ما بایدتحلیل وبررسی کنیم با چه هزینه ای وبا چه دوامی دست خواهیم یافت .کارشناسی تعمیر باید به این نتیجه برسد که در این مرحله که آیا تعمیر وترمیم سازه گزینه ای بهتر است یا ساخت سازه جدید مناسب تر است .البته این امر همواره به مباحث اقتصادی مربوط نمی شود ، چرا که گاهی اهمیت یک سازه در تولید به حدی است که امکان جایگزینی آن در کوتاه مدت وجود ندارد و باید تعمیرات صورت پذیرد.از جمله دیگر عوامل موثر در انتخاب روش تعمیرات خواسته و توقعات کارفرما و بهره برداری از سیستم می باشد.

کارفرما با توجه به پلان وبررسی های توسعه خود و محدودیت های زمانی و مالی تصمیم خواهد گرفت چه توقعاتی از ترمیم وبازسازی دارد .آیا نیاز به تعمیرات ارزان قیمت با دوام کوتاه مدت می باشد یا نیاز به یک تعمیر با حداکثر دوام میباشد.

لازم به ذکر است در برخی مواقع شرایط بهره برداری به نحوی است که نیاز به تعمیرات دوره ای ناگریز می باشد وصرفا به کارگیری تعمیرات کارآمد با طولانی ترین دوام مورد نظر می باشد.

۵- مصالح مناسب جهت تعمیرات برج های خنک کننده:

بخش اعظمی از روش های تعمیرات سازه های بتنی که به کار گرفته می شود نشات گرفته از تخصص وتجربیات مشابه موفق یا ناموفق پیشین می باشد. پیشنهادات و مباحث مطروحه در این بخش ناشی از تجربیاتی ازهمکاران واینجانب در تعمیرات چندین برج خنک کننده و مشاهده نتایج حاصله از مصالح و روش های مختلف در پروژه های مذکور در کنار بررسی سایر تعمیرات انجام شده توسط کارفرما یان در پروژه های مختلف می باشد .

اجرای تعمیر و پوشش در بدو ساخت:

تعمیر سازه های بتنی کولینگ تاورها **(cooling tower)** در بدو ساخت تفاوت چندانی با سایر سازه های بتنی ندارد .در این سازه ها که معمولات تعمیر به اصلاح بتن هایکه با مشاهده ترک های ریز ودرشت و شن نما و کرمو ، تعمیر درزهای اجرایی و نهایتا اجرای پوشش آب بندی ومحافظتی مناسب محدود می شود، دارای چهارچوب های عمومی می باشد .لذا در فاز ترمیم بتن ، بسته به ضخمات محل تعمیر امکان استفاده از انواع ملات های ترمیم کنندهوبه روز پایه سیمانی با دانه بندی های مختلف ، به همراه چسب های بتن پیونددهنده وجود دارد .در این شرایط ملات های پایه سیمانی به علت مشخصات با شباهت بالا از منظرمکانیکی و حرارتی، با بتن پایه و همچنین عدم محدودیت زمانی بهترین گزینه می باشد.

در فاز پوشش نیز امروزه رزین های اپوکسی به طور گسترده ای از سوی کارفرمایان به کار گرفته می شود .این پوشش با وجود مزایای منحصر به فرد و مناسب مانند مقاومت مکانیکی و شیمیایی بالا ، اغلب دارای دوام مناسبی نمی باشند .دوام پوشش های اپوکسی در این سازه ها معمولا به حداکثر چهار۴ سال محدود می گردد.

عمده مشکل در به کار گیری پوشش های اپوکسی و دوام پایین آن را می توان به عدم انطباق حرارتی با بتن پایه (این امر در مناطق گرمسیر و سردسیر به خصوص در سازه های با ابعاد بالا از اهمیت بالایی برخوردار می باشد که باعث طبله شدن ، جداشدگی و یا ترک خوردن پوشش می گردد) ، عدم امکان تنفس بتن که نقش بالایی در اتحکام پوشش و دوام بتن دارد، مربوط دانست . البته این امر در خصوص اکثر پوشش های رزینی مانند پلی یورتان و پلی یورا نیزصادق می باشد.

از این رو پوشش های پایه سیمانی عملکرد بهتری از خود نشان خواهند داد و به تبع دوام بیشتری خواهند داشت.پوشش های پایه سیمانی مناسب جهت مقابله فشار آب را می توان به دو گروه زیر تقسیم نمود:

۱-پوشش های سیمانی اکرلیکی :

این پوشش ها که متشکل از ترکیبات شبه سیمانی اصلاح شده و پلیمرهای اکرلیکی می باشند دارای مزایای زیادی در آب بندی و محافظت می باشند .این پوشش بسته به غلظت و میزان رزین ترکیبی با بخش سیمانی دارای انعطاف پذیری بالا و چسبندگی مناسبی می باشند.

از مزایای این پوشش ها می توان به الاستسیته بالا، انطباق حرارتی با بتن پایه، مقاومت خوب شیمیایی در برابر سولفات،قابلیت تنفس بتن ، کلر وکربناتاسیون ، دوام بالا ، ایجا پل بر روی ترکها و بتن های متخلخل و کرمو ، تحمل فشار تا ۷بار در فشار مثبت ،سرعت و سهولت بالای اجرا ، امکان اجرای بر روی سطح مرطوب و عمل اوری کوتاه مدت و ساده می باشد .این پوشش ها بسته به فشار آب به میزان ۱/۵ تا ۴ کیلوگرم در حداقل دو لایه به وسیله برس و یا ایرلس بر روی سطح بتن اجرامی گردد.

۲- پوشش های شبه سیمانی نفوذگر کریستال شونده :

این پوشش ها بر پایه ترکیبات اصلاح شده سیمان می باشد که عملکرد آن بر مبنای نفوذ در حفرات و ترک های مویینه بتن و واکنش با آهک آزاد بتن و ایجاد کریستالهای غیر محلول و آب بندی و حفاظت از بتن می باشد .از مزایای این پوشش می توان به مقاومت مکانیکی و شیمیایی خوب ، خواص خود ترمیمی در مجاورت آب ، ترمیم و آب بندی ترکها تا ۴۰۰ میکرون ، آب بندی از عمق و دوام بالادر برابر ضربه و خراش، قابلیت تنفس بتن پس از اجرا، امکان اجرا بر روی سطح بتن مرطوب، تحمل فشار تا ۱۴بار درفشار مثبت ، مقاومت در شرایط اسیدی ضعیف، مقاومت در برابر تابش آفتاب اشاره کرد .این پوشش بسته به سطح بتن به میزان ۱/۵تا ۳ کیلوگرم در دو تا سه لایه به و سیله برس یا ایرلس بر روی سطوح بتنی اجرا می گردد.

پوشش های مذکور با وجود تشابه عملکردی در بسیاری از مواقع ، و نیز مزایای نسبی پوشش های سیمانی اکرلیکی- به علت سهولت اجرای عمل آوری کوتاه و امکان ایجاد پل در ترک های تا ۱۵۰۰ میکرون و بتن های کرمو از نظرنگارندگان پوشش های نفوذگر کریستال شونده در کولینک تاور های بتنی ارجح می باشند.

این امر به علت مقاومت چسبندگی بالاتر این پوشش ها می باشد که باعث می گردد دوام آنها در بخش ریزیشی دیوارها که سایش بالایی وجود دارد بیشتر بوده و در اثر سایش دچار جداشدگی یا طبله شدگی نمی گردند.

الف) ترمیم ترک ها با ملات پایه سیمانی ب) اجرای پوشش آب بند با مواد مخصوص پ) اجرای سند پلاست دیوار ها

۶- تعمیر و بازسازی در دوره بهره برداری :

در شرایط بهره برداری، عملیات علاوه بر موارد ذکر شده در سازه های در بدو ساخت دارای محدودیت های بیشتری می باشد .آنچه تعمیر برج های خنک کننده در حال بهره برداری را متمایز می سازد، محدودیت های زمانی دوره تعمیرو بازسازی می باشد.

این محدودیت باعث می گردد که بدنه دیوار وبتن های آسیب دیه وطبله شده خشک گردد و حذف رطوبت به طور کامل و عمیق وجود نداشته باشد .ازاین رو امکان استفاده از اغلب رزین ها وجود ندارد .لازم به ذکر است در صورت وجود رطوبت در عمق بتن ودیوار هایی که ترک دارند وعدم امکان خروج آن در پوشش های رزینی ، علاوه بر پتانسیل بالای خوردگی کلریدی در آینده ، شاهد جداشدگی وطبله پوشش خواهیم بود .این امر با استفاده از ملات ها و سیستم های ترمیم کننده پایه سیمانی تشدید می گردد.

استفاده از پوشش و ملات های تعمیری پلیمری با وجود زمان گیرش سریع، علاوه بر اختلال در کیفیت و فرآیند شیمیایی به علت وجود رطوبت در بتن، به علت اختلاف عملکرد انبساط حرارتی شاهد جداشدگی آنها در دوره بهرهبرداری نه چندان بلند مدت خواهیم بود .از این رو استفاده از سیستم های پلیمری در تعمیر برج های خنک کنند درحال بهره برداری دارای عمر کمتری نسبت به استفاده از محصولات تعمیرات پلیمری در بدو ساخت می باشد (اینموضوع در تکرار تعمیرات سازه های بتنی برج خنک کننده در جنوب کشور در بازه زمانی ۲۴ تا ۳۶ ماهه به وضوح قابل رویت می باشد.)

با توجه به موارد مطروحه و تجربیات مشابه، به اعتقاد نگارندگان در تعمیرات سازه های مذکور و مشابه استفاده ازمصالح پایه سیمانی و پوشش های نفوذگر کریستال شونده مناسب ترین روش می باشد.

مزایا و دلایل گزینش این سیستم می توان به موارد ذیل اشاره کرد:

۱- **مقاومت شیمیایی مناسب در برابر سولفات، کلر و املاح :** با توجه به وجود ترکیبات مذکور در آب بهره

برداری از اهیمت بالایی برخوردار است.

امکان اجرا بر روی سطح مرطوب :در واقع پوشش پایه سیمانی همانند سایر محصولات سیمانی برای اجرای با کیفیت نیازمند سطح مرطوب هستند که این در شرایط محدود زمانی یک مزیت به حساب می آید، چرا که نیاز به گذشت 7 تا 28 روزه برای خشک شدن و یا استفاده از روش های مصنوعی برای خشک کردن که به بتن آسیب می رساند نمی باشد.

۲ - **کیورینگ کوتاه مدت زمان بهره برداری :**بر خلاف پوشش و مصالح رزینی که نیازمند شرایط رطوبتی و دمایی محدود در زمان اجرا و عمل آوری می باشند و به هیچ وجه در این بازه زمانی نباید با رطوبت در تماس باشند، پوشش های پایه سیمانی به هیچ وجه در این زمینه محدودیتی ندارند .در خصوص پوشش های سیمانی اکرلیکی با توجه به نوع واکنش فرآیند عمل آوری حداکثر پس از 2 – روز خاتمه یافته وجود دارد.پوشش های نفوذگر کریستال شونده با وجود نیاز به عمل آوری 3 تا 7 روزه با آب، با گذشت 2 روز و با کسب مقاومت اولیه امکان ورود سازه به مدار بهره برداری وجود داشته و بخش دوم فرآیند عمل آوری در

مجاورت آب در حین بهره برداری صورت خواهد پذیرفت.

۳ - **ضریب انبساط حرارتی متناسب با بتن بستر :** این امر باعث می گردد که پوشش بر اثر تغییرات حرارتی
ناشی از پر و خالی شدن سازه و نیز تغییر دمایی فصلی در مناطق گرمسیر و سردسیر (با توجه به محصور نبودن سازه) دچار ضعف و آسیب نگردد.

۴ - **سهولت اجرا :** این امر باعث می گردد تا اشتباهات اجرایی از جمله اختلاط ناصحیح، اجرای غلط و نیز نیازبه دسترسی به پرسنل بسیار تخصصی و تجهیزات ویژه محدود شود و در زمان های کوتاه ، حداکثر سرعت اجرایی تامین شود.

۵ - **چسبندگی بالا به سطح بتن :** چسبندگی پوشش و مصالح تعمیری که از جمله با اهیمت ترین پارامترهای کیفی مواد تعمیراتی به حساب می آید ، باعث می گردد علاوه بر مقاومت خوب در بخش استخری با فشارهیدروستاتیک ، در بخش ریزشی (دیوارها) نیز شاهد پوسته و جداشدگی نباشیم.

۶ - **محافظت از عمق بتن :** این بدان معناست که بر خلاف پوشش های سطحی که بر اثر ضربه یا شستشو با ابزار مکانیکی به سیستم های محافظتی آسیب می رسد، پوشش های نفوذگر کریستال شونده ، با نفوذ در حفرات مویینه و ترک ها، عملیات محافظت را از عمق انجام داده و در برابر بار و ضربه های خارجی کمترین آسیب را خواهد دید.

۷ - **توسعه محافظت در دوره بهره برداری :** پوشش های مذکور در دوره بهره برداری نیز همواره در مجاورت آب با آهک آزاد ترکیب شده و با ایجاد کریستالهای غیر حلال، به ترمیم ترک ها و حفرات می پردازد .این امر باعث می گردد تا ریز ترک های نوسانات حرارتی و دینامیکی دوره بهره برداری در سطح و ناحیه انتقالی ترمیم و حداکثر حفاظت از سازه صورت پذیرد.

۸ - **امکان خروج آب و بخارات از داخل بتن به خارج در عین آب بندی و محافظت کارآمد :** خصوصیت مذکور که در همه استانداردهای معتبر به عنوان یکی از مهمترین پارامتر ها شناخته می شود باعث می گردد تا حداکثر حفاظت در سازه در برار خوردگی کلریدی و کربناتی و بدون جداشدگی پوشش اتفاق بیافتد.

نتیجه گیری:

با توجه به فرسودگی کولینگ تاور های گروه ملی صنعتی فولاد ایران که به صورت بتن مسلح با میلگرد آجدار ساده احداث گردیده بودند و به دلیل نفوذ آب به بتن ودیوارهای سازه وخوردگی به وسیله آب و رسوبات ومواد شیمایی وکلراید ها باعث تخریب وترک های غمیق در بتن های مذکور میشود.

در اقداماتی که کارشناسان ومتخصصان فنی عمران این شرکت ذکر گردیدو مشاهده شد که از این مصالح مصرفی برای ترمیم وباز سازی این کولینگ تاور از قبیل پایه سیمانی به همراه مواد افزودنی از قبل چسب بتن – انواع مختلف مواد آبند - چسب کاشت میلگرد – میلگرد آجدادر- باعث گردیده که نفوذ آب به درون دیوارهای کولینگ تاور جلوگیری بعمل آوردهد واز خوردگی وترک های عمیق نیز ممانعت میکند وسبب افزایش طول عمر کولینگ تاور وسازه بتنی میشود.