

سازمان برنامه و بودجه

محافظت ابنیه فنی آهنی و فولادی در مقابل خوردگی

با کوشش

مرسد * خواجوی

فهرست نشریات دفتر تحقیقات و استانداردهای فنی

۱۳۵۰	فروردین ماه	زلزله خیزی ایران	۱
۱۳۵۰	آبان ماه	زلزله هشتم مردادماه ۴۹ (قربانوه و گنبد کاووس)	۲
۱۳۵۰	آذرماه	بررسیهای فنی	۳
۱۳۵۰	دیماه	طرح و محاسبه و اجرای رویه های بتنی در فرودگاهها	۴
۱۳۵۰	دیماه	آزمایشهای لوله های تخت فشارسیمان و پنبه نسوز در کارگاههای لوله کشی	۵
۱۳۵۰	اسفند ماه	ضمائم فنی دستورالعمل طرح و محاسبه و اجرای رویه های بتنی در فرودگاهها	۶
۱۳۵۱	آردیبهشت ماه	دفترچه تبیین شرح قیمت های واحد عملیات راههای فرعی	۷
۱۳۵۱	خرداد ماه	دفترچه تبیین شرح قیمت های واحد عملیات راههای اصلی	۸
۱۳۵۱	تیرماه	مطالعه و بررسی در تعیین ضوابط مربوط به طرح مدارس ابتدائی	۹
۱۳۵۱	مردادماه	بررسی فنی مقدماتی زلزله ۲۱ فروردین ماه ۱۳۵۱ قبر و کارزین	۱۰
۱۳۵۱	شهریورماه	برنامه ریزی فیزیکی بیمارستانهای عمومی کوچک	۱۱
۱۳۵۱	شهریور ماه	روسازی شنی و حفاظ رویه آن	۱۲
۱۳۵۲	آردیبهشت ماه	زلزله ۱۷ آبانماه ۱۳۵۰ بندر عباس	۱۳
۱۳۵۲	خردادماه	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش کارهای آجری)	۱۴
۱۳۵۲	شهریورماه	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش تعیین هزینه ساعتی ماشینهای راهسازی)	۱۵
۱۳۵۲	مهرماه	شرح قیمت های واحد تیب برای کارهای ساختمانی	۱۶
۱۳۵۲	آبانماه	برنامه ریزی فیزیکی بیمارستانهای عمومی از ۱۵۰ تا ۷۲۰ تختخواب	۱۷
۱۳۵۲	آبانماه	مشخصات فنی عمومی لوله ها و اتصالات پی . وی . سی برای مصارف آبرسانی	۱۸
۱۳۵۲	آذرماه	روش نصب و کارگذاری لوله های پی . وی . سی برای مصارف آبرسانی	۱۹
۱۳۵۲	آذرماه	جوشکاری در ساختمانهای فولادی	۲۰
۱۳۵۲	آذرماه	تجهیز و سازمان دادن کارگاه جوشکاری	۲۱
۱۳۵۲	دیماه	جوش پذیری فولادهای ساختمانی	۲۲
۱۳۵۲	بهمن	بازرسی و کنترل کیفیت جوش در ساختمانهای فولادی	۲۳
۱۳۵۲	بهمن ماه	ایمنی در جوشکاری	۲۴
۱۳۵۲	بهمن ماه	زلزله ۲۳ دسامبر ۱۹۷۲ ماناگوا	۲۵
۱۳۵۲	بهمن ماه	جوشکاری در درجات حرارت پایین	۲۶
۱۳۵۲	اسفند ماه	مشخصات فنی عمومی لوله کشی آب سرد و گرم و فاضلاب ساختمان	۲۷
۱۳۵۲	آردیبهشت	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی بخش ملاترها	۲۸
۱۳۵۲	خردادماه	بررسی نحوه توزیع منحنی بخت های بیمارستانی در کشور	۲۹
۱۳۵۲	خردادماه	مشخصات فنی عمومی برای طرح و اجرای انواع شمع ها و سیرها	۳۰
۱۳۵۲	تیرماه	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی بخش اندودها ، قیربها و بندکشی	۳۱
۱۳۵۲	تیرماه	شرح قیمت های واحد تیب برای کارهای لوله کشی آب و فاضلاب ساختمان	۳۲
۱۳۵۲	مردادماه	مشخصات فنی عمومی راههای اصلی	۳۳
۱۳۵۲	شهریور ماه	مشخصات فنی عمومی اسکلت فولادی ساختمان	۳۴
۱۳۵۲	شهریور ماه	مشخصات فنی عمومی کارهای بتنی	۳۵
۱۳۵۲	مهرماه	مشخصات فنی عمومی کارهای بتنی	۳۶
۱۳۵۲	آبانماه	مجموعه استاندارد نقشه کشی	۳۷
۱۳۵۲	آبانماه	مشخصات فنی عمومی اندود کاری	۳۸
۱۳۵۲	آذرماه	شرح قیمت های واحد تیب برای کارهای تاسیسات حرارتی و تهویه مطبوع	۳۹
۱۳۵۲	دیماه	مشخصات فنی عمومی در و پنجره	۴۰
۱۳۵۲	بهمن ماه	مشخصات فنی عمومی شیشه کاری در ساختمان	۴۱
۱۳۵۲	بهمن ماه	مشخصات فنی عمومی کاشیکاری و کف پوش در ساختمان	۴۲
۱۳۵۲	اسفندماه	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی بخش عایقکاری ، فرش کف کاشیکاری و سرامیک کاری	۴۳
۱۳۵۲	آردیبهشت ماه	استاندارد پیشنهادی لوله های سخت پی . وی . سی در لوله کشی آب آسانسور	۴۴
۱۳۵۲	آردیبهشت ماه	استاندارد پیشنهادی لوله های سخت پی . وی . سی در مصارف صنعتی	۴۵
۱۳۵۲	خردادماه	زلزله ۱۶ اسفند ماه ۱۳۵۲ سرخون - بندرعباس	۴۶
۱۳۵۲	تیرماه	استاندارد پیشنهادی آسانسورهای لوله های تحت فشار پی . وی . سی	۴۷
۱۳۵۲	تیرماه	مشخصات فنی عمومی زانهای فرعی درجه یک و دو	۴۸
۱۳۵۲	تیرماه	بخشی پیرامون فضا در ساختمانهای اداری	۴۹
۱۳۵۲	مهرماه	گزارش شماره ۱ مربوط به نمودارهای شتاب نگار در ایران	۵۰
۱۳۵۲	مهرماه	مشخصات فنی عمومی کارهای نصب ورقهای پوششی سقف	۵۱
۱۳۵۲	شهریور ماه	شرح قیمت های واحد تیب برای کارهای تاسیسات برق	۵۲
۱۳۵۲	شهریور ماه	زلزله های سال ۱۹۷۰ کشور ایران	۵۳
۱۳۵۲	مهرماه	راههای طرح و اجرای عملیات نصب لوله های سخت پی . وی . سی در لوله کشی آب سرد	۵۴
۱۳۵۲	آذر ماه	مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی	۵۵
۱۳۵۲	آبان ماه	راهنمای طرح و اجرای عملیات نصب لوله های سخت پی . وی . سی	۵۶
۱۳۵۲	آذرماه	شرایط لازم برای طرح و محاسبه ساختمانهای بر آبره	۵۷
۱۳۵۲	آذرماه	گزارش شماره ۲ مربوط به نمودارهای شتاب نگار در ایران	۵۸
۱۳۵۲	دیماه	شرح قیمت های واحد تیب برای خطوط انتقال آب	۵۹
۱۳۵۲	فروردین ماه	شرح قیمت های واحد تیب برای شبکه توزیع آب	۶۰

بقیه در پشت جلد آخبر

محافظت ابنیه فنی آهنی و فولادی در مقابل خوردگی

با کوشش

مرسد ه خواجوی

از آنجا که کاربرد ابنیه فنی فولادی روبه تزاید بوده و محافظت این نوع ابنیه در مقابل خوردندگی حائز اهمیت بسیار میباشد ضرورت داشت که ضوابطی در این زمینه تهیه میگردد که متناسب با نیازهای کشور باشد و چون در حال حاضر نشریه و راهنمایی بزبان فارسی در مورد محافظت ابنیه فنی فولادی و آهنی وجود ندارد مطالعاتی توسط خانم مرسته خواجوی کارشناس دفتر تحقیقات و استانداردهای فنی درایمن زمینه انجام گرفت و در نتیجه نشریه حاضر تهیه گردید ، این نشریه ترجمه و تلخیصی از آئین نامه کشور انگلستان در زمینه محافظت در برابر خوردندگی (British Standard Code of Practice , CP 2008) میباشد که بعنوان راهنما برای کمک به مهندسان ، سازندگان و سایر کسانی که انتخاب ، کاربرد و اقدامات محافظتی ابنیه فولادی را در مقابل خوردندگی برعهده دارند تهیه شده است .

ضوابط پیشنهاد شده در این نشریه پائین ترین حد قابل قبول استاندارد برای ابنیه فنی از هر نوع میباشد ، گرچه ممکنست مواردی نیز پیش آید که استانداردهای پائین تر و روشهای ساده تری از آنچه در این نشریه است قابل قبول باشد لیکن مسلماً " مخارج تعمیراتی بعدی بیشتری بدنبال خواهند داشت . همانطوریکه در مقدمه آئین نامه CP 2008 نیز تذکر داده شده است روشهای محافظتی جدید بطور مداوم بوجود آمده و توسعه پیدا مینمایند بنابراین توصیه های مندرج در آن نمیتواند نهائی بوده و موجب نفی کاربرد سایر روشها که در عمل رضایت بخش میباشد گردد ، کاربرد موثر اقدامات محافظتی مدرن احتیاج به دانش وسیع در زمینه خوردندگی و محافظت دارد بنابراین ضوابطی که تهیه گردیده با شرح مختصری از اصول کلی خوردندگی فلزات آهنی ، طرحهای محافظتی ، محافظت کاتدیک شروع شده و سپس قسمتهای عملی که در مورد محافظت ابنیه فنی جدید و همچنین تعمیرات میباشد شرح داده شده است . اینک این نشریه با قدردانی از زحمات خانم مرسته خواجوی در اختیار علاقمندان قرار میگیرد و امیدوار است مورد استفاده دستگاههای اجرایی و مهندسان قرار گرفته و زمینه ای برای تهیه استاندارد ملی جهت این امر مهم فراهم گردد .

دفتر تحقیقات و استانداردهای فنی

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>موضوع</u>
۱	قسمت اول - کلیات
۱	۱-۱- هدف
۲	قسمت دوم- اصول کلی- خوردگی فلزات آهنی
۲ الی ۳	۱-۲- مکانیزم خوردگی
۳ الی ۵	۲-۲- عواملی که در میزان خوردگی نفوذ و دخالت دارند
۵ الی ۹	۲-۳- خوردگی در هوا
۹ الی ۱۱	۲-۴- خوردگی در خاک
۱۱ الی ۱۳	۲-۵- خوردگی در آب
۱۳ الی ۱۴	۲-۶- حالت‌های خاص
۱۵	قسمت سوم- اصول کلی - طرق جلوگیری از خوردگی
۱۵	۱-۳- کلیات
۱۵ الی ۱۷	۲-۳- اصلاح کردن محیط
۱۷ الی ۲۶	۳-۳- پوشش‌های محافظتی
۲۷	قسمت چهارم- محافظت کاتدیک
۲۷ الی ۲۹	۱-۴- اصول کلی
۲۹ الی ۳۱	۲-۴- موارد استعمال عملی
۳۲	۳-۴- جنبه های ایمنی
۳۲ الی ۳۳	۴-۴- اقتصادی بودن
۳۴	قسمت پنجم- محافظت ابنیه فنی جدید
۳۴ الی ۴۱	۱-۵- کلیات
۴۱ الی ۶۶	۲-۵- انتخاب طرح محافظتی برای ابنیه فنی در هوای آزاد
۶۶	۳-۵- طراحی جزئیات
۶۷	۴-۵- رطوبت ناپذیر کردن
۶۷ الی ۷۴	۵-۵- آماده کردن سطح برای رنگ کردن

صفحه	موضوع
۷۴ الی ۷۶	۵-۶- رنگها
۷۶ الی ۸۴	۵-۷- طریقه استعمال رنگ
۸۴ الی ۸۵	۵-۸- سایر پوششها
۸۶	قسمت ششم- ابنیه فنی و محیط های خورنده ای که احتیاج به وقت مخصوص دارند .
۸۶ الی ۸۷	۶-۱- پلها
۸۷ الی ۸۸	۶-۲- ابنیه فنی وابسته به معادن ذغال سنگ
۸۸ الی ۹۰	۶-۳- کارخانجات فولاد
۹۰ الی ۹۲	۶-۴- مخازن گاز عایق در مقابل آب
۹۲ الی ۹۷	۶-۵- ابنیه فنی و شرایط گوناگون
۹۷ الی ۹۸	۶-۶- تاسیسات و ابنیه فنی در زیر خاک
۹۸ الی ۱۰۴	۶-۷- محافظت خارجی ابنیه فنی غوطه ور و نیمه غوطه ور
۱۰۵	قسمت هفتم- تعمیرات
۱۰۵ الی ۱۰۶	۷-۱- کلیات
۱۰۶ الی ۱۰۸	۷-۲- زمان رنگ کردن مجدد
۱۰۸ الی ۱۱۲	۷-۳- چگونگی رنگ کردن مجدد

قسمت اول - کلیات

۱-۱- هدف

۱-۱-۱- ابنیه فنی

این دستورالعمل بطور کلی مربوط به محافظت ابنیه فنی ساخته شده از فولاد مانند پلها ، بدنه ساختمانها ، برجها سقفها و خطوط لوله میشود . محافظت ماشینها و وسایل نقلیه و کشتیها بطور مستقیم شرح داده نشده است .

۱-۱-۲- ماده اولیه

مواد اولیه ای که معمولاً " برای مصارف ساختمانی بکاربرده میشوند عبارتند از چدن ، فولاد خشک (Wrought Iron) ، فولاد نرم (Mild Steel) ، فولاد با عیار کم و فولاد زنگ نزن . (فولاد زنگ نزن بندرت درجائی که محافظت لازم داشته باشد بکاربرده میشود) بجز چند مورد نادر این دستورالعمل برای حفاظت تمام فلزاتی که فوقاً نامبرده شد بکاربرده میشود .

۱-۱-۳- محیط های خورنده

پیشنهادهای در این دستورالعمل بجز در موارد نادر به حفاظت در مقابل سه عامل طبیعی یعنی هوا ، آب ، و خاک مربوط میشوند .

۱-۱-۴- مقیاسهای حفاظت

با وجود آنکه حفاظت و نگهداری فلز در بسیاری موارد میتواند با حذف کردن عامل خوردندگی از محیط انجام بگیرد ، ولی شیوه متداول بکاربردن یک پوشش محافظ مانند رنگ و یا فلزاتی بغیر از آهن که کمتر دچار خوردندگی میشوند میباشد . در این دستورالعمل پوششهای محافظتی بطور کلی شرح داده شده اند . همچنین راهنمای لازم برای بکاربردن محافظت کاتدیک برای ابنیه فنی زیر خاک و یا زیر آب نیز داده شده است .

۱-۱-۵- مطالعه اقتصادی

مطالعه اقتصادی طرق مختلف حفاظت بقدری تحت تاثیر عوامل مختلف تغییر میکند که بحث کلی در آن مورد در این دستورالعمل ضروری بنظر نمیرسد .

آهن و فولاد هنگامیکه در معرض رطوبت قرار میگیرند خورده میشوند ، مکانیزم این خورندگی بطور کلی الکترو شیمیائی است . در بعضی نقاط که به نقاط آندیک (Anodic Points) معروف هستند آهن بصورت یون وارد مایع میشود . این دخول بعنوان فعل و انفعال آندیک معروف است . نقاط آندیک ممکن است در روی سطح فلز قشر اکسید (Millscale)^{*} تولید نمایند .

راههای دیگری که حمله آندیک ممکن است صورت بگیرد ذیلاً " شرح داده شده است . در هر حال بخاطر آنکه ورود یون به داخل مایع مستلزم پشت سر گذاشتن الکترون است این حالت ناهنگامی میتواند ادامه داشته باشد که در نقطه دیگری فعل و انفعال کاتدیک ایجاد شده باشد تا الکترونها را مصرف نماید .

فعل و انفعال کاتدیک ممکنست تبدیل اکسیژن به هیدروکسید (OH^-) باشد . با وجود آنکه در مایعات اسیدی این عمل میتواند در اثر آزاد شدن گاز هیدروژن نیز صورت گیرد . در نتیجه دیده میشود که جریان الکتریکی در یک پیل خورندگی (Corrosion Cell) باعث حمله به فلز در نقاط آندیک میشود ولی نقاط کاتدیک خورده نمیشوند .

شکل یک نشان میدهد که چگونه خورندگی در شکافی از قشر اکسید بر روی سطحی افقی از یک ورقه آهن که در محلول کلرور سدیم غوطه وراست ایجاد میشود ، در اینجا فعل و انفعال کاتدیک ، کاهش اکسیژنی است که به قشر اکسید میرسد (قشر اکسید سطح کاتدیک را تشکیل میدهد) .

از آنجائی که سطح گیرنده بزرگ است جریان خورندگی میتواند کاملاً " قوی باشد و از آنجائی که حمله آندیک در سطح کوچکی متمرکز است شکاف در قشر اکسید یعنی در حقیقت خورندگی در آنجا بسیار متراکم است .

اگر قشر اکسیدی برداشته شده و خورندگی در تمام سطح پراکنده شود از شدت آن کاسته میشود .

محصول آندیک یعنی کلرور آهن (FeCl_2) و محصول کاتدیک یعنی هیدروکسید سدیم (NaOH) هر دو قابل حل بوده و مانع حمله نمیشوند.

در بعضی موارد این مواد یا محصولات وقتی بایکدیگر برخورد میکنند باهم وارد فعل و انفعال شده و هیدروکسید آهن (Fe(OH)_2) ایجاد میشود.

بطور معمول این هیدروکسید آهن بوسیله ترکیب با اکسیژن تبدیل به زنگ زرد متمایل بقهوه ای میشود که بطور عمده شامل Fe_2O_3 و H_2O است.

قدرت جریان خوردگی و در نتیجه مقدار خسارت و یازیان وارده به فولاد بستگی به شرائط سطح فلز، ترکیب محلول آبی و طبیعت محصول خوردگی دارد. تفاوت پتانسیل محلی که باعث ایجاد پیل خوردگی در روی فولاد عریان میشود در نتیجه عوامل زیر ایجاد میشود.

۱- قشر اکسید شکسته در روی فولاد، همانطور که در بالا شرح داده شد.

۲- تفاوت های محلی در ترکیب محلول، بطور مثال تفاوت در غلظت اکسیژن باعث میشود که در نقاطی که اکسیژن کم است فولاد خورده شود.

جریان خوردگی میتواند در نقاط مختلف یک بنای فنی که در آبهای با درجات شوری مختلف قرار داده شده است یا در لوله هایی که از داخل خاکهای با شرایط مختلف عبور میکنند ایجاد شود.

در سیستم های لوله کشی و امور شبیه بآن نزدیکی و مجاورت با بعضی از فلزات غیر آهنی ممکن است باعث تشدید خوردگی فولاد شود. حتی اگر تماس فیزیکی هم بین قسمتهای آهنی و غیر آهنی وجود نداشته باشد.

در پیل های خوردگی نسبت سطح آندیک و سطح کاتدیک دارای اهمیت بسیار است و هر قدر این نسبت کوچکتر باشد سرعت خوردگی در سطح آندیک بیشتر میباشد، این موضوع بطور مثال در مورد شکل یک صادق است زیرا شکاف و یابریدگی ایجاد شده در قشر اکسید که حمله خوردگی در آن متمرکز است جزء بسیار کوچکی از تمام سطح است.

عواملی که در میزان خوردگی نفوذ و دخالت دارند ۲-۲-

شدت خوردگی معمولاً "بوسیله یک یا چند عامل معین کنترل میشود. معمولاً هم رطوبت و هم اکسیژن برای زنگ زدگی باید وجود داشته باشند بنابراین، در هوا که مقدار اکسیژن بسیار زیاد است عامل اصلی رطوبت میباشد. هنگامیکه میزان رطوبت از سطح معینی تجاوز کند آلودگی

هوا قطعی است .

در خاک مقدار اکسیژن ، مقدار آب و مقاومت خاک در مقابل خوردگی ، عوامل کنترل کننده هستند .

در آب اکسیژن و قابلیت هدایت الکتریکی عوامل مهم میباشند .

در آب و در خاک در اثر فعالیت باکتریها خوردگی حتی در غیاب گاز اکسیژن و یا اکسیژن محلول

ممکن است ایجاد شود . معمولاً " میزان خوردگی بعد از مدتی بعثت موادی که در اثر خوردگی

ایجاد شده و در سطح فلز جمع میشوند پائین میآید .

۲-۲-۱- اثر شرایط سطح

الف - قشر اکسید - صفحات فولادی و قسمتهائی که بوسیله نورد گرم ایجاد شده اند

معمولاً " از یک لایه قرمز متمایل بآبی اکسید آهن پوشانده شده اند ، این لایه به قشر اکسیدی

(Millscale) معروف است . ضخامت و قدرت چسبندگی این قشر اکسیدی بر حسب نوع

و اندازه قسمت مربوطه و شرائط نورد تغییر میکند ، ضخامت ۲۵ تا ۵۰ میکرون (یک تا دو میل) *

در روی صفحات فولاد نرم معمولی است ، ولی گاهی بعثت شرایط حرارتی و یا نوع آهنگری

و یا هنگامیکه صفحه را برای خم کردن به درون کوره میبرند ، ضخامت این لایه ممکنست به

۵/۰ میکرون نیز برسد . قشر اکسید بندرت بطور کامل و مداوم به فلز می چسبد ، معمولاً "

بعد از نورد هنگامیکه فولاد سرد میشود این لایه به مقدار زیاد ترک خورده و ورقه ورقه میشود

و ممکن است که در طی عملیات بعدی از فلز جدا شود . این حالت ممکن است حتی بعد از

رنگ کردن فلز (برای حفاظت) نیز اتفاق بیفتد . در نتیجه قشر اکسید پایه سالمی برای

لایه محافظ نیست . علاوه بر این چون پتانسیل قشر اکسید در محلولهای رقیق آبی چند دهم

ولت بیش از فولاد عریان است وجود آن در روی سطح فولاد باعث ایجاد یک پیل خوردگی

میشود و در نقاطی که قشر اکسید شکسته شده است فولاد دچار خوردگی میشود .

ب - پوسته ریخته گری - پوسته ریخته گری در روی چدن در نتیجه فعل و انفعال لایه

خمیری سیلیسی با فلز گرم بوجود میآید . خاصیت چسبندگی این لایه یا پوسته بیش از قشر

اکسید است و غالباً " محافظتی برای فلز ایجاد میکند . آهن نورد شده و آهن ریخته شده که

دارای ترکیبات یکنوع باشند هنگامیکه قشر اکسید و یا پوسته ریخته گری آنها ریخته شود با

سرعتی یکسان خورده میشوند .

* Mil - واحد طول معادل ۰/۰۰۱ اینچ (۰/۰۲۵ میلیمتر)

الف - کلیات - عمل خوردگی لایه قابل رویتی از زنگ بر روی تمام فلزات آهنی بجز فولاد زنگ نزن مقاوم ایجاد میکند. گاهی اوقات این لایه زنگ با جذب رطوبت باعث تشدید خوردگی فلز میشود، ولی بطور کلی وجود آن باعث کندی عمل خوردگی میشود. ترکیب فولاد بر روی ترکیب و خصوصیات لایه زنگ و نتیجتاً "در یک زمان طولانی بر روی مقاومت فلز در مقابل خوردگی اثر میگذارد.

نتایج متفاوت بین اثر سرعت خوردگی انواع مختلف آهن و فولاد در هوای آزاد خیلی بیشتر از وقتی است که فلزات در زیر خاک و یا در زیر آب قرار داده شده باشند و این موضوع شاید به این دلیل باشد که هوای آزاد باعث فشرده شدن لایه زنگ میشود.

ب - چدن - چدن بطریق مخصوص بخود خورده میشود، چدن خاکستری معمولاً شامل عناصری غیر از آهن مانند کربن بشکل گرافیت، فسفر بشکل فسفات آهن و سیلیکون بمقدار ۸ درصد میباشد. گرافیت و فسفات آهن معمولاً در مقابل خوردگی مقاوم میباشند، و غالباً در محصول باقیمانده از عمل خوردگی دیده میشوند، سیلیکون نیز معمولاً "باقی میماند، ولی غالباً" به صورت سیلیکا و یا سیلیکاتها اکسیده شده و باعث اتصال سایر اجزاء ترکیب کننده میشود.

در نتیجه عمل خوردگی باقیمانده غیر فلزی گرافیتی از خود بجای میگذارد که با وجود آنکه ظاهراً "شکل آن شبیه آهن اولیه است ولی بطور مسلم از لحاظ مکانیکی بسیار ضعیفتر است.

۲-۳- خوردگی در هوا

۲-۳-۱ مکانیزم

* در غیاب باران و ذرات آب شونده در سطح فلز زنگ زدگی شدید در هوا با رطوبت کمتر از ۷۰ درصد بعید میباشد، در رطوبتهای بالاتر از این مقدار میزان خوردگی تحت تاثیر عواملی است که بطور کلی عبارتند از گازها و مواد جامدی که باعث آلودگی هوا میشوند.

ذرات آب شونده بسیار خطرناک هستند زیرا اگر بر روی سطح فولاد بنشینند زنگ زدگی حتی در رطوبت کمتر از ۷۰ درصد نیز ممکن است بوقوع بپیوندد.

درجه حرارت محیط نیز بسیار موثر است ولی تغییرات در درجه حرارت که وقوع و مدت میعان

* Deliquescent - موادی مانند کلرور کلسیم که مرطوب شده و هنگامیکه در معرض هوای مرطوب قرار میگیرد تبدیل بمایع میشود.

راتعین میکنند از مقدار متوسط درجه حرارت قابل توجه تر است .
 رطوبت ، آلودگی و درجه حرارت هنگام تخمین درجه خورندگی یک محیط یا انتخاب پوشش
 محافظ لازم باید باهم در نظر گرفته شوند .
 باوجود آنکه کلیه شرایط فیزیکی مجاور سطح فولادمانند درجه حرارت و رطوبت است که حائز
 اهمیت میباشد . ولی اطلاعات مربوط به شرایط جوی که در مسافتات کوتاهی دوراز فلز گرفته
 شده است نیز میتواند راهنمائی باشد .

۲-۳-۲- رطوبت

رطوبت را میتوان بوسیله نمودارهایی مانند شکل ۳ مطالعه کرد . محیطی که در آن رطوبت نسبی
 بندرت از ۷۰ درصد تجاوز میکند ، بسیار کمتر از محیطی که رطوبت نسبی در آن زیاد است
 خورنده میباشد .

۲-۳-۳- آلودگی جو

خورندگی هنگامیکه هوا حاوی مقداری انیدرید سولفور یا نمکهای خورنده مانند بعضی سولفاتها
 و کلرورها باشد تشدید مییابد . منشاء اصلی این نوع آلودگی هوا احتراق ذغال سنگ ، سایر
 مواد سوختی و ترشح آب دریا است که تحت تاثیر حالت باد ممکن است تا چندین کیلومتر در ساحل
 نفوذ کند .

اثر کلی آنها بابتایج آزمایشات زیر که در انگلستان و نیجریه انجام شده است نشان داده شده
 است .

تمام سه آزمایشی که در نیجریه انجام گرفته در داخل فواصل ۳/۰ کیلومتر از بالاترین حد آب در
 ساحل گرفته شده است ، هر قدر بخشی بیشتر نزدیک شویم آلودگی در اثر کلرورها بسیار کمتر
 و خورندگی نیز بسیار بطئی تر است ، یعنی مقداری در حدود ۵/۰ میکرون در سال در ۹ کیلومتری
 ساحل مشاهده شده است .

جدول شماره ۱- اثر آلودگی هوا بر روی میزان زنگ زدگی

آلودگی سولفور انگلستان		آلودگی کربن دی اکسید	
آلودگی نسبی گوگرد بصورت SO ₂		آلودگی نسبی CO بصورت CO ₂	
میل	میکرون	میل	میکرون
۵/۵	۲/۳	۵/۸	۵۸
۱/۹	۳/۳	۲/۱	۲۲
۳/۶	۴/۳	۱۱/۱	۱۰۹

۴-۳-۲- اثر آب و هوای مختلف

مقدار خوردگی به مقدار زیاد با شرایط فیزیکی محیط و به مقدار کمتر با مقدار آلودگی هوا در هر یک از این دو زاویه تماس تغییر میکند.

برای یک صفحه فولاد نرم که آلودگی در معرض هوای آزاد قرار بگیرد، میزان خوردگی در ۱۲۵ میکرون در سال، در آب و هوای خشک تا یک میکرون در سال در منطقه ای از نوع مرطوب و آلودگی در سطح ترشح دائمی آب دریا است تغییر میکند.

در غیاب آلودگیهای غیر طبیعی هوا میزان خوردگی در انگلیس بین ۲۵ میکرون تا یک میکرون در سال و زراعتی و ۱۲۵ میکرون در سال در مناطق صنعتی تغییر میکند.

۵-۳-۲- اثر ترکیبات فلز

نوع و ترکیب شیمیائی فلزات آهنی اثر قابل توجهی در مقاومت آنها در مقابل خوردگی در هوا دارد.

الف- فولادهای فولاد های نرم با ترکیبات یکسان ولی ساخته شده در اثر عملیات مختلف بطور گنی با سرعت یکسان خورده میشوند، اضافه کردن مقدار کربن تا حد ۰/۲۵ درصد اثر بسیار کمی دارد.

آهن با حداقل کربن ممکنه در مقابل خوردگی چندان بیشتر از فولاد نرم مقاومت نمیکند. مقادیر کمی از انواع عناصر مرکب بخصوص مس، کرم و نیکل بطرز محسوسی مقاومت آهن و فولاد را در مقابل خوردگی در هوای آزاد افزایش میدهند. مقداری از این عناصر ناچاراً همراه با قراضه ای که در ساخت فولاد مصرف میشود وارد فولاد میشوند مثلاً "وجود مس بیش از ۰/۰۳"

درصد در فولادهای انگلیسی امری متداول است . اثر وجود مس بخصوص بسیار محسوس است . همانطور که در شکل ۴ دیده میشود در ابتدا با ازدیاد مقدار مس سرعت خوردگی بمقدار زیادی کم میشود . ولی بعد از حد معینی (این حد بستگی بمقدار سولفور موجود در فولاد دارد) اضافه کردن مس تاثیر چندانی ندارد .

ب - فولاد با عیار کم (Low-alloy steel) -

فولادهای کم عیار مقدار کمی عناصر ترکیبی دارند . بعضی از این فولادها مثلا " فولادی با یک درصد کرم ، ۰/۶ درصد مس و مقدار قابل توجهی فسفر و سیلیکون با سرعتی بمیزان $\frac{1}{3}$ کمتر از فولاد نرم خورده میشوند .

البته این نوع فولادها صد درصد در مقابل خوردگی مقاوم نبوده و بهتر است که به آنها عنوان فولادی که آهسته خورده میشود اطلاق شود . مقاومت در مقابل خوردگی مس و فولاد کم عیار در هوای آزاد با تشکیل لایه فشرده ای از زنگ بستگی دارد . طرز عمل نسبی بعضی فولادهای نرم ، فولادهای حاوی مس و فولادهای کم عیار در مناطق صنعتی و در هوای آزاد کوهستانی در شکل ۵ نشان داده شده است . خوردگی در سال اول بسیار شدید است و اثر وجود عناصر مرکب در محیط های خورنده محسوس تر میباشد .

پ - چدن - چدن مقاومت نسبتا " خوبی در مقابل خوردگی در هوا دارد ، بخصوص اگر لایه ایجاد شده در اثر ریخته گری هنوز وجود داشته باشد .

ت - فولاد خشک - مقاومت فولاد خشک در مقابل خوردگی بستگی به خلوص آن دارد . فولاد خشک سوئدی که تقریبا " هیچ نوع تفالای (Slag) ندارد در هوای آزاد بمقدار ۲۵ درصد سریعتر از فولاد نرم زنگ میزند در حالی که فولاد خشک انگلیسی که مقدار خیلی بیشتری تفالای دارد حدود ۲۵ درصد کندتر از فولاد نرم زنگ میزند یکی از دلایل این موضوع وجود تفالای است که از نفوذ خوردگی جلوگیری میکند .

ث - فولاد زنگ نزن - فولادهای زنگ نزن شامل درصد زیادی کرم وغالبا " سایر عناصر مرکب میباشد .

مقاوم ترین فولاد ، یعنی فولادی با ۱۸ درصد کرم و ده درصد نیکل و دو درصد مولیبدن معمولا " در هوای معمولی خورده نمیشود و این خاصیت بعلت وجود لایه مقاوم و نازک اکسیدی در روی سطح آن است که حتی اگر سطح صدمه ببیند این لایه خود بخود ترمیم شده و شکل میگیرد .

فولادهای زنگ زن ممکن است که در محیط غیر اکسیدکننده که نمیتواند قشر اکسیدی را ترمیم کند مقاومت در مقابل خوردگی خود را از دست بدهند.

۲-۴- خوردگی در خاک

۲-۴-۱ کلیات

شدت خوردگی فلزات در زیر خاک، بستگی به آن دارد که فلز در مجاورت خاک دست خورده (Disturbed) و یا دست نخورده (Undisturbed) قرار گیرد.

خوردگی لوله‌های در زیر خاک ممکن است مسائل جدی بوجود آورد، مگر آنکه اقدامات لازم و مناسب انجام گیرد.

مطالبی که ذیلاً شرح داده میشود مربوط به موقعیتی است که لوله و یا عضو فلزی در زیر خاک دست خورده قرار داده شده باشد. حالت خاک دست خورده هنگامی بوجود می‌آید که گودالی برای قرار دادن لوله و یا کابل کنده شود و یا هنگامیکه گودالی برای قرار دادن یک پایه یا تیر فولادی حفر می‌شود و در این حالت وضعیت خاک با خاک مجاور که دست نخورده است کاملاً "فرق میکند".

۲-۴-۲ مکانیزم

خوردگی آهن و فولاد بطور عمده تحت تاثیر شرایط فیزیکی و شیمیایی خاکهای مجاور میباشد. مهمترین عامل وجود مقدار اکسیژن است که با توجه به اهمیت آن باید تمایزی بین خاکهای هواپذیس (Aerobic) که بخاطر طبیعت رطوبت پذیریشان حاوی مقدار زیاد اکسیژن و خاکهای غیر هواپذیر (Anaerobic) که هیچگونه اکسیژن آزاد ندارند در نظر گرفته شود.

الف - خاکهای هواپذیر - در خاکهای هواپذیر مانند خاکهای شنی و گچی، هوا با سانی میتواند به لوله و سایر ابنیه فنی که در زیر خاک قرار داده شده‌اند برسد. این خاکها برانیز با سانی بخود میکشند و در نتیجه لایه‌ای از زنگ بر روی سطح فلز هنگامیکه فلز مرطوب میشود ایجاد شده و باعث جلوگیری از خوردگی بیشتر میشود.

ب - خاکهای غیر هواپذیر - با وجود آنکه اکسیژن برای ایجاد خوردگی یکی از عوامل بسیار مهم است و این خاکها هیچگونه اکسیژن آزاد ندارند، ولی غالباً "بسیار خطرناک‌تر" هستند، زیرا حاوی نوعی باکتری هستند که باعث خوردگی میشود. این باکتری در خاکهای سنگین رس، گل ساحلی و خاکهای مشابه رشد و نمو میکند.

مواد حاصل از خوردگی مخلوطی از زنگ و سولفات سیاه آهن میباشد. خاک تازه مجاور نیز تغییر

رنگ داده و هنگامیکه با اسید کلریدریک (ClH) مرطوب میشود هیدرژن سولفور (SH_2) آزاد میکند .

پ — عوامل دیگر — عوامل دیگری که در خوردندگی خاک موثر میباشند عبارتند از :

۱ — اسیدی و یا قلیائی بودن خاک ، معمولاً " خاکهای اسیدی دارای خاصیت خوردندگی

بوده ، و خاکهای با درجه قلیائی بالا خاصیت خوردندگی ندارند .

۲ — مقاومت الکتریکی خاک — هر قدر مقاومت الکتریکی خاک بالاتر باشد احتمال بوجود

آمدن خوردندگی شدید کمتر است .

۳ — اختلاف پتانسیل — اختلاف پتانسیل در نقاط مختلف یک قطعه فلزی ممکن است

باعث بوجود آمدن جریان الکتریکی شود که وارد قطعه شده ، در طول آن حرکت

کرده و سپس آنرا ترک می کند . جریان مثبت در محلی که وارد می شود باعث

جلوگیری از ایجاد خوردندگی شده ولی در محلی که خارج میشود باعث تشدید

خوردندگی میشود .

چنین شرایطی یعنی بوجود آمدن اختلاف پتانسیل در حالتی اتفاق میافتد که

خطوط لوله و یا کابل از میان خاکهای غیر مشابه و در زیر پوششهای خاکی مختلف

عبور میکنند .

این شرایط همچنین ممکن است از نزدیکی و مجاورت به سیستمهای جریان مستقیم

یا سایر ابنیه فنی که بطور کاتدیک محافظت شده اند ایجاد شود .

ت — خاکهای دستی — خوردندگی شدید ممکنست در مجاورت خاکهای دستی که حاوی

خاکستر یا مواد رسی باشد بوجود آید .

ایجاد خوردندگی بعلمت اسیدی بودن این مواد نیست ، بلکه بعلمت وجود مواد قابل حل در آب میباشد

که این مواد با آب موجود در خاک ، الکترولیتی با مقاومت کم تولید مینمایند . هر نوع ماده کربنی

سوخته نشده نیز ممکن است با عمل کردن بصورت کاتد پیل خوردندگی و با جذب رطوبت موجود

در جوار فلز باعث تشدید خوردندگی شود .

۲-۴-۳- میزان خوردندگی

ترکیب آهن یا فولاد در حد معمولی که برای ساختن ابنیه فنی بکار میروند اثر بسیار کمی در

مقاومت آنها در مقابل خوردندگی در خاک دارد .

در غالب خاکهای معمولی مقدار کلی خوردندگی که از روی حد متوسط خوردندگی در وزن ، در واحد

سطح بدست میآید بندرت از ۷۵ میکرون در سال تجاوز میکند .

خورندگی در اثر اعمال شیمیائی (Pitting) خیلی سریعتر از حمله کلی است یعنی حدود ده برابر بیشتر است. میزان خورندگی $1/5$ میلیمتر در سال برای خطوط لوله گزارش شده است. ولی تجربه نشان داده که مقدار خورندگی در اثر اعمال شیمیائی و مقدار خورندگی کلی بهرور زمان کمتر میشود.

۵-۲- خورندگی در آب

معمولا "خورندگی فلزات در آبهای طبیعی بوسیله مکانیزمی شبیه به آنچه که در شکل یک نشان داده شده است صورت میگیرد. در این مورد مقدار اکسیژن عامل کنترل کننده میباشد. برای بعضی آبهای اسیدی و یا آهکی، اهمیت ترکیب شیمیائی و درجه حرارت آب نیز ممکن است به اندازه اهمیت وجود اکسیژن باشد. سرعت جریان آب نیز موثر میباشد.

الف - اکسیژن - بسیاری از آبهای طبیعی حاوی هوا و مقدار کافی اکسیژن برای بوجود آوردن خورندگی میباشد. خورندگی در آبهایی که بمصارف صنعتی میرسند نیز غالبا "بعلاست وجود اکسیژن میباشد. هنگامیکه مقدار اکسیژن به صفر میرسد مانند آب رودخانه های آلوده و بندرگاهها، خورندگی ممکن است در اثر فعالیت باکتری بوجود آید.

خورندگی داخلی لوله های آهنی ممکن است قشر برآمده ای از زنگ در داخل لوله بوجود آورد که در نتیجه میزان اکسیژن را در یک محل محدود نموده و باعث بوجود آمدن خورندگی در اثر تفاوت مقدار اکسیژن میشود. شرایط غیر هواپذیر که مناسب برای رشد باکتری میباشد در زیر این قشر بوجود آمده و فولاد بطرز شدیدی خورده میشود.

ب - ترکیب - آبهای طبیعی از لحاظ ترکیبات با یکدیگر تفاوت بسیار دارند. حدود تغییرات آنها از آب بعضی دریاچه ها که تقریبا "مانند آب تصفیه شده است تا آب بعضی دریاچه های نمک مانند دریای مرده (Dead Sea) میباشد.

نمک آب خلیجهای کوچک کمتر از آب دریاست ولی این نوع آبها غالبا "بوسیله عملیات صنعتی، کشتیرانی و فاضلاب آلوده میشوند.

پائینتر از حد معینی تاثیر پیلهای خورندگی بوسیله هدایت الکتریکی آب که خود بستگی به محتویات جامد حل شده در آب دارد تعیین میشود.

غلظت بسیار کمی از مواد نمکی کافیهست تا پیلهای خورندگی را وادار کند که در مقدار حداکثر فعالیت کنند. بعنوان مثال، در محلولهای کلرور سدیم بعد از آنکه غلظت کلرور سدیم به حد 1000 P.P.M میرسد بمیزان خورندگی آهن چندان اضافه نمیشود. بطور کلی، تحت

شرایط مشابه آهن و فولاد در آب دریا سریعتر از آب معمولی خورده میشوند .

طبیعت مواد جامد حل شده ، مقدار Co_2 آزاد و Co_2 ترکیب شده بسیار مهم هستند .

مقادیری از آبهای آشامیدنی و همچنین آبهای طبیعی هنگامیکه درجه حرارت بالا می‌رود در روی سطح فلزی که دچار خوردگی است تولید رسوب کربنات کلسیم مینمایند . اگر قشر کربنات کلسیم دارای ساختمان کریستالی باشد از خوردگی زیادتر جلوگیری مینماید .

هنگامیکه آهن و فولاد در آب دریا قرار داده میشوند ، رسوبات آهنی که دارای ارزش محافظتی میباشد ، روی سطح فلز ایجاد میشوند . بخصوص هنگامیکه محافظت کاتدیک بکار برده میشود .

پ - درجه حرارت - اثر درجه حرارت در خوردگی آب بر حسب شرایط کار تفاوت مینماید . بطور کلی ، فعل و انفعالات خوردگی هنگامیکه درجه حرارت بالا می‌رود شدیدتر می‌شوند . در آبهای در حال جریان برای هر ۱۰ درجه سانتیگراد افزایش درجه حرارت (بالاتر از درجه حرارت آتمسفر) فعل و انفعالات خوردگی دو برابر شدیدتر میشوند .

این موضوع در درجات بالاتر برعکس می‌شود زیرا حلالیت اکسیژن کمتر می‌شود ، نتیجتاً " در سیستمهای باز که گازها با سانی میتوانند خارج شوند در حرارت‌های ۷۰ تا ۸۰ درجه سانتیگراد میزان خوردگی بمقدار حداکثر میرسد ولی بالاتر از این حد تا حد جوش میزان خوردگی کمتر میگردد .

چنین حد اکثری در سیستمهای بسته وجود ندارد ، زیرا اکسیژن در داخل آنها باقی میماند ولی مقدار خوردگی معمولاً " هنگامیکه مقدار اکسیژن در اثر اعمال خوردگی به حداکثر برسد کمتر میشود .

ت - سرعت جریان - حرکت آب معمولاً " بعلا آنکه مقدار اکسیژنی را که به سطح فلز می‌رسد زیادتر می‌نماید مقدار خوردگی را نیز بالا میبرد .

سرعت زیاد آب ممکن است از چسبیدن مواد حاصله از خوردگی که حالت حفاظتی دارند جلوگیری بنماید . در بعضی مواقع که فولاد های از انواع مختلف در تماس هستند ، این افزایش خوردگی قابل توجه است . در یک تجربه هنگامیکه دو قطعه فولاد در دو نوع مختلف بیکدیگر متصل شده و در آب دریا قرار داده شده بود مقدار خوردگی هنگامیکه آب با سرعت ۳ متر بر ثانیه حرکت میکرد ۵ تا ۱۵ برابر بیشتر از هنگامی بود که آب ساکن بود .

آبهای متلاطم خوردگیهای بسیار شدید ایجاد میکنند .

در لنگرگاه ها و محلهای مشابه ، ساینده‌گی شن ممکن است باعث تشدید خوردگی شود .

۲-۶- حالت‌های خاص

تماس با هرنوع ماده جامد مانند گچ ، چوب و بعضی انواع بتن اگر رطوبت وجود داشته باشد به مقاومت در مقابل خوردگی فلز لطمه میزند . در جایی که تماس غیر قابل جلوگیری است باید بین قسمت‌ها مواد جداکننده مناسب قرار داده شده و یا عملیات عایق رطوبتی صورت بگیرد .

۲-۶-۱- ملات سیمان و بتن

اثر ملات سیمان و بتن بر روی آهن و فولاد محاط شده در آنها و یا در تماس با آنها بوسیله عوامل زیر تعیین میشود .

۱- اغلب ملات‌های سیمان و بتن قلیائی هستند ، مقدار قلیائی بودن محلول‌های سیمان پرتلند در حدود $PH=12/5$ است که این مقدار برای جلوگیری از زنگ زدگی کافی میباشد ولی این مضمونیت اگر در بتن مقدار زیادی سولفات کلسیم علاوه بر هیدروکسید کلسیم داشته باشد از بین میرود .

۲- ملات سیمان و بتن این حالت قلیائی را هنگامیکه در معرض هوا قرار میگیرند حفظ نمیکند . CO_2 موجود در جو ، لایه سطحی آنها را به مواد کمتر قلیائی که مقاومتی در مقابل خوردگی ندارند تبدیل میکند . این فعل و انفعال همراه با ازدیاد حجم باندازه $\frac{1}{6}$ است . این موضوع هنگامیکه بتن از نوع خوب باشد ممکن است باعث عایق بندی لایه سطحی شود .

۳- حفاظتی که برای فولاد ایجاد میشود بطور عمده به ترکیب و فشردگی بتن و ضخامت پوشش بستگی دارد . بتن های از نوع خوب معمولا " از این نظر رضایت بخش هستند ولی بتن های کم مایه و بتن هائی که با نسبت‌های نامناسب آب و سیمان ساخته میشوند از خوردگی فولاد جلوگیری نمی کنند . ترک‌هائی با اندازه های متفاوت که ابتدا با ترک‌های موئی شروع میشوند در ملات‌های سیمان و در بتن بوجود میآید .

۴- تمام پوسته‌های زنگ سست و قشر اکسید باید از سطح فولادی که در داخل ملات سیمان و یا بتن قرار داده میشود پاک شوند ، ولی سایر طرق آماده کردن سطح لازم نیست . یک شستشوی با سیمان برای حفاظت فولاد تا هنگام جاگذاری کافی بنظر میرسد .

۵- برای جلوگیری از خوردگی ، ضخامت پوشش فولاد باید معمولا " بین ۳۵ و ۷۵ میلیمتر

برای ابنیه فنی در فضای آزاد و در زیر آب ، و برای ابنیه فنی در فضاهای مسدود
۲۰ میلیمتر باشد .

۶ - استفاده از مواد پرکننده ای که نمک دارند باعث وارد شدن کلرور در داخل بتن
شده و ارزش محافظتی آنرا کاهش میدهد .

۷ - برای تسریع در گرفتن بتن گاهی مواد شیمیائی به مخلوط بتن اضافه می شود . اضافه
کردن حدود ۲ درصد کلرور کلسیم که بادر نظر گرفتن وزن سیمان محاسبه شده باشد برای
بتن . سطح با فولاد نرم قابل قبول است . احتیاطهای زیر هنگام بکار بردن کلرور کلسیم
باید بکار برده شود .

الف - این ماده هیچگاه نباید بیش از حداقل لازم بکار برده شود . وبخصوص هیچگاه
بیش از دو درصد (برحسب وزن سیمان) نباید بکار رود .

ب - درموقعی که کلرور کلسیم بکار برده میشود ، بتن باید با سیمان پرتلند معمولی
ساخته شود و از کاربرد انواع دیگر سیمان از قبیل سیمان مقاوم در مقابل سولفات خودداری گردد .
پ - توجه کافی برای ایجاد حداکثر تراکم بتن و همچنین ضخامت پوشش مناسب برای
فولاد باید مبذول شود .

ت - عمل آوردن بتن نباید با بخار صورت گیرد زیرا این امر باعث ازدیاد مقدار
کلرور آزاد باقیمانده در بتن میشود .

قسمت سوم - اصول کلی - طرق جلوگیری از خوردگی

۱-۳- کلیات

همانطور که در قسمت دوم شرح داده شد ، تغییرات در ترکیب فلزات راه حل جزئی در مسئله تقلیل خوردگی ابنیه ساخته شده از آهن و فولاد میباشد .
طرق جلوگیری کلی مورد نیاز هستند و این طرق به سه گروه اصلی تقسیم میشوند .

الف - اصلاح کردن محیط

ب - پوششهای محافظتی

پ - محافظت کاتدیک

۲-۳- اصلاح کردن محیط

۱-۲-۳ خوردگی در هوا

جلوگیری از خوردگی بوسیله اصلاح هوا الزاما " محدود به فضاهای بسته است . در اینجا میزان رطوبت در روی سطح فلز که یا بوسیله تغییرات سریع در درجه حرارت و یا بوسیله انجام عملیات مرطوب کننده هوا در داخل ساختمان ایجاد میشود ، اغلب باعث خوردگی شدید میشود .

اقدامات اصلاحی شامل پوشاندن فولاد با موادی که هادی گرما نیستند ، گرم کردن فضا و نصب دستگاه تهویه مطبوع برای کاهش رطوبت نسبی و آلودگی هوا میباشد .
برای جلوگیری از زنگ زدگی ، رطوبت نسبی باید به حدود ۵۰ درصد کاهش یابد و هیچگاه نباید از ۷۰ درصد تجاوز کند . برای این منظور خشک کننده هارامیتوان در فضای مسدود و در مکانی که تغییرات هوا مکرر نیست بکار برد . جلوگیری کننده های فرار نیز که یک قشر محافظ و نازک در روی سطح فلز ایجاد میکنند میتوانند مفید باشند .

۲-۲-۳ خوردگی در خاک

خاک ریزیهای مخصوص برای کاهش خوردگی ابنیه فنی فولادی که در زیر خاکهای بسیار خورنده قرار داده میشوند بکار برده میشود بعنوان مثال :
خطوط لوله بوسیله مواد قلیائی مانند گچ ، سنگ آهک و شنهای آهکی به ضخامت ۱۵۰ میلیمتر و یا بیشتر محصور میشوند این طریقه موقتا " شرایط خاک غیر هواپذیر را به شرایط هوا پذیر

تغییر میدهد . ولی تجربه نشان داده که خوردگی را افزایش میدهد .

۳-۲-۳ خوردگی در آب

هنگامیکه مقدار آب محدود است ، بخصوص در سیستمهای آب بسته بوسیله تصفیه آب میتوان مقدار خوردگی را بمقدار بسیار زیاد کاهش داد .

آسانترین طریقه متعادل کردن ترکیب آب است ، به عنوان مثال با اضافه کردن آهک ، یک لایه آهکی در روی سطح فولاد ایجاد میشود . ایجاد چنین لایه محافظتی را میتوان با بالابردن محتوای کربن و بعضی سخت کننده های بی کربناتی تسریع کرد . با اینحال خارج کردن گازهای حل شده در آب نیز مناسب میباشد .

از نقطه نظر اقتصادی تصفیه مقادیر زیاد آب صحیح نیست ، ولی خارج نمودن هوای آبی که در داخل خطوط لوله جریان دارد امکان پذیر است .

خارج نمودن هوا غالباً " در اثر عملیات حرارتی و فیزیکی انجام میگردد . این عملیات اغلب با عملیات شیمیائی توأم است . بعنوان مثال آهک برای از بین بردن CO_2 و سولفات سدیم یا هیدرازین برای از بین بردن باقیمانده اکسیژن بکار میروند .

مقادیر کمی از مواد شیمیائی را میتوان برای جلوگیری از خوردگی هنگامیکه قیمت مطرح نباشد ، در سیستمهای سردکننده ساکن و همچنین در بسیاری از سیستمهای ساکن آب بکار برد .

جلوگیری کننده های مناسب برای آهن و فولاد ، کرماتهای قلیائی ، نیتراتها ، فسفاتها ، بنزوئاتها ، کربناتها ، براتها ، سیلیکاتها و هیدروکسیدها هستند . درمورد انتخاب آنها باید از اشخاص مطلع سؤال کرد . موثر بودن این جلوگیری کننده ها بستگی به PH آب دارد . در صورت لزوم این PH باید تعدیل شود . مقدار لازم از جلوگیری کننده و همچنین میزان PH بستگی به نوع جلوگیری کننده دارد .

ترکیب ، سرعت جریان آب و شرایط سطح فلز اثر بسیار زیادی در مقدار جلوگیری کننده ای که باید بکار برده شود دارند .

بعنوان مثال ، مقدار ۲۰۰ تا ۵۰۰ P.P.m از نیترات سدیم برای جلوگیری از خوردگی فولاد نرم در غالب آبهای تازه کافیهست . در صورتیکه حداقل ۲۵۰۰۰ P.P.m در آب دریا مورد لزوم است .

با آزمایشات مقدماتی در مورد جزئیات طرز عمل میتوان تصمیم گرفت . اضافه کردن مقدار غیر کافی از جلوگیری کننده هایی که مانع فعل و انفعال آنندیک میشوند ، خطرناک میباشد .

زیراجلوگیری جزئی ، حمله را برزوی سطح محدودی متمرکز مینماید و ممکن است خوردگی شدید ایجاد کند . اگر دریک سیستم ، فلزات آهنی و غیرآهنی باهم وجود داشته باشند ممکن است اشکالاتی ایجاد شود . بعضی مواقع این اشکالات را با بکاربردن مخلوطی از جلوگیری کننده ها میتوان برطرف کرد . بعنوان مثال ، نیترات سدیم آهن و فولاد را محافظت میکند ، ولی به قسمتهای لحیم شده صدمه میزند ، این قسمتها را میتوان با اضافه کردن مقداری بنزوئات سدیم محافظت کرد .

بعضی از جلوگیری کننده ها سمی هستند و در بکاربردن آنها باید احتیاط کرد .

۳-۳- پوششهای محافظتی

نکات اصلی در طرحهای محافظتی ، آماده کردن صحیح سطح قبل از بکاربردن پوشش محافظتی ، رطوبت ناپذیر کردن وضخامت مناسب پوشش میباشد .

۳-۳-۱ پوششهای فلزی

فولاد را در مقابل خوردگی میتوان بوسیله پوشش آن با فلزات غیر آهنی مقاوم محافظت کرد . روی و آلومینیوم بطور معمول برای صفحات و قسمتهای فولادی بکار میروند . هردوی این فلزات در هوای آزاد بیشتر از آهن مقاومت میکنند ولی در هوای مرطوب و آلوده مانند داخل تونل راه آهن ، روی به همان سرعت فولاد خورده میشود .

پوششهای روی و آلومینیوم این مزیت را نیز دارند که در مقابل سائیدگی بیشتر از رنگ مقاومت کرده و بخاطر آنکه نسبت به آهن اندیک هستند ، فولاد را در محل هایی که پوشش کامل نبوده و یا صدمه دیده است محافظت میکنند .

پوششهای روی و آلومینیوم بضخامت حداقل ۷۵ میکرون محافظت کافی در مناطق زراعتی ایجاد می کنند ولی در محیط های خورنده ضخامت پوشش باید بیشتر باشد و یا این که باید سطح را رنگ کرد . دوام پوشش روی و آلومینیوم تقریباً " متناسب با حد متوسط وزن پوشش در واحد سطح است .

از روی به چند طریق میتوان استفاده کرد . ولی طریق استفاده چندان اثری در دوام پوشش ندارد بلکه وزن و یکنواختی پوشش عوامل موثر میباشند . پوشش آلومینیوم را معمولاً " بوسیله اسپری کردن و عملیات مشابه میتوان بکار برد .

۳-۳-۲ رنگها و سیستم های رنگ

الف - ناقلهای رنگ و چگونگی خشک شدن رنگ - رنگ بطور عمده شامل مواد جامد ریز

جدا از هم بنام ماده رنگی (Pigment) است که در یک مایع بنام ناقل بطور پراکنده و معلق قرار گرفته اند . اگر این مایع را بصورت نازکی پهن کنیم به مرور زمان بصورت یقششر چسبنده خشک در میآید . لازم است که این حالت خشک شدن رنگ پس از چند ساعت ایجاد شود . برای بسیاری از رنگها یکی از حالتهاى زیر اتفاق میافتد .

۱- تبخیر یک حلال از ناقل ، که از خود قشری از مواد جامد بجای میگذارد . بعنوان

مثال ، پوششهای شامل قطران ذغال سنگ یا قیر طبیعی در یک حلال آلی .

۲- تبدیل اجزاء تشکیل دهنده ناقل ، بعنوان مثال تغییر شکل روغن بزرک به حالت

جامد ، بوسیله تغییرات شیمیائی که بطور عمده شامل اکسیداسیون بوسیله اکسیژن

هوا است صورت میگیرد . رنگها غالبا " شامل مواد خشک کننده ای هستند که این

تغییرات را تسریع میکنند .

۳- پلیمریزاسیون ، میعان یا فعل وانفعال بین اجزاء ناقل . این اعمال با قرار دادن

یک ماده بعمل آورنده در رنگ یا بوسیله حرارت دادن انجام میگیرد .

بسیاری از رنگهای معمولی طبق اصول دوم خشک میشوند . طبیعت حلال در عمل

خشک شدن بسیار مهم است . اگر حلال به گندی تبخیر شود خشک شدن بتعویق

میافتد و رنگ هنگامیکه در معرض شرایط سخت هوا قرار میگیرد صدمه می بیند .

تبخیر بسیار سریع حلال نیز ممکن است نتایج بدی داشته باشد بعنوان مثال ممکن

است باعث میعان رطوبت هوا در روی سطح رنگ شده بشود . در این دستورالعمل

چهار نوع ناقل رنگ در نظر گرفته شده است .

۱- ناقلهای روغنی (Oil-based Vehicles)

این ناقلها بطور اصلی از روغنهای خشک کننده نباتی مانند روغن بزرک و روغنهای

نباتی بدون آب تشکیل شده اند .

۲- ناقلهای رزین اولئو (Olco-resinous Vehicles)

که بوسیله ترکیب رزینها با روغنهای خشک کننده تهیه میشوند .

۳- ناقلهای رزین آلکاید (Alkyd-resin Vehicles)

که در حقیقت حالت مخصوصی از گروه قبلی میباشد . این ناقلها بخصوص برای

رنگهای تکمیلی مقاوم در مقابل هوا مناسب میباشد .

۴- ناقله‌های مقاوم در مقابل مواد شیمیایی (Chemical-resistant Vehicles)

این ناقله‌ها برای رنگهائی که در شرایط سخت باید بکاربرده شوند، مانند رنگهائی که در معرض بخارهای شیمیائی و یا در زیر آب دریا قرار داده میشوند بکار میروند. در حالت دوم یعنی در زیر آب دریا مقاومت در مقابل صابونی شدن (Saponification) نیز لازم است، زیرا قلیا در کاتودهای هرنوع پیل خوردنگی که ایجاد میشود بوجود میآید. این مقاومت بخصوص هنگامیکه رنگ همراه با محافظت کاتدیک بکار میرود، بسیار لازم است.

رزین اپکسید، اپکسید/قطران ذغال سنگ، پلی یورتان، و رزین وینیل ناقلهائی در این طبقه بندی هستند.

ب- نسبت ماده رنگی به نگهدارنده (Pigment binder ratio) -
انتخاب ماده رنگی برای رنگهائی حفاظتی در زیر شرح داده میشود. بطور کلی برای هر رنگی یک مقدار بهینه (Optimum) برای نسبت ماده رنگی به نگهدارنده وجود دارد که در این مقدار قشر رنگ خشک بهترین خصوصیت فیزیکی و حداکثر حالت پلاستی را دارد.
گرچه توجه به این عملی، بعنوان مثال آسانی عمل رنگ کردن با قلم موم ممکن است که کاربرد نسبت کوچکتری از ماده رنگی به نگهدارنده را ایجاب کند. ولی اگر از مقدار بهینه حدود زیادی دور شویم ارزش محافظتی رنگ از بین میرود.

ب- سیستمهای رنگ - نیروی محافظتی یک قشر رنگی با بالا بردن ضخامت قشر افزایش پیدا میکند. و در ضمن حدی نیز برای ضخامت قشر وجود دارد که پائینتر از آن محافظت کافی بوجود نمیآید. این حد معمولاً با نوع رنگ، صافی سطح فولاد و سختی شرایط خوردنگی تغییر میکند. برای محافظت فلزی که در معرض هوای آزاد میباشد، چهار لایه از رنگ های معمولی که در معرض هوا خشک میشوند، لازم میباشد. اگر رنگهائی که در این دستورالعمل توصیه شده اند بکار برده شوند، حد متوسط ضخامت قشر رنگ خشک باید بین ۱۴۰ و ۹۰ میکرون باشد. در تعیین ضخامت قشر رنگ بر اساس حد متوسط باید دقت کافی مبذول شود، زیرا در ضخامت قشر رنگی که حتی توسط یک نقاش ورزیده نیز بوجود آمده تا حدود صد درصد تفاوت وجود دارد.

با وجود اینکه بایک لایه از بعضی انواع رنگها میتوان ضخامتی حدود ۱۲۵ میکرون بدست آورد، ولی اغلب سیستمهای رنگ شامل چندین لایه است که برای لایه های آستر و همچنین

لایه های تکمیلی فرمولهای جداگانه ای بکار برده شده است .

وجود چند لایه از رنگ به کاهش خلل و فرج قشر رنگ کمک کرده و خطر ناشی از ایجاد فاصله در بین دونوبت رنگ کردن را نیز حذف میکند . ولی این زیان را نیز دارد که سطح تماس داخلی بین لایه های رنگ ایجاد میکند که در اثر آلودگی ممکن است اشکالاتی در خاصیت رنگ بوجود آید ولی معمولاً این حالت بندرت اتفاق میافتد .

هر نوع سیستم رنگ چند لایه ای باید بطور کلی مورد مطالعه قرار بگیرد . هر لایه برای عملی که انجام میدهد باید مناسب بوده و با سایر لایه ها نیز هم آهنگی داشته باشد . معمولاً یک سیستم صحیح رنگی موقعی بوجود میآید که خصوصیات لایه ها و زمان کاربرد آنها طوری باشد که هر لایه بالائی بطور مختصر در لایه پائینی حل شده و بدین ترتیب تمام لایه ها در یکدیگر فرو روند .

ت - رنگهای آستری

خصوصیات رنگ آستری بسیار مهم است . رنگ آستری باید سطح فلز را مرطوب کرده و اساس محکم و چسبندگی برای لایه های بعدی ایجاد کند . علاوه بر این از آنجائی که قشرهای رنگ کاملاً نسبت به مواد خوردنگی غیر قابل نفوذ نیستند رنگهای آستری باید شامل ماده رنگی جلوگیری کننده (Inhibitive Pigment) باشند .

معمولترین مواد رنگی جلوگیری کننده سرنج ، پلمبات کلسیم ، روی کرم ، سرب فلزی و گرد روی میباشد .

سرنج و رنگهای پلمبات کلسیم معمولاً با ناقل های روغنی که فولاد را کاملاً مرطوب میکنند ساخته میشوند . ناقلهای پیچیده تر اولئورزین برای ساختن رنگهای سرب فلزی و روی - کرم بسیار بکار برده میشوند .

ث - رنگهای تکمیلی

لایه های رنگهای زیرین (Undercoats) و همچنین رنگهای تکمیلی به منظور محافظت آستر و همچنین برای آنکه لایه آستری خاصیت جلوگیری کننده خود را در روی سطح فلز حفظ کند بکار میروند . بعضی انواع لایه های زیرین بعنوان وسیله ای برای پیوند آستر و لایه های تکمیلی عمل میکنند . لایه های تکمیلی باید به حد زیاد در مقابل رطوبت و گازها غیر قابل نفوذ بوده و مقاومت خوبی در مقابل محیط از خود نشان دهند .

در لایه های تکمیلی ، بکار بردن مواد رنگی جلوگیری کننده لزومی ندارد . مواد رنگی بی اثر

معمولا" کاربرد بهتری دارند. در این میان موادرنگی لاملار (Lamellar) مانند سیلیکا گرافیت میباشند که خاصیت نفوذ پذیری قشر رنگی را کاهش داده و تجزیه شیمیائی آنها توسط آفتاب کندتر میکنند. سایر مواد رنگی که معمولا" بکار میروند عبارتند از اکسید آهن قرمز، سرب سفید و اکسید تیتانیوم

۳-۳-۳- مقدمات برای رنگ کردن

الف - کلیات - حداکثر پایداری یک رنگ محافظتی در حالتی بوجود میآید که سطح فلز بطرز صحیح آماده شده باشد.

در حالتی که رنگ وسایر مواد مانند چربی و دوده در روی سطح و در زیر رنگ وجود داشته باشند، دوام سیستم محافظتی بنحو بسیار زیادی کم میشود. سایر متدهای معمولی آماده نمودن سطح، بر اساس پاک کردن سطح فلز و عاری نمودن آن از قشر اکسید و زنگ نباشده اند. عملیات مختلف با راندها و ماندهای متفاوت این منظور را برآورده میکنند.

ب - اهمیت برطرف کردن قشر اکسید و زنگ - ارزش محافظتی سیستم رنگ، در صورت وجود قشر اکسید، زنگ و سایر مواد آلوده مانند روغن و مواد جامد آلوده در روی سطح فلز، به هنگام رنگ کردن بمقدار زیادی پائین میآید. زیان حاصله توسط قشر اکسید در زیر رنگ در عکس شماره ۲ نشان داده شده. اثر زیان آور وجود زنگ به این علت است که زنگ حاصله در محیطهای صنعتی حاوی ذرات سولفات آهن است. بخصوص اگر فولاد در زمستان در معرض آلودگی قرار گرفته شده باشد. و اگر این مواد در زیر رنگ باقی بمانند باعث زنگ زدگی بیشتر میشوند.

پاک کردن سطح بوسیله جریان هوا یا بخار (Blast-Cleaning) و پاک کردن با محلولهای شیمیائی (Pickling)، روشهای عملی و قابل اطمینان برای بدست آوردن سطوح عاری از قشر اکسید و زنگ هستند. امتیاز آنها بر پاک کردن با دست، که غالباً "مقداری زیاد زنگ و قشر اکسید شکسته بر روی سطح باقی میگذارد، بوسیله نتایج آزمایشات زیر که بوسیله گروه تحقیقات آهن و فولاد انگلیس در مرکز صنعتی شفیلد (Sheffield) انجام گرفته شده است نشان داده میشود.

جدول شماره ۲ - نتایج آزمایشات بر روی فولادهای رنگ شده در شفیلد (Sheffield)

حد متوسط زمان محافظت		نوع آمادگی برای رنگ کردن
سیستمهای رنگ چهار لایه ای	سیستمهای رنگ دولایه ای	
سال	سال	پاک کردن بوسیله جریان هوا یا بخار پاک کردن با محلول شیمیائی در معرض هوا گذاشتن و با برس سیمی پاک کردن
۱۰/۳	۶/۳	
۹/۶	۴/۶	
۲/۳	۱/۲	

در حقیقت هر نوع متد آمادگی سطح که بکار برده شود، اگر سطح فولاد طوری رنگ زده باشد، که قشر اکسید را بتوان با دست جدا کرد، بدست آوردن سطح رضایت بخش بسیار مشکل بوده و گران تمام میشود.

پاک نمودن توسط جریان بخار یا هوا سطح فلز را بحد زیادی ناهموار میکند. به این دلیل باید نوعی رنگ بکار برده شود که ضخامت کافی از قشر رنگ بمنظور حفاظت از خود باقی بگذارد. اگر حد غیر کافی رنگ بکار برده شود نوک یا لبه های تیز سطح ناهموار فولاد، بمقدار کافی پوشیده نشده و یا حتی از میان قشر خشک بیرون میزنند. برای روشن شدن موضوع بهتر است که ناهمواریهایی را که در روی سطح فولاد بوجود میآید متناسب با مقدار دامنه (Amplitued) تضاریسی که در روی سطح فلز ایجاد شده است تعیین کرد. اگر سطح فولاد توسط جریان بخار یا هوا پاک شده باشد برای فولاد دامنه ای تا حد ۱۰۰ میکرون و برای فولاد رنگ زده یا فولادی که در معرض هوا گذاشته شده است، دامنه بالاتری قابل قبول است. رنگهای معمولی که چندین ساعت طول میکشد تا خشک شوند، قبل از خشک شدن از نوک برآمدگیهای فولاد پائین ریخته و ممکن است که این برآمدگیها را عریان باقی بگذارند.

آسترهای پیش ساخته (Prefabrication Primers) که معمولاً قبل از آنکه جاری شوند خشک میشوند در این حالت امتیاز زیادی دارند.

Bigos. J. محاسبه کرده است که ضخامت رنگ خشک برای پرکردن سطحی که بوسیله جریان هوا تمیز شده است، در حدود ۲۰ میکرون برای حداکثر دامنه ۵۰ میکرون و در حدود

۱۵ میکرون برای حداکثر دامنه ۲۰۰ میکرون است .

او همچنین به این نتیجه رسیده است که دامنه پائینتر از ۱۰۰ میکرون هیچ نوع اثر قابل توجهی در عمل کرد رنگی که در معرض هوا باشد ندارد حتی اگر ۳۸ میکرون رنگ خشک بکار برده شده باشد .

پ - عمل آوردن مقدماتی سطح - (Surface Conversion Treatments)

پاره ای عملیات که شامل فعل و انفعال شیمیائی با سطح فلز میباشند برای عمل آوردن اولیه فولادی که قرار است رنگ شود ، وجود دارد . این عملیات از خود قشر چسبنده ای از مواد غیر قابل حل فلزی ، در سطح فلز بر جای میگذارند . این اعمال به سه گروه ممکن است طبقه بندی شوند .

۱- عمل آوردن با فسفات (Phosphate treatments) -

عمل آوردن با فسفات معمولاً " بر روی فولادی که بطور کامل پوسته آن گرفته شده و همچنین هر نوع چربی و رنگ آن نیز بر طرف شده باشد صورت میگیرد . برای این منظور فولاد را در محلول گرمی از فسفات فلزاتی مانند آهن ، منگنز و روی در اسید فسفریک قرار میدهند . این عملیات ممکن است شامل قرار دادن فلز در محلول تا حدود نیم تا یک ساعت و یا اسیری کردن فلز برای مدت کوتاه تری باشد . در حالت دوم فعل و انفعال بوسیله تند کننده ها و یا نور تسریع میشود ولی قشر مفید در چند ثانیه ایجاد میشود . لایه های فسفات که به این ترتیب ایجاد میشوند ، چسبناک بوده و غیر قابل هدایت هستند ، ولی بخودی خود مقاومت محدودی در مقابل خوردگی دارند . بهترین نتیجه موقعی حاصل میشود که سطح فلز بعد از فسفاته کردن فوراً رنگ شود . این قشر فسفات خاصیت چسبندگی رنگ را بیشتر کرده و از گسترش زنگ از نقاط صدمه دیده به سایر نقاط جلوگیری میکنند .

بکار بردن آسترهای جلوگیری کننده (inhibitive Primers) برای فولادی که فسفاته شده است لزومی ندارد . از تعداد کلی لایه های رنگ هنگامیکه فولاد را فسفاته کردیم بهیچ وجه نباید کم کرد . عمل آوردن بوسیله فسفات در صنعت اتومبیل سازی بعد زیادی بکار میرود .

عمل آوردن با فسفات کرم بخصوص هنگامیکه برای محصولات متوالی بکار رود متضمن دستگاه مخصوص و گران قیمتی است . برای عمل آوردن های ارزاتر روشهای

دیگری وجود دارد که در حرارت های معمولی و در یک مخزن تنها نیز میتوان آنها را بکار برد . این روشها را بوسیله اسپری کردن و یا قلم مو نیز میتوان بکار برد . در این روشها یک ماده فسفاتی غیر آبی بکار میرود که از خود لایه محکم و چسبنده رزینی باقی میگذارد ، این لایه از نقطه نظر محافظت موقتی حائز اهمیت بوده ، و تشکیل یک اساس خوب برای سیستم محافظت دائمی میدهد .

۲-آسترهای پیش روند (Pretreatment Primers) - این مواد حـد واسطـه بین عمل آوردن با فسفات و رنگهای آستری هستند این مواد شامل اسید فسفریک آزاد بوده و علاوه بر آن که لایه ای از مواد آلی که معمولا " رزین پلی وینیل بوتیرال میباشد از خود باقی میگذارند در سطح فولاد نیز اثر میگذارند . لایه بجای مانده با اکثر رنگها هم آهنکی دارد .

با وجود آنکه بعضی از آسترهای پیش روند لایه ضخیمی از خود باقی میگذارند ولی بهتر است که در محاسبه ضخامت کلی لایه های رنگ ، ضخامت آستر پیش روند را در نظر نگرفت .

۳- محلولهای شستشوی سطح - این محلولها معمولا " بر اساس اسید فسفریک یا رنگ نباتی ساخته میشوند و غالبا " شامل مواد دیگری مانند عوامل مرطوب کننده میباشد . معمولا " آنها را با قلم مو یا پارچه یا اسپری بطور گرم و گاهی سرد بکار میبرند . شستن سطح فلز با آب بعد از بکار بردن اسید فسفریک برای برطرف کردن باقی مانده های اسیدی لازم میباشد .

محلولهای شستشوی سطح ، رنگهای سطحی را برطرف میکنند ولی برای رنگهای سنگین و یا قشر اکسید نمیتوان آنها را بکار برد ، در نتیجه باید این موضوع را در نظر گرفت که این محلولها جانشینی برای پاک کردن با جریان هوا یا بخار و یا پاک کردن با محلولهای شیمیائی نیستند .

این محلولها قشر نازکی از فسفات آهن یا رنگهای آهنی بر روی سطح فولادی که زنگ و پوسته آن گرفته شده باشد ایجاد میکنند . این لایه مقاومت کمی در مقابل خوردگی دارد ولی بهیچ وجه به علت وجود این لایه هیچ یک از لایه های رنگ را نباید حذف کرد .

برای رنگ کردن ابنیه فنی باید نکات زیر را در نظر گرفت .

الف - زمان و مکان - سطح فولاد عریان و تازه آماده شده بعد زیادی آماده رنگ زدگی است . مدت زمان بین آماده کردن سطح و رنگ کردن باید تا حد امکان کوتاه باشد (بخصوص اگر خطر میعان نیز وجود داشته باشد) این زمان بطور حتم نباید بیش از ۴ ساعت باشد . بعنوان مثال آزمایش نشان داده که اگر فولاد پاک شده با مواد شیمیائی را قبل از رنگ کردن بمدت ۷ روز در هوای آزاد قرار دهیم عمر آن از ۵/۵ سال به $2\frac{1}{4}$ سال تقلیل پیدا میکند . درجه حرارت های پائین ، رطوبت های شدید و آلودگی های گازی جوی ، خشک شدن رنگ را بتعویق می اندازند . مواد جامد آلوده باعث صدمه زدن به لایه های میانی رنگ شده و خاصیت چسبندگی آن را از بین میبرند .

رنگ کردن باید در محیط گرم و خشک و عاری از آلودگی و گرد و خاک صورت بگیرد . این شرایط در محیط کارگاه های سازنده تقریباً فراهم میباشند و بنابراین بصرفه است که تا آنجائی که ممکن است عملیات رنگ کردن را در کارگاه انجام داد .

ب - روش - بکاربردن قلم مو و اسپری کردن روش های معمولی رنگریزی میباشند . آزمایش نشان داده که این روش های رنگریزی لایه هائی با درجه حفاظت و همچنین ضخامت یکسان برجا میگذارند .

هنگامیکه فولاد توسط دست و یا با قرار گرفتن در هوا آماده شده و یک رنگ روغنی مانند سرنج در روغن بزرگ به عنوان آستر برای آن بکار رفته شده باشد . بهتر است که برای اولیه لایه رنگ ، قلم مو بکار برد زیرا باین ترتیب رنگ بهتر در سطح فلز فرو میرود .

با متدهای جدید آماده کردن سطح و مواد جدید برای لایه ها لایه آستری را میتوان بوسیله قلم مو ، غلطک و یا اسپری بدون هوا بکار برد . ولی بکار بردن قلم مو هنگامیکه رنگ کردن در شرایط زیان آور صورت میگیرد ارجحیت دارد . سـ متد ذکر شده و همینطور سایر متدهائی که از روش اسپری کردن استفاده میکنند ، برای لایه های بعدی مناسب میباشند .

دوام یک طرح رنگریزی بر روی سطح فولاد که بطرز صحیح آماده شده باشد با درجه از بین رفتن قشر رنگ تعیین میشود .

روغنهای خشک شونده و رزینها بکندی در اثر رطوبت ، اکسیژن هوا و تشعشعات خورشیدی تجزیه میشوند . معمولا " اولین اثر تجزیه از دست دادن جلا و برق ظاهری است و سپس رنگ پریدگی نیز ظاهر میشود .

سپس ترک خورده و عاقبت کنده میشود .

تعمیرات باید قبل از آنکه لایه نهائی خاصیت محافظتی خود را در مقابل رنگ آستر از دست بدهد صورت بگیرد .

سایر پوششهای محافظتی ۶-۳-۳

پوششهای محافظتی دیگری نیز علاوه بر فلزات غیر آهنی و رنگها برای محافظت فولاد و آهن بکار میروند ، این پوششها شامل قطران ذغال سنگ گرم و قیر طبیعی ، نوارهای مخصوص ، پلاستیکها و پوششهای سیمان و بتن میباشد .

اغلب این پوششها از نوع دور نگاهدارنده میباشد . یعنی فلز را تنها با دور نگاهداشتن از عامل خوردگی حفظ میکنند .

در مورد بکاربردن آنها نیز باید ضخامت مناسب و چسبندگی کامل را در مد نظر داشت .

قسمت چهارم - محافظت کاتدیک

۱-۴ اصول کلی

در این قسمت محافظت کاتدیک بطور مختصر شرح داده میشود . ولی این قسمت راهنمایی برای خصوصیات نصب محافظت کاتدیک نمی باشد .

۱-۱-۴ مکانیزم

همانطور که قبلاً ذکر شد ، عمل خوردگی شامل عبور جریان از آنند به الکترولیت میباشد . اگر این جریان را به توان متوقف کرد ، عمل خوردگی نیز متوقف میشود . متوقف کردن جریان را بوسیله ایجاد جریان قویتری در جهت مخالف میتوان انجام داد ، این جریان قویتر از آنند مخصوصی که تهیه شده است وارد الکترولیت و سپس وارد فلز شده و تمام فلز را کاتد میکند به این ترتیب اصطلاح محافظت کاتدیک بوجود آمده است .

۲-۱-۴ موارد استعمال

بطور اصولی ، محافظت کاتدیک را در هر قسمت از ابنیه فنی که در زیر آب و یا در محیط مرطوبی قرار گرفته باشد میتوان بکار برد . تماس مداوم با الکترولیت معمولاً مورد لزوم است . برای ابنیه دریائی چنانچه سطح ساختمان از سطح مد بالاتر باشد محافظت کاتدیک موثر نیست ولی چنانچه ساختمان بنحوی ساخته شده باشد که نصف آن در فاصله ارتفاع بین جذر و مد قرار گیرد ، تا حدود مناسبی محافظت کاتدیک انجام میشود . بکاربردن محافظت کاتدیک از نظر اقتصادی به عوامل زیادی بستگی دارد . طبیعت ابنیه فنی و محیط آن ، تشخیص اینکه جلوگیری از خوردگی تا چه حد حائز اهمیت میباشد و بالاخره مشکلات استفاده از سایر روش ها در تصمیم گیری موثر میباشد . بعنوان مثال ؛ برای محافظت یک بنای فنی که در یک الکترولیت با مقاومت بالا (آب تازه) قرار گرفته باشد ولتاژ بیشتری لازم است تا یک بنای فنی که در یک الکترولیت با مقاومت پائین (آب دریا) قرار گرفته باشد . وجود مقدار زیاد اکسیژن محلول در سطح فلز مقدار جریان لازم برای متوقف کردن خوردگی را بالا میبرد .

شکل ابنیه فنی در آسانی محافظت آن دخالت دارد . بطور مثال ؛ محافظت سطوح داخلی لوله ها معمولاً مقرون بصرفه نیست ، حتی اگر آبی که در آنها جریان دارد مقاومت خیلی کمی

داشته باشد . زیرا یک آند تنها طول کوتاهی از لوله را قادر است محافظت کند . آندها را در تمام طول لوله و در فواصلی مانند ۴ برابر قطر لوله باید نصب نمود .

موارد ذکر شده در بالا برای ابنیه ای که دارای پوشش مقاوم محافظتی بوده ، و محافظت کاتدیک تنها برای جلوگیری از خوردگی در رویه یا پوشش آنها باشد چندان مهم نیستند . پوششهایی که همراه با محافظت کاتدیک بکار میروند در مقابل صابونی شدن (Saponification) باید مقاوم باشند زیرا در سطح محافظت شده حالت قلیائی شدیدی ایجاد میشود . همچنین پیوند ایجاد شده بین فلز و پوشش باید محکم و دائمی باشد .

۴-۱-۳- شرایط حفاظتی

مقدار جریان لازم برای محافظت ابنیه فنی مشخص را بدون آزمایش نمی توان تعیین کرد ، گرچه تخمین اجمالی را بر مبنای تجارب قبلی میتوان انجام داد . ولی در هر حال بعد از آن که محافظت کاتدیک بکار برده میشود ، مناسب بودن آنرا میتوان بوسیله اندازه گرفتن تفاوت پتانسیل بین فلز و محیط اطراف آن آزمایش نمود . معمولاً " این عمل با یک الکتروود استاندارد مانند نیم پیل مس و سولفات مس انجام میگردد .

در اکثر الکتروولیت های طبیعی اگر آهن در پتانسیلی پائینتر از ۰/۸ - ولت (که در مقابل یک نیم پیل مس و سولفات مس اندازه گیری شده) قرار گیرد خورده نمیشود . برای اطمینان از محافظت آهن یا فولاد معمول است که پتانسیل محاسبه شده ای مثلاً " ۰/۸۵ - ولت را در نظر گرفت .

آهن و فولاد در زیر خاک معمولاً " دارای پتانسیلی معادل ۰/۶ - ولت میباشد ، بنابراین برای محافظت کامل باید ولتاژ آنها را تا حد بیشتری مثلاً " بانداژه ۰/۲۵ - ولت پائینتر آورد .

مقادیر کمتر پتانسیل خوردگی را کاهش میدهند ولی بطور کلی از آن جلوگیری نمیکند . این ولتاژها را میتوان در مواردی که بدت آوردن محافظت کلی بسیار مشکل است ، یا اینکه تنها طولانی کردن عمر فلز مورد نظر است بکار برد .

غالباً " لازم است که پتانسیل هایی پائینتر از پتانسیل محافظتی ، برای سطوح بزرگ بکار برد تا در نقاطی که اثر محافظت کمتر است نیز محافظت کامل انجام شود .

این موضوع به آهن و فولاد صدمه ای نمیزند ولی ممکن است عواقب دیگری داشته باشد . مثلاً " خروج گاز هیدروژن میتواند پوششها را صدمه بزند ، یا ایجاد درجه قلیائی بالاتر توسط صابونی شدن رنگ را از بین ببرد .

در آب دریا و در بعضی انواع خاک ها قلیاییت بودن باعث ته نشینی ماده آهکی غیر قابل حلی میشود ، این رسوب از نقطه نظر اینکه مقدار جریانی را که برای محافظت کاتدیک لازم است کاهش میدهد مفید است ، ولی در بعضی موارد چندان دلخواه نیست ، زیرا وقتی مقدار زیادی رسوب تشکیل شود باعث گرفتگی شده و از هدایت گرما نیز جلوگیری میکند .

۴-۱-۴ منابع جریان

در سیستم جریان جایگزینی (Impressed) مقدار جریان لازم برای محافظت کاتدیک معمولاً از یک منبع نیرو با بکار بردن ترانسفورمر و رکتیفایر ، برای ایجاد جریان مستقیم با ولتاژ کم یا از سایر منابع جریان مستقیم و یک اتصال زمین (ground bed) گرفته میشود . در سیستم آند میراثی (Sacrificial Anod) هیچ نوع جریان جایگزینی بکار نمی رود بلکه آندی از فلزات اصلی مانند منیزیم را بطور مستقیم به آهن یا فولاد متصل کرده و یک پیل ساده بوجود می آورند که در این پیل فلز آهنی نقش کاتد را بازی میکند . انتخاب صحیح هریک از این سیستمها احتیاج به اطلاعات و تجارب کافی دارد . برای اینیه فنی بزرگ که نیاز به مقدار زیادی جریان دارد حتماً به نیرو به اندازه کافی در دسترس باشد جریان جایگزینی بکار می رود . اگر مقاومت الکترولیت بعد کافی باشد برای سیستمهای کوچک و محدود یا در جایی که عبور مقدار زیادی جریان از داخل خاک مشکل باشد سیستم آند میراثی بکار برده میشود .

۴-۲-۴ موارد استعمال عملی

۴-۲-۴-۱ طرح

از مناسب بودن محافظت کاتدیک برای اینیه فنی در مرحله طرح باید اطمینان حاصل کرد . مراحل لازم شامل نامین جریان الکتریکی مداوم و در بعضی موارد مجزا کردن اینیه فنی مجاور میباشد . برای تعیین محل اتصال زمین و همچنین مقررات برای اتصال زمین و تهیه جریان ممکن است آزمایشاتی در محل لازم باشد .

۴-۲-۴-۲ تجهیزات

الف - سیستم جریان جایگزینی آندی که برای سیستم جریان جایگزینی بکار می رود باید

دارای مشخصات زیر باشد .

۱- دوام کار مناسب

۲- آند باید قادر باشد که جریان لازم را بدون تجزیه شدن خود و یا اتصالاتش ایجاد

نماید .

۳- مقاومت کم نسبت به زمین

این مشخصات انتخاب ماده ، شکل آند و مساحت سطح آنرا تعیین میکند . برای این منظور قراضه فلز میتوان بکار برد ، بخصوص اگر سطح بزرگی برای تعیین مقاومت کم لازم باشد ، ولی اغلب انتخاب موادی که در مقابل تجزیه شدن مقاومت کنند از نقطه نظر اقتصادی صحیح تر میباشد .

گرافیت ، آهن یا سرب بالا و مواد توسعه یافته جدید مانند آلیاژ های سرب و تیتانیوم پلاتینه عدد در مقابل خوردگی مقاومت کرده و خیلی آهسته تجزیه میشوند .

آلیاژ های سرب ، تیتانیوم پلاتینه شده را در جریانهای با دانسیته بالا میتوان بکار برد ، در نتیجه این مواد بخصوص در الکترولیت های با مقاومت کم مانند آب دریا بسیار مفید هستند . هدایتیکه مقاومت آب یا خاک بالا باشد یک سیستم وسیع آند لازم است تا جریان محافظتی به تمام نقاط اینیه فنی برسد .

استفاده از یک سری آند بهم پیوسته برای تشکیل یک اتصال زمین وسیع ، عملی معمول برای محافظت اینیه فنی در زیر خاک میباشد .

ب- سیستم آند میراثی- انتخاب ماده برای سیستم آند میراثی بستگی به الکترولیتی دارد که آند در آن قرار داده میشود . در الکترولیت های با مقاومت بالا نیروی الکتریکی مغناطیسی عامل اولیه است در حالیکه در الکترولیت های با مقاومت کم عامل کنترل کننده دوام آند میباشد .

آندهای میراثی از آلومینیوم ، منیزیم ، روی یا سایر آلیاژ ها ساخته میشوند . آلیاژ منیزیم بالاترین پتانسیل را داشته و موثرترین وسیله برای حفاظت اینیه فنی در زیر خاک میباشد . ولی علاوه بر خوردگی عادی در اثر جریان محافظتی نیز خورده میشود . این امر باعث کوتاهی عمر طبیعی آن بخصوص در آب دریا میشود . روی و آلومینیوم پتانسیل کمتری دارند ولی کار برد آنها در محیط های با مقاومت کم که آند منیزیم بیش از حد لازم جریان تولید میکند صحیح تر میباشد .

در بعضی موارد بهتر است که آندهای در زیر خاک را بایک خاک ریزی بپوشانند تا خوردگی و پلاریزاسیون کمتر شده و تماس الکتریکی بهتری با خاک برقرار شود .

هنگامیکه محافظت کاتدیک در مورد ابنیه فنی جدید بکار برده میشود بهتر است ککـــه از مقاومت خاک اندازه گیری اولیه در محل انجام شود .

این موضوع به عنوان راهنمایی برای خطر احتمالی خوردگی و طرح کلی سیستم محافظت کاتدیک بکار میرود .

به عنوان مثال : برای تعیین تعداد آندهای میرا که باید بکار رود همچنین محل کارگزاری آنها ، نقشه های کافی از ابنیه فنی نیز باید در دسترس باشد .

هنگامیکه عمل نصب انجام گرفت ، تفاوت پتانسیل بین ابنیه فنی و خاک ، بخصوص در نقاط دور از کاربرد محافظت کاتدیک باید اندازه گرفته شود تا اطمینان حاصل شود که محافظت کامل صورت گرفته است . تنظیم جریان در مراحل ابتدائی ممکن است لازم باشد .

۴-۲-۴ اعمالی که برای ایمنی ابنیه فنی مجاور باید صورت گیرد

هنگامیکه یک سیستم محافظت کاتدیک در محلی نصب میگردد ، جریان مستقیم الکتریستیه وارد خاک میشود و اگر دقت کافی مبذول نشود ، قسمتی از این جریان وارد ابنیه فنی مجاور شده و در محلی که جریان خارج شده و وارد خاک میشود ایجاد خوردگی مینماید .

شدت اثر این جریان بستگی به مقدار جریان ، کیفیت پوششهای ابنیه فنی ، مقاومت خاک و موقعیت نسبی ابنیه فنی و اتصال زمین دارد . شدت اثر را بطور دقیق نمی توان پیش بینی نمود . ولی دقت در مرحله طرح این اثر را کمتر میکند . بنابراین برای نصب سیستم محافظت کاتدیک به سایر سازمانهای دیگر که ممکن است لوله ها و یا کابل هایی در تماس با خاک نزدیک سیستم داشته باشند باید اطلاع داده شود و همچنین محل ابنیه فنی آنها نیز باید تعیین شود .

۴-۲-۵ تعمیرات

دفعات بازرسی از یک سیستم محافظت کاتدیک بستگی به میزان خوردگی ابنیه فنی در حالت از کار افتادن سیستم دارد تا از هر نوع نقصی قبل از آنکه صدمات جدی شوند جلوگیری شود . مطمئن ترین دلیل برای آنکه سیستم بطور صحیح کار کند ، اطمینان از آنست که پتانسیلهای ابنیه فنی بحد کافی منفی باشند . یک بازرسی نمونه شامل اندازه گیری ولتاژ و جریان در منبع جریان مستقیم ، در فواصل ماهانه و تفاوت پتانسیل بین ابنیه فنی و خاک در فواصل ششماهه است .

هنگامیکه در محیط ، مخلوطی از گازها ، ویا بخارهای قابل اشتعال وجود داشته باشد ، گاز بود محافظت کاتدیک تولید خطر مینماید . در موارد غیرعادی مانند خروج گاز هیدروژن در فضا های بسته نیز ممکن است خطراتی ایجاد شود . بنابراین تمام سیستم های نصب محافظت کاتدیک باید مطابق مقررات ایمنی مربوط باشند .

اقتصادی بودن

در یک سیستم انتخاب ایمنه فنی جدید انتخاب ، بستگی به تفاوت قیمت بین ایجاد یک روش محافظت الکتریکی همراه با محافظت کاتدیک ویا تهیه یک پوشش بهتر (اگر قابل دسترس باشد) و یا روش های محافظت را ایجاد کند دارد . هزینه کلی یک محافظت کاتدیک بطور عمده بستگی به مقدار جریان مورد لزوم دارد . محافظت کاتدیک یک ایمنه فنی جریان غالباً " اقتصادی نیست زیرا جریان بسیار زیادی لازم دارد . هم چنین جریان پراکنده به ایمنه فنی مجاور نیز صدمه میزند . این سیستم جریان جایگزینی و سیستم آند میراثی اولی معمولاً " ارزانتر میباشد . قیمت اولیه معمولاً " برای سیستم آند میراثی کمتر است تا برای یک سیستم نیرو ده (Power Stressed) ولی عوض کردن آند و خرج تعمیر زیاد بالاخره سیستم نیرو ده را ارزانتر میکند . علاوه بر این دشواری هنگامیکه مقاومت خاک بالا بوده ویا جریان زیادی مورد لزوم است مناسبتر میباشد . هیچ نوع قانون کلی برای تصمیم گیری در مورد آنکه محافظت کاتدیک اقتصادی است یا نه وجود ندارد . ولی در نظر گرفتن عوامل زیر تصمیم گیری را آسان میسازد .

۱- گاز ویژه ایمنه فنی

۲- دوام خدمت مورد لزوم

۳- احتمال تصادفات یا صدمات به سایر اموال ، اگر ایمنه فنی بعلت خوردگی ازکار بیفتد .

۴- وجود وسائل تعمیرات کافی و قیمت آنها

۵- احتمال صرفه جوئی در قیمت های اولیه

۶- قابل دسترس بودن جریان الکتریکی

۷- حالت ایمنه فنی ، بعنوان مثال ؛ در ایمنه قدیمی قیمت ایجاد جریان الکتریکی ازین تمام میشود .

۸- اشکالات ممکنه در بدست آوردن عوامل لازم

۹- هزینه آزمایشات برای تعیین اثر نصب محافظت کاتدیک بر روی ابنیه فنی مجاور

و هر نوع اقدامی برای محافظت آنها

۱۰- هزینه بازرسی و تعمیرات - این هزینه ها ممکن است در انتخاب سیستم اثر

بگذارد بخصوص اگر هیچ کارمندی بطور دائم در نزدیک محل نصب کار نکند .

قیمت تعمیرات بستگی به عوامل متعدد داردمانند عمری که آنها با اتصالهای

زمین برای آن طرح شده اند ، آماده کردن وسائل آزمایش لازم و دقت

جزئیات در اثنای نصب .

بطور کلی سیستم جریان جابجیزی از سیستم آندمیرائی دقت کمتری لازم دارد ، زیرا از نقطه

نظر کنترل جریان و پتانسیل را در نقاط کمتری باید اندازه گیری کرد و اتصالهای زمین را برای

عمر طولانی تری میتوان طرح کرد .

عمر آندهای میرای مختلف با یکدیگر فرق میکند بنا براین بعد از سالیهای اولیه عوض کردن

متناوب آنها در قسمتهای مختلف سیستم لازم میباشد .

کلیه جوانب مربوط به محافظت ابنیه فنی فولادی در مقابل خوردگی باید در مراحل اولیه طراحی هر نوع پروژه ای بررسی شود .

این امر شامل تمام مراحل است که باید در ضمن کاربرد یک طرح محافظتی ، از زمان تحویل مواد تا اتمام کار در محل برای بازرسی و تعمیرات انجام شوند . طرح محافظتی برای پلها و سایر ابنیه فنی ثابت باید دارای بالاترین استاندارد باشد .

برای سایر انواع ابنیه فنی که شرایط کار و محیط چندان سخت نیستند و یا اینکه ابنیه فنی در حال کهنه شدن است و صورت ظاهر اهمیت چندان ندارد و تعمیرات نیز با سانی انجام میشود استانداردهای پائینتری ممکن است بکار رود .

معنوان مثال : برای محافظت ابنیه فنی فولادی که در کارخانجات پوشیده و یا در ساختمانهای با تهویه مطبوع قرار دارند میتوان یک طرح محافظتی با استاندارد پائین بکار برد . زیرا در این محلها رطوبت بحرانی که باعث زنگ زدگی میشود به علت گرمی فضا بوجود نمیايد . هم چنین ابنیه فولادی محصور در کارهای آجری محافظت کمتری لازم داشته و ابنیه فولادی در بتن بهیچ وجه محافظتی لازم ندارند .

در هر حال هر نوع سیستم محافظتی که انتخاب میشود لازم است که آمادگی سطح و سایر مراحل مربوطه در زمان معین و تحت شرایط مطلوب انجام بگیرد .

توجه کافی در مورد بکار بردن محافظت کاتدیک برای ابنیه فنی زیر دریا و خطوط لوله زیر خاک و سایر موارد مشابه باید مبذول گردد .

توصیه های این قسمت مربوط به ابنیه فنی فولادی که در معرض هوا قرار دارند میباشد .

محافظت ابنیه فنی در زیر خاک و در زیر آب و بعضی انواع مخصوص ابنیه فنی در معرض هوا مانند پلها و کارهای فولادی در نواحی گرمسیر در قسمت ششم شرح داده شده است .

موفقیت هر نوع سیستم محافظتی مربوط به اجرای صحیح تمام اعمال مربوطه در زمان مناسب و سرپیچی نکردن از دستورات اولیه میباشد .

در انتخاب یک سیستم محافظتی اقتصادی بودن آن بسیار موثر است . مقایسه بین سیستمهای

مختلف محافظتی باید مبنی بر هزینه کلی برای محافظت ابنیه فنی در تمام طول عمر آن بوده و تنها مبنی بر مخارج اولیه باشد .

بعلمت موارد مختلفی که وجود دارند هیچ نوع قانونی کلی برای تعیین این قیمت وجود ندارد ولی اطلاعات مفیدی را میتوان در کتابهای مختلف پیدا کرد .

بطور کلی تخمین هزینه تعمیرات باید بر اساس معدل سالانه هزینه در یک زمان طولانی بوده و شامل موارد زیر باشد .

- ۱- مخارج اولیه طرح محافظتی و تجهیزات دائمی و سرویسها .
- ۲- مخارج مربوطه به مواد محافظتی سرویس و کارگر مورد لزوم برای تعمیرات .
- ۳- زیان مربوط به از بین رفتن محصول یا خدمات در نتیجه اعمال تعمیراتی .
- ۴- مخارج بیمه و همچنین هزینه های ثابت .

طراحی

طراحی جزئیات و ترتیب کلی دارای اهمیت بسیار در جلوگیری از خوردگی میباشد . جزئیات ساختمان ، رطوبت ناپذیری و سایر موارد مشابه باید محتاطانه از نقطه نظر خوردگی بررسی شوند .

به سیستم تهویه و دسترسی به وسائل تعمیراتی و بازرسی اهمیت مخصوص باید داده شود . طرحهای اولیه باید شامل یک برنامه کار و ترتیبات برای موارد زیر باشد :

۱- آماده کردن سطح فولاد و بکاربردن یک پوشش رنگ در کارگاه قبل از آنکه کار از کارگاه خارج شود .

۲- تشکیلات ، بازرسی ، و کنترل کار

۳- تحویل گرفتن و انبار کردن مواد اولیه

۴- هر نوع تعمیرات لازم پوشش محافظتی قبل از نصب ابنیه فنی

۵- تجهیزات برای پاک کردن بوسیله جریان بخار یا هوا در نزدیکی محل نصب .

۶- سرویسهای مانند آب ، الکتریستیه و روشنایی برای بازرسی ، تمیز کردن و تعمیرات .

۵-۱-۳- روشهای محافظتی و موارد استعمال آنها

آماده کردن سطح ، پوشش یا لایه فلزی و سیستم رنگ باید مناسب برای شرایط کار انتخاب شوند .

در مورد شرایط استعمال روشهای محافظتی (در محل ساخت و در محل کار برد) ، تمیز بودن

سطوح قبل از آنکه پوشش بکار برده شود ، زمان بین پوششهای متوالی و شرایط انتقال به محل کار باید استاندارد هائی بکار رود که بایکدیگر هماهنگی داشته باشند . سایر موارد مهم شامل استاندارد طرز کار و نیاز به سطوح رنگ شده تمیز میباشد . انتخاب روش محافظتی بستگی به نوع وسیله اتصال قطعات مانند میخ پرچها و پیچها و جوش کاری نیز دارد .

بکاربردن تمام و یا قسمت اعظم روش محافظتی در محیط بسته و کنترل شده قبل از حمل به محل کار این روش را دارد که رنگ کردن میتواند در شرایط قبلا " پیش بینی شده انجام بگیرد و در نتیجه در محل کار بردکسه شرایط آب و هوا ممکن است مساعد نباشد مقدار کار به حداقل میرسد .

نتیجه چنین کاری غالبا " خیلی بهتر از هنگامی است که تمام اعمال رنگ کردن در محل کاربرد انجام میگردد . این امر بخصوص در مورد ابنیه فنی مهم مانند پلها و ابنیه ای که در تحت شرایط سخت محیط مانند نقاط گرمسیر بکار میروند حائز اهمیت میباشد . مهندس طراح باید پیشاپیش حدی را که این طبقه باید تعقیب شود در نظر بگیرد (با توجه به موارد تکنیکی و اقتصادی پروژه)

بکاربردن تمام روش محافظتی در کارگاه هنگامیکه محل کاربرد در نزدیک کارگاه قرار دارد از نقطه نظر اقتصادی بصره است . ولی هنگامیکه مواد را باید مسافتی طولانی حمل کرد ، و پیش بینی های لازم را نیز نمیتوان بعمل آورد شاید بهتر باشد که آخرین لایه رنگ در محل نصب و بکار برده شود . هنگامیکه قسمتی از روش محافظتی باید در هوای آزاد ، چسب در کارگاه و چه در محل کاربرد بکار برده شود تا حدی که قابل پیش بینی است شرایط آب و هوا در آن زمان باید مناسب باشد .

بعضی از این شرایط مانند رطوبت ، آلودگی و درجه حرارت را میتوان با مطالعه شرایط جوی محلی بدست آورد .

هنگامیکه شرایط جوی سخت بوده و تعمیرات نیز مشکل و گران باشد بکار بردن یک روش محافظتی با کیفیت عالی ، مانند بکاربردن پوششهای فلزی قبل از رنگ اولیه ، از نقطه نظر اقتصادی به صرفه است . هنگامیکه شرایط سخت در یک محل متمرکز هستند یعنی محلی میباشد ، بکاربردن روش محافظتی با کیفیت عالی تنها در قسمتهائی از ابنیه فنی کافی

لازم است که تمام روشهای محافظتی طبق روش و تحت شرایط پیشنهادی در این دستورالعمل بکار روند.

پیشنهادهای گوناگون

الف - بکار بردن مواد موجود - رنگ کردن موادی که بطرز شدید خورده شده اند بطرز رنگایت بخش بسیار مشکل است این نوع مواد را بخصوص در مواردی که طریقـــه محافظتی با استاندارد بالا مورد نیاز است نباید بکار برد .

ب - در محل کارگاه - آماده کردن سطح ، بکار بردن اسپری فلز و حداقل آستر و رنگ باید در محل سرپوشیده و تحت شرایط مناسب از نقطه نظر نور ، تهویه و گرمای کارگاه صورت بگیرند .

کارگاههای آماده شده برای این منظور باید فضای بسته کافی در اختیار داشته باشد تا پاک نمودن توسط جریان بخار یا هوا ، اسپری کردن فلزات و آستر زدن را متعاقباً بتوان انجام داد .

ج - پاک نمودن توسط جریان بخار یا هوای کارگاه باید مجهز به مکنده ها و فیلترها باشد تا از ته نشین شدن گردوغبار بر روی کارهای فولادی جلوگیری شود .

د - آستری و همچنین لایه های بعدی را میتوان در مکانهای سرپوشیده موقت که دارای شرایط ذکر شده در بالا باشند بکار برد .

هنگامیکه آماده کردن سطح ، اسپری کردن فلز و رنگهای آستری را باید در محل نصب بکار برد ، شرایط محل سرپوشیده ای که برای این منظور تهیه میشود باید مطابق شرایط کارگاه که در بالا ذکر شده باشد .

و - اگر برای تمیز کردن سطح از روش مدار بسته پاک کردن بوسیله جریان هوا یا بخار که شامل بازیابی مواد پاک شده بوسیله خلاء میباشد استفاده شود این عمل را میتوان در محیط باز نیز انجام داد .

پ - آلودگی و خراب شدن طرح محافظتی - در تمام مراحل کار از ابتدا تا انتها ، پیش بینی لازم برای کامل بودن یک طرح محافظتی ، قبل از بکار بردن سایر لایه ها باید انجام شود . تمام احتیاطهای لازم برای جلوگیری از خرابی مانند راه رفتنهای غیر لازم بر روی قطعات و جلوگیری از جمع شدن گرد و غبار بر روی قطعات باید صورت بگیرد .

ز - انبار کردن قطعات فولادی ساخته شده - هنگامیکه قطعات ساخته شده و رنگ شده

قبل از نصب انبار میبایست در سطح زمین بلوری بالاتر قرار داده شوند که بهیچ وجه قطره آب در روی سطح آنها جمع نشود .

پوششهای مناسب باید بین ردههای قطعات انبار شده قرار داده شود . هنگامیکه سقفهای موقت بکار برده میشود باید به مناسبی نیز باید فراهم گردد .

راجع به انبار کردن مواد که تا حدودی محافظت شده اند دستورات دقیقی نمیتوان داد ، زیرا شرایط انبار از یک طرح تا طرح دیگر تفاوت بسیار میکند .

بطور کلی هنگامیکه فولاد هایک لایه آستری از سرنج یا پلمبات کلسیم پوشانده شده باشد ، عمل رنگ گزین اگر انبار در هوای آزاد باشد در ظرف سه ماه و اگر در محل سرپوشیده باشد ، باید ظرف ششماه کامل و تمام شود .

اگر دولایه از سه رنگها بکار روند این مدتها به ترتیب به حداکثر ۶ ماه و ۱۸ ماه افزایش پیدا میکنند . آسترهای روی - کرم به علت ضخامت کم قشر رنگ و آسیب پذیری در مقابل باران ، قبل از انبار شدن اطمینان باید بالای دیگری از رنگ پوشانده شوند .

اثر محافظت آسترهای پیش ساخته در سرب نوع آنها به مقدار زیاد تغییر میکند . بعضی از آنها تنها برای چند هفته خاصیت محافظتی دارند و بقیه یعنی رنگهای با پایه گرد روی ویا رزین اپکسید^۱ هنگامیکه به عنوان یک لایه کامل بکار برده بشوند در هوای آزاد فقط بمدت ششماه ویا بیشتر خاصیت محافظتی دارند . در انبار کردن قطعات موارد زیر باید در نظر گرفته شود .

۱- فولادی که بوسیله جریان هوا یا بخار تمیز شده است قبل از آنکه انبار شود باید با دولایه از رنگهای آستری ذکر شده در بالا ویا یک لایه از رنگ غنی از روی به همان ضخامت پوشانده شود .

۲- اگر لازم باشد که پوشش فلزی که توسط اسیری کردن ایجاد شده است محافظت شود باید آنرا با آسترهای پیش رونده با رنگ مناسبی پوشاند .

۳- قبل از آنکه هر نوع ماده رنگ شده انبار شود باید رنگ روی آنرا بدقت آزمایش کرد تا از یکنواختی و دوام آن اطمینان حاصل شود .

۴- مواد انبار شده باید دائماً بررسی شوند ، اگر قسمتی احتیاج به تعمیر دارد باید رنگ آن قسمت فوراً مرمت شود .

احتیاطهای ذکر شده بخصوص مربوط به انبار کردن کارهای فولادی که رنگ شده ویا بسا

فلز اسپری شده اند میباشد ، برای فولادی که به طریقه گرم گالوانیزه شده است دقت زیاد لازم نیست .

ث - حمل و نقل در دریا - اگر سطح ابنیه فنی فولادی که با کشتی حمل و نقل میشود با دست و یا با مواد شیمیائی تمیز شده باشد ، باید حداقل با یک لایه از رنگ آستری پوشانده شود . بعلت ضخامت سطح در حالتی که فولاد توسط جریان هوا و یا بخار تمیز شده و یا با فلز اسپری شده باشد دو لایه از رنگ باید بکار رود .

ج - نامناسب بودن شرایط محل نصب - هنگامیکه شرایط محل نصب به علت وجود نمک ، دود ، آلودگی شیمیائی ، میعان شدید و یا کمبود کارگر نامناسب باشد ، محافظت کامل ابنیه فنی باید قبل از حمل به محل نصب صورت بگیرد .

چ - حمل و نقل و نصب قطعات رنگ شده - پیش بینی های زیر صدمات احتمالی به قطعات محافظت شده را در اثنای باربری ، حمل و نقل و نصب کاهش داده و مخارج تمیز کردن و ترمیم رنگ قبل از نصب را نیز کاهش میدهد .

۱- پس از رنگ کردن باید زمان کافی برای خشک شدن قشر رنگ در نظر گرفته شود تا رنگ سخت شده و مقاومت بیشتری پیدا کند .

۲- برای بار کردن و تخلیه قطعات در کارگاه ، وهم چنین برای حمل و نقل آنها باید قلابها و وسائل مخصوص بکار رود .

۳- برای بار کردن قطعات در روی وسائل نقلیه باید متدهای مخصوصی بکار رود تا حمل و نقل با آسانی صورت گیرد .

۴- برای جلوگیری از پوسته شدن رنگ باید در روی وسائل نقلیه تکیه گاهها و تسمه های مخصوص بکار رود .

احتمال صدمه دیدن قطعات کوچک خیلی بیشتر از قطعات بزرگ بوده و در نتیجه به دقت بیشتری احتیاج دارند .

ح - تاخیر در رنگ کردن در محل نصب - اگر به علت تاخیر در ساخت ، تمام طرح محافظتی را در روی کار فولادی نصب شده نتوان پیاده کرد ، زمان در معرض هوا بودن به اضافه زمان در انبار بودن نباید از مدت ذکر شده در قسمت ۵-۱-۴ (ت) تجاوز کند . اگر لازم باشد باید بعد از پاک کردن کامل سطح یک لایه دیگر رنگ بکار رود .

هنگامیکه تصمیم لازم برای اقدامات محافظتی برای یک طرح گرفته شد ، خط مشی معینی برای تهیه مواد و کاربرد آنها باید تعیین شود . این خط مشی باید بطور صریح و روشن شامل دستورات لازم در مورد طبیعت کار و چگونگی اجرای آن به اضافه موارد زیر باشد .

۱- تعیین متد و استاندارد آماده کردن سطح ، به اضافه تعیین درجه ناهمواری سطح .

۲- ویژه گیهای طبیعت ، ضخامت ، و ناهمواری هر نوع سطحی که پوشش فلزی در روی آن قرار است بکار رود .

۳- ترکیب رنگ با ویژه گیهای هر نوع آستر پیش ساخته ، آستر پیش رونده ، لایه های آستری ، لایه های تکمیلی ، لایه های زینتی و متد بکار بردن هر لایه به اضافه ضخامت قشر رنگ خشک برای هر لایه و ضخامت کلی تمام لایه ها .

۴- زمان و مکانی که هریک از عملیات باید انجام بگیرد ، با مشخص کردن شرایط جوی برای پوشش فلزی و رنگ کردن . هم چنین مشخص کردن زمان لازم بین اعمال یا لایه های مختلف .

۵- شرایط انبار و زمان انبار کردن در کارگاه و در محل نصب برای کارهای فولادی و برای رنگ .

۶- پیش بینی تهیه فضای مناسب برای نگهداری مواد ساخته شده و رنگ شده در کارگاه ها و در محل نصب با تهیه وسائل برای بازرسی و تعمیرات .

۷- روش حمل و نقل از کارگاه به محل نصب با دستورات مخصوص و لازم .

۸- پیش بینی لازم برای نظارت صحیح در تمام مراحل کار ، این مرحله باید شامل استانداردهای قابل مراجعه روشهای اندازه گیری مورد توافق بین طرفین قرار داد برای کنترل ناهمواری سطح و ضخامت لایه ها باشد .

۹- پیش بینی برای اقدامات ایمنی لازم .

۱۰- توضیح کامل برای هر نوع شرایط مخصوص .

باید در نظر گرفت که موفقیت هر طرح محافظتی بستگی به بکار برد صحیح تمام

درجات کار داشته و از این دستورات نباید سرپیچی کرد .

۵-۲- انتخاب طرح محافظتی برای ابنیه فنی در هوای آزاد

۵-۲-۱- کلیات

طرح های مفید و مناسب برای محافظت اولیه ابنیه فنی در هوای آزاد در جدول شماره ۳ پیشنهاد شده اند .

در مواردی که تنها یک پوشش فلزی بکار برده میشود ، هر طرح محافظتی شامل یک لایه فلز یا یک متد آماده کردن سطح و سپس بکار بردن یک سیستم رنگ میباشد . ترکیبات جداگانه یک طرح ، در قسمت الف جدول شماره ۳ نشان داده شده اند . تاثیر این سیستمهای محافظتی از بالا به پائین کم میشود این سیستمها را به طرق مختلف میتوان با یکدیگر ترکیب کرد .

بطور کلی موثرترین طریقه از ترکیب اجزاء قسمت بالای سونوهای قسمت الف جدول شماره ۳ بوجود آمده اند .

قسمت ب جدول شماره ۳ راهنمایی است برای درجه بندی محافظتی که از ترکیب اجزاء مختلف قسمت الف جدول شماره ۳ میتوان بدست آورد .

شی درجه از طرح های محافظتی متمایز شده اند که به ترتیب موثر بودن از بالا به پائین ذکر شده اند . این طرح ها از روش پوشش فلزی همراه با رنگ مقاوم در مقابل مواد شیمیائی ، یا رنگ قطران ذغال سنگ یا قیر طبیعی تا روش ساده تمیز کردن با دست همراه با سه لایه رنگ تشکیل شده اند .

درجه هفتم شامل تنها یک لایه فلزی بدون رنگ میباشد که در ذیل جدول با حروف M نشان داده شده است درجات محافظتی لازم برای استعمال در محیط های گوناگون در قسمت پ جدول شماره ۳ نشان داده شده است در این مورد نوع و اهمیت ابنیه فنی نیز در نظر گرفته شده است .

تصمیم در مورد انتخاب طرح محافظتی برای ابنیه فنی خاص در یک محیط مشخص در صورت امکان باید مبنی بر معلومات علمی و تجربه باشد .

در جدول شماره ۴ مثالهایی با بکار بردن رنگهایی که بعداً " شرح داده میشود پیشنهاد شده است . موارد ذکر شده در بالا تفسیر بسیار ساده و وسیعی از موضوع

است ولی نکات زیر احتیاج به توجه خاص دارد .

۱- با وجود آنکه از دیدار منظمی در متفاوت کلی درجات مختلف طرح های محافظتی از قسمت باغی به بالای جدول شماره ۳ وجود دارد ، با این حال تداخل زیادی نیز بین آنها وجود داشته ونحوه عمل نسبی آنها بعد زیاد با محیط تغییر میکند .

۲- آماده کردن سطح مهمترین نکته است . بطور مثال اضافه کردن تعداد لایه های رنگ تاثیر بر روی سطح فولادی که به طرز بدی آماده شده و شامل رنگ و قشر اکسید باشد نمی کند .

۳- در توصیه های ذکر شده در جدول شماره ۳ فرض شده است که نکات ذکر شده در این دستورالعمل بطور صحیح پی گیری میشوند . بهترین طرح ها ، در صورت اجرای غیر صحیح و کاربرد آنها در شرایط نامساعد اثر خود را از دست می دهند .

۴- همانطور که قبلاً بحث شد ، هر نوع سیستم رنگ چند لایه ای باید بطور کلی مورد مطالعه قرار بکند تا از چسبیدن صحیح به فلز و هم چسبیدن از تطابق لایه های مختلف با یکدیگر اطمینان حاصل شود . بعضی موارد مهم که ممکن است مشکلاتی در نتیجه خوب نچسبیدن و یا عدم تطابق لایه ها با یکدیگر ایجاد شود در جدول شماره ۵ شرح داده شده است .

۵- با فرض آمادگی صحیح سطح فلز و بکار بردن صحیح رنگ ، ارزش محافظتی یک لایه محافظتی اعم از فلز یا رنگ بستگی به ضخامت آن دارد . درجات ۲ و ۴ و ۵ قسمت ب جدول شماره ۳ بطور کلی قشر رنگی با ضخامت متوسط ۹۰ تا ۱۴۰ میکرون ایجاد می نمایند . البته این حد بستگی به رنگهای مختلفی دارد که بکار میرود .

در درجات ۱ و ۳ ، رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیایی ضخامت متوسطی معادل ۱۲۵ میکرون ایجاد می نمایند .

۶- دوام یک پوشش محافظتی در تمام نقاط آبیه فنی یکسان نیست . و علت آن تفاوت های محلی در شرایط خوردگی است اگر این تفاوت ها به نحو

شدید وجود داشته باشد ، بهرآست که در مرحله طرح برای محافظت
نقاطی که بیشتر در معرض خطر هستند بازن گریه های لازم به عمل آید
و درجه محافظتی فوری سز در این زمان بکار رود

۷- به علت تفاوت های فاحشی که از رنگ بکار گرفته شدن در محل های نصب
وجود دارد هیچ نوع سطح فاحشی بر صورت دوام و پایداری طرح های محافظتی
نمیتوان داد .

۸- نشان میدهد که یک نوع سیستم رنگی دوام مناسبی در شرایط خورنده
دارد ، این موضوع دلیل کافی برای کاربرد آن است ، توسعه و پیشرفت در زمینه
آماده کردن سطح برای افزایش دوام یک طرح محافظتی بیش از تغییر سیستم رنگی
موثر میباشد . بطور مثال : عمر طرح درجه ۵ ، اگر بجای تمیز کردن با دسترس
روش پاک کردن با بخار آب یا هوا بکار رود دو برابر میشود .
رنگ های مختلف بطور جداگانه در جدول شماره ۳ شرح داده شده اند .
رنگ های آسنری ، رنگ های تکمیلی ، رنگ های ساوم در مقابل مواد شیمیایی در زیر
شرح داده میشوند .

رنگ های آسنری - سرنج ، پلمبات گسترده ، سرنج آسنری و روی گره

رنگ های تکمیلی - رنگ های با دانه های رنگ اکسید آهن

(micaceous Iron oxide) ، سیلیکا گرافیت یا آلومینیوم
در یک رزین اولشو . این رنگ ها خاصیت محافظتی خوبی داشته و در شرایط
صنعتی به راحتی بکار برده میشوند .

رنگ های Long oil Alkyd سیستم قابل قبولی در بسیاری از شرایط
بوده و به عنوان یک حالت پوششی بر روی یک سیستم کامل یا رنگ های
تکمیلی اکسید آهن یا سیلیکا گرافیت در شرایط خوردگی شدید بکار میرود .

رنگ های مقاوم در مقابل مواد شیمیایی - رنگ های رزین اپکسید ، فطران ذغال سنگ

اپکسید ، کلرینه لاستیکی (Chlorinated rubber) رزین وینیل ،

رنگ های بالا در صفحات بعد مشروحا " شرح داده میشوند .

قسمت زیر مثالهایی از سه نوع طبقه بندی اشاره شده در جدول شماره ۳ میباشد.

طبقه ۱- ابنیه فنی مهم در هوای آزاد - مانند پلها ، اسکله ها ، برجهای انتقال

و غیره .

طبقه ۲- سایر ابنیه های فنی در هوای آزاد - مانند ساختمانها وتاسیسات

کارخانجات ، لوله های عریان و مخازن بدون عایق کاری .

طبقه ۳- ابنیه فنی داخلی - مانند خراباهای فلزی ، ساختمانهای پوشیده و

پلهای جراثقالها .

شماره ۳- طرحهای محافظتی برای ابنیه فنی فولادی که در معرض شرایط مختلف جوی قرار دارند

الف- اجزاء طرح های محافظتی

سیستم رنگ	عملیات قبل از رنگ کشیدن	
	عمل آماده سازی (Pre-treatment)	پوشش نهایی آماده طرح نهایی
رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیایی	آستر پیش ساخته	کاتواستر گرم آستر آلیفاتیک آستر آروماتیک
یا	یا	یا
قطران ذغال سنگ یا در طبیعتی، بخریده	آستر پیش روند	رنگ گرم یا هوا
سرد	یا	یا
یا	یا	یا
رنگ تکمیلی رزین اواندومیا	—	یا
ماده رنگی لاملا	—	یا
یا	—	یا
رنگ تکمیلی	رنگ آستری جلوگیری کننده	یا
(Long Oil Alkyd)	—	یا
یا	—	یا
رنگ تکمیلی روغنی	—	یا

ب - درجات طرحهای محافظتی

درجه	آماده کردن سطح	سیستم رنگ	
		رنگ آستری	رنگ تکمیلی
۱	پوش فلزی	رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی یا رنگهای جوهر قطران یا قیر طبیعی که به طریق سرد مصرف میشوند .	
۲	پوش فلزی	طرح رنگی با ۳ یا ۴ لایه رنگی ، بر طبق شرایط محیط و طبیعت پوش فلزی	
۳	پاک کردن با جریان بخار یا هوا یا مواد شیمیائی	رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی یا جوهر قطران یا قیر طبیعی که به طریق سرد مصرف میشوند .	
۴	پاک کردن بوسیله جریان بخار یا هوا یا مواد شیمیائی	۲ لایه از آستر جلوگیری کننده	۲ لایه از رنگ تکمیلی
۵	پاک کردن با دست	۲ لایه از آستر جلوگیری کننده	۲ لایه از رنگ تکمیلی
۶	پاک کردن با دست	۱ لایه از آستر جلوگیری کننده	۲ لایه از رنگ تکمیلی

پوش فلزی	۴
----------	---

پایه درجات محافظتی توصیه شده

مناطق دریایی (مانند مناطق در معرض ترشح آب دریا)	مناطق ساحلی (مانند مناطق نزدیک ساحلی که نمک دریا در هوا وجود دارد)	مناطق شیمیایی (مانند مناطق بسیار آلوده صنعتی)	مناطق صنعتی (مانند مناطق آلوده صنعتی)	مناطق زراعتی (مانند مناطق خارج از شهر و مناطق غیر صنعتی)	طبقه بندی اینیه فنی
۱ یا ۳	۲ یا ۴	۱ یا ۳	۲ یا ۴	۲ یا ۴، M	اینیه فنی مهم در هوای آزاد مانند پلها
۱ یا ۳	۲ یا ۴	۱ یا ۳	۲ یا ۴، M	۲ یا ۵، M	سایر اینیه فنی در هوای آزاد
—	۶ یا M	۱ یا ۳	۶ یا M	۶ یا M	اینیه فنی داخلی

جدول شماره ۴ - نمونه سیستم های رنگ برای ابنیه فنی فولادی

واهندا برای عملیات

رنگ اکسید آهن ، سلیکا گرافیت یا آلومینیوم با ماده رنگی لاهلار رنگ Long Oil Alkyd رنگ روغنی	I	رنگ تکمیلی	پاک کردن با جریان بخار یا هوا	A	آماده کردن سطح
	S		پاک کردن با مواد شیمیائی	B	
	T		پاک کردن با شعله	C	
			پاک کردن با دست	D	
رنگ قطران ذغال سنگ یا قیصر طبیعی که به طور سرد مصرف شود	H	رنگ قطران ذغال سنگ یا قیصر طبیعی	گالوانیزه کردن به طریق گرم	E	پوشش فلزی
			اسپری آلومینیوم یا روی	F	
رنگ رزین اپکسید رنگ کلرینه لاستیکی رنگ قطران ذغال سنگ / اپکسید	P	رنگ مقاوم در مقابل مواد شیمیائی	آستر قبلا " بعمل آورده شده	G	عمل آوردن اولیه
	Q		سرنج پلمبات کلسیم رنگ روی - کرم	H	رنگ آستری
	R			J	
				K	

الف - سیستم های رنگی بر روی سطوح ساده مسوالات

ملاحظات	طرح محافظتی	مناطق مختلف و طبقه بندی بنیه فنی
C نیز برای سطوحی که قرار است با قطران ذغال سنگ پوشانند قیر طبیعی پوشیده شوند قابل قبول است .	B یا A	دریائی ، شیمیائی تمام طبقات
تعداد لایه های بستگی به نوع رنگ بکار برده شده دارد ، ولی نباید از دو لایه کمتر باشد و مقدار متوسط ضخامت آن نباید حداقل ۱۲۵ میکرون باشد .	R یا Q ، P ، N	
—	B یا A	
—	۲H	ساحلی طبقات ۱ و ۲
برای طبقه ۲ بنیه فنی ۲S را نیز می توان بکار برد .	۲L	
—	C یا B, A	
در مناطق زراعتی ۲K را نیز می توان بکار برد .	۲H یا ۲J	صنعتی ، زراعتی طبقه ۱
—	۲L	
در محیط های زراعتی پاک کردن با دست نیز رضایت بخش است .	C یا B, A	
در محیط های زراعتی ۲K را نیز می توان بکار برد .	۲J	صنعتی ، زراعتی طبقه ۲
—	۲L یا ۲S + ۱L	۲H یا ۲S ۲L یا ۲T
B یا C در محیط های صنعتی مناسب هستند .	D	
در مناطق ساحلی و زراعتی ۲K را نیز می توان بکار برد .	۱J	صنعتی ساحلی ، زراعتی
—	۲L یا ۲S + ۱L	۲H یا ۲S ۲L یا ۲T

ب - سیستم های رنگ بر روی سطوح با پوشش فلزی

ملاحظات	طرح محافظتی		مناطق مختلف و طبقه بندی ابنیه فنی
-	F یا E		دریاسی ، شیمیائی تمام طبقات
-	۱G		
تعداد لایه ها بستگی به نوع رنگ دارد ، ولی از دو لایه نباید کمتر باشد ، مقدار متوسط ضخامت قشیر باید حداقل ۱۲۵ میکرون باشد .	R یا Q,P,N		
-	E	F	ساحلی طبقات ۱ و ۲
برای طبقه ۲ ابنیه فنی بجای ۲L یکی از دو حالت زیر را میتوان بکار برد . ۱- ۱S + ۱L ممکن است بر روی E بکار رود . ۲- ۲S ممکن است بر روی F بکار رود .	۱J ۲L	۱G + ۱K ۲L	
هیچ نوع سیستم رنگی در ابتدا لازم نیست ، ولی در محیط های صنعتی میتوان رنگ کردن را نیز در نظر گرفت .	F یا E		صنعتی ، زراعتی تمام طبقات

جدول شماره ۵- مواردی که ممکن است مشکلاتی در نتیجه عدم چسبندگی بوجود آید

اشکال	چاره کار (Remedy)
<u>عدم چسبندگی به فلز پایه</u> <u>فولاد گالوانیزه شده به طریقه گرم</u> اغلب رنگها که شامل روغن خشک کننده ای غیر از پلمبات کلسیم باشند مشکل عدم چسبندگی ایجاد مینمایند <u>فولاد</u> رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی ، هنگامیکه بر روی سطحی که بطور کامل آماده نشده باشد بکار روند . نیز چنین مشکلی را به وجود میآورند .	سطح فلز را تمیز کرده و رنگ آستری پلمبات کلسیم باید بکار رود یا اینکه سطح فلز را بوسیله یکی از متدهای زیر آماده نمود . ۱- کاربرد یک لایه از آستر پیش روند . ۲- شستشو با اسید فسفریک ۳- در معرض هوا قرار دادن . بوسیله جریان بخار یا هوا سطح را باید پاک کرد . برای بعضی رنگها پاک کردن با مواد شیمیائی نیز قابل قبول است رنگهای پلی یورتین و پلی وینیل آستر پیش روند نیز لازم دارند
<u>عدم چسبندگی لایه های میانی</u> رنگهای تکمیلی Long Oil Alkyd بر روی آسترهای پلمبات کلسیم عدم چسبندگی ایجاد می نمایند . رنگهای قطران ذغال سنگ یا قیر طبیعی بر روی آستر روغنی نیز چنین مشکلی را بوجود میآورند .	باید لایه زیرین مناسبی بکار رود . این لایه ممکن است مقداری رزین الکاید هم داشته باشد . به رنگ آستری سرنج باید فرصت کافی برای خشک شدن داده شود (حدود ۴ هفته) . یا آنکه آستر زود خشک شونده ای که در عرض دو یا سه روز خشک میشود باید بکار رود .

مشخص کردن شرایط جوی محلی بر حسب اثر خوردگی آنها نمیتواند دقیق باشد، علاوه بر این قسمت های مختلف ابنیه فنی ممکن است در معرض شرایط کاملاً متفاوت باشد با در نظر گرفتن این موارد پنج منطقه نمونه ای ذکر شده در جدول شماره ۳ را به طریق زیر میتوان تعریف کرد.

۱- زراعتی - مناطق باز روستائی، دور از فعالیتهای صنعتی یا مراکز بزرگ جمعیتی و بحد کافی دور از دریا که از نمک دریا دور باشند.

۲- صنعتی - مناطقی که در آن کارخانجات صنعتی مانند کارخانجات فولاد، ذوب فلز، و ایستگاههای نیرو متمرکز هستند.

۳- شیمیائی - مناطقی که در میان ویا در نزدیکی کارخانه های شیمیائی و کارهای سنگین مهندسی هستند. در این مناطق هوا به مقدار زیاد بوسیله اسیدها و سایر مواد شیمیائی و هم چنین مواد حاصله از احتراق آلوده می باشد.

۴- ساحلی - مناطق حاشیه ای در کنار ساحل، در این مناطق مقدار زیادی نمک دریائی در هوا وجود دارد.

۵- دریائی - مناطقی که ذرات آب دریا در هوا وجود دارد. هیچ نوع حد قاطعی بین انواع مختلف وجود ندارد، و گاهی این حدها باهم تداخل میکنند مانند کارخانه های صنعتی که در مناطق ساحلی بنا شده اند. بهترین راهنما برای طبقه بندی مناطقی که ابنیه فنی در آنها قرار داده میشوند آشنائی به شرایط محلی است، این آشنائی باید برپایه تجربه بنا شده باشد.

آماده کردن صحیح سطح فلز، بیش از هر عامل دیگر در موفقیت طرح محافظتی موثر می باشد. هنگامیکه یک پوشش فلزی بکار میرود روش آمادگی سطح، بستگی به طبیعت پوشش فلزی دارد. بطور مثال: پاک کردن سطح توسط شن و ماسه قبل از اسپری کردن فلز لازم می باشد. روشهای آماده کردن سطح برای سطوح فولادی که قرار است رنگ شوند در قسمت ۳-۳-۵-۳-۵- شرح داده شده است. انتخاب این روشها بستگی به طبیعت ابنیه فنی و شرایط سطح فولاد و خوردگی محیط دارد.

فولادی که شدیداً "خورده شده باشد توجه زیادی لازم دارد. پاک کردن بوسیله جریان بخار یا هوا برای تمام سیستمهای رنگ که بر روی ابنیه مهم فنی فولادی

بکار میروند و اینیه ای که دسترسی به آنها مشکل است توصیه میشود .

برای فولادی که در معرض شرایط زیر باشد نیز باید پاک کردن با جریان بخار یا هوا بکار رود .

۱- محیط های آلوده شدید

۲- تفاوت های ناگهانی در درجه حرارت

۳- فشارهای متناوب

۴- ارتعاشات مداوم

پاک کردن با جریان بخار یا هوا سطح فولادرا خشن میکند و به این دلیل باید ضخامت کافی

از رنگ آستری برای پوشش پستی و بلندپهای سطح فولاد بکار رود .

در موارد عملی ، پاک کردن با مواد شیمیائی همراه با یک پوشش آلی میتواند جانشینی برای

پاک کردن با جریان بخار یا هوا باشد . برای زیرسازی رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی

پاک کردن با جریان بخار یا هوا برتر است .

پاک کردن توسط شعله برای کارهای فولادی جدید از پاک کردن با جریان بخار یا هوا و هم چنین

پاک کردن با مواد شیمیائی کمتر موثر است ولی این روش برای خشک کردن رنگ فولاد و برای

بعضی کارهای تعمیراتی مناسب میباشد . پاک کردن محتاطانه با دست در موارد زیر مناسب است .

۱- کارهای قابل دسترس فولادی در مناطق زراعتی

۲- کارهای فولادی در داخل ساختمانها که شرایط خورنده نمیباشد .

۳- کارهای فولادی محصور در آجر ، اندود و بتن

۴- قسمت های داخلی جعبه ها و فضاهای بسته که قرار است رنگ شوند .

روش پاک کردن با دست هیچگاه برای طبقه شماره یک اینیه فنی نباید بکار رود .

این طریقه را برای سایر اینیه فنی بعد از مطالعه عوامل اقتصادی و عملی میتوان بکار برد .

برای هر نوع روش آمادگی سطح که بکار رود ، ضروری است که اولین لایه آستر پیش روند ، آستر

پیش ساخته یا رنگ آستری ، بدون درنگ بکار رود .

۵-۲-۵ پوشش فلزی

الف - انتخاب پوشش - بعضی از مزایای پوششهای فلزی در قسمت ۳-۳-۱ شرح داده شد .

پوشش فلزی هنگامیکه بایک سیستم مناسب رنگ بکار رود از زنگ زدگی در محیط های خورنده

شدید جلوگیری میکند ، در حالیکه رنگ تنها برای مدت محدودی محافظت ایجاد مینماید .

در نتیجه پوشش فلزی بخصوص در مواقعی که جلوگیری از زنگ زدگی ضروری است و یا در مواقعی

فواصل بین تصویرات طولانی است بسیار با ارزش میباشد .

پوشش های فلزی در محیط های شیمیائی نیز موثر میباشد ، ولی فلز مناسب باید انتخاب شود تا در مقابل مواد آلوده شیمیائی مقاومت کند .

برای فولاد ، انتخاب معمولاً " بین موارد زیر است .

گالوانیزه کردن به طریق گرم

اسپری روی

اسپری آلومینیوم

اگر قرار باشد که یک پوشش روی بکار رود و بدون رنگ کردن باقی بماند ، گالوانیزه کردن به طریق گرم غالباً " ترجیح دارد زیرا در این حالت سطح صاف تر بوده و خلل و فرج ایجاد نخواهد شد و ضخامت لایه نیز یکنواخت تر خواهد بود .

پوششهای آلومینیوم برای حفاظت فولاد در شرایط سخت و در درجات حرارت بالا مناسب بوده و اساس خوبی نیز برای رنگهای مقاوم در مقابل حرارت میباشد . پوششهای آلومینیوم احتیاج به محافظت در مقابل مواد قلیائی سیمان داشته و به طور کلی پوششهای روی اساس بهتری برای رنگ در روی فولادی که در محیط قلیائی قرار میگیرد میباشد .

پوششهای فلزی در صورتیکه بحد کافی ضخیم باشند تا در شرایط کار در مدت زمان تعیین شده مقاومت کنند احتیاج به رنگ کردن ندارند و فولاد را برای مدتی طولانی محافظت میکنند . بعنوان مثال : پوششهای روی که رنگ نیز نشده اند به وزن $615 \frac{\text{گرم}}{\text{متر مربع}}$ از سطح ، در حدود پنج سال در مناطق صنعتی و حتی برای ۲۰ سال در مناطق زراعتی دوام پیدا میکنند ، ولی در مناطق بسته و مرطوب و آلوده چندان خاصیت محافظتی ندارند . یک پوشش رنگ نشده آلومینیوم به وزن $215 \frac{\text{گرم}}{\text{متر مربع}}$ از سطح ، حدود ده سال در مناطق صنعتی دوام دارد .

پوششهای از هر کدام از این فلزات با ضخامت حداقل ۲۵ میکرون را به تنهایی در محیط های زراعتی و شرایط مشابه از نظر خوردگی می توان به کار برد . در محیط های خورنده تر شاید بهتر باشد که ابتدا فلز را رنگ نمود . بعضی مواقع نیز محیط هر نوع که باشد رنگ کردن از نقطه نظر زیبایی ضروری است .

ب - گالوانیزه کردن به طریق گرم - این روش را بدون رنگ کردن در محیط های خورنده معتدل مانند مناطق زراعتی و بایر میتوان بکار برد .

حداکثر ضخامت لایه روی که بوسیله گالوانیزه کردن گرم میتوان بدست آورد بستگی به ترکیب ،

ضخامت و ناهمواری سطح قطعه فلزی ، درجه حرارت حمام ، زمان غوطه وری و سرعت بیرون آوردن آن دارد . و چون این عوامل را تا حد محدودی میتوان تغییر داد در نتیجه در روی ورقه های فولاد و مواد نازک مشابه ، بدست آوردن پوشش با وزن بیش از ۳۰۷ تا ۶۱۵ $\frac{\text{گرم}}{\text{مترمربع}}$ از سطح مشکل میباشد .

در ابنیه فنی فولادی لایه ای با وزن ۶۱۵ تا ۹۲۰ $\frac{\text{گرم}}{\text{مترمربع}}$ از سطح را آسانی در شرایط نرمال میتوان بدست آورد .

پ - پوششهای فلزی به طریق اسپری - پوششهای روی و آلومینیوم که به طریق اسپری کردن ایجاد شده اند باید حداقل ۱۰۰ میکرون ضخامت داشته و نباید از ۷۵ میکرون در هیچ نقطه ای ضخامت آنها کمتر باشد .

پوششهای ضخیم تر از این مقدار ممکن است در تحت بعضی شرایط به رنگ کردن احتیاج نداشته باشند . لایه های نازکتر را درجائی که لایه فوراً " رنگ شده و محیط چندان خورنده نیست میتوان بکاربرد . هیچ نوع حدی برای ضخامت روی وجود ندارد . در مورد آلومینیوم ضخامت حدود ۲۰۰ تا حداکثر ۳۰۰ میکرون را به آسانی میتوان بدست آورد .

عمل اسپری کردن فلز با دست مهارت بسیار لازم دارد ، زیرا در غیر اینصورت تفاوت های محلی بسیار در ضخامت لایه به وجود می آید . با وسائل اتوماتیک ، یکنواختی و وزن لایه را بوسیله تنظیم مقدار فلز و کنترل مکانیکی حرکات پیستول ، آسانی میتوان بدست آورد . لایه های فلزی که با عمل اسپری کردن ایجاد شده اند سطح ناهمواری دارند و آنها را بر روی فولادی که بوسیله جریان بخار یا هوا ناهموار شده است بکار میبرند . ناهمواری سطح فلزی که دارای لایه فلزی بوده و قرار است که رنگ بشود ، باید بسیار کم باشد و بطور نرمال نباید از ۱۰۰ میکرون تجاوز نماید .

ناهمواری زیاده از حد را میتوان بوسیله سائیدن با سنگ سنباده از بین برد . یکی از مزایای اسپری کردن فلز اینست که پوشش فلزی را میتوان بر روی ابنیه فنی تمام شده بکار برد . اگر این عمل قبل از ساخت انجام بگیرد در هنگام لحیم کاری مشکل ایجاد میشود ، این مشکل را میتوان با بجا گذاشتن ۵ تا ۸ سانتیمتر فاصله پوشش نشده در نقاطی که قرار است لحیم بشوند حل نمود .

بعد از بهم پیوستن ، شکافهای لحیم شده باید تمیز شده و قسمتهای عریان را بوسیله فشار بخار یا هوا باید تمیز کرد و سپس عمل اسپری کردن فلز را انجام داد .

اگر این اعمال عملی نباشد دو لایه از رنگ غنی از روی باید بکار برد .

ت - سایر پوششها - انواع دیگر پوششهای فلزی غیر از گالوانیزه کردن به طریق گرم نیز

برای محافظت قسمتهای کوچک بکار میرود .

روش محافظتی موسوم به Sheradizing برای پوشش فولاد با روی هنگامیکه قطعات خیلی

دقیق باشند مانند مهره ها ، پیچها و قسمتهای دنده ای مفید میباشد .

حداکثر وزن لایه ای که بکار میرود در حدود ۳۷۰ $\frac{\text{گرم}}{\text{متر مربع}}$ از سطح میباشد . عملیات نظیر

نیز برای قطعات کوچک فولادی بوسیله آلومینیوم یا روی وجود دارد . پوشش های

آلومینیوم بخصوص هنگامیکه مقاومت در مقابل حرارت مورد لزوم باشد مفید میباشد .

پوششهای گرم در جاییکه سختی سطح یا مقاومت در مقابل سائیدگی همراه با مقاومت در مقابل

خورندگی مورد نظر باشد بکار میرود .

ث - رنگ کردن پوشش فلزی - توصیه های کلی جداول ۶ و ۷ ، برای آماده کردن سطح

ورنگ کردن پوششهای روی و آلومینیوم در روی فولاد میباشد .

فرض شده است که پوششها خورده نشده و سالم باشند .

جدول شماره ۶
رنگ کردن فولادی که به طریق گرم گالوانیزه شده

رنگهای آستری	آماده کردن سطح و طریقه محافظت
رنگ آستری پلمبات کلسیم	پاک کردن و روغن گیری
اغلب رنگها به خوبی می چسبند ، با وجود آنکه لازم نیست که رنگ آستری جلوگیری کننده باشد ، با اینحال آسترهای روی گرم بر بسیاری ترجیح دارند .	آستر زرد
	فسفاته کردن
	شستشو با اسید فسفریک
بهتر از همه آستر پلمبات کلسیم است ، ولی بقیه رنگها نیز به خوبی به یک سطح تمیز می چسبند .	در معرض هوا قرار دادن

جدول شماره ۷
رنگ کردن پوششهای روی و آلومینیوم

رنگ آستری	آماده کردن سطح و طریقه محافظت
بسیاری از رنگها را میتوان بکاربرد ، ولی آستر روی - گرم معمولاً " بهتر است .	آستر پیش روند

ج - رنگهای تکمیلی - تعداد بقیه لایه های رنگ باید طوری باشد ، که ضخامت کلی قشر خشک رنگ مورد نظر را به وجود بیاورند .

اگر ناهمواری سطحی که دارای پوشش فلزی است ، از حد ۱۰۰ میکرون تجاوز کند ، یک لایه اضافی رنگ آستری باید بکار رود ، و یا اینکه سطح فلز را باید با استفاده از سمباده هموار نمود . بعضی طرحهای نمونه محافظتی که بر اساس ترکیب پوشش فلزی و رنگ بنا شده اند در جدول شماره ۴ نشان داده شده اند .

در اکثر مناطق رنگ های تکمیلی ، رزین اولئو و مواد رنگی لاملار اکسید آهن ، آلومینیوم یا سیلیکا گرانیت موثر هستند .

درجائی که حداکثر مقاومت مورد نظر باشد مانند محیط های شیمیائی ، سیستم کامل رنگ باید از رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی تشکیل شده باشد ولی انتخاب آن بستگی به طبیعت و شدت خوردگی دارد .

۵-۲-۶ انتخاب رنگها

الف - کلیات - انتخاب صحیح سیستم رنگ که مناسب شرایط کار باشد دارای اهمیت بسیار میباشد .

نظریات زیر متمم پیشنهادات جدول شماره ۳ است .
ویژه گیهای انواع رنگ های ذکر شده و طرق بکار بردن آنها در قسمتهای ۵-۶ و ۵-۷ شرح داده شده است .

در هنگام انتخاب رنگ ، باید به مخاطرات احتمالی در هنگام ساخت ، سوار کردن و نصب کردن توجه شود .

ب - ابنیه فنی در مناطق کشاورزی - تمام قسمت های سیستم رنگ ، به انضمام رنگهای تزئینی که بر روی ابنیه فنی در عمق ۳ متر از زمین قرار دارند باید غیرسمی باشند ، زیرا در این عمق ابنیه فنی در دسترس چهارپایان اهلی قرار دارد .

رنگهای دارای مواد رنگی سربی یا سایر موادرنگی سمی نباید حتی در بالاتر از عمق ۳ متر یعنی جائی که احتمال مسمومیت حیوانات ، ماهی ها ، محصولات یا چراگاهها باشد بکار روند . از بکار بردن این نوع رنگها توسط روش اسپری کردن باید خودداری نمود ، زیرا ذرات رنگ توسط باد پراکنده شده و باعث مسمومیت میشود .

پ - چسبندگی لایه های میانی - هنگامیکه لایه های رنگ که با یکدیگر بکار میروند

با هم تطابق داشته باشند ، سیستم محافظتی با موفقیت انجام میشود بنابراین صحیح است که تمام رنگهای یک طرح محافظتی از یک سیستم انتخاب شود .

بطور کلی رنگهای شیمیائی را نباید بر روی سایر رنگها بکاربرد ، همچنین رنگهای روغنی یا رزین اولثو را نیز نباید بر روی رنگهای قیر طبیعی یا قطران بکار برد .

ت - محافظت موقت با روغن بزرگ - ارزش محافظتی روغن بزرگ محدود است و آنرا بر روی ابنیه فنی فولادی نباید بکار برد .

ث - آسترهای پیش روند - این آسترها قدرت چسبندگی رنگ را به فلزات غیر آهنی افزایش می دهند و بطور کلی در عرض چند دقیقه خشک میشوند . بکار بردن آنها بر روی فولاد گالوانیزه شده ، یکی از طرق موثر آماده کردن فولاد برای رنگریزی است . این آسترها برای رنگ کردن پوششهای فلزی که توسط عمل اسپری کردن ایجاد شده اند نیز مفید بوده و خاصیت چسبندگی بعضی انواع رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی را بر روی فولاد عریان افزایش می دهند . در ضمن این خاصیت را نیز دارند که با طبقه وسیعی از رنگها تطابق دارند . این آسترها را نباید بر روی فولاد فسفاته بکار برد ، همچنین در مواردی که از آسترهای غنی از روی استفاده میشود ، باید از مصرف آستر پیش روند خودداری نمود . لایه این آستر را هنگام شمارش لایه های رنگ نباید در نظر گرفت .

ج - آسترهای پیش ساخته - این آسترها را در کارگاه بلافاصله پس از پاک کردن بوسیله جریان بخار یا هوا بکار میبرند و بدین وسیله تا بکار بردن اولین لایه دائمی رنگ محافظت ایجاد می نمایند . آستر پیش ساخته نباید استحکام محل های اتصال را تغییر دهد . نوع آستر پیش ساخته بر حسب زمان محافظت مورد نیاز تغییر میکند . برای بعضی از آنها این زمان ۳ تا ۴ هفته بوده و در انواع دیگر ، یعنی رنگهای با مواد رنگی گردروی در یک رزین اپکسید ، این زمان در تحت شرایط متوسط انبار حمل و نقل و نصب به ششماه میرسد . لایه آستر پیش ساخته را نیز هنگام شمارش لایه ها نباید در نظر گرفت .

چ - رنگ های آستری - انتخاب رنگ آستری بستگی به روش آماده کردن سطح و شرایط کاربرد دارد . به عنوان مثال : هنگام انتخاب رنگ آستری برای فولادی که توسط جریان بخار یا هوا پاک شده و یا اینکه دارای پوشش فلزی است ، باید به ناهمواری سطح توجه بخصوص داشت زیرا " خصوصیات اصلی چهار نوع آسترهای ذکر شده در قسمت ۵-۲-۱ و هم چنین رنگ غنی از روی که در بعضی موارد به جای رنگ آستری بکار میرود شرح داده شده است .

۱- آسترهای سرنجی - سرنج برای منظورهای کلی توصیه میشود ولی هنگامیکه باید سطح فلز را با جریان بخار یا هوا پاک کرد و آستر را نیز قبل از ساخت بکار برد سرنج نباید بکار رود .

آستر سرنجی سالها به طرز رضایت بخش بکار برده شده اند ، کار برد آنها بخصوص بر روی سطوحی که به خوبی پاک نشده و دارای زنگ و قشر اکسید میباشند مانند سطوح پاک شده با دست و یا جریان هوا مناسب میباشد .

به علت آنکه این رنگها به کندی خشک میشوند ، کاربرد آنها در هوای آزاد و در محیطهای شدیداً آلوده یا در محلی که فضای بسته محدودی برای رنگ کردن وجود دارد مناسب نیست . با اضافه کردن رزین های ترکیبی یا طبیعی در سرنج این رنگها زودتر خشک میشوند ، ولی خاصیت محافظتی آنها تقلیل یافته و مقاومت آنها در روی سطوحی که به طرز صحیح تمییز نشده اند کم میشود .

بکار بردن سرنج و رنگهای سربی باید در حد مقررات کاربرد سرب باشد .

چنین رنگهایی را نباید توسط روش اسپری کردن بکار برد ، هم چنین بر روی سطوحی که قرار است در معرض شعله قرار گیرند و نیز در محیطهای محدود که عملیات ساینده انجام میشود نباید رنگهای سربی بکار رود :

۲- آسترهای پلمبات کلسیم - رنگهای پلمبات کلسیم در مقایسه با سرنج خصوصیات بهتری از لحاظ خشک شدن دارند و میتوان آنها را به جای سرنج مصرف نمود . این آسترها برای سطوح گالوانیزه شده به طریقه گرم آسترهای خوبی هستند . رنگ تکمیلی آلکاید را نباید مستقیماً بر روی آسترهای پلمبات کلسیم بکار برد ، در حالیکه بعضی رنگهای آلکاید ممکن است با آسترهای پلمبات کلسیم مطابقت کنند .

آماده کردن سطح برای این آسترها باید با استاندارد بالاتری از آسترهای سرنجی صورت بگیرد . این آسترها بر روی سطوح دارای گرد و غبار و سطوحی که در تماس دائم یا موقت با آب هستند به خوبی عمل نمیکند .

کاربرد آسترهای پلمبات کلسیم نیز از نظر برش و جوش کاری باید مطابق مقررات کاربرد سرب باشد .

۳- آسترهای فلزی سرب - خصوصیات آسترهای فلزی سرب بهتر از آسترهای سرنجی میباشد . بکار بردن رنگهای فلزی سرب با قلم موبسیار آسان است و آنها خیلی بهتر جریان

پیدا میکنند و در نتیجه احتمال بوجود آمدن سطح ناهموار کمتر است . این رنگها هم چنین به آسانی خشک میشوند . در محیط های شیمیائی و دریائی رنگهای فلزی سرب بهتر از سرنج بوده و مقاومت آنها در مقابل هوا بسیار خوب است . آنها را به عنوان رنگهای تکمیلی نیز میتوان بکار برد .

رنگهای فلزی سرب از نظر برش و جوش کاری نیز تابع مقررات کاربرد سرب هستند .
۴- آسترهای روی - کرم - رنگهای دارای مواد رنگی روی - کرم و سایر مواد رنگی مانند اکسید آهن در رزین اولئو به آسانی بکار برده میشوند و به تندی نیز خشک میشوند . در محیط های خورنده متعادل و برروی سطوح آماده شده این آسترها محافظت خوبی ایجاد میکنند ، ولی در محیط های خورنده ارزش محافظتی آنها کمتر از رنگهای روغنی سرنج و پلمبات کلسیم است . علت این موضوع آنست که آسترهای روی - کرم مقدار کمی مواد تشکیل دهنده قشر رنگ داشته و قشر نازکی تشکیل میدهند .

کاربرد آنها برروی پوششهای فلزی که با عمل اسپری کردن ایجاد شده اند بسیار مناسب است در صورتیکه آسترهای با مواد رنگی سرب در این حالت مناسب نیستند . بطور کلی قبل از کاربرد رنگ روی - کرم باید یک آستر پیش روند بکار برد . رنگهای روی - کرم را در زیر باران نباید قرار داد .

۵- آسترهای غنی از روی - رنگهای غنی از روی در رزین اپکسید به عنوان آسترهای پیش ساخته وهم چنین به عنوان یک لایه کامل برروی فولاد ساخته شده بکار میروند . سایر موارد استعمال رنگهای غنی از روی کاربرد آنها برای سیستم های مقاوم در مقابل مواد شیمیائی است .

انواع معدنی رنگهای غنی از روی برای مصرف در زیر آب بسیار مناسب میباشد . رنگهای غنی از روی باید تنها بر روی سطوح فولادی که به نحو بسیار صحیح بخصوص بوسیله جریان بخار یا هوا آماده شده است بکار رود . بکار بردن قلم مو برای این رنگها مشکل است .
ح - رنگهای تکمیلی - رنگهای تکمیلی رزین اولئو با مواد رنگی لاملار اکسید آهن ، سیلیکا گرافیت یا آلومینیوم به علت ارزش محافظتی آنها توصیه میشوند ، ولی این رنگها از نظر رنگ و ظاهر محدود هستند .

رنگهای تکمیلی Long Oil Alkyd را نیز میتوان بکار برد . ولی این رنگها در شرایط زیان آور زیاد مناسب نیستند ، زیرا به عنوان مثال ، خاصیت چسبندگی این رنگها

در شرایط مرطوب تقلیل مییابد و در مناطق شیمیائی و دریائی نیز مناسب نیستند .

خصوصیات کلی این رنگها مانند جلوجاری بودن بسیار خوب بوده و آنها را در حد وسیعی به عنوان رنگهای تزئینی نیز میتوان بکار برد .

رنگهای روغنی شامل روی وسایر مواد رنگی را نیز میتوان به خصوص در مناطق کشاورزی بکار برد این رنگها در محیطهای آلوده به سولفور به طرز بدی جلورنگ خود را از دست میدهند .

خ - رنگهای قطران ذغال سنگ و قیر طبیعی - این رنگها برای کارهای فولادی در معرض میعان جو ، که در مناطق صنعتی و دریائی قرار دارند و همچنین برای قسمتهای داخلی مخزنهای آب ، باراندازها ، ابنیه فنی در زیر آب و بطور کلی درجائی که حدبالائی از مقاومت شیمیائی مورد نظر باشد بکار میروند .

بین نوع معمولی از این رنگ ها که عموماً " محلولهای ساده ای هستند و تولید قشر خشکی به ضخامت ۲۵ میکرون مینماید و مواد ممتاز (High-build) که ضخامت خیلی بیشتری تولید میکنند باید فرق قائل شد .

در این دستورالعمل به جز مواردی که کلمه ممتاز (High-build) مصرف شده است در سایر موارد منظور نوع معمولی این رنگهاست .

بین رنگهای قطران ذغال سنگ و قیر طبیعی و محصولات آنها که بطور داغ یا بصورت چسب قیری مصرف میشوند نیز باید فرق قائل شد .

قطران ذغال سنگ و قیر طبیعی هر دو رطوبت ناپذیر ، بی اثر ، غیر قابل تبدیل به صابون حتی در شرایط محافظت کاتدیک میباشند ، ولی هیچ گونه خاصیت جلوگیری از ایجاد زنگ ندارند و در نتیجه نیروی محافظتی آنها بستگی به ضخامت لایه بکار برده شده دارد .

رنگهای ممتاز (High-build) از هر یک از این مواد لایه هائی به ضخامت ۲۵۰ میکرون ایجاد کرده و برای سطوحی که تماماً " یا بطور جزئی در زیر آب قرار دارند مناسب میباشند .

قطران ذغال سنگ ، فولاد در زیر آب را بهتر از نوع قیر طبیعی محافظت کرده و بطور کلی مصرف آن در آب دریا ترجیح دارد .

لازم است که رنگهای آستری روغنی را برای مدت چند هفته قبل از استعمال رنگهای قطران ذغال سنگ و یا قیر طبیعی بر روی آنها خشک نمود .

رنگهای قطران ذغال سنگ و قیر طبیعی را نباید در معرض نور شدید آفتاب قرار داد .

د - رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی - در داخل و یا در نزدیکی کارخانه های

شیمیائی ، کارخانجات گاز یا کارخانجات فولادونواحی نظیر ، رنگهای عادی ممکن است توسط مواد شیمیائی صدمه دیده ونیروی محافظتی خود را ازدست بدهند . علت این موضوع آلودگی شدید هوا بوسیله اسید ، نمکهای آمونیوم یا سایر مواد شیمیائی است ولی بعضی اوقات نیز علت ، پاشیدن اسیدها ، بازها یا حلالهای قوی است . برای محافظت درمقابل چنین شرایط سختی لازم است که لایه های مقاوم در مقابل مواد شیمیائی و تا حد امکان رطوبت ناپذیر بکار رود .

برای بدست آوردن بهترین نتیجه ، سطح فلز را قبل از بکار بردن این رنگها باید بوسیله جریان بخار یا هوا پاک نمود و آسترهای مخصوص ومناسب با سیستم رنگ نیز باید بکار برد زیرا آسترهای معمولی مانند آسترهای رزین اولئو برای سیستم رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی مناسب نیستند . هنگامیکه رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی برروی آسترهای پیش ساخته و یا آسترهای پیش روند بکار میروند هر دو مواد باید از یک سازنده رنگ تهیه شده واطمینان حاصل شود که رنگها بایکدیگر سازگار هستند .

در هنگام تعمیرات نیز تناسب رنگهای لایه ها با رنگ قدیمی را باید در نظر گرفت . پنج نوع رنگ مقاوم در مقابل مواد شیمیائی که در مجاورت هوا خشک میشوند توصیه میشوند :

رنگ رزین اپکسید - رنگ قطران ذغال سنگ / اپکسید - رنگ پلی یورتین - رنگ کلرینه لاستیکی و رنگ رزین وینیل . در حال حاضر رنگهای مناسب رزین اپکسید ، قطران ذغال سنگ / اپکسید و پلی یورتین به صورت دوبرسته مواد جداگانه که باید درست قبل از مصرف با یکدیگر مخلوط شوند به بازار عرضه میشوند . این رنگها فوراً " بوسیله فعل وانفعال بین اجزاء شان خشک میشوند .

هر سه نوع این رنگها قشر سخت ومحکمی که دارای مقاومت زیاد در مقابل سائیدگی است ایجاد میکنند . مقاومت رزین اپکسید و رنگهای پلی یورتین در مقابل حلالهای آلی بسیار خوب میباشد . رنگهای کلرینه لاستیکی و رزین وینیل بوسیله تبخیر حلال خشک میشوند و مقدار کمی پلیمریزاسیون نیز در قشر خشک صورت میگیرد نتیجتاً " مقاومت آنها در مقابل حلالها کم بوده واین موضوع باعث مشکلاتی در موقع رنگ کردن با قلم مو میشود .

انتخاب یک رنگ مقاوم در مقابل مواد شیمیائی نه تنها بستگی به مقاومت آنها در محیط های آلوده دارد بلکه بستگی به آسانی کارکردن با آن وضخامت قشر ایجاد شده نیز در شرایط

کار دارد .

هوای سرد ، کاربرد بعضی از این رنگها را محدود میکند ، ذیلاً " خصوصیات انواع مختلف این رنگها شرح داده میشود .

۱- رنگهای رزین اپکسید - این رنگها در مقابل اسیدها ، بازها ، آب دریا ، حلالها و سائیدگی بسیار مقاوم بوده و در ضمن بسیار بادوام هستند .
در مقابل مایعات داغ نیز مقاوم میباشد . انواع ممتاز (High - build) این رنگها که قاذ ، ایجاد قشر خشک رنگ به ضخامت ۲۵۰ میکرون میباشد برای بکار بردن با قلم مو یا اسپری موجود هستند .

۲- رنگهای قطران ذغال سنگ / اپکسید - این رنگها خاصیت رطوبت ناپذیری قشرهای ضخیم رنگهای قطران ذغال سنگ و مقاومت در مقابل مواد شیمیائی و ثبات در مقابل گرمای رزین اپکسید را با هم دارند . این رنگها قشرهایی به ضخامت ۱۲۵ تا ۲۵۰ میکرون ایجاد میکنند .

قشر خشک رنگ تا حد زیادی سخت شده و مقداری نیز در مقابل حلال ها مقاوم میباشد .
برای از بین بردن رنگ سیاه یا تیره این نوع رنگها میتوان لایه دیگری از رنگهای مقاوم میباشد . برای از بین بردن رنگ سیاه یا تیره این نوع رنگها میتوان لایه دیگری از رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی بر روی آنها بکار برد .

اگر در زیر این رنگها آستر پیش روند بکار رود باید برای همین منظور فرموله شده باشد .
۳- رنگهای پلی یورتین - این رنگها به صورت دو بسته جداگانه به بازار عرضه میشوند . مقاومت آنها در مقابل مواد اسیدی بیش از رنگهای رزین اپکسید و مقاومت آنها در مقابل مواد بازی کمتر است و اگر در شرایط خشک و تمیز بکار روند مقاومت زیادی در مقابل آب دارند .

خاصیت چسبندگی آنها به فولاد عریان تا حدی کم است و این مشکل را میتوان با بکار بردن یک آستر پیش روند بر روی فولادی که بوسیله جریان هوا یا بخار پاک شده باشد برطرف کرد .

این رنگها در هنگام کاربرد و در زمان خشک شوندگی بحد زیاد در مقابل رطوبت حساس هستند .

۴- رنگهای کلرینه لاستیکی - این رنگها مقاومت بسیار خوبی در مقابل بازها ،

اسیدهای ضعیف و آب نمک دارند ولی مقاومت آنها در مقابل حلالها کمتر از رزین اپکسید یا رنگهای پلی یورتین میباشد ، این رنگها تحت تاثیر درجه حرارتهای بالا قرار میگیرند . رنگهای ممتاز قشری به ضخامت ۱۰۰ تا ۱۵۰ میکرون ایجاد میکنند . اگر این رنگها با قلم مو بکار برده شوند زمان خشک شدن آنها کمتر از ۱۲ ساعت نیست ولی با روش اسپری میتوان دولایه رنگ را در یکروز بکار برد . صورت ظاهر قشههای رنگ ممتاز را با استفاده از یک رنگ کلرینه لاستیکی با غلظت کم میتوان اصلاح کرد .

۵- رنگهای رزین وینیل - رنگهای رزین وینیل بر مبنای پلی وینیل کلراید و رزینهای استات دارای مقاومت بسیار زیاد در مقابل اسیدها ، بازها ، آب و آب نمک هستند این رنگها را بمدت طولانی در مجاورت حلالها نباید بکار برد . مواد جامد این رنگها کم هستند و در نتیجه قشر نازکی ایجاد خواهند کرد و برای بدست آوردن ضخامت کافی باید لایه های متعددی بکار رود . بکار بردن آنها با قلم مو بسیار مشکل است و در نتیجه باید اسپری یا غلتک بکار رود .

برای بدست آوردن نتیجه خوب ، سطح فولاد را باید به بهترین وجهی آماده کرد . خاصیت چسبندگی این رنگها به فولاد عریان بسیار کم است . این مشکل را با بکار بردن یک آستر پیش روند میتوان حل کرد . لایه های ضخیم رزین وینیل خاصیت محافظت زیادی داشته و برای بکار بردن بر روی ورقه های فولاد و باریکه ها مناسب میباشد .

ذ - رنگهای تزئینی - هنگامیکه رنگهای رزین اولئو با مواد رنگی لاملار باید بکار روند ولی رنگ تکمیلی مشخصی مورد نظر است که بوسیله این رنگها بدست نیاید باید رنگهای تزئینی را بر روی آنها بکار برد .

رنگهای تزئینی باید با رنگهای تکمیلی تناسب داشته باشند . رنگهای از نوع Long Oil Alkyd بطور کلی مناسب میباشد . در حقیقت این رنگ ها را به عنوان رنگهای تکمیلی در محیط های کمتر خورنده و مستقیما " بر روی سرنج ، رنگهای فلزی سرب یا روی - کرم میتوان بکار برد .

رنگهای روغنی را نیز میتوان به عنوان رنگ های تزئینی و تکمیلی بکار برد . این رنگها لایه های ضخیم تری از رنگهای Long Oil Alkyd ایجاد میکنند ولی خصوصیات

خشک شدن ، جلاوبرق و مقاومت در مقابل خوردگی آنها چندان خوب نیست .
انتخاب رنگ تزئینی بر روی رنگ قطران ذغال سنگ / اپکسید دقت زیادی لازم داشته و باید
باکارخانه سازنده نیز مشورت گردد .

۵-۳- جزئیات طراحی

۵-۳-۱- کلیات

میزان خوردگی را به وسیله طراحی صحیح ابنیه فنی و دقت در جزئیات آن به خصوص
قسمت هایی که بیشتر آلودگی خوردگی دارند میتوان تقلیل داد .
بنابراین طراحان و نقشه کشها باید خطر بروز خوردگی ناشی از عدم پیش بینی در این
موارد را در نظر بگیرند . و هم چنین باید مشکلات تعمیرات آتیه در نظر گرفته شده و طرحها
مبنی بر حداقل مخارج تعمیراتی باشد .

۵-۳-۲- مثالهای نمونه

خوردگی بیشتر در نقاطی که آب و یا گرد و غبار جمع شده و تعمیرات در آن نقاط مشکل است
صورت میگیرد .
بعضی مثالها در مورد جزئیاتی که باعث خوردگی میشوند و طرق جلوگیری از آنها در اشکال
۸، ۹، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۹ و ۲۰ نشان داده شده است .

بسیاری از ابنیه فنی مدرن بخصوص پلها^۱ از ترکیب فولاد و بتن مسلح ساخته شده اند ، جلوگیری از خوردندگی و فرسودگی فولاد آنها بستگی به شرایط بتن در مجاورت فولاد و رطوبت ناپذیر کردن صحیح دارد . این عمل از نفوذ آب از میان بتن و دخول آن به سطح دو ماده جلوگیری میکند ، طرق مناسب رطوبت ناپذیر کردن راهها و پلهای راه آهن در اشکال ۱۴ و ۱۵ نشان داده شده است شکل ۱۶ جزئیات مربوط را نشان میدهد . سطحی که قرار است در روی آن ماده رطوبت قرار داده شود باید خشک و تمیز و عاری از روغن باشد .

۱-۴-۵ آسفالت

الف - بلوکهای سیمان مسلح - سطح بتن باید تا حدی ناهموار باشد تا از لغزندگی افقی ماده عایق رطوبت در مقابل حرکت وسائل نقلیه جلوگیری کند . آسفالت باید در دو لایه به ضخامت کل حداقل ۱/۸ سانتیمتر قرار داده شود اولین لایه یا رگه را باید مستقیماً " بر روی سطح بتن بدون استفاده از لایه رویه قرار داد ، اگر بر روی بتن غباری از سیمان و یا گرد سنگ بپاشیم از تاول زدن (Blistering) آسفالت جلوگیری میشود .

۲-۴-۵ غشاءهای پیش ساخته

غشاء رطوبت ناپذیر بر روی بلوک بتنی باید از یک یا دو لایه از صفحات پیش ساخته شامل الیاف شیشه یا ورق مس با پوشش قیر طبیعی تشکیل شده باشد و بر روی کف پل خشک و تمیز و صاف بکار برده شود . اگر سطح کف پل ناهمواری داشته باشد ابتدا لایه ای از قیر طبیعی باید بکار برده شده و سپس لایه ها بر روی کف و بر روی یکدیگر توسط استعمال مداوم قیر گرم محکم شوند . در قرار دادن این غشاءها باید توجه کامل مبذول شود که هیچ نوع هوا بین غشاءها و کف پل و هم چنین بین لایه ها وجود نداشته باشد . غشاء باید در مقابل صدمات تا اتمام سطح محافظت شود .

۵-۵ آماده کردن سطح برای رنگ کردن

۱-۵-۵ کلیات - آمادگی صحیح برای هر نوع طرح محافظتی ضروری است روشهای معمولی به ترتیب موثر بودن عبارتند از :

۱- پاک کردن توسط جریان بخار یا هوا

۲- پاک کردن توسط مواد شیمیائی

۳- پاک کردن توسط شعله

۴- پاک کردن با دست با استفاده از ابزارهای نیروده . این روش غالباً "مقدم بر

پاک کردن توسط هوا است .

هنگامیکه قرار است بر روی سطحی که توسط جریان هوا یا بخار و یا توسط مواد شیمیائی پاک شده است رنگ بکار برده شود عمل آوردن شیمیائی سطح مانند بکار بردن یک آسترپیش روند مقرون به صرفه است . فسفاتنه کردن نیز بطور وسیعی برای مواد ساخته شده سبک بکار میرود . آمادگی سطح نیز طبق روشهای ذکر شده باید بر طبق استانداردهای صحیح انجام گیرد . در صورتی که عملیات آمادگی سطح باید در زیر پوشش و در شرایط گرم و خشک انجام گیرد سطوح آلوده به روغن یا گریس را ابتدا باید با الکل و یا نفتا و یا مخلوطی از هر دو پاک کرد در ضمن میتوان جتهای بخار نیز بکار برد .

برای پاک کردن سر میخ پرچ ها و سر پیچها و سطوح اطراف آنها باید دقت زیاد مبذول گردد . محلهای جوشکاری در فولاد و سطوح فولادی نیز احتیاج به دقت بسیار دارد . اصولاً " سطوحی را که نمیتوان در عرض چهار ساعت رنگ کرد نباید آماده نمود .

۵-۲- چدن و فولاد ریخته شده

معمولاً " روش آماده کردن سطوح ریخته شده با فولاد نورد شده یکی است به جز آنکه جدا کردن پوسته های ریخته گری چسبیده شده و دست نخورده ممکن است صحیح نباشد .

۵-۳- پاک کردن توسط جریان هوا یا بخار

الف - کلیات - در این روش مواد ساینده با سرعت بسیار به سطح فلز خورده میشوند . دونوع اصلی از این عملیات وجود دارد در اولی ماده ساینده توسط هوای فشرده و یا توسط آب با فشار زیاد پرتاب میشود و در دومی یا عملیات بدون هوا ماده ساینده توسط یک چرخ محرک (Impeller Wheel) پرتاب میشود .

هر دو این عملیات بطور وسیعی در کارگاهها بکار برده میشوند ولی روش بدون هوا بیشتر در مورد اجزاء انفرادی بکار میرود در صورتیکه روش هوای فشرده برای کار در محل و بر روی بنای فنی نصب شده بکار میرود .

مواد ساینده ای که معمولاً " بکار میروند عبارتند از چدن سرد شده ، آهن نرم و فولاد به شکل ساجمه یا سنگ ریزه و آلومینا (گل پاک) ، این مواد گران هستند و تنها در جایی که امکان بدست آوردن مجدد آنها وجود داشته باشد مانند عملیات بدون هوا و عملیات در داخل فضای محصور و یا در جائیکه وسائل بازایی با خلاء بتوان بکار برد بکار میروند در جائیکه بازایی

عملی نیست کار برد مواد ساینده ارزانتر و غیر فلزی بیشتر مقرون به صرفه است .
این مواد معمولاً " شامل تفاله ویا مواد معدنی شامل سیلیکای بدون ضرر به صورت ترکیب هستند . بکار بردن شن ویا مواد معدنی که شامل سیلیکای آزاد هستند به علت مخاطرات برای سلامتی در انگلیس ممنوع میباشد .

شرایط سطح فولاد از نظر خورد ، وجود زنگ ، قشر اکسید و پوشش محافظتی کهنه تاثیر بسیار در طرز عمل و سرعت کار و کیفیت سطح تمام شده دارد .

با وجود آنکه درجه معتدلی از تمیز کردن توسط اثر هوا (Weathering) برای سست کردن قشر اکسید بدون ایجاد زنگ زدگی زیاد کافی بوده و باعث تسريع عمليات شده و بیشتر نیز مقرون به صرفه است ولی هزینه پاک کردن با جریان بخار یا هوا اگر زنگ زدگی شدید باشد بالا رفته و کیفیت عمل نیز پائین میاید . این موضوع به این دلیل است که سطح فولاد خورده شده و ناهموار گردیده است و جدا کردن محصولات خوردنگی مانند سولفات که بطور عمیق در حفره های سطح قرار گرفته و مضر میباشد بسیار مشکل است .

این موضوع به خصوص در مورد ابنیه کهنه فولادی که سالها عمر کرده اند صادق میباشد . در اغلب موارد بهترین و سالمترین روش آنست که صفحات و قسمتها را بلافاصله پس از آنکه خورد شدند پاک نموده و بلافاصله نیز لایه آستر پیش ساخته را بکار برد یا آنکه واحد را به عنوان یک واحد کامل پس از ساخت پاک نمود و لایه آستری رنگ را نیز بلافاصله بکار برد .

ب — چگونگی پاک کردن توسط جریان بخار یا هوا — کیفیت سطح آماده شده توسط جریان بخار یا هوا از دو نظر احتیاج به تعریف دارد .

۱ — پاکیزگی — پاکیزگی یعنی تا چه حدی قشر اکسید ، زنگ و سایر مواد آلوده بر طرف شده اند .

۲ — ناهمواری سطح — ناهمواری سطح بر روی عمق پوشش قشر رنگ اثر میگذارد . دو حالت برای پاکیزگی در این دستورالعمل توصیه میشود .

حالت اول یا فلز سفید برای یک سطح با رنگ فلزی خاکستری — سفید با زمینه ای

هموار و مناسب برای رنگ کردن تعریف شده است در تمام سطح باید نشانه کاربرد پاک کردن با جریان بخار و یا هوا معلوم بوده و سطح باید فلز کاملاً " تمیز باشد قسمتهائی که تنها به علت ساختمان فلز اصلی و یا بعلمت پاک کردن سایه دار نشان میدهند نیز به عنوان فلز تمیز طبقه بندی میشوند ولی هیچ قسمتی از سطح نباید شامل قشر اکسید ، زنگ ، لکه زنگ ، باقیمانده رنگ ، پوششهای قبلی و یا مواد آلوده بوده و یا آنکه توسط این مواد تغییر رنگ

داده باشد . حالت یا کیفیت اول ممکن است برای بسیاری از کارها بسیار گران و غیر لازم باشد ولی مسئله ای که وجود دارد و هنوز هم کاملاً " حل نشده است اینست که برای هر منظور مشخص تا چه درجه تمیزی قابل قبول است .

حالت دوم که ذیلاً " شرح داده میشود سریعتر بوده و برای اغلب موارد نیز مناسبتر است ، این کیفیت برای فولادی که شدیداً " زنگ زده و خورده شده است و توسط پاک کردن تبدیل آن به فولاد سفید بسیار گران تمام میشود باید مشخص شود .

در کیفیت دوم در تمام سطح فلز باید نشانه کاربرد پاک کردن با جریان بخار یا هوا معلوم گردد . درصد از سطح باید فلز پایه و تمیز باشد قسمتهائی که به علت ساختمان فلز پایه دار نشان میدهند به عنوان فلز تمیز طبقه بندی میشوند علاوه بر این نباید بیست و پنج درصد از هر ۶ سانتیمتر مربع سطح توسط موادی مانند قشر اکسید ، زنگ ، لکه زنگ ، باقیمانده رنگ ، پوششهای قبلی یا سایر مواد آلوده بیرنگ شده و یا توسط این مواد آلوده شده باشد . حد پائینتری از پاک کردن توسط جریان بخار یا هوا نیز ممکن است برای بعضی موارد مناسب باشد . این موضوع را باید در نظر گرفت که پاک کردن توسط جریان بخار یا هوا تا هر درجه ای در مقایسه با پاک کردن با دست ارجحیت دارد .

پ - ناهمواری سطح - ناهمواری سطحی که توسط جریان بخار یا هوا پاک شده به

شرایط اولیه فولاد و نوع و درجه ماده ساینده بستگی دارد .

ح - متوسط ناهمواری از حداکثر دامنه کم اهمیت تر است در هر حال بکار بردن حداکثر دامنه برای کنترل کیفیت پاک کردن توسط بخار آب یا هوا احتیاج بدقت دارد زیرا حتی با بهترین روش نیز برجستگیهای وجود دارد که دامنه آنها غیر نرمال است بعضی مواقع این موضوع در نتیجه فرورفتن ذرات ساینده در سطح فولاد بوجود میآید . هنگامیکه روش پاک کردن توسط جریان بخار یا هوا را برای آماده کردن فولاد برای رنگ کردن بکار میبرند حداکثر دامنه باید تا حد مقدور پائین بوده و بطور طبیعی نباید بیش از ۱۰۰ میکرون باشد . کنترل مناسب بر روی حداکثر دامنه را با مشخص کردن نوع و درجه ماده ساینده بکاربرده شده میتوان انجام داد .

الک کردن مواد ساینده بسیار ضروری است زیرا حتی تعداد محدودی از این ذرات که درشتتر از حد طبیعی باشند ناهمواری سطح را به مقدار زیاد افزایش میدهند .

خورندگی ، سطح فلز را ناهموار میکند در نتیجه در نظر گرفتن حداکثر دامنه ۱۰۰ میکرون برای سطحی که برای مدت طولانی در معرض هوا قرار گرفته شده باشد و یا اینه کهنه فولادی

که رنگ آنها شکسته شده و رنگ زدگی نیز در آنها ایجاد شده غیر عملی است علاوه براین برای از بین بردن محصولات ناشی از خوردگی شدید ممکن است مواد ساینده درشت تری مورد لزوم باشد و این مواد عمق حفرات ایجاد شده در روی سطح را افزایش میدهند. آخرین ملاحظات مربوط به مواد ساینده غیر فلزی است اگر حداقل ۸۰ درصد از مواد ساینده کوچکتر از ۲/۵۶ میلیمتر باشند و هیچ ماده ای بزرگتر از ۲/۸۲ میلیمتر نباشد حداکثر دامنه ای معادل ۱۲۵ تا ۱۷۵ میکرون میتوان بدست آورد. از بکار بردن مواد درشت تر از این مقدار باید خودداری کرد.

این نوع مواد ساینده حجم زیادی غبار ایجاد میکنند، رابطه بین اندازه ذرات و مقدار غبار ایجاد شده هنوز معلوم نیست ولی مواد درشت تر الزاماً "غبار کمتری از ذرات کوچکتر ایجاد میکنند عامل مهم مقدار مواد کوچک در داخل ماده ساینده است.

ت - طرز عمل - پاک کردن با جریان بخار یا هوا را نباید در فضای آزاد و در شرایط جوی نامناسب و محلی که محافظت مناسب وجود ندارد انجام داد همچنین هنگامیکه در روی سطح فلز شبنم وجود دارد عمل پاک کردن نباید انجام بگیرد.

روغن و گریس را از روی سطح فولادی که قرار است پاک شود باید برطرف نمود و هوای فشرده شده ای که بکار میرود بخصوص برای فضاها بایستی خشک و عاری از بخار روغن باشد. عمل پاک کردن را باید تا حدی که سطح بصورت یکنواخت و کیفیت مشخص شده در آید ادامه داد. اگر لازم باشد مواد ساینده ای را که بیش از یکبار بکار برده شده اند باید الک کرد تا مواد بسیار ریز جدا شوند ماده ساینده و روش پاک کردن باید طوری تنظیم شوند تا حداقل مقدار مواد ساینده در سطح فولاد باقی بمانند در ضمن از استعمال مواد ساینده ای که ممکن است باعث خوردگی فولاد شوند باید خودداری نمود.

سطح پاک شده را باید قبل از رنگ کردن برس زد و با خلاء پاک نمود. عمل پاک نمودن توسط جریان بخار یا هوا فلز را در شرایط زخم پذیری باقی میگذارد و لازم است که لایه آستری را در حداقل زمان ممکن و بطور حتم در عرض ۴ ساعت بکار برد، تا قبل از بکار بردن لایه آستری سطح فلز نباید با دست و یا هیچ وسیله آلوده دیگری تماس پیدا نماید.

هنگامیکه عمل پاک کردن در محل انجام میگردد دومین لایه آستری را نیز باید بمحض آنکه لایه اول خشک شد بکار برد. سطوحی را که در کارگاه پاک شده و بوسیله یک آسترپیش ساخته محافظت شده اند مدت طولانی تری میتوان بدون آستر باقی گذاشت.

از آلوده شدن رنگ تر توسط غبار عملیات پاک کردن باید جلوگیری کرد زمان رنگ کردن و

پاک کردن با جریان بخار یا هوا را باید طوری تنظیم کرد که خطر آلودگی به حداقل مقدار برسد ، غالبا " به صرفه است که یک رنگ آستری زود خشک شونده بکار برد . راه حل دیگر برای داخل تانکها و موارد مشابه ، وارد کردن مداوم هوای بدون رطوبت بداخل فضا در طول عملیات پاک کردن است این موضوع باعث جلوگیری از زنگ زدن فولاد تمیز شده و میتوان تمام سطح را قبل از رنگ کردن پاک نمود .

درجه بدون رطوبت بودن هوا ۵۰ درصد رطوبت نسبی یا پائینتر است وماده ساینده بکار برده شده نیز نباید رطوبت کش باشد .

۴-۵-۵- نمیرگرسن با مواد شیمیائی (Pickling)

اگر تمیز کردن با مواد شیمیائی به طریقه صحیح انجام شود روش بسیار موثری در آماده نمودن سطح برای رنگ کردن است . برای رنگهای معمولی نتایج روش تمیز کردن با مواد شیمیائی در مقایسه با روش تمیز کردن با جریان بخار یا هوا یکسان است ولی روش دوم بطور کلی برای رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی ارجحیت دارد . در این روش قشر اکسید و زنگ حاضر بر روی فلز را با فرو کردن آن در یک اسید از بین میبرند اسیدهای متداول اسید کلریدریک یا اسید سولفوریک هستند .

حمام ممکن است شامل یک عنصر ترکننده ویک ماده باز دارنده باشد تا از حمله بخود فلز جلوگیری شود .

تمیز کردن قطعات با مواد شیمیائی را باید قبل از هر گونه سوار کردن آنها انجام داد بعد از عمل پاک کردن فوراً " باید پوشش آلی مانند آستر پیش ساخته استفاده نمود این لایه نباید در ساخت قطعه تاثیری داشته و تنها عمل آن جلوگیری از زنگ زدگی فلز تا زمان رنگ تکمیلی است . این موضوع خاصیت انعطاف پذیری این روش را در مقایسه با پاک نمودن توسط جریان بخار یا هوا کاهش میدهد ولی این روش بطور وسیعی برای صفحات ولوله ها بکار میرود . این نوع روش تمیز کردن باید در کارگاه صورت بگیرد .

۵-۵-۵- پاک نمودن توسط شعله

در این روش تمام قشر اکسید و زنگ که محکم به سطح فلز چسبیده اند جدا نمیشوند و از لحاظ اهمیت بین پاک کردن با جریان بخار یا هوا و پاک کردن با دست قرار دارد . با قرار دادن فلز بمدت حداقل ۶ ماه در هوا و سپس عبور یک شعله تنها و سپس تمیز نمودن با برس سیمی و پاک نمودن قشر اکسید نتایج خوبی بدست آمده است .

بنا بر طبیعت کار و شرایط سطح فولاد این عمل با سرعتی معادل ۱ تا ۵ متر در دقیقه انجام

میشود . در نتیجه پاک نمودن توسط شعله مقدار زیادی از قشر اکسید و زنگ پاک میشوند ولی پس از انجام عملیات باید سطح را با برس سیمی تمیز نموده و گردگیری نمود تا تمام قشر اکسید و زنگ پاک شوند . لایه آستری رنگ را قبل از سرد شدن فلز باید بکار برد . گرم و خشک بودن سطح فلز در زمان رنگریزی امتیاز محسوب شده و باعث میشود که این روش بهترین روش عملی برای آماده نمودن سطوح در زمستان و در هوای آزاد باشد . حرارت شعله ممکنست باعث تاب برداشتن فلز شود و در نتیجه از کاربرد این روش برای صفحات و قسمتهائی که کمتر از ۶ میلیمتر ضخامت دارند باید خودداری نمود . در مورد چدن نیز اگر فلز کمتر از ۱۳ میلیمتر ضخامت داشته باشد باید دقت بسیار مبذول داشت .

۵-۴- پاک نمودن با دست

پاک نمودن با دست و آماده نمودن سطح فلز برای رنگ کردن با این روش چندان رضایت بخش نیست ولی کاربرد آن بخصوص بعد از یک مدت کوتاه در معرض هوا قرار دادن قطعه فلزی هنوز متداول است .

این روش چندان قابل اطمینان نیست زیرا بسیار آهسته است و در محیطهای صنعتی برای پاک نمودن قشر اکسید بطور کامل گاهی تا یکسال وقت لازم است در این اثنا قسمتهائی که در ابتدا پاک شده ممکن است زنگ بزنند . در این روش سطح پاک شده یکنواخت نخواهد بود زیرا قشر اکسید در بعضی نقاط زودتر از بقیه جدا میشود .

قطعه را باید آنقدر در معرض هوا قرار داد تا تمام قشر اکسید ریخته شده و یا آنکه بتوان آنرا به آسانی پاک کرد .

برای آنکه روش پاک نمودن با دست موثر باشد باید بطور کامل صورت بگیرد و آنقدر ادامه یابد تا استاندارد مورد نظر بدست آید این روش سخت و گران بوده و احتیاج به نظارت دقیق دارد و برای آن باید از ابزارهای نیروده استفاده نمود .

از بکار بردن برسهای سیمی بمدت طولانی باید خودداری نمود زیرا خاصیت چسبندگی رنگ را کم میکنند .

نوع برسهای سیمی باید فولادی باشد زیرا انواع دیگر فلزات ته نشستی از خود باقی میگذارند که باعث خوردگی الکترولیتی میشود و برای رنگ مضر است .

بعد از عمل تمیز کردن با دست سطوحی که در معرض اسپری دریا و یا بادهای حاوی نمک قرار میگیرند باید با آب تمیز و یا بخار تمیز در هوای خشک شسته شده و سپس قبل از رنگ

کردن خشک شوند .

عملیات بالا و قتیکه روش تمیز کردن برای یک بنائی فنی در محیط های شیمیائی یا صنعتی انجام میگردد نیز مناسب است و این موضوع باعث از بین رفتن سولفات آهن ، نمکهای آمونیوم و سایر مواد حل شدنی از داخل منافذ سطح زنگ زده میشود .

۵-۶- رنگها

۵-۶-۱- کلیات

خاصیت 'علی کلیه رنگهای زیر آنستکه اگر طبق روشهای توصیه شده در قسمت ۵-۲ ترکیب شده و طبق روشهای ذکر شده در قسمت ۵-۷ بکار بروند باید یک سیستم محافظتی موفـق تشکیل بدهند .

۵-۶-۲- تهیه مواد

هنگامیکه مقادیر زیادی رنگ مورد احتیاج بوده و مصرف کننده نیز وسائل لازم آزمایش را در اختیار داشته باشد غالبا " مقرون به صرفه است که رنگ را با ذکر خصوصیات مورد لزوم سفارش داد در غیر اینصورت شاید بهتر باشد که رنگهای اختصاصی را از کارخانجات دارای تجارب اثبات شده سفارش داد .

تبادل کامل اطلاعات مابین مصرف کننده ، فروشنده و پیمان کار باید وجود داشته باشد تا از مصرف رنگ به بهترین طریقه مطمئن شد .

اگر تمام رنگها از یک منبع تهیه شوند هماهنگی لازم بین لایه رنگ آستری ، لایه های زیرین و لایه رنگهای تکمیلی ایجاد میشود .

جزئیات کامل طرح محافظتی باید در اختیار سازنده قرار گیرد و سازنده نیز باید مطالب زیر را رعایت نماید .

۱- باید اطلاعات دقیقی در مورد زمان مجاز برای کاربرد رنگ و سطح پوشش هر رنگ در اختیار مصرف کننده قرار دهد .

۲- رنگ با غلظت مورد توافق یعنی غلظتی مناسب برای کاربرد فوری آن با قلم مو در تحت شرایط ذکر شده را در اختیار مصرف کننده بگذارد .

۳- در صورت عملی بودن ، تهیه رنگهای رقیق برای لایه های متوالی

۴- تهیه نمودن نمونه از هر نوع رنگ

۵- مشخص نمودن تاریخ ساخت هر رنگ بر روی ظرف آن و در صورت تقاضا مشخص

نمودن درجه حرارتی که در آن بخار رنگ میسوزد (Flash-Point)

رنگ را باید در محل بسته یعنی جایی که در معرض تغییر درجات حرارت قرار نداشته باشد انبار کرد . درجه حرارت مناسب بین ۴ و ۲۷ درجه سانتیگراد میباشد .
 هر نوع شرایط بخصوص نیز که بر روی ظرف رنگ ذکر شده باشد باید رعایت گردد .
 زمان سفارشات برای رنگ باید طوری انتخاب شود که مواد تهیه شده در عرض ۱۲ ماه بعد از تاریخ ساخت مصرف شوند .
 رنگ را نگاه نباید در یک ظرف سرباز حتی برای مدتی کوتاه نیز انبار کرد .

الف - خصوصیات کلی - رنگهای لازم در این دستورالعمل باید دارای خصوصیات زیر باشند :

- ۱- آزاد بودن از هرگونه ته نشینی زائد ، غلیظ شدن یا نشت گاز در انبار .
- ۲- آزاد بودن از هر نوع پوسته پوسته شدن غیر ضروری
- ۳- آسانی کاربرد آنها با روشهای مختلف یعنی استفاده از قلم مو ، اسپری یا غلطک
- ۴- زمان خشک شدن مناسب یعنی حداکثر ۱۶ ساعت برای اغلب رنگهای تکمیلی
 رزین اولثو یا Alkyd
- ۵- آزاد بودن از هرگونه خطر برای سلامتی مانند حلالهای سمی
- ۶- تیرگی (Opacity) کافی برای ایجاد رنگ یکنواخت .
- ب - مواد - تمام مواد رنگین ، نگهدارنده ها ، حلالها ، خشک کننده ها و سایر مواد خام باید مطابق استانداردهای مطمئن باشند .

پ - آسترهای پیش روند - نوع اصلی آستر پیش روند که هنوز بطور وسیعی بکار برده میشود از دو جز تشکیل شده است یک جزء آن پراکندگی روی - کرم یعنی تتراهیدروکسی کرمیت روی در محلول الکلی رزین پلی وینیل بوتیرال و دیگری محلول الکلی اسید فسفریک میباشد . این مواد قبل از مصرف به نسبت توصیه شده توسط سازنده باید مخلوط شده و بنا بر دستور او نیز باید بکار برده شوند . این مخلوط چند دقیقه پس از مصرف باید خشک و سخت شود .

فرمولهای دیگری نیز در دسترس هستند ، به عنوان مثال - یک رزین فنالیک و یک ماده رنگی جداگانه ، این نوع آسترهای پیش روند قشر ضخیم تری تولید کرده و در مقابل رطوبت نیز

مقاومت بیشتری دارند.

محتوی بهینه اسید فسفریک آستر پیش روند بستگی به طبیعت فلزی دارد که قرار است رنگ شود یعنی فولاد عریان ، فولاد با لایه آلومینیوم یا فولاد با لایه روی. محتوی اسید فسفریک محلول اولیه در حالت مخلوط در حدود ۳/۶ درصد است .

بعضی انواع آسترهای پیش روند را نباید در رطوبتهای بالا و یا در محلهای سرباز تا مادامی که خشک نشده اند قرار داد و یا رنگ کرد ، باین دلایل سازنده رنگ را باید از موردی که در آن آستر پیش روند قرار است بکار برده شود آگاه کرد .

تـ آسترهای پیش ساخته ـ آسترهای پیش ساخته باید برای اسپری کردن مداوم مناسب بوده ، به تندی خشک شده و در عرض ده دقیقه یا کمتر هم آماده بکار بردن شوند ـ آسترهای پیش ساخته باید دارای خصوصیات کلی زیر باشند .

- ۱ـ در ساخت قطعه بخصوص در محلهای جوشکاری شده نباید اثری بگذارند .
 - ۲ـ غیر سمی بوده و هیچ نوع بخار مضر در هنگام جوشکاری و بریدن تولید نکنند .
 - ۳ـ در مقاومت محلهای جوش خورده نباید تاثیری داشته باشند .
 - ۴ـ بطور موثر در طی زمان ساخت ، حمل و نقل و نصب فولاد را محافظت کنند .
 - ۵ـ باید پایه مناسبی برای سیستم رنگ محافظتی تشکیل دهند .
- تجربه نشان داده که نوع دو بسته ای از آستر پیش ساخته غنی از روی که شامل ۹۰ درصد مواد ریز روی فلزی در یک رزین اپکسید باشد هنگامیکه به ضخامت ۱۳ تا ۲۵ میکرون بطریقه اسپری بدون هوا بکار برده شود نتایج رضایت بخش ایجاد میکند .
- سایر انواع رنگها یعنی رنگهای آستری ، رنگهای تکمیلی ، رنگهای قطران ، ذغال سنگ و قیر طبیعی و رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی در صفحات قبل شرح داده شده اند .

طریقه استعمال رنگ

۵-۲-۱ کلیات

طرز عمل هر نوع سیستم رنگی به نحو زیاده بستگی به شرایط و طریقه استعمال رنگ دارد . نکات مهم شامل برنامه ریزی ، انبار کردن صحیح رنگ ، آماده کردن رنگ ، شرایط محیط در زمان رنگ کردن ، آماده کردن سطح ، طریقه رنگ کردن و چگونگی طرز کار میباشد . رنگ کردن در هوای آزاد و در هوای نامناسب مشکل میباشد بنابراین اگر عمل رنگ کردن در محل نصب انجام گیرد عاقلانه است که شرایط محلی جوی مورد مطالعه قرار بگیرد و زمانی برای رنگ کردن انتخاب شود که انتظار بهترین شرایط جوی می رود .

هنگامیکه رنگ کردن در شرایط نامساعد غیر قابل اجتناب میباشد تهیه وسائل گرمائی یا بعضی پناهگاههای موقتی ممکن است در بهبود وضع کمک کند .

عمل رنگ کردن مهارت لازم دارد و معمولاً " باید تحت نظارت دقیق انجام گیرد . برای کارهای مهم ترتیب مناسب برای بازرسی باید داده شود تا از انجام کار طبق مشخصات و همچنین طبق دستورات سازنده رنگ اطمینان حاصل شود .

۵-۷-۲- روشهای کاربرد رنگ

روشهای متداول برای بکار بردن رنگ عبارتند از روش استفاده از قلم مو ، غلطک ، اسپری با هوای فشرده ، اسپری بدون هوا و فروبردن (dipping) طریقه فرو بردن را معمولاً " در محل نمیتوان انجام داد و این عمل بیشتر برای رنگ کردن قطعاتی است که به تعداد زیاد در کارخانه تولید میشوند .

آسترهای پیش ساخته را معمولاً " توسط اسپری بدون هوا بکار میبرند چنانچه سطح فولاد بوسیله هوا یا دست آماده شده باشد مناسب تر است که اولین لایه آستری از رنگهای معمولی مانند سرنج و پلمبات کلسیم توسط قلم مو بکار رود زیرا بدین ترتیب رنگ بهتر در داخل سطح وارد میشود . همین عمل را هنگامیکه رنگ کردن در شرایط نامناسب صورت میگیرد نیز باید انجام داد ولی هنگامیکه سطح فولاد بنحو صحیحی آماده شده باشد و یا هنگامیکه رنگ کردن در شرایط مساعد جوی صورت میگیرد میتوان از قلم مو ، غلطک یا متدهای اسپری کردن نیز استفاده نمود . روش اسپری کردن برای سطوح مسطح و بزرگ ممکن است ارزانتر باشد زیرا سرعت رنگ کردن بیشتر است ولی این نکته را نیز باید در نظر گرفت که مقداری رنگ در روش اسپری با هوای فشرده بهدر میرود .

در روش اسپری بدون هوا هدر رفتن رنگ را تا حدود ۵ درصد میتوان پائین آورد این روش برای بوجود آوردن قشرهای ضخیم از روش معمولی استفاده از قلم مو و یا اسپری با هوای فشرده موثرتر است . رنگ کردن با روش اسپری باید توسط کارگران ماهر و با تجربه در بکار بردن وسائل انجام گیرد و اگر احتیاطهای لازم انجام نشده باشد این کارگران را باید نسبت به مخاطرات در مورد سلامتی آگاه نمود .

۵-۷-۳- شرایط محیط

غالباً " علت عدم چسبندگی رنگ بکار بردن آن بر روی سطوح مرطوب یا یخ زده است بعلاوه قرار دادن رنگ تر قبل از خشک شدن آن در معرض شبنم ، باران ، مه یا یخ اثر بسیار بدی در عملکرد سیستم رنگی باقی میگذارد بنابراین حائز کمال اهمیت است که رنگ کردن

در شرایط مناسب جوی صورت بگیرد .

درجه حرارت ایده آل برای رنگ کردن بین ۱۳ تا ۳۲ درجه سانتیگراد است سطح فولاد باید تمهیز و خشک بوده و رطوبت نسبی نیز باید پائینتر از ۹۰ درصد باشد . تا حد مقدور تمام عملیات رنگ کردن باید هنگامی صورت بگیرد که شرایط جوی مناسب بوده و پیش بینی شود که در طول مدت رنگ کردن نیز مناسب باقی بماند . در شرایط زیر عمل رنگ کردن باید به تاخیر میافتد .

۱- هنگامیکه درجه حرارت محیط کمتر از ۴ درجه سانتیگراد و یا آنکه رطوبت نسبی بیش از ۹۰ درصد باشد (ممکن است که در تحت چنین شرایطی با گرم کردن سطح فولاد بتوان عمل رنگ کردن را به طرز رضایت بخشی انجام داد)

۲- هنگامیکه شرایط هوا برای انجام عملیات در هوای آزاد نامساعد باشد مانند باران ، برف و مه

۳- هنگامیکه شرایط طوری است که میعان در روی سطح فلز صورت گرفته و یا احتمال دارد که صورت بگیرد .

اگر درجه حرارت حداقل ۳ درجه سانتیگراد بالاتر از نقطه شبنم هوا باشد احتمال میعان وجود ندارد .

مواد سرد را قبل از رنگ کردن باید بحال خود گذاشت تا به درجه حرارت محیط برسند یعنی آنها را باید قبل از رنگ کردن یکشب در کارگاه باقی گذاشت در غیر اینصورت خطر آن وجود دارد که رطوبت در روی سطح آنها بحالت میعان درآید همچنین درجه حرارت رنگ نیز نباید پائینتر از درجه حرارت فولاد باشد اگر انبارهای رنگ سرد باشند ظرفهای رنگ را در مدت زمان کافی برای آنکه به درجه حرارت محیط برسند باید از انبار بیرون آورد .

هنگامیکه رنگ کردن در شرایط نامساعد اجتناب ناپذیر است بکار بردن قلم مو بر ممتد اسپری کردن ارجحیت دارد زیرا قلم مو رطوبت را از قشر رنگ خارج میسازد اضافه نمودن مواد معین (additives) در شرایط نامساعد بدون تاثیر نیست ولی کیفیت رنگ بدست آمده از رنگی که در شرایط مساعد بکار برده شده است پائینتر است .

۴-۷-۵- تنظیم کار

الف - کلیات - آماده کردن سطح باید کامل بوده و سطح فولاد عریان باید در حداقل زمان ممکن و حداکثر تا چهار ساعت بعد از آمادگی سطح رنگ شود . هنگامیکه بعلت موقعبیت خاص سطح آماده شده برای مدت طولانی تری بدون رنگ کردن باید باقی بماند قبل از رنگ

کردن باید سطح را بازرسی نمود و در صورت لزوم دوباره آنرا آماده کرد .
با بکار بردن یک آستر پیش روند نیز پس از آماده نمودن سطح میتوان محافظت موقت
ایجاد نمود .

لایه های فلزی که توسط اسپری کردن ایجاد میشوند خلل و فرج دار بوده و پس از رنگ کردن
باید بلافاصله بایک آستر پیش روند با سایر پوششهای مناسب آلی آنها را بطانه نمود این
عمل باید بلافاصله با بکار بردن یک لایه از رنگهای آستری دنبال شود .

ب - قطعات فولادی رنگ شده ای که انبار شده اند - کارهای فولادی رنگ شده که
انبار شده اند باید مورد بازرسی قرار گرفته و تمیز شوند و تمام عیوب وارده به رنگ قبلی
باید رفع گردد .

پ - سطوح در تماس ولبه ها

۱- کارهای پرچ شده و پیچ شده - در ابنیه فنی که در شرایط هوای آزاد ویا در شرایط
خورنده شدید قرار دارند سطوح در تماس باید بخوبی تمیز شده و قبل از نصب باید یک لایه
از رنگ آستری بر روی هر سطح بکار رود و هنگامیکه رنگ هنوز تر است دو سطح را بهم آورد .
در تمیز کردن و رنگ کردن سطوح خشن باید دقت مخصوص بکار رود . در مخازن سطوح تماس
را بدون رنگ کردن باید باقی گذاشت .

هنگامیکه ابنیه فنی در حوزه الکتریکی قرار دارند و ممکن است که تحت تاثیر جریان برق
قرار گیرند هیچ نوع رنگی در سطوح اتصالها نباید بکار برد مگر آنکه اطمینان حاصل شود که
رنگ دارای مقاومت الکتریکی پائینی است .

۲- اتصالاتی که در آنها پیچ های اصطکاکی با مقاومت بالا بکار میرود - سطوح
تماس اتصالات ساخته شده با این نوع پیچها باید رنگ زده باقی بمانند هر نوع رنگی که
قبلا "بکار برده شده باید زده شود پاک نمودن با بخار یا هوا ارجحیت دارد . پس از نصب دقت
مخصوص باید مبذول شود تا تمام گوشه ها ولبه های نزدیک اتصالات همراه با سر پیچها ،
دنده ها و واشرها رنگ شوند تا از دخول آب جلوگیری شود ، طرح کامل رنگ کردن را که
برای بدنه اصلی بکار میرود برای اتصالات نیز باید بکار برد .

۳- کارهای جوش کاری شده - در ابنیه فنی جوشکاری شده سطوح در تماس را که
کاملا " بطانه شده باشند بدون رنگ کردن میتوان باقی گذاشت ولی اگر کاملا " بطانه نشده
باشند هیچ نوع رنگی بجز آستر پیش ساخته را در فاصله ۵ سانتیمتری از لبه ای که قرار است
جوشکاری شود نباید بکار برد . به باقیمانده هر سطح تماس باید یک لایه از رنگ آستری زده

شود و قبل از بهم آوردن سطوح این رنگها باید خشک شوند یا آنکه تمام سطوح را میتوان یکجا رنگ کرد و سپس قبل از جوشکاری رنگ را به پهنای ۵ سانتیمتر از لبه هائی که قرار است جوشکاری شوند پاک نمود . دقت خاص برای پاک نمودن وازبین برداشتن تفاله جوشکاری ، ترشحات و باقیمانده ماده گدازنده قبل از رنگ کردن لازم است ، این عملیات را میتوان بوسیله شستشو با آب و سپس با پاک نمودن بوسیله جریان بخار یا هوا انجام داد .

۴- لبه ها - گوشه ها ، درزها ، پیچها - مناسب است که یک لایه اضافی از رنگ توسط قلم به لبه ها ، گوشه ها ، درزها ، پیچها و میخ برچها زده شود ، رنگ بکاربرده شده از لحاظ ترکیب باید شبیه رنگهای آستری باشد ولی رنگ آن باید تا حدی متفاوت باشد . بهترین موقع برای استعمال این لایه اضافی بلافاصله پس از خشک شدن اولین لایه آستری است دنده ها و سرپیچهای سیاه احتیاج به آمادگی بیشتری دارند .

۵- چوب پیوسته به کارهای فولادی - سطح تماس بین فولاد و چوب که در معرض رطوبت و شرایط خوردگی قرار دارند باید با قیر گرم یا قیر طبیعی بلافاصله قبل از آنکه دو سطح بهم آورده شوند رنگ شود . برای دنده ها و پیچها و واشرهای در تماس نیز باید بهمین ترتیب عمل نمود .

ت - آماده نمودن رنگ برای استفاده - آماده کردن صحیح رنگ قبل از استفاده بسیار مهم است . رنگ باید بصورت آماده از محل خرید به محل کاربرد حمل شده و از اضافه نمودن رقیق کننده ها و یا هر نوع مواد دیگر باید جدا " خودداری نمود .

هر نوع دستورات داده شده توسط سازنده که بر روی ظرف رنگ نوشته شده است باید با دقت اجرا شود بعنوان مثال هر نوع رنگ از انواع دو بسته ای که در عرض زمان مجاز برای کاربرد مصرف نشود باید دور ریخته شود .

هیچ رنگی را پس از منقضی شدن تاریخ سالم بودن آن نباید بکار برد تمام رنگها باید تحت نظر سرکارگر بطور کامل مخلوط شوند . روش Boxing که در زیر شرح داده میشود روش رضایت بخشی است .

۱- $\frac{1}{4}$ از محتوی ظرف اصلی در داخل ظرف سرباز تمیزی ریخته شود .

۲- بقیه رنگ بوسیله یک کاردک به پهنای ۵ تا ۶ سانتیمتر بهم زده شود تا تمام مواد رنگی از ته ظرف آزاد شده و پراکنده شوند سپس محتوی ظرف به ظرف سرباز دیگری منتقل شود .

۳- این دو رنگ بوسیله ریختن رنگ از یک ظرف به ظرف دیگر در چند نوبت با

یکدیگر مخلوط شوند .

آماده کردن صحیح یک ظرف ۲۰ لیتری از پنگ سنگین حداقل ۲۰ دقیقه و گاهی بیشتر طول میکشد .

اگر بعلت طول مدت انبار کردن یا سایر دلایل رنگ غلیظ شده باشد ممکن است بوسیله اضافه کردن حداقل ۵ درصد از ماده رقیق کننده مناسب غلظت مورد نظر را بدست آورد .
اگر با اضافه کردن رقیق کننده غلظت مورد نظر بدست نیامد رنگ باید دور ریخته شود رقیق کردن غیر لازم و بیش از حد رنگ باعث بد شدن شکل ظاهری قشر خشک و زود از بین رفتن رنگ میشود .

بعضی انواع رنگها در ظرف میتوانند غلظت خمیرمانندی داشته باشند و ممکن است به نظر برسد که احتیاج به رقیق کردن دارند ولی این عمل را پس از آزمایش با قلم مو وبعد از آنکه ضرورت عمل رقیق کردن معلوم شد باید انجام داد . رنگ را برای استعمال توسط روشهای اسپری کردن باید صاف کرد .

در اثنای عملیات رنگ کردن حداقل تعداد ظرفهای رنگ مورد لزوم را در یک زمان باید باز کرد و ظروف نیمه پر را باید بطور موقت بست .

رنگ برگشتی از ظروف نقاشها در خاتمه کار باید به انبار برگردانده شده و در ظرف ســـــر بسته ای نگهداری شود ، قبل از کار مجدد این رنگ باید کاملاً " مخلوط شود .

ث- آمادگی سطح قبل از رنگ کردن - تمام تکه پارچه ها و قلم موها و سایر ابزار مورد استفاده برای آماده کردن سطح باید تمیز باشند غیر از مواقعی که جرقه ممکن است باعث بوجود آوردن آتش یا انفجار بشود قلم موها باید از جنس فولادی باشند سطوح آماده به روغن یا گریس باید توسط الکل سفید یا نفتا یا بخار پاک شوند . قبل از بکار بردن رنگ کلیه گردوغبار ، رنگ های شل یا سایر مواد شل (Loose) را بوسیله گردگیری یا برس زدن یا سایر روشهای متداول مانند شستن باید با آب تمیز نمود .

در جائیکه فولاد عریان به مقدار زیاد در آتمسفرهای صنعتی خورده شده است شستن با آب مفید میباشد زیرا برس زدن به تنهایی کریستالهای سولفات آهن را از داخل پرزهای سطح پاک نمیکند . شستشوی سطوح رنگ زده شده باید توسط آب تمیز و جاروی زبر صورت بگیرد و سپس سطح دوباره با آب فراوان و گرم شسته شود .

شستشو بخصوص برای سطوحی که در معرض ترشح آب دریا ویا بادهای حامل نمک یا سایر محیط های آلوده قرار گرفته اند توصیه میشود .

تمام سطوح شسته شده قبل از رنگ شدن باید خشک شوند سطوحی که توسط دوغاب سیمان آلوده شده باشند باید قبل از آنکه سیمانی ببندد با آب تمیز شسته شوند اگر سیمان بسته شده باشد ابتدا باید آنرا تراشید و سپس سطح راشست و رنگی را که در اثنای عمل صدمه دیده باید تعمیر نمود . محصولات سفید حاصل از خوردگی در روی پوششهای روی ممکن است باعث خراب شدن سیستم رنگی که بر روی آنها زده میشود بشوند ، سطوح درایسن شرایط باید توسط برسهای سیمی تمیز شده و سپس با آب شسته شوند در صورت عملی نبودن باید آب ۱۰٪ بکار برد .

ج - مرمت سطوح صدمه دیده - خرابی حاصله در هر لایه رنگ قدیمی باید توسط دوباره رنگ کردن سطح معیوب بهمان سبک و یا معادل سبک قبلی مرمت شود . ابتدا باید سطح فلز را در صورت لزوم تا حد فولاد عریان تمیز نمود لبه های رنگ سالم را باید با کاغذ سمباده پرداخت نمود تکه های رنگ جدید باید در حدود ۵ سانتیمتر سطح رنگ قدیمی را بپوشاند .

صدمات جزئی در لایه های فولاد گالوانیزه شده به طریق گرم یا پوششهای فلزی کـــه در داخل فولاد نفوذ نمیکنند چندان اهمیتی ندارند ولی خرابی که از میان پوشش فلزی گذشته و در داخل فولاد نفوذ کرده است باید پس از آماده نمودن سطح با یک لایه یا بیشتر از لایه های رنگ غنی از روی مرمت شود .

چ - استعمال رنگ - اهمیت استعمال رنگ در شرایط مناسب جوی قبلا " گوشزد شده است . در بکار بردن رنگهای تزئینی که بر روی طرح محافظتی زده میشود نیز باید طوری ترتیب کار داده شود که رنگ کردن در بهترین شرایط جوی صورت بگیرد . درحالتی که رنگ کردن در شرایط غیر مساعد اجتناب ناپذیر باشد سطح فولاد را با عبور یک شعله یا سایر منابع حرارتی باید گرم نمود ولی درجه حرارت فولاد در هنگام رنگ کردن نباید از ۳۸ درجه سانتیگراد تجاوز کند و در ضمن حد متوسط ضخامت قشر رنگ خشک نیز کمتر از موقعی خواهد بود که رنگ کردن در درجه حرارت نرمال صورت گیرد .

رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی که توسط فعل و انفعال بین اجزاء شان خشک میشوند مانند رزین اپکسید ، قطران ذغال سنگ / اپکسید و رنگهای پلی یورتین باید در درجات حرارت بالاتر از ۱۰ درجه سانتیگراد بکار برده شوند .

این مواد باید به نسبتی که سازنده معین میکند مخلوط شوند و دستورات سازنده نیز برای بکار بردن مخلوط نیز باید رعایت شود

ابزارهای بکار برده شده برای مخلوط کردن رنگ باید تمیز و خشک باشند هنگامیکه رنگ دارای زمان مجاز کوتاهی برای مصرف میباشد مقدار رنگ مخلوط شده در یکدفعه نیـــــــز بهمان نسبت باید محدود باشد . آماده کردن سطح با استاندارد بالا برای رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی ضروری است .

اولین لایه رنگ اعم از آستر پیش ساخته ، آستر پیش روند یا رنگ آستری را میتوان با قلم مو غلطک یا اسپری بدون هوا بکار برد این موضوع را باید در نظر گرفت که قلم مو درحالتی که سطح فلز با استاندارد بالا آماده نشده ویا شرایط جوی مناسب نیست ارجحیت دارد . در صورت لزوم گوشه ها ، سربیچه ها ، سردنده ها و محل های جوشکاری شده را باید توسط قلم موهای با موی ریز رنگ نمود تا از یکنواختی رنگ مطمئن شد . باوجود آنکه رنگهای پلی یورتین مقاومت خوبی در مقابل آب دارند ولی نباید در معرض آب یا رطوبت شدید در اثنای رنگ کردن قرار بگیرند و قطعه فولادی که رنگ میشود نیز باید کاملاً " خشک باشد . هنگامیکه آستر پیش روند در زیر رنگ پلی یورتین قرار است بکار رود باید قبل از استعمال رنگ پلی یورتین کاملاً " خشک شود تا هیچ نوع باقیمانده آب یا الکل نداشته باشد .

بهترین طریقه استعمال رنگهای وینیل اسپری کردن است زیرا بدون مزاحمت برای لایه های زیری ضخامت مورد نظر بدست میآید .

رنگ را باید تا حد امکان بطور یکنواخت زد تا سطح صاف و یکنواختی ایجاد شود هر لایه از رنگ باید طوری زده شود که ضخامت مورد لزوم را ایجاد نماید این ضخامت بستگی به طبیعت سیستم رنگ دارد ولی برای رنگهای آستری معمولی و رنگهای تکمیلی این ضخامت بین ۵۰ تا ۸۷ میکرون برای دو لایه آستری و بین ۸۷ تا ۱۳۸ میکرون برای یک سیستم کامل چهار لایه ای است . ضخامت لایه تر ولایه خشک در اثنای کار باید بازرسی شده و در صورت لزوم در اثنای کار تنظیم شود . هنگامیکه بر روی سطحی که توسط جریان بخار یا هوا پاک شده و یا با فلز اسپری شده است قرار است رنگ شود لازم است که ضخامت کافی از رنگ آستری بکار برده شود تا خلل و خرج سطح کاملاً " پوشیده شود .

ح - قابلیت پخش شدن و ضخامت قشر رنگ - قابلیت پخش شدن رنگ در اثر صافی و طبیعت سطح فولاد ، نوع ابنیه فنی ، روش استعمال ، درجه حرارت محیط و مهارت نقاش تفاوت میکند . مهمترین نکته آنستکه هر لایه دارای ضخامت مناسب باشد و این موضوع نکته اصلی برای رنگ کردن محافظتی است .

قابلیت پخش شدن برای سطوح خشن مانند سطوحی که توسط جریان بخار یا هوا پاک شده

ویا با فلز اسپری شده باشند و یا سطوحی که بطرز بدی خورده شده باشند خیلی کم است . رنگ بیشتری برای این نوع سطوح لازم است و اگر ناهمواری از حداکثر دامنه ۰۰۰ میکرون تجاوز کند یک لایه آستری اضافی ممکن است لازم باشد تا تمام سطح را بپوشاند .

خ- زمان خشک شدن - هر لایه قبل از بکار بردن لایه بعدی باید کاملاً " خشک شود و در ضمن باید مطمئن شد که لایه جدید لایه زیر را نرم نمیسازد ، سرنج و سایر رنگهای آستری با پایه روغنی قبل از استعمال رنگهای شامل قطران ذغال سنگ نفتا یا سایر حلالهای قوی بر روی آنها باید بمدت چند هفته خشک شوند ، زمان خشک شدن را با استفاده از رنگهای آستری زود خشک شونده میتوان تقلیل داد .

از طرف دیگر زمان طولانی بی جهت برای خشک شدن ممکن است به چسبندگی لایه های متوالی بعضی انواع رنگها صدمه بزند مانند رنگهای Long oil Alkyd ، رزین فنالیک و بطور کلی رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی ، برای چنین رنگهایی زمان خشک شدن برای لایه های متوالی نباید بیش از یک هفته باشد و اگر این زمان بقدری باشد که باعث خرابی چسبندگی لایه بعدی میشود رنگی را که ابتدا بکار برده شده باید مختصراً " با کاغذ سمباده نرم تراشید بهمین منظور لایه های متوالی باید تا حد عملی بودن پشت سرهم بکار روند .

۸-۵- سایر پوششها

۸-۵-۱ کلیات

نکات زیر مربوط به قطران ذغال سنگ بصورت داغ ، قیر طبیعی ، نوارهای پوششی ، پلاستیکهای کارپذیر (Works-applied) و پوششهای سیمانی است .

۸-۵-۲ قطران ذغال سنگ (بصورت داغ) و قیر طبیعی

این رنگها بطور وسیعی برای حفاظت ابنیه در زیر خاک یا در زیر آب که میتوان لایه محافظ را قبل از نصب بکار برد بکار میروند .

سطح آهن و یا فولاد باید ابتدا بایک آستر مناسب رنگ شود سپس لایه گذاخته شده در درجه حرارت ذکر شده توسط کارخانه که معمولاً " بین ۱۸۰ و ۲۶۰ درجه سانتیگراد است و ب ضخامت مورد نظر بکار میرود ، لایه های مشابهی همراه با پوشش پشم شیشه برای محافظت لوله های در زیر خاک یا در زیر آب بکار میرود ، معمولاً " ضخامتی معادل حداقل ۳ میلیمتر لازم است قطران ذغال سنگ برای ابنیه در زیر آب و بخصوص برای محافظت بر علیه آب کثیف بهتر از قیر طبیعی است .

نوارهای چسبنده در مواقع مناسب بهای محافظت فلزات آهنی بکار میروند خصوصیت اصلی این نوارها آسانی کاربرد ، خاصیت چسبندگی زیاد ، دوام زیاد و همچنین مقاومت زیاد الکتریکی در جائیکه محافظت در مقابل خاک یا آب مورد نظر باشد میباشد .

موثر بودن این لایه ها بستگی به شرایط جوی دارد نوارها باید تا حدی بر روی یکدیگر قرار بگیرند و تمام لبه ها نیز بپایه شود بطور کلی دستورات سازنده باید اجرا شود و لسی رویهم افتادگی کمتر از ۱۳ میلیمتر نباید اجازه داده شود . رویهم افتادگی در حدود کمی بیش از ۵۰ درصد معمولا " بکار می رود .

هر نوع زنگ باید قبل از بکار بردن نوار از سطح فولاد پاک شود و در ضمن آستر کردن اولیه فولاد نیز معمولا " به صرفه است .

هنگامیکه محافظت کاتدیک بر روی یک فولاد پوشیده شده با نوار بکار می رود دقت مخصوص باید مبذول داشت و نوار از نوع مناسب را انتخاب نمود ، چهار نوع اصلی از این نوارها وجود دارد که عبارتند از :

۱- نوارهای بافته شده از الیاف آغشته به مواد نفتی

۲- نوارهای پلی وینیل کلراید

۳- نوارهای پلی اتیلن

۴- نوارهای قطران دغال سنگ

قسمت ششم - ابنیه فنی و محیط های خورنده ای که احتیاج به دقت مخصوص دارند .

۱-۶- پلها

۱-۱-۶- کلیات

طرحهای محافظتی در مورد طبقه یک از ابنیه که در قسمت پ از جدول شماره ۳ توصیه شده است مربوط به ساختمان پلها است ولی در حالتی که پل بر روی خطوط راه آهن یا آب و یا هر دو قرار گرفته باشد احتیاج به بسط دارد .

شدت خوردگی در پلها در تمام طول این ابنیه فنی متفاوت بوده و معمولاً " نزدیک پاتاقنها و اتصالات قابل انبساط شدت آن بیشتر است .

در چنین محلهائی محافظت های محلی توسط پوششهای فلزات توصیه میشود و بکار بردن روی بر آلومینیوم ارجحیت دارد زیرا احتمال خوردگی آلومینیوم در تماس یا بتن وجود دارد .

تمام طرح محافظتی را در صورت عملی بودن قبل از نصب پل باید اجرا کرد و ترتیب لازم نیز باید اتخاذ شود تا از صدمه دیدن لایه محافظتی در اثنای حمل و نقل و نصب جلوگیری شود .

۲-۱-۶- پلهای بر روی خطوط آهن

پلهای بر روی خطوط آهن بخصوص نزدیک ایستگاهها و بر روی خطوط باتراکم زیاد احتیاج به محافظت مخصوصی در قبال گاز و دود حاصله از احتراق موتور دارند . دودکشها باید کاملاً " مستقر شده و بالهای پائین شاه تیرهانیز باید با قیر طبیعی ، لفافهای نواری یا بتن همانطور که در شکل ۱۹ نشان داده شده است محافظت شوند .

۳-۱-۶- پلهای بر روی آب

کف پل و سایر قسمتهای نزدیک به آب احتیاج به محافظت اضافی در مقابل اثر خوردگی میعان دارند و مواظبت مخصوص نیز باید به عمل آید تا قسمتهای گوشه که احتمال تشکیل قطرات بر روی آنها بیشتر است محافظت شود ، سطوح بزرگ صفحه مانند را تا حد عملی بودن باید با شیب کافی ساخت تا رطوبت حاصل شده بر روی آنها جمع نشود . شیبی در حدود ۵ درجه کافی است .

درجه یک از طرح محافظتی که در قسمت ب از جدول شماره ۳ توصیه شده است برای محیط های دریائی توصیه میشود .

در محیط های دیگر درجه ۳ طرح محافظتی کافی است .

۶-۲-۱) ابنیه فنی وابسته به معادن ذغال سنگ (Colliery Structures)

۶-۲-۱-۱) کلیات

به سه دلیل اصلی مشکلات بخصوصی در محافظت ابنیه فنی معادن ذغال سنگ وجود دارد

اول - محیط در بعضی از معادن بسیار خورنده است .

دوم - خطر قطعی آتش سوزی یا انفجار و در درجه کتری خطر مواد سمی مانع بکار

بردن بسیاری از عملیات مهم محافظتی و پوششها میشود .

سوم - ابنیه فنی و تجهیزات بطور کلی دچار صدمات مکانیکی بیش از حد متوسط

میشوند .

تا حد امکان کلیه طرح محافظتی را قبل از نصب ابنیه فنی معادن باید بکار برد در اغلب

موارد محافظت مجدد ابنیه فنی در حال کار غیر عملی است از پوششهای روی و رنگ در

محل های مناسب باید حداکثر استفاده را نمود رنگهای تکمیلی سفید را برای توسعه دید میتوان

بکار برد .

بکار بردن این اصول ذیلا "تحت عنوان اصلی ، ابنیه فنی در سطح (Surface Structures)

معابر تهویه (Shafts) و ابنیه فنی زیر زمینی شرح داده میشود .

۶-۲-۱-۲) ابنیه فنی در سطح

طرح های محافظتی برای ابنیه فنی در سطح در قسمت پ از جدول شماره ۳ شرح داده شده اند

اغلب ابنیه فنی معدن جزو طبقه یک و دو هستند و نوع آتمسفر نیز غالبا " صنعتی یا شیمیائی

است .

۶-۲-۱-۳) معابر هوا

شرایط در معابر تهویه به مقدار زیاد تغییر میکند ولی غالبا " مرطوب است علاوه بر این رنگ

زدن تعمیراتی نیز بسیار مشکل بوده و اضافه کردن ضخامت قسمتها ممکن است مقرون به

صرفه باشد .

قسمتهای چدنی بندرت احتیاج به محافظتی غیر از قیر طبیعی یا قطران ذغال سنگ در قسمت

خارجی بدنه یعنی قسمت در تماس با خاک دارند قسمت داخل بدنه بعضی اوقات احتیاج به

محافظت داشته و بر حسب شرایط باید رنگ شوند .

در جائیکه که شرایط بسیار خورنده باشد طرح محافظتی نشانی داده شده در پ از جدول

شماره ۳ برای محیط‌های شیمیائی باید بکار رود و یا میتوان لایه داغی از قیر طبیعی یا قطران ذغال سنگ را به ضخامت ۱/۶ میلیمتر پس از آماده کردن صحیح سطح و آستر زدن بکار برد .
برای جداره های فولادی ، گالوانیزه کردن گرم یا اسپری روی همراه با یک سیستم خوب رنگ ممکن است بکار رود در عوض برای محیط‌های شیمیائی که شرایط بسیار خورنده هستند طرح محافظتی نشان داده شده در پ از جدول شماره ۳ را میتوان بکار برد ولی از بکار بردن اسپری آلومینیوم باید خودداری نمود .
سایر قسمتهای فولادی باید به طریقه گرم گالوانیزه شوند و برای پیچ و مهره ها باید پوشش فلزی بکار رود .

۴-۲-۴- ابنیه فنی زیر زمینی

الف - کلیات - شرایط در زیر زمین به نحو زیاد تغییر میکند رشته های وسیعی از آبها و جریان هوا در معادن وجود دارد . آبها به مقدار زیاد از نقطه نظر سنگینی و ترکیب تغییر کرده و دارای PH از حدود ۲/۵ تا ۱۱ هستند بعضی آبها محتوی کلرورها یا نمکهای آهن یا هر دو با غلظتهای بالا هستند .
درجه حرارت در بعضی معادن عمیق گاهی تا ۳۰ درجه سانتیگراد نیز میرسد .
ب - محدودیتها در طرحهای محافظتی - طرحهای محافظتی زیر را نباید در زیر زمین یا نزدیک رگه های ذغال سنگ بکار برد .

۱- پاک کردن توسط جریان بخار یا هوا ، اسپری فلز و سایر عملیات مشابه .

۲- محافظت کاتدیک

۳- پوششهای آلومینیومی

۴- رنگهای با نقطه اشتعال (Flash Point) پائین

۵- رنگهای شامل مواد رنگی که در شرایط خشک باعث جرقه زدن میشوند مانند آلومینیوم

۶- رنگهای حاوی مواد سمی یا حلالهای مضر

گالوانیزه کردن گرم یا اسپری روی را میتوان در روی زمین قبل از نصب بکار برد .

۴-۳-۱- کارخانجات فولاد

۴-۳-۱- کلیات

شرایط خوردگی در کارخانجات فولاد به سه دسته وسیع تقسیم میشوند .

۱- شرایط بسیار خورنده ، جایی که هوا توسط مواد شیمیائی و گرد و غبار بسیار

آلوده و مرطوب است کوره های ذغال ، دستگاههای مربوط به ذغال سنگ ، دستگاه های

مربوط به محصولات جانبی کوره های ذغال و کارگاههای ذوب در این طبقه بندی قرار دارند .

۲- شرایط نرمال صنعتی - کارگاههای نورد سرد و کارگاههای مکانیکی در این طبقه بندی

قرار دارند .

۳- شرایط معتدل خورنده - عمارات اداری و فروشگاهها (fifteen) در این

دسته قرار دارند .

انتخاب طرح محافظتی صحیح به مقدار زیاد بستگی به طبیعت و عمر کار ابنیه فنی و شرایط

کار کارخانه و محل آن دارد .

شرایط بسیار خورنده ۶-۳-۲-

الف - طراحی - در محیط های آلوده طرح جزئیات و ترتیب کلی بسیار مهم است زیرا

اگر طراحی ناقص باعث بدام انداختن مواد خورنده شود شاید غیر ممکن باشد که کارهای

فولادی را در مکانهای مورد نظر محافظت نمود .

ب - طرحهای محافظتی

۱- کلیات - از دستورات داده شده در جدول شماره ۳ برای ابنیه فنی در محیط

شیمیائی باید متابعت کرد در محلهائی که خوردگی بسیار شدید است مانند کوره های

ذغال رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی باید بکار رود ویا میتوان رنگهای راکه در مقابل

رطوبت و دود و بخار مقاوم هستند بکار برد . قسمت اعظم طرح محافظتی باید در محل

سپوشیده قبل از حمل به محل نصب بکار برده شود .

۲- پوشش فلزی - طرح درجه یک شامل یک لایه فلزی در زیر سیستم رنگی درجائی

که رنگ تنها موثر است و همچنین در محلهائی که تقریباً " غیر قابل دسترس بوده و نمیتوان

آنها را به راحتی رنگ کرد باید بکار رود . انتخاب فلز برای پوشش بستگی به طبیعت کارخانه

دارد . کارهای فولادی که در معرض درجات حرارت بالا هستند باید با آلومینیوم اسپری

شوند .

۳- لفافهای نواری - هنگامیکه یک طرح محافظتی باید در محل بکار برده شود و از پاک

کردن با جریان بخار یا هوانیز باید صرف نظر نمود لفافهای نواری پترولیتوم (Petrolatum)

را میتوان بکار برد سطح فلز را باید کاملاً " با برس سیمی تمیز کرد و یک لایه آستری پترولیتوم

زد و سپس لفاف را با روبهم افتادگی کافی بکار برد . این سیستم برای لوله ها و سایر

قسمتهائی که میتوان در آنها لفاف را به آسانی بکار برد مناسب است .

دستورات داده شده در قسمت پ از جدول شماره ۳ برای محیط‌های صنعتی در موردابنیه فنی در شرایط نرمال صنعتی نیز رضایت بخش میباشند . در مورد این ابنیه باید طریقه پاک کردن با جریان بخار یا هوا یا مواد شیمیائی را بکار برد .

درجات معتدل تری از طرحهای محافظتی برای کارهای فولادی که در معرض بدترین شرایط قرار ندادند ، در مسافت نسبتاً " دورتری از کوره ها ، کوره های ذغال و سایر منابع آلودگی قرار دارند لازم است . درجه اعتدال بستگی به تجربه دارد و میتوان درجات نشان داده شده در جدول شماره ۳ برای محیط‌های صنعتی را بکار برد .

با وجود آنکه توصیه های مربوط به آماده کردن سطح ابنیه فولادی بهمان ترتیب برای مخازن گاز نیز بکار میرود ولی طبیعت این ابنیه فنی ابقای استاندارد بالا را مشکل میسازد یکی از علل این موضوع آنستکه در حدود دو سال یا بیشتر طول میکشد تا مخزن بزرگی نصب شود و این مدت طولانی تر از زمانی است که یک لایه تنها از رنگ آستری میتواند فولادعریبان را که در معرض هوای آزاد و در محیط کارخانه گاز است محافظت نماید .

راه حل بدیهی ، بکار بردن دو یا سه لایه رنگ را در اینجا نمیتوان بکار برد زیرا معمولاً یکی از شروط طراحی آنست که قسمت هایی از مخزن در اثنائی که دستگیره های بالا رو (lifts of holder) هنوز غوطه ور هستند تنظیم شوند و این تنظیم ممکن است دوماه یا بیشتر طول بکشد و در اثنای این غوطه وری مداوم در آب ، رنگی که بکار برده شده است به طرز شدیدی تاول میزند .

بنابراین بعضی افراد ترجیح میدهند که آمادگی نهائی سطح را تا تکمیل مخزن به تعویق بیندازند .

بکار بردن طرحهای محافظتی که در زیر شرح داده میشود ممکن است مفید باشد طرق دیگری نیز وجود دارد مانند بکار بردن رزین اپکسید یا رنگ اپکسی استر .

بکار بردن رنگهای دیر خشک شونده با پایه روغنی نزدیک کوره های ذغال و یا کارخانجات محصولات جانبی یعنی در محیط هایی که هوا توسط سولفات آمونیوم و سایر مواد شیمیائی

آلوده است صحیح نیست در این موارد آسترهای سرنج و سرب فلزی مناسب میباشند .

۶-۴-۲ طرح های محافظتی

الف - آماده کردن سطح ولایه بکار برده شده در کارگاه - تمام کار فولادی و یا حداقل صفحات جانبی و قسمت بالا باید در کارگاه توسط پاک کردن با مواد شیمیائی پوسته گیری شده و در حالتیکه هنوز گرم است با یک آستر سرنجی یا سرنج/گرافیت رنگ شود .
در حالتیکه نصب توسط جوشکاری انجام میشود از بکار بردن آستر سرب در فاصله ۵ سانتیمتری لبه های صفحات که قرار است جوشکاری شوند باید خودداری کرد این لبه ها را باید با آسترهایی که مقاومت قسمت جوشکاری شده را کاهش نمیدهند رنگ کرد .
یا آنکه میتوان صفحات فولادی را توسط جریان بخار یا هوا تمیز کرده و بلافاصله با یک آستر پیش ساخته غنی از روی رنگ نمود .

ب - تکمیل رنگ در محل - حد صفحات نزدیک خطوط جوشکاری باید تمیز شده و سپس دو لایه رنگ آستری سرنج باید بکار رود .
برای سطوح اصلی صفحات باید طبق آنچه در زیر میگردد عمل نمود .

۱- بالا برها (Rising Lifts) - پس از نصب ، دومین لایه از آستر سرنجی باید بکار رود به عنوان مثال میتوان مخلوطی از سرنج و سرب سفید را بکار برد .
سطح بالا بر باید کاملاً " خشک باشد و رنگهای قدیمی و هر نوع زنگ باید بر طرف شوند سطح تمیز شده باید حداقل ۲۵ میلیمتر آنطرف زنگ قابل دیدن توسعه یافته و رنگ آستری نیز باید آنطرف سطح تمیز ادامه پیدا کند .
اگر هوا برای زود خشک شدن مناسب نباشد شاید بهتر باشد که آستر سرنجی شبیه به لایه کارگاه بکار رود این عمل باید با دو لایه دیگر رنگ تکمیل شود به عنوان مثال ، طرحهای زیر رضایت بخش هستند .

- یک لایه زیری از پلمبات کلسیم و یک رنگ تکمیلی از سیلیکا گرافیت در یک رزین اولئو
- دو لایه از اکسید آهن در یک رزین اولئو

- یک لایه از اکسید آهن و سپس یک لایه از رنگ آلومینیوم هر دو در رزین اولئو

- در جائیکه یک قشر روغنی محافظتی نیز بکار رود دو لایه از رنگ long oil Alkyd
روش دیگر محافظت که موثر و ارزان ولی بد نما است بر قرار نمودن لایه شناوری از روغن در روی آب و یا بین حلقه ها است این روغن ممکن است روغنی باشد که برای این منظور مخلوط شده باشد اگر ضخامت لایه روغن در حد ۳ میلیمتر نگاهداشته شود تعمیرات بسیار کمی لازم خواهد

۲- بالا بر تحتانی (Bottom lift) - رنگهای قرار دادی مانند بالا برای بالابر تحتانی که برای مدت طولانی در آب غوطه وراست مناسب نیستند این قسمت از مخزن را باید توسط گریس خشک نشونده که میتوان آنرا بر روی رنگ آستری ویا بر روی فولاد عریان بکار برد محافظت نمود . نظریاتی در دست است که این روغن بر روی فولادی که تا حدی قشراکسیس داشته باشد محافظت خوبی ایجاد مینماید به جای گریس میتوان رنگ رزین اپکسید را بر روی سطحی که توسط جریان هوا یا بخار پاک شده باشد بکار برد این رنگها به مقدار زیاد در مقدار میسرور رزینهای اروماتیک که ممکنست در نتیجه گاز به حالت میعان در آیند مقاوم هستند .

۳- سطوح داخلی - قسمت داخلی مخازنی که برای نگهداری گاز ذغال سنگ با حداکثر یک درصد اکسیژن مصرف میشوند معمولا " بجز دو لایه سرنج محافظت دیگری لازم ندارند برای نتیجه بهتر یک لایه تکمیلی از قطران ذغال سنگ یا قیر طبیعی را نیز میتوان بکار برداگسر گاز حاوی بیش از یک درصد اکسیژن باشد قشر داخلی شناوری از روغن نیو ممکن است مورد لزوم باشد .

۵-۶- ابنیه فنی و شرایط گوناگون

۱-۵-۶- دودکشها

برای دودکشهای فولادی با روکش آجری یعنی جایی که درجه حرارت صفحات از ۹۵ درجه سانتیگراد تجاوز نمیکند سرنج و سپس رنگ آلومینیوم یا اکسید آهن میتوان بکار برد . در غیر اینصورت در جایی که درجه حرارت فولاد بیش از ۹۵ درجه سانتیگراد باشد رنگهای مخصوص مقاوم در مقابل حرارت باید بکار رود .

برای درجات حرارت بین ۹۵ و ۲۳۰ درجه سانتیگراد رنگهای سیاه یا رنگهای آلومینیوم مقاوم در مقابل حرارت در دسترس هستند . برای بدست آوردن نتیجه خوب سطح باید کاملاً "آ" ماده باشد ، بهترین روش پاک نمودن توسط جریان بخار یا هوا است ، پس از پاک نمودن دو یا سه لایه از رنگ باید بکار رود قبل از بکار بردن رنگ آلومینیوم باید آستر مقاوم در مقابل حرارت بکار برد .

برای درجات حرارت بین ۱۷۵ و ۲۹۰ درجه سانتیگراد رنگ گرد روی / توده گرافیت نتایج رضایت بخشی داده است . این رنگ را در یک لایه تنها و ضخیم بلافاصله پس از پاک کردن توسط جریان بخار یا هوا یا پاک کردن توسط دست بکار میبرند و دوازده ساعت پس از رنگ کردن نیز میتوان دودکش را بکار برد .

ولی برای بدست آوردن بهترین نتیجه باید چند روز صبر کرد و سپس از دودکش استفاده نمود رنگهای معدودی میتوانند اثر مداوم حرارت بیش از ۲۶۰ درجه سانتیگراد را برای مدت زمان طولانی تحمل کنند ولی رنگهای در رزین سیلیکون در تحت شرایط بخصوص تا ۵۴۰ درجه سانتیگراد را تحمل میکنند .

۲-۵-۶ ورقهای پروفیل

ورقهای پروفیل بطور معمول از گالوانیزه کردن گرم صفحات بوجود میآید . استفاده از ورقهای گالوانیزه نشده برای سقف سازی توصیه نمیشود .

ورقهای پروفیل با پوششی از رزین سنتیتک نیز ساخته شده و این ورقها دارای مقاومت زیاد در مقابل خوردگی و سائیدگی هستند .

الف — ورقهای گالوانیزه شده به طریقه گرم — ورقهای گالوانیزه فولاد که موجدار هستند در ضخامتهای از ۳۱/۰ تا ۱/۶ میلیمتر در دسترس هستند ورقهای با کیفیت مشابه وبضامت ۲ میلیمتر نیز وجود دارند .

در شرایط بسیار خورنده بهتر است که ورقهای با ضخامت بالا و پوشش سنگین وهم چنین دارای یک لایه آلی محافظتی بکار رود .

اگر ورقها در شرایط مناسب به محل کاربرد برده شوند میتوان ورقهای گالوانیزه شده بطریق گرم را بدون محافظت در هوای تمیز یعنی محلی که عمر سرویس ۲۰ سال برای ورقهای با پوششهای سنگین تر غیر معمول نیست بکار برد .

در شرایط خورنده تر چنین ورقهایی را برای چندین سال بدون رنگ کردن میتوان بکار برد ولی برای اطمینان از طول عمر رنگ کردن لازم است .

ساده ترین روش آستر کردن بکار بردن آستر پلمبات کلسیم بر روی سطح صاف برای ورقهای نواست ویا میتوان یک آستر پیش روند را با بعضی انواع دیگر رنگهای آستری بکار برد .

ب — ورقهای با پوششهای رزین سنتیتک — ورقهای پروفیل با پوششهای ضخیمی از پلی وینیل کلراید در دسترس هستند ، عملیات ساخت شامل تمیز کردن ورقها ، فسفات نمودن یا بکار بردن پوشش روی قبل از بکار بردن پلی وینیل کلراید است .

ورقهای پروفیل با رنگ های بر مبنای وینیل ، اکریلیک یا رزینهای اپکسید نتایج رضایت بخش میدهند البته اگر پوشش بر روی سطحی که به نحو رضایت بخش آماده شده باشد بکار رود .

گالوانیزه کردن گرم پس از فسفات نمودن یا سایر عملیات سطح مناسب است زیرا این موضوع

• محافظت صحیحی ایجاد کرده و مانع خوردگی در زیر قشر رنگ میشود .

۳-۵-۶- ابنیه فنی سبک

طرح اصلی محافظتی برای ابنیه فنی سبک شامل تمیز کردن و روغن گیری ، غوطه ور سازی

در رنگ (Paint-dipping) و گرم کردن (Stoving) میباشد .

بهتر است اجزاء تا $3/2$ میلیمتر را قبل از رنگ کردن فسفاته نمود . در ضمن روشهای مناسب

باید بکار رود تا تمام قشر اکسید ، زنگ ، گریس و مواد زائد از روی سطح فولاد قبل از فسفاته

کردن برداشته شود .

بعضی مواقع در یک قسمت کوچک از یک جزء ، طرح محافظتی بهتر و گرانتری مورد لزوم است

در چنین مواقع مقرون به صرفه است که طرح محافظتی بر روی کلیه جزء ونه بر روی یک قسمت

کوچک پیاده شود .

۴-۵-۶- طرح های محافظتی با دوام

الف - کلیات - طرحهای محافظتی با دوام برای کارهای فولادی که قسمتی از تاسیساتی

را تشکیل میدهند که تولید بدون وقفه در کار برای مدت طولانی مورد نظر است ضروری است

در چنین مواقعی قیمت اولیه ابنیه فنی که شامل طرح محافظتی لازم نیز میشود در مقایسه

با ضرر احتمالی در هنگام از کار افتادن تاسیسات بسیار ناچیز است .

هرمورد باید به تنهایی مورد بررسی قرار گیرد و توجه مخصوص باید به جزئیات ساختمان

مبدول داشت توصیه های زیر باید در نظر گرفته شوند .

طرح محافظتی باید در بهترین شرایط ممکن به خصوص در مکانی سربویشیده قبل از حمل به

محل نصب صورت بگیرد و ترتیبات مخصوص نیز باید برای حمل و نقل قطعات به محل طوری

داده شود که هیچ نوع زیانی به طرح محافظتی پیاده شده وارد نیاید .

ب - ابنیه فنی - ابنیه فنی با عمر طولانی را میتوان به دونوع تقسیم نمود .

۱ - آنهایی که بعد از یک دوره کارکرد فرسوده و غیر قابل تعمیر میشوند .

۲ - آنهایی که برای آنها تعمیرات در فواصل طولانی به عنوان مثال ۲۰ سال ممکن

است .

پ - طرح های محافظتی - درحالت یک عمر مورد لزوم شناخته شده است و با وجود

آوردن ضخامت کافی در قسمتهای فولاد یا بکار بردن پوششهای فلزی همراه با سیستم رنگ

شرایط را میتوان رضایت بخش کرد و مطمئن شد که در پایان عمر مورد لزوم ابنیه فنی سالم

است .

برای نوع ۲ طرح محافظتی باید چنان باشد که کار فولادی را بتوان در طول مدت تعطیل کار برای تعمیرات تمیز و سپس دو باره پوشش کرد .

اگر مدت تعطیل برای این موضوع کافی نباشد شاید عملی باشد که این ابنیه فنی را با ابنیه فنی کاملاً " مشابه عوض کرد .

طرح های محافظتی مناسب برای ابنیه نوع ۲ به قرار زیر است :

— پوشش ضخیم فلزی با عمری برابر فاصله تعمیرات

— پوشش فلزی همراه با سیستم رنگی شامل دو لایه آستری و دو لایه یابیشتر

از رنگهای تکمیلی. عمر سیستم رنگی باید برابر فاصله تعمیرات باشد بدون آنکه به پوشش فلزی صدمه وارد آید .

ت — رنگها — جزئیات طرح های رنگی برای پوششهای فلزی در قسمت های قبل داده شده است .

رنگهای آستری مناسب برای سطوحی که دارای پوشش فلزی هستند عبارتند از پلمبات کلسیم بر روی فولاد گالوانیزه شده به طریقه گرم و یک آستر پیش روند و سپس آستر روی کرم بر روی فولادی که با روی یا آلومینیوم اسپری شده باشد .

رنگهای تکمیلی نوع رزین اولئو با مواد رنگی اکسید آهن ، سیلیکا گرافیت یا آلومینیوم در محیط هائی غیر از محیط های شیمیائی و دریائی مناسب هستند در این دو محیط توصیه های جدول شماره ۳ باید بکار رود .

۵-۵-۶ آب و هوای گرمسیری ونیمه گرمسیری

الف — کلیات — طرح های محافظتی در این دستورالعمل برای ابنیه فنی واقع در آب و هوای بسیار گرم احتیاج به تغییری دارد . مشکلات جدی ممکن است تنها در دو نوع آب و هوای گرمسیری ونیمه گرمسیری یعنی آب و هوای گرم و مرطوب و آب و هوای دریائی (آلوده به نمک دریا) بوجود آید .

جدی ترین نوع خوردگی در آب و هوای گرم و دریائی در قسمتهائی که در معرض اسپری نمک هستند به وقوع می پیوندد این قسمتها معمولاً " قسمت باریکی در طول ساحل هستند .

جهت وزش باد نیز اثر قابل ملاحظه ای در میزان خوردگی دارد و بهمین دلیل در مقدار خوردگی محلهائی که مسافت کوتاهی باهم فاصله دارند تفاوت زیادی بوجود می آید ولی به جز در این موارد بسیاری از آب و هواهای گرم و مرطوب بطور غیر طبیعی خورنده نیستند زیرا از آلودگی هوا در اثر مصارف صنعتی و آتشیهای خانگی بدور هستند .

آب و هوای خشک چه در مناطق گرمسیری و چه در غیر از این مناطق خورنده نبوده و در بعضی از آنها فولاد ممکن است احتیاج به هیچ نوع محافظتی غیر از یک لایه تزئینی رنگ نداشته باشد .

طریقه قرار دادن و نصب کردن و ترتیب جزئیات در آب و هوای مرطوب گرمسیری یعنی در محلی که ریزش باران و میزان خیلی زیاد است دارای اهمیت بسیار میباشد .

ب - طرح های محافظتی - با در نظر گرفتن آنچه که در زیر میگذرد هیچ نوع دلیلی وجود ندارد که طرح های محافظتی ذکر شده در جدول شماره ۳ را نتوان با تغییرات کوچکی بکار برد .

در قسمتهای کوچک که در معرض شرایط گرمسیری دریائی قرار دارند بکار بردن لایه فلزی در زیر رنگ شاید تنها وسیله مطمئن شدن از محافظت صحیح است .

در سایر آب و هواهای مرطوب گرمسیری توصیه های جدول شماره ۲ را میتوان بکار برد . برداشت کامل قشر رنگ توسط پاک کردن با جریان بخار یا هوا یا تمیز نمودن با مواد شیمیائی قبل از رنگ کردن ضروری است .

بسیاری از رنگها جلای خود را به سرعت در شرایط مرطوب گرمسیری از دست میدهند . رنگهای آلومینیوم یا اکسید آهن به خصوص برای آب و هوای گرمسیری توصیه میشوند زیرا این رنگها کم تر از سایر رنگهای تکمیلی تحت تاثیر اشعه خورشید قرار میگیرند . رنگهای Long Oil Alkyd را برای حالت تزئینی باید بکار برد .

در جائیکه به اثبات رسیده شده باشد که شرایط محلی باعث رشد کپک (mould) شده و ارزش تزئینی رنگ را از بین میبرد یک قارچ کش (fungicide) باید توسط سازنده در رنگهای تکمیلی اضافه شود .

در میان خصوصیات اصلی که رنگهای محافظتی برای استفاده در مناطق گرمسیری بایستی داشته باشد روان بودن و آسانی کار برد بر روی سطوح گرم است این خصوصیت را معمولاً از نوع فرمولهای Long Oil میتوان بدست آورد و سازندگان با تجربه در ساختن رنگ برای نواحی گرمسیری با تغییرات لازم برای بدست آوردن نتایج رضایت بخش آشنا هستند . از انبار کردن طولانی رنگ در نواحی گرمسیری باید خودداری نمود .

پ - بکار بردن رنگ - توصیه های در قسمت ۵-۷ مربوط به عملیات رنگریزی ، برای مناطق گرمسیری نیز بکار میرود .

عملیات باید با نقشه صحیح و در زمان صحیح صورت بگیرد . هنگامیکه شرایط محلی در طول

سال تغییر میکند از رنگ کردن در فصل مرطوب باید خودداری کرد و تا آنجا که عملی باشد شرایط مناسب برای کار باید انتخاب شود .

هنگامیکه شبنم بر روی سطح وجود دارد عمل رنگ کردن نباید انجام بگیرد و همینطور اگر کار فولادی توسط باران یا میعان تر شده باشد عمل رنگ کردن باید متوقف شود .
خوشبختانه درجات حرارت بالا این امتیاز را دارند که باعث تبخیر سریع رطوبت شده و رنگ را میتوان در شرایط مناسب و بر روی یک سطح گرم بکار برد .
از بوجود آمدن زمان طولانی بین لایه های متوالی باید خودداری نمود زیرا قشر رنگ به سرعت سفت میشود .

۶-۶-۶ تاسیسات و ابنیه فنی در زیر خاک

۶-۶-۶-۱ کلیات

عوامل موثر در خوردگی فلزات آهنی در زیر خاک در قسمت ۲-۴ شرح داده شده اند .
بطور کلی مهمترین عامل طبیعت خود خاک است و به علت آنکه خصوصیت خاکهای مختلف بسیار متفاوت است توصیه های در این قسمت اصولاً کلی است و مربوط به خاک مشخصی نمیشود .

۶-۶-۶-۲ لوله ها

لوله های چدنی یا فولادی قسمت اعظم ابنیه فنی در زیر خاک را تشکیل میدهند ، بغیر از مواردی که به اثبات رسیده باشد که خوردگی در تمام مسیری که یک خط جدید قرار خواهد گرفت قابل صرف نظر کردن است پوشش محافظتی با دوامی باید برای فلز بکاربرده شود کیفیت پوشش باید با شدت شرایط خوردگی مطابقت داشته باشد و در صورت لزوم با آزمایش خاک موجود در طول مسیر باید این موضوع را روشن نمود بطور کلی پوششهای محافظتی باید با محافظت کاتدیک بکار روند تا از ایمنی کامل در مقابل خوردگی اطمینان حاصل شود .
در بسیاری از خاکها لوله های چدنی را میتوان به طرز رضایت بخشی با لایه نازکی از قطران ذغال سنگ گرم و با لایه هایی از قیر طبیعی توسط قلم مو محافظت نمود .
چنین پوششهایی تا ۱۲۵ میکرون ضخامت دارند .

در زمینهای دست خورده و در خاکهای رس چدن احتیاج به محافظت کلی دارد .
لایه های قیر طبیعی گرم یا قطران ذغال سنگ که برای لوله های فولادی بکار میروند در این شرایط نیز بکار برده شده اند ولی تجارب اخیر نشان داده که پوشش پلی اتیلن محافظت خوبی ایجاد میکند .

معمولی ترین پوشش خارجی برای لوله های فولادی تشکیل شده از قیر طبیعی یا قطران ذغال سنگ که شامل پرکننده خنثی معدنی باشد .

۳-۶-۶ سایر تاسیسات و ابنیه های فنی

طرق مناسب حفاظت برای ابنیه فنی غیر از لوله ها بستگی به طبیعت خود ابنیه فنی دارد بطور مثال : سطح خارجی مخازن فولادی در زیر خاک را میتوان با لایه ضخیمی از قیر طبیعی یا قطران ذغال سنگ همراه با محافظت کاتدیک حفاظت نمود یا به طریق دیگر لایه ای به ضخامت ۱۵۰ تا ۱۸۰ میلیمتر از سیمان مسلح را به تنهایی میتوان بکار برد همین روشها برای کارهای فولادی نیز عملی است .

به جزئیاتی که در شکل ۱۲ نشان داده شده است در محلی که فولاد وارد زمین ویا در داخل بتن میشود باید توجه کرد .

خاک در تماس با ابنیه زیر خاک باید هیچگونه مواد خورنده مانند خاکستر نداشته باشد زیرا این مواد باعث خوردگی فلز ویا از بین رفتن بتن میشوند .

۷-۶-۶ محافظت خارجی ابنیه فنی غوطه ور و نیمه غوطه ور

۱-۷-۶ کلیات

این قسمت از دستورالعمل مربوط به ابنیه فنی نصب شده در آب شیرین و تمیز یا آب نمک دار و ابنیه فنی در تماس با آب شیرین و تمیز ویا آب نمک دار است مانند آب رودخانه ها ، دریاچه ها یا دریاها

از انواع این ابنیه فنی اسکله ها ، پایه پلها ، باراندازها ، دهانه مجاری فاضلاب ، لوله های غوطه ور و بعضی تاسیسات صنعتی مانند تاسیسات فاضلاب میباشد . در بسیاری از اینها به خصوص در ابنیه فنی دریائی سه منطقه مشخص برای شرایط خوردگی وجود دارد .

منطقه ۱- قسمت غوطه ور دائم

منطقه ۲- قسمتهای در معرض غوطه وری متناوب و ترشح آب (مناطق ترشح و جزرومدی)

منطقه ۳- قسمت فوقانی ابنیه فنی بالاتر از منطقه ترشح که در معرض خوردگی هوا

و اسپری نمک است .

حمله شدید معمولاً در منطقه ۲ است .

الف - طرحهای محافظتی - آنچه در زیر میگردد مربوط به محافظت قسمتهای ابنیه

فنی واقع در زیر آب و در مناطق ترشح و جزرومدی است یعنی مناطق یک و دو

شرایط در بالای منطقه ترشح ، به عنوان مثال منطقه ۳ مشابه ابنیه فنی در هوای دریائی

بوده و توصیه های محافظتی لازم برای این شرایط در جدول شماره ۳ داده شده است .
پوششهای محافظتی بر روی قطعاتی را که بطور مداوم در زیر آب هستند نمی توان تجدید
نمود بنابراین در مرحله اول نسبت به بکار بردن محافظت کاتدیک باید توجه نمود .

محافظت کاتدیک همچنین در منطقه بین پائینترین سطح آب و نیمه جزر و مدی نیز دارای
ارزش است ولی کاملاً موثر نیست .

شرایط خورنده در منطقه ۲ و برای چند متر در زیر پائینترین سطح آب به خصوص بسیار سخت
است و لازم است که طرح محافظتی در تحت بهترین شرایط ممکنه بکار برود طرح محافظتی
با ... که حداقل مقدار آمادگی سطح برای دو باره پوشش کردن لازم باشد .

پوششهای تعمیراتی باید طوری باشند که به سرعت در روی سطحی که برای چند دقیقه خشک
است بکار برده شوند بکار بردن پوششهای محافظتی در محل نصب در شرایط دریائی بسیار
مشکل است بنابراین بطور کلی باید تمام عملیات در مکانی سرپوشیده و در کارگاه صورت
بگیرد و باید دقت بخصوص مبدول داشت تا هیچ گونه صدمه ای به طرح محافظتی در اثنای
حمل و نقل و نصب وارد نیاید . اگر در اثنای رنگ کردن در محل پوشش رنگ ناتمامی توسط
آب نمک تر شده و یا توسط اسپری نمک آلوده شده باشد باید سطح را با آب تمیزشست و سپس
وقت کافی مبدول کرد تا سطح خشک شود .

بسیاری از رنگهای مناسب برای ابنیه فنی در معرض هوا به دو دلیل برای ابنیه غوطه ور
و نیمه غوطه ور مناسب نیستند .

۱- لایه های متعددی لازم است تا ضخامت لازم برای محافظت در تحت چینی
شرایطی بوجود آید .

۲- سونج در روغن بزرگ و بسیاری رنگهای دیگر که برای محافظت در هوای آزاد بکار
برده میشوند در مقابل آب دریا مقاومت نمیکند زیرا مدیای (media) آنها
تبدیل به صابون میشود .

طرحهای محافظتی مناسب برای مناطق یک و دو در جدول شماره ۸ شرح داده شده است که
این طرحها را میتوان در آب نمک و در آب شیرین بکار برد .

ممکن است لازم شود که در قسمتهائی که بخصوص در معرض شرایط سخت هستند با اضافه
کردن لایه های رنگ محافظت اضافی بکار رود . در جایی که محافظت کاتدیک بکار نمیرود
بهتر است که قبل از رنگ کردن پوشش فلزی بکار رود این عمل خطر خوردگی محلی را کمتر
کرده و در ضمن نیاز کمتری برای آمادگی سطح فلز لازم است .

هنگامیکه رنگ تنها بکار میرود بهترین روشهای آمادگی سطح باید بکار رود و فلز بطور کلی باید توسط جریان بخار یا هوا یا توسط مواد شیمیائی پاک شود . گرم کردن فلز تا حدود ۴۰ درجه سانتیگراد خاصیت چسبندگی لایه های توصیه شده را بهبود می بخشد توانائی یک پوشش در مقابل شکاف یا ترک حاصل از سائیدگی توسط لجن نیز میتواند عامل مهمی در انتخاب آن باشد .

طرح های محافظتی جدول شماره ۸ در این موارد رضایت بخش هستند .

جدول شماره ۸ - طرحهای محافظتی برای ابنیه فنی غوطه‌ور و نیمه غوطه‌ور شامل منطقه ترشح

بدون محافظت کاتدیک			با محافظت کاتدیک				
A یا B	A	-	A یا B	A یا B	A یا B	A یا B	آمادگی سطح
-	F	E	-	-	-	-	پوشش فلزی
R ۴	GT ۱+ + N ۴	GT ۱+ + N ۴	R ۴	W ۲	P ۴	N ۴ *	رنگهای محافظتی
۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۱۲۵ تا ۲۵۰	۵۰۰	ضخامت میکرون

* - ارقام تعداد لایه های لازم برای ضخامت مورد نظر را نشان میدهند .

+ - حداقل ۲۴ ساعت باید قبل از لایه کردن آستر پیش روند با رنگ قطران ذغال سنگ بگذرد .

راهنمای جدول شماره ۸

A - پاک کردن توسط جریان بخار یا هوا

B - پاک کردن توسط مواد شیمیایی

E - گالوانیزه کردن به طریق گرم

F - اسپری فلز

G - آستر پیش روند

M - رنگ قطران ذغال سنگ مصرف شده به طریق سرد

P - رنگ رزین اپکسید با آمایش سرد

R - رنگ قیر طبیعی / اپکسید

W - رنگ رزین اپکسید ، نوع ممتاز

برای بعضی مصارف ممکن است صورتهای دیگری از طرحهای محافظتی نیز وجود داشته باشد به عنوان مثال : لفافهای نواری برای اجزاء لوله ای و سایر اجزاء با سطح مقطع مناسب در منطقه ترشح مناسب هستند .

بعضی انواع لفافهای غیر خشک شونده که به صورت داغ بکار برده شوند برای محافظت سطوح داخلی که ممکن است شناور باشند مانند صندوقه زیرآبی (Caissons) مناسب هستند .

ب - پایه پلها - پایه های فولادی و پایه های صفحه ای را نباید در شرایط خورنده شدید آناثروپیک بکار برد .

در شرایط مناسب خاک بطور کلی بکار بردن هر نوع محافظتی برای قسمتهائی که در داخل زمین فرو رفته لازم نیست این موضوع در مورد قسمتهائی که کاملاً " در زیر آب قرار دارند نیز صادق است . پایه های فولادی که در داخل حد یا قسمت جزرومدی برای محافظت ابنیه فنی وجود دارند از حد ۰/۶ متر بطرف بالا باید طبق توصیه قسمت (الف) بالا محافظت شوند .

شرایط خورنده شدید در قسمتهای ترشح و جزرومدی و چند متر در زیر پائینترین سطح آب بخصوص برای پایه های ورقه های فولاد زیان آور هستند .

این سطوح را میتوان با بتن مطابق شکل ۲۱ محافظت نمود یا میتوان به طریق دیگری دوام پایه ها را با اضافه نمودن ضخامت قسمتهای بکار برده شده یا توسط پوشش با قطران ذغال سنگ به ضخامت حداقل ۵۰۰ میکرون افزایش داد .

گلانه‌های فلزی (tie bars) را باید با نوار مناسب پوشاند.

وسائل ارتباط را نیز باید به‌همین ترتیب با نوار مناسب پوشاند یا میتوان در جائیکه هیچ نوع تنظیمی لازم نباشد آنها را بالای‌ای به ضخامت ۷۵ تا ۱۰۰ میلیمتر از بتن مسلح پوشاند.

ب - محافظت با بتن - هنگامیکه برای محافظت ابنیه فنی دریائی بتن بکار میرود بتن بکار برده شده باید متراکم بوده و حداقل ۶۰ سانتیمتر در زیر و ۶۰ سانتیمتر در بالای حدود حداکثر جزرومد امتداد داشته باشد. یک ترتیب نمونه‌ای در شکل ۲۱ نشان داده شده است.

ب - خطوط لوله - خطوط لوله بزرگ چدنی و ابنیه فنی مشابه چدنی معمولاً "در مقابل آب شیرین و تازه محافظتی لازم ندارد ولی با وجود این لایه‌ای از قیرداغ را با عمل فروبردن ابنیه در قیرداغ و یا پوشش آنها با قطران ذغال سنگ و یا قیر طبیعی توسط قلم موم میتوان بکار برد هیچ نوع پوشش سنگینی هنگامیکه خطوط لوله در آب دریا قرار دارند نیز لازم نیست مگر آنکه شرایط بسیار سخت باشد.

برای اغلب لوله‌های بکار برده شده برای دهانه فاضلاب لایه نازکی از قطران ذغال سنگ داغ در کارگاه بکار برده میشود.

هنگامیکه محافظت کاتودیک بکار میرود پوشش ضخیمی برای کم کردن مصرف الکتریسته لازم است تمام خطوط لوله فولادی غوطه‌ور چه در آب شیرین و تازه و چه در آب نمک را باید طبق آنچه در قبلاً شرح داده شد محافظت نمود و بطور طبیعی باید محافظت کاتدیک برای آنها بکار برد. نوارهای پوششی با پوشش پترولیتوم رانیز برای محافظت خطوط لوله در معرض ترشح آب نمک میتوان بکار برد.

۶-۷-۲- سطوح داخلی مخازن آب سرد

توصیه‌های زیر بخصوص مربوط به محافظت مخازن فولادی در مقابل خوردگی توسط آب شیرین و تازه است درجه استاندارد محافظت به مقدار زیاد بستگی به خوردنگی آب دارد بهترین راهنما تجربیات گذشته در مورد آب مورد نظر است در مواقعی که تجربه‌ای در دست نباشد تجزیه کردن آب مفید میباشد ولی باید در نظر داشت که کیفیت آب در طول عمر مخزن تفاوت مینماید در مورد مخازن بزرگ شاید مقرون به صرفه باشد که آب را به عمل آورده و خاصیت خوردنگی آنرا تقلیل داده و در نتیجه مقدار محافظت را به حداقل برسانیم.

مخازن چدنی معمولاً هیچ نوع محافظتی لازم ندارند. به موارد ایمنی بخصوص تهویه و خارج کردن حلالها هنگام رنگ کردن داخل مخازن باید توجه نمود.

توجه به توصیه های زیر ضروری است .

۱- مخازن باید طوری طراحی شوند که سطوح داخل آنها در تمام نقاط قابل دسترسی باشد .

ماهیچه ها (brackets) فلانچها ، بندها (Stays) و سایر اتصالات را باید به حداقل ممکنه تقلیل داد .

۲- رنگ کردن باید تا هنگام نصب کلیه وسائل و لوله های ورودی و خروجی به تعویق میافتد

۳- قبل از شروع به رنگ کردن تمام گرد و غبار ، سنگ ریزه و سنگ ، براده ها و تکه های حاصل از بریدن و غیره را از ته مخزن باید پاک نمود .

۴- سطح فولاد را باید درست قبل از رنگ کردن توسط جریان بخار یا هوا پاک نمود مگر آنکه صفحات قبلا " توسط جریان بخار یا هوا یا توسط مواد شیمیائی پاک شده و آستر پیش ساخته بکار برده شده باشد .

تمیز نمودن دقیق با دست نیز در جائیکه رنگ قطران ذغال سنگ یا قیر طبیعی قرار است بکار رود قابل قبول است ولی هنگامیکه سیستم رنگ مقاوم درمقابل مواد شیمیائی بکار میرود پاک نمودن توسط جریان بخار یا هوا ضروری است .

۵- تمام رنگها را باید بر روی سطح خشک بکار برد ، خشک نمودن ته یک مخزن ممکن است بسیار مشکل باشد و خشک نمودن توسط وزنده های الکتریکی ممکن است لازم باشد . چنین حرارتی برای تسریع خشک شدن رنگها نیز مفید است .

رشته وسیعی از روشهای محافظتی برای سطوح داخل مخازن آب سرد در دست است آنچه در زیر میگردد مثالهایی از طرحهای موثر هستند .

۱- مخازن برای آبهای صنعتی - مخازن کوچک قبل از تحویل به طرز کامل ساخته شده و معمولا " در کارگاه سازنده به طریقه گرم گالوانیزه شده اند برای بسیاری از آبها به عنوان مثال آب شهر که خورنده نیستند لایه تنهائی از روی کافی است برای آبهای خورنده تر لایه اضافی مانند قطران ذغال سنگ و یا قیر طبیعی به ضخامت ۲۵۰ میکرون لازم است برای آبهای اسیدی گالوانیزه کردن به طریقه گرم توصیه نمیشود و یکی از سیستم های توصیه شده برای مخازن بزرگ باید بکار رود مخازن بزرگ را که درمحل سوار میشوند معمولا " به طریقه گرم گالوانیزه نمیکنند مگر آنکه مقرون به صرفه باشد .

نمونه های محافظتی برای این نوع مخازن به شرح زیر است .

— سطح را توسط جریان بخار یا هوا و یا توسط دست تمیز نموده و لایه های کافی از رنگهای قطران ذغال سنگ یا قیر طبیعی تا ضخامت ۵۰۰ میکرون (فیلم خشک) بکار رود .

— سطح را توسط جریان بخار یا هوا تمیز نموده و رنگ کلرینه لاستیکی یارزین اپکسید تا ضخامت ۲۵۰ میکرون بکار رود .

— لایه ای از روی توسط اسپری کردن بر روی سطحی که توسط جریان بخار یا هسوا تمیز شده بکار رود و سپس یک لایه از آستر پیش روند و سپس دو لایه از رنگ کلرینه لاستیکی بکار رود .

— برای محافظت موثر در مقابل آبهای بسیار خورنده سطح را توسط جریان بخاریا هوا پاک کرده ، آستر مناسبی بکار برده و سپس قطران ذغال سنگ یا قیر طبیعی به ضخامت حداقل ۲/۴ میلیمتر بکار رود .

۲- مخازن آبهای آشامیدنی — برای مخازن آبهای آشامیدنی لازم است که از بکار بردن هر نوع پوشش که حاوی مواد سمی بوده و باعث تغییر مزه یا بوی آب شوند خودداری نمود بهمین دلیل از بکار بردن لایه های حاوی قطران ذغال سنگ یا قیر طبیعی باید خودداری نمود .

مخازن کوچک باید به طریقه گرم گالوانیزه شوند و اگر محافظت بیشتری لازم باشد رنگ قیر طبیعی به ضخامت ۵۰۰ میکرون بکار رود .
مخازن بزرگ را به طریق زیر میتوان محافظت نمود .

— سطح را توسط جریان بخار یا هوا و یا توسط دست پاک نموده و رنگ قیر طبیعی به ضخامت ۵۰۰ میکرون بکار رود .

— سطح را توسط جریان بخار یا هوا پاک نموده و لایه ای از رنگ کلرینه لاستیکی یا رزین اپکسید به ضخامت ۳۵۰ میکرون بکار رود .

۳- سقف مخازن — قسمت زیر سقف مخازن را باید با رنگهای قطران ذغال سنگ یا قیر طبیعی رنگ نمود .

اگر نیازمندیهای لازم در مرحله طرح در نظر گرفته شود تعمیرات بسیار آسانتر خواهد بود هدف باید نگاهداری کار فولادی به طریقی باشد که با حداقل هزینه و با ظاهر قابل قبول از خراب شدن جلوگیری شود این هدف را با برنامه تعمیراتی مناسب و قبلاً پیش بینی شده و رنگ کردن مجدد هر وقت که بازرسی ایجاب نماید میتوان بدست آورد. در ارزیابی تعمیراتی هر نوع خرابی در حین عمل و هم چنین هزینه های غیرمستقیم به علت قطع تولید باید در نظر گرفته شوند زمان رنگ کردن مجدد در قسمت ۷-۲ بحث خواهد شد ولی دو نکته کلی در اینجا ذکر میشوند اول آنکه رنگ کردن مجدد ابنیه فنی همیشه باید قبل از وقتی که لایه محافظتی اثری از شکستگی و یا فروریختگی جدی نشان دهد صورت بگیرد به تعویق انداختن این موضوع هزینه عمل را بالاتر میبرد. دوم آنکه با صرفه تر است که با انتخاب مناسبترین رنگها برای شرایط بخصوص و موردنظر زمان بین تجدید رنگها طولانی تر شود.

با وجود آنکه قیمت مواد اولیه معمولاً قسمت کوچکی از قیمت کلی تجدید رنگ را تشکیل میدهد با اینحال کیفیت رنگهای خریداری شده باید معمولاً مناسب با قیمت پرداخت شده باشد. کار تعمیراتی ممکن است شامل دوباره رنگ کردن تمام ابنیه فنی بوده و یا آنکه در ابتدا بصورت وصله رنگ کردن برای مرمت خرابیهای محلی و سپس رنگ کردن کامل در هنگامیکه خرابی کلی رنگ قدیمی آشکار میگردد باشد این عمل معمولاً از رنگ کردن اولیه مشکل تر است زیرا انتخاب روش آماده کردن سطح محدودتر میشود و علاوه بر آن شرایط محل ممکن است نامساعد بوده و تا حد محدودی بتوان شرایط را کنترل کرد این موضوع بخصوص برای ابنیه فنی دریائی که تعمیرات در قسمتهای جزرومدی و منطقه ترشح مشکل است صدق میکند مشابهاً در محیطهای صنعتی بسیاری نقاط وجود دارند که بخار، گازهای خروجی، شعله ها، دوده و سایر شکلهای آلودگی هوا بدست آوردن شرایط مساعد برای رنگ کردن را مشکل میسازد.

طریقه بکار برده شده باید طوری تنظیم شود که قشری از رنگ به ضخامت حداقل لازم یعنی معمولاً ۱۲۵ میکرون بر روی تمام سطح ابنیه فنی باقی بماند معمولاً بهتر است که همان نوع رنگ تکمیلی سابق دو باره نیز بکار رود مگر آنکه تجربه احتیاج به تغییر

را نشان دهد .

ممکن است لازم باشد که رنگ آستری را برای تطبیق با شرایط محل کاربرد تغییر داد ، هنگامیکه تغییری صورت میگیرد رنگ جدید باید با رنگ قدیمی مطابقت داشته باشد به عنوان مثال خطر عدم موفقیت هنگامیکه یک رنگ روغنی بر روی یک رنگ کهنه قطران ذغال سنگ و قیر طبیعی نیز متقابلاً " غیرقابل سازش هستند . درجه خرابی و شکستگی یک طرح محافظتی غیر ممکن است که بر روی تمام سطح ابنیه فنی یکنواخت باشد بنابراین در نقاط که به شدت خراب شده اند اصلاحات جزئی برای اضافه کردن دوام رنگ باید در نظر گرفته شود اصولاً " رنگ کردن تعمیراتی تنها برای ابنیه فنی عملی است که حداقل برای زمان محدودی قابل دسترس باشد برای قسمتهای غیر قابل دسترس ابنیه فنی در بانی و برای ابنیه در زیر خاک معمولاً " هنگامیکه طرح اولیه محافظتی تا پایان مدت مورد لزوم دوام پیدا نمی کند تنها راه ممکن بکار بردن محافظت کاتدیک است .

دو باره رنگ کردن کارهای فولادی که معمولاً " تر هستند احتیاج به دقت زیاد دارد .

۲-۲- زمان رنگ کردن مجدد

این موضوع دو جنبه دارد

- ۱- تا چه اندازه خرابی برای رنگ قدیمی قبل از رنگ کردن مجدد مجاز است ؟
 - ۲- در چه موقعی از سال باید تعمیر انجام بگیرد ؟
- در اینجا جواب صحیح ممکن است توسط مصرف فصلی ابنیه فنی تحت نفوذ قرار بگیرد .

۲-۱- ضوابط مربوط به تجدید رنگ آمیزی

الف - رنگ - خرابی و شکستگی قشر محافظتی به ترتیب شکلهای زیر را به خود میگیرد مخطط شدن ، ترک خوردن ، شکستگی ، طاول زدن ، لک برداشتن زنگ ، برطرف شدن زنگ و پوسته پوسته شدن رنگ .

همیشه قبل از آنکه لایه های تکمیلی از محافظت لایه آستری باز ایستند و یا هنگامیکه لایه های تکمیلی بنحوی از بین رفته اند که مبنای مناسب برای رنگ جدید فراهم نمیآورند عمل دوباره رنگ کردن باید انجام بگیرد در اینصورت از بین برداشتن رنگ قدیمی لزومی ندارد .

اگر خرابی از حد مخطط شدن بیشتر نرفته باشد تنها نوع لازم آماده کردن سطح قبل از رنگ کردن شستشو و خشک کردن است .

قیمت رنگ و مشکل رنگ کردن تعمیراتی ، اگر تعمیرات تا زمانی که فرسایش کلی لایه های

تکمیلی صورت بگیرد به تعویق بیفتد به مقدار زیاد افزایش پیدا میکند .

تصمیم گرفتن در مورد اینکه آیا رنگ کردن مجدد باید صورت بگیرد یا نه به عمر ابنیه فنی بستگی دارد تصمیم گیری هم چنین به علت آنکه خرابی در تمام سطح یکنواخت نیست ممکن است مشکل باشد زیرا در اینصورت بعضی قسمتها احتیاج به رنگ کردن دارند و بقیه قسمتها احتیاج به رنگ کردن ندارند .

دوباره رنگ کردن ابنیه فنی قدیمی که به نحو رضایت بخشی نگهداری شده و چند بار نیز دوباره رنگ شده اند معمولا " بعلت از بین رفتن لایه بیرونی یا لایه های رنگ یا بعلت توسعه جدی زنگ زدگی در محل های اتصال ، گوشه ها ، دنده ها ، و پیچها و محل هایی که محافظت آنها مشکل است لازم میشود از بین رفتن رنگ قدیمی و درجعات شکستگی و خرابی محلی نیز عوامل کنترل کننده هستند .

برای ابنیه جدید از بین رفتن طرح رنگی اولیه معمولا " فرم متفاوتی بخود میگیرد و اغلب توسط طاول زدن و پوسته پوسته شدن قشر رنگ و زنگ زدن فولاد بر روی قسمت کوچکی از سطح معلوم میشود این موضوع ممکن است خیلی قبل از بین رفتن خود رنگ اتفاق بیفتد این نوع از بین رفتن مخصوص سطوحی است که در معرض هوا قرار گرفته و یا با دست پاک شده باشند و اکنون که روشهای بهتری مانند پاک کردن با جریان بخار و هوا وجود دارد باید کمتر اتفاق بیفتد بنابراین در عمل هنگامیکه رنگ بر روی فولاد تمیز شده توسط دست یا سطحی که برای پاک شدن در معرض هوا قرار گرفته است بکار می رود شاید عاقلانه باشد که زنگ زدگی و لکه زنگ بسیار کوچکی را بعنوان ملاکی برای دوباره رنگ کردن یک ابنیه فنی در مراحل اولیه عمر آن بکار برد .

نوع دیگری از از بین رفتن در مناطق گرمسیری نیز وجود دارد که در آن قشر رنگی تسردو شکننده شده و خاصیت چسبندگی خود را بدون آنکه زنگ بزند از دست میدهد از آنجائی که رنگ در این شرایط پایه مناسبی برای دوباره رنگ کردن ایجاد نمیکند لازم است که برای تعمیر ، فلز را تا حد فلز عریان پاک کرد و عملیات را از نو شروع نمود .

ب - پوششهای فلزی - سطوحی که بطریقه گرم گالوانیزه شده اند و از ابتدا بدون رنگ کردن باقی گذاشته شده اند باید قبل از پایان عمر مفید پوشش روی رنگ شوند لکه های خفیف زنگ غالبا " نشانه ای از این موضوع نیستند زیرا کم رنگ شدن غالبا " به علت خوردگی آلیاژهای آهن - روی است که در زیر سطح پوشش قرار گرفته اند ، در هر حال مطمئن ترین طریقه رنگ کردن به مجرد مشاهده تغییر رنگ میباشد .

پوششهای فلزی اسپری شده ممکن است طوری تنظیم شوند که در مراحل زیر احتیاج به رنگ کردن داشته باشد .

روی — هنگامیکه اولین نشانه های زنگ زدگی فلز پایه مشاهده شود معمولاً " حد فاصل بین کمی زنگ زدگی تا زنگ زدگی کامل چند ماه طول میکشد بنابراین فلز را باید فوراً رنگ کرد .

آلومینیوم — هنگامیکه خود پوشش به علت تشکیل محصولات خوردنده آلومینیوم در داخل خود شروع به خورد شدن به مقدار زیاد میکند . غالباً " در مراحل اولیه بر روی پوششهای اسپری شده آلومینیوم لکه های زنگ ایجاد میشود (شاید به علت پرسوراخی پوشش) اینها معمولاً " زودگذر بوده و میتوان از آنها صرف نظر کرد .

بطور کلی بهتر است که مدتی قبل از پایان عمر پوشش فلزی بر روی آن رنگ زد .
حائز کمال اهمیت است که در دو باره رنگ کردن بر روی پوشش فلزی تاخیر نشود زیرا رطوبت باقی مانده در یک قشر رنگی شکسته شده ممکن است باعث خوردگی شدید و از بین رفتن پوشش فلزی در زیر آن شود .

تنظیم زمان مناسب برای عملیات تعمیراتی ۲-۲-۷

با وجود آنکه ممکن است حالت های نادری وجود داشته باشد که بتوان یک ابنیه فنی را قسمت به قسمت جدا کرده و قطعات را در محل دیگر و در شرایط مناسب رنگ نمود و سپس آنها را بر جای شان باقی گذاشت ولی رنگ کردن تعمیراتی معمولاً " در محل صورت میگیرد اگر ابنیه فنی از نوع ابنیه فنی در هوای آزاد باشد شرایط هوا به مقدار زیاد دخالت کرده و عملیات را مشکل میسازد در نتیجه تعمیر باید در زمانی که انتظار می رود هوا مناسب باشد صورت گیرد .

چگونگی رنگ کردن مجدد ۳-۷

کلیات ۱-۳-۷

اگر روش های بکار برده شده برای رنگ کردن اولیه مناسب بوده و تعمیرات نیز در زمانی مناسب صورت بگیرد بندرت لازم است که تمام رنگ قدیمی را قبل از رنگ کردن مجدد از روی ابنیه فنی پاک نمود ولی شرایط ایده آل نیز که در آن رنگ قدیمی تا حدی از بین نرفته باشد که یک شستن ساده کافی باشد بندرت وجود دارد .

بعضی قسمتهای ابنیه فنی ممکن است قبل از آنکه تمام قسمتها خراب شده باشند احتیاج

به رنگ زدن داشته باشند در اینصورت بهتر است که این قسمت‌ها را بصورت وصله رنگ زد و بقیه را به بعد موکول نمود البته در این مورد اقتصادی بودن موضوع را نیز باید در نظر گرفت .

تعداد لایه هائی که در هنگام رنگ کردن مجدد باید بکار رود با توجه به موارد اقتصادی تصمیم گرفته میشود . افزایش مدت بین تعمیرات را بعلت اضافه نمودن تعداد لایه های بیشتر باید در مقابل افزایش قیمت مواد و مزد کارگر در نظر گرفت . بعلت آنکه محروم شرایط مناسب در محل بسیار کمتر از کارگاه است در موارد لزوم و در صورت عملی بودن باید پوششهای موقت در مقابل باران و مواد آلوده بکار برد .

آماده کردن سطح

الف - کلیات - آماده کردن سطح بنحو کامل برای موفقیت سیستم رنگ تعمیراتی نیز لازم است . به استثنای تمیز کردن با مواد شیمیائی روشهای ذکر شده در قسمت ۵-۵ برای ابنیه فنی جدید در محل عملی است ولی ممکن است به علت رنگ کردن در محل این عمل از رنگ کردن در کارگاه کمتر موثر باشد .

مواد شیمیائی برای از بین بردن رنگ و مواد از بین برنده رنگ توصیه نمیشوند ولی اگر از بین برنده رنگ قرار باشد که بکار رود یک حلال غیر قابل اشتعال بر مبنای متیلن کلراید باید انتخاب شده و توجه کافی مبذول شود که تمام باقیمانده آن از سطح پاک شود . انتخاب روش بستگی به شرایط رنگ قدیمی دارد و از آنجائی که شرایط رنگ در قسمتهای مختلف ابنیه فنی تفاوت میکند شاید بهتر باشد که روشهای مختلفی در نظر گرفته شود نقاطی که گرد و غبار و مواد آلوده جمع میشوند مانند لای درزها و شکافها باید کاملاً پاک شده و چنین درزهائی را باید با مواد مناسب پر کرد .

از بکار بردن بطانه برای ایجاد یک سطح صاف قبل از دوباره رنگ کردن باید خودداری نمود .

تمیز کردن با دست

ب - تمیز کردن با دست - تمیز کردن با دست باید بطور کامل صورت بگیرد تا موثر باشد شستشو با آب تمیز غالباً لازم است و باید به عنوان یک روش طبیعی برای ابنیه فنی دریائی در نظر گرفته شود قصور در از بین برداشتن رسوبات نمک دریا ممکن است باعث خرابی سریع رنگ شود آب بهتر است که گرم بوده و شامل یک یا دو درصد

پاک کننده مایع باشد. عمل پاک کردن باید با آب کشیدن فراوان و مفصل با آب داغ و تمیز کامل شود و باید مواظب بود تا تمام رسوبات ماده پاک کننده از میان شکافها و درزها پاک شود .

جتهای با فشار بخار برای پاک کردن دوده و چرکهای چسبیده از روی رنگ موثر است ولی باید مواظب بود که رنگ صدمه نبیند پاک کننده های بصورت امولسیون را نیز میتوان بکار برد این مواد احتمال کمتری دارد که رنگ را صدمه بزنند ولی رسوبات را باید با آب کاملاً برطرف نمود .

هر نوع روغن یا گریس بر روی رنگ قدیمی را باید با الکل سفید یا نفتا یا مخلوطی از هر دو یا بوسیله مخلوطی از پاک کننده های مایع یا حلالهای آلی پاک نمود از طرف دیگر جتهای بخار را نیز میتوان بکار برد .

همین روشها را میتوان برای تمیز کردن سطوح فولاد عریان نیز بکار برد . اگر خرابی به مرحله ای نرسیده باشد که لخت کردن فلز تا حد فلز عریان لازم باشد قبل از تمیز کردن کمی تراشیدن و سپس با برس سیمی پاک نمودن باید صورت بگیرد .

شرایط رنگ قدیمی هر چه که باشد کمی خشن کردن سطح بعنوان مثال با کاغذ سمباده مفید بوده و باعث بهتر شدن خاصیت چسبندگی رنگ جدید میشود .

پ - پاک نمودن توسط جریان بخار یا هوا - هنگامیکه رنگ کهنه باید بطور کامل برداشته شود پاک کردن توسط جریان بخار یا هوا در صورت عملی بودن بهترین طریقه پاک نمودن سطح است .

انجام دادن این عملیات در محل با بکار بردن مواد ساینده قابل انبساط ارزانتر تمام میشود . اگر به علت گرد و غبار ایجاد شده نتوان مواد ساینده قابل انبساط را بکار برد بجای آن میتوان یک وسیله خلاء با مدار بسته (Closed circuit Vacuum apparatus) بکار برد .

تمام احتیاطهایی را که در کارگاه بکار میروند برای جلوگیری از آلوده شدن سطوحی که بتازگی تمیز شده اند و برای محدود کردن زمان قبل از آستر زدن آنها باید بکار برد . به علت این عوامل ها پیشرفت روش پاک کردن توسط جریان بخار یا هوا در محل به مقدار زیاد بوسیله استفاده از یک آستر زود خشک شونده تسریع میشود .

پاک کردن توسط شعله

ت - پاک کردن توسط شعله - در محلهایی که دسترسی مشکل بوده یا در جائیکه

فولاد بطرز بدی خورده شده و یا اینکه شرایط مرطوب بدست آوردن یک سطح خشک برای رنگ کردن را مشکل میسازد پاک نمودن توسط شعله غالباً "بهترین و در بعضی مواقع تنها راه عملی برای بدست آوردن یک سطح پاک با استاندارد بالا است .

از پاک نمودن توسط شعله برای از بین بردن پوششهای ضخیم قیر یا قیر طبیعی باید خودداری نمود در ضمن این روش برای از بین بردن رنگ های قدیمی و دست نخورده نیز مقرون به صرفه نیست .

این عمل را نزدیک شیشه یا مواد قابل اشتعال نمیتوان انجام داد . در ضمن گرمای سسهای نازک را کج کرده و از شکل میاندازد .

۳-۳-۷- ابنیه فنی دریائی

محافظت ابنیه فنی دریائی در قسمت ۶-۷ بررسی شده است آماده کردن سطح برای رنگ تعمیراتی در بالای خط آب باید مطابق روشهای ذکر شده در بالا باشد . تمیز نمودن کار فولادی در حد جزر و مد و قسمت ترشح معمولاً " شامل از بین برداشتن گیاهان دریائی و سپس از بین برداشتن پوششهای کهنه و زنگ و پاک نمودن تا حد فلز عریان ، شستن با آب تمیز و سپس خشک نمودن سطح قبل از بکار بردن پوشش جدید است . پاک نمودن توسط جریان بخار یا هوا بهترین روش برای پاک نمودن تا حد فلز عریان است ولی گیاهان دریائی (Marine growths) را باید قبلاً " از بین برد . قبلاً " راجع به لزوم از بین بردن آلودگی توسط نمکهای دریائی بحث شده است و این مربوط به تمام مراحل عملیات رنگ کردن میشود .

۴-۳-۷- پوششهای فلزی

هنگامیکه پوششهای روی و آلومینیوم بی عیب هستند کارهای مرمتی محدود به شستن با آب تمیز و سپس سائیدن با یک ماهوت پاک کن با موهای بسیار زبر میشود . این عملیات را هنگامیکه فولاد دارای پوشش روی که قبلاً " نیز رنگ نشده است شروع به نشان دادن علائم از بین رفتن میکند ولی به مقدار زیاد زنگ نزده است باید بکار برد . هنگامیکه پوشش روی در قسمتهای وسیعی از سطح به مقدار زیاد از بین رفته و تکه های زنگ نمودار شوند روش آماده کردن سطح همان روش بکار برده شده برای فولاد است مگر آنکه روی بطور کلی خورده شده و از بین رفته باشد که در این حالت تمیز نمودن با دست بر پاک کردن با جریان بخار یا هوا یا توسط شعله ارجحیت دارد هنگامیکه پوششهای اسپری آلومینیوم به مقدار زیاد خورده شده و از بین رفته باشند و یا هنگامیکه زنگ زدن موضعی

به وجود آمده باشد برای تمیز کردن برسهای سیمی باید بکار برد .

۷-۳-۵- طرحهای رنگ کردن

آماده نمودن سطح همراه با نوع و تعداد لایه های رنگ برای رنگ کردن تعمیراتی به مقدار زیاد بستگی به شرایط رنگ قدیمی دارد که ممکن است در تمام سطح ابنیه فنی یکنواخت نباشد .

بطور کلی سه نوع ناحیه یا سطح را میتوان تشخیص داد

۱- نواحی دست نخورده رنگ که فاسد شدن محدود به مخطط شدن و فرسایش پوششهای بیرونی و شاید همراه با شکاف برداشتن مختصر و طاول زدن است .

۲- نواحی که در آنها مقدار محسوس ولی نه بیش از اندازه شکستگی و از بین رفتن رنگ بوجود آمده و همچنین مقداری طاول و زنگ زدگی ایجاد شده ولی در غیر اینصورت پوشش بدون عیب و چسبناک است .

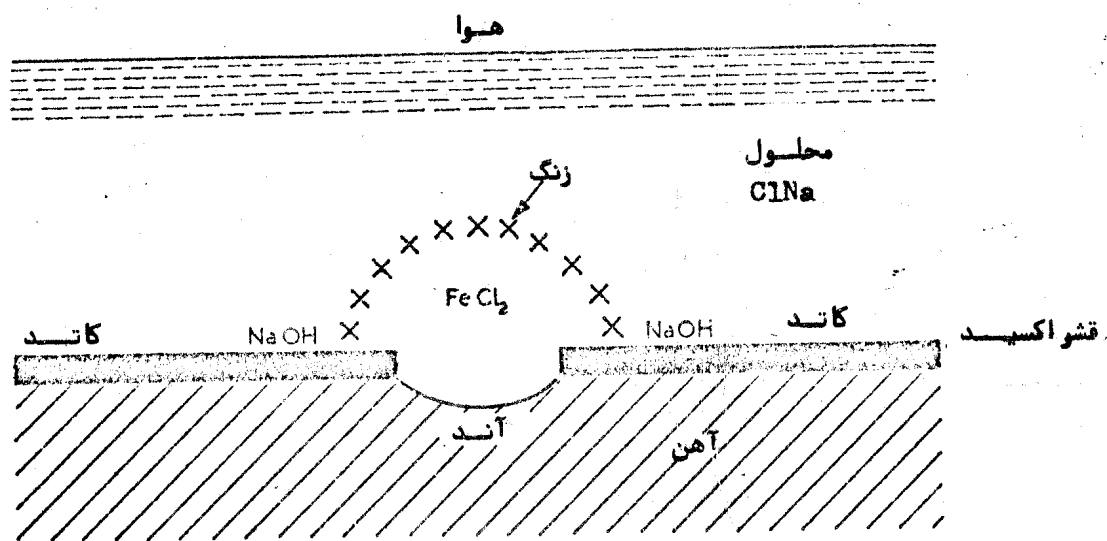
این نواحی باید تراشیده شده ، با برس سیمی پاک شده و سپس مانند روشهای ذکر شده در قسمت ب (۷-۳-۲) شسته شده و پاک شود و سپس باید یک یا دو لایه از رنگهای آستری مناسب و سپس دو لایه از رنگ تکمیلی برای نواحی که دارای شرایط ۱ هستند بکار برد .

۳- نواحی که رنگ بمقدار زیاد از بین رفته و خاصیت چسبندگی خود را از دست داده و فولاد بمقدار زیاد زده است .

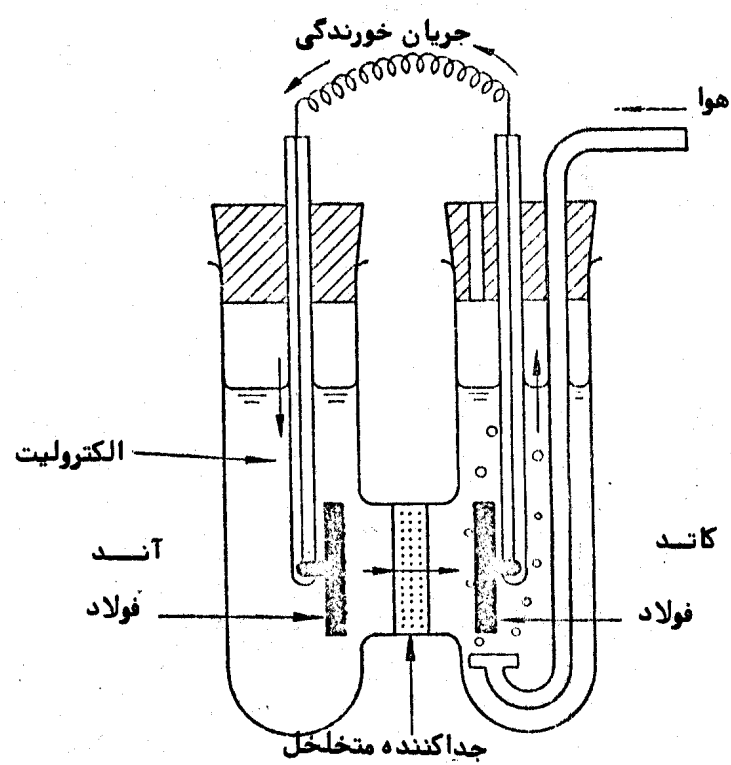
این نواحی باید تا حد فلز عریان تمیز شود بهترین روش پاک کردن با جریان بخار و هوا است پاک نمودن توسط شعله نیز ممکن است قابل قبول باشد . اگر هیچ یک از این روشها عملی نباشد سطح باید با دست و به کمک ابزارهای نیروده پاک شود یک طرح کامل رنگی باید در این نواحی بر طبق توصیه های جدول شماره ۳ پیاده شود .

تجربه بهترین راهنما برای تشخیص نواحی نوع ۲ و نوع ۳ است .

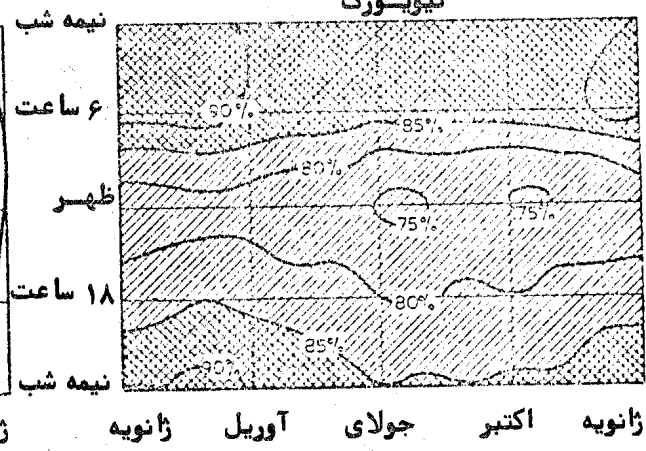
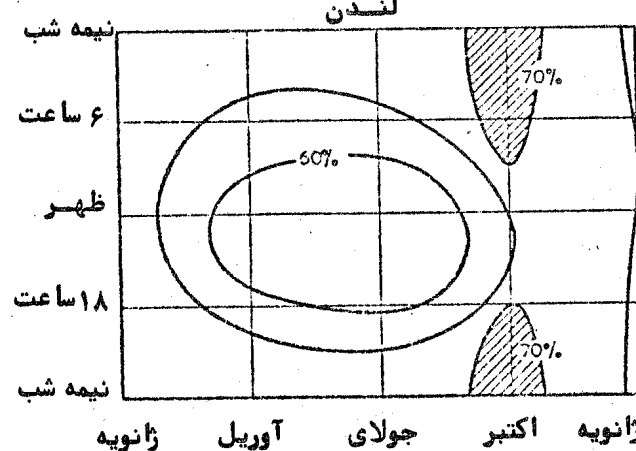
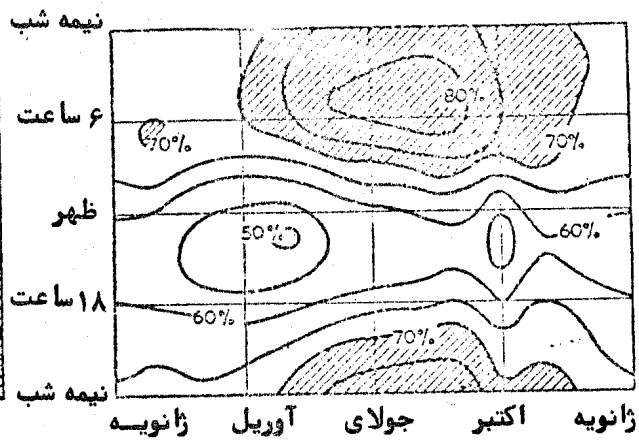
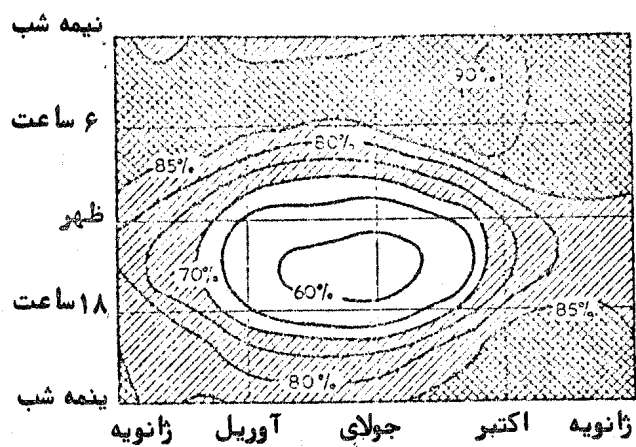
مقدار کلی لایه های رنگ در یک طرح تعمیراتی بستگی به تجربه و قضاوت دارد ولی باید بعدی باشد که قشر رنگی با ضخامت مناسب در تمام سطح وجود داشته باشد ، در بعضی مواقع که دسترسی مشکل است شاید به صرفه باشد که تعداد لایه های بیشتری از تعداد حداقل بکار برد تا مدت بین تعمیرات زیاد شود .



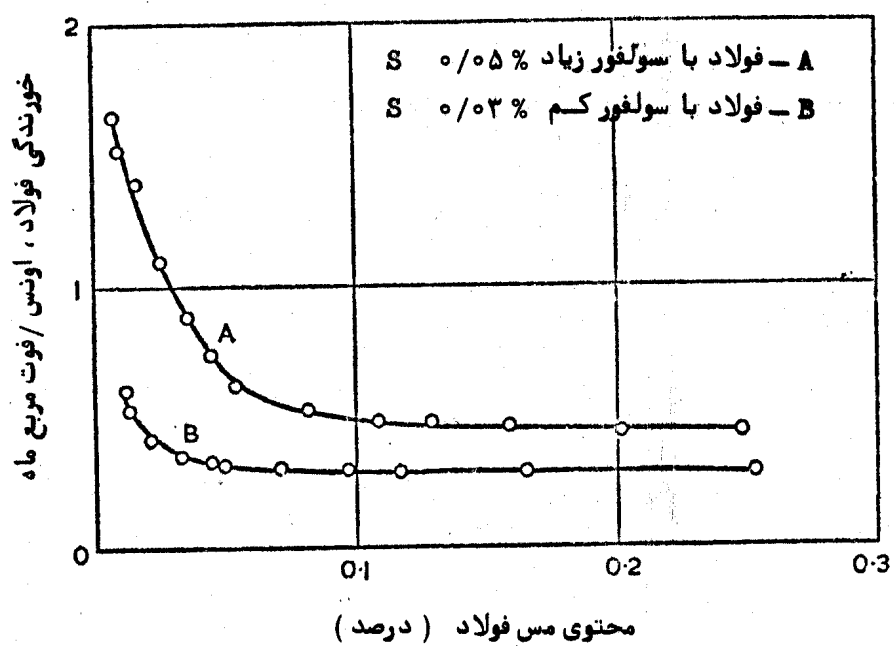
شکل ۱- خوردگی در شکافی از قشر اکسید بر روی سطحی افقی از آهن کمره در محلول کلرور سدیم غوطه ور است .



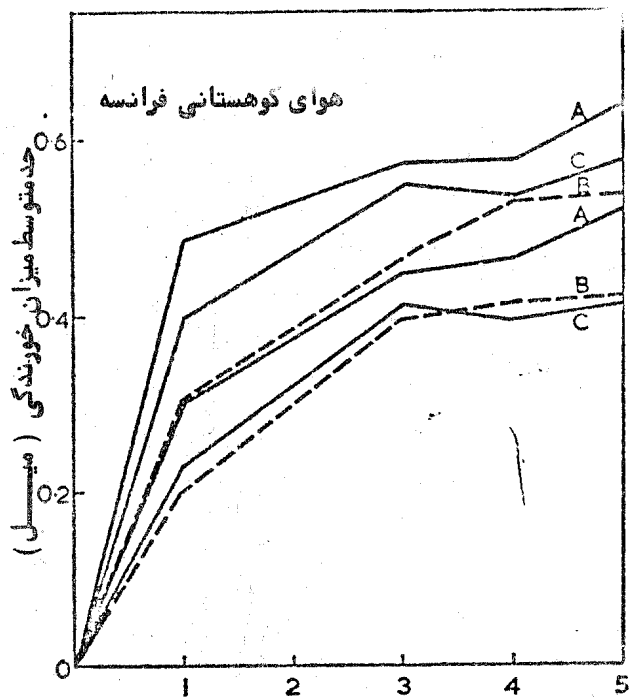
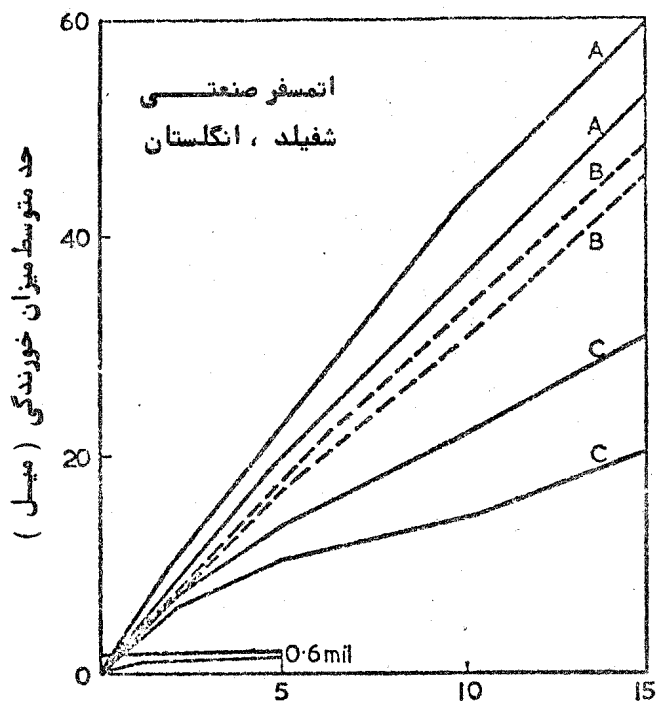
شکل ۲- پیل خوردگی ایجاد شده در اثر اختلاف مقدار اکسیژن



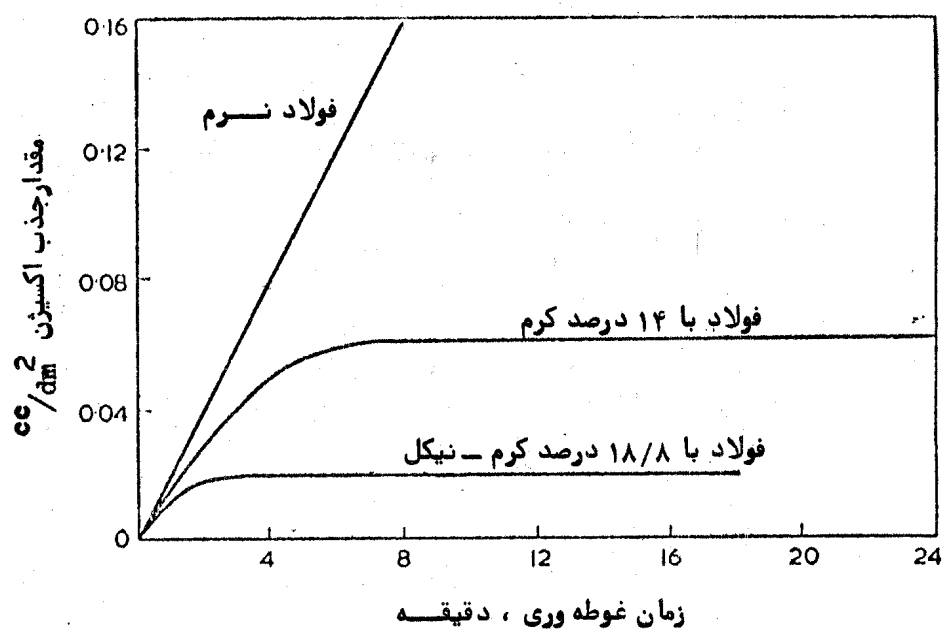
شکل ۳- تغییرات سالیانه در رطوبت نسبی چند آب و هوای نمونه ای



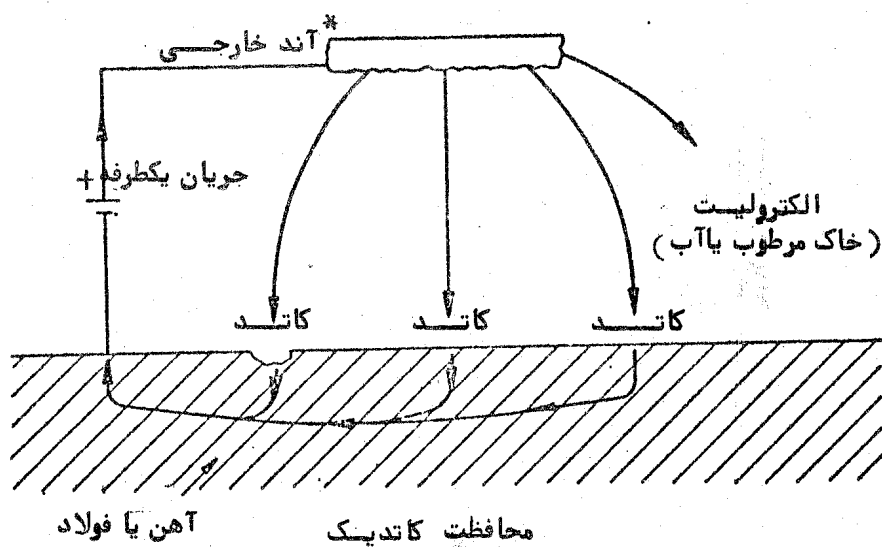
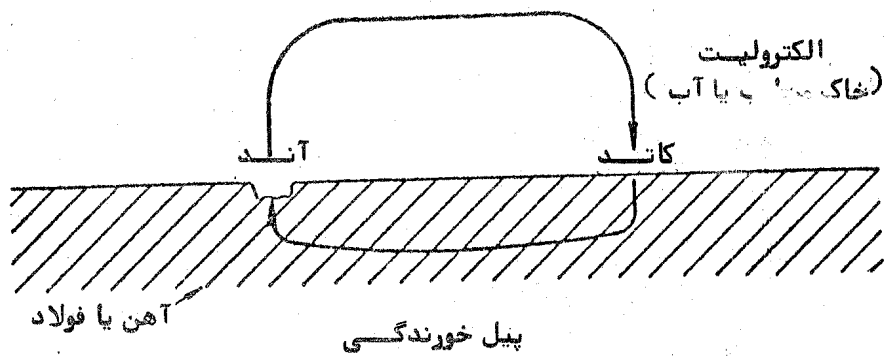
شکل ۴ - اثر محتوی مس بر روی خوردگی فولاد



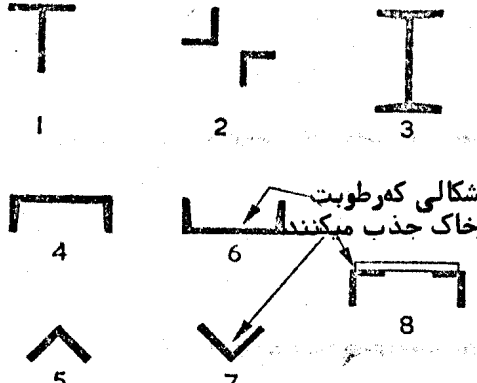
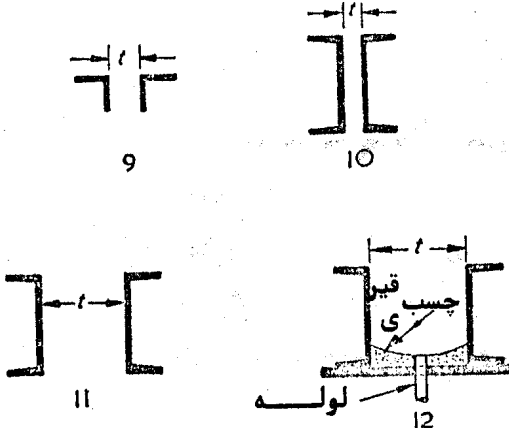
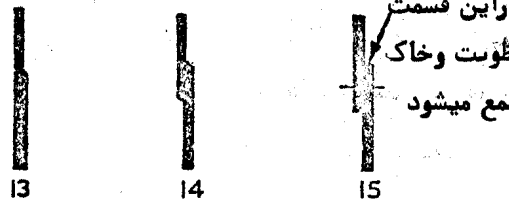
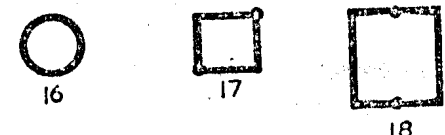
شکل ۵- منحنی های خوردگی بر حسب زمان برای فولاد نرم ، فولاد حاوی مس و فولاد کم عیار در هوای آزاد



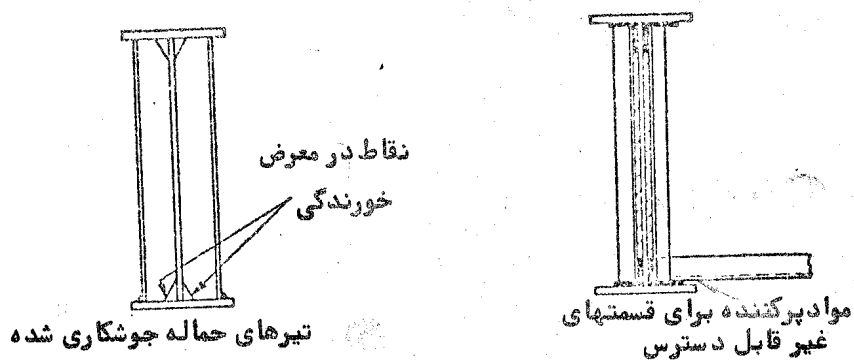
شکل - اثر محافظتی قشر اکسید بر روی فولادهای زنگ نزن



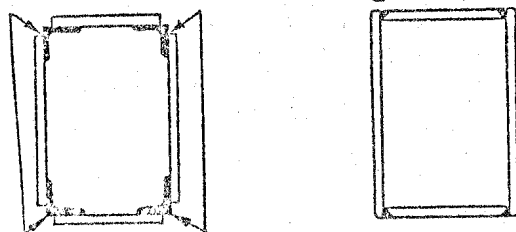
شکل ۷- اصول محافظت کاتدی

 1 2 3 4 5 6 7 8 اشکالی که رطوبت و خاک جذب میکنند	شماره های یک تا پنج طرق قرار دادن مناسب هستند . شماره های ۶ و ۷ مناسب نیستند .
 9 10 11 12 چسب قیر لوله	(۴) باید در حدی باشد که رنگ کردن را مشکل نسازد شماره ۱۱ بهتر از شماره ۱۲ است
 13 14 15 در این قسمت رطوبت و خاک جمع میشود	قسمتهای جوشکاری شده شماره های ۱۳ و ۱۴ بهتر از شماره ۱۵ است .
 16 17 18	شیوهای و قسمتهای جعبه ای جوشکاری شده باید بطریقه صحیح آب بندی شوند در قسمتهای تو خالی که قرار است بطریقه گرم گالوانیزه شوند باید هوا گیر قرار دهند

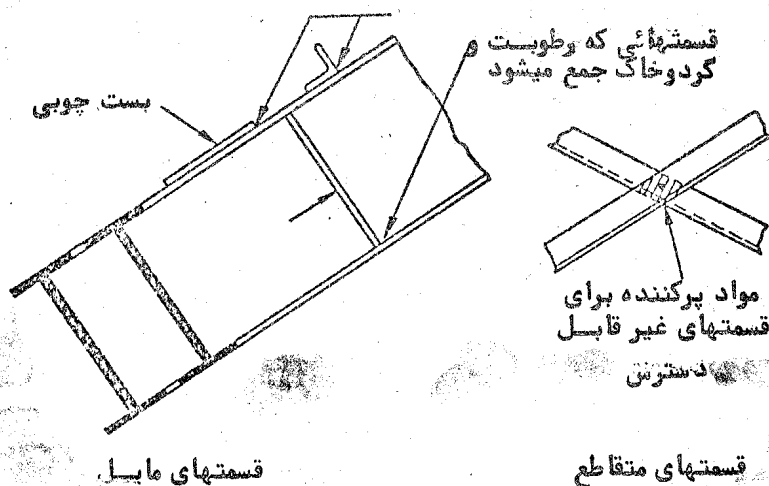
شکل ۸- جزئیات طراحی برای جلوگیری از خوردگی



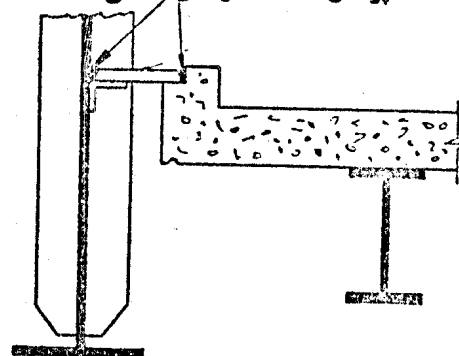
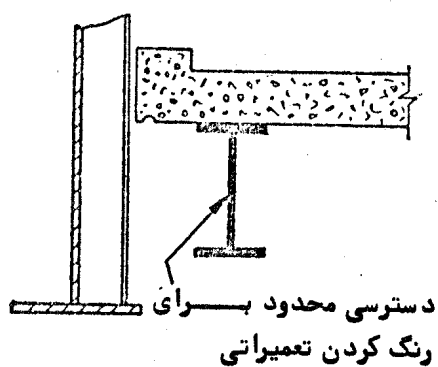
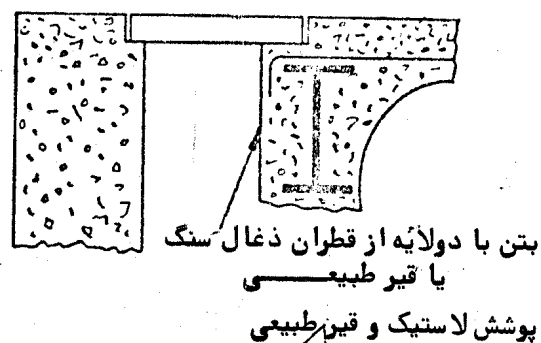
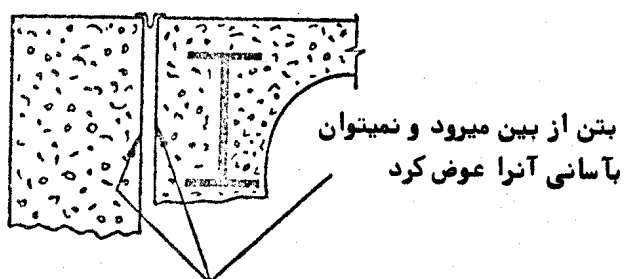
قسمتهای پرچ شده



در طراحی قسمت راست از بوجود آمدن نقاط در معرض خوردگی جلوگیری شده است



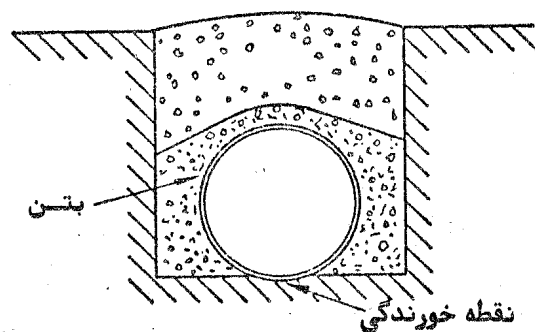
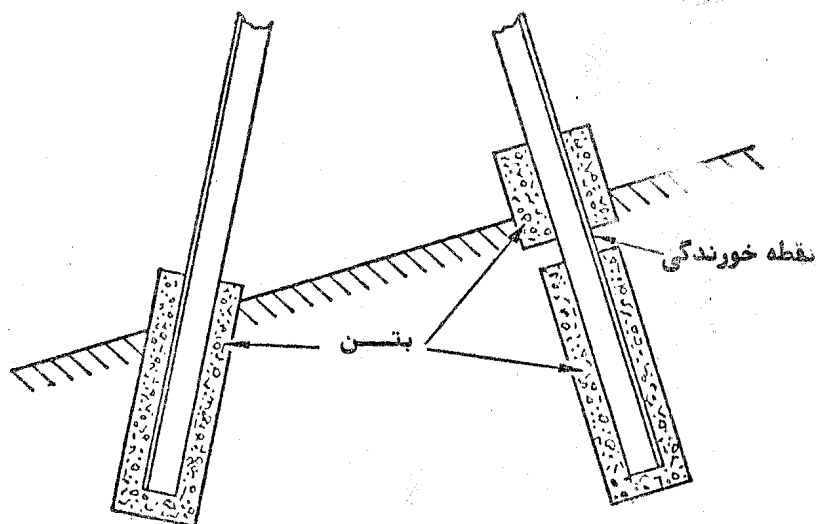
شکل ۹- مثالهایی از نقاط در معرض خوردگی در روی قسمتهای مختلف ابنیه فنی



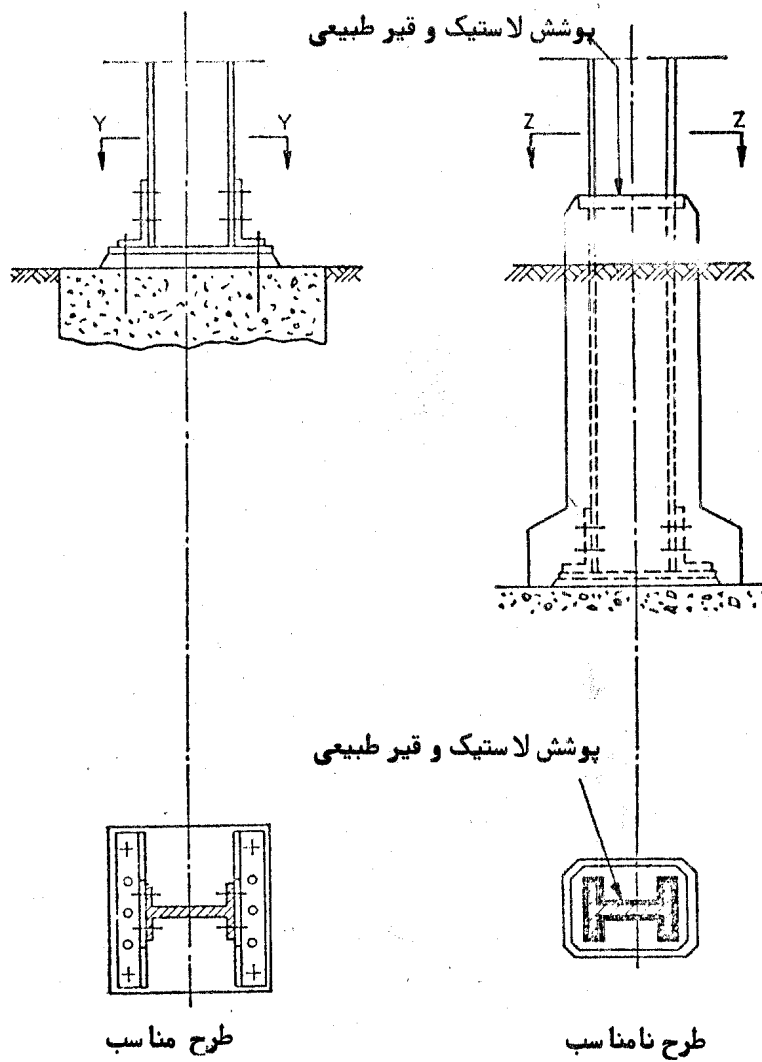
دسترس غیر مناسب

دسترس مناسب

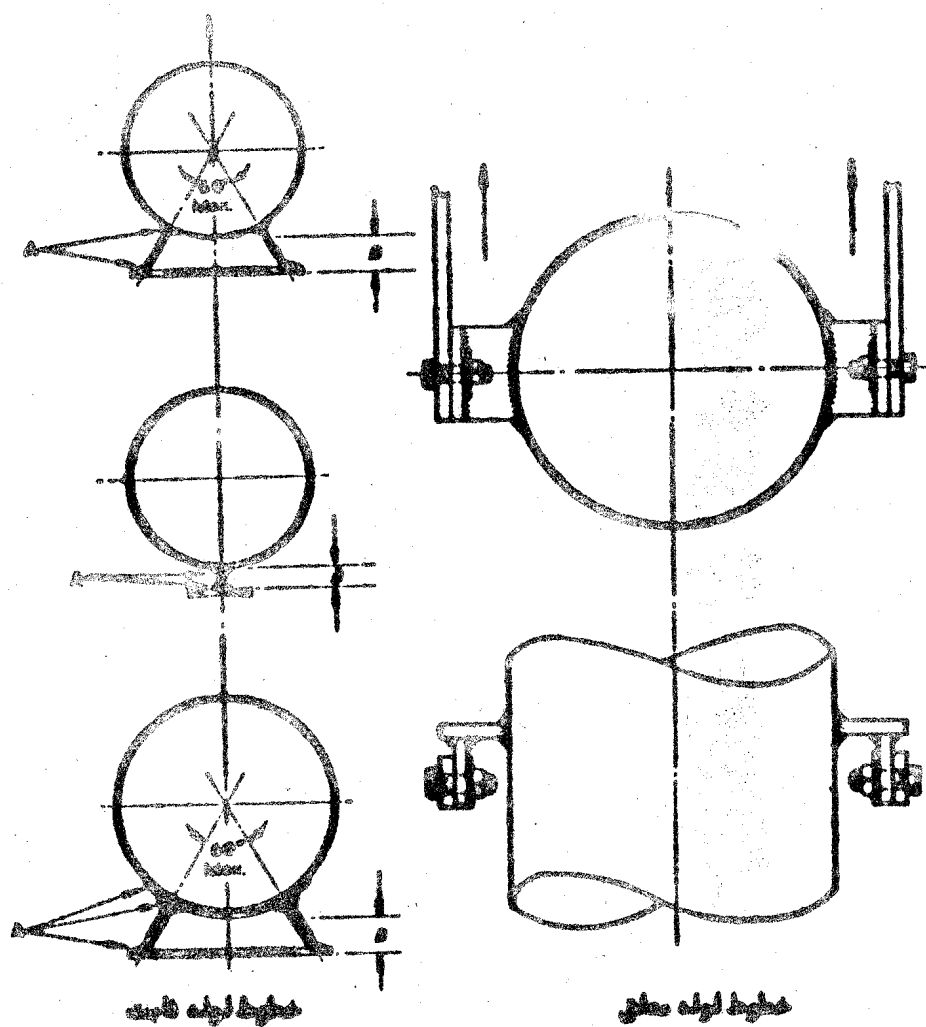
شکل ۱۰- بوجود آوردن نقاط قابل دسترس برای تعمیرات



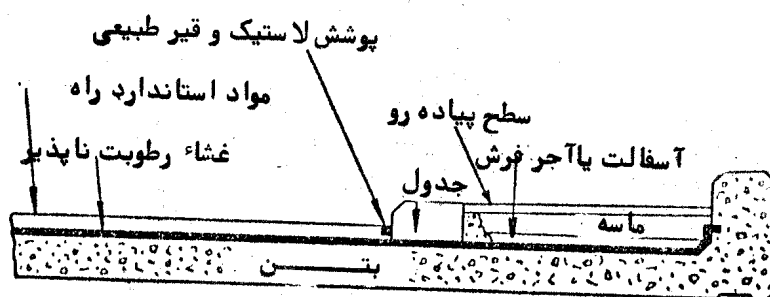
شکل ۱۱- خوردگی فولاد در شکافهای پوشش بتنی



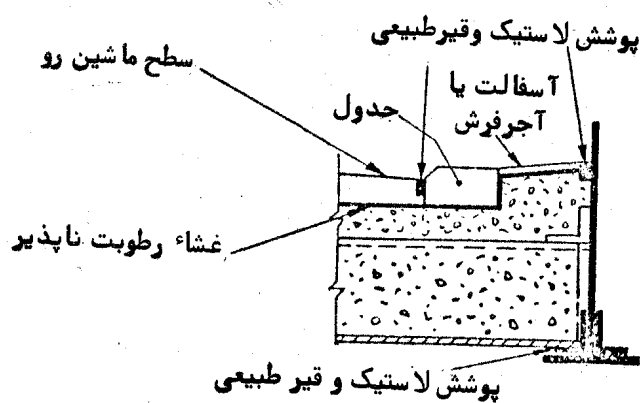
شکل ۱۲- حفاظت پایه ستونها



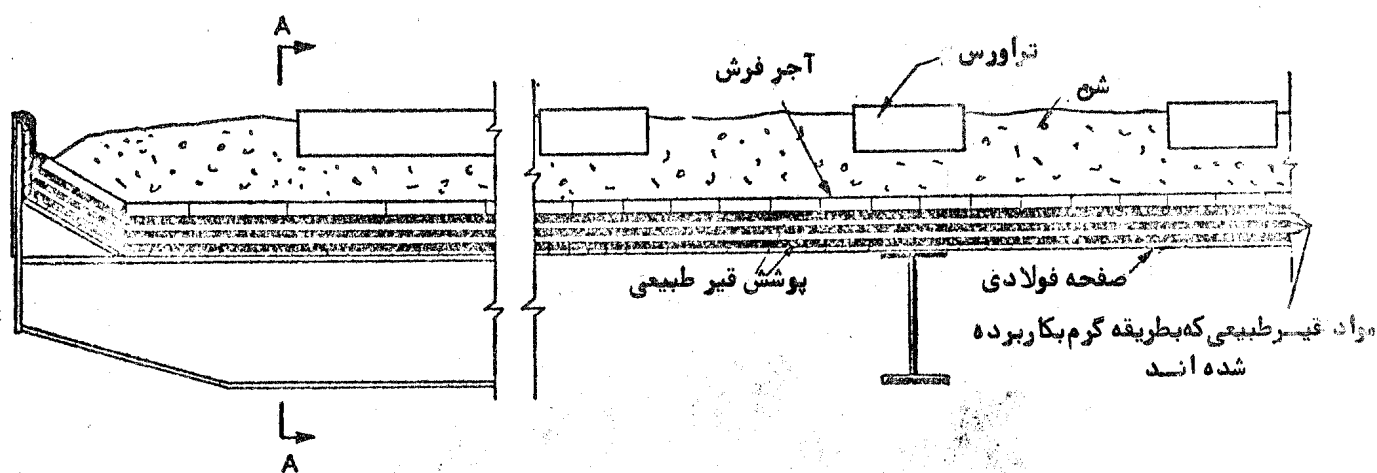
شکل ۱۲ - روش های مختلف ساخت خطوط لوله



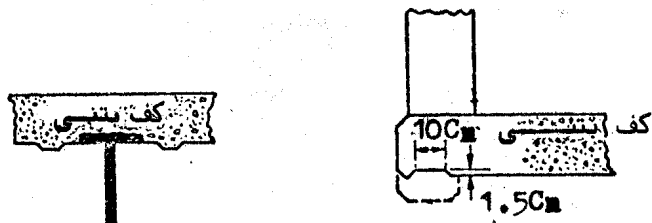
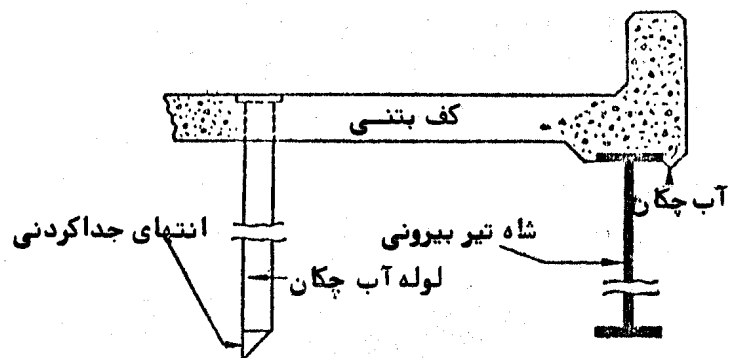
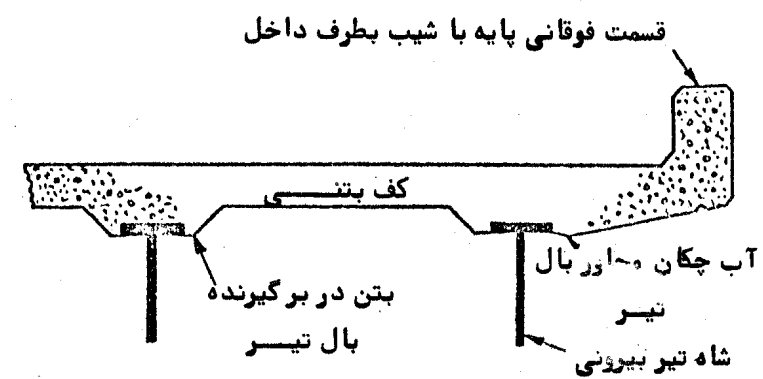
غشاء در زیر سطح ماشین رو



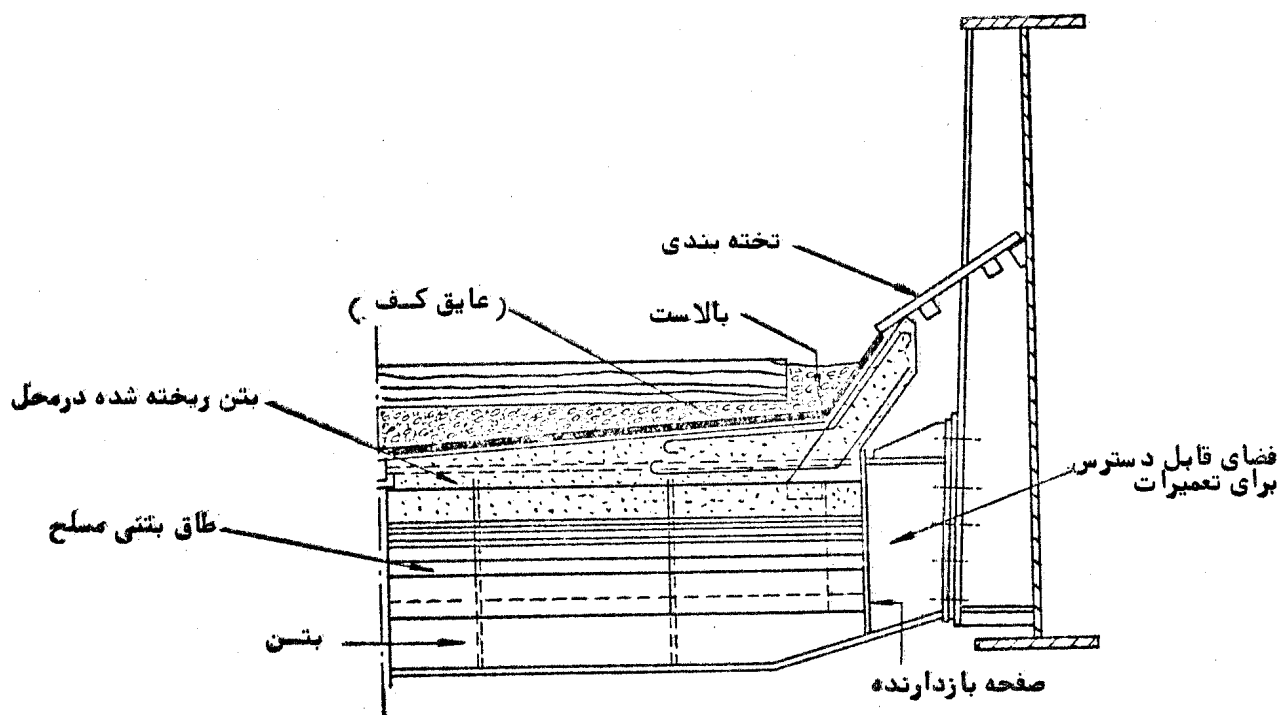
شکل ۱۴- رطوبت ناپذیر کردن کف پلها (پلهای بر روی راه ها)



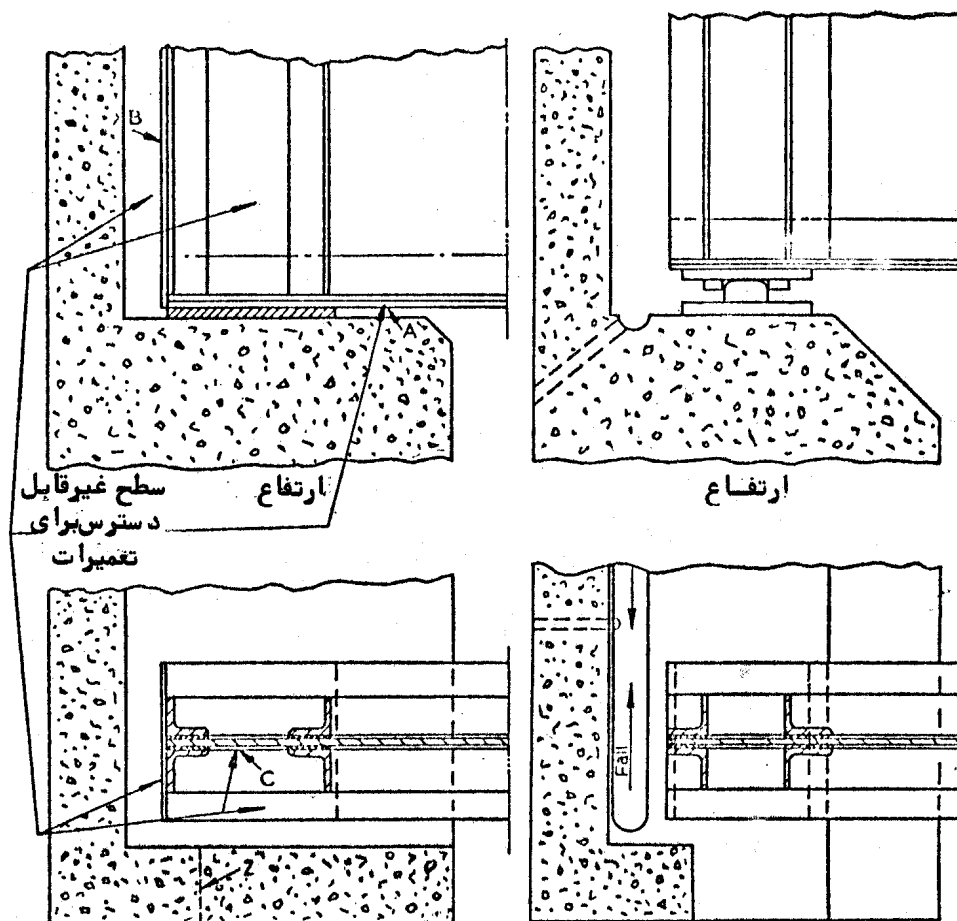
شکل ۱۵- رطوبت ناپذیر کردن پلهای بر روی خطوط راه آه ن



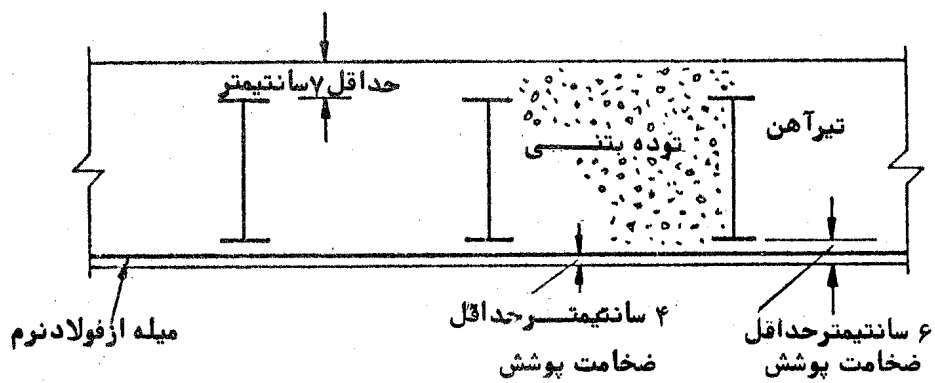
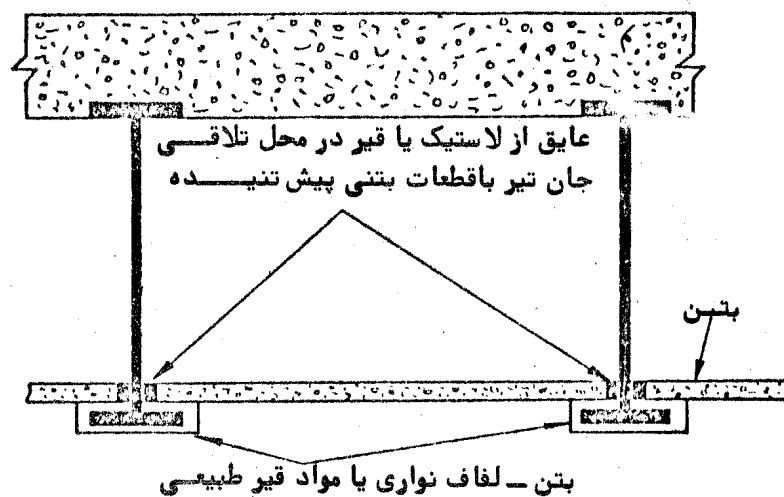
شکل ۱۶- کف پلها - توتیب قرار دادن بتن



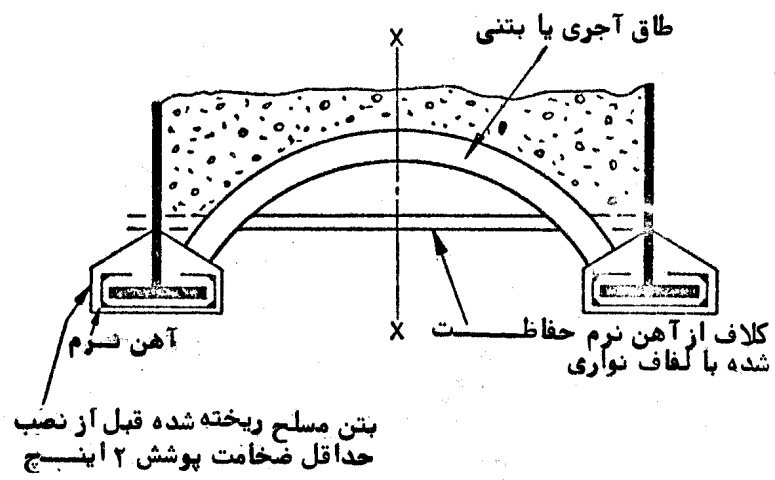
شکل ۱۷- پلها - بوجود آوردن نقاط قابل دسترس برای تعمیرات



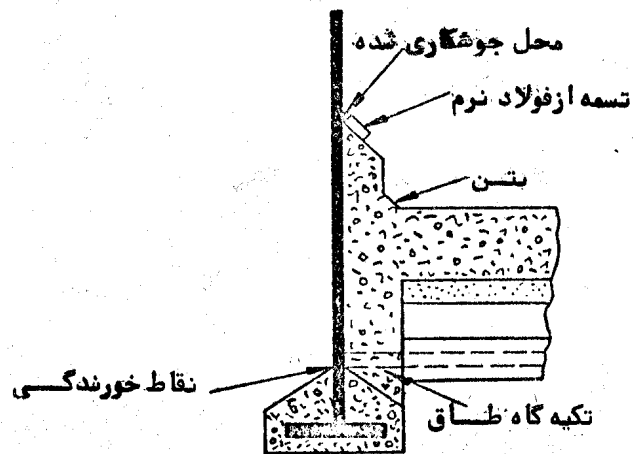
شکل ۱۸- جزئیات طرح برای جلوگیری از خوردگی - تکیه گاه شاه تیر پلها



شکل ۱۹ - پلها - محافظت فلانجهای زیرین

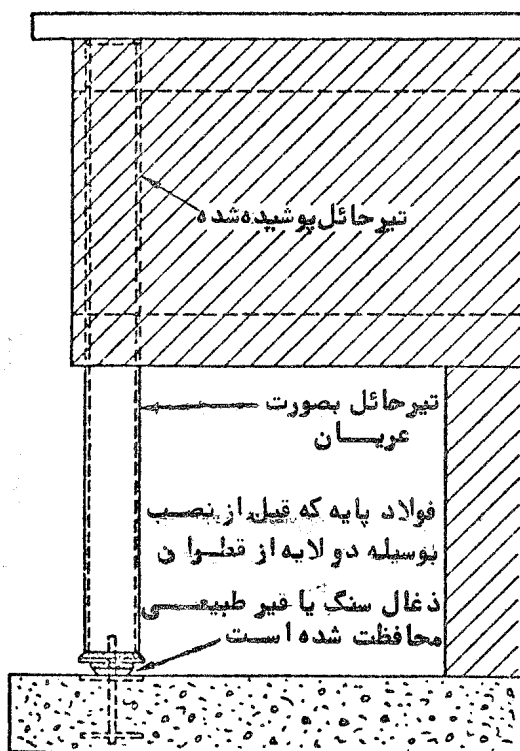


مقطع شاه تیرهای حامل طاق

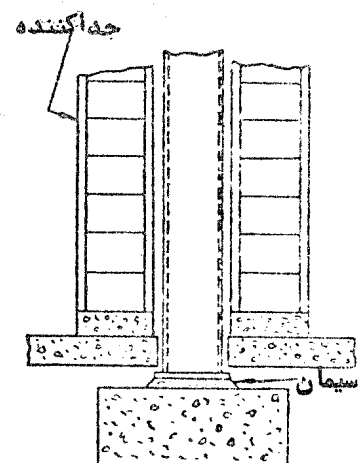
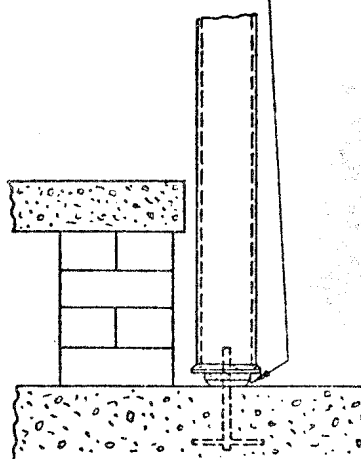


Section on
X-X

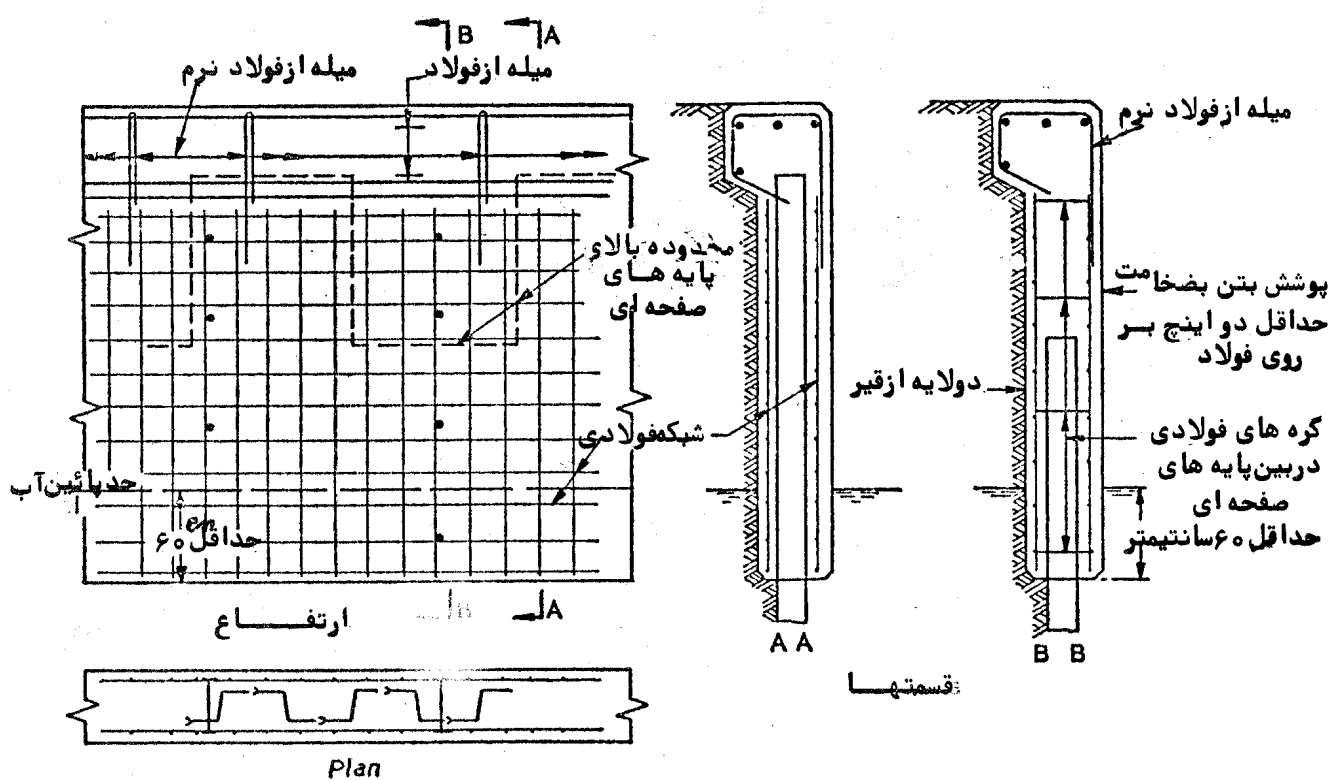
ادامه شکل ۱۹



فولاد پایه که قبل از نصب بوسیله دو لایه از قطران ذغال سنگ یا قیر طبیعی محافظت شده است



شکل ۲۰- مثالهایی از ابنیه فولادی سبک که احتیاج به محافظت اضافی دارند



شکل ۲۱- محافظت پایه های صفحه ای با بتن

بقیه از پشت جلد رو

۲۵۳۵	اردیبهشت ماه	نشریه شماره ۶۱ طرح و محاسبه قابهای شیب دار و قوسی فلزی
۲۵۳۵	خرداد ماه	نشریه شماره ۶۲ نگرشی بر کارکدها و نارسائی های کوی نهم آبان
۲۵۳۵	مرداد ماه	نشریه شماره ۶۳ زلزله های سال ۱۹۶۹ کشور ایران
۲۵۳۵	شهریور ماه	نشریه شماره ۶۴ مشخصات فنی عمومی درزهای انبساط
۲۵۳۵	آبان ماه	نشریه شماره ۶۵ نقاشی ساختمانها " آئین کاربرد "
۲۵۳۵	آذر ماه	نشریه شماره ۶۶ تحلیلی بر روند دگرگونیهای سکونت در شهرها
۲۵۳۵	بهمن ماه	نشریه شماره ۶۷ راهنمایی برای اجزاء ساختمان بناهای اداری
۲۵۳۶	اردیبهشت ماه	نشریه شماره ۶۸ ضوابط تجزیه و تحلیل قیمتهای واحدا قلام مربوط به خطوط انتقال آب
۲۵۳۶	خرداد ماه	نشریه شماره ۶۹ زلزله های سال ۱۹۶۸ کشور ایران
۲۵۳۶	تیر ماه	نشریه شماره ۷۰ مجموعه مقالات سمینار سنتو (بمشرقه های اخیر در کاهش خطرات زلزله)