فصل ۴:انجام تعمیرات با مواد غیر فلزی

۴-۱-تعمیر با کامپوزیت

۴-۱-۱-توضیحات

این روش برای تعمیر لوله ، ظروف تحت فشار، مخازن و ..... کاربرد دارد. در واقع با استفاده از مواد غیر فلزی ، بدون این که مجموعه را از سرویس بهره برداری خارج کننده قابل اعمال است . برای اعمال این روش تعمیراتی می بایست یک سیستم کنترل کیفیت قابل ردیابی می باشد.

در واقع سیستم انجام و اعمال تعمیر تلفیقی از موارد هشتگانه زیر است.

-اجزائی که قرار است تعمیر روی آن انجام شود (لوله، اتصال و .....) می بایست به صورت کامل تعریف و مشخص گردد.

-آماده سازی سطح، درجه آماده سازی مشخص گردد.

- مواد کامپوزیت (Repair-Laminate)

-فیلرو پر کننده غیر فلزی (Filler-Material)

- لایه پرایمر در واقع به عنوان یک چسبنده کامپوزیت را به سطح می چسباند)

-روش اعمال (اجزا به صورت و عنوان آب بند ،پوشش و ..... با توجه به احتیاج و ضرورت)

-زمان خشک شدن

-چسبهای میانی که برای اتصال و چسباندن لایه های مختلف استفاده می شوند.

موارد کامپوزیتی که استفاده می شوند شامل کربن، شیشه (Glass) و آرامید می باشد ولیکن صرفا محدود به این سه ماده نیست . یکی از موارد خیلی پرکاربرد استفاده از فیل رهای کربن در پلیمرهای کربن در پلیمرهای ترموست می باشد (پلی استر ، پلی اورتان ، فنلیک، و نیل استر و یا اپوکسی)

استفاده از این روش تعمیراتی برای مواردی مانند لوله های فرایند، خطوط لوله گاز ، میعانات (سیستم لوله کشی تحت استاندارد ASME B31) ، مخازن ذخیره ، ظروف تحت فشارمرسوم می باشد.

این روش برای عیوبی مانند خوردگی داخلی، خارجی، سایش، کندگی، فرورفتگی قابل استفاده می شود . در صورت استفاده از این روش برای ترک ، ابتدا لازم است سطح سنگ زنی و پس از حدف ترک از آن استفاده

کرد. محدوده بر موارد مذکور از این روش در زمانی که نشتی هم رخ دهد باشد می توان استفاده کرد. عیوب حین ساخت ، نصب نیز با این روش قابل تعمیر و ترمیم هستند.

محدودیت های مربوط به دما و فشار برای این روش تعمیراتی از اهمیت زیاد برخوردار می باشد . بسته به نوع عیب می بایست وضعیت را مشخص کرد. در هر صورت آزمونها کیفیت لازم با توجه به دما و فشار کاری می بایست انجام شود. ولی آزمونهای انجام شده تا دمای ۵۰- درجه سانتیگراد را جواب داده است.

ارزیابی خطر برای این روش تعمیراتی می بایست انجام شود . در ارزیابی خطر مربوط به این روش تعمیراتی موارد ذیل می بایست مد نظر قرار گیرند.

-ماهیت و محلی که عیب وجود دارد.

-شرایط طراحی و بهره برداری مانند فشار و دما

-عمر مورد نظر برای تعمیر

-هندسه محلی که قرار است روی آن تعمیر انجام شود.

-خطرات مربوط به سرویس

-مهارت افرادی که تعمیر را انجام می دهند.

-خطراتی مانند آتش سوزی، انفجار و آثار محیطی روی تعمیر

-حالتهای واماندگی

قابلیت انجام بازرسی فنی

-قابلیت انجام بازرسی فنی

-متریال که برای تعمیر استفاده می شود.

۴-۱-۲-محدودیتها

-محدودیتهای اعمال این روش در فصل یک مشخص شده است.

انجام این روش تعمیراتی برای خوردگی های عمومی ، خوردگی های موضعی، حفره ای، مناسب (Y) می باشد. برای کندگی، ترکهای محیطی و طولی می توان از این روش استفاده کرد ولیکن نیاز به تمهیدات ویژای دارد (R) و برای تورق و تاول هم مناسب (Y) می باشد.

برای این روش تعمیراتی می بایست سیستم کنترل کیفیت جامعی تعریف شود.

۴-۲-۳-طراحی

متغیرهایی که در طراحی می بایست در نظر گرفته شوند به شرح ذیل میباشد.

خواص مورد نیاز و آزمونهایی که برای تائید کیفیت استفاده می شوند یا انجام آن اجباری یا غیر اجباری و یا تحت شرایطی اجباری می باشد . کم‌ترین کرنشی که شکست در آن اتفاق می افتد می بایست از یک درصد بیشتر می باشد. روشهای انجام این آزمون در ISO 527 و ASTMP 3039 عنوان شده است (V,E,S) (استحکام کششی ، مدول الانسیته و.....)

-مدول الاتسیته لغزشی ، درزمان که از این روش برای پیشگیری از نشتی استفاده می شود اجباری است . معیار پذیرشی برای این تست عنوان نشده است ولی روشهای ارجام آن در ASTM D5379 قید شده است.

-ضخامت نیز اجباری است و باید اندازه گیری و از قبل نیز مشخص شده باشد . نه معیار پذیرشی برای آن قید شده و نه استانداردی برای این روش انجام تست.

-انجام آزمون سختی اجباری است و واحد اندازه گیری مشخص شود ولیکن معیار پذیرش برای آن تعریف نشده است و روشهای انجام آن در BS-EN-59 ، ISO868، ASTMD2583، ASTMD240 قید شده است.

-اندازه گیری و ضریب انبساط حرارتی اجباری است، معیار پذیرشی برای آن وجود ندارد و استانداردهای انجام آن ISOLL359-2 و ASTM E831 می باشد.

-وضعیت انتقال دما برای زمانی از این روش در دمای بالاتر از دمای تخریب گرمایی (HDT) استفاده می شود اجباری است و باید حداکثر دمای کاری کامپوزیت را بدست آوریم (Tg)

-دمای تخریب گرمائی ، اجبارا در دماهای کاری بالاتر از Tg انجام شوند، معیارپذیرش ندارد و روشهای انجام تست در ISO75 و ASTMD648 قید شده است.

-برای حالتی که نشتی رخ داده ، انجام آزمونهای بر اساس ضمینه VI از ASME PCC_2 ضروری است.

-سرعت آزاد شدن انرژی (Y) نیز برای حالتی که نشتی وجود دارد اجباری است و روش انجام تست مرحله در Appendix IV از ASME PCC_2 عنوان شده است.

-اندازه تنش لغزشی اجرائی در دراز مدت اختیاری است و استحکام آن برای مدت ۱۰۰۰ ساعت انجام شود. معیار پذیرش آن برابر با ۳۰ درصد مجدد مربوط به تنش لغزشی چسبندگی است . روش انجام تست در Append II-2 از ASME PCC_2 قید شده است.

-برای استحکام کل سازه ، اجباری است و به نوعی عمان تست پارگی یا Burst-Test است که در Appendix از ASME PCC_2 قید شده است. در این شرایط که هوپ استرس به استحکام نهایی شکست می رسد. ناحیه ای که با کامپوزیت تعمیر شده است نباید دچار واماندگی شود.

-محاسبه استحکام برای دراز مدت،اختیاری است. این روش تا حدودی همان بررسی پذیری خزش است که در Appendix V از ASME PCC_2 ، ASTMD2990 و ASTEM2992 توضیح داده شده است.

-برای لوله های زیرزمینی انجام آزمونهای جدایش کاتدی بر اساس ASTM G8 ، ASTM G42 و ASTM G95 اجباری است.

-روش بررسی خستگی و نیروهای سیکلی در استانداردهای 14692 O و ISO24817 توضیح داده شده است و انجام است تست اختیاری است.

-آنالیز شیمیایی اختیاری است و استانداردهای روش تست هم ASTM D543 ، ASTMC581 ، ASTM D3681 و ISO 10952 می باشد.

-محاسبه مدول فشاری اجباری است و آزمونهای مربوطه نیز بر اساس استانداردهای ASTMD695 ، ASTMD6641، ISO604 و ISO14126 می باشد.

برای تائیدیه روش تعمیراتی کامپوزیت دو نوع آزمون کوتاه مدت و بلند مدت می بایست انجام شود . درآزمونهای کوتاه مدت می بایست آزمون کشش انجام داده ها زیر برداشت شوند.

استحکام نهایی شکست

-درصد تغییر طول و یا کرنش (Strain) کششی و مدول الانستیه هم در راستای محیطی و هم در راستای طولی

-سرعت آزاد شدن انرژی حین شکست (اختیاری است)

نتایجی هم که در آزمونهای بلند مدت به دست می آیند عبارتند از

-استحکام چسبندگی بین کامپوزیت ، سطح و لایه های مختلف

-کرنش دراز مدت کششی (اختیاری است)

-منظور از آزمونهای بلند مدت، آزمونهایی است که در زمان بیشتر از ۱۰۰۰ساعت انجام شوند.

اطلاعات بهره برداری، تاریخچه تعمیرات، فشار ، دما سرعت رشد عیوب، حالت احتمالی شکست و واماندگی، ارزیابی عیب موجود بر اساس API 579 یا ASME B31G (بر اساس خطوط لوله انتقال) و..... می بایست جمع آوری و انجام گردد.

در حالت طراحی این روش تعمیراتی (Type A) ، صرفا جبران استحکام از دست رفته ملاک می باشد و استفاده از کامپوزیت جهت پیشگیری و آب بند نشتی مد نظر نمی باشد.

در روش تعمیراتی دوم علاوه بر جبران استحکام، پیشگیری از نشتی و انجام آب بندی هم لحاظ شود (Tape B)

آیتم موثر اول در انجام این نوع تغییر دما می باشد . برای تعمیر Tape A حداکثر دمای قابل قبول برای سرویس بهره برداری می بایست ۲۰ درجه سانتیگراد از دمای انتقال مواد کامپوزیتی (Tg) و ۱۵ درجه از دمای اعوجاج و تغییر شکل آن (Heat- Distortion –Temperature =HDT) کمتر می باشد. ولیکن برای زمانی که در لوله یا ظرف تحت فشار نشتی رخ می د هد. و استفاده از کامپوزیت به عنوان آب بند هم مدنظر است دما قابل قبول باید ۳۰درجه از Tg و ۲۵ درجه از دمای HDT کمتر باشد.(جدول۲) برای دمای فاکتوری به نام FT تعریف می شود. حداکثر عدد قابل قبول برایFT برابر با یک می باشد.

$$F_T=6*10^{-5}(T_m-T_d)^2+0.001(T_m-T_d)+0.7014$$

در رابطه مذکور Td دمای بهره برداری و Tm حداکثر دمای مجاز برای انجام تعمیرات که نحوه محاسبه آن عنوان شد.

وقتی تعمیر انجام می شود دو حالت وجود دارد یا هوپ استرس لوله یا ظرف تحت فشار از تنش تسلیم بزرگتر می شود و یا از تنش تسلیم کمتر است . در حالتی که لوله و یا ظرف فشار دچار تسلیم (Yeild) نمی شود .یکی از روابط محاسبه حداقل ضخامت لایه کامپوزیت از رابطه ذیل به دست می آید

در رابطه مذکور D قطر لوله یا ظرف،S تنش مجاز برای لوله یا ظرف (بر اساس ASME B31.3 و یا ASME II PartD)، E_S مدول الاستیته فلز پایه، E_C مدول الاستیته کامپوزیت، P فشار داخلی طراحی و PS فشار مجاز با حضور عیب می باشد.

برای زمانی که فلز پایه (لوله یا ظرف، دچار تسلیم می شوند . یک از فرمولهای محاسبه ضخامت برای کامپوزیت به شرح ذیل می باشد

T_{repair} ضخامت طراحی برای لایه تعمیری کامپوزیت ، ε_C حداقل کرنش مجاز محیطی T_S ضخامت باقی مانده لوله یا تجهیز و E_a مدول الاستیته کامپوزیت در جهت طولی می باشد.

۴-۲-۴- ساخت

ضخامت لایه تعمیری مجموع ضخامت چند لایه است . تعداد لایه ها و ضخامت هر دو لایه می بایست مشخص شود. برای تائید متریال و انجام مراحل تست می بایست طرح کیفی می بایست تهیه گردد.