

تکمیل نصب مکانیکی " (Mechanical Completion) در پروژه های پتروشیمی

محمد صادقی راد *^۱ هومن نیک ذات^۲ محسن نجیمی^۳

چکیده

موضوع تدوین و بکارگیری دستورالعمل مناسب جهت "تکمیل نصب مکانیکی" (Mechanical Completion) از موضوعاتی است که مدت زمانی است مورد توجه پروژه های نفت، گاز و پتروشیمی می باشد. این دستورالعمل سبب ایجاد هماهنگی بین شرکت ها و واحدهای مختلف دست اندرکار در راه اندازی و بهره برداری اولیه از واحدهای پتروشیمی شده و محدوده وظایف و مسوولیت های مجری طرح، دستگاه بهره بردار و چگونگی تشکیل و فعالیت کمیته های ناظر بر راه اندازی و بهره برداری اولیه را تشریح می کند.

این مقاله بر اساس بررسی و مطالعه موردی انجام شده در پروژه فاز سه پتروشیمی پردیس عسلویه تهیه گردیده و هدف آن تشریح و روشن تر ساختن اهمیت دستورالعمل نحوه تکمیل و تحویل سیستم ها و تدوین مناسب آن می باشد. در این راستا کارگروهی مشتمل بر مدیران چند پروژه مشابه، در شرکت نام آوران دلواری تشکیل و پس از چند ماه بررسی و مطالعه، نتایج ارائه شده در این مقاله بدست آمد. با توجه به آنکه بر اساس هاب های تعریف شده، پروژه های پتروشیمی در کشور در حال گسترش می باشد، اهمیت موضوع دو چندان می گردد و نتایج بدست آمده می تواند در بهبود عملکرد نصب و راه اندازی در این پروژه ها موثر باشد.

در این مقاله مفهوم "تکمیل نصب مکانیکی" و نظر شرکت توتال (متد OPERCON) و شرکت ملی صنایع پتروشیمی ارائه می شود. شرح کار مربوط به "تکمیل نصب مکانیکی" و همچنین موضوع MC BOOK نیز در بخش انتهایی مورد توجه قرار خواهد گرفت.

واژه های کلیدی: تکمیل نصب مکانیکی، Mechanical Completion، پتروشیمی، دستورالعمل

۱- مدیر مهندسی پروژه فاز سوم پتروشیمی پردیس عسلویه، m.sadeghirad@ndec.ir، شرکت نام آوران دلواری (NDEC)

۲- مدیر پروژه فاز سوم پتروشیمی پردیس عسلویه، h.nikzat@ndec.ir، شرکت نام آوران دلواری (NDEC)

۳- مدیر پروژه فاز دوم پتروشیمی کرمانشاه، m.najimi@ndec.ir، شرکت نام آوران دلواری (NDEC)

مقدمه

کشور ایران یکی از بزرگترین تولیدکنندگان و صادرکنندگان نفت و گاز جهان به شمار می آید. از این رو توسعه این صنعت یکی از عوامل کلیدی موفقیت کشور است. طبق گزارش "عملکرد سال ۱۳۹۴ صنعت پتروشیمی" [۱] ۶۶ طرح پتروشیمی از برنامه پنجم و ۳ طرح پیشتاز برنامه ششم در نقاط مختلف کشور از جمله منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی ماهشهر، منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس (عسلویه) و سایر مناطق در دست اجرا می باشد. از سوی دیگر در گزارش "معرفی طرح های پتروشیمی" [۲] هاب های در دست بررسی مطابق شکل زیر مشخص شده اند:



شکل ۱: وضعیت پتروشیمی در ایران

در شرایطی که رقابت جهانی و همچنین داخلی بیش از پیش فعالیت در حوزه پروژه های نفت، گاز و پتروشیمی را برای شرکت ها تنگ و تنگ تر نموده است، بنابراین بهره برداری بهینه، اقتصادی، صحیح و بهنگام از واحد های پتروشیمی می تواند در این مورد موثر باشد، همچنین تجربه فعالیت سالیان متمادی در پروژه های پتروشیمی نشان داده است که بسیاری از ایرادهایی که در زمان بهره برداری وجود دارند، مربوط به زمان راه اندازی اولیه و بهره برداری اولیه بوده و در واقع به دلیل نبود راهکار مشخص، این ایرادها در زمان مناسب برطرف نشده و در زمان بهره برداری واقعی و پایدار، بهره بردار را دچار چالش های اساسی می نمایند. لذا تعریف راه کار مناسب و ارائه دستورالعملی در این خصوص از اهمیت ویژه ای به خصوص در راستای کاستن از مشکلات بهره بردار در هنگام بهره برداری از واحدها خواهد داشت. ارائه دستورالعمل، در واقع ایجاد یک معیار و سیستم مشخص و یکنواخت به منظور انجام عملیات جامع «پیش راه اندازی» بخش ها و سیستم های واحدهای آماده پیش راه اندازی، اعم از فرایندی و غیر فرایندی جهت «تکمیل نصب مکانیکی» می باشد. توجه به بهبود عملکرد در تکمیل نصب مکانیکی از اهمیت ویژه ای جهت راه اندازی صحیح برخوردار است که در این مقاله مورد توجه قرار گرفته است.

مفهوم "تکمیل نصب مکانیکی" (Mechanical Completion)

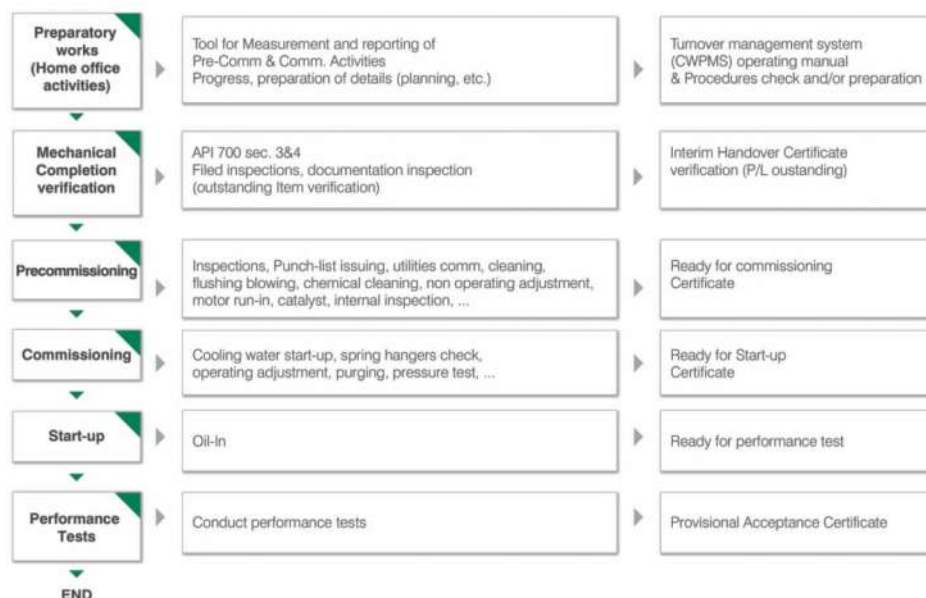
کارشناسان فعال در بخش نصب و راه اندازی بر این موضوع تاکید دارند که وجود یک سازمان منظم و یک دسته بندی و برنامه عملیاتی مناسب از ضروریات پیشبرد پروژه در مقطع نصب و راه اندازی است. دستورالعمل مناسب که در آن روند انجام فعالیت ها و همچنین بحث مجوزها و مسئولیت ها شفاف و مشخص باشد، سبب می شود کار نصب و متعاقب آن پیش راه اندازی و راه اندازی روان تر و با دقت بیشتری پیش رود. از آنجائیکه هر تیم راه اندازی با هر اخلاق و فرهنگ کاری، می بایست بر اساس یک سیستم، مسیر راه اندازی را طی نماید، لازم است تا بتوان افراد و دست اندرکاران را از طرق مختلفی مانند آموزش، برنامه ریزی، تدوین دستورالعمل ها، فرهنگ سازی و ... به سمت یک بهره مندی خوب از این متدلوژی هدایت نمود و دستور العمل "تکمیل نصب مکانیکی" در این زمینه می تواند نقش مناسبی را ایفا نماید.

طبق استاندارد PMBOK [۳] یک پروژه شامل ۵ مرحله به شرح زیر می باشد: شروع به کار یا Initiating، برنامه ریزی یا Planning، اجرا یا Executing، کنترل یا Controlling، خاتمه یا Closing. موضوع "تکمیل نصب مکانیکی" یکی از موضوعات مهم بخش خاتمه یا Closing می باشد که در پروژه های پتروشیمی از اهمیت بالایی برخوردار است. از آنجائیکه تمامی سطوح اجرایی و مهندسی پروژه درگیر مقوله نصب/اجرا، پیش راه اندازی و راه اندازی خواهند بود؛ می بایست این عوامل را با ابزارها و روشهای مختلف در راه اندازی با بهره گیری از متدلوژی "تکمیل نصب مکانیکی" آشنا و با یکدیگر هماهنگ شوند. این امر محدود به یک بخش نبوده و باید از پیمانکاران جزء تا کارفرما آموزشهای مرتبط و لازم را گذرانده باشند. چک لیست جامعی جهت تایید "تکمیل نصب مکانیکی" توسط API شماره API-700 با عنوان "Check List for Plant Completion" [۴] ارائه شده است که می بایست در بحث "تکمیل نصب مکانیکی" مد نظر قرار گیرد.

توجه به بحث "تکمیل نصب مکانیکی" و راه اندازی، سبب شده که شرکت های بزرگ فعال در پروژه های نفت و گاز و پتروشیمی مانند شرکت توتال فرانسه اقدام به تولید متدلوژی مدیریت "تکمیل نصب مکانیکی" بنمایند. اپرکام OPERCOM نام تجاری متدلوژی مدیریت پیش راه اندازی و راه اندازی شرکت توتال فرانسه است. این متدلوژی تلاش می کند از طریق برنامه ریزی دقیق نسبت به، انتقال هر چه سریعتر کار از تیم اجراء به تیم راه انداز و نیز انجام عملیات راه اندازی در کمال ایمنی اقدام نماید؛ کسب بالاترین کیفیت و راندمان در انجام راه اندازی به نحوی که ثبات و استحکام در آن مشهود باشد مورد نظر خواهد بود. بدیهی است انجام این فعالیتها می بایست برای پروژه اقتصادی و مقرون به صرفه باشد. متدلوژی OPERCOM در پروژه توسعه میدان پارس جنوبی از زمان ورود شرکت توتال مطرح شد. وجود بیش از ۳۹۰ دستورالعمل در ۲۰ دیسپلین مختلف در حوزه پیش راه اندازی تا مرحله Startup نشان دهنده توانمندی های بالا و کاربردی این متدلوژی است که در طی ۲۰ سال گذشته در پروژه های مختلفی در اقصی نقاط جهان از آن استفاده شده است. این متدلوژی به دنبال دست یابی به شش عنصر: اجرای مطمئن، انجام کار مطابق برنامه ریزی، ایمنی در بالاترین سطح ممکن، بالا بردن راندمان و کیفیت، ثبات و استحکام در راه اندازی و رعایت اقتصادی بودن عملیات می باشد. مهمترین زمینه لازم برای تحقق اپرکام، ایجاد بانک اطلاعاتی موسوم به ICAPS (Integrated Commissioning And Progress System) باشد. مهمترین نقضی که بر اپرکام و نرم افزار ICAPS وارد باشد، عدم دخالت زمان و نبود برنامه زمانبندی در ساختار این نرم افزار است. لذا لازم است تا با کمک سایر ابزار و روشها، یک برنامه ریزی دقیق و مناسب برای این فعالیت ها صورت پذیرد. در مدل اپرکام اتمام عملیات پیش راه اندازی با صدور

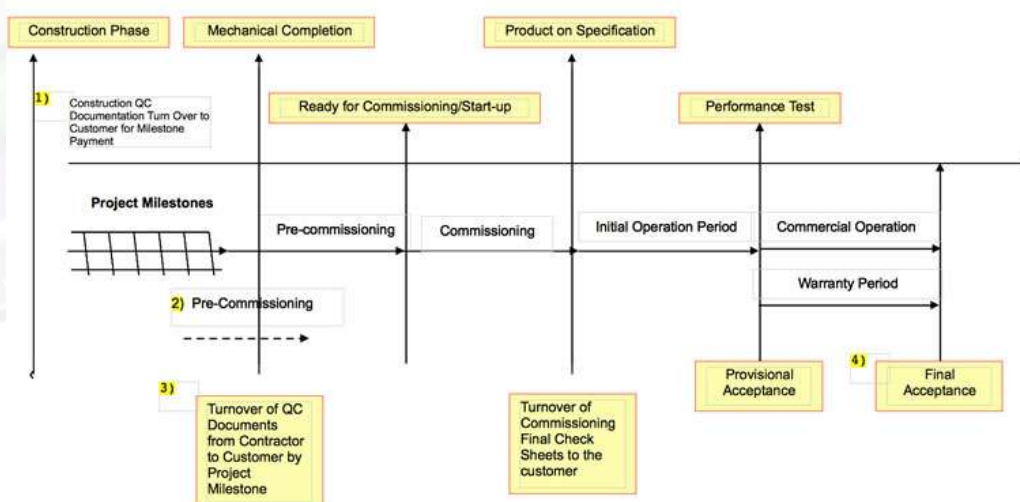
سند RFC (Ready For Commissioning) مشخص می گردد، این سند مجوزی برای آغاز عملیات راه اندازی است که توسط کارفرما صادر می گردد.

در مورد آنکه "تکمیل نصب مکانیکی" مرحله شروع پیش راه اندازی یا مرحله شروع راه اندازی است اختلاف نظر وجود دارد. شرکت ISS (INTEGRATED SERVICE SOLUTIONS) [۵] به عنوان یک نمونه روند خاتمه یک پروژه را به شکل زیر شرح داده و "تکمیل نصب مکانیکی" را قبل از پیش راه اندازی قرار می دهد:



شکل ۲: چارت مراحل خاتمه کار پیشنهادی شرکت ISS

شرکت aqc-construction [۶] نیز به عنوان نمونه دیگر نظریه مرحله شروع پیش راه اندازی را قبول داشته و فلوچارت زیر را ارائه می نماید:



شکل ۳: تعریف "تکمیل نصب مکانیکی" مرحله شروع پیش راه اندازی

اما شرکت توتال در OPERCOM و همچنین شرکت ملی صنایع پتروشیمی، مرحله شروع راه اندازی را به عنوان "تکمیل نصب مکانیکی" در نظر می گیرند.

متدلوژی شرکت ملی صنایع پتروشیمی

پروژه های پتروشیمی به عنوان یکی از دسته پروژه های پیچیده و عظیم در دنیا، که دارای تجهیزات بسیار گران هستند (که مدت زمان تامین و ساخت این تجهیزات نیز طولانی است)، اهمیت بیشتری به انجام صحیح و برنامه ریزی شده فعالیت های نصب و راه اندازی می دهند. در این مورد شرکت ملی صنایع پتروشیمی اقدام به تدوین دستور العملی با عنوان "دستورالعمل نحوه تکمیل و تحویل سیستم ها" با شماره ۳۱-۰۲-۱۰۱ در ۱۸ صفحه نموده است .

شرکت ملی صنایع پتروشیمی چارت زیر را برای فرایند "تکمیل نصب مکانیکی" در دستورالعمل "نحوه تکمیل و تحویل سیستم ها (MCP & HOS)" [۷] خود تعقیب نموده است:



شکل ۴: چارت روند مستند سازی "تکمیل نصب مکانیکی" (دستورالعمل شرکت ملی صنایع پتروشیمی)

فرمت A اعلام تکمیل نصب مکانیکی، فرمت B پانچ لیست مربوط به فرمت A، فرمت C آماده بودن جهت شروع پیش راه اندازی (رفع پانچ لیست) فرمت B، و فرمت D آماده بودن جهت شروع راه اندازی است.

در موضوع "تکمیل نصب مکانیکی" تعاریفی وجود دارد که می بایست مد نظر قرار گیرد:

- پیمانکار: شرکت یا گروه هایی که در سایت کار اجرایی را به عهده دارند.
- کارفرما: شرکتی که صاحب پروژه می باشد
- مهندسی: شرکت مهندسی مشاور که کارهای مهندسی پروژه توسط ایشان انجام می شود
- بازرسی فنی: شرکتی که بازرسی در سایت را انجام می دهد
- MC: شرکتی که مدیریت طرح را بعهده دارد (Management Consultant)
- تیم پیش راه اندازی و راه اندازی: تیمی متشکل از پرسنل بهره بردار که وظیفه نظارت برپیش راه اندازی و راه اندازی را به عهده دارند.

➤ QC Form: Quality Control Form

➤ MC Book: Mechanical Completion Book

➤ Mechanical Completion Protocol :MCP

➤ Hand Over System :HOS

➤ پیش راه اندازی (Pre-Commissioning) : عبارت است از انجام کلیه فعالیتهایی که لازمه تکمیل نصب مکانیکی واحد می باشد. بررسی تطابق آنچه که نصب شده با آنچه در نقشه های مهندسی آورده شده است و انجام تست های سرد تجهیزات (تجهیزات برق دار نیستند) و انجام فلشینگ و تست های تحت فشار پایپ ها در قالب Test Package را پیش راه اندازی می نامند.

➤ تکمیل نصب مکانیکی (Mechanical Completion) مرحله ای است که کلیه فعالیتهای نصب و پیش راه اندازی به اتمام رسیده و واحد آماده راه اندازی می باشد.

➤ راه اندازی (Commissioning): تست های تجهیزات پس از برق دار شدن (Live Test) و تست های با موادی شبیه با مواد اصلی بخشی از مرحله راه اندازی می باشد. برق دار کردن تابلوهای برق و ابزار دقیق، تست بدون بار موتورها (Solorun) و اطمینان از عملکرد لوپ های کنترلی از دیگر تست های این بخش می باشد.

➤ استارت آپ مقدماتی (Pre-Startup): پس از تست های راه اندازی و قبل از ورود خوراک لازم است کلیه تجهیزات دوار اعم از پمپ ها، کمپرسورها، توربین ها و بلوئرها در نزدیکترین شرایط به شرایط نرمال قرار گیرند، که این مورد در استارت آپ انجام می شود. همچنین در این مرحله مواد شیمیایی و کاتالیست ها در تجهیزات مربوطه شارژ می شود.

➤ استارت آپ (Startup): در این مرحله خوراک اصلی وارد پلنت شده و راه اندازی تدریجی واحدهای پلنت و پایدارسازی آنها جهت تولید محصور صورت می پذیرد. معمولاً پایداری سازی واحدها مختلف و رسیدن به تولید محصول با کیفیت تعریف شده طبق مشخصات پروژه بیش از یک هفته به طول می انجامد.

➤ تست عملکرد (Performance Test): کل مجتمع پس از استارت آپ موفقیت آمیز کلیه تجهیزات باید بتواند ۴۸ ساعت بصورت مداوم مطابق با مشخصات طراحی شده و بدون توقف کار کند.

طبق تعریف شرکت ملی صنایع پتروشیمی، زمانی یک واحد از نظر مکانیکی کامل می باشد که هر قسمت بر طبق نقشه ها و بر اساس خصوصیات و کدهای مربوطه نصب شده باشد و فعالیت های پیش راه اندازی به گستردگی مورد نیاز برای اجازه دادن به گروه راه اندازی برای در اختیار گرفتن واحد و آغاز فعالیت های راه اندازی کامل شده باشند. ترم ها یا عبارتهای «Ready For Commissioning» و «Mechanical Completion» از دیدگاه شرکت ملی صنایع پتروشیمی مترادف هستند.

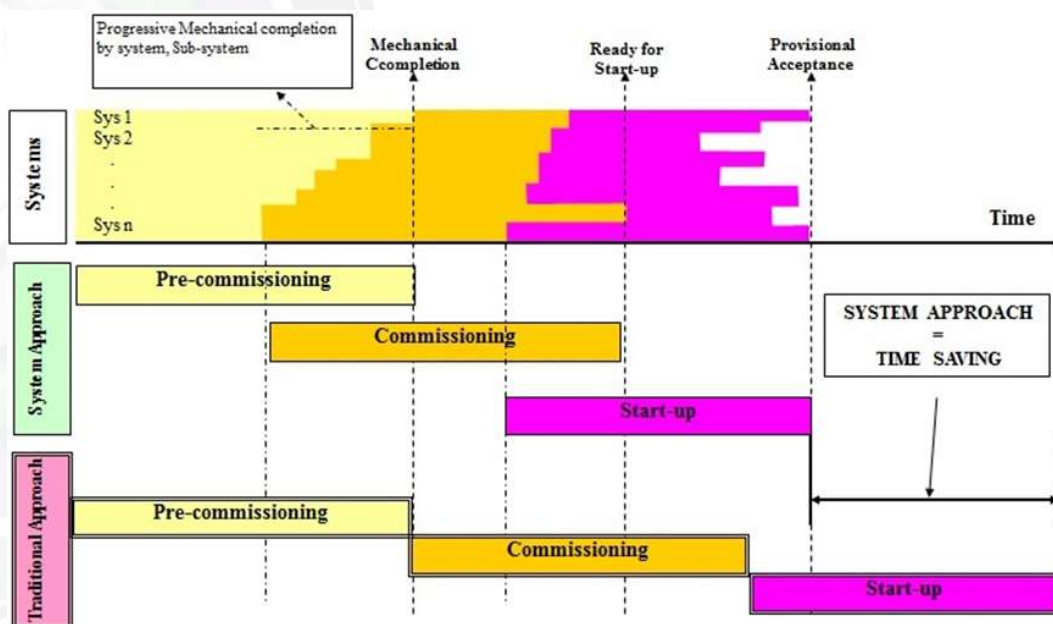
سیستم و زیر سیستم در "تکمیل نصب مکانیکی"

یکی از نکات مهم در موثر در یک "تکمیل نصب مکانیکی" موفق، ایجاد روشمندی های یکسان علی الخصوص در بخش فرم های چک و تست پیش راه اندازی است. از آنجائیکه مدل های موجود مانند اپر کام تنها فرم های خام عمومی را ارائه

می نماید؛ بررسی و مشتری پسند نمودن (Customization) آنها به همراه افزایش غنای کیفی و کمی این فرم ها که ناشی از شرایط اختصاصی پروژه می باشد، به ما کمک می نماید تا علاوه بر افزایش کنترل های دوره نصب/اجرا، و پیش راه اندازی، امکان حذف فرم های مشابه بازرسی نیز فراهم آید. حذف این فرم ها علاوه بر کاهش قابل توجه فعالیت های موازی، موجب کاهش چشمگیر تولید مدارک اضافی و حجیم شده و از اشتباهات ناشی از دوباره کاری ها نیز جلوگیری خواهد نمود

در رویکرد سنتی "تکمیل نصب مکانیکی"، ابتدا نصب و اجرای تمامی بخش های واحد انجام و سپس پیش راه اندازی آنها و پس از آن راه اندازی تمام بخشهای واحد انجام و در انتها استارت آپ کل واحد انجام می شد. این رویکرد، موجب افزایش زمان پروژه می گردید، زیرا در عمل ممکن بود پیش راه اندازی ۹۰٪ تجهیزات پالایشگاه انجام شده باشد، ولی به علت مشکلات متداول در حین پیش راه اندازی، پیش راه اندازی ۱۰٪ باقیمانده تجهیزات با تاخیر همراه بوده و این موارد باعث متوقف شدن راه اندازی گردند.

در رویکرد سیستمی (Divide and Conquer) در "تکمیل نصب مکانیکی" و راه اندازی، ابتدا پلنت به تعدادی سیستم تقسیم بندی می شود. در مرحله بعد، هر سیستم به تعدادی زیر سیستم و سپس، هر زیر سیستم به تعدادی یونیت تقسیم می شود. و در سطح آخر یونیت ها به تجهیزات تقسیم بندی می گردند. در این رویکرد به منظور جلوگیری از اتلاف زمان، پیش راه اندازی، راه اندازی و استارت آپ پلنت هر زیر سیستم مستقل از زیرسیستمهای دیگر انجام می شود.



شکل ۵: استفاده از رویکرد سیستمی در راه اندازی

مطابق متدولوژی OPERCOM شرکت توتال فرانسه، تهیه لیست سیستمها و زیرسیستمها بایست در فاز مهندسی پایه شروع شود و در فاز مهندسی تفصیلی نهایی شده و به تایید کارفرمای اصلی برسد. حداکثر یک ماه پس از تایید لیست سیستمها و زیرسیستمها و یا پنج ماه پس از شروع فاز مهندسی تفصیلی، مشاور مهندسی بایست محدوده هر زیرسیستم را در

مدارک P&ID و One Line Diagram خود و فروشندگان مشخص کند و این مدارک را به تایید کارفرما برساند. مشاور مهندسی همچنین بایست حداکثر ۴ ماه قبل از شروع عملیات پیش راه اندازی مدارک زیر لیست تجهیزات هر زیر سیستم و اطلاعات تکمیلی (Lines list, Instrument list, Cable schedule) را تهیه و به تایید کارفرما برساند.

شرح انجام کار

بر اساس متد ارائه شده توسط شرکت ملی صنایع پتروشیمی و دستورالعمل نحوه تکمیل و تحویل سیستم ها [۷] و دستورالعمل جامع پیش راه اندازی شرکت ملی صنایع پتروشیمی [۸]، انجام کار در "تکمیل نصب مکانیکی" را می توان به شرح زیر بیان نمود:

i. مرحله تعریف تست پکیج ها

- وصول مدارک مربوط به سیستم ها /تست پکیج ها از پیمانکار جهت بررسی
- تهیه مدارک تست پکیج ها شامل آخرین ویرایش نقشه های ایزومتریک صادر شده و نیز نقشه های Stamp شده As-Built
- مطابقت نقشه های ایزومتریک با نقشه های Piping Plan و P&ID همچنین مطابقت کلیه نقشه های AFC و As-Built دریافتی از پیمانکار با نقشه های Basic توسط MC با تایید کارفرما
- اولویت بندی سیستم ها برای تکمیل نصب مکانیکی براساس نیاز بهره برداری توسط تیم پیش راه اندازی و راه اندازی

ii. مرحله اقدامات مقدماتی جهت بازرسی واحد

- تاییدیه بازرسی QC درخصوص تکمیل بودن ضمایم نقشه های ایزومتریک.
- چک نمودن گواهینامه Weld Marking و NDT تجهیزات ثابت / دوار توسط MC .
- فرمت A توسط رییس ساختمان و نصب مینی بر اعلام تکمیل نصب مکانیکی و آماده بودن سیستم ها که طبق چک لیست مربوطه توسط پیمانکار تهیه شده است، صادر می گردد

iii. مرحله کنترل و بازرسی سیستم ها

- بازرسی نصب تجهیزات ثابت نظیر مخازن مختلف و درام ها که مطابق مشخصات فنی انجام شده باشد.
- بازرسی نصب تجهیزات دوار نظیر پمپ ها و کمپرسورها که مطابق مشخصات فنی انجام شده باشد.
- بازرسی نصب تجهیزات برق و ابزار دقیق کلیه سیستم ها که مطابق مشخصات فنی انجام شده باشد.
- هماهنگی لازم بین اعضای تیم پیش راه اندازی و راه اندازی جهت تهیه چک لیست ها و تهیه / انجام عملیات پانچ لیست.

iv. مرحله ارسال پانچ لیست نهایی توسط گروه راه اندازی

- پس از کنترل و بازرسی سیستم ها فرمت B به همراه پانچ لیست مربوطه توسط تیم پیش راه اندازی و راه اندازی صادر و برای پیمانکار ارسال می شود. پانچ لیست می بایست به تفکیک پانچ های A/B/C ارائه شود:
- Punch Point A: مانع رسیدن به "تکمیل نصب مکانیکی" واحد می باشد.

➤ Punch Point B: مواردی که مانع شروع پیش راه اندازی نمی شوند اما برای رسیدن به

"تکمیل نصب مکانیکی" واحد باید رفع شوند. مانند: رنگ یا عایق تکمیل نیست، Lock

Open ولوها نصب نشده است و ...

➤ Punch Point C: مواردی که مانع شروع پیش راه اندازی نمی شوند اما برای رسیدن به

"تکمیل نصب مکانیکی" واحد نیز ضروری نیستند اما باید رفع گردند. مانند: تمیز کاری

تجهیزات

v. ارائه برنامه زمان بندی جهت عملیات رفع پانچ توسط پیمانکار نصب

در این مرحله می بایست برنامه زمان بندی رفع پانچ، نواقص گزارش شده در قالب پانچ لیست فرمت B تدوین و ارائه گردد. به گونه ای که بعد از عودت تست پکیج ها، توسط، پیمانکار ساختمان و نصب پانچی که مانع رسیدن به "تکمیل نصب مکانیکی" باشد وجود نداشته باشد.

vi. مرحله تایید و صدور گواهینامه شروع پیش راه اندازی

پس از رفع پانچ و عودت تست پکیج ها توسط پیمانکار ساختمان و نصب اقدامات ذیل طبق دستورالعمل ها و مشخصات فنی انجام می گیرد:

- رفع پانچ لیست فرمت B توسط تیم پیش راه اندازی و راه اندازی کنترل و تایید می گردد.
- فرمت C به منزله گواهی (Certificate) آماده بودن سیستم ها جهت شروع عملیات پیش راه اندازی توسط رییس راه اندازی و رییس ساختمان و نصب صادر می گردد. و کلیه سیستم ها برای شروع عملیات راه اندازی تحویل تیم پیش راه اندازی و راه اندازی می گردد.
- فرمت C در صورتی قابل قبول و ارائه می باشد که اندک کارهای باقی مانده که در "Exception List" ضمیمه فرمت C منظور گردیده، مستقیماً در فعالیت های پیش راه اندازی تاثیر نداشته باشد.

vii. مرحله تایید و صدور گواهینامه "تکمیل نصب مکانیکی" و شروع راه اندازی

در این مرحله می بایست فعالیت های پیش راه اندازی شامل موارد زیر انجام شده باشد [۹]:

الف - بررسی تطابق تجهیزات با مدارک مهندسی

اولین وظیفه گروه پیش راه اندازی بررسی تطابق تجهیزات با مدارک مهندسی تایید شده است. در این مورد فرم های چک لیست مربوط به هر تجهیز می بایست تکمیل گردد. محتوای چک لیست ها بیانگر کارهای سیستماتیک مورد نیاز است که باید در مورد هر یک از تجهیزات و یا پکیج های انتخابی انجام پذیرد.

ب- تست های استاتیک

دومین فعالیت کلیدی در بخش پیش راه اندازی انجام تست های استاتیک و بدون برق است که مطابق با مشخصات فنی هر یک از تجهیزات بوده و در برگه های Test Sheet گزارش می گردد. فرم تست شیت ها برای هر نوع از تست های پیش راه اندازی از قبل تهیه شده و می بایست در این مرحله تکمیل گردند.

این تست ها که تست های سرد نامیده می شوند، برای حصول اطمینان از کیفیت تجهیزات مورد استفاده قرار می گیرند. این تست ها تمامی دیسیپلین ها از جمله روتاری (تست هم محوری Machinery

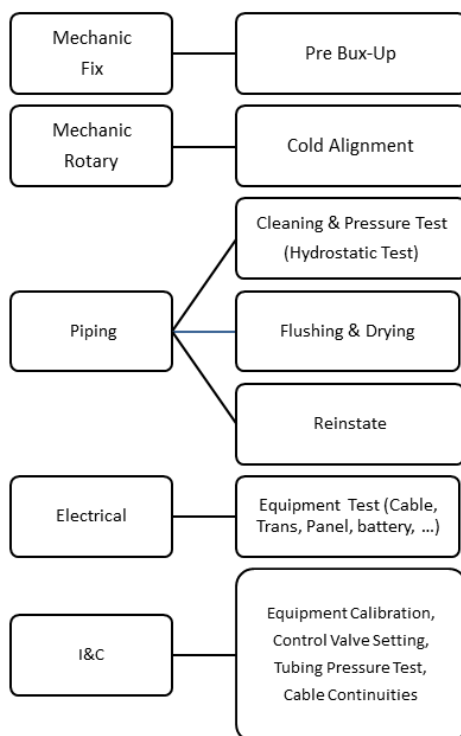
Alignment)، پاپینگ (تست فشار لوله Pressure Test)، برق (قطع نبودن کابل Cable Continuities)، ابزار دقیق (تنظیم شیرهای اطمینان Setting of Safety Valvs) را شامل می گردد.

ج - تست های پاپینگ

تست های پاپینگ در مرحله پیش راه اندازی مهمترین تست ها از نظر حجم فعالیت می باشند. این تست ها که در قالب Test Package تعریف و انجام می شوند شامل تست هایی از قبیل فلشینگ لوله ها و مخازن با استفاده از هوای فشرده یا آب و انجام هیدور تست برای تحمل فشار می باشد. یک تست پکیج ممکن است شامل خطوطی بشود که در چند زیر سیستم ادامه دارد. در انتهای تست های پاپینگ، Reinstatement انجام می شود که ابزار دقیق روی خطوط پاپینگ روی خطوط نصب می گردند.

مراحل پیش راه اندازی در شکل زیر نشان داده شده است:

Pre-Commissioning



شکل ۶: فعالیت های پیش راه اندازی

پس از عملیات Reinstatement فرمت D توسط تیم پیش راه اندازی و راه اندازی تولید می شود. فرمت D به منزله گواهی (Certificate) آماده بودن سیستم ها جهت شروع عملیات راه اندازی توسط رئیس راه اندازی و رئیس ساختمان و نصب صادر می گردد و کلیه سیستم ها به همراه مدارک مربوطه برای شروع عملیات راه اندازی تحویل گروه راه اندازی می گردد.

تهیه MC Book

یکی از موضوعات مهم در پروسه تکمیل نصب مکانیکی تهیه MC Book می باشد. تعیین نحوه تهیه MC Book توسط پیمانکاران مختلف مانند سازه و سیویل فعال در پروژه و چگونگی استفاده از آن در Mechanical Completion Book پروژه می باشد. در واقع طبق قاعده قراردادی و الزام دستورالعمل های متداول مانند ابرکام؛ اتمام عملیات “تکمیل نصب مکانیکی” بدون اتمام کارهای اسنادی میسر نخواهد بود، لذا تهیه و ارائه MC Book یکی از نکات مهم در پروسه “تکمیل نصب مکانیکی” می باشد. دستور العمل تهیه MC Book جهت کلیه دیسیپلین ها می بایست تدوین شده و بر اساس آن MC Book ها در دیسیپلین های مختلف تهیه شوند.

فرم های QC مرتبط (QC Form: Quality Control Form) با دیسیپلین مربوطه می بایست در این MC Book در جایگاه مربوطه قرار گیرد. در روند اجرای کار، پیمانکار مجوزهای لازمه را متناسب با پیشبرد کار اخذ می نماید. در حین انجام کار و پس از انجام کار نیز، پیمانکار تاییدیه ها و تست های لازمه را انجام و گزارش همه این موارد را بطور کامل بایگانی و در اختیار دارد. در انتهای کار، پیمانکار می بایست تمام مستندات و مدارک لازمه را به شرح توصیف شده در دستور العمل MC Book، جمع آوری نموده و در چند نسخه هارد کپی و یک نسخه الکترونیکی به مدیریت سایت MC تحویل نماید و امضاء MC Book Certificate Form را از ایشان اخذ نماید. پیمانکار می بایست برای هر تجهیز QC فرم مربوطه را تکمیل و امضاء مهندسی و مدیریت طرح را اخذ نماید. مجموعه مدارکی که برای هر تجهیز تهیه می شود یک “پکیج” نامیده می شود. یکی از مدارکی که باید در هر پکیج وجود داشته باشد مدرک مارک آب می باشد. در صورتیکه بدون هیچ گونه تغییری نسبت به نقشه، تجهیز نصب شده، نقشه ای که بر اساس آن کار انجام شده در پکیج قرارداده شده و تذکر داده شود که مارک آب نیاز نداشته است. در انتهای هر پکیج، لیست پانچ لیست باید ارائه شود. این لیست توسط مهندسی و بازرس فنی باید تکمیل شود و پیمانکار باید پیگیر باشد که پانچ لیست هر سه را دریافت نماید. پس از مشخص شدن پانچ لیست، پیمانکار باید نسبت به رفع پانچ اقدام و برای بند بند پانچ لیست، از نویسنده پانچ امضاء بگیرد (مهندسی یا بازرس فنی)؛ این امضا های اخذ شده یکی از مدارکی است که باید در انتهای پکیج قرار گرفته و در MC Book گذاشته شود. تا زمانی که پانچ رفع نشده وجود دارد، MC Book امضا و بسته نخواهد شد.

قبل از تهیه زونکن های MC Book، لیست هر بخش (Index) به دقت شامل لیست کلیه پکیج های مربوطه که باید در هر مجموعه زونکن قرار داده شود، ارائه و پس از کسب تایید “مهندسی” و “MC”، بر اساس آن زونکن های مربوطه ارائه شود. دسته بندی مناسب در دستیابی سریع و صحیح در آینده به داده های “تکمیل نصب مکانیکی”، از اهمیت بالایی برخوردار است. طبقه بندی عبارت است از تقسیم بندی اسناد به دسته هایی که حداقل میان آنها یک موضوع خاص و مشترک وجود داشته باشد. دسته بندی باید بگونه ای باشد که بایگانی که بر اساس آن انجام می شود دارای شرایط زیر باشد:

- i. آسان بودن: به موجب این اصل سیستم بایگانی و نحوه تنظیم مدارک و پرونده ها بایستی آسان و قابل درک بوده و با صرف اندکی وقت مفهوم گردد.
- ii. قابلیت اجرا: براساس این اصل سیستم مورد استفاده بایستی با توجه به نوع و ماهیت کار و امکانات در دسترس و در عمل قابل پیاده شدن باشد.

iii. قابلیت انعطاف: به موجب این اصل سیستم بایگانی باید قابلیت تطابق با تغییرات و تحولات را داشته باشد و در این زمینه نیز پیش بینی لازم را انجام داده باشد.

iv. دقت و سرعت: سیستم بایگانی و روش های مورد عمل بایستی به نحوی باشند که در عین دقت و صحت، امکان تسريع در عمل را نیز میسر سازند.

v. افراد با صلاحیت: کارکنان بایگانی بایستی دارای شرایط لازم برای احراز این شغل بوده و مهارت و تجربه کافی را در این زمینه داشته باشند.

vi. نظم اصولی و منطقی: در تشکیل پرونده ها و تنظیم مطالب آنها، بایستی از یک نظام اصولی و منطقی پیروی شود. در این رابطه رعایت نکات زیر توصیه می شود:

الف- وجود ارتباط منطقی بین عنوان پرونده و موضوع نامه های مندرج در آن

ب- رعایت تقدم و تأخر در شماره و تاریخ نامه ها

ج- حفظ یک نسخه از هر نامه و حذف نسخه های اضافی

د- رعایت حد متعادل برای قطر هر پرونده

شماره گذاری زونکن ها و فرم ها و نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار است که پیشنهاد می شود از روش "شماره گذاری موضوعی" در این مورد استفاده شود. روش های شماره گذاری متفاوتی در علم بایگانی تعریف شده است [۱۰] مانند روش الفبائی ساده و مرکب، روش شماره گذاری متوالی محض، روش عنوانی پرونده ها، روش شماره گذاری تاریخی، روش شماره گذاری محدود یا مقطع، روش شماره گذاری کارتن - جزوه دان، روش شماره گذاری اعشاری یا دسیمال. در روش شماره گذاری موضوعی، پرونده ها بر اساس موضوع، شماره گذاری می شوند. روش تنظیم موضوعی، از سه طریق امکان پذیر است: شماره ای، الفبائی و تنظیم شناسه ای. تنظیم موضوعی از نوع الفبائی و شماره ای در بایگانی هائی با حجم کم، به دلیل احاطه کامل کارشناس مسئول کنترل مدارک به تمام پرونده ها، کاربرد دارد ولی در بایگانی های وسیع، به دلیل حجم انبوه پرونده ها، فقط می توان از تنظیم موضوعی - شناسه ای استفاده کرد. تنظیم موضوعی - شناسه ای، مستلزم انجام مقدماتی می باشد که عبارتند از:

تهیه فهرست موضوعی، تعیین سر فصل ها، تعیین موضوعات اصلی، تعیین موضوعات فرعی و اختصاص شناسه به همه موضوعات. مزایای شماره گذاری موضوعی:

i. کامل است؛ برای کلیه اسناد و مدارک قابل اجراست.

ii. انعطاف پذیر است؛ دارای قابلیت افزایش و یا کاهش عنوان ها و موضوعات می باشد.

iii. محدود کننده است؛ عنوانهای موضوعی انتخابی مشابه هم نیستند و یا تداخل ندارند.

iv. دقیق است؛ به نحوی که هر موضوع به دقت و راحتی قابل تشخیص و شناسائی می باشد.

v. قابلیت کاربری در سامانه نرم افزاری را دارا است؛ این روش، بدون کوچک ترین تغییری قابل انتقال از شیوه دستی به ماشینی می باشد.

نتیجه گیری:

در این مقاله به موضوع دستور العمل "فرایند تکمیل نصب مکانیکی" در پروژه های پتروشیمی پرداخته شد. بررسی انجام شده بر اساس پژوهش و مطالعه موردی انجام شده در پروژه فاز سه پتروشیمی پردیس عسلویه بوده که جمع بندی آن در قالب این مقاله ارائه گردید. بیان شد که هدف از تهیه و تدوین این دستورالعمل، ایجاد یک معیار و سیستم مشخص و یکنواخت به منظور تکمیل و تحویل واحد در دست اجرا، بخش ها و سیستم های ذیربط اعم از فرایندی و غیر فرایندی جهت راه اندازی ایمن و بی خطر می باشد. مفهوم "تکمیل نصب مکانیکی" و اختلاف نظر بزرگان در این مورد که برخی مرحله ابتدای پیش راه اندازی را به عنوان "تکمیل نصب مکانیکی" و برخی دیگر از جمله شرکت توتال و شرکت ملی صنایع پتروشیمی ابتدای راه اندازی را به عنوان "تکمیل نصب مکانیکی" تعریف می نمایند مطرح گردید. متدلوژی شرکت ملی صنایع پتروشیمی در زمینه "تکمیل نصب مکانیکی" در ادامه ارائه شد و در این راستا به متد OPERCON شرکت توتال و استاندارد API-700 به عنوان مرجع چک لیست "تکمیل نصب مکانیکی" نیز اشاره گردید. شرح کار مربوط به "تکمیل نصب مکانیکی" و موضوع MC BOOK در بخش انتهایی بیان گردید.

تشکر و قدردانی

از راهنمایی ها و همکاری های ارزشمند آقای دکتر عباس زاده رییس هیات مدیره، آقای مهندس سید قربان مدیر پروژه پتروشیمی اتیلن گچساران، آقای مهندس عباس زاده مدیر امور قراردادها، خانم مهندس خانی دخت مدیر توسعه بازار شرکت نام آوران دلووار که در کارگروه بررسی فرایند تکمیل نصب مکانیکی پروژه پتروشیمی پردیس عسلویه حضور داشتند، تشکر و قدردانی می گردد.

فهرست منابع و مآخذ

۱. "عملکرد سال ۱۳۹۴ صنعت پتروشیمی"، امور برنامه ریزی تلفیقی مدیریت برنامه ریزی و توسعه شرکت ملی صنایع پتروشیمی
۲. "معرفی طرح های پتروشیمی"، روابط عمومی شرکت ملی صنایع پتروشیمی، ۱۳۹۵
۳. PMBOK 5, Project Management Body Of Knowledge, 5th Edition: 2012
۴. "Check List for Plant Completion", API publication 700
۵. www.iss-international.it
۶. www.qaqc-construction.com
۷. "دستور العمل نحوه تکمیل و تحویل سیستم ها"، 101-2-31، شرکت ملی صنایع پتروشیمی
۸. "دستور العمل جامع عملیات پیش راه اندازی"، 101-2-32، شرکت ملی صنایع پتروشیمی
۹. "جزوه آموزشی آشنایی با عملیات راه اندازی و بهره برداری در پروژه های نفت و گاز"، <http://oilindustry.ir>
۱۰. کتاب "بایگانی اسناد و مدارک اداری در روش تلفیق علمی"، نویسنده: علامه حائری