کنترل کیفی قطعات در صنعت

-

واحد کنترل کیفی SMQ

نویسنده: مهندس حجت باغبانی



فصل اول

مبانی، استانداردها و تجارب عملی کنترل کیفی قطعات در صنعت فولاد

مقدمه

مهم‌ترین مأموریت این واحد، کنترل و پایش مستمر تجهیزات و قطعات ورودی، فرآیندی و خروجی تعریف شد. کارشناسان کنترل کیفی موظف هستند بر اساس طرح‌های کنترلی که از پیش تهیه شده و با تکیه بر معیارهای مشخص و از پیش تعیین‌شده، اقدام به بازرسی و ارزیابی تمامی قطعات و تجهیزات نمایند و از صحت عملکرد، سلامت فیزیکی و انطباق آن‌ها با استانداردهای مورد نظر اطمینان حاصل کنند. از آنجایی که در فرایند تولید محصولات، هرگونه نقص یا انحراف در تجهیزات می‌تواند زنجیره تولید را با اختلال جدی مواجه سازد، واحد کنترل کیفی باید نظارت‌های مداوم و بی‌وقفه‌ای بر روی تمام قطعات داشته باشد تا در زمان نیاز بهره‌بردار، کالای مورد نظر بدون هیچ چالش و تأخیری قابل استفاده باشد. در غیر این صورت، کوچک‌ترین غفلت در کنترل کیفی می‌تواند منجر به توقف خط تولید، کاهش راندمان، افزایش ضایعات و حتی بروز حوادث ناگوار شود. اگر کارشناسان کیفی در هر مرحله متوجه خطا، نقص یا مغایرتی در محصول شوند، موظف‌اند سریعاً مغایرت را اعلام کرده و فرایند رسیدگی و اصلاح را آغاز نمایند. این اعلام به موقع، نقش کلیدی در پیشگیری از انتقال قطعات معیوب به واحدهای بعدی و جلوگیری از هدررفت منابع دارد. یکی از اهداف بنیادین در واحد کنترل کیفی، ایجاد شفافیت کامل و قابلیت رهگیری در تمام زنجیره تأمین کالا است، به طوری که از ابتدا تا انتها، تمام سوابق مرتبط با هر کالا از سوی فروشندگان تأمین و ثبت گردد. به این ترتیب، کارشناسان می‌توانند در هر لحظه با جستجو در سیستم، سوابق کامل آن قطعه را مشاهده و تحلیل کنند. برای تحقق این هدف، از روش حک کد شناسایی منحصربه‌فرد بر روی قطعات استفاده می‌شود که در مباحث بعدی کتاب به صورت مفصل به فرایند اجرایی، استانداردهای مرتبط و مزایای این روش

پرداخته خواهد شد. از دیگر وظایف کلیدی کارشناسان کنترل کیفیت، اطمینان از سالم و بی‌عیب بودن قطعات و تجهیزات در لحظه تحویل به واحد متقاضی است. این فرایند تأیید نهایی، نه تنها بر روی محصولات نهایی بلکه بر اساس معیارهای

کنترل کیفی قطعات در صنعت

-

دقیق طرح کنترل و با در نظر گرفتن تمامی شاخص‌های فنی، ابعادی، ظاهری و عملکردی انجام می‌شود. بدین ترتیب واحد کنترل کیفی علاوه بر نقش نظارتی، نقش ضامن اطمینان برای کل سازمان را ایفا می‌کند و تضمین می‌نماید که هیچ قطعه‌ای با کیفیت نامطلوب یا مغایر با استاندارد، وارد چرخه تولید یا تحویل به بهره‌بردار نشود. این رویکرد سیستماتیک، مبتنی بر مستندسازی کامل، بازرسی دقیق و قابلیت رهگیری، سنگ بنای موفقیت واحد کنترل کیفی در صنایع مدرن به ویژه در مجتمع‌های بزرگ فولادسازی محسوب می‌شود.

1-1 مزیت وجود کنترل کیفی قطعات

با توجه به توضیحات که در ابتدا داده شده است و جود واحد کنترل کیفی باعث میشود کالاهای نامرغوب،مغایرتی و دست دوم وارد انبار نشود وهمچنین کنترل کیفی در دو زمینه دیگر به شرح ذیل اقداماتی انجام میدهد. وجود واحد کنترل کیفی قطعات در هر سازمان صنعتی، به ویژه در صنایع حساسی همچون فولادسازی، نه یک انتخاب تشریفاتی بلکه یک ضرورت راهبردی است. مهم‌ترین مزیت کنترل کیفی قطعات، جلوگیری از ورود هرگونه قطعه ناسالم، نامرغوب یا مغایر با استاندارد به چرخه تولید و انبار است. این امر به طور مستقیم از توقف‌های ناگهانی خطوط تولید جلوگیری می‌کند، چراکه استفاده از یک قطعه معیوب می‌تواند کل یک خط تولید را برای ساعات یا حتی روزها متوقف سازد و خسارت‌های مالی سنگینی به همراه داشته باشد. دومین مزیت برجسته، افزایش ایمنی پرسنل و تجهیزات است. قطعاتی که بدون کنترل کیفی وارد سیستم می‌شوند، ممکن است در شرایط کاری دچار شکست، اتصال کوتاه، نشت یا انفجار شوند (به عنوان مثال شیرهای ایمنی یا همان safety valveهای استاندارد نشده) و جان کارکنان و سرمایه‌های سنگین تجهیزاتی را به خطر بیندازند. سومین مزیت، کاهش چشمگیر هزینه‌های تعمیرات و نگهداری است. وقتی قطعات با اصالت، استاندارد و تأییدشده وارد مدار می‌شوند، طول عمر تجهیزات افزایش یافته و دفعات تعویض و تعمیر به حداقل می‌رسد. چهارمین مزیت، تضمین کیفیت محصول نهایی است. هرگونه انحراف در قطعات ابزار دقیق مانند ترموکوپل‌ها، بردها و گیج‌ها مستقیماً روی دقت فرایندهای ذوب، ریخته‌گری و نورد تأثیر می‌گذارد و محصول نهایی را از استاندارد خارج می‌کند. کنترل کیفی از طریق تست گرم قطعات و

راستی‌آزمایی دقیق، اطمینان می‌دهد که محصول نهایی مطابق مشخصات فنی تحویل مشتری می‌شود. پنجمین مزیت، ایجاد قابلیت رهگیری و پاسخگویی است[1]. با حک کد شناسایی روی قطعات و ثبت سوابق تأمین‌کنندگان، در صورت بروز مشکل به راحتی می‌توان ریشه خطا را پیدا کرد و از تکرار آن جلوگیری نمود. ششمین مزیت، مدیریت بهینه انبار است. کنترل کیفی قطعات قبل از شارژ انبار باعث می‌شود موجودی انبار فقط شامل قطعات سالم و قابل استفاده باشد

[1] عزیزی, بارونی زاده, معتمدزاده. (2013). بررسی پوسچرهای کاری به روش RULA و انجام مداخلات ارگونومیکی در واحد کنترل کیفیت یک شرکت تولیدی شیشه. مجله ارگونومی, 1(1), 73-79.

کنترل کیفی قطعات در صنعت

و از انباشت قطعات اسقاطی یا مغایر جلوگیری شود. همچنین با شناسایی قطعات قابل بومی‌سازی، وابستگی به تأمین‌کنندگان خارجی کاهش یافته و هزینه‌ها به طور محسوسی پایین می‌آید. در نهایت، کنترل کیفی باعث ارتقای فرهنگ کیفی در میان فروشندگان و پیمانکاران می‌شود، زیرا آنها می‌دانند قطعاتشان پیش از پذیرش، دقیقاً بازرسی می‌شود و در صورت عدم انطباق، عودت داده خواهد شد. به عبارت روشن‌تر، واحد کنترل کیفی همچون فیلتری هوشمند عمل می‌کند که تنها قطعاتی با بالاترین سطح کیفیت، اصالت و استاندارد اجازه ورود به سیستم را پیدا می‌کنند و این بزرگترین مزیت رقابتی و پایداری هر صنعت مدرنی محسوب می‌شود.

1-1-1 شناسایی قطعات که قابلیت بومی سازد

وجود واحد کنترل کیفی قطعات در هر سازمان صنعتی، به ویژه در صنایع حساسی همچون فولادسازی، نه یک انتخاب تشریفاتی بلکه یک ضرورت راهبردی است. مهم‌ترین مزیت کنترل کیفی قطعات، جلوگیری از ورود هرگونه قطعه ناسالم، نامرغوب یا مغایر با استاندارد به چرخه تولید و انبار است. شناسایی قطعات دارای قابلیت بومی‌سازی یکی از راهبردی‌ترین و ارزش‌آفرین ترین فعالیت‌های واحد کنترل کیفی در هر مجتمع صنعتی به ویژه صنعت فولاد محسوب می‌شود. بومی‌سازی به معنای طراحی، مهندسی معکوس و ساخت قطعاتی در داخل کشور است که قبلاً به صورت وارداتی و معمولاً با هزینه بالا و زمان تحویل طولانی از تأمین‌کنندگان خارجی تأمین می‌گردید. مزایای بومی‌سازی عبارتند از کاهش وابستگی به خارج، کاهش هزینه‌های تأمین، کوتاه شدن زمان تحویل، ایجاد اشتغال برای متخصصان داخلی و در نهایت افزایش امنیت تأمین قطعات حیاتی. اما نقطه شروع هر فرآیند بومی‌سازی موفق، شناسایی صحیح قطعاتی است که واقعاً قابلیت بومی‌سازی را دارند. این شناسایی بر عهده کارشناسان کنترل کیفی است که با سوابق فنی، مشخصات دقیق و دانش رفتاری قطعات در شرایط عملیاتی آشنا هستند. معیارهای قطعه قابل بومی‌سازی عبارتند از: اول، در دسترس بودن مشخصه فنی کامل و استانداردهای مرجع قطعه؛ قطعاتی که اطلاعات فنی دقیقی از

آنها موجود نباشد، بومی‌سازی آنها با ریسک بالایی همراه است. دوم، تکنولوژی ساخت قابل دسترس در داخل کشور؛ برای برخی قطعات فوق‌پیشرفته یا دارای مواد خاص که در داخل تولید نمی‌شود، بومی‌سازی اقتصادی یا فنی نخواهد بود.[2] سوم، تیراژ مصرفی کافی؛ قطعاتی که سالانه فقط یک یا دو عدد از آنها مصرف می‌شود، معمولاً توجیه اقتصادی برای بومی‌سازی ندارند. چهارم، حساسیت ایمنی پایین تا متوسط؛ قطعاتی که در ایمنی حیاتی نقش دارند (مانند برخی شیرهای ایمنی خاص) بهتر است در مراحل اولیه بومی‌سازی قرار نگیرند. در مجتمع در بزرگترین فولاد کشور، کارشناسان کنترل کیفی به صورت دوره‌ای تمامی قطعات مصرفی را رصد کرده و فهرستی از قطعات با قابلیت بومی‌سازی

---

[2] جعفری, شهبازی, کرباسیان. (2025). رویکردی نوین در کنترل کیفیت فرآیندهای تولیدی چند متغیرهٔ مبتنی بر تحلیل مؤلفه‌های اصلی. پژوهش در مدیریت تولید و عملیات, 16(3), 73-98.

تهیه می‌کنند. این فهرست شامل قطعات ابزار دقیق ساده، اتصالات، واشرها، برخی بردهای الکترونیکی با تکنولوژی متوسط، قطعات مکانیکی غیرحساس و نظایر آن است. پس از شناسایی، مشخصه فنی کامل برای قطعه تدوین شده و با هماهنگی واحد تحقیقات و توسعه، فرآیند مهندسی معکوس و ساخت نمونه اولیه آغاز می‌شود. پس از تأیید نهایی و انجام آزمون‌های میدانی، قطعه بومی‌سازی شده وارد چرخه تأمین می‌گردد. این فرآیند طی سه سال گذشته بیش از ۳۰ درصد صرفه‌جویی ارزی را برای مجتمع به همراه داشته است.

1-1-2 تکمیل کردن مشخصه فنی کالا

دسته کالاهایی وجو دارد که به دلیل عدم دسترسی کالا در سایت امکان دیتا برداری ندارد و براساس پارت لیست خریداری میشود بنابراین زمانی که کالا وارد انبار واردات شد چنین موارد با کارشناس دفتر فنی اطلاعات سیستم را تکمیل می نماییم. تکمیل کردن مشخصه فنی کالا یکی از حساسترین و کلیدیترین مراحل در فرآیند کنترل کیفی است که مستقیماً بر موفقیت تمام مراحل بعدی نظارت، بازرسی و تأیید نهایی تأثیر میگذارد. مشخصه فنی کالا به مجموعه ای از پارامترها، ابعاد، جنس، تلورانسها، استانداردهای مرتبط، شرایط عملکردی و الزامات فنی اطلاق میشود که یک قطعه یا تجهیزات باید دقیقاً منطبق بر آنها باشد. در عمل، بسیاری از مغایرتهایی که در مراحل بعدی کشف میشوند، ریشه در مشخصه فنی ناقص، مبهم یا اشتباه دارند. بنابراین کارشناسان کنترل کیفی موظفاند پیش از هرگونه سفارش یا دریافت کالا، مشخصه فنی را با همکاری واحدهای فنی، مهندسی و بهره‌بردار تکمیل نمایند. این تکمیل شامل استخراج دقیق اطلاعات از استانداردهای

بین‌المللی نظیر ISO[3]، ASTM[4]، DIN[5] یا استانداردهای داخلی معتبر، تطابق با شرایط عملیاتی واقعی خط تولید (مانند دما، فشار، رطوبت، خورندگی محیط) و تعیین روشهای دقیق آزمون برای هر پارامتر است. برای مثال، برای یک ترموکوپل، مشخصه فنی باید شامل نوع عنصر حرارتی، محدوده دمایی، دقت مورد نیاز، نوع اتصال، طول کابل و استاندارد کالیبراسیون باشد[6]. برای یک شیر ایمنی[7] ، مشخصه فنی باید شامل فشار تنظیم، دبی تخلیه، جنس بدنه، نوع نشیمنگاه و گواهی استاندارد مربوطه باشد. تکمیل نبودن مشخصه فنی باعث میشود هنگام بازرسی، نه کارشناس بداند دقیقاً چه چیزی را باید اندازه بگیرد و نه بتواند ادعای مغایرت را مستند کند. برعکس، وقتی مشخصه فنی کامل، شفاف، قابل اندازه‌گیری و مستند باشد، فرآیند کنترل کیفی سریع، دقیق و بدون

[3] International Organization for Standardization
[4] American Society for Testing and Materials
[5] Deutsches Institut für Normung
[6] Jafari, M., Shahbazi, S., & Karbasian, M. (2025). A Novel Approach to Quality Control in Multivariate Manufacturing Processes Based on Principal Component Analysis. Research in Production and Operations Management, 16(3), 73-98.
[7] safety valve

ابهام انجام می‌شود. همچنین این مشخصه تکمیل‌شده به عنوان سند پایه برای حک کد شناسایی، ثبت سوابق کالا و ارزیابی عملکرد فروشنده نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. در نهایت، تکمیل صحیح مشخصه فنی هزینه‌های ناشی از بازرسی‌های مجدد، عودت کالا و توقف تولید را به شدت کاهش میدهد و به عنوان اولین گام در تضمین کیفیت، نقشی غیرقابل انکار در موفقیت واحد کنترل کیفی ایفا میکند.

1-1-3 آموزش نفرات کنترل کیفی

آموزش نفرات کنترل کیفی یکی از بنیادیترین ارکان موفقیت هر واحد کنترل کیفی است، زیرا پیشرفته‌ترین تجهیزات بازرسی و کامل‌ترین دستورالعمل‌ها نیز بدون داشتن کارشناسانی ماهر، دقیق و به‌روز، نتیجه مطلوبی نخواهند داشت. فرآیند آموزش نفرات کنترل کیفی نباید محدود به یک دوره مقدماتی در زمان استخدام باشد، بلکه باید به صورت یک برنامه مداوم، مستمر و رو به جلو طراحی و اجرا گردد. محتوای آموزش شامل چندین سطح است: سطح اول، آشنایی با اصول پایه کنترل کیفیت، مفاهیم آماری، روشهای نمونه‌برداری، نحوه خواندن نقشه‌های فنی و درک استانداردهای مرجع است. سطح دوم، آموزش تخصصی قطعات و تجهیزات مختلف از جمله ترموکوپل‌ها، بردهای الکترونیکی، گیج‌ها، شیرهای ایمنی و تمامی قطعات ابزار دقیق است که هرکدام دانش فنی جداگانه‌ای می‌طلبد. سطح سوم، آموزش عملی نحوه استفاده از ابزارهای کنترل کیفی

نظیر کولیس، میکرومتر، سخت‌سنج، دستگاه تست کشش، دوربین ترموگرافی و تجهیزات تست گرم قطعات میباشد. سطح چهارم، آموزش مهارتهای نرم مانند مستندسازی، گزارش‌نویسی دقیق، روش اعلام مغایرت، نحوه ارتباط با فروشنده و واحد بهره‌بردار و تصمیم‌گیری در شرایط مرزی است. یک نقطه حیاتی در آموزش، تأکید بر اهمیت اصالت قطعات کاتالوگی و استاندارد است؛ کارشناس باید بتواند قطعات تقلبی یا کپی را از روی علائم، وزن، جنس، بسته‌بندی و پاسخ به آزمونهای غیرمخرب تشخیص دهد[8]. همچنین آموزش باید شامل بازدیدهای میدانی از خطوط تولید، انبارها و فرآیندهای واقعی باشد تا کارشناس درک عمیقی از عواقب پذیرش یک قطعه معیوب پیدا کند. در مجتمع‌های بزرگی مانند در بزرگترین فولاد کشور و فولاد دیگر کشور، برنامه آموزشی منظمی برای نفرات کنترل کیفی برگزار میشود که شامل جلسات تئوری، کارگاههای عملی، آزمونهای ادواری و ارزیابی عملکرد است. نتیجه چنین آموزشی جامعی، کاهش چشمگیر خطاهای انسانی، افزایش سرعت و دقت بازرسیها و ایجاد اعتماد به نفس حرفه‌ای در کارشناسان خواهد بود.

[8] Bono, F. M., Radicioni, L., & Cinquemani, S. (2023). A novel approach for quality control of automated production lines working under highly inconsistent conditions. Engineering applications of artificial intelligence, 122, 106149.

کنترل کیفی قطعات در صنعت

-

1-1-4 گزارش بازدید از کنترل کیفی در بزرگترین فولاد کشور

خرید قطعات در در بزرگترین فولاد کشور در معاونت خرید در دو مدیریت جداگانه برای قطعات ساختی (مدیریت قطعات ساخت) و قطعات استاندارد(مدیریت خرید قطعات استاندارد) صورت میگیرد. کنترل کیفی آن نیز مطابق تفکیک آن صورت میگیرد که قطعات ساخت توسط نفرات ساخت و قطعات استاندارد توسط نفرات کنترل کیفی قطعات استاندارد با یک رئیس کنترل تحت مدیریت نگهداری و تعمیرات نگهداری صورت میگرفت. در تاریخ بیست و پنجم اردیبهشت ماه ۱۳۹۶، تیم ارزیابی متشکل از سه کارشناس ارشد کنترل کیفی به منظور بازدید میدانی از فرآیندهای کنترل کیفی قطعات و تجهیزات در مجتمع عظیم در بزرگترین فولاد کشور حضور یافت. این بازدید با هدف بررسی تطبیقی عملکرد واحد کنترل کیفی، شناسایی نقاط قوت و قابل بهبود و انتقال تجربیات موفق به سایر واحدهای صنعتی انجام شد. در ابتدای بازدید، جلسه توجیهی با حضور مدیر کنترل کیفی در بزرگترین فولاد کشور و روسای شیفتها برگزار گردید و ساختار سازمانی، حوزه مأموریتها و آمار عملکرد سه ماهه اول سال ارائه شد. سپس تیم بازدیدکننده از بخش دریافت و کنترل کیفی قطعات قبل از شارژ انبار بازدید به عمل آورد. در این بخش، مشاهده شد که تمامی قطعات ورودی اعم

از قطعات ابزار دقیق (ترموکوپل، برد، گیج) و تجهیزات مکانیکی (شیرهای ایمنی، اتصالات، قطعات هیدرولیک) پیش از هرگونه انبارش، در یک ایستگاه بازرسی مجهز مورد بررسی قرار میگیرند. یکی از نقاط قوت برجسته در بزرگترین فولاد کشور، استفاده از سیستم حک کد شناسایی بر روی تمام قطعات تأییدشده بود که قابلیت رهگیری کامل سوابق کالا از تأمین‌کننده تا واحد مصرف را فراهم میکرد. همچنین تجهیزات کنترل کیفی این مجتمع شامل دستگاه تست مقاومت الکتریکی، کالیبراتور دقیق برای گیجها، کوره تست گرم قطعات و مجموعه کاملی از ابزارهای مترولوژی بود که همگی دارای گواهی کالیبراسیون معتبر بودند. در بخش دیگری از بازدید، نحوه برخورد با قطعات مغایر بررسی شد. در انبار موقت مغایرتها، قطعاتی که بسته‌بندی نامناسب، عدم اصالت کاتالوگی یا خرابی ناشی از حمل و نقل داشتند، به همراه مستندات کامل عکس و گزارش بازرسی نگهداری میشدند[9]. همچنین تیم بازدیدکننده نحوه آموزش نفرات کنترل کیفی را مورد ارزیابی قرار داد که بسیار نظام‌مند و مبتنی بر آزمونهای عملی ماهانه بود. در پایان بازدید، جلسه جمع‌بندی برگـزار و توصـیه هایی نظـیر به‌روزرسانی برخی استانداردهای مرجع و افزایش تعداد بازرسیهای پیش از حمل

---

[9] صادقیان, رستگاری, بقال نژاد, عبدالصادق, حسینی عقدا, سید ابوذر. (2018). تاثیر عملکرد دفتر کنترل کیفیت. پژوهشنامه حمل و نقل, 15(3), 309-320.

از سوی فروشنده ارائه گردید. این بازدید نشان داد که واحد کنترل کیفی در بزرگترین فولاد کشور از بلوغ فرآیندی خوبی برخوردار است و میتواند به عنوان الگویی برای سایر مجتمع‌های فولادی کشور مطرح شود. دیاگرام بازرسی واحد کنترل کیفی مجتمع در بزرگترین فولاد کشور به شرح زیر می باشد:

1-2 کنترل کیفی قطعات قبل شارژ انبار

کنترل کیفی قطعات قبل از شارژ انبار یکی از حیاتی‌ترین گلوگاه‌های فرآیند تضمین کیفیت در هر مجتمع صنعتی به ویژه صنعت فولاد محسوب می‌شود. فلسفه اصلی این مرحله، جلوگیری از ورود هرگونه قطعه ناسالم، نامرغوب، مغایر با استاندارد یا فاقد اصالت به انبار است، زیرا پس از شارژ شدن قطعه در انبار، فرآیند رهگیری، بازرسی مجدد و در صورت لزوم عودت آن با پیچیدگی‌ها و هزینه های مضاعفی همراه خواهد شد. فرآیند کنترل کیفی پیش از شارژ انبار بلافاصله پس از ورود محموله به درب کارخانه آغاز می‌شود.[10]

کارشناسان کنترل کیفی ابتدا مدارک حمل، بسته‌بندی و گواهی‌های مرتبط با قطعات را بررسی می‌کنند و در صورت وجود هرگونه مغایرت در اسناد، فرآیند تا رفع نواقص متوقف می‌شود. در مرحله بعد، بازرسی چشمی و ابعادی انجام می‌شود تا اطمینان حاصل شود قطعه در حین حمل و نقل دچار ضربه، خوردگی، تغییر شکل یا آسیبی نشده است. سپس نوبت به آزمون‌های تخصصی می‌رسد که بسته به نوع قطعه متفاوت است؛ برای قطعات ابزار دقیق مانند ترموکوپل، بردها و گیج‌ها، تست عملکرد الکتریکی و کالیبراسیون انجام می‌شود و برای قطعات مکانیکی، تست سختی، ابعاد دقیق و در مواردی تست غیرمخرب مانند التراسونیک یا رادیوگرافی صورت می‌گیرد. در این مرحله، تست گرم قطعات نیز برای آن دسته از تجهیزاتی که در معرض دمای بالا کار می‌کنند، اجرا می‌گردد. یک نکته فوق‌العاده مهم در کنترل کیفی قبل از شارژ انبار، بررسی اصالت قطعات کاتالوگی و استاندارد است؛ کارشناس باید اطمینان حاصل کند قطعه ارائه شده با کاتالوگ اصلی و استاندارد مرجع مطابقت کامل دارد و تقلبی یا کپی نیست. پس از اتمام تمامی مراحل بازرسی و تأیید نهایی، قطعه مجوز شارژ انبار را دریافت می‌کند و در این لحظه، حک کد شناسایی منحصربه‌فرد روی آن ثبت می‌شود تا تمام سوابق کالا از تأمین‌کننده تا لحظه تحویل به واحد بهره‌بردار قابل رهگیری باشد. در صورت تشخیص هرگونه مغایرت، قطعه بلافاصله به انبار موقت مغایرت‌ها منتقل شده و با تنظیم گزارش مغایرت، فرآیند عودت یا اصلاح آغاز می‌گردد. اجرای دقیق این فرآیند باعث کاهش چشمگیر قطعات معیوب در گردش، افزایش نرخ بهره‌وری انبار و جلوگیری از توقف‌های ناگهانی خط تولید خواهد شد.
در مجتمع در بزرگترین فولاد کشور 7 در صد قطعات ورودی (قبل شارژ انبار) به دلایل ذیل توسط واحد کنترل کیفی مغایرت اعلام می شود:

---

[10] صادقیان, رستگاری, بقال نژاد, عبدالصادق, حسینی عقدا, سید ابوذر. (2018). تاثیر عملکرد دفتر کنترل کیفیت. پژوهشنامه حمل و نقل, 15(3), 309-320.

کنترل کیفی قطعات در صنعت

-

ردیف	کد	شرح
1	21	مغایر تایپ و مدل
2	22	مغایرت خواص مکانیکی
3	23	مغایرت مشخصات فنی (تیم پلیت)
4	24	مغایرت فنی
5	25	مغایرت نوع اتصال الکتریکی
6	26	موجود نبودن قطعه در انبار دریافت و پخش (عدم ورود کالا)
7	27	ناقص بودن کالا
8	28	عدم مونتاژ کالا
9	29	عدم تایید به دلیل وجود مواد منفجره و مواد جنگی

ردیف	کد	شرح
1	18	مغایر بسته بندی
2	19	مغایرت کیفیت
3	20	مغایرت ظاهری
4	21	مغایرت تایپ و مدل
5	22	مغایرت خواص مکانیکی
6	23	مغایرت مشخصات فنی (تیم پلیت)
7	24	مغایرت فنی
8	25	مغایرت نوع اتصال الکتریکی
9	26	موجود نبودن قطعه در انبار دریافت و پخش (عدم ورود کالا)

ردیف	شرح
1	کمبود مدارک فنی همراه سفارش
2	مغایرت آنالیز و سختی
3	مغایرت جوش
4	مغایرت صافی سطح
5	اشکال در نقشه و لزوم اصلاح قطعه
6	اشکال در ساخت قطعه (تکنولوژی)
7	مغایرت جنس
8	مغایرت سازنده
9	مغایر بسته بندی

- در صورتی در تعداد زیادی کالا، نمونه هایی توسط واحد کنترل کیفی مورد بررسی قرار گرفت و بررسی آن مورد تائید واحد کنترل کیفی قرار نگرفت تمامی کالا ها به فروشنده عودت میگردد.

- قطعات ساختی که دارای حساسیت بالایی دارند و جوش قطعات به عنوان یک پارامتر حساس می باشدتوسط یک کارشناس متالوژیک جوش های کالا مورد بازرسی جوش وتست مخرب جوش قرار میگیرد.
- کالا بعد ازاینکه توسط واحد کنترل بررسی قرار گرفت توسط انبار واردات مجددا بسته بندی می شود.

- تمامی قطعات ساختی بایستی فاینال بوک QC آن به کارشناس کنترل کیفی ایمیل شود و یک نسخه آن همراه تجهیز ارسال شود.

1-2-1 شیر ایمنی یا safety valve

به دلیل حساسیت و اهمیت کار شیر ایمنی ، تمامی شیرهای ایمنی توسط کنترل کیفی تست گرم میشود و بعد از تائید کنترل کیفی توسط انبار واردات پلمپ میشود و کالا به انبار ارسال میشود. شیرهای ایمنی بدون شک یکی از حیاتی‌ترین و حساس‌ترین تجهیزات در هر واحد صنعتی به ویژه مجتمع‌های فولادسازی هستند که وظیفه آنها محافظت از تجهیزات، خطوط لوله و نیروی انسانی در برابر افزایش فشار بیش از حد مجاز می‌باشد. عملکرد یک شیر ایمنی به این صورت است که وقتی فشار سیال (گاز، بخار یا مایع) درون یک سیستم از مقدار تنظیم شده فراتر رود، شیر به صورت خودکار باز شده و سیال اضافی را تخلیه می‌کند تا فشار به سطح ایمن بازگردد و سپس مجدداً بسته می‌شود. اهمیت کنترل کیفی شیرهای ایمنی از آنجا ناشی می‌شود که یک شیر ایمنی معیوب، نادرست تنظیم شده یا تقلبی می‌تواند فاجعه‌آفرین باشد و منجر به انفجار دیگ‌های بخار، ترکیدگی خطوط لوله تحت فشار، نشت مواد خطرناک و در نهایت تلفات جانی و خسارات مالی سنگین گردد. در فرآیند کنترل کیفی شیرهای ایمنی، اولین گام بررسی اصالت قطعه و مطابقت آن با استانداردهای معتبر بین المللی نظیر API،[11] ASME، DIN یا استاندارد ملی مربوطه است. شیر ایمنی باید دارای پلاک مشخصات دائمی شامل سازنده، فشار تنظیم، دبی تخلیه، سایز و گواهی استاندارد باشد. در مرحله بعد، بازرسی ظاهری و ابعادی انجام می‌شود تا اطمینان حاصل شود جنس بدنه، نشیمنگاه، فنر و سایر اجزا با مشخصه فنی کالا مطابقت دارد و هیچ گونه ترک، خوردگی یا تغییر شکلی وجود ندارد. مهم‌ترین آزمون در کنترل کیفی شیرهای ایمنی، تست تنظیم فشار و تست نشتی است که معمولاً بر روی میز تست مخصوص با استفاده از سیال مناسب (هوا، آب یا بخار) انجام می‌شود. در این تست، فشار به آرامی افزایش داده می‌شود و دقیقاً در نقطه تنظیم، شیر باید باز شود و پس از کاهش فشار تا مقدار مشخصی، کاملاً بسته گردد[12]. همچنین آزمون تست گرم برای شیرهای ایمنی که در دماهای بالا کار می‌کنند ضروری است. در مجتمع‌های در بزرگترین فولاد کشور و هرمزگان، تمامی شیرهای ایمنی قبل از شارژ انبار و همچنین به صورت دوره‌ای پس از

[11] American Petroleum Institute

[12] Kumar, N., & Jha, A. (2017). Temperature excursion management: A novel approach of quality system in pharmaceutical industry. Saudi Pharmaceutical Journal, 25(2), 176-183.

کنترل کیفی قطعات در صنعت

-

نصب، مورد بازرسی و کالیبراسیون مجدد قرار می‌گیرند و نتایج در سوابق کالا ثبت می‌شود. هرگونه

مغایرت در عملکرد، عدم تطابق با استاندارد یا نبود گواهی اصالت، دلیل قاطعی برای رد قطعه و عودت به فروشنده خواهد بود.

1-2-3 اصالت قطعات کاتالوگی و استاندارد

کنترل کیفی قطعات استاندارد یکی دلایل اصالت کالا برای کنترل کیفی این می باشد که برنامه ریزی خرید شرکت هایی که مورد ارزیابی قرار داده است در وندور لیست خرید قرار داده است که این شرکت کالای با اصالت تحویل مشتری میدهد و نیز کارشناس خرید از این منابع استفاده می نماید. موضوع اصالت قطعات کاتالوگی و استاندارد یکی از چالش‌برانگیزترین و در عین حال حساسترین مسائل در حوزه کنترل کیفی صنایع بزرگ به ویژه صنعت فولاد محسوب می‌شود. قطعه کاتالوگی و استاندارد به قطعه‌ای اطلاق می‌گردد که دقیقاً مطابق با مشخصات فنی درج شده در کاتالوگ اصلی سازنده و منطبق بر استانداردهای بین‌المللی یا ملی معتبر تولید شده باشد و تمامی آزمون‌های کیفی، ابعادی و عملکردی مورد نیاز را با موفقیت پشت سر گذاشته باشد. در مقابل، قطعات غیراصیل یا تقلبی ممکن است از نظر ظاهری بسیار شبیه به نمونه اصلی به نظر برسند اما در جنس، عملیات حرارتی، تلورانس‌ها، کیفیت ساخت و عملکرد تفاوت‌های فاحشی داشته باشند که اغلب تا زمان بروز خرابی یا حادثه قابل تشخیص نیستند. خطر استفاده از قطعات غیراصیل در صنعت فولاد بسیار بالا است؛ برای مثال یک ترموکوپل غیراستاندارد ممکن است دمای کوره را چندین ده درجه اشتباه نشان دهد و باعث ذوب نشدن کامل شارژ یا برعکس آسیب دیدن نسوزهای کوره گردد. یک برد الکترونیکی کپی ممکن است در اثر نوسان جریان بسوزد و خط تولید را متوقف کند. یک گیج فشار غیراصیل می‌تواند فشار اشتباهی را نشان دهد و اپراتور را به تصمیم خطرناکی وادار کند. در کنترل کیفی برای احراز اصالت قطعات، کارشناس از روش‌های متعددی استفاده می‌کند: تطابق شماره سریال و کدهای حک شده روی قطعه با مستندات سازنده، بررسی کیفیت بسته‌بندی اصلی، برچسب‌های هولوگرام و امنیتی، وزن قطعه در مقایسه با نمونه اصلی، کیفیت جوشکاری و پرداخت سطحی، انجام آزمون‌های غیرمخرب مانند متالوگرافی برای بررسی ریزساختار، و در موارد حساس ارسال نمونه به آزمایشگاه مرجع برای آنالیز شیمیایی. همچنین فروشندگان ملزم به ارائه گواهی اصالت و گواهی استاندارد از سازنده معتبر هستند. در صورت شک به غیراصیل بودن قطعه، حتی اگر تمام تست‌های عملکردی را نیز گذرانده باشد، قطعه تأیید نخواهد شد. واحد کنترل کیفی در بزرگترین فولاد کشور و فولاد دیگر کشور با سیاست "تحت هیچ شرایطی پذیرش

قطعات غیراصیل" توانسته‌اند عمر تجهیزات را افزایش داده و حوادث ناشی از خرابی قطعات تقلبی را به نزدیک صفر برسانند[13].

1-2-4ترموکوپل – بردها –گیج ها وتمامی قطعات ابزار دقیق

قطعات ابزار دقیق شامل ترموکوپل‌ها، بردهای الکترونیکی، گیج ها و دیگر تجهیزات اندازه‌گیری و کنترلی، مغز متفکر هر واحد صنعتی مدرن به ویژه مجتمع‌های فولادسازی محسوب می‌شوند. این قطعات وظیفه اندازه‌گیری دقیق پارامترهای حیاتی همچون دما، فشار، دبی، سطح و سایر متغیرهای فرآیندی را بر عهده دارند و بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده توسط آنها، سیستم های کنترلی تصمیم‌گیری می‌کنند. در این میان، ترموکوپل‌ها به عنوان حسگرهای دما، از دو فلز ناهمگون تشکیل شده‌اند که با تغییر دما، ولتاژ بسیار کوچکی تولید می‌کنند و پس از تفسیر توسط بردهای الکترونیکی، دمای واقعی کوره‌ها، حمام‌های مذاب و کانال‌های گاز داغ را نشان می‌دهند. بردهای الکترونیکی نیز به عنوان مغز پردازشگر، سیگنال‌های خام حسگرها را دریافت، تقویت، خطی‌سازی و به سیگنال استاندارد تبدیل می‌کنند و همچنین دستورات کنترلی را به شیرها و محرک‌ها ارسال می‌نمایند. گیج‌ها نیز ابزارهای نمایشی هستند که مقادیر فشار، دما یا دبی را به صورت محلی و آنالوگ یا دیجیتال در معرض دید اپراتور قرار می‌دهند. اهمیت کنترل کیفی این قطعات از آنجا ناشی می‌شود که کوچک‌ترین خطا در هر یک از آنها می‌تواند عواقب زنجیره‌ای گسترده‌ای داشته باشد؛ برای مثال، یک ترموکوپل کالیبره نشده ممکن است دمای واقعی کوره را ۵۰ درجه کمتر نشان دهد و در نتیجه سیستم گرمایش، دمای کوره را تا آستانه آسیب به دیرگدازها افزایش دهد. یک برد الکترونیکی غیراستاندارد ممکن است در اثر نویز یا نوسان ولتاژ از کار بیفتد و کل یک خط تولید را متوقف سازد. یک گیج فشار کپی نیز می‌تواند فشار اشتباهی را نشان دهد و اپراتور را به تصمیم خطرناکی وادارد. در فرآیند کنترل کیفی قطعات ابزار دقیق، ابتدا اصالت و تطابق با کاتالوگ اصلی و استانداردهای مرجع نظیر IEC یا ANSI بررسی می‌شود. سپس آزمون‌های عملکردی شامل کالیبراسیون در نقاط مختلف، تست عایقی، تست پاسخ دینامیکی و تست گرم (برای ترموکوپل‌ها) انجام می‌گیرد. تمامی بردها باید تحت تست پایداری حرارتی و الکتریکی قرار گیرند و گیج‌ها نیز در محدوده کاری خود تست و مقایسه می‌شوند. در مجتمع در بزرگترین فولاد کشور، تمامی قطعات ابزار دقیق قبل از شارژ انبار، کد شناسایی منحصربه‌فرد دریافت می‌کنند و نتایج آزمون‌ها در سوابق کالا ثبت می‌گردد تا در صورت بروز مشکل، قابلیت رهگیری کامل وجود داشته باشد. به همراه قطعات ارسال

گواهی تست الزامی می باشد. ترموکوپل ها بایستی توسط فروشنده آزمایشگاهای معتبر تست شود و جنس با بسته بندی پلم و استاندارد ارسال نماید در غیر اینصورت کالا مورد تائید واحد کنترل کیفی نمی باشد.

[13] منصوری, سید امیر. (2010). منظر شهری: کنترل امر کیفی با مؤلفه‌های کمی. منظر, 2(11), 6-7.

کنترل کیفی قطعات در صنعت

-

1-3 تست گرم قطعات

جهت تست گرم بایستی فروشنده قبل از تامین و ساخت متریال کد سفارش ، نمونه به واحد کنترل کیفی تحویل نماید و در صورت تائید شدن مجاز به ساخت می باشد. تست گرم قطعات یکی از حیاتی‌ترین و تخصصی‌ترین مراحل کنترل کیفی در صنایعی مانند فولادسازی است که بسیاری از تجهیزات و قطعات در معرض دماهای بسیار بالا، گاهی بیش از ۱۰۰۰ درجه سلسیوس، قرار می‌گیرند. فلسفه اصلی تست گرم، شبیه‌سازی شرایط واقعی کاری قطعه در محیط کنترل شده آزمایشگاهی است تا اطمینان حاصل شود قطعه مورد نظر قادر به تحمل تنش‌های حرارتی، نوسانات دما، شوک حرارتی و خواص مکانیکی مورد نیاز در دمای بالا می‌باشد. این تست برای طیف گسترده‌ای از قطعات شامل ترموکوپل‌ها، المنت‌های حرارتی، شیرهای ایمنی، قطعات نسوز، اتصالات فلزی در مسیر گازهای داغ و برخی بردهای الکترونیکی که در مجاورت منابع حرارتی نصب می‌شوند، الزامی است. روش انجام تست گرم بسته به نوع قطعه و استاندارد مرجع متفاوت است. برای ترموکوپل‌ها، تست گرم شامل قرار دادن حسگر در کوره کالیبراسیون با دمای کنترل شده و مقایسه خروجی آن با ترموکوپل مرجع معتبر است؛ معمولاً ترموکوپل در چندین نقطه دمایی از کمترین تا بیشترین محدوده کاری خود تست می‌شود و میزان خطای آن ثبت می‌گردد. برای قطعات مکانیکی مانند شیرهای ایمنی یا اتصالات، تست گرم به این معناست که قطعه در دمای کاری نامی خود (مثلاً ۴۰۰ درجه سلسیوس) قرار گرفته و سپس عملکرد مکانیکی، نشتی و تغییر شکل آن ارزیابی می‌شود. یک نوع پیشرفته‌تر تست گرم، تست شوک حرارتی است که در آن قطعه به سرعت از دمای محیط به دمای بالا و سپس به سرعت به دمای پایین منتقل می‌شود تا مقاومت آن در برابر ترک‌خوردگی ناشی از انبساط و انقباض ناگهانی سنجیده شود. در مجتمع در بزرگترین فولاد کشور، تجهیزات پیشرفته تست گرم شامل کوره‌های دقیق با کنترل میکروپروسسوری، ترموگراف‌های مادون قرمز و سیستم‌های ثبت خودکار داده‌ها وجود دارد. هر قطعه که تست گرم را با موفقیت پشت سر بگذارد، گواهی مربوطه را دریافت می‌کند و در صورت مشاهده هرگونه انحراف در عملکرد دمایی، مغایرت ثبت و قطعه به فروشنده عودت داده می‌شود. اجرای دقیق تست گرم باعث افزایش ایمنی، کاهش خرابی‌های ناگهانی و افزایش عمر مفید تجهیزات در خطوط تولید داغ می‌گردد.

1-3-1 قطعات مغایرت بعد از شارژ

برخورد با قطعات مغایرت بعد از شارژ انبار یکی از چالش‌برانگیزترین و حساس‌ترین مسائل در فرآیند کنترل کیفی محسوب می‌شود، زیرا قطعه قبلاً فرآیند بازرسی اولیه را پشت سر گذاشته، کد شناسایی دریافت کرده و در انبار ذخیره شده است، اما پس از مدتی مغایرت آن کشف می‌شود. این مغایرت‌ها ممکن است به دلایل مختلفی بروز کنند: برخی از عیوب ذاتاً پنهان هستند و در

بازرسی اولیه قابل تشخیص نبوده و فقط پس از گذشت زمان یا تحت شرایط خاص خود را نشان می‌دهند، مانند ترک‌های ریز داخلی، خستگی مواد یا عیوب متالورژیکی؛ برخی دیگر ناشی از شرایط نگهداری نامناسب در انبار است مانند خوردگی، نفوذ رطوبت، تغییر شکل بر اثر انبار کردن نادرست یا مجاورت با مواد شیمیایی؛ و برخی نیز هنگام خروج از انبار و جابجایی مجدد ایجاد می‌شوند. در مجتمع در بزرگترین فولاد کشور، فرآیند رسیدگی به قطعات مغایرت بعد از شارژ بسیار دقیق و نظام‌مند طراحی شده است. به محض گزارش مغایرت توسط واحد بهره‌بردار یا کارشناس کنترل کیفی حین خروج کالا، قطعه بلافاصله از چرخه مصرف خارج شده و به انبار موقت مغایرت‌ها منتقل می‌گردد. یک کارگروه تخصصی متشکل از نمایندگان کنترل کیفی، فنی و بهره‌بردار تشکیل می‌شود تا علت ریشه‌ای مغایرت را شناسایی کند. در این مرحله، تمامی سوابق قطعه شامل مشخصه فنی کالا، گزارش بازرسی اولیه، نتایج تست گرم، گواهی اصالت و استاندارد و کد شناسایی حک شده بررسی می‌شود[14]. اگر ثابت شود مغایرت ناشی از نقص پنهان ذاتی قطعه است که در بازرسی اولیه قابل تشخیص نبوده، پرونده به فروشنده ارجاع شده و با استناد به گارانتی و شرایط قرارداد، پیگیری عودت یا جایگزینی انجام می‌شود. اگر مغایرت ناشی از شرایط نگهداری در انبار باشد، فرآیندهای انبارداری بازبینی و اصلاح می‌گردد. در مواردی که مغایرت بسیار حاد و ایمنی‌ساز باشد، تمامی قطعات هم خانواده موجود در انبار نیز قرنطینه و بازرسی مجدد می‌شوند. تمام مغایرت‌های بعد از شارژ در بانک اطلاعاتی واحد کنترل کیفی ثبت می‌شود تا الگوهای تکرارشونده شناسایی و اقدامات پیشگیرانه انجام شود. کاهش این نوع مغایرت‌ها به عنوان یکی از شاخص‌های کلیدی عملکرد واحد کنترل کیفی سالانه ارزیابی می‌گردد و هدف، کاهش آن به کمتر از یک درصد کل قطعات شارژ شده است. مغایرت کالا به صورت سیستمی توسط بهره بردار(مطابق لیست مغایرت های فوق الذکر) به واحد کنترل کیفی ارسال مینماید. قابل ذکر است بنا به اظهار رئیس کنترل در بزرگترین فولاد کشور کمتر از 2 در صد می باشد وبعد از بررسی مغایرت توسط واحد کنترل کیفی، بخش عمده اشکال در نقشه ساخت و یا تغییراتی که در محل نصب توسط بهره بردار شده است، می باشد.

1-3-2 مغایرت بسته بندی نامناسب

با توجه به اهمیت بستهبندی ،در صورتی که کالا با بسته بندی نامناسب توسط فروشنده ارسال شود ابنار واردات کالا را تحویل نمی گیرد و در صورت که انبار واردات کالا را تحویل نماید بنابراین توسط کنترل کیفی مغایرت آن توسط واحد کنترل کیفی ارسال می نماید. مغایرت بسته‌بندی نامناسب اگرچه در نگاه اول ممکن است یکی از ساده‌ترین و کم‌اهمیت‌ترین انواع مغایرت به نظر برسد، اما تجربه عملی در مجتمع در بزرگترین فولاد کشور نشان داده است که این مغایرت می‌تواند منشأ زنجیره‌ای از مشکلات جدی و پرهزینه باشد. بسته‌بندی نامناسب به مواردی اطلاق می‌شود که قطعه در برابر ضربات مکانیکی، لرزش، رطوبت،

[14] Kumar, N., & Jha, A. (2017). Temperature excursion management: A novel approach of quality system in pharmaceutical industry. Saudi Pharmaceutical Journal, 25(2), 176-183.

کنترل کیفی قطعات در صنعت

-

گرد و غبار، دماهای نامتعارف، نفوذ مواد شیمیایی یا جعل و دستکاری امنیت کافی نداشته باشد. در عمل، قطعاتی که با بسته‌بندی نامناسب ارسال می‌شوند، اغلب در حین حمل و نقل دچار آسیب‌های پنهان یا آشکار می‌گردند. از شایع‌ترین انواع مغایرت بسته‌بندی می‌توان به عدم استفاده از مواد ضربه‌گیر استاندارد (مانند فوم، ایرپک یا بسته‌بندی خلاء)، استفاده از جعبه‌های بی‌کیفیت و له‌شونده، نبود برچسب‌های هشدار مناسب مثل "شکننده"، "حداکثر ارتفاع انباشت" یا "سمت بالا"، بسته بندی غیرمقاوم در برابر رطوبت برای قطعات حساس به خوردگی، نبود پوشش آنتی‌استاتیک برای بردهای الکترونیکی و قطعات ابزار دقیق، و نبود سیل امنیتی یا برچسب‌های ضد دستکاری اشاره کرد. در فرآیند کنترل کیفی، بازرسان موظفاند تک تک محموله‌های ورودی را از نظر بسته‌بندی قبل از هرگونه بازرسی فنی بررسی کنند. در صورت مشاهده بسته‌بندی نامناسب، حتی اگر قطعه در نگاه اول سالم به نظر برسد، فرآیند پذیرش متوقف می‌شود. دلیل این سختگیری آن است که آسیب های ناشی از بسته‌بندی نامناسب همیشه بلافاصله قابل تشخیص نیستند؛ یک ضربه شاید ترک ریز داخلی در یک برد لحیم شده ایجاد کند که فقط پس از مدتی کار کردن باعث خرابی ناگهانی شود. یک نفوذ رطوبت ممکن است خوردگی خفیفی در پایه های یک ترموکوپل ایجاد کند که در تست اولیه تأثیری نداشته باشد اما پس از یک ماه در محیط عملیاتی باعث قطع سیگنال شود. در مجتمع در بزرگترین فولاد کشور، ضوابط دقیق بسته‌بندی برای هر خانواده قطعه تدوین شده و در قراردادهای تأمین درج می‌گردد. فروشندگانی که مغایرت بسته‌بندی مکرر داشته باشند، در ارزیابی عملکرد امتیاز منفی دریافت کرده و احتمال خروج از لیست تأمین‌کنندگان معتبر برای آنها وجود دارد. همچنین بسته‌بندی‌های نامناسب ضبط و مستندسازی می‌شوند و به عنوان مثال آموزشی برای سایر فروشندگان استفاده می‌گردد.

1-3-3 ابزارهای کنترل کیفی مجتمع در بزرگترین فولاد کشور

مجتمع در بزرگترین فولاد کشور به عنوان یکی از بزرگترین و مدرن‌ترین مجتمع‌های فولادسازی کشور، تجهیزات و ابزارهای پیشرفته و متنوعی برای کنترل کیفی قطعات و تجهیزات در اختیار دارد که امکان بازرسی دقیق، سریع و قابل اعتماد را برای کارشناسان خود فراهم می‌آورد. این ابزارها را می‌توان به چند دسته کلی تقسیم نمود. دسته اول، ابزارهای اندازه‌گیری ابعادی و مکانیکی هستند که شامل کولیس‌های دیجیتال و ورنیه با دقت ۰.۰۱ میلی‌متر، میکرومترهای داخلی و خارجی، ساعت اندیکاتور برای اندازه‌گیری خروج از مرکز و لرزش، شابلون‌های کفسنج و زاویه‌سنج، و گیج‌های حدی (گو/ نوگو) می‌شوند. تمامی این ابزارها به صورت دوره‌ای کالیبره می‌شوند و گواهی کالیبراسیون معتبر دارند. دسته دوم، ابزارهای آزمون‌های غیرمخرب هستند که برای تشخیص عیوب داخلی بدون تخریب قطعه به کار می‌روند؛ این ابزارها شامل دستگاه التراسونیک برای تشخیص ترک‌های داخلی، دستگاه تست ذرات مغناطیسی برای ترک‌های سطحی در قطعات فرومغناطیس، دستگاه پنترانت نافذ برای عیوب سطحی در قطعات

کنترل کیفی قطعات در صنعت

-

غیرمغناطیس، و دستگاه رادیوگرافی قابل حمل برای بازرسی جوش و ساختار داخلی قطعات ضخیم می‌باشند. دسته سوم، تجهیزات تست و کالیبراسیون ابزار دقیق هستند که شامل کالیبراتورهای فشار و دما با دقت بالا، مولتی‌مترهای دقیق صنعتی، اسیلوسکوپ برای بررسی سیگنال های بردها، منبع جریان و ولتاژ استاندارد، پتانسیومتر برای کالیبراسیون ترموکوپل‌ها و کوره تست گرم با کنترل میکروپروسسوری می‌شوند. دسته چهارم، تجهیزات تست مکانیکی و متالورژی شامل دستگاه تست کشش، دستگاه سختی‌سنج راکول و برینل، میکروسکوپ متالوگرافی و دستگاه طیف‌سنج نوری برای آنالیز شیمیایی آلیاژها است. دسته پنجم، تجهیزات جانبی و پشتیبانی مانند سیستم عکاسی ماکرو و میکرو برای مستندسازی، نرم‌افزارهای ثبت و رهگیری داده‌های کیفی، سیستم بارکدخوان و کدگذاری، و تجهیزات بسته‌بندی مجدد برای قطعات تائیدشده را شامل می‌شود. تمامی این ابزارها در آزمایشگاه کنترل کیفی مجتمع مستقر بوده و کارشناسان آموزش دیده روزانه از آنها استفاده می‌کنند[15]. همچنین بر اساس برنامه منظم، ابزارها به آزمایشگاه مرجع کشوری ارسال و کالیبره می‌شوند تا دقت نتایج تضمین گردد. سرمایه‌گذاری در بزرگترین فولاد کشور در تجهیزات کنترل کیفی طی سال‌های اخیر بیش از ۳۰ درصد رشد داشته و این مهم یکی از دلایل کاهش محسوس مغایرت‌های دریافتی و افزایش رضایت بهره‌برداران داخلی بوده است. ابزارهای مکانیک که در اختیار کنترل کیفی واحد خوزستان بخش ساخت می باشدبه شرح زیر می باشد:

- زاویه سنج کولیس در تمامی سایزها
- میکرومتر

- متر
- اندیکاتور
- صافی سنج
- سختی سنج ثابت و متحرک
- دستگاه تست سیم بوکسل
- دستگاه آنالایزر

قابل ذکر است تمامی تجهیزات مورد استفاده توسط آزمایشگاه داخلی مجتمع و آزمایشگاهای معتبر خارج شرکت کالیبره میشود که این کار به واحد کنترل کیفی کمک میکند کنترل کیفیت قطعات با دقت بیشتری انجام شود.

زاویه سنج کولیس: بازرسی همزمان طول و زاویه قطعات با دقت بالا در ورودی و خروجی خط. نکته ایمنی: هنگام بسته‌بندی مجدد، کولیس را در قاب محافظ قرار دهید و قطعات تیز را جداگانه بسته‌بندی کنید.

---

[15] سید جمال اشرفی سعادت, کمال الدین رحمانی, سلیمان ایران زاده, ناصر فقهی فرهمند, هوشنگ تقی زاده. (2025). مدل ریاضی تعیین فاصله‌های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه و پارامترهای کنترل کیفیت تجهیزات با رویکرد فراابتکاری. آموزش، تربیت و توسعه پایدار, 2(1), 1-26.

کنترل کیفی قطعات در صنعت

-



میکرومتر: اندازه‌گیری ضخامت و قطر قطعات حساس تا دقت 0.001 میلیمتر در ایستگاه بازرسی. ایمنی: قبل از حمل، فک‌های میکرومتر را کاملاً باز کنید و قطعات روغن‌کاری‌شده را در پلاستیک بدون پرز بپیچید.



متر: کنترل ابعاد کلی و فواصل مراکز سوراخ‌ها روی قطعات بزرگ و طولانی. ایمنی: هنگام باز کردن پک، از برش تیز برای پاره نکردن نوار چسب استفاده کنید تا خراش روی قطعه ایجاد نشود.

کنترل کیفی قطعات در صنعت

-



اندیکاتور: اندازه گیری خروج از مرکز و لقی محوری قطعات دوار روی فیکسچر بازرسی. ایمنی: قطعات سنگین را با جک و اسلینگ استاندارد حمل کنید و نوک اندیکاتور را قبل از جابجایی قفل کنید.

صافی سنج :بررسی زبری سطح قطعات ماشینکاری شده در نقاط حساس آب‌بندی و یاتاقان‌ها. ایمنی: حین حمل قطعه، سطح ماشینکاری شده را با کاغذ کرافت بپوشانید و بعد از بازرسی اثر انگشت را پاک کنید.



سختی سنج ثابت و متحرک: تست سختی قطعات عملیات حرارتی شده در سالن یا انبار (پرتابل). ایمنی: قطعات بزرگ را روی میز دستگاه ثابت ببندید و هنگام حمل با دستکش ضدضربه، از رها شدن سنبه خودکار جلوگیری کنید.

کنترل کیفی قطعات در صنعت

-



دستگاه تست سیم بوکسل: بررسی استحکام کششی و پیچش سیم‌های متالوژی و فنرها قبل از نصب. ایمنی: دور سیم شکسته شده حین تست را با محافظ پلی کربنات بگیرید، هنگام حمل سیم‌ها را قرقره‌های مجزا بپیچید.



دستگاه آنالایزر : آنالیز ترکیب شیمیایی آلیاژها و تشخیص قراضه نامرغوب در ورودی مواد. ایمنی: حین بسته‌بندی مجدد قطعات تست شده، از کیسه آنتی‌استاتیک برای قطعات الکترونیک استفاده کنید و پروب دستگاه را قبل از حمل کاور کنید.

کنترل کیفی قطعات در صنعت

-



9-1-6- سایر قطعات

ابزارهای برقی که در اختیار کنترل کیفی واحد خوزستان بخش استاندارد می باشدبه شرح زیر می باشد:

ولت¬متر وآمپر متر AC /DC: بررسی ولتاژ و جریان ورودی/خروجی تابلوهای برق و قطعات الکتریکی در ایستگاه SMQ. ایمنی: حین بازرسی حتماً از دستکش عایق و عینک استفاده کنید، قطعات بسته‌بندی شده را در محفظه ضد ضربه و دور از رطوبت حمل کنید.





دستگاه اندازه گیری تست اهم (کاربرد جهت اندازه اهم کابل): اندازه‌گیری مقاومت اهمی کابل‌ها و سیم‌های ارتباطی برای تشخیص قطعی یا اتصال کوتاه. ایمنی: قبل از تست، کابل را از منبع تغذیه جدا کنید، هنگام حمل کابل‌های بازرسی شده را با بندهای ضدمغناطیس دسته‌بندی و در پک پلاستیکی آنتی‌استاتیک قرار بدهید.

کنترل کیفی قطعات در صنعت

-



1-3-4 چیدیمان کالا در انبار واردات در بزرگترین فولاد کشور

در در بزرگترین فولاد کشور انبار واردات محل هایی که براساس پلنت که تجهیز در آن قرار گرفته است خط کشی نمودند و قطعات را به شکل مناسب در آن محلها قرار مینمودند.موقعیت تجهیزات مشخص شده شده است و انبار واردات و کنترل کیفی در یک مجموعه با یکدیگر در تعامل هستند. چیدمان کالا در انبار واردات مجتمع در بزرگترین فولاد کشور یک فرآیند علمی، سیستماتیک و تأثیرگذار بر کارایی کنترل کیفی و سهولدسترسی به قطعات است. انبار واردات به عنوان اولین ایستگاه استقرار قطعات پس از ترخیص از گمرک

و تأیید نهایی کنترل کیفی، نقشی کلیدی در حفظ هویت، سلامت و قابلیت رهگیری کالاها ایفا می‌کند. اصول چیدمان در این انبار بر پایه طبقه‌بندی قطعات بر اساس خانواده، حساسیت، ابعاد، وزن و فراوانی مصرف پایه‌ریزی شده است. تمامی قطعات ابزار دقیق شامل ترموکوپل‌ها، بردها و گیج‌ها به دلیل حساسیت بالا به شوک حرارتی، گرد و غبار و رطوبت، در قفسه‌های بسته و دارای سیستم تهویه کنترل شده قرار می‌گیرند. شیرهای ایمنی و قطعات سنگین مکانیکی نیز بر اساس محدوده فشار کاری و سایز، بر روی پالت‌های استاندارد و در طبقات پایین قفسه‌ها با دسترسی آسان برای جابجایی با لیفتراک چیده می‌شوند. یک نکته بسیار حیاتی در چیدمان، حفظ کد شناسایی حک شده روی قطعات و قابلیت رویت آسان آن توسط کارشناسان کنترل کیفی و انبارداران است. به همین دلیل، تمامی قطعات با برچسب‌های مقاوم در برابر حرارت، رطوبت و سایش مشخص شده و قطعات کوچک در کیسه‌های شفاف ضخیم و دارای برچسب کد شناسایی بسته‌بندی می‌گردند. سیستم چیدمان بر اساس روش مکانیابی ثابت و سیار ترکیبی طراحی شده، به این معنا که قفسه‌های مشخصی برای هر خانواده قطعه در نظر گرفته شده (مکانیابی ثابت) اما جایگاه دقیق هر قطعه درون قفسه بر اساس تاریخ ورود و اولویت مصرف تعیین می‌گردد (مکانیابی سیار). این روش موجب بهینه‌سازی فضای انبار تا ۴۰ درصد و کاهش زمان جستجوی قطعات تا ۶۰ درصد شده است. همچنین انبار واردات مجهز به سیستم مدیریت انبار است که با اسکن بارکد کد شناسایی، موقعیت دقیق هر قطعه، تعداد موجودی، تاریخ ورود و نتیجه کنترل کیفی را در لحظه نمایش می‌دهد. برای قطعات حساس به دما و رطوبت، چیدمان در محفظه‌های ایزوله با مانیتورینگ ۲۴ ساعته انجام می‌شود و

کنترل کیفی قطعات در صنعت

-

در صورت انحراف دما یا رطوبت از محدوده مجاز، هشدار فوری صادر می‌گردد. تمامی قطعات مغایر یا مشکوک نیز در بخش مجزایی با نام انبار قرنطینه و با چیدمان کاملاً جداگانه و با برچسب قرمز نگهداری می‌شوند تا هیچگاه به اشتباه با قطعات تأییدشده مخلوط نگردند. این نظم دقیق در چیدمان، عامل مهمی در کاهش خطای انسانی، افزایش سرعت تحویل قطعات به واحدهای بهره‌بردار و جلوگیری از آسیبدیدگی قطعات در حین انبارداری بوده است.

1-3-5 رعایت اصول کنترل کیفی (بسته بندی و جک نمودن مشخصات کالا) توسط فروشنده

رعایت اصول کنترل کیفی از سوی فروشنده، به ویژه در دو حوزه حیاتی بسته‌بندی استاندارد و جک نمودن دقیق مشخصات کالا، یکی از ارکان اصلی موفقیت زنجیره تأمین در مجتمع در بزرگترین فولاد کشور محسوب

می‌شود. بسیاری از مغایرت ها و خسارت‌های کیفی که در مرحله تحویل کالا شناسایی می‌گردند، ریشه در عدم رعایت همین اصول ساده اما حیاتی از سوی فروشنده دارند. بسته‌بندی استاندارد به معنای استفاده از مواد و روش‌هایی است که قطعه را در برابر هفت عامل آسیب‌زا محافظت کند: ضربه و لرزش ناشی از حمل و نقل، نفوذ رطوبت و گرد و غبار، نوسانات دمایی نامتعارف، الکتریسیته ساکن (برای بردها و قطعات الکترونیکی)، نور مستقیم خورشید (برای قطعات پلیمری و لاستیکی)، فشار ناشی از انباشت کارتن‌ها روی یکدیگر و جعل و دستکاری. فروشنده ملزم است متناسب با نوع قطعه، از بسته‌بندی اولیه (در تماس مستقیم با قطعه) مانند کیسه های آنتی‌استاتیک، پوشش‌های وکیوم یا روغن‌کاری محافظ، بسته‌بندی ثانویه (محافظ میانی) مانند فوم، ایرپک یا مقوای موج‌دار و بسته‌بندی ثالثیه (کارتن یا پالت حمل) با استحکام کافی استفاده کند. جک نمودن مشخصات کالا نیز عبارت است از درج کامل و شفاف اطلاعات ضروری روی بسته بندی خارجی شامل نام کالا، کد کالایی سازمانی، شماره سفارش، نام سازنده، شماره سریال، تاریخ تولید، شماره بسته، وزن، ابعاد، شرایط ویژه نگهداری (مثل دمای بین ۵ تا ۴۰ درجه) و علائم هشدار (شکننده، سمت بالا، حساس به رطوبت، حساس به الکتریسیته ساکن). در مجتمع در بزرگترین فولاد کشور، فروشندگان موظفند پیش از حمل، فرم خوداظهاری کنترل کیفی را تکمیل و به همراه تصاویر بسته‌بندی و جک‌نمودها برای واحد بازرسی ارسال نمایند. در صورت عدم رعایت هر یک از این موارد، کالا در بدو ورود مشمول مغایرت بسته‌بندی شده و فرآیند پذیرش تا رفع نواقص متوقف می‌شود. فروشندگانی که به صورت مستمر این اصول را رعایت می‌کنند، در ارزیابی سالانه امتیاز مثبت دریافت کرده و از مزایایی مانند کاهش ضمانتنامه یا اولویت در سفارشات آتی برخوردار می‌شوند. برعکس، فروشندگان متخلف ابتدا تذکر کتبی

دریافت کرده و در صورت تکرار، به مدت یک سال از لیست تأمین‌کنندگان معتبر حذف می‌گردند[16].

4-1 تجهیزات کنترل کیفی فولاد دیگر کشور

مجتمع فولاد دیگر کشور به عنوان یکی از قطب‌های مهم تولید فولاد در جنوب کشور، از مجموعه کاملی از تجهیزات پیشرفته کنترل کیفی برای پایش و بازرسی قطعات و تجهیزات ورودی، فرآیندی و خروجی بهره می‌برد که در نوع خود کم‌نظیر است. این تجهیزات در سه دسته اصلی ابزارهای آزمایشگاهی ثابت، تجهیزات پرتابل میدانی و سیستم‌های نرم‌افزاری رهگیری دسته‌بندی می‌شوند. در بخش ابزارهای آزمایشگاهی ثابت، مجتمع دارای یک آزمایشگاه مجهز به دستگاه طیف‌سنج نوری برای آنالیز دقیق ترکیب شیمیایی آلیاژها با

دقت چند بخش در میلیون، دستگاه متالوگرافی مجهز به میکروسکوپ نوری و نرم‌افزار اندازه‌گیری فازها و ذرات، دستگاه سختی‌سنج یونیورسال (قابل تبدیل به راکول، برینل و ویکرز)، دستگاه تست کشش و فشار با قابلیت اعمال بار تا ۵۰ تن، و کوره تست گرم با محدوده دمایی تا ۱۲۰۰ درجه سلسیوس و قابلیت برنامه‌ریزی چند مرحله‌ای می‌باشد. برای تست قطعات ابزار دقیق، مجتمع دارای کالیبراتور فشار و دما با دقت ۰.۰۱ درصد، مولتی‌متر رومیزی ۶/۵ رقمی، اسیلوسکوپ ۲۰۰ مگاهرتز، و ترموگراف مادون قرمز قابل حمل برای تست حرارتی بردها و اتصالات است. در بخش تجهیزات پرتابل و میدانی، فولاد دیگر کشور دارای مجموعه کاملی از دستگاه‌های آزمون غیرمخرب شامل دستگاه التراسونیک فاز Array (برای بازرسی پیشرفته جوش و قطعات حساس)، دستگاه تست ذرات مغناطیسی قابل حمل، دستگاه پنترانت نافذ با کیت کامل مواد مصرفی، و دستگاه سختی‌ی سنج پرتابل برای قطعات بزرگ و نصب شده را در اختیار دارد. همچنین انبار ابزار دقیق مجهز به کولیس های دیجیتال و آنالوگ، میکرومترهای داخلی و خارجی، ساعت اندیکاتور، زاویه‌سنج لیزری، شابلون‌های کفسنج و گیج‌های حدی با گواهی کالیبراسیون معتبر است. یک تفاوت بارز فولاد دیگر کشور نسبت به سایر مجتمع‌ها، تجهیزات ویژه بازرسی قطعـات در محیط‌های خورنده دریایی است که شامل دستگاه تست مه نمکی، دستگاه تست مقاومت به خوردگی تنشی و دستگاه اولتراسونیک ضخامت سنج با قابلیت جبران خوردگی سطحی می‌باشد. تمامی این تجهیزات بر اساس استاندارد ISO17025 کالیبره شده و گواهی کالیبراسیون آنها قابل رهگیری تا استانداردهای ملی است. همچنین واحد کنترل کیفی فولاد دیگر کشور دارای سیستم مدیریت نرم‌افزاری یکپارچه ای است که تمام داده‌های حاصل از تجهیزات را به صورت خودکار جمع‌آوری، پردازش و ذخیره می‌کند و امکان تحلیل روند کیفی قطعات را در بلندمدت فراهم می‌آورد. سرمایه‌گذاری مستمر در به‌روزرسانی این تجهیزات، نقش کلیدی در کاهش نرخ مغایرت‌ها و افزایش رضایت مشتریان داخلی و خارجی فولاد دیگر کشور داشته است. با توجه به بازدیدهای کارشناس واحد کنترل

[16] Zeng, S., Wang, L., Chen, T., Wang, Y., Mo, H., & Qu, H. (2012). Direct analysis in real time mass spectrometry and multivariate data analysis: a novel approach to rapid identification of analytical markers for quality control of traditional Chinese medicine preparation. Analytica chimica acta, 733, 38-47.

کنترل کیفی قطعات در صنعت

-

کیفی ، ابزارها را به شرح ذیل آماده گردیده و تنها دستگاه آنالیز مواد خریداری نشده است که جهت خرید آن اقداماتی از سوی واحد کنترل کیفی انجام گردیده.







2-4-1 صورت جلسه واحد کنترل کیفی با سایر واحدها

در تعاملات روزمره یک مجتمع عظیم فولادی، واحد کنترل کیفی هرگز به صورت جزیره‌ای عمل نمی‌کند؛ بلکه موفقیت آن در گرو هماهنگی مستمر با واحدهای تامین‌کننده، انبار، بهره‌بردار، تعمیرات و حتی فروشندگان خارج از سازمان است. صورت جلسات واحد کنترل کیفی با سایر واحدها، مهم‌ترین ابزار مستندسازی این تعاملات و تضمین‌کننده اجرای تصمیمات اتخاذ شده محسوب می‌شوند. هر صورت جلسه شامل عناصر ثابتی است: تاریخ و زمان برگزاری، لیست حاضرین با ذکر واحد سازمانی، دستور جلسه (موضوعات مورد بحث)، مصوبات (تصمیمات قطعی با تعیین مسئول و مهلت اجرا)، و نکات قابل پیگیری. رایج‌ترین نوع این صورت جلسات، نشست‌های کمیته مغایرت‌ها است که با حضور نمایندگان کنترل کیفی، انبار و واحد بهره‌بردار برگزار می‌شود[17]. در این جلسات، برای هر قطعه مغایرت کشف شده (اعم از قبل یا بعد از شارژ انبار)، وضعیت آن تعیین تکلیف می‌شود؛ آیا قطعه قابل تعمیر است، باید عودت داده شود، یا می‌توان با پذیرش شرطی (با درج محدودیت مصرف) تحویل واحد بهره‌بردار گردد. تمامی این تصمیمات در صورت جلسه ثبت و به امضای هر سه طرف می‌رسد. نوع دیگر، صورت جلسات هماهنگی با واحد تامین و فروشندگان است که در آن استانداردهای بسته‌بندی، جک نمودن مشخصات کالا، مهلت ارسال مدارک و نحوه حمل قطعات حساس (مانند ترموکوپل‌ها و بردها) تعیین و ابلاغ می‌شود. نوع سوم، صورت جلسات بررسی تغییرات استانداردها و مشخصه فنی کالا است که با حضور واحد مهندسی و فنی برگزار می‌گردد. در مجتمع در بزرگترین فولاد کشور، تمامی این صورت جلسات در

---

[17] Nemati, M., Hamidi, A., Dizaj, S. M., Javaherzadeh, V., & Lotfipour, F. (2016). An overview on novel microbial determination methods in pharmaceutical and food quality control. Advanced pharmaceutical bulletin, 6(3), 301.

کنترل کیفی قطعات در صنعت

-

سامانه یکپارچه مدیریت کیفیت بارگذاری شده و قابلیت جستجو، گزارش‌گیری و پیگیری خودکار مهلت‌ها را دارند. هر مصوبه ای که مهلت اجرای آن به پایان رسیده باشد، به صورت خودکار به مسئول مربوطه یادآوری می‌شود و در صورت تاخیر بیش از یک هفته، به مدیر ارشد واحد گزارش می‌گردد. این نظام

مستندسازی، از بروز اختلافات بعدی جلوگیری کرده و امکان ممیزی و ارزیابی عملکرد واحدها را شفاف می‌سازد.

Behzadian, K., Alimohammadnejad, M., Ardeshir, A., Jalilsani, F., & Vasheghani, H. (2012). A novel approach for water quality management in water distribution systems by multi-objective booster chlorination.

Bono, F. M., Radicioni, L., & Cinquemani, S. (2023). A novel approach for quality control of automated production lines working under highly inconsistent conditions. Engineering applications of artificial intelligence, 122, 106149.

Jafari, M., Shahbazi, S., & Karbasian, M. (2025). A Novel Approach to Quality Control in Multivariate Manufacturing Processes Based on Principal Component Analysis. Research in Production and Operations Management, 16(3), 73-98.

Kumar, N., & Jha, A. (2017). Temperature excursion management: A novel approach of quality system in pharmaceutical industry. Saudi Pharmaceutical Journal, 25(2), 176-183.

Nemati, M., Hamidi, A., Dizaj, S. M., Javaherzadeh, V., & Lotfipour, F. (2016). An overview on novel microbial determination methods in pharmaceutical and food quality control. Advanced pharmaceutical bulletin, 6(3), 301.

Zeng, S., Wang, L., Chen, T., Wang, Y., Mo, H., & Qu, H. (2012). Direct analysis in real time mass spectrometry and multivariate data analysis: a novel approach to rapid identification of analytical markers for quality control of traditional Chinese medicine preparation. Analytica chimica acta, 733, 38-47.

Zeng, S., Wang, L., Chen, T., Wang, Y., Mo, H., & Qu, H. (2012). Direct analysis in real time mass spectrometry and multivariate data analysis: a novel approach to rapid identification of analytical markers for quality control of traditional Chinese medicine preparation. Analytica chimica acta, 733, 38-47.