کنترل کیفی قطعات در صنعت

-

واحد کنترل کیفی SMQ

نویسنده: مهندس حجت باغبانی



فصل هشتم

کنترل کیفی قطعات در صنعت

-

ایمنی در کنترل کیفی قطعات: از بازرس تا حمل‌ونقل چندوجهی

مقدمه

در صنعت فولاد، واحد کنترل کیفی نه تنها ضامن سلامت و انطباق قطعات با استانداردهاست، بلکه یکی از حساسترین محیط های کاری از نظر مواجهه با خطرات فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی محسوب میشود. کارشناس کنترل کیفی روزانه با طیف گستردهای از قطعات از ترموکوپل های داغ و بردهای الکترونیکی حساس تا غلطک های چند تنی و شیرهای تحت فشار سروکار دارد. در چنین شرایطی، ایمنی شخص بازرس اولین و غیرقابل مصالحه ترین اصل است؛ عدم استفاده از دستکش ضدبرش هنگام بازرسی قطعات تیز ماشینکاری شده، یا نداشتن عینک ایمنی هنگام تست فشار یک شیر ایمنی، میتواند در کسری از ثانیه به آسیب جدی تبدیل شود. اما ایمنی محدود به بازرس نیست. فرآیند بازرسی خود باید به گونهای طراحی شود که نه تنها به اپراتور، بلکه به خود کالا نیز آسیبی وارد نشود؛ برای مثال باز کردن نادرست بستهبندی یک برد الکترونیکی آنتیاستاتیک میتواند با ایجاد الکتریسیته ساکن، قطعه را پیش از نصب از کار بیندازد. از طرف دیگر، ایمنی کالا در زنجیره جابجایی و انبارداری نقشی حیاتی دارد. حمل دستی جعبه های حاوی پیچ و مهره با وزن بیش از ۲۵ کیلوگرم، یا چیدمان نادرست پالت ها روی یکدیگر، هم برای فرد و هم برای قطعه خطرآفرین است. در سطح وسیع تر، حمل ونقل چندوجهی (زمینی، دریایی، هوایی) الزامات ایمنی خاص خود را میطلبد. یک قطعه ابزاردقیق که برای حمل هوایی بسته بندی مناسبی ندیده باشد، در اثر تغییر فشار محفظه بار دچار آسیب پنهان می شود. یک پالت چوبی فاقد گواهی ISPM 15 ممکن است در گمرک کشور مقصد توقیف شود. بنابراین، ایمنی در کنترل کیفی یک مفهوم چهاربعدی است که شامل حفاظت از انسان، فرآیند، کالا و زنجیره تأمین میشود و رعایت دقیق آن نه یک انتخاب، بلکه یک الزام راهبردی برای تداوم تولید و سلامت سرمایه های انسانی و تجهیزاتی است.

کنترل کیفی قطعات در صنعت

-



8-1 ایمنی فردی و فرآیندی در حین بازرسی قطعات

ایمنی شخص بازرس کنترل کیفی اولین و غیرقابل مصالحه‌ترین اصل در فرآیند بازرسی قطعات صنعت فولاد است. کارشناس کنترل کیفی موظف است پیش از هرگونه بازرسی، تجهیزات حفاظت فردی کامل شامل عینک ایمنی با شیلد جانبی برای محافظت در برابر تراشه‌های فلزی و پاشش سیال، دستکش ضدبرش با استاندارد ANSI[1] سطح ۴ برای جابجایی قطعات تیز ماشینکاری شده، کفش ایمنی با پنجه فولادی و کفی ضد نفوذ، و لباس کار مناسب با قابلیت ضد الکتریسیته ساکن و مقاوم در برابر شعله را به کار گیرد. در کنار ایمنی فردی، ایمنی فرآیندی نیز نقشی حیاتی دارد: پیش از هر بازرسی، تجهیزات باید قفل‌شده و منبع انرژی آن قطع گردد. بازرس هرگز نباید با دست خالی قطعات داغ را لمس کند و برای جابجایی قطعات تحت تست گرم تا ۱۲۰۰ درجه، استفاده از دستکش حرارتی و ابزار مخصوص الزامی است. در مواجهه با قطعات برقدار مانند بردها و خازن‌ها، حتی پس از قطع برق، تخلیه کامل بار الکتریکی با پروب مخصوص پیش از هرگونه لمس ضروری می‌باشد. همچنین در هنگام انجام آزمون‌های غیرمخرب مانند رادیوگرافی، بازرس و سایر پرسنل باید فاصله ایمنی استاندارد را رعایت کرده و از محافظ‌های سربی استفاده نمایند. رعایت این اصول، تضمین‌کننده سلامت نیروی انسانی و جلوگیری از حوادث جبران‌ناپذیر در محیط کار است.

[1] American National Standards Institute

کنترل کیفی قطعات در صنعت

-



8-1-1 الزامات ایمنی شخص بازرس کنترل کیفی (استفاده از تجهیزات حفاظت فردی شامل عینک، دستکش ضدبرش، کفش ایمنی و لباس کار مناسب)

ایمنی شخص بازرس اولین و مهم‌ترین خط دفاعی در واحد کنترل کیفی محسوب می‌شود. کارشناس SMQ موظف است پیش از هرگونه بازرسی، تجهیزات حفاظت فردی کامل را مطابق با ماهیت قطعه و نوع آزمون به کار گیرد. عینک ایمنی با شیلد جانبی برای محافظت در برابر تراشه‌های فلزی، ذرات معلق و پاشش سیال در هنگام تست فشار الزامی است. دستکش ضدبرش با استاندارد ANSI سطح ۴ برای جابجایی قطعات تیز ماشینکاری شده، ورق‌های بریده و فلکسیبل‌های فلزی ضروری می‌باشد. کفش ایمنی با پنجه فولادی و کفی ضد نفوذ، از بازرس در برابر سقوط قطعات سنگین (مانند غلطک یا شیرهای بزرگ) و نفوذ اجسام تیز محافظت می‌کند. لباس کار یکسره یا دورِ دو تکه نیز باید از جنس ضد الکتریسیته ساکن (برای بازرسی بردها) و مقاوم در برابر شعله (برای تست گرم قطعات) باشد. علاوه بر این، در بازرسی قطعات برقدار یا اتصالات الکتریکی، استفاده از دستکش عایق و تشک لاستیکی عایق اجباری است. لازم به ذکر است که تمامی این تجهیزات باید به صورت دوره‌ای بازرسی شده و گواهی سلامت داشته باشند. عدم استفاده از هر یک از این اقلام، حتی برای یک بازرسی کوتاه، تخلف محسوب شده و بازرس مسئول عواقب احتمالی خواهد بود.

8-1-2 ایمنی فرآیند بازرسی (قفل‌کردن تجهیزات قبل از تست، عدم تماس با قطعات داغ یا برقدار، رعایت فاصله ایمنی هنگام تست‌های غیرمخرب)

فرآیند بازرسی قطعات در واحد کنترل کیفی، به ویژه برای تجهیزاتی کـه قبلاً در مدار تولید بوده‌اند یـا تحت آزمون‌هـای مخـرب قـرار می‌گیرنـد، نیازمنـد رعـایت پروتکل‌های دقیق ایمنی فرآیندی اسـت. اولین و اساسـی‌ترین اصـل، قفل‌کـردن تجهیزات پیش از هرگونه بازرسی است. بدین معنا که اگر قطعه ای ماننـد شـیر ایمنی، موتور الکتریکی یا برد کنترل از خط تولید خارج شده باشد، باید منبع انرژی (برق، فشار سیال، گاز) کاملاً قطع و بـا قفـل فـیزیکی و برچسـب هشـدار ایمن سازی شود. دوم، بازرس هرگز نباید با دست خالی با قطعات داغ تماس بگـیرد. قطعاتی که تحت تست گرم (تا ۱۲۰۰ درجه) قرار گرفته‌اند، حتی پس از خروج از کوره، تا ساعاتی دمای بالایی دارند و باید با دستکش حرارتی و ابـزار مخصـوص جابجا شوند. برای قطعات برقدار مانند بردها و خازن‌های صـنعتی، حـتی پس از قطع برق اصلی، احتمال وجود بار الکتریکی ذخیره شده در خازن‌ها وجــود دارد؛ بنابراین تخلیه کامل بار با پروب مخصوص پیش از هرگونه لمس الـزامی اسـت. سوم، در هنگام انجام آزمون‌های غیرمخرب ماننـد رادیـوگرافی یـا التراسـونیک، بازرس و سایر پرسنل باید فاصله ایمنی تعیین شده در استاندارد را رعایت کرده و از محافظ‌های سربی یا دوربین مداربسته برای نظارت از راه دور استفاده کنند. در تست ذرات مغناطیسی نیز، استفاده از عینک محافظ در برابـر اشـعه UV و دوری از قطعات در حال اسپری شدن با مواد نافذ الزامی است.

8-1-3 ایمنی خود کالا در حین بازرسی (جلوگیری از آسیب به قطعات حساس با رعـایت تـرتیب بـاز و بسـته‌کردن بسـته‌بندی، اسـتفاده از سطح‌های غیرخورنده، پاک‌کردن اثر انگشت از سطوح صیقلی)

ایمنی کالا در حین فرآیند بازرسی نقشی به اندازه ایمنی بازرس حیاتی دارد، چرا که یک قطعه با کیفیت عالی ممکن است در اثـر بی‌احتیـاطی کارشـناس کنـترل کیفی آسیب دیده و عملاً بی‌استفاده شود. اولین اقدام، رعایت ترتیب صحیح باز و بسـته کـردن بسـته‌بندی اسـت. بـرای قطعـات کلاس حسـاس (ماننـد بردهـای الکترونیکی، ترموکوپل‌ها و گیج‌های دقیق)، بـازرس نبایـد کیسـه آنتی‌اسـتاتیک را پیش از قرار گرفتن روی سطح کار زمین‌شده باز کند. قطعه باید بر روی تشـک آنتی‌استاتیک قرار گیرد و بازرس از بند مچی[2] متصل بـه زمین اسـتفاده نمایـد. دوم، استفاده از سطوح غیرخورنده و نرم برای قراردادن موقت قطعات. هرگـز نباید قطعات با سطح صیقلی یا دارای تلورانس ابعـادی زیـر ۰.۰۱ میلی‌مـتر را مستقیماً بر روی میز فلـزی، بتن یـا پـالت چـوبی خشـن قـرار داد. از تشـک‌های لاستیکی نرم، مقوای ضخیم یا پارچه بدون پرز استفاده شود. سوم، پاک کردن اثر انگشت از سطوح صـیقلی بلافاصـله پس از بازرسـی. اسـیدهای چـرب موجود در اثر انگشت می‌تواند در طول زمان باعث خوردگی سطحی و ایجاد لکه روی

[2] Wrist Strap

کنترل کیفی قطعات در صنعت

-

قطعات فولادی ضدزنگ، مسی یا آلومینیومی شود. برای این کار، از دستمال‌های بدون پرز آغشته به الکل ایزوپروپیل استفاده گـردد. چهـارم، در هنگـام بازرسـی ابعادی با کولیس یا میکرومتر، هرگز فک‌های ابزار را بـا فشـار زیـاد روی سـطح صیقلی نبندید. تلرانس‌های دقیق قطعات ماشین‌کاری شده ممکن اسـت بـا یـک فشار اضافی از بین بروند.



8-2 ایمنی جابجایی، انبارداری و حمل‌ونقل چندوجهی قطعات

جابجایی قطعات در انبار و حمل‌ونقل چندوجهی نیازمند رعایت دقیق پروتکل‌های ایمنی است. برای حمـل دسـتی، حـداکثر وزن مجـاز ۲۵ کیلوگرم تعیین شده و جعبه‌های سنگین‌تر باید با لیفتراک یا جرثقیل دارای گواهی بازرسی ماهانه جابجا شوند. مهار صحیح بار روی پالت بـا حـداقل دو نـوار فلـزی افقی و دو نـوار عمـودی و اسـتفاده از زاویه‌های محافظ فلزی در لبه‌ها برای جلوگـیری از بریـدگی تسـمه الزامی است. در حمل زمینی، توزیع متقارن وزن بـار (اختلاف وزن بین دو طرف کمتر از ۱۵ درصد) و حداکثر ارتفاع انباشت ۳ لایه پالت باید رعایت شود. برای حمـل دریـایی، اسـتفاده از پالت‌هـای چـوبی دارای گواهی ISPM 15 (عملیات حرارتی) و پوشش وکیوم آلومینیوم لمیـنیت همـراه بـا بسـته‌های سـیلیکاژل بـرای قطعـات حسـاس بـه رطوبت اجباری است. در حمل هوایی به دلیل جابجایی‌هـای متعـدد، استفاده از فوم چگال پلی‌یورتان با چگالی حـداقل ۳۰ کیلـوگرم بـر مترمکعب و حداکثر وزن ۷۰ کیلوگرم برای هر بسته الزامی می‌باشد. رعایت این استانداردها، سلامت قطعات و ایمنی پرسـنل را در کـل زنجیره تأمین تضمین می‌کند.

8-2-1 ایمنی حمل دستی و مکانیزه در انبار (حداکثر وزن مجاز برای حمل دستی ۲۵ کیلوگرم، استفاده از لیفتراک و جرثقیل بـا گـواهی بازرسی ماهانه، مهار صحیح بار روی پالت)

جابجایی قطعات در انبار واردات و انبارهای دائم، یکی از پرخطرترین فعالیت‌ها از نظر آسیب به پرسنل و کالا محسوب می‌شود. برای حمـل دسـتی، حـداکثر وزن مجاز برای هر کارگر ۲۵ کیلوگرم تعیین شده است. جعبه‌های حاوی پیچ و مهره،

قطعات کوچک یا ابزارهای بازرسی با وزن بیشتر از این مقدار، باید حتماً با استفاده از چرخ دستی، لیفتراک یا جرثقیل جابجا شوند. برای حمل مکانیزه، استفاده از لیفتراک و جرثقیل صرفاً با گواهی بازرسی فنی ماهانه معتبر مجاز است. اپراتور لیفتراک باید دارای کارت صلاحیت معتبر و گواهی سلامت بینایی و شنوایی باشد. پیش از هر بار جابجایی، بازرس انبار موظف است تایرها، سیستم ترمز، هورن و چنگال‌های لیفتراک را بازدید چشمی کند. مهار صحیح بار روی پالت، یکی از حیاتی‌ترین نکات ایمنی است. تمامی لایه‌های کالا روی پالت باید با نوارهای فلزی (نواری) یا پلاستیکی (استرچ فیلم صنعتی) حداقل با دو نوار افقی و دو نوار عمودی مهار شوند. برای پالت‌های مرتفع (بیش از ۱.۲ متر)، استفاده از زاویه‌های محافظ فلزی در لبه‌ها برای جلوگیری از بریدگی تسمه الزامی است. در هنگام حمل، بار نباید از ابعاد پالت به هیچ طرف بیشتر از ۵ سانتی‌متر بیرون زدگی داشته باشد. همچنین مرکز ثقل بار باید در ناحیه مرکزی پالت قرار گیرد تا حین پیچیدن یا ترمز ناگهانی، پالت واژگون نشود. رعایت این نکات، هم از سقوط بار و آسیب به قطعات جلوگیری می‌کند و هم ایمنی اپراتور و سایر پرسنل انبار را تضمین می‌نماید.

8-2-2 ایمنی حمل زمینی و ریلی (بستن بار با نوارهای فلزی یا پلاستیکی استاندارد، توزیع متقارن وزن، رعایت حداکثر ارتفاع انباشت ۳ لایه پالت)

حمل زمینی با کامیون و حمل ریلی با واگن، رایج‌ترین روش‌های انتقال قطعات بین کارخانه و تأمین‌کنندگان هستند که ایمنی آنها مستقیماً بر سلامت کالا و جان راننده تأثیر می‌گذارد. اولین اصل، بستن بار با نوارهای استاندارد است. برای بارهای سبک (زیر ۵۰۰ کیلوگرم)، استفاده از نوارهای پلی‌استری با مقاومت کششی حداقل ۵۰۰ کیلوگرم و مکانیزم کشش دستی کافی است. برای بارهای سنگین، نوارهای فلزی با ضخامت حداقل ۰.۸ میلی‌متر و عرض ۳۲ میلی‌متر الزامی می‌باشد. هر پالت باید حداقل با دو کمربند عمودی و دو کمربند افقی به بدنه کامیون یا واگن متصل شود. دوم، توزیع متقارن وزن بار در سطح کف تریلر یا واگن. بارهای سنگین باید در طبقات پایین و نزدیک به محور چرخ‌ها قرار گیرند. اختلاف وزن بین طرف چپ و راست نباید از ۱۵ درصد تجاوز کند، در غیر این صورت خطر واژگونی در پیچ‌ها جدی است. سوم، حداکثر ارتفاع انباشت پالت‌ها روی یکدیگر در حمل زمینی، ۳ لایه تعیین شده است. پالت‌های بالایی نباید مستقیماً روی قطعات پالت زیرین قرار گیرند؛ بلکه باید روی تیرچه‌های پالت زیرین مهار شوند. برای جلوگیری از لغزش، بین لایه‌های پالت از کاغذ کرافت یا تشک لاستیکی ضد لغزش استفاده شود. چهارم، در حمل ریلی به دلیل شتاب و ترمزهای ناگهانی، علاوه بر بستن با تسمه، استفاده از فاصله‌اندازهای چوبی بین

ردیف‌ها و پر کردن فضای خالی با فوم یا بادامک مقوایی الزامی است. راننده و لودر موظفند پیش از حرکت، بازرسی نهایی از مهار بار را انجام داده و برگه تأیید ایمنی بار را امضا کنند.



8-2-3 ایمنی حمل دریایی و هوایی (استفاده از پالت‌های چوبی دارای گواهی ISPM 15، پوشش ضدآب و وکیوم برای قطعات حساس به رطوبت، بسته‌بندی ضدضربه با فوم چگال برای حمل هوایی)

حمل دریایی و هوایی به دلیل مدت زمان طولانی، تغییرات شدید دما و رطوبت، و جابجایی‌های چندمرحله‌ای در بنادر و فرودگاه‌ها، حساسترین انواع حمل‌ونقل محسوب می‌شوند. برای حمل دریایی، اولین و مهم‌ترین الزام، استفاده از پالت‌های چوبی دارای گواهی معتبر ISPM 15 است. این گواهی نشان می‌دهد چوب تحت عملیات حرارتی (HT) با دمای مرکز حداقل ۵۶ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفته و عاری از هرگونه آفت حشره‌ای است. مهر ISPM 15 باید بر روی دو طرف پالت حک شده باشد. بدون این مهر، کالا در گمرک کشور مقصد توقیف و مشمول جریمه سنگین خواهد شد. دوم، پوشش ضدآب و وکیوم برای قطعات حساس به رطوبت. در حمل دریایی، رطوبت نسبی محفظه بار ممکن است به ۹۵ درصد برسد. بنابراین قطعات کلاس حساس (بردها، ترموکوپل‌ها، گیج‌ها) باید در کیسه‌های وکیوم آلومینیوم لمینیت همراه با چند بسته سیلیکاژل (جاذب رطوبت) قرار گیرند. همچنین روی جعبه خارجی برچسب "دور از رطوبت" با رنگ آبی نصب شود. برای حمل هوایی، محدودیت وزن و فضای بار، نیازمند بسته‌بندی فشرده و فوق‌مقاوم در برابر ضربه است. به دلیل جابجایی‌های

کنترل کیفی قطعات در صنعت

-

متعدد توسط دستگاه‌های بارزن فرودگاهی (ممکن است جعبه از ارتفاع ۱ متری سقوط کند)، استفاده از فوم چگال پلی‌یورتان با چگالی حداقل ۳۰ کیلوگرم بر مترمکعب در تمام جهات جعبه الزامی است. همچنین حداکثر وزن هر بسته برای حمل هوایی نباید از ۷۰ کیلوگرم تجاوز کند تا یک نفر به همراه چرخ دستی قادر به جابجایی آن باشد. در نهایت، برای هر دو نوع حمل، مستندات کامل شامل Packing List، گواهی بسته‌بندی و برگه اعلام خطر (در صورت وجود مواد خطرناک مانند باتری یا گاز تحت فشار) باید در کاور پلاستیکی ضدآب به روی جعبه الصاق گردد.



کنترل کیفی قطعات در صنعت

-

منابع

ارشـادی. (2022). طـراحی آمـاری یـک روش نمـونه‌برداری در کنـترل کیفیت داده‌های پژوهشی. مدیریت اطلاعات, 8(1), 1-22.

اسمعیلی, نیکزاد, انجم شـعاع. (2014). نمودارهـای کنـترل GWMA و DGWMA برای مشخصه‌های کیفی وصفی. مهندسـی صـنایع و مـدیریت, 30(1.2), 129-138.

پیری, م., خمسه, ع., اوحدی, ف. (2017). ارزیابی و اولویت بندی عوامل موثر بر کنترل کیفیت محصولات با فناوری سطح بالا در صنایع توربینی با تکنیک تحلیل شبکه ای (مطالعه موردی شرکت OTEC). فصلنامه علمی مـدیریت اسـتاندارد و کیفیت, 6(زمستان), 6-16.

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.

خمیرچی رمضانعلی, رضایی گزل آبـاد زهـرا, یعقـوبی فـر محمـدعلی, رخشـانی محمدحسن. (2017). وضعیت کنترل کیفی واحدهای استریل سازی در بیمارستان های شهر سبزوار در سال 1393.

سید جمال اشرفی سعادت, کمال الدین رحماني, سلیمان ایران زاده, ناصر فقهی فرهمند, هوشنگ تقی زاده. (2025). مدل ریاضی تعیین فاصـله‌های نگهـداری و تعمیرات پیشگیرانه و پارامترهای کنترل کیفیت تجهیزات با رویکـرد فراابتکـاری. آموزش، تربیت و توسعه پایدار, 2(1), 1-26.

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

صالحی. (2023). ارزیابی عملکرد واحد کنترل کیفیت مطالعه مـوردی: شـرکت ایران تابلو. مطالعات کاربردی در علوم مدیریت و توسعه, 50(7), 33-40.

کنترل کیفی قطعات در صنعت

-

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.

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

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.