

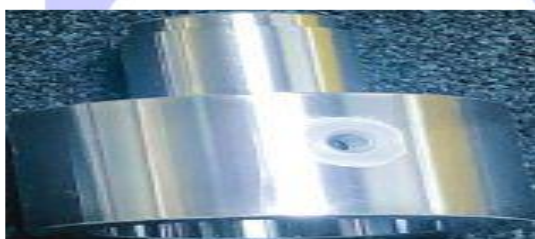
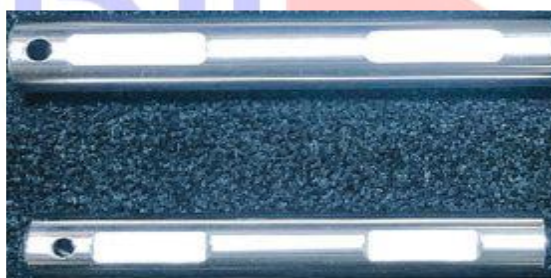
خودکار شدن و کنترل حمام های نیکل الکترولس

برگردان:

محمد رضا فرشی

جواد یوسفی

یک کنترل کننده اسپکتروفتومتری امکان اندازه گیری دقیق تر مقدار نیکل و pH را در یک فرآیند نیکل الکترولس (ENi) فراهم می کند که در نتیجه کیفیت محصول بهبود می یابد.



از زمان "کشف" آن در سال ۱۹۴۶ توسط Abner Brenner و Grace E. Riddell^۱، نیکل الکترولس (ENi) به طور گسترده ای در سراسر جهان در بسیاری از برنامه های کاربردی مورد استفاده قرار گرفته است. بسیاری از ویژگی ها و مزایای آن، از جمله مقاومت در برابر خوردگی و سایش، یکنواختی پوشش حتی در مورد وسایل پیچیده، کنترل دقیق ضخامت پوشش و عدم ماشینکاری پس از آن در طیف گسترده ای از کاربردها مورد قبول واقع شده است. در چند سال گذشته، استفاده از آن در تولیدات داخلی نه تنها در زمینه های تخصصی تر مانند هوا فضا، فن آوری هوانوردی و هواپیمایی، تجهیزات پزشکی و نظامی، بلکه در تولیدات های عمومی مانند صنعت خودرو نیز دوباره احیا شده است. از آنجا که کارگاه های آبکاری داخلی به طور کلی از موارد خارج از کشور کوچکتر هستند، افزایش خودکار کردن کل فرآیند آبکاری کلیدی برای رقابت در سطح بین المللی است.^۲

فرصت

شرکت (TPC) Tawas Plating & Tawas Powder Coating Inc. در شمال شرقی میشیگان خدمات اتمام کلاس جهانی را به صنعت خودرو، کامیون سنگین، پزشکی، نفت و گاز و سایر صنایع تولیدی ارائه می دهد. بخش عمده ای از کار این شرکت ارائه آبکاری نیکل الکترولس با فسفر کم، فسفر متوسط و فسفر بالا است.

مایکل مور، از شرکت TPC می گوید: "به دلیل هزینه کار و تنوع مراحل که در آزمایش تیتراسیون برای کنترل حمام ENi استفاده می شود، ما تصمیم گرفتیم از کنترل کننده های موجود در بازار استفاده کنیم".

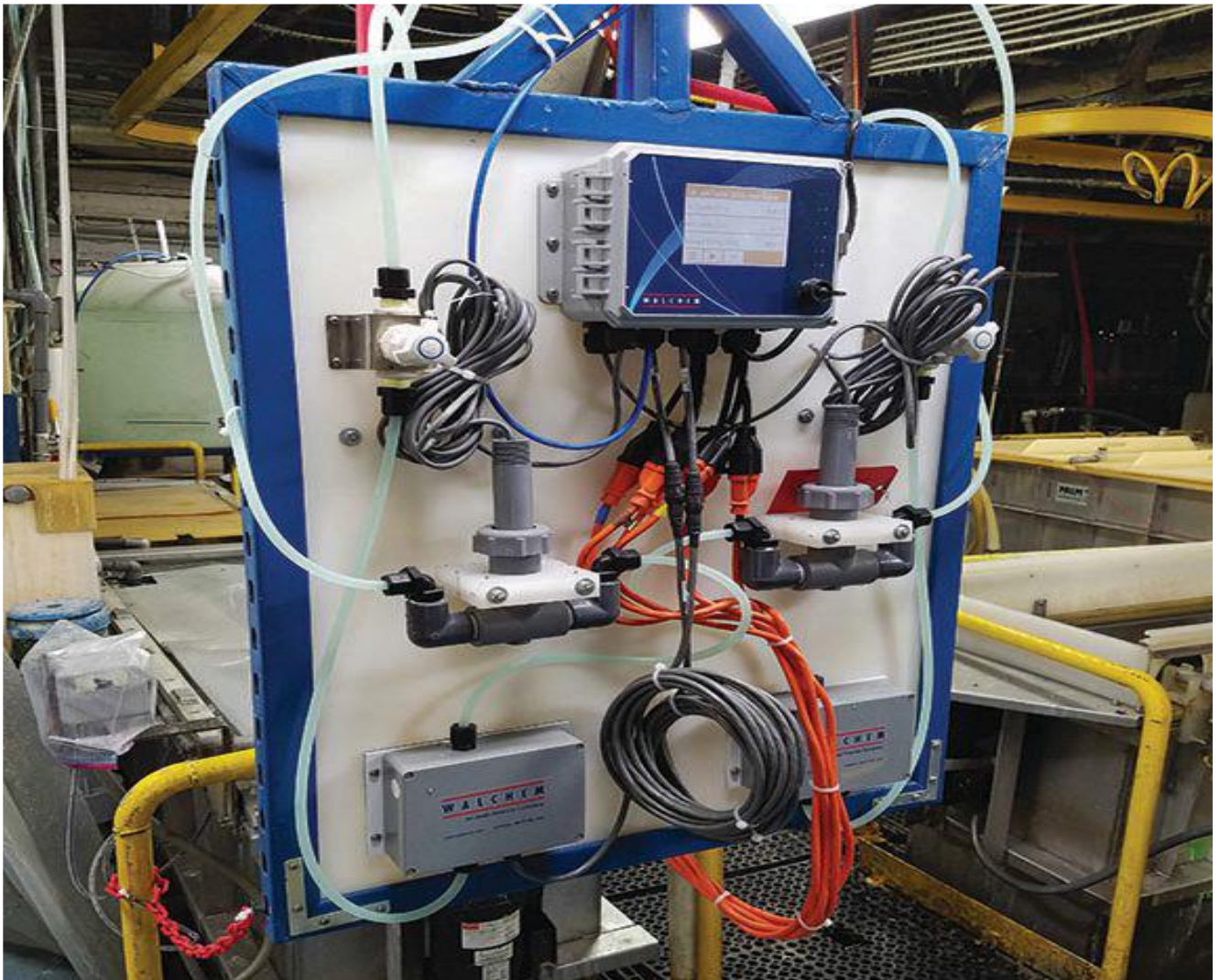
این امر همچنین برای تلاشهای مستمر بهبود مداوم TPC مناسب است، زیرا این شرکت خودکارسازی حمام های ENi خود را بعنوان یکی از مولفه های اصلی تأمین کالاها با بالاترین کیفیت برای پاسخگویی به نیازهای روزافزون مشتریان خود معرفی کرده است. TPC همچنین این موضوع را فرصتی برای بهبود نرخ تولید، بهبود مصرف مواد شیمیایی، کاهش ضایعات و استفاده کمتر از نیروی انسانی در خط خود دانسته است. TPC پس از تحقیق گسترده در مورد گزینه های خودکارسازی حمام ENi خود، دریافت که یکی از تأمین کنندگان تجهیزات فعلی خود، گزینه ای مناسب آنلاین جهت تعیین نیکل و pH به صورت اسپکتروفتومتری دارد. اگرچه این نوع کنترل کننده ها حدود ۴۰ سال است که در بازار وجود دارد، آخرین نسل عملکرد استثنایی، قابلیت اطمینان بهبود یافته، مدیریت داده های یکپارچه و اطلاع رسانی / تشدید هشدار، اتصال LAN، ادغام DCS از طریق Modbus TCP و قابلیت دسترسی از راه دور را فراهم می کنند.

مور می گوید: "ما تشخیص دادیم که خودکار کردن همه مخازن آبکشی هزینه بر خواهد بود، اما مطمئن بودیم که این امر برای اهداف بلند مدت ما مناسب است".

راه حل

یک کنترل کننده نیکل الکترولس سری WNI600 ساخته شده توسط Walchem - IWAKI America Inc (هالیستون، ماساچوست) در یک آزمایش برای کنترل دو حمام ENi نصب شد که هر دو از یک برنامه ENi فسفر متوسط ساخته شده اند.

مور خاطرنشان می کند، "توانایی WNI600 در کنترل دو مخزن به طور همزمان فرصتی را برای ما فراهم کرد تا هزینه های اولیه خود را به میزان قابل توجهی کاهش دهیم".



کنترل کننده نیکل الکترولس سری WNI600 تولید شده توسط والچم - IWAKI America Inc. اعتبار
عکس: IWAKI America Inc.

این کنترل کننده یک سنسور الکترونیکی نیکلی را در خود دارد که میزان جذب حمام را که از یک سلول جریان با طول مسیر ثابت عبور می کند، اندازه گیری می کند. یک منبع نور از درون حمام عبور می کند و یک آشکارساز فوتودیود جذب نور را در طول موج های خاص اندازه گیری می کند که مستقیماً با غلظت نیکل متناسب است. سیگنال به غلظت نیکل تبدیل شده و توسط کنترل کننده نمایش داده و ضبط می شود.

علاوه بر این، از یک حسگر pH آنلاین نیز استفاده می شود. هنگام کار در حالت کنترل، پمپ های تغذیه شیمیایی متصل به خروجی های رله، از نظر شیمی حمام را حفظ می کنند.

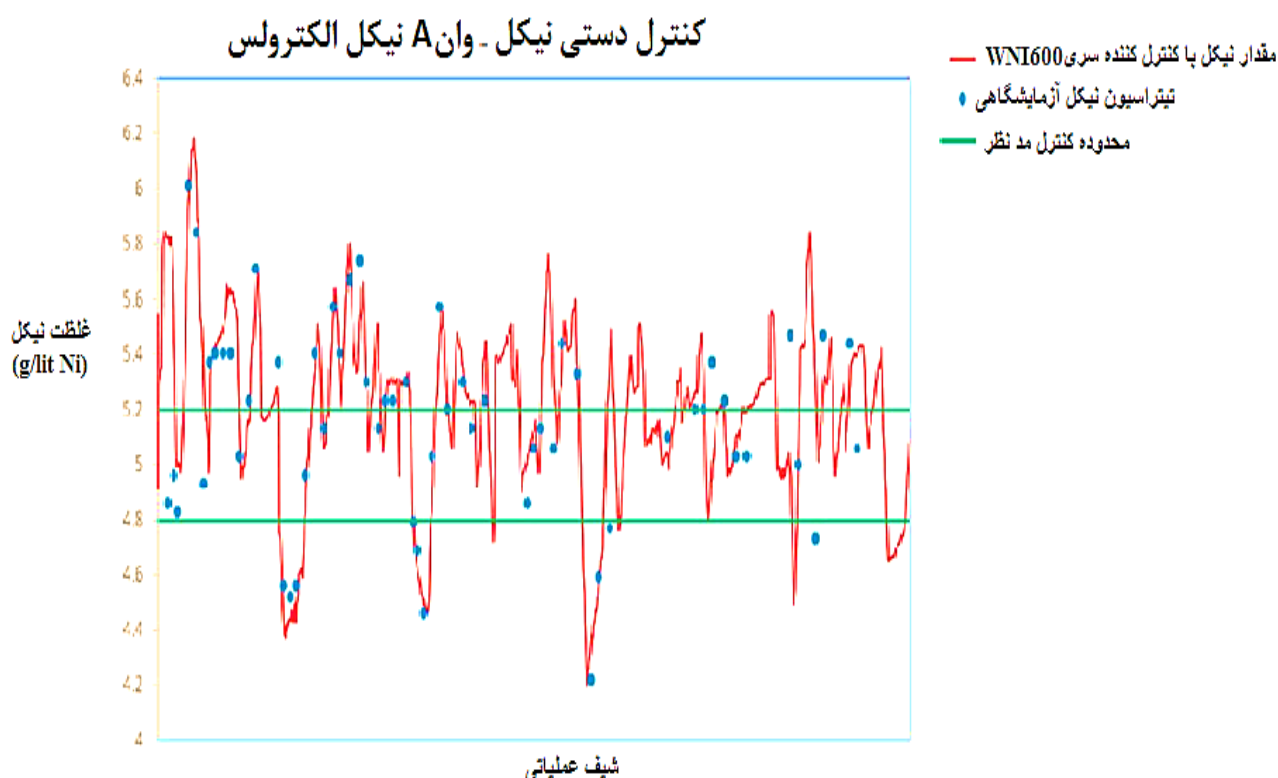
غلظت نیکل در یک محدوده مورد نظر حفظ می شود. یک عامل کاهنده، در این مورد هیپوفسفیت، متناسب با شیمی محلول نیکل را شارژ می کند. علاوه بر این، یک تنظیم کننده pH نیز تزریق می شود تا pH محلول را در یک بستر مورد نظر حفظ کند. طول عمر حمام با محاسبه میزان مقادیر فلزات (MTO) و یک زنگ هشدار برای اطلاع دادن به اپراتورها هنگام نزدیک شدن به زمان تعویض حمام تعیین می شود. تمام داده ها به صورت محلی بر روی کنترل کننده، جمع آوری و ذخیره می شوند و همچنین با استفاده از یک ابزار نرم افزاری مدیریت حسابداری، Walchem Fluent، که شامل IoT، خودکار شدن فرآیند، نظارت و کنترل از راه دور و ثبت داده ها است، نگهداری می شوند.

نتایج

مور می گوید: "راه اندازی سریع و آسان بود." "ما توانستیم به راحتی از طریق رابط اپراتور پیش برویم و در عرض چند دقیقه به سرعت در پارامترهای خاصی برای فرآیندهای خود برنامه ریزی کنیم. پس از اتمام کار، رضایت کاملی داشتیم".

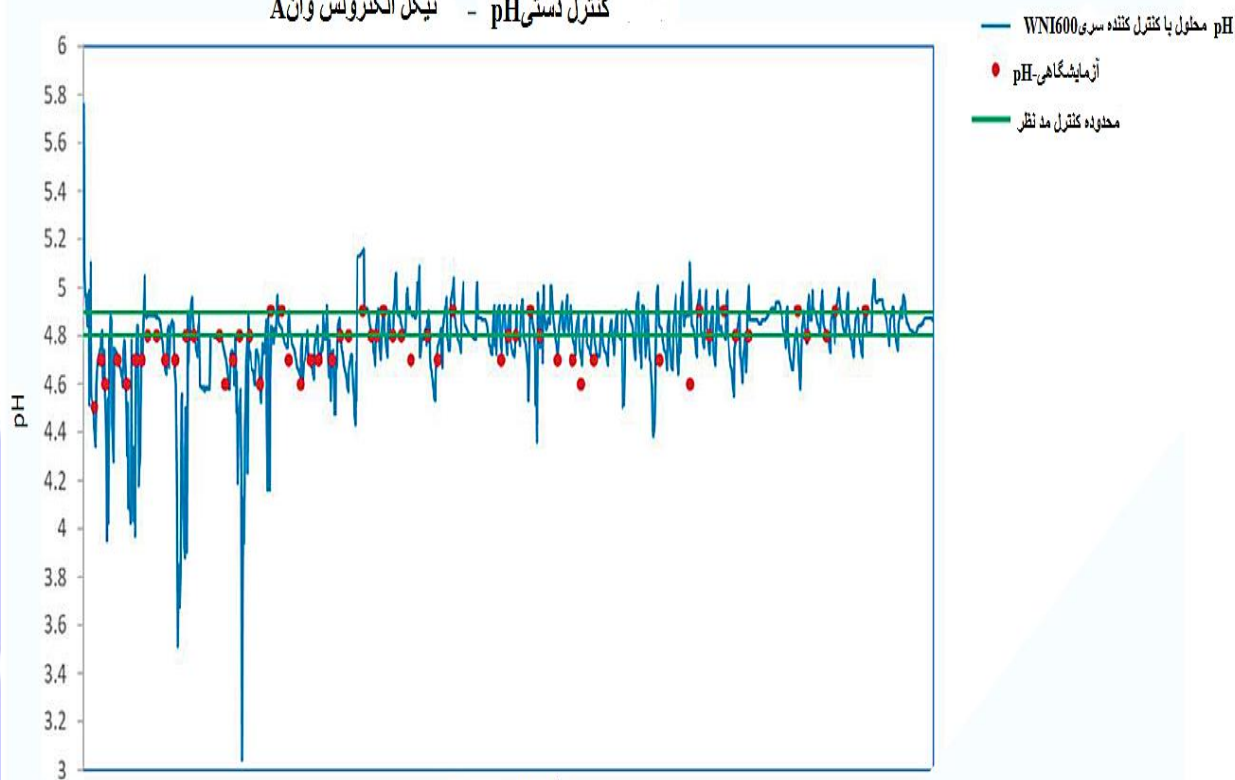
برای جلب اطمینان اپراتورهای خط در نتایج، کنترل کننده ابتدا در حالت پایش قرار گرفت و در کنار هم با آنالیز نیکل آزمایشگاهی که از طریق تیتراسیون EDTA انجام شد مقایسه شد.

در شکل‌های ۱ و ۲ به ترتیب میزان غلظت نیکل و pH قرائت شده در حمام A از کنترل کننده به نتایج آزمایشگاهی تیتراسیون و pH مقایسه شده است. این کارخانه می خواهد دامنه کنترل حمام را در 5 ± 0.2 گرم در لیتر نیکل حفظ کند. ردیابی و همبستگی عالی بین این دو با کنترل کننده به طور متوسط $5/19$ گرم در لیتر با انحراف استاندارد $0/32$ و نتایج تیتراسیون EDTA به طور متوسط $5/15$ گرم در لیتر با انحراف استاندارد $0/35$ مشاهده شد.



شکل ۱. مقایسه تیتراسیون آزمایشگاهی نیکل در مقابل کنترل کننده سری WNI600

کنترل دستی pH - نیکل الکترولس وان A



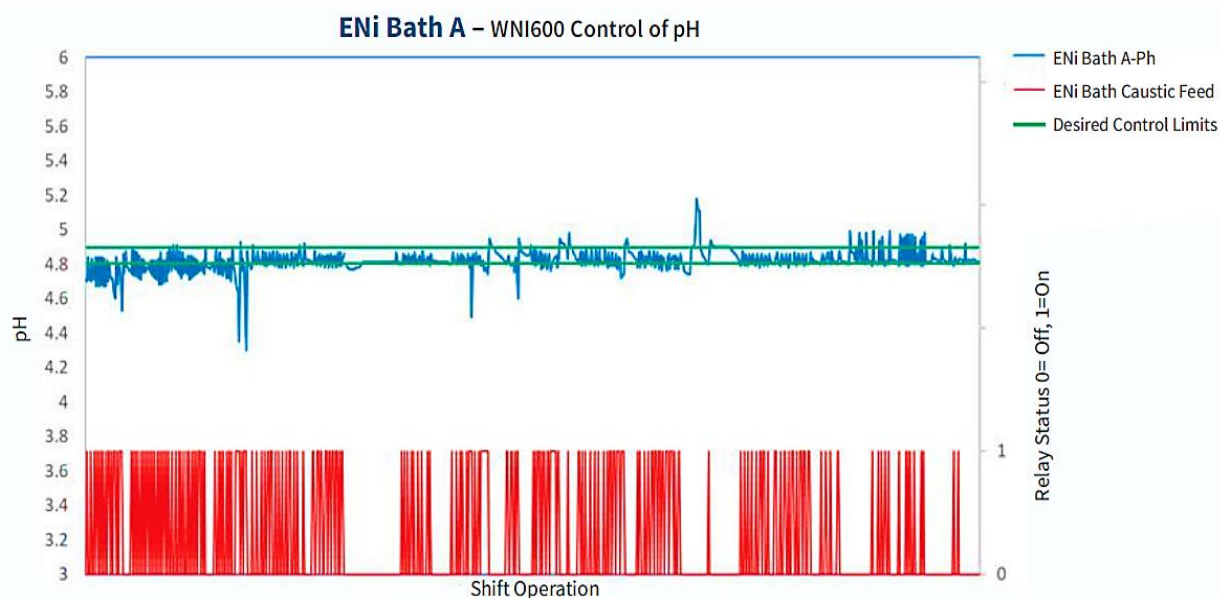
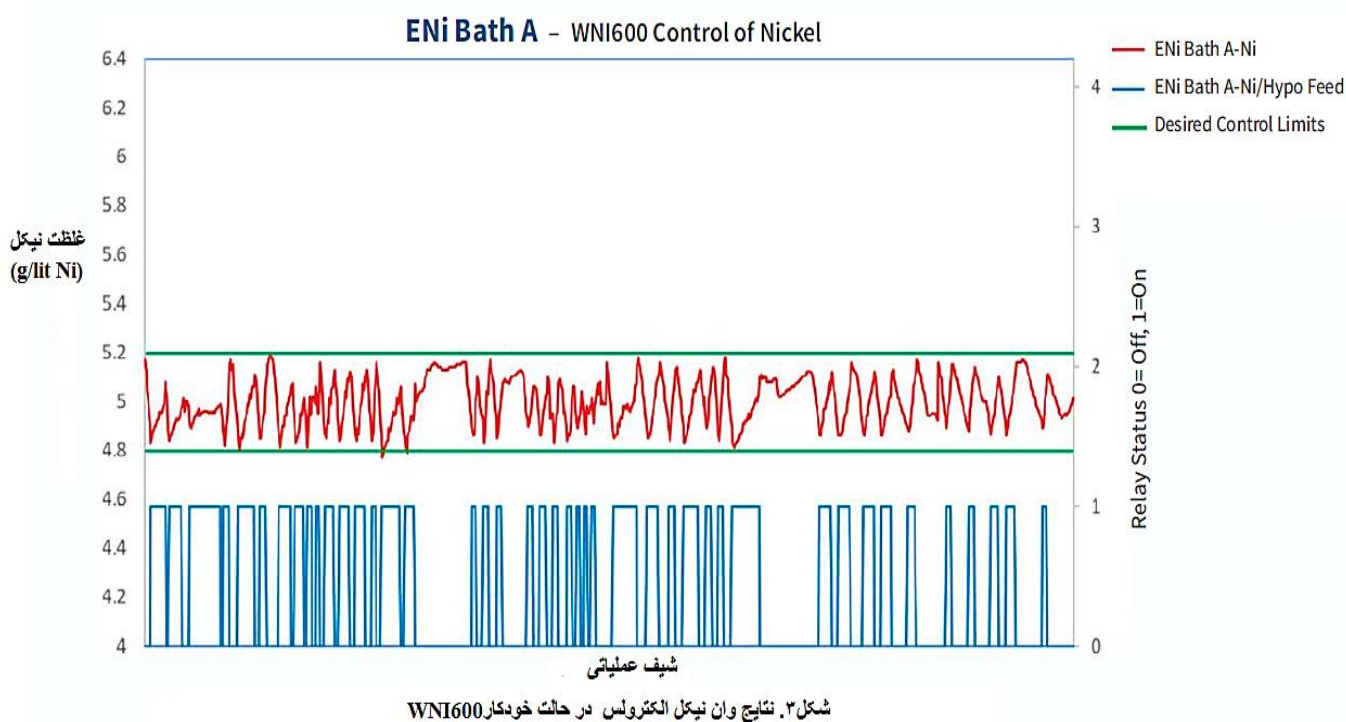
شکل ۲. pH آزمایشگاهی نیکل الکترولس وان در مقابل کنترل کننده سری WNI600

همبستگی خوبی نیز از خواندن pH از کنترل کننده و اپراتورهای خط نیز مشاهده شد. محدوده pH مورد نظر $4/9 \pm 0/1$ است. کنترل کننده pH متوسط $4/77$ را با انحراف استاندارد $0/19$ ثبت کرد در حالی که قرائت pH اپراتور خط به طور متوسط $4/8$ با انحراف استاندارد $0/1$ بود.

این نتایج عملکرد کنترل کننده را برای مدیریت کارخانه راضی می کند و کنترل کننده در حالت کنترل قرار می گیرد. مور توضیح می دهد: "در ابتدا، برنامه ما این بود که دقیقاً کنترل نتایج کنترل کننده را در مقایسه با تیتراسیون و بررسی pH انجام دهیم." "اما بعد از حدود یک هفته، نتایج آن چنان ما را تحت تأثیر خود قرار داد که تصمیم گرفتیم اجازه دهیم کنترل کننده کار خود را انجام دهد."

بنابراین پمپ هایی جهت تزریق مواد شیمیایی، پمپ های دمنده ای جهت تلاطم محلول استفاده شد که به خروجی های رله متصل شده اند. یک پمپ دمنده دوتایی نیز برای تأمین مواد شیمیایی و شارژ مقدار نیکل و هیپوفسفیت تنظیم شد که خروجی پمپ بر اساس توصیه تامین کننده مواد شیمیایی متناسب با نسبت نیکل به هیپوفسفیت

است. برای تزریق سود برای کنترل pH از پمپ دمنده دوم استفاده شد. در شکل‌های ۳ و ۴ نتایج نیکل و pH هنگامی که کنترل کننده شروع به کنترل خوراک شیمیایی و کنترل سطح pH، یعنی تغذیه با مواد شیمیایی شارژ نیکل، هیپوفسیت و سود درون حمام نشان داده شده است. علاوه بر این، نمودارها، زمان‌های مربوط به فعال و غیرفعال شدن پمپ‌های خوراک شیمیایی را نشان می‌دهند. غلظت نیکل حمام در ۵ گرم در لیتر با انحراف استاندارد ۰/۰۹ حفظ شد. این در حد کنترل مورد نظر ۴/۸ تا ۵/۲ گرم در لیتر و بیش از ۳/۵ برابر بهبود نسبت به کنترل دستی بود. نتایج مشابهی نیز برای کنترل pH مشاهده شد. به طور متوسط ۴/۸۲ با انحراف استاندارد ۰/۰۷ به دست آمد. همانند کنترل نیکل، این در حد کنترل مورد نظر ۴/۸ تا ۵ واحد pH بود.



مزایا

کوپن جانگکوئیست، مدیر عامل TPC می گوید: "نظارت بر زمان واقعی و کنترل خودکار حمام های نیکل مزایای فوق العاده ای را به ما تحمیل کرده است." از طرفی ما حمامهای قوی تری ساخته ایم که به ما این امکان را می دهد در فرآیند سخت تر کار کنیم.

این امر باعث شده است تا یک پوشش آبکاری شده سازگارتری برای محصولات نهایی ما فراهم شود. علاوه بر این، توانایی دیدن داده های واقعی و اعلان های هشدار از طریق کنترل کننده، میز کار یا حتی روی تلفن، این امکان را به ما داده است که بتوانیم در هر زمان و از هر مکان، به سرعت به هر فرآیند متلاشی شده ای پاسخ دهیم."

وی افزود، "آخرین و احتمالاً مهمترین مزیت تغییر کنترل کننده نیکل کاهش کلی زمان و هزینه تیتراسیون دستی و نگهداری کلی مخزن بوده است. اپراتورها دقیقاً می دانند که حمام در هر زمان در کدام وضعیت است و چه موقع نیاز به تخلیه مخزن دارد. در نتیجه، ما قادر به آزادسازی منابع برای انجام سایر کارهای مهم و با ارزش افزوده هستیم که کارایی ما را بهبود بخشیده است."

خلاصه

بهبود قابل توجهی در کنترل کلی یک حمام ENi با استفاده از یک کنترل کننده آنالین نیکل / pH اسپکتروفوتومتری در یک برنامه دنیای واقعی نشان داده شده است. نتیجه بهبود قوام در پایان پوشش آبکاری و کیفیت کلی بالاتر محصول است. این امر به شما امکان می دهد حتی عملیات آبکاری از اندازه های کوچک تا متوسط نیز موقعیت خود را برای پاسخگویی به الزامات افزایش کیفیت مشتری و رقابت بهتر در مقیاس جهانی بهتر نشان دهند.

خودکار شدن و کنترل حمامهای ENi طی چند سال گذشته علاقه مندان زیادی داشته است. کنترل دقیق فرآیند ENi به دستیابی به کیفیت نهایی صحیح محصول، اعم از مقاومت در برابر خوردگی، سختی، براقیت و ... کمک می کند.

همچنین از مقدار درست نیکل و فسفر اطمینان حاصل می کند و احتمال ایجاد پوشش های نامطلوب، حفره و چسبندگی ضعیف را به حداقل می رساند.

برای اطلاعات بیشتر، به سایت walchem.com/metal-finishing-surface-treatment/ و tawasplating.com مراجعه کنید.

منابع:

1. Brenner, Abner and Riddell, Grace E., "Nickel Plating by Chemical Reduction," US Patent 2,532,283, issued December 5, 1950.

2. “Automation and the Finishing Industry – Sharretts Plating Company,” SPC Blog, www.sharrettsplating.com/blog/automation-and-thefinishing-industry

