

Neue Mess- und Regeltechnologie

Closed-Loop-Regelung der Schichtstärke in Pulverbeschichtungsanlagen

Eine neue Mess- und Regeltechnologie ermöglicht eine 100-Prozent-Qualitätskontrolle der Pulverschichtstärken vor dem Einbrennen. In der vollen Ausbaustufe regelt die Kabinensteuerung auf Basis der Schichtstärkenmessungen die Pulvermenge so lange automatisch nach, bis die Soll-Schichtstärke erreicht ist. Dies vermeidet die in der Praxis üblichen „Sicherheitszuschläge“ bei den Einstellwerten für die Pulvermenge und reduziert somit den Pulververbrauch.

Moderne Pulverbeschichtungsanlagen sind im Idealfall optimal auf den individuellen Bedarf des Betreibers ausgerichtet. Um Rahmenbedingungen wie Füllstandhöhe im Fluid-Behälter, Druckluft, Frischpulverzudosierung und Aufladeverhalten von Pulverlacken und Umgebungsbedingungen möglichst konstant zu halten, arbeiten die Anlagenbetreiber in der Regel mit sogenannten Tageskorrekturen.

Für einen kosteneffizienten Anlagenbetrieb und zur Einhaltung der Qualitätsvorgaben sind folgende Kriterien maßgeblich:

- ein hoher Erstauftragswirkungsgrad der Automatik
- möglichst wenig Handbeschichtung
- ein gleichbleibender Pulverkreislauf
- gleichmäßige Schichtstärken
- schnelle Farbwechsel bei hoher Qualität
- ein geringer Energieverbrauch
- hohe Anlagenverfügbarkeit (keine Anlagenstörungen)
- Dauerprozesssicherheit in Bezug auf die Beschichtungsergebnisse.

Beschichtungseinstellungen mit Sicherheitszuschlägen

Ein weiteres wesentliches Kriterium ist die Schichtstärke, die in der Praxis oft nur „schwammig“ definiert und unzureichend geprüft wird. So werden beispielsweise Messpunkte nicht spezifiziert. Messschablonen kommen selten zum Einsatz. Für Schichtstärken



Die Schichtstärke wird kontinuierlich vor dem Einbrennen aus einer Distanz zwischen 5 und 50 cm gemessen. Die Messungen sind auch auf bewegten und verkippten Objekten möglich.

gilt meist nur eine Untergrenze. Zudem werden Schichtstärken oft zu selten beziehungsweise unregelmäßig gemessen.

Um die Qualitätsziele dennoch zu erreichen, legt das Bedienpersonal die Beschichtungseinstellungen mit Sicherheitszuschlägen aus – nach dem Motto „lieber etwas zu dick beschichten als Ausschuss produzieren“. In der Folge bewegen sich die Schichtstärken durchgehend an der oberen Toleranzgrenze, wodurch der Pulververbrauch unnötig steigt.

Praxistaugliches Messsystem fehlte bislang

Bisher fehlte ein praxistaugliches Messsystem, das vor dem Einbrennen die Messung sehr schnell am laufenden Förderer durchführt und dessen Messergebnisse vor und nach dem Einbrennen identisch sind, denn die bekannten Prüfverfahren sind aufwendig und zeitintensiv und weit davon entfernt, eine lückenlose Qualitäts- und Prozesskontrolle zu gewährleisten. So scheiden kontaktierende Messverfahren, wie das magnetinduktive und das Wir-

belstromverfahren, aus, da Messungen erst nach dem Einbrennen und Abkühlen der Teile möglich sind. Zerstörende Messverfahren sind zeitaufwendig und eignen sich nur für Stichproben. Herkömmliche berührungslose Messgeräte wie Laser- und Betastrahler liefern zwar schnelle Messergebnisse, bergen aufgrund ihrer Strahlung aber auch ein hohes Gefahrenpotenzial.

Messungen in Echtzeit

Die Firma Winterthur Instruments hat mit dem CoatMaster ein Messgerät auf dem Markt, das Abhilfe schafft. Das Gerät misst die Schichtstärke von Beschichtungen vor oder nach dem Einbrennen. Die Messung erfolgt in Echtzeit berührungslos und zerstörungsfrei, auch auf schwankenden und verkippten Teilen. Das Messprinzip kommt ohne den Einsatz schädlicher Strahlung aus. Die Messung kann auf einer Vielzahl von Materialien, Formen und Farben mit einer sehr hohen Reproduzierbarkeit erfolgen. Auch raue Oberflächen können mit hoher Wiederholgenauigkeit gemessen werden.

Thermische Optik und digitale Signalverarbeitung

Das Messprinzip basiert auf thermischer Optik (Advanced Thermal Optics ATO) und digitaler Signalverarbeitung: Ein computergesteuerter Lichtimpuls erwärmt die Beschichtung. Ein Hochgeschwindigkeits-Infrarotdetektor hinter der Linse zeichnet den resultierenden Oberflächentemperaturverlauf aus der Distanz auf. Die Oberflächentemperatur klingt mit einer charakteristischen Dynamik ab, die von der Schichtstärke und den thermischen Eigenschaften der Beschichtung abhängt. Die speziell entwickelten Algorithmen analysieren den dynamischen Temperaturverlauf auf der Oberfläche und ermitteln Schichtstärke und andere Eigenschaften, quantitativ und reproduzierbar.

Messungen auch auf Rundungen und Kanten möglich

Da das Gerät Schichtstärken aus einer Distanz zwischen 5 und 50 cm in einem Messpunkt mit einem Durchmesser von 2 bis 20 mm misst, können auch Beschichtungen auf sehr komplex

Durchschnittlich eingesparte Schichtdicke in μm					
Fläche m^2/anno	3	5	8	10	15
100 000	3 150	5 250	8 400	10 500	15 750
500 000	15 750	26 250	42 000	52 500	78 750
1 000 000	31 500	52 500	84 000	105 000	157 000
2 000 000	63 000	105 000	168 000	210 000	315 000

Jährliches Einsparpotenzial (in Euro) durch Reduzierung der Schichtstärken (Pulverpreis: 7,00 €/kg; spez. Gewicht: 1,5 g/cm^3)

geformten Bauteilen gemessen werden, beispielsweise in Ecken und Winkeln, auf schmalen Kanten, auf Innenflächen oder gekrümmten Oberflächen.

Der Messbereich liegt zwischen 1 und 1000 μm , die Messdauer bei 20 bis 1000 ms bei einer Standardabweichung zwischen 2 und 0,1 %, je nach Beschichtung und Substrat. Das Gerät kann bewegt und damit auch verkippte Objekte mit Pulverschichtstärken unter 100 μm bis zu einer Bandgeschwindigkeit von 20 m/min. mit einer Winkeltoleranz von $\pm 60^\circ$ messen. Der Messabstand beträgt je nach Modell bis zu 60 cm, bei einer Abstandstoleranz von mehr als 10 cm. Im Praxiseinsatz beträgt der zeitliche Abstand zwischen zwei Messungen typischerweise 3 s.

Verschiedene Ausbaustufen möglich

Im Rahmen einer Kooperation haben die Firmen Winterthur Instruments und Wagner gemeinsam eine Lösung erarbeitet, bei der der CoatMaster statisch oder mit automatisierter Positionierung über Hubsysteme oder Roboter in eine Pulverbeschichtungsanlage integriert ist. Das Messgerät misst die Schichtstärke kontinuierlich und automatisch direkt nach dem Auftragen des Pulvers und gibt die Messergebnisse unverzüglich auf dem Bildschirm der Beschichtungsanlage aus.

Dabei sind verschiedene Ausbaustufen möglich. Bei der einfachen Variante wird das Messergebnis am Anlagenbildschirm angezeigt und das Bedienpersonal regelt je nach Abweichung von der Soll-Schichtstärke die Beschichtungsparameter manuell nach. In der höheren Ausbaustufe (Closed-Loop) wird der Messwert direkt an die Anlagensteuerung zurückgegeben. Liegen die Messwerte außerhalb der Toleranz, regelt die Kabinensteuerung die

Pulvermenge kontinuierlich solange automatisch nach, bis die Soll-Schichtstärke erreicht ist. Somit werden Überbeschichtungen und die in der Praxis üblichen Sicherheitszuschläge bei den Einstellwerten für die Pulvermenge vermieden und der Pulververbrauch reduziert.

Neben den Pulvereinsparungen bietet die Technologie weitere Vorteile:

- Vermeidung von Ausschuss
- Qualitätskontrolle und Prozessstabilität durch Nachregelung und Überwachung
- Prozesssicherheit durch 100%-Kontrolle aller Werkstücke anstelle von sporadischen Kontrollen einzelner Teile
- sofortiges Erkennen von Anlagen- und Prozessstörungen
- Prozessnachweis durch lückenlose Teiledokumentation.

Winterthur Instruments arbeitet kontinuierlich an der Erschließung neuer Einsatzgebiete wie der Schichtstärkenmessung thermisch gespritzter Metalle und Keramiken. Neben der Überprüfung der Pulver-Schichtstärken eignet sich das Gerät auch zur Messung von Nasslack-Schichtstärken vor und nach dem Trocknen sowie zur schnellen und genauen Messung von Kunststoff- und Gleitbeschichtungen auch bei dünnen Schichten. Selbst Schichtstärken auf strukturierten und sandgestrahlten Oberflächen werden mit hoher Reproduzierbarkeit gemessen. Anwendungen für diese neue Mess- und Regeltechnologie befinden sich bereits im Serieneinsatz. (Ke)

Kontakte:

Uwe Greisner, J. Wagner GmbH, Markdorf, Tel. 07544 505-1722, uwe.greisner@wagner-group.com, www.wagner-group.com
 Dr. Nils A. Reinke, Winterthur-Instruments, Tel. +41 79 2537149, nils.reinke@winterthurinstruments.ch, www.winterthurinstruments.ch