

Automatisches Maskieren von Oberflächen

Die meisten Werkstücke, die mit Prozessen wie Sandstrahlen, Kugelstrahlen, thermisches Spritzen, chemisches Umwandeln, Lackieren etc. bearbeitet werden, setzen ein Maskieren (Abdecken) voraus, um bestimmte Bereiche zu schützen.

Maskierungsprozesse müssen folgende Kriterien erfüllen: physische und chemische Unabhängigkeit vom Oberflächenbearbeitungsprozess (keine Verfälschung), leicht anwendbar, für sehr kleine bis sehr grosse Bereiche sowie komplexe Geometrien, Resistenz gegenüber dem Oberflächenbearbeitungsprozess wie auch gegenüber möglichst allen beteiligten Prozessen, leichte Entfernbarkeit des Maskierungsstoffes ohne Rückstände und ausserdem kostengünstig in Bezug auf Material und Arbeit. Eine neue Methode des Maskierens basiert auf geförmigen Polymeren, die mittels UV-Licht gehärtet werden können. Die Methode eignet sich für thermisches Spritzen, chemisches und galvanisches Beschichten, chemisches Ablösen und Glas-Kugelstrahlen. Dieses neu entwickelte Verfahren für das automatische Aufbringen der Polymere erfüllt die oben aufgelisteten Kriterien. Herkömmliches Maskieren wird gewöhnlich mit Klebeband, Blech- oder soliden Metallabdeckungen, Silikon- oder Polyurethankapseln (vorgeformt), Lackieren oder Wachsen gemacht. Diese Maskierungen werden von Hand appliziert. Sie setzen konzentriertes Arbeiten voraus, sind aber auch bei optimaler Anwendung nur begrenzt genau und wiederholbar. Weiter entstehen hohe Kosten für die Arbeit und das Material. Dabei wird Klebeband verschwendet; Metallabdeckungen und Kapseln müssen nach einer bestimmten Anzahl Zyklen ersetzt werden, Metallabdeckungen und Kapseln können nur für die vorgesehenen spezifischen Geometrien eingesetzt werden, Lack und Wachs sind zwar recht universell einsetzbar, können aber nur mit grossem Aufwand wieder entfernt werden.



Die bei der automatischen Maskierung zum Einsatz kommenden Polymere sind in unterschiedlichen Viskositäten und mit verschiedenen Eigenschaften verfügbar.

Werkstück- und werkzeuggeführt möglich

Das alternative automatische Maskieren stützt sich in diesem Fall auf ein 6-Achsen-Robotersystem, gepaart mit einem modularen Automationszellensystem namens BMC (Bachmann ModularCell) von Bachmann Engineering AG. Mittels dieses Robotersystems wird eine werkstück- oder werkzeuggeführte Produktion realisiert. Bei der werkstückgeführten Produktion wird das Werkstück durch den Roboter den einzelnen Bearbeitungsstationen, Dosierung und UV-Aushärtung, zugeführt. Bei der werkzeuggeführten Produktion wird die Dosiereinheit – eine Servo-gesteuerte Dosiereinheit – vom Roboter geführt, wie auch die UV-Lichtquelle zur Aushärtung der Bauteile (für die Maskierung). Das dabei zur Anwendung kommende Gel (Maskiermasse) ist in unterschiedlichen Viskositäten und mit verschiedenen thermischen und chemischen Eigenschaften verfügbar, so dass ein breites Spektrum an Maskierungsanforderungen abgedeckt werden kann.

Als Handhabungsgeräte kommen vorwiegend 6-Achsen-Industrieroboter mit geeigneter Greifvorrichtung zum Einsatz. Bei kleineren Bauteilen empfiehlt sich die werkstückgeführte Anwendung, wo die Dosiereinheit und die weitere Peripherie statisch sind, aber die Werkstücke der Einheit zugeführt werden. Einer der Gründe für diese Variante ist, dass die Zuführschläuche und Kabel (für die Polymere, die Pneumatik und die Stromversorgung), die zur Dosiereinheit führen, die Beschleunigung und Bewegungsfreiheit des Roboterarms einschränken können. Indem die Teile zugeführt werden, können die maximale Beschleunigung und Geschwindigkeit des Roboters ausgereizt werden. Vorzugsweise kommen Roboter zum Einsatz, die eine hohe Punkt- und Bahnwiederholungsgenauigkeit aufweisen und ein komfortables Offlineprogrammiersystem für anspruchsvolle Freiformflächen anbieten. Damit können die Auslastungszeiten der Zellen massiv erhöht werden, bei gleichzeitig grösserer Produktvielfalt.

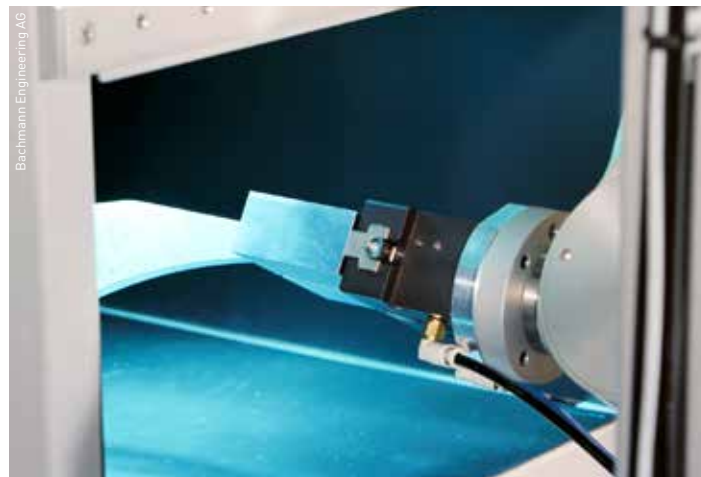
Die richtige Dosis macht's

Dosiereinheiten gibt es in verschiedensten Technologien wie Piezo, Zeit/Druck, Förderschnecken und Kolben sowie Servo- und Schrittmotor-gesteuerte Applikationen. Da die eingesetzten Polymere anfällig auf hohe Scherkräfte sind, sollten gewisse stark schernde Dosiereinheiten wie zum Beispiel Zahnradpumpen gemieden werden. Damit automatisches Maskieren in einer konkurrenzfähigen Geschwindigkeit durchgeführt werden kann, wird eine Servo-betriebene und -gesteuerte Dosiereinheit benötigt. Wichtig ist auch, dass die Dosiereinheit und -düse, je nach Teilegeometrie und -grösse, an die Anwendung angepasst werden. Generell sind bei Dosiereinheiten folgende Eigenschaften wünschenswert: Schnelles Ein- und Ausschalten (im Millisekunden-Bereich), kein Nachtropfen, breite Palette an Viskositäten fahrbar, minimales Scheren, sehr variable Dosiergeschwindigkeiten, dynamische Regulierung der Dosiergeschwindigkeit innerhalb eines Dosierzyklus, Punkt-Dosierung (somit hohe Genauigkeit), leicht zu reinigen, verschleissfest und wartungsarm sowie Möglichkeit einer Rückmeldung des ausgebrachten Volumenstroms. Eine UV-Lichtquelle wird benötigt, um das Gel-ähnliche Polymer zu härten. Die Härtung ist, mit Einsatz der richtigen ausgelegten Lichtquelle, innerhalb von 10 bis 30 s abgeschlossen. Was Wellenlänge und Intensität betrifft, wird die passende Technik (LED, Gaslampe, Glasfaseroptik etc.) normalerweise vom Lieferanten des Polymers empfohlen. Bei der Konzipierung einer Maskierungszelle müssen spezielle Vorkehrungen getroffen werden, um Sichtkontakt mit der UV-Lichtquelle zu verhindern.

All diese Parameter wurden bei der Entwicklung und Umsetzung der schlüsselfertigen zu liefernden BMC-Maskierzelle natürlich berücksichtigt, wie nachfolgend erläutert wird.

Parametrische Programmierung

Die Genauigkeit des Gesamtsystems und die Wiederholbarkeit der zum Einsatz kommenden Handhabungsgeräte sind Schlüsselemente des automatischen Maskierens. Die Gesamtgenauigkeit, also die Summe der Toleranzkette eines Gesamtsystems, liegt im Bereich von 0,25–1 mm, unter Berücksichtigung der entsprechend konfigurierten Zelle. Diese Genauigkeit ist für die meisten Maskierungsprozesse ausreichend. Für Spezialfälle können höhere Genauigkeiten realisiert werden. Um der Herausforderung von individueller Programmierung gerecht zu werden, wird früher oder später eine parametrische Programmierung unumgänglich. Das dabei zur Anwendung kommende Prozessleitsystem (z.B. Bachmann FlexHandling) ist in der Lage, von einem zentralen Nullpunkt aus das gesamte System, bzw. die anzufahrenden Punkte inklusive deren Orientierung, zu berechnen. Aus der oben erwähnten



Je nach Anforderung des Kunden und des zu maskierenden Bauteils wird ein anderes passendes Dosiersystem eingesetzt.

Toleranzkette, begründet durch das Zusammenspiel von Teilepositionierung oder Zuführung von Werkstück, Geometrie und Form des Werkstücks, Greiferdesign und Hardware wie Dosierkomponenten und Robotik, resultiert schliesslich die Maskierung in der gewünschten Qualität und Genauigkeit.

Bei der Entwicklung der BMC-Maskierzelle wurde der Festlegung dieses Nullpunkts und somit dem Grundstein der parametrischen Programmierung grösstes Augenmerk gegeben. Daher werden die Werkstücke in einem Werkstückträgersystem wie Flexgrid lage-

richtig positioniert in die Zelle eingebracht, automatisch oder manuell, je nach Ausbaustufe. Durch den Einsatz des Werkstückträgers können Bauteile individueller Grösse im Raster von 25 mm verarbeitet werden. Dies ermöglicht eine hohe Flexibilität und Anpassungsfähigkeit der Produktion.

Weitergehende Nachvermessungen bzw. Nachpositionierungen im Raum sind mittels Einsatz von Vermessungssystemen wie Sensorik, Kameras oder Taster möglich, wobei sich Letzteres bei der Zykluszeit bemerkbar macht. Ein Vorteil solcher Einsatzmittel ist natürlich die Möglichkeit

von Teile-Identifikationen oder -Kontrollen vor und nach dem Maskierungsprozess.

Die oben genannten Eigenschaften machen deutlich, dass jedes System auf die konkreten Anforderungen und Spezifikationen des Maskierungsprozesses zugeschnitten auszulegen ist, wobei der modulare Aufbau der Zelle einen späteren Ausbau oder eine Anpassung an neue Bedürfnisse jederzeit möglich macht.

Echtzeit-Qualitätskontrolle während der Bearbeitung ist beim automatischen Maskieren leicht zu implementieren, da entweder das Werkstück oder die Kamera für die Qualitätskontrolle vom Roboter mit ausreichender räumlicher Genauigkeit bewegt werden kann. Für sicherheitskritische Werkstücke wie zum Beispiel Implantate oder Turbinenblätter eröffnet dies in der Qualitätskontrolle und der automatischen Rückverfolgbarkeit eine neue Dimension. Diese Daten können wiederum durch das Prozessleitsystem ausgewertet und an übergeordnete Steuerungen (PPS-Systeme) weitergeleitet werden.

Maskierung rückstandslos entfernen

Die gehärtete Maskierung kann durch Schälern (manuell), mit



Vollautomatische Produktionslinie mit vorgelagertem BFS-Modul zur Beschickung der BMC-Maskierzelle und nachgelagertem BFM-Modul, das die Teile nach der Maskierung mittels eines Strahlprozesses reinigt.


Niederdruck-Wasserstrahlen (automatisch) oder durch Verbrennen bei 650 °C (auch bei mehreren Bauteilen gleichzeitig) entfernt werden.

Viele aktuelle Publikationen und Artikel zeigen, dass der Prozess des Maskierens bei der Oberflächenbearbeitung der wichtigste Kostentreiber ist. Bei Hüftimplantaten zum Beispiel, wo die Maskierungsgeometrie ziemlich einfach ist, wird ca. 1 m Tape zu Kosten von \$ 1,2 benötigt. Dazu kommen die Kosten für die dreiminütige Arbeit in der Höhe von \$ 1,0. Die totalen Kosten

betragen demnach \$ 2,2, wobei dies zurückhaltend gerechnet ist. Die \$ 2,2 sind Herstellkosten pro Stück und werden sich während der Lebensdauer des Prozesses mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht ändern. Im Falle des automatischen Maskierens liegen die vergleichbaren Materialkosten bei ungefähr \$ 0,75, und die Fertigungskosten für das Maskieren pro Stück entfallen dank Einsatz des Roboters. Als Beispiel: Die Investitionen für eine automatische Maskierungszelle belaufen sich je nach Kapazität und Autonomiegrad der Anlage

(Konfiguration) auf \$ 200 000 bis \$ 350 000, wobei die Kapazität bei einer voll ausgebauten Anlage bei rund 150 000 Teilen pro Jahr liegt. Dies bedeutet, dass ein ROI innerhalb eines Jahres oder weniger erreicht wird, und dies inklusive aller Vorteile in Bezug auf Qualität, Genauigkeit und späterer Ausbaumöglichkeiten für die Anpassung der Zelle an zukünftige Anforderungen (Produktwechsel, Prozessanpassungen, Erhöhung der Autonomie).

Für die meisten Werkstücke, die kleiner als 300 mm

sind und weniger als 10 kg wiegen, ist eine geschlossene Zelle die perfekte Lösung. So kann beispielsweise der Aufbau der Bachmann ModularCell Zuführ- und Wegführsysteme – sogenannte Bachmann-FeedStacker- und FeedMaster-Module – beinhalten. In Kombination mit der Maskierungszelle bilden solche Module eine vollautomatische Produktionslinie. 

U. Sela
Bachmann Engineering AG
www.bachmann-ag.com



SmartBridge: von der Vision zur Realität für Industrie 4.0

ph PEPPERL+FUCHS

Mit SmartBridge bringt Pepperl+Fuchs das Zukunftsthema Industrie 4.0 der Realität einen Schritt näher. Kommunikation bis zur Sensorebene wird Standard bei automatisierten Produktionsprozessen – und mobile Endgeräte werden zur universellen Bedieneinheit für industrielle Sensoren. Das ist unsere Vorstellung von Industrie 4.0.
www.pepperl-fuchs.de/smartbridge

Your automation, our passion.



TBL und TPC Serie 15–150 Watt: Zuverlässige Hutschienennetzteile für Gebäudeautomation und Anwendungen im Industriebereich. Hoher Wirkungsgrad gemäss ErP-Richtlinie.

TRACO POWER

Reliable. Available. Now.

tracopower.com