

PRÜFUNG DER TECHNISCHEN SAUBERKEIT

Prozess- und zeitnahes Monitoring

Für die Referenzprüfung der technischen Sauberkeit gibt es eine Reihe von Messsystemen verschiedener Hersteller. Viele dieser Systeme erfüllen jedoch die Anforderungen an ein engmaschiges Monitoring der Bauteilsauberkeit nur sehr eingeschränkt. Deshalb wurde ein automatisiertes System entwickelt, mit dem es möglich sein soll, hohe Prüfdichten in kurzer Zeit zu bewältigen.

— Eine immer größer werdende Zahl von Industriebereichen wird mit Reinheits- beziehungsweise Sauberkeitsanforderungen konfrontiert. So werden zum Beispiel für Komponenten aus der Automobil- oder Optik-Industrie Reinheitseigenschaften als Qualitätsmerkmal gefordert (unter anderem im VDA-Band zum Thema Sauberkeitsprüfung). Zur Durchführung von entsprechenden Referenzprüfungen der technischen Sauberkeit sind derzeit bereits sowohl einige Prüfeinrichtungen als auch Messsysteme am Markt erhältlich. Die Referenzprüfungen sind jedoch zeit- und personalintensiv und somit – zusammen mit den meist geringen Stichproben-Umfängen – nicht oder nur bedingt für ein zeitnahes Monitoring von sauberkeitsrelevanten Herstellungsprozessen geeignet. Das Monitoring der technischen Sauberkeit mittels des neuen automatisierten Surfex-Systems stellt eine mögliche Lösung dar.

Spezifikationen der technischen Sauberkeit

Die immer größer werdende Leistungsfähigkeit und Funktionsvielfalt technischer Systeme bedingt auch größer werdende Sensibilität der Systemkomponenten. Als Beispiel können hier Dieselmotoren genannt werden, die bei gleich bleibendem Hubraum eine

immer größer werdende Leistungsdichte besitzen. Diese relativ höhere Leistung wird unter anderem durch sehr hohe Einspritzdrücke erreicht, womit jedoch die Störanfälligkeit der Komponenten für partikuläre Verunreinigungen, die in diese Einspritzsysteme gelangen, drastisch zunimmt. Hierfür und für eine Vielzahl weiterer Komponenten müssen daher Spezifikationen für die technische Sauberkeit definiert, überwacht und eingehalten werden. In Bauteilzeichnungen finden sich solche Spezifikationen als verbindliches Qualitätsmerkmal immer häufiger.

Für die relativ aufwändige Laborprüfung nach VDA Band 19 oder der ISO/DIS 16232 existiert am Markt inzwischen eine ganze Reihe von Prüf-Equipment verschiedener Hersteller. Diese Referenzprüfungen sind jedoch, was die Messzeit pro Bauteil betrifft, sehr zeit- und personalintensiv. Für das Monitoring eines Herstellungsprozesses, im Sinne einer prozess- und zeitnahen Beobachtung des Prozesses mittels signifikanter Datenmenge, sind diese Referenzmethoden nicht oder nur bedingt geeignet. Zum einen aus Kostengründen, zum anderen kann die notwendige Anzahl von Stichproben, die für eine signifikante Prozessbeobachtung notwendig sind, nicht bewältigt

werden. Eine gangbare Alternative zur Prozessüberwachung stellt die so genannte vereinfachte Prüfung der technischen Sauberkeit dar, wie sie auch explizit in der VDA 19 angeführt wird.

Vereinfachte Sauberkeitsprüfung

Die Beherrschung eines technischen Prozesses stützt sich im Wesentlichen auf die Verfügbarkeit einer repräsentativen Datenmenge der qualitätsrelevanten Parameter. Die reine Beobachtung, die Kontrolle und das Erkennen von Abweichungen verlangt nach einer ausreichenden Menge Daten, um den Prozess zu lenken und Qualitätsprobleme zu verhindern. Um dieses für Prozesse zu gewährleisten, bei denen die technische Sauberkeit eine Rolle spielt, wurde die vereinfachte Sauberkeitsprüfung (Monitoring), im Band 19 der VDA, definiert. Der Grundgedanke hierbei ist, zeitaufwändige Sauberkeitsmessungen bezüglich deren Präzision abzuspecken und dafür im Gegenzug repräsentativere Prüfhäufigkeiten und Datenumfänge zu erreichen, um die Sauberkeitsprüfung näher an das Prozessgeschehen beziehungsweise die Prozesslenkung anzubinden. Doch welche Messtechnik existiert für das Monitoring der technischen Sauberkeit am Markt?

Anforderungen an die Messsysteme

Messsysteme für das Monitoring der technischen Sauberkeit müssen eine ganze Reihe von Anforderungen erfüllen:

Zeiteffiziente Durchführung: Im Gegensatz zur Referenzprüfung kommt es bei den Messungen für das Sauberkeits-Monitoring auf eine möglichst hohe Stichprobenzahl an. Nur durch zeiteffiziente Systeme kann diese Anzahl notwendiger Stichproben erreicht werden. Aus dieser Forderung leitet sich ein möglichst hoher Automationsgrad für das gewünschte Messsystem ab. Die weitgehende Automatisierung der Prüfabläufe bewirkt ebenfalls auch einen weitgehenden Ausschluss der Fehlerquelle Mensch.

Kosteneffiziente Durchführung: Die Anzahl der Mitarbeiter zu erhöhen, welche zum Beispiel durch gleichzeitiges Mikroskopieren eine erhöhte Anzahl von Messwerten generieren, wäre sehr teuer. Auch angesichts dieser Forderung ist eine möglichst hoch automatisierte Sauberkeitsmessungen notwendig.

Fertigungs- und zeitnahe Durchführung: Die Durchführung von Prüfungen der technischen Sauberkeit zum Monitoring durch Dritte ist nicht zielführend, wenn es um schnelle Entscheidungen und Maßnahmen geht. Messungen zur Kontrolle eines Prozesses müssen schnell und vor Ort erfolgen, um lange Reaktionszeiten für ein eventuell notwendiges Eingreifen auszuschließen.

Einsatz von kongruenten Mess- und Extraktionsverfahren: Die Wahl des Mess- und Extraktionsverfahrens für die Prüfung der technischen Sauberkeit hat erheblichen Einfluss auf das Messergebnis. So sollten im Idealfall das Mess- und Extraktionsverfahren für die Referenzmessung und das Monitoring auf dem gleichen chemischen und/oder physikalischen Prinzip beruhen, um möglichst vergleichbare Ergebnisse aus den beiden Messungen zu erhalten.

Einfache Bedienbarkeit: Die Implementierung eines Messsystems in einen Prozess wird durch eine einfache

Bedienbarkeit des Systems ganz wesentlich gefördert. Braucht es also keinen speziell ausgebildeten Prüfenieur, um routinemäßige beziehungsweise serienbegleitende Messungen durchzuführen, kann das jeweilige System mit viel geringerem Aufwand in die Prozesskette integriert werden.

EDV-gestützte Qualitätssicherung: Die Ergebnisse aus einer Routine-Messung sollen in Form von Daten unmittelbar nach der Messung vorliegen. Nur ein EDV-gestütztes Datenmanagement stellt sicher, dass Messdaten schnell und zuverlässig verarbeitet werden können und somit eine zeitnahe Analyse und sichere Beurteilung der Produktionsprozesse möglich ist.

Die Erfüllung dieser Forderungen gewährleistet ein zeitnahes, kosteneffizientes, sicheres und repräsentatives Monitoring der technischen Sauberkeit. Die Prozessverantwortlichen erhalten die Möglichkeit zur eindeutigen Dokumentation und Zuordnung der Sauber-



▲ Das neue Messsystem im Laboreinsatz

◀ Messsystem für das Monitoring der technischen Sauberkeit nach VDA Band 19

- >> keitsdaten, einer statistischen Betrachtung; sie haben ferner die Möglichkeit, schnell Prozesse zu regulieren und können so auch die Prozesse und deren Dynamik wesentlich besser verstehen.

Umsetzung der Anforderungen

Das Surfex-System wurde entwickelt, um die diskutierten Anforderungen an das Monitoring der technischen Sauberkeit zu erfüllen. Das System wurde insbesondere aus den Erfahrungen bezüglich der Reinheitsanforderungen von Halbleiterprozessen entwickelt. Hier gelten ähnliche Forderungen hinsichtlich der Durchführung der Messungen, bei mehrfach höheren Anforderungen an die Nachweisgrenzen der zu beobachtenden Messgrößen.

Das Surfex-System besteht im Wesentlichen aus einem Extinktions-Partikelzähler mit integrierter Probenahme, einem Ultraschallbad zur Prüfreinigung der Bauteile, einer integrierten Station zur Bereitstellung und Aufbereitung der Prüf- und Analyseflüssigkeit und einem Rechner zur Steuerung der Mess-Routinen und zur Datenerfassung. Die Kombination aus Mess- und Extraktionsverfahren in Verbindung mit einem Computer nebst Steuerung eröffnet die Möglichkeit eines vollautomatisierten Messablaufs, um somit eine zeit- und kosteneffiziente Durchführung der Messungen zu gewährleisten.

Alle Abläufe, wie zum Beispiel Bestimmung des Blindwertes, die Frequenz und Einwirkungsdauer des Ultraschalls, die Weiterleitung der Messdaten via Ethernet an die entsprechenden Personen, können komplett automatisiert werden. Die bauteilspezifischen Prüfprozeduren und -parameter lassen sich als individuelles Rezept speichern und aufrufen. Daher sind lediglich für die Erstellung der Rezepte Mitarbeiter speziell zu qualifizieren. Die serienbegleitende Prozesskontrolle kann durch Produktionspersonal erfolgen; der Einarbeitungsaufwand dafür ist relativ gering. Somit erhält auch das Produktionspersonal direkten Einblick in den vorherrschenden Qualitätsstatus der laufenden Prozesse.

Die Mess- und Extraktionsverfahren für das Monitoring beruhen auf physikalischen Verfahren, die auch im VDA Band 19 für die Referenzmessungen vorgesehen sind. Die Messdaten, die das Surfex-System generiert, werden als Daten-Files abgelegt. Surfex kann direkt in das hauseigene EDV-Netzwerk eingebunden werden, um somit den involvierten Mitarbeitern die Messdaten direkt auf den PC zu schicken und Regelkreise aufzubauen und zu pflegen.

Fazit

Die immer größer werdende Leistungsfähigkeit und Funktionsvielfalt technischer Systeme bedingt auch eine größer werdende Schmutzanfälligkeit der Systemkomponenten. Daraus resultiert die Notwendigkeit, die technische Sauberkeit dieser Systemkomponenten zu prüfen und den Produktionsprozess zu überwachen. Für die Referenzprüfung der technischen Sauberkeit ist eine Reihe von Prüfeinrichtungen und Messsystemen verschiedener Hersteller verfügbar. Diese Systeme erfüllen jedoch die Anforderungen an ein engmaschiges Monitoring der Bauteilsauberkeit entweder gar nicht oder nur sehr eingeschränkt.

Für die Nachfrage nach Messsystemen, die eine repräsentative Anzahl von Messungen unter wirtschaftlichen Aspekten gewährleisten, wurde das Surfex-System entwickelt. Mit Einsatz dieses weitgehend automatisierten Systems können mit Prozeduren, die sich an den aktuell etablierten Standards orientieren, hohe Prüfdichten in kurzer Zeit bewältigt werden. —|

Die Autoren:

Dipl.-Phys. Jörg Dressler und
Dipl.-Ing. Alexander Rapp (Bild),
PMT Partikel-Messtechnik AG,
Heimsheim, Tel. 0741 1752676,
a.rapp@pmt-ag.com

