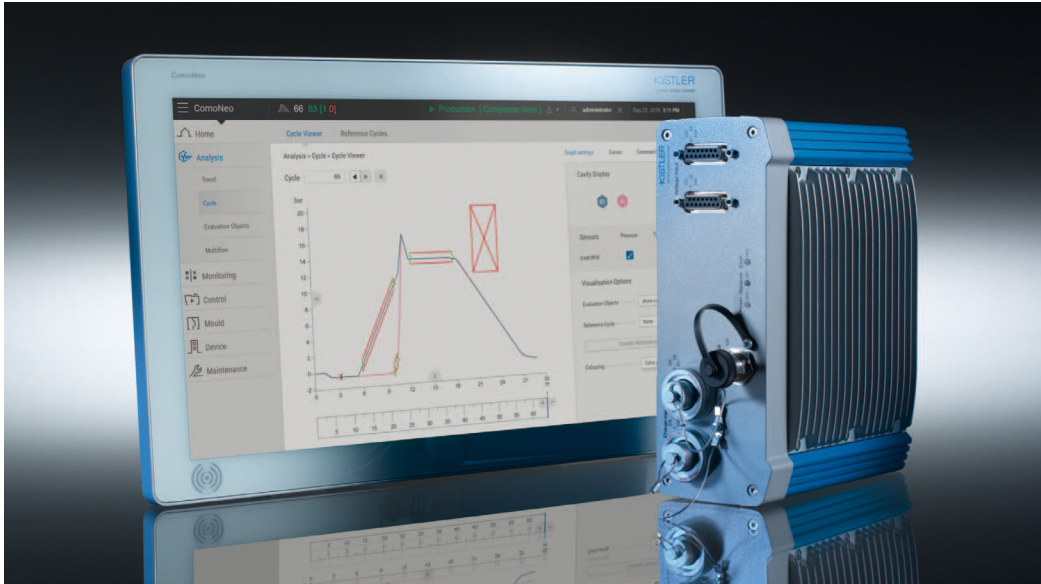


Transparenz über den gesamten Wertschöpfungsprozess

In-line Prozessüberwachung mit piezoelektrischen Sensoren als Erfolgsfaktor in der Medizintechnik



Das Prozessüberwachungssystem ComoNeo kann mit Hilfe von einstellbaren Bewertungselementen die Qualität des Bauteils bereits während des laufenden Zyklus beurteilen

Produzierende Unternehmen müssen schnell und effektiv auf veränderte Rahmenbedingungen und Produktionsketten reagieren – das hat insbesondere die jüngste Vergangenheit vielfach gezeigt. Aber nicht nur kurzfristig, auch perspektivisch lassen sich strategische Maßnahmen ergreifen, um für höhere und sich verändernde Anforderungen an Produktionsvolumen und -tempo, aber auch an Produktqualität und Leistungsfähigkeit der Produktion gerüstet zu sein. Viele Hersteller von medizinischen Einwegprodukten, Kleingeräten oder Bauteilen aus Kunststoff, beispielsweise Kanülen, Pipettenspitzen, Inhaler oder Insulinpens, setzen dabei auf das Spritzgießverfahren. Damit investieren sie verstärkt in eine präventive Qualitätssicherung entlang des Produktlebenszyklus. Die effizienteste und sicherste Methode ist die Integration der Qualitätssicherung direkt im Prozess. Der Werkzeuginnendruck, auch Forminnendruck genannt, ist die aussagekräftigste Prozessgröße, die Anwendern vollumfängliche Prozesstransparenz eröffnet und die Null-Fehler-Produktion ermöglicht.

Kistler Instrumente AG
info@kistler.com
www.kistler.com

Werkzeuginnendruck

In der Spritzgießpraxis spielt der Werkzeuginnendruck eine wesentliche Rolle: er beschreibt die Vorgänge in der Kavität – und damit lückenlos die Entstehungsbedingungen des Bauteils über den gesamten Spritzgussprozess. Das macht den Werkzeuginnendruck zum Indikator für die Qualität des entstehenden Formteils. Seinem Verlauf während der Füll-, Kompressions- und Nachdruckphase können spezifische qualitätsrelevante Eigenschaften des Bauteils zugeordnet werden, beispielsweise Maßtreue, Oberfläche, Gewicht oder Ausformungsgrad. Der Verlauf des Werkzeuginnendrucks stellt somit ein teilespezifischer Fingerabdruck der Qualität dar, mit dem sich während des gesamten Produktionsprozesses genaue Aussagen zu optimalen Prozessparametern treffen lassen. Gutteile von Schlechteilen zu unterscheiden ist bereits während der Produktion möglich.

Hohe Anforderungen an Sensoren und Sensorvielfalt

Um die qualitätsentscheidenden Vorgänge im Formwerkzeug exakt

zu erfassen, müssen die eingesetzten Sensoren ihren Beitrag hinsichtlich Zuverlässigkeit, Präzision und Robustheit leisten. Die Messung von Druck und Temperatur beim Spritzgießen setzt eine hochauflösende und sichere, zugleich aber auch wartungsfreie und langlebige Messtechnik voraus. Entsprechende Messketten müssen einen Einsatzbereich von bis zu 450 °C Schmelztemperatur abdecken und selbst bei Druckverhältnissen von 2000 bar kleinste Druckschwankungen erfassen und auflösen können. Kistler setzt piezoelektrische Sensoren mit teils speziellen Materialien ein, um diese hohen Anforderungen zu erfüllen. Das auf dem piezoelektrischen Effekt (siehe Kasten 1) basierende Messprinzip erlaubt es hochdynamische Druck- und Kraftverläufe präzise zu messen.

Der richtige Sensor

Neben dem physikalischen Messprinzip ist auch der Einsatz des richtigen Sensors am richtigen Ort entscheidend, gerade im Hinblick auf die Prozesssicherheit. Kistler setzt hier darauf, dass für die jeweilige Formteilgeometrie, Einbausituation, den jeweiligen Spritzgießprozess und Kunststoffwerkstoff ein exakt passender Sensor zur Verfügung steht. Dies spiegelt sich im umfangreichen und vielfältigen Sensorproduktportfolio wider.

Kombinierte Druck- und Temperaturmessung

Bei der direkten Messmethode berührt der Sensor die Kunststoffschmelze in der Kavität und misst dort den Druck direkt und ohne Verluste. Die Front des Sensors lässt sich bei den meisten Sensoren an die Oberfläche der Kavität anpassen, so dass kaum ein Abdruck auf dem Formteil zu erkennen ist. Neben einer Vielzahl unterschiedlicher Durchmesser – angefangen von 1 mm bis hin zu 9 mm – ermöglichen Sensoren von Kistler die kombinierte Messung von Druck und Temperatur. Ein einziger Sen-

sor misst beide Prozessgrößen und reduziert so die Komplexität für die Anwender. Alternativ stehen, falls die Platzverhältnisse im Werkzeug keine direkte Messung erlauben, indirekte Sensoren zur Verfügung. Hier ist ein Kraftsensor hinter einer Transferstange oder einem Auswerfer angeordnet. Der Kraftfluss verläuft also von der Schmelze auf die Stirnfläche der Transferstange, welche die Kraft auf den Sensor weiterleitet. Eine dritte Messmethode ist die berührungslose Messung, bei der Messdübel die vom Druck verursachte Stauchung des Werkzeugs erfassen. Diese Methode kommt dann zum Einsatz, wenn Bauteile keine sichtbaren Markierungen aufweisen dürfen.

Mit intelligenter Prozessüberwachung die Qualität optimieren

Viele produzierende Unternehmen setzen auf maschinensteuerungsunabhängige, in den Produktionsablauf integrierte Prozessüberwachungssysteme, um die von piezoelektrischen Sensoren erfassten Informationen optimal zu nutzen. Für die Produktion wesentliche Aspekte dabei sind die Steuerung und Überwachung des Prozesses sowie die Dokumentation des hergestellten Bauteils. Damit wird ein sicherer und stabiler Prozess gewährleistet und gleichzeitig größtmögliche Transparenz über die zugrundeliegenden Prozessschritte geschaffen (siehe White Paper).

Entsprechende Geräte wie der ComoNeo von Kistler können den Verlauf des Werkzeuginnendruck in Echtzeit verfolgen. Die intuitiv verständliche Visualisierung des ComoNeo erleichtert es den Anwendern, Prozesszustände zu erfassen, sogar beim komplexen Mehrkomponentenspritzguss. Über das Monitoring und die Optimierung des Prozesses hinaus kann ComoNeo mit Hilfe von einstellbaren Bewertungselementen die Qualität des Bauteils bereits während des laufenden Zyklus beurteilen. Somit wird die Formteilqualität bewertet, noch bevor das Bauteil entformt ist. Insbesondere Hersteller von Präzisionsteilen und anderer hochwertiger, montagekritischer Bauteile profitieren von diesem Tool, das dem Anwender eine 100-Prozent-



Das neue Prozessüberwachungssystem maXYmos TL ML für Montage- und Fügeprozesse ist FDA- und MDR-konform

In-Prozess-Prognose aller Qualitätsmerkmale gewährt.

Einfache Bedienung und Nachvollziehbarkeit

Im Gegensatz zu maschinenintegrierten Lösungen können bei externen Prozessmonitoren wie dem ComoNeo die kompletten Kurvenverläufe in einer Datenbank für den gesamten Spritzgießbetrieb abgespeichert werden. Somit haben Hersteller zu jedem Zeitpunkt die Möglichkeit, vergangene Produktionen mit dem Sollkurvenverlauf zu vergleichen und im Fall einer Reklamation den validierten Prozessverlauf nachzuweisen. Die vollautomatische Werkzeuginnendrucküberwachung übernimmt zusammen mit externen Geräten Funktionen wie Abmusterung von Werkzeugen, Prozessanalyse und -optimierung, Prozess- und Produktionsüberwachung, Prozess- und Produktionsdokumentation wie auch die Prozessregelung, das heißt die Regelung von Heißkanalreglern und des Umschaltpunktes.

Frühe Prozessentwicklung ist entscheidend

Hersteller von medizintechnischen Produkten, beispielsweise von Insulinspinnen oder Inhalern, stehen häufig

unter Zeitdruck. Denn für ihre Kunden aus der pharmazeutischen Industrie ist eine möglichst lange Patentnutzbarkeit des Medikaments essenziell. Der Produktionsprozess für das entsprechende Medikamentenverabreichende Gerät muss daher möglichst früh, am besten schon während der Medikamentenentwicklung, im Detail geplant werden. Für Entwicklungsingenieure in der medizintechnischen aber auch in der pharmazeutischen Industrie ist es deshalb wichtig, sich sehr früh an Messtechnik- und Prozessüberwachungsexperten wie Kistler zu wenden, um den Produktionspro-

zess für das medizintechnische Gerät zu entwickeln, validieren oder vorlizenzieren zu lassen.

Formgebung, Montage und Produktprüfung: Lösungen aus einer Hand

Neben den Lösungen einer werkzeuginnendruckbasierten Prozessüberwachung für den Kunststoffspritzguss bietet Kistler weitere Sensorik- und Prozessüberwachungslösungen: die maXYmos Systeme für Füge- und Montageprozesse sowie für die Prüfung der gefertigten Bauteile. Diese basieren auf

Der piezoelektrische Effekt

- bezeichnet die Eigenschaft bestimmter Kristalle, bei mechanischer Belastung eine dazu proportionale elektrische Ladung abzugeben
- im Jahr 1880 von Pierre und Jacques Curie entdeckt
- im Jahr 1950 Patentierung des Ladungsverstärkers für piezoelektrische Signale durch Walter P. Kistler – er hatte entdeckt, dass sich mittels Quarzkristallen eine einwirkende Kraft, Druck oder Beschleunigung genau bestimmen lässt
- Konkret entsteht durch die gerichtete Verformung des piezoelektrischen Messelements eine zum ausgeübten Druck proportionale elektrische Ladung. Das Ladungssignal wird mit einem Ladungsverstärker in elektrische Spannung umgewandelt
- Piezo-Sensoren sind prädestiniert für den Einsatz bei extremen Anforderungen (v. a. in punkto Miniaturisierung, Temperatur und Dynamik)