ZDM

Zero Defect Manufacturing for Thermo-dynamical Processes

Programm / Ausschreibung	Produktion der Zukunft, 36. AS PdZ - Nationale Projekte 2020	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.05.2021	**Projektende**	31.10.2024
Zeitraum	2021 - 2024	**Projektlaufzeit**	42 Monate
Keywords	Zero Defect Manufacturing, composite parts, heat treatment, coating		

Projektbeschreibung

Komplexe thermodynamische Prozesse, wie das Aushärten von Verbundbauteilen, die Wärmebehandlung von Metallen oder Beschichtungsprozesse werden heute häufig mit Hilfe fixer „Rezepte“ betrieben. Diese Rezepte werden experimentell ermittelt und im Anschluss durchgehend in der Serienproduktion eingesetzt. Dabei müssen die Prozesse oft „blind” betrieben werden, weil es keine geeigneten Sensoren zur Erfassung des Bauteilzustands gibt. Es besteht daher immer das Risiko, dass der Prozess nicht plangemäß abläuft, weil es z.B. Veränderungen in den Ausgangsmaterialien gegeben hat oder sich die Umgebungsbedingungen ungünstig verändert haben. Oft sind in den Prozessen daher erhebliche Sicherheitsfaktoren vorgesehen, um die bestehenden Unsicherheiten zu kompensieren. Das führt zu ineffizienten Prozessen oder Ausschuss, der – je nach Prozess – schwierig zu recyceln ist.
Oftmals sind Sensordaten in solchen Prozessen nicht einfach zu gewinnen und die Sensoren liefern nur indirekte oder schwierig interpretierbare Information über den Zustand des Bauteils oder Materials. Es besteht daher der Bedarf die Sensoren um Simulationsmodelle zu erweitern, aus denen direkt verwertbare Information gewonnen werden kann.

Ausgehend von Beispielen von weit verbreiteten Produktionsprozessen, wie dem Aushärten von Kohlefaserverbundbauteilen im Autoklaven, der Wärmebehandlung von Aluminium und der Oberflächenbehandlung von dekorativen Produkten, wird ein generell einsetzbares „Zero Defect Manufacturing“ Konzept für thermodynamische Prozesse entwickelt. Dieses Konzept umfasst die Umwandlung von Rohdaten mit Hilfe von datengetriebenen Vorhersagemodellen und physikalischen Simulationsmodellen und die Entwicklung von AI Methoden zur Modellierung der Zusammenhänge zwischen Prozessparametern, Produktdaten und Qualitätseigenschaften.
Im Projekt wird demonstriert, wie datengetriebene Modellierung in Kombination mit physikalischen Modellen genutzt werden kann um von derzeitigen „rezept-basierten“ Prozessen zu flexibleren Prozessen zu gelangen, die sich am tatsächlichen Zustand des Bauteils orientieren. Die Ergebnisse umfassen Sensorsysteme für die spezifischen Anwendungsfälle, datengetriebene und physikalische Simulationsmodelle zur Vorhersage des Bauteilzustands und AI Methoden zur Modellierung thermodynamischer Produktionsprozesse.
Frühere Untersuchungen haben gezeigt, dass durch die Projektergebnisse wesentliche Effizienzsteigerungen möglich sind, wie z.B. die Verkürzung von Prozesszeiten um bis zu 10% oder die Reduktion von Ausschuss um mehrere Größenordnungen.

Abstract

For complex thermo-dynamical processes such as curing of composite parts, heat treatment, coating, … the current standard approach is to use experiments supported by simulation to find a suitable “recipe” for the process. This recipe is then applied in series production and very often the process is run “blindly” because no suitable sensor systems exist. Therefore, a certain risk remains that the process does not run according to plan, e.g. due to variation in the raw material, or changes in environmental conditions. Some processes also require comparably high safety margins to account for the remaining uncertainty. This leads to inefficiencies of the process or to potential scrap, which – depending on the nature of the process – can be difficult to recycle.
In general, sensor information that can be acquired from such processes is very limited and the raw sensor signals are difficult to interpret in terms of their relation to the actual state of the product. Thus, there is a need to enhance sensor systems with simulation models to obtain more accurate and usable information about the process.
Starting from examples of widely used production processes, such as the curing of carbon fiber composite parts, the thermal treatment of aluminium and the coating of decorative products, a generic “Zero Defect Manufacturing” concept for thermo-dynamical processes is developed. This concept includes the enhancement of raw sensor data with (data-driven) predictive models and physics-based simulations and the development of AI methods that model the relationship between process, product and quality data.
The project will demonstrate how data-driven modelling and physics-based simulation methods can be used to proceed from current “recipe-based” processes, to more flexible processes that take the actual state of the process and product into account. The main results will be sensor systems for the particular use cases, data-driven and physics-based simulation models to predict thw actual state of the product and AI methods that are able to model thermo-dynamical production processes.

Initial studies indicate that through the results of the project quite significant increases in efficiency can be achieved, such as shortening process times by 10% or reducing scrap material by several orders of magnitude.

Projektkoordinator

- PROFACTOR GmbH

Projektpartner

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH
- D. Swarovski KG
- FACC Operations GmbH
- FH OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH
- LKR Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH
- MESA Electronic GmbH