

Werkstoffsimulation sorgt für exakte Lieferbedingungen

Werkstoffdatensimulation optimiert Wertschöpfungsketten

Im Zuge von Industrie 4.0 werden Fertigungsprozesse und Produktentwicklungen zunehmend virtuell durchgeführt. Jedoch sind die Materialbezeichnungen und damit verknüpfte „Materialkarten“ für CAE-Berechnungen vielfach nicht als Eingangsparameter geeignet, denn für eine Optimierung entlang der Wertschöpfungsketten sind exakte und konsistente Werkstoffdaten unverzichtbar. Diese können durch eine praxisorientierte Werkstoffsimulation effektiv erzeugt werden.

Genormte Werkstoffe lassen häufig sehr große Analysenspannen zu. Dadurch geben sie dem Hersteller die Freiheit, eine Aluminiumlegierung mit unterschiedlichen Zielsetzungen zu produzieren, indem z.B. die teuersten Elemente auf das zulässige Minimum reduziert werden. Vorgegebene Werte, etwa für die Festigkeit, werden dabei zwar eingehalten, die unterschiedlichen chemischen Zusammensetzungen führen aber oft zu Streuungen bei anderen physikalischen und temperaturabhängigen Werkstoffdaten. Dies kann einen großen Einfluss auf die Fertigungssicherheit und Produkteigenschaften haben.

„Wer diese Zusammenhänge nicht kennt oder ignoriert, kann z.B. selbst bei der Verarbeitung von Standardwerkstoffen böse Überraschungen erleben. Vor allem, wenn sich zusätzlich herausstellt, dass das schon vorhandene Material aus unterschiedlichen Chargen stammt“, berichtet der Werkstoffexperte Uwe Diekmann, Geschäftsführer des Softwareanbieters MAT-PLUS GmbH in Kamen. Das Unternehmen ist im deutschsprachigen Raum ein Anbieter führender Lösungen auf den Gebieten Werkstoffsimulation, Werkstoffdatenmanagement und Wissensmanagement.

Denn die Komplexität von Werkstoffdaten wird allgemein unterschätzt: Während im Bereich PLM Geschäftsprozesse und Datenstrukturen für das Konfigurationsmanagement von Produkten mit Schwerpunkt auf Geometriedaten vorhanden sind, bestehen Werkstoffdaten bisher oft nur aus einem Katalog mit Bezeichnungen und wenigen belastbaren Daten, die zudem oft keiner Versionskontrolle unterliegen.

Für viele Prozessketten werden jedoch exakte Eingangsparameter z.B. zur temperaturabhängigen Wärmeleitfähigkeit, E-Modul oder Ausdehnungskoeffizienten benötigt, um Produkt- und Prozessoptimierungen mit FEM-Methoden durchzuführen.

Als Ausweg aus diesem Dilemma existieren zwei pragmatische und sich ergänzende Lösungsansätze:

- Aufbau von spezifischen Werkstoffdatensystemen im Intranet, die analog zu PLM die relevanten Werkstoffdaten den Anwendern versionskontrolliert zur Verfügung stellt: Die richtige, freigegebene Materialkarte in der richtigen Version zur richtigen Zeit beim Anwender.

- Erstellung konsistenter Werkstoffdaten durch Einführung der praktischen Werkstoffsimulation als Grundlage für die FEM-Untersuchungen, d.h. Berechnung von analysengenaue Materialkarten, da gemessene und konsistente Daten oft nicht verfügbar sind.

Die Werkstoffdatensimulation ist längst zu einem Schlüssel für eine erfolgreiche Entwicklung ressourceneffizienter Produkte und optimierter Fertigungsprozesse geworden. Die Berechnungen basieren auf der wissenschaftlich etablierten CalPhaD-Methode (Calculation of Phase Diagrams) mit zugehöriger thermodynamischer Datenbank. Dabei werden Phasengleichgewichte ermittelt, d.h. die Stabilität und die Zusammensetzung der Phasen als Funktion der Temperatur. Sind die jeweiligen Gefügebestandteile bekannt, können wiederum die daraus resultierenden Werkstoffeigenschaften berechnet werden.

Solche komplex klingenden Untersuchungen haben heute den Bereich der akademischen Stabsstellen verlassen und stehen den Praktikern in Konstruktion und Fertigung, z.B. in Form des Werkstoffsimulationsystems JMatPro (Java-based Materials Properties) zur Verfügung. Diese Software wurde von Sente Software Ltd. (GB) entwickelt und gilt mittlerweile als ein Industriestandard.

Ein umfangreicheres Werkstoffverständnis

Wenn z.B. die exakte chemische Zusammensetzung aus dem Materialzeugnis einer vorhandenen Charge bekannt ist, kann nun mit Hilfe von JMatPro quasi auf Knopfdruck eine spezifische „Materialkarte“ mit konsistenten thermophysikalischen Daten für Aluminiumlegierungen berechnet werden – auch für Stähle wie für Kupfer-, Nickel- und Titan-Legierungen wird dies so genutzt.

Diese Daten bilden wiederum die Grundlage für die Gestaltung von Gieß- und Schweißprozessen sowie einer effektiven Wärmebehandlung mit der Abschätzung der jeweiligen Festigkeiten, sowohl bei Raumtemperatur, als auch während der Umformung bei erhöhten Temperaturen.

So ermöglicht die Berechnung von Isothermen und kontinuierlichen Ausscheidungsdiagrammen sowie das Auslagerungsverhalten bei T5 und T6 Wärmebehandlungen wiederum die Beschreibung der Gefügeentwicklung über den Herstellprozess bis hin zu Fließkurven für die Umformsimulation. Diese Ergebnisse können dann über automatisierte Schnittstellen an die gängigen FEM-Systeme wie z.B. Ansys, Magmasoft, Simufact, Deform, weitergereicht werden. Aus diesem Grund wird die Software heute in ganz unterschiedlichen Branchen wie Stahl, Anlagenbau, Automobil, Leichtbau, Gießerei, Umformtechnik, Wärmebehandlung und Forschung eingesetzt.

„Mit der Möglichkeit zur Simulation entwickelt sich auch ein umfassenderes Werkstoffverständnis – vor allem für die alltägliche Praxis“, weiß



Simulation des Strangpressens einer Aluminiumlegierung mit analysengenaue Werkstoffdaten aus JMatPro

Uwe Diekmann aus Erfahrung zu berichten. Damit ließen sich wiederum die technischen Lieferbedingungen präziser definieren, „wobei die zulässigen Normwertebereiche eingeschränkt und auch bestimmte Gefügestrukturen vom Produzenten gefordert werden können.“

Systematische Legierungsoptimierung

Die eingangs beschriebenen zulässigen Bandbreiten der einzelnen Legierungselemente geben einem Konstrukteur andererseits die Möglichkeit, für das jeweilige Produkt gezielt nach optimalen Bedingungen zu suchen. Dabei führen insbesondere eine systematisch durchgeführte Variation der Legierungsanteile jedoch häufig zu einer wahren Explosion der Kombinationen. Werden z.B. allein die Minimal-, Maximal- und Mittelwerte über die 7 wichtigsten chemischen Elemente einer 7075-Legierung systematisch kombiniert, ergibt dies $3^7 = 2187$ unterschiedliche Analysen.

Aus solchen umfangreichen Lösungsräumen können die jeweiligen Optima jedoch nicht mehr manuell identifiziert wer-

den. Diese Aufgabe übernimmt deshalb die webbasierte Software EDA JM als Ergänzung zu JMatPro.

EDA JM wertet die vollfaktorielle Variation von mehreren tausend Legierungsvarianten auch in Abhängigkeit sehr komplexer Kriterien systematisch aus und findet somit die jeweiligen Optima für Produkte und Prozesse.

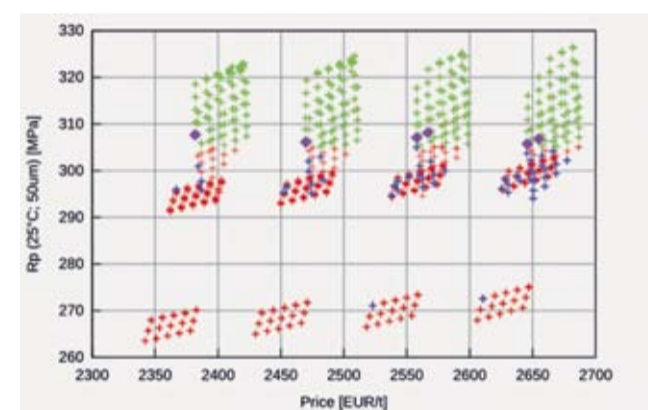
Alle Legierungsvarianten werden miteinander verglichen und der Minimal- und der Maximalwert für die jeweilige Eigenschaft bestimmt. Gleichzeitig können Zielkonflikte grafisch ausgewertet werden, wie z.B. die Legierungskosten gegenüber der Festigkeit.

Durch eine Verknüpfung der Auswertungen zu unterschiedlichen Zielkonflikten lässt sich schließlich die optimale Analyse bestimmen. Auch Berechnungsergebnisse anderer JMatPro-Anwender im Unternehmen können mit EDA JM verwaltet und verglichen werden, um so das innerbetriebliche Wissensmanagement zu unterstützen.

Mit diesem vielfältigen Wissen lassen sich wiederum interne Standards oder Liefervorschriften schärfen, um z.B. bei der Herstellung von Gussteilen einen stabilen Prozess



Anwendungsbeispiel Federbeinstütze – Produktentwicklung unter Nutzung praktischer Werkstoffsimulation



Vergleich unterschiedlicher Legierungsvarianten in Bezug auf Kosten und Festigkeit – alle teilweise widersprüchlichen Ziele werden nur durch 6 Legierungen (Raute) erfüllt

und bessere Eigenschaften zu erzielen. So kann z.B. die Optimierung innerhalb einer Legierungsklasse, etwa bei AlSi8Cu3, auch die spezifischen Anforderungen berücksichtigen. Beispielsweise ergeben sich aus Geometrie und Prozess unterschiedliche Abkühlraten, die wiederum bei der Optimierung von Erstarrungsverhalten und Ausscheidungskinetik berücksichtigt werden müssen.

Mit Hilfe von JMatPro und EDA hat der Anwender somit den Vorteil, dass Auswirkungen von schwankenden Zusammensetzungen auf die Prozessstabilität und Produkteigenschaften vorhergesagt werden können. Damit können innovativere Produkte als auch stabilere Prozesse erreicht werden – konsequenterweise werden deutliche Wettbewerbsvorteile erzielt.

www.matplus.de

Funktionelle Lösungen zu Ihrem Vorteil.



PUNKT-Speiser®

PUNKTGENAU

- ✓ PUNKT-Speiser® für kleinste Aufsatzflächen
- ✓ Aufformdorn federnd oder starr
- ✓ Speiserhals rund oder oval

ZUVERLÄSSIG

- ✓ Prozesssichere Brechkante
- ✓ Reduzierte Putzkosten
- ✓ Fehlerfreie Gussoberfläche
- ✓ Fluorarme oder fluorfreie Qualität lieferbar

INTELLIGENT

- ✓ Gute Formstoffverdichtung unter dem Speiser
- ✓ Definiertes Speiservolumen
- ✓ Optimierte Speiserhals-Geometrie

Unsere ganze Energie für gute Speiser.



GTP
SCHAFFER

Telefon 0 21 81/2 33 94-0
www.gtp-schaefer.de

AGTOS®

Kompetenz in der Schleuderrad-Strahltechnik

Wir bieten neue und gebrauchte Schleuderrad-Strahlanlagen einschließlich Förder- und Filtersystem an.

Zum Produktprogramm gehören:

- Verschleiß- und Ersatzteile
 - Reparatur und (Fern-)Wartung
 - Serviceleistungen
- ... auch für Strahlmaschinen anderer Fabrikate.

AGTOS
Gesellschaft für technische
Oberflächensysteme mbH

Gutenbergstraße 14
D-48282 Emsdetten
Tel. +49(0)2572 96026-0
info@agtos.de

www.agtos.de

