

BACHELOR-/ MASTERARBEIT

PHYSIKINFORMIERTE GREY-BOX MODELLIERUNG (PGBM) ZUR ANALYSE VON WERKZEUGGEOMETRIE-EINFLÜSSEN IN BESCHICHTETEN ZERSPANWERKZEUGEN

© Milling_stock.adobe.com

BESCHREIBUNG

Das Verhalten beschichteter Zerspanwerkzeuge wird maßgeblich durch thermo-mechanische Belastungen an der Werkzeug-Schneidkante bestimmt. Insbesondere Temperaturverteilungen, Spannungen sowie tribologische Wechselwirkungen beeinflussen die Lebensdauer von Werkzeugbeschichtungen und führen zu Verschleiß oder Beschichtungsschädigung. Im Rahmen dieser Arbeit soll ein **physikinformatierter Grey-Box Modellierungsansatz (PGBM)** entwickelt werden, der Informationen aus **Spanbildungssimulationen** mit datengetriebenen Methoden kombiniert. Ziel ist es, den Einfluss unterschiedlicher **Werkzeuggeometrien** auf die thermo-mechanische Belastung der Beschichtung zu analysieren.

Hierzu werden zunächst **Finite-Elemente-Spanbildungssimulationen** durchgeführt, um Temperatur-, Spannungs- und Kontaktbedingungen an der Werkzeugoberfläche zu bestimmen. Diese physikalischen Informationen werden anschließend in ein **Physics-Informed Neural Network (PINN)** integriert, das als Grey-Box-Modell dient und den Zusammenhang zwischen Werkzeuggeometrie, Prozessbedingungen und resultierenden Belastungen der Beschichtung beschreibt.

Das entwickelte Modell soll dazu beitragen, ein besseres Verständnis der **Zusammenhänge zwischen Werkzeuggeometrie, Prozessbelastung und Beschichtungsschädigung** zu gewinnen und damit neue Ansätze für die Auslegung leistungsfähiger Werkzeugbeschichtungen zu ermöglichen

AUFGABEN

- Durchführung und Auswertung von **Spanbildungssimulationen (Finite-Elemente)**
- Analyse der **Temperatur-, Spannungs- und Kontaktverteilungen** an der Werkzeugoberfläche
- Untersuchung des Einflusses verschiedener **Werkzeuggeometrien**
- Entwicklung eines **physikinformatierten Grey-Box Modells (PINN)**

WEITERE INFORMATIONEN

Beginn: flexibel, ab sofort möglich

Dauer: 3 - 6 Monate

Fachrichtung: Maschinenbau, Mechatronik, Wirtschaftsingenieurwesen oder ähnliches

Kenntnisse in **Simulation, Python oder Machine Learning**

KONTAKT

Amirmohammad Jamali M.Sc.
Gebäude 10.92, Raum 601.5
Tel.: +49 173 267 2698
E-Mail: amirmohammad.jamali@kit.edu



BACHELOR-/ MASTERTHESIS

PHYSICS-INFORMED GREY-BOX MODELING OF THERMOMECHANICAL LOADS IN COATED CUTTING TOOLS USING CHIP FORMATION SIMULATIONS

© Milling_stock.adobe.com

DESCRIPTION

The performance and lifetime of coated cutting tools are strongly influenced by the thermo-mechanical loads acting at the tool–chip interface during machining. In particular, temperature distributions, mechanical stresses, and contact conditions significantly affect coating degradation and tool wear.

In this thesis, a **physics-informed grey-box modeling approach (PGBM)** will be developed to investigate the influence of **tool geometry on thermo-mechanical loads in coated cutting tools**. The approach combines **finite element chip formation simulations** with data-driven modeling techniques.

First, chip formation simulations will be performed to determine temperature fields, stress distributions, and contact conditions at the tool surface under different cutting conditions and tool geometries. These physically derived quantities will then be integrated into a **physics-informed neural network (PINN)** to establish a grey-box model linking tool geometry, process parameters, and thermo-mechanical loading conditions.

The developed framework aims to improve the understanding of the relationship between **tool geometry, thermo-mechanical loads, and coating performance**, supporting the design of more durable coated cutting tools.

TASKS

- Performing and evaluating **finite element chip formation simulations**
- Analysis of **temperature, stress, and contact distributions** on the tool surface
- Investigation of the influence of **different tool geometries**
- Development of a **physics-informed grey-box model (PINN)**

FURTHER INFORMATION

Start: flexible / immediately possible

Duration: 3–6 months

Tools: Python, Marc Mentat

Location: Institute / laboratory

CONTACT

Amirmohammad Jamali M.Sc.
Bulding 10.92,Raum 601.5
Tel.: +49 173 267 2698
E-Mail:amirmohammad.jamali@kit.edu

