E(co)Forming

E(co)Forming

Programm / Ausschreibung	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschung 7. Ausschreibung	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.10.2021	**Projektende**	31.12.2024
Zeitraum	2021 - 2024	**Projektlaufzeit**	39 Monate
Keywords	Elektroplastischer Effekt; Umformtechnik; Energieeffizienz; Metallurgie		

Projektbeschreibung

Der Elektroplastische Effekt (EPE) ist ein seit den 1970er Jahren erforschtes Phänomen, das die plastische Umformung von Metallen erleichtert, wenn während der Umformung hohe elektrische (gepulste) Ströme durch die Umformzone fließen. Mehrere, teils variierende Theorien zum physikalischen Hintergrund sind veröffentlicht, die eine elektromagnetische Wirkung auf Versetzungen und/oder Ausscheidungen beschreiben, ohne zu einer klaren Theorie geführt zu haben. Auch eine thermische Komponente kommt dazu, da der erforderliche elektrische Stromfluss aufgrund des Ohm’schen Widerstandes auch zu einer Temperaturerhöhung führt. Diese ist aber, wie neueste Erkenntnisse klar bestätigen, nicht allein verantwortlich für die darüberhinausgehende Steigerung der Umformbarkeit.
In den vergangenen 15 Jahren wurde der EPE von verschiedenen Forschergruppen weltweit hauptsächlich in einaxialen Zug- und Druckversuchen nachgewiesen und es wurde der Begriff EAM für Electrically Assisted Manufacturing etabliert. Vielfach wurde dessen großes Potenzial für Energieeinsparungen bei Umformprozessen beschrieben, beispielsweise eine theoretische Energieeinsparung > 90 % und die Möglichkeit zur Kaltumformung beim Strangpressen von Aluminium. Weitere Vorteile der stromunterstützen Umformung ergeben sich über die reduzierte Rückfederung, die verspätete Einschnürung, die Möglichkeit der Herstellung aufwändigerer Geometrien oder der Entfall einzelner Umformstufen oder auch energieintensiver Vorwärmung.
Das Projekt E(co)Forming zielt darauf ab, anwendungsorientierte Forschung zur Nutzung der Vorteilhaftigkeit des EPE an gebräuchlichen Konstruktionswerkstoffen auszuführen und den Technologiereifegrad des EAM auf TRL4 zu erhöhen, wobei der Fokus auf den Umsetzungspotentialen liegt.
Dazu werden nicht nur Prinzipuntersuchungen an selektierten Stahl-, Aluminium- und Titanlegierungen durchgeführt, sondern auch die gewonnenen Erkenntnisse auf Untersuchungen zum Rohrziehen und Blechtiefziehen erweitert. Hohe Anforderungen an die Betriebssicherheit, die hohe Verschleißbeständigkeit der neuartigen Werkzeugbestandteile und eine gesteigerte Dynamik der notwendigen Leistungselektronik werden dabei ebenfalls von Beginn an beachtet bzw. erforscht.
Dazu kooperieren 3 Gesellschaften der voestalpine Metal Forming Division (> EAM-Untersuchungen auf TRL4) und Infineon Technologies Austria AG (> Leistungshalbleiter) als Großindustriepartner mit dem KMU PhysTech Coating Technology GmbH (> Beschichtungstechnologie), der Paris-Lodron-Universität Salzburg (> Metallkunde) und den Forschungspartnern AIT Austrian Institute of Technology GmbH (> Leistungselektronik-Versuchsaufbau) und LKR

Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH (> EPE-Untersuchungen, Koordination).
Innerhalb der operative Projektziele sollen Kennzahlen für folgende Kriterien ermittelt werden:
• Energieeinsparung durch Wegfall von Erdgasbeheizung bzw. Umwandlung von Strom in Wärme in Öfen oder Werkzeugen
• Einsparung von Energie und Infrastrukturnutzung durch Reduktion beziehungsweise Vermeidung einzelner Prozessschritte in komplexen Prozessketten
• Erhöhung der Umformbarkeit komplexer (bisher nicht möglicher) Geometrien z.B. von Titanbauteilen
• Verschleißfestigkeit von dafür optimierten Beschichtungen zur elektrischen Isolation bzw. elektrischen Kontaktierung metallischer Oberflächen während des elektrisch unterstützen Umformens.
• Verbesserung der Leistungselektronik hinsichtlich Flexibilität und Skalierbarkeit sowie Dynamik und Effizienz bei der Erzeugung von Strompulsen für die Elektroumformung

Abstract

The Electroplastic Effect (EPE) is a phenomenon researched since the 1970s that facilitates the plastic forming of metals when high electric (pulsed) currents flow through the forming zone during forming. Several theories, some varying, on the physical background have been published describing an electromagnetic effect on dislocations and/or precipitates without having led to a clear theory. A thermal component is also added, since the required electric current flow also leads to a temperature increase due to ohmic resistance. However, as the latest findings clearly confirm, this is not solely responsible for the increase in formability.
In the past 15 years, EPE has been demonstrated by various research groups worldwide, mainly in uniaxial tensile and compression tests, and the term EAM for Electrically Assisted Manufacturing has been established. Its great potential for energy savings in forming processes has been widely described, for example a theoretical energy saving > 90% and the possibility of cold forming in aluminum extrusion. Further advantages of current-assisted forming result from reduced springback, delayed necking, the possibility of producing more complex geometries or the elimination of individual forming stages or even energy-intensive preheating.
The E(co)Forming project aims to carry out application-oriented research on the utilization of the advantages of the EPE on common construction materials and to increase the technology maturity level of EAM to TRL4, focusing on the implementation potentials.
To this end, not only will principle investigations be carried out on selected steel, aluminum and titanium alloys, but the knowledge gained will also be extended to investigations on tube drawing and deep sheet drawing. High demands on operational safety, high wear resistance of the new tool components and increased dynamics of the necessary power electronics are also taken into account and researched right from the start.
For this purpose, 3 companies of the voestalpine Metal Forming Division (> EAM investigations on TRL4) and Infineon Technologies Austria AG (> power semiconductors) cooperate as large industrial partners with the SME PhysTech Coating Technology GmbH (> coating technology), the Paris-Lodron-University Salzburg (> metallurgy) and the research partners AIT Austrian Institute of Technology GmbH (> power electronics test setup) and LKR Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH (> EPE investigations, coordination).
Within the operational project goals, key figures for the following criteria are to be determined:
• Energy saving by omission of natural gas heating or conversion of electricity into heat in furnaces or tools.
• Saving energy and infrastructure utilization by reducing or avoiding individual process steps in complex process chains
• Increased formability of complex (previously impossible) geometries, e.g. of titanium components
• Wear resistance of coatings optimized for this purpose for electrical insulation or electrical contacting of metallic surfaces

during electrically assisted forming.

• Improvement of power electronics in terms of flexibility and scalability as well as dynamics and efficiency in the generation of current pulses for electroforming.

Projektkoordinator

- LKR Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH

Projektpartner

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH
- Infineon Technologies Austria AG
- PhysTech Coating Technology GmbH
- Universität Salzburg Fachbereich Chemie und Physik der Materialien
- voestalpine Automotive Components Dettingen GmbH & Co. KG
- voestalpine Automotive Components Schwäbisch Gmünd GmbH & Co. KG
- voestalpine Rotec GmbH