

Lublin, 10.05.2022 r.

mgr inż. Łukasz Wójcik  
Katedra Obróbki Plastycznej Metali  
Wydział Mechaniczny  
Politechnika Lubelska

## **Streszczenie rozprawy doktorskiej**

### **Modelowanie fizyczne walcowania poprzeczno-klinowego**

#### **Streszczenie**

W rozprawie doktorskiej przedstawiono wyniki badań modelowania fizycznego walcowania poprzeczno-klinowego.

W pracy dokonano przeglądu literatury, który dotyczył możliwości oraz sposobów zastosowania modelowania fizycznego, jako metody badań procesów technologicznych obróbki plastycznej metali na gorąco, na podstawie którego stwierdzono, że badania modelowania fizycznego walcowania poprzeczno-klinowego prowadzono dotychczas w bardzo małym stopniu.

W części badawczo-doświadczalnej przeprowadzono badania materiału modelowego typu plastelina handlowa PRIMO (w kolorze białym oraz czarnym). Część badawczo-doświadczalna pracy obejmowała wstępne badania plastometryczne oraz wytrzymałościowe, na podstawie których wyznaczono modele materiałowe dla plasteliny handlowej PRIMO (białej oraz czarnej). Na ich podstawie stwierdzono podobieństwo krzywych płynięcia plasteliny handlowej PRIMO do stali w gatunku C45 kształtowanej na gorąco. Następnie przeprowadzono badania eksperymentalno-teoretyczne warunków tarcia pomiędzy materiałem modelowym a narzędziami wykonanymi z ABS. W kolejnej części badań przeprowadzono badania eksperymentalno-teoretyczne pozwalające na określenie granicznej wartości kryterium pęknięcia według Cockrofta-Lathama dla plasteliny PRIMO oraz stali C45 kształtowanej na gorąco. Przeprowadzono również badania doświadczalne modelowania fizycznego powstawania zjawiska typu Mannesmanna za pomocą metody obciskania w kanale. Przedostatnim etapem badań były badania możliwości modelowania fizycznego ograniczeń występujących w trakcie walcowania poprzeczno-klinowego. W ostatnim etapie przeprowadzono modelowanie fizyczne wybranych procesów walcowania w celu sprawdzenia możliwości stosowania modelowania fizycznego do symulacji i analizy rzeczywistych procesów walcowania poprzeczno-klinowych.

W ostatnim rozdziale przedstawiono wnioski, które sformułowano na podstawie przeprowadzonych badań. Wykonane badania teoretyczno-doświadczalne pozwoliły na potwierdzenie postawionej w rozprawie tezy, że modelowanie fizyczne z wykorzystaniem plasteliny handlowej umożliwia analizę kinematyki płynięcia materiału oraz prognozowanie parametrów siłowych i ograniczeń występujących podczas walcowania poprzeczno-klinowego.

**Słowa kluczowe:** modelowanie fizyczne, modelowanie rzeczywiste, plastelina handlowa, walcowanie poprzeczno-klinowe

# Physical modelling of cross-wedge rolling

## Summary

This doctoral dissertation presents results of research on physical modelling of cross-wedge rolling.

First, a review of the literature was made related to the potential and applications of physical modelling as a method for investigating hot forming processes of metals. The literature review has shown that the problem of physical modelling cross-wedge rolling processes has rarely been studied directly.

The experimental part of the research consisted of conducting a material analysis of commercial plasticine with a trade name of PRIMO (the plasticine came in two colours: white and black). Preliminary plastometric and strength tests were conducted in order to develop material models for the PRIMO plasticine (white and black). Results of these tests showed similarities between the flow curves of the PRIMO plasticine and hot-formed C45 steel. Next, the conditions of friction between the model material and the ABS tools were examined both theoretically and experimentally. In a subsequent part of the research, theoretical and experimental investigations were performed to determine the critical value

of the Cockcroft-Latham ductile fracture criterion for the PRIMO plasticine and hot-formed C45 steel. In addition to that, experiments were conducted to investigate the Mannesmann effect in cross-wedge rolling. The experiments were conducted by the rotary compression in tool cavity method. The penultimate stage of the research was to investigate whether physical modelling could be used to predict failure modes occurring in cross-wedge rolling. The final stage of the research involved performing the physical modelling of selected rolling processes in order to verify whether physical modelling was a viable tool for simulating and analysing real cross-wedge rolling processes.

The final chapter presents conclusions formulated based on obtained theoretical and experimental results. The results confirm the research thesis that physical modelling with the use of commercial plasticine makes it possible to investigate material flow kinematics as well as predict force parameters and failure modes in cross-wedge rolling.

**Keywords:** physical modelling, real modelling, commercial plasticine, cross-wedge rolling

