**Adaptive Control using Mathematical Modelling of the Pressing Process of Alternative Biomass Types into Solid Biofuels**

**Peter Križan, Miloš Matúš, Michal Svátek, Jozef Bábics**

Institute of Production Engineering and Quality  
Faculty of Mechanical Engineering, Slovak University of Technology in Bratislava  
Námestie slobody 17, 812 31 Bratislava  
SLOVAK REPUBLIC

Abstract

The main aim of this paper is to present the design of adaptive control which works on the base of experimental research findings in the mathematical algorithms form. One of the recovery possibilities for waste biomass raw materials is production of solid biofuels. Using a variety combination of influencing variables can be improve the final quality of solid biofuels. Raw biomass material variables influence, especially (type of raw material, particle size, moisture content, compression pressure and compression temperature) can be recognized during the production of solid biofuels. Their effect can be seen through the quality indicators; especially mentioned variables significantly influence the mechanical quality indicators of solid biofuels. Authors would like to present the design of experiment (DOE), evaluation methodology for this experimental plan and research findings which are defining the impact and interaction of influencing variables at densification of selected woods and alternative biomass types. The main goal of this experiment was to obtain such results which can be used for mathematical models design. Designed mathematical models describes the effect and interaction of technological variables and material parameters during densification from the final biofuels quality points of view. This statistical mathematical models based on the proposed experiments are used of the measured data processed and can be very useful tool for final biofuels prediction before densification and thus the densification process can be improved and adjusted according to properties of raw material to be pressed. Useful practical output of this experimental research are designed mathematical models which describes the densification process at various adjusted levels of influencing variables. These models can be implemented into the densification machines adaptive control system and thus the final quality of biofuels can be adjusted and controlled during densification.

Keywords

biomass, solid biofuels, alternative biomass types, pressing temperature, moisture content, particle size, compression pressure, mathematical model, adaptive control system

Acknowledgement

This paper is a part of the research done within the project VEGA 1/0533/23 „Research of technological and structural parameters of the pressing process of composite biofuels from alternative raw materials“, funded by the by the Scientific Grant Agency of the Ministry of Education, Science, Research and Sport of the Slovak Republic and the Slovak Academy of Sciences

**Control adaptativo mediante modelado matemático del proceso de prensado de tipos alternativos de biomasa para convertirlos en biocombustibles sólidos**

**Peter Križan, Miloš Matúš, Michal Svátek, Jozef Bábics**

Instituto de Ingeniería de Producción y Calidad,

Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Tecnológica Eslovaca de Bratislava  
Námestie slobody 17, 812 31 Bratislava  
REPÚBLICA ESLOVACA

Abstracto

El objetivo principal de este artículo es presentar el diseño de un control adaptativo basado en hallazgos de investigación experimental, expresados ​​en algoritmos matemáticos. Una de las posibilidades de recuperación de materias primas de biomasa residual es la producción de biocombustibles sólidos. Mediante una combinación variada de variables influyentes, se puede mejorar la calidad final de los biocombustibles sólidos. La influencia de las variables de la materia prima de biomasa, especialmente (tipo de materia prima, tamaño de partícula, contenido de humedad, presión y temperatura de compresión), se puede reconocer durante la producción de biocombustibles sólidos. Su efecto se puede observar a través de los indicadores de calidad; las variables mencionadas, en particular, influyen significativamente en los indicadores de calidad mecánica de los biocombustibles sólidos. Los autores desean presentar el diseño del experimento (DOE), la metodología de evaluación para este plan experimental y los hallazgos de la investigación que definen el impacto y la interacción de las variables influyentes en la densificación de maderas seleccionadas y tipos de biomasa alternativos. El objetivo principal de este experimento fue obtener resultados que puedan utilizarse para el diseño de modelos matemáticos. Los modelos matemáticos diseñados describen el efecto y la interacción de las variables tecnológicas y los parámetros del material durante la densificación, desde la perspectiva de la calidad final de los biocombustibles. Estos modelos matemáticos estadísticos, basados ​​en los experimentos propuestos, se utilizan a partir de los datos medidos y procesados, y pueden ser una herramienta muy útil para la predicción de biocombustibles finales antes de la densificación. De esta manera, el proceso de densificación puede mejorarse y ajustarse según las propiedades de la materia prima a prensar. Un resultado práctico útil de esta investigación experimental son los modelos matemáticos diseñados que describen el proceso de densificación con diversos niveles de ajuste de las variables influyentes. Estos modelos pueden implementarse en el sistema de control adaptativo de las máquinas de densificación, lo que permite ajustar y controlar la calidad final de los biocombustibles durante la densificación.

Palabras claves

biomasa, biocombustibles sólidos, tipos alternativos de biomasa, temperatura de prensado, contenido de humedad, tamaño de partícula, presión de compresión, modelo matemático, sistema de control adaptativo

Reconocimiento

Este artículo forma parte de la investigación realizada en el marco del proyecto VEGA 1/0533/23 «Investigación de los parámetros tecnológicos y estructurales del proceso de prensado de biocombustibles compuestos a partir de materias primas alternativas», financiado por la Agencia de Subvenciones Científicas del Ministerio de Educación, Ciencia, Investigación y Deporte de la República Eslovaca y la Academia Eslovaca de Ciencias.