T162647

บทคัดย่อ

อลูมิเนียมเส้นหน้าตัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการรีดร้อน ถูกนำมาใช้ในหลากหลายรูปแบบ เช่น ชิ้นส่วนในอุตสาหกรรมรถยนต์ อุตสาหกรรมก่อสร้าง ป้ายโฆษณา ฯ กระบวนการรีดอลูมิเนียมนั้นอาจจะเกิดเศษขึ้นเป็นจำนวนมากถ้าผู้ผลิตไม่ได้วางแผนการรีดให้ดีทั้งนี้เศษที่เหลือจากการรีดทำให้ต้นทุนสูงขึ้น การวางแผนการรีดประกอบไปด้วยการเลือกขนาดบิลเลต(ก้อนอลูมิเนียม) และวิธีการรีด โดยจะต้องพิจารณาถึงขนาดบิลเลตที่มี อยู่ในโรงงาน ข้อจำกัดของเครื่องรีด ข้อจำกัดของการตัดท่อนอลูมิเนียมภายหลังการรีด ปัจจัยที่ทำให้การวางแผนการรีดไม่ดีคือ ความหนาแน่นของอลูมิเนียมก่อนและหลังการรีดมีค่าไม่เท่ากันทำให้ไม่สามารถคำนวณความยาวที่รีดได้ และน้ำหนักของท่อนอลูมิเนียมได้อย่างแม่นยำ

งานวิจัยนี้ทำการออกแบบการทดลอง ทำการทดลอง และพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายค่าความหนาแน่นของอลูมิเนียมภายหลังการรีด พิจารณาการเลือกขนาดบิลเลต 2 แบบ คือ บิลเลตที่ถูกตัดขนาดอยู่ก่อนแล้ว และบิลเลตที่ถูกตัดขนาดหน้าเครื่องรีด แต่ละเงื่อนไขได้ทำการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาคำตอบโดยวิธีการโปรแกรมจำนวนเต็มเชิงเส้น (Integer Linear Programming) และวิธีการฮิวริสติก (Heuristic)

ผลการวิจัยการทำนายค่าความหนาแน่นของท่อนอลูมิเนียมภายหลังการรีดมีความแม่นยำประมาณ 83.4 % ผลการเปรียบเทียบเศษจากการรีดกรณีบิลเลตถูกตัดขนาดอยู่ก่อนแล้ววิธีการโปรแกรมจำนวนเต็มเชิงเส้น (ILP) เหลือเศษเท่ากับวิธีการฮิวริสติก และกรณีบิลเลตถูกตัดขนาดหน้าเครื่องรีดวิธีการโปรแกรมจำนวนเต็มเชิงเส้นเหลือเศษน้อยกว่าวิธีการฮิวริสติก โดยเมื่อเทียบเป็นค่าอัตราส่วนผลผลิตที่ได้ (Yield) วิธีการโปรแกรมจำนวนเต็มเชิงเส้นจะมีค่าอัตราส่วนผลผลิตมากกว่าประมาณ 1-5 %

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 71 หน้า)

ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

TE162647

Abstract

Aluminum is one of the most widely used materials in engineering components, especially in construction as well as automotive industry. A typical manufacturing process for aluminum components is profile extrusion in which an aluminum billet is pre-heated to a high temperature and then pushed through a die to create desired cross-sectional shape. The extruded aluminum is then cut into uniform lengths. In order to protect and improve the surface quality, aluminum bars will go through further chemical reactions. The manufacturing facilities usually has standard billet sizes available in stock. However, in several extrusion machines, it is possible to pre-heat long billet and then cut to specified sizes in front of the extrusion press before being extruded. Furthermore, the runway to provide support for the extruded profile can be extended within a certain range. Extruded profiles must be cut before they surpass the runway otherwise the profile bending may lead to product quality problems. Therefore the extrusion operation may be performed differently according to the billet size, profile cross-sectional area and desired profile length. The operation setting then can be classified into one of the following categories-one extrusion per billet, multiple extrusions per billet and multiple billets per extrusion.

The purpose of this research is to develop a decision making tool to select aluminum billet size as well as to plan the extrusion operation to meet the required profile length with minimum waste. The decision making scheme developed includes practical constraints and considerations in the extrusion operation which are not typically considered by the optimization community. To address the variations in aluminum density, extrusion experiments to investigate the behavior of Al 6063 are performed on various cross-sectional areas(products) with different process parameters as well as desired lengths. The range of aluminum density are determined. The range

of weight per lengths of the new aluminum profile is predicted from the curve fitting scheme. Maximum density is used in the optimization scheme to ensure that the extruded profile is always sufficient for the number of workpieces determined. The billet size can be reduced incrementally if the extruded profile is longer than expected. Even with modest problem sizes, solving the ILP formulation is time-consuming. The solutions for non-linear integer programming for the case of multiple billets per extrusion are not obtainable. Otherwise the optimal solutions from the ILP are compared with the solutions from heuristic algorithms developed.

For online billet cutting case, it is found that the solutions from ILP usually call for the use of more billet sizes than those obtained from the heuristic algorithm. However, the solutions from ILP leads to better material utilization than those from the algorithm by 1-4%. The tradeoff between cutting and extruding more billets and 4% difference in waste should be examined by the end user. In the standard billet size case, the heuristic algorithms perform well as compared to those obtained from solving the ILP. The solutions from both sources are almost identical. Solutions obtained from both ILP and heuristic methods are equal or better than the manual calculation employed by the company. The actual implementation of the program developed is now underway. It is expected that the solution methodology developed in this research can improve material utilization up to 10% over the current approach used (manual calculation) in some cases.

(Total 71 pages)

Chairperson