

**LIFE CYCLE INVENTORY OF  
POLY (METHYL METHACRYLATE) CAST SHEET  
PRODUCTION PROCESS**

**PAKINEE CHAIKAEW**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF  
THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF MASTER OF  
SCIENCE (INDUSTRIAL ECOLOGY AND ENVIRONMENT)  
FACULTY OF GRADUATE STUDIES  
MAHIDOL UNIVERSITY  
2007**

**COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY**

บัญชีรายการกระบวนการหล่อแผ่นโพลีเมทิลเมทาไครเลต (LIFE CYCLE INVENTORY OF POLY(METHYL METHACRYLATE) CAST SHEET PRODUCTION PROCESS)

ภคินี ไชยแก้ว 4837979 ENIE/M

วท.ม. (นิเวศวิทยาอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : กิติกร จามรดุสิต, Ph.D. (CHEMICAL TECHNOLOGY),

อัจฉรา อัครจุฑุชัช, Ph.D. (ENVIRONMENTAL ENGINEERING), สุวิน อภิชาติพัฒนศิริ, Ph.D.

(METALLURGY AND MATERIALS)

บทคัดย่อ

จากความกังวลต่อเรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มขึ้นในสังคมจากการผลิตผลิตภัณฑ์ ทำให้เครื่องมือที่ใช้ในการลดภาระสิ่งแวดล้อมต่างๆ เป็นที่ต้องการอย่างกว้างขวาง วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ คือ เพื่อรวบรวมบัญชีรายการของกระบวนการหล่อแผ่นโพลีเมทิลเมทาไครเลตในขั้นตอนการผลิต และประเมินค่าภาระสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตแผ่นโพลีเมทิลเมทาไครเลตในแต่ละขั้นตอนการผลิต

การศึกษานี้ได้นำเครื่องมือ Life Cycle Inventory (LCI) มาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลของสิ่งที่เข้าระบบ ซึ่งได้แก่ ปริมาณการใช้พลังงาน วัตถุดิบ และน้ำ และสิ่งที่ออกจากระบบ ได้แก่ ของเสียและก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตแผ่นโพลีเมทิลเมทาไครเลต ข้อมูลปีการผลิต พ.ศ.2549 หน่วยหน้าที่สำหรับการศึกษานี้คือ แผ่นโพลีเมทิลเมทาไครเลตที่ผลิตโดยบริษัท แพน เอเชีย จำกัด ภายใต้วิธีการโพลีเมอไรเซชันแบบบัลค์ และมีอายุการใช้งาน 5 ปี ขอบเขตของความสนใจในการศึกษานี้คือ Gate-to-Gate boundary เนื่องจากได้ทำการพิจารณาเฉพาะขั้นตอนการผลิตในโรงงานเท่านั้น และกระบวนการหลักภายในขอบเขตของระบบที่นำมาพิจารณา ได้แก่ กระบวนการผลิตแผ่นโพลีเมทิลเมทาไครเลตและกระบวนการผลิตปะเก็นพีวีซี

จากผลการศึกษาพบว่าขั้นตอนการอบเป็นขั้นตอนที่มีการใช้ปริมาณไฟฟ้ามากที่สุด คือ 2,182,642.75 เมกะจูลต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 36.68 ของปริมาณไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ในโรงงาน และในการผลิตแผ่นโพลีเมทิลเมทาไครเลตจำนวน 1 ดันของขั้นตอนการอบ ต้องใช้ปริมาณไฟฟ้าประมาณ 337 เมกะจูลต่อปี นอกจากนี้ขั้นตอนการอบยังเป็นขั้นตอนที่ใช้ไอน้ำมากที่สุด ประมาณร้อยละ 71.01 ของปริมาณไอน้ำที่ใช้ในโรงงาน สำหรับของเสียจากการผลิตแผ่นโพลีเมทิลเมทาไครเลตที่มีปริมาณมากที่สุด คือ เศษของแผ่นโพลีเมทิลเมทาไครเลตจากขั้นตอนการตัดแต่งขอบ มีปริมาณของเสียประมาณ 130.0 ดันต่อปีหรือ 22.0 กิโลกรัมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ทุก 1 ดัน ขั้นตอนโพลีเมอไรเซชันเป็นขั้นตอนที่ใช้ปริมาณน้ำมากที่สุด ประมาณ 4,963.94 ลูกบาศก์เมตรต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 35.56 ของปริมาณน้ำทั้งหมดที่ใช้ในโรงงาน และในขั้นตอนนี้ต้องใช้น้ำประมาณ 858.0 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ในการผลิตแผ่นโพลีเมทิลเมทาไครเลตจำนวน 1 ดัน ส่วนก๊าซเรือนกระจกจะถูกปล่อยออกมามากที่สุดจากขั้นตอนการอบ ประมาณ 21,241.56 กิโลกรัมต่อปี และมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขั้นตอนการอบประมาณ 367.0 กิโลกรัมต่อปีในการผลิตผลิตภัณฑ์ทุก 1 ดัน

จากการศึกษานี้มีข้อเสนอแนะว่า ควรมีการลดการสูญเสียพลังงานและวัตถุดิบในระหว่างกระบวนการผลิต โดยอาจมีการจดบันทึกอย่างละเอียดในทุกขั้นตอนการผลิตเพื่อใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต และเป็นการลดต้นทุนการผลิตอีกทางหนึ่ง และควรมีการศึกษาหาวิธีกำจัดเศษแผ่นโพลีเมทิลเมทาไครเลตที่เกิดประโยชน์ต่อธุรกิจมากที่สุดและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

**LIFE CYCLE INVENTORY OF POLY(METHYL METHACRYLATE) CAST SHEET PRODUCTION PROCESS**

PAKINEE CHAIKAEW 4837979 ENIE/M

M.Sc. (INDUSTRIAL ECOLOGY AND ENVIRONMENT)

THESIS ADVISORS: KITIKORN CHARMONDUSIT, Ph.D. (CHEMICAL TECHNOLOGY), ACHARA USSAWARUJIKULCHAI, Ph.D. (ENVIRONMENTAL ENGINEERING), SUWIN APICHARTPATTANASIRI, Ph. D. (METALLURGY AND MATERIALS)

**ABSTRACT**

Because of the increased regard for environmental issues linked with production in society, tools to reduce the environmental burdens are widely needed. There were two objectives in the study: 1) to compile the life cycle inventory of poly(methyl methacrylate) (PMMA) cast sheet throughout the production phase, and 2) to evaluate environmental burdens associated with the PMMA cast sheet production process of each unit process.

This study was conducted by using the Life Cycle Inventory (LCI) approach to collect inputs (energy, materials and water consumption) and outputs (wastes generation and GHGs emissions) of the PMMA cast sheet production process in 2006. PMMA cast sheet produced by the Pan Asia Industrial Co., Ltd. under bulk polymerization with 5 years for its lifetime was set as a functional unit. The boundary of interest of this study was based on a Gate-to-Gate boundary because only the production phase was considered. Two main processes inside the system boundary, PMMA cast sheet and PVC gasket process including their unit processes, were investigated.

The results showed that the annealing step consumed the largest amount of electricity at 2,182,642.75 MJ/yr accounting for 36.68% of the total electricity consumption in the manufacturing. To produce 1 T of PMMA cast sheet, 337 MJ/yr was required at the annealing step. The most steam was also consumed at the annealing step at 71.01% of the total steam energy consumption in the PMMA cast sheet process. Moreover, it was found that the largest amount of wastes (around 130 T/yr) was PMMA scrap generated from the cutting step. To produce 1 T of product, PMMA scrap was generated at 22.0 kg/yr. The most water was consumed at polymerization step (about 4,963.94 m<sup>3</sup> or 35.56% of the total water consumption). 858 m<sup>3</sup> of water was required to produce 1 T of PMMA cast sheet. The annealing step emitted the largest quantity of GHGs at 21,241.56 kg in GHGs-equivalents and released 3.67 kg to produce 1 T of PMMA cast sheet.

These findings suggest that energy and materials loss during the operation should be addressed by detailed recording of all steps in order to improve the production process and reduce the production cost. With regard to PMMA scrap, it should be studied to find the appropriate waste management option that can provide the highest benefit to the business and the least impact to the environment.

**KEY WORDS: LIFE CYCLE INVENTORY / CASTING PROCESS/ CAST SHEET / POLY(METHYL METHACRYLATE) CAST SHEET**

101 pp.