ลิขสิทธิ์ : สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ

ปี : 2563

ชื่อเรื่อง : การใช้ประโยชน์ขยะพอลิเมอร์กล่องบรรจุอาหารที่เกิดขึ้นจากธุรกิจส่งอาหารในช่วงการระบาดของโรคโควิด-19 เพื่อการผลิตเหล็กกล้าแบบยั่งยืน : การผลิตคาร์บอนกราไฟต์และการประยุกต์ใช้เป็นสารเพิ่มคาร์บอนในเหล็กเหลว

เมือง : กรุงเทพฯ

ภาษา : ไทย

สถานที่พิมพ์ : สำนักงานศูนย์วิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

นักวิจัย : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมยศ คงคารัตน์

บทคัดย่อ :

ขยะกล่องบรรจุภัณฑ์อาหารที่เป็นวัสดุพอลิเมอร์ที่ย่อยสลายยากซึ่งมีมากในช่วงการระบาดของโควิด โดยทั่วไปจะเป็นประเภทพอลิสไตรีน (PS) และ พอลิโพรไพลีน (PP) ขยะพลาสติกทั้งสองมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลักซึ่งจำเป็นในกระบวนการผลิตเหล็ก ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงพัฒนาวิธีใช้ประโยชน์ขยะพอลิเมอร์โดยเปลี่ยนเป็นคาร์บอนที่มีคุณค่าและนำมาใช้เป็นสารเพิ่มคาร์บอนในน้ำเหล็กในกระบวนการผลิตเหล็กกล้า PS และ PP จะถูกย่อยให้มีขนาดเล็กกว่า 10 มม. แล้วผสมด้วยอัตราส่วน PS/PP ที่ 100/0 ถึง 40/60 โดยน้ำหนัก รวมทั้งสิ้น 7 ตัวอย่าง โดยให้ชื่อว่า PS และ Blend#1 - Blend#6 จากนั้นนำมาผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 1550°C เป็นเวลา 15 นาทีและใช้เหล็กเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาภายใต้บรรยากาศอาร์กอน ถ่านคาร์บอนที่ได้จะถูกบดเป็นผงเพื่อวิเคราะห์สมบัติและศึกษาพฤติกรรมละลายของคาร์บอนเข้าสู่เหล็กเหลวโดยให้ทำปฏิกิริยากับเหล็กที่ 1550°C เป็นเวลาถึง 30 นาทีเทียบกับถ่านแอนทราไซด์ จากการทดลองพบว่า PS เป็นพลาสติกที่มีแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (CaH_2O_2) ซึ่งสารเติมแต่งเจือปนมาด้วย แต่ถ่านคาร์บอนที่ผลิตได้จากขยะพลาสติกมีลักษณะเป็นคาร์บอนกึ่งผลึก ไม่พบแคลเซียมไฮดรอกไซด์เจือปนมาด้วย เนื่องจากเกิดการสลายตัวทางความร้อน ถ่านที่ผลิตได้มีปริมาณคาร์บอนอยู่ระหว่าง 86 - 91.47 wt% ซึ่งสูงกว่าแอนทราไซด์ (84.89 wt%) มีไฮโดรเจนต่ำกว่า 0.03 wt% ไนโตรเจนและซัลเฟอร์มีค่าอยู่ในช่วง 0.15-0.29 wt% และ 0.41-0.45 wt% ตามลำดับ คาร์บอนจาก PS มีพื้นที่ผิว 68.49 m^2/g และจาก Blend#1 – Blend#6 มีค่าอยู่ระหว่าง 50.14 – 19.93 m^2/g ตามลำดับ ตัวอย่าง PS และ Blend#1 – Blend#6 มีอัตราจลน์ของการละลายของคาร์บอนเข้าสู่น้ำเหล็กอยู่ในช่วง 1.46×10^{-3} – 8.4×10^{-3} s^{-1} ภายใน 4 – 10 นาทีแรกและจะช้าลงภายหลังโดยมีปริมาณคาร์บอนในเหล็กสูงสุดระหว่าง 4.08 – 4.97 wt% ในขณะที่แอนทราไซด์มีการละลายได้ช้ากว่ากรณีของขยะพลาสติกมาก โดยมีอัตราเพียง 0.88×10^{-3} s^{-1} ใน 4 นาทีแรกและค่อยๆ ช้าลงโดยมีคาร์บอนในเหล็กสูงสุดเพียง 2.8 wt% การส่งผ่านซัลเฟอร์เข้าไปในน้ำเหล็กในกรณีของตัวอย่าง PS และ Blend#1 – Blend#6 มีเพียง 0.01-0.025 wt% ซึ่งต่ำกว่าในกรณีของแอนทราไซด์ที่มีค่าประมาณ 0.02-0.07 wt% เถ้าออกไซด์ในคาร์บอนเป็นปัจจัยควบคุมอัตราการละลายของคาร์บอน กลไล

การละลายของคาร์บอนจากขยะพลาสติกคือการหลุดของคาร์บอนอะตอมจากแลคทิชและการส่งผ่านมวล ส่วนในกรณีของแอนทราไซด์คืออันตรกิริยาที่บริเวณรอยต่อระหว่างเหล็กและคาร์บอนและการส่งผ่านมวล เนื่องจากมีเถ้าออกไซด์มากกว่า ดังนั้นถ่านคาร์บอนจากตัวอย่างขยะกล่องบรรจุอาหารสามารถใช้เป็นสารเพิ่มคาร์บอนในเหล็กทดแทนการใช้แอนทราไซด์ในอุตสาหกรรมเหล็กได้ 100% โดยไม่มีผลต่อคุณภาพน้ำเหล็ก

คำสำคัญ ขยะพอลิเมอร์ ขยะกล่องบรรจุอาหาร คาร์บอน การผลิตเหล็กกล้า สารเพิ่มคาร์บอนในเหล็ก

Copyright : National Research Council of Thailand (NRCT)

Year : 2020

Title : Utilization of Polymeric Food Packaging Wastes Generating from Food Delivery Business during COVID-19 for Sustainable Steelmaking: Production of Graphitic Carbon and Its Application as a Liquid Steel Recarburizer

City : Bangkok

Language : Thai

Publisher : Thammasat University Research and Consultancy Institute

Researcher : Assistant Professor Dr. Somyote Kongkarat

Abstract :

High amount of polymeric food packaging wastes had been increasing during the Covid-19 epidemic. It was mostly incinerated and landfilled leading to various environmental problems. These polymers are a carbon-based material, which could have potential to be utilized in steelmaking processes. This research aims to convert these waste polymers into a valuable carbonaceous material. The chars produced will be used as a recarburizer for liquid steel refining. PS and PP were crushed into <10 mm in size and blended in the ratios of 100/0 to 40/60 PS/PP by weight. The total of 7 samples, namely PS and Blend#1 – Blend#6 were heated in a furnace at 1550°C for 15 min under argon flowing at the rate of 1 L/min by using iron chip as a catalyst. The chars produced will be characterized and then used for carbon dissolution experiment. The chars will be brought into contact with a pure iron for up to 30 min. The results will be compared with the commercial recarburizer like anthracite. PS contain CaH_2O_2 as a filler which could affect the carbon/steel interaction. However, it was found that the chars were semi crystalline structure with no CaH_2O_2 found, due to the thermal decomposition of the filler under the pyrolysis condition. Total carbon content in the chars was 86 -91.47 wt% , which higher than that of the anthracite. The hydrogen content was <0.03 wt% , while nitrogen and sulphur were 1.05 - 0.29 wt% and 0.41 – 0.45 wt%, respectively. Surface area of the chars was in between 68.49 – 19.93 m^2/g. The overall kinetics rates (K) of carbon dissolution for the chars were $1.46 \times 10^{-3} - 8.4 \times 10^{-3} s^{-1}$ with occurred within the first 4 – 10 min and the keep pace with the maximum melt carbon content of 4.08 – 4.97 wt% . For anthracite, the overall kinetics rate was $0.88 \times 10^{-3} s^{-1}$ occurred within 4 min and then slower with the melt carbon content of 2.8 wt% . The

sulphur transfer into liquid steel was slow for all cases. The sulphur content in steel was 0.01-0.025 wt% for the chars, while it was 0.02 – 0.07 wt% for anthracite. Ash oxides in carbonaceous materials influence the dissolution behaviour. The rate controlling mechanism for carbon dissolution of the plastics chars was the dissociation of carbon atom from its hot lattice and mass transfer, while it was interfacial phenomena and mass transfer in the case of anthracite. The chars produced from food packaging waste PS and PP can be replaced anthracite as a recarburizer for liquid steel for up to 100% and no negative effect on steel quality.

Key words: Polymeric waste, Food packaging waste, Carbon, Steelmaking, Recarburizer**.**