

การนำอนุภาคเถ้าลอยจากโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้ามาใช้เป็นสารตัวเติมทางเลือกในการผลิตผลิตภัณฑ์พอลิเอทธิลีนจากกระบวนการแม่พิมพ์หมุนเหวี่ยง

Re-using of Fly Ash Particles from Power-Plant Station as Alternative Filler in Rotational-Moulded Polyethylene Products

อภิสิทธิ์ โนมัยชัยยงค์¹ สันติ มิตรประเสริฐพร² เอกชัย วิมลมาลา¹ และ ณรงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ^{1*}

Apisit Kositchaiyong¹ Santi Mitprasertporn² Ekachai Wimolmala¹ and Narongrit Sombatsompop^{1*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ ได้ศึกษาการใช้อนุภาคเถ้าลอยเพื่อเป็นสารตัวเติมสำหรับพอลิเอทธิลีนที่ขึ้นรูปโดยใช้กระบวนการแบบแม่พิมพ์หมุนเหวี่ยง โดยสังเกตถึงความสามารถในการขึ้นรูปและสมบัติเชิงกลของชิ้นงานที่ได้รับผลกระทบจากกรรมวิธีและสถานะในการเตรียมวัสดุผสม รวมถึงผลของปริมาณเถ้าลอยในช่วง 20-40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ผลการวิจัย พบว่า การเตรียมวัสดุผสมด้วยกรรมวิธีการผสมแบบหลอมเหลวสามารถช่วยเพิ่มปริมาณการใช้เถ้าลอยในวัสดุผสมได้มากกว่ากรรมวิธีการผสมแบบแห้ง โดยสังเกตจากความสามารถในการขึ้นรูปชิ้นงาน สำหรับสมบัติเชิงกลของชิ้นงานที่ได้จากกรรมวิธีการผสมทั้งสองแบบมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนผลของสถานะในการเตรียมวัสดุผสมพบว่า การเพิ่มความเร็วในการผสมมีแนวโน้มทำให้สมบัติเชิงกลลดลงเล็กน้อย การเพิ่มปริมาณเถ้าลอยในวัสดุผสมส่งผลให้ค่าความทนแรงดึงสูงสุด ระยะยืดตัวที่จุดขาด และความทนแรงกระแทกลดลง

Abstract

Fly ash (FA) particles were used in this work as filler for polyethylene (PE) articles manufactured by a rotational moulding process. Process-abilities and mechanical properties of rotational moulded PE articles were investigated through the effects of blending methods, processing conditions and fly ash content (20-40 %wt). The results revealed that the specimens prepared by the melt blending method could result in an increase in fly ash loading in the PE as compared with those by the blending method, although the mechanical properties of the composites from both blending methods were similar. The mechanical properties of the FA/PE composites tended to decrease with increasing mixing speed (screw rotating speed in melt blending and stirrer speed in dry blending). The additions of fly ash in PE decreased maximum tensile stress, elongation at break and impact strength.

Keywords

Polyethylene / Fly ash / Mixing or Blending method / Rotational moulding process

A. Kositchaiyong: apisit.kos@kmutt.ac.th

¹กลุ่มวิจัย P-PROF คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

P-PROF research group, School of Energy, Environment and Materials, King's Mongkut's University of Technology Thonburi

²บริษัท เจริญมิตร จำกัด แขวงบางไผ่ เขตบางแค กรุงเทพมหานคร

Jareonmitr Co., Ltd., Bangphai, Bangkae, Bangkok

คำนำ

อนุภาคเถ้าลอย (Fly ash particle) ถือเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการเผาถ่านหินของโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจำนวนมาก และถือเป็นขยะอันตรายที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ จากผลดังกล่าวทำให้นักวิจัยไทยได้ตระหนักและสนใจการนำอนุภาคเถ้าลอยมาใช้ให้เกิดประโยชน์ขึ้น โดยพบว่า ในปี ค.ศ. 2002 มีปริมาณการใช้เถ้าลอยสูงถึง 1,800,000 ตันต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 60 ของที่ผลิตได้ (สมชัย กกกำแหง, 2539) ซึ่งประเภทของงานที่ใช้ส่วนใหญ่เพื่อใช้เป็นส่วนผสมคอนกรีต จากงานวิจัยของ McCarthy และ Dhir (McCarthy and Dhir, 2005) พบว่า อนุภาคเถ้าลอยสามารถใช้ผสมกับสารปอร์ตแลนด์เพื่อผลิตคอนกรีตได้ในปริมาณสูงถึง 45 เปอร์เซ็นต์ และสามารถเพิ่มความแข็งแรงของคอนกรีตได้ โดยมีค่าพลังงานการประสานตัว (Clinker energy) ที่ต่ำ นอกจากนี้ยังพบสารประกอบอนินทรีย์หลายชนิดในเถ้าลอย เช่น ซิลิกา อลูมินา และออกไซด์ของเหล็ก ที่ปริมาณสัดส่วน 35 20 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Thongsang and Sombatsompop, 2007, Iyer and Scott, 2001)

สำหรับบทบาทของเถ้าลอยในพอลิเมอร์นั้น พบว่า เถ้าลอยที่ผ่านการปรับปรุงด้วยสารคู่ควบประเภทไซเลน (Silane coupling agent) สามารถทำหน้าที่เป็นสารตัวเติมกึ่งเสริมแรงของยางได้ เนื่องจากเถ้าลอยมี “ซิลิกา” ซึ่งเมื่อผ่านการปรับปรุงผิวด้วยสารเคมีดังกล่าวแล้วสามารถเชื่อมโยงกับโมเลกุลของยางได้ (Da Costa *et al.*, 2000, Wimolmala *et al.*, 2006, Thongsang and Sombatsompop, 2007) จากงานวิจัยของ Li (Li *et al.*, 1998) ได้ศึกษาสมบัติของวัสดุเชิงประกอบระหว่างพอลิเอทิลีนเทอเรพทาเรทและเถ้าลอย พบว่า เถ้าลอยสามารถลดการเกิดการเสื่อมสภาพทางความร้อนและช่วยเร่งในการหลอมตัวและการผสมของพอลิเอทิลีนเทอเรพทาเรทได้ สามารถลดการหดตัวและเพิ่มสมบัติความต้านทานแรงกดได้สูงถึง 53 เปอร์เซ็นต์ งานวิจัยของ Alkan (Alkan *et al.*, 1995) ได้ทำการศึกษาสมบัติเชิงกลและความทนต่อสารเคมีของวัสดุผสมระหว่างพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำที่ได้มาจากถุงขยะแล้วนำกลับมาใช้ใหม่และเถ้าลอย โดยผสมเถ้าลอยในสัดส่วน 10-50 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก พบว่า ความต้านทานแรงดึงของวัสดุผสมมีค่าสูงสุดที่ปริมาณเถ้าลอยเท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และหลังการทดสอบความทนต่อตัวทำละลาย ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ กรดอะซิติก เอทานอล และกรดซัลฟูริก ที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 22 ชั่วโมง นั้น ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของวัสดุผสม งานวิจัยของ Sombatsompop และ Kositchaiyong (Sombatsompop and Kositchaiyong, 2006) ได้

ศึกษาการทำหน้าที่เป็นสารตัวเติมของอนุภาคเถ้าลอยในวัสดุพอลิเอทิลีน เพื่อใช้เป็นสารลดต้นทุนการผลิตถึงบับัดน้ำที่ขึ้นรูปด้วยกระบวนการแม่พิมพ์หมุนเหวี่ยง (Rotational moulding process) โดยศึกษาในช่วงการผสม 10 - 30 เปอร์เซ็นต์ และเปรียบเทียบความสามารถในการขึ้นรูปกับการใช้สารตัวเติมชนิดแคลเซียมคาร์บอเนต พบว่า การผสมเถ้าลอยในพอลิเอทิลีนด้วยวิธีการผสมโดยตรงหรือการผสมแบบแห้ง (Dry blend) สามารถขึ้นรูปได้ทุกสัดส่วนการผสม ในขณะที่การผสมแคลเซียมคาร์บอเนตไม่สามารถขึ้นรูปได้ ยกเว้นการปรับปรุงวิธีการเตรียมวัสดุผสมโดยใช้การผสมแบบหลอมเหลว (Melt blend) ก่อนนำไปขึ้นรูปด้วยกระบวนการดังกล่าว จากผลการทดลองข้างต้นที่พบว่า วัสดุผสมที่ใช้เถ้าลอยเป็นสารตัวเติมในพอลิเอทิลีน มีความสามารถในการขึ้นรูปได้ดีกว่าการใช้แคลเซียมคาร์บอเนต ทั้งนี้คาดว่าเนื่องจากผลของรูปร่างเถ้าลอยซึ่งมีลักษณะกลม ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการเพิ่มปริมาณการใช้เถ้าลอยเป็นสารตัวเติม โดย

ศึกษาถึงอิทธิพลของกรรมวิธีการผสมที่มีต่อความสามารถในการขึ้นรูป และสมบัติเชิงกลของผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูป จากกระบวนการแม่พิมพ์หมุนเหวี่ยง โดยปริมาณการผสมเถ้าลอยอยู่ในช่วง 20-40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุวิจัย

พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นปานกลาง (Medium Density Polyethylene, MDPE) ชื่อทางการค้า M380RU/RUP ความหนาแน่น 0.938 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ค่าดัชนีการไหล 4.0 กรัมต่อ 10 นาที จากบริษัท ไทยพอลิเอทิลีน จำกัด กรุงเทพฯ ส่วนเถ้าลอย (Fly ash) มีลักษณะเป็นอนุภาคทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 75 ไมครอน จากโรงไฟฟ้าถ่านหินแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

วิธีการผสมพอลิเอทิลีนกับอนุภาคเถ้าลอย

การผสมแบบหลอมเหลวใช้เครื่องผสมแบบอัดรีดเกลียวหนอนคู่ ยี่ห้อ Labtech ความดันสูงสุด 80 บาร์ ความเร็วรอบการหมุนสูงสุด 600 รอบต่อนาที ของบริษัท Labtech engineering จำกัด (ประเทศไทย) โดยศึกษาผลความเร็วในการหมุนสกรูขณะผสมในช่วง 200 ถึง 600 รอบต่อนาที ส่วนการผสมแบบแห้งใช้เครื่องปั่นผสมความเร็วสูง ยี่ห้อ Labtech ความต่างศักย์ไฟฟ้า 450 โวลต์ แบบ 3 เฟส ของบริษัท Labtech engineering จำกัด (ประเทศไทย) โดยสภาวะการผสมคือ ความเร็วการหมุนใบพัดขณะผสมในช่วง 300 ถึง 900 รอบต่อนาที

การขึ้นรูปชิ้นงานทดสอบ

ชิ้นงานทดสอบระดับโรงงาน เตรียมโดยใส่วัสดุผสมลงในแม่พิมพ์ของเครื่องขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์หมุนเหวี่ยงชนิด Rock and Roll ของบริษัท เจริญมิตร จำกัด โดยใช้แม่พิมพ์ขนาด 130 ลิตร น้ำหนักรวมวัตถุดิบ 12 กิโลกรัม จากนั้นให้ความร้อนแก่แม่พิมพ์ด้วยเปลวไฟจากเชื้อเพลิงแก๊สแอลพีจี เพื่อให้วัตถุหลอมเหลวมีอุณหภูมิประมาณ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 20-30 นาที หรือจนกระทั่งวัสดุผสมทั้งหมดเคลือบติดผิวแม่พิมพ์ ขั้นตอนต่อมาคือการหล่อเย็นแม่พิมพ์โดยใช้พัดลมเป่าแม่พิมพ์เป็นเวลาประมาณ 20 นาที จากนั้นปลดชิ้นงานออก ซึ่งชิ้นงานที่ได้มีความหนาประมาณ 5 มิลลิเมตร สำหรับชิ้นงานทดสอบระดับห้องปฏิบัติการ เตรียมโดยตัดชิ้นงานทดสอบระดับโรงงานให้มีรูปร่างตามมาตรฐาน BS 2782 Method 320A และ ASTM D256 (2007)

การทดสอบลักษณะและสมบัติของชิ้นงาน

การบันทึกค่าที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมวัสดุผสม ได้แก่ แรงบิดของสกรูขณะผสมที่แสดงจากปริมาณกระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้หมุนสกรู และความดันของวัสดุผสมขณะหลอมเหลวในเครื่องผสมแบบอัดรีดเกลียวหนอนคู่ ความสามารถในการขึ้นรูปซึ่งประเมินจากความสมบูรณ์ของชิ้นงาน โดยสังเกตจากรูปร่างของชิ้นงานต้องมีลักษณะเหมือนแม่พิมพ์ทุกประการ และไม่มีเศษวัตถุดิบหลงเหลือตกค้างอยู่หลังจากสิ้นสุดกระบวนการขึ้นรูป การทดสอบสมบัติเชิงกล ได้แก่ การทดสอบสมบัติความทนแรงดึงตามมาตรฐานสากล BS 2782 Method 320A และการทดสอบแรงความทนแรงกระแทกตามมาตรฐานสากล ASTM D256 (2007)










ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของกรรมวิธีการผสมที่มีต่อความสามารถในการขึ้นรูปและสมบัติเชิงกล

การผสมแบบหลอมเหลว (Melt blending method)

ตารางที่ 1 ผลของความเร็วรอบการหมุนสกรูที่มีต่อค่าแรงบิดสกรู และความดันที่เกิดขึ้นในเครื่องผสมแบบอัดรีดเกลียวหนอนคู่ที่อุณหภูมิการผสม 200 องศาเซลเซียส

Value	Fly ash content (%wt)								
	20			30			40		
	Screw rotating speed (rpm)								
	200	400	600	200	400	600	200	400	600
Mixing torque (%)	51.5	43.5	41.5	50.0	43.5	41.5	52.5	45.5	43.5
Pressure of melt (bar)	54.0	49.0	37.5	55.0	49.0	38.0	66.5	58.5	50.0

Screw rotating speed (rpm)	Fly ash content (%wt)		
	20	30	40
200			
	Processibility	Processibility	Processibility
400			
	Processibility	Processibility	Processibility
600			
	Processibility	Processibility	Processibility








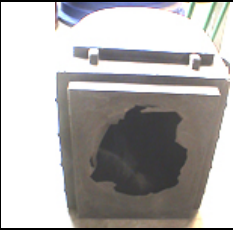

รูปที่ 1 ผลของความเร็วรอบการหมุนสกรูที่มีต่อลักษณะของชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วยกระบวนการแม่พิมพ์หมุนเหวี่ยงของวัสดุพอลิเอทิลีนที่อุณหภูมิการผสม 200 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 1 แสดงผลของความเร็วรอบการหมุนสกรูของเครื่องผสมแบบอัดรีดเกลียวหนอนคู่ในช่วง 200-600 รอบต่อนาที และปริมาณเถ้าลอยในช่วง 20-40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ที่มีต่อค่าแรงบิดสกรู ความดันที่เกิดขึ้น

ในเครื่องผสม และความสามารถในการขึ้นรูปชิ้นงาน พบว่า ค่าแรงบิดสกรูและความดันที่เกิดขึ้นในเครื่องผสมมีแนวโน้มลดลงตามความเร็วรอบการหมุนสกรู ทั้งนี้คาดว่า เนื่องจาก ความเร็วรอบการหมุนสกรูในช่วงดังกล่าว ส่งผลให้วัสดุผสมขณะหลอมเหลวได้รับอัตราเครียดเฉือนที่สูง จึงทำให้พอลิเอทิลีนในวัสดุผสมแสดงพฤติกรรม การไหลแบบซูโดพลาสติก (Pseudoplastic behavior) (Liang and Ness, 1997) ส่วนผลกระทบของการเพิ่ม ปริมาณเถ้าลอยในวัสดุผสม ส่งผลให้ค่าแรงบิดสกรูและความดันของวัสดุผสมในเครื่องผสมเพิ่มสูงขึ้นเพียง เล็กน้อย สาเหตุอาจเนื่องมาจากคุณลักษณะของเถ้าลอยที่มีรูปร่างกลมจึงทำให้การไหลของวัสดุผสมเกิดขึ้นได้ ดีกว่ากรณีการเพิ่มปริมาณสารตัวเติมชนิดอื่นๆ (Chaowasakoo and Sombatsompop, 2007, Thongsang and Sombatsompop, 2007)

สำหรับการทดสอบความสามารถในการขึ้นรูปชิ้นงานแสดงดังรูปที่ 1 พบว่า ชิ้นงานที่ขึ้นรูปจากการ เตรียมวัสดุผสมโดยใช้ความเร็วรอบการหมุนสกรูในช่วง 200-600 รอบต่อนาที และปริมาณเถ้าลอยในช่วง 20-40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก มีลักษณะเหมือนแม่พิมพ์ทุกประการโดยไม่มีวัสดุผสมตกค้างอยู่หลังสิ้นสุดการขึ้นรูป

การผสมแบบแห้ง (Dry blending method)

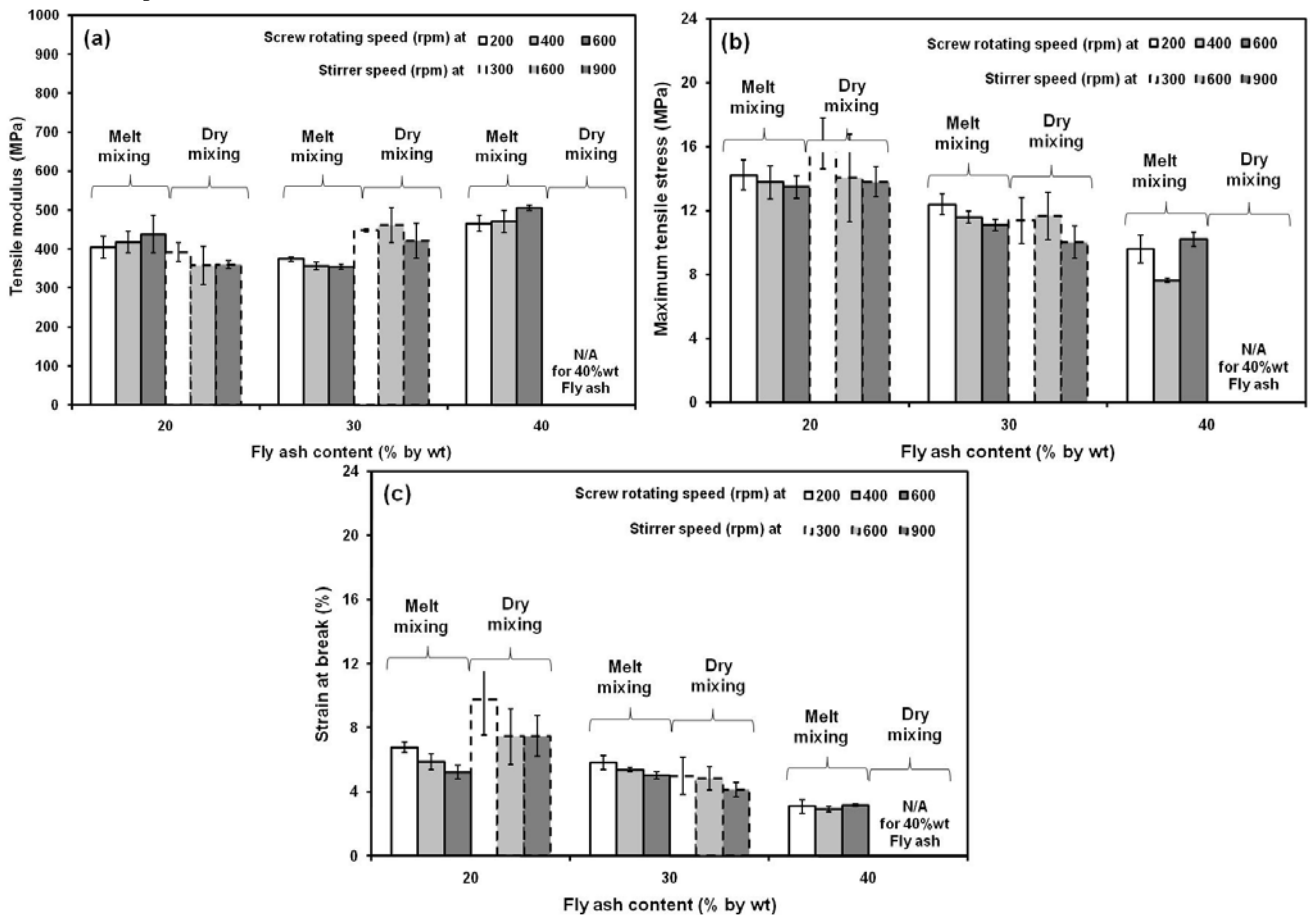
Stirrer speed (rpm)	Fly ash content (%wt)		
	20	30	40
300			
	Processibility	Processibility	Non-Processibility
600			
	Processibility	Processibility	Non-Processibility
900			
	Processibility	Processibility	Non-Processibility

รูปที่ 2 ผลของความเร็วยิบพัคควนในเครื่องปั่นผสมความเร็วสูงที่มีต่อลักษณะของชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วยกระบวนการแม่พิมพ์หมุนเหวี่ยง

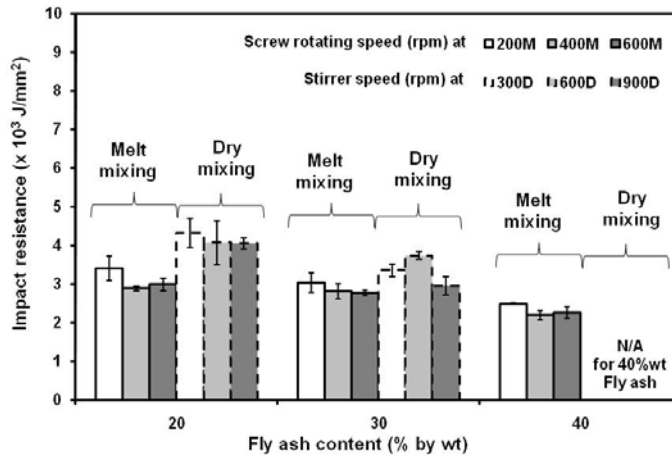
สำหรับผลของสภาวะการเตรียมวัสดุผสม ด้วยกรรมวิธีการผสมแก้าลอยและพอลิเอทธิลีนโดยตรงในเครื่องปั่นผสมความเร็วสูงหรือการผสมแบบแห้งที่มีต่อความสามารถในการขึ้นรูป โดยสังเกตจากความสมบูรณ์ของชิ้นงานที่ขึ้นรูปจากกระบวนการแม่พิมพ์หมุนเหวี่ยงแสดงดังรูปที่ 2 พบว่า ความเร็วการปั่นผสมของใบพัดกวนในช่วง 300-900 รอบต่อนาที สามารถขึ้นรูปชิ้นงานได้สมบูรณ์ที่สัดส่วนการผสมแก้าลอยประมาณ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ได้ที่ทุกความเร็วของการปั่นผสม ในขณะที่ปริมาณการผสมแก้าลอยประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ไม่สามารถขึ้นรูปได้ ทั้งนี้คาดว่าเนื่องจากอนุภาคแก้าลอยมีแนวโน้มที่จะเกิดการเกาะกลุ่มกันเอง (Self agglomeration) จึงส่งผลให้การหลอมตัวของวัสดุผสมเกิดขึ้นเฉพาะในส่วนของพอลิเอทธิลีน ซึ่งเป็นสาเหตุให้เนื้อวัสดุผสมที่เหลืออยู่ ไม่สามารถยึดเกาะกับผิวแม่พิมพ์ระหว่างกระบวนการขึ้นรูปด้วยวิธีการหมุนเหวี่ยงแม่พิมพ์ได้

การเปรียบเทียบผลของสภาวะการเตรียมวัสดุผสมที่มีต่อสมบัติเชิงกลของชิ้นงาน

ผลของกรรมวิธีการผสม ผลของสภาวะการผสม และผลของปริมาณแก้าลอยที่มีต่อสมบัติเชิงกล ได้แก่ มอดูลัส ความทนแรงดึงสูงสุด ระยะการยืดตัวที่จุดขาดแสดงดังรูปที่ 3 (a-c) และสมบัติความทนแรงกระแทกแสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 3 สมบัติความทนแรงดึงของพอลิเอทธิลีนที่มีแก้าลอยผสมอยู่ในช่วง 20-40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในกรณีการผสมแบบหลอมเหลวและแบบแห้ง ณ ความเร็วการผสมต่างๆ โดย (a) ค่ามอดูลัส (b) ค่าความทนแรงดึงสูงสุด และ (c) ค่าระยะการยืดตัวที่จุดขาด



รูปที่ 4 สมบัติความทนแรงกระแทกของพอลิเอทธิลีนที่มีเถ้าลอยผสมอยู่ในช่วง 20-40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในกรณีการผสมแบบหลอมเหลวและแบบแห้ง ณ ความเร็วการผสมต่างๆ

เนื่องจากในงานวิจัยนี้คาดว่า การผสมแบบหลอมเหลวสามารถทำให้อนุภาคเถ้าลอยเกิดการกระจายตัวในพอลิเอทธิลีนได้ดี ซึ่งจะส่งผลให้สมบัติเชิงกลของชิ้นงานเพิ่มสูงขึ้นได้ อย่างไรก็ตาม จากผลการวิจัย พบว่า สมบัติเชิงกลของชิ้นงานที่ได้จากการผสมแบบหลอมเหลว มีค่าใกล้เคียงกับสมบัติเชิงกลของชิ้นงานที่ได้จากการผสมแบบแห้ง ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากการเตรียมวัสดุผสมด้วยกรรมวิธีการผสมแบบหลอมเหลว ทำให้พอลิเอทธิลีนได้รับความเค้นเฉือนและความร้อนในปริมาณที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับกรณีการผสมแบบแห้ง จึงทำให้โมเลกุลของพอลิเอทธิลีนเสื่อมสภาพและมีน้ำหนักโมเลกุลลดลง (Pinheiro *et al.*, 2007)

ในส่วนอิทธิพลของสภาวะการผสมที่แสดงในรูปที่ 3 และ 4 พบว่า การเพิ่มความเร็วขณะทำการผสมส่งผลให้สมบัติเชิงกลโดยรวมมีแนวโน้มลดลง ยกเว้นค่ามอดูลัส ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากการผสมด้วยความเร็วสูงส่งผลให้วัสดุผสมโดยเฉพาะพอลิเอทธิลีนได้รับความเค้นเฉือนมากขึ้น ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการเสื่อมสภาพของโมเลกุลและทำให้น้ำหนักโมเลกุลลดต่ำลง สำหรับผลกระทบของปริมาณเถ้าลอย พบว่า การเพิ่มปริมาณเถ้าลอยในวัสดุผสมส่งผลให้สมบัติเชิงกลส่วนใหญ่ลดต่ำลง ทั้งนี้เนื่องจากความไม่สามารถเข้ากันได้ระหว่างพอลิเอทธิลีนและอนุภาคเถ้าลอย ซึ่งทำให้เนื้อวัสดุผสมมีความไม่ต่อเนื่องและมีจุดบกพร่องเกิดขึ้น หรืออาจกล่าวได้ว่าอนุภาคเถ้าลอยไม่สามารถทำหน้าที่เป็นสารเสริมแรงของพอลิเอทธิลีนได้

สรุป

เทคนิคการเตรียมวัสดุผสมด้วยกรรมวิธีการผสมแบบหลอมเหลวในงานวิจัยนี้ สามารถช่วยเพิ่มปริมาณการผสมเถ้าลอยในพอลิเอทธิลีนสำหรับกระบวนการขึ้นรูปแบบแม่พิมพ์หมุนเหวี่ยงได้สูงถึง 40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในขณะที่วัสดุผสมที่เตรียมจากกรรมวิธีการผสมแบบแห้งสามารถผสมได้ 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก โดยสมบัติเชิงกลของชิ้นงานที่ได้จากกรรมวิธีการผสมทั้งสองแบบมีค่าใกล้เคียงกัน สำหรับการเพิ่มความเร็วการผสมทั้งในกรณีการผสมแบบหลอมเหลว และแบบแห้งส่งผลให้สมบัติเชิงกลมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ส่วนการเพิ่มปริมาณเถ้าลอยในวัสดุผสมส่งผลให้ค่าความทนแรงดึงสูงสุด ระยะยืดตัวที่จุดขาด และความทนแรงกระแทกลดลง

กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยฯ ขอขอบพระคุณ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาแห่งชาติ (สกอ.) และ บริษัท เจริญมิตร จำกัด แหล่งทุนที่สนับสนุนการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- สมชัย กกกำแหง, 2539, “ศักยภาพการนำเถ้าลอยลิกไนต์แม่เมาะไปใช้ประโยชน์”, วารสาร กฟผ., ฉบับที่ 5, เล่มที่ 2, หน้า 48-57.
- Alkan, C., M. Arslan, M. Cici, M. Kaya and M. Aksoy. 1995. A Study on the production of new material from fly ash and polyethylene. **Resour Conserv Recy** 13: 147-154.
- Chaowasakoo, T. and N., Sombatsompop, 2007. Effect of curing techniques and silane treatment on mechanical and morphological properties of fly ash/epoxy composites. **Songklanakarin J Sci Technol** 29(1): 217-230.
- Da Costa, H.M., L.L.Y. Visconte, R.C.R. Nunes and C.R.G. Furtado. 2000. The effect of coupling agent and chemical treatment on rice husk ash- filled natural rubber composites. **J App Polym Sci** 76: 1019-1027.
- Iyer, R.S. and J.A. Scott. 2001. Power station fly ash - a review of value-added utilization outside of the construction industry. **Resour Conserv Recy** 31(3): 217-228.
- Li, Y., D. J. White and R. L. Peyton. 1998. Composite material from fly ash and post-consumer PET. **Resour Conserv Recy** 24(2): 87-93.
- Liang, J.Z. and J.N. Ness. 1997. Studies on melt flow properties of low density and linear low density polyethylene blends in capillary extrusion. **Mater Charact** 16: 173-184.
- McCarthy, M.J. and R.K. Dhir. 2005. Development of high volume fly ash cements for use in concrete construction. **Fuel** 84(11): 1423-1432.
- Pinheiro, L. A., M. A. Chinellato and S. V. Canevarolo. 2007. The role of chain scission and chain branching in high density polyethylene during thermo-mechanical degradation. **Polym Degrad and Stabil** 86(3): 445-453.
- Sombatsompop, N. and A., Kositchaiyong. 2006. Research on wastewater tanks from polyethylene-inorganic composites for cost saving purposes. Final Report. **Office of the Higher Education Commission (OHEC)**. September 2006: 49-103.
- Sombatsompop, N. and S. Thongsang. 2006. Effect of NaOH and Si-69 treatments on the properties of fly ash/natural rubber composites. **Polym Composite** 27: 34-40.
- Thongsang, S. and N., Sombatsompop. 2007. Reinforcement of Natural Rubber with Fly Ash from Different Local Sources. **Suranaree J Sci Technol** 14(1): 77-89.
- Wimolmala, E., T. Markpin and N., Sombatsompop. 2006. Studies on the Properties of SBR-Fly Ash Composites using Silane Coupling Agent for Surface Treatment. **KMUTT Res Dev J** 29(3): 354-373.