รหัสโครงการ SUT7-702-56-12-02

รายงานการวิจัย

การศึกษาการรีไซเคิลเศษเมลามีนด้วยกรรมวิธีขึ้นรูปแบบเย็น

(Study of Waste Melamine Recycle using Cold Forming Process)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ SUT7-702-56-12-02

รายงานการวิจัย

ชุดโครงการวิจัย
การศึกษาการรีไซเคิลเศษเมลามีนด้วยกรรมวิธีขึ้นรูปแบบเย็น
(Study of Waste Melamine Recycle using Cold Forming Process)

โครงการวิจัยย่อย

1 การศึกษากรรมวิธีการขึ้นรูปแบบเย็นของวัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีน
หัวหน้าโครงการวิจัยย่อย: ดร.สมศักดิ์ ศิวดำรงพงศ์

2 การศึกษาสมบัติวัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีนด้วยกรรมวิธีขึ้นรูปแบบเย็น
หัวหน้าโครงการวิจัยย่อย: ดร.วรรณวนัช บุ่งสด

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2556
ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

กุมภาพันธ์ 2556

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556 ซึ่งงานวิจัยสามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีก็ด้วยความช่วยเหลือจากทีมงานหน่วยวิจัยวิศวกรรมการผลิต ในการทดสอบและ นายเฉลิมชัย ไชยธงรัตน์ ในการพิมพ์รายงานการวิจัย ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัย

กุมพาพันธ์ 2556

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

เมลามีน ฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน (Melamine–Formaldehyde Resins) เป็นพลาสติกชนิดเทอร์โมเซต มีการใช้งานอย่างกว้างขวางและเป็นที่ทราบโดยทั่วไปว่าไม่สามารถนำกลับมาหลอมให้อ่อนตัวซ้ำได้ ซึ่งในกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์เมลามีน จะใช้เมลามีน ฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน เป็นวัตถุดิบ ซึ่งในกระบวนการผลิตจะเกิดเศษครีบและผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเสียจำนวนหนึ่งไม่สามารถนำมาขึ้นรูปซ้ำได้อีก วิทยานิพนธ์นี้จะทำการศึกษาเชิงทดลอง โดยคาดว่าจะช่วยเพิ่มมูลค่าเศษผลิตภัณฑ์เมลามีนนี้โดยการนำเอาเศษครีบที่เหลือจากกระบวนการผลิต ตกแต่งและผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเสียมาผสมกับผงเมลามีน ฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน ที่ยังไม่ผ่านกระบวนการขึ้นรูป โดยจะทดลองวิธีการขึ้นรูปสองวิธีคือขึ้นรูปด้วยการอัดพร้อมกับให้ความร้อน (Compression Molding) และขึ้นรูปด้วยการอัดและให้ความร้อนภายหลังการอัด (Cold Molding) ซึ่งคาดว่าวิธีที่สองจะใช้ต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าและศึกษาการกำหนดปริมาณส่วนผสมเพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสม พร้อมทั้งทดสอบคุณสมบัติเชิงกลซึ่งประกอบไปด้วย การทดสอบการต้านแรงอัด แรงดัด แรงกระแทก คาดว่าจะสามารถกำหนดวิธีเพิ่มมูลค่าให้กับเศษเมลามีนได้ ผลการศึกษาพบว่าการอัดแบบแม่พิมพ์เย็นให้ความแข็งแรงของวัสดุที่น้อยกว่าเนื่องจากข้อด้อยของวิธีการขึ้นรูปที่มีประสิทธิภาพการบรรจุอนุภาคสาร (Packing) ด้อยกว่า จากการหาขอบเขตการขึ้นรูปเย็นพบว่าขอบเขตการขึ้นรูปเย็นที่เหมาะสมในการขึ้นรูปคือหลังจากอัดด้วยแม่พิมพ์เย็น Pre–heating ที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 15 ชั่วโมงจากนั้นอบด้วยอุณหภูมิ 160°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากการศึกษาวัสดุรีไซเคิลพบว่าการเพิ่มอนุภาคเศษเมลามีนเข้าไปในเมลามีนใหม่ทำให้ความแข็งแรงดัด (Flexural Strength) และแรงกระแทก (Impact Strength) ลดลง แต่ช่วยปรับปรุงความสารถในการรับแรงอัด (Compressive Strength) ได้ดีขึ้นเมื่อใส่ในปริมาณที่เหมาะสม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Abstract

Melamine–formaldehyde resin is one of thermosetting plastics that are widely used in kitchen ware production industries. In the manufacturing processes, scrap and waste of formed melamine cannot be reformed or reused. Therefore, this study aims to investigate the proper proportion of virgin melamine powder and waste melamine in order to increase values of those plastic products. For experiment methodology, the melamine powder and waste melamine are compounded and formed as newly reformed products by hot compression molding and cold compression molding for mechanical property testing. Compressive test, bending test and impact test are used for evaluating mechanical properties of above mentioned products. For experimental results, the mechanical properties of cold molding products are relatively lower than hot molding products due different melamine molecular packing. It was found that the pre–heating at 100°C for 15 hours and heating at 160°C for 1 hour is the appropriate condition for cold forming. The impact and bending strengths of waste melamine containing products were relatively lower than virgin melamine products, while the compressive strength was improved for the product that contain waste melamine less than 40%.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญรูป ..... จ
บทที่
1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
1.5 แผนการบริหารแผนงานวิจัยและแผนการดำเนินงาน พร้อมทั้งขั้นตอนการดำเนินงานตลอดแผนงานวิจัย 4
1.6 แผนการสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่จากการทำการวิจัยตามแผนงานวิจัย 4
2 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย 6
2.1 ผลการเนินงานของโครงการวิจัยที่ 1 6
2.2 ผลการเนินงานของโครงการวิจัยที่ 2 7
3 การประมวลและวิเคราะห์ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ 9
3.1 การประเมินเสถียรภาพ 9
3.2 สมบัติของวัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีน 10
4 สรุปภาพรวมผลงานวิจัย 11
4.1 สรุปรวมผลงานวิจัย 11
4.2 ข้อเสนอแนะ 11
บรรณานุกรม 12
ประวัติผู้วิจัย 13

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ **หน้า**

แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานโดยสังเขป 3
โครงสร้างคณะผู้บริหารแผนงานวิจัยหรือชุดโครงการ 5

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

เมลามีน ฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน (Melamine–Formaldehyde Resins) เป็นโพลีเมอร์กลุ่มเทอร์โมเซต (บรรเลง ศรนิล , 2525) เมื่อผ่านการหลอมขึ้นรูปแล้ว มีลักษณะแข็งแรง ไม่หลอมเหลว ไม่ละลาย นิยมนำมาผลิตเป็นภาชนะและเครื่องใช้ต่าง ๆ เช่น ถ้วย ชาม จาน โต๊ะ เก้าอี้ เป็นต้น ซึ่งในกระบวนการผลิตจะเกิดเศษผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากเศษครีบภายหลังกระบวนการผลิต ตกแต่งผลิตภัณฑ์และชิ้นงานที่เป็นของเสียจำนวนหนึ่ง ไม่สามารถนำกลับมาหลอมให้อ่อนตัวซ้ำได้

จากการที่เศษผลิตภัณฑ์เมลามีนนี้ไม่สามารถนำมาขึ้นรูปซ้ำได้อีก งานวิจัยนี้ได้เห็นประโยชน์ของเศษผลิตภัณฑ์เมลามีนที่อาจสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ โดยการนำเศษผลิตภัณฑ์เมลามีนมาบดเป็นผงผสมกับเมลามีน ฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน ที่ยังไม่ผ่านการอัดขึ้นรูปเพื่อใช้เป็นตัวยึดระหว่างผงที่มีลักษณะเป็นเทอร์โมเซตนี้ และขึ้นรูปอีกครั้งหนึ่งด้วยการขึ้นรูปแบบแม่พิมพ์เย็น (Cold Molding) พร้อมทั้งทดสอบสมบัติทางกลของชิ้นงาน จึงได้ทำการค้นคว้าศึกษาวิจัยและทำการทดลองกระบวนการการขึ้นรูปที่เหมาะสมและศึกษาทดลองที่ปริมาณสัดส่วนของส่วนผสมต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติทางกลที่สามารถนำไปใช้งานได้และใช้ต้นทุนการผลิตที่ไม่สูงเกินไป โดยทำการทดสอบ ทดสอบแรงดัด การทดสอบแรงอัดและทดสอบแรงกระแทก ว่ามีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการนำมาผลิตชิ้นงานประเภทใด

1.2 วัตถุประสงค์หลักของแผนงานวิจัย

1) เพื่อศึกษาการขึ้นรูปวัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีนด้วยการอัดแบบแม่พิมพ์เย็น

2) เพื่อศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุรีไซเคิลจากการอัดแบบแม่พิมพ์เย็นจากเศษเมลามีนที่อัตราส่วนต่าง ๆ

1.3 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของแผนงานวิจัย

การศึกษาวิจัยการขึ้นรูปวัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีน เป็นการศึกษาเพื่อหาวิถีทางลดปริมาณเศษขยะเมลามีนและเพื่อหาวิธีทางการขึ้นรูปเมลามีนที่ช่วยลดการใช้พลังงาน (พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ , 2542) ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกศึกษาการขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดเย็น เป็นวิธีที่ประยุกต์มาจากการขึ้นรูปเครื่องปั้นดินเผา (ปรีชา พหลเทพ , 2535) และเนื่องจากการวิจัยวัสดุคอมโพสิตจากเศษเมลามีนและการทดสอบคุณสมบัติทางกลมีความคล้ายคลึงกันกับงานวิจัยการนำเศษพลาสติกชนิดเทอร์โมเซตกลับมาใช้ใหม่ รวมทั้งงานวิจัยวัสดุคอมโพสิตจากวัสดุอื่น ๆ จึงขอนำเสนอการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยข้างต้น ซึ่งจะได้ประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ด้วย โดยมีรายละเอียดดังนี้

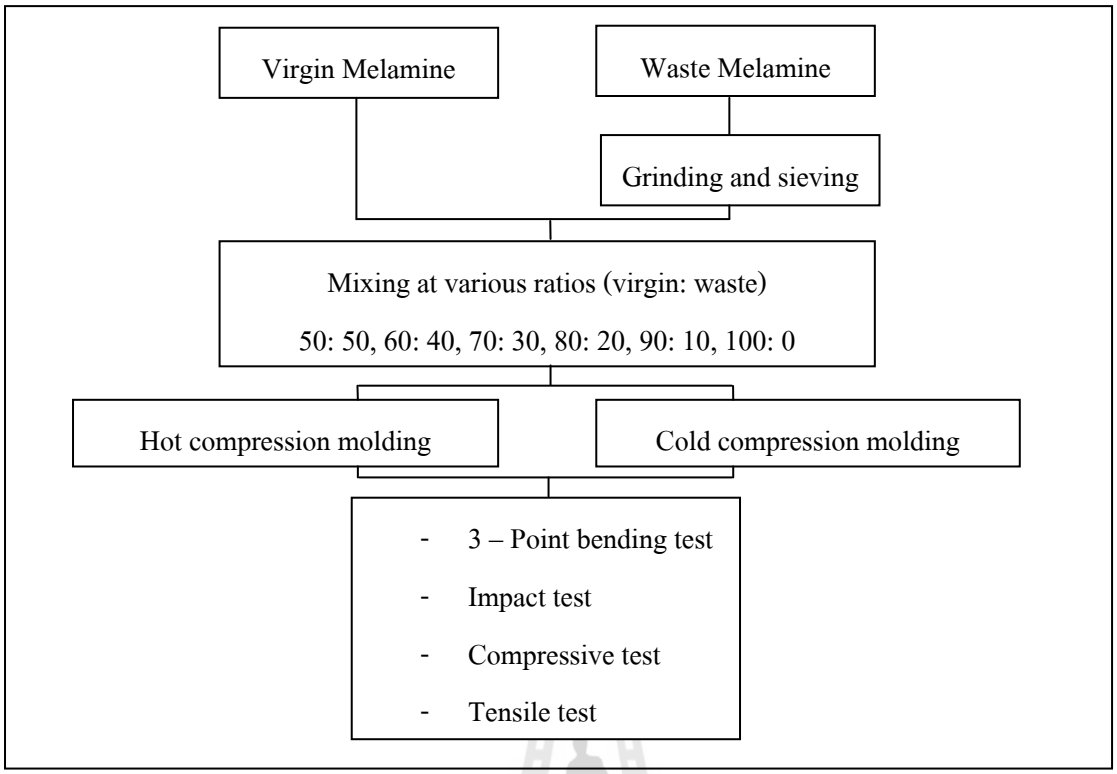
Pickering, S.J. (2006) ได้ศึกษาการนำขยะพลาสติกชนิดเทอร์โมเซตนำกลับมาใช้ใหม่ โดยนำมาผสมเป็นวัสดุคอมโพสิตเพื่อให้เศษเทอร์โมเซตนี้เป็นวัสดุช่วยเสริมแรงโดยทำการทดลองทั้งขยะเทอร์โมเซตที่เป็นอนุภาคและเส้นใย จากผลการวิจัยพบว่า ขยะเทอร์โมเซตที่มีลักษณะเป็นผงทำให้ความหนาแน่นและคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุลดลง ส่วนขยะเทอร์โมเซตที่มีลักษณะเป็นเส้นใยมีศักยภาพสามารถเสริมแรงได้ มีคุณสมบัติเชิงกลที่ดีขึ้น หากเทียบกับวัสดุที่ไม่มีการเสริมแรง แต่มีคุณสมบัติเชิงกลด้อยลงมาเมื่อเทียบกับวัสดุคอมโพสิตที่เสริมแรงด้วยเส้นใยที่ยังไม่ผ่านการขึ้นรูปมาก่อน

Durand, J.M., Vardavoulias, M., and Jeandin, M. (1995) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างวัสดุคอมโพสิตจากโลหะและพอลิเมอร์ โดยใช้ผงเซรามิกเป็นอนุภาคเสริมแรงในวัสดุ และทดสอบการสึกหรอ ผลการวิจัยพบว่า วัสดุโลหะผสมกับอนุภาคเซรามิกมีความต้านทานการสึกหรอที่ดีขึ้นส่วนวัสดุพอลิเมอร์ผสมกับอนุภาคเซรามิกมีความต้านทานการสึกหรอที่น้อยลงกว่าวัสดุที่ไม่ผสมอนุภาค และขนาดอนุภาคขนาดต่ำกว่า 20 μm ทำให้ความต้านทานการสึกหรอลดลง ในทางกลับกันอนุภาคขนาดที่ใหญ่กว่า 20 μm ทำให้ความต้านทานการสึกหรอดีขึ้น และในปริมาณอนุภาค 20% โดยปริมาตรมีศักยภาพในการต้านทานการสึกหรอมากที่สุด

Damadzadeh et al. (2010) ได้ทำการศึกษาทดลองในการสร้างวัสดุคอมโพสิต 2 วัสดุจาก Poly – L – lactic acid และ Poly – L – lactic – co – glycolic acid เป็นเนื้อสาร (Matrix) ผสมกับอนุภาค Hydroxyapatite (HAP) และทดสอบความแข็งแรงดัด (Flexural Strength) พบว่าเมื่อเติมสารตัวเติมแบบอนุภาคทำให้ความแข็งแรงดัดลดลงแปรผันตรงตามปริมาณอนุภาค เนื่องจากสารตัวเติมแบบอนุภาคไม่สามารถต้านรอย Crack ของวัสดุได้เหมือนกับสารตัวเติมแบบเส้นใย

Thirumal et al. (2010) ได้ศึกษาการนำเมลามีนโพลีฟอสเฟส (MPP) และเมลามีนไซยานูเรต (MC) มาผสมเป็นสารหน่วงไฟในโฟมโพลียูรีเทน (PUF) และทดสอบคุณสมบัติเชิงกลและประสิทธิภาพการหน่วงไป ผลการวิจัยพบว่าโฟม PUF ที่เติม MPP มีคุณสมบัติเชิงกลที่ลดลง ส่วนโฟม PUF ที่เติม MC มีคุณสมบัติเชิงกลที่ดีขึ้น ส่วนคุณสมบัติทางด้านการหน่วงไฟทั้ง MPP และ MC ที่เติมลงไปใน PUF มีคุณสมบัติทางด้านการหน่วงไฟที่ดีขึ้น แต่ MPP จะให้ประสิทธิภาพการหน่วงไฟที่ดีกว่า

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเริ่มต้นด้วยการศึกษาวิธีทางการขึ้นรูป เตรียมเครื่องมือสำหรับขึ้นรูป เตรียมวัตถุดิบขึ้นรูปชิ้นทดสอบ ทดสอบคุณสมบัติเชิงกล ความร้อนและศึกษาโครงสร้างของวัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีน ดังแผนผังในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานโดยสังเขป

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

งานวิจัยที่เสนอมานี้มีประโยชน์อย่างมากกับงานด้านวิศวกรรมการผลิต วิศวกรรมเครื่องกลและวิศวกรรมพอลิเมอร์ที่เกี่ยวข้องกับการลดปริมาณเศษขยะเมลามีน การขึ้นรูปวัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีน และเพื่อหาวิธีทางการขึ้นรูปเมลามีนที่ช่วยลดการใช้พลังงานได้ ซึ่งสามารถสรุปเป็นหัวข้อได้ดังต่อไปนี้

1) นำเสนอในรายงานวิจัยและการประชุมระดับนานาชาติ
2) เผยแพร่องค์ความรู้ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน
3) สร้างนักวิจัยระดับ Postgraduate อย่างน้อย 4 คน

หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลการวิจัยที่เสนอมานี้จะมีประโยชน์อย่างมากและโดยตรงกับหลายหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการวิเคราะห์และออกแบบการรีไซเคิลเศษเมลามีนจากภาคอุตสาหกรรม และการขึ้นรูปเมลามีนที่ช่วยลดพลังงาน หน่วยงานเหล่านี้ได้แก่

1) กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น

2) ชุมชนท้องถิ่น องค์กรปกครองท้องถิ่น

3) สถาบันการศึกษาที่เปิดสอนทางด้านวิศวกรรมการผลิต วิศวกรรมเครื่องกลและวิศวกรรมพอลิเมอร์

4) บริษัทเอกชนและโรงงานอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดเศษพลาสติกประเภทเทอร์โมเซต

1.5 แผนการบริหารแผนงานวิจัยและแผนการดำเนินงาน พร้อมทั้งขั้นตอนการดำเนินงานตลอดแผนงานวิจัย

แผนการบริหารงานวิจัยประกอบด้วยคณาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิรวมทั้งสิ้น 2 ท่าน แต่ละท่านจะรับผิดชอบในแต่ละโครงการวิจัยย่อย โดยจะมีผู้ประสานงาน ผู้วางแผนงาน และเลขานุการเป็นนักวิจัยระดับ Postgraduate นอกจากนี้ยังมีผู้เชี่ยวชาญทางด้านเมลามีนและผลิตภัณฑ์เมลามีนเป็นที่ปรึกษา โดยแผนงานได้แสดงในรูปของแผนภูมิ (รูปที่ 2) ในส่วนของขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยของแต่ละโครงการได้รวบรวมไว้ในที่นี้ด้วย

1.6 แผนการสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่จากการทำการวิจัยตามแผนงานวิจัย

แผนงานการพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่มีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพของนักวิจัยในการสร้างสรรค์งานวิจัยและองค์ความรู้ใหม่ สามารถเป็นที่พึ่งพาให้กับนักวิจัยรุ่นหลังได้รวมไปถึงผลักดันให้มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีก้าวไปสู่ความเป็นผู้นาด้านงานวิจัย เพื่อให้เป็นที่ประจักษ์ในวงวิชาการทั้งในระดับประเทศและระดับนานาชาติ ซึ่งแผนการพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่สามารถแบ่งได้ดังนี้

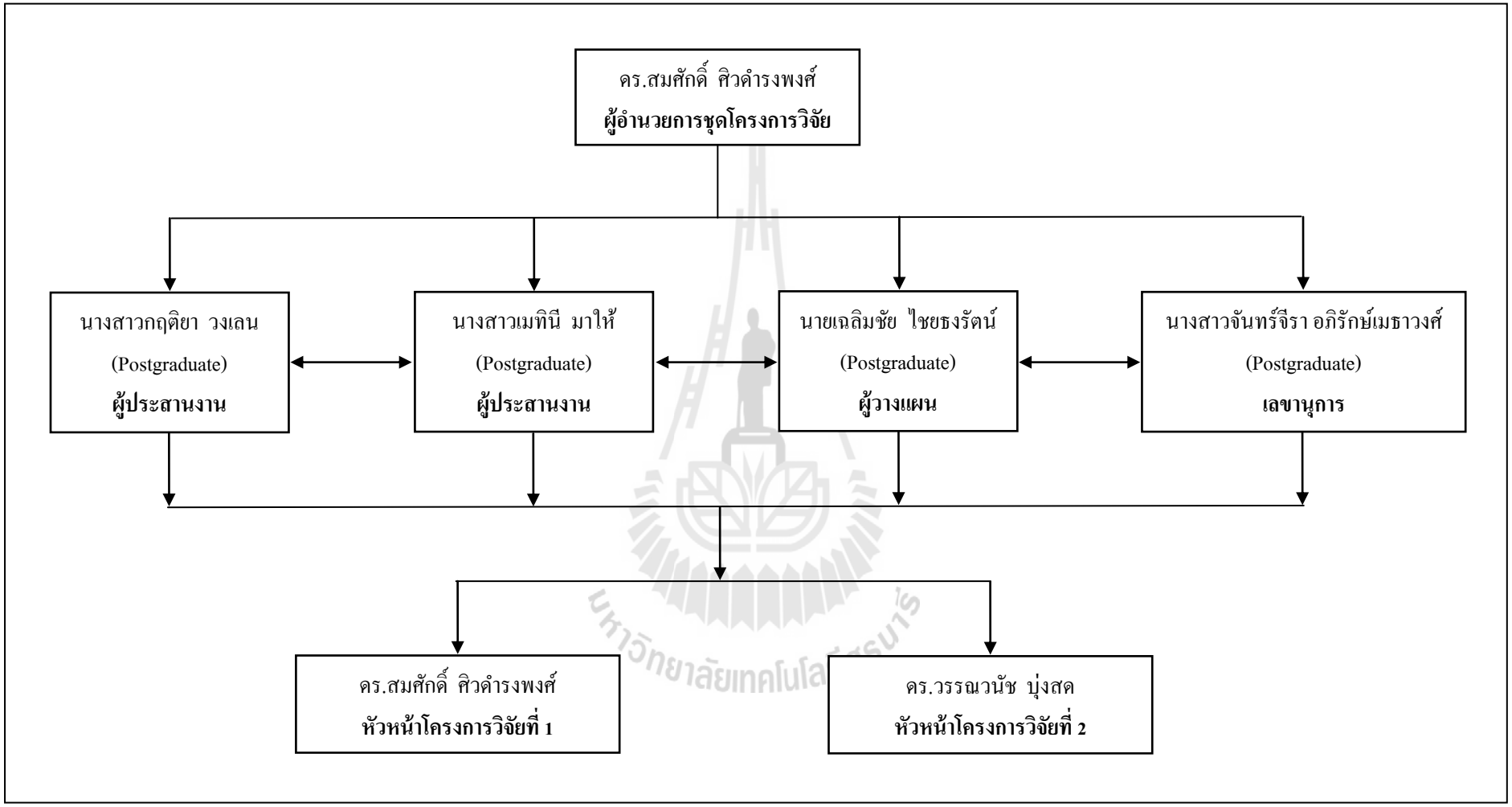
พัฒนานักวิจัยในระดับ Postgraduate จำนวน 4 คน ได้แก่

1) นายเฉลิมชัย ไชยธงรัตน์

2) นางสาวจันทร์จีรา อภิรักษ์เมธาวงศ์

3) นางสาวเมทินี มาให้

4) นางสาวกฤติยา วงเลน



รูปที่ 2 โครงสร้างคณะผู้บริหารแผนงานวิจัยหรือชุดโครงการวิจัย

บทที่ 2
สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

ผลงานการวิจัยทั้งหมดในชุดโครงการนี้ได้นำมาสรุปไว้โดยสังเขปในบทนี้ ซึ่งรายละเอียดต่างๆ ได้รวบรวมและเขียนไว้ในรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ของแต่ละชุดโครงการ ผลการดำเนินงานและข้อสรุปโดยสังเขปของแต่ละโครงการมีดังต่อไปนี้

2.1 ผลการดำเนินงานของโครงการวิจัยที่ 1

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากรรมวิธีการขึ้นรูปเย็นของวัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีน โดยกรรมวิธีการขึ้นรูปเย็นนี้มีขั้นตอนดังนี้

เริ่มจากชั่งน้ำหนักเมลามีนตามที่ได้กำหนดไว้ โดยมีปริมาณเผื่อ 10% ที่อาจสูญเสียระหว่างกระบวนการอัดขึ้นรูปเย็น จากนั้น Pre–Heating ที่อุณหภูมิ 100°C ที่เวลาต่าง ๆ เพื่อศึกษา จากนั้นกำหนดอุณหภูมิอบ 160°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งเวลาและอุณหภูมิในการอบนั้นเป็นการกำหนดขึ้นมาเพื่อหาเวลา Pre–Heating ที่เหมาะสม แต่ยังไม่ใช่ขอบเขตที่ดีที่สุดซึ่ง จากผลการทดสอบความแข็งแรงดัดของเมลามีนใหม่ที่ขึ้นรูปด้วยการอัดเย็น พบว่าชิ้นทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการ Pre–Heating มีลักษณะที่พองบวมแตกต่างจากชิ้นทดสอบที่ผ่านการ Pre–Heating ที่มีลักษณะที่ดี ผิวเรียบ ซึ่งเกิดจากความชื้นที่คงค้างในชิ้นงานเมื่อถึงกระบวนการให้ความร้อนความชื้นเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำที่มีแรงดันสูงพยายามดันออกมาภายนอกชิ้นงานจึงทำให้ชิ้นงานบวม ผลการทดสอบความแข็งแรงดัดของชิ้นงานที่ Pre–Heating ในเวลาต่าง ๆ และค่าเฉลี่ยความแข็งแรงมากที่สุดอยู่ที่เวลา Pre–Heating 36 ชั่วโมง แต่หากเปรียบเทียบทางสถิติ จะเห็นว่าที่เวลา 18 และ15 ชั่วโมงนั้นไม่ต่างกันกับ 36 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญ (P – value > 0.05) จึงเลือกใช้ที่ 15 ชั่วโมงเพื่อเป็นการประหยัดเวลาและต้นทุนในการผลิต หลังจากได้เวลาที่เหมาะสมในการ Pre–Heating แล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบเพื่อดูผลกระทบของทั้งสองตัวแปรต่อความแข็งแรงดัด โดยเบื้องต้นจะเลือกทดสอบ 3 อุณหภูมิ 3 เวลา ผลปรากฏว่า อุณหภูมิอบ 160°C นั้น ส่งผลให้ชิ้นทดสอบมีค่าความแข็งแรงสูงสุด ไม่ว่าจะใช้เวลาอบเท่าใด และที่อุณหภูมิ 155°C และ 165°C จะมีความแข็งแรงน้อยกว่า ดังนั้นเราจึงเลือกที่อุณหภูมิ 160°C นี้เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบ และจากผลการทดลองยังเห็นได้อย่าชัดเจนอีกว่าความแข็งแรงของชิ้นทดสอบสูงสุดอยู่ที่เวลาการอบ 1 ชั่วโมง และที่เวลาต่าง ๆ มีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน

สำหรับขอบเขตการขึ้นรูปเย็นที่เหมาะสมในการขึ้นรูปคือหลังจากอัดด้วยแม่พิมพ์เย็นพรีฮีตที่ 100°C เป็นเวลา 15 ชั่วโมงจากนั้นอบด้วยอุณหภูมิ 160°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สำหรับวิธีการขึ้นรูปเย็นในงานวิจัยนี้ช่วยลดต้นทุนในการผลิตลงได้ หากออกแบบให้สามารถใช้ความร้อนทิ้งจากกระบวนการการผลิตเมลามีนด้วยการอัดแบบแม่พิมพ์ร้อน มาใช้ในขั้นตอนการพรีฮีตในการขึ้นรูปแบบแม่พิมพ์เย็น

2.2 ผลการดำเนินงานของโครงการวิจัยที่ 2

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกล สมบัติทางความร้อน การดูดซึมน้ำและสัณฐานวิทยา (มานพ ตันตระบัณฑิตย์ , 2546) ของวัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีน โดยทำการทดลองใส่เศษเมลามีนที่ปริมาณต่าง ๆ (0 – 50%) ผสมเข้าไปในเมลามีนใหม่สร้างเป็นวัสดุรีไซเคิล และศึกษาผลกระทบจากปริมาณเศษเมลามีนต่อความแข็งแรงดัด แรงกระแทกและแรงอัด ซึ่งได้ผลดังนี้

จากการทดสอบสมบัติทางกลของชิ้นทดสอบที่ขึ้นรูปแบบแม่พิมพ์เย็น ที่เพิ่มปริมาณเศษเมลามีน 0 – 50% พบว่า ความแข็งแรงดัดจะลดลง 13.57 16.11 29.83 32.57 และ 42.17% ตามลำดับและ ค่า Flexural Modulus จะลดลง 6.37 7.33 22.11 25.46 และ 44.11% ตามลำดับ ในส่วนของการทนแรงกระแทกจะลดลงถึง 53.04 40.86 39.13 36.95 และ 93.04% จะเห็นว่าเมื่อเพิ่มเศษที่ 50% ความแข็งแรงจะลดลงจนแทบไม่สามารถต้านแรงกระแทกได้เลย สำหรับการทดสอบความแข็งแรงกดที่ปริมาณเศษเมลามีนเพิ่มขึ้นในช่วง 10 – 40% วัสดุรีไซเคิลมีความแข็งแรงกดเพิ่มมากขึ้น 13.49 36.34 49.10 และ 71.24% ตามลำดับ แต่เมื่อเพิ่มปริมาณเศษเมลามีนเป็น 50% ความแข็งแรงกดจะลดลงแต่ก็ยังมีความแข็งแรงมากกว่าวัสดุจากเมลามีนใหม่อยู่ 16.56% ซึ่งสาเหตุหลักที่ทำให้วัสดุรีไซเคิลมีความแข็งแรงลดลงเนื่องจาก วัสดุที่มีปริมาณอนุภาคมากขึ้นเกิดโอกาสที่อนุภาคจะรวมกลุ่มกัน (Particle Clustering) ในเมทริกซ์ที่อยู่กันอย่างไม่เป็นระเบียบสามารถทำให้เกิดความเสียหายได้ ในส่วนของการวิเคราะห์ พบว่าการเสียรูปของวัสดุนั้นเริ่มจากพื้นที่ที่มีอนุภาคแบบรวมกลุ่มกลุ่มอนุภาคนี้ทำให้เกิดการ Slip และเกิดการเสียรูปทำให้เสียหายเร็วกว่า ดังนั้นกลุ่มของอนุภาคเศษเมลามีนที่ 50% ที่เกิดการจับกลุ่มกันในเมทริกซ์ ของเมลามีนใหม่นี้ จึงทำให้ลดค่าความแข็งแรงของวัสดุลดลง หากเพิ่มเศษเมลามีนให้สูงขึ้นกว่า 50% จึงสามารถคาดการณ์ได้ว่าความแข็งแรงจะมีแนวโน้มที่ลดลง จากผลการทดสอบที่ผ่านมา ทำให้เราสามารถกล่าวได้ว่าการขึ้นรูปด้วยการอัดเย็นนั้นมีคุณสมบัติเชิงกลที่ด้อยกว่าอัดขึ้นรูปร้อน

สำหรับการทดสอบสมบัติทางความร้อน ด้วยวิธีการทดสอบ TGA พบว่าองค์ประกอบและอุณหภูมิการสลายตัวของส่วนประกอบต่างๆของชิ้นงานหลังการขึ้นรูปทั้งสองวิธี ยังคงไม่ต่างกัน และผลการทดสอบ DSC พบว่าชิ้นงานที่ขึ้นรูปทั้งสองวิธีมีปฏิกิริยาการบ่มที่สมบูรณ์แล้ว ดังนั้นคุณสมบัติเชิงกลที่ด้อยลงสาเหตุหนึ่งจึงคาดการณ์ได้ว่ามาจากวิธีการขึ้นรูป ซึ่งการขึ้นรูปแบบอัดร้อนเป็นการให้ความร้อนจนกระทั่งถึงอุณหภูมิหลอมเหลวและสามารถไหลตัวได้พร้อมกับให้ความดันพร้อมไปด้วยจนกระทั่งเกิดการของวัสดุ การบรรจุอนุภาค (Packing) จึงดีกว่าเกิดพันธะที่แข็งแรงมากว่าการที่อัดด้วยแม่พิมพ์เย็นซึ่งในขณะให้แรงดัน อนุภาคยังคงมีสถานะเป็นอนุภาคไม่เกิดการอ่อนตัวหรือไหลตัวและเมื่อให้ความร้อนปราศจากความดัน พันธะที่เกิดขึ้นจึงไม่แข็งแรงเท่ากับวัสดุที่ขึ้นรูปด้วยการอัดร้อน

จากผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของเมลามีนใหม่ที่ขึ้นรูปด้วยการอัดเย็นพบว่า วัสดุเมลามีนที่ขึ้นรูปด้วยการอัดเย็นนี้สามารถสัมผัสน้ำได้ การใช้งานกว้างยิ่งขึ้น อีกทั้งผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของเมลามีนใหม่ที่ขึ้นรูปด้วยการอัดร้อนพบว่าวัสดุสามารถดูดซึมน้ำได้ 0.88% ในขณะที่ความแข็งแรงดัดของชิ้นทดสอบดูดซึมน้ำมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการตรวจด้วยจุลทรรศน์แบบใช้แสง พบว่าอนุภาคไม่ได้ละลายเป็นเนื้อเดียวกันกับเมทริกซ์ แต่เป็นลักษณะที่อนุภาคฝังและกระจายตัวอยู่ในเมทริกซ์ ซึ่งเมื่อเพิ่มปริมาณเศษเมลามีนให้มากขึ้นทำให้เกิดโอกาสที่อนุภาคจะรวมกลุ่มกันเองและเกิดพันธะที่ไม่แข็งแรงก็มีเพิ่มมากขึ้นไปด้วย

จากการศึกษาสมบัติของวัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีนด้วยกรรมวิธีขึ้นรูปแบบเย็น สามารถกล่าวได้ว่า การเพิ่มอนุภาคเศษเมลามีนเข้าไปในเมลามีนใหม่ทำให้ความแข็งแรงดัด (Flexural Strength) และแรงกระแทก (Impact Strength) ลดลง แต่ช่วยปรับปรุงความสามารถในการรับแรงอัด (Compressive Strength) ได้ดีขึ้นเมื่อใส่ในปริมาณที่เหมาะสม (Bauri, R. and Surappa, M.K. , 2008)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
การประมวลและวิเคราะห์ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

การวิจัยของแต่ละโครงการมีความเกี่ยวโยงกันโดยมุ่งเน้นไปที่การประเมินความเป็นไปได้ในกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบเย็นของวัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีน โดยเฉพาะการวิเคราะห์สมบัติทางกล สมบัติทางความร้อนและทางสัณฐานวิทยา โดยผลที่ได้ของแต่ละโครงการได้นำมาสังเคราะห์เพื่อประเมินศักยภาพของวัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีนว่ามีความเป็นไปได้ในการลดต้นทุนและพลังงานสำหรับกระบวนการผลิตหรือไม่ นอกจากนี้ยังคำนึงถึงผลิตภัณฑ์ที่ความเหมาะสมในการนำใช้งานโดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายและมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

3.1 การประเมินเสถียรภาพ

โครงการวิจัยที่ 1 ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในกรรมวิธีการขึ้นรูปเย็นของวัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีน ผลการทดสอบทำให้ทราบว่า ภายหลังกระบวนการอัดขึ้นรูปเย็นแล้วนั้น จะต้องทำการ Pre–Heating วัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีนที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 15 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้นและป้องกันไม่ให้วัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีนเกิดการบวมพองตัวซึ่งก่อให้เกิดการเสียรูปของผลิตภัณฑ์ หลังจากนั้นให้ทำการอบที่อุณหภูมิ 160°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อที่ผลิตภัณฑ์จากวัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีนเกิดการยึดกันระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น

ในการนำเกณฑ์การประยุกต์การขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดขึ้นรูปเย็นนั้น เราสามารถกล่าวได้ว่า งานวิจัยนี้ช่วยลดต้นทุนในการผลิตลงได้ หากออกแบบให้สามารถใช้ความร้อนทิ้งจากกระบวนการการผลิตเมลามีนด้วยการอัดแบบแม่พิมพ์ร้อน มาใช้ในขั้นตอนการพรีฮีตในการขึ้นรูปแบบแม่พิมพ์เย็น แต่จากการวิจัยก็ยังมีข้อเสียอยู่บ้างกล่าวคือ ผลเปรียบเทียบการทดสอบความแข็งแรงระหว่างชิ้นทดสอบที่ผ่านการขึ้นรูปร้อนและเย็น พบว่า การอัดแบบแม่พิมพ์เย็นให้ความแข็งแรงของวัสดุที่น้อยกว่าการอัดแบบแม่พิมพ์ร้อน เนื่องจากการวิธีการขึ้นรูปที่มีข้อด้อย ทำให้การประสิทธิภาพการบรรจุอนุภาคสาร (Packing) ที่น้อยกว่า ในทางกลับกัน หากเราสามารถนำวิธีการอัดขึ้นรูปเย็นไปใช้กับผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับการใช้งานแล้วนั้น จะทำให้เราสามารถลดต้นทุนการผลิต ทั้งในด้านของวัสดุและพลังงานได้เป็นอย่างดี

3.2 สมบัติของวัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีน

โครงการวิจัยที่ 2 ได้ศึกษาสมบัติทางกล สมบัติทางความร้อน การดูดซึมน้ำและสัณฐานวิทยา ของวัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีน โดยทำการแทนที่เมลามีนใหม่ด้วยเศษเมลามีนที่ปริมาณร้อยละ 0 – 50 โดยน้ำหนัก ก่อให้เกิดวัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีน และศึกษาผลกระทบจากปริมาณเศษเมลามีนต่อสมบัติทางดังกล่าวข้างต้น จากการศึกษาพบว่า สมบัติทางกลของชิ้นทดสอบที่ผ่านการขึ้นรูปด้วยการอัดเย็นนั้นมีสมบัติเชิงกลที่ด้อยกว่าชิ้นทดสอบที่ผ่านการขึ้นรูปด้วยการอัดร้อน เนื่องจาก วัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีนนั้นมีปริมาณเศษเมลามีนที่ผ่านการขึ้นรูปแล้ว ซึ่งไม่สามารถเกิดแรงยึดเหนี่ยวซึ่งกันและกันจากพลังงานความร้อนได้อีก ดังนั้นหากอนุภาคเศษเมลามีนมากขึ้น ก็จะมีโอกาสที่อนุภาคเศษเมลามีนจะรวมกลุ่มกัน (Particle Clustering) ในเมทริกซ์ที่อยู่กันอย่างไม่เป็นระเบียบสามารถทำให้เกิดความเสียหายได้ ในส่วนของการวิเคราะห์พบว่า การเสียรูปของวัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีนนั้นเริ่มจาก บริเวณพื้นที่ที่มีอนุภาคเศษเมลามีนแบบรวมกลุ่ม ซึ่งกลุ่มอนุภาคนี้จะทำให้เกิดการ Slip และทำให้เกิดการเสียรูปและชิ้นทดสอบเสียหายเร็วกว่าชิ้นทดสอบที่ไม่ผสมเศษเมลามีนเลย ดังนั้นกลุ่มของอนุภาคเศษเมลามีนที่ 50% ที่เกิดการจับกลุ่มกันในเมทริกซ์ของเมลามีนใหม่นี้ จึงทำให้ลดค่าความแข็งแรงของวัสดุลดลงอย่างมาก หากเพิ่มเศษเมลามีนให้สูงขึ้นกว่า 50% จึงสามารถคาดการณ์ได้ว่าความแข็งแรงจะมีแนวโน้มที่ลดลงเพิ่มขึ้นได้อีก จากผลการทดสอบที่ผ่านมาจึงทำให้เราสามารถกล่าวได้ว่า การขึ้นรูปด้วยการอัดเย็นนั้นมีคุณสมบัติเชิงกลที่ด้อยกว่าอัดขึ้นรูปร้อน แต่ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานของผลิตภัณฑ์เมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนการผลิตที่สามารถลดลงได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
สรุปรวมผลงานวิจัย

4.1 สรุปรวมผลงานวิจัย

ผลสรุปของชุดโครงการวิจัยการศึกษากรรมวิธีการขึ้นรูปแบบเย็นและการศึกษาสมบัติของวัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีน สามารถสรุปได้ดังนี้

1) กรรมวิธีการอัดแบบแม่พิมพ์เย็น ส่งผลให้วัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีนมีความแข็งแรงน้อยกว่ากรรมวิธีการการอัดแบบแม่พิมพ์ร้อน เนื่องจากวิธีการอัดแบบแม่พิมพ์เย็นมีข้อจำกัดในการยึดเกาะกันระหว่างอนุภาค ทำให้ประสิทธิภาพการบรรจุอนุภาคสาร (Packing) นั้นด้อยกว่า

2) กรรมวิธีการอัดแบบแม่พิมพ์ร้อนให้ความแข็งแรงของวัสดุในระดับที่มีศักยภาพที่จะใช้งานได้

3) ขอบเขตกรรมวิธีการขึ้นรูปเย็นที่เหมาะสมในการขึ้นรูปวัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีนดังนี้ กล่าวคือ หลังจากอัดด้วยแม่พิมพ์เย็น ต้องทำการไล่ความชื้นของชิ้นงานโดยวิธีการ พรีฮีตที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 15 ชั่วโมง จากนั้นทำการอบด้วยอุณหภูมิ 160°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อให้ชิ้นงานยึดติดผสานกันดียิ่งขึ้น

4) การเพิ่มอนุภาคเศษเมลามีนเข้าไปในเมลามีนใหม่ทำให้ความแข็งแรงดัด (Flexural Strength) และแรงกระแทก (Impact Strength) ลดลง แต่ช่วยปรับปรุงความสามารถในการรับแรงอัด (Compressive Strength) ได้ดีขึ้นเมื่อใส่ในปริมาณเศษเมลามีนที่เหมาะสม

5) กรรมวิธีการขึ้นรูปเย็นในงานวิจัยนี้ช่วยลดต้นทุนในการผลิตลงได้ หากออกแบบให้สามารถใช้ความร้อนทิ้งจากกระบวนการการผลิตเมลามีนด้วยการอัดแบบแม่พิมพ์ร้อนมาใช้ในขั้นตอนการพรีฮีตในการขึ้นรูปแบบแม่พิมพ์เย็น

4.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยในชุดโครงการนี้ ผู้วิจัยพิจารณาเห็นว่ายังมีประเด็นสำคัญอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องพึงระวังดังนี้

1) ควรทำการศึกษาเรื่องความชื้นของเมลามีนเศษเมลามีนให้ดี ก่อนทำการขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีการอัดเย็น

2) ควรทำการศึกษาขอบเขตใหม่หากมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างความหนาแน่นของชิ้นงานเนื่องจากมีผลต่ออุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม

3) การกำหนดวิธีการขึ้นรูปควรวิเคราะห์ถึงผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์ให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น เช่น ราคาวัสดุทำแม่พิมพ์ ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยจริง ราคาในการสร้างที่แปรตามลักษณะชิ้นงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บรรณานุกรม

บรรเลง ศรนิล (2525) เทคโนโลยีพลาสติก สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) พิมพ์ครั้งที่ 15, 425 หน้า

ปรีชา พหลเทพ (2535) โพลีเมอร์ high polymer. มหาวิทยาลัยรามคำแหง พิมพ์ครั้งที่ 6, 423 หน้า

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ (2547) เซรามิกส์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พิมพ์ครั้งที่ 5, 562 หน้า

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ (2542) พลาสติก กองบริการอุตสาหกรรม พิมพ์ครั้งที่ 15, 311 หน้า

มานพ ตันตระบัณฑิตย์ (2546) งานทดสอบวัสดุอุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย–ญี่ปุ่น) พิมพ์ครั้งที่ 6, 308 หน้า

Bauri, R., and Surappa, M.K. (2009). Processing and compressive strength of Al–Li–SiCp composites fabricated by a compound billet technique. Journal of Materials Processing Technology, Vol.209, No.4, February 19, 2009. pp.2077–2084.

Damadzadeh, B., Jabari, H., Skrifvars, M., Airola, K., Moritz, N., and Vallittu, P.K. (2010). Effect of ceramic filler content on the mechanical and thermal behaviour of poly-L-lactic acid and poly–L–lactic–co–glycolic acid composites for medical applications. Journal of Materials Science: Materials in Medicine, Vol.21, No.9, June 15, 2010. pp.2523–2531.

Durand, J.M., Vardavoulias, M., and Jeandin, M. (1995). Role of reinforcing ceramic particles in the wear behaviour of polymer–based model composites. The 10th Conference on Wear of Materials, Vol.181–183, Part 2, March 1995. pp.833–839.

Pickering, S.J. (2006). Recycling technologies for thermoset composite materials – current status. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, The 2nd International Conference: Advanced Polymers Composites for Structural Applications in Construction, Vol.37, No.8, August 2006. pp.1206–1215.

Thirumal, M., Khastgir, D., Nando, G.B., Naik, Y.P., and Singha, N.K. (2010). Halogen-free flame retardant PUF: Effect of melamine compounds on mechanical, thermal and flame retardant properties. Polymer Degradation and Stability, Vol.95, No.6, June 2010. pp.1138–1145.

ประวัตินักวิจัย

somsaksi@sut.ac.th
อ. ดร. สมศักดิ์ ศิวดำรงพงศ์
Dr. Somsak Siwadamrongpong
ID: 3 9599 00436 89 6

การศึกษา/คุณวุฒิ

2538 วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (วศ.บ. เครื่องกล) เกียรตินิยมอันดับ 2, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2544 Master of Engineering (M.Eng, Environmental System Engineering), Nagaoka University of Technology, Japan

2547 Doctor of Engineering (D.Eng, Energy and Environment Science), Nagaoka University of Technology, Japan

ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
โทร. 044-224-236 แฟกซ์. 044-224-613 e-mail.
somsaksi@sut.ac.th

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2538	วิศวกร บริษัท เอ บี บี เพาเวอร์ จำกัด
พ.ศ. 2539 - 2542	วิศวกรโครงการ ส่วนบำรุงรักษา บริษัท สยามยูไนเต็ดสตีล (1995) จำกัด
พ.ศ. 2548	ผู้ช่วยผู้จัดการ ฝ่ายวิศวกรรม บริษัท สยามยูไนเต็ดสตีล (1995) จำกัด
พ.ศ. 2549 - 2555	อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
พ.ศ.2554-ปัจจุบัน	ดำรงตำแหน่งอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต มหาวิทยาลัยทคโนโลยีสุรนารี

เกียรติประวัติที่ได้รับ

พ.ศ.2542 – 2547	ได้รับทุนรัฐบาลญี่ปุ่นเพื่อศึกษาต่อในระดับปริญญาโทและเอก ณ ประเทศญี่ปุ่น

งานวิจัยในปัจจุบัน

1. Study of comb lift time due to mechanical failure and chemical/thermal factor
   แหล่งทุน บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด
   ตำแหน่ง หัวหน้าโครงการ
2. Develop new Gramload calibrator for Gramload tester calibration measurement
   แหล่งทุน สวทช / บริษัท ฮิตาชิ โกลบอล สตอร์เรจ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด
   ตำแหน่ง หัวหน้าโครงการ
3. Improvement of Automation Machine for HGST Processing
   แหล่งทุน สวทช / บริษัท ฮิตาชิ โกลบอล สตอร์เรจ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด
   ตำแหน่ง ผู้ร่วมวิจัย
4. การออกแบบอุปกรณ์จับยึดและวางสายการผลิตในการประกอบ Chassis รถโดยสาร
   แหล่งทุน iTAP / บริษัท อู่เชิดชัยอุตสาหกรรม จำกัด
   ตำแหน่ง หัวหน้าโครงการ

ผลงานวิชาการ

บทความวิชาการระดับชาติและนานาชาติ

S. Siwadamrongpong, M. Koide and K. Matusita, *塩素含有ガラス融液の電気伝導度*, 8th Asian Symposium on Ecotechnology, December 2001, Toyama Japan.

T. Yoshikawa, **S. Siwadamrongpong**, M. Koide and K. Matusita, *Diffusion behavior of chloride in glass melts – Simulation with Molecular Dynamics*, 8th Asian Symposium on Ecotechnology, December 2001, Toyama Japan.

S. Siwadamrongpong, M. Koide and K. Matusita, *Electrical conductivity of glass melts containing chloride at high temperature*, 15th Fall Meeting of the Ceramic Society of Japan, September 2002, Akita Japan.

N. Kamiyama, K. Matusita, M. Koide and **S. Siwadamrongpong**, *Chemical durability of glasses containing chloride*, 15th Fall Meeting of the Ceramic Society of Japan, September 2002, Akita Japan.

S. Siwadamrongpong, M. Koide and K. Matusita, *Electrical conductivity of CaO-Al_2O_3-SiO_2 glass melts containing chloride*, 9th Asian Symposium on Ecotechnology, December 2002, Toyama Japan.

S. Siwadamrongpong, M. Koide and K. Matusita, *Electrical conductivity of glass melts containing chloride*, J. Ecotech. Res., 9 (1), 15-20 (2003).

S. Siwadamrongpong, M. Koide and K. Matusita, *Chloride solubility in calcium alumino-silicate glasses*, XX International Congress on Glass, September 2004, Kyoto Japan.

S. Siwadamrongpong, M. Koide and K. Matusita, *Prediction of chloride solubility in CaO-Al_2O_3-SiO_2 glass systems*, J. Non-Cryst. Solids, 347, 114-120 (2004).

S. Siwadamrongpong, M. Koide and K. Matusita, *Structure of ternary alumino-silicate glasses – condition of the existence of triclusters*, J. Ceram. Soc. Japan, 112(11), 590-593 (2004).

C. Subpasupsiri and **S. Siwadamrongpong**, *Development of screw inspection by image processing process,* The 2nd International Data Storage Technology Conference "DST-CON 2009", May 2009, Bangkok Thailand

เฉลิมพงศ์ สรรพทรัพย์สิริ, ดวงใจ เชิดพุดซา และ **สมศักดิ์ ศิวดำรงพงศ์**, *Development Of Screw Inspection By Image Processing Process*, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกล แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23, พฤศจิกายน 2552 จังหวัดเชียงใหม่

Somsak Siwadamrongpong, Usawadee Ongarjwutichai, *Jig Design for Bus Chassis Platform Production*, The 6th International Conference on Automotive Engineering (ICAE-6), 29 Mar - 2 Apr 2010, Bangkok Thailand

Chaiwinee Laksana, **Siwadamrongpong Somsak**, *Study on Stiffness of Suspension-like Thin Sheet*, The 3rd International Data Storage Technology Conference "DST-CON 2010", May 2010, Bangkok Thailand (Accepted)

สมศักดิ์ ศิวดำรงพงศ์ และ ลักษณา ชัยวินี การศึกษาค่าความยืดหยุ่นเชิงกลของโลหะแผ่นบาง การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24 จังหวัดอุบลราชธานี 2553

สมศักดิ์ ศิวดำรงพงศ์ และ อุษาวดี องอาจวุฒิชัย การออกแบบชุดจับยึดสำหรับการผลิตโครงสร้างหลักรถโดยสาร การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24 จังหวัดอุบลราชธานี 2553

Somsak Siwadamrongpong and Usawadee Ongarjwutichai, Simulation and Design of Production Jigs for Bus Chassis, The 9th International Conference on SYSTEM SCIENCE and SIMULATION in ENGINEERING (ICOSSSE'10), Iwate, Japan

ผลงานอื่นๆ

1. ผู้เชี่ยวชาญในการดำเนินโครงการ “การบริหารการจัดการองค์กรและปรับปรุงกระบวนการผลิตใหม่” บริษัท เอเชีย คาบิเนต จำกัด จ.สุรินทร์ ภายใต้โครงการ CF ของศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาค 6, มกราคม – สิงหาคม 2551
2. ผู้ดำเนินโครงการ “E-learning for Seagate” ในการจัดสร้างระบบฐานข้อมูลและสื่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ให้กับบริษัทซีเกท ในด้านพื้นฐานความรู้ การติดตั้งเครื่อง และแก้ไขปัญหาของเครื่องจักรของบริษัท
3. วิทยากรบรรยายเรื่อง Hard Disk Drive Manufacturing, Recording Head Manufacturing, TPM ของสถาบัน SUT-HDDI Hard Disk Drive Training Center (NECTEC)
4. กรรมการในคณะกรรมการ Technical Program Committee ของการประชุมวิชาการนานาชาติ DST-CON 2009, Bangkok Thailand
5. ประธานฝ่ายวิชาการ และคณะกรรมการจัดการประชุมวิชาการ เครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 20, จ.นครราชสีมา

งานวิจัยที่สนใจ

1. Heat treatment processes and Material properties (Metal, Ceramic and Polymers)
2. Reliability of Product, Processes and Parts.
3. Jig & Fixture Design for Manufacturing / Maintenance

ความเชี่ยวชาญ

1. การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานและอาคาร
2. Maintenance System
3. Productivity Improvement
4. Jig & Fixture Design for Manufacturing / Maintenance
5. Material Sciences (Glasses)

Biographical Data

School of Manufacturing Engineering
Institute of Engineering,
Suranaree University of Technology
111 University Avenue, Muang District,
NakhonRatchasima 30000
THAILAND
Tel: 66 4422 4676 FAX: 66 4422 4413

wanwanut@sut.ac.th
3 4099 00803 06 1

Wanwanut Boongsood

Education:

2008-2012 Ph.D. (Manufacturing Engineering), University of Liverpool, Liverpool, UK
- Thesis Title: Design and Modeling of a Miniaturized Ultrasonic Machining System
  Advisors: **Prof.Dr. Bermard Hon**
  Prof.Dr. Hugh Clare
- Elected as the president of Liverpool Thai Student Society 2008/2009

2003-2006 M.Eng (Industrial Engineering), Thammasat University, Rangsit Campus, PathumThani, Thailand
- Thesis Title: Development of tool for evaluating technical requirements in QFD using fuzzy numbers
  Advisors: **Assoc.Prof.Dr. Montalee Sasananan**
  Asst.Prof.Dr. Busaba Phruksaphanrat

1995-1999 B.Eng (Industrial Engineering), KhonKaen University, KhonKaen, Thailand
- Project Title: Detecting of defects by nondestructive testing
  Advisors: **Dr. Michael Loveless**
- Elected as the secretary of IE35-KKU student's association

Present Position:

2006-Present Lecturer, School of Manufacturing Engineering

Work Experiences:

1999-2004 Design Engineer
Mitsubishi Electric Automation (Thailand) Co.,Ltd.,
- Member, project of centrifugal pumps improvement (WCH, WCM and WCL-series; 0.37, 0.75, 1 and 2 kW)
  - Increased pressure and flow rate
  - Decreased motor temperature
- Leader, project of new submersible pump development (SSP and SSV-series; 0.25, .0.4, 0.75, 1.5 kW)
  - 20% Total cost decreased and improved the efficiency compared with equivalent models

2005 Engineer
V.S. Elevator and Engineering Co.,Ltd., Bangkok
- Dealt with subcontractors

- Prepared and distributed drawing to workers

Academic Works: Wanwanut B., Montalee S. and Bussaba P., "Development of Tool for Evaluating Technical Requirements in Quality Function Deployment using Fuzzy number ", Operation Research Conference 2006, 31 August – 1 September 2006, Bangkok, Thailand (in Thai)

Wanwanut B., Montalee S. and Bussaba P., "Development of Tool for Evaluating Technical Requirements in Quality Function Deployment using Fuzzy number ", Thammasat Journal of Science and Technology, 2007 (in Thai)

แบบประวัติส่วนตัว

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถ.มหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 0 4422 4566 โทรสาร 0 4422 4494

ton-phai@hotmail.com

เฉลิมชัย ไชยธงรัตน์

Chalermchai Chaitongrat

ระบุเลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 26608 00017332

การศึกษา/คุณวุฒิ

2553 วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2550 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2546 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนศรีธวัชวิทยาลัย จ.ร้อยเอ็ด

2543 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนอาจสามารถวิทยา จ.ร้อยเอ็ด

ตำแหน่งปัจจุบัน

นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ระดับปริญญาเอก)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติการฝึกงาน

2550 บริษัท สหวิริยาสตีลอินดัสตรี จำกัด (มหาชน)
ตำแหน่ง ผู้ช่วยวิศวกรแผนก Hydraulic
หน้าที่ที่รับผิดชอบ ศึกษาปรับปรุงและซ่อมแซมชิ้นงาน
ในระบบไฮดรอลิก

งานวิจัยที่สนใจ

-Material properties

-Process improvement

-Recycled materials

ประสบการณ์งานวิจัย

ผู้ช่วยโครงการวิจัย: Study of comb life time due to mechanical failure and chemical/thermal factor แหล่งทุนสนับสนุน: บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด

ผลงานทางวิชาการ

1.**ChalermchaiChaitongrat**, SomsakSiwadamrongpong. *Recycling of Melamine Formaldehyde Waste in Lightweight Concrete as Aggregate Replacement.* The 7th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC) Symposium, 27-30 July 2015, Nakhon Ratchasima, Thailand.

2.**เฉลิมชัย ไชยธงรัตน์** และ สมศักดิ์ ศิวดำรงพงศ์. *การรีไซเคิลเศษเมลามีนโดยใช้เป็นวัสดุมวลรวมในคอนกรีตมวลเบา*. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 29, 30 มิถุนายน – 2 กรกฎาคม 2558, จังหวัดนครราชสีมา

3.**ChalermchaiChaitongrat**, SomsakSiwadamrongpong, MetineeMahai, KrittiyaWonglane. *Thermal Properties of Recycled Materials from Waste Melamine Formed by Hot Molding Processes.* The 7th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC) Symposium, 4-6 March 2013, Bandung Indonesia.

4.**เฉลิมชัย ไชยธงรัตน์** ฐวิสณี ปัทมประดิษฐ์ และ สมศักดิ์ ศิวดำรงพงศ์. *ผลกระทบของความร้อนและเวลาต่อคุณสมบัติของพอลิคาร์บอเนตผสม*. วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา) ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม-มีนาคม 2555.

5.**ChalermchaiChaitongrat**, SomsakSiwadamrongpong. *Heat and Time Effect on Properties of Polycarbonate Composites.* The 2th TSME International Conference on Mechanical Engineering, 19-21 October 2011, Krabi Thailand.

6.ThawisaneePattamapradit, **ChalermchaiChaitongrat**, SomsakSiwadamrongpong. *Product Development Process Improvement by Using Finite Element Simulation*. The 2th TSME International Conference on Mechanical Engineering, 19-21 October 2011, Krabi Thailand.

7.ฐวิสณี ปัทมประดิษฐ์ **เฉลิมชัย ไชยธงรัตน์** และ สมศักดิ์ ศิวดำรงพงศ์. *การวิเคราะห์ความเสียหายชิ้นงานโพลีคาร์บอเนตโดยใช้แบบจำลองทางไฟไนต์เอลิเมนต์*. วิศวกรรมสาร มข. ปีที่ 38 ฉบับที่ 4 ประจำเดือนตุลาคม-ธันวาคม 2554.

งานวิจัยอยู่ระหว่างดำเนินการ การรีไซเคิลเศษเมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์โดยใช้เป็นวัสดุมวลรวมละเอียดในคอนกรีตมวลเบา (RECYCLING OF MELAMINE FORMALDEHYDE WASTE AS FINE AGGREGATE IN LIGHTWEIGHT CONCRETE)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบประวัติส่วนตัว

สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต สำนักวิชา
วิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง
จังหวัดนครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 0 4422 4411 โทรสาร 0 4422 4613

Sanepmaf_nok@hotmail.com
จันทร์จีรา อภิรักษ์เมธาวงศ์
Janjira Aphirakmethawong
84302 88015 40 3

การศึกษา/คุณวุฒิ

2554	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมการผลิต) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
2548	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนขัติยะวงษา จังหวัดร้อยเอ็ด
2544	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย

ตำแหน่งปัจจุบัน

นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต (ระดับปริญญาโท)
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติการฝึกงาน

2554	บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด (บางปะอิน) ตำแหน่ง ผู้ช่วยวิศวกร แผนก Solution Provider and Scrap Prevention (SP^2) หน้าที่ที่รับผิดชอบ หาสาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิต HSA และ HDD และหาวิธีแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

งานที่สนใจ

Process improvement

Material properties