

ปัจจุบันประเทศไทยสามารถผลิตและส่งออกยางธรรมชาติได้มากเป็นอันดับหนึ่งของโลก แต่การนำมาใช้งานภายในประเทศยังมีอยู่ค่อนข้างน้อย เนื่องมาจากขาดเทคโนโลยีที่ทันสมัย ขาดแคลนองค์ความรู้และเครื่องมืออุปกรณ์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค ทำให้เราต้องสูญเสียเม็ดเงินในการซื้อผลิตภัณฑ์ยางจากต่างประเทศเข้ามาใช้งานภายในประเทศไม่ว่าจะอยู่ในรูปของผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์ ถู่มือยาง หรือแม้แต่ถุงยางอนามัย ดังนั้นการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ในการทำให้ผลิตผลิตภัณฑ์ยางออกสู่ท้องตลาดให้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นจึงเป็นเป้าหมายสำคัญ โดยเฉพาะการพัฒนาเทคโนโลยีกระบวนการทำความร้อนในยางคอมพาวด์ที่สามารถทำให้ประหยัดเวลา ค่าใช้จ่าย รวมถึงช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ยางให้ดีขึ้น โดยปกติในการวัลคาไนซ์ยางที่มีความหนามาก ๆ จะต้องทำการอุ่นยางคอมพาวด์ก่อนโดยการใช้ไอน้ำหรืออากาศร้อน เพื่อไล่ความชื้น ป้องกันการเสียรูปและการเสียหายที่จะเกิดกับผลิตภัณฑ์ แต่การอุ่นยางคอมพาวด์ด้วยกระบวนการทำความร้อนด้วยวิธีดั้งเดิมเป็นการให้ความร้อนที่บริเวณผิวของผลิตภัณฑ์การที่ความร้อนจะถูกส่งถ่ายไปยังภายในยางคอมพาวด์ที่มีความหนามาก ๆ นั้นทำได้ค่อนข้างยากและเสียเวลามาก ด้วยเหตุนี้จึงได้นำเทคโนโลยีกระบวนการทำความร้อนด้วยไมโครเวฟมาประยุกต์ใช้ในการอุ่นยางธรรมชาติคอมพาวด์เพื่อลดระยะเวลาในการวัลคาไนซ์ยางธรรมชาติคอมพาวด์ นอกจากนี้ยังสามารถเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งในการกระตุ้นให้ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์หันมาพัฒนากระบวนการผลิตรวมถึงกระตุ้นให้มีการใช้ยางธรรมชาติกันมากขึ้น ช่วยลดปริมาณการนำเข้าจากต่างประเทศได้อีกทางหนึ่งด้วย พลังงานไมโครเวฟเป็นพลังงานสะอาด มีประสิทธิภาพทางความร้อนสูง และมีการกระจายความร้อนสม่ำเสมอ ส่งผลต่อความสม่ำเสมอของสมบัติชิ้นงานยางธรรมชาติคอมพาวด์

กระบวนการทำความร้อนด้วยไมโครเวฟถูกนำมาใช้ในกระบวนการทางอุตสาหกรรมเป็นเวลาหลายปีมาแล้ว เนื่องจากกระบวนการทำความร้อนด้วยไมโครเวฟนั้นสามารถตอบสนองต่อการแข่งขันทางอุตสาหกรรมแทนกระบวนการทำความร้อนด้วยวิธีดั้งเดิมได้เป็นอย่างดี ซึ่งข้อดีหลัก ๆ ของกระบวนการทำความร้อนด้วยไมโครเวฟคือ เวลาที่ใช้ในกระบวนการสั้น ประหยัด

พลังงาน และให้ผลผลิตที่มีคุณภาพสูง ทำให้ในหลาย ๆ อุตสาหกรรมได้มีการเปลี่ยนแปลงจากระบบดั้งเดิมที่มีอยู่มาใช้กระบวนการทำความร้อนด้วยไมโครเวฟ

ที่ผ่านมาได้มีการนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามาใช้เป็นแหล่งพลังงานในกระบวนการทำความร้อนเพื่อใช้แปรรูปวัสดุต่าง ๆ ในทางอุตสาหกรรม กระบวนการทำความร้อนแก่วัสดุด้วยไมโครเวฟเป็นอีกวิธีหนึ่งที่น่าสนใจและแตกต่างจากวิธีการให้ความร้อนแบบดั้งเดิมซึ่งให้ความร้อนจากภายนอกผ่านผิววัสดุ ในขณะที่กระบวนการทำความร้อนด้วยไมโครเวฟ คลื่นไมโครเวฟจะผ่านเข้าไปในวัสดุไดอิเล็กตริก หลังจากนั้นพลังงานของไมโครเวฟจะลดลงแล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนภายในวัสดุไดอิเล็กตริกแทน กระบวนการทำความร้อนด้วยไมโครเวฟนั้นดีกว่ากระบวนการทำความร้อนแบบดั้งเดิมซึ่งจะมีปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพของผลผลิตภัณฑ์เนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของการกระจายอุณหภูมิและความชื้นภายในผลิตภัณฑ์นั้น ปัจจุบันกระบวนการทำความร้อนด้วยไมโครเวฟได้ถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายในงานอุตสาหกรรมอาหาร นอกจากนี้ยังมีการใช้ในอุตสาหกรรมยางซึ่งวัดค่าในชั้กันอย่างกว้างขวาง เพราะสะดวก มีประสิทธิภาพสูง และคุ้มค่าในเรื่องพลังงานและเงิน เนื่องจากกระบวนการทำความร้อนด้วยไมโครเวฟทำให้เกิดความร้อนเชิงปริมาตรและเวลาในการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิสั้นกว่าระบบทั่วไป โดยความร้อนที่ไหลผ่านไปยังผิวของยางจะเคลื่อนที่เร็วกว่ามาก กระบวนการทำความร้อนด้วยไมโครเวฟสามารถให้ความร้อนแก่ยางสูงถึง 100 เท่า เร็วกว่าวิธีการให้ความร้อนแบบดั้งเดิมและลดเวลาในกระบวนการผลิตลงซึ่งมีความจำเป็นอย่างมากต่อการปรับปรุงความสามารถในการผลิต

มีงานวิจัยที่เกี่ยวกับข้อบกพร่องกับกระบวนการทำความร้อนวัสดุไดอิเล็กตริกด้วยไมโครเวฟมากมาย แต่งานวิจัยส่วนมากมุ่งเน้นผลจากการทดลองในเรื่องข้อได้เปรียบในการผลิตปริมาณความร้อนที่ดีกว่าวิธีทั่วไป (เช่น การใช้ลมร้อน) ซึ่งให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีกว่า ใช้ระยะเวลาสั้นกว่า สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมได้ แต่ไม่ได้อธิบายถึงพฤติกรรมขณะทำความร้อนด้วยไมโครเวฟว่าเป็นอย่างไร (เช่น พฤติกรรมความสัมพันธ์ระหว่างสนามไมโครเวฟกับวัสดุไดอิเล็กตริก) เนื่องจากพฤติกรรมที่เกิดขึ้นนั้นมีความซับซ้อนและต้องอาศัยองค์ความรู้หลายด้านในการวิเคราะห์ทำให้นักวิจัยส่วนมากหลีกเลี่ยงที่จะสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าว นอกจากนี้กระบวนการทำความร้อนด้วยไมโครเวฟที่นำมาใช้ในงานวิจัยส่วนใหญ่มักเป็นแบบสายพานลำเลียงหรือแบบที่ใช้ในครัวเรือน ซึ่งการวิเคราะห์พฤติกรรมการทำงานที่เกิดขึ้นภายในเตาอบนั้นทำได้ยากมาก มีกระบวนการซับซ้อนไม่เหมาะสำหรับการวิเคราะห์เชิงทฤษฎี

สำหรับระบบไมโครเวฟแบบท่อนำคลื่น จะเกิดคลื่นโหมดเดียวมีลักษณะเป็นระนาบ และตกกระทบลงบนผิวหน้าวัสดุ ดังนั้นพฤติกรรมจึงไม่ซับซ้อนเหมือนระบบไมโครเวฟชนิดที่เกิดคลื่นหลายโหมด ดังนั้นการวิเคราะห์เชิงทฤษฎีจึงอ้างอิงจากระบบไมโครเวฟลักษณะคลื่นโหมดเดียวเป็นหลัก

ในงานวิจัยนี้ศึกษาผลที่ได้จากการทดลองอุณหภูมิตามธรรมชาติคอมพิวเตอร์ด้วยระบบไมโครเวฟทั้งในรูปแบบการวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนและสมบัติทางเคมีของยางธรรมชาติคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นจะทำการวิเคราะห์พฤติกรรมทางการถ่ายเทความร้อนโดยใช้การวิเคราะห์เชิงทฤษฎีด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำการเปรียบเทียบกับการทดลองจริงจากระบบไมโครเวฟที่ออกแบบสร้างขึ้นมาเพื่อทำการวิจัยโดยเฉพาะ ทำให้การวิเคราะห์พลังงานไมโครเวฟลดความซับซ้อนลง สามารถใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในยางธรรมชาติคอมพิวเตอร์ภายใต้กระบวนการทำความร้อนด้วยไมโครเวฟได้

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยชิ้นนี้เพื่อศึกษาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นภายในยางธรรมชาติคอมพิวเตอร์ด้วยระบบไมโครเวฟโดยศึกษาทั้งการทดลองและในเชิงทฤษฎีโดยระบบไมโครเวฟแบบท่อนำคลื่นรูปทรงสี่เหลี่ยม (โครงสร้างเครื่องประกอบไปด้วยแมกนีตรอน 1 ตัว ที่ความถี่ 2.45 GHz สามารถปรับกำลังไมโครเวฟได้ 0-1,500 วัตต์ คลื่นที่เกิดขึ้นเป็นลักษณะคลื่นโหมดเดียว (single-mode) ชนิด TE_{10} mode) ซึ่งออกแบบให้เหมาะสมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนในวัสดุไดอิเล็กตริก นอกจากนี้ยังทำการศึกษาโครงสร้างทางเคมีของยางธรรมชาติคอมพิวเตอร์หลังผ่านกระบวนการอุ่นด้วยระบบไมโครเวฟอีกด้วย งานวิจัยนี้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ผลจากการวัดค่าสมบัติไดอิเล็กตริกของยางธรรมชาติคอมพิวเตอร์ที่เดิมและไม่เติมเขม่าดำ เพื่อเปรียบเทียบค่าสมบัติไดอิเล็กตริกที่ได้ หลังจากนั้นจะทำการทดลองอุณหภูมิตามธรรมชาติคอมพิวเตอร์ด้วยระบบไมโครเวฟ โดยใช้ท่อนำคลื่นรูปทรงสี่เหลี่ยม (TE_{10} : Mode) ภายใต้อิทธิพลของกำลังไมโครเวฟ ความหนา และส่วนประกอบของยางธรรมชาติคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะวิเคราะห์ผลทางกายภาพหรือพฤติกรรมพื้นฐานที่เกิดขึ้นในขณะทำการอุ่นยางธรรมชาติคอมพิวเตอร์ (เช่น อัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ การกระจายอุณหภูมิในทิศทางต่าง ๆ กัน เป็นต้น) สุดท้ายจะทำการวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีที่ได้จากการอุ่นยางธรรมชาติคอมพิวเตอร์ด้วยระบบไมโครเวฟ เพื่อดูการเกิดการเชื่อมโยงโครงสร้างโมเลกุลภายในยางธรรมชาติคอมพิวเตอร์

2. การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับกระบวนการทำความร้อน (ช่วงระยะเวลาสั้นถือว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารภายในยางธรรมชาติคอมพิวเตอร์) ด้วย

ไมโครเวฟเพื่อใช้อธิบายพฤติกรรมทางความร้อนและการดูดซับพลังงานในยางธรรมชาติคอมพาวด์และทำการวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบกับทดลองจริง

จากผลการวิเคราะห์ที่ได้จากงานวิจัยทั้ง 2 ส่วนที่กล่าวมาข้างต้น สามารถนำผลการวิเคราะห์มาสรุปรวบรวมได้ดังต่อไปนี้

6.1 สรุปสมบัติไดอิเล็กตริกของยางธรรมชาติคอมพาวด์

การใช้ไมโครเวฟในการอุ่นยางธรรมชาติคอมพาวด์ซึ่งเป็นวัสดุที่ไม่มีขั้วนั้นทำได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากวัสดุที่ไม่มีขั้วมีความสามารถในการดูดซับพลังงานไมโครเวฟได้น้อย นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการเปลี่ยนแปลงพลังงานที่ดูดซับเอาไว้ให้กลายเป็นความร้อนได้น้อยอีกด้วย จึงต้องมีการเติมเคมีด่างลงไปในยางธรรมชาติคอมพาวด์เพื่อพัฒนาสมบัติไดอิเล็กตริกให้แก่ยางธรรมชาติคอมพาวด์

จากงานวิจัยนี้พบว่า เมื่อทำการเติมเคมีด่างลงไปในยางธรรมชาติคอมพาวด์ สมบัติไดอิเล็กตริกของยางธรรมชาติคอมพาวด์ที่ได้มีค่าเพิ่มมากขึ้นกว่ายางธรรมชาติคอมพาวด์ที่ไม่เติมเคมีด่างมาก ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ดังนั้น การใช้ไมโครเวฟในการอุ่นยางธรรมชาติคอมพาวด์จึงจำเป็นต้องมีการเติมเคมีด่างลงไปในยางธรรมชาติคอมพาวด์ เพื่อช่วยเพิ่มสมบัติไดอิเล็กตริกให้แก่ยางธรรมชาติคอมพาวด์

6.2 สรุปสมบัติทางความร้อนในยางธรรมชาติคอมพาวด์

จากการทดลองและการวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการวิเคราะห์กระบวนการอุ่นยางธรรมชาติคอมพาวด์ด้วยระบบไมโครเวฟ แสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมสำคัญของยางธรรมชาติคอมพาวด์ภายใต้กระบวนการทำความร้อนด้วยไมโครเวฟหลายพฤติกรรมซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

กำลังไมโครเวฟที่ป้อนเข้า ความหนา และส่วนประกอบของยางธรรมชาติคอมพาวด์ มีอิทธิพลต่อรูปแบบการทำความร้อนที่เกิดขึ้นภายในชิ้นงานยางธรรมชาติคอมพาวด์ดังต่อไปนี้

ความหนาของชิ้นงานยางธรรมชาติคอมพาวด์มีผลต่อการกระจายอุณหภูมิของยางธรรมชาติคอมพาวด์เมื่อทำอุ่นด้วยไมโครเวฟ กล่าวคือยางธรรมชาติคอมพาวด์ที่มีขนาดบางมีการกระจายอุณหภูมิดีกว่ายางธรรมชาติคอมพาวด์หนาเนื่องจากเกิดพฤติกรรมการเกิดเรโซแนนซ์ของ

ไมโครเวฟในยางธรรมชาติคอมพาวด์ส่งผลให้ไมโครเวฟมีการสะท้อนไปข้างและย้อนกลับภายในชิ้นงาน นอกจากนี้ ยางธรรมชาติคอมพาวด์ที่มีขนาดบางยังมีปริมาตรที่น้อยกว่าดังนั้นก็จึงมีการถ่ายเทความร้อนน้อยกว่ายางธรรมชาติคอมพาวด์หนา

ความถี่ไมโครเวฟส่งผลโดยตรงต่อลักษณะการดูดกลืนพลังงานไมโครเวฟและการกระจายอุณหภูมิ เมื่อพิจารณาความถี่ต่ำที่ 1.5 GHz พบว่าพลังงานส่วนใหญ่ถูกส่งผ่านชิ้นงานยางธรรมชาติคอมพาวด์ไปทำให้แทบจะไม่เกิดปรากฏการณ์ทางความร้อนในชิ้นงานยางธรรมชาติคอมพาวด์เลย ซึ่งความถี่ต่ำจะมีความยาวคลื่นสูงและมีค่าความลึกทะลุทะลวงสูงขึ้นแต่มีการดูดกลืนพลังงานไมโครเวฟต่ำ แต่เมื่อใช้ความถี่ 2.45 GHz พบว่าเกิดความร้อนสูงบริเวณด้านล่างของชิ้นงานยางธรรมชาติคอมพาวด์ เนื่องจากความถี่ที่สูงขึ้นทำให้ค่าการดูดกลืนพลังงานไมโครเวฟในชิ้นงานยางธรรมชาติคอมพาวด์มีค่าสูงขึ้น แต่ชิ้นงานยางธรรมชาติคอมพาวด์ที่มีความถี่ดังกล่าวยังมีความยาวคลื่นสูงอยู่ ซึ่งพลังงานส่วนใหญ่ยังคงส่งผ่านชิ้นงานยางธรรมชาติคอมพาวด์ แต่พลังงานบางส่วนที่อยู่ภายในชิ้นงานยางธรรมชาติคอมพาวด์มีค่ามากพอที่จะทำให้เกิดพฤติกรรมทางความร้อนภายในชิ้นงานยางธรรมชาติคอมพาวด์ ซึ่งพฤติกรรมทางความร้อนจะขึ้นอยู่กับลักษณะการกำหนดของคลื่น และเมื่อใช้ความถี่ 5 GHz พบว่าชิ้นงานยางธรรมชาติคอมพาวด์จะมีอุณหภูมิที่บริเวณด้านบนสูงกว่าด้านล่างเนื่องจากความถี่ที่สูงขึ้นทำให้ค่าความลึกทะลุทะลวงลดลงจนกระทั่งมีค่าน้อยกว่าความหนาของชิ้นงานยางธรรมชาติคอมพาวด์ทำให้พฤติกรรมการดูดกลืนพลังงานไมโครเวฟเป็นไปตามกฎของแลมเบิร์ต

นอกจากนั้นสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ไมโครเวฟกับความหนาของชิ้นงานยางธรรมชาติคอมพาวด์ได้ว่า ไมโครเวฟความถี่ต่ำไม่เหมาะสมสำหรับชิ้นงานยางธรรมชาติคอมพาวด์ที่มีความหนามาก ในขณะที่ไมโครเวฟความถี่สูงเหมาะสำหรับชิ้นงานยางธรรมชาติคอมพาวด์ที่มีความหนาน้อย ๆ ดังนั้นควรเลือกความหนาของชิ้นงานยางธรรมชาติคอมพาวด์และความถี่ของไมโครเวฟให้เหมาะสมกัน

กำลังไมโครเวฟของไมโครเวฟที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อระยะเวลาของการอุ่นยางธรรมชาติคอมพาวด์และอุณหภูมิของยางธรรมชาติคอมพาวด์ กล่าวคือเมื่อเพิ่มกำลังไมโครเวฟระยะเวลาในการอุ่นยางธรรมชาติคอมพาวด์ก็จะลดลง เนื่องจาก ค่าการดูดซับพลังงานไมโครเวฟ (Q) เพิ่มขึ้นตามกำลังไมโครเวฟของไมโครเวฟที่เพิ่มขึ้น (จากสมการที่ 3.28) เมื่อค่า (Q) เพิ่มขึ้นชิ้นงานยางธรรมชาติก็สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนได้มากขึ้นเช่นเดียวกัน

การดูดซับพลังงานไมโครเวฟส่งผลโดยตรงต่อการผลิตพลังงานความร้อนในยางธรรมชาติคอมพาวด์ ถ้ามีการดูดซับพลังงานไมโครเวฟมาก จะทำให้เกิดการผลิตพลังงานความร้อนมากส่งผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของยางธรรมชาติคอมพาวด์

6.3 สรุปสมบัติทางเคมีในยางธรรมชาติคอมพาวด์

กำลังไมโครเวฟที่ป้อนเข้า ขนาดความหนา และส่วนประกอบของยางธรรมชาติคอมพาวด์ มีอิทธิพลต่อโครงสร้างทางเคมีภายในตัวอย่างยางธรรมชาติคอมพาวด์ดังต่อไปนี้

ผลจากกำลังไมโครเวฟที่ป้อนเข้า ความหนาของยางธรรมชาติคอมพาวด์ และยางธรรมชาติคอมพาวด์ที่เติมเขม่าดำหรือไม่เติมเขม่าดำไม่ส่งผลต่อปริมาณการเกิดการเชื่อมโยงโครงสร้างโมเลกุลของยางธรรมชาติคอมพาวด์ เนื่องจากการเกิดการเชื่อมโยงโครงสร้างโมเลกุลของยางธรรมชาติคอมพาวด์ได้รับอิทธิพลมาจากปริมาณกำมะถันที่เติมลงไปมากกว่า กล่าวคือถ้าในยางธรรมชาติคอมพาวด์มีปริมาณกำมะถันมากการเกิดการเชื่อมโยงก็จะมากตามไปด้วย แต่ทั้งนี้ปริมาณกำมะถันที่มากเกินไป (โดยทั่วไปกำหนดให้ไม่เกิน 2.5 phr) อาจทำให้เกิดการบวมขึ้นได้ส่งผลให้การเกิดการเชื่อมโยงลดลงได้ ดังนั้นในการช้อนยางธรรมชาติคอมพาวด์จึงควรเลือกปริมาณกำมะถันให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าการช้อนยางธรรมชาติคอมพาวด์โดยใช้ไมโครเวฟสามารถทำให้ยางธรรมชาติคอมพาวด์เกิดการเชื่อมโยงโครงสร้างได้บ้างบางส่วน ซึ่งเป็นผลดีต่อกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ยางเพราะจะช่วยลดระยะเวลาในการวัลคาไนซ์ลง

6.4 สรุปรวม

โครงการวิจัยครั้งนี้เป็นประโยชน์อย่างสูงในการช่วยพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตผลิตภัณฑ์ยาง นอกจากนี้ยังช่วยในการทำนายปรากฏการณ์การถ่ายเทความร้อนและลักษณะการกระจายอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในยางธรรมชาติคอมพาวด์ และเป็นแนวทางในการออกแบบสร้างอุปกรณ์ในทางปฏิบัติหรือในทางอุตสาหกรรมการผลิตยางธรรมชาติคอมพาวด์ต่อไป นอกจากนี้ผลงานวิจัยยังสามารถศึกษาต่อยอดเกี่ยวกับการวิเคราะห์เชิงทฤษฎีสำหรับการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการให้ความร้อนแก่ยางธรรมชาติคอมพาวด์ที่ระยะเวลานาน (การวัลคาไนซ์)

ไ ตั ไ น อ น า ค ต

ผลงานวิจัยที่ได้ตีพิมพ์เผยแพร่

1. นพวรรณ ดุงาม, ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช, และ วารุณี กลิ่นไกล, “การอุ่นยางธรรมชาติด้วยคลื่นไมโครเวฟ โดยใช้ระบบไมโครเวฟชนิดท่อนำคลื่นรูปทรงสี่เหลี่ยม (MODE: TE₁₀)” , การประชุมเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 20, นครราชสีมา, 18-20 ตุลาคม 2549, TSF10.
2. นพวรรณ ดุงาม, ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช, และ วารุณี กลิ่นไกล, “การอุ่นยางธรรมชาติด้วยคลื่นไมโครเวฟ โดยใช้ระบบไมโครเวฟชนิดท่อนำคลื่นรูปทรงสี่เหลี่ยม (MODE: TE₁₀)”, วารสารสงขลานครินทร์ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Accepted)
3. N., Doo-ngan, P., Rattanadecho, and W., Klinklai., “Experimental of Microwave Pre-Heating of Natural Rubber Compound Using A Rectangular Wave Guide (Mode: TE₁₀)”, J. Material Science and Engineering A. (Prepared to submit)
4. N., Doo-ngan, P., Rattanadecho, and W., Klinklai., “The Simulation of Microwave Pre-Heating of Natural Rubber Compound Using A Rectangular Wave Guide (Mode: TE₁₀) (Influence of Power, Frequency and Sample Size)”, ASME J. Heat Transfer. (Prepared to submit)

แนวทางการวิจัยในอนาคต

จากงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการอุ่นยางธรรมชาติคอมพาวด์ด้วยไมโครเวฟ พบประเด็นปัญหาที่น่าสนใจเพิ่มเติมมากมายในการวิจัยและสามารถเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยต่อไปในอนาคตดังต่อไปนี้

1. ทำการพัฒนาและดัดแปลงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่วิเคราะห์กระบวนการอุ่นยางธรรมชาติคอมพาวด์ด้วยไมโครเวฟที่มีอยู่เดิม เป็นการวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนที่ขึ้นอยู่กับสมบัติไดอิเล็กตริกของน้ำเนื่องจากมองว่าน้ำเป็นส่วนประกอบหลักของชิ้นงานยางธรรมชาติคอมพาวด์ที่นำมาใช้ในการทดลอง ซึ่งใช้ไม่ได้กับยางธรรมชาติคอมพาวด์ที่ถือว่าเป็นวัสดุพูนน้อยมาก (มีน้ำอยู่ภายในชิ้นงานยางธรรมชาติคอมพาวด์น้อยมาก) ดังนั้นความร้อนที่เกิดขึ้นจึงมาจากยางธรรมชาติคอมพาวด์เป็นหลัก นอกจากนี้ยังพบว่าสมบัติไดอิเล็กตริกของยางธรรมชาติคอมพาวด์ยังมีการเปลี่ยนตามอุณหภูมิอีกด้วยคือ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นสมบัติไดอิเล็กตริกของยางธรรมชาติคอมพาวด์ก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย
2. ทำการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์การทำความร้อนด้วยพลังงานไมโครเวฟแบบ 2 มิติที่มีอยู่เดิมเป็นแบบจำลองแบบ 3 มิติ
3. ทำการศึกษาสมบัติไดอิเล็กตริกของยางธรรมชาติคอมพาวด์เพิ่มเติม เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการศึกษาต่อไป
4. ทำการศึกษสมบัติเชิงกลและค่าความชื้น (%Moisture) ที่ลดลงของยางธรรมชาติคอมพาวด์หลังผ่านกระบวนการอุ่นด้วยไมโครเวฟเพิ่มเติม
5. ทำการศึกษหาช่วงระยะเวลา การใช้พลังงาน เพื่อปรับให้เหมาะสมกับค่าความชื้น (%Moisture) ของยางธรรมชาติคอมพาวด์หลังผ่านกระบวนการอุ่นด้วยไมโครเวฟ
6. ทำการศึกษเพิ่มเติมระบบไมโครเวฟที่เป็นคลื่นผสม (Multi-Mode)
7. ทำการศึกษเพิ่มเติมเกี่ยวกับการวิเคราะห์เชิงทฤษฎีสำหรับการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการให้ความร้อนแก่ยางธรรมชาติคอมพาวด์ที่ระยะเวลานาน (การวัลคาไนซ์)