บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 3

Proceedings of the 3rd RMUTP Conference of Engineering and Technology

การวิจัยและพัฒนาผลของอุณภูมิต่ำที่เกี่ยวข้องต่อการเร่งการแข็งตัว ของยางซิลิโคนเหลวชนิด RTV (Room Temperature Vulcanization)

Research and Development of Low Temperature Related to Accelerate the Curing RTV (Room Temperature Vulcanization) Liquid Silicone Rubber

จักรกฤษณ์ ยิ้มแฉ่ง [1] ดรณ์ สุทธิภิบาล [2]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีแม่พิมพ์เครื่องประดับ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร E-mail: jakkrit.y@rmutp.ac.th

[2]วิชาเอกออกแบบเครื่องประดับ คณะศิลปกรรมและสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

95 หมู่ที่ 2 ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300 E-mail: khundorn.s@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยฉบับนี้ได้กล่าวถึงการลดระยะเวลาการทำแม่พิมพ์ยางซิลิโคนใสโดยเร่งความแข็งด้วยอุณภูมิต่ำ เนื่องจากแม่พิมพ์ยางซิลิโคนใส สามารถเก็บรายละเอียดของชิ้นงานได้ดีและสามารถมองเห็นชิ้นงานด้านในได้แต่แม่พิมพ์ยางซิลิโคนใสใช้เวลาในการแข็งตัวนาน จึงได้ศึกษาและทำการทดลองนำเอาอุณหภูมิต่ำเข้ามาช่วยในการเร่งการแข็งตัวของซิลิโคนใสโดยกำหนดอุณหภูมิเป็น 3 อุณหภูมิ ประกอยด้วย 10,5,0 องศาเซลเซียล แต่ละอุณหภูมิแบ่งเป็น 3 ช่วงเวลา ประกอบด้วย 2,3,4 ชั่วโมง จึงทำการการทดลองขั้นต่อไป

จากการทดลองโครงการลดระยะเวลาการทำแม่พิมพ์ยางซิลิโคนใสโดยเร่งความแข็งด้วยอุณภูมิต่ำเพื่อหาอุณหภูมิและช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในการเร่งความแข็งพบว่าที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียล ช่วงระยะเวลา 3 ชั่วโมงมีค่าความแข็งใกล้เคียงกับตัวมาตรฐานและมีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดนั้นสามารถลดระยะเวลาการแข็งตัวของซิลิโคนใสได้ 6 ชั่วโมงและมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับชิ้นงานมาตรฐาน

คำสำคัญ: อุณหภูมิ,แม่พิมพ์ยาง,ซิลิโคน

Abstract

This study discusses the reduction of silicone rubber molding time by accelerating low hardness. Due to the silicone rubber mold. The car can store the details of the work well and can see the work inside, but the silicone rubber molding takes a long time to solidify. The temperature and cooling of the silicone were determined by temperature determination at 3 temperatures of 10.5.0 ° C. The temperature was divided into 3 periods. It consists of 2,3,4 hours.

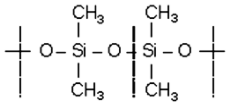
Experimental study to reduce the time of molding of silicone rubber by accelerating the hardness with low temperature to find the temperature and the appropriate time to accelerate the hardness.

At a temperature of 5 ° C for a period of 3 hours, the hardness is close to the standard and most suitable. The results show that the optimum temperature and time can reduce the duration of silicone solidification by 6 hours and are as effective as the standard ones.

Keywords: Temperature, rubber mold , silicone

1. บทนำ

ยางซิลิโคน (silicone rubber, Q)แกนสายโซ่หลัก (main chain) ของยางซิลิโคนประกอบด้วยไฮโดรคาร์บอนเหมือนยางชนิดอื่นๆ แต่จะประกอบด้วย อะตอมของซิลิกอน (Si) และออกซิเจน (O) ยางซิลิโคนมีหลายเกรดแต่เกรดที่ใช้กันมากที่สุดจะเป็นโพลิเมอร์ของ dimethyl siloxane



รูปที่ 1 โครงสร้างของยางซิลิโคน

ยางซิลิโคนเป็นยางที่มีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลต่ำ ส่วนใหญ่จะไม่อยู่ในรูปของแข็ง แต่จะอยู่ในรูปของเหลวที่มีความยืดหยุ่นสูงมาก และค่าความหนืดก็ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเพียงเล็กน้อย ยาง

ซิลิโคนจะมีสมบัติความยืดหยุ่นดีจำเป็นต้องทำการคงรูปโดยกระบวนการวัลคาไนซ์ด้วยเพอร์ออกไซด์

เนื่องจากความแข็งแรงของพันธะระหว่าง Si-O สูงกว่า C-C และไม่มีพันธะคู่อยู่ในโมเลกุล ยางซิลิโคนจึงทนต่อสภาพอากาศ โอโซน แสงแดด และความร้อนได้ดีกว่ายางที่เป็นพวกไฮโดรคาร์บอน ยางชนิดนี้จึงเป็นยางพิเศษที่สามารถใช้งานได้ในที่อุณหภูมิสูงๆมาก (และต่ำมากๆ) อย่างไรก็ตามยางซิลิโคนมีค่าความทนต่อแรงดึง (tensile strength) ความต้านทานต่อการขัดถู (abrasion resistance) และความทนต่อแรงกระแทก (impact resistance) ต่ำมาก ดังนั้นจึงต้องมีการเติมสารเติมแรง เช่น ซิลิกาเข้าช่วย ยางซิลิโคนมีความเป็นฉนวนที่ดีมาก มีอัตราการซึมผ่านของก๊าซและของเหลวสูง (ประมาณ 100 เท่าของยางบิวไทล์) แต่ว่ายางชนิดนี้ไม่ทนต่อกรดและด่าง สารเคมีจำพวกเอสเทอร์ คีโตน และอีเทอร์

ยางซิลิโคนเหลว (liquid silicone rubber ; LSR) คือ ยางซิลิโคนในรูปของเหลว ใส มีความหนืดต่ำ ประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งจะมีตัวเร่งแพลทินัลผสมอยู่ ส่วนที่สองจะมีเมทิลไฮโดรเจนไซลอกเซน (methylhydrogensiloxane) เป็นสารที่ทำให้ยางวัลคาไนซ์และมีแอลกอฮอล์เป็นตัวยับยั้งปฏิกิริยาเมื่อต้องการทำผลิตภัณฑ์ก็จะนำยางเหลวทั้งสองส่วนมาผสมกันในเครื่องฉีด (injection molding) เมื่อเกิดการผสมกันยางก็จะเกิดการเชื่อมโยงเป็นโครงสร้างตาข่าย 3 มิติ

กระบวนการอัดแม่พิมพ์ยางซิลิโคน (silicone rubber mold)

การทำยางซิลิโคนใส ถือเป็นวิธีการหนึ่งที่สำคัญในการทำแม่พิมพ์ยาง เพราะการทำยางซิลิโคนใส สามารถมองเห็นชิ้นงานด้านในแต่ยางซิลิโคนใสใช้ระยะเวลาในการแข็งตัวที่อุณหภูมิห้องนานพอสมควร จึงจำเป็นต้องศึกษาหาอุณหภูมิความเย็นมาเป็นตัวเร่ง เพื่อให้ยางซิลิโคนใสแข็งตัวได้เร็วขึ้น โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. เตรียมวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อม นำสำลีชุบน้ำแอลกอฮอล์ เช็ดทำความสะอาดกรอบสำหรับทำพิมพ์ยางให้สะอาดประกอบกรอบแม่พิมพ์ยางให้ได้ขนาดตามที่ต้องการโดยยึดแผ่นประกบทั้ง 4 มุม

2. เตรียมยางซิลิโคนใสและตัวเร่ง ไปตวงบนตาชั่ง ในอัตราส่วน 10 : 1 โดยใช้แก้วเป็นภาชนะในการใส่ซิลิโคนใสกับตัวเร่ง จากนั้นกวนยางซิลิโคนใสในแก้วให้เข้ากัน ประมาณ 3-5 นาที ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ในขั้นตอนนี้โดยการดูดอากาศ แล้วนำยางซิลิโคนใสที่เตรียมไว้มาเทลงในกรอบที่เตรียมเอาไว้จนหมด

รูปที่ 2 การนำยางซิลิโคนพักทิ้งไว้ในอุณหภูมิปกติ

หลักการพื้นฐานในการออกแบบการทดลองนี้ได้มุ่งเน้นการทำการทดลองซ้ำ ตามสภาวะข้อมูลจริงที่โรงงานใช้นั่นคือนำสภาวะการผลิตชิ้นงานตัวอย่างมาใช้ในการทดลองที่ผ่านมา ในสถานประกอบการได้มีการทำแม่พิมพ์ยางโดยใช้ยางซิลิโคนใส แต่ประสบกับปัญหาในเรื่องของข้อจำกัดของเวลาที่เร่งด่วนในการทำงานส่งลูกค้า เพื่อเป็นการไม่เสียเวลา ทางสถานประกอบการจึงหาวิธีการลดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน โดยการนำยางซิลิโคนใสแช่ในตู้เย็น เพื่อเป็นการเร่งให้ยางซิลิโคนใสมีการแข็งตัวเร็วขึ้น จากการทดลองที่อุณหภูมิปกติ 32°C จำนวน 5 ครั้ง ใช้เวลา 10 ชั่วโมง ทดสอบค่าความแข็งมาตรฐานได้ 43.9 ± 0.5 (Shore A) ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาหาอุณหภูมิความเย็นที่เหมาะสม เพื่อช่วยในการลดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาอุณหภูมิต่ำที่เหมาะสมต่อการเร่งการแข็งตัวของยางซิลิโคนเหลว

2.2 เพื่อลดเวลาในการผลิตแม่พิมพ์ยางซิลิโคนเหลว

3. การดำเนินงาน

3.1 วัสดุอุปกรณ์

1. เครื่องชั่งระบบตัวเลข 0-500 กรัม
2. เครื่องดูดอากาศ vacuum
3. กรอบเฟรมสำหรับอัดแม่พิมพ์ยาง
4. เครื่องทำความเย็น
5. นาฬิกาวัดหน่วยวัดค่าความแข็ง (Shore A)

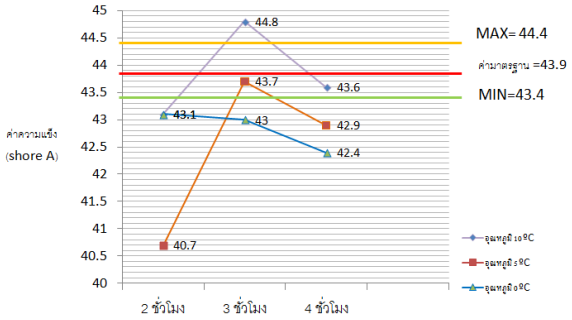
4. ผลการศึกษา

ภายหลังจากเก็บข้อมูล ได้มีการบันทึกค่าความแข็งของยางซิลิโคนใสของแต่ละการทดลอง ดังนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลโดยการหาค่าเฉลี่ยของค่าความแข็งของยางซิลิโคนใส จุดมุ่งหมายเพื่อหาค่าความแข็งของยางซิลิโคนใสที่ใช้ความเย็นเป็นตัวเร่งการแข็งตัวที่ใกล้เคียงกับค่าความแข็งของยางซิลิโคนใสที่แข็งตัวด้วยอุณหภูมิห้องปกติ และสรุปผลเพื่อหาอุณหภูมิที่ช่วยลดระยะเวลาในการทำงานได้มากที่สุดในการออกแบบตารางการเก็บข้อมูลการทดลองที่1อุณหภูมิ 10องศาเซลเซียล การทดลองที่2อุณหภูมิ5องศาเซลเซียล การทดลองที่3อุณหภูมิ0องศาเซลเซียล โดยกำหนดระยะเวลาในการเร่งการแข็งตัวด้วยอุณภูมิต่ำเป็น3ช่วงเวลาคือ2ชั่วโมง,3ชั่วโมง,4ชั่วโมง ในการทดลองแต่ละช่วงเวลา

ตารางที่ 1 แสดงการวัดค่าความแข็ง (Shore A)

อุณหภูมิสมมุติฐานที่กำหนด	เวลา/ครั้งที่	ค่าเฉลี่ยค่าความแข็ง (Shore A)
อุณหภูมิการอบยางที่ 10°C	2 ชั่วโมง	43.1
	3 ชั่วโมง	44.8
	4 ชั่วโมง	43.6
อุณหภูมิการอบยางที่ 5°C	2 ชั่วโมง	40.7
	3 ชั่วโมง	43.7
	4 ชั่วโมง	42.9
อุณหภูมิการอบยางที่ 0°C	2 ชั่วโมง	43.1
	3 ชั่วโมง	43.0
	4 ชั่วโมง	42.4

ตารางที่ 2 แสดงการวัดค่าความแข็งเฉลี่ย (Shore A)



ผลการทดลองเพื่อหาค่าเฉลี่ยจากการตรวจสอบค่าความแข็งของยางซิลิโคนใส เพื่อหาอุณหภูมิต่ำที่ยางซิลิโคนใสมีการแข็งตัวได้ดีและลดระยะเวลาในการทำงานได้จริงจากการทดลองการทำยางซิลิโคนใสพบว่าค่าความแข็งที่ใกล้เคียงกับค่าความแข็งมาตรฐานมากที่สุด อยู่ในช่วงอุณหภูมิต่ำที่ 10°C ระยะเวลาในการแข็งตัวที่ 4 ชั่วโมง มีค่าความแข็งเท่ากับ 43.6 (Shore A) และช่วงอุณหภูมิต่ำที่ 5°C ระยะเวลาในการแข็งตัว3ชั่งโมง มีค่าความแข็งเท่ากับ 43.7 (Shore A)

5. วิจารณ์และสรุปผล

จากการทดลองโครงการ การลดระยะเวลาการผลิตแม่พิมพ์ยางซิลิโคนใส โดยเร่งการแข็งตัวด้วยอุณหภูมิต่ำ จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิต่ำที่5°Cใช้ระยะเวลาในการแข็งตัว3ชั่วโมง มีค่าความแข็งเฉลี่ย 43.7 (Shore A) ที่ใกล้เคียงกับค่าความแข็งมาตรฐานมากที่สุด เพราะค่าความแข็งมาตรฐานอยู่ที่ 43.9 (Shore A) ใช้ระยะเลาในการแข็งตัว 10 ชั่วโมง จึงสรุปได้ว่า อุณหภูมิต่ำที่ 5°C ใช้ระยะเวลาในการแข็งตัว 3 ชั่วโมง รวมกับเวลาที่นำไปพักในอุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง คิดเป็น 40% และสามารถลดระยะเวลาในการแข็งตัวได้ถึง 6 ชั่วโมง คิดเป็น 60% จากการแข็งตัวของยางซิลิโคนใสที่อุณหภูมิห้องปกติ

จากการศึกษาหาอุณหภูมิที่เหมาะสม สำหรับการทำแม่พิมพ์ยางซิลิโคนใสรวมไปถึงการลดระยะเวลาในการทำแม่พิมพ์ยางซิลิโคนใสผลการทดลองตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ คืออุณหภูมิความเย็นสามารถช่วยในการเร่งการแข็งตัวของยางซิลิโคนใสได้ดี และสามารถลดระยะเวลาได้ถึง60%ของระยะเวลาที่ยางซิลิโคนใสแข็งตัวด้วยอุณหภูมิห้องปกติแต่ยางยังคงมีคุณสมบัติที่คงเดิมไม่เปลี่ยนแปลงได้ สามารถใช้งานได้จริง

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ ปี พ.ศ 2559 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และความร่วมมือจากบริษัทเครื่องเงินวัวลาย จังหวัดเชียงใหม่

7. เอกสารอ้างอิง

[1] ดร.พงษ์ธร แซ่อุย,2551 “ชนิดของยางและการใช้งาน” ,วารสารเพื่อการพัฒนาของอุตสาหกรรมยางไทย,ปีที่ 5, ฉบับที่ 2 หน้า 1-8

[2] ผศ.ดร.นิตยา รัตนโสมม,2551 “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียาง”, วารสารเพื่อการพัฒนาของอุตสาหกรรมยางไทย,ปีที่ 8, ฉบับที่ 2 หน้า 3-7

ประวัติผู้เขียนบทความ

จักรกฤษณ์ ยิ้มแจ่ง

Mr.jakkrit imchang

เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน

3130100488033

หน่วยงาน สาขาเทคโนโลยีแม่พิมพ์เครื่องประดับ คณะวิศกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร

E-mail: jakkrit.y@rmutp.ac.th

ประวัติการศึกษา

ปริญญาโท วศ.ม.(วิศวกรรมการจัดการอุตสากรรม) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปริญญาตรี คอ.บ.(วิศวกรรมอุตสาหการ) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลเทเวศร์

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ การผลิตเครื่องประดับในระบบอุตสาหกรรม

ว่าที่ร้อยตรี ดรณ์ สุทธิภิบาล

Acting Sub Lt. Dorn Sutthiphiban

เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน

3800100275491

ตำแหน่ง อาจารย์

หน่วยงาน วิชาเอกออกแบบเครื่องประดับ คณะศิลปกรรมและสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

95 หมู่ที่ 2 ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300

โทรศัพท์/โทรสาร 053-414250-3 มือถือ 086-6722334 อีเมล์ khundorn.s@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

2530 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) วิชาเอก ช่างโลหะรูปพรรณ วิทยาลัยศิลปหัตถกรรมนครศรีธรรมราช

2532 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) วิชาเอก ช่างโลหะรูปพรรณ วิทยาลัยศิลปหัตถกรรมนครศรีธรรมราช

2532 นักศึกษาวิชาทหารชั้นปีที่ 5 เหล่าทหารปืนใหญ่ กองทัพบก

2534 ศึกษาศาสตรบัณฑิต (ศษ.บ.) สาขาวิชา หัตถกรรม- เครื่องโลหะสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเพาะช่าง กรุงเทพฯ

2550 ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (ศษ.ม.) สาขาวิชา อาชีวศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ การผลิตเครื่องประดับในระบบอุตสาหกรรม