บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 3

Proceedings of the 3 rd RMUTP Conference of Engineering and Technology

การศึกษาเชิงทดลอง หาผลกระทบการสึกหรอของแม่พิมพ์เหล็กกล้าคาร์บอน ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยางคลอโรพลีน

A Study of Experimental on Corrosion Wear effect of the Carbon Steel Mold for Chloroprene rubber product

ธวัชชัย ชาติตำนาญ[1] และ จักรวัฒน์ เรืองแรงสกุล[2]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตเครื่องมือและแม่พิมพ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร E-mail: thawachchai.ch@rmutp.ac.th

[2]สาขาวิชาวิศวกรรมการบำรุงรักษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร E-mail: jakrawat.r@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

ในการสร้างแม่พิมพ์เพื่อมาผลิตผลิตภัณฑ์ยางคลอโรพรีน ด้วยวัสดุเหล็กกล้าคาร์บอน เมื่อเวลาผ่านไป ตัวแม่พิมพ์จะเกิดการสึกหรอ จากเดิมที่ได้สร้างไว้ ซึ่งในทางปฏิบัติ อุตสาหกรรมมักจะใช้การเคลือบผิว หรือ การเปลี่ยนวัสดุในการสร้างแม่พิมพ์ ซึ่งจะมีต้นทุนที่เพิ่มขึ้น ดังนั้น การวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาผลกระทบของการกัดกร่อนที่จะเกิดขึ้น เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของขนาดแม่พิมพ์ที่ใช้ในการทดลอง โดยอ้างอิงจากค่าพิกัดความเผื่อตอนสร้างแม่พิมพ์ ที่ 0.1 มิลลิเมตร และหลังจากการขึ้นรูปในสภาวะงานจริงของการทำชิ้นงานตัวอย่าง 2-3 สัปดาห์ และทำการวัดขนาดแม่พิมพ์อีกครั้ง ที่ค่าพิกัดความเผื่อน้อยลงอีก 10 เท่าคือ 0.01 มิลลิเมตร

จากการทดลองพบว่า การสึกหรอของแม่พิมพ์ที่ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอน ที่ขึ้นรูปด้วยยางคลอโรพรีน นั้นมีค่าที่น้อยมากเมื่ออ้างอิงจากค่าพิกัดความเผื่อโดยมีนัยยะที่ไม่ลดลง เมื่อ ขนาดชิ้นงานยางถูกกำกับด้วย ค่าพิกัดความเผื่อช่วง 10 ไมครอน ถึง 100 ไมครอน ดังนั้น การออกแบบชิ้นงานยางคลอโรพรีน เพื่อนำไปสร้างแม่พิมพ์ด้วยเหล็กกล้าคาร์บอน จะสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ โดยไม่ต้องเปลี่ยนวัสดุที่ทนการกัดกร่อน หรือ เพิ่มกระบวนการการเคลือบผิว ได้

คำสำคัญ: ยางคลอโรพลีน, การกัดกร่อน, อัตราการสึกหรอ, เหล็กกล้าคาร์บอน

Abstract

Molds manufacturing to produce chloroprene rubber product with carbon steel, over time the mold surface will wear. From the original. The practice in the industry often uses surface coatings (Hard chrome method) or change materials to create molds. Therefore, this research is to study the effect of corrosion or wear. To see the size of surface mold changed in the experiment. Based on a tolerance of 0.1 millimeters at the molding point and after molding in the actual work conditions of a 2-3 weeks sample and mold size measurement. At less than 10 times the permissible coordinate value is 0.01 millimeters.

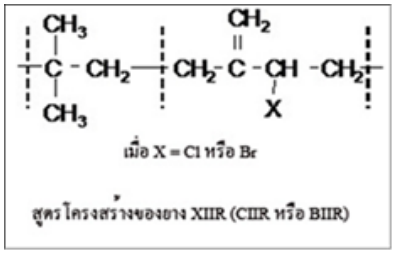
The experiment found that. The wear of carbon steel molds was formed with chloroprene rubber. It has a very small value when referenced to the tolerance coordinates, which is not significantly reduced when the rubber specimen size is determined. The allowance range is 10 μm to 100 μm. Therefore, the design of chloroprene rubber to make molds with carbon steel. It can help reduce production costs. Without replacing with corrosion-resistant materials or adding coatings.

Keywords: Chloroprene rubber, corrosion, wear rate, carbon steel

1. บทนำ

ยาง CR มีชื่อทางการค้าว่า นีโอพรีน เป็นยางที่สังเคราะห์จากมอนอเมอร์ของคลอโรพรีน มีโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 1 ยางชนิดนี้มีการตกผลึกได้ ทำให้มีความทนทานต่อแรงดึง ความทนต่อการฉีกขาดและความต้านทานต่อการขัดถูสูง ยางชนิดนี้แบ่งออกเป็น 2 เกรด คือเกรดทั่วไป G, W และ T ยางเกรดพิเศษ คือ AC AD AG และ FB ใช้ทำกาวยาง ยางใช้เคลือบ และวัสดุอุดรอยรั่ว เป็นต้น ยาง CR มีคุณสมบัติด้านการเหนียวติดดี มีการทนต่อแรงดึงและการฉีกขาดค่อนข้างสูง และเนื่องจากการมีคลอรีนอยู่ในโครงสร้างทำให้มีคุณสมบัติการดับไฟได้เอง (self-extinguish) การทนต่อสถาพอากาศ และความร้อน โอโซน และแสงแดดได้ดี ทนต่อการบวมพองในน้ำมันได้ปานกลางถึงดี ทนต่อกรดหรือด่างเจือจางได้ดีกว่ายางธรรมชาติและยาง SBR แต่จะไม่ทนต่อน้ำมันเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอน ฟอสเฟตเอสเทอร์ คีโตน อัลดีไฮด์ และตัวทำละลาย

ไฮโดรคาร์บอน ที่มีวงแหวนที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ การซึมผ่านของก๊าซต่ำกว่ายางธรรมชาติและยาง SBR แต่สูงกว่ายาง NBR และ ยาง IIR อุณหภูมิการใช้งานอยู่ระว่าง -40 ถึง 100 องศาเซลเซียส

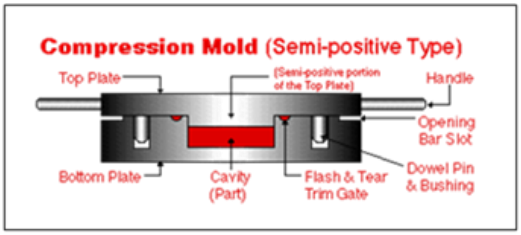


รูปที่ 1 สูตรโครงสร้างยางคลอโรพรีน [1]

เนื่องจากสมบัติการทนต่อการติดไฟ ทนต่อน้ำมัน สภาพอากาศ และโอโซน บางชนิดนี้จึงถูกนำมาใช้ในการผลิต ยางซีล ท่อยางเสริมแรง ยางพันลูกกลิ้ง สายพานลำเลียงในเหมืองแร่ สายพานรูปตัววี ยางกันกระแทก ยางบุพื้นรองเท้า ยางขอบหน้าต่าง ขอบหลังคา ยางรองคอสะพาน และยางปลอกสายเคเบิ้ล จากข้อมูล พบว่า ในการสร้างแม่พิมพ์เพื่อมาผลิตผลิตภัณฑ์ยางคลอโรพรีน ด้วยวัสดุเหล็กกล้าคาร์บอน เมื่อเวลาผ่านไปตัวแม่พิมพ์จะเกิดการสึกหรอ จากเดิมที่ได้สร้างไว้ ซึ่งในทางปฏิบัติอุตสาหกรรมมักจะใช้การเคลือบผิว หรือ การเปลี่ยนวัสดุในการสร้างแม่พิมพ์ ซึ่งจะมีต้นทุนที่เพิ่มขึ้น ดังนั้น การวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาผลกระทบของการกัดกร่อนที่จะเกิดขึ้น เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของขนาดแม่พิมพ์ที่ใช้ในการทดลอง โดยต้องศึกษากระบวนการอัดขึ้นรูปและเครื่องจักรที่ใช้ในการขึ้นรูปไปพร้อมกัน

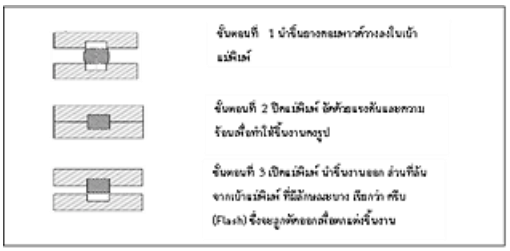
กระบวนการอัดขึ้นรูป (Compression Moulding)

การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยางด้วยวิธีการอัดนั้น เป็นกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่มีรูปร่างไม่ซับซ้อนมาก และแม่พิมพ์มีราคาไม่สูง โดยขนาดของแม่พิมพ์จะขึ้นกับชิ้นงานที่มีตั้งแต่ขนาดประมาณ 10 กรัม จนถึง 10 กิโลกรัม เครื่องจักรที่ใช้สำหรับอัดขึ้นรูปเป็นเครื่องอัดด้วยระบบไฮดรอลิก(Hydraulic)ซึ่งส่วนประกอบของแม่พิมพ์ แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ส่วนประกอบของแม่พิมพ์ยางแบบอัดขึ้นรูป [2]

กระบวนการอัดขึ้นรูปนั้นเริ่มจากนำชิ้นยางที่ยังไม่สุกหรือยางคอมพาวด์ใส่ลงไปในเบ้าของแม่พิมพ์ จากนั้นทำการปิดแม่พิมพ์ที่ใส่เข้าไปในเครื่องอัด เครื่องอัดจะใช้แรงดันกดปิดแม่พิมพ์จนสนิท โดยก่อนจะกดปิดแม่พิมพ์จะมีการกด-คลาย (Bumping) ก่อนเพื่อไล่อากาศออกให้เนื้อยางไหลได้เต็มเบ้า หลังจากได้รับความร้อนจากเครื่องอัดและใช้เวลาระยะหนึ่งจนยางสุกแล้ว แม่พิมพ์จะถูกเปิดออกและผู้ปฏิบัติงานสามารถหยิบชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ และทำความสะอาดแม่พิมพ์ จากนั้นแม่พิมพ์ก็จะพร้อมสำหรับการอัดขึ้นรูปในรอบต่อไป แสดงดังรูปที่ 3 ส่วนเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยางแสดงได้ดังรูปที่ 4



รูปที่ 3 ขั้นตอนการอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยาง [3]

รูปที่ 4 เครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยาง [4]

และ งานวิจัย G.E. BADEA, P. CRET , M. LOLEA.SETEL [5] ได้พูดถึงการกัดกร่อนในบรรยากาศ ขึ้นอยู่กับ ความชื้นในอากาศ อุณหภูมิ สภาพแวดล้อมที่สัมผัสอยู่ สภาพความเป็นกรดด่าง สภาพการนำไฟฟ้า เคมีมีผลต่อการกัดกร่อนบทความวิจัยของ มหาวิทยาลัย ปริสซ์ตัน [6] นำเสนอการวัดการกัดกร่อนได้ โดยการคำนวณทางไฟฟ้าเคมี สามารถวัดได้ทั้งเหล็กกล้าคาร์บอนและสแตนเลส

หลักการพื้นฐานในการออกแบบการทดลอง ในการทดลองนี้ได้มุ่งเน้นไปที่การทดลองซ้ำ ตามสภาวะข้อมูลจริงที่โรงงานใช้นั่นคือนำสภาวะการผลิตชิ้นงานตัวอย่างมาใช้ในการทดลองโดยตั้งสมมติฐานคือการไม่เคลือบผิวแม่พิมพ์หลังจากใช้ยางคลอโรพลีนขึ้นรูปในระยะเวลา 30 วัน ผิวของแม่พิมพ์จะไม่สึกกร่อน(วัดค่าจาก ขนาดแม่พิมพ์เป็น

ไมครอน) เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการเคลือบผิวแม่พิมพ์ เมื่อมีการนำแม่พิมพ์มาขึ้นรูปอย่างน้อย 2 ครั้ง แล้วเก็บแม่พิมพ์ ไว้ประมาณ 15-20 วัน

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาผลกระทบของอัตราการสึกหรอที่เกิดกับขนาดความเผื่อของขนาดแม่พิมพ์ที่ใช้ขึ้นรูปยางคลอโรพรีน

3. การดำเนินงาน

3.1 วัสดุอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์

1 เครื่องจักรในการผสมยางแบบเปิด ขนาด 16 นิ้ว
2 ตราชั่งดิจิตอลย่าน 0 – 5,000 กรัม
3 เครื่องจักรในการขึ้นรูปยาง 50 ตัน
4 เวอร์เนียวัดขนาด ความละเอียด 0.1 mm และ 0.01 mm

3.2 วิธีการศึกษา

วิธีการดำเนินการวิจัย

1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทบทวนวรรณกรรม
2 กำหนดแนวทางของการวิจัยทดลอง
3 สร้างแม่พิมพ์ต้นแบบในการขึ้นรูปชิ้นงานทดลอง
4 เตรียมวัสดุยางคลอโรพลีนเพื่อทำการขึ้นรูปทดลอง
5 ทำการทดลอง เก็บผลทดสอบและวิเคราะห์ผล
6 สรุปผลการทดสอบ
7 จัดพิมพ์รูปเล่มงานวิจัยและถ่ายทอดและเผยแพร่ผลงานวิจัย

4. ผลการศึกษา

จากผลการดำเนินงานตามแผนงาน พบว่าการดำเนินงานเป็นไปตามแผนงาน และภายใต้สภาวะที่ปกติในการขึ้นรูปชิ้นงานยาง ทำการขึ้นรูปชิ้นงาน ต่อเนื่องด้วยยางคลอโรพลีน 20 ชิ้นต่อเนื่อง ภายใต้พารามิเตอร์ของการขึ้นรูปยาง ที่ อุณหภูมิ 155 องศาเซลเซียส และ เวลา 240 วินาที จากนั้น ได้ทำการวัดทวนสอบขนาดแม่พิมพ์ขนาด 250x250x5 mm และชิ้นงานยางแผ่นทดสอบเพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างความสึกกร่อนที่เกิดขึ้นผ่านขนาดของแม่พิมพ์ และ ค่าพิกัดความเผื่อที่ระบุไว้ ดังแสดงในรูปที่ 5 และ ค่าพิกัดความเผื่อที่ตั้งไว้ละเอียดอีก10เท่า ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2

รูปที่ 5 แสดงแผ่นยางที่ขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์

ตารางที่ 1 แสดงการวัดขนาดแม่พิมพ์

การวัดขนาดม่พิมพ์			
จุดตำแหน่งของขนาดที่วัดค่า			
สมมติฐานที่กำหนด	กว้าง(mm)	ยาว(mm)	หนา(mm)
ก่อนขึ้นรูป (±0.1 mm)	255.1	255.1	5.0
หลังขึ้นรูป (±0.1 mm)	255.1	255.1	5.0
หลังขึ้นรูป (±0.01 mm)	255.08	255.08	5.01

ตารางที่ 2 แสดงการวัดขนาดชิ้นงานยาง

การวัดขนาดชิ้นงานยาง			
จุดตำแหน่งของขนาดที่วัดค่า			
สมมติฐานที่กำหนด	กว้าง(mm)	ยาว(mm)	หนา(mm)
หลังขึ้นรูป (±0.01 mm)	250.08	250.08	4.98

5. วิจารณ์และสรุปผล

จากการทดลองพบว่า การสึกหรอของแม่พิมพ์ที่ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอน ที่ขึ้นรูปด้วยยางคลอโรพรีน นั้นมีค่าที่น้อยมากเมื่ออ้างอิงจากค่าพิกัดความเผื่อโดยมีนัยยะที่ไม่ลดลง เมื่อ ขนาดชิ้นงานยางถูกกำกับด้วย ค่าพิกัดความเผื่อช่วง 10 ไมครอน ถึง 100 ไมครอน ดังนั้น การออกแบบชิ้นงานยางคลอโรพรีน เพื่อนำไปสร้างแม่พิมพ์ด้วยเหล็กกล้าคาร์บอน จะสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ โดยไม่ต้องเปลี่ยนวัสดุที่ทนการกัดกร่อน หรือ เพิ่มกระบวนการการเคลือบผิว ได้

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ ปี พ.ศ. 2560 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และความร่วมมือจากบริษัทวีเทคอีลาสโตรโปรดัก จำกัด

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Available from: http://www.rubbercenter.org, August 29, 2013

[2] Hawthorne Rubber Mfg. Corp. 2004. Information about Compression, Transfer, and Injection Moulding. Available from: http://www.hawthornerubber.com/index.html, August 1, 2015.

[3] Robinson Rubber Products Company, Inc. America, Inc. 2005. Designing with Rubber. Available from: http://www.robinsonrubber.com, July 28, 2015.

[4] Focus Technology Co., Ltd. Rubber Hydraulic press. Available from: http://nb-chap.en.made-in-china.com, 2015 July.

, August 30, 2015.

[5] BADEA GE, CRET P, LOLEA M, SETEL A. (2011). STUDY OF CARBON STEEL CORROSION IN ATMOSPHERE CONDITIONS. ACTA TECHNICA CORVINIENSIS BULLETIN OF ENGINEERING Tome 4, ISSN 2067-3809.

[6] Basics of Corrosion Measurements Application_Note_CORR-1. Available from: http://www.pricetonappliedresearch.com, Jan 4, 2016

ประวัติผู้เขียนบทความ

นายธวัชชัย ชาติตำนาญ

Mr. Thawachchai Chattamnan

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

หน่วยงาน สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตเครื่องมือและแม่พิมพ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 1381ถนนประชาราษฎร์ สาย 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800 โทรศัพท์ 02-836--3000 ต่อ 140 เบอร์โทรศัพท์ 0865068224

e-mail: thawachchai.ch@rmutp.ac.th

ประวัติการศึกษา

ปริญญาโท วศ.ม.(วิศวกรรมการผลิต) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปริญญาตรี วศ.บ.(วิศวกรรมการผลิต) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

งานวิจัยที่สนใจ

การจัดการอุตสาหกรรม โครงการ การวิเคราะห์โครงการเชิงเศรษฐศาสตร์

การใช้โปรแกรมช่วยออกแบบ และ โปรแกรมในเชิงวิศวกรรม (CAD/CAE)

การออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม การใช้สถิติในงานวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ และการออกแบบการสร้างต้นแบบเครื่องมือ อุปกรณ์ และเครื่องจักร

การศึกษาและวิจัย อุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ยาง การขึ้นรูปยาง

นายจักรวัฒน์ เรืองแรงสกุล

Mr. Jakrawat Ruengrangskul

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ พิเศษ

หน่วยงาน สาขาวิชาวิศวกรรมการบำรุงรักษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 1381ถนนประชาราษฎร์ สาย 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

โทรศัพท์ 02-836-3000 ต่อ 181 เบอร์โทรศัพท์ 0814415244

e-mail: jakrawat.r@rmutp.ac.th

ประวัติการศึกษา

ปริญญาโท วศ.ม.(วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปริญญาตรี วศ.บ.(วิศวกรรมอุตสาหการ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญญบุรี

ปริญญาตรี อส.บ.(เทคโนโลยีการผลิต) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

งานวิจัยที่สนใจ

การอำนวยการก่อสร้างงานโยธา ระบบสุขาภิบาล การติดตั้งเครื่องจักรกล ระบบไฟฟ้าและควบคุมแรงต่ำ ระบบนิวแมติคและไฮโดรลิก

การควบคุมงานเชื่อมโครงสร้างเหล็ก การติดตั้งระบบระบายอากาศและปรับ อากาศ

งานหล่อและฉีดอลูมิเนียมอัลลอย

การบำรุงรักษา ในอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ยาง การขึ้นรูปยาง