http://journal.rmutp.ac.th/

ศึกษาหาเปอร์เซ็นต์การหดตัวของพลาสติก อะคริโลไนไตรล์ บิวทาไดอีนสไตรีน โดยยึดตามมาตรฐาน ASTM D955 Standard Test Method

ประสงค์ ก้านแก้ว*

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

รับบทความ 11 พฤษภาคม 2561 ตอบรับบทความ 17 กรกฎาคม 2561

บทคัดย่อ

การหดตัว (Shrinkage) ของพลาสติก ขึ้นอยู่กับรูปร่างลักษณะของผลิตภัณฑ์และชนิดของพลาสติก ที่นำมาใช้ในการฉีด อุณหภูมิที่ใช้ในการหลอม ความเร็วฉีด การรักษาความดันฉีดย้ำ การหล่อเย็นแม่พิมพ์ สภาพแวดล้อมระหว่างฉีดที่แตกต่างกัน ส่งผลให้การหดตัวของพลาสติกแตกต่างกัน ทำให้ไม่ทราบค่าการหดตัวของพลาสติกที่แท้จริง ต้องทำงานแบบลองผิดลองถูก (Trial and Error) ผลิตภัณฑ์ที่ฉีดออกมาไม่ได้ขนาดตามแบบที่กำหนด การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การหดตัวของพลาสติก โดยยึดตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D955 จากพลาสติกที่มีโครงสร้างแบบไม่มีผลึก (Amorphous Thermoplastic) ชนิด อะคริโลไนไตรล์บิวทาไดอีนสไตรีน (Acrylonitrile Butadiene Styrene, ABS) ผลการทดลองพบว่า ชิ้นทดสอบรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 60x60x2 มิลลิเมตร วัดตามแนวตั้งฉากกับทิศทางการไหลหดตัวร้อยละ 0.86 วัดตามทิศทางการไหลหดตัวร้อยละ 0.59 และความหนาขยายตัวร้อยละ 20 ชิ้นทดสอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 12.7x127x3.2 มิลลิเมตร วัดตามแนวตั้งฉากกับทิศทางการไหล ขยายตัวร้อยละ 0.16 วัดตามทิศทางการไหลหดตัวร้อยละ 0.88 ความหนาขยายตัวร้อยละ 14.86 ชิ้นทดสอบรูปวงกลมขนาด Ø100x3.2 มิลลิเมตร วัดตามแนวตั้งฉากกับทิศทางการไหลหดตัวร้อยละ1.26 วัดตามทิศทางการไหลหดตัวร้อยละ 0.82 และความหนาขยายตัวร้อยละ 13.23

คำสำคัญ: เปอร์เซ็นต์การหดตัวของพลาสติก; อะคริโลไนไตรล์บิวทาไดอีนสไตรีน

** ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร: +668 6902 0262, ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: prasong.k@rmutp.ac.th*

http://journal.rmutp.ac.th/

A Study of Shrinkage Percentage Acrylonitrile Butadiene Styrene Based on the ASTM D955 Standard Test Method

Prasong Kankaew*

Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
1381 Pracharat 1 Road, Wong Sawang, Bang Sue, Bangkok, 10800

Received 11 May 2018 ; Accepted 17 July 2018

Abstract

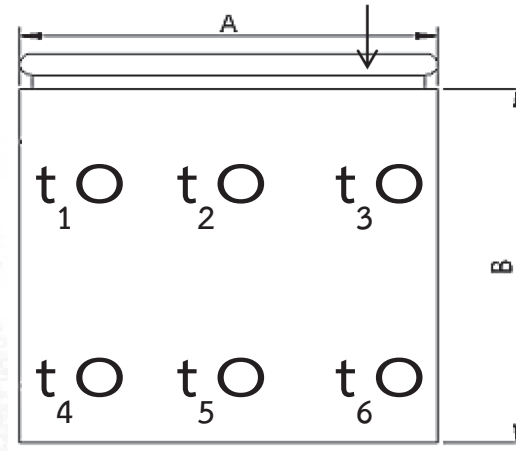
The shrinkage of plastic was caused by the shape of the product and the type of plastic used in the injection. The plastic shrinkage difference was resulted from the temperature used in melting, the injection speed, mold cooling and different injection surroundings. These led to unknown exact value of plastic shrinkage and the trial and error work has been done. As a result of trial and error work, the injection products were not in the determined size. This research aims to find the percentage of plastic shrinkage according to standard test ASTM D955 from (Amorphous Thermoplastic) (Acrylonitrile Butadiene Styrene, ABS). The findings showed that square specimen size 60x60x2 mm, measured from vertical perpendicular to flowing direction, the shrinkage was at 0.86%, the shrinkage was at 0.59% when measured from flowing direction and the thickness expanded at 20%. For the rectangular specimen size 12.7x127x3.2 mm, measured from vertical perpendicular to flowing direction, the expanding was at 0.16%, the shrinkage was at 0.88% when measured from flowing direction and the thickness expanded at 14.86%. The circular specimen size Ø100x3.2 mm, the shrinkage was at 1.26 when measured from vertical perpendicular to flowing direction, the shrinkage measured from flowing direction was at 0.82%, and the thickness expanded at 13.23%

Keywords: Shrinkage Percentage; Acrylonitrile Butadiene Styrene

** Corresponding Author. Tel.: +668 6902 0262, E-mail Address: Prasong.k@rmutp.ac.th*

1. บทนำ

แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์พลาสติก นำไปสู่ไทยแลนด์ 4.0 ส่วนหนึ่งคือ นาโนเทคโนโลยีพลาสติก ที่มีการคิดค้นและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีการใช้งานอย่างคุ้มค่า รวมถึงการฉีดชิ้นงานพลาสติกที่มีขนาดเล็กแต่ต้องการคุณภาพการใช้งานสูง (Micro Injection Technology) การออกแบบชิ้นงาน (Parts Design) ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ของเด็กเล่น การออกแบบผลิตภัณฑ์พลาสติก และการออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก เพื่อผลิต เป็นผลิตภัณฑ์ให้ได้ขนาดตรงตามแบบที่กำหนด การสร้างแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่มีความเที่ยงตรงสูง (High Precision) ต้องใช้เทคโนโลยี CAD/CAM/CAE สำหรับผู้สร้างแม่พิมพ์อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อสร้างภูมิคุ้มกันจากการผลิตด้วยตนเองภายในประเทศ ทดแทนการนำเข้าและ สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับประเทศไทยในอนาคต การหดตัว (Shrinkage) ของพลาสติก เริ่มจากพลาสติกหลอมที่ถูกฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์ เมื่อเย็นตัวลงจะแข็งตัวและหดตัว ดังนั้นผู้แบบออกแบบแม่พิมพ์ ฉีดพลาสติก จะต้องเพิ่มหรือลดค่าอัตราการหดตัว ของพลาสติก เพื่อให้ได้ขนาดของชิ้นงานที่ถูกต้อง ตามแบบที่กำหนด พลาสติกต่างชนิดกันจะมีอัตราการหดตัวที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถสอบถามหรือหารายละเอียดได้จากบริษัทผู้ผลิตเม็ดพลาสติก ค่าการหดตัวที่แสดงไว้ เป็นค่าที่ได้จากการทดลองของบริษัท ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด อัตราการหดตัวของพลาสติกเมื่อนำไปใช้ในฝ่ายผลิต ที่มีเงื่อนไขในการผลิตที่แตกต่างกันไป อัตราการหดตัวจะไม่เท่ากันเช่น อุณหภูมิของกระบอกฉีด อุณหภูมิของแม่พิมพ์ ลักษณะรูปร่างของชิ้นงาน สภาพแวดล้อมในการฉีด ภายในชิ้นงานเดียวกันอาจมีการหดตัวในแต่ละจุดไม่เท่ากัน ทั้งนี้เนื่องจากการหดตัวของพลาสติกตั้งฉากกับทิศทางการไหล จะแตกต่างกับ การหดตัวของพลาสติกตามทิศทางการไหล วัตถุประสงค์ของการทดลอง เพื่อหาค่าการหดตัวของพลาสติก ที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด รูปที่ 1 แสดงทิศทางการฉีดพลาสติกเข้าชิ้นทดสอบและ จุดวัดขนาดความหนาของชิ้นทดสอบ



รูปที่ 1 ทิศทางการไหลของพลาสติก

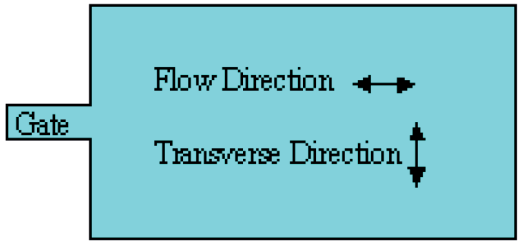
การที่จะทำให้ชิ้นงานฉีดพลาสติกได้ขนาดตามแบบที่กำหนดจำเป็นต้องเผื่อค่าอัตราการหดตัวของพลาสติก ลงในแบบงานหรือเผื่อค่าอัตราการหดตัวของพลาสติกลงในแม่พิมพ์ ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบจะเป็นผู้กำหนด จากการศึกษาเรื่อง เปรียบเทียบค่าอัตราการหดตัวของพลาสติก ที่กำหนดจากผู้ผลิต กับการฉีดชิ้นทดสอบมาตรฐาน ASTM D955 จากพลาสติกที่มีโครงสร้างแบบมีผลึก (Partial - Crystallinity) ชนิดพอลิโพรไพลีน (Polypropylene) ค่าการหดตัวจากผู้ผลิตร้อยละ 1- 2.5ประสงค์ ก้านแก้ว (2554) [1] ได้ฉีดชิ้นทดสอบขนาด 60x60 มิลลิเมตร หดตัวร้อยละ 1.65 ความหนา 2 มิลลิเมตร หดตัวร้อยละ -0.16 ชิ้นทดสอบขนาด 12.7x127 มิลลิเมตร หดตัวร้อยละ 2.28 และร้อยละ 0.44 ความหนา 3.2 มิลลิเมตร หดตัวร้อยละ -0.01 ชิ้นทดสอบวงกลมขนาด Ø100 มิลลิเมตร หดตัวร้อยละ 2.17 ความหนา 3.2 มิลลิเมตร หดตัวร้อยละ -0.07 ผลการทดลองความหนาของชิ้นทดสอบทั้งสามขนาดไม่มีการหดตัว ประสงค์ ก้านแก้ว (2554) [2] ได้ทำการศึกษา HDPE ค่าการหดตัวของที่กำหนดจากผู้ผลิต ร้อยละ 2-4 มีค่าการหดตัว

มากกว่า PP ได้ผลการทดลอง ดังนี้ชิ้นงานขนาด 60x60 มิลลิเมตร หดตัวร้อยละ 2.57 ความหนา 2 มิลลิเมตร หดตัว ร้อยละ 3.6 ชิ้นงานวงกลมขนาด Ø100 มิลลิเมตร หดตัวร้อยละ 4.39 ความหนา 3.2 มิลลิเมตร หดตัวร้อยละ 2.56 ชิ้นงานขนาด12.7x127 มิลลิเมตร หดตัว ร้อยละ 2.91 ความหนา 3.2 มิลลิเมตร หดตัวร้อยละ 2.48 จากผลการทดลองพลาสติกสองชนิดมีค่าการหดตัวส่วนที่หนาแตกต่างกันและอาจจะยังไม่สามารถให้คำตอบที่ดีได้ ในเรื่องค่าอัตราการหดตัวของพลาสติกที่แตกต่าง ซึ่งในจุดนี้ควรต้องได้รับการทดลองในพลาสติกชนิดอื่น ๆ ต่อไป

แนวคิดของบทความนี้ เพื่อศึกษาหาเปอร์เซ็นต์การหดตัวของพลาสติก อะคริโลไนไตรล์บิวทาไดอีนสไตรีน ตามชิ้นทดสอบมาตรฐาน ASTM D955 และนำผลการทดลองไปใช้ในการ ออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกหรือ ออกแบบผลิตภัณฑ์พลาสติกให้ได้ขนาดตามแบบที่กำหนด ไม่ต้องทำงานแบบลองผิดลองถูก

2. ระเบียบวิธีวิจัย

ตามชิ้นทดสอบมาตรฐาน ASTM D955 ได้กำหนดชิ้นทดสอบ เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 12.7X127X3.2 มิลลิเมตร สี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 60X60X2 มิลลิเมตร และวงกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร หนา 3.2 มิลลิเมตร [3] ชิ้นทดสอบทั้งสามชิ้นอยู่ในแม่พิมพ์เดียวกัน ฉีดพลาสติกตามทางเข้าและวัดค่าการหดตัวตามทิศทางการไหลและตั้งฉากทิศกับทางการไหลของพลาสติกแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ทิศทางการไหลของพลาสติก

ค่าการหดตัวของพลาสติกตามทิศทางการไหลสามารถคำนวณได้จาก [3]

$$F_{low} = 100*(L_M - L_S) / L_M \quad (1)$$

L_M คือ ความยาวในแนวตัดของเบ้าแม่พิมพ์
L_S คือ ความยาวในแนวตัดของชิ้นทดสอบที่เย็นตัว

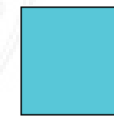
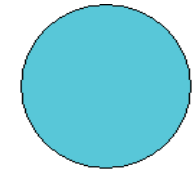
ค่าการหดตัวของพลาสติกตั้งฉากกับทิศทางการไหล สามารถคำนวณได้จาก

$$T_{ransverse} = 100 * (W_M - W_S) / W_M \quad (2)$$

W_M คือ ความกว้างในแนวตัดของเบ้าแม่พิมพ์
W_S คือ ความกว้างในแนวตัดของชิ้นทดสอบที่เย็นตัว

ชิ้นทดสอบมาตรฐานทั้งสามรูปแบบที่ใช้กำหนดค่าการหดตัวมีแบบที่ 1 แบบที่ 2 และแบบที่ 3 เปอร์เซ็นต์การหดตัวขึ้นอยู่กับทิศทางการไหลและความสัมพันธ์ระหว่างขนาดชิ้นทดสอบกับขนาดแม่พิมพ์แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชิ้นทดสอบ ASTM D955 [3]

ชนิดชิ้นทดสอบ	รูปทรง	ขนาดของชิ้นทดสอบ	การวัดการหดตัว
1	สี่เหลี่ยมจัตุรัส	60x60x2 มิลลิเมตร 	ตามทิศทางการไหลกับตั้งฉากทิศทางการไหล
2	สี่เหลี่ยมผืนผ้า	12.7x127x3.2 มิลลิเมตร	ตามทิศทางการไหลกับตั้งฉากทิศทางการไหล
3	วงกลม	Ø100 x 3.2 มิลลิเมตร 	ตามทิศทางการไหลกับตั้งฉากทิศทางการไหล

2.1 ขั้นตอนการวิจัย

ศึกษาสมบัติของพลาสติก อะคริโลไนไตรล์-บิวทาไดอีน-สไตรีน (Acrylonitrile-Butadiene-Styrene) มีชื่อย่อว่าเอบีเอส (ABS) ซึ่งเป็นเทอร์โมพลาสติกชนิดหนึ่ง ที่ถูกใช้งานเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์หลายชนิด

มีสมบัติดังนี้ พลาสติกทั่วไปจะมีลักษณะแข็งแต่เปราะแตกหักง่าย หรือถ้ามีลักษณะแข็งเหนียวก็จะมีลักษณะอ่อนนิ่มไม่อยู่ทรง แต่พลาสติก ABS แตกต่างจากพลาสติกทั่วไปเพราะเป็นพลาสติกที่มีความสมดุลทั้งในเรื่องความแข็งและความเหนียว สามารถคงสภาพรูปร่างได้ดี ทำให้มีสมบัติทนทานต่อแรงกระแทกได้ดี และยังทนต่อแรงเสียดสี ความร้อน สารเคมีได้ดีกว่าพลาสติกธรรมดาทั่วไป มีช่วงอุณหภูมิที่สามารถใช้งานได้กว้างตั้งแต่ -20 องศาเซลเซียสถึง 80 องศาเซลเซียส

โครงสร้างของพลาสติก ABS พลาสติก ABS ได้มาจากการทำปฏิกิริยาของโมโนเมอร์ 3 ชนิดคือ สไตรีน (Styrene), อะคริโลไนไตรล์ (Acrylonitrile) และบิวทาไดอีน (Butadiene) ซึ่งโมโนเมอร์ทั้ง 3 ชนิดล้วนส่งผลต่อสมบัติของพลาสติก ABS โดยอะคริโลไนโตรล์ช่วยให้ทนความร้อนและสารเคมี บิวทาไดอีนช่วยให้มีความทนทานต่อแรงกระทบกระแทก ส่วนสไตรีนช่วยให้เนื้อพลาสติกมีพื้นผิวเป็นมันเงาสวยงามและสามารถตัดแต่งรูปทรงได้ง่าย ผู้ผลิตพลาสติก ABS จึงสามารถปรับเปลี่ยนสัดส่วนของโมโนเมอร์ทั้ง 3 ชนิดเพื่อให้พลาสติก ABS ที่ผลิตมีสมบัติตามที่ต้องการ

การนำไปประยุกต์ใช้ ในอุตสาหกรรมรถยนต์พลาสติก ที่จะนำมาใช้จะต้องมีมาตรฐานและคุณภาพสูง โดยจะต้องคงสภาพรูปร่างได้ดีไม่โค้งงอหรือ บิดตัวเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีความเค้นหรือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปมามาก ซึ่งพลาสติก ABS มีสมบัติที่ทนต่อสภาพดังกล่าวได้สูงจึงเหมาะกับการใช้เป็นชิ้นส่วนในรถยนต์ ใช้ผลิตอุปกรณ์กีฬา, ท่อส่งก๊าซ, หมวกกันน็อค, โทรศัพท์มือถือ เป็นต้น สำหรับอุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าและ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ จะใช้พลาสติก ABS เป็นโครงสร้างภายนอกของเครื่องใช้ไฟฟ้า เนื่องจากมีความแข็งแรง ทนต่อการขีดข่วน เสียดสีเวลาใช้งาน และยังมีความสวยงาม สามารถทำความสะอาดได้ง่าย ลักษณะของเม็ดพลาสติก ABS มีลักษณะเป็นทรงกระบอก แสดงดังรูปที่ 3 สมบัติของพลาสติก ABS แสดงดังตารางที่ 2

รูปที่ 3 เม็ดพลาสติก ABS

ตารางที่ 2 สมบัติของพลาสติก [4]

ABS		
การไหลตัวที่ความหนา 1 มิลลิเมตร : 90 มิลลิเมตร		
ความหนาแน่นที่ 23°C	:	1.05 g/cm^3
อัตราการหดตัว	:	0.3 – 0.8 %
อุณหภูมิแม่พิมพ์	:	Min 60-Max 80°C
อุณหภูมิหลอมละลาย	:	Min 220-Max 280°C
อุณหภูมิปลดชิ้นงาน	:	75°C
อุณหภูมิแม่พิมพ์	:	60- 70°C
ค่านำความร้อนเฉลี่ย	:	0.08 mm^2/s

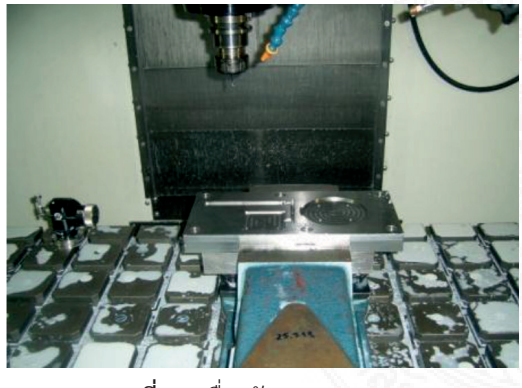
เครื่องที่ใช้ในการฉีดขึ้นรูปชิ้นทดสอบแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เครื่องฉีดพลาสติก

Jetmaster C Serise JM168-C/ES		
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสกรูฉีด	:	52 mm
ความเร็วรอบของสกรูฉีด	:	170 rpm
อัตราการฉีด	:	204 cm^3/s
ความดันฉีดจำเพาะ	:	1,470 kgf/cm^2
น้ำหนักของชิ้นงานที่สามารถฉีดได้	:	396.2 g
แรงกดที่หัวฉีด	:	6 tons
ความจุความร้อนของกระบอกฉีด	:	13.3 kW

การเตรียมเครื่องมือและวัสดุ

จากข้อมูลทั้งหมดนำมาออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก การขึ้นรูปแม่พิมพ์โดยนำเหล็กขนาด 320.2x150.2x30.2 มิลลิเมตร มาขึ้นรูปด้วยเครื่อง CNC Milling ให้ได้ขนาด 320x150x30 มิลลิเมตร พร้อมกับขึ้นรูปชิ้นทดสอบ ตามที่ออกแบบแสดงดังรูปที่ 4



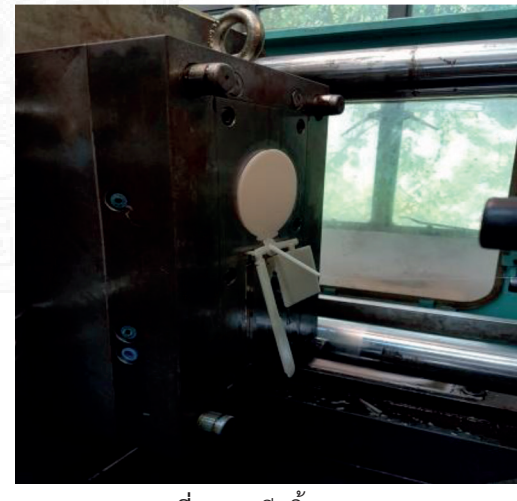
รูปที่ 4 เครื่องกัด CNC Milling

กรรมวิธีฉีดพลาสติก พลาสติกซึ่งเป็นเม็ดในกรวยเติม (Hopper) จะถูกเกลียวหนอนหมุนส่งไปยังด้านหน้าของกระบอกฉีด ซึ่งมีแผ่นความร้อนอยู่ จะทำให้พลาสติกหลอมเหลว หลังจากนั้นจะเคลื่อนเกลียวหนอนให้ดันพลาสติกผ่านหัวฉีดไปเข้าแม่พิมพ์ ซึ่งปิดอยู่ แม่พิมพ์หล่อเย็นอย่างดีจะทำให้ชิ้นงานเย็นและแข็งตัว สามารถถอดออกจากแบบได้ในระยะเวลาอันสั้น ซึ่งขณะที่พลาสติกแข็งตัวก่อนเปิดแม่พิมพ์จะทำการหมุนเกลียวหนอนพร้อมทั้งถอยหลังเพื่อหลอมพลาสติกไว้สำหรับการฉีดครั้งต่อไป [4] ลักษณะของเครื่องฉีดพลาสติกแสดงดังรูปที่ 5 การฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์แสดงดังรูปที่ 6

รูปที่ 5 เครื่องฉีดพลาสติก

ตารางที่ 4 ค่าพารามิเตอร์ในการฉีด

ค่าพารามิเตอร์ในการฉีด ABS	
อุณหภูมิในการหลอม	= 230°C
อุณหภูมิแม่พิมพ์	= 60°C
อุณหภูมิปลดชิ้นงาน	= 75°C
เวลาในการหล่อเย็น	= 12 s
ความหนาแน่นที่ 23°C	= 1.05 g/cm^3
ความดันฉีด	= 1,200 bar



รูปที่ 6 การฉีดชิ้นทดสอบ

การหดตัวของพลาสติก

1. การหดตัวครั้งแรก เป็นการหดตัวที่เกิดขึ้นในขณะที่พลาสติกหลอม ถูกทำให้เย็นตัวลงโดยระบบหล่อเย็นเรียกว่า การหดตัวในแม่พิมพ์ (Mold Shrinkage)

2. การหดตัวภายหลัง เป็นการหดตัวที่เกิดขึ้นภายหลังที่ชิ้นงานถูกดันปลดออกจากแม่พิมพ์ ซึ่งมีช่วงเวลาเกิดการหดตัวได้นาน 48 - 72 ชั่วโมง

ดังนั้นในการออกแบบชิ้นงานควรกำหนดค่าพิกัดความเผื่อให้กว้างหรือมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ในการออกแบบจะต้องพิจารณาถึงรอยเชื่อมต่อ และรอยเส้นทางการฉีดที่เกิดขึ้นบนผิวชิ้นงานด้วย ผนังชิ้นงานควรออกแบบให้หนาเท่ากัน มีรัศมี โค้งมน และมุมลาดเอียงที่เหมาะสม หลีกเลี่ยงชิ้นงานที่มีความหนาไม่สม่ำเสมอ เพราะอาจจะทำให้เกิดการบิดเบี้ยว การบิดงอและการแตกร้าว การยุบหรือรอยบุ๋ม การเกิดความเครียด (Strain) ในชิ้นงานเนื่องจากความหนาของผนังชิ้นงานที่แตกต่างกัน จะเป็นผลให้เกิดการหดตัวที่ไม่เท่ากัน

ความสำคัญการหดตัว

ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักอยู่ 3 ข้อ ได้แก่ [5]

1. ความดัน ฉีดแช่ การเพิ่มความดันในการฉีดแช่ให้สูงขึ้น จะทำให้การหดตัวลดลง

2. เวลาในการฉีด การเพิ่มเวลาในการฉีดนานขึ้นพลาสติกจะหดตัวน้อยลง แต่อย่างไรก็ตามย่อมมีข้อจำกัดคือ เมื่อเนื้อพลาสติกเต็มพิมพ์แล้วจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าการหดตัวได้อีก

3. อุณหภูมิแม่พิมพ์ การเพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์สูงขึ้น จะทำให้การหดตัวเพิ่มมากขึ้น แต่จะทำให้ชิ้นงานมีผิวที่สวย ถ้าหากใช้อุณหภูมิแม่พิมพ์ที่ต่ำ จะทำให้การหดตัวน้อยลง แต่อาจจะเกิดการหดตัวหลังการฉีด (Post Shrinkage) ได้เนื่องจากภายในชิ้นงานยังไม่เย็นตัว โดยเฉพาะชิ้นงานที่หนา การเตรียมชิ้นทดสอบ เพื่อวัดขนาดตามแบบที่กำหนดแสดงดังรูปที่ 7

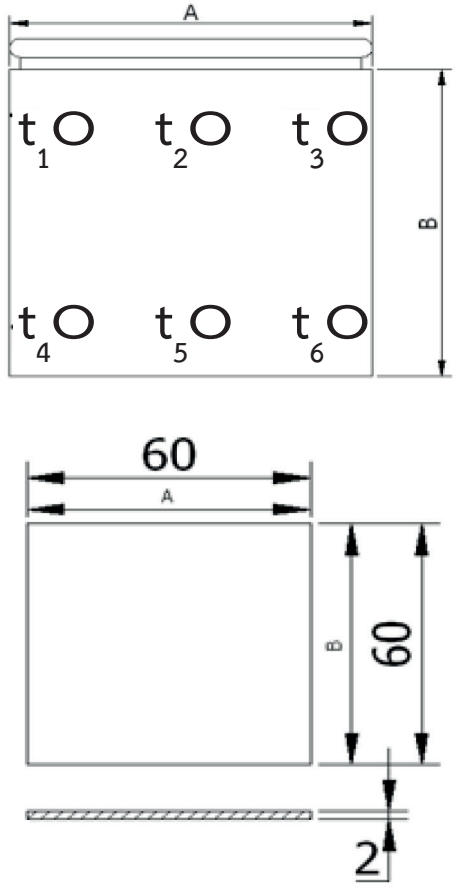
รูปที่ 7 ชิ้นทดสอบที่ได้จากการฉีด

นำชิ้นทดสอบที่ได้จากการฉีดพลาสติก ABS เพื่อวัดขนาดความหนาตามแบบที่กำหนดแสดงดังรูปที่ 8 [5]

รูปที่ 8 การวัดขนาดความหนาของชิ้นทดสอบ

2.2 การทดลอง

การวัดชิ้นทดสอบในสภาวะเดียวกันจำนวน 25 ชิ้น ในทิศตั้งฉากกับการไหลและตามทิศทางการไหลของพลาสติก แสดงดังรูปที่ 9, 10 และ 11



รูปที่ 9 ชิ้นทดสอบขนาด 60x60x2 มม.

ตำแหน่งการวัดชิ้นทดสอบชิ้นที่ 1 แสดงดังรูปที่ 9

ร้อยละการหดตัวของพลาสติกตั้งฉากกับทิศทางการไหล

$$100*(A - a) / A = \% \quad (3)$$

A = ขนาดของแม่พิมพ์

a = ขนาดของชิ้นงานเฉลี่ย

= 100*(60.12-59.76)/60.12

= 0.59%

ร้อยละการหดตัวของพลาสติกตามทิศทางการไหล

$$100*(B - b) / B = \% \quad (4)$$

B = ขนาดของแม่พิมพ์

b = ขนาดของชิ้นงานเฉลี่ย

= 100*(60.12 – 59.60)/60.12

= 0.86%

ร้อยละการหดตัวของพลาสติกส่วนที่หนา

$$100 * (T - t) / T = \% \quad (5)$$

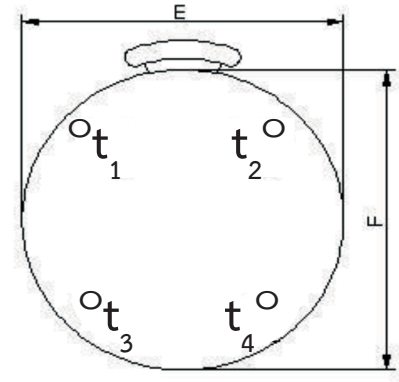
T = ขนาดของแม่พิมพ์

t = ขนาดของชิ้นงานเฉลี่ย

= 100 * (2.05 – 2.46) / 2.05

= -20.0%

ตำแหน่งการวัดชิ้นทดสอบชิ้นที่ 2 แสดงดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 ชิ้นทดสอบวงกลมโต Ø 100x3.2 มม.

ร้อยละการหดตัวของพลาสติกตั้งฉากกับทิศทางการไหล

$$100*(E - e) / E = \% \quad (6)$$

E = ขนาดของแม่พิมพ์

e = ขนาดของชิ้นงานเฉลี่ย

= 100*(100.05-99.22)/100.05

= 0.829%

ร้อยละการหดตัวของพลาสติกตามทิศทางการไหล

$$100*(F- f) / F = \% \quad (7)$$

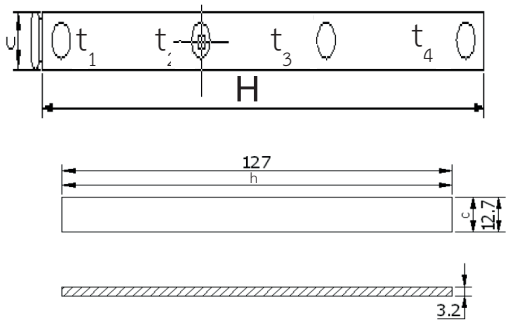
F = ขนาดของแม่พิมพ์
f = ขนาดของชิ้นงานเฉลี่ย
= 100*(100.05-98.78)/100.05
= 1.26%

ร้อยละการหดตัวของพลาสติกส่วนที่หนา

$$100*(T - t) / T = \% \quad (8)$$

T = ขนาดของแม่พิมพ์
t = ขนาดของชิ้นงานเฉลี่ย
= 100*(3.25-3.68) / 3.25
= -13.23 %

ตำแหน่งการวัดชิ้นทดสอบชิ้นที่ 3 แสดงดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 ชิ้นทดสอบขนาด 127x12.7x3.2 มม.

ร้อยละการหดตัวของพลาสติกตามทิศทางการไหล

$$100*(H - h) / H= \% \quad (9)$$

H = ขนาดของแม่พิมพ์
h = ขนาดของชิ้นงานเฉลี่ย
= 100*(127.23-126.10)/127.23
= 0.88%

ร้อยละการหดตัวของพลาสติกตั้งฉากทิศทางการไหล

$$100*(C - c) / C= \% \quad (10)$$

C = ขนาดของแม่พิมพ์
c = ขนาดของชิ้นงานเฉลี่ย
= 100*(12.70-12.72)/12.70
= - 0.16%

ร้อยละการหดตัวของพลาสติกส่วนที่หนา

$$100*(T - t) / T= \% \quad (11)$$

T = ขนาดของแม่พิมพ์
t = ขนาดของชิ้นงานเฉลี่ย
= 100*(3.256-3.74)/3.256
= -14.86%

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ค่าการหดตัวของเอบีเอส ที่ได้จากการฉีดชิ้นทดสอบมาตรฐาน ASTM D955 จำนวน 25 ชิ้น แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการศึกษาหาค่าการหดตัวของชิ้นทดสอบทั้งสามรูปแบบคิดเป็นร้อยละ

ขนาดชิ้นทดสอบ การหดตัว	ตามทิศทางการไหล	ตั้งฉาก	หนา
1. 60x60x2	0.86	0.59	-20.00
2. 12.7x127x3.2	-0.16	0.88	-14.86
3. Ø100x3.2	1.26	0.82	-13.23

จากตารางที่ 5 ชิ้นทดสอบที่มีรูปทรงต่างกันมีค่าการหดตัวที่ต่างกัน ทำให้เห็นได้ว่ารูปทรงของชิ้นทดสอบมีผลต่อการหดตัว ชิ้นทดสอบด้านที่มีความยาวจะหดตัวมากกว่าด้านกว้าง เนื่องจากมีเนื้อของ

พลาสติกด้านยาวหดตัวเข้ามา ความหนาของชิ้นทดสอบทั้งสามชิ้นมีการขยายตัวเพิ่มขึ้น มีเหตุผลหลายอย่าง เช่น มาจากเวลาในการฉีดแช่นาน ทำให้พลาสติกหดตัวน้อยลง หรืออาจจะเกิดการหดตัวหลังการฉีด (Post Shrinkage) ภายนอกแม่พิมพ์

ผลที่ได้จากการทดลองนำไปใช้ประโยชน์ในการออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก โดยการเพิ่มและลดค่าเปอร์เซ็นต์การหดตัวของพลาสติก ลงในแบบหรือแม่พิมพ์ เพื่อสร้างแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกให้ได้ขนาดของชิ้นงานตามแบบที่กำหนด

4. สรุป

สามารถดำเนินการฉีดชิ้นทดสอบและวัดค่าเปอร์เซ็นต์การหดตัว โดยเปรียบเทียบกับแม่พิมพ์ ชิ้นทดสอบทั้งสามรูปแบบ มีการหดตัวของพลาสติกด้านตั้งฉากกับทิศทางการไหล กับด้านตามทิศทางการไหลไม่แตกต่างจากค่าที่ผู้ผลิตกำหนด ขนาดความหนาของชิ้นทดสอบ มีการขยายตัวเพิ่มขึ้น มีหลายสาเหตุเช่น รูปทรงของชิ้นทดสอบและ เงื่อนไขการปฏิบัติงานฉีด ซึ่งต้องทำการศึกษาต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุน งบประมาณจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จากการศึกษาเรื่อง เปรียบเทียบค่าการหดตัว(Shrinkage) ของพลาสติก ที่กำหนดจากผู้ผลิต กับการฉีดชิ้นทดสอบมาตรฐาน ASTM D955 Standard Test Method โครงการวิจัยประจำปีงบประมาณพ.ศ. 2553 ระยะเวลาดำเนินงาน 1 ตุลาคม ถึง 30 กันยายน 2554 สถานที่ใช้ในการทดลอง คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตเครื่องมือและแม่พิมพ์ จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] P.kankaew, “ASTM D955 Standard Test Method The Study of shrinkage percentage HDPE based on the ASTM D955 Standard Test Method,” *RMUTP Research Journal,* Special Issue, pp. 642–651, Aug. 2011.

[2] P.kankaew, “A Study of shrinkage percentage Polypropylene based on the ASTM D955 Standard Test Method ,” in *Proceeding of 5th National Forum on Strategic Rajamangala University of Technology Phra Nakhon,* 2011, pp. 467–468.

[3] Germany, Bayer Engineering Thermoplastic. Processing Data for the Injection Moulder**.** 8th ed. Germany, 1998.

[4] R. J. Crawford, Plastic Engineering. 3rd ed. Oxford : Linacre House, Jordan Hill. 1998.

[5] A. B. Glanvill, The plastic Engineering’s Data Book, 3rd ed. Brightion : Machinery Publishing, 1974.