

ศึกษาการออกแบบทางวิ่งของพลาสติกโพลีอะซิทัล

Study the Designed Runner of Polyacetal

ประสงค์ ก้านแก้ว¹ สุพิชฌาย์ ตูนิลจินดา² และ ประพัฒน์พงศ์ แสงประจวบ³

^{1,2,3} สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตเครื่องมือและแม่พิมพ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800 E-mail: prasong.k@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

จากการออกแบบ และสร้างแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกเพื่อใช้ในการฉีดแกนหมุนใบพัดมอเตอร์น้ำ โดยใช้เม็ดพลาสติกโพลีอะซิทัล (Polyacetal) หลังจากนำแม่พิมพ์ไปทดลองฉีดชิ้นงาน พบว่า ทางวิ่ง (Runner) ของพลาสติกมีความยาวส่งผลให้ทางวิ่งโก่ง และชิ้นงานหลุดออกจากทางเข้า (Gate) ทำให้แขนกลหยิบชิ้นงานไม่ได้ จึงปรับแก้โดยการทำให้ระยะของทางวิ่งให้สั้นลง ได้ผลดังนี้ แขนกลหยิบชิ้นงานได้ดี ทางวิ่งแบบเดิมหนัก 16.383 กรัม แบบใหม่หนัก 8.86 กรัม น้ำหนักของทางวิ่งลดลงคิดเป็นร้อยละ 15.8 และ เวลาในหนึ่งรอบการทำงานของการฉีด (Cycle Time) แบบเดิมใช้เวลาในการฉีด 30 วินาที แบบใหม่ใช้เวลาในการฉีด 27 วินาที เวลาในการฉีดลดลงคิดเป็นร้อยละ 29

คำสำคัญ: ออกแบบระบบทางวิ่งของพลาสติก, โพลีอะซิทัล

Abstract

The plastic injection molds was designed and constructed for injection the pivot of water meter blade by using Polyacetal. After the specimen tryout injection mold, it was found that the plastic runner was long that caused the bent runner and the specimen was slipped off the gate. This made the robot arm couldn't pick up the specimen. By shortening the runner made the robot arm could pick up the specimen better than before. The former runner weights 16.383 gram but the weight of new one is 8.86 gram i.e. the weight of the runner was reduced at 15.8%. The former cycle time was 30 seconds but the new was 27 seconds. This meant that the reduction of the cycle time was 29 %

Keywords: Designed Runner, Polyacetal

1. บทนำ

เนื่องจากทางบริษัท ซี.พี. โมลด์ จำกัด ได้สร้างแม่พิมพ์เพื่อใช้ในการฉีดแกนหมุนใบพัดมอเตอร์น้ำส่งให้กับทางลูกค้า เมื่อลูกค้านำแม่พิมพ์ไปทดลองฉีดชิ้นงาน พบว่าเมื่อแม่พิมพ์ฉีดชิ้นงานแล้ว ระบบดันปลดชิ้นงานได้ดันชิ้นงานให้หลุดออกจากอินเสิร์ตคอร์ และได้ใช้แขนกลในการหยิบชิ้นงานออก แต่เนื่องจากการออกแบบทางวิ่งของพลาสติกมีความยาวและซับซ้อน จึงส่งผลให้ทางวิ่งโก่ง ในขณะที่ดันปลดและ ทางเข้าหลุดออกจากชิ้นงาน แขนกลไม่สามารถหยิบชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ได้ ทางลูกค้ามีความต้องการให้ชิ้นงานยังคงติดอยู่กับทางเข้า แขนกลจึงจะหยิบชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ได้ และต้องการปรับปรุงทางวิ่งของให้มีความยาวลดลง และไม่ซับซ้อน การทำงานสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ลดจำนวนการใช้เม็ดพลาสติกที่ไม่จำเป็นและลดเวลาในการฉีดชิ้นงานตามมาด้วย ผู้ศึกษาได้รวมแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารประกอบต่างๆที่เกี่ยวข้องมาทำการศึกษาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างทางวิ่งของแม่พิมพ์เพื่อแก้ไขปัญหาของการผลิตชิ้นงานที่เกิดขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวจึงได้ออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ฉีดแกนหมุนใบพัดมอเตอร์น้ำ เพื่อลดระยะทางวิ่งของพลาสติก

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อศึกษาการออกแบบทางวิ่งของพลาสติก
- 2.2 เพื่อสร้างทางวิ่งของพลาสติก

3. ขอบเขต

- 3.1 เป็นแม่พิมพ์ฉีดแบบ 2 แผ่น จำนวน 4 คาวิตี้ (Cavity)
- 3.2 ใช้เม็ดพลาสติก โพลีอะซิทัล (Polyacetal)

4. ประโยชน์ที่ได้รับ

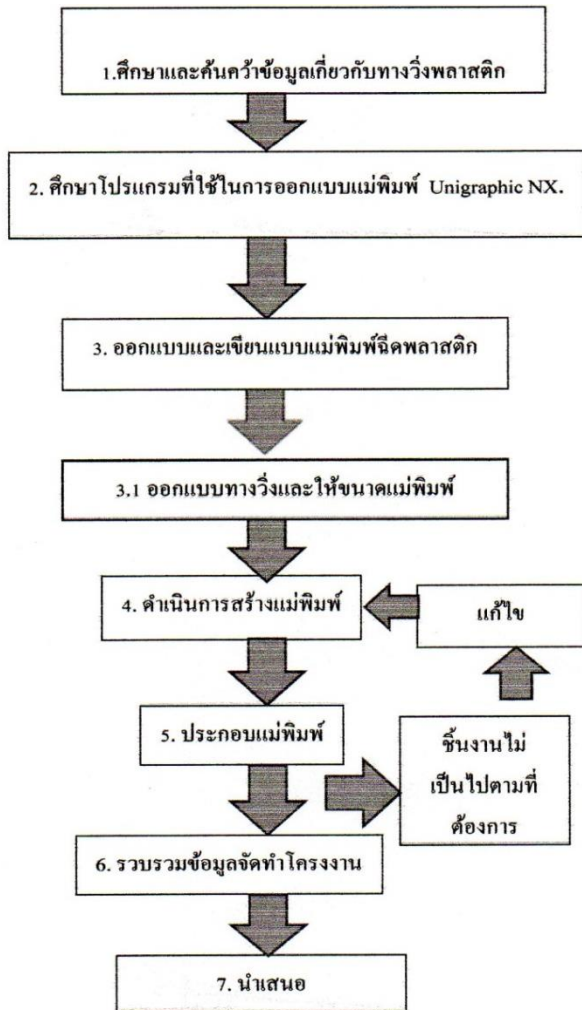
- 4.1 ลดระยะทางของทางวิ่ง (Runner)
- 4.1 ลดน้ำหนักของทางวิ่ง (Runner)
- 4.2 ลดเวลาหนึ่งรอบการผลิต (Cycle Time)

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 3

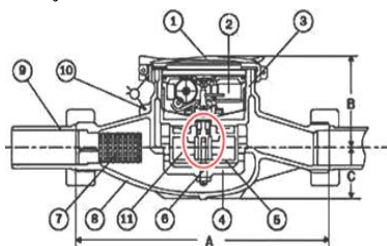
Proceedings of the 3rd RMUTP Conference of Engineering and Technology

5. ขั้นตอนการดำเนินงานแกนหมุนใบพัดมอเตอร์น้ำ ดังแสดงในรูปที่ 1



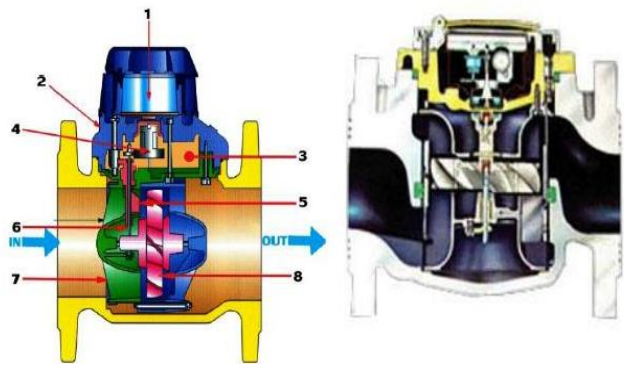
รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ส่วนประกอบต่างๆของมอเตอร์น้ำที่มีแกนหมุนใบพัดมอเตอร์อยู่
ด้านในดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ส่วนประกอบของมอเตอร์น้ำ

ลักษณะของแกนหมุนใบพัดมอเตอร์น้ำที่ทำจากโพลีอะซีทัล
(Polyacetal) ที่ใช้ในการศึกษาทดลองดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แกนหมุนใบพัดมอเตอร์น้ำ

5.1 โพลีอะซีทัล (Polyacetal)

เป็นพอลิเมอร์ประเภทเทอร์โมพลาสติกวิศวกรรม (Engineering Thermoplastic) สังเคราะห์ได้จากพอร์มัลดีไฮด์ ซึ่งอาจรู้จักกันในชื่ออื่นๆ ได้แก่ พอลิออกซิเมทิลีน (Polyoxymethylene, POM) หรือพอลิพอร์มัลดีไฮด์ สารชนิดนี้สามารถแบ่งออกเป็นสองชนิด คือ โฮโมพอลิเมอร์ และ โคพอลิเมอร์ สารดังกล่าวมีลักษณะที่แข็ง สีขาวนวลมันวาว มีค่าความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength) และค่าความแข็งดึง (Stiffness) ที่สูงมาก มีผิวลื่นเป็นมัน มีสปริง ทนต่อการเสียดสีได้ดี ทนต่อแรงกระแทกเมื่ออยู่ในอุณหภูมิห้อง มีความแข็งแรงสูง มีสมบัติการนำไฟฟ้าที่ดี มีการดูดซึมน้ำที่ต่ำ ทนต่อสารเคมี สามารถสัมผัสกับอาหารได้โดยไม่เกิดการละลายหรือปนเปื้อน นอกจากนี้ยังมีความยืดหยุ่นได้ดี ทั้งในที่อุณหภูมิสูงและต่ำ จึงทำให้มันสามารถคงสภาพของรูปทรงที่ดีซึ่งเป็นที่เด่นที่เป็นอย่างยิ่งที่จะนำมาทดแทนโลหะ เช่น อะลูมิเนียม ทองเหลือง สังกะสี เหล็ก ตัวอย่าง การนำไปใช้งาน ด้วยสมบัติดังกล่าว โพลีอะซีทัลจึงนิยมนำมาใช้ผลิตชิ้นส่วนที่ต้องการความแม่นยำสูง (Precision Part) ไม่ว่าจะเป็นชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ยานยนต์ เครื่องจักรกล หรือชิ้นส่วนในงานอุตสาหกรรมต่างๆที่มีการเคลื่อนไหว และเสียดทาน เช่น เฟือง ชิป ชิ้นส่วนของปั๊มวาล์ว ลูกกลิ้ง คาบูเรเตอร์ เกียร์ หัวสเปร์ย สปริง โช้ คลับลูกปืน หรือแม้แต่ส่วนประกอบของใบพัด เครื่องซักผ้า ซึ่งแต่เดิมมักจะทำจากโลหะที่มีข้อเสียน้ำหนักมาก เสี่ยงดัง ต้องหล่อด้วยน้ำมัน ก่อให้เกิดปัญหาการเปราะเปื้อนและสึกกร่อนง่าย นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในกระบวนการผลิตแบบฉีด แบบรีด

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 3

Proceedings of the 3rd RMUTP Conference of Engineering and Technology

หรือจะนำไปแปรรูปโดยใช้เครื่องกลึง ตัด เจาะ หรือเจียรไนก็ได้อีก[1]
ลักษณะทางกายภาพของโพลีเอซีทีที่ใช้ในการฉีดดั่งแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของโพลีเอซีที [2]

กรรมวิธีการผลิต	โดยการผลิต
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	380-470 องศาฟาเรนไฮด์
ค่าการหดตัวหลังการผลิต	0.020-0.025 นิ้ว/นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	1.42
ปริมาตร	19.5 ปอนด์/ลบ.นิ้ว
ทนแรงดึง	11000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	19000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงกระแทก	2 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนความร้อนโดยปกติ	185 องศาฟาเรนไฮด์
ความดูดซึมน้ำ	0.25 %
อัตราการเผาไหม้	ช้า
ทนกรด	ดี
ทนด่าง	พอใช้
ทนแสงแดด	พอใช้
ทนสารละลาย	ดีมาก

5.2 การออกแบบทางวิ่ง (Runner)

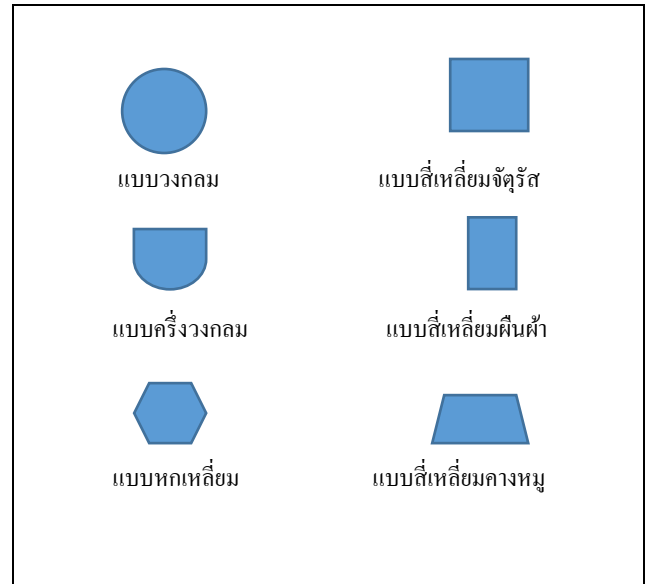
การออกแบบทางวิ่ง ด้วยเหตุผลของการประหยัดพลาสติก และจากสภาพการหล่อเย็น อัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อ ปริมาตร ความมีค่าน้อยๆ เห็นได้ชัดว่าขนาดของ ทางวิ่ง จะขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นงาน แบบของแม่พิมพ์ และชนิดของพลาสติกที่ฉีด ตามหลักทั่วไป เมื่อเพิ่มขนาดของชิ้นงานและความหนาของผนัง ก็ต้องเพิ่มขนาดหน้าตัดของทางวิ่งด้วย หน้าตัดที่ใหญ่ทำให้การฉีดเข้าสู่แม่พิมพ์ทำได้ดีขึ้น เพราะมีความต้านทานการไหลน้อย [3]

นอกจากนี้ การออกแบบระบบป้อนที่ประกอบด้วยปลอกฉีดทางวิ่ง และทางเข้าแล้วยังต้องทำอย่างประหยัดที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทางวิ่งจะมีผลต่อปริมาณเศษพลาสติกและเวลาในการฉีด ถ้าทำหน้าตัดขนาดใหญ่เกินไปจะเกิดรอยดำหนึ่ใหญ่ ไม่เหมาะกับขนาดของชิ้นงาน [4]

5.3 รูปร่างของทางวิ่ง (Runner)

รูปร่างหน้าตัดของทางวิ่งมีหลายแบบเช่นแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส แบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า แบบสี่เหลี่ยมคางหมู แบบหกเหลี่ยม แบบครึ่งวงกลม แต่ละแบบจะมีสมบัติแตกต่างกันไปซึ่ง จะมีผลต่อประสิทธิภาพการไหล

ของพลาสติกในแม่พิมพ์ ทางวิ่งแบบกลมจะให้ประสิทธิภาพในการไหลดีที่สุดแต่ขึ้นรูปยาก การออกแบบแม่พิมพ์เลือกใช้ทางวิ่งแบบสี่เหลี่ยมคางหมูเนื่องจากขึ้นรูปง่ายเสียเสียน้อย รูปร่างหน้าตัดของทางวิ่งแบบต่างๆดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ทางวิ่งแบบต่างๆ [5]

5.4 ขนาดของทางวิ่ง (Runner)

การกำหนดขนาดของทางวิ่งทำได้ไม่ง่ายนัก การคำนวณขนาดหน้าตัดของทางวิ่งจะขึ้นอยู่กับแรงดันที่ลดลง อัตราการไหล สมบัติของพลาสติก ความหนืด อุณหภูมิ และค่าคงที่บางอย่างของพลาสติก ต้องตั้งสมมุติฐานที่อาศัยประสบการณ์เป็นอย่างมาก การทดลองเพื่อยืนยันความถูกต้องของทฤษฎี ยังเป็นสิ่งที่จะต้องติดตามกันต่อไป ถึงแม้จะมีความก้าวหน้าไปมาก เมื่อได้มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิเคราะห์และหาสมมูลของทางวิ่ง แต่การออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยวิธีที่ทำกันมา ก็ยังคงต้องใช้ประสบการณ์ในการทำงาน [6] ในหนังสือเกี่ยวกับการออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก จะมีสูตรที่ใช้กำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของทางวิ่งคือ

$$D = S_{\max} + 1.5 \text{ มม.} \quad (1)$$

เมื่อ D = เส้นผ่านศูนย์กลางของทางวิ่ง เป็น มม.

S_{\max} = ความหนาสูงสุดของชิ้นงาน เป็น มม.

บทความวิจัย

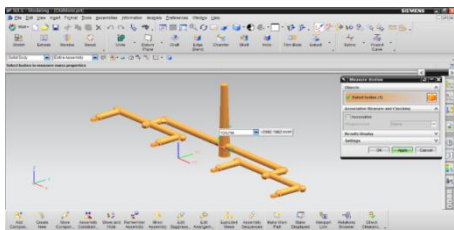
การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 3

Proceedings of the 3rd RMUTP Conference of Engineering and Technology

6. สรุป

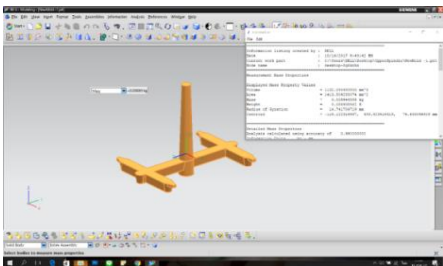
จากการชั่งน้ำหนักของทางวิ่งพลาสติกในแม่พิมพ์แบบเดิมด้วยโปรแกรมUnigraphics NX6 ได้ 16.383 กรัม และการชั่งน้ำหนักของทางวิ่งพลาสติกของแม่พิมพ์แบบใหม่ ได้ 8.86 กรัม น้ำหนักของทางวิ่งลดลงคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ 15.84 % แขนกลหีบขึ้นงานได้ดี

ลักษณะการออกแบบทางวิ่งพลาสติกแบบเดิมมีความยาวและสลับซับซ้อนดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ทางวิ่งแบบเดิม

ลักษณะทางวิ่งพลาสติกของแม่พิมพ์แบบใหม่มีระยะทางวิ่งสั้นลงดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ทางวิ่งแบบใหม่

เปรียบเทียบ เวลาในหนึ่งรอบการทำงานของการฉีดแกนหมุนใบพัดมอเตอร์น้ำแบบเดิม เท่ากับ 30 วินาที หลังการปรับปรุงระบบทางวิ่งของพลาสติกแบบใหม่ เวลาของหนึ่งรอบการทำงาน ลดลงจากเดิมเหลือ 27 วินาที คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ 29 %

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตเครื่องมือและแม่พิมพ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่สนับสนุนในด้านวิชาการและการเผยแพร่ บริษัท ซี.พี. โมลดีง จำกัด 151 ซ.เจริญสนิทวงศ์ 5 ถ.เจริญสนิทวงศ์ แขวงวัดท่าพระ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600 เป็นสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูล

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] โพลีอะซีทัล (Polyacetal). (2555). (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://thaipolychemicals.blogspot.com/2014/01/polyacetal.html>. [17 กุมภาพันธ์ 2561]
- [2] ไทยโพลีอะซีทัล จำกัด (2555). (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://factory.rayongz.com/30596/> [17 กุมภาพันธ์ 2561]
- [3] ชาลี ตระการกุล, (2546). การออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
- [4] R.G.W. PYE, **Injection mold design**, 1983. Third edition, The Pitman Press,
- [5] JOEL FRADOS, 1976. **Plastics Engineering Hand Book Fourth edition**, Van Nostrand Reinhold Company,
- [6] ประสงค์ ก้านแก้ว, 2560. วิศวกรรมการออกแบบแม่พิมพ์ฉีด. กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ประวัติผู้เขียนบทความ



ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายประสงค์ ก้านแก้ว

(ภาษาอังกฤษ) Mr.Prasong Kankaew

ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์

หน่วยงานที่อยู่ ที่สามารถติดต่อได้สะดวก

1381 ถ. ประชาราษฎร์สาย1 เขต วงศ์สว่าง แขวง บางซื่อ สาขา วิศวกรรมการผลิตเครื่องมือและแม่พิมพ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กทม. 10800

โทรศัพท์ : 02 - 8363000 ต่อ 4141

ประวัติการศึกษา

B.Eng (Bachelor of Science in Technical Ed ,1987)

Tech. Ed (Master of Science in Technical Ed, 2000)