



ยางโอริง (O-ring)

เรียบเรียงโดย ดารณี เจริญสุข
ศูนย์วิจัยเทคโนโลยียาง

ยางโอริง

เป็นยางที่มีลักษณะวงแหวน สำหรับอุดลงในช่องว่างเพื่อป้องกันการรั่วซึมในเครื่องใช้ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ สุขภัณฑ์ และเครื่องยนต์

ความเป็นมา

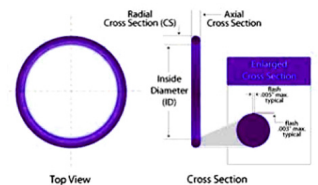
การผลิตยางโอริงในยุคแรกผลิตจากน้ำยางธรรมชาติ ต่อมาในปี ค.ศ. 1930 บริษัทดูปองต์ (DuPont) เป็นบริษัทแรกที่ได้พัฒนาการผลิตยางโอริงโดยใช้ยางสังเคราะห์ (ยางนีโอพรีน) หลังจากนั้นในปี ค.ศ. 1937 ยางโอริงได้รับการจดสิทธิบัตรของสหรัฐอเมริกา โดยมีผู้ประดิษฐ์คือ นายนิล คริสเตนเซน (Niels Christensen) ชาวเดนมาร์ก

ขนาดของโอริง

ขนาดของโอริงพิจารณาจากเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (O-ring inside diameter; ID) และความหนา (O-ring cross section; w) หรือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของโอริง เช่น โอริงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm หนา 2 mm เรียกว่า โอริงขนาด 20x2 mm

วัสดุที่ใช้ผลิตยางโอริง

1. ประเภทเทอร์โมเซต (thermoset) เช่น ยางบิวทาไดอีน ยางบิวไทล์ ยางคลอโรพรีนไฟเนต ยางฟลูออโรอีลาสโตเมอร์ ยางไนไตรล์
2. ประเภทเทอร์โมพลาสติก (thermoplastic) เช่น โพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (low density polyethylene; LDPE) โพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง (high density polyethylene; HDPE) โพลียูรีเทน โพลีอีเทอร์ โพลีเอสเตอร์



การแบ่งชนิดของยางโอริงตามลักษณะการใช้งาน

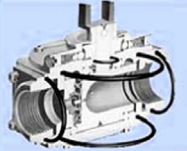
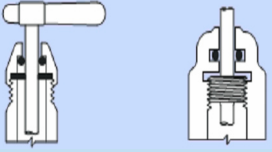
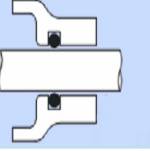
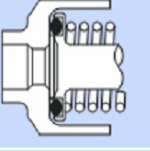

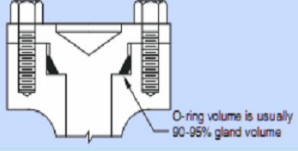
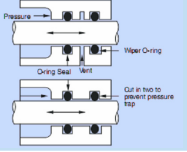
1. แบบสถิต (static seal) โอริงจะอยู่ระหว่างอุปกรณ์ 2 ชิ้นที่อยู่กับที่ การใช้งานลักษณะนี้ถ้าใช้ความดันสูงก็จะสามารถกันรั่วได้ 100%
2. แบบพลวัต (dynamic seal) โอริงจะมีการเคลื่อนที่ระหว่างแท่งโลหะ (shaft) กับตัวกระบอบอก (housing) การใช้งานลักษณะนี้สามารถที่จะกันรั่วได้จนถึงความดันของของเหลว 5,000 psi ตัวอย่างของโอริงชนิดนี้ เช่น reciprocating seal, oscillating shaft seals, rotating shaft seals
3. ซีลใช้งานเฉพาะด้าน เช่น valve seat seals, pneumatic or vacuum seals, crush seals โดยตัวอย่างการใช้งานของโอริงชนิดต่างๆ แสดงดังตารางที่ 1

การเลือกใช้ยางโอริง

ปัจจัยที่ต้องพิจารณา ได้แก่

1. ความแข็ง เช่น ถ้านำยางโอริงไปใช้งานในระบบลม (pneumatics) มีแรงดัน 7 บาร์ นิยมใช้ยางโอริงที่มีความแข็ง 70 Shore A ถ้านำยางโอริงไปใช้ในระบบไฮดรอลิก (hydraulic) ระบบที่มีความดันสูง นิยมใช้ยางโอริงที่มีความแข็ง 80-90 Shore A
2. อุณหภูมิที่จะนำยางโอริงมาใช้งาน แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการใช้งานโอริงชนิดต่างๆ

static seal	
oscillating seal	
rotary seal	
seat seal	
reciprocating seal	
crush installation	
wiper installation	

ตารางที่ 2 ตัวอย่างการเลือกใช้ยางในการผลิตโอริง

ยาง	เกรดทางการค้า	ความแข็ง (Shore A)	อุณหภูมิที่ใช้งาน (°C)	การประยุกต์ใช้งาน
ยางไนไตรล์ (Buna N)	N7	70	-40 ถึง 110	ทนต่อน้ำ แอลกอฮอล์ น้ำมันไฮดรอลิกได้ดี สำหรับเกรด N9 เหมาะกับการใช้งานที่ความดันสูง (high pressure static)
	N9	90		
ยางฟลูออโรคาร์บอน (Viton)	V7	75	-35 ถึง 205	ทนต่อสารเคมีดีกว่าอีลาสโตเมอร์ชนิดอื่น สำหรับเกรด V9 เหมาะกับการใช้งานที่ความดันสูง (high pressure static)
	V9	90		
ยางคลอโรพรีน (นีโอพรีน)	C7	70	-55 ถึง 140	ทนต่อน้ำมันไฮดรอลิกและสภาพอากาศ (โอโซน แสง ออกซิเจน) ปานกลาง ทนต่อสารทำความสะอาด (ฟร็อน แอมโมเนีย) และกรดอ่อนได้ดี
ยางเอทิลีนโพรพิลีน	E7	70	-55 ถึง 150	ทนต่อน้ำ ไขมัน กรด เบส ฟอสเฟต เอสเทอร์ และคีโตนได้ดี แต่ทนต่อน้ำมันไฮดรอลิกได้ต่ำ
ยางซิลิโคน	S7	70	-85 ถึง 230	การใช้งานจำกัดเฉพาะด้านสถิต (static) เหมาะสำหรับของไหล (fluid)

1. การเตรียมสูตรยาง

- ตัวอย่างสูตรผสมเคมียางในการผลิตโอริง/ซีล/ปะเก็น ทนน้ำมัน (ระบบการวัลคาไนซ์ด้วยกำมะถัน)

ตารางที่ 3 สูตรผสมเคมียาง

สูตรผสมเคมี	ปริมาณ (phr)	
	สูตร A	สูตร B
ยางไนไตรล์ (Perbunan 38 OT)*	100	100
เขม่าดำ (N990)	20	20
เขม่าดำ (N765)	50	50
DOP	20	20
ซิงก์ออกไซด์	5	5
กรดสเตียริก	3	3
กำมะถัน 80%	0.625	0.625
DTDM 80%**	1.8	-
Vultac-TB710-50%	-	3
MBS 75%**	1.8	-
CBS 80%	-	1.5
Vulcalent E	-	0.65

หมายเหตุ: * ชื่อทางการค้าของยางไนไตรล์ ผลิตโดยบริษัท EMAC

** ร้อยละของสารเคมีที่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา

ตารางที่ 4 สมบัติของซีลยางไนไตรล์ที่วัลคาไนซ์ตามสูตรผสมเคมีในตารางที่ 3

สมบัติ	สูตร A	สูตร B
10% โมดูลัส (MPa)	0.52	0.64
100% โมดูลัส (MPa)	1.71	1.93
200% โมดูลัส (MPa)	2.67	2.71
การยืดตัว ณ จุดขาด (%)	545	635
ความแข็ง (Shore A)	56	56
ความทนต่อการฉีกขาด (kN/m)	21	23
การเปลี่ยนแปลงหลังการแช่ในน้ำมัน		
IRM 903 ที่ 100°C เป็นเวลา 7 วัน		
- น้ำหนักเพิ่มขึ้น (%)**	3.2	4.2
- ความแข็งลดลง (Shore A)	9	2

จากตารางพบว่า ยางคอมพาวด์ที่มีการใช้ Vultac (สูตร B) ให้สมบัติเชิงกลทั้งค่าโมดูลัสและความทนต่อการฉีกขาดที่สูงกว่า ยางคอมพาวด์สูตร A นอกจากนี้การผลิตผลิตภัณฑ์ซีล/โอริง/ปะเก็น ที่มีความทนต่อน้ำมันควรพิจารณาจากน้ำหนักยางที่เพิ่มขึ้น หลังจากการแช่น้ำมัน IRM 903 เนื่องจากโอริงเหล่านี้สามารถจะบวมตัวได้มากเพื่ออุดช่องว่าง ทำให้ไม่เกิดการรั่วซึม

- ตัวอย่างสูตรผสมเคมียางในการผลิตโอริง/ซีล/ปะเก็น (ระบบการวัลคาไนซ์ด้วยเพอร์ออกไซด์)

ตารางที่ 5 สูตรผสมเคมียาง

สูตรผสมเคมี	ปริมาณ (phr)
ยางไนไตรล์ (Europrene N 3330)*	100
ซิงก์ออกไซด์	3
เขม่าดำ (N550 FEF)	30
เขม่าดำ (N762 SRF)	45
Vulkanok MB2	2
Annox HB	2
DOP	9
Dicup 40	4.5

หมายเหตุ: *ชื่อทางการค้าของยางไนไตรล์จากบริษัท Polimeri Europa

ตารางที่ 6 สมบัติของยางที่วัลคาไนซ์ตามสูตรผสมเคมีในตารางที่ 5

สมบัติ	ค่าที่วัดได้
วัลคาไนซ์ที่ 170°C เป็นเวลา 10 นาที	
- ความทนต่อแรงดึง (MPa)	18.5
- การยืดตัว ณ จุดขาด (%)	270
- ความแข็ง (Shore A)	70
- การเสียน้ำหนักหลังการแช่น้ำมันที่ 100°C เป็นเวลา 70 ชั่วโมง (%)	11
การเปลี่ยนแปลงหลังการบ่มแรงในน้ำมัน ASTM # 3 ที่ 125°C เป็นเวลา 70 ชั่วโมง	
- ความทนต่อแรงดึง (%)	-4
- การยืดตัว ณ จุดขาด (%)	1
- ความแข็ง (Shore A)	-11
- ปริมาตร (%)	7
การเปลี่ยนแปลงหลังการบ่มแรงในน้ำมัน ASTM # 2 ที่ 125°C เป็นเวลา 14 วัน	
- ความทนต่อแรงดึง (%)	8
- การยืดตัว ณ จุดขาด (%)	-13
- ความแข็ง (Shore A)	2.5
- ปริมาตร (%)	1
การเปลี่ยนแปลงหลังการบ่มแรงในน้ำมัน ASTM # 5 ที่ 125°C เป็นเวลา 70 ชั่วโมง	
- ความทนต่อแรงดึง (%)	4
- การยืดตัว ณ จุดขาด (%)	-2
- ความแข็ง (Shore A)	-2.4
- ปริมาตร (%)	-5.5

ตารางที่ 6 สมบัติของยางที่วัลคาไนซ์ตามสูตรผสมเคมีในตารางที่ 5 (ต่อ)

สมบัติ	ค่าที่วัดได้
การเปลี่ยนแปลงหลังการบ่มเร่งในน้ำมันเชื้อเพลิง Fuel A ที่ 23°C เป็นเวลา 70 ชั่วโมง - ความทนต่อแรงดึง (%) - การยืดตัว ณ จุดขาด (%) - ความแข็ง (Shore A) - ปริมาตร (%)	-2 -5 -7 0.5
การเปลี่ยนแปลงหลังการบ่มเร่งในน้ำมันเชื้อเพลิง Fuel B ที่ 23°C เป็นเวลา 70 ชั่วโมง - ความทนต่อแรงดึง (%) - การยืดตัว ณ จุดขาด (%) - ความแข็ง (Shore A) - ปริมาตร (%)	-15 -45 -35 26
การเปลี่ยนแปลงหลังการบ่มเร่งในน้ำ ที่ 100°C เป็นเวลา 70 ชั่วโมง - ความทนต่อแรงดึง (%) - การยืดตัว ณ จุดขาด (%) - ความแข็ง (Shore A) - ปริมาตร (%)	0 1 -8 4
การเปลี่ยนแปลงหลังการบ่มเร่งในของผสมระหว่างเอทิลีนไกลคอลกับน้ำ (50:50) ที่ 100°C เป็นเวลา 70 ชั่วโมง - ความทนต่อแรงดึง (%) - การยืดตัว ณ จุดขาด (%) - ความแข็ง (Shore A) - ปริมาตร (%)	-1 2 -11 3.5

2. ขั้นตอนการผลิต

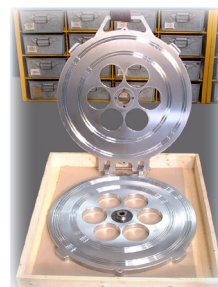
1. การผสม ผสมยางและสารเคมีให้เข้ากันด้วยเครื่องบดผสม

2. การขึ้นรูป มีหลายวิธีดังนี้

- 2.1 เตรียมยางให้เป็นแผ่นแล้วตัดให้เป็นวงแหวนด้วยด้าย (die) วิธีนี้ค่อนข้างช้า เนื่องจากจะต้องบดเพื่อทำแผ่นใหม่ (remill) ทุกครั้งก่อนการตัด
- 2.2 เตรียมยางให้เป็นแผ่นแล้วตัดยางให้เป็นแถบยาว นำยางแถบยาวมาตัดในแนวเฉียงทำมุม 45 องศา (bias cut) นำยางมาเชื่อมต่อกันเป็นวงแหวนด้วยกาว วิธีนี้ค่อนข้างง่าย แต่โอริงจะมีรอยต่อ โอริงลักษณะนี้เรียกว่า joined o-ring
- 2.3 เอ็กซ์ทรูดยางออกเป็นท่อแล้วตัดเป็นให้เป็นแผ่น วิธีนี้จะเร็วที่สุด
- 2.4 เอ็กซ์ทรูดยางออกเป็นแท่งแล้วต่อเป็นวงแหวน วิธีนี้จะทำให้บริเวณรอยต่อของโอริงเกิดการแยกได้ง่าย
- 2.5 ใช้แผ่นยางม้วนเป็นแกนตามความหนาที่ต้องการแล้วตัดเป็นวงแหวน วิธีนี้โอริงอาจเกิดการแยกชั้นถ้ายางมีความแข็ง
- 2.6 การขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ มีทั้งแม่พิมพ์แบบกดอัด (compression mold) โดยชนิดของแม่พิมพ์แบบกดอัดที่ใช้สำหรับผลิตโอริงมีแม่พิมพ์ 2 แบบ คือ แบบ single cavity และแบบ multiple cavity นอกจากนี้มีการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์แบบฉีด (injection mold)



แบบ single cavity

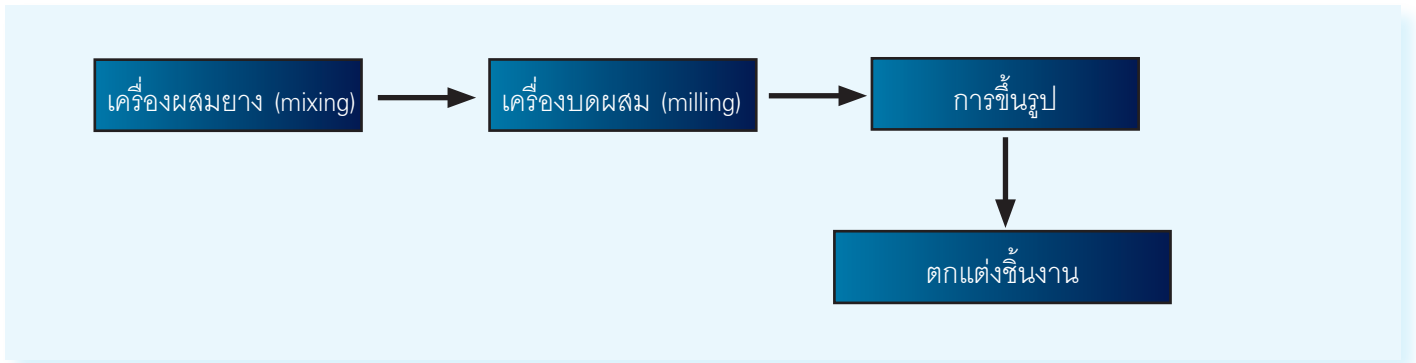


แบบ multiple cavity

รูปที่ 1 ตัวอย่างแม่พิมพ์แบบกดอัดที่ใช้ในการผลิตโอริง

3. การตกแต่งโอริง

เมื่อขึ้นรูปชิ้นงานแล้วจะต้องมีการตกแต่งชิ้นงานโดยการเอาครีบบาง (flash) ออก



รูปที่ 2 กระบวนการผลิตโอริง

มาตรฐานที่ใช้ทดสอบ

- ASTM D1414 - 94(2008) Standard Test Methods for Rubber O-Rings

เอกสารอ้างอิง

1. www.wikipedia.com
2. www.parker.com
3. www.transeals.com.au
4. www.specialchem4polymer.com
5. Ciullo, P.A. and Hewitt, N., "The rubber formulary" New York, 443-444, 1999.
6. บุญธรรม นิธิอุทัย, ชลดา เลวิส และอาชีพรักษ์ แกสมาน, "ผลิตภัณฑ์ยาง 1", มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 2540.

