

บทที่ 3

วิธีการทดลอง

3.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

- น้ำยางข้น	บริษัท เอ็น. วาย รับเบอร์ จำกัด	น้ำยางข้นชนิดแอมโมเนียสูง
- กำมะถัน	บริษัท อูทิสเอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด	ความบริสุทธิ์ขั้นต่ำร้อยละ 99.5
- ซิงค์ไดเอทิลไดไธโอคาร์บาเมต (ZDEC)	คาสเซิล เคมีคัล จำกัด	ความบริสุทธิ์ขั้นต่ำร้อยละ 99.4
- ซิงค์ออกไซด์	บริษัท อูทิสเอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด	ความบริสุทธิ์ขั้นต่ำร้อยละ 99.5
- 2,6 – ได – ที – บิวทิว – 4 – เมทิลฟีนิล (BHT)	โยชิโตมิ ไฟน์ เคมีคัล จำกัด	ความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.9
- เบนโทไนด์ เคลย์	บริษัท เซอร์นิค อินเทอร์เน็ตเนชั่นแนล จำกัด	
- โซเดียม แนฟธาไลน์ ฟอร์มาลดีไฮด์ ซัลโฟเนต (Anchoid)	คาสเซิล เคมีคัล จำกัด	
- แนฟธาไลน์	บริษัท เพาเวอร์เมคสัน จำกัด	ความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.6
- กรดอะซิติก	บริษัท เจ ที เบเกอร์	ความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.9
- แก๊สไนโตรเจน	บริษัท แพรกซ์แอร์ (ประเทศไทย) จำกัด	ความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.99
- แก๊สออกซิเจน	บริษัท แลร์ ลิควิด (ประเทศไทย) จำกัด	ความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.8
- น้ำกลั่น		

3.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 ชุดอุปกรณ์กวน

ชุดเครื่องมือที่ใช้ในการกวนผสมน้ำยาง กับสารเคมีประกอบด้วย

(1) มอเตอร์กวน

เป็นชนิดที่สามารถปรับความเร็วรอบได้

บริษัท Kika – Werk

รุ่น RW 20

(2) ใบกวนแบบใบพาย (Paddle)

ใช้ใบพายแบบ 2 แฉก ทำจากเทฟลอน

3.2.2 ชุดเครื่องแก้ว

ประกอบด้วยเครื่องแก้ว ที่ใช้งานตามปกติในห้องปฏิบัติการ

3.2.3 เครื่องชั่งน้ำหนัก

ในงานวิจัยนี้ ใช้เครื่องชั่งน้ำหนักทั้งชนิดหยาบ และชนิดละเอียดดังนี้

(1) เครื่องชั่งหยาบ

สามารถชั่งสารความละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 2 ในหน่วยกรัม ใช้ในการชั่งสารเคมีสำหรับผสมน้ำยาง เพื่อนำไปบดด้วยเครื่องบดลมิล

บริษัท Sartorius

รุ่น BP 3100 S

(2) เครื่องชั่งละเอียด

ใช้สำหรับชั่งน้ำยาง และสารเคมีต่างๆ ในการเตรียมเยื่อ และการวิเคราะห์อื่นๆ โดยสามารถชั่งสารได้ในหน่วยกรัม และมีความละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 4

บริษัท OHAUS

รุ่น AP 210 S

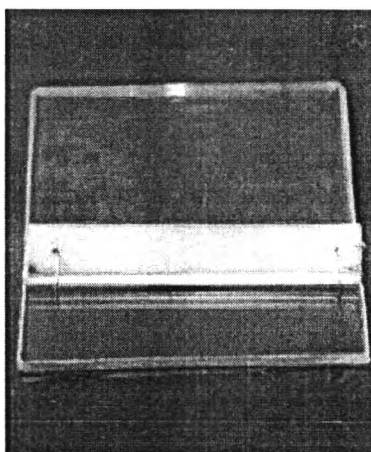
3.2.4 ชุดอุปกรณ์ทำแผ่นเยื่อ

(1) กระจกแผ่นเรียบ

เป็นกระจกใสแผ่นเรียบ ขนาดกว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 23 เซนติเมตร วิธีการใช้ คือ นำน้ำยางที่เตรียมได้ มาเทราดเพื่อทำการขึ้นรูปตัวอย่างเยื่อ สำหรับนำไปใช้ในการทดสอบสมบัติต่างๆ

(2) แท่งเหล็กเพื่อจำกัดความหนาของแผ่นเยื่อ

ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม ขนาดความยาวทั้งหมด 15 เซนติเมตร ที่ด้านหนึ่งมีช่องสูง 1 มิลลิเมตร ยาว 13 เซนติเมตร วิธีใช้งานคือ หลังจากเทน้ำยางลงบนกระจกที่เตรียมไว้ แล้วจึงใช้แท่งเหล็กนี้วางลงบนกระจก โดยหันด้านที่มีช่องทาบกับกระจก และลากแท่งเหล็กเกลี่ยน้ำยางบนกระจกให้ได้ความหนาสม่ำเสมอ



ภาพที่ 3.1 ชุดอุปกรณ์ทำแผ่นเยื่อ

3.2.5 ตู้อบความร้อนแห้ง (Hot air oven)

ใช้ในการอบน้ำยางผสมสารเคมีที่ผ่านการหล่อเรียบเรียบร้อยแล้ว

บริษัท BINDER

รุ่น ED

3.2.6 ครกบดแห้ง

ลักษณะคล้ายครกบดยา ทำจากเหล็ก สามารถตั้งเวลาในการบดได้ ใช้เฉพาะในการบดแร่ธาตุให้เป็นผงขนาดเล็ก ก่อนนำไปบดผสมน้ำอีกครั้งหนึ่ง

บริษัท Retsch

รุ่น RM 100

3.2.7 บอลมิล

เป็นเครื่องที่ใช้สำหรับบดอนุภาคสารเคมีให้เล็กลง มีลักษณะเป็นภาชนะบรรจุสารเคมีทรงกระบอกขนาด 5 ลิตร ภาชนะนี้วางนอนบนแกน 2 แกนที่หมุนด้วยความเร็วต่ำ ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของภาชนะเช่น ภาชนะขนาด 60 เซนติเมตร หมุนด้วยความเร็ว 30 รอบต่อนาที ภาชนะที่ใส่สารเคมีอาจจะเป็นกระเบื้องเคลือบ หรือเหล็กกล้าไร้สนิมก็ได้ ข้อสำคัญต้องไม่มีผลต่อสารเคมี หรือทำปฏิกิริยากับสารเคมี ภายในภาชนะใส่ลูกแก้ว กรวด ลูกหิน หรือลูกที่ทำจากกระเบื้องเคลือบ สำหรับอุตสาหกรรมภาชนะใส่สารเคมีนี้อาจมีขนาดใหญ่ถึง 100 – 300 ลิตร ในการใช้งานปริมาณสารเคมีผสมที่ใส่ในภาชนะที่เหมาะสม เพื่อให้เครื่องบดสารมีประสิทธิภาพที่ดี ควรจะใช้ไม่เกิน 2 ใน 3 ของภาชนะ^(7, 23)

3.2.8 เครื่องกลั่นน้ำ

ผลิตน้ำกลั่น เพื่อใช้ในการเตรียมสารเคมีผสมน้ำยา และ การเตรียมเยื่อ

บริษัท GFL

รุ่น D 3006

3.2.9 ไมโครมิเตอร์

ใช้วัดความหนาของแผ่นเยื่อที่เตรียมได้ สามารถวัดความละเอียดได้ถึง 1 ไมโครเมตร เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณ หาค่าสภาพให้แก๊สซึมได้ และค่าอื่นๆ

3.2.10 มาตรฐานอุณหภูมิ

สำหรับวัดอุณหภูมิขณะทำการทดลอง ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ และบรรยากาศ ช่วงอุณหภูมิ -10 ถึง 110 องศาเซลเซียส

3.2.11 นาฬิกาจับเวลา

ใช้จับความเร็วของฟองแก๊สที่ผ่านเครื่องทดสอบเข้ามาตราอัตราการไหลฟอง

บริษัท ALBA

รุ่น sw01 – x002

3.2.12 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ

เป็นชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิของเครื่องทดสอบสภาพให้แก๊สซึมได้ ประกอบด้วยสองส่วนคือ

(1) เครื่องควบคุม และให้ความร้อน

ประกอบด้วยเครื่องควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งสามารถปรับอุณหภูมิได้ตามต้องการ และอุปกรณ์ให้ความร้อน ซึ่งจะจุ่มอยู่ในอ่างน้ำขนาดเล็ก โดยมีเครื่องสูบน้ำไว้สำหรับสูบน้ำหมุนเวียนไปยังอ่างน้ำขนาดใหญ่

บริษัท HAAKE

รุ่น FK (F 4391)

(2) อ่างน้ำ

เป็นอ่างน้ำขนาดใหญ่ มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 35 เซนติเมตร และลึก 27 เซนติเมตร ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม มีท่อน้ำเข้า และออก ต่อกับอ่างน้ำขนาดเล็ก

3.2.13 อุปกรณ์ทดสอบสภาพให้แก๊สซึมได้ (Gas permeability test)

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบสภาพให้แก๊สซึมได้ของแผ่นเยื่อ^{20, 24, 25, 26, 27, 28} โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบ^(29, 30, 31, 32) คือ การวัดโดยความดันคงที่ และการวัดโดยปริมาตรคงที่ สำหรับงานวิจัยนี้จะใช้เครื่องมือในการวัดเป็นแบบความดันคงที่ โดยการผ่านแก๊สชนิดต่างๆ เข้าไปด้านบนของเยื่อ ควบคุมความดันด้านขาเข้าแผ่นเยื่อให้คงที่ ส่วนด้านขาออกเปิดสู่บรรยากาศ และทำการวัดอัตราการไหลของแก๊สขาออก แล้วนำข้อมูลต่างๆ ที่ได้ไปคำนวณเพื่อหาค่าอีกครั้งหนึ่ง

เครื่องมือมีลักษณะเป็นหน้าแปลน 2 ชั้น ประกอบกัน ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม ภายในมีช่องว่างเป็นทรงกระบอกสั้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.25 เซนติเมตร มีเหล็กกล้าไร้สนิมที่มีรูพรุนสำหรับรองรับเยื่อที่จะนำมาทดสอบวางอยู่ภายใน และพื้นที่บริเวณทดสอบแก๊สมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร มีแหวนแบน และแหวนกลม ทำจากยางอยู่ระหว่างหน้าแปลนทั้งสองสำหรับกันรั่ว ด้านขาเข้ามีเครื่องวัดความดัน ลีนเปิด - ปิด และมีท่อน้ำแก๊สเข้า ประกอบอยู่กับหน้าแปลนชั้นบน ส่วนหน้าแปลนชั้นล่างซึ่งเป็นขาออกต่อกับลีนเปิด - ปิด และท่อน้ำแก๊สออก ซึ่งจะต่อกับมาตรอัตราการไหลฟอง (bubble flow meter) เพื่อใช้วัดอัตราการไหลของแก๊สที่ผ่านเยื่อ

3.2.14 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)

เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับส่องพื้นผิว และภาคตัดขวางของเยื่อ ที่มีกำลังขยายสูง เพื่อดูลักษณะพื้นฐานวิทยาของเยื่อที่เตรียมได้ ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร

บริษัท JEOL USA

รุ่น JSM - 5410

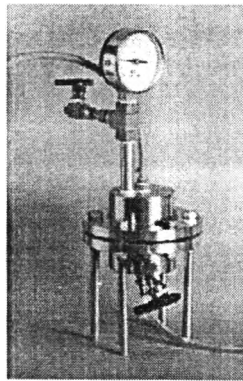
3.2.15 เครื่องทดสอบทุกอย่าง (Universal testing)

ใช้สำหรับทดสอบโดยการดึงให้ยืดออก เป็นการวัดสมบัติความแข็งแรง ความสามารถในการยืด ความทนทานต่อการผิดรูป และการรับแรงดึงของยาง ซึ่งการดึงยางแล้ววัดแรง และส่วนยืดต่อเนื้อ จนกระทั่งยางขาดนี้จะได้ข้อมูลที่บ่งบอกคุณภาพของยางตัวอย่างได้หลายประการเช่น ความเค้นที่ความเครียดต่างๆ ความทนแรงดึง ความยืดเมื่อขาด และความเค้นดึงที่การยืดที่กำหนดค่าหนึ่ง เป็นต้น

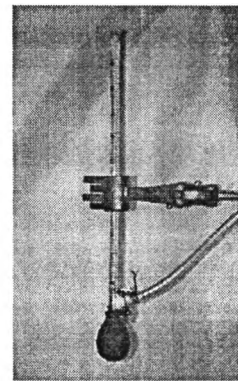
การทดสอบ หรือการดึง เป็นการนำชิ้นทดสอบมาดึงด้วยเครื่องดึง ที่สามารถจับชิ้นทดสอบชนิดรัดด้วยตัวเอง (self tightening) และดึงปลายทั้งสองแยกจากกันด้วยความเร็วสม่ำเสมอ และสามารถอ่าน และ/หรือบันทึกส่วนยืด และแรงดึง ได้อย่างต่อเนื่อง⁽³³⁾

บริษัท LLOYD Instruments

รุ่น LR 5 K



(1)



(2)

ภาพที่ 3.2 อุปกรณ์ทดสอบสภาพให้แก๊สซึมได้ ภาพ (1) คือ เซลล์ทดสอบ และภาพ (2) คือ มาตรฐานการไหลฟอง

3.3 ขั้นตอนการทดลอง

3.3.1 การเตรียมสารเคมีผสมน้ำยาง

การผสมสารเคมี กับน้ำยาง จะต้องเตรียมสารเคมีให้อยู่ในสภาพที่เป็นของเหลว เพื่อให้สามารถผสมเข้ากันได้อย่างดี กับน้ำยาง สำหรับสารเคมีที่เป็นของแข็ง และไม่ละลายน้ำต้อง

เตรียมให้อยู่ในรูปของสารแขวนลอย โดยการทดลองนี้จะเตรียมสารเคมีให้อยู่ในรูปของสารแขวนลอยร้อยละ 50 ซึ่งต้องเตรียมสารเคมีหลักทั้งหมด 5 ชนิดได้แก่ กำมะถัน ZDEC ซิงค์ออกไซด์ BHT และแอสปาลีน สำหรับสูตรในการเตรียมสารเคมีแต่ละชนิด และระยะเวลาการบดเป็นดังตารางข้างล่าง

ตารางที่ 3.1 สูตรการเตรียมกำมะถัน

	ส่วนโดยน้ำหนัก
กำมะถัน	50
เบนโทไนด์ เคลย์	1
Anchoid	1
น้ำกลั่น	48
ระยะเวลาการบด (ชั่วโมง)	70

ตารางที่ 3.2 สูตรการเตรียม ZDEC

	ส่วนโดยน้ำหนัก
ZDEC	50
เบนโทไนด์ เคลย์	1
Anchoid	1
น้ำกลั่น	48
ระยะเวลาการบด (ชั่วโมง)	46

ตารางที่ 3.3 สูตรการเตรียมซิงค์ออกไซด์

	ส่วนโดยน้ำหนัก
ซิงค์ออกไซด์	50
เบนโทไนด์ เคลย์	1
Anchoid	1
น้ำกลั่น	48
ระยะเวลาการบด (ชั่วโมง)	48

ตารางที่ 3.4 สูตรการเตรียม BHT

	ส่วนโดยน้ำหนัก
BHT	50
เบนโทไนด์ เคลย์	1
Anchoid	1
น้ำกลั่น	48
ระยะเวลาการบด (ชั่วโมง)	94

ตารางที่ 3.5 สูตรการเตรียมแนฟธาซีน

	ส่วนโดยน้ำหนัก
แนฟธาซีน	50
เบนโทไนด์ เคลย์	1
Anchoid	1
น้ำกลั่น	48
ระยะเวลาการบด (ชั่วโมง)	38

หมายเหตุ แนฟธาซีนต้องบดแห้งก่อน ด้วยครกบดเป็นเวลา 20 นาที

สำหรับขั้นตอนการบดสารเคมี มีดังนี้

- (1) นำสารเคมี และน้ำกลั่น มาชั่งน้ำหนักตามสัดส่วนที่กำหนด
- (2) ผสมสารเคมีทั้งหมดในโถบด
- (3) ใส่ลูกบอลขนาดต่างๆ ลงในโถบด
- (4) ปิดฝาเครื่อง โดยมีแผ่นยางกันรั่วกันระหว่างฝา กับโถบด
- (5) นำโถบด ไปวางนอนบนแกนหมุน และเปิดเครื่องให้ลูกบอลล้มหมุนในระยะเวลา

ที่กำหนด สำหรับสารเคมีแต่ละชนิด

- (6) ทำซ้ำขั้นตอนที่ (1) – (5) จนครบทุกสารเคมีหลัก

3.3.2 การทำแผ่นเยื่อ และส่วนผสม

เยื่อที่เตรียมในการทดลองนี้แบ่งออกได้เป็น 2 แบบใหญ่ๆ คือ เยื่อที่ไม่ผ่านการคงรูป และเยื่อที่ผ่านการคงรูปแล้ว โดยจะเตรียมผลิตภัณฑ์เยื่อทั้งสองแบบให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 50 สำหรับสูตรในการเตรียมเยื่ออย่างคงรูปเป็นดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 สูตรการเตรียมเยื่ออย่างคงรูป

	ส่วนโดยน้ำหนัก
1. เนื่อยาง	100
2. กำมะถัน	0.5
3. ZDEC	1
4. ซิงค์ออกไซด์	1
5. BHT	1
6. แนนพธาซีน	0 10 20 30

สำหรับขั้นตอนการเตรียมเยื่อทั้งสองแบบ มีดังนี้

3.3.2.1 การเตรียมเยื่ออย่างไม่คงรูป

- (1) นำน้ำยางชั้นที่จะใช้เตรียมเยื่อมาชั่งน้ำหนัก
- (2) คำนวณหาน้ำหนักของเนื่อยาง และปริมาณของแข็งทั้งหมด จากน้ำหนัก ของน้ำยางชั้น
- (3) คำนวณหาน้ำหนักของน้ำกลั่นที่ต้องเติม เพื่อให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 50
- (4) ชั่งน้ำหนักน้ำกลั่นที่ต้องเติม
- (5) นำน้ำยางชั้นไปกวนด้วยชุดอุปกรณ์กวน ความเร็ว 60 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง นาน 90 นาที โดยระหว่างกวนค่อยๆ เติมน้ำกลั่นจนหมด
- (6) น้ำยางที่ได้จากการกวน นำไปเทราดบนกระดาษ แล้วทำให้เป็นฟิล์มเหลวที่มีความหนาเท่ากันตลอดทั้งแผ่นด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม
- (7) ฟิล์มน้ำยางที่ได้ นำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง

(8) นำเยื่อออกจากตู้อบ พักไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง และเตรียมขึ้นตัวอย่าง เพื่อทำการทดสอบสมบัติต่างๆ ตามต้องการ

3.3.2.2 การเตรียมเยื่ออย่างคงรูป

- (1) นำน้ำยางข้นมาชั่งน้ำหนัก และคำนวณปริมาณของเยื่ออย่าง และปริมาณของแข็งทั้งหมด
- (2) นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณสารเคมีหลักแต่ละชนิดที่จะต้องเติม
- (3) จากค่าที่ได้ทั้งหมดนำไปคำนวณหาปริมาณน้ำกลั่นที่ต้องเติมให้ปริมาณน้ำยางผสมมีปริมาณของแข็งร้อยละ 50
- (4) ชั่งน้ำหนักสารเคมี และน้ำกลั่นตามค่าที่คำนวณได้
- (5) นำน้ำยางข้นไปกวนที่ความเร็ว 60 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง นาน 90 นาที
- (6) ระหว่างกวนน้ำยางเติมสารเคมีหลักทุก 15 นาที โดยเติมตามลำดับดังตารางที่ 3.6 จนครบทุกสารเคมีหลัก
- (7) นำน้ำยางผสมสารเคมีที่เตรียมได้มาทำเป็นฟิล์มของเหลวด้วยชุดอุปกรณ์ทำแผ่นเยื่อ ให้มีความหนาของน้ำยางผสมเท่ากันตลอดทั้งแผ่น
- (8) นำไปอบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง
- (9) เยื่อที่อบเสร็จ พักไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง และนำไปเตรียมเป็นขึ้นตัวอย่าง เพื่อทดสอบสมบัติต่างๆ ตามต้องการ

3.3.3 การทดสอบเยื่อ

เยื่อที่เตรียมได้จากการทดลองจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน เพื่อนำไปทดสอบกับอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

3.3.3.1 การทดสอบสภาพให้แก๊สซึมได้

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบเยื่อด้วย แก๊ส และภาวะต่างๆ ดังนี้

- แก๊สไนโตรเจน และแก๊สออกซิเจน
- ความดันต่าง 30 45 60 และ 75 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (206.8 310.3 413.7 และ 517.1 กิโลปาสคาล)
- อุณหภูมิ 26 40 และ 55 องศาเซลเซียส

โดยมีขั้นตอนในการทดสอบดังนี้

- (1) ตัดเยื่อเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.25 เซนติเมตร และวัดความหนาของเยื่ออย่างน้อย 5 จุด^(29, 30, 31, 32)
- (2) ประกอบเยื่อเข้ากับเครื่องทดสอบ โดยวางเยื่อบนเหล็กกล้าไร้สนิมที่มีรูพรุน
- (3) วางแหวนแบนที่ทำจากยาง และเหล็กกล้าไร้สนิม บนเยื่อ ตามลำดับ
- (4) วางแหวนยางกลมระหว่างหน้าแปลนทั้งสอง เพื่อกันแก๊สรั่ว
- (5) ไชสลักเกลียว (screw bolt) กับแป้นเกลียว (nut) เข้าด้วยกันให้แน่นด้วยประแจเหล็ก
- (6) เปิดแก๊สที่ต้องการทดสอบผ่านเยื่อ โดยเปิดลิ้นบริเวณหน้าแปลนทั้งด้านขาเข้า และขาออก เพื่อไล่แก๊สที่มีอยู่ในเครื่อง ด้วยอัตราการไหลประมาณ 100 มิลลิลิตรต่อนาที เป็นเวลาประมาณ 10 นาที⁽²⁹⁾ แล้วจึงปิดลิ้นทั้งสองเพื่อทำการทดสอบต่อไป
- (7) ผ่านแก๊สที่ต้องการทดสอบ ด้วยความดัน และอุณหภูมิคงที่
- (8) วัดอัตราการไหลของแก๊สขาออกจนมีค่าคงที่
- (9) นำค่าที่ได้ทั้งหมดมาคำนวณหาค่าสภาพให้แก๊สซึมได้
- (10) ทดสอบเยื่อที่เตรียมได้ ในภาวะต่างๆ ที่กำหนด ตามขั้นตอน ตั้งแต่ข้อ (6) – (9) จนครบทุกภาวะ

3.3.3.2 การทดสอบสัณฐานวิทยา

ทำการตรวจสอบสภาพพื้นผิวด้านหน้า และภาคตัดขวาง ของเยื่อ ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด มีขั้นตอนดังนี้

- (1) นำเยื่อที่จะตรวจสอบพื้นผิวด้านหน้า มาตัดเป็นวงกลมให้มีขนาดเท่ากับพื้นที่หน้าตัดของแท่งเหล็กขนาดเล็ก ที่เป็นอุปกรณ์ช่วยในการยึดตัวอย่าง กับเครื่องตรวจสอบ และติดเทปกาวยึดให้แน่น
- (2) สำหรับเยื่อที่จะตรวจสอบภาคตัดขวาง ตัดให้เป็นสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก ให้มีความกว้าง เท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งเหล็กทรงกระบอก ติดเทปกาวยึดกับอุปกรณ์ช่วยยึดตัวอย่างซึ่งจะมีลักษณะเป็นทรงกระบอกครึ่งซีกขนาดเล็ก โดยหันภาคตัดขวางด้านที่สนใจขึ้นด้านบนให้เลยขอบของแท่งเหล็กเล็กน้อย

(3) ทำสัญลักษณ์สำหรับด้านหน้า และภาคตัดขวาง ของตัวอย่าง ที่ได้
แห้งเหล็ก ตามลำดับตัวเลข หรือตัวอักษร

(4) ทำซ้ำข้อ (1) – (3) จนครบทุกตัวอย่าง

(5) นำตัวอย่างทั้งหมดไปฉาบด้วยทอง

(6) นำตัวอย่างที่ได้จากการฉาบทอง ประกอบเข้ากับแป้นของเครื่อง
ตรวจสอบ ตามลำดับที่กำหนดไว้

(7) ส่งคูบริเวณพื้นผิวของตัวอย่าง ปรับกำลังขยาย เลือกภาพที่ต้องการ
และสิ่งพิมพ์ภาพ

3.3.3.3 การทดสอบโดยการดึง

ทำการทดสอบหาสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของเยื่อที่เตรียมได้ดังนี้⁽³⁴⁾ คือ ค่า
ความทนแรงดึง ความยืดเมื่อขาด และความเค้นดึงที่การยืดร้อยละต่างๆ

(1) นำเยื่ออย่างตัวอย่างทำเป็นชิ้นทดสอบรูปดัมเบล ตัวอย่างละ 3 ชิ้น ทำ
การกำหนดหมายเลขแต่ละชิ้นให้ชัดเจน

(2) ชีด และวัดความยาว บันทึกค่าไว้

(3) วัดความหนา ด้วยไมโครมิเตอร์ 3 แห่ง บริเวณตรงกลาง และปลาย
ทั้งสองข้าง

(4) ตั้งเครื่องดึง ให้ที่จับแยกจากกันด้วยความเร็วคงที่ เตรียมเครื่องติด
ตามวัดส่วนยืด และบันทึกกราฟให้พร้อม

(5) นำชิ้นทดสอบมาจับในที่จับ (grips) แล้วเดินเครื่อง บันทึกแรงดึงที่
ส่วนยืดที่กำหนดร้อยละต่างๆ บันทึกแรงดึงสูงสุด และส่วนยืดสูงสุดเมื่อขาด

(6) นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาคำนวณ หาค่าต่างๆ ตามต้องการ