

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 เมลามีนเรซิน	ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท MFC
3.1.2 กรดอะคริลิก	Fluka
3.1.3 ฟีนอล์ฟทาลีน	Univar
3.1.4 โฟแทสเซียมไฮดรอกไซด์	ศึกษาภัณฑ์พาณิชย์
3.1.5 เมทานอล	Lab Scan Analytical Science
3.1.6 โทลูอีน	Lab Scan Analytical Science
3.1.7 ไอโซพรอปิลแอลกอฮอล์	Lab Scan Analytical Science
3.1.8 ตัวริเริ่มปฏิกิริยานิตต่างๆ	ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท Ciba Specialty Chemicals (Thailand) Limited
3.1.9 สารปรับความหนืดชนิดต่างๆ	ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท Cognis (Thailand) Limited
3.1.10 สารช่วยเปียก (Perenol F-40)	ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท Cognis (Thailand) Limited

3.2 เครื่องแก้วที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 บีกเกอร์	250 มล.
3.2.2 เทอร์โมมิเตอร์	100 องศาเซลเซียส
3.2.3 กรวยเติมสาร	
3.2.4 บิวเรต	
3.2.5 ปีเปต	

3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.3.1 เครื่องปั่นกวนสารพร้อมแท่งกวนสารโลหะ
3.3.2 อุปกรณ์ให้ความร้อน
3.3.3 อ่างควบคุมอุณหภูมิ
3.3.4 เครื่องลากฟิล์ม

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

- 3.4.1 เครื่องปั๊มสารเคลือบผิวด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต
UV TEC บริษัทคอมพรีนธ์ (ไทยแลนด์) จำกัด
- 3.4.2 เครื่องวัดพลังงานรังสีอัลตราไวโอเล็ต
UV-integrator บริษัทคอมพรีนธ์ (ไทยแลนด์) จำกัด
- 3.4.3 เครื่องฟูเรียทรานฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (FTIR)
รุ่น Perkin Elmer System 2000
- 3.4.4 เครื่องเทอร์โมกราวิเมตริกแอนาไลเซอร์ (TGA)
รุ่น METTLER TOLEDO TGA/SDTA 851
- 3.4.5 เครื่องวัดความเหนียวแบบ Brookfield
- 3.4.6 เครื่องวัดความแข็งของผิวฟิล์มต่อการเสียดสี (Scratch Tester)
- 3.4.7 เครื่องวัดความเงามันมันของผิวฟิล์ม (Gloss Meter)
- 3.4.8 เครื่องวัดความดันไฮโดรลิก
- 3.4.9 อุปกรณ์ตัดฟิล์มเพื่อทดสอบความติดแน่น

3.5 ขอบเขตการทดลอง

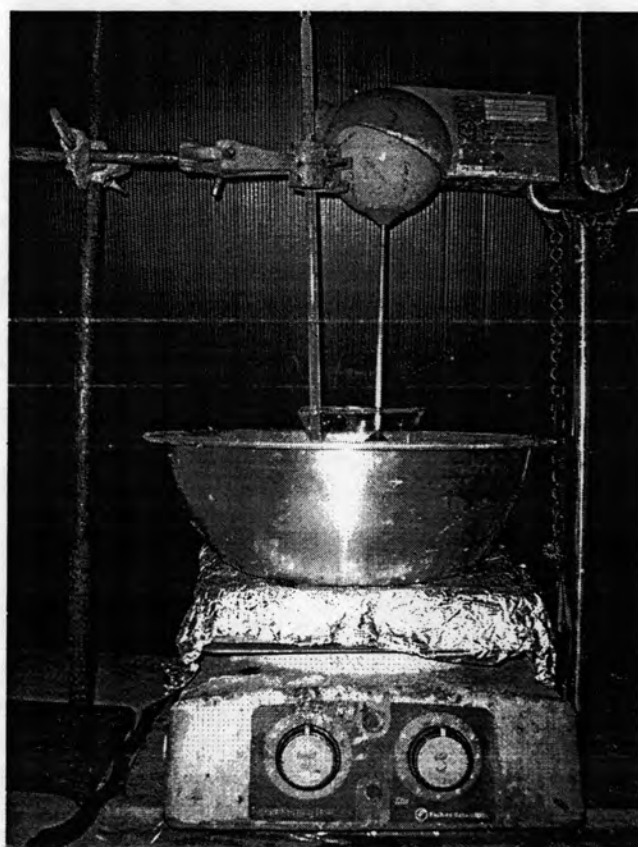
ขอบเขตการทดลองแบ่งเป็น 7 ส่วน คือ

- การดัดแปรเมลามีนพอร์มัลดีไฮด์เรซินเรซินให้เป็นสารเคลือบผิวที่บ่มได้ด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้
- การศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของเมลามีนพอร์มัลดีไฮด์เรซินเรซินดัดแปรด้วยเทคนิคฟูเรียทรานฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (FTIR)
- การวิเคราะห์และการทดสอบสมบัติต่างๆ ของฟิล์มเคลือบผิวจากเมลามีนพอร์มัลดีไฮด์เรซินเรซินดัดแปร
- การเตรียมสูตรสารเคลือบผิวที่บ่มได้ด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากเมลามีนพอร์มัลดีไฮด์เรซินเรซินดัดแปร
- การศึกษาและเปรียบเทียบพลังงานที่ใช้ในการแห้งตัวของสารเคลือบผิวในแต่ละสูตร
- การทดสอบสมบัติทางความร้อนของฟิล์มสารเคลือบผิวด้วยเครื่องเทอร์โมกราวิเมตริกแอนาไลเซอร์ (TGA)

- การศึกษาและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของสารเคลือบผิวในภาวะฟิล์มแห้งในแต่ละสูตร

3.6 การดัดแปรเมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน

ทำการดัดแปรเมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์เรซินเรซินด้วยวิธี เอสเทอร์ริฟิเคชันโดยตรง (direct esterification) โดยการให้ความร้อนแก่กรดอะคริลิก ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่ตั้งอยู่ภายในอ่างควบคุมความร้อน จากนั้นเติมเมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์เรซินลงไปทำปฏิกิริยาอย่างช้าๆ พร้อมทั้งกวนของผสมในบีกเกอร์ตลอดเวลา เมื่อครบระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาที่กำหนด นำบีกเกอร์ที่มีของผสมแช่ในอ่างน้ำที่อุณหภูมิห้องเพื่อหยุดปฏิกิริยา



รูปที่ 3.1 แสดงการต่ออุปกรณ์และเครื่องแก้วที่ใช้ในการดัดแปรเมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์เรซินเรซิน

3.6.1 ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาในกระบวนการดัดแปรเมลามีนเรซิน

ในขั้นตอนนี้ได้ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่มีผลต่อการทำปฏิกิริยาเอสเทอร์-รีฟิเคชัน โดยได้ออกแบบการทดลองเป็น 12 การทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงการออกแบบการทดลองในการศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์รีฟิเคชัน

การทดลอง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลาในการทำปฏิกิริยา (นาท)
1	50	30
2	50	40
3	50	50
4	50	60
5	60	30
6	60	40
7	60	50
8	60	60
9	70	30
10	70	40
11	70	50
12	70	60

3.7 การศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์เรซินเรซินดัดแปร

ศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์เรซินเรซินดัดแปรที่สังเคราะห์ได้ด้วยเครื่องฟูเรียรทรานฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ รุ่น Perkin Elmer System 2000 โดยความยาวคลื่นของสเปกตรัมที่ได้ระหว่าง $4000-400\text{ cm}^{-1}$ และ scan time เท่ากับ 32 resolution เท่ากับ 8

โดยทั่วไปเครื่องมือทางสเปคโตรสโคปีนั้นมักใช้หลักการกระจายแสง (dispersion) ของสเปกตรัมการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงที่สนใจเป็นตัวกำหนด เช่น ในช่วงของอินฟราเรดจากการบันทึกผลของค่าความเข้มข้นของแสงต่อความถี่หรือความยาวคลื่น ซึ่งได้ออกมาเป็นสเปกตรัมเรียกว่า frequency-domain spectrum ดังที่เห็นกันอยู่ทั่วไป แต่ถ้าใช้วิธีการวัดที่ต่างไปโดยวัดความเข้มข้นของแสง หรือกำลังของแสงที่ความยาวคลื่นต่างๆ กันอย่างต่อเนื่องเทียบกับ

เวลา เรียกว่า time-domain spectrum ด้วยฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (fourier -transform infrared spectroscopy) จากนั้น time-domain spectrum ถูกเปลี่ยนเป็น frequency-domain spectrum ด้วยฟูเรียร์ทรานสฟอร์มจากการใช้ดิฟเฟอเรนเชียลคอมพิวเตอ์ สิ่งที สเปกตรัมทั้งสองต่างกันจริงๆ ก็คือ frequency-domain spectrum เป็นสเปกตรัมของฟูเรียร์-ทรานสฟอร์มทรานสฟอร์มได้จากการวัดการดูดกลืนทีความถี่ต่างๆ กันทีละครั้งในช่วงระยะเวลาอันหนึ่ง แต่สเปกตรัมของฟูเรียร์ทรานสฟอร์มได้จากการวัดการกลืนคลื่นแสงทีความถี่ต่างๆ กันพร้อมกันหมด ดังนั้นฟูเรียร์ทรานสฟอร์มจึงช่วยทำให้การวิเคราะห์รวดเร็วขึ้น การแยก (resolution) ทีดีขึ้นหรือเป็นการทำให้อัตราส่วนระหว่างสัญญาณต่อเสียง (signal-to-noise-ratio) ดีขึ้นกว่าวิธีธรรมดา ในขณะที่ time-domain spectrum ไม่ค่อยได้ประโยชน์โดยตรงจริงๆ จึงไม่มีใครสนใจรวบรวมไว้ ประกอบกับดีเทคเตอร์ทีความถี่พอเหมาะเสียก่อน โดยใช้มิเชลสัน-อินเตอร์เฟอโรมิเตอร์ (Michelson interferometer) ลำแสงอินฟราเรดจากแหล่งกำเนิดมีความยาวคลื่น λ_1 ถูกแยกออกมาเป็นสองลำแสงโดยอุปกรณ์แยกลำแสง (beam splitter) ลำแสง A จะเดินทางระยะทางคงที่ส่วนลำแสง B จะเดินทางในระยะทางทีเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งขึ้นอยู่กัตำแหน่งของกระจก B เมื่อลำแสง A และ B มารวมกันจะเกิดการแทรกสอด (constructive interference) ทำให้อัตราส่วนทีวัดได้จากดีเทคเตอร์สูงสุด แต่กระจก B เปลี่ยนตำแหน่งไป $\lambda/4$ ลำแสง B จะเดินทางคิดเป็นระยะทางเปลี่ยนไปเท่ากับ $\lambda/2$ ของระยะทางทีลำแสง A เดินทาง ดังนั้นเมื่อลำแสง A และ B รวมกันจะเกิดการแทรกสอดทีหักล้างกันสัญญาณทีวัดได้จากดีเทคเตอร์จะลดลง แต่ถ้ากระจก B เคลื่อนใกล้เข้ามาคิดเป็นระยะทาง $\lambda/4$ ลำแสง B จะเดินทางสั้นเข้าเป็นระยะทาง $\lambda/4$ เมื่อลำแสง A และ B รวมกันก็จะเกิดการแทรกสอดทีเสริมกันและได้อัตราส่วนสูงสุด ในระยะทางปฏิบัติแล้วได้กระจก B จะมีการเคลื่อนทีด้วยอัตราเร็วคงที่สม่ำเสมอติดต่อกันเพื่อให้ได้อัตราส่วนสม่ำเสมอ ค่าความถี่ทีได้จากดีเทคเตอร์ขึ้นอยู่กัอัตราเร็ว (v) ของกระจก B และความยาวคลื่นของแสงด้วย การกระทำเช่นนี้อินเตอร์เฟอโรมิเตอร์จะผลิตสัญญาณทีเป็นปฏิภาคกัความถี่ของแสงสัญญาณนั้นจะถูกเปลี่ยนเป็น frequency - domain spectrum ด้วยคอมพิวเตอร์อย่างต่อเนืองทำให้ได้สเปกตรัมออกมาตามปรกติทีเครื่องบันทึก

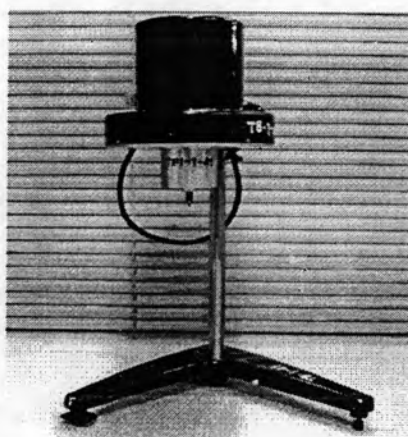


รูปที่ 3.2 แสดงเครื่องฟูเรียทรานฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

3.8 การวิเคราะห์และการทดสอบสมบัติต่างๆ ของเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์เรซินเรซินดัดแปร

3.8.1 การทดสอบความหนืดของเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์เรซินเรซินดัดแปร

ทดสอบความหนืดของเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์เรซินเรซินดัดแปรที่ได้ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบ Brookfield ดังแสดงในรูปที่ 3.3 การวัดความหนืดวิธีนี้เป็นการวัดการต้านทานการไหลของสารเคลือบผิว โดยการวัดพลังงานในการหมุนของหัวเข็มในภาชนะทดสอบ การเลือกใช้ขนาดและชนิดของหัวเข็มขึ้นกับความหนืดของสารเคลือบผิวที่ใช้ในการวัด ค่าความหนืดที่วัดได้มีหน่วยเป็น เซนติพอยส์ (centipoise)



รูปที่ 3.3 แสดงเครื่องวัดความหนืดแบบ Brookfield

3.8.2 การทดสอบหาค่าของกรด (acid value) ของเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์เรซิน ดัดแปรตามมาตรฐาน ASTM 1639-90

ค่าของกรด (acid value) นิยามไว้ว่า เป็นจำนวนมิลลิกรัมของโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ที่
ต้องใช้ในการทำให้กรดอิสระเป็นกลาง

ค่าของกรดเป็นค่าที่บอกถึงปริมาณของกรดอิสระที่มีในสารละลายนั้นๆ มีวิธีการหา ดังนี้
คือ ชั่งสารให้ได้น้ำหนักตามตารางที่ 3.2 แล้วนำไปละลายในตัวทำละลายที่เป็นกลาง
(ไอโซโพรพานอล : โทลูอีน ในอัตราส่วน 1:1) แล้วไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียม
ไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 0.1 N (0.1 N KOH) โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ คำนวณค่า
ของกรดได้โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{ค่าของกรด} = \frac{(56.1 \times \text{ความเข้มข้นของ KOH} \times \text{มิลลิลิตรของ KOH ที่ใช้ในการไทเทรต})}{\text{ปริมาณเป็นกรัมของสารตัวอย่างที่ใช้}}$$

(3.1)

ตารางที่ 3.2 แสดงน้ำหนักของสารตัวอย่างที่ต้องชั่งในการวิเคราะห์หาค่าของกรด

ค่าของกรดที่คาดหวัง	น้ำหนักของสารตัวอย่างที่ต้องชั่ง (กรัม)	น้ำหนักของสารตัวอย่างที่ สามารถคาดเคลื่อนได้ (มิลลิกรัม)
น้อยกว่า 5	20	50
5-15	10	50
15-30	5	50
30-100	2.5	1
มากกว่า 100	1	1

3.9 การเตรียมสูตรสารเคลือบผิวจากเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์เรซินเรซินดัดแปรที่บ่มได้ด้วย รังสีอัลตราไวโอเล็ต

3.9.1 การศึกษาผลของปริมาณเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์เรซินในสูตรสารเคลือบผิว ต่อพลังงานที่ใช้ในการบ่มสารเคลือบผิวด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต

ในขั้นตอนนี้ได้ศึกษาพลังงานที่ใช้ในการบ่มสารเคลือบผิวด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต ที่
เตรียมได้จากเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์เรซินดัดแปร โดยปรับเปลี่ยนอัตราส่วนของเมลามีนฟอร์มัลดี
ไฮด์เรซินต่อกรดอะคริลิกต่างกัน 3 ระดับ คือ 1:8, 1:11 และ 1:14 และผสมกับตัวริเริ่มปฏิกิริยา

ต่างๆ 5 ชนิดโดยมีการปรับเปลี่ยนปริมาณของตัวริเริ่มปฏิกิริยาต่างกัน 3 ระดับ คือ 1%, 3% และ 5% นำสูตรสารเคลือบผิวทั้งหมดที่เตรียมปาดเป็นฟิล์มและทดสอบพลังงานที่ใช้ในการแห้งตัว ซึ่งสูตรสารเคลือบผิวทั้งหมดสามารถแสดงดังตารางที่ 3.3

3.9.2 การศึกษาผลของปริมาณเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์เรซินในสูตรสารเคลือบผิว ต่อความทนทานต่อการขีดขีดของฟิล์มสารเคลือบผิวหลังจากผ่านการบ่มด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต

ในขั้นตอนนี้ได้ศึกษาความทนทานต่อการขีดขีดของฟิล์มสารเคลือบผิวที่เตรียมได้จาก เมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์เรซินดัดแปรหลังจากผ่านการบ่มด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต โดยปรับเปลี่ยนอัตราส่วนของเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์เรซินต่อกรดอะคริลิกต่างกัน 3 ระดับ คือ 1:8, 1:11 และ 1:14 และผสมกับตัวริเริ่มปฏิกิริยาต่างๆ 5 ชนิด โดยมีการปรับเปลี่ยนปริมาณของตัวริเริ่มปฏิกิริยาต่างกัน 3 ระดับ คือ 1%, 3% และ 5% นำสูตรสารเคลือบผิวทั้งหมดที่เตรียมปาดเป็นฟิล์มและทดสอบความทนทานต่อการขีดขีดของฟิล์มสารเคลือบผิว ซึ่งสูตรสารเคลือบผิวทั้งหมดสามารถแสดงดังตารางที่ 3.3

3.9.3 การศึกษาผลของชนิดและปริมาณของตัวริเริ่มปฏิกิริยาทางแสงในสูตรสารเคลือบผิวต่อพลังงานที่ใช้ในการบ่มสารเคลือบผิวด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต

ในขั้นตอนนี้ได้ศึกษาพลังงานที่ใช้ในการบ่มสารเคลือบผิวด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต ที่เตรียมได้จากเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์เรซินดัดแปร ใช้ตัวริเริ่มปฏิกิริยาทางแสงต่างกัน 5 ชนิด คือ PI 1, PI 2, PI 3, PI 4 และ PI 5 ซึ่งในแต่ละชนิดจะมีการปรับเปลี่ยนปริมาณของตัวริเริ่มปฏิกิริยาต่างกัน 3 ระดับ คือ 1%, 3% และ 5% นำสูตรสารเคลือบผิวทั้งหมดที่เตรียมปาดเป็นฟิล์มและทดสอบพลังงานที่ใช้ในการแห้งตัว ซึ่งสูตรสารเคลือบผิวทั้งหมดสามารถแสดงดังตารางที่ 3.3

3.9.4 การศึกษาผลของชนิดและปริมาณของตัวริเริ่มปฏิกิริยาทางแสงในสูตรสารเคลือบผิวต่อความทนทานต่อการขีดขีดของฟิล์มสารเคลือบผิวหลังจากผ่านการบ่มด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต

ในขั้นตอนนี้ได้ศึกษาความทนทานต่อการขีดขีดของฟิล์มสารเคลือบผิวที่เตรียมได้จาก เมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์เรซินดัดแปรหลังจากผ่านการบ่มด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต โดยใช้ตัวริเริ่มปฏิกิริยาทางแสงต่างกัน 5 ชนิด คือ PI 1, PI 2, PI 3, PI 4 และ PI 5 ซึ่งในแต่ละชนิดจะมีการปรับเปลี่ยนปริมาณของตัวริเริ่มปฏิกิริยาต่างกัน 3 ระดับ คือ 1%, 3% และ 5% นำสูตรสารเคลือบ

ผิวทั้งหมดที่เตรียมปาดเป็นฟิล์มและทดสอบความทนทานต่อการขีดขีดของฟิล์มสารเคลือบผิวซึ่งสูตรสารเคลือบผิวทั้งหมดสามารถแสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงสูตรสารเคลือบผิวที่บ่มได้ด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตเพื่อทำการศึกษาคผลของชนิดตัวริเริ่มปฏิกิริยา ปริมาณของตัวริเริ่มปฏิกิริยาและปริมาณของเมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์เรซินที่มีผลต่อพลังงานที่ใช้ในการบ่มสารเคลือบผิวด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตและความทนทานต่อการขีดขีดของฟิล์มสารเคลือบผิวหลังจากผ่านการบ่มด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต

สูตร	อัตราส่วนของเมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์เรซินต่อกรดอะคริลิก	ชนิดตัวริเริ่มปฏิกิริยา	ปริมาณตัวริเริ่มปฏิกิริยา
1	1:8	PI 1	1%
2	1:8	PI 1	3%
3	1:8	PI 1	5%
4	1:11	PI 1	1%
5	1:11	PI 1	3%
6	1:11	PI 1	5%
7	1:14	PI 1	1%
8	1:14	PI 1	3%
9	1:14	PI 1	5%
10	1:8	PI 2	1%
11	1:8	PI 2	3%
12	1:8	PI 2	5%
13	1:11	PI 2	1%
14	1:11	PI 2	3%
15	1:11	PI 2	5%
16	1:14	PI 2	1%
17	1:14	PI 2	3%
18	1:14	PI 2	5%
19	1:8	PI 3	1%
20	1:8	PI 3	3%
21	1:8	PI 3	5%

สูตร	อัตราส่วนของเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์ เรซินต่อกรดอะคริลิก	ชนิด ตัวริเริ่มปฏิกิริยา	ปริมาณ ตัวริเริ่มปฏิกิริยา
22	1:11	PI 3	1%
23	1:11	PI 3	3%
24	1:11	PI 3	5%
25	1:14	PI 3	1%
26	1:14	PI 3	3%
27	1:14	PI 3	5%
28	1:8	PI 4	1%
29	1:8	PI 4	3%
30	1:8	PI 4	5%
31	1:11	PI 4	1%
32	1:11	PI 4	3%
33	1:11	PI 4	5%
34	1:14	PI 4	1%
35	1:14	PI 4	3%
35	1:14	PI 4	3%
36	1:14	PI 4	5%
37	1:8	PI 5	1%
38	1:8	PI 5	3%
39	1:8	PI 5	5%
40	1:11	PI 5	1%
41	1:11	PI 5	3%
42	1:11	PI 5	5%
43	1:14	PI 5	1%
44	1:14	PI 5	3%
45	1:14	PI 5	5%

3.10 การเตรียมสูตรสารเคลือบผิวที่สามารถบ่มด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตซึ่งมีสารเจือจางเป็นองค์ประกอบในสูตร

จากผลการทดลองในหัวข้อที่ 3.9 จะทำให้สามารถทราบถึง ชนิดของตัวริเริ่มปฏิกิริยา ปริมาณของตัวริเริ่มปฏิกิริยาและอัตราส่วนของเมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์เรซินต่อกรดอะคริลิก ที่ทำให้ได้สารเคลือบผิวใช้พลังงานในการแห้งตัวด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตต่ำที่สุดและฟิล์มสารเคลือบผิว หลังจากผ่านการบ่มด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตมีความทนทานต่อการขูดขีดมากที่สุดและซึ่งสูตรสารเคลือบผิวดังกล่าวจะถูกเลือกมาใช้ศึกษาผลกระทบของสารเจือจางในสูตรสารเคลือบผิวต่อสมบัติของสารเคลือบผิว

3.10.1 การศึกษาผลของชนิดและปริมาณของสารเจือจางในสูตรสารเคลือบผิวต่อพลังงานที่ใช้ในการบ่มสารเคลือบผิวด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต

ในขั้นตอนนี้ได้ศึกษาพลังงานที่ใช้ในการบ่มสารเคลือบผิวด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต ที่เตรียมได้จากเมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์เรซินดัดแปรซึ่งมีสารเจือจางเป็นองค์ประกอบ โดยใช้สารเจือจางต่างกัน 2 ชนิด คือ D 1 และ D 2 ซึ่งในแต่ละชนิดจะมีการปรับเปลี่ยนปริมาณของสารเจือจางต่างกัน 4 ระดับ คือ 15%, 25%, 35% และ 45% และทำการทดลองโดยใช้อัตราส่วนของเมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์เรซินต่อกรดอะคริลิก ชนิดของตัวริเริ่มปฏิกิริยาและปริมาณของตัวริเริ่มปฏิกิริยาตามสูตรสารเคลือบผิวที่เลือกมาจากผลการทดลองในหัวข้อที่ 3.9 นำสูตรสารเคลือบผิวทั้งหมดที่เตรียมปาดเป็นฟิล์มและทดสอบพลังงานที่ใช้ในการแห้งตัว ซึ่งสูตรสารเคลือบผิวทั้งหมดสามารถแสดงดังตารางที่ 3.4

3.10.2 การศึกษาผลของชนิดและปริมาณของสารเจือจางในสูตรสารเคลือบผิวต่อสมบัติทางกายภาพต่างๆ ของฟิล์มสารเคลือบผิวหลังจากผ่านการบ่มด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต

ในขั้นตอนนี้ได้ศึกษาสมบัติทางกายภาพต่างๆ ของฟิล์มสารเคลือบผิวที่เตรียมได้จากเมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์เรซินดัดแปรซึ่งมีสารเจือจางเป็นองค์ประกอบหลังจากผ่านการบ่มด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต โดยใช้สารเจือจางต่างกัน 2 ชนิด คือ D 1 และ D 2 ซึ่งในแต่ละชนิดจะมีการปรับเปลี่ยนปริมาณของสารเจือจางต่างกัน 4 ระดับ คือ 15% 25% 35% และ 45% และทำการทดลองโดยใช้อัตราส่วนของเมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์เรซินต่อกรดอะคริลิก ชนิดของตัวริเริ่มปฏิกิริยาและปริมาณของตัวริเริ่มปฏิกิริยาตามสูตรสารเคลือบผิวที่เลือกมาจากผลการทดลองในหัวข้อที่ 3.9 แล้วนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพต่างๆ คือ ความทนทานต่อการขูดขีด, ความมันเงาของฟิล์มสารเคลือบผิว, ความทนทานต่อการยึดติดของฟิล์มสารเคลือบผิว, ความทนทานต่อน้ำโดย

ทดสอบในลักษณะเช่นนี้, ความทนทานต่อการขีดถูด้วยตัวทำลายชนิดต่างๆ และความติดแน่นของฟิล์มเคลือบผิวกับวัสดุที่ต้องการเคลือบ นำสูตรสารเคลือบผิวทั้งหมดที่เตรียมปาดเป็นฟิล์มและทดสอบสมบัติทางกายภาพต่างๆ ซึ่งสูตรสารเคลือบผิวทั้งหมดสามารถแสดงดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แสดงสูตรสารเคลือบผิวที่บ่มได้ด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตซึ่งมีสารเจือจางเป็นองค์ประกอบเพื่อทำการศึกษาค่าผลของชนิดและปริมาณของสารเจือจาง ที่มีผลต่อพลังงานที่ใช้ในการบ่มสารเคลือบผิวด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตและสมบัติทางกายภาพต่างๆ ของฟิล์มสารเคลือบผิว หลังผ่านการบ่มด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต

สูตร	อัตราส่วนของ เมลามีนดัดแปร	ชนิด ตัวริเริ่มปฏิกิริยา	ปริมาณ ตัวริเริ่มปฏิกิริยา	ชนิด สารเจือจาง	ปริมาณ สารเจือจาง
1	1:8	PI 2	5%	-	-
2	1:8	PI 2	5%	D 1	15%
3	1:8	PI 2	5%	D 1	25%
4	1:8	PI 2	5%	D 1	35%
5	1:8	PI 2	5%	D 1	45%
6	1:8	PI 2	5%	D 2	15%
7	1:8	PI 2	5%	D 2	25%
8	1:8	PI 2	5%	D 2	35%
9	1:8	PI 2	5%	D 2	45%
10	1:8	PI 4	5%	-	-
11	1:8	PI 4	5%	D 1	15%
12	1:8	PI 4	5%	D 1	25%
13	1:8	PI 4	5%	D 1	35%
14	1:8	PI 4	5%	D 1	45%
15	1:8	PI 4	5%	D 2	15%
16	1:8	PI 4	5%	D 2	25%
17	1:8	PI 4	5%	D 2	35%
18	1:8	PI 4	5%	D 2	45%

3.11 การเตรียมสูตรสารเคลือบผิวที่สามารถบ่มด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตซึ่งมีสารเจือจางและสารเติมแต่งเป็นองค์ประกอบ

จากผลการทดลองในหัวข้อที่ 3.9 และ 3.10 จะสามารถทราบ ชนิดของตัวริเริ่มปฏิกิริยา ปริมาณของตัวริเริ่มปฏิกิริยา, อัตราส่วนของเมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์เรซินต่อกรดอะคริลิก, ชนิดของสารเจือจางและปริมาณของสารเจือจางที่ทำให้ได้สารเคลือบผิวที่มีสมบัติทางกายภาพต่างๆ ดีที่สุดและใช้พลังงานในแห้งตัวด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตต่ำที่สุด ซึ่งสูตรสารเคลือบผิวดังกล่าวจะถูกเลือกมาใช้กับศึกษาผลกระทบของสารช่วยเปียก (wetting agent) และปริมาณของสารช่วยเปียก (wetting agent) ในสูตรสารเคลือบผิวต่อสมบัติของสารเคลือบผิว

3.11.1 การศึกษาผลของสารช่วยเปียก (wetting agent) และปริมาณของสารช่วยเปียก (wetting agent) ในสูตรสารเคลือบผิวต่อพลังงานที่ใช้ในการบ่มสารเคลือบผิวด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต

ในขั้นตอนนี้ได้ศึกษาพลังงานที่ใช้ในการบ่มสารเคลือบผิวด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต ที่เตรียมได้จากเมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์เรซินดัดแปรซึ่งมีสารเจือจางและสารช่วยเปียก (wetting agent) เป็นองค์ประกอบ โดยใช้ปริมาณของสารช่วยเปียก (wetting agent) ต่างกัน 3 ระดับ คือ 0.5%, 1.0% และ 1.5% ซึ่งจะทำการศึกษาทดลองโดยใช้อัตราส่วนของเมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์เรซินต่อกรดอะคริลิก ชนิดของตัวริเริ่มปฏิกิริยา, ปริมาณของตัวริเริ่มปฏิกิริยา, ชนิดของสารเจือจางและปริมาณของสารเจือจาง ตามสูตรสารเคลือบผิวที่เลือกมาจากผลการทดลองในหัวข้อที่ 3.9 และ 3.10 นำสูตรสารเคลือบผิวทั้งหมดที่เตรียมมาเป็นฟิล์มและทดสอบพลังงานที่ใช้ในการแห้งตัว ซึ่งสูตรสารเคลือบผิวทั้งหมดสามารถแสดงดังตารางที่ 3.5

3.11.2 การศึกษาผลของสารช่วยเปียก (wetting agent) และปริมาณของสารช่วยเปียก (wetting agent) ในสูตรสารเคลือบผิวต่อสมบัติทางกายภาพต่างๆ ของฟิล์มสารเคลือบผิวหลังจากผ่านการบ่มด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต

ในขั้นตอนนี้ได้ศึกษาความทนทานต่อการขีดขูดของฟิล์มสารเคลือบผิวที่เตรียมได้จากเมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์เรซินดัดแปรซึ่งมีสารเจือจางและสารช่วยเปียก (wetting agent) เป็นองค์ประกอบหลังจากผ่านการบ่มด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต โดยใช้ปริมาณของสารช่วยเปียก (wetting agent) ต่างกัน 3 ระดับ คือ 0.5%, 1.0% และ 1.5% ซึ่งจะทำการศึกษาทดลองโดยใช้อัตราส่วนของเมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์เรซินต่อกรดอะคริลิก ชนิดของตัวริเริ่มปฏิกิริยา, ปริมาณของตัวริเริ่มปฏิกิริยา, ชนิดของสารเจือจางและปริมาณของสารเจือจาง ตามสูตรสารเคลือบผิวที่เลือกมาจากผลการทดลองในหัวข้อที่ 3.9 และ 3.10 แล้วนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพต่างๆ คือ

ความทนทานต่อการขีดข่วน, ความมันเงาของฟิล์มสารเคลือบผิว, ความทนทานต่อการยึดติดของฟิล์มสารเคลือบผิว, ความทนทานต่อน้ำโดยทดสอบในลักษณะแช่น้ำ, ความทนทานต่อการขีดข่วนด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆและความติดแน่นของฟิล์มเคลือบผิวกับวัสดุที่ต้องการเคลือบ นำสูตรสารเคลือบผิวทั้งหมดที่เตรียมปาดเป็นฟิล์มและทดสอบสมบัติทางกายภาพต่างๆ ซึ่งสูตรสารเคลือบผิวทั้งหมดสามารถแสดงดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แสดงสูตรสารเคลือบผิวที่บ่มได้ด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตซึ่งมีสารเจือจางและสารช่วยเปียก (wetting agent) เป็นองค์ประกอบเพื่อทำการศึกษาค่าผลของสารช่วยเปียก (wetting agent) ที่มีผลต่อพลังงานที่ใช้ในการบ่มสารเคลือบผิวด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตและสมบัติทางกายภาพต่างๆ ของฟิล์มสารเคลือบผิวหลังจากผ่านการบ่มด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต

สูตร	เมลามีนเรซินดัดแปร อัตราส่วน 1:8 (กรัม)	ตัวริเริ่มปฏิกิริยา PI 2 (กรัม)	สารเจือจาง D 1 (กรัม)	สารช่วยเปียก (กรัม)
1	79.50	5.00	15.00	0.50
2	74.00	5.00	15.00	1.00
3	73.50	5.00	15.00	1.50

3.12 การเปรียบเทียบพลังงานที่ใช้ในการแห้งตัวของสารเคลือบผิวในแต่ละสูตร

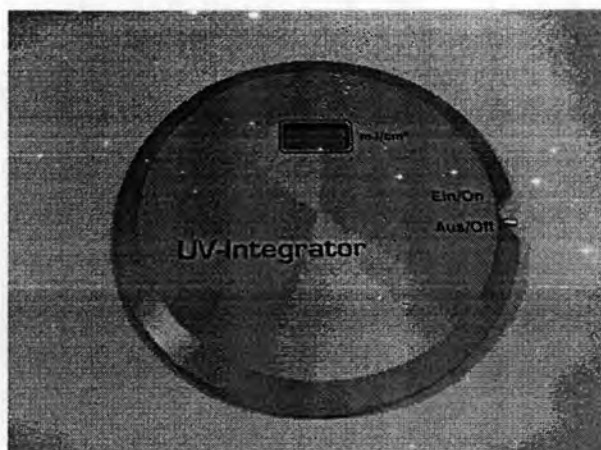
นำสารเคลือบผิวที่เตรียมได้ในแต่ละสูตรปาดลงบนแผ่นพลาสติกโดยให้ฟิล์มมีความหนา 30 ไมโครเมตรด้วยเครื่องปาดฟิล์ม (applicator) โดยมีการควบคุมความเร็วในการปาดฟิล์มให้สม่ำเสมอ แล้วนำแผ่นพลาสติกที่ผ่านการเคลือบด้วยเมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์เรซินดัดแปรไปผ่านเครื่องบ่มสารเคลือบผิวด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตดังแสดงในรูปที่ 3.4

ตัวเครื่องบ่มสารเคลือบผิวด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตนี้สามารถปรับพลังงานที่ใช้ในการบ่มสารเคลือบผิวด้วยการปรับความเร็วของสายพานที่ใช้ในการลำเลียงชิ้นงานให้มีความเร็วตามความต้องการของผู้ใช้งาน นอกจากนี้ยังสามารถปรับกำลังของหลอดรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่ใช้ได้อีกด้วย โดยกำลังของหลอดรังสีอัลตราไวโอเล็ตรุ่น UV Tech 12 นี้สามารถปรับให้ได้ 3 ระดับคือ 125, 200 และ 300 วัตต์



รูปที่ 3.4 แสดงเครื่องบ่มสารเคลือบผิวด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตรุ่น UV tech 12

ในการบ่มสารเคลือบผิวด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตนี้สามารถทำได้โดยนำสารเคลือบผิวที่ ปาดลงบนวัสดุที่ต้องการ แล้วลำเลียงผ่านสายพานที่มีกำลังของหลอดรังสีอัลตราไวโอเล็ตต่ำสุด ก่อนซึ่งก็คือ ที่กำลัง 125 วัตต์ จากนั้นปรับความเร็วของสายพานให้สูงที่สุดแล้วสังเกตผิวสาร เคลือบนั้นว่าแห้งหรือไม่ โดยการนำนิ้วมือสัมผัสแล้วสังเกตรอยนิ้วมือ (touch dry) ถ้าสารเคลือบ ผิวนั้นยังไม่แห้งก็เพิ่มพลังงานในการบ่มสารเคลือบผิวขึ้นโดยการลดความเร็วของสายพานลง ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่าสารเคลือบผิวนั้นจะแห้งเมื่อลำเลียงผ่านสายพานเพียงครั้งเดียว แต่ถ้าใช้ กำลังของหลอดรังสีอัลตราไวโอเล็ตเป็น 125 วัตต์แล้ว สารเคลือบผิวนั้นยังไม่แห้ง ก็สามารถปรับ กำลังของหลอดรังสีอัลตราไวโอเล็ตให้สูงขึ้นเป็น 200 และ 300 วัตต์ ตามลำดับ แล้วทำการปรับ ความเร็วสายพานดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ในการลำเลียงสารเคลือบผิวผ่านสายพานทุกครั้ง จะต้องนำเครื่องวัดพลังงาน (UV integrator) ผ่านเข้าไปพร้อมกันด้วยเพื่อบันทึกพลังงานที่ใช้ใน การบ่มของสารเคลือบผิวในแต่ละสูตร เครื่อง UV integrator ดังแสดงในรูป 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงภาพของเครื่อง UV integrator

การวัดค่าพลังงานรังสีอัลตราไวโอเล็ตนั้นทำได้โดยนำด้านหลังเครื่องวัดพลังงานเคลื่อนที่ผ่านสายพานที่มีความเร็วของสายพานและกำลังของหลอดรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่ตั้งบ้านทึกไว้ในข้างต้นเพื่อให้ตัว sensor รับพลังงานจากรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่ใช้ จากนั้นอ่านค่าพลังงานที่ได้จากด้านหน้าของเครื่อง UV integrator ซึ่งจะแสดงผลเป็นตัวเลขจำนวนเต็มดิจิตอลบนหน้าปัด

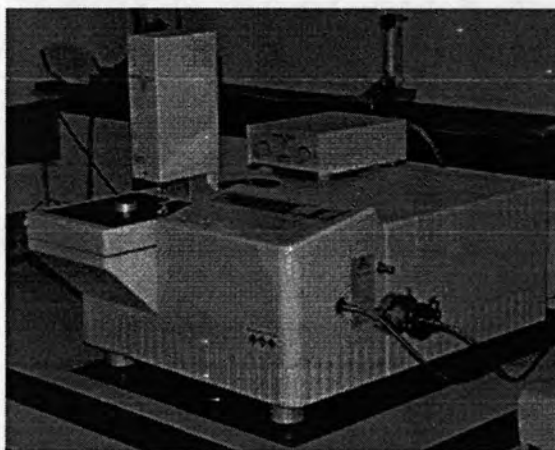
3.13 การทดสอบสมบัติทางความร้อนของฟิล์มสารเคลือบผิวด้วยเทคนิคเทอร์โมกราวิเมตริกอะนาลิซิส (TGA)

เทอร์โมกราวิเมตริกอะนาลิซิส (Thermogravimetric analysis, TGA) เป็นการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงมวลของตัวอย่างเป็นฟังก์ชันกับอุณหภูมิใน scanning mode หรือกับเวลาใน isothermal mode เช่นในการเกิด desorption, absorption, sublimation, vaporization, oxidation และ decomposition เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม ปรากฏการณ์ทางความร้อนที่เกิดขึ้นในบางกรณี อาจไม่มีส่วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของมวลเสมอไป เช่น melting, crystallization หรือ glass transition โดยการใช้งานส่วนใหญ่มักใช้ในการวิเคราะห์ decomposition และ thermal stability ภายใต้สภาวะที่ต่างกัน และใช้ในการตรวจสอบ kinetic ของ physicochemical ที่เกิดขึ้นในตัวอย่าง

การแสดงผลการวิเคราะห์มักแสดงด้วยกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง การเปลี่ยนแปลงของมวล (mass change; Δm) ในหน่วยของเปอร์เซ็นต์ กับ อุณหภูมิ (temperature; T) หรือ เวลา (time; t) ใน scanning mode โดยที่อุณหภูมิที่ T_d หรือ ที่เรียกว่า procedural decomposition temperature จะแสดงอุณหภูมิต่ำสุดที่เป็น onset ของการเกิดการเปลี่ยนแปลงของมวลที่สามารถวัดได้ และ T_f หรือ final temperature เป็นอุณหภูมิต่ำสุดที่สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนของมวล

ได้อย่างสมบูรณ์ reaction interval ที่ได้จะไม่ใช่ค่าจำเพาะตัวของวัสดุ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ภาวะที่ใช้ในการทดสอบ

ทดสอบสมบัติทางความร้อนของฟิล์มสารเคลือบผิวด้วยเครื่อง METTLER TOLEDO TGA/SDTA 851 ดังแสดงในรูปที่ 3.6 โดยทำการวิเคราะห์ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสถึง 1000 องศาเซลเซียส โดยมีอัตราในการให้ความร้อน 20 องศาเซลเซียสต่อนาที ภายใต้แก๊สไนโตรเจน

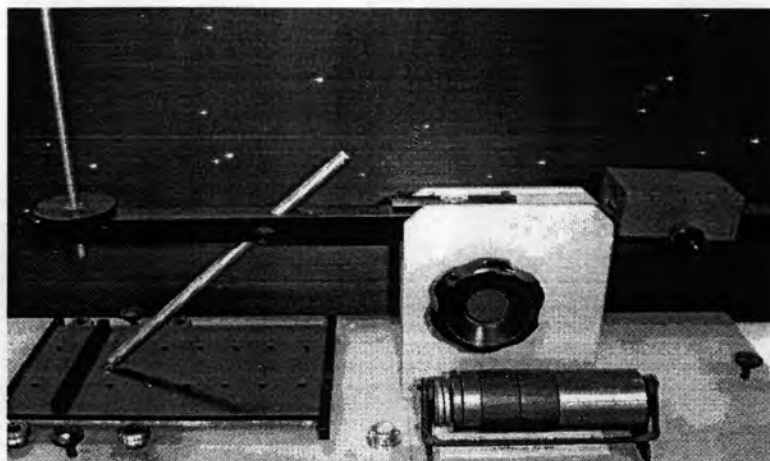


รูปที่ 3.6 แสดงเครื่อง TGA

3.14 การทดสอบทางกายภาพของสารเคลือบผิวในภาวะฟิล์มแห้ง

3.14.1 การทดสอบความทนทานต่อการขีดขีดของฟิล์มเคลือบผิว(mar resistance)

วิธีการหาความทนทานต่อการขีดขีดของฟิล์มของสารเคลือบผิวที่ใช้กันทั่วไป คือ การทดสอบการขีดข่วนบนผิวของฟิล์ม (scratch testing) ทำได้โดยการใช้เครื่องมือทดสอบการขีดขีด (scratch test apparatus) ดังแสดงในรูปที่ 3.7 การทำการทดสอบความทนทานต่อการขีดขีดของผิวฟิล์มจะทำการทดสอบฟิล์มเคลือบผิวบนแผ่นพลาสติก โดยอิงมาตรฐาน ASTM D 5178-98 ซึ่งจะประกอบด้วยแผ่นเลื่อนได้ในแนวนอน แผ่นเลื่อนนี้วางไว้ได้เข็มซึ่งตั้งฉากกับฟิล์ม เข็มยึดติดกับที่จับ เนื้อที่จับเข็มขึ้นไปเป็นที่วางน้ำหนัก



รูปที่ 3.7 แสดงเครื่องมือทดสอบการขูดขีด

ทำการทดสอบโดยนำแผ่นทดสอบซึ่งเคลือบตัวอย่างทดสอบแล้วที่ความหนาของฟิล์ม 30 ไมโครเมตร มายึดให้ติดแน่นกับแผ่นเลื่อนได้ของเครื่องมือ โดยให้ด้านยาวของแผ่นทดสอบขนานกับทิศทางของการขีด วางน้ำหนักบนที่วางเหนือเข็มรูปตัวยู โดยเริ่มจากน้ำหนักที่น้อยกว่าน้ำหนักที่คาดว่าจะทำให้เกิดรอยขูดขีดบนผิวฟิล์มเคลือบ ทดสอบต่อไปโดยเพิ่มน้ำหนักให้เหมาะสม จนกระทั่งเห็นรอยขีดข่วนบนฟิล์มสารเคลือบผิว ทดสอบซ้ำโดยใช้น้ำหนักนั้นบนแผ่นทดสอบเดิมและแผ่นทดสอบใหม่ ความทนทานต่อการขูดขีดของฟิล์มสารเคลือบผิวของตัวอย่างทดสอบก็คือ น้ำหนักน้อยที่สุดที่ทำให้เกิดรอยขีดข่วนบนฟิล์มสารเคลือบผิว

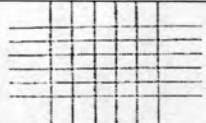

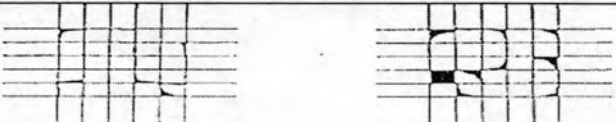



3.14.2 การทดสอบความติดแน่นของฟิล์มสารเคลือบผิว (Adhesion)

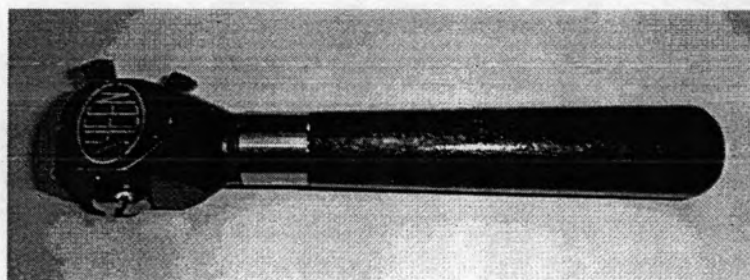
การทดสอบความติดแน่น (Adhesion) ด้วยวิธี cross-cut tape ของฟิล์มสารเคลือบผิวบนแผ่นพลาสติกโดยอิงมาตรฐาน ASTM D 3359-95 Method B ดังแสดงในรูปที่ 3.8

ความติดแน่นของฟิล์มของสารเคลือบผิว เป็นตัวบ่งชี้ถึงระดับความมากน้อยของการยึดเกาะระหว่างฟิล์มกับพื้นผิววัสดุ การหาความติดแน่นวิธีที่ง่ายที่สุด คือ ใช้ของมีคมขูดที่ผิวฟิล์ม ถ้าฟิล์มเปราะหรือมีแรงยึดเกาะกับพื้นผิวไม่ดี ฟิล์มก็จะเกิดการแตก

ในการทดสอบเริ่มจากใช้ของมีคมปาดเป็นรูปสี่เหลี่ยมเล็กๆ บนผิวของฟิล์มให้ทะลุถึงแผ่นทดสอบ จากนั้น ใช้แปรงขัดแผ่นทดสอบไปมาเบาๆ 5 ครั้ง แล้วตรวจสอบดูว่า ผิวของฟิล์มบกร่องมากน้อยเพียงใด ถ้าไม่ใช้แปรงขัด อาจใช้เทปติดที่บริเวณรอยขูดให้สนิท แล้วดึงเทปออกอย่างรวดเร็ว ตรวจดูข้อบกพร่องบนผิวของฟิล์ม แล้วนำมาเทียบกับตารางมาตรฐานที่แสดงค่าความติดแน่น ดังแสดงตามตารางที่ 3.6 ถ้าไม่พบข้อบกพร่องบนผิวของฟิล์มเลย แสดงว่า ฟิล์มดังกล่าว มีความติดแน่นดีมาก

ตารางที่ 3.6 แสดงการข้อบกพร่องของฟิล์มสารเคลือบผิวที่ผ่านบ่มด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต แล้วทำการทดสอบด้วยวิธี cross cut

การยึดติด	การหลุดของฟิล์มสารเคลือบผิว	ภาพแสดงการหลุดของฟิล์ม
5B	0%	
4B	น้อยกว่า 5%	
3B	5-15%	
2B	15-35%	
1B	35-65%	
0B	มากกว่า 65%	



รูปที่ 3.8 แสดงเครื่องทดสอบความติดแน่น ด้วยวิธี cross-cut tape

3.14.3 การทดสอบความเงามันของฟิล์มสารเคลือบผิว (Gloss)

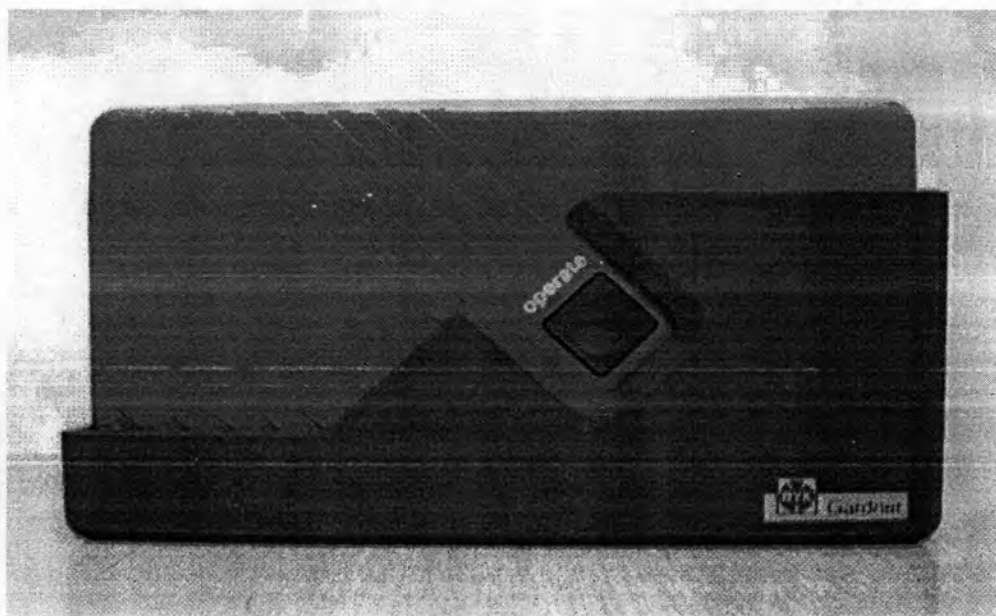
วัดความเงามันของสารเคลือบผิวบนแผ่นพลาสติก ด้วยเครื่อง Gloss Meter โดยอิงมาตรฐาน ASTM D 523 ดังแสดงในรูปที่ 3.9

ฟิล์มสารเคลือบผิวมีความเงามันมากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นกับความสามารถของฟิล์มในการรับแสงและการสะท้อนออกไป ความสามารถดังกล่าวขึ้นกับความเรียบของพื้นผิว และองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์

การวัดความเงามันของฟิล์มสารเคลือบผิว เป็นการวัดเปรียบเทียบความเงามันของแผ่นทดสอบมาตรฐาน โดยมีการระบุมุมที่ลำแสงตกไปกระทบพื้นผิวฟิล์ม โดยทั่วไปนิยมวัดความเงามันที่มุม 20 องศา 60 องศา และ 85 องศา

วิธีวัดด้วยมุม 60 องศา ใช้ได้กับฟิล์มสารเคลือบผิวทั้งหมด ส่วนวิธีวัดด้วยมุม 20 องศา ใช้ได้กับสีที่เงามาก และสามารถวัดความต่างของความเงามันที่มีค่าสูงได้ดีกว่า สำหรับการวัดด้วยมุม 85 องศา ใช้สำหรับสีที่เงาน้อย และสามารถวัดความต่างของความเงามันที่มีค่าน้อยได้ดีกว่า

การวัดความเงามัน ให้สอบเทียบเครื่องวัดความเงามันทุกครั้งก่อนเริ่มวัด สำหรับการวัดความเงามันบนฟิล์มของแผ่นทดสอบ ให้วัดที่ตำแหน่งต่างๆ อย่างต่ำ 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย



รูปที่ 3.9 แสดงเครื่อง Gloss Meter

3.14.4 การทดสอบความทนทานต่อการติดกันของฟิล์มสารเคลือบผิว (block resistance)

วิธีการหาความทนทานต่อการติดกันของฟิล์มสารเคลือบผิวบนแผ่นพลาสติก สามารถทำได้ โดยอิงมาตรฐาน ASTM D 2793-99

ในการทดสอบจะเริ่มจากการนำวัสดุที่เคลือบด้วยฟิล์มแล้ว จำนวน 6 ชิ้น มาอบที่อุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส จากนั้นนำชิ้นทดสอบทั้ง 6 ชิ้นมาซ้อนทับกัน โดยลักษณะการซ้อนทับคือ สองชิ้นด้านล่างนำด้านที่เคลือบฟิล์มลง ชั้นต่อมานำด้านที่เคลือบฟิล์มขึ้น และอีกสองชิ้นนำด้านที่เคลือบฟิล์มลง และชั้นบนสุดนำด้านที่เคลือบฟิล์มขึ้น ตามภาพที่ 3.10 แล้วนำตัวอย่างที่ได้มากดอัดด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก ที่ความดันประมาณ 2500 ปอนด์ ทิ้งไว้อย่างต่ำ 24 ชั่วโมง แล้วทำการวิเคราะห์การติดกันของฟิล์มในแต่ละคู่



รูปที่ 3.10 การซ้อนทับกันของชิ้นทดสอบ

3.14.5 การทดสอบความทนทานต่อน้ำเมื่อทดสอบในลักษณะแช่น้ำ (water resistance)

วิธีการหาความทนต่อน้ำของสารเคลือบผิวบนแผ่นพลาสติก ซึ่งทำได้โดยอิงมาตรฐาน ASTM D 870-02

ในการทดสอบจะเริ่มจากการนำวัสดุที่เคลือบผิวแล้วมาปิดขอบทั้งสี่ด้านด้วยเทปใสเพื่อลดผลจากการที่น้ำซึมเข้ารอยต่อระหว่างวัสดุกับผิวฟิล์ม จากนั้นนำมาแช่ในน้ำกลั่น ให้ความสูงของฟิล์มที่แช่ประมาณ $\frac{3}{4}$ ของฟิล์มทั้งหมด และควบคุมอุณหภูมิประมาณ 38 องศาเซลเซียส พร้อมทั้งควบคุมระดับน้ำให้คงที่เสมอ ทิ้งไว้อย่างต่ำประมาณ 24 ชั่วโมง แล้วสังเกตความเงาผิวการพองของฟิล์มและสีที่เปลี่ยน

3.14.6 การทดสอบความทนทานต่อการขีดถูด้วยตัวทำละลายต่างๆ (solvent rub resistance)

วิธีการหาความทนต่อการขีดถูด้วยตัวทำละลายต่างๆ ของสารเคลือบผิวบนผ่านพลาสติก สามารถทำได้โดยอิงมาตรฐาน ASTM D 5402-93

ในการทดสอบจะเริ่มจากการนำวัสดุที่เคลือบผิวแล้วมาเช็ดด้วยน้ำเพื่อเอาผงและฝุ่นที่เกาะติดบนฟิล์มเคลือบผิวออกเสียก่อนแล้วเช็ดให้แห้ง แล้วนำผ้าฝ้ายจุ่มตัวทำละลายแต่ละชนิดจนชุ่มแล้วนำมาขีดถู โดยใช้นิ้วชี้ขีดด้วยแรงปานกลางทำมุม 45 องศา กับผิวฟิล์ม ทำการขีดทั้งหมด 25 ครั้ง แล้วสังเกตลักษณะโดยรวมของผิวฟิล์ม ความทนรอยขีดข่วนและความเงาของผิวฟิล์มว่าเปลี่ยนแปลงไปมากน้อยเพียงใด