บทที่ 3

การศึกษาลักษณะการทำงานของโรงงานพ่นสีรถยนต์

จากจุดประสงค์ ขอบเขต และการดำเนินการในการวิจัย จำเป็นจะต้องทำการรวบรวมข้อมูลของโรงงานพ่นสีรถยนต์ตัวอย่าง ว่ามีลักษณะการจัดการองค์กรแบบใด และมีหน่วยงานใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัย ลักษณะการทำงาน วัตถุดิบหลักในการพ่นสี กระบวนการในการผลิตรถยนต์ที่ผ่านการพ่นสีและการตรวจสอบคุณภาพ ตลอดจนการศึกษาชิ้นส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการพ่นสี ดังนั้นในบทนี้จะทำการศึกษาในเรื่องดังกล่าว ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นต่อการศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการพ่นสีของหัวพ่นสีแบบระฆัง

3.1 การจัดการองค์กรของโรงงานตัวอย่าง

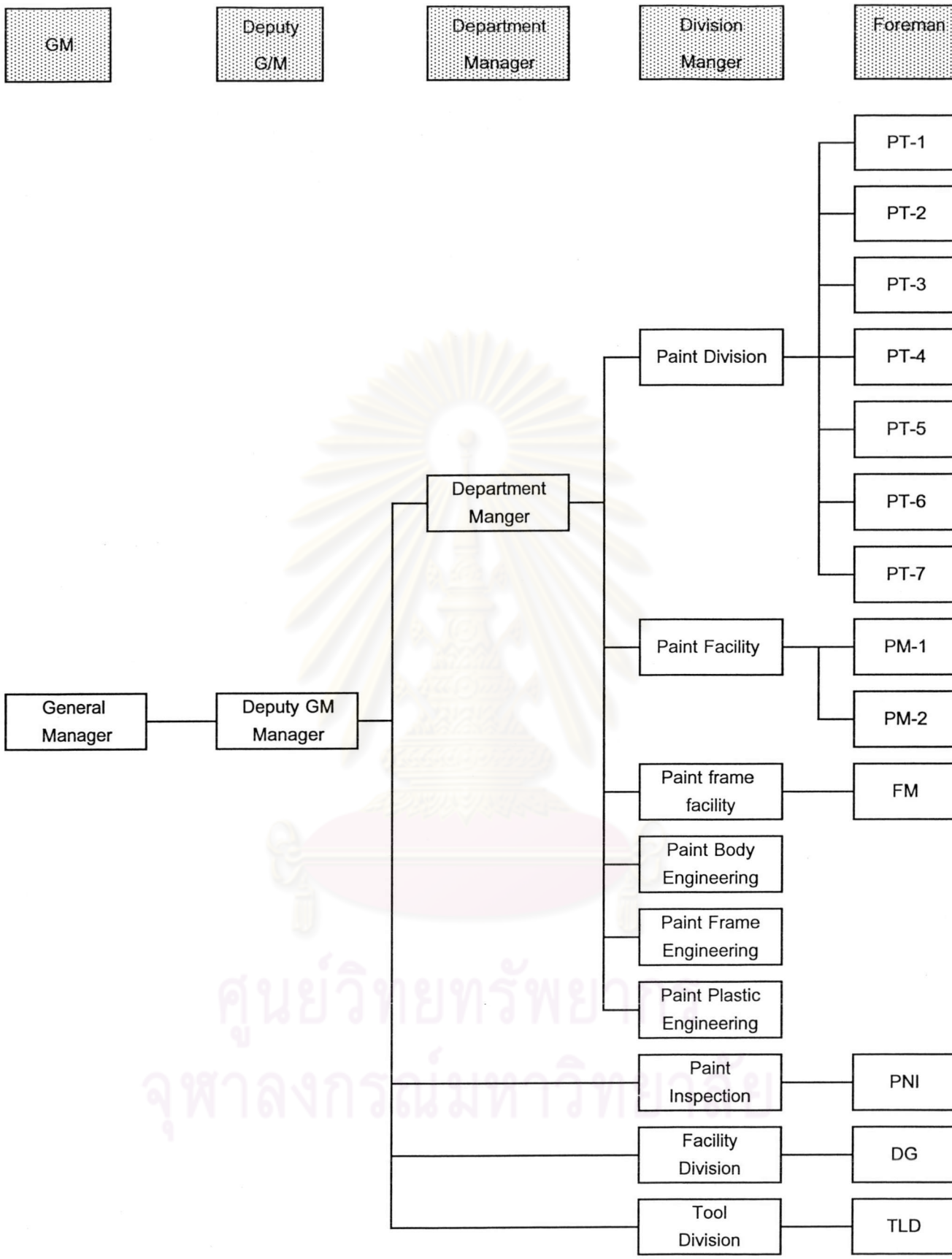
โรงงานประกอบรถยนต์ตัวอย่างมีการจัดแบ่งลักษณะของการทำงานของเป็น 4 หน่วยงานใหญ่ ได้แก่

1. ฝ่ายประกอบตัวถัง
2. ฝ่ายสี
3. ฝ่ายประกอบขั้นสุดท้าย
4. ฝ่ายประกอบเฟรม

การจัดการองก์กรระบบการบริหารของฝ่ายสี หรือโรงงานพ่นสีรถยนต์ตัวอย่าง แบ่งออกตามลักษณะขั้นตอน กระบวนการทำสีรถยนต์ และหน้าที่ดังแสดงในรูปที่ 3.1 โดยสามารถแบ่งได้ดังนี้

1.แผนกผลิตโรงพ่นสี

เป็นหน่วยงานหลักในการทำงานพ่นสีตัวถังรถยนต์ รับผิดชอบในส่วนการทำความสะอาดตัวถังรถยนต์ ชุบสีกันสนิมไฟฟ้า ยาแนวตามรอยต่อของตะเข็บรถยนต์ส่วนต่างๆ พ่นสีรองพื้น และทำการพ่นสีจริง เพื่อส่งมอบให้กับโรงงานประกอบขั้นสุดท้าย โดยการจัดการองค์กรของหน่วยงานฝ่ายผลิตโรงงานสีสามารถแบ่งได้ดังนี้



รูปที่ 3.1 การจัดองค์กรของโรงงานพ่นสีรถยนต์ตัวอย่าง

1.1 PT-1 ทำหน้าที่รับผิดชอบดูแลกระบวนการล้างและปรับสภาพผิวตัวถังรถยนต์ (Pretreatment Process) คือ การทำความสะอาดคราบน้ำมัน เศษสกปรก เขม่าที่เกิดจากการเชื่อมตัวถัง และทำการชุบสีตัวถังรถยนต์ด้วยระบบไฟฟ้า (EDP) สุดท้ายคือการพ่นใต้ท้องรถยนต์เพื่อกันสนิม

1.2 PT-2 ทำหน้าที่ในการยาแนวตามตะเข็บรอยต่อบริเวณต่างๆ ของรถยนต์เพื่อกันการรั่วซึมของน้ำเข้าสู่ภายในบริเวณห้องโดยสารและด้านในของตัวถังรถยนต์

1.3 PT-3 ทำหน้าที่ในการพ่นสีรองพื้นบนตัวถังรถยนต์ และขัดตกแต่งผิวสีเพื่อให้พร้อมสำหรับการพ่นสีจริง

1.4 PT-4 ทำหน้าที่ในการพ่นสีจริงบนตัวถังรถยนต์ โดยการพ่นสีจริง จะใช้การพ่นจากคน (Manual Spray) และเครื่องพ่นสีอัตโนมัติ (Auto Spray) เพื่อให้ได้คุณภาพที่ดีและทันเวลาในการผลิต

1.5 PT-5 ทำหน้าที่ดูแลรับผิดชอบเหมือน PT-4 Group

1.6 PT-6 ทำหน้าที่ดูแลรับผิดชอบการจัดส่งวัสดุสิ้นเปลือง เครื่องมือในการประกอบย่อยและสนับสนุนการทำงานของหน่วยงานอื่นๆ ที่สังกัดหน่วยงาน Paint Division

1.7 PT-7ทำหน้าที่ดูแลรับผิดชอบการพ่นสีของชิ้นส่วนพลาสติก ที่ใช้ในการประกอบรถยนต์ ได้แก่กันชนด้านหน้า กระจังหน้าของรถยนต์

2. แผนกวิศวกรรมสีตัวถัง

ทำหน้าที่ในการติดตั้งปรับปรุง การทดสอบเครื่องจักร ให้เหมาะสมกับความต้องการในการผลิตรถยนต์ หรือการปรับปรุงเครื่องจักรใหม่ให้มีประสิทธิภาพในการทำงาน เพื่อเพิ่มผลผลิตหรือคุณภาพของการพ่นสีรถยนต์ให้ดียิ่งขึ้น โดยเครื่องจักรที่รับผิดชอบจะดูแลในส่วนของเครื่องจักรที่ใช้ในการพ่นสีตัวถังรถยนต์เท่านั้น

3. แผนกวิศวกรรมสีชิ้นส่วนพลาสติก

ทำหน้าที่เหมือนกับหน่วยงานแผนกวิศวกรรมสีตัวถัง แต่จะดูแลรับผิดชอบในส่วนของโรงพ่นสีชิ้นส่วนพลาสติกเท่านั้น

4. แผนกวิศวกรรมสีเฟรม

ทำหน้าที่เหมือนกับหน่วยงานแผนกวิศวกรรมสีตัวถัง แต่จะดูแลรับผิดชอบในส่วนของโรงงานประกอบเฟรมของรถยนต์ ซึ่งจะมีแต่เฉพาะกระบวนการล้างและปรับสภาพผิวของเฟรม (Pretreatment Process) และการชุบสีกันสนิมด้วยระบบไฟฟ้า (EDP) เท่านั้น

5. แผนกอำนวยความสะดวกการผลิตโรงงานสี

เป็นหน่วยงานหลักในการดูแลรักษา และซ่อมบำรุงเครื่องจักรของโรงงานพ่นสีตัวอย่างโดยการจัดการองก์กรให้ดังนี้

5.1 PM-1 ทำหน้าที่ในการดูแลรักษา ซ่อมบำรุงอุปกรณ์ที่ใช้ในการลำเลียงตัวถังรถยนต์ในการผลิต (C-Hanger และ Skid) ซ่อมบำรุงดูแลรักษาอุปกรณ์ทั่วไป ไดแก่ ระบบ

I20698124

ท่อน้ำโรงงาน และทำหน้าที่ในการสร้างชิ้นส่วนอะไหล่ของเครื่องมือ อุปกรณ์ในการผลิต โดยใช้เครื่องจักรกลในการทำงาน ได้แก่ เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องไส เป็นต้น

5.2 PM-2 เป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่ในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานพ่นสีตัวถังรถยนต์ ทำหน้าที่ในการดูแลรักษาแบบซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) ได้แก่ การทำความสะอาดเครื่องจักร การตรวจสอบสภาพเครื่องจักร การหล่อลื่นเครื่องจักรตามระยะเวลาที่กำหนด การซ่อมบำรุงตามเวลาที่กำหนด และการซ่อมเครื่องจักรชำรุดขณะทำการผลิต (Breakdown Maintenance)

โดยลักษณะงานของ PM-2 จะเป็นหน่วยงานหลักในการดูแลรักษาเครื่องจักร และหน่วยงาน PM-1 จะทำหน้าที่ในการสนับสนุนในด้านอะไหล่ที่สามารถผลิตได้เอง เพื่อใช้ในการซ่อมบำรุงเครื่องจักร

6. แผนกอำนวยความสะดวกการผลิตโรงงานสีเฟรม

ทำหน้าที่ในการดูแลรักษา และซ่อมบำรุงเครื่องจักรที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดและชุบสีกันสนิมด้วยระบบไฟฟ้าของโรงงานประกอบเฟรมรถยนต์

7. แผนกอำนวยความสะดวกทั่วไป

ทำหน้าที่ในการดูแลรักษา และซ่อมบำรุงเครื่องต้นกำลังที่ใช้ในการผลิตรถยนต์ของทั้งโรงงาน ได้แก่ เครื่องกำเนิดลมอัด (Air Compressor) หม้อไอน้ำ (Boiler) เครื่องทำความเย็น (Chiller) และระบบไฟฟ้าโรงงานทั้งหมดในโรงงานประกอบรถยนต์

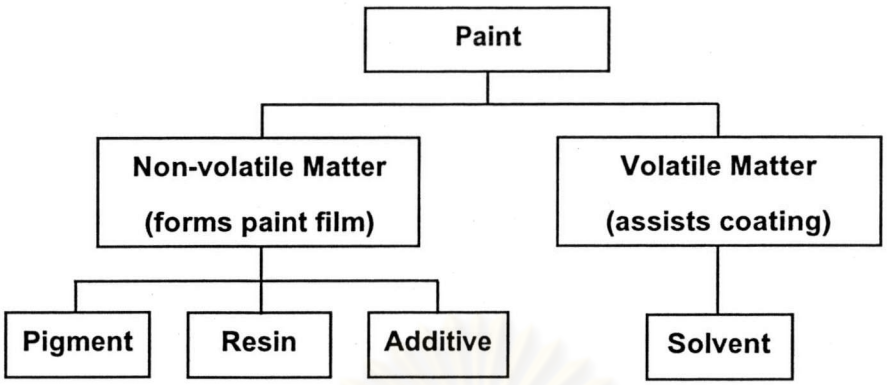
8. แผนกตรวจสอบคุณภาพงานสี

ทำหน้าที่ในการตรวจสอบคุณภาพของการพ่นสีตัวถังรถยนต์ และชิ้นส่วนพลาสติกที่ได้จากการผลิต โดยการตรวจสอบนี้จะประกอบด้วยการตรวจสอบแบบต่างๆ ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ ได้แก่ การวัดความหนาสีของสีกันสนิม สีรองพื้น สีจริง การวัดค่าความเงา ความราบเรียบของฟิล์มสีจริง การตรวจนับจำนวนจุดบกพร่องบนของสีจริงบนตัวถังรถยนต์ เป็นต้น

9. แผนกเครื่องมือ

ทำหน้าที่ในการดูแล และซ่อมบำรุงเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการประกอบรถยนต์ ได้แก่ เครื่องมือลมต่างๆ เช่น ไขควงลม สว่านลม ประแจลม รวมถึงการดูแลระบบพัสดุคงคลังของอุปกรณ์ อะไหล่ชิ้นส่วนเครื่องจักรต่างๆ ภายในโรงงานประกอบรถยนต์

3.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสีที่ใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์



รูปที่ 3.2 ส่วนประกอบของสี

ส่วนประกอบของสีโดยทั่ว ๆ ไป ประกอบด้วยสารประกอบ 4 อย่าง ดังแสดงในรูปที่ 3.2 คือ

1. ผงสี (Pigment)

ผงสี (Pigment) คือ สารที่ให้ปรากฏเป็นสีสรรต่างๆ กับสิ่งที่นำมาเคลือบ มีลักษณะเป็นผงละเอียด โดยทั่วไปมี 2 หน้าที่ให้ความสวยงาม ความทนทาน บางชนิดมีคุณสมบัติในการปกปิดพื้นผิวของวัตถุได้สูง (Hiding Power) ผงสีมีความสามารถในการแพร่กระจายได้ดี ส่วนมากจะไม่ละลายในสารละลายใดๆ ดังนั้นในการนำไปใช้งานจะต้องนำผงสีไปบดเป็นอนุภาคเล็กๆ (Primary Particle) เพื่อให้อนุภาคของผงสีแขวนลอยอยู่ในสิ่งนำสี

ประเภทของ Pigment แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

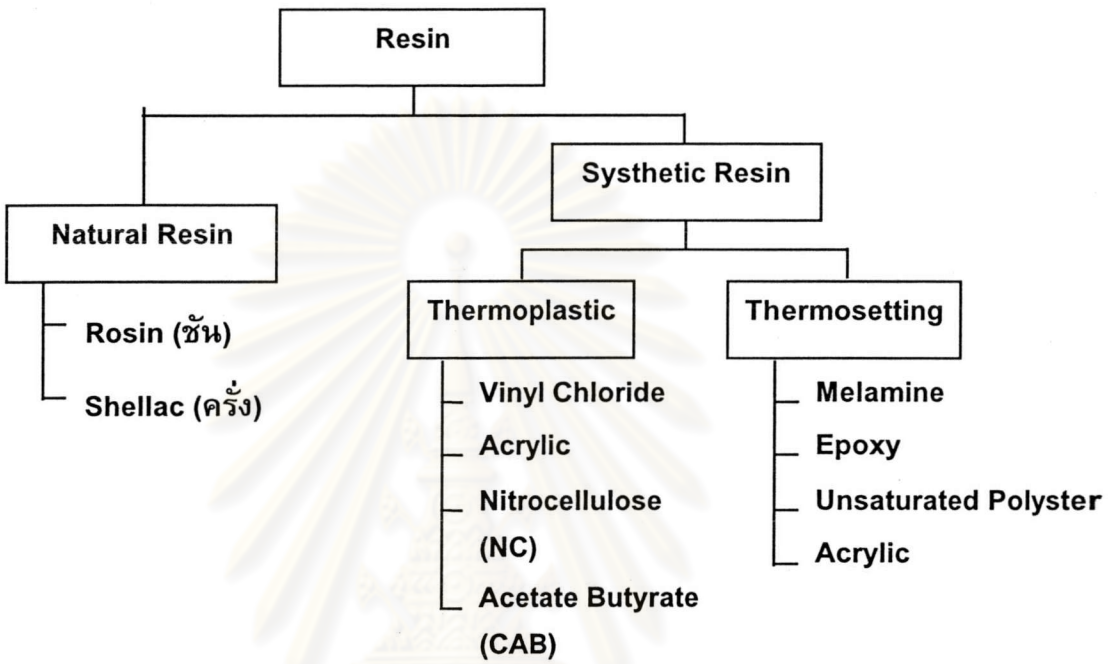
- Inorganic Pigment เป็นผงสีที่ทำมาจากสารประกอบอนินทรีย์ เช่น Oxides, Carbon, Sulfide, Silicates, Chromates, Molybdates, Sulphates, Carbonates, Ferrocynides ฯลฯ
- Organic Pigment เป็นผงสีที่มาจากสารอินทรีย์ให้สีสรรต่างๆ มากมาย สีที่ให้มีความใสสูงกว่า Inorganic แต่ความสามารถในการปกปิดพื้นผิวล่างค่อนข้างต่ำ จึงทำให้สูญเสียเนื้อสีมากกว่า

2. สิ่งนำสี (Resin)

สิ่งนำสี คือ สารอินทรีย์อสัณฐาน ซึ่งพืชและแมลงบางชนิดสร้างและหลั่งออกมา โดยปกติจะไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ต่างๆ เรซินธรรมชาติที่เป็นตัวอย่างทั่วไป เช่น ชัน (Resin) ครั่ง (Shellac) ปัจจุบันเปลี่ยนมาใช้เรซินสังเคราะห์ (Synthetic Resin)

หมายถึง วัสดุสังเคราะห์ชนิดเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ (Plastic) โดยทั่วไปผลิตได้ด้วยกระบวนการ Polymerization มีคุณสมบัติทนทานมากกว่าเรซินธรรมชาติ

Resin มีหน้าที่ในการยึดประสานระหว่างอนุภาคของ Pigment เข้าไปด้วยกันพร้อมกับการยึดเกาะระหว่างชั้นของสีกับพื้นผิวที่เคลือบ โดยทั่วไป Resin จะเป็นตัวกำหนดคุณสมบัติต่างๆ ของฟิล์มสีแต่ละประเภทดังแสดงในรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.3 ประเภทของ Resin

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของเรซิน

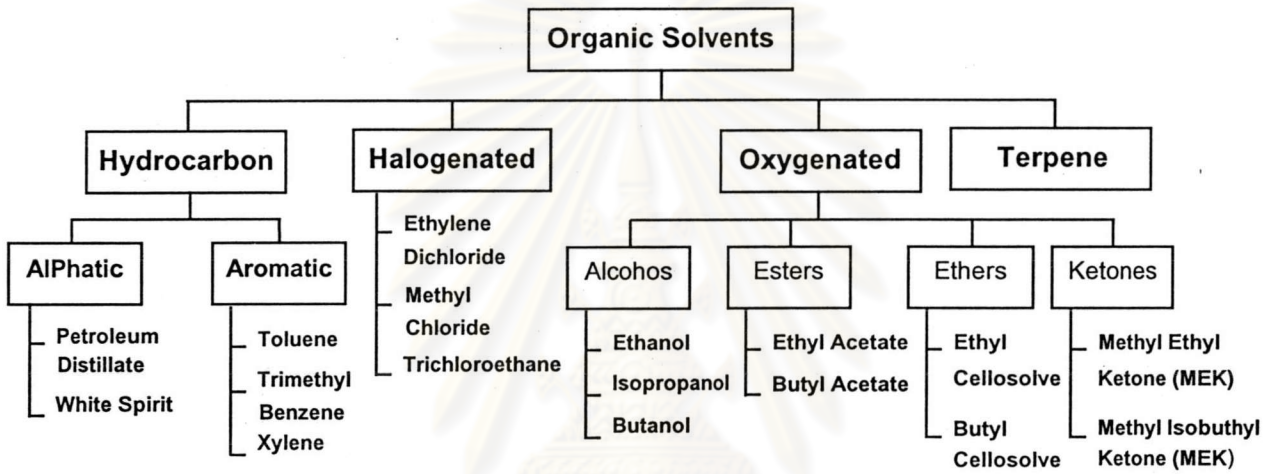
ประเภท	คุณสมบัติ	ตัวอย่าง
1. Natural Resin	ส่วนใหญ่สกัดได้มาจาก พืชและสัตว์	- Rosin, Shellac
2. Synthetic Resin		
2.1 Thermo Plastic Resin	Resin กลุ่มนี้จะอ่อนตัวลงเมื่อได้รับความร้อน โดยทั่วไปมีความยืดหยุ่นดี ละลายในตัวทำละลายได้ง่าย	- Vinyl Chloride Resin - Acrylic Resin - Nitrocellulose Resin (NC) - Cellulose Resin - Acetate Butyrate (CAB)
2.2 Thermo Setting Resin	Resin กลุ่มนี้เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดปฏิกิริยาเคมี Polymerization แต่เมื่อเย็นตัวจะไม่อ่อนตัว โดยทั่วไปมีความแข็งสูง ทนต่อตัวทำละลายได้ดี	- Melamine Resin - Epoxy Resin - Unsaturated Polyester Resin - Acrylic Resin

3. ตัวทำละลาย (Solvent)

ตัวทำละลาย คือ สารที่มีคุณสมบัติในการละลาย Resin ให้เป็น Liquid Solution มากขึ้น เนื่องจากใน Resin ส่วนใหญ่มีความหนืดค่อนข้างสูง จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีตัวทำละลายเข้าไปปรับความหนืด

หน้าที่ของตัวทำละลาย คือปรับความหนืดของสี เพื่อให้เหมาะสมต่อการผลิต และการนำไปใช้งาน นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นตัวระเหยซึ่งหลังจากการพ่นสีแล้ว ตัวทำละลายจะระเหยไปจนหมด สิ่งที่เหลืออยู่เป็นฟิล์มสี คือส่วนของ Pigment และ Resin เท่านั้น

ประเภทของตัวทำละลายจำแนกโดยอาศัยโครงสร้างทางเคมีตามรูปที่ 3.4 ดังนี้



รูปที่ 3.4 ประเภทของ Solvent

4. ตัวปรับคุณสมบัติของสี (Additive)

ตัวปรับคุณสมบัติของสี (Additive) คือ สารที่ใส่ลงไปในสีเพื่อทำหน้าที่ในการปรับปรุงคุณสมบัติของสีดังแสดงในตารางที่ 3.2 ทั้งในด้านกระบวนการผลิต และการปรับปรุงคุณสมบัติของฟิล์มสี ปริมาณการใช้โดยเฉลี่ยประมาณ 0.3% ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิต ในกรณีที่ใช้มากเกินปริมาณที่กำหนดให้อาจมีผลกระทบต่อคุณสมบัติของฟิล์มสีได้ ถึงแม้ว่าการใส่ Additive ในสีจะใช้ในปริมาณน้อย แต่จำเป็นต้องใช้เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของสีให้ดีขึ้น

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติของสารปรับปรุงคุณสมบัติของสี

ประเภทของ Additive

Type	Properties
- Drier	ช่วยในการแห้งตัวของฟิล์มสี ทำให้ใช้ระยะเวลาน้อยลง
- Plasticizer	ช่วยให้ผิวฟิล์มมีความยืดหยุ่นตัว เก่าช้า และทนต่อความเย็นได้ดี
- Dispersing Agent	ช่วยกระจายเนื้อสี และป้องกันการกลับมารวมตัวกันอีก
- Ant-Setting Agent	ป้องกันการตกตะกอนของเม็ดสี ป้องกันการแยกตัวของเนื้อสีจาก Vehicle และมีความหนืดของสีให้ใช้งานง่ายขึ้น
- Anti-Skinning Agent	ทำหน้าที่ชะลอเวลาการเกาะตัวที่ผิวหน้าของสี ซึ่งจะมีผลทำให้การใช้งานและการเกิดฟิล์มไม่ดีพอ
-Deformer Agent & Antiform	ป้องกันไม่ให้เกิดฟองและทำลายฟองที่เกิดขึ้นในสี
- Preservation & Biocide	ช่วยยับยั้งหรือป้องกันไม่ให้เกิดเชื้อราและเกิดรอยด่างสีดำบนพื้นผิว
- Ultraviolet Absorber	ป้องกันการถูกทำลายเนื่องจากแสงอาทิตย์ และรังสีต่างๆ
- Catalyst	ทำหน้าที่ควบคุมปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น
- Surfactants	ทำหน้าที่เป็นตัวกระจายในการบดผงสี ช่วยทำให้เกิดเสถียรภาพระหว่างผิวของ Oil และวัตถุดิบตัวอื่น ๆ
- Thickening Agent	เป็นตัวช่วยเพิ่มความหนืดของสี
- Flating Agent	ทำให้ฟิล์มสีมีลักษณะเรียบ ด้าน

3.3 การตรวจสอบคุณสมบัติของฟิล์มสี

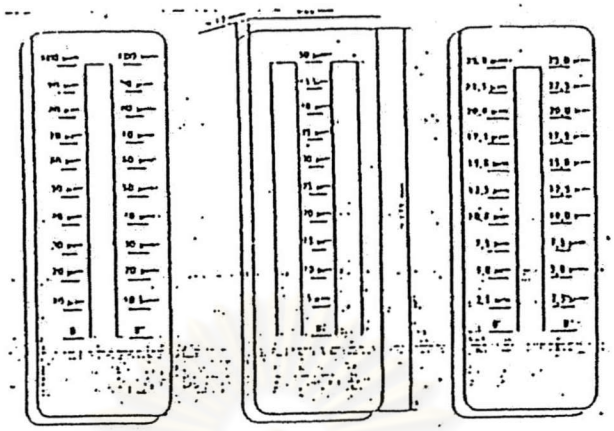
3.3.1การทดสอบคุณสมบัติของสีขณะเปียก (Wet Paint Properties)

1. การหาความละเอียด (Fineness of Grind)

ความละเอียด หมายถึง ค่าที่อ่านได้เป็นไมโครเมตรจากเครื่องวัดมาตรฐาน ค่านี้แสดงโดยความลึกของเครื่องวัดที่ทำให้มองเห็นอนุภาคที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์

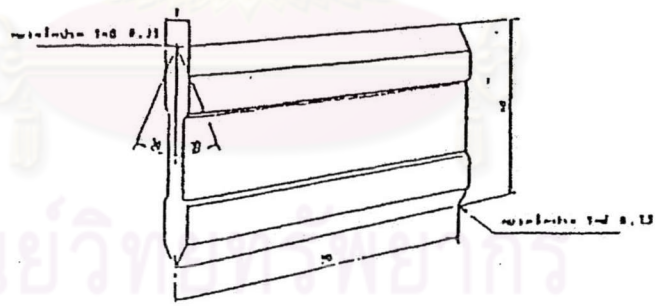
เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบคุณสมบัติของสีขณะเปียก ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. ตัวเครื่องวัดประกอบด้วยเหล็กกล้าชุบแข็ง ยาวประมาณ 175 มิลลิเมตร กว้างประมาณ 65 มิลลิเมตร หนาประมาณ 13 มิลลิเมตร ผิวหน้าด้านบนของแท่งเหล็กเรียบและแบนราบ มีหนึ่งร่องหรือสองร่องกว้างประมาณ 12.5 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 140 มิลลิเมตร ขนานกับด้านยาวของแท่งเหล็ก แต่ละร่องมีความลึกจากมากไปหาน้อย เช่นตั้งต้นจากความลึกที่ 25, 50 หรือ 100 ไมโครเมตรที่ปลายด้านหนึ่ง ไปจนถึง 0 ไมโครเมตร ที่ปลายอีกด้านหนึ่ง และมีขีดแสดงความลึกดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 เครื่องวัดแบบทั่วไป

2. เหล็กปาด ประกอบด้วยแผ่นเหล็กที่มีคมเดียวหรือสองคม ยาวประมาณ 90 มิลลิเมตร กว้างประมาณ 40 มิลลิเมตร หนาประมาณ 6 มิลลิเมตร คมจะต้องตรงตามด้านยาวและมน โดยมีรัศมีความประมาณ 0.25 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 เหล็กปาด 2 คม

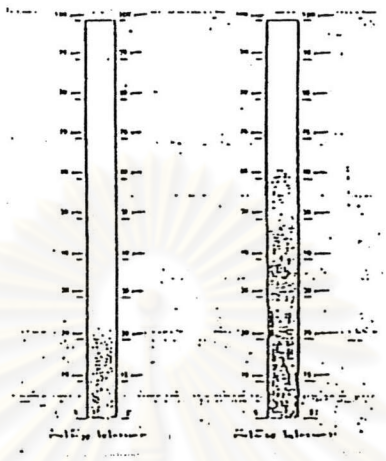
วิธีทดสอบคุณสมบัติของสีขณะเปียก

วางเครื่องมือวัดที่สะอาดและแห้งดี แล้วบนพื้นเรียบในแนวนอนและไม่ลื่น เทตัวอย่างลงในร่องส่วนที่ลึกจนตัวอย่างล้นออกมาจากร่องเล็กน้อย ใช้มือทั้งสองข้างจับเหล็กปาดวางด้านคม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ให้ติดพื้นผิวและตั้งฉากกับเครื่องวัดแล้วปาดเหล็กไปบนเครื่องวัดด้วยอัตราความเร็วที่คงที่ 2-3 นาที การปาดออกแรงกดบนเหล็กปาดให้มากพอที่จะให้ตัวอย่างสีเข้าไปอยู่ในร่องจนเต็ม และให้ตัวอย่างสีที่ค้างอยู่นอกร่องหายไปแล้วอ่านค่าความละเอียดภายใน6 วินาที หลังจากปาดแล้ว

การอ่านค่าความละเอียดให้เป็นไปดังที่แสดงในรูปที่ 3.7



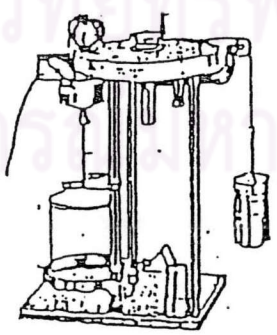
รูปที่ 3.7 วิธีอ่านเครื่องวัด

2. การหาความหนืด (Viscosity)

การหาความหนืดวิธีนี้ เป็นการหาความหนืดของผลิตภัณฑ์สำเร็จที่จำหน่ายแก่ลูกค้า ความหนืดดังกล่าวมักกำหนดไว้ต่างกันแล้วแต่ประเภทของสี ในเชิงวิชาการ เพื่อให้เหมาะสมกับเสถียรภาพต่อการเก็บ และในเชิงการค้า เพื่อให้ยุติธรรมแก่ผู้ซื้อและผู้ขาย

เครื่องมือที่ใช้ในการหาความหนืด ประกอบด้วย

1. เครื่องวัดความหนืดแบบสตอร์เมอร์ (Stormer Viscometer) ดังแสดงในรูปที่ 3.8
2. นาฬิกาจับเวลา



รูปที่ 3.8 เครื่องวัดความหนืดแบบสตอร์เมอร์ พร้อมใบพัดและนาฬิกาจับเวลา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีทดสอบความหนืด

เทตัวอย่างสีลงในภาชนะซึ่งเป็นส่วนประกอบของเครื่อง แล้ววางภาชนะนั้นบนแป้นรอง โดยให้ใบพัดจุ่มไปในตัวอย่างจนถึงขีดบนก้านใบพัด ก่อนจะเริ่มทดสอบหมุนใบพัดให้ได้ประมาณ 100 รอบ ในเวลา 25 – 30 วินาที แล้วใช้ก้อนน้ำหนักขนาดต่างๆ หาเวลาที่ใช้หมุนใบพัดได้ 100 รอบ เลือกน้ำหนักที่ทำให้อ่านค่าได้อยู่ภายในช่วง 27 – 30 วินาที เริ่มทดสอบโดยให้ใบพัดหมุนอย่างน้อย 10 รอบ ก่อนจับเวลา

การอ่านค่าความหนืด

อ่านค่าความหนืดหน่วยเป็น เครบส์ยูนิต (Kreb Unit) โดยใช้วิธี Interpolationจากตารางตัวอย่างเช่นเมื่อใช้น้ำหนัก 125 กรัมจับเวลาได้ 30 วินาที/100 รอบ จะอ่านค่าความหนืดได้ 67

ตารางที่ 3.3 *เครบส์สตอร์เมอร์พร้อมกับการอินเตอร์โปเลต (น้ำหนักเป็นกรัม)*

จำนวนวินาที/100 รอบ	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350
24	42	52	-	65	-	75	-	83	-	90	-
25	45	54	-	66	-	76	-	84	-	90	-
26	47	56	-	68	-	78	-	85	-	91	-
27	49	57	63	69	74	79	83	89	92	95	97
28	51	59	65	70	75	80	84	87	90	93	96
29	53	60	66	71	76	81	85	88	91	94	97
30	54	61	67	72	77	82	86	89	92	95	98
31	55	62	68	73	78	82	86	90	93	95	98
32	56	63	69	74	79	83	87	90	93	96	99
33	57	67	70	72	80	84	88	91	94	96	99

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

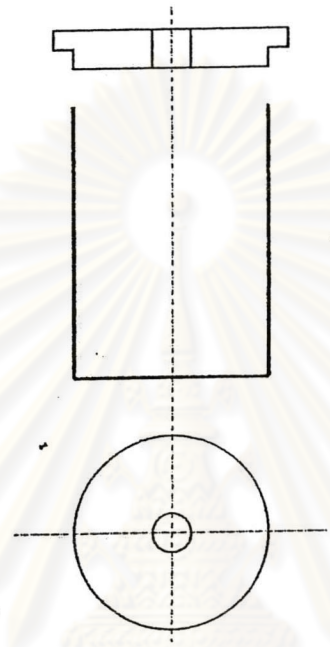
หมายเหตุ เนื่องจากค่าความหนืดจะเปลี่ยนแปลงไปเมื่ออุณหภูมิของสีที่เปลี่ยนไป ฉะนั้นในการทดสอบค่าความหนืดจึงต้องวัดอุณหภูมิของสีด้วย แล้วรายงานค่าความหนืดพร้อมค่าอุณหภูมิ เช่น KU = 67/30 C

3. การหาความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)

การหาค่าความถ่วงจำเพาะมีประโยชน์ คือ เมื่อคูณด้วยค่าความหนาแน่นของน้ำจะได้ความหนาแน่นของสีทำให้ทราบน้ำหนักของสีต่อหน่วยปริมาตรได้

เครื่องมือที่ใช้ในการหาความถ่วงจำเพาะ ประกอบด้วย

1. ถ้วยสำหรับหาความถ่วงจำเพาะ พร้อมฝา ดังแสดงในรูปที่ 3.9
2. เครื่องชั่งน้ำหนักชนิด 2 แขน เครื่องชั่งจะต้องชั่งได้ถูกต้องถึง 1.0 กรัม



รูปที่ 3.9 *ถ้วยสำหรับหาค่าความถ่วงจำเพาะพร้อมฝา*

วิธีทดสอบหาความถ่วงจำเพาะ

ใส่ตัวอย่างที่ต้องการหาค่าความถ่วงจำเพาะในถ้วยจนเต็ม ต้องระมัดระวังมิให้มีฟองอากาศในถ้วยแล้วปิดฝาให้สนิท หากตัวอย่างเต็มถ้วยเกินไปมันจะล้นออกทางรูที่ฝาถ้วย ให้เช็ดตัวอย่างที่ล้นออกให้หมดแล้วนำไปชั่งบนเครื่องชั่ง 2 แขน

วิธีคำนวณหาค่าความถ่วงจำเพาะ

ความถ่วงจำเพาะของตัวอย่าง = น้ำหนักของตัวอย่างในถ้วย /100 (หน่วยเป็นกรัม)

หมายเหตุ น้ำหนักของตัวอย่างในถ้วยจากการชั่งน้ำหนักรวม แล้วหักน้ำหนักถ้วย พร้อมฝาออก

4. การหาปริมาณที่ไม่ระเหยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (Non-Volatile %)

สารที่ไม่ระเหย (Non Volatile) หมายถึง ส่วนที่เหลืออยู่เมื่ออบตัวอย่างภายใต้สภาวะทดสอบที่กำหนด (โดยทั่วไปกำหนดให้อบ 105 ± 2 C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง)

เครื่องมือที่ใช้ในการหาปริมาณที่ไม่ระเหยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

1. จานแบนทำด้วยแก้วโลหะเคลือบดีบุกหรืออลูมิเนียมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 75 มิลลิเมตร
2. เครื่องชั่งขนาดอ่านความละเอียดได้ถึงมิลลิกรัม
3. ตู้อบที่มีอากาศหมุนเวียน สามารถรักษาระดับอุณหภูมิที่กำหนดไว้ได้
4. เดสิกเกเตอร์

วิธีทดสอบหาปริมาณที่ไม่ระเหยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

1. อบจานให้แห้ง แล้วทิ้งให้เย็นถึงอุณหภูมิห้องในเดสิกเกเตอร์
2. ชั่งน้ำหนักของจานให้ละเอียดถึงมิลลิกรัม
3. ใส่ตัวอย่างประมาณ 2-3 กรัม ลงในจาน เกลี่ยให้กระจายสม่ำเสมอบนจาน แล้วชั่งให้ละเอียดถึงมิลลิกรัม
4. วางจานพร้อมตัวอย่างในข้อที่ 3 ไว้ในเตาอบที่ปรับอุณหภูมิไว้ก่อนแล้วที่ 150 ± 2 C เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง
5. เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วทิ้งให้เย็นในเดสิกเกเตอร์จนถึงอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนักให้ละเอียดถึงมิลลิกรัม
6. ทำการทดสอบอย่างน้อย 2-8 ครั้ง โดยใช้ตัวอย่างเดียวกันที่ต้องการทดสอบ
7. คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์สารที่ไม่ระเหยจากสูตร

$$\% NV = \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (กรัม)}/\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)} \times 100$$

8. รายงานค่าผลการทดสอบเป็นค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบอย่างน้อย 2 ครั้ง

หมายเหตุ หากตัวอย่างมีตัวทำละลายที่ระเหยได้ดี จานแบบที่ใช้จะต้องมีฝา ให้ชั่งตัวอย่างโดยมีฝาปิดจานด้วย

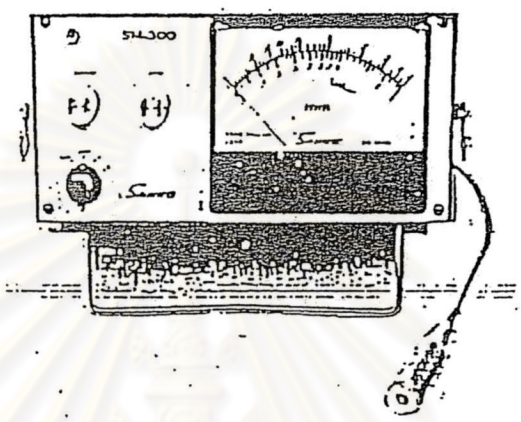
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.2 การทดสอบคุณสมบัติของฟิล์มสี (Film Properties)

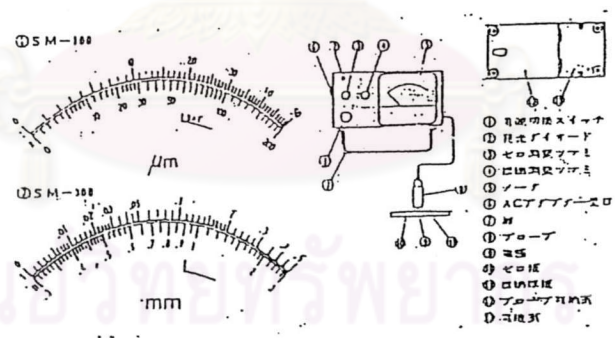
1. การหาความหนาของฟิล์มสี (Film Thickness)

เครื่องมือที่ใช้ในการหาความหนาของฟิล์มสี

1. ตัวเครื่องวัด เป็นเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์ ความหนาที่วัดได้มีหน่วยเป็นไมครอน (1 ไมครอน = 1/100 มิลลิเมตร) เครื่องมือมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 3.10 หรือแสดงเป็นแผนภูมิดังในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.10 *ตัวเครื่องวัดความหนา*



รูปที่ 3.11 *สเกลเครื่องวัดความหนา*

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. แผ่นความหนามาตรฐานที่ทราบความหนาแน่นอน (โดยทั่วไปจะใช้แผ่นที่มีความหนาประมาณ 55 ไมครอน)

2. การหาความเงาของฟิล์มสี (Gloss)

การวัดความเงาของฟิล์มสีมี 3 วิธี ด้วยมุม 20, 60 และ 85

1. วิธีวัดด้วยมุม 60 ใช้ได้กับฟิล์มทั้งหมด สำหรับสีเงามากอาจวัดด้วยมุม 20 หรือสีเกือบด้านอาจวัดด้วยมุม 85 ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมกว่า

2. วัดด้วยมุม 20 ใช้ได้กับสีเงามาก และสามารถวัดความแตกต่างของความเงาที่มีค่าสูงได้ดีกว่า

3. วิธีวัดด้วยมุม 85 ใช้ได้กับสีเงาน้อย และสามารถวัดความแตกต่างของความเงาที่มีค่าน้อยได้ดีกว่า

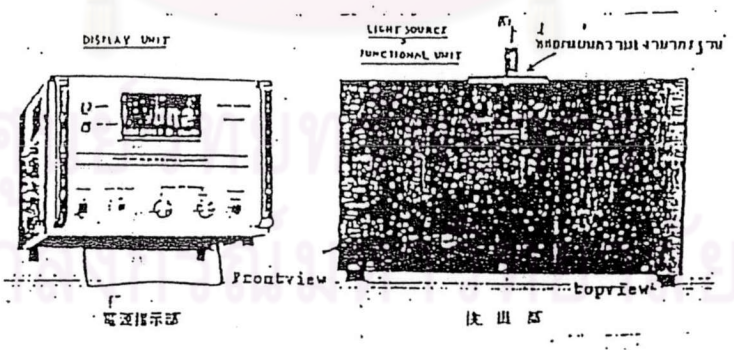
สีเงามาก หมายถึง สีซึ่งวัดความเงาด้วยมุม 60 ให้ค่าความเงาเกิน 70 หน่วย

สีเงาน้อย หมายถึง สีซึ่งวัดความเงาด้วยมุม 60 ให้ค่าความเงาน้อยกว่า 30 หน่วย

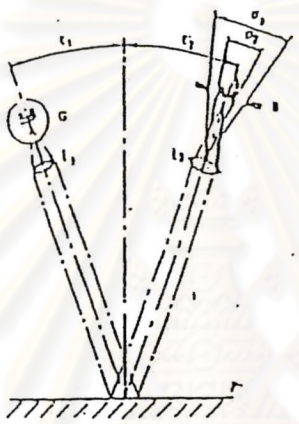
เครื่องมือที่ใช้ในการหาความเงาของฟิล์มสีประกอบด้วย

1. แหล่งกำเนิดแสง สำหรับส่งแสงลงบนพื้นผิวแผ่นทดสอบ และแหล่งรับแสงสำหรับรับแสงสะท้อนจากแผ่นทดสอบ ซึ่งจะไปต่อเชื่อมกับเครื่องมือทางอิเลคทรอนิกส์ ทำให้อ่านค่าความเงาได้เป็นตัวเลขที่หน้าปัดของเครื่องวัด ดังแสดงในรูปที่ 3.12

2. แผ่นความเงามาตรฐาน ซึ่งจะแตกต่างกันสำหรับการวัดด้วยมุมต่างกัน เช่น แผ่นความเงามาตรฐานสำหรับความเงาวัดที่มุม 60 มีค่า 91.8 เป็นต้น



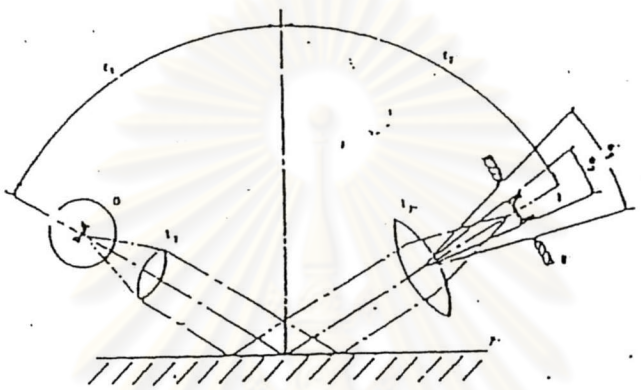
รูปที่ 3.12 *Glossmeter Model Gm-26D*



G	=	หลอดไฟ
L1 และ L2	=	เลนส์
B	=	ที่ปรับแสง
P	=	ฟิล์มสี
ℓ_1	=	ℓ_2 = 20 $\pm$ 0.5 องศา
σ_B	=	1.8 $\pm$ 0.05 องศา
σ_2	=	0.75 $\pm$ 0.25 องศา
I	=	ภาพของไส้หลอดไฟ

รูปที่ 3.13 *หลักการทั่วไปของเครื่องวัดความเงา 20 องศา*

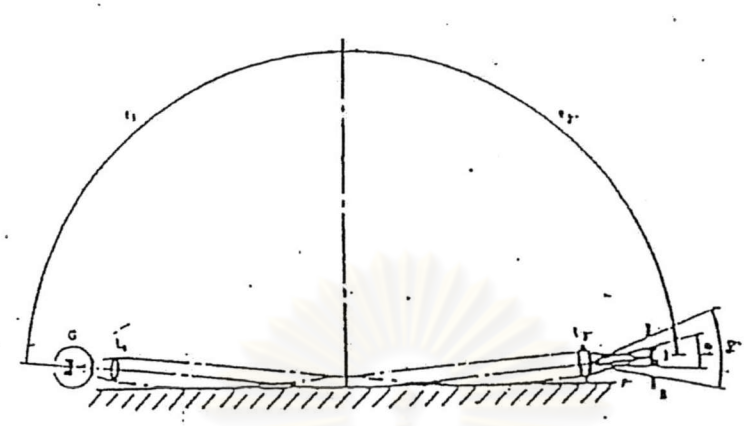
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



G	=	หลอดไฟ
L1 และ L2	=	เลนส์
B	=	ที่ปรับแสง
P	=	ฟิล์มสี
ℓ_1	=	ℓ_2 = 60 $\pm$ 0.2 องศา
σ_B	=	4.4 $\pm$ 0.1 องศา
σ_2	=	0.75 $\pm$ 0.25 องศา
I	=	ภาพของไส้หลอดไฟ

รูปที่ 3.14 *หลักการทั่วไปของเครื่องวัดความเงา 60 องศา*

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



G	=	หลอดไฟ
L1 และ L2	=	เลนส์
B	=	ที่ปรับแสง
P	=	ฟิล์มสี
ℓ_1	=	ℓ_2 = 85 $\pm$ 0.1 องศา
σ_B	=	4.0 $\pm$ 0.3 องศา
σ_2	=	0.75 $\pm$ 0.25 องศา
I	=	ภาพของไส้หลอดไฟ

รูปที่ 3.15 *หลักการทั่วไปของเครื่องวัดความเงา 80 องศา*

วิธีใช้เครื่องมือในการหาความเงาของฟิล์มสี

1. เลือกว่าจะวัดความเงาด้วยมุมเท่าไร ในที่นี้สมมุติว่าต้องการวัดที่มุม 60 ก็ให้ตั้งปุ่มสำหรับเลือกไปที่ 60

2. หลังจากเปิดสวิชท์ต่างๆ ของเครื่องแล้วให้รอประมาณ 15 นาที เพื่อเป็นการอุ่นเครื่องก่อนทำการวัด

3. Set Zero โดยปิดสวิชท์ที่เครื่องไปที่ตำแหน่งปิดรังสีสะท้อน แล้วหมุนปรับปุ่ม Zero ที่เครื่องจนตัวเลขบนหน้าปัดอ่านค่าได้เป็น 0.0

4. Set Standard โดยปิดสวิชท์ที่เครื่องไปที่ตำแหน่งเปิดรับรังสีสะท้อนสอดแผ่นความเงามาตรฐานไปในเครื่อง แล้วหมุนปรับปุ่ม STD ที่เครื่องจนตัวเลขบนหน้าปัดอ่านได้เป็น 91.8

5. นำแผ่นความเงามาตรฐานออก แล้วสอดแผ่นฟิล์มที่ต้องการวัดความเงาลงไปแทนที่ อ่านค่าความเงาจากตัวเลขบนหน้าปัดเป็นค่าความเงาที่วัดได้

6. เลื่อนแผ่นที่ต้องการจะวัดความเงานี้ ไปอย่างน้อยอีก 2-3 ตำแหน่งอื่นของแผ่น แล้ว รายงานค่าเป็นผลเฉลี่ยของความเงาที่อ่านได้

หมายเหตุ สำหรับเครื่อง GM-26D นี้ วัดความเงาได้ด้วยมุม 20 และ 60 เท่านั้น

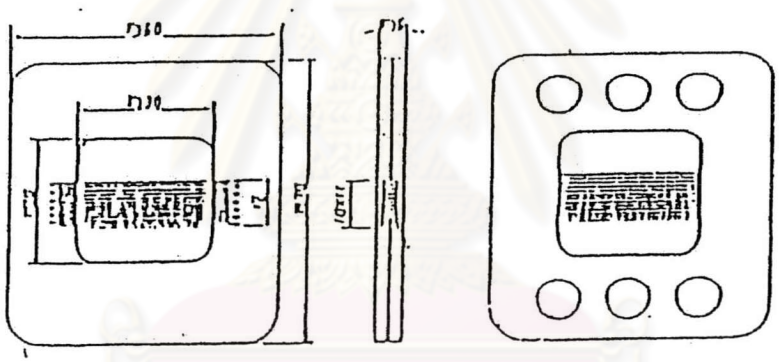
3. การหาความติดแน่นของฟิล์มสี (Adhesion)

เครื่องมือที่ใช้ในการหาความติดแน่นของฟิล์มสี ประกอบด้วย

1. ใบมีดที่มีมุมของความคมระหว่าง 15 – 30 องศา

2. Cutting Guide เพื่อให้การกรีดใบมีดบนผิวฟิล์มกระทำได้เป็นเส้นตรงและแต่ละเส้น ห่างได้เท่ากัน เครื่องมือมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 3.16

3. แถบกาวเซลโลเฟน ขนาดหน้ากว้างประมาณ 24 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.16 Cutting Guild

วิธีทดสอบหาความติดแน่นของฟิล์มสี

1. วาง Cutting Guile บนฟิล์มสีของแผ่นทดสอบ กดใบมีดทำมุม 60 กับทิศทางของ แนวขีด ขีดฟิล์มสีเป็นเส้นลึกถึงผิวเหล็กไปตามยาว 11 เส้น ตามขวาง 11 เส้น เพื่อให้ได้ตาราง ทั้งหมด จำนวน 100 ตาราง

2. ใช้แถบกาวเซลโลเฟนปิดบนพื้นที่ที่กรีดไว้ รีดให้เรียบร้อยด้วยยางลบแล้วลอกด้วย แถบกวาโซลโลเฟนออกทันที โดยลอกให้ทำมุมใกล้เคียงกับ 180 ที่สุด

นับจำนวนชิ้นฟิล์มสีที่ติดแถบกาวขึ้นมา โดยในการนับให้นำชิ้นฟิล์มที่หลุดไม่เต็มชิ้นมารวมกันเป็น 1 ชิ้น แล้วรายงานเป็นจำนวนชิ้นฟิล์มที่เหลือ/จำนวนชิ้นทั้งหมดที่ตัด เช่น 90/100 หมายความว่า ฟิล์มสีหยุดไป 10 ชิ้น จากจำนวนชิ้นที่ตัดทั้งหมด 100 ชิ้น

4. การหาความแข็ง (Hardness)

เครื่องมือที่ใช้ในการหาความแข็ง

1. ดินสอที่มีไส้ความแข็งเป็นไปตามมาตรฐานที่ยอมรับมีไส้ความแข็ง เป็นไปตามมาตรฐาน ไส้ความแข็งมีค่าต่างๆ เรียงจากแข็งมากไปน้อย ดังนี้

6H	5H	4H	3H	2H	H	F	HB	B	2B	3B	4B	5B
แข็งมาก						>						แข็งน้อย

2. ยางลบดินสอ

วิธีทดสอบหาความแข็ง

1. เหลาดินสออย่างระมัดระวังด้วยมีดให้ไส้ดินสอคงสภาพกลมและเรียบของไส้เดิมก่อนห่อด้วยไม้ดินสอ

2. ฝนไส้ดินสอกับกระดาษทรายเบอร์ 400 จนไส้เป็นหน้าตัด

3. เอียงไส้ดินสอเป็นมุมประมาณ 45 กับผิวฟิล์มแล้วขีดเส้นลงเป็นฟิล์ม 5 เส้นด้วยแรงกด สม่ำเสมอโดยการขีดแต่ละเส้นให้เปลี่ยนมุมไส้ดินสอไปด้วย

4. ใช้ยางลบ ลงบริเวณส่วนกลางของเส้นทั้ง 5 เส้น แล้วสังเกตดูว่าฟิล์มมีรอยกดของดินสอหรือไม่

การอ่านค่าความแข็ง

เมื่อลบด้วยยางลบแล้ว ฟิล์มต้องไม่ปรากฏรอย 3 ใน 5 เส้น เช่น เมื่อขีดด้วยไส้ดินสอขนาดความแข็ง 2H แล้วปรากฏรอย 3 เส้น ถือว่าฟิล์มสีนั้นมีความแข็งไม่ถึง 2H ให้ทดลองใหม่โดยใช้ไส้ดินสอที่มีความแข็งน้อยกว่า 2H คือ H

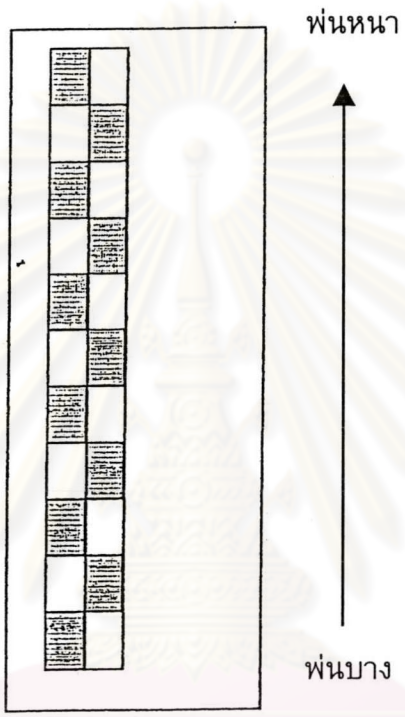
5. การหากำลังซ่อนแสง (Hiding Power)

มีคำจำกัดความหลายแบบที่ใช้อธิบายความหมายของกำลังซ่อนแสงในวงการเคลือบผิว แต่วิธีที่ปฏิบัติอยู่ในการทดสอบนั้น เป็นวิธีที่ง่าย และมองเห็นภาพและประยุกต์กับการใช้งานได้ดีกว่าคำจำกัดความดังกล่าว คือ

กำลังซ่อนแสง คือ ความหนาของฟิล์มสีที่น้อยที่สุดที่สามารถปิดฟิล์มสีขาวและดำได้มิดพอดี

เครื่องมือที่ใช้ในการหากำลังซ่อนแสง

1. เครื่องมือสำหรับพ่นสี
2. แผ่นเหล็กขนาด 10 x 30 เซนติเมตร
3. แถบกระดาษฟิล์มสีดำ – ขาวสลับกับเป็นตารางสี่เหลี่ยม ดังแสดงในรูปภาพที่ 3.17



รูปที่ 3.17 แผ่นเหล็กและแถบฟิล์มดำ - ขาว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีทดสอบหากำลังซ่อนแสง

1. ติดกระดาษฟิล์มสีดำ – ขาวตารางสี่เหลี่ยมขนาดกว้างประมาณ 2.5 เซนติเมตร ที่ด้านซ้ายของแผ่นทดลอง

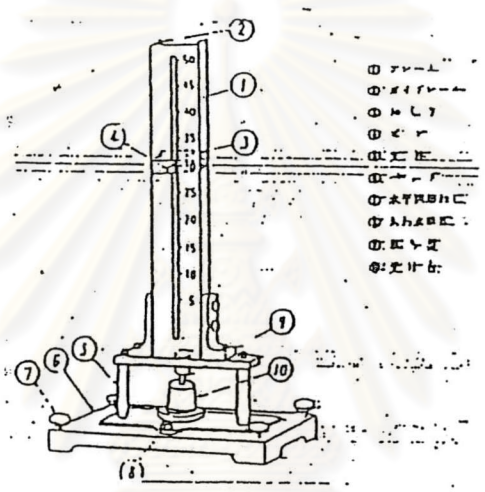
2. พ่นสีที่จะทดสอบไปบนแผ่นทดสอบนี้ โดยพ่นไล่ความหนาจากมากไปหาน้อย โดยให้ความหนาลดลงสม่ำเสมอไปตามความยาวของแผ่นทดลองและการพ่นให้พ่นตามความขวางและขนานกับแผ่นทดลองเสมอ

เมื่อฟิล์มสีแห้งแล้วให้นำแผ่นทดลองไปในที่มีแสงสว่างสังเกตุที่ความหนาน้อยที่สุด เพื่อสามารถปิดแถบสีดำ – ขวาได้มิด ทำเครื่องหมายไว้ แล้วนำมาวัดค่าความหนาที่จุด

6. การหาความทนต่อแรงกระแทก (Impact Resistance)

เครื่องมือที่ใช้ในการหาความทนต่อแรงกระแทก

เครื่อง Impact Tester ของ Dupont แกนเหล็ก ซึ่งรองรับการกระแทกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ½ นิ้ว และน้ำหนักที่จะปล่อยลงมากระแทกมีขนาด 500 กรัม เครื่องมือมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 Impact Tester

วิธีทดสอบหาความทนต่อแรงกระแทก

1. สอดแผ่นเหล็กเคลือบฟิล์มสีที่ต้องการจะทดสอบไว้ได้แกนเหล็ก ซึ่งจะรอรับแรงกระแทก

2. จับแผ่นเหล็กทดสอบให้มั่นคง และให้ขนานเรียบชิดติดกับพื้นผิวที่รองรับให้มากที่สุดที่จะทำได้

3. ปล่อยก้อนน้ำหนักลงมาจากความสูงระดับต่างๆ โดยที่ความสูงระดับหนึ่งให้ทำการทดลอง 5 ครั้ง

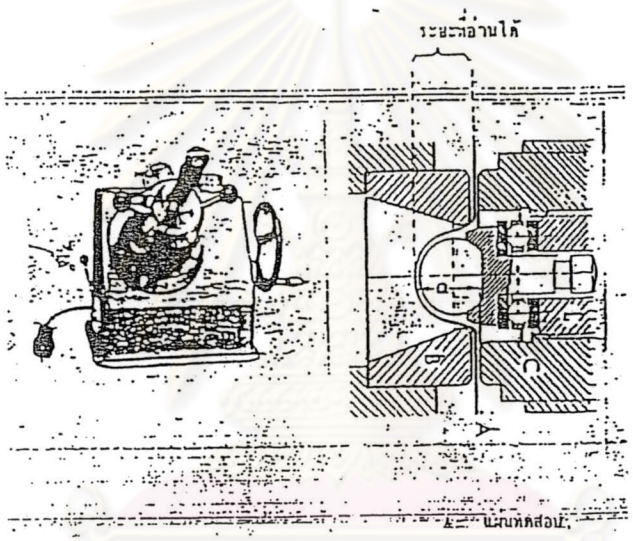
การอ่านค่าความทนต่อแรงกระแทก

1. หากฟิล์มสีไม่มีรอยแตกหรือร้าว 3 ใน 5 ของที่ทำการทดลองที่ความสูงนั้น หน่วยเป็นเซนติเมตร ก็ให้เลื่อนความสูงขึ้นไปอีก 5 เซนติเมตร แล้วทำการทดลองซ้ำอีก 5 จุด

2. การรายงาน ให้รายงานค่าความสูงที่มากที่สุดที่ฟิล์มสีจะสามารถรับแรงกระแทกได้โดยไม่มีรอยแตกหรือร้าว 3 ใน 5 จุดบนฟิล์มสี หน่วยเป็นเซนติเมตร

7. การหาความยืดหยุ่นของฟิล์มสี (Erichsen Test)

วิธีเป็นการทดลองวัดค่าความยืดหยุ่นของฟิล์มสี ต่างกับการทดลองความทนต่อการกระแทกตรงที่เป็นการให้แรงแก่ฟิล์มสีอย่างช้าๆ เครื่องมือมีหลักการดังแสดงในรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 Erichisen Test

วิธีทดสอบหาความยืดหยุ่นของฟิล์มสี

1. สอดแผ่นเหล็กเคลือบฟิล์มสีไประหว่างแกนเหล็กรับแรง ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง ½ นิ้ว

2. ปรับตั้ง 0 ที่มาตราอ่านระยะทางเคลื่อนที่ของแกนเหล็กนั้น

3. ค่อยๆหมุนพวงมาลัย ซึ่งจะขับเคลื่อนแกนเหล็กนั้นลึกเข้าไปในแผ่นทดลองจากด้านหลังของแผ่นเหล็กเคลือบฟิล์ม

4. ตาของผู้ทำการทดลองต้องคอยมองกระจกเงา ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นแผ่นฟิล์ม ทันทีที่แผ่นฟิล์มแตกให้หยุดขับพวงมาลัย ซึ่งจะเป็นการหยุดให้แรงแก่ฟิล์มสีให้อ่านค่าระยะทางขับเคลื่อนไปในด้านหลังของฟิล์มสีที่น้อยที่สุดนั้นที่ทำให้ฟิล์มสีเริ่มแตก หน่วยเป็นมิลลิเมตร

8. การหาความทนกรด (Acid Resistance)

สารเคมีและเครื่องมือที่ใช้ในการหาความทนกรด

1. 0.1 N H_2SO_4
2. Dropper
3. กระจกนาฬิกา

วิธีทดสอบหาความทนกรด

1. วางแผ่นทดลองสีในแนวนอน หันด้านเคลือบฟิล์มสีขึ้นข้างบน
2. ใช้ Dropper หยดสารละลาย 0.1 N H_2SO_4 ลงบนฟิล์มสีนั้นประมาณ 2 หยด / 1 จุด ทำเช่นนี้สักประมาณ 2 – 3 จุด แล้วครอบไว้ด้วยกระจกนาฬิกา
3. ตั้งทิ้งไว้ 4 เซนติเมตร แล้วเช็ดกรดนั้นออก
4. ตรวจรอยที่เช็ดกรดออกว่าสีซีดจางกว่าเดิมหรือสีเปลี่ยนหรือไม่

9. การหาความผิดแผกของสี (Color Difference)

คุณลักษณะของสี โดยกรรมวิธีการผลิตแล้วเป็นการผสมของแม่สีต่างๆ ซึ่งเป็นประเภทเดียวกัน โดยปริมาณของแม่สีต่างๆ กัน แน่นอน เพื่อเทียบสีให้ได้ตามมาตรฐานของแผ่นสี การเทียบสีให้ได้ตามต้องการนั้น ได้อาศัยการตัดสินจากสายตาของผู้ผสมสีที่มีความชำนาญ และเครื่องตรวจสอบความผิดแผกของสี โดยเครื่องจะรายงานเป็นค่า ΔE

การตัดสินความถูกต้องของสีที่ผลิต โดยการตรวจจากค่า ΔE ซึ่งจะมีด้วยกัน 4 ค่า คือ

L = ค่าความแตกต่างของความแก่อ่อนของสีเทียบกับแม่สีมาตรฐาน

a = ค่าความแตกต่างของสีแดง และสีเขียวเทียบกับแม่สีมาตรฐาน

b = ค่าความแตกต่างของสีเหลือง และสีน้ำเงินเทียบกับแผ่นสีมาตรฐาน

E = ค่าความแตกต่างของสี เทียบกับแผ่นสีมาตรฐาน

$$\Delta E = \sqrt{(L)^2 + (a)^2 + (b)^2}$$

ค่าต่างๆ ที่ได้จากการเปรียบเทียบกับแผ่นสีมาตรฐาน สามารถแจ้งผลได้เทียบกับสีมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.4 *แสดงการเปรียบเทียบผลการวัดกับค่าสีมาตรฐาน*

ค่า	+	-
L	สีอ่อนกว่า	สีแก่กว่า
A	แดง > เขียว <	แดง < เขียว <
B	เหลือง > น้ำเงิน <	เหลือง < น้ำเงิน <

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

10. การหาความทนต่อความชื้น (Humidity Test)

เครื่องมือที่ใช้ในการหาความทนต่อความชื้น

ประกอบด้วยตู้กำเนิดความชื้น (Humidity Box) ซึ่งสามารถให้ความชื้นสัมพัทธ์ 98% และมีอุณหภูมิในตู้คงที่ 50 °C

วิธีทดสอบหาความทนต่อความชื้น

แขวนแผ่นทดลองสีไว้ในตู้ดังกล่าว โดยปกติแขวนไว้นาน 240 ชั่วโมง (10 วัน) แล้วนำออกมาเช็ดแผ่นทดลองสีให้แห้ง แล้วตรวจดูรอยพองเนื่องจากความชื้น (Blister)

11. การหาความทนต่อละอองน้ำเกลือ (Salt Spray Test)

โดยทั่วไปเป็นวิธีทดสอบความสามารถในการป้องกันสนิมของกระบวนการชุบสีกันสนิมหรือสีพื้น

เครื่องมือที่ใช้ในการหาความทนต่อละอองน้ำเกลือ

ประกอบด้วย Salt Spray Box ซึ่งจะมีหัวฉีดซึ่งจะพ่นละอองน้ำเกลืออย่างสม่ำเสมอน้ำเกลือดังกล่าวมีความเข้มข้น 5%

วิธีทดสอบหาความทนต่อละอองน้ำเกลือ

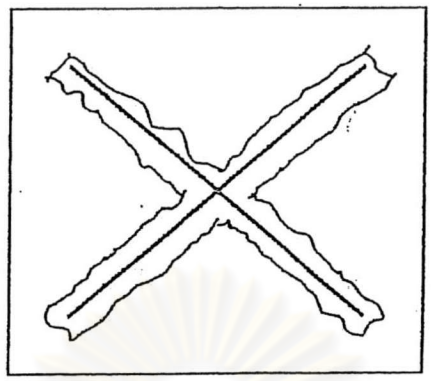
1. นำแผ่นสีมากรีดด้วยใบมีดคมๆ ให้เป็นรูปทะแยงมุม แล้วจัดวางลงใน Salt Spray Box เป็นเวลา 240 ชั่วโมง (10 วัน) เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วนำแผ่นออกมาเช็ดให้แห้งสนิท ตามรูปที่ 3.20

2. ใช้แถบกาวเซลโลเฟนปิดรอยที่กรีดไว้ข้างหนึ่ง รีดให้เรียบด้วยยางลบแล้วลอกแถบกาวเซลโลเฟนออกทันที โดยลอกให้ทำมุมใกล้เคียงกับ 180 ที่สุด

3. ทำตามวิธีในข้อ 2 ซ้ำอีกครั้งสำหรับรอยกรีดอีกข้างหนึ่ง

การอ่านค่าความทนต่อละอองน้ำเกลือ

รายงานค่าเป็นระยะห่างเฉลี่ยจากรอยกรีดที่ฟิล์มสีหลุดออกจากแผ่นทดสอบ หน่วยเป็นมิลลิเมตร



รูปที่ 3.20 รอยกรีดที่ฟิล์มสีบนแผ่นทดสอบ Salt Spray Test

12. การหาความทนต่อสภาพลมฟ้าอากาศ (Exposure Test)

ฟิล์มสีต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สีสำหรับอุตสาหกรรมพ่นรถยนต์ ความคงทนต่อสภาพลมฟ้าอากาศเป็นสิ่งสำคัญเพราะหมายถึงอายุการใช้งานของรถยนต์ด้วย บริษัทผู้ผลิตสีพ่นรถยนต์ตระหนักดีในคุณสมบัติข้อนี้ จึงได้ทำการทดลองและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้นเสมอ โดยทั่วไปฟิล์มสีต่างจะนำออกทำ Exposure Test เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี หลังจากนั้นนำมาทดสอบคุณสมบัติต่อไปนี้เทียบกับแผนทดลองที่มีได้ทำ Exposure Test

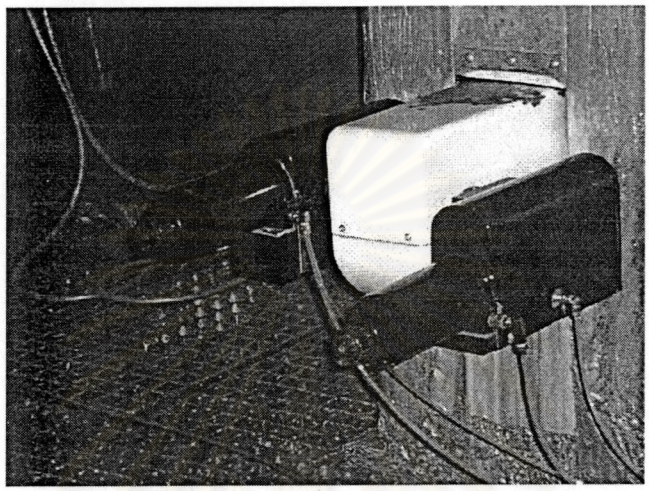
1. ความเงา
2. รอยแตก ร่อน ร้าว หรือรอยพอง
3. สีซีดหรือจาง
4. สีหลุดออกเป็นผงเมื่อถูด้วยเศษผ้า
5. สนิม

3.4 ระบบการทำงานและชิ้นส่วนอุปกรณ์ของปืนพ่นสีระบบอัตโนมัติ

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงลักษณะของปืนพ่นสีแบบอัตโนมัติที่ใช้ในการผลิตของโรงงานพ่นสีรถยนต์ตัวอย่าง โดยหลักการทำงานของปืนพ่นสีอัตโนมัติจะใช้ระบบควบคุมทางไฟฟ้าเป็นตัวควบคุมลำดับขั้นตอนและการตัดสินใจเป็นหลักและสามารถแบ่งแยกออกได้ 2 แบบ ได้แก่

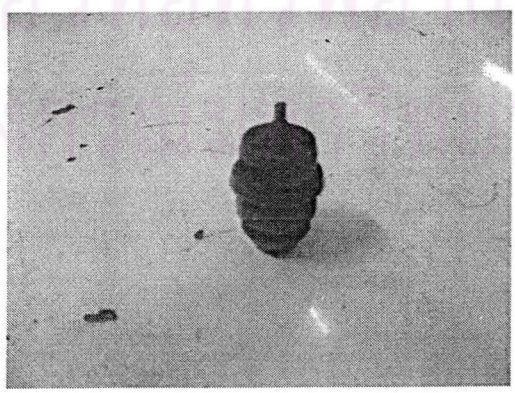
3.4.1 ปืนพ่นสีอัตโนมัติแบบแรนสเบอร์ก อิเลคโทร แอร์กัน (Ransberg Electro Air Gun :REA Gun)

ปืนพ่นสีระบบอัตโนมัติแบบ REA Gun ตามรูปที่ 3.21 เป็นลักษณะการทำงานของปืนพ่นสีที่ใช้หลักการของการใช้ลมอัด เป็นตัวทำให้สีที่ป้อนออกมาแตกตัวเป็นละอองและมีรูปร่างของแถบสีวงรี โดยทั่วไปแล้ว ปืนชนิดนี้เหมาะกับการใช้งานกับสีชนิดที่มีส่วนผสมของผงโลหะ (Metallic Base Coat) เนื่องจากมีส่วนประกอบของเม็ดอลูมิเนียมที่จำเป็นจะต้องใช้แรงดันลมค่อนข้างมาก ทำให้เม็ดอลูมิเนียมแตกตัว การทำงานของปืนแบบ REA Gun จะมีการใช้ลมอยู่ 2 ชนิด ที่เป็นตัวกำหนดลักษณะของแถบสีที่ต้องการ คือ



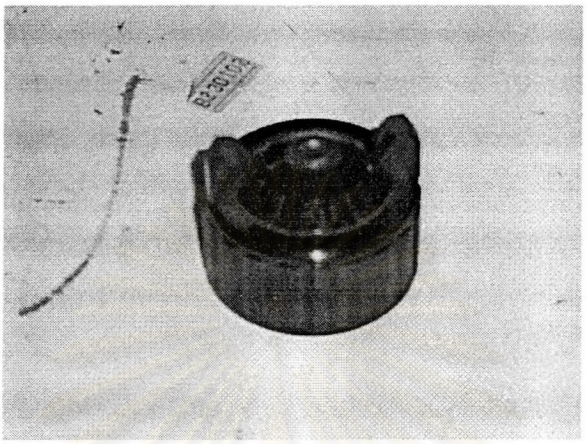
รูปที่ 3.21 ปืนพ่นสีอัตโนมัติแบบ REA

1. อะตอมไมค์ซิงค์ แอร์ (Atomizing Air) เป็นลมที่ใช้ในการป้อนสีออกจากปลายปืนไปที่ตัวชิ้นงาน โดยลมที่ใช้นี้จะมีการควบคุมขนาดของความดันที่เหมาะสมต่อการพ่นสี เพื่อทำให้สีที่ออกมาแตกตัวเป็นละอองฝอยที่มีขนาดเล็ก และพาเอาสีไปเกาะที่ตัวรถ สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ในการปล่อยลมและสีออกจาก Auto Spray ชนิดนี้คือ Paint Nozzle โดย Paint Nozzle เป็นอุปกรณ์ที่รับสีและลมจากท่อส่งออกสู่ปลายปืน ชิ้นส่วนชนิดนี้ทำจากพลาสติกที่ไม่เป็นสื่อไฟฟ้าโดยมีรูปร่างลักษณะตามรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 Paint Nozzle

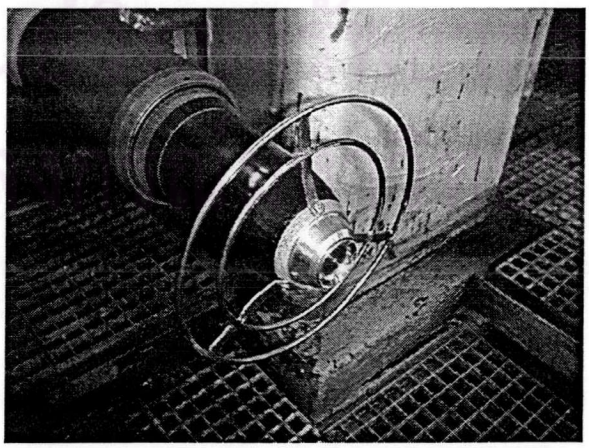
2. แพทเทิร์น แอร์ (Pattern Air) เป็นลมที่ใช้ในการควบคุมลักษณะของรูปแบบของแถบสี ให้มีลักษณะเป็นวงรี โดยลักษณะของ Pattern Air จะออกจากปลายปืนในส่วนที่เรียกว่า Air Nozzle ตามรูปที่ 3.23 ซึ่งเป็นส่วนที่รับลมจากท่อลมส่งมาบีบให้ลักษณะของแถบสีที่ออกมาเป็นรูปทรงรี



รูปที่ 3.23 Air Nozzle

3.4.2 ปืนพ่นสีอัตโนมัติแบบระฆัง (Bell Gun)

ปืนพ่นสีแบบ Bell Gun จะเป็นลักษณะการพ่นสีที่ใช้หลักการทำงานแบบอาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์เป็นส่วนที่ทำให้ละอองสีเกิดการแตกตัวเป็นละอองขนาดเล็ก และใช้ลมช่วยส่งให้ละอองสีไปที่ตัวรถที่ทำการพ่น ดังในรูปที่ 3.24 โดยลักษณะของปืนแบบนี้ เหมาะสมกับการใช้งานกับสีแบบธรรมดา (Solid) และสีเคลือบเงา (Clear) เนื่องจากไม่มีส่วนประกอบของเม็ดอลูมิเนียม ซึ่งส่วนประกอบหลักของชิ้นส่วนต่างๆ ของปืนพ่นสีอัตโนมัติแบบ Bell Gun มีส่วนประกอบตามรูปที่ 3.25 และ 3.26



รูปที่ 3.24 ปืนพ่นสีอัตโนมัติแบบระฆัง (Bell Gun)

3.4.2.1 Body เป็นโครงสร้างหลักของตัว Bell Gun ทำจากพลาสติก และทำหน้าที่เป็นตัวยึดของอุปกรณ์ร่วมต่างๆ และมีส่วนที่เป็นหม้อแปลงไฟฟ้าที่ช่วยในการปล่อยประจุไฟฟ้าไปที่ละอองสีโดยผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่า Corona Ring เพื่อช่วยในการผลักดันให้ละอองสีเกาะที่ตัวรถได้ดียิ่งขึ้น ลดการสิ้นเปลืองของสีที่ไม่ได้ไปติดที่ตัวรถ

3.4.2.2 Trigger Valve Ass'y เป็นส่วนที่ใช้ในการปิดและเปิดสีที่ต้องการพ่นออกไปที่ตัวรถ โดยทำงานร่วมกับ Feed Tube Ass'y และควบคุมการทำงานด้วยลมอัดในส่วนบริเวณส่วนปลายของ Trigger Valve Ass'y เพื่อให้ปิดหรือเปิดสี

3.4.2.3 Dump Valve Ass'y เป็นส่วนที่ใช้ในการปล่อยให้สีที่ค้างอยู่ใน Bell Gun ระบายออกเพื่อทิ้งในช่วงเวลาที่ต้องการทำความสะอาดปืน Bell Gun

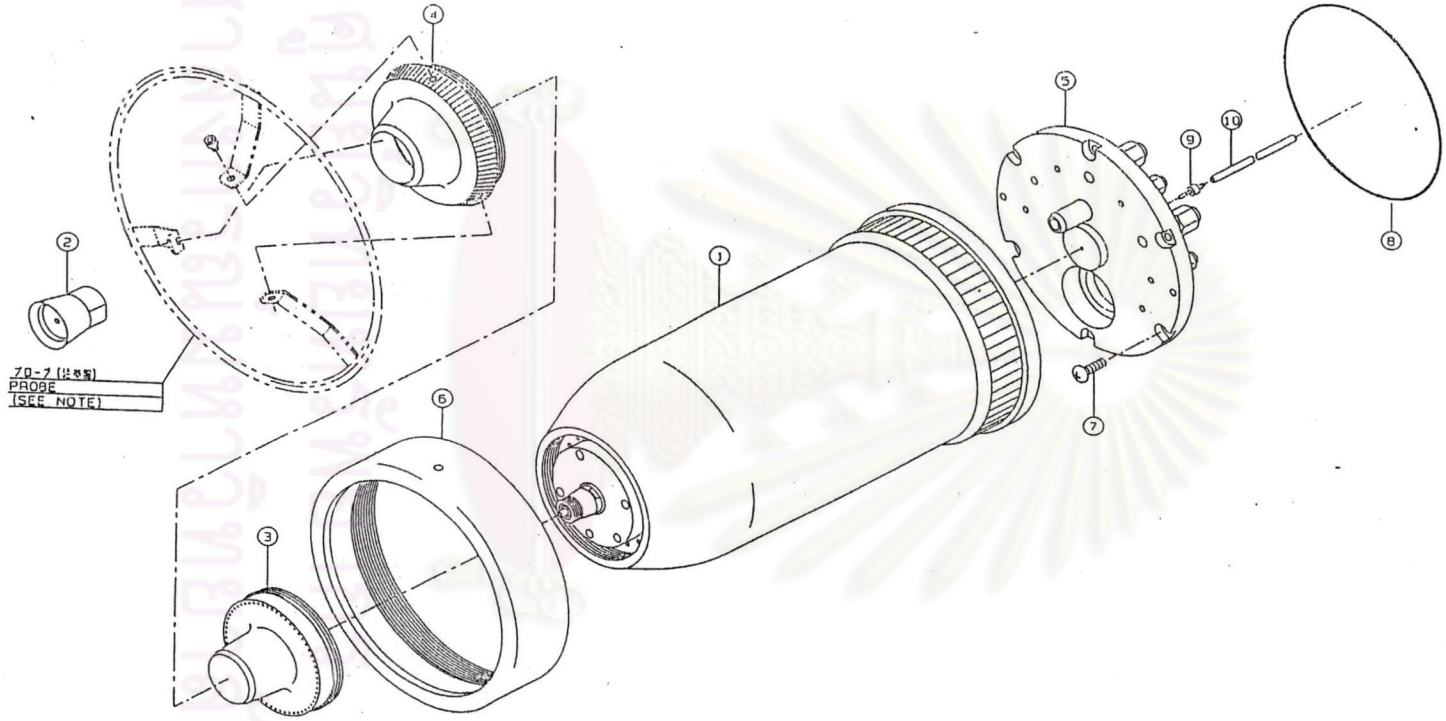
3.4.2.4 Feed Tube Ass'y เป็นส่วนที่ทำงานร่วมกับ Trigger Valve Ass'y เพื่อเปิดและปิดสีที่ต้องการจะพ่น ลักษณะของ Feed Tube Ass'y จะเป็นท่อส่งสีที่ทำจากโลหะสเตนเลสและส่วนปลายเป็นจุดที่มี Trigger Valve Ass'y เป็นตัวปิดและเปิดสีอยู่

3.4.2.5 Shaping Air Ring และ Shaping Air Nozzle เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการปล่อยลม ที่ใช้ในการควบคุมขนาดของวงกลมแถบสีให้มีขนาดที่เหมาะสมกับการพ่นสี ลักษณะของ Shaping Air Nozzle จะทำจากโลหะทองเหลือง และเจาะรูขนาดเล็กรอบๆ เพื่อเป็นรูที่ใช้ในการปล่อยลมออก และ Shaping Air Ring ทำจากโลหะอลูมิเนียมเพื่อให้มีน้ำหนักเบา โดยสวมกับ Shaping Air Nozzle เพื่อปล่อยลมออกให้มีลักษณะเป็นแถบวงกลม

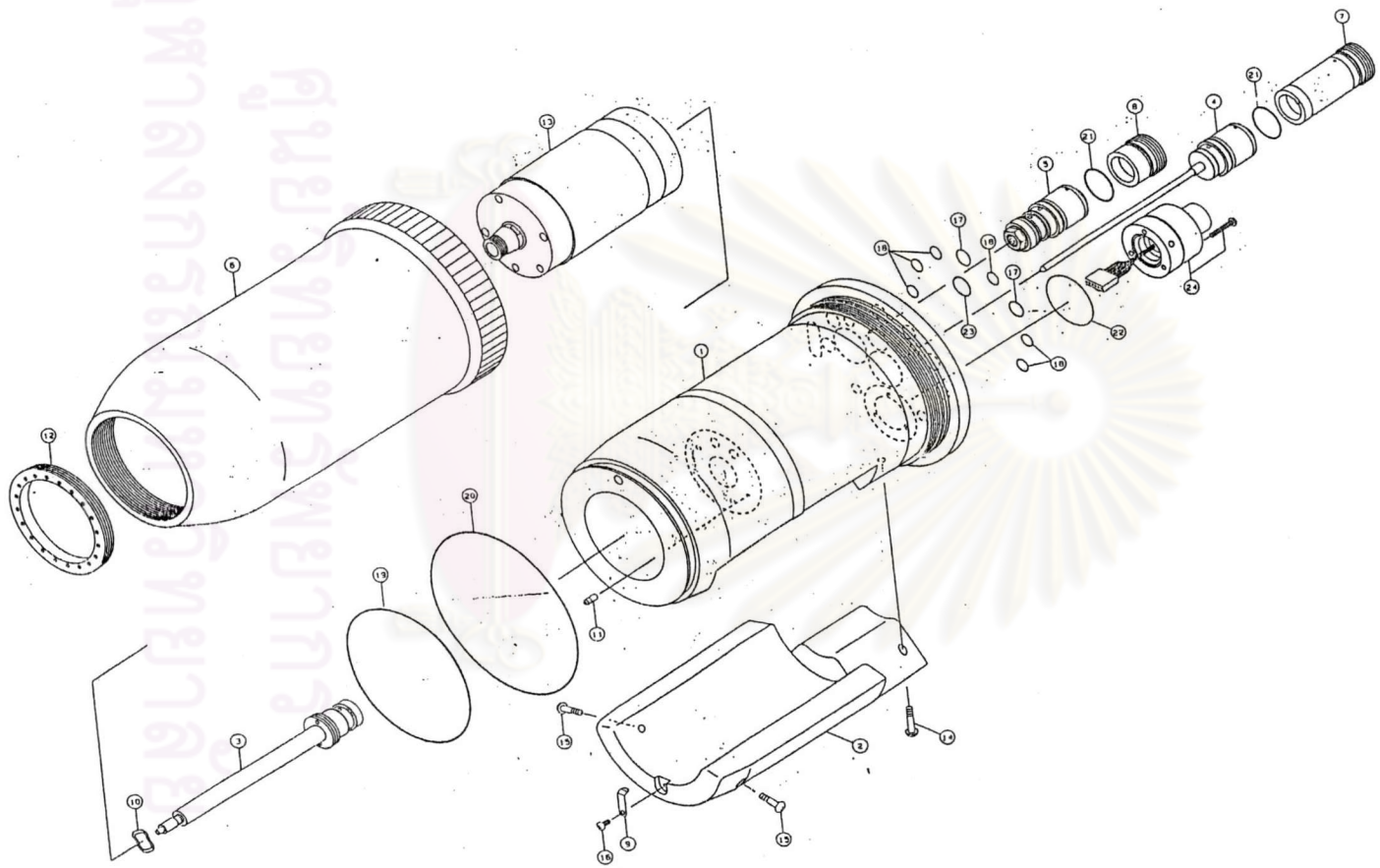
3.4.2.6 Air Motor เป็นส่วนที่มีความสำคัญที่สุดของ Bell Gun เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างการหมุนของปืนพ่นสีอัตโนมัติแบบ Bell Gun ให้หมุนได้ในขนาดความเร็วรอบสูงถึง 30,000 รอบขึ้นไป เพื่อให้สีแตกตัวเป็นละอองขนาดเล็กและพ่นไปติดที่ตัวรถ การทำงานของ Air Motor จะใช้ลมเป็นต้นกำลังในการทำงานให้เพลาของ Air Motor เกิดการลอยตัวอยู่ภายใน Air Motor(Air bearing) ใช้ในการหมุนเพลาของ Air Motor ให้หมุน (Air Turbine) และใช้ในการหยุดการหมุนของ Air Motor (Air Brake)

บริเวณส่วนปลายเพลาของ Air Motor จะเป็นส่วนที่ใช้ในการติดหัวพ่นสีแบบระฆัง(Bell Cup) ซึ่งใช้ในการปล่อยละอองสีไปสู่ตัวรถ

3.4.2.7 หัวพ่นสีแบบระฆัง (Bell) เป็นอุปกรณ์ส่วนที่สำคัญในการพ่นสีออกจากปืนเข้าสู่ตัวถังรถยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 3.27 ทำจากโลหะแมกนีเซียม บริเวณด้านล่างมีรูยึดเกลียวด้านในสำหรับยึดกับ Air Motor บริเวณด้านในมีชิ้นส่วนแผ่นพลาสติกเทปลอนอยู่ด้านในเจาะรูอยู่



รูปที่ 3.25 *รูปแสดงส่วนประกอบหลักของปืนพ่นอัตโนมัติแบบ Bell Gun*



รูปที่ 3.26 *รูปแสดงส่วนประกอบภายในของปืนพ่นอัตโนมัติแบบ Bell Gun*

รอบและมีรูตรงกลาง สำหรับปล่อยสีจากด้านล่างของ feed Tube Ass'y และด้านข้างของหัวพ่นสี ก็มีแถบของร่องฟันเพื่อใช้ในการรีดสีที่ทำการปั่นออกมาจากตัว Feed Tube Ass'y

รูปที่ 3.27 หัวพ่นสีแบบระฆัง

สำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเน้นการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพการพ่นสีจากอุปกรณ์หัวพ่นสีแบบระฆังที่ใช้กับปืนพ่นสีอัตโนมัติแบบ Bell Gun โดยจะเน้นถึงลักษณะต่างๆ ของปัญหาจุดบกพร่องของฟิล์มสีหลังทำการอบสีจริงแล้ว

3.5 สรุป

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นที่ได้รับจากโรงงานพ่นสีรถยนต์ตัวอย่าง พบว่าในกระบวนการพ่นสีจำเป็นจะต้องใช้ทรัพยากรต่างๆ อย่างมาก ในการผลิตตัวถังรถยนต์ที่พ่นสีและผ่านการตรวจสอบคุณภาพ โดยสิ่งที่เป็นตัวชี้วัด ได้แก่หน่วยงานต่างๆ ที่เป็นหน่วยสนับสนุนการผลิตตามหัวข้อที่ 3.1 เช่น แผนกเครื่องมือ แผนกอำนวยความสะดวกการผลิตทั่วไป ที่มีหน้าที่ดูแลเครื่องอัดลม (Air Compressor) และหม้อไอน้ำ (Boiler)ก็ถูกจัดอยู่ในองค์กรของโรงงานพ่นสีรถยนต์ด้วยเช่นกัน นอกจากนี้การจัดหน่วยงานตามขั้นตอนกระบวนการผลิตก็มีขั้นตอนที่ค่อนข้างมาก และการตรวจสอบคุณภาพของสีก็มีรายละเอียดมากเช่นกัน

ในส่วนของวัสดุสิ้นเปลืองหลักที่ใช้ในการผลิต คือ สี มีรายละเอียดและส่วนประกอบที่หลากหลายตามหัวข้อที่ 3.2 ซึ่งล้วนแต่มีความสำคัญต่อการผลิตเช่นกัน ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องทำการตรวจสอบอย่างละเอียดก่อนการใช้งานดังรายละเอียดในหัวข้อ 3.3 การตรวจสอบคุณสมบัติของฟิล์มสี

สุดท้ายคือ ระบบการทำงานและชิ้นส่วนต่างๆของปืนพ่นสีนับได้ว่า มีความสลับซับซ้อนและส่วนประกอบต่างๆ มากมายที่ทำงานร่วมกับหัวพ่นสีแบบระฆัง โดยสรุปได้ว่าอุปกรณ์ที่มีความสำคัญต่อการทำงานที่สุดที่ทำงานร่วมกับหัวพ่นสีคือ Air Motor เพื่อให้ได้การพ่นสีที่ได้

คุณภาพ ดังนั้น การวิเคราะห์ปัจจัยที่เหมาสมของหัวพ่นสีแบบระฆังจึงต้องพิจารณาถึงปัจจัยการทำงานร่วมกับอุปกรณ์เหล่านี้ด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย