

## วิชาช่างสีอากาศยาน

### ตอนที่ 1

#### 1.1 คำนำ

เนื่องจากผิวของอากาศยาน อวุธประจำอากาศยาน และอุปกรณ์ต่างๆ ต้องเผชิญกับสภาพแวดล้อมต่างๆทั้งโดยธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น อันเป็นผลทำให้ผิวของอากาศยานเสื่อมสภาพลงซึ่งเราเรียกว่า การผุกร่อนนั่นเอง ซึ่งถ้าปล่อยให้เกิดการผุกร่อนขึ้น โดยไม่มีการควบคุมหรือป้องกัน ก็จะทำให้อายุการใช้งานของอากาศยาน อุปกรณ์ต่างๆ นั้นสั้นลงมีผลเสียต่อการปฏิบัติการ และเป็นอันตรายต่อเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน และยังเป็นการสิ้นเปลืองงบประมาณในการจัดซื้ออุปกรณ์ใหม่ ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันผิวของอากาศยาน และอุปกรณ์ต่างๆ จากสภาพแวดล้อมตามที่กล่าวมานี้ จึงมีการนำสารต่างๆ ที่มีความคงทนต่อการผุกร่อนมาเคลือบผิวของอากาศยานและอุปกรณ์ต่างๆ นั้น และโดยทั่วไปแล้วสารที่จะนำมาเคลือบผิวนั้นแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ สารอนินทรีย์ (Inorganic) และสารอินทรีย์ (Organic) แต่สำหรับบทเรียนชุดนี้ จะได้กล่าวถึงเฉพาะ "ผิวเคลือบอินทรีย์" (Organic Coating) หรือ "สี" (Paint) เท่านั้น โดยทั่วไปแล้วการนำระบบเคลือบผิวอินทรีย์ (Organic Coating system) ที่เหมาะสม และการนำใบเรืออย่างถูกต้องถูกวิธี จะเป็นการทำให้ผิวของอากาศยานและอุปกรณ์ต่างๆ มีความทนทานต่อการผุกร่อนได้ดีกว่าผิวเคลือบที่เป็นสารอนินทรีย์ ( อันได้แก่ การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า เช่น ชุบโครเมียม ชุบแคดเมียม เป็นต้น ) และผิวเคลือบอินทรีย์หรือสี นั้นยังง่ายต่อการบำรุงรักษาด้วย

#### 1.2 ผิวเคลือบอินทรีย์ (Organic Coating)

เพื่อป้องกันการผุกร่อนได้ดีที่สุด เราจำเป็นต้องเลือกระบบการเคลือบผิว หรือ Coating System ที่เหมาะสมสำหรับงานแต่ละชนิด ( ระบบการเคลือบผิว เป็นลำดับขั้นตอนของการเคลือบผิว โดยเริ่มต้นจาก 1)การเคลือบผิว Pretreatment 2)การรองพื้น หรือ Primer และ 3)การเคลือบทับหน้าหรือ Top Coat )การเลือกระบบ

การเคลือบผิวที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับวัสดุที่ถูกเคลือบว่าเป็นโลหะอะไร สภาพแวดล้อมที่ต้องไปเผชิญและระยะเวลาการใช้งานที่ต้องการ ไม่มีระบบการเคลือบผิวที่เพียงระบบเดียวสามารถใช้กับทุกผิวโลหะหรือใช้ได้กับทุกสภาวะแวดล้อม ยกตัวอย่าง สีประเภท Phenolic ตามข้อกำหนด MIL-P-12507 เหมาะสำหรับชิ้นงานที่ต้องแช่อยู่ในน้ำหรือมีความชื้นสูงมาก แต่จะไม่เหมาะถ้ามาอยู่ในสภาพแวดล้อม ที่เป็นโรงงานอุตสาหกรรมเป็นต้น มีสีรองพื้น และสีทับหน้ามากมายที่ใช้ร่วมกันได้ แต่ก็มีสีรองพื้นบางตัว มีข้อบ่งชี้เฉพาะกับสีทับหน้า สำหรับสีรองพื้นตัวนี้เท่านั้นก็มี จะไปใช้กับสีทับหน้าตัวอื่นไม่ได้ เช่น สีรองพื้นตามข้อกำหนด MIL-P-7962 จะต้องใช้สีทับหน้าตามข้อกำหนด MIL-P-19537 และ MIL-P-19538 เป็นต้น

### 1.3 คำจำกัดความ

ผิวเคลือบอินทรีย์หรือสี หมายถึง สารที่เป็นของเหลว หรือกึ่งของเหลวซึ่งถูกนำไปเคลือบ บนผิวชิ้นงานโดยวิธีเชิงกล ( ไร่ แปรงทา หรือ ไร่พ่น เป็นต้น ) และเมื่อแห้งตัว จะเกิดเป็นฟิล์มเกาะแน่นที่ผิวชิ้นงาน และให้คุณสมบัติตามที่ต้องการ ผิวเคลือบอินทรีย์แบ่งเป็นประเภทต่างๆหลายชนิด เช่น สี ( Paints ) , อีนาเมล ( Enamels ) , วานิช ( Varnishes ) และแล็คเกอร์ ( Lacquers ) แต่เนื่องจากสารต่างๆที่อยู่ในบทเรียนนี้ ส่วนมากจะมีโครงสร้างทางเคมีเป็น สารอินทรีย์ ดังนั้น คำว่า ผิวเคลือบอินทรีย์ จึงใช้แทนสารต่างๆที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังครอบคลุมไปถึงสารประเภท ที่เป็นยาง ( Elastomeric Materials ) และสารที่ใช้ในการเตรียมผิว ซึ่งจริงๆแล้วไม่ได้เป็นสารอินทรีย์ แต่สารเหล่านี้ มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับงานพ่นสีอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามในบทเรียนนี้ คำว่า "พ่นสี" จะหมายถึง การเคลือบผิวอินทรีย์ต่างๆ โดยช่างพ่นสีนั่นเอง

## ตอนที่ 2

### การลอกสี

#### 2.1 บทนำ

ในการลอกสีนั้น ข้อพิจารณาที่สำคัญที่สุด คือ จะต้องทำการลอกสีออกให้หมดสมบูรณ์ โดยไม่เป็นอันตรายต่อผิวของชิ้นงานนั้น วิธีการลอกสีมีอยู่ 2 วิธี คือวิธีทางเคมีและวิธีเชิงกล การจะเลือกใช้วิธีใดก็ตงยึดหลักการที่กล่าวมาแล้วว่า ต้องลอกสีออกให้หมด โดยที่ไม่เป็นอันตรายต่อชิ้นงาน ยิ่งไปกว่านั้นการเข้าถึงพื้นที่ ที่จะทำการลอกสีก็จะช่วยบอกให้เราทราบว่า ควรจะใช้วิธีใด ในบทเรียนตอนนี้ จะได้กล่าวถึงวิธีการลอกสี ตลอดจนวัสดุหรือน้ำยาที่ใช้ในการลอกสี ซึ่งมีขั้นตอนการปฏิบัติโดยสมบูรณ์ จึงขอให้พยายามทำความเข้าใจ และปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัดเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพอย่างสูงสุด

#### 2.2 ข้อควรปฏิบัติก่อนการลอกสี

การลอกสีนั้น จะกระทำก็ต่อเมื่อสภาพของสีที่เคลือบอยู่เดิมนั้น เสื่อมสภาพมากจนไม่สามารถที่จะซ่อมแซมได้ จึงต้องทำการลอกสีเดิมออกให้หมด เพื่อจะได้ทำการเคลือบสีใหม่ และก่อนที่จะลอกสีควรจะได้ปฏิบัติสิ่งต่างๆดังต่อไปนี้

(1) เครื่องมือ, เครื่องใช้อุปกรณ์ต่างๆที่ใช้สำหรับการลอกสีต้องอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ อย่างปลอดภัย สถานที่ที่ใช้ปฏิบัติงานมีการเตรียมป้องกันอัคคีภัย และจะต้องมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายประจำตัวผู้ปฏิบัติงาน สำหรับอุปกรณ์ป้องกันอันตรายประจำตัวผู้ปฏิบัติงานนี้ จะต้องฝึกให้ผู้ปฏิบัติงานเคยชินต่ออุปกรณ์เหล่านี้และไม่ควรอนุญาตให้ผู้ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายนี้ ให้ปฏิบัติหน้าที่ลอกสีโดยเด็ดขาด

(2) เนื่องจากการลอกสีนี้ อาจจะมีผลต่อสภาพแวดล้อมทั้งทางน้ำและทางอากาศ เนื่องจากของเสียที่เกิดจากการลอกสี ดังนั้นจึงควรมีมาตรการ เพื่อที่จะบำบัดของเสียเหล่านี้ ก่อนที่จะปล่อยทิ้งไป

(3) ตรวจสอบว่าสีที่จะทำการลอกนั้นเป็นสีชนิดใด เพื่อจะได้เตรียมวิธีการ หรือน้ำยาที่เหมาะสมโดยตรวจสอบได้ ดังนี้

ก). ใช้ผ้าชุบน้ำยา MEK ใบบูพื้นที่เล็กๆของบริเวณที่ต้องการลอกสีโดยดูอย่างแรง ถ้าปรากฏว่าสามารถลอกสีออกได้ แสดงว่าสีที่เคลือบไว้ นั้น เป็นสีแล็กเกอร์หรือสีอีนาเมล แต่ถ้าไม่สามารถลอกสีออกได้ แสดงว่าเป็นสีโพลียูรีเทนหรือสีพ็อกซี่

ข). ในกรณีที่ เป็นสีโพลียูรีเทนหรือสีพ็อกซี่ ให้ใช้ใบมีดขูดสีที่เป็นสีทับหน้าออกจนกระทั่งถึงสีรองพื้น ถ้าพบว่าสีรองพื้นมีลักษณะเป็นยางสีเทา แสดงว่าเป็นสีรองพื้นประเภทโพลีซัลไฟด์ แต่ถ้าพบว่าสีรองพื้นมีลักษณะแข็งและมีสีเหลืองหรือสีเขียวแก่ แสดงว่าเป็นสีรองพื้นประเภทพ็อกซี่ หรือประเภทโพลียูรีเทน

(4) ศึกษาทำความเข้าใจขั้นตอน และวิธีการลอกสีต่างๆ และพิจารณาใช้วิธีที่ดีที่สุดเหมาะสมที่สุดกับงานแต่ละงานเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานทุกๆ คน ควรจะได้รับการฝึกอบรมให้มีความเข้าใจคุ้นเคยกับขั้นตอนต่างๆ ในการลอกสีเป็นอย่างดี

(5) ทำความสะอาดชิ้นงานที่จะมาลอกสีให้ปราศจากไขมัน น้ำมันและสิ่งสกปรกต่างๆ เพราะสิ่งเหล่านี้ จะเป็นตัวขวางกั้นน้ำยาเคมีไม่ให้ทำปฏิกิริยากับสีที่ต้องการลอก และในกรณีที่ลอกสีโดยการพ่นเม็ดพลาสติก ก็จะทำให้เม็ดพลาสติก ที่จะหมุนเวียนกลับมาใช้อีก สกปรกทำให้ไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก ดังนั้นก่อนทำการลอกสีควรจะได้ทำความสะอาดชิ้นงานให้เรียบร้อย เสร็จแล้วเช็ดให้แห้ง หรือปล่อยให้แห้งก่อนเริ่มการลอกสี

(6) สถานที่ที่จะใช้ในการลอกสีชิ้นงาน ควรจะอยู่ในที่มีร่มเงา อย่าให้แสงแดดส่องเข้ามาได้โดยตรง ถ้าเป็นการลอกสีโดยวิธีทางเคมี สถานที่ที่ใช้ปฏิบัติงานจะต้องมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 50 องศา F ถึง 100 องศา F (10 องศา C ถึง 38 องศา C) และตัวชิ้นงานที่จะมาลอกสีก็ต้องมีอุณหภูมิผิวงานอยู่ในช่วงเดียวกันด้วย ทั้งนี้เนื่องจากที่อุณหภูมิต่ำกว่า 60 องศา F น้ำยาลอกสีจะลดประสิทธิภาพลงมาก ปฏิกิริยาเคมีจะช้าลงมาก ดังนั้นจึงเป็นการเพิ่มเวลาในการทำงาน ปริมาณของน้ำยาก็จะเพิ่มขึ้นด้วย และที่อุณหภูมิสูงกว่า 90 องศา F ตัวยาที่สำคัญในน้ำยาลอกสี จะระเหยไปอย่างรวดเร็ว ทำให้หมดประสิทธิภาพในการลอกสี และการแห้งตัวของน้ำยาจะเกิดได้ง่ายขึ้น ทำให้เกิดเป็นคราบบนชิ้นงาน ซึ่งยากต่อการล้างทำความสะอาด และขจัดคราบที่เกิดขึ้นอันเป็นการสิ้นเปลืองเวลา และปริมาณของน้ำยาเช่นเดียวกัน

(7) บริเวณพื้นที่ที่สำคัญที่ไม่ต้องการให้สัมผัสกับน้ำยาลอกสี ให้ทำการปกคลุม (Mas-



king) โดยใช้กระดาษสำหรับปกคลุม ตามข้อกำหนด MIL-B-131, Class I และเพปอลูมิเนียมตามข้อกำหนด MIL-T-23397, Type II ในการใช้กระดาษสำหรับปกคลุมตามข้อกำหนด MIL-B-131, Class I นั้นให้กระดาษด้านที่เคลือบด้วยพลาสติก(ด้านที่เป็นมัน) อยู่ติดกับผิวของชิ้นงาน เพราะถ้าไม่ทำเช่นนั้นสารพลาสติกที่เคลือบไว้ จะถูกทำลายโดยน้ำยาลอกสี

(8) ในการลอกสีโดยวิธีการพ่นเมล็ดพลาสติก การปกคลุมพื้นที่ที่ไม่ต้องการลอกสีก็ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกันกับการลอกสีโดยน้ำยาเคมีในข้อ 7. แต่ต้องระวังไม่ให้เมล็ดพลาสติกพ่นไปกระทบโดยตรงกับพื้นที่ปกคลุมไว้

### 2.3 การลอกสีด้วยวิธีทางเคมี (CHEMICAL REMOVAL OF ORGANIC COATING)

วิธีการและลำดับขั้นตอนของการลอกสีด้วยวิธีทางเคมี จะใช้ได้กับระบบการเคลือบผิวทุกระบบและตัวน้ำยาลอกสีทุกชนิด แต่การจะใช้น้ำยาลอกสีตัวใดนั้นจะขึ้นอยู่กับว่าระบบการเคลือบผิวนั้นเป็นระบบใด

### 2.4 การเลือกน้ำยาลอกสี

น้ำยาลอกสีที่จะถูกนำมาใช้นั้นขึ้นอยู่กับว่า เราจะไปลอกสีอะไรบ้าง ซึ่งสีที่จะลอกนั้นพอจะแยกออกได้ดังนี้

- สีรองพื้น ประเภท Zinc Chromate
  - สีทับหน้า ประเภท สีแล็คเกอร์หรือสีอีนาเมลซึ่งพ่นทับอยู่บนสีรองพื้น Zinc Chromate
  - สีรองพื้น ประเภท Epoxy และ Polyurethane
  - สีทับหน้า ประเภท Epoxy และ Polyurethane ซึ่งพ่นทับอยู่บนสีรองพื้น Epoxy หรือ Polyurethane
  - สีทับหน้า ประเภท Polyurethane ซึ่งพ่นทับอยู่บนสีรองพื้น Polysulfide
- ต่อไปนี้จะได้กล่าวถึงน้ำยาลอกสี ซึ่งจะนำมาใช้กับสีต่างๆที่กล่าวมาข้างต้นนี้

### หมายเหตุ

น้ำยาลอกสีทุกชนิด จะมีอายุการใช้งาน 6 เดือน นับตั้งแต่วันที่ผลิต ทั้งนี้ต้องมีการเก็บรักษาอย่างถูกต้องด้วย ดังนั้นจึงไม่ควรสั่งซื้อเข้ามาที่ละมากๆ เพราะจะทำให้หมดอายุ

ก่อนที่จะนำไปใช้งาน การเก็บน้ำยาลอกสีควรเก็บไว้ในที่ร่ม อย่าให้แสงแดดกระทบโดยตรง อุณหภูมิของสถานที่เก็บควรอยู่ระหว่าง 40 องศา F ถึง 100 องศา F เพราะว่าที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศา F น้ำยาลอกสีจะเสื่อมสภาพลงอย่างรวดเร็ว และถ้าอุณหภูมิต่ำมากๆ ใกล้เคียงน้ำแข็ง น้ำยาลอกสีจะแยกตัวออกจากกัน และไม่สามารถผสมให้กลับคืนเป็นเนื้อเดียวกันได้อีก และในกรณีที่ใกล้หมดอายุการเก็บแล้ว ควรจะได้ส่งไปตรวจทดลองว่ายังสามารถใช้งานได้หรือไม่

#### 2.4.1 น้ำยาลอกสีสำหรับสีรองพื้นประเภท Zinc Chromate และสีทับหน้าประเภทสี Lacquer หรือ Enamel ซึ่งพ่นทับอยู่บนสีรองพื้น Zinc Chromate

##### (1) น้ำยาลอกสีตามข้อกำหนด MIL-R-25134

เป็นน้ำยาลอกสีที่สามารถลอกสีรองพื้น Zinc Chromate ตามข้อกำหนด TT-P-1757 (MIL-P-8585); สีทับหน้าประเภทสี Lacquer ตามข้อกำหนด TT-L-20, TT-L-32, TT-L-50, MIL-L-19537, MIL-L-19538, MIL-L-81352 เป็นต้น; สีทับหน้าประเภทสี Enamel ตามข้อกำหนด TT-E-489, TT-E-527, TT-E-529, MIL-E-46136 เป็นต้น

ลักษณะของน้ำยาลอกสี MIL-R-25134 เป็นของเหลวข้นหนืด มีสีเหลือง มีตัวยาที่สำคัญคือ Methylene Chloride (หรือ Dichloromethane), แอมโมเนียจำนวนเล็กน้อย และสารที่ทำให้เข้มข้น และทำให้เปียกจำนวนเล็กน้อย น้ำยาดังนี้สามารถนำไปใช้ได้ทันทีโดยไม่ต้องเจือจาง โดยนำไปทาบนผิวชิ้นงานให้เรียบสม่ำเสมอโดยใช้แปรง ตามปกติถ้าเป็นสี Enamel จะเกิดการย่นตัว ถ้าเป็นสี Lacquer จะอ่อนตัว(ไม่ย่นตัว) ภายใน 5 ถึง 15 นาทีหลังจากที่ทา น้ำยาลอกสี MIL-R-25134 ได้รับการทดสอบแล้วว่าไม่ทำให้เกิดการเปราะเนื่องจากไฮโดรเจน (hydrogen embrittlement) บนเหล็ก high strength และไม่ทำให้เกิดการผุกร่อนบนโลหะชนิดต่างๆที่ใช้กับอากาศยาน รวมทั้งอุปกรณ์ต่างๆ

(2) น้ำยาลอกสีที่จะกล่าวถึงต่อไป ซึ่งใช้สำหรับลอกสีรองพื้น Epoxy และสีรองพื้น Polyurethane; สีทับหน้า Epoxy และ Polyurethane ซึ่งพ่นทับบนสีรองพื้น Epoxy หรือ Polyurethane นั้นสามารถนำมาใช้ลอกสีประเภทสีรองพื้น Zinc Chromate และสีทับหน้า Lacquer หรือ Enamel ซึ่งพ่นทับบนสีรองพื้น Zinc Chromate ได้ แต่อย่างไร

ก็ตาม น้ำยาลอกสีประเภท Epoxy และ Polyurethane นี้มีราคาแพงกว่าน้ำยาลอกสี MIL-R-25134 และจำเป็นต้องมีมาตรการที่กวดขันเกี่ยวกับการกำจัดของเสีย ที่เกิดจาก น้ำยาดังนี้มากกว่าด้วย จึงขอให้พิจารณาหัดก่อนที่จะนำมาใช้งาน

2.4.2 น้ำยาลอกสีสำหรับสีรองพื้น Epoxy และ Polyurethane; สีทับหน้า Epoxy และ Polyurethane ซึ่งพ่นทับบนสีรองพื้น Epoxy หรือ Polyurethane

ในปัจจุบันยังไม่มีน้ำยาลอกสีที่มีข้อกำหนดทางทหาร (Military Specification หรือ Federal Specification) กำหนดใช้ชั้นในกองทัพอากาศ เพื่อใช้สำหรับลอกสี ประเภท Epoxy และ Polyurethane จึงได้มีการนำน้ำยาลอกสีของบริษัทต่างๆ มาทำการทดสอบคุณภาพ คุณสมบัติในการลอกสี Epoxy หรือ Polyurethane ซึ่งพบว่าหลายบริษัทมีน้ำยาลอกสีดังกล่าวที่ได้รับอนุญาตจากกองทัพอากาศสหรัฐให้ใช้สำหรับลอกสี Epoxy และ Polyurethane ที่ใช้พ่นกับอากาศยานและอุปกรณ์ต่างๆ

น้ำยาลอกสีประเภท Epoxy และ Polyurethane ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับงานของ กองทัพอากาศมีอยู่ 2 ชนิด คือ

- ชนิดฟีนอลิก (Phenolic type)
- ชนิดนอน-ฟีนอลิก/นอน-ครีซิลิก (Non-Phenolic/Non-Cresylic type)

น้ำยาลอกสีชนิดฟีนอลิก มีประสิทธิภาพในการลอกสีได้ดีกว่า ชนิดนอน-ฟีนอลิก/นอน-ครีซิลิก แต่มีข้อหาในการกำจัดกากของเสียมากกว่า ในการทดสอบน้ำยาลอกสีทำได้โดย เตรียมแผ่นสำหรับทดสอบนำมาพ่นสีรองพื้น Epoxy หรือสีรองพื้น Polyurethane 1 ชั้นและ พ่นสีทับหน้า Epoxy หรือสีทับหน้า Polyurethane 2 ชั้น ปล่อยให้แห้งในอากาศเป็นเวลา 7 วัน แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 210 องศา F + 10 องศา F เป็นเวลา 4 วัน จากนั้นจึง นำมาทดสอบน้ำยาลอกสีโดยมีเกณฑ์กำหนดว่า ถ้าเป็นน้ำยาลอกสีชนิดฟีนอลิก (Phenolic) จะต้องลอกสีจนหมดภายใน 15 นาที ถ้าเป็นน้ำยาลอกสีชนิดนอน-ฟีนอลิก/นอน-ครีซิลิก (Non-Phenolic/Non-Cresylic) จะต้องลอกสีจนหมดภายใน 1 ชั่วโมง จึงจะสามารถ ผ่านการทดสอบได้

น้ำยาลอกสีทั้งสองชนิดที่กล่าวมาแล้วนี้ มีลักษณะเป็นของเหลวข้นหนืด มักจะมีลักษณะ สีเหลืองหรือสีน้ำตาล ออกแบบมาโดยเฉพาะเพื่อลอกสี ประเภท Epoxy และ Polyuret

-hane วิธีการใช้ทำได้โดยนำพาบนผิวชิ้นงานไว้ตามที่โดยไม่ต้องเจือจาง สำหรับน้ำยา  
ลอกสีของบริษัทต่างๆ ที่ได้รับการทดสอบ และได้รับอนุญาตให้นำมาใช้งานในการลอกสี  
Epoxy และ Polyurethane มีดังต่อไปนี้

(1) น้ำยาลอกสีชนิดฟีนอลิก (Phenolic Type Removers)

- (a) P/N B&B 1567, บริษัท B&B Chemical Co., Inc.
- (b) P/N Cee Bee R-256, บริษัท Cee Bee Div., Mc Gean-Rocho, Inc.
- (c) P/N's 739A&768A, บริษัท Chemical Specialties Div.
- (d) P/N PR-3500, บริษัท Eldorado Chemical Co., Inc.
- (e) P/N Stripper 506, บริษัท EZE Products, Inc.
- (f) P/N 5292&5351, บริษัท Turco Products Div.
- (g) P/N 3812, บริษัท Omega Chemical Products Group.

(2) น้ำยาลอกสีชนิด นอน-ฟีนอลิก/นอน-ครีซิลิก (Non-Phenolic/Non-Cresylic Type)

- (a) P/N B&B 4411, บริษัท B&B Chemical Co., Inc.
- (b) P/N PR-3400 , บริษัท Eldorado Chemical Co., Inc.
- (c) P/N Inland AP-599, บริษัท Inland Chemical Corp.
- (d) P/N Intex 857 , บริษัท Intex Products, Inc.
- (e) P/N 5873 d , บริษัท Turco Products, Inc.
- (f) P/N Cee Bee A-292, บริษัท Cee Bee Div., Mc Gean-Rocho; Inc.

2.4.3 น้ำยาลอกสีสำหรับสีรองพื้น Polysulfide ซึ่งมีสีทับหน้า Polyurethane

เคลือบทับอยู่

ในปัจจุบันยังไม่มีน้ำยาลอกสีที่มีข้อกำหนดทางทหาร (Military Specification หรือ Federal Specification) กำหนดใช้ขึ้นในกองทัพอากาศ เพื่อใช้สำหรับลอกสี  
รองพื้น Polysulfide ตัวนี้ จึงได้มีการนำน้ำยาลอกสีของบริษัทต่างๆ มาทำการทดสอบ  
คุณภาพ และคุณสมบัติในการลอกสีรองพื้น Polysulfide ตลอดจนสามารถลอกสี Poly-  
urethane ที่เคลือบทับหน้าอยู่ด้วย ผลของการทดสอบพบว่า น้ำยาลอกสีที่ผ่านการทดสอบ

และได้รับอนุญาตให้ข้มดังต่อไปนี้

(1) P/N B&B 5151A ของบริษัท B&B Chemical Co., Inc.

(2) P/N Cee Bee A-458, บริษัท Cee Bee Div., Mc Gean-Rocho; Inc.

ในการใช้น้ำยาลอกสีตัวนี้ ถึงแม้ว่าตัวมันเองสามารถลอกสีทับหน้า Polyurethane และสีรองพื้น Polysulfide ได้ก็ตาม แต่ก็พบว่าถ้าเราใช้น้ำยาลอกสีตามหัวข้อ 2.4.2 ที่ผ่านมาทำการลอกสีทับหน้า Polyurethane ก่อน เสร็จแล้วจึงมาใช้น้ำยาลอกสีตามหัวข้อ 2.4.3 ลอกสีรองพื้น Polysulfide จะเกิดผลดีมากกว่าทั้งในด้านประหยัดน้ำยา ประหยัดเวลา และแรงงานที่ใช้ จึงเป็นวิธีการที่เสนอแนะให้ใช้

น้ำยาลอกสีที่กล่าวในหัวข้อนี้ มีลักษณะเป็นของเหลวมีความข้นหนืดสูง ออกแบบมาเพื่อใช้ลอกสีรองพื้น Polysulfide พร้อมกับสีทับหน้า Polyurethane โดยเฉพาะแต่จะเหมาะสมมากถ้าใช้สีรองพื้น Polysulfide อย่างเดียว การนำไปใช้สามารถทำได้ทันทีโดยไม่ต้องเจือจางเช่นเดียวกับน้ำยาลอกสีตัวอื่นที่ผ่านมาและข้อควรทราบอีกอย่างหนึ่ง คือน้ำยาลอกสี ที่มี P/N B&B 5151 A มีอายุการใช้งานเพียง 3 เดือนเป็นอย่างมาก ถ้าเกิน 3 เดือนไปแล้วไม่สามารถนำมาใช้ได้อีก

## 2.5 กรรมวิธีในการลอกสีด้วยวิธีการทางเคมี

การลอกสีด้วยวิธีการทางเคมีสามารถกระทำได้โดยขั้นตอนดังต่อไปนี้

"คำเตือน น้ำยาลอกสีมีพิษและระคายเคืองเป็นอันตรายต่อผิวหนัง ตา และทางเดินหายใจ ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานทุกคนจะต้องสวมใส่เครื่องป้องกันทุกครั้งก่อนลงมือทำงาน"

(1) ตรวจสอบความเรียบร้อยในเรื่องความปลอดภัยของอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ ความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติ การกำจัดกากของเสีย ตามข้อ 2.2(1) และข้อ 2.2(2)

(2) ตรวจสอบว่าสีที่ลอกเป็นสีชนิดใด ตามข้อ 2.2(3) และพิจารณาเลือกน้ำยาลอกสี ตามข้อ 2.4

(3) ตรวจสอบว่าผู้ปฏิบัติงานมีความเข้าใจงานการปฏิบัติงานลอกสี ตามข้อ 2.2(4) หรือไม่

(4) ตรวจสอบความสะอาดของชิ้นงานที่จะมาทำการลอกสี ความแห้งของชิ้นงานและการปกคลุมบริเวณที่ไม่ต้องการลอกสี ตามข้อ 2.2(5) และ 2.2(7)

(5) ตรวจสอบว่าสถานที่ที่ใช้ปฏิบัติงาน และตลอดจนชิ้นงานเมื่ออุณหภูมิอยู่ในช่วงที่กำหนด ตามข้อ 2.2(6) หรือไม่

(6) ก่อนการนำน้ำยาลอกสีไปทานผิวของชิ้นงาน ให้ใช้ไม้ม้วนน้ำยาให้เข้ากันดีก่อน เพราะว่า น้ำยาที่ตั้งไว้นานๆ จะเกิดการแตกตัว การกลิ้งถึงน้ำยาลอกสีไม่สามารถทำให้น้ำยาผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันได้เพียงพอ

(7) ทาน้ำยาลอกสีบางๆ สม่ำเสมอบนชิ้นงานโดยใช้แปรงที่ไม่ทำด้วยโลหะ อย่าทาน้ำยาลอกสีให้หนาเกินไป เพราะทำให้อัตราการลอกสีช้าลง ทำให้เกิดกาบของเสียมากขึ้น และทำให้เปลืองน้ำยามากขึ้น การลอกสีที่มีประสิทธิภาพนั้นจะต้องให้ผิวชิ้นงานเปียกชุ่มด้วยน้ำยาลอกสีตลอดเวลา ตัวยาเคมีที่สำคัญในการลอกสี เป็นสารระเหยได้ง่ายและรวดเร็ว ดังนั้นภายหลังจากทาน้ำยาไปได้ 1 ชั่วโมง น้ำยาจะเริ่มแห้งและไม่สามารถลอกสีได้อีกต่อไป เพราะตัวยาเคมีสำคัญได้ระเหยไปหมด ดังนั้นเพื่อให้ได้ผลดีในการลอกสีจึงต้องคอยหมั่นทาน้ำยาอย่างต่อเนื่อง และไม่ควรถาน้ำยาบนพื้นที่กว้างเกินไป เพราะอาจมีบางส่วนแห้งก่อนที่จะทำงานเสร็จ ในการทาน้ำยาลอกสีนั้นนิยม เริ่มต้นทาน้ำยาจากจุดที่อยู่สูงสุดของชิ้นงานเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำยาไหลลงมาถูกพื้นที่ที่ถูกลอกสีหมดแล้ว

(8) เมื่อทาน้ำยาลอกสีไปได้ประมาณ 15 นาที ให้ใช้แปรงในลอนทดลองชุบน้ำยาลอก ออกจนถึงเนื้อโลหะหรือยัง ถ้าออกจนถึงเนื้อโลหะแล้วให้ปฏิบัติต่อไปในข้อ (9) ถ้ายังไม่ถึงเนื้อโลหะให้รออีก 15 นาที แล้วลองดูซ้ำอีกจนกว่าสีจะลอกออกจนถึงโลหะ ทั้งนี้ควรรี้น้ำ เวลาไม่เกิน 1 ชั่วโมงแล้วจึงปฏิบัติในขั้นต่อไป

(9) ภายหลังจากที่สีเริ่มหลุดออกจนถึงเนื้อโลหะแล้ว ให้ใช้แปรงในลอนชุบน้ำที่ชิ้นงาน เพื่อให้สีหลุดออกจนหมด หรืออาจจะใช้เกรียงพลาสติกชุดเอาสีที่หลุดออกมาพร้อมกับเศษน้ำยาลอกสีออกทั้งหมด และให้รีบทาน้ำยาลอกสีทันทีบนบางจุดที่ยังลอกออกไม่หมดถึงเนื้อโลหะ และปฏิบัติเช่นเดียวกันกับที่ผ่านมาจนกระทั่งสามารถลอกสีออกได้หมดสมบูรณ์

(10) เมื่อทำการลอกสีออกจนหมดถึงเนื้อโลหะแล้ว ให้ทำการฉีดล้างชิ้นงานด้วยเครื่อง ฉีดล้างความดันสูงประมาณ 150-250 psi อุณหภูมิของน้ำ 100 องศา F ถึง 120 องศา F โดยการฉีดน้ำร้อนนี้ควรฉีดจากจุดต่ำที่สุดก่อน ค่อยๆฉีดไล่ขึ้นไปเรื่อยๆจนชิ้นงานสะอาด

(11) ให้นำสิ่งที่เป็ดออกจากพื้นที่ที่บิดเอาไว้ทันทีที่ฉีดล้างเสร็จเรียบร้อย

### ข้อควรทราบ

ก) อย่าปล่อยให้หน้ายาลอกสีแห้งระหว่างที่ทำการลอกสี เพราะจะทำให้ล้างออกได้ยากมาก

ข) อย่าใช้น้ำล้างระหว่างที่ทำการลอกสียังไม่เสร็จสิ้น เพราะน้ำจะเป็นตัวขัดขวางปฏิกิริยาของการลอกสีและทำให้การลอกสียากขึ้น ดังนั้นจึงควรมีการวางแผนให้ดีกว่าอนุมัติงาน แต่ถ้ามีความจำเป็นที่ต้องหยุดการลอกสีกลางคันก็ให้ทำการชุบน้ำยาลอกสีที่ติดค้างอยู่ด้วยเกรียงพลาสติกแล้วใช้น้ำล้างออกให้หมด และถ้าจะทำการลอกสีต่อไปก็ต้องรองนกว่าผิวงานจะแห้งสนิทก่อน แต่ก็จะทำให้การลอกสีต่อไปยากขึ้น ต้องใช้น้ำยามากขึ้น ใช้เวลาและแรงงานเพิ่มขึ้นด้วย

ค) วัสดุที่จะนำมาใช้ชุบสีที่กำลังลอกตัวออกมา ควรที่จะเป็นวัสดุจำพวกพลาสติกหรือในลอนเท่านั้น ถ้าเป็นโลหะก็อนุญาตเฉพาะ แปรง หรือ เกรียงที่เป็นอลูมิเนียมเท่านั้น ห้ามใช้วัสดุที่ทำด้วยโลหะอื่นๆ เช่น เหล็ก ทองแดง ทองเหลือง เป็นต้น เพราะเศษโลหะเหล่านี้อาจจะฝังตัวอยู่บนชิ้นงาน และเป็นสาเหตุของการเกิดการผุกร่อนขึ้นได้

ง) ในกรณีที่ไม่ม่มีเครื่องฉีดล้างน้ำร้อน ความดันสูง ก็อาจจะใช้น้ำเย็นธรรมดาก็ได้ แต่ควรทราบว่า น้ำเย็นจะทำให้สารจำพวกขี้ผึ้งในน้ำยาลอกสีไม่ละลาย ทำให้เกิดคราบมันล้างออกได้ยากทำให้ต้องใช้น้ำจำนวนมาก ใช้เวลาและแรงงานมากขึ้นด้วย

จ) ในการลอกสีที่เป็นสีรองพื้น Zinc Chromate ที่ไม่มีสีทับหน้าเคลือบทับอยู่ เมื่อสีถูกลอกออกและได้ทำการชุบออกจนหมดแล้ว ให้รีบทำการฉีดล้างด้วยน้ำร้อนทันที เพราะถ้าผิวชิ้นงานแห้งจะทำให้สีที่หลุดออกมาแล้วฝังตัวกลับคืนได้อีก จะทำให้ต้องทาน้ำยาลอกสีซ้ำใหม่อีก

ฉ) ในการลอกสีรองพื้น Polysulfide ซึ่งมีสีทับหน้า Polyurethane เคลือบทับอยู่ ให้ปฏิบัติตามข้อแนะนำไว้ใน หัวข้อ 2.4.3

### 2.6 กรรมวิธีในการลอกสีด้วยวิธีการทางเคมีบริเวณที่ไม่สะดวกหรือมีข้อจำกัด

กรรมวิธีในการลอกสีด้วยวิธีการทางเคมี ในหัวข้อ 2.5 ที่ผ่านมา บางครั้งไม่สะดวกในการปฏิบัติเนื่องจากความซับซ้อนของชิ้นงาน หรือความยากลำบากในการฉีดล้างทำความสะอาด จึงให้เปลี่ยนไปใช้น้ำยาต่อไปนี้แทน



- น้ำยาตามข้อกำหนด MIL-D-6998 Dichloromethane
- ทินเนอร์ตามข้อกำหนด MIL-T-81772 , Type I หรือ II
- น้ำยาตามข้อกำหนด TT-E-751 Ethyl Acetate
- ทินเนอร์ตามข้อกำหนด TT-T-266

โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

- (1) ใช้แปรงหรือผ้าชุบน้ำยาตัวใดตัวหนึ่ง ทาบนพื้นที่ชิ้นงานที่จะลอกสี
- (2) ให้น้ำยาชุ่มเปียกบนผิวชิ้นงานนานพอ จนกระทั่งสีที่ต้องการลอกเริ่มอ่อนตัวและหลุดออกจากผิวชิ้นงาน
- (3) ให้นำแปรงในลอนหรือเกรียงพลาสติกขูดลอกสีออกจนหมด และให้นำผ้าชุบน้ำยาตัวเดิมนี้เช็ดออกให้หมด
- (4) ให้นำผ้าชุบน้ำยา ข้อ(1)ถึง(3) จนกระทั่งสามารถลอกสีออกจนหมดสมบูรณ์
- (5) ให้นำผ้าชุบน้ำยาเช็ดให้สะอาด แล้วใช้ผ้าแห้งเช็ดซ้ำอีกครั้ง

หมายเหตุ ในกรณีที่ต้องลอกสีในบริเวณที่เป็นที่เก็บออกซิเจนเหลวหรือมีการถ่ายเทออกซิเจนเหลวให้นำน้ำยาตามข้อกำหนด MIL-D-6998 Dichloromethane เพียงตัวเดียวเท่านั้น เพราะน้ำยาตัวอื่นๆ อาจทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเหลว สามารถเกิดเพลิงไหม้หรือระเบิดขึ้นได้

## 2.7 การลอกสีด้วยวิธีการเชิงกล (Mechanical Removal of Organic Finish Systems)

การลอกสีด้วยวิธีการเชิงกลนี้ เราจะนำมาใช้ก็ต่อเมื่อ วิธีการทางเคมีไม่สะดวกต่อการปฏิบัติ เช่น ความซับซ้อนของชิ้นงาน หรือ การที่ไม่สามารถใช้น้ำฉีดล้างทำความสะอาดได้ หรือ ข้อจำกัดเกี่ยวกับด้านมลภาวะที่เกิดขึ้นจากน้ำยาเคมีที่ใช้ลอกสี เป็นต้น การลอกสีด้วยวิธีการเชิงกล คือ การใช้แรงงานพร้อมกับเครื่องมือที่เหมาะสม กระทำโดยตรงกับผิวเคลือบหรือสีที่เคลือบชิ้นงานให้สีนั้นๆหลุดออกมา เครื่องมือที่ใช้ก็เป็นพวก แปรงลวด, กระจาดทราย, ผ้าทราย, ล้อขัดทราย, เครื่องเจียรไน และที่สำคัญก็คือการพ่นทรายหรือการพ่นเม็ดพลาสติก (Plastic Media Blast, PMB) วิธีการลอกสีทางเชิงกลนี้ให้ผลดี แต่อาจทำให้ผิวโลหะเสียหายได้ถ้าทำโดยไม่ระมัดระวัง

ก่อนที่จะทำการลอกสีด้วยวิธีการเชิงกลนี้ จะต้องทำความสะอาดชิ้นงานให้ปราศจากน้ำมัน ไขมันและสิ่งสกปรกต่างๆเสียก่อน การกำจัดสิ่งสกปรกคลุมยังมีความจำเป็นต้องใช้ เพราะเศษผงหรือฝุ่นที่เกิดขึ้นอาจจะเข้าไปทำความสะอาดเสียหายต่อระบบต่างๆ เครื่องยนต์หรือชิ้นส่วนอื่นๆ สำหรับในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงวิธีการลอกสีแบบเชิงกลอื่นๆ เพียงคร่าวๆเท่านั้น แต่จะเน้นถึงวิธีการพ่นเม็ดพลาสติก (PMB) ซึ่งเป็นวิธีการลอกสีที่ดีที่สุดในขณะนี้ ซึ่งรายละเอียดจะอยู่ในหัวข้อต่อไป

## 2.8 การลอกสีด้วยวิธีการพ่นเม็ดพลาสติก (Finish System Removal by Plastic Media Blasting (PMB) Method)

PMB เป็นวิธีการลอกสีที่ดีที่สุด และเร็วที่สุดในปัจจุบัน แต่ถ้าใช้ไม่ถูกต้องก็อาจทำความเสียหายให้แก่ชิ้นงานได้ และอาจเป็นอันตรายต่อเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานก็ได้เช่นกัน นอกจากนี้ฝุ่นละอองอันเกิดจากการพ่นเม็ดพลาสติกนี้ ควรจะต้องมีการวางแผนดำเนินการเพื่อไม่ให้เกิดปัญหามลภาวะทางอากาศอีกด้วย วัสดุชิ้นงานบางชนิด ไม่อาจใช้ PMB นี้ในการลอกสีเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับ PMB นี้ จำเป็นจะต้องได้รับการฝึกอบรมวิธีการทำงานของระบบ PMB จนมีความรู้ความเข้าใจเป็นอย่างดี จึงจะสามารถมาปฏิบัติงานได้ สำหรับสิ่งที่กล่าวต่อไปนี้ เป็นเรื่องราวต่างๆเกี่ยวกับ PMB

### 2.8.1 ชนิดของเม็ดพลาสติก (Media Type)

เม็ดพลาสติกที่จะนำมาใช้พ่นชิ้นงานเพื่อลอกสี จะต้องไม่มีสิ่งเจือปนที่เป็น เมล็ดวัสดุอื่นๆ ที่มีความหนาแน่นสูง และสิ่งเจือปนอื่นๆ เม็ดพลาสติกนี้จะต้องมีองค์ประกอบทางเคมีที่แน่นอนไม่เปลี่ยนแปลง โดยเป็นไปตามข้อกำหนด MIL-P-85891, Plastic Media, For Removal of Organic Coatings เม็ดพลาสติกที่จะใช้ใน PMB นี้ จะมีขนาดระหว่าง 20 ถึง 40 Mesh แต่ก็อาจมีการเติมขนาด 12 ถึง 16 Mesh ลงไปบ้างก็ได้

เม็ดพลาสติกนี้สามารถแบ่งออกได้เป็นหลายชนิด (Type) ซึ่งแต่ละชนิด จะบอกถึงความแข็งและชนิดของพลาสติก โดยจำแนกออกดังนี้

(1) Type I เป็นพลาสติก Polyester มีความแข็ง 3.0 mohs (34 ถึง 42 Barcol) เม็ดพลาสติก Type I นี้ แนะนำให้ใช้กับชิ้นส่วนอากาศยาน และเป็นชนิดที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อชิ้นงานน้อยที่สุดในบรรดาเม็ดพลาสติก Type ต่างๆ

(2) Type II เป็นพลาสติก Urea Formaldehyde มีความแข็ง 3.5 mohs (54 ถึง 62 Barcol) เมล็ดพลาสติก Type II นี้ แนะนำให้ใช้กับชิ้นงานที่ไม่ใช่ชิ้นส่วนอากาศยาน เช่น Bracket ภาชนะ เป็นต้น สำหรับชิ้นงานที่เป็น Bracket ภาชนะ ควรใช้ความดันลมไม่เกิน 50 psi กับชิ้นงานที่หนาอย่างน้อยที่สุด 0.040 นิ้ว และหัวพ่นควรห่างจากงานอย่างน้อยที่สุด 12 นิ้ว

(3) Type III เป็นพลาสติก Melamine Formaldehyde มีความแข็ง 4.0 mohs (64 ถึง 74 Barcol) เมล็ดพลาสติก Type III นี้ ไม่อนุญาตให้ใช้กับชิ้นส่วนอากาศยาน เนื่องจากมีความสามารถทะลุสูง แนะนำให้ใช้กับชิ้นงานที่เป็นเหล็ก มีความหนาอย่างน้อยที่สุด 0.040 นิ้ว ความดันลมที่ใช้ไม่เกิน 40 psi และหัวพ่นควรห่างจากงานอย่างน้อยที่สุด 12 นิ้ว

(4) Type IV เป็นพลาสติก Phenol Formaldehyde มีความแข็ง 3.5 mohs (54 ถึง 62 Barcol) เมล็ดพลาสติก Type IV นี้ ไม่อนุญาตให้ใช้กับชิ้นส่วนอากาศยาน แต่ใช้ได้กับชิ้นงานพวก Bracket ภาชนะ มีความหนาอย่างน้อยที่สุด 0.040 นิ้ว ความดันลมที่ใช้ไม่เกิน 50 psi และหัวพ่นควรห่างจากงานอย่างน้อยที่สุด 12 นิ้ว

(5) Type V เป็นพลาสติก Acrylic มีความแข็ง 3.2 mohs (49 ถึง 57 Barcol) สำหรับ Type V นี้ ใช้ได้กับชิ้นงานที่เป็นชิ้นส่วนอากาศยาน และที่ไม่ใช่ชิ้นส่วนอากาศยาน ความดันลมที่ใช้ 25-40 psi และหัวพ่นควรห่างจากงาน 12-24 นิ้ว มุมที่ทำกับชิ้นงานกับหัวพ่น 0-60 องศา (สำหรับแผ่น Alclad) และ 30-90 องศา (สำหรับแผ่น non-clad)

#### 2.8.2 เมล็ดพลาสติกที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ด้านกองทัพอากาศ

เมล็ดพลาสติกตาม Type ต่างๆ ที่กล่าวมาแล้ว มีบริษัทผู้ผลิตอยู่หลายบริษัทด้วยกัน แต่บริษัทที่ได้รับการทดสอบและอนุญาตให้ใช้ด้านกองทัพอากาศมีดังต่อไปนี้

##### (1) Type I

(a) U.S. Technology Corporation, Polyextra (Type I)

79 Connecticut Mills Ave. Danielson CT 06239

(b) Aerolyte System, Aerolyte 3.0 (Type I)

1657 Rollins Road Burlingame CA 94010

- (c) Patent Plastic Inc., X-OFF (Type I) SFC-1412  
638 Moreover Pike, Box 9246, Knoxville TN 37920

(2) Type II

- (a) U.S. Technology Corporation, Polyplus (Type II)  
79 Connecticut Mills Ave. Danielson CT 06239
- (b) Aerolyte System, Aerolyte 3.5 SP (Type II)  
1657 Rollins Road, Burlingame CA 94010
- (c) Patent Plastic Inc., X-OFF (Type II) SFC-1734  
638 Moryville Pike, Box 9246, Knoxville TN 37920
- (d) Potters Industries Inc., 500-AQ-U (Type II)  
377 Route 17 P.O. Box 86 Hasbrouck Heights NJ 07604
- (e) Composition Materials Co., Plastic-Grit Grad PG4-HARD  
P.O. Box 3267, No.26 Sixth St., Stamford CT 06905
- (f) AC Molding Compounds, CYSTRIP U, Type II  
P.O. Box 425, Wallingford CT 06492
- (g) Poly-Pacific Inc., DYNA-CUT M 85891-2B6-2030  
8918 18 St., Edmonton Alberta T6PIK6

(3) Type III

- (a) Potters Industries Inc., 500-AQ (Type III)  
377 Route 17 P.O. Box 86 Hasbrouck Heights NJ 07604
- (b) U.S. Technology Corporation, Poly (Type III)  
79 Connecticut Mills Ave. Danielson CT 06239

(4) Type IV

- (b) Aerolyte System, Aerolyte 3.5 (Type IV)  
1657 Rollins Road, Burlingame CA 94010

(5) Type V

(a) Dupont, Type L Solid Strip (Type V)

P.O. Box 80800 Wilmington DE 19880-0800

(b) Composition Materials Co., Inc. Plastic-Grit Type V

1375 Kings Highway East Fairfield CT 06430

(c) U.S. Technology Corporation, Poly V (Type V)

79 Connecticut Mills Ave. Danielson CT 06239

(d) AC Molding Compounds, CYSTRIP A or CONLOG, Type V

P.O. Box 425, Wallingford CT 06492

(e) Patent Plastic Inc., X-OFF, SFC 1620, (Type V)

638 Moryville Pike, P.O. Box 9246, Knoxville TN 37920

(f) Aerolyte System, Type V, QC# A-20010-C

1657 Rollins Road, Burlingame CA 94010

(g) Poly-Pacific Inc., Acrylic (Type V) with Anti-Stat

8918 18 St., Edmonton Alberta T6PIK6

(h) American Reclaiming Co., Acrylic, Type V

4403 St. Lawrence Ave., Cincinnati OH 45205

2.8.3 สิ่งเจือปนในเมล็ดพลาสติก

ในกรณีที่มีเมล็ดพลาสติกที่นำมาใช้ลอกสีนั้น มีสิ่งเจือปนเป็นเศษวัสดุ ชนิดมีความหนาแน่นสูง จะมีผลทำให้ชิ้นงานที่ถูกนำมาลอกสีโดยวิธี PMB เกิดความล้าได้เร็วขึ้นและทำให้ผิวของชิ้นงานบางกว่าเดิมด้วย โดยเฉพาะชิ้นงานที่ทำด้วยอลูมิเนียมและแมกนีเซียม ที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า 0.060 นิ้ว จะมีผลได้ง่ายกว่าโลหะอื่นๆ ดังนั้น เมล็ดพลาสติกที่มีสิ่งเจือปนมากเกินไป เกณฑ์ที่กำหนดจะถูกห้ามนำมาใช้ และจะต้องถ่ายเททิ้งทั้งหมดเพื่อเปลี่ยนของใหม่ทดแทน สิ่งเจือปนต่างๆ ในเมล็ดพลาสติกมีอยู่หลายชนิด ทั้งที่มาจากโรงงานผู้ผลิตหรือเกิดระหว่างการใช้งาน สำหรับตัวที่พบอยู่เสมอได้แก่

(1) ทราย, แก้ว หรือวัสดุประเภทเดียวกัน

- (2) เศษลูมนั้ม, แมกนิเซียม, เหล็ก และสังกะสี
- (3) เศษสี และ Sealant
- (4) เศษพลาสติกความหนาแน่นสูง

#### 2.8.4 เกณฑ์ของปริมาณสิ่งเจือปนในเมล็ดพลาสติก

ทั้งนี้เนื่องจากสิ่งเจือปนต่างๆ ในเมล็ดพลาสติก มีความสำคัญอย่างมากต่อชิ้นงานที่นำมาลอกสีโดยวิธี PMB ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการกำหนดเกณฑ์ของปริมาณสิ่งเจือปนไม่ให้เกินค่าที่กำหนด และ จำเป็นจะต้องมีการทดสอบหาปริมาณสิ่งเจือปน ดังกล่าว ในห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์ แต่แน่นอนจะไม่กล่าวถึงรายละเอียด (รายละเอียดอยู่ใน T.O. 1-1-8) แต่จะสรุปถึงเกณฑ์ที่กำหนดค่าหิมจำนวนสิ่งเจือปน (คิดเป็น %) ดังต่อไปนี้

- (1) กรดที่นำไปใช้กับงานอากาศยาน หรือชิ้นส่วนอากาศยาน; % ของสิ่งเจือปนต้องไม่เกิน 0.02 %
- (2) กรดที่นำไปใช้กับงานอื่นๆ เช่น ปรอทที่ภาคพื้น; % ของสิ่งเจือปนต้องไม่เกิน 2 %

#### 2.8.5 ข้อกำหนดต่างๆ ในการใช้ PMB กับโลหะ

การใช้ PMB กับโลหะ ควรจะได้ปฏิบัติตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

- (1) ความดันลม ควรอยู่ในช่วง
  - 40 ถึง 60 psi ที่หัวพ่น สำหรับเมล็ดพลาสติกที่มีความแข็ง 3.0 moh(Type I)
  - 25 ถึง 40 psi ที่หัวพ่น สำหรับเมล็ดพลาสติกที่มีความแข็ง 3.2 moh(Type V)
  - 20 ถึง 30 psi ที่หัวพ่นสำหรับเมล็ดพลาสติกที่มีความแข็ง 3.5 moh(Type II)
- (2) ระยะห่างระหว่างหัวพ่นกับชิ้นงาน
  - 12 ถึง 24 นิ้ว สำหรับเมล็ดพลาสติกที่มีความแข็ง 3.0 moh(Type I)
  - 12 ถึง 24 นิ้ว สำหรับเมล็ดพลาสติกที่มีความแข็ง 3.2 moh(Type V)
  - 18 ถึง 30 นิ้ว สำหรับเมล็ดพลาสติกที่มีความแข็ง 3.5 moh(Type II)
- (3) มุมระหว่างหัวพ่นกับชิ้นงาน
  - 30 ถึง 90 องศา สำหรับเมล็ดพลาสติกที่มีความแข็ง 3.0 moh(Type I)
  - 30 ถึง 90 องศา สำหรับเมล็ดพลาสติกที่มีความแข็ง 3.2 moh(Type V)
  - 0 ถึง 60 องศา สำหรับเมล็ดพลาสติกที่มีความแข็ง 3.5 moh(Type II)

สำหรับชิ้นงานบริเวณภาคพื้น และอื่นๆ ที่ไม่ใช่อากาศยาน สามารถทำมุมเท่าใดก็ได้

(4) ความหนาของชิ้นงาน PMB จะไม่ใช้กับชิ้นงานที่มีความหนาดังต่อไปนี้

- Type I และ Type V ความหนาของชิ้นงานน้อยกว่า 0.016 นิ้ว
- Type II ความหนาของชิ้นงานน้อยกว่า 0.032 นิ้ว

2.8.6 ข้อกำหนดต่างๆ ในการใช้ PMB กับชิ้นงานที่ไม่ใช่โลหะ (ไฟเบอร์กลาส)

(1) ความดันลม

- 30 ถึง 60 psi ที่หัวพ่น สำหรับเมล็ดพลาสติกที่มีความแข็ง 3.0 moh (Type I)
- 25 ถึง 40 psi ที่หัวพ่น สำหรับเมล็ดพลาสติกที่มีความแข็ง 3.5 moh (Type II, Type V)

(2) ระยะห่างระหว่างหัวพ่นกับชิ้นงาน

- 12 ถึง 24 นิ้ว

(3) มุมระหว่างหัวพ่นกับชิ้นงาน

- 40 ถึง 60 องศา (วัดจากแนวระดับ)

(4) เพื่อที่จะรักษาอัตราความเร็วในการลอกสี ให้คงที่สม่ำเสมอ ควรจะทราบความสัมพันธ์ ดังนี้

- ถ้าระยะห่างระหว่างหัวพ่นกับชิ้นงาน เพิ่ม ความดันลมควร เพิ่ม ด้วย
- ถ้าระยะห่างระหว่างหัวพ่นกับชิ้นงาน ลด ความดันลมควร ลด ด้วย
- ถ้ามุมระหว่างหัวพ่นกับชิ้นงาน ลดลง ความดันลมควร เพิ่มขึ้น
- ถ้ามุมระหว่างหัวพ่นกับชิ้นงาน เพิ่มขึ้น ความดันลมควร ลดลง



## ตอนที่ 3

### การเตรียมผิวก่อนการพ่นสี

#### 3.1 คำนำ

ในการพ่นสีนั้น ผลงานที่ได้จะดีมีประสิทธิภาพเพียงใด ขึ้นอยู่กับสภาพผิวของชิ้นงานที่จะทำการพ่นสีนั้น มากกว่าจะขึ้นกับตัวประกอบอื่นๆ ถ้าสภาพผิวของชิ้นงานมีสภาพดีสะอาด ไม่มีสิ่งสกปรกเจือปน หรือไม่มีความผุกร่อนเกิดขึ้น จะทำให้ผลของการพ่นสีเกิดประสิทธิภาพสูงตามที่ต้องการ คือ สามารถป้องกันการผุกร่อน ไม่ให้เกิดขึ้นกับชิ้นงาน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นชิ้นส่วนของอากาศยาน หรือ วัตถุต่างๆ ในบทเรียนตอนนี้ จะเป็นการกล่าวถึงวิธีการเตรียมผิวชิ้นงานเฉพาะที่เป็น โลหะอลูมิเนียม และแมกนีเซียม ซึ่งได้ผ่านการลอกสีออกเรียบร้อยแล้ว หรือเป็นการเตรียมผิวชิ้นงานที่ทำด้วยอลูมิเนียม หรือแมกนีเซียมที่ยังไม่เคยพ่นสีมาก่อนก็ได้

#### 3.2 ชนิดของการเตรียมผิว (Type of Surface Preparation)

การเตรียมผิวชิ้นงานเพื่อทำการพ่นสี อาจทำได้โดย วิธีการเชิงกล วิธีการทางเคมี หรือวิธีการทางเคมีไฟฟ้า แต่วิธีการทางเคมีทางไฟฟ้านั้น เป็นการเตรียมผิวชิ้นงานเพื่อที่จะไปทำการกะไหล่ ซึ่งจะไม่นำมากล่าวในที่นี้ ส่วนวิธีการเชิงกลและวิธีการทางเคมี แบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท คือ

3.2.1 การลอกสี (Paint Removal)

3.2.2 การทำความสะอาด (Cleaning)

3.2.3 การกำจัดสารผุกร่อนเพื่อการพ่นสี

(Corrosion Removal, Pre-paint Treatment)

3.2.4 การเคลือบผิวคอนเวอร์ชัน (Conversion Coating)

สำหรับการลอกสีนั้นได้อธิบายไว้อย่างละเอียดแล้วในตอนที่ 2 จึงไม่น่ากล่าวอีก แต่จะกล่าวถึงเฉพาะเรื่อง การทำความสะอาด, การกำจัดสารผุกร่อนเพื่อการพ่นสี และการเคลือบผิวคอนเวอร์ชัน เท่านั้น

### 3.3 การทำความสะอาด

การทำความสะอาด ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญที่สุดของงานพ่นสี ตั้งแต่เริ่มต้น จนกระทั่งถึงขั้นสุดท้ายของงาน ไม่ใช่แค่เพียงทำความสะอาดครั้งแรกครั้งเดียวแล้วไม่ต้องทำอีก ในการพ่นสี จะมีบางช่วงที่ต้องรอให้สีแห้งก่อนที่จะทำการพ่นทับใหม่ ซึ่งก่อนที่จะพ่นทับใหม่นี้ก็ต้องตรวจตราดูว่ามีสิ่งสกปรก ฟุ้งละออง เกาะอยู่หรือไม่ ถ้าเราทำความสะอาดไม่ดีพอ จะทำให้อายุการใช้งานของสีที่เคลือบไว้ลดลงถึง 50 ถึง 75 % ดังนั้นทุกๆขั้นตอนของการปฏิบัติงานด้านพ่นสี ขอให้ตรวจสอบเรื่องความสะอาด ก่อนที่จะลงมือปฏิบัติทุกครั้ง

#### 3.3.1 วิธีทำความสะอาด,การกำจัดสารพิษก่อน เพื่อเตรียมผิวก่อนพ่นสี

วิธีการทำความสะอาดสิ่งสกปรกต่างๆ จะมีตั้งแต่

- การล้างด้วยผงซักฟอก (Detergent)
- การล้างด้วยสารละลายต่าง (Alkaline Solution)
- การล้างด้วยตัวทำละลาย (Solvent)
- การทำความสะอาดโดยวิธีทางเชิงกลโดยใช้เครื่องมือต่างๆ เช่น แปรงขัด, ทรายขัด หรือเครื่องมือสำหรับขูดลอก ในกรณีที่มีชิ้นงานมีสิ่งสกปรกติดแน่น

ส่วนการกำจัดสารพิษก่อนเพื่อเตรียมผิวก่อนพ่นสี สำหรับโลหะอลูมิเนียม เราจะใช้น้ำยาตามข้อกำหนด MIL-C-38334 ซึ่งจะได้อธิบายภายหลัง

สิ่งสกปรกต่างๆ ประเภทน้ำมัน สามารถล้างออกได้ โดยใช้น้ำยาทำความสะอาดชนิดต่าง (Alkaline Cleaner) ตามข้อกำหนด MIL-C-25769 หรือถ้าเป็นน้ำมันซึ่งล้างออกได้ยากก็ให้ใช้ตัวทำละลาย ตามข้อกำหนด P-D-680 Type II

ถ้าเป็นสิ่งสกปรกประเภทสารกึ่งแข็ง เช่น ไขมันต่างๆ วิธีที่ดีที่สุดในการทำความสะอาดให้ใช้ตัวทำละลาย P-D-680 Type II เสร็จแล้วจึงล้างออกอีกครั้ง ด้วยน้ำยาทำความสะอาดชนิดต่าง MIL-C-25769 ถ้าเป็นสิ่งสกปรกที่เป็นของแข็ง เช่น โคลน เหม่า ตะกรัน อาจต้องใช้วิธีแช่ในตัวทำละลาย, ใช้วิธีฉีดล้างด้วยสารละลายต่าง หรือใช้เครื่องมือสำหรับขูดลอกด้วย

#### 3.3.2 การทำความสะอาดโดยใช้สารละลายต่าง (Alkaline Cleaning)

วิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้มากที่สุด สารละลายต่างมีคุณสมบัติในการขจัดสิ่งสกปรกที่เป็นสาร

อินทรีย์ และสิ่งสกปรกอื่นๆ ที่ละลายในน้ำ รวมทั้งไขมัน และสิ่งสกปรกที่ฝังตัวอยู่บนผิว วิธีการทำความสะอาด สามารถทำได้โดย การฉีดล้าง หรือใช้วิธีการจุ่มแช่ ความเข้มข้นของสารละลายขึ้นอยู่กับความสกปรกของชิ้นงาน โลหะจำพวกสังกะสี, อลูมิเนียม, ตะกั่ว, ทองเหลือง และดีบุก จะมีปฏิกิริยากับองค์ประกอบที่เป็นต่างแก่กันสารละลายต่างดังนั้นจึงควรระมัดระวังในเรื่องความเข้มข้นของสารละลาย และระยะเวลาในการสัมผัสกับสารละลาย ไม่ให้นานเกินไป ภายหลังจากที่ได้ทำความสะอาดด้วยสารละลายต่างเสร็จแล้วให้ล้างออกด้วยน้ำให้ทั่วถึง และถ้าให้ดียิ่งขึ้นอาจจะทำการสะเทินผิวให้เป็นกลางด้วยสารละลายจำพวกกรดอ่อนๆ ก่อนที่จะทำการพ่นสี สำหรับสารละลายต่างๆที่ใช้นั้นมีดังต่อไปนี้

(1) Waterbase Alkaline Cleaner, Spec MIL-C-25769

ใช้ทำความสะอาดชิ้นงานที่พ่นสีแล้ว หรือยังไม่พ่นสีก็ได้

วิธีใช้ ผสม Alkaline Cleaner, MIL-C-25769 ดังนี้

- ถ้าผิวงานสกปรกไม่มาก ใช้ MIL-C-25769 1 ส่วน กับน้ำ 10 ส่วน
- ถ้าผิวงานสกปรกปานกลางถึงสกปรกมาก ใช้ MIL-C-25769 กับน้ำ 8 ส่วน ถึง 5 ส่วน

เมื่อผสมเสร็จแล้วให้ใช้ผ้า, ฟองน้ำ หรือแปรง จุ่มน้ำยาไปถูที่ผิวของชิ้นงานจนสะอาด แล้วจึงใช้น้ำสะอาดจำนวนมากล้างออกให้ทั่วถึง แล้วจึงนำผ้าแห้งที่สะอาดมาเช็ดให้แห้ง

(2) Cleaning Compound, Spec P-C-436

สำหรับชิ้นงานที่เป็นเหล็ก และไม่ใช้เหล็ก

วิธีใช้ เตรียมสารละลาย P-C-436 โดยละลาย P-C-436 10 ถึง 12 ออนซ์ ในน้ำ 1 แกลลอน ลงในถังเหล็ก อุณหภูมิใช้งานจะอยู่ระหว่าง 200-212 องศา F เสร็จแล้วจึงนำชิ้นงานที่ต้องการทำความสะอาดลงมาแช่นานถึง เวลาที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของสิ่งสกปรก ถ้าเป็นสิ่งสกปรกประเภทน้ำมัน ใช้เวลาแช่ประมาณ 5 นาที ถ้าเป็นจำพวกยางมะตอย อาจใช้เวลา 20-30 นาที ก็ได้

(3) Cleaning Compound, Spec MIL-C-5543

เป็นผงละลายน้ำใช้กับเครื่องฉีดล้าง ใช้ทำความสะอาดเหล็ก, ทองเหลือง, อลูมิเนียม

และแมกนีเซียม

วิธีใช้ ละลาย MIL-C-5543 1 ออนซ์ต่อน้ำ 1 แกลลอน แล้วนำไปใช้ร่วมกับเครื่องฉีดล้าง ถ้าเราไม่มี MIL-C-5543 ให้ใช้ STEAM CLEANING COMPOUND; SPEC P-C-437 แทนก็ได้

### 3.3.3 การทำความสะอาดโดยใช้ตัวทำละลาย (Solvent Cleaning)

(1) เมื่อเราต้องการขจัดสิ่งสกปรก ประเภทน้ำมันกันสนิม น้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น หรือถ้าพื้นที่ที่สกปรกมีบริเวณไม่กว้างนัก หรือไม่สะดวกในการใช้สารละลายต่าง ตามข้อกำหนด MIL-C-25769 เราจะใช้ตัวทำละลายตามข้อกำหนด P-D-680 Type II, Dry Cleaning Solvent ทำหน้าที่ดังกล่าวแทน

วิธีใช้ ใช้ผ้าหรือฟองน้ำ ชุบน้ำยา P-D-680, Type II แล้วนำไปเช็ดผิวงานให้ทั่ว โดยใช้น้ำยาอยู่บนผิวชิ้นงานสักครู่ แล้วจึงใช้ผ้าสะอาดเช็ดให้แห้ง หรืออาจใช้ลมเป่าให้แห้ง เร็วขึ้นในบริเวณที่เป็นซอก

คำเตือน ห้ามใช้ตัวทำละลาย P-D-680 นี้ ในพื้นที่ที่เก็บออกซิเจนหรือมีการถ่ายเทออกซิเจน เพราะสารตัวนี้เข้ากับออกซิเจนไม่ได้ และอาจทำให้เกิดการระเบิด หรือไฟไหม้ได้ และสถานที่ทำงานควรมีการระบายอากาศที่ดี และควรหลีกเลี่ยงการสูดดมไอ หรือการสัมผัสกับผิวหนังเป็นเวลานานๆ นอกจากนี้ตัวทำละลาย P-D-680 ทำให้วัสดุที่เป็นพลาสติก ยาง และชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เสียหายได้ ถ้าถูกสัมผัสเป็นเวลานาน ภายหลังจากที่ได้ทำความสะอาดด้วยตัวทำละลาย P-D-680 เสร็จแล้ว ขณะนี้ผิวของโลหะมีโอกาที่จะเกิดการผุกร่อนได้เร็วกว่าเดิม จึงควรที่จะรีบทำการพ่นสีทันที ที่ทำความสะอาดเสร็จเรียบร้อยแล้ว ในกรณีที่ต้องการล้างไขมันจากชิ้นงานที่มีขนาดเล็กจำนวนมาก เราสามารถใช้เครื่องล้างไขมันแบบไอระเหย (Vaper Degreaser) โดยใช้ตัวทำละลาย ไตรคลอโรเอทิลีน (Trichloroethylene)

### 3.4 การเตรียมผิวงาน (Surface Treatments)

การเตรียมผิวงาน หรือ Surface Treatment คือ วิธีการใดๆ ที่จะกระทำต่อผิวของชิ้นงานหลังทำความสะอาดแล้ว เพื่อเป็นการเตรียมผิวของชิ้นงานเพื่อที่จะรับสารที่จะเคลือบ หรือสีที่จะพ่นลงไป เหตุผลที่ต้องมีการเตรียมผิวงาน หรือ Surface Treatment ก็คือ

- (1) เพื่อยับยั้งการผุกร่อนที่จะเกิดกับโลหะ
- (2) เพื่อเป็นฐานรองรับสีที่จะพ่นทับลงไป เพราะการยึดเกาะของสีจะดียิ่งขึ้น ทำให้อายุการใช้งานนานขึ้น

### 3.5 การเตรียมผิวงานบนโลหะ (Metal Surface Treatment)

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่ซึ่กับอากาศยามากที่สุด เพราะมีน้ำหนักเบาและมีความแข็งแรงสูง เมื่อเทียบกับน้ำหนักของตัวเอง นอกจากนี้เมื่อผิวอลูมิเนียมสัมผัสอากาศ มันจะเกิดปฏิกิริยาสร้างออกไซด์ฟิล์มบางๆ ซึ่งมองไม่เห็น (Oxide Film) ซึ่งออกไซด์ตัวนี้สามารถป้องกันการผุกร่อนได้ในสภาวะแวดล้อมที่ไม่รุนแรง ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ค่อนหนึ่งของอลูมิเนียม คุณสมบัติที่โลหะสามารถป้องกันตัวเองนี้เราเรียกว่า Passivity ซึ่งโลหะอื่นๆ บางชนิดก็มีคุณสมบัติเช่นนี้เหมือนกัน เช่น เหล็กสเตนเลส และ ทิตาเนียม ซึ่งมีความทนทานต่อการผุกร่อนเป็นอย่างดี

อย่างไรก็ตามในสภาวะแวดล้อมที่รุนแรงมากขึ้น โลหะอลูมิเนียมและแมกนีเซียม ไม่สามารถป้องกันตัวเองได้เพียงพอ จึงมีความจำเป็นต้องช่วยสร้างให้เกิดฟิล์ม ให้นานขึ้นกว่าที่มันเป็นเองตามธรรมชาติ ซึ่งวิธีหนึ่งที่ใช้กันมากก็ คือ การทำอะโนไดซิ่ง (Anodizing) โดยใช้ขบวนการทางเคมีไฟฟ้า (Electrochemical Reaction) ซึ่งจำเป็นต้องมีถังน้ำยา และมีกระแสไฟฟ้ามาช่วย แต่นอกจากวิธีการทำอะโนไดซิ่งแล้วยังมีวิธีทางเคมีโดยไม่ต้องใช้ไฟฟ้า โดยนำมาใช้เพื่อเป็นการกำจัดสารผุกร่อนที่ออก ในขณะที่เดียวกันก็จะสร้างฟิล์มขึ้นมาเคลือบผิว ซึ่งเรียกว่า ฟิล์มเคลือบฟอสเฟต (Crystalline Phosphate Coating) ขึ้นมาเคลือบผิวของอลูมิเนียม และแมกนีเซียม ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถ ในการต่อต้านความผุกร่อน และยังเป็นตัวช่วยยึดเกาะของสีที่จะมาพ่นทับได้เป็นอย่างดี

สำหรับการเตรียมผิวงานบนโลหะภายหลังจากที่ได้ทำความสะอาดแล้ว จะมีขั้นตอน อีก 2 ขั้นตอน คือ

- (1) การกำจัดสารผุกร่อนเพื่อเตรียมผิวก่อนพ่นสี  
(Corrosion Removal/Prepaint Treatment)
- (2) การเคลือบผิวคอนเวอร์ชัน หรือเคลือบผิวปรับสภาพ (Conversion Coating)  
ซึ่งจะได้แยกอธิบายสำหรับโลหะอลูมิเนียม และแมกนีเซียม ในหัวข้อต่อไป

### 3.6 การจัดส่งสารฟูก่อน เพื่อเตรียมผิวก่อนการทาสี สำหรับโลหะอลูมิเนียม

ในการจัดส่งสารฟูก่อน เพื่อการเตรียมผิวก่อนทาสีสำหรับโลหะอลูมิเนียม เราจะใช้น้ำยาตามข้อกำหนด MIL-C-38334 ซึ่งน้ำยา MIL-C-38334 มีอยู่ 2 ชนิด (Type)

- (1) Type I, เป็นน้ำยาเหลวเข้มข้น ซึ่งต้องนำมาผสมน้ำด้วย อัตราส่วน 1:1 ก่อนใช้
  - (2) Type II, เป็นผงแห้ง ซึ่งต้องนำมาละลายน้ำ ด้วยปริมาณที่กำหนดไว้ข้างกระป๋อง
- ถ้าเดือน น้ำยา MIL-C-38334 จะมีปฏิกิริยาต่อแมกนีเซียม เหล็ก และ งานที่ชุบแคดเมียมไว้ ดังนั้นจึงต้องทำการปกคลุม ด้วยกระดาษปกคลุม ตามข้อกำหนด MIL-B-131 และ เทปตามข้อกำหนด MIL-T-23397, Type II หรือเทป 3M No.425 หรือ 417

### 3.7 การใช้น้ำยาจัดการฟูก่อนเพื่อเตรียมผิวก่อนทาสี, ตามข้อกำหนด MIL-C-38334

หลังจากที่ได้ผสมน้ำยา MIL-C-38334 ทั้ง Type I หรือ Type II เรียบร้อยแล้ว ให้นำน้ำยามาทาลงบนผิวงานรอยขีดข่วนหรือร่องน้ำ ถ้าน้ำยามีอุณหภูมิประมาณ 130 องศา F ก็จะทำให้ผลในการจัดส่งฟูก่อนได้ดียิ่งขึ้น ระหว่างที่น้ำยาอยู่บนผิวงานนั้นให้ใช้แปรงหรือกระดาษทรายช่วยขัด เพื่อให้สารฟูก่อนหลุดออกมาได้ง่ายขึ้น ในกรณีที่พื้นผิวชิ้นงานมีบริเวณกว้าง ให้เริ่มทาจากตำแหน่งล่างสุด และทาจึ้นไปส่วนบน และการทาให้ทาในลักษณะวงกลม ให้นำน้ำยาอยู่บนผิวงาน นานประมาณ 12 นาที แล้วจึงล้างออกด้วยน้ำสะอาด หลังจากนั้นจึงตรวจสอบดูว่า ยังมีสารฟูก่อนตกค้างอยู่หรือไม่ ถ้ายังมีให้ทาน้ำยาซ้ำใหม่ เสร็จแล้วจึงล้างน้ำให้สะอาด หลังจากนั้นให้รับทาน้ำยาเคลือบผิวคอนเวอร์ชัน ตามข้อกำหนด MIL-C-5541 หรือ MIL-C-81706 ทันที ก่อนที่ผิวงานจะแห้ง

### 3.8 น้ำยาเคลือบผิวคอนเวอร์ชัน สำหรับโลหะอลูมิเนียม

น้ำยาเคลือบผิวคอนเวอร์ชันสำหรับอลูมิเนียม ตามข้อกำหนด MIL-C-81706 หรือ MIL-C-5541 เป็นน้ำยาที่จะปฏิกิริยาสร้างโครเมตฟิล์ม (Chromate Film) ขึ้นมาเคลือบผิวของอลูมิเนียม เพื่อเป็นการช่วยยับยั้งการกัดกร่อนของสีที่จะมาพ่นทับให้ดียิ่งขึ้น ทั้งยังเป็นการซ่อมแซมพื้นที่ที่ผ่านการอะโนไดซิง (Anodizing) แต่เกิดการชำรุดเสียหาย และยังเป็นการเพิ่มความต้านทานในการฟูก่อนให้ดียิ่งขึ้น น้ำยาเคลือบผิวคอนเวอร์ชัน ตามข้อกำหนด MIL-C-5541 หรือ MIL-C-81706 แบ่งเป็น 2 classes

(1) Class 1A สำหรับการป้องกันการผุกร่อนสูงสุด ( Maximum Protection against Corrosion)

(2) Class 3 สำหรับการป้องกันการผุกร่อน เมื่อต้องการ ให้มีความต้านทานไฟฟ้าต้านน้ำยาเคลือบผิวคอนเวอร์ชัน ตามข้อกำหนด MIL-C-81706 หรือ MIL-C-5541 ผลิตออกมาเป็น 3 แบบ (Forms) คือ

(1) Form I เป็นของเหลวเข้มข้น

(2) Form II เป็นผงแห้ง

(3) Form III เป็นน้ำยาที่ผสมเสร็จแล้วพร้อมใช้งานได้ทันที

ในการใช้งานนั้นอาจใช้วิธีใช้แปรงทา หรือ ใช้จุ่มก็ได้ สำหรับฟิล์มที่เกิดขึ้นบนผิวจะมีสีเหลืองรุ้ง หรือสีน้ำตาลอ่อน

### 3.9 การผสมน้ำยาเคลือบผิวคอนเวอร์ชัน ตามข้อกำหนด MIL-C-81706

ในการผสมน้ำยาเคลือบผิวคอนเวอร์ชัน ตามข้อกำหนด MIL-C-81706 ควรจะกระทำในบริเวณที่ปลอดภัย ในกรณีที่น้ำยาที่ผสมเกิดการหกหรือกระเด็นไปทำอันตรายต่อชิ้นงานอื่นๆ ภาชนะที่ใช้ผสมควรจะทำด้วยเหล็กสเตนเลส, พลาสติก หรือยาง เพราะน้ำยาตัวนี้มีฤทธิ์เป็นกรด การผสมน้ำยาแต่ละครั้งให้ผสมให้เพียงพอที่จะใช้สำหรับงานหนึ่งๆ เท่านั้น เพื่อที่ว่าน้ำยาที่ผสมนี้จะใช้ได้ใหม่อยู่เสมอ

ในการเตรียมน้ำยาเคลือบผิวคอนเวอร์ชัน MIL-C-81706, Form II ซึ่งเป็นผงแห้งนั้นถ้าตัวผงเคมีนี้ยังไม่ปนเป็นผงละเอียดพอก็สามารถนำมาใส่เศษกระดาษแล้วบดให้ละเอียดเพื่อทำให้การทำละลายน้ำเป็นไปโดยง่ายขึ้น โดยปกติแล้วการเตรียมน้ำยาจะปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต และก่อนการใช้งาน ควรจะได้นำมาวิเคราะห์หาค่า pH และปริมาณโครเมียมไอออนที่มีวาเลนซ์ 6 (Hexavalent Chromium Ion) ในห้องปฏิบัติการเคมี แต่ถ้าเป็นการปฏิบัติงานในหน่วยพื้นที่สนาม อาจจะวิเคราะห์ได้โดยใช้เครื่องมือวัด pH หรือกระดาษสำหรับวัดค่า pH และนำไปทดลองใช้งาน แล้วดูผลที่เกิดขึ้น น้ำยาที่ผสมแล้วควรจะได้ทำการทดสอบ ทุกๆ 5 วัน และถ้ามีปัญหากับการใช้งาน ควรจะจัดส่งห้องปฏิบัติการทางเคมีเพื่อตรวจวิเคราะห์

โดยทั่วไปการเตรียมน้ำยาเคลือบผิวคอนเวอร์ชัน ที่เป็นผงแห้งนี้ จะใช้น้ำยา MIL-



C-81706 3 ออนซ์ ผสมน้ำสะอาด 1 แกลลอนในภาชนะที่เหมาะสม เติมกรดไนตริกเข้มข้น เพื่อปรับ pH ให้อยู่ประมาณ 1.6 ถึง 1.9 ซึ่งจะใช้กรดไนตริกเข้มข้นประมาณ 5 มิลลิเมตร ก็จะได้ pH ในช่วงที่ต้องการ แต่บางครั้งก็อาจใช้กรดไนตริกจำนวนมากขึ้นกว่านี้ก็ได้ เสร็จแล้วควรรวให้เข้ากันให้ดี แล้วจึงนำไปทดลองใช้กับแผ่นทดลอง เพื่อตรวจสอบเวลาในการเกิดฟิล์มสีเหลืองรุ่ง หรือ สีน้ำตาลอ่อน ถ้าเวลาที่ใช้มากกว่า 5 นาที ให้ทำการทดสอบค่า pH ใหม่ และปรับค่า pH ดังนี้

(1) ถ้า pH มากกว่า 1.9 ให้เติมกรดไนตริกเข้มข้น ทีละ 2 มิลลิเมตร จนกระทั่งได้ pH ที่ต้องการ

(2) ถ้า pH น้อยกว่า 1.6 ให้เติมน้ำแอมโมเนีย ทีละ 2 มิลลิเมตร จนกระทั่งได้ pH ที่ต้องการ

หลังจากทำการปรับปรุค่า pH แล้ว เวลาที่ใช้ในการทำให้เกิดฟิล์ม สีเหลืองรุ่ง หรือสีน้ำตาลอ่อน ควรอยู่ระหว่าง 1 ถึง 5 นาที

(3) การเตรียมน้ำยาจากผงเคมีแห้งนี้ ควรจะปล่อยทิ้งน้ำยาไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง ก่อนนำไปใช้งาน เพราะว่าอาจจะมีผงน้ำยาบางส่วนยังละลายไม่หมด

### 3.10 การนำน้ำยาเคลือบผิวคอนเวออร์ชัน MIL-C-81706 ไปใช้งาน

3.10.1 การนำน้ำยาเคลือบผิวคอนเวออร์ชัน MIL-C-81706 ไปใช้งานให้ใช้วิธีแรงทาหรือพองน้ำชุบ นำน้ำยาไปทาหรือการจุ่ม (กรณีชิ้นงานมีขนาดเล็ก) และให้ทาน้ำยาเคลือบผิวคอนเวออร์ชันนี้ทันที หลังจากการล้างเอาน้ำยาขจัดสารสกปรกออกตามข้อกำหนด MIL-C-38334 โดยอย่าปล่อยให้ผิวงานแห้ง เพราะว่าสารสกปรกที่เพิ่งถูกขจัดออกไปด้วยน้ำยา MIL-C-38334 สามารถกลับมาเกิดขึ้นใหม่ได้อีก ในช่วงเวลานี้ และจะทำให้ไม่สามารถเคลือบน้ำยาเคลือบผิวคอนเวออร์ชัน MIL-C-81706 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.10.2 ทำให้ผิวของชิ้นงานชุ่มอยู่ด้วยน้ำยาเคลือบผิวคอนเวออร์ชัน MIL-C-81706 นานประมาณ 1-5 นาที จนกว่าจะเกิดผิวเคลือบเป็นสีเหลืองรุ่ง หรือสีน้ำตาลอ่อน เวลาที่ใช้จะช้า หรือเร็วขึ้นอยู่กับสภาพของผิวชิ้นงาน ตัวน้ำยาเคมีของแต่ละบริษัทผู้ผลิต และอุณหภูมิของน้ำยา

3.10.3 บนพื้นที่ที่การเคลือบผิวคอนเวออร์ชัน เคลือบไม่ค่อยดี ให้ใช้แผ่นขัดสก็อตไบรท์

จุ่มน้ำยาให้ชุ่ม แล้วนำไปขัดผิวอย่างเบาๆ ก็จะช่วยให้ผิวเคลือบติดง่ายขึ้น

3.10.4 เป็นที่สังเกตว่าการเคลือบผิวคอนเวอร์ชันครั้งแรก มักจะมีแนวริ้วที่จะเกิดจุดสีน้ำตาลเข้มบนบางพื้นที่ที่ทาน้ำยา ซึ่งการเกิดจุดสีน้ำตาลเข้มขึ้นนี้ สามารถป้องกันได้โดยใช้นิ้วมือเบาๆ (มือต้องใส่ถุงมือด้วย) แต่ถ้ายังมีจุดต่างเกิดขึ้นให้ใช้แผ่นขัดในลอน เช่น แผ่นสก็อตไบรท์ขัดออก แล้วใช้น้ำยาที่ผสมขึ้นใหม่ทาซ้ำ

3.10.5 หลังจากที่ควบคุมการเกิดจุดต่างต่างๆ ได้แล้ว ให้ทาน้ำยาให้ทั่วผิวงานและปล่อยให้ชุ่มมอยู่ตลอดเวลา และสังเกตการเปลี่ยนสีผิวของอลูมิเนียม ซึ่งจะเปลี่ยนไปเป็น สีเหลืองรุ้ง ซึ่งสามารถสังเกตได้โดยง่าย แสดงว่าการเคลือบผิวครั้งนี้เป็นไปอย่างถูกต้อง

3.10.6 ล้างชิ้นงานด้วยน้ำสะอาด และปล่อยให้แห้งในอากาศ เป็นเวลาอย่างน้อย 2 ชั่วโมง ก่อนที่จะนำไปทำการพ่นสีต่อไป

### 3.11 น้ำยาสำหรับขจัดสารฟลูออไรด์สำหรับโลหะแมกนีเซียม

น้ำยาต่อไปนี้ใช้สำหรับขจัดสารฟลูออไรด์เล็กน้อยจากโลหะแมกนีเซียม ก่อนที่จะไปทำการเคลือบผิวคอนเวอร์ชัน และนำไปพ่นสี ภาชนะที่ใช้ผสมน้ำยาควรจะเป็นถังเหล็กบุตะกั่ว หรือถึงสแตนเลส หรือถังที่ทำด้วยอลูมิเนียม 1100

ส่วนประกอบของน้ำยา

โครเมียมไตรออกไซด์	24 ออนซ์
น้ำ	1 แกลลอน
อุณหภูมิใช้งาน	190-202 องศา F

วิธีการใช้น้ำยามีดังต่อไปนี้

(1) ใช้แปรงที่ทนกรดได้จุ่มน้ำยา แล้วนำไปทาบริเวณที่ต้องการจะขจัดสารฟลูออไรด์ออกจากผิวแมกนีเซียม

(2) ปล่อยให้ยาอยู่บนชิ้นงาน นานประมาณ 15 นาที กรณีที่อุณหภูมิของน้ำยาไม่ถึง 190 องศา F ตามที่กำหนด เวลาที่ใช้ทำปฏิกิริยาอาจจะนานกว่านี้ก็ได้ ระหว่างที่น้ำยาอยู่บนผิวงานอาจใช้แปรงช่วยขัดด้วยก็ได้

(3) ล้างน้ำยาออกจากผิวงานโดยใช้น้ำสะอาดจำนวนมาก

(4) ถ้าสารฟลูออไรด์ยังถูกขจัดออกไม่หมด ให้ทาน้ำยาซ้ำอีกจนกว่าสารฟลูออไรด์จะถูกขจัด

ออกทั้งหมด จนกว่าจะเห็นเนื้อโลหะเป็นเงาวาว

(5) ทาน้ำยาเคลือบผิวคอนเวอร์ชันสำหรับแมกนีเซียม และทำการพ่นสีต่อไป

### 3.12 น้ำยาเคลือบผิวคอนเวอร์ชันสำหรับแมกนีเซียม

น้ำยาเคลือบผิวคอนเวอร์ชันสำหรับแมกนีเซียม จะมีหน้าที่เช่นเดียวกับ น้ำยาเคลือบผิวคอนเวอร์ชันสำหรับอลูมิเนียม คือ จะช่วยเพิ่มความต้านทานต่อการผุกร่อน และยังช่วยให้การยึดเกาะของสีที่จะมาทับตบดียิ่งขึ้นสำหรับส่วนประกอบของน้ำยาเคลือบผิวคอนเวอร์ชันสำหรับแมกนีเซียม มีดังต่อไปนี้

โรครเมียมไตรออกไซด์	1 1/3	ออนซ์
แคลเซียมซัลเฟต	1	ออนซ์
น้ำ	1	แกลลอน
อุณหภูมิใช้งาน	70-90	องศา F
ลักษณะบรรจุ	ทำด้วยสเตนเลส, อลูมิเนียม หรือยาง	

การเตรียมน้ำยามีดังต่อไปนี้

- (1) ให้น้ำใส่น้ำลงไปในภาชนะประมาณ 1 แกลลอน
- (2) ค่อยๆ เติมน้ำยาเคมีทีละตัวช้าๆ พร้อมกับคนน้ำให้เข้ากัน
- (3) เติมน้ำจนครบ 1 แกลลอน
- (4) กวนน้ำยาต่อไปอีกอย่างน้อย 15 นาที

หลังจากที่ได้ผสมน้ำยาเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นำน้ำยาไปทาบนผิวชิ้นงาน โดยการใช้แปรง หรือผ้าสะอาด หรือฟองน้ำก็ได้ ถ้าชิ้นงานมีพื้นที่กว้างใหญ่ ให้เริ่มทาน้ำยาจากจุดที่ต่ำที่สุดก่อนแล้วจึงทาขึ้นไปเรื่อยๆ การทำให้ทาในลักษณะเป็นวงกลม น้ำยาเคลือบผิวคอนเวอร์ชันสำหรับแมกนีเซียมนี้ จะทำงานได้ผลดีที่สุดที่อุณหภูมิ 70-90 องศา F บล่อยให้น้ำยาอยู่บนผิวชิ้นงานประมาณ 1-20 นาที จนกระทั่งผิวของแมกนีเซียมเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม จึงทำการล้างน้ำยาออกด้วยน้ำสะอาด บล่อยชิ้นงานให้แห้งเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง ก่อนนำไปทำการพ่นสีต่อไป

## ตอนที่ 4

### ผิวเคลือบอินทรีย์

#### ที่รู้จักกันในกองทัพอากาศ

##### 4.1 ส่วนประกอบของผิวเคลือบอินทรีย์หรือสี

สีเป็นของผสมระหว่างสารเคมีหลายชนิด แต่สามารถแบ่งส่วนประกอบออกเป็น 2 ส่วน คือ

(1) ส่วนประกอบหลัก (Primary Constituents) ประกอบด้วยผงสี (Pigment) น้ำมันผสมสี (Vehicle) ซึ่งเป็นตัวทำให้เกิดฟิล์มเคลือบผิว (Film Former) และตัวทำละลาย (Solvent)

(2) ส่วนประกอบรอง (Secondary Constituents) ได้แก่ สารช่วยทำให้แห้ง (Driers), สารกรองแสง (Light-filtering agents), สารที่ช่วยให้ฟิล์มยึดหยุ่นป้องกันสีแตก (Plasticizer) และตัวเติมอื่นๆอีกหลายชนิด นอกจากนั้นเมื่อต้องการคุณสมบัติพิเศษบางอย่างเช่น การสะท้อนแสง การทนความร้อน เราจะเติมสารที่มีคุณสมบัติดังกล่าวลงไป

4.1.1 ผงสี (Pigments) เป็นผงละเอียดทึบแสง ไม่ละลายน้ำ เป็นตัวทำให้เกิดเป็นสีต่างๆ และเพิ่มกำลังในการกลบผิว (Hiding power) และยังให้คุณสมบัติบางอย่าง เช่น การสะท้อนความร้อน , การต่อต้านการผุกร่อน เป็นต้น ผงสีอาจเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติหรือได้จากการสังเคราะห์ก็ได้ ตัวอย่างของผงสี เช่น

Zinc Oxide และ Titanium Dioxide	ให้สีขาวและสีอ่อนต่างๆ
Zinc Chromate	ให้สีเหลือง (มีสารต่อต้านการผุกร่อน)
Chromium Oxide	ให้สีเขียว
Iron Oxide	ให้สีแดง
Carbon Black	ให้สีดำ
ผงอลูมิเนียม	ให้สีบรอนซ์

#### 4.1.2 น้ำมันผสมสี (Vehicle)

เป็นส่วนที่เป็นของเหลวในสี และเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของสี เพราะทำให้คุณสมบัติในการยึดเกาะ (Adhesion) , ความเหนียว (Toughness) , ความอ่อนตัว (Flexibility) และความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ น้ำมันผสมสี หรือ Vehicle ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ระเหยไม่ได้ และส่วนที่ระเหยได้ ส่วนที่ระเหยไม่ได้จะรวมถึงเรซิน (Resins) , น้ำมันชักแห้ง (Drying oil) และสารที่ช่วยให้ฟิล์มยืดหยุ่น (Plasticizer) ซึ่งจะกลายเป็นตัวช่วยยึดเกาะ (Binding agent) ของฟิล์มผิวเคลือบ เมื่อส่วนที่ระเหยได้ระเหยไปหมด ส่วนที่ระเหยไม่ได้รวมทั้งผงสีก็จะฟอร์มตัวเกาะเคลือบเป็นฟิล์มบนผิวงาน ดังนั้นเราอาจจะเรียก น้ำมันผสมสีนี้ว่า เป็นตัวทำให้เกิดฟิล์ม (Film Former) ตัวอย่างของน้ำมันผสมสีในสีอีนาเมลทั่วไป ประกอบด้วย Alkyd Resins ที่ละลายในน้ำมัน , ทินเนอร์ และสารที่ช่วยให้แห้ง ส่วนน้ำมันผสมสีในสีแล็คเกอร์ ส่วนใหญ่เป็น Resins , ตัวทำละลาย และสารที่ช่วยให้ฟิล์มยืดหยุ่น เป็นต้น

#### 4.1.3 ตัวทำละลาย (Solvent)

เป็นส่วนที่ระเหยได้ของ Vehicle มีหน้าที่ละลาย Resins ที่ผสมลงไป นอกจากนี้ตัวทำละลายยังช่วยลดความหนืดของ Vehicle ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ตัวทำละลายจะไม่มีปฏิกิริยาเคมีใดๆ กับสารที่เราผสมลงไป และในที่สุดตัวทำละลายนี้จะระเหยไปหมดหลังจากที่เอาใช้งานเสร็จแล้ว ตัวทำละลายต่างๆ เป็นสารอินทรีย์จำพวกอัลกอฮอล์ , เอสเทอร์ (Esters) และคีโตน (Ketone) เป็นต้น

### 4.2 ผิวเคลือบอินทรีย์หรือสังเคราะห์ที่ใช้งานในกองทัพอากาศ

#### 4.2.1 Paint , Aluminum , Heat Resisting ( 1200 องศา F ) Federal Specification TT-P-28

ก. คุณลักษณะ เป็นสีบรอนซ์ (อลูมิเนียม) ทนความร้อน สามารถทนความร้อนได้สูงถึง 1200 องศา F ไม่ควรนำไปใช้เป็นตัวหลักเพื่อป้องกันการผุกร่อน

ข. ประโยชน์ ใช้กับงานที่ต้องสัมผัสความร้อนที่มีอุณหภูมิสูงมากเช่น ท่อส่งไอน้ำร้อน เปลือกหม้อไอน้ำ , หม้อไอน้ำ (Steam Boiler) เป็นต้น

ค. วิธีการใช้ ใช้แปรงทา หรือใช้วิธีพ่น หลังจากที่ได้เจือจางด้วยทินเนอร์

ง. เวลาที่ใช้แห้งตัว ตามที่บริษัทผู้ผลิตจะแนะนำ

จ. ทินเนอร์ ตามที่บริษัทผู้ผลิตจะแนะนำ

#### 4.2.2 Paint System , Fluorescent for Aircraft Application , Specification MIL-P-21563

ก. คุณลักษณะ สีนี้เป็นสีสะท้อนแสง ใช้กับภายนอกของอากาศยาน ในหนึ่งชุดประกอบด้วยตัวสีสะท้อนแสง และน้ำยาฉาบหน้าใส (Clear Overlay) ทั้ง 2 ส่วนนี้ เป็นส่วนผสมของ High Grade Acrylic ละลายใน Aromatic-Hydrocarbon ตัวสีสะท้อนแสงนี้มีอยู่ 2 สี คือ สีส้มแดง (Red-Orange) และสีส้มเหลือง (Yellow-Orange)

ข. ประโยชน์ ใช้กับชิ้นส่วนของอากาศยาน ที่ต้องการให้เห็นชัดเจนชัดตา เช่น ตามปลายปีกของ บ. ผีต่างๆ

ค. วิธีใช้ จะได้นำไปกล่าวในรายละเอียดในบทที่ 5

ง. เวลาที่ใช้แห้งตัว จะได้นำไปกล่าวในรายละเอียดในบทที่ 5

จ. ทินเนอร์ ใช้ Xylene หรือ Toluene

#### 4.2.3 Enamel , Alkyd , Gloss(for Exterior and Interior Surfaces) Spec TT-E-489

ก. คุณลักษณะ เป็นสีอีนาเมล ที่มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ Alkyd Resins เป็นสีที่มีคุณสมบัติทนต่อสภาพอากาศได้อย่างดีเยี่ยม เป็นสีที่มีความเงาและยึดหยุ่นตัวได้ดีไม่แตกง่าย และรักษาสภาพความสวยงามของสีไว้ได้นาน เราแบ่งสีอีนาเมลชนิดนี้ ออกเป็น 2 Class คือ Class A (แห้งตัวโดยทิ้งไว้ในอากาศ) , Class B (แห้งตัวด้วยการอบ)

ข. ประโยชน์ ใช้ได้ดีกับผิวโลหะทั้งภายในและภายนอก โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับผิวโลหะภายนอกที่ราบเรียบ ส่วนใหญ่ของสีอีนาเมลตัวนี้ มักนำไปใช้ซ่อมแซมรถยนต์และอุปกรณ์ก่อสร้างต่างๆ ประโยชน์อื่นๆสามารถนำไปใช้กับเครื่องจักร รถบรรทุก รถโดยสาร อุปกรณ์ของเรือที่อยู่เหนือน้ำ เป็นต้นนอกจากนี้แล้ว สีอีนาเมลตัวนี้ยังสามารถใช้กับไม้ได้อีกด้วย

ค. วิธีใช้ ใช้แปรงทา หรือ ใช้พ่น โดยผสมทินเนอร์ต่อสีอีนาเมล ด้วยอัตราส่วนประมาณ 1 : 8 หรือด้วยอัตราส่วนตามที่ผู้ผลิตแนะนำ

ง. เวลาที่ใช้ในการแห้งตัว

(1) สีอีนาเมล Class A จะแห้งตัวภายใน 2 ชั่วโมง จะแข็งตัวภายใน 8 ชั่วโมง และแข็งตัวเต็มที่ภายในเวลา 48 ชั่วโมง เราสามารถพ่นทับได้อีกภายหลัง 24 ชั่วโมง

(2) สีอีนาเมล Class B เมื่อนำไปอบที่อุณหภูมิ 250 องศา F จะแห้งแข็งตัวภายใน 45 นาที และสามารถพ่นทับได้อีก หลังจากการอบ เมื่ออบแล้ว ควรปล่อยให้เย็นในอากาศ 24 ชั่วโมง เพื่อให้ผิวแข็งตัวเต็มที่

จ. ทินเนอร์

- Class A ให้ใช้ทินเนอร์ตาม Spec TT-T-291 หรือ TT-T-306
- Class B ให้ใช้ Xylene ตาม Spec TT-X-916 หรืออาจใช้ทินเนอร์สำหรับ Class A ก็ได้

4.2.4 Enamel, Heat Resistant ( 400 องศา F ), Black, Federal Specification TT-E-496

ก. คุณลักษณะ เป็นสีอีนาเมลที่ทนความร้อนได้ถึง 400 องศา F มีอยู่ 2 Type คือ Type I และ Type II

ข. ประโยชน์ ใช้พ่นบนโลหะที่ต้องสัมผัสกับความร้อนที่อุณหภูมิไม่เกิน 400 องศา F เช่น ท่อส่งไอน้ำ เป็นต้น

ค. วิธีใช้ ใช้แปรงทา หรือ ใช้พ่นโดยผสมทินเนอร์ให้เจือจางแล้ว

ง. เวลาในการแห้งตัว

- Type I จะแห้งพอจับได้ภายใน 6 ชั่วโมง และแห้งสนิทใน 24 ชั่วโมง
- Type II จะแห้งพอจับได้ภายใน 6 ชั่วโมง แต่ถ้าต้องการจะอบให้ปล่อยไว้ในอากาศก่อนเป็นเวลา 15 นาที แล้วจึงนำไปอบที่อุณหภูมิ 220 องศา F เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

จ. ทินเนอร์ ให้ใช้น้ำมันสน หรือ ทินเนอร์ตาม Spec TT-T-291

4.2.5 Enamel, Wrinkle-Finish for Aircraft Use, Specification MIL-E-5558



ก. คุณลักษณะ เป็นสีเคลือบชนิดย่นไขเคลือบบนโลหะ มีทั้งชนิด ผิวละเอียด และผิวหยาบ

ข. ประโยชน์

- Type I ใช้ในกรณีที่ต้องการลดแสงสะท้อนเข้าตา
- Type II โดยปกติจะใช้กับอุปกรณ์วิทยุ ซึ่งต้องการผิวเคลือบแบบหยาบ

ค. วิธีใช้ ใช้วิธีพ่นหลังจากผสมทินเนอร์แล้ว

ง. เวลาในการแห้งตัว ตามที่ผู้ผลิตจะแนะนำ

จ. ทินเนอร์ ใช้ Toluene ตาม Spec TT-T-548

#### 4.2.6 Lacquer, Acrylic Nitrocellulose, Gloss, For Aircraft Use, Spec MIL-L-19537

ก. คุณลักษณะ สีแล็คเกอร์ที่ใช้เคลือบผิวภายนอกของอากาศยาน และมีคุณสมบัติทนทานต่อน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์ไอพ่น (Diester Lubricating Oils)

ข. การนำไปใช้ ระบบการเคลือบผิวของแล็คเกอร์ Spec MIL-L-19537 นี้ต้องประกอบด้วย การพ่นสี Wash Primer ตาม Spec MIL-C-8514 ตามด้วยการพ่นสีรองพื้น Spec MIL-P-7962 แล้วจึงตามด้วยสีแล็คเกอร์ Spec MIL-L-19537 ตัวนี้

ค. วิธีใช้ ใช้วิธีพ่นโดยผสมกับทินเนอร์ ในอัตราส่วน 1 : 1 ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในบทที่ 5

#### 4.2.7 Lacquer, Acrylic Nitrocellulose, Camouflage, For Aircraft Use Spec MIL-L-19538

สีแล็คเกอร์ตาม Spec นี้ มีคุณลักษณะ และวิธีการใช้เหมือนกับ สีแล็คเกอร์ตาม Spec MIL-L-19537 ต่างกันตรงที่สีแล็คเกอร์ Spec MIL-L-19538 เป็นสีด้าน ส่วน Spec MIL-L-19537 เป็นสีมัน

#### 4.3 Pretreatment (สี Wash Primer)

สี Wash Primer เป็นสีที่ใช้พ่นบนโลหะเป็นตัวแรกก่อนพ่นสีรองพื้น มีหน้าที่ปรับสภาพผิวของโลหะ ให้เหมาะต่อการพ่นสีอื่นๆ มาทับ รวมทั้งยังสามารถป้องกันการผุกร่อนได้ด้วย ส่วนประกอบที่สำคัญของสี Wash Primer คือ กรดฟอสฟอริก , สารประเภทเกลือโครเมต

และสารโพลีไวนิลบิวทีรัล เรซิน (Polyvinyl Butyral Resins) คือ Wash Primer เป็นสีที่สามารถพ่นได้บนโลหะต่างๆ เช่น เหล็ก, เหล็กกล้า, อลูมิเนียม, แมกนีเซียม, ทองแดง, สังกะสี และโลหะอื่นๆ อีกมากมาย ข้อดีของสี Wash Primer มีดังนี้

- ก) ใช้งานง่ายและแห้งเร็ว
- ข) สามารถใช้ได้กับอุณหภูมิและความชื้นต่างๆ
- ค) สามารถใช้ได้กับโลหะหลายๆชนิด
- ง) สามารถป้องกันผิวโลหะที่ถูกพ่นได้ระยะเวลาหนึ่ง จนกว่าจะมีสีอื่นมาพ่นทับ
- จ) ป้องกันการผุกร่อน
- ฉ) ยึดเกาะผิวโลหะได้ดีมาก
- ช) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของสีอื่นที่จะมาพ่นทับ

#### 4.3.1 สี Wash Primer, Specification MIL-C-8514

ก. คุณลักษณะ สี Wash Primer ใน 1 ชุด จะมีอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเรซินหรือเนื้อสี (Resins Component) และส่วนที่เป็นน้ำกรด (Acid Component) ก่อนจะใช้ต้องผสมทั้ง 2 ส่วนนี้ เข้าด้วยกันก่อน

##### ข. ประโยชน์

(1) ใช้สำหรับพ่นเป็นสีตัวแรกบนโลหะที่ได้ทำความสะอาดแล้ว เพื่อให้ยึดเกาะกับโลหะและเพื่อที่จะรับสีอื่นที่พ่นทับ

(2) เพื่อเป็นสีที่เป็นตัวเชื่อมกลางระหว่างผิวโลหะกับสีรองพื้น ในการพ่นสีแล็คเกอร์ Acrylic Nitrocellulose ซึ่งเป็นสีที่ใช้กับอากาศยาน

ค. วิธีใช้ ผิดขึ้นมาเพื่อใช้พ่นเท่านั้น สำหรับรายละเอียดจะนำไปกล่าวในบทที่ 5

ง. เวลาที่ใช้ในการแห้งตัว แห้งพอจับได้ภายใน 2-3 นาที แต่ควรทิ้งไว้ประมาณ 60 นาที แต่ไม่เกิน 4 ชั่วโมง ก่อนที่จะพ่นสีอื่นทับ

จ. ทินเนอร์ ที่สภาวะอากาศปกติจะใช้ เอทิลแอลกอฮอล์ ตาม Spec MIL-A-6091 แต่ถ้าสภาวะอากาศเปลี่ยนแปลง เช่นมีความชื้นสูงหรือต่ำ ทินเนอร์ที่ใช้ก็จะเปลี่ยนไป ซึ่งจะได้กล่าวในรายละเอียดในบทที่ 5

#### 4.4 สีรองพื้น (Primers)

สีรองพื้นเป็นสีที่พ่นก่อนที่จะทำการพ่นสีจริงทับหน้า เพื่อช่วยในการยึดเกาะของสีทับหน้า ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีหน้าที่ป้องกันการผุกร่อนด้วย สีรองพื้นที่ใช้กับเหล็กส่วนใหญ่จะมีเนื้อสีที่ประกอบด้วย Iron Oxide, Lead Chromate, Red Lead, Zinc Chromate, Zinc Oxide หรือส่วนผสมของสารเหล่านี้ สำหรับสีรองพื้นที่ใช้กับอลูมิเนียมส่วนใหญ่ จะมีเนื้อสีที่เป็น Zinc Chromate ตัวอย่างของสีรองพื้นที่ใช้กันมีดังต่อไปนี้

##### 4.4.1 Primer Coating, Cellulose Nitrate Modified Alkyd Type Corrosion Inhibiting, Fast Drying, Specification MIL-P-7962

ก. คุณลักษณะ เป็นสีรองพื้นที่มี Zinc Chromate เป็นส่วนประกอบที่สำคัญช่วยยับยั้งการผุกร่อนแห้งเร็ว ใช้สำหรับพ่นทับสี Wash Primer และเป็นสีรองพื้นสำหรับสีทับหน้า Lacquer Acrylic Nitrocellulose, Spec MIL-L-19537 หรือ MIL-L-19538

ข. ประโยชน์ ใช้เป็นสีเชื่อมกลางระหว่างสี Wash Primer และสี Lacquer Acrylic Nitrocellulose, Spec MIL-L-19537 หรือ MIL-L-19538 ไม่ควรนำสีรองพื้น MIL-P-7962 ตัวนั้น พ่นลงบนโลหะเปล่าๆ ที่ไม่ได้พ่นสี Wash Primer ไว้ เพราะการยึดเกาะจะไม่แน่น แต่สีรองพื้น MIL-P-7962 ตัวนั้นอาจใช้โดยไม่มีสีทับหน้าก็ได้ ในพื้นที่ที่อยู่ภายใน

ค. วิธีใช้ ให้ใช้วิธีพ่นอย่างเดียวเท่านั้น แต่ถ้าจะใช้แปรงทา พื้นที่ที่จะทาจะต้องเล็กมากเพราะสีรองพื้นตัวนี้แห้งเร็วมาก

ง. เวลาที่ใช้แห้งตัว ปรกติจะแห้งภายใน 6 นาที และควรจะพ่นสีทับหน้าภายใน 1 ชั่วโมง

จ. ทินเนอร์ ใช้ทินเนอร์ตาม Spec TT-T-266

##### 4.4.2 Primer Coating, Zinc Chromate, Low Moisture Sensitivity Specification TT-P-1757

ก. คุณลักษณะ เป็นสีรองพื้นที่มีความไวต่อความชื้นต่ำ และยับยั้งการผุกร่อนใช้สำหรับพ่นบนผิวโลหะที่ผ่านการพ่นสี Wash Primer มาแล้ว สีรองพื้น TT-P-1757 มี 2 สี คือ สีเหลือง กับ สีเขียว

ข. ประโยชน์ ใช้เป็นสีรองพื้นป้องกันการผุกร่อนของโลหะ อาจจะใช้โดยไม่ต้องมีสีทับหน้าก็ได้ หรือถ้าจะพ่นสีทับหน้าให้ใช้สีอีนาเมล Spec MIL-E-5556 และ MIL-E-7729 เป็นสีทับหน้า แต่ห้ามใช้สี LACQUER ACRYLIC NITROCELLULOSE; Spec MIL-L-19537 หรือ MIL-L-19538 เป็นสีทับหน้า การพ่นสีรองพื้น TT-P-1757 โดยไม่ต้องมีสีทับหน้ามักจะใช้สีเขียว เช่น การพ่นภายในอากาศยาน ถ้าเป็นการพ่นสีโดยมีสีทับหน้า ควรใช้ชนิดสีเหลือง

ค. วิธีใช้ ให้ใช้วิธีพ่นซึ่งจะเป็นวิธีที่ดีที่สุด

ง. เวลาที่ใช้แห้งตัว แห้งพอจับได้ใน 2-3 นาที แต่ควรจะคอยอย่างน้อยที่สุด 11/2 ชั่วโมง ก่อนการพ่นสีทับหน้า

จ. ทินเนอร์ให้ใช้ TOLUENE ตาม Spec TT-T-548 หรือใช้ XYLENE ตาม Spec TT-X-916 ในกรณีที่ต้องการป้องกันการเกิดเป็นฝ้าขึ้นบนผิวงาน

#### 4.4.3 Primer Coating, Synthetic, Rust Inhibiting, Lacquer-Resisting, Spec TT-P-664

ก. คุณลักษณะ เป็นสีรองพื้นที่ใช้พ่นบนเหล็ก เพื่อป้องกันการเกิดสนิม เราอาจจะพ่นสีรองพื้นตัวนี้บนเหล็กเปล่าๆ ที่ทำความสะอาดแล้ว หรือเหล็กที่พ่นสี Wash Primer แล้วก็ได้

ข. ประโยชน์ เป็นสีรองพื้นสำหรับพ่นสีอีนาเมล Spec TT-E-489

ค. วิธีใช้ สามารถใช้ได้ทั้งการพ่น และการใช้แปรงทา

ง. เวลาที่ใช้แห้งตัว ให้ดูคำแนะนำของผู้ผลิต

จ. ทินเนอร์ ให้ใช้ทินเนอร์ตาม Spec TT-T-291 หรือ TT-T-306

#### 4.4.4 Primer Coating, Epoxy, For Aircraft Application Spec MIL-P-23377

ก. คุณลักษณะ เป็นสีรองพื้นซึ่งใน 1 ชุดจะมีอยู่ 2 องค์ประกอบ มีคุณสมบัติการยึดเกาะผิวที่ดีมาก มีความทนทานต่อสารเคมี น้ำมันหล่อลื่น และสารกัดกร่อนต่างๆ ได้ดีมาก สีรองพื้น Epoxy ตัวนี้ไม่สามารถลอกออกด้วยน้ำยาลอกสีธรรมดา

ข. ประโยชน์ เป็นสีรองพื้นสำหรับพื้นสีทับหน้า Polyurethane ตาม Spec MIL-C-27227 และ MIL-C-83286 ซึ่งใช้กับอากาศยานในปัจจุบัน

ค. วิธีใช้ ทรายละเอียดตามบทที่ 5

#### 4.4.5 Primer Coating, Elastomeric, Polysulfide, Corrosion Inhibiting, Specification MIL-P-87112

ก. คุณลักษณะ เป็นสีรองพื้น Polysulfide ซึ่งใน 1 ชุด จะมีอยู่ 2 องค์กรประกอบ สีรองพื้น Polysulfide มีคุณสมบัติต่อต้านการผุกร่อน และยึดหยุ่นตัวได้ดี จึงเหมาะสมที่จะพื้นโครงสร้างอากาศยานที่ต้องมีการเคลื่อนไหว เพราะสีรองพื้น Polysulfide มีความยืดหยุ่นตัวได้ดีจึงทำให้ไม่แตกได้ง่าย จึงทำให้มีอายุการใช้งานได้นานมากขึ้น และลดเวลาการซ่อมบำรุงให้น้อยลง

ข. ประโยชน์ เป็นสีรองพื้นสำหรับพื้นสีทับหน้า Polyurethane ตาม Spec MIL-C-83286

ค. วิธีใช้ สีรองพื้น Polysulfide ซึ่งใน 1 ชุด จะมีอยู่ 2 องค์กรประกอบและอัตราส่วนการผสมจะถูกแนะนำโดยบริษัทผู้ผลิต สำหรับรายละเอียดจะกล่าวไว้ในบทที่ 5

#### 4.4.6 Primer Coating, Epoxy, VOC Compliant, Chemical and Solvent Resistant, MIL-P-85582

ก. คุณลักษณะ เป็นสีรองพื้น Epoxy ที่มีอยู่ 2 องค์กรประกอบ และใช้น้ำผสม และไม่มีการระเหย

ข. ประโยชน์ เป็นสีรองพื้นสำหรับพื้นสีทับหน้า Polyurethane และเป็นสีรองพื้นที่ใช้แทนสีรองพื้น Epoxy Spec MIL-P-23377 ในกรณีที่มีการควบคุม VOC หรือ Volatile Organic Compound ซึ่งก็คือ สารซึ่งสามารถระเหยได้ การควบคุม VOC นี้ก็เพื่อเป็นการรักษาสภาพแวดล้อม หรืออากาศไม่ให้เกิดมลพิษ

ค. วิธีใช้ จะนำไปกล่าวในบทที่ 5

#### 4.4.7 Primer Coating, Polyurethane, One Component, TT-P-2760

ก. คุณลักษณะ เป็นสีรองพื้น Polyurethane ซึ่งมีองค์ประกอบเพียงองค์ประกอบเดียว

ข. ประโยชน์ เป็นสีรองพื้นสำหรับพื้นสีทับหน้า Polyurethane สีรองพื้น Polyurethane สามารถใช้แทนสีรองพื้น Epoxy; Spec MIL-P-23377 ได้ และสีรองพื้น Polyurethane Spec TT-P-2760 ตัวนี้มีความยืดหยุ่นได้ดีจึงเหมาะสมที่จะใช้ในพื้นที่ที่มีการกระทบกระแทก

ค. วิธีใช้ จะนำไปกล่าวในบทที่ 5

#### 4.4.8 Walkway Coating, Spec MIL-W-5044

ก. คุณลักษณะ เป็นสีกันลื่น แบ่งออกเป็น 3 ชนิด (Type) คือ

- Type I เป็นผิวเคลือบชนิดเรียบ (ไม่มีเม็ดทราย)
- Type II เป็นผิวเคลือบชนิดหยาบ (มีเม็ดทราย)
- Type III เป็นแผ่นปู (ต้องใช้กาวทา)

ข. ประโยชน์ ใช้บนทางเดินบนปีกอากาศยาน ซึ่งไม่ต้องการความลื่น โดยทั่วไปจะใช้ Type I ในกรณีที่มีผลทางด้านอากาศพลศาสตร์ (Aerodynamic)

ค. วิธีใช้ Type I และ Type II ใช้แปรงทา ส่วน Type III ใช้กาวติด

ง. เวลาที่ใช้ในการแห้งตัว

	Type I	Type II
แห้งสำหรับทาซ้ำ(นาท)	30	30
แห้งโดยตลอด (ชั่วโมง)	6	6
แห้งและแข็งตัวเต็มที่ (ชั่วโมง)	24	24

จ. ทินเนอร์ ตามคำแนะนำของผู้ผลิต

#### 4.4.9 Coating, Polyurethane, Aliphatic, Spec MIL-C-83286

ก. คุณลักษณะ เป็นสีทับหน้า Polyurethane ซึ่งใน 1 ชุด จะมีอยู่ 2 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่เป็นเนื้อสี (Pigmented Polyester Resin Base) และองค์ประกอบที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Isocyanate Catalyst)

ข. ประโยชน์ ใช้เคลือบผิวภายนอกอากาศยาน โดยจะเคลือบทับบนสีรองพื้น Epoxy Spec MIL-P-23377

ค. วิธีใช้ ใช้วิธีพ่นภายหลังที่ได้รับการผสมองค์ประกอบที่เป็นเนื้อสีกับตัวเร่งปฏิกิริยาในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 ครายละเอียดในบทที่ 5

ง. เวลาที่ใช้ในการแห้งตัวและทินเนอร์ จะบอกกล่าวในบทที่ 5

#### 4.5 ระบบการเคลือบผิว (Coating System)

การเคลือบผิวบนโลหะด้วยสีชนิดต่าง ๆ นั้น ถ้าหากเราทำถูกต้องตามขั้นตอนแล้วจะทำให้ผิวเคลือบนั้นมีประสิทธิภาพในการป้องกันการผุกร่อนได้เป็นอย่างดี ทว่าให้อายุการใช้งานของชิ้นส่วนอากาศยาน และวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ นานมากขึ้น ในตารางต่อไปนี้จะแสดงถึงระบบการเคลือบผิวที่ถูกต้องบนโลหะ

#### ตารางที่ 1

#### ระบบการเคลือบผิวบนโลหะ

ชนิดของระบบ	สี WASH PRIMER	สีรองพื้น (PRIMER)	สีทับหน้า (TOPCOAT)	หมายเหตุ
ALKYD ENAMEL (สีอีนาเมล)	MIL-C-8514	TT-P-636 หรือ TT-P-664 (ใช้กับเหล็ก)  TT-P-1757 (ใช้กับอลูมิเนียม)	TT-E-489 หรือ TT-E-529 หรือ TT-E-527	ใช้กับอุปกรณ์ภาคพื้นภายใต้สภาวะอากาศปกติ อุณหภูมิไม่เกิน 200 องศา F สีทับหน้าควรพ่น 2 ครั้ง
HIGH TEMPERATURE	-	-	TT-P-28	ใช้กับบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงถึง 1200 องศา F



ชนิดของระบบ	สี WASH PRIMER	สีรองพื้น (PRIMER)	สีทับหน้า (TOPCOAT)	หมายเหตุ
POLYURETHANE (โพลียูรีเทน)	-	MIL-P-23377 หรือ TT-P-2760 หรือ MIL-P-87112 หรือ MIL-P-85582	MIL-C-83286 หรือ MIL-C-85285	ใช้กับผิวภายนอก ของอากาศยาน ที่ต้องการความ ทนทานเป็นพิเศษ หรือใช้กับงานภาค พื้นอื่นๆ ที่พื้นที่ผิว สัมผัสกับไฟ
ACRYLIC NITROCELLULOSE	MIL-C-8514	MIL-P-7962	MIL-L-19537 หรือ MIL-L-19538	ใช้กับผิวภายนอก ของอากาศยาน ที่ทั่วไปมีความทน ทานต่อน้ำมันหล่อ ลื่น อุดหนุมิขณะ ใช้งานไม่ควรเกิน 250 องศา F
FLUORESCENT (สีสะท้อนแสง)	MIL-C-8514	MIL-P-7962 และ MIL-L-19538 (สีขาว)	MIL-P-21563	ใช้เพื่อต้องการ ให้มองเห็นชัดเจน สะดุดตา
WALKWAY COATING	MIL-C-8514	TT-P-1757	MIL-C-5044 TYPE I, II	ใช้เพื่อป้องกันการ ลื่นบนทางเดินบน อากาศยาน

ตารางที่ 2

CLASSIFICATION AND NUMBERING OF COLORS

SELECTED COLOR CLASSIFICATION	GLOSS (สีมัน)	SEMIGLOSS (กึ่งมัน)	LUSTERLESS (ด้าน)
PREDOMINANTLY			
- BROWN	10000	20000	30000
- RED	11000	21000	31000
- ORANGE	12000	22000	32000
- YELLOW	13000	23000	33000
- GREEN	14000	24000	34000
- BLUE	15000	25000	35000
- GRAY	16000	26000	36000
MISCELLANEOUS (เบ็ดเตล็ด)			
INCLUDING BLACK, WHITE, METALLIC	17000	27000	37000
FLUORESCENT	18000	28000	38000

**ตอนที่ 5**  
**รายละเอียดของขั้นตอน**  
**ของระบบการเคลือบผิว**

5.1 ระบบการเคลือบผิวโพลียูรีเทน ( POLYURETHANE COATING SYSTEM )

ในระบบการเคลือบผิวโพลียูรีเทน จะประกอบด้วย

<u>สีรองพื้น</u>	<u>สีทับหน้า</u>
EPOXY PRIMER; MIL-P-23377	POLYURETHANE COATING;
หรือ POLYURETHANE PRIMER;	MIL-C-83286
TT-P-2760	หรือ
หรือ POLYSULFIDE PRIMER;	HIGH SOLIDS POLYURETHANE
MIL-P-87112	COATING MIL-C-85285
หรือ WATER REDUCIBLE EPOXY	
PRIMER; MIL-P-85582	

ทั้งสีรองพื้นและสีทับหน้า ในระบบการเคลือบผิวโพลียูรีเทนนี้ ส่วนใหญ่ จะเป็นวัสดุที่จัดทำเป็นชุดใน 1 ชุด จะมีอยู่ 2 องค์ประกอบ แยกกันอยู่ ก่อนจะใช้งานต้องนำมาผสมกันก่อน (TWO-COMPONENT MATERIALS) และวิธีการใช้ ควรจะใช้วิธีการพ่นเท่านั้น

หมายเหตุ ในการเคลือบผิวของระบบเคลือบผิวโพลียูรีเทน ควรจะทำการทดลองพ่นลงบนแผ่นทดสอบอลูมิเนียม เพื่อตรวจหาข้อบกพร่องของสีที่จะใช้ ก่อนที่จะทำการพ่นจริง และหาวิธีแก้ไขจนไม่มีข้อบกพร่องต่าง ๆ เกิดขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลงานที่ดีที่สุด และอีกประการหนึ่ง สีที่ใช้ในระบบการเคลือบผิวโพลียูรีเทน ก่อนที่จะแห้งตัวจะต้องทำปฏิกิริยาเคมีต่อกัน จึงจะเกิดคุณสมบัติต่าง ๆ ที่ต้องการ มิใช่เป็นการแห้งตัวโดยการระเหยตัว เช่นสีประเภทอื่น ๆ ดังนั้น อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้จะต้องมีความสะอาด อย่าให้มีสิ่งแปลกปลอมเจือปน เพราะจะมีผลต่อการทำปฏิกิริยาเคมี และเมื่อทำการพ่นสีเสร็จแล้วต้องรีบล้าง ทำความสะอาด อุปกรณ์ต่าง ๆ โดยทันที

### 5.1.1 EPOXY POLYAMIDE PRIMER, MIL-P-23377, TYPE I, CLASS I

ก. การผสม (MIXING) สีรองพื้น EPOXY; MIL-P-23377 มีองค์ประกอบอยู่ ๒ ชนิด คือ

องค์ประกอบที่ 1 หรือ EPOXY RESIN และ องค์ประกอบที่ 2 หรือ POLY AMIDE CONVERTER ก่อนที่จะนำมาผสมกันให้กวนองค์ประกอบที่ 1 และองค์ประกอบที่ 2 ให้เข้ากันไว้ให้ เสร็จแล้วจึงนำทั้ง 2 องค์ประกอบ มาผสมกัน โดยใช้อัตราส่วน 1 ต่อ 1 (ให้ของค้ประกอบที่ 2 ลงไปในองค์ประกอบที่ 1) เสร็จแล้วกวนให้เข้ากันให้ต้องค้ประกอบทั้ง 2 นี้ จะต้องมาจากบริษัทผู้ผลิตเดียวกัน และต้องคำนวณว่าปริมาณสีที่นำมาผสมกันนี้ จะต้องใช้ให้หมดภายใน 4 ชั่วโมง และในระหว่างที่นำไปทำการพ่นนั้น ควรจะได้อุณหภูมิอยู่อย่างต่อเนื่อง เพื่อป้องกันไม่ให้เนื้อสีตกตะกอน และเพื่อให้ฟิล์มมีความสม่ำเสมอ ภายหลังจากที่ผสมองค์ประกอบที่ 1 และ 2 เสร็จแล้ว ให้ปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที จึงสามารถนำไปใช้พ่นได้

ข. นำไปกรอง และตรวจสอบความหนืด (VISCOSITY) ความหนืดที่เหมาะสม คือ 15 ถึง 20 วินาที โดยใช้ถ้วยวัดความหนืด ZAHN CUP NO.2 และทินเนอร์ที่ใช้ในการผสมนี้จะใช้ทินเนอร์ตาม SPEC MIL-T-19544 หรือ MIL-T-81772 TYPE I หรือ II โดยปรกติมักจะใช้ทินเนอร์ 1 ส่วน หรือ 1 1/2 ส่วน ต่อสีรองพื้น 2 ส่วน ก็จะได้ความหนืดที่ต้องการ

ค. การใช้สีรองพื้น EPOXY หลังจากที่ได้ผสมสีรองพื้น EPOXY เสร็จแล้วให้นำไปพ่นโดยพ่น 1 เที้ยว ให้ชุ่ม และเนื่องจากสี EPOXY นี้ มีเนื้อสีมาก จึงควรเขย่าภาชนะที่อยู่ตลอดเวลาเพื่อป้องกันไม่ให้ฟิล์มเคลือบหนาเกินไปทำให้การยึดเกาะไม่ดี สีรองพื้น EPOXY ที่พ่นไปแล้วนี้จะแห้งพอจับได้ใน 45 นาที และสามารถพ่นทับได้อีกภายใน 1 ถึง 2 ชั่วโมง การพ่นสีทับหน้าสามารถทำได้ ภายใน 8 ชั่วโมง หลังจากการพ่นสีรองพื้นถ้าเกิน 8 ชั่วโมง ให้ใช้กระดาษทรายเบอร์ 320 หรือเบอร์ 400 ขัดลูปผิวที่พ่นสีรองพื้น และใช้ผ้าเช็ดฝุ่นสีที่เกิดขึ้นออก จึงทำการพ่นสีทับหน้าต่อไปได้ ถ้าสีรองพื้น EPOXY เหลือจากการใช้งานให้นำไปทิ้ง ห้ามเทกลับคืนในกระป๋องสีที่ยังไม่ได้ใช้

### 5.1.2 EPOXY POLYAMIDE PRIMER; MIL-P-23377F, TYPE 1, CLASS 2,

#### HIGH SOLIDS, 340 g/l (2.8 LBS/GAL) VOC CONTENT

ก. สีรองพื้น EPOXY , ตัวนี้ เป็นสี CLASS 2 เป็นสีที่มีเนื้อสีมาก (HIGH SOLID) แต่มี VOC ต่ำ (สารที่ระเหยได้) จึงใช้ได้ในประเทศที่มีการควบคุม ในเรื่องมลภาวะทางอากาศอย่างเคร่งครัด และได้รับการปรับปรุงใหม่ จึงมีอักษร "F" ตามหลัง SPEC วิธีการใช้สีรองพื้น EPOXY; SPEC MIL-P-23377F ตัวนี้ จะต้องปฏิบัติตามวิธีการของบริษัทผู้ผลิต

ข. การผสมทินเนอร์ สีรองพื้นตัวนี้ จะไม่มีการผสมทินเนอร์ เพื่อเป็นการรักษาสภาพบรรยากาศ ความหนืดที่ใช้งานจะมีค่าประมาณ 24 วินาที โดยใช้ถ้วยวัดความหนืด FORD CUP NO.4 หรือประมาณ 27 วินาที โดยใช้ถ้วยวัดความหนืด ZAHN CUP NO.2

ค. วิธีการใช้สีรองพื้นตัวนี้ให้นำไปพ่น 1 เทียว ถ้าต้องการพ่นทับให้เว้นช่วงห่างนาน 1 ชั่วโมง เสร็จแล้วจึงปล่อยให้แห้งในอากาศที่อุณหภูมิ 75 องศา F นานอย่างน้อย 2 ชม. ก่อนทำการพ่นสีทับหน้า แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 75 องศา F อาจต้องใช้เวลานานมากกว่า

### 5.1.3 WATER REDUCIBLE EPOXY PRIMER, MIL-P-85582 CLASS II

ก. การผสม ให้ดูจากคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต เพราะแต่ละบริษัทผู้ผลิตจะมีอัตราส่วนผสมที่แตกต่างกัน บางบริษัทเมื่อผสมเสร็จแล้ว ทำให้ปริมาตรเพิ่มขึ้นถึง 250 %

#### ข. วิธีใช้

1. พื้นผิวของงานที่จะทำการพ่นจะต้องมีความสะอาดอย่างมาก ถ้ามีความสกปรกเกิดขึ้นแล้ว จะไม่สามารถพ่นติดได้ และจะแยกตัวออกเป็นเม็ด ซึ่งจะต้องทำการขัดออกให้หมด แล้วเช็ดทำความสะอาดโดยใช้ ผ้าสะอาดชุบน้ำยา MEK เช็ดจนสะอาด เสร็จแล้วจึงพ่นซ้ำใหม่ได้

2. ล้างอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการพ่นด้วย น้ำยาซึ่งประกอบด้วย ISOPROPANOL 25 % ผสมกับน้ำ 75 % ก่อนที่จะพ่นสีรองพื้นตัวนี้

3. สีรองพื้นพ่นไปแล้ว ควรจะมีฟิล์มเคลือบหนาประมาณ 0.6 - 1 mil (เมื่อแห้งแล้ว)

4. เวลานการแห้งตัวอย่างน้อยที่สุด 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิสูงและความชื้นต่ำ สำหรับที่สภาวะอื่น ๆ ที่แตกต่างออกไป เวลานการแห้งตัว จะใช้อย่างน้อยที่สุด 2 ชั่วโมง และ

การพ่นสีทับหน้าควรจะทำภายในเวลา 8 ชั่วโมง ถ้าเกิน 8 ชั่วโมงให้ใช้กระดาษทรายเบอร์ 320 ถึง 400 ขัดลู่ แล้วใช้ผ้าสะอาดเช็ดฝุ่นสีออกให้หมด จึงจะทำการพ่นสีทับหน้าต่อไปได้

5.1.4 PRIMER COATING, ELASTOMERIC POLYURETHANE, TT-P-2760, TYPE 1,

CLASS 2

สีรองพื้นโพลียูรีเทน SPEC TT-P-2760 เป็นสีรองพื้นที่มีค่า VOC เท่ากับ 340 กรัม/ลิตร (2.8 ปอนด์/แกลลอน) ซึ่งจะไม่ทำลายบรรยากาศ ไม่ทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศ เป็นสีรองพื้น ที่มีอยู่ 2 องค์ประกอบ (TWO-COMPONENT MATERIAL) ซึ่งจะต้องเก็บรักษาในที่ที่ไม่มีความชื้น เพราะความชื้นจะทำให้สีเสื่อมสภาพ ในการนำมาใช้งานควรจะใช้เท่าที่จำเป็นเท่านั้น และอายุการเก็บของสีชนิดนี้มีเพียง 1 ปี เท่านั้น

ก. การผสม ก่อนที่จะนำองค์ประกอบที่เป็นเนื้อสี กับองค์ประกอบที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้เขย่าแต่ละองค์ประกอบ เป็นเวลา 5 นาที โดยใช้เครื่องเขย่าสี แล้วจึงนำมาผสมกันด้วยอัตราส่วน 1 ต่อ 1 และกวนให้เข้ากันให้ดี

ข. การเติมทินเนอร์ จะไม่มีการเติมทินเนอร์ ทั้งนี้เพื่อรักษาสภาพบรรยากาศไม่ให้เกิดมลภาวะ ความหนืดที่ใช้จะอยู่ประมาณ 20 วินาที โดยวัดด้วยวัดความหนืด FORD CUP NO.4 หรือ 23 วินาที โดยวัดด้วยวัดความหนืด ZAHN CUP NO.2

ค. ก่อนที่จะทำการพ่นสีรองพื้น TT-P-2760 บนโลหะ จะต้องทำความสะอาดให้เรียบร้อย อย่าให้มี สิ่งสกปรกเกิดขึ้นเป็นอันขาด เพราะสีรองพื้นตัวนี้จะไม่ติดกับโลหะที่ไม่สะอาด หลังจากที่แน่ใจว่าพื้นผิวของงานมีความสะอาดพอเพียงแล้ว ให้ทำการพ่นสีรองพื้นโพลียูรีเทน TT-P-2760 1 เที้ยว ให้มีความหนาของฟิล์มที่แห้งตัว ประมาณ 1.2 ถึง 2.5 MILS การพ่นทับเที้ยวที่ 2 ต้องรอเวลา 1 ชั่วโมง และให้ปล่อยทิ้งไว้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 75 องศา F ก่อนที่จะพ่นสีทับหน้า แต่ถ้าอุณหภูมิ ต่ำกว่า 75 องศา F จะต้องปล่อยทิ้งไว้นานกว่า ๒ ชั่วโมง ในการพ่นสีรองพื้นโพลียูรีเทน TT-P-2760 ควรจะตรวจสอบความชื้นของบรรยากาศให้อยู่ในช่วง 25 % ถึง 90 % จึงจะได้ผลดี และถ้าสีรองพื้นพ่นแล้ว แต่ยังไม่ได้พ่นสีทับหน้า ภายใน 24 ชั่วโมง ให้ใช้กระดาษทรายขัดลู่เบา ๆ ก่อนที่จะพ่นสีทับหน้า

ง. การพ่นสีทับหน้า ให้พ่นสีทับหน้าโพลียูรีเทน SPEC MIL-C-83286 จำนวน 2 เที่ยว ให้เว้นช่วงระหว่างเที่ยว 30 นาที และเมื่อพ่นสีทับหน้าเสร็จแล้วให้ทิ้งไว้เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ก่อนที่จะนำไปทดสอบใช้งาน

จ. เวลาที่ใช้เพื่อให้สีรองพื้นแห้งก่อนจะพ่นสีทับหน้า

เวลาที่ใช้เพื่อให้สีรองพื้นโพลียูรีเทน TT-P-2760 แห้งตัว เพื่อจะทำการพ่นสีทับหน้าโพลียูรีเทน MIL-C-83286 ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ถ้า อุณหภูมิ น้อยกว่า 60 องศา F ห้ามพ่นสีทับหน้า
2. ถ้า อุณหภูมิ น้อยกว่า 75 องศา F ใช้เวลาอย่างน้อยที่สุด 4 ชั่วโมง
3. ที่อุณหภูมิ 75 องศา F
 

ถ้า ความชื้นสัมพัทธ์	25-70 %	ใช้เวลา	4 ชั่วโมง
ถ้า ความชื้นสัมพัทธ์	70-100 %	ใช้เวลา	2 ชั่วโมง
๔. ที่อุณหภูมิ 85 องศา F
 

ถ้าความชื้นสัมพัทธ์	25-60 %	ใช้เวลา	4 ชั่วโมง
ถ้าความชื้นสัมพัทธ์	60-80 %	ใช้เวลา	2 ชั่วโมง
ถ้าความชื้นสัมพัทธ์	80 % ขึ้นไป	ใช้เวลา	1 ชั่วโมง
๕. ที่อุณหภูมิ 95 องศา F
 

ถ้าความชื้นสัมพัทธ์	25-45 %	ใช้เวลา	4 ชั่วโมง
ถ้าความชื้นสัมพัทธ์	45-65 %	ใช้เวลา	2 ชั่วโมง
ถ้าความชื้นสัมพัทธ์	65 % ขึ้นไป	ใช้เวลา	1 ชั่วโมง

#### 5.1.5 PRIMER COATING, ELASTOMERIC, POLYSULFIDE, CORROSION INHIBITING MIL-P-87112

ก. การผสม สีรองพื้นโพลีซัลไฟด์ MIL - P-87112 ถูกผลิตขึ้นมาเป็นชุด (KIT) ใน 1 ชุด จะมี 2 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่เป็นเนื้อสี (BASE COMPOUND) และองค์ประกอบที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (ACCELERATOR) ในอัตราส่วน 15 ต่อ 1 โดยน้ำหนัก การนำมาผสมควรปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตเพื่อให้ได้ผลที่ดีที่สุด



1. เจียวองค์ประกอบที่เป็นเนื้อสี (BASE COMPOUND) โดยใช้เครื่องเจียว นาน 5 นาที
2. เจียวองค์ประกอบที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาแล้วเติมลงไปลงในองค์ประกอบที่เป็นเนื้อสี
3. ปิดฝากระป๋ององค์ประกอบที่เป็นเนื้อสี และเขย่าขึ้นลงนาน 2 - 3 นาที และเขย่าต่ออีก 2 - 3 นาทีในตำแหน่งที่กลับกัน

ข. การเติมทินเนอร์ สีที่ผสมเสร็จเรียบร้อยแล้วจะมีความหนืดสูงมาก และจำเป็นต้องเติมทินเนอร์ก่อนจะนำไปพ่น และเราจะเติมทินเนอร์ทันทีที่ผสมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นำสีที่ผสมเสร็จแล้วใส่ลงไปในกาพ่นสี เติมทินเนอร์ลงไป ด้วยอัตราส่วน สี : ทินเนอร์เท่ากับ 5 : 3 ทินเนอร์ที่ใช้จะเป็นส่วนผสมระหว่าง MEK และ TOLUENE เมื่อเติมทินเนอร์แล้วให้ทวนเป็นเวลา 2 นาที สำหรับส่วนผสมระหว่าง MEK และ TOLUENE จะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิดังต่อไปนี้

1. อุณหภูมิ 75 องศา F ให้ใช้ MEK 50 % ผสมกับ TOLUENE 50 %  
(โดยปริมาตร)
2. อุณหภูมิ 85 องศา F ให้ใช้ MEK 25 % ผสมกับ TOLUENE 75 %  
(โดยปริมาตร)
3. อุณหภูมิ 65 องศา F ให้ใช้ MEK 75 % ผสมกับ TOLUENE 25 %  
(โดยปริมาตร)

หลังจากที่เติมทินเนอร์แล้ว ความหนืดที่เหมาะสมจะเท่ากับ 17 - 24 วินาที โดยใช้ถ้วยวัดความหนืด ZAHN CUP NO.2

ค. การนำไปใช้งาน สีที่ผสมเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะมีอายุการใช้งาน (POT LIFE) แตกต่างกันไปตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ที่สภาวะมาตรฐานคือ 75 องศา F และความชื้น 50 % อายุการใช้งานจะนานประมาณ 1 1/2 ชั่วโมง สำหรับทุก ๆ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 10 องศา F อายุการใช้งานจะลดลงครึ่งหนึ่งสำหรับทุก ๆ อุณหภูมิที่ลดลง 10 องศา F อายุการใช้งานจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า หลังจากนั้นจึงนำสีรองพื้น POLYSULFIDE ที่เตรียมเสร็จแล้วไปพ่นให้ชุ่ม ให้มีความหนาของฟิล์มที่ยังเปียกประมาณ 3 ถึง 3.5 mils ซึ่งฟิล์มที่ยังเปียกนี้ เมื่อแห้งแล้วจะมีความหนาประมาณ 1 ถึง 1.2 mils โดยจะใช้เวลาประมาณ 3

ถึง 6 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้น หลังจากทาสีรองพื้นแห้งแล้ว เราสามารถพ่นสีทับหน้า POLYURETHANE; MIL-C-83286 ได้ภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากทาสีรองพื้นแห้ง อย่างไรก็ตาม ถ้าไม่มีความชื้นหรือสิ่งสกปรก เกิดขึ้นบนผิวชิ้นงานเลย การพ่นสีทับหน้า POLYURETHANE; MIL-C-83286 สามารถทำได้ภายใน 48 ชั่วโมง หลังจากทาสีรองพื้นแห้ง

#### 5.1.6 POLYURETHANE TOPCOAT; MIL-C-83286

##### ก. การผสม (MIXING)

กวนองค์ประกอบที่เป็นเนื้อสี (COMPONENT 1 , POLYESTER RESIN) และองค์ประกอบที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (COMPONENT 2, ALIPHATIC ISOCYANATE CATALYST) ในบริเวณพื้นที่ ที่มีการถ่ายเทอากาศ ที่ดี เสร็จแล้วจึงนำมาผสมกันด้วยอัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยปริมาตร โดยให้ตัวเร่งปฏิกิริยา (COMPONENT 2) ลงไปใน เนื้อสี (COMPONENT 1) กวนให้เข้ากันให้ดี ปล่อยให้ทิ้งไว้ 30 นาที เพื่อให้ทำปฏิกิริยาเคมีกัน และเพื่อให้ฟองอากาศหมดไป ทั้ง 2 องค์ประกอบที่นำมาผสมกัน ต้องมาจากผู้ผลิตเดียวกัน และต้องกะปริมาณสีที่จะใช้ให้หมดภายใน 2 ชั่วโมง ตรวจสอบความหนืด โดยใช้ถ้วยวัดความหนืด ZAHN CUP NO.2 ความหนืดที่เหมาะสม คือ 18 - 21 วินาที และสามารถปรับค่าความหนืดได้โดยใช้ทินเนอร์ MIL -T-81772, TYPE I

##### ข้อควรทราบเกี่ยวกับสีโพลียูรีเทน

1. ในองค์ประกอบที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (COMPONENT 2 ) จะมีสารเคมีตัวหนึ่งชื่อว่า HEXAMETHYLENE DIISOCYANATE (HMDI) สาร HMDI นี้ เพียงเล็กน้อยในบรรยากาศ จะทำให้เกิดความระคายเคืองอย่างรุนแรงต่อระบบการหายใจและผิวหนัง ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานจึงควรสวมถุงมือพลาสติกหรือถุงมือยาง ผ่ากันเปื้อน หน้ากากช่วยหายใจและแว่นตาและควรจะทำในสถานที่ ที่มีการถ่ายเทอากาศได้ดี

2. สีโพลียูรีเทน เป็นสีที่มีความไวต่อความชื้น, สารเคมีจำพวกคีโตน (KETONE) และแอลกอฮอล์ ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้ในการผสมจะต้องสะอาด และแห้ง และเก็บสีที่เหลือยังไม่ใช้ในภาชนะที่ปิดฝาแน่น ลมที่จะมาใช้ในการพ่นสี จะต้องไม่ชื้นแฉะ หรือน้ำระเหยออกมา น้ำจะทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเกิด ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้สีที่พ่นออก

มามีพองอากาศ และนำให้คืบงาน เป็นหลุมเป็นบ่อ

จ. วิธีใช้สีทับหน้าโพลียูรีเทน MIL-C-83286 (APPLICATION OF POLYURETHANE TOPCOAT) เมื่อผสมสีตามข้อ ก. เสร็จแล้วให้พ่นทับบนสีรองพื้น รวม 2 เที้ยว แต่ละเที้ยวควรรีซเวลาอย่างน้อย 30 นาที และอย่างมาก 4 ถึง 6 ชั่วโมง สีที่พ่นในแต่ละเที้ยวจะมีฟิล์มสีที่แห้งหนา 0.8 ถึง 1.2 mils ดังนั้นความหนาของฟิล์มสีทับหน้าทั้งหมด เมื่อแห้งแล้วจะเป็น 1.6 ถึง 2.4 mils ดังนั้นความหนาของฟิล์มสีทับหน้าทั้งหมด เมื่อแห้งแล้วจะเป็น 1.6 ถึง 2.4 mils และเมื่อรวมทั้งหมด (ทั้งสีรองพื้นและสีทับหน้า) จะได้ความหนาของฟิล์มสีเมื่อแห้งตัวแล้ว ประมาณ 2.2 ถึง 3.2 mils

#### 5.1.7 POLYURETHANE TOPCOAT , HIGH SOLIDS; MIL-C-85285

สีโพลียูรีเทน SPEC MIL-C-85285 นี้ เป็นสีที่มีอยู่ 2 องค์ประกอบ เป็นสีที่ผลิตขึ้นมาใช้ในกรณี ที่มีการควบคุมเกี่ยวกับมลภาวะในอากาศ เป็นสีที่มี VOC ต่ำ คือมี VOC เท่ากับ 420 กรัม/ลิตร หรือ 3.5 ปอนด์/แกลลอน

#### ก. การผสม (MIXING)

ก่อนที่จะนำองค์ประกอบทั้ง 2 มาผสมกัน ให้กวนแต่ละองค์ประกอบ ให้เข้ากันให้ดี เสร็จแล้วจึงผสมองค์ประกอบที่เป็นเนื้อสี (RESIN หรือ COMPONENT 1) กับองค์ประกอบที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (CATALYST หรือ COMPONENT 2 ) โดยใช้อัตราส่วน COMPONENT 1 ต่อ COMPONENT 2 เท่ากับ 3 : 1 แล้ว กวนให้เข้ากันให้ดี ความหนืดที่เหมาะสมในการพ่นสีเท่ากับ 17 ถึง 23 วินาที โดยใช้อัตราวัดความหนืด ZAHN CUP NO.2 และทั้ง COMPONENT 1 และ COMPONENT 2 ต้องมาจากบริษัทผู้ผลิตเดียวกัน และควรจะผสมสีเพื่อจะใช้พ่นให้สามารถใช้หมดภายใน 2 ชั่วโมง

#### ข. วิธีใช้

หลังจากที่ได้ผสมสีโพลียูรีเทน MIL-C- 85285 เสร็จแล้วจึงนำไปพ่นทับบนสีรองพื้น 1 หรือ 2 เที้ยว ความหนาของฟิล์มสีที่แห้ง จะประมาณ 1.6 ถึง 5 MILS

ทั้งสีโพลียูรีเทน MIL-C- 83286 เมื่อทำการพ่นเสร็จแล้ว ก่อนที่จะนำไปใช้งาน จะต้องปล่อยให้แห้ง ตามระยะเวลา ดังต่อไปนี้

- ทั้งวันนาน 6 ชั่วโมง ก่อนลอกเทป หรือสิ่งปกคลุม

- ทิ้งไว้นาน 4 ชั่วโมง เป็นอย่างน้อย ก่อนเอาออกจากห้องพ่นสี
- ทิ้งไว้นาน 8 ชั่วโมง ก่อนทำเครื่องหมาย
- ทิ้งไว้นาน 30 ชั่วโมง ก่อนทดสอบเครื่องยนต์
- ทิ้งไว้นาน 48 ชั่วโมง ก่อนทำ WET TAPE TEST
- ทิ้งไว้นาน 72 ชั่วโมง ก่อนทำการบิน

#### 5.1.8 การพ่นสีตกแต่งบริเวณเฉพาะแห่งเมื่อสีเดิมหลุดลอกหรือเสียหาย

ในกรณีที่ความเสียหาย มีบริเวณกว้างและลึกถึงพื้นผิว จะต้องทำการลอกสีออกให้หมด และทำการพ่นสีใหม่ทั้งหมดจากรอยต่อถึงรอยต่อ แต่ถ้าเป็นบริเวณเล็ก ๆ ให้ทำดังต่อไปนี้

- ก. ทำความสะอาดบริเวณที่จะซ่อมแซม
- ข. ปกปิดส่วนที่ไม่ต้องการพ่นสี และขัดบริเวณที่จะพ่นด้วยกระดาษทรายเบอร์ 180
- ค. เช็ดด้วย ENZYME CLEANER; MIL-C-83873
- ง. พ่นสีรองพื้น EPOXY; MIL-P-23377 หรือ MIL-P-85582 หรือใช้สีรองพื้น POLYURETHANE; TT-P-2760 บางๆ 1 เทียว ทิ้งไว้ 2 ชม.
- จ. พ่นสีทับหน้า POLYURETHANE SPEC MIL-C-83286 หรือ MIL-C-85285 จำนวน 1 เทียว หรือ 2 เทียว ใช้ระยะระหว่างเทียว กินเวลา 1-4 ชม.

#### 5.2 ระบบการเคลือบผิว LACQUER ACRYLIC NITROCELLULOSE

ระบบการเคลือบผิว LACQUER ACRYLIC NITROCELLULOSE ประกอบด้วยการพ่นสี WASH PRIMER; SPEC MIL-C-8514 ตามด้วยการพ่นสีรองพื้น SPEC MIL-P-7962 และการพ่นสีทับหน้า ACRYLIC NITROCELLULOSE; SPEC MIL-L-19537 หรือ MIL-L-19538

##### 5.2.1. สี WASH PRIMER; SPEC MIL-C-8514

สีชนิดนี้เป็นสีที่มีอยู่ 2 องค์ประกอบ (COMPONENT) คือ องค์ประกอบที่เป็นเนื้อสี (RE-SIN COMPONENT) และองค์ประกอบที่เป็นกรด ACID COMPONENT ซึ่งจะต้องนำมาผสมกัน ก่อนที่จะนำไปใช้ องค์ประกอบที่เป็นเนื้อสี ประกอบด้วย ZINC CHROMATE, MAGNESIUM SILICATE, POLYVINYL-BUTYRAL RESIN และ ALCOHOL ส่วนองค์ประกอบที่เป็นกรด ประกอบด้วย กรดฟอสฟอริก, เอทิลอัลกอฮอล์, บิวทิลอัลกอฮอล์ และน้ำ หน้าที่หลักของสี WASH PRIMER คือ เป็นตัวเชื่อมระหว่างผิวโลหะ (ซึ่งอาจจะเคลือบผิวคอนเวอร์ชัน

หรือใหม่เคลือบก็ได้) กับสีรองพื้นที่จะพ่นทับลงไป

### 5.2.2 การผสม (MIXING)

ก. ก่อนการผสมให้กวนแต่ละองค์ประกอบ ให้เข้ากันให้ดีเสียก่อน แล้วจึงค่อย ๆ เติมองค์ประกอบที่เป็นกรดลงในองค์ประกอบที่เป็นเนื้อสีพร้อมกับกวนตลอดเวลา โดยมีอัตราส่วนของเนื้อสีกับกรด เท่ากับ 4 ต่อ 1 ห้ามเติมองค์ประกอบที่เป็นเนื้อสี ลงไปในองค์ประกอบที่เป็นกรด

หมายเหตุ สี WASH PRIMER; MIL-C-8514 เป็นสารที่ติดไฟได้และเป็นพิษต่อ ตา, ผิวหนัง, ทางเดินหายใจ จึงควรใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายไว้ระหว่างปฏิบัติงาน และสถานที่ทำงาน ควรจะมีการถ่ายเทอากาศที่ นอกจากนั้น ควรทราบว่า ตัวองค์ประกอบที่เป็นกรดนั้น ไม้ใช่เป็นทินเนอร์ แต่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่สำคัญ ดังนั้น จึงต้องผสมกันนอัตราส่วน 4 ต่อ 1 ที่กำหนดไว้อย่างเคร่งครัด ถ้าเราเติมน้ำกรดน้อยเกินไป จะทำให้การยึดเกาะไม่แน่น แต่ถ้าเราเติมน้ำกรดมากเกินไปจะทำให้ฟิล์มสีที่ได้เปราะ และแตกง่าย

ข. ในกรณีที่เก็บสี WASH PRIMER ไว้วันนาน จะทำให้ห้องค์ประกอบที่เป็นเนื้อสี เกิดการแยกตัว เมื่อเป็นดังนี้ ให้เทส่วนที่เป็นของเหลวแยกออกมา และให้ใช้ไม้ หรือพายตีเนื้อสีให้แตก เสร็จแล้วจึงค่อย ๆ เติมส่วนที่เป็นของเหลวคืนกลับ พร้อมกับมีการกวนตลอดเวลา จนกว่าจะรวมตัวกันเป็นเนื้อเดียวได้

ค. อายุการใช้งานของสี WASH PRIMER ที่ ผสมแล้ว จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 90 องศา F จะสามารถมีอายุ อยู่ได้ถึง 4 ชั่วโมงแต่ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 90 องศา F จะมีอายุอยู่ได้เพียง 2 ชั่วโมง

### 5.2.3 การเติมทินเนอร์สำหรับการพ่น ( THINNING FOR SPRAYING )

ทินเนอร์ที่ใช้ผสมสี WASH PRIMER คือ เอทิลแอลกอฮอล์ (ETHYL ALCOHOL); SPEC MIL-A-6091 ความหนืดที่พอเหมาะสำหรับการพ่นเท่ากับ 24 - 31 วินาที โดยใช้ถ้วยวัดความหนืด ZAHN CUP NO.2

การใช้ทินเนอร์สำหรับผสมสี WASH PRIMER อาจเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ โดยมีรายละเอียดปลีกย่อย ดังนี้

ก. สภาวะอากาศปกติ ( NORMAL WEATHER CONDITIONS ) คือมีความชื้นสัมพัทธ์

35 ถึง 70 % อุณหภูมิ 50 องศา F ถึง 90 องศา F ทินเนอร์ที่จะใช้คือเอทิลแอลกอฮอล์ (ETHYL ALCOHOL); SPEC MIL-A-6091 หรือ ส่วนผสมระหว่าง เอทิลแอลกอฮอล์ 9 ส่วน กับ บิวทิลแอลกอฮอล์ (BUTYL ALCOHOL); SPEC TT-B-846 อีก 1 ส่วน ตามปกติปริมาณของทินเนอร์ที่ใช้ จะเท่ากับปริมาณขององค์ประกอบที่เป็นกรดก็จะทำให้ได้ความหนืดที่เหมาะสมกับการนำไปพ่น นั่นก็คือ อัตราส่วน การผสมสี WASH PRIMER ที่ถูกต้อง ระหว่าง องค์ประกอบที่เป็นเนื้อสี ต่อองค์ประกอบที่เป็นกรด ต่อ ทินเนอร์ จะเท่ากับ 4 ต่อ 1 ต่อ 1 และการที่เราจะใช้ทินเนอร์ที่เป็นส่วนผสมระหว่าง เอทิลแอลกอฮอล์ กับบิวทิลแอลกอฮอล์ ก็ต่อเมื่อมีความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิที่สูงเท่านั้น ( แต่ยังอยู่ในช่วงของสภาวะอากาศที่ปรกติอยู่ ) เพราะว่า บิวทิลแอลกอฮอล์ จะใช้เวลาในการแห้งตัว ที่มากกว่า

จ. สภาวะอากาศที่มีความชื้นต่ำ (LOW HUMIDITY CONDITIONS) คือมีความชื้นสัมพัทธ์ น้อยกว่า 35 % และอุณหภูมิ 700 องศา F ถึง 800 องศา F ทินเนอร์ที่จะใช้คือ ส่วนผสมระหว่างน้ำกลั่น ๒ ส่วน และส่วนผสมระหว่างเอทิลแอลกอฮอล์กับบิวทิลแอลกอฮอล์ (ในอัตราส่วน 9 ต่อ 1 ) อีก 1 ส่วน หรือ พุดอีกอย่างก็คือ ส่วนผสมระหว่าง น้ำกลั่น, เอทิลแอลกอฮอล์ และบิวทิลแอลกอฮอล์ ในอัตราส่วน 20 ต่อ 9 ต่อ 1 โดยปริมาตรนั่นเอง

ค. สภาวะอากาศที่มีความชื้นสูง (HIGH HUMIDITY CONDITION) คือมีความชื้นสัมพัทธ์ ตั้งแต่ 70 % ขึ้นไป การที่มีความชื้นสูงจะทำให้การพ่นสี WASH PRIMER เกิดเป็นฝ้า (BLUSHING) ที่ผิวของงาน ซึ่งจะทำให้สีที่จะมาพ่นทับเกาะไม่แน่น การเกิดฝ้าเกิดขึ้นเนื่องจากทินเนอร์ที่ใช้มีการระเหยตัวได้ง่าย ทำให้มีไอน้ำมาเกาะ ดังนั้น การป้องกันการเกิดฝ้า เราจะใช้ทินเนอร์ที่มีอัตราการระเหยตัวต่ำกว่า มาใช้แทนทินเนอร์ที่มีอัตราการระเหยตัวสูง นั่นก็คือเราจะมาใช้ เอทิลแอลกอฮอล์ MIL-A-6091 (เพราะมีอัตราการระเหยตัวสูง) แต่จะใช้ ไดอะซีโตน อัลกอฮอล์ (DIACETONE ALCOHOL ); SPEC O-D-306 หรือใช้ เมทิลไอโซบิวทิล คีโตน (METHYL - ISOBUTYL KETONE, MIK); SPEC TT-M-268 หรือใช้ บิวทิลแอลกอฮอล์ (BUTYL ALCOHOL); SPEC TT-B-846 แทนซึ่งไดอะซีโตนอัลกอฮอล์ มีอัตราการระเหยตัว ต่ำที่สุดในกลุ่มนี้ จึงสามารถป้องกันการเกิด ฝ้าได้ดีที่สุดเพื่อให้สะดวกในการใช้ทินเนอร์ สำหรับผสมสี WASH PRIMER ที่สภาวะอากาศต่าง ๆ จึง จะได้สรุปเป็น ตารางส่วนผสมของสารที่ใช้ผสมทำทินเนอร์ ดังต่อไปนี้.

สารต่าง ๆ ที่ใช้	ปริมาณที่ใช้ (อ่านลง)					
	ความชื้นสัมพัทธ์ปกติ (๓๕ - ๗๐ %)		ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ (ต่ำกว่า ๓๕ %)	ความชื้นสัมพัทธ์สูง (๗๐ % ขึ้นไป)		
เอทิลอัลกอฮอล์ (MIL-A-6091)	๑ ส่วน	๕ ส่วน	๕ ส่วน	-	-	-
บิวทิลอัลกอฮอล์ (TT-B-846)	-	๑ ส่วน	๑ ส่วน	๑ ส่วน	-	-
น้ำกลั่น	-	-	๒๐ ส่วน	-	-	-
โตะอะซีโตนอัลกอฮอล์ (O-D-306)	-	-	-	-	๑ ส่วน	-
MIK (TT-M-268)	-	-	-	-	-	๑ ส่วน

เมื่อเราได้เตรียมทินเนอร์ตามสภาวะอากาศต่าง ๆ เสร็จแล้ว จึงนำไปเติมในสี WASH PRIMER ที่ผสมไว้เรียบร้อยแล้ว โดยจะเติมทินเนอร์ เท่ากับปริมาณขององค์ประกอบ ที่เป็นกรด นั่นก็คือ โดยสรุป อัตราส่วนการผสมสี WASH PRIMER ระหว่างองค์ประกอบที่เป็นเนื้อสี และองค์ประกอบที่เป็นกรด และทินเนอร์จะเท่ากับ 4 ต่อ 1 ต่อ 1 นั้นเอง

#### 4.2.4 การใช้สี WASH PRIMER

เราสามารถนำสี WASH PRIMER ไปใช้ได้โดยวิธีการพ่น, การใช้แปรงทา หรือใช้ลูกกลิ้งก็ได้ การพ่นบาง ๆ เพียงเที่ยวเดียว ก็จะได้ความหนาของฟิล์มที่เหมาะสม ( 0.2-0.3 mil) อย่าพยายามพ่นเพื่อให้สี WASH PRIMER บิดบังจนมองไม่เห็นเนื้อโลหะ เพราะจะทำให้ได้ฟิล์มสีซึ่งหนาเกินไป ซึ่งเป็นผลทำให้สีที่อื่นที่จะมาพ่นทับเกาะไม่แน่น ดังนั้นถ้าเห็นว่าพ่นหนาเกินไปให้รีบล้างออกด้วยอัลกอฮอล์ทันทีแล้วจึงพ่นใหม่



### 5.2.5 เวลาในการแห้งตัว (DRYING TIME)

สี WASH PRIMER จะแห้งตัวภายใน 2 - 3 นาที แต่ควรจะปล่อยให้แห้งอย่างน้อยที่สุด 60 นาที แต่ไม่ให้นานเกิน 4 ชั่วโมง โดยทั่วไป จะปล่อยให้แห้งไม่เกิน 2 ชั่วโมง ถ้าปล่อยให้แห้งนานเกิน 4 ชั่วโมง ต้องลอกสี WASH PRIMER ออกแล้วทำความสะอาดจึงจะพ่นใหม่ ถ้าต้องการให้สีที่พ่นมีความเงางามมากขึ้น ให้ใช้กระดาษทรายละเอียดเบอร์ 320 หรือ 400 ลูบเบา ๆ ผิวงานที่พ่นสี WASH PRIMER เพื่อให้ผิวเรียบยิ่งขึ้น จากนั้นจึงค่อยทำการพ่นสีรองพื้น MIL-P-7962 ต่อไป

### 5.2.6 สีรองพื้น; SPEC MIL-P-7962

เป็นสีรองพื้นที่มีสารเคมีที่สำคัญคือ ZINC CHROMATE ช่วยยับยั้งการผุกร่อน, แห้งเร็ว ให้สำหรับพ่นทับบนสี WASH PRIMER และยังเป็นสีรองพื้นสำหรับสีที่พ่นหน้า ACRYLIC NITRO CELLULOSE โดยเฉพาะ

### 5.2.7 การผสมและการใช้ทินเนอร์สำหรับการพ่น

#### (MIXING AND THINNING FOR SPRAYING)

ก่อนนำมาใช้งานให้กวนสีรองพื้น MIL-P-7962 ให้ทั่วเสียก่อนอย่าให้มีเนื้อสีตกตะกอนอยู่ที่ก้นถัง ทินเนอร์ที่จะใช้ผสมให้ใช้ทินเนอร์ตาม SPEC TT-T-266 ความหนืดที่เหมาะสมจะเท่ากับ 15 ถึง 23 วินาที โดยใช้ถ้วยวัดความหนืด ZAHN CUP NO.2 ตามปกติแล้วจะใช้สีรองพื้น 2 ส่วน ผสมกับทินเนอร์ 3 ส่วน ก็จะได้ความหนืดที่ต้องการ นำไปกรองผ่านผ้ากรองชนิดละเอียดแล้วจึงเทใส่กาพ่นสี

### 5.2.8 ความหนาของฟิล์ม ( FILM THICKNESS )

ความหนาของฟิล์มสีเมื่อแห้งแล้ว ควรจะมีค่าประมาณ 0.3 ถึง 0.4 mil ซึ่งจะเท่ากับ ความหนาของฟิล์ม หนาเปียก 0.6 ถึง 0.8 mil

### 5.2.9 การนำสีรองพื้น MIL-P-7962 ไปใช้งาน

การใช้สีรองพื้น MIL-P-7962 ตัวนี้ควรใช้วิธีพ่นอย่างเดียว ถ้าจะใช้แปรงทาควรจะเป็นพื้นที่ที่ต้องการซ่อมซึ่งมีพื้นที่เล็กมาก เพราะวาสีตัวนี้แห้งเร็ว การพ่นให้พ่นเพียงบาง ๆ เพียงเดียว จะทำให้ได้ฟิล์มสีเหลืองอมเขียว ซึ่งก็จะได้ความหนาที่พอเหมาะแล้ว และเราควรหลีกเลี่ยงการพ่นที่หนาจะเกินไป โดยจะสังเกตจากสีของฟิล์มจะมองเห็นเป็นสีเหลืองเข้ม

### 5.2.10 เวลาที่ใช้ในการแห้งตัว (DRYING TIME)

สีรองพื้น MIL-P-7962 จะแห้งตัวพอจับได้ภายใน 6 นาที การพ่นสีทับหน้า MIL-L-19537 ควรจะกระทำภายใน 1 ชั่วโมง เพื่อให้ได้ผลการยึดเกาะของสีที่ดีที่สุด

### 5.2.11 สีทับหน้า ACRYLIC NITROCELLULOSE LACQUER (MIL-L-19537 หรือ MIL-L-19538)

สี LACQUER ; MIL - L-19537 หรือ MIL-L-19538 นี้ เมื่อได้ทำการพ่นอย่างถูกต้องตามขั้นตอนแล้ว จะสามารถใช้งานได้ถึง 2 ปี ในสภาพแวดล้อมที่ค่อนข้างจะรุนแรง แต่ตรงพื้นที่ ที่มีการใช้สลักย้ำยึดติด หรือ พื้นที่อื่น ๆ ในทำนองเดียวกัน ควรจะได้มีการตรวจดูอยู่เสมอ เพราะอาจมีการแตกของสีขึ้นได้ ซึ่งจะได้นำมาทำการซ่อมแซมได้ทันเวลา

### 5.2.12 การผสมและการนำไปใช้งาน (MIXING AND APPLICATION OF TOPCOAT)

ก. ให้เจือจางสีแล็กเกอร์ MIL-L-19537 หรือ MIL-L-19538 ให้ได้ความหนืดที่เหมาะสม คือ 21 ถึง 27 วินาทีโดยใช้ถ้วยวัดความหนืด ZAHN CUP NO.2 โดยใช้ทินเนอร์ตาม SPEC MIL-T-19544 หรือ MIL -T-81772, TYPE I, I หรือ III โดยทั่วไปจะใช้ อัตราส่วนการผสมระหว่างสีกับทินเนอร์ เท่ากับ 1 ต่อ 1 ก็จะได้ความหนืดที่เหมาะสมตามต้องการ โดยปรกติแล้วการพ่นสี แล็กเกอร์ MIL-L-19537 หรือ MIL-L-19538 มักจะไม่ มีปัญหาเรื่องการเกิดเป็นฝ้าบนชิ้นงาน เพราะตัวทำละลายในทินเนอร์ MIL-T-19544 หรือ MIL-T-81772 มีจุดเดือดที่สูง แต่อย่างไรก็ตาม ถ้ายังปรากฏมีฝ้าเกิดขึ้นบนชิ้นงาน ให้เติม น้ำยา SPEC TT-E-776 (ETHYLENE GLYCOL) ลงไปในทินเนอร์ MIL-T-19544 หรือ MIL-T-81772 เพียงเล็กน้อย อย่าใช้มากเกินไป

ข. นำไปพ่นทับบนสีรองพื้น MIL-P-7962 โดยพ่นให้ชุ่มจำนวน 2 เที้ยว ระยะห่างของแต่ละเที้ยวใช้เวลาอย่างน้อยที่สุด 45 นาที และได้หนานที่สุดถึง 96 ชั่วโมง ก่อนจะพ่นเที้ยวที่ 2 แต่ถ้าปล่อยไว้นานข้ามคืน ก่อนพ่นเที้ยวที่ 2 ต้องใช้ กระดาษทรายลูบขัดเพียงเบา ๆ เพื่อให้สีที่จะพ่นในเที้ยวที่ 2 ยึดเกาะแน่นกับสีพ่นในเที้ยวแรก เมื่อพ่นเสร็จแล้วให้ปล่อยทิ้งไว้แห้งเป็นเวลาอย่างน้อยที่สุด 48 ชั่วโมงก่อน ติดเครื่องยนต์ และปล่อยทิ้งไว้นาน 72 ชั่วโมง ก่อนทำการบิน

### 5.2.13 การพ่นสีซ่อมแซมบริเวณเฉพาะแห่งเมื่อสีเดิมหลุดลอกหรือเสียหายเล็กน้อย

- ก. ขั้นที่ 1 ทำความสะอาดบริเวณที่จะซ่อมแซม
- ข. ขั้นที่ 2 ปกปิดส่วนที่ไม่ต้องการพ่นสี และขัดบริเวณที่จะพ่นสี และตามขอบของพื้นที่ให้กลมกลืนกับสีเดิมที่ยังคงสภาพดีอยู่

ค. ขั้นที่ 3 กรณีที่ขัดถึงผิวโลหะ ให้พ่นสี WASH PRIMER ; MIL-C-8514

ง. ขั้นที่ 4 พ่นสีรองพื้น SPEC MIL-P-7962 1 เทียว และพ่นสีทับหน้า

SPEC MIL-L-19537 หรือ MIL-L-19538 จำนวน 1 หรือ 2 เทียว โดยก่อนที่จะพ่นสีทับหน้าให้พ่นทินเนอร์เปล่า ๆ SPEC MIL-T-19544 หรือ MIL-T-81772 ไปยังพื้นที่ที่จะซ่อมเพื่อเป็นการเพิ่มกำลังการยึดเกาะของสีทับหน้าให้ดียิ่งขึ้น

### 5.3 ระบบการเคลือบผิวด้วยสีสะท้อนแสง (FLUORESCENT COATING SYSTEM

#### SPEC MIL-P-21563)

การพ่นสีสะท้อนแสงกับชั้นส่วนบางชั้นของอากาศยาน เพื่อทำให้มองเห็นเด่นชัด ทำให้สามารถลดอุบัติเหตุ การชนกันกลางอากาศ อากาศยานที่ กองทัพอากาศกำหนดให้ พ่นสีสะท้อนแสงจะเป็นอากาศยานประเภทที่ใช้ฝึกบินหรือประเภทอื่น ๆ อีกไม่กี่แบบ ระบบการพ่นสีสะท้อนแสงมีขั้นตอนทั้งหมด 5 ชั้น คือ

ขั้นที่ 1 การพ่นสี WASH PRIMER ; SPEC MIL-C-8514

ขั้นที่ 2 การพ่นสีรองพื้น SPEC MIL-P-7962

ขั้นที่ 3 การพ่นสี LACQUER ACRYLIC NITROCELLULOSE; SPEC MIL-L-19538 สีขาว

ขั้นที่ 4 การพ่นสี สะท้อนแสง ; SPEC MIL-P-21563

ขั้นที่ 5 การพ่นฉาบหน้า (OVERLAY COAT)

สำหรับขั้นที่ 1, 2 และ 3 ได้อธิบายไว้แล้วในหัวข้อที่ 5.2 ซึ่งเป็นระบบการเคลือบผิว LACQUER ACRYLIC NITROCELLULOSE นั้นเอง ดังนั้นในที่นี้จะได้อธิบายเฉพาะขั้นที่ 4 และขั้นที่ 5 เท่านั้น

#### 5.3.1 การพ่นสีสะท้อนแสง; SPEC MIL-P-21563

เมื่อเราได้ปฏิบัติตามมาถึงขั้นที่ 3 คือ การพ่นสีขาวเสร็จแล้ว ปล่อยให้สีขาวที่พ่นไว้ให้แห้งโดยใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง จากนั้นจึงทำการพ่นสีสะท้อนแสง ดังนี้

ก. กวนสีสะท้อนแสงให้เข้ากันให้ดี

ข. นำมาผสมกับทินเนอร์ ซึ่งทินเนอร์ในที่นี้ให้ใช้ XYLENE; SPEC TT-X-916 หรือ TOLUENE; SPEC TT-T-548 โดยอัตราส่วน สี 2 ส่วนกับทินเนอร์ 3 ส่วน โดยปริมาตร แล้วนำไปกรองด้วยผ้ากรอง

ค. นำไปพ่นทับบนสีขาว ประมาณ 2 หรือ 3 เที้ยว โดยในแต่ละเที้ยวใช้เวลาห่างกัน 30 ถึง 60 นาที จากนั้นจึงทิ้งไว้ให้แห้งสนิท ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง

#### 5.3.2 การพ่นสีฉาบหน้า (OVERLAY COAT)

เมื่อสีสะท้อนแสงแห้งสนิทแล้ว จะทำการพ่นฉาบหน้า (OVERLAY COAT) 1 เที้ยวเพื่อป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต จากแสงอาทิตย์ไปทำลายสีสะท้อนแสง การผสม OVERLAY ให้ผสมกับ XYLENE หรือ TOLUENE โดยอัตราส่วนประมาณ 1 ต่อ 1 การพ่นให้พ่นให้ชุ่มมาก ๆ เสร็จแล้วจึงปล่อยให้แห้งเป็นเวลาอย่างน้อยที่สุด 24 ชั่วโมงก่อนนำไปใช้งาน

#### 5.4 ทินเนอร์ต่าง ๆ ที่ใช้กันมากในกองทัพอากาศ

ทินเนอร์ หมายถึงสารใด ๆ ที่ช่างพ่นสีใช้เติมลงในสี เพื่อที่จะลดค่าความหนืดของสีให้น้อยลงและเมื่อพ่นสีเสร็จแล้ว ทินเนอร์เหล่านี้ก็จะระเหยตัวไปหมด โดยจะไม่มีปฏิกิริยาเคมีใด ๆ กับสีนั้น ๆ ต่อไปนี้เป็นทินเนอร์ต่าง ๆ ที่ กองทัพอากาศใช้กันมาก

ก. MIL - T-19544 เป็นส่วนผสมของ MIK (METHYL ISOBUTYL KETONE), TOLUENE, XYLENE และ ETHYLENE GLYCOL MONOBUTYL ETHER ผลิตภัณฑ์มาเฉพาะเพื่อใช้ผสมกับสี LACQUER ACRYLIC NITROCELLULOSE; SPEC MIL-L-19537 และ MIL-L-19538 จึงไม่แนะนำให้นำไปใช้ผสมกับสีอื่น ๆ

ข. TT-T-266 เป็นทินเนอร์ที่ใช้ผสมสี NITROCELLULOSE LACQUER ; SPEC TT-L-20, TT-L-32, TT-L-58 และใช้ผสมสีรองพื้น MIL-P-7962 ห้ามนำไปผสมกับสี LACQUER ; MIL-L-19537 หรือ MIL -L-19538

ค. TT-T-306 เป็นทินเนอร์ผสมสีอีนาเมล ตาม SPEC TT-E-489, TT-E-527 และ TT-E-529

ง. TT-T-548 หรือ TOLUENE สามารถเป็นได้ทั้งตัวทำละลายเรซินในการผลิต สีอีนาเมล หรือเป็นทินเนอร์ในการใช้งาน ผสมสี สีที่ใช้นี้ TOLUENE เป็นทินเนอร์คือสีรองพื้น

SPEC TT-P-1757 และสีสะท้อนแสง MIL - P - 21563

จ. MIL-T-81772 ทินเนอร์ ตัวนี้ มีอยู่ด้วยกัน 3 TYPES คือ

1. TYPE I ใช้สำหรับเป็นทินเนอร์ของสีทับหน้าโพลียูรีเทน;

SPE MIL-C-83286

2. TYPE II ใช้สำหรับเป็นทินเนอร์ ผสมสีรองพื้น อีพ็อกซี่, SPEC MIL-P-23377

3. TYPE III ใช้สำหรับเป็นทินเนอร์ ผสมสีแล็คเกอร์ เช่น MIL-L-19537,

MIL-L-81352

ฉ. TT-X-916 หรือ XYLENE เป็นทินเนอร์ที่ใช้ผสมกับสีสะท้อนแสง MIL-P-21563

ช. ทินเนอร์พิเศษ ใช้เฉพาะเพื่อช่วยในการแห้งตัว กรณีที่สภาพอากาศไม่ปกติ เช่น มีความชื้นสูง หรือต่ำเกินไป เมื่อมีความชื้นสูง การพ่นสีมักจะเกิดฝ้า ดังนั้นเพื่อป้องกันการเกิดฝ้า เราจึงจะเติมตัวทำละลาย ที่มีจุดเดือดสูง (ระเหยยาก) ลงไปเพื่อช่วยป้องกันการเกิดฝ้า ตัวทำละลายเหล่านี้ เช่น MIK; SPEC TT-M-268, DIACETONE ALCOHOL; SPEC 0-D-306 และ BUTYL ALCOHOL; SPEC TT-B-846 เป็นต้น

#### 5.5 เรซิน (RESINS)

เรซินธรรมชาติ เป็นสารอินทรีย์ที่สกัดมาจากพืชหรือสัตว์ ส่วนเรซินสังเคราะห์เป็นสารที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นมา และมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับเรซินธรรมชาติ ยางสนและเซลแล็คเป็นตัวอย่างของ เรซินธรรมชาติ ส่วนเรซินสังเคราะห์ ได้ใช้ในอุตสาหกรรม การผลิตสีอย่างกว้างขวางเพื่อให้ได้สีที่คุณสมบัติตามต้องการ สีส่วนมากที่กองทัพอากาศใช้ นั้นมักจะมีเรซินสังเคราะห์เป็นส่วนมาก ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างของเรซินและคุณสมบัติพิเศษของมัน

ก. ALKYDS RESIN เป็นเรซินที่ใช้ผสมสีอีนาเมล มีคุณสมบัติเหนียว, อ่อนตัว ทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศ แต่ไม่ทนทานต่อสารเคมี สีที่ผสมด้วย ALKYD RESIN เช่น TT-E-489, TT-E-527, TT-E-529 เป็นต้น

ข. ACRYLICS RESIN เป็น เรซินที่มีคุณสมบัติเด่นในการทนทานต่อแสง และทนทานต่ออากาศภายนอก และยังมีคุณสมบัติได้ปานกลาง เมื่อเรานำ ACRYLIC RESIN ไปใช้ร่วมกับ NITROCELLOSE จะช่วยเพิ่มความแข็งมากขึ้น สีตาม SPEC MIL-L-19537 และ MIL-L-19538 เป็นตัวอย่างของการนำ ACRYLIC RESIN มาใช้

ค. VINYLS RESIN มีน้ำหนักน้อยมากในกองทัพอากาศ เป็นเรซินที่มีคุณสมบัติในการทนทานต่อความชื้นสูง หรือบรรยากาศที่เป็นกรดหรือด่าง มักจะใช้กับวัสดุก่อสร้างที่เป็นไม้หรือโลหะที่ต้องอยู่กับความชื้นสูง

ง. PHENOLIC RESIN เป็นเรซินที่มีคุณสมบัติพิเศษในด้านความแข็งแรงและการทนทานต่อการเสียดสี

จ. SILICONE RESIN เป็น เรซินที่มีคุณสมบัติด้านการทนความร้อน

ฉ. EPOXIES RESIN เป็น เรซินที่มีคุณสมบัติเด่นในเรื่องการยึดแน่นและการทนทานต่อสารเคมี ตัวอย่างของสีที่ใช้คือ สีรองพื้น EPOXY; SPEC MIL - P- 23377

ช. POLYURETHANE RESIN เป็น เรซินที่มีคุณสมบัติในการให้ความเงาสูงมาก, มีความเหนียวเป็นพิเศษ, ทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศและยังทนทานต่อสารเคมีเป็นอย่างดี ตัวอย่างที่ใช้ คือ สีท้นหน้า โปลิยูรีเทน SPEC MIL-C-83286

## 5.6 ความหนืด ( VISCOSITY )

ความหนืด หมายถึง ความต้านทานต่อการไหลของของเหลว ของเหลวที่มีความหนืดน้อยจะไหลได้สะดวกหรือเรียกว่ามีความเจือจางหรือใส ส่วนของเหลวที่มีความหนืดมากจะไหลได้ช้าลง หรือเรียกว่ามีความข้นมากกว่า ความหนืดนั้นนับว่ามีความสำคัญต่องานพ่นสีเป็นอย่างมาก การผสมสีกับทินเนอร์ ถ้าได้ความหนืดที่ไม่ถูกต้องจะมีผลต่อการพ่น คือถ้าความหนืดน้อยเกินไป หรือผสมสีใสเกินไปจะทำให้สีที่พ่นไหลย้อยหรืออาจเป็นสาเหตุ ให้เกิดฝ้าขึ้นได้ หรือถ้าสีที่พ่นมีความหนืดมาก หรือสีข้นเกินไป จะทำให้เกิดผิวสัมผัสขรุขระขึ้นงาน ทำให้ฟิล์มสีหนาเกินไป ดังนั้น ในการพ่นสีทุกครั้ง จึงต้องมีการตรวจสอบความหนืดของสีก่อนที่จะพ่นทุกครั้ง

### 5.6.1 การวัดความหนืด ( VISCOSITY MEASUREMENT )

การวัดค่าความหนืดของ ของเหลว สามารถทำได้หลายวิธี และหน่วยที่วัดค่าของความหนืด ก็มีหลายชนิด แต่ในวงการที่เกี่ยวข้องกับการพ่นสี วิธีที่ช้มากที่สุดคือ ใช้ถ้วยวัดความหนืด (VISCOMETER CUP) ซึ่งมีอยู่ 2 แบบ คือ FORD CUP และ ZAHN CUP ทั้ง 2 แบบนี้แสดงค่าของความหนืดออกมาเป็นเวลา ซึ่งมีหน่วยเป็นวินาที ที่ของเหลวจะไหลผ่านถ้วยวัดความหนืดนี้ ลักษณะของถ้วยวัดความหนืดทั้ง 2 แบบ จะเป็นถ้วยมีหัวที่กั้นด้วยจะมีรู (ORIFICE)

เพื่อหาของเหลวไหลผ่าน วิธีการใช้ทำได้โดยนำถ้วยวัดความหนืดนี้ จุ่มลงในของเหลวจนเต็มถ้วย และยกขึ้นให้พ้นจากของเหลวนั้น เริ่มจับเวลาที่ของเหลวไหลออกผ่านรูจนกระทั่งหมดถ้วย เวลาที่ได้ก็คือค่าของความหนืดนั่นเอง ถ้าของเหลวมีความหนืดน้อย เวลาที่ใช้ก็จะน้อย ถ้าของเหลวมีความหนืดมาก เวลาที่ใช้ก็จะมากขึ้นด้วย สำหรับรูที่เจาะอยู่ที่ถ้วยนั้น จะมีอยู่หลายขนาด ทำให้ถ้วยวัดความหนืดมีอยู่หลายหมายเลข แต่ที่นิยมใช้กันในงานพ่นสี นิยมใช้ ถ้วยวัดความหนืด ZAHN\_CUP หมายเลข 2 ถ้าเป็น FORD CUP นิยมใช้ หมายเลข 4 ต่อไปนี้เป็นตารางเปรียบเทียบค่าความหนืดที่วัดด้วย FORD CUP หมายเลข 4 และ ZAHN CUP หมายเลข 2



FORD CUP NO.4	ZAHN CUP NO.2
5	6
10	12
12	14
15	18
18	21
20	24
22	27
25	31
30	37.5
35	44
37	47
40	51
42	54
45	58
46	60