บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3.1 การศึกษาขีดความสามารถของฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน

ฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยานมีหน้าที่รับผิดชอบในการซ่อมเครื่องยนต์อากาศยานในกรณีที่เครื่องยนต์นั้นต้องถูกถอดออกจากตัวเครื่องบิน ซึ่งเหตุผลที่ต้องถอดเครื่องยนต์ออกจากเครื่องบิน มี 3 ข้อ คือ

1. มีความเสียหาย, มีข้อบกพร่องหรือมีการเสื่อมสภาพเกินข้อกำหนดที่ระบุไว้ในคู่มือของบริษัทผู้ผลิต หรือที่ฝ่ายวิศวกรรมกำหนดไว้ให้ยังคงติดตั้งเครื่องยนต์ไว้กับเครื่องบินได้
2. มีอายุการใช้งานของเครื่องยนต์ หรือของชิ้นส่วนภายในเครื่องยนต์ที่กำหนดอายุการใช้งานไว้ ถึงข้อกำหนดที่ระบุไว้ในคู่มือของบริษัทผู้ผลิต หรือที่ฝ่ายวิศวกรรมกำหนดไว้
3. มีการกระทำการใด ๆ กับเครื่องยนต์ที่ไม่สามารถกระทำได้ในกรณีที่เครื่องยนต์ยังคงติดตั้งอยู่กับเครื่องบิน

เครื่องยนต์ที่ถูกถอดออกมาจากเครื่องบินจะถูกนำมาที่โรงซ่อมเครื่องยนต์ (Engine Shop) เพื่อทำการซ่อมหรือกระทำการใด ๆ ตามที่ฝ่ายวิศวกรรมกำหนด

การซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยานขนาดใหญ่ (ซึ่งในที่นี้จะอธิบายโดยใช้เครื่องยนต์ จี.อี. เทอร์โบแฟน ซีเอฟ 6-80 ซี 2 เป็นหลัก) จะแบ่งระดับการซ่อมออกเป็น 5 ระดับ คือ

ระดับที่ 1 ขีดความสามารถในการถอด/ประกอบโมดูล (Modules) ต่าง ๆ ของเครื่องยนต์

ระดับที่ 2 ขีดความสามารถในการทดสอบเครื่องยนต์ที่ประกอบเสร็จแล้ว

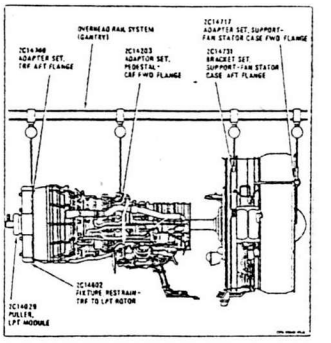
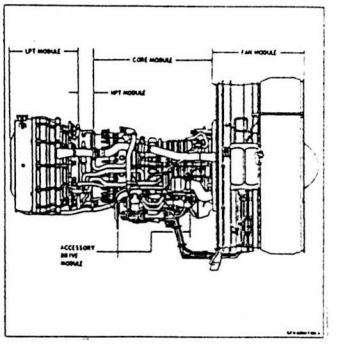
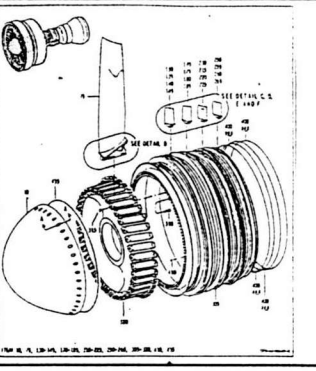
ระดับที่ 3 ขีดความสามารถในการถอดเปลี่ยนชิ้นส่วน

ระดับที่ 4 ขีดความสามารถในการตรวจสอบโมดูล และตรวจสอบชิ้นส่วน

ระดับที่ 5 ขีดความสามารถในการคัดเลือกชิ้นส่วนเพื่อทำการซ่อม

ที่ฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน มีขีดความสามารถในการซ่อมเครื่องยนต์ จี.อี. เทอร์โบแฟน ซีเอฟ 6-80 ซี 2 ถึงระดับที่ 4 คือสามารถที่จะถอดเครื่องยนต์ถึงขั้นเป็นชิ้นส่วน, ทำการตรวจสอบได้ และเมื่อชิ้นส่วนที่เสียหายถูกซ่อม หรือซื้อใหม่มาทดแทนก็สามารถที่จะประกอบกลับเป็นเครื่องยนต์ และสามารถทำการทดสอบเครื่องยนต์ตามข้อกำหนดต่าง ๆ ได้ ส่วนเครื่องยนต์รุ่นเก่า คือ จี.อี.เทอร์โบแฟน ซีเอฟ 6-50 นั้น สามารถทำได้ถึงระดับที่ 5 คือ

มีการคัดเลือกกระบวนการซ่อมของชิ้นส่วนบางชิ้นเพื่อทำการซ่อมเอง ส่วนเครื่องยนต์ที่ซื้อมาจาก บริษัท แพรทแอนด์วิทนีย์ (Pratt & Whitney) นั้น ณ เวลาที่ทำการวิจัยนี้ ยังไม่มีขีดความสามารถในการซ่อม แต่ก็มีโครงการที่จะพัฒนาขีดความสามารถในการซ่อม ระดับที่ 1 และ ระดับที่ 2

ระดับที่ 1	ขีดความสามารถ ในการถอด/ ประกอบ โมดูลต่าง ๆ ของเครื่องยนต์	
ระดับที่ 2	ขีดความสามารถ ในการทดสอบ เครื่องยนต์ที่ประกอบเสร็จ	
ระดับที่ 3	ขีดความสามารถ ในการถอดเปลี่ยน ถึงขั้นชิ้นส่วน	
ระดับที่ 4	ขีดความสามารถในการตรวจสอบ โมดูลและตรวจสอบชิ้นส่วน	
ระดับที่ 5	ขีดความสามารถในการคัดเลือก ชิ้นส่วนเพื่อทำการซ่อมเอง	

รูปที่ 3 แสดงภาพประกอบระดับการซ่อมเครื่องยนต์เทอร์โบแฟน
ที่มา : รูปภาพจาก GE CF 6-80 C2 Engine Manual, Revision No. 33

เนื่องจากเครื่องยนต์อากาศยานที่ใช้ในฝูงบินของบริษัทใช้เครื่องยนต์ที่ซื้อมาจากบริษัทเจนเนอร์รัลอิเล็คทริค (General Electric) หรือที่เรียกกันโดยย่อว่า จี.อี. (G.E.) เป็นส่วนใหญ่ คือ มีจำนวนประมาณ 89% ของจำนวนเครื่องยนต์เทอร์โบแฟนทั้งหมด ดังนั้น แนวทางในการพัฒนาการซ่อมเครื่องยนต์อากาศยาน จึงมีพื้นฐานมาจากการซ่อมเครื่องยนต์ จี.อี.

การดำเนินการซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน จะมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. การตรวจสอบขั้นต้น

เป็นขั้นตอนเริ่มแรกที่เครื่องยนต์จะถูกกระทำเมื่อเข้ามาสู่โรงซ่อมขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบสภาพของเครื่องยนต์ทั้งภายนอกและภายในโดยยังไม่มีการถอดชิ้นส่วน ยกเว้นพวกชิ้นส่วนซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่บ่งบอกถึงสภาพของเครื่องยนต์ เช่น ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง (Fule Filter), ไส้กรองของระบบหล่อลื่น (Lube Oil Filter) และตัวจับเศษผงโลหะ (Magnetic Plug Detector Chip) เป็นต้น การตรวจสอบขั้นต้นนี้ จะทำให้ทราบถึงสภาพของเครื่องยนต์ที่เข้ามาซ่อมว่าเสียหายมากน้อยเพียงใด การตรวจสอบภายนอกนั้นจะกระทำโดยใช้สายตา (Visual Inspection) และการทำ Spot-Fluorescent-Penetrant Inspection ส่วนการตรวจสอบภายในจะกระทำโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Borescope Equipment ซึ่งเครื่องมือนี้สามารถจะสอดเข้าไปในรูตามตำแหน่งต่าง ๆ ที่ทำไว้ที่เครื่องยนต์เพื่อสอดเครื่องมือนี้เข้าไปดูสภาพภายในของเครื่องตามตำแหน่งที่กำหนดเครื่องมือนี้จะมีเลนส์ขยายและมีดวงไฟเล็ก ๆ อยู่ที่ปลาย เพื่อทำให้มองเห็นสภาพภายในของเครื่องได้ ผลการตรวจสอบทั้งหมดจะถูกบันทึกลงในเอกสารการตรวจสอบขั้นต้น และจะถูกส่งไปให้ฝ่ายวิศวกรรม

2. การกำหนดขอบเขตของการซ่อมและการออกแผนงานซ่อม

ฝ่ายวิศวกรรมจะนำผลการตรวจสอบขั้นต้น มาพิจารณาสภาพความเสียหายของเครื่องยนต์ และจะนำข้อมูลอายุการใช้งานของชิ้นส่วนที่ควบคุมอายุการใช้งาน รวมทั้งพิจารณาหัวข้อการปรับปรุงเครื่องยนต์มากำหนดแนวทางและขอบเขตของการกำหนดแผนงานซ่อม (Work Scope) แผนงานซ่อมทั้งหมดของเครื่องยนต์แต่ละเครื่องจะถูกทำขึ้นในขั้นตอนนี้

3. การถอดแยกเครื่องยนต์ออกเป็นโมดูล (Module)

เนื่องจากเครื่องยนต์อากาศยานขนาดใหญ่จะถูกออกแบบให้มีลักษณะเป็น Modular Unit ดังนั้น การถอดเครื่องยนต์ในขั้นแรก จึงต้องถอดออกเป็นโมดูลตามที่แผนงานซ่อมกำหนดให้ถอด เครื่องยนต์ จี.อี. เทอร์โบแฟน ซีเอฟ 6-80 ซี 2 จะมีโมดูลหลัก 10 โมดูล และโมดูลย่อย 12 โมดูล (รายละเอียดเกี่ยวกับการแบ่งโมดูล แสดงอยู่ในภาคผนวก)

4. การถอดโมดูลออกเป็นชิ้นส่วน

เป็นขั้นตอนการถอดโมดูล ที่มีคำสั่งตามแผนงานซ่อมให้ ต้องถอดรื้อออกเป็นชิ้นส่วนโดยเหตุผลของการถอดโมดูลออกเป็นชิ้นส่วน คือ เกิดความเสียหายของชิ้นส่วนภายใน (หรือคาดว่าจะมีความเสียหาย) หรือมีชิ้นส่วนหมดอายุการใช้งาน ส่วนโมดูลที่ไม่ถูกแผนงานซ่อมสั่งให้ถอดออกเป็นชิ้นส่วนจะถูกตรวจสอบตามข้อกำหนดของคู่มือบริษัทผู้ผลิต และ ที่

ฝ่ายวิศวกรรมกำหนด ถ้าไม่พบข้อบกพร่องใด ๆก็จะออกใบอนุญาตให้ใช้งาน (Serviceable Tag) ไว้เพื่อจะนำโมดูลไว้ประกอบกลับเข้าเครื่องยนต์อีก ส่วนโมดูลที่ถูกตรวจหากพบข้อบกพร่องทางวิศวกรผู้รับผิดชอบจะออกแผนงานซ่อมเพิ่มให้ทำการถอดรื้อโมดูลนั้นออกเป็นชิ้นส่วน

5. การทำความสะอาด

เป็นขั้นตอนการทำความสะอาดชิ้นส่วนทั้งหมดที่ถูกถอดออกมา เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกทั้งหมดออกก่อนที่ชิ้นส่วนจะถูกส่งไปตรวจสอบ กระบวนการทำความสะอาดมีทั้งกระบวนการทางเคมี (Chemical Cleaning) และกระบวนการทางกล (Mechanical Cleaning)

6. ขั้นตอนการตรวจสอบชิ้นส่วน

เป็นขั้นตอนการตรวจสอบชิ้นส่วนตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ในคู่มือของบริษัทผู้ผลิตหรือที่ฝ่ายวิศวกรรมกำหนด การตรวจจะแบ่งส่วนในการตรวจสอบ 3 ส่วน คือ

- ส่วนแรก การตรวจสอบสภาพภายนอก

เป็นการตรวจสภาพภายนอกของชิ้นส่วนว่ามีความเสียหายหรือไม่ เช่น ตรวจหารอยแตก (Crack), การยุบที่ผิวชิ้นส่วน (Nick, Dent), รอยขีดที่ผิว (Scratch), การผุกร่อน (Corrosion) และการลอกของผิวที่มีการเคลือบ (Coating) เป็นต้น เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบ คือใช้สายตา (Visual) และอาจใช้เครื่องมือช่วย เช่น แว่นขยาย, แสงไฟ และ Borescopes เป็นต้น หรือใช้การทำ Fluorescent-Penetrant หรือวิธี Magnetic Particle

- ส่วนที่สอง การตรวจสอบสภาพความเสียหายภายใต้พื้นผิว

เป็นการตรวจสอบหาข้อบกพร่องภายใต้พื้นผิวชิ้นส่วน (Subsurface Defects) วิธีการที่ใช้ตรวจสอบ จะใช้วิธี Megnetic Particle, Ultrasonic หรือ Eddy Current เป็นต้น

- ส่วนที่สาม การตรวจสอบขนาดมิติ (Dimensional)

เป็นการตรวจสอบขนาดหรือมิติต่าง ๆ ที่กำหนด เช่น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (Diameter), ขนาดความเยื้องศูนย์ (Run out) เป็นต้น เครื่องมือที่ใช้ตรวจ เช่น ไมโครมิเตอร์ (Micrometers), เวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Verniercalipers), Height Gages, Dial Indicators หรือ Special Gages เป็นต้น

ชิ้นส่วนที่ถูกตรวจสอบแล้วผ่านการตรวจสอบ จะถูกนำไปประกอบกลับเป็นโมดูลตามขั้นตอนต่อไป ส่วนชิ้นส่วนที่มีข้อบกพร่องหรือมีความเสียหาย จะแบ่งเป็น 2 กรณี คือ

กรณีแรก ความเสียหายนั้นเกินข้อกำหนดที่จะซ่อมได้ ชิ้นส่วนนั้นจะถูกทิ้งไป

กรณีที่สอง ความเสียหายนั้นอยู่ในข้อกำหนดที่สามารถซ่อมได้ซึ่งถ้าชิ้นส่วนนั้นสามารถซ่อมเองได้ภายในบริษัทก็จะทำการซ่อมเอง ถ้าชิ้นส่วนนั้นไม่สามารถซ่อมเองได้ภายในบริษัทก็จะส่งไปซ่อมยังบริษัทอื่น ๆ หลังจากที่ชิ้นส่วนถูกซ่อมคืนสภาพแล้วก็จะถูกนำไปประกอบเป็นโมดูลตามขั้นตอนต่อไป

7. การประกอบโมดูล

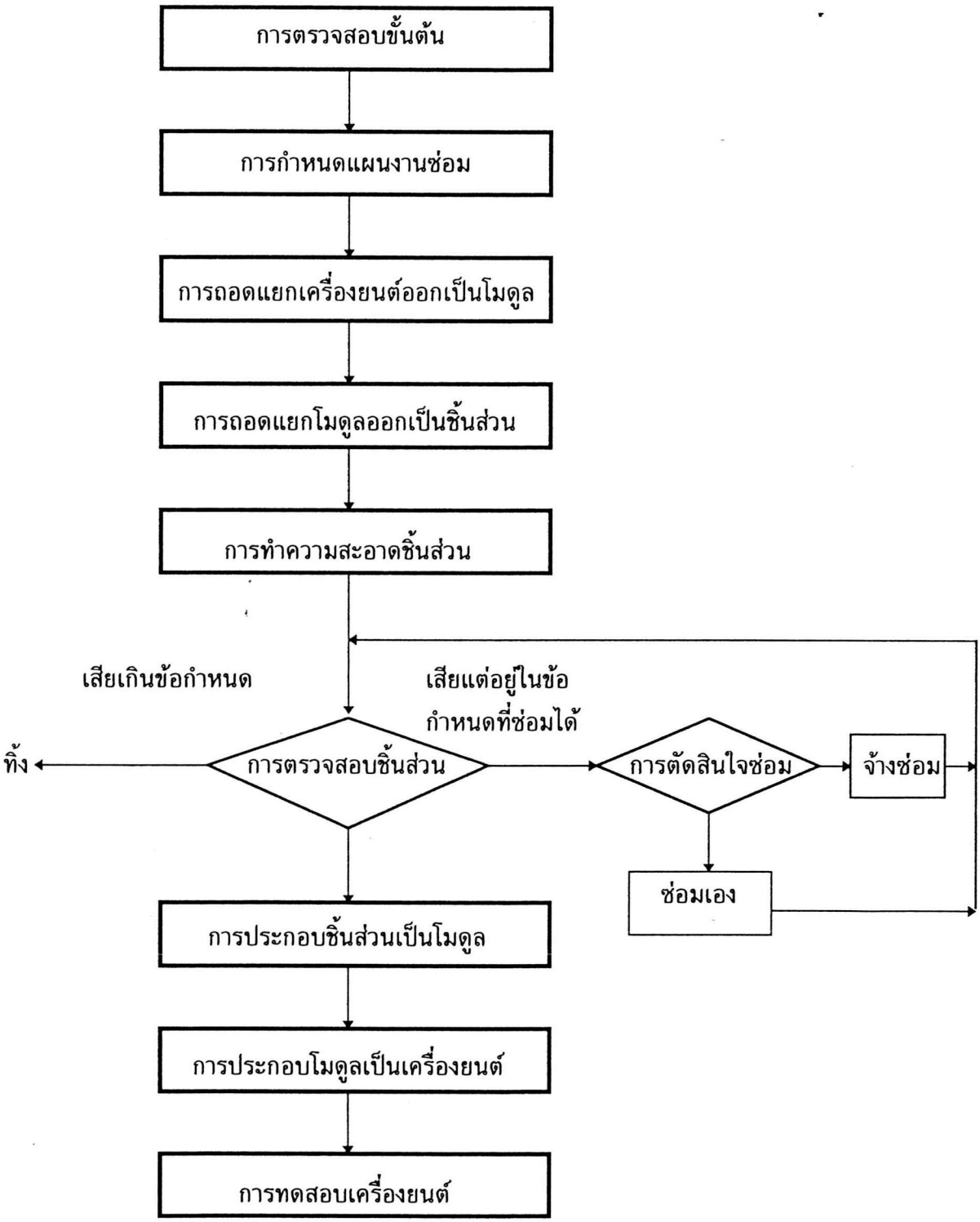
เป็นการนำชิ้นส่วนที่ผ่านการตรวจสอบ หรือชิ้นส่วนใหม่มาประกอบเป็นโมดูล

8. การประกอบโมดูลเป็นเครื่องยนต์

โมดูลต่าง ๆ ที่ถูกประกอบขึ้นมา จะถูกนำมาประกอบกลับเป็นเครื่องยนต์

9. การทดสอบเครื่องยนต์

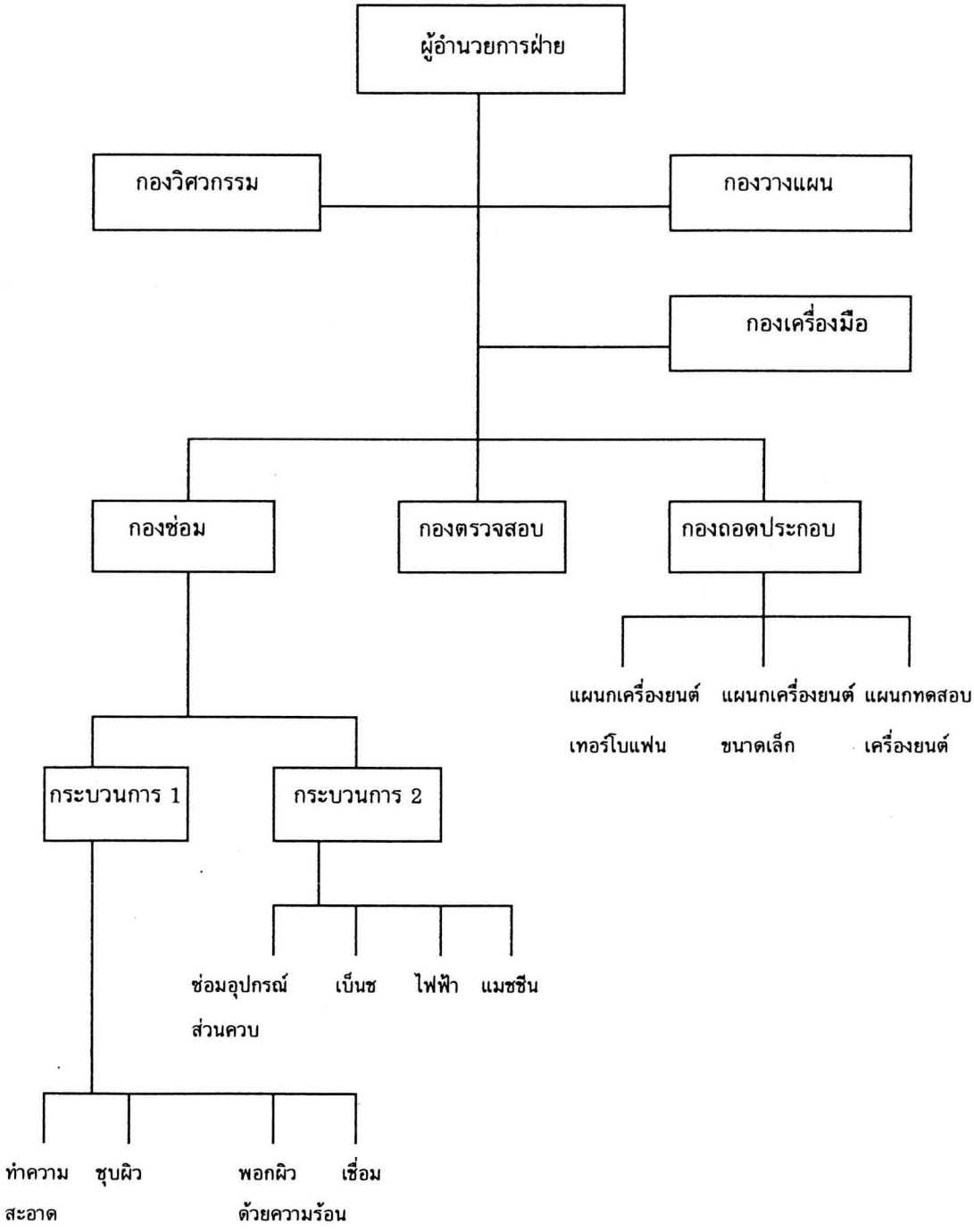
เป็นการทดสอบเครื่องยนต์ที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์แล้ว โดยจะทดสอบในห้องทดสอบเครื่องยนต์ (Test Cell) ซึ่งจะเป็นการทดสอบเครื่องยนต์เหมือนสภาพการใช้งานจริงตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ในคู่มือของบริษัทผู้ผลิต หรือที่ฝ่ายวิศวกรรมกำหนด ซึ่งถ้าเครื่องยนต์ไม่มีข้อบกพร่องใด ๆ ก็จะถูกนำไปเก็บไว้ในห้องเก็บเครื่องยนต์ (Engine Store) เพื่อรอนำไปติดตั้งกับเครื่องบิน



รูปที่ 4 แผนผังแสดงขั้นตอนการซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน

โครงสร้างองค์กรของฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน

แผนผังองค์กรของฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน แสดงดังรูป 5



รูปที่ 5 โครงสร้างองค์กรของฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน

ฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน จะมีหน่วยงานระดับกอง จำนวน 6 กอง คือ

1. กองวิศวกรรม
2. กองวางแผน
3. กองเครื่องมือ
4. กองตรวจสอบ
5. กองถอดประกอบเครื่องยนต์
6. กองซ่อม

โดยสายงานหลักขององค์กร คือ กองตรวจสอบ, กองถอดประกอบเครื่องยนต์และกองซ่อม นอกจากนี้ ยังมีสายงานหลักที่ทำหน้าที่ในส่วนของการซ่อมเครื่องยนต์ด้วยแต่ไม่ได้สังกัดภายใต้ฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน คือ กองตรวจสอบแบบไม่ทำลาย

สายงานสนับสนุน คือ กองวิศวกรรม, กองวางแผน, กองเครื่องมือ และ สำนักงานผู้อำนวยการฝ่าย

จำนวนคนของแต่ละกองมีดังนี้

สำนักงานผู้อำนวยการฝ่าย	มีจำนวน	4	คน
กองวิศวกรรม	มีจำนวน	28	คน
กองวางแผน	มีจำนวน	35	คน
กองเครื่องมือ	มีจำนวน	20	คน
กองตรวจสอบ	มีจำนวน	63	คน
กองถอดประกอบเครื่องยนต์	มีจำนวน	113	คน
กองซ่อม	มีจำนวน	89	คน
รวม		352	คน

ในสายงานหลักจะแบ่งออกเป็นแผนก ดังนี้

กองซ่อม จะแบ่งเป็น 2 แผนก คือ แผนกกระบวนการ 1 และแผนกกระบวนการ 2 ซึ่งทั้งสองแผนกนี้จะแบ่งกลุ่มหน่วยงานย่อยอีกดังนี้

1. แผนกกระบวนการ 1 ประกอบไปด้วย
   - 1.1 หน่วยงานกระบวนการทำความสะอาด (Cleaning Process)
   - 1.2 หน่วยงานกระบวนการชุบผิว (Plating Process)
   - 1.3 หน่วยงานกระบวนการพอกผิวด้วยความร้อน (Thermal Spray Process)
   - 1.4 หน่วยงานกระบวนการเชื่อม (Welding Process)

2. แผนกกระบวนการ 2 ประกอบไปด้วย
   2.1 หน่วยงานซ่อมอุปกรณ์ส่วนควบ (Component Repair)
   2.2 หน่วยงานกระบวนการเบ็นช (Bench Works)
   2.3 หน่วยงานซ่อมอุปกรณ์ไฟฟ้า (Electrical Component Repair)
   2.4 หน่วยงานกระบวนการแมชชีน (Machine Process)

กองถอดประกอบเครื่องยนต์ จะแบ่งเป็น 3 แผนก คือ แผนกเครื่องยนต์เทอร์โบแฟน, แผนกเครื่องยนต์ขนาดเล็ก และแผนกทดสอบเครื่องยนต์ ซึ่งแผนกเครื่องยนต์เทอร์โบแฟนกับแผนกเครื่องยนต์ขนาดเล็ก จะแบ่งกลุ่มหน่วยงานย่อยอีก ดังนี้

1. แผนกเครื่องยนต์เทอร์โบแฟน ประกอบไปด้วย
   1.1 หน่วยงานถอดประกอบเครื่องยนต์ระดับโมดูล (Module Exchange)
   1.2 หน่วยงานถอดประกอบโมดูลในส่วนร้อน (Hot Section Modules)
   1.3 หน่วยงานถอดประกอบโมดูลในส่วนเย็น (Cold Section Modules)

2. แผนกเครื่องยนต์ขนาดเล็ก ประกอบไปด้วย
   2.1 หน่วยงานถอดประกอบเครื่องยนต์ลูกสูบ
   2.2 หน่วยงานถอดประกอบเครื่องยนต์แก๊สเทอร์ไบน์ ขนาดเล็ก
   2.3 หน่วยงานถอดประกอบอุปกรณ์เครื่องยนต์

3. แผนกทดสอบเครื่องยนต์ ไม่มีหน่วยงานย่อย

สายงานหลักที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับงานวิจัยฉบับนี้ คือ กองซ่อม ซึ่งจะทำหน้าที่ในการซ่อมชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ที่ถูกถอดรื้อมาจากกองถอดประกอบเครื่องยนต์ ดังนั้น ขีดความสามารถของกองซ่อม จึงเป็นส่วนสำคัญในการศึกษา

เครื่องจักรในกองซ่อมแยกตามหน่วยงาน จะมีดังนี้

1. แผนกกระบวนการ 1

   1.1 หน่วยงานกระบวนการทำความสะอาด มีรายการเครื่องจักรตามตารางที่ 1 ดังนี้

ลำดับ	เครื่องจักร	จำนวน	หมายเหตุ
1	ถังในกระบวนการทำความสะอาดทางเคมี (Chemical Cleaning Line)	33	
2	แท่นวางชิ้นงานในกระบวนการทำความสะอาดทางเคมี (Cleaning Line)	2	
3	Vapour Degrease	1	
4	ห้องทำความสะอาดด้วยไอน้ำหรือน้ำร้อน (Steam Hot Water Booth)	1	
5	Solvent Spray Booth	1	
6	Manifold Clean	1	
7	Versene Clean	1	
8	Etching Box	1	
9	Grit Blasting Machine	1	Media ที่ใช้คือ Al-Oxide ขนาด 120 mesh
10	Pressure Dry Blasting Machine	1	Media ที่ใช้คือ Al-Oxide ขนาด 180 mesh
11	Dry Blasting Machine	1	Media ที่ใช้คือ เม็ดพลาสติก
12	Wet Blasting Machine	1	Media ที่ใช้คือ Alumina ขนาด 500 mesh
13	Walk-In Blasting	1	Media ที่ใช้คือ Alumina ขนาด 120 mesh
14	Vibratory Machine	1	
15	Shotpeening Machine	1	Media ที่ใช้คือ Cast Steel S110 เป็นแบบ Semi-Automatic
16	Shotpeening Machine	1	Media ที่ใช้คือ Cast Steel S110 เป็นแบบ Automatic
17	Wet Glass Bead Peening Machine	1	Media ที่ใช้คือ Glass Beads

ตารางที่ 1 แสดงรายการเครื่องจักรที่ติดตั้งภายในหน่วยงานทำความสะอาด

ที่มา : จากการรวบรวมของผู้วิจัย

1.2 หน่วยงานกระบวนการชุบผิว (Plating Process) มีรายการเครื่องจักร ตามตารางที่ 2 ดังนี้

ลำดับ	เครื่องจักร	จำนวน	หมายเหตุ
1	ถังในกระบวนการเคลือบผิว Line # 1 (Plating Tanks Line # 1)	16	
2	ถังในกระบวนการเคลือบผิว Line # 2 (Plating Tanks Line # 2)	14	
3	ถังในกระบวนการเคลือบผิว Line # 3 (Plating Tanks Line # 3)	15	
4	ถังในกระบวนการเคลือบผิว Line # 4 (Plating Tanks Line # 4)	10	
5	ถังในกระบวนการเคลือบผิว Line # 5 (Plating Tanks Line # 5)	6	
6	เตาอบ	1	

ตารางที่ 2 แสดงรายการเครื่องจักรที่ติดตั้งภายในหน่วยงานกระบวนการชุบผิว

ที่มา : จากการรวบรวมของผู้วิจัย

1.3 หน่วยงานกระบวนการพอกผิวด้วยความร้อน (Thermal Spray Process) มีรายการเครื่องจักร ตามตารางที่ 3 ดังนี้

ลำดับ	เครื่องจักร	จำนวน	หมายเหตุ
1	Thermal Spray Robot	1	
2	Walk-In Blasting	1	
3	เตาอบ	1	

ตารางที่ 3 แสดงรายการเครื่องจักรที่ติดตั้งภายในหน่วยงานกระบวนการพอกผิวด้วยความร้อน

ที่มา : จากการรวบรวมของผู้วิจัย

1.4 หน่วยงานกระบวนการเชื่อม (Welding Process) มีรายการเครื่องจักรตามตารางที่ 4 ดังนี้

ลำดับ	เครื่องจักร	จำนวน	หมายเหตุ
1	เครื่องเชื่อม (Welding Machine)	4	
2	เครื่องเชื่อมแบบความต้านทาน (Electrical Resistance Welding Machine)	1	
3	Portable Stress Reliev	1	
4	Portable Welding Kit	1	
5	Electric Convection Furnace	1	
6	Electric Muffle Furnance	1	
7	Belt Grinding Machine	1	
8	Wheel Grinding Machine	1	

ตารางที่ 4 แสดงรายการเครื่องจักรที่ติดตั้งภายในหน่วยงานกระบวนการเชื่อม

ที่มา : จากการรวบรวมของผู้วิจัย

2. แผนกกระบวนการ 2

2.1 หน่วยงานซ่อมอุปกรณ์ส่วนควบ (Component Repair) มีรายการเครื่องจักรตามตารางที่ 5 ดังนี้

ลำดับ	เครื่องจักร	จำนวน	หมายเหตุ
1	ห้องพ่นสี (Painting Spray Booth)	1	
2	Wheel Grinding Machine	2	
3	Lapping Machine	1	

ตารางที่ 5 แสดงรายการเครื่องจักรที่ติดตั้งภายในหน่วยงานซ่อมอุปกรณ์ส่วนควบ

ที่มา : จากการรวบรวมของผู้วิจัย

2.2 หน่วยงานกระบวนการเบ็นช (Bench Work) มีรายการเครื่องจักร ตามตารางที่ 6 ดังนี้

ลำดับ	เครื่องจักร	จำนวน	หมายเหตุ
1	Drilling Machine	4	
2	Wheel Grinding Machine	1	
3	Wheel Grinding Machine	1	
4	Pneumatic Press	1	
5	Hydraulic Press	1	

ตารางที่ 6 แสดงรายการเครื่องจักรที่ติดตั้งภายในหน่วยงานกระบวนการเบ็นช (Bench)

ที่มา : จากการรวบรวมของผู้วิจัย

2.3 หน่วยงานซ่อมอุปกรณ์ไฟฟ้า (Electrical Component Repair) ไม่มีเครื่องจักรมีแต่อุปกรณ์เครื่องมือวัดทางด้านไฟฟ้า

2.4 หน่วยงานกระบวนการแมชชีน (Machine Process) มีรายการเครื่องจักร ตามตารางที่ 7 ดังนี้

ลำดับ	เครื่องจักร	จำนวน	หมายเหตุ
1	Solvent Booth	1	
2	Belt Grinding Machine	1	
3	Belt Grinding Machine	1	
4	Wheel Grinding Machine	1	
5	Hacksaw	1	
6	Milling Machine	1	VPU 31
7	Milling Machine	1	VPU 200
8	Milling Machine	1	SHW
9	Milling Machine	1	Toshiba
10	Rotor Grinding Machine	1	MK 3
11	Rotor Grinding Machine	1	P&H
12	Radial Drill	1	
13	Drilling Machine	1	Formosa

ตารางที่ 7 ต่อ

ลำดับ	เครื่องจักร	จำนวน	หมายเหตุ
14	Stand Drilling Machine	1	
15	Band Saw	1	
16	Vertical Lathe	1	
17	Vertical Lathe	1	
18	Cylindrical Grinding Machine	1	
19	Surface Grinding Machine	1	
20	Tooling Grinding Machine	1	
21	Profile Projector	1	
22	Turret Lathe	1	
23	Lathe	1	Mazak 21″
24	Lathe	1	Mazak 18″
25	Lathe	1	Takisawa

ตารางที่ 7 แสดงรายการเครื่องจักรที่ติดตั้งภายในหน่วยงานกระบวนการแมชชีน

ที่มา : จากการรวบรวมของผู้วิจัย

3.2 การศึกษากระบวนการซ่อมต่าง ๆ ของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เทอร์โบแฟน ซี เอฟ 6-80

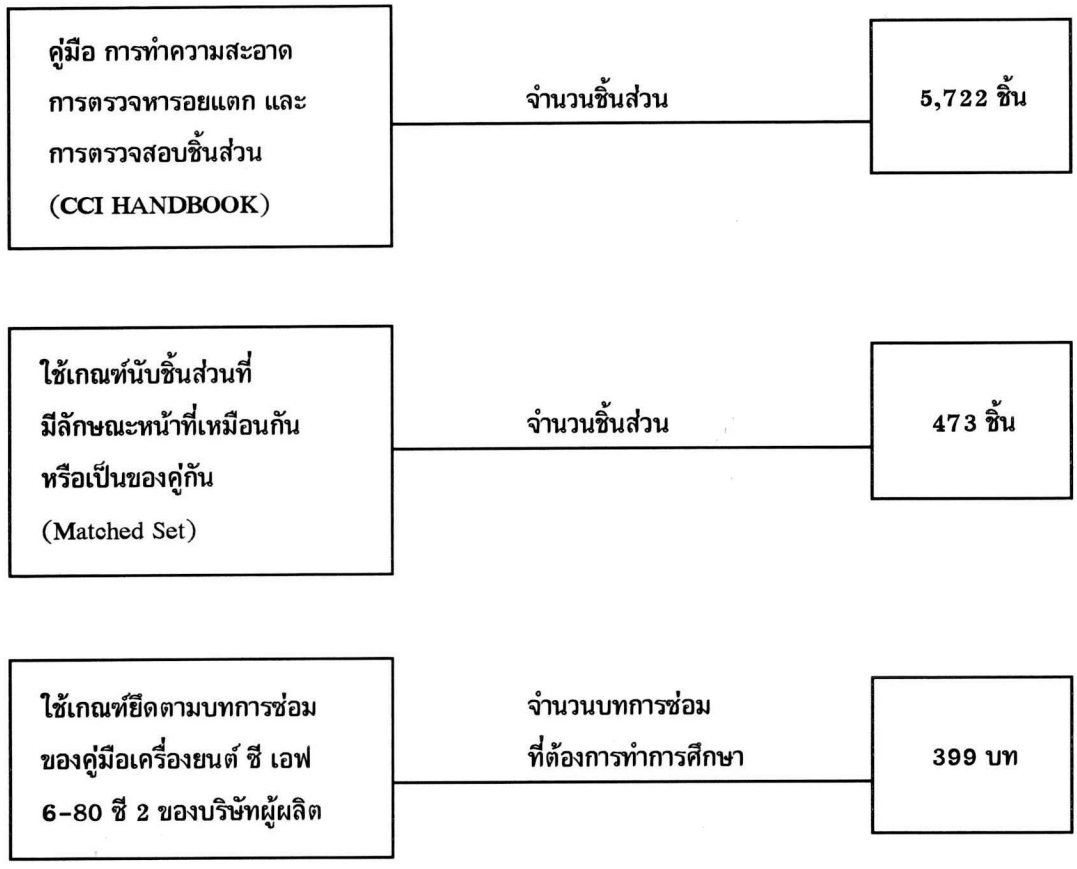
เครื่องยนต์เทอร์โบแฟน ซีเอฟ 6-80 ซี 2 ที่ทำการศึกษานี้จะศึกษาเฉพาะชิ้นส่วนเครื่องยนต์พื้นฐาน (Basic Engine) ที่ระบุอยู่ใน CCI Handbook ของกองวางแผนฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยานเท่านั้น ซึ่งชิ้นส่วนเหล่านี้จะเป็นชิ้นส่วนหลัก ๆ ที่ประกอบเป็นเครื่องยนต์ โดยไม่รวมชิ้นส่วนพวกระบบท่อทางต่าง ๆ และพวก Bolts, Nuts, ที่ใช้ทั่วไป เป็นต้น

ชิ้นส่วนเครื่องยนต์พื้นฐานที่ปรากฏอยู่ใน CCI Handbook นั้น มีจำนวนทั้งหมด 5,722 ชิ้น แต่เนื่องจากชิ้นส่วนเครื่องยนต์พื้นฐานนั้นจะมีลักษณะที่ซ้ำกันในบางชิ้นส่วน เช่น Fan Blades เป็นชิ้นส่วนใบพัดขนาดใหญ่ด้านหน้าจะมีทั้งหมด 38 ใบ เป็นต้น ซึ่งชิ้นส่วนที่มีลักษณะหน้าที่เดียวกัน แต่มีจำนวนที่มากกว่า 1 ชิ้น นี้ มักจะเป็นพวก Blades และ Vanes ดังนั้น ถ้าหากใช้เกณฑ์การนับชิ้นส่วนที่มีลักษณะหน้าที่เดียวกันหรือเป็นของคู่กัน (Matched Set) นับเพียง 1 ชิ้น จะทำให้ชิ้นส่วนเครื่องยนต์พื้นฐานมีจำนวน 473 ชิ้น

อย่างไรก็ตาม จากการศึกษากระบวนการซ่อมชิ้นส่วนต่าง ๆ จากคู่มือของบริษัทผู้ผลิตนั้น พบว่าการนำเสนอบทการซ่อมนั้นจะเรียงตามลำดับชิ้นส่วน โดยจะมีบทการซ่อมต่าง ๆ ของชิ้นส่วนนั้น ๆ แต่ถ้าหากกลุ่มของชิ้นส่วนใดที่สามารถใช้กระบวนการซ่อมแบบเดียวกันได้ ก็จะถูกจัดอยู่ในบทเดียวกัน

ดังนั้นการศึกษากระบวนการซ่อมชิ้นส่วนที่สะดวกที่สุดคือ การศึกษาตามบทการซ่อมในคู่มือเครื่องยนต์ ซีเอฟ 6-80 ซี 2 (CF 6-80 C2 Engine Manual) ซึ่งพบว่ามีบทการซ่อมที่จะต้องทำการศึกษาเป็นจำนวน 399 บท ซึ่งขั้นตอนทั้งหมดที่กล่าวมาแสดงสรุปการจัดกลุ่มของชิ้นส่วนเพื่อทำการศึกษา ดังรูปที่ 6

สาเหตุสำคัญที่ต้องศึกษาตามบทการซ่อม คือ เนื่องจากชิ้นส่วนแต่ละชิ้นนั้นสามารถเกิดความเสียหายได้หลายรูปแบบ ดังนั้น จึงต้องมีบทการซ่อมต่าง ๆ เพื่อรองรับรูปแบบความเสียหายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับแต่ละชิ้นส่วน ซึ่งในแต่ละบทของชิ้นส่วนเครื่องยนต์นั้นจะมีบทของการตรวจสอบ (Inspect/ Check) โดยในส่วนนี้จะมีรายละเอียดต่าง ๆ ของหัวข้อในการตรวจสอบชิ้นส่วนนั้น ๆ และจะมีเกณฑ์การตัดสินใจให้ว่าความเสียหายลักษณะนั้นจะสามารถซ่อมได้หรือไม่ ถ้าซ่อมได้จะซ่อมด้วยวิธีของบทการซ่อมใด



รูปที่ 6 แสดงแผนผังการจัดกลุ่มของชิ้นส่วนเพื่อทำการศึกษา

เพื่อความเข้าใจในการนำเสนอบทของชิ้นส่วนเครื่องยนต์ และบทการซ่อมของชิ้นส่วนต่าง ๆ รวมทั้งวิธีการตรวจความเสียหายและการอ้างอิงบทการซ่อม ซึ่งแสดงวิธีการซ่อมความเสียหาย ที่แสดงอยู่ในคู่มือเครื่องยนต์ ซีเอฟ 6-80 ซี 2 (CF6-80 C2) จะแสดงให้เห็นดังตัวอย่างที่ 3.2.1, ตัวอย่างที่ 3.2.2 และ ตัวอย่างที่ 3.2.3 โดยตัวอย่างที่ 3.2.1 เป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่าในบทของชิ้นส่วนเครื่องยนต์ 1 บท จะกล่าวถึงชิ้นส่วนเพียง 1 ชิ้นส่วน ซึ่งมีบทแสดงการซ่อมจำนวน 8 บทการซ่อม โดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ 3.2.2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในบทของชิ้นส่วนเครื่องยนต์ 1 บท จะกล่าวครอบคลุมชิ้นส่วนถึง 12 ชิ้นส่วน ซึ่งมีบทแสดงการซ่อมจำนวน 7 บทการซ่อม ส่วนตัวอย่าง 3.2.3 จะแสดงให้เห็นถึงส่วนหนึ่งในหัวข้อการตรวจสอบ ซึ่งจะบอกถึงจุดที่ต้องตรวจสอบของชิ้นส่วน และบอกข้อกำหนดสูงสุดที่ยอมให้ใช้ได้, ข้อกำหนดสูงสุดที่ยอมให้ซ่อมได้และการอ้างอิงบทการซ่อม

ตัวอย่างที่ 3.2.1 (ที่มา : G.E. CF6-80 C2 Engine Manual, Revision No. 33)

72-31-01 Compressor Rotor Blades, Stage 1

Inspect / Check .....

Repair 001 Blend Repair of Blades .....

Repair 002 Procedure to Peen the Airfoil of the Blade .....

Repair 003 Replacement of the Wear Pads on the Midspan Shrouds .....

Repair 004 Repair of the Blade Tip .....

Repair 005 Repair of the Blade Tip and Replacement of the Dovetail Coating .....

Repair 006 Replacement of Cu-Ni-In Coating on Dovetail Pressure Faces .....

ตัวเลข 72-31-01 มีความหมายดังนี้

72	คือ	บทในส่วนของเครื่องยนต์
31	คือ	บทในส่วนของเครื่องยนต์ ในส่วนของ Compressor Rotor
01	คือ	บทในส่วนของชิ้นส่วน Compressor Rotor Blades, Stage 1

โดยในบทนี้ เป็นบทของชิ้นส่วนที่มีชื่อว่า Compressor Rotor Blade Stage 1 มีส่วนของการ Inspect / Check และมีบทการซ่อมของชิ้นส่วน Compressor Rotor Blades Stage 1 จำนวน 6 บทการซ่อม (Repair 001 - Repair 006)

ตัวอย่างที่ 3.2.2 (ที่มา : G.E. CF6-80 C2 Engine Manual, Revision No.33)

72-31-03 Compressor Rotor Blades, Stage 3-14

Inspect / Check .....

Repair 001 Blade Tip Repair in Area D Stage 3-7 .....

Repair 002 Blend Repair of Blades .....

Repair 003 Glass Bead Peen Repair of Blade Airfoil .....

Repair 004 Repair of Cu-Ni-In Coated Dovetail, HPCR Blade Stage 3-9 .....

Repair 005 Repair or Replacement of Dovetail Solid Film Lubricant .....

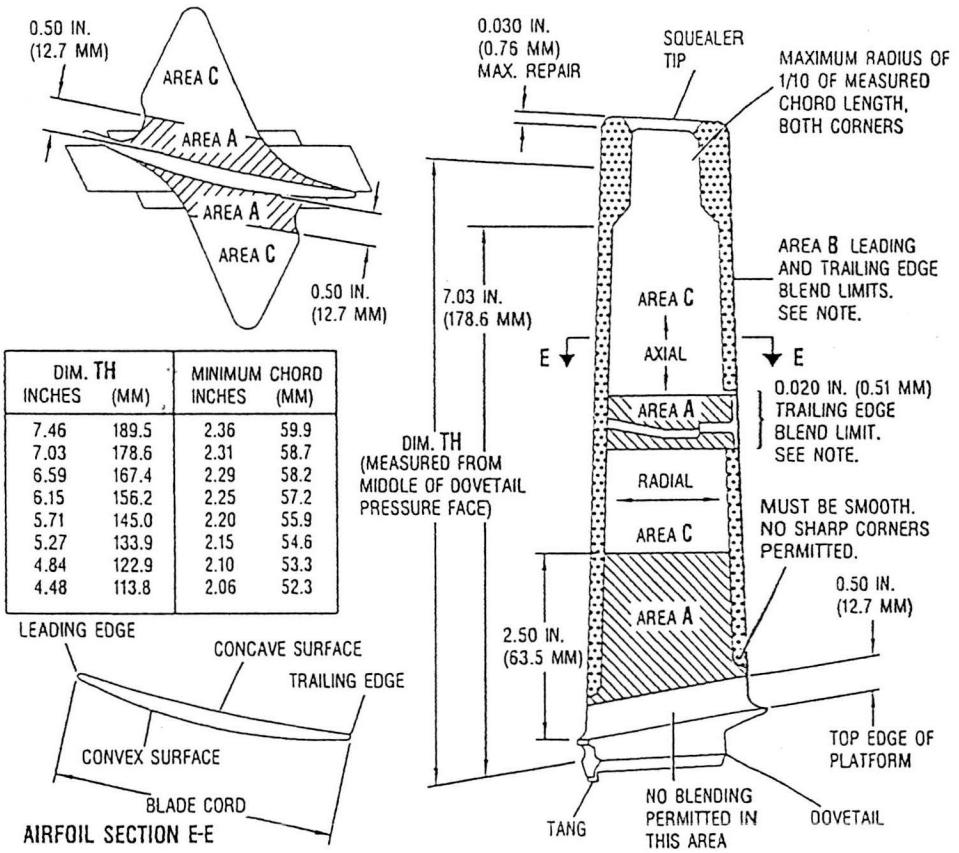
Repair 006 Shotpeen Repair of Blade Dovetails .....

Repair 009 Tip Weld Buildup Stage 3-12 and 14 .....

จะเห็นว่าในตัวอย่างนี้ 03 คือ บทในส่วนของชิ้นส่วน Compressor Rotor Blade Stage 3-14 ซึ่งเป็นบทที่รวมชิ้นส่วน Blades ตั้งแต่ Stage ที่ 3 ถึง Stage ที่ 14 โดยอ้างอิงบทการซ่อมเดียวกัน ซึ่งมีจำนวน 7 บทการซ่อม (Repair 001-Repair 006 และ Repair 009 ส่วน Repair 007 และ 008 ไม่มี อาจเป็นเพราะบริษัทผู้ผลิตยังอยู่ในช่วงพัฒนากระบวนการซ่อม)

ตัวอย่างที่ 3.2.3 แสดงตัวอย่างหัวข้อการตรวจ Compressor Rotor Blades Stage 1
ที่มา : G.E. CF6-80 C2 Engine Manual, Revision No.33

Inspect/Check	Maximum Serviceable Limits	Maximum Repairable Limits	Repair Method
B. Area B (Leading and Trailing Edges) for :			
(1) Nicks and scratches	Not serviceable	Any amount within the limits of Area B	Blend per TASK 72-31-01-300-001 (72-31-01, Repair 001)



DIM. TH INCHES	(MM)	MINIMUM CHORD INCHES	(MM)
7.46	189.5	2.36	59.9
7.03	178.6	2.31	58.7
6.59	167.4	2.29	58.2
6.15	156.2	2.25	57.2
5.71	145.0	2.20	55.9
5.27	133.9	2.15	54.6
4.84	122.9	2.10	53.3
4.48	113.8	2.06	52.3

NOTES:

1. AREA A EXTENDS 0.50 IN. (12.7 MM) ABOVE AND BELOW MIDSPAN SHROUD AND ONTO MIDSPAN SHROUD 0.50 IN. (12.7 MM) FROM AIRFOIL.
2. AREA B INCLUDES LEADING AND TRAILING EDGES EXCEPT FOR TRAILING EDGE IN MIPSPAN SHROUD AREA A AND THE AREA JUST ABOVE THE LEADING AND TRAILING ROOT FILLETS.

1018209-05-A

รูปที่ 7 แสดง Area B ที่ต้องตรวจสอบของ Compressor Rotor Blades Stage 1

ที่มา : G.E. CF 6-80 C2 Engine Manual, Revision No. 33

Inspect/Check จะแสดงหัวข้อในการตรวจ ซึ่งในตัวอย่างนี้ คือ ข้อ B ให้ตรวจที่ Area B (แสดงตามรูปที่ 7) ในหัวข้อของการตรวจหารอยจิกและรอยขูดขีด (Nicks and Sratches)

Maximum Serviceable Limits เป็นข้อกำหนดสูงสุดที่ยังคงอนุญาตให้ใช้งานได้ ถ้ามีข้อบกพร่อง ในที่นี้คือ มีรอยจิกและรอยขูดขีด ซึ่งไม่อนุญาตให้มีได้ (Not Serviceable)

Maximum Repairable Limits เป็นข้อกำหนดสูงสุดที่ ถ้ามีข้อบกพร่องเกิดขึ้นแล้ว จะยังคงให้มีการซ่อมแซมได้ ซึ่งในที่นี้อนุญาตให้มีการซ่อมได้ หากรอยจิกและรอยขูดขีดมีไม่เกิน Limits ที่ Area B (แสดงอยู่ในรูปที่ 7) ถ้ามีรอยจิกและรอยขูดขีดเกินกว่าที่กำหนดนี้ จะทิ้งชิ้นส่วนทันที

Repair Method เป็นส่วนที่แสดงถึงบทการซ่อมของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น หากยังคงอยู่ในข้อกำหนดที่ซ่อมได้ ซึ่งในตัวอย่างนี้คือ หากรอยจิกและรอยขูดขีดยังอยู่ในข้อกำหนดที่ยังคงซ่อมได้ จะซ่อมตามบทการซ่อมที่ 72-31-01 Repair 001

จากการศึกษากระบวนการซ่อม ในบทการซ่อมพบว่า หากแยกกลุ่มของกระบวนการที่ใช้ในการซ่อม จะแบ่งได้ ทั้งหมด 10 กลุ่มกระบวนการ คือ กระบวนการทำความสะอาด (Cleaning Process), การตรวจสอบแบบไม่ทำลาย (Non Destructive Testing), กระบวนการเชื่อม (Welding Process), กระบวนการคืนสภาพด้วยความร้อน (Heat Treating Process), กระบวนการพอกผิวเนื้อโลหะด้วยความร้อน (Thermal Spraying Process), กระบวนการคืนสภาพผิว (Surface Treatment Process), กระบวนการชุบผิว (Plating Process), กระบวนการพอกผิว (Coating Process), กระบวนการแมชชีน (Machining Process) และ งานเบ็นช (Bench work)

1. กระบวนการทำความสะอาด (Cleaning Process)

กระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนเป็นกระบวนการที่ต้องทำก่อนที่ชิ้นส่วนจะถูกทำการตรวจสอบ หรือ ก่อนการซ่อมหรือ ภายหลังการซ่อม โดยกระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนจะมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ กระบวนการทำความสะอาดด้วยวิธีการทางเคมี (Chemical Cleaning) และ กระบวนการทำความสะอาดด้วยวิธีการทางกล (Mechanical Cleaning)

กระบวนการทำความสะอาดด้วยวิธีการทางเคมี (Chemical Cleaning) เป็นการทำความสะอาดชิ้นส่วนโดยใช้สารเคมีซึ่งการเลือกชนิดสารเคมีและวิธีการจะขึ้นอยู่กับชนิดของสิ่งสกปรกที่ต้องการกำจัด และวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วน

กระบวนการทำความสะอาดด้วยวิธีการทางกล (Mechanical Cleaning) เป็นการทำความสะอาดชิ้นส่วนโดยใช้วัตถุของแข็งเป็น Media วิ่งไปชนกับผิวของชิ้นส่วน ซึ่งกระบวนการทางกลนี้ใช้ได้ทั้ง Media ที่มีลักษณะแห้ง (Dry Media) และ Media ที่มีลักษณะเปียก (Wet

Media) เช่น กระบวนการ Dry Abrasive Blast Cleaning และ กระบวนการ Wet Abrasive Blast Cleaning เป็นต้น

กระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนเครื่องยนต์จะถูกทำที่หน่วยงานทำความสะอาดชิ้นส่วนแผนกกระบวนการ 1 กองซ่อม ฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน

2. การตรวจสอบแบบไม่ทำลาย (Non Destructive Testing)

เป็นวิธีการตรวจสอบทางอ้อม (Indirect Inspection Methods) เพื่อหาข้อบกพร่องของชิ้นส่วนที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ข้อบกพร่อง (Defects) ที่เกิดขึ้นอาจอยู่ใต้ผิวของชิ้นส่วน (Subsurface Defects) หรืออาจเป็นข้อบกพร่องที่เกิดที่ผิวของชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็กมากๆ เช่น รอยแตกขนาดเล็กที่ผิว (Surface Discontinuities) การหาข้อบกพร่องด้วยวิธีการตรวจสอบแบบไม่ทำลายนี้จะไม่ทำให้ชิ้นส่วนที่ถูกตรวจสอบเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ขนาด หรือคุณลักษณะใดๆ ทั้งสิ้น วิธีการตรวจสอบแบบไม่ทำลายที่ใช้มีดังต่อไปนี้

วิธีการตรวจสอบโดยใช้ผงแม่เหล็ก (Magnetic-Particle Method) เป็นวิธีการที่ใช้การทำให้ชิ้นส่วนถูกเหนี่ยวนำเกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้น ถ้าเส้นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กนี้ถูกขัดขวางโดยรอยร้าวหรือรอยแตกที่เกิดขึ้นที่ผิวหรือบริเวณใต้ผิวตื้นๆของชิ้นส่วนเส้นแรงแม่เหล็กเฉพาะส่วนนั้นก็จะเกิดการรั่วไหลเกิดเป็นขั้วแม่เหล็กขึ้นที่รอยแตกร้าวทั้ง 2 ฝั่ง เป็นสนามแม่เหล็กย่อยขึ้น เมื่อโรยผงแม่เหล็กลงบนชิ้นส่วนด้านที่ทำการทดสอบผงแม่เหล็กจะแสดงรูปร่างของรอยแตกร้าวให้เห็นขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งเป็นการง่ายต่อการค้นหารายร้าว วิธีการตรวจสอบโดยใช้ผงแม่เหล็กนี้จะใช้ได้กับเฉพาะวัตถุที่มีความเป็นแม่เหล็ก (Magnetic Materials) เท่านั้น และจะหาข้อบกพร่องได้เฉพาะที่ผิวและที่อยู่ใต้ผิวประมาณ 1-2 มิลลิเมตร

วิธีการตรวจสอบโดยใช้การดูดซึมสารเรืองแสง (Fluorescent Penetrant Inspection) เป็นวิธีการตรวจสอบหาข้อบกพร่องที่เปิดที่ผิวหน้าของชิ้นส่วน วิธีการคือ พ่นสารละลายเรืองแสงให้ทั่วผิวหน้างานที่จะตรวจสอบ จากนั้นขจัดสารละลายส่วนเกินที่อยู่บนผิวหน้างานออกไป แล้วใช้สารละลายสร้างภาพ (Delveloping) ซึ่งจะทำหน้าที่ดูดสารละลายเรืองแสงที่ซึมอยู่บริเวณรอยบกพร่องออกมา เมื่อใช้หลอดเรืองแสง (Blacklight) ฉายไป ส่วนที่เป็นข้อบกพร่องจะเรืองแสงสว่างเด่นชัดขึ้น

วิธีการตรวจสอบโดยใช้ภาพถ่ายรังสี (Radiographic Inspection) เป็นวิธีการใช้รังสีเอ็กซ์ไปกระทบกับฟิล์มรังสีเอ็กซ์ ซึ่งจะได้ภาพถ่ายของวัตถุที่สามารถมองเห็นข้อบกพร่องต่างๆ ที่อยู่ภายในวัตถุได้

วิธีการตรวจสอบโดยใช้คลื่นเสียงอุลตราโซนิค (Ultrasonic Inspection) เป็นวิธีการตรวจสอบหาข้อบกพร่องโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูง อาศัยหลักการสะท้อนกลับของคลื่นเสียง เมื่อคลื่นเสียงวิ่งไปชนข้อบกพร่อง (Defects) จะสะท้อนกลับไปยังเครื่องรับสัญญาณ ซึ่งการหาข้อบกพร่องจะใช้การอ่านลักษณะสัญญาณที่รับได้

วิธีการตรวจสอบโดยใช้กระแสไฟฟ้าไหลวน (Eddy Current Inspection) เป็นวิธีการที่ใช้หลักการเหนี่ยวนำไฟฟ้า คือ เมื่อนำขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าสลับเข้าใกล้ชิ้นส่วนทดสอบที่มีคุณสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้าจะเกิดการเหนี่ยวนำทางแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้เกิดกระแสไหลวนโดยรอบชิ้นที่ส่วนทดสอบ รอยร้าวตลอดจนรอยบกพร่องอื่น ๆจะเป็นตัวขัดขวางการไหลของกระแสมีผลกระทบต่อการกระจายของกระแสไหลวนตลอดจนขนาดของกระแสไหลวนด้วย

การตรวจสอบแบบไม่ทำลายของชิ้นส่วนเครื่องยนต์อากาศยานนั้นจะถูกกระทำโดยกองตรวจสอบแบบไม่ทำลาย ซึ่งเป็นหน่วยงานอิสระไม่ได้สังกัดภายใต้ฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน

3. กระบวนการเชื่อม (Welding Process)

เป็นกระบวนการที่เชื่อมประสานเนื้อวัตถุเข้าด้วยกันเป็นกระบวนการที่ใช้ในการซ่อมชิ้นส่วน โดยเฉพาะชิ้นส่วนเครื่องยนต์เทอร์โบแฟนมักเป็นพวกไททาเนียมอัลลอยด์ และ อลูมิเนียมอัลลอยด์

กระบวนการเชื่อมจะถูกทำที่หน่วยงานกระบวนการเชื่อม แผนกกระบวนการ 1 กองซ่อมฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน

4. กระบวนการคืนสภาพด้วยความร้อน (Heat Treating Process)

กระบวนการคืนสภาพด้วยความร้อน (Heat Treating) นั้นเป็นชื่อเรียกโดยทั่วไป (General Term) ของกระบวนการคืนสภาพด้วยความร้อนต่าง ๆ เช่น annealing, hardening, stress-relieving, normalizing, nitriding เป็นต้น ซึ่งกระบวนการเหล่านี้เป็นกระบวนการที่เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ (Physical Properties), คุณสมบัติทางกล(Mechanical Properties) และคุณสมบัติทางเคมี (Chemical Properties) ของโลหะ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เป็นผลมาจากทั้งการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างผลึก และส่วนประกอบทางเคมีของโลหะ โดยการควบคุมอุณหภูมิสูงสุด อัตราการเย็นตัว ชนิดของบรรยากาศทางเคมี (Chemical Atmosphere) และแฟคเตอร์อื่น ๆ ที่จำเป็น กระบวนการคืนสภาพด้วยความร้อนที่ต้องทำกับการซ่อมชิ้นส่วนเครื่องยนต์อากาศยานก็เพื่อให้คุณสมบัติทางกายภาพ, ทางกล และทางเคมี กลับเป็นเหมือนเดิมหลังจากที่ชิ้นส่วนเหล่านั้นถูกทำการซ่อมด้วยกระบวนการเชื่อม (Welding) หรือกระบวนการ Brazing

กระบวนการคืนสภาพด้วยความร้อนโดยทั่วไปจะถูกทำที่หน่วยงานกระบวนการเชื่อม แผนกกระบวนการ 1 กองซ่อม ฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน แต่ก็อาจทำที่หน่วยกระบวนการพอกผิวด้วยความร้อน หรือที่หน่วยงานชุบผิว ซึ่งอยู่ภายใต้แผนกกระบวนการ 1 กองซ่อมฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน

5. กระบวนการพอกผิวเนื้อโลหะด้วยความร้อน (Metal Spraying or Thermal Spraying Process)

เป็นกระบวนการที่ใช้ซ่อมหรือพอกผิวเนื้อโลหะเพื่อคืนสภาพพื้นผิวที่สึกหรอ หรือที่เสียหายเพื่อให้ได้ขนาดเดิมกลับคืนมาหรือเพื่อให้พื้นผิวนั้นมีอายุการใช้งานนานขึ้น โดยวิธีการที่ใช้ทั่วไปมีอยู่ 2 วิธี คือ Flame Spraying และ Plasma Arc Spraying

Flame Spraying จะใช้เครื่องมือ spray gun กับ oxyacetylene หรือ oxyhydrogen flame โดยเนื้อโลหะที่พ่นจะถูกป้อนเข้าสู่ spray gun ในรูปของเส้นลวด (wire) หรือในรูปของผงโลหะ (powder)

Plasma Arc Spraying จะใช้เครื่องมือ plasma spray gun โดยเนื้อโลหะที่ป้อนเข้า plasma spray gun จะต้องอยู่ในรูปผงโลหะ (powder) เท่านั้น

กระบวนการพอกผิวเนื้อโลหะด้วยความร้อนจะถูกกระทำที่หน่วยงานพอกผิวเนื้อโลหะด้วยความร้อน แผนกกระบวนการ 1 กองซ่อม ฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน

6. กระบวนการคืนสภาพผิว (Surface Treatment Process)

เป็นกระบวนการที่ใช้คืนสภาพผิวของชิ้นส่วน หรือปรับปรุงคุณภาพผิวของชิ้นส่วนที่ผ่านการใช้งานมาแล้วหรือผ่านกระบวนการซ่อมต่าง ๆ โดยเฉพาะกระบวนการที่ต้องมีการ Blend ผิวของชิ้นส่วน ซึ่งกระบวนการคืนสภาพผิวนี้จะทำให้ผิวของชิ้นส่วนนั้นเพิ่มความทนทานต่อ Stress Corrosion และ Cyclic Fatigue วิธีการของกระบวนการนี้คือใช้ Media พุ่งเข้าชนกับผิวของชิ้นงาน กระบวนการคืนสภาพผิวที่ใช้กับชิ้นส่วนเครื่องยนต์เทอร์โบแฟน ที่พบมี 3 กระบวนการหลัก ๆ คือ Shot Peening Process, Wet Abrasive Blast Surface Finishing, Dry Abrasive Blast Surface Finishing

Shot Peening Process นั้นจะใช้ Medias 3 รูปแบบคือ เม็ดโลหะ (Metal Shot) เช่น Cast Steel Shot เป็นต้น, เม็ดแก้ว (Glass Beads) หรือ เม็ดเซรามิค (Ceramic Beads)

Wet Abrasive Blast Surface Finishing จะใช้ Media คือ Aluminum Oxide ขนาด 120-150 grit และกระบวนการนี้จะเป็นแบบเปียก

Dry Abrasive Blast Surface Finishing ใช้ Media คือ Aluminum Oxide ขนาด 120-150 grit และเป็นกระบวนการแบบแห้ง

กระบวนการคืนสภาพผิวนี้จะถูกกระทำที่หน่วยงานทำความสะอาด แผนกกระบวนการ 1 กองซ่อม ฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน

7. กระบวนการชุบผิว (Plating Process)

กระบวนการชุบผิวเป็นกระบวนการที่นำโลหะหนึ่งมาเคลือบเป็นผิวบาง ๆ อยู่บนอีกโลหะหนึ่ง ด้วยกระบวนการทางกล, กระบวนการทางเคมี หรือ กระบวนการทางไฟฟ้า กระบวนการชุบผิวที่ใช้กับชิ้นส่วนเครื่องยนต์เทอร์โบแฟนที่พบ คือ Chrome Plating, Electroless Nickel Plating, Selective Contact Plating และ Silver Plating

กระบวนการชุบผิวนี้จะถูกกระทำที่ หน่วยงานกระบวนการชุบผิว แผนกกระบวนการ 1 กองซ่อมฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน

8. กระบวนการพอกผิว (Coating Process)

กระบวนการพอกผิวเป็นการนำเอาวัสดุมาเคลือบหรือมาพอกบนวัตถุหนึ่ง เช่น Urethane Elastomer Coating, การใช้สารติดเหนียว (Adhesive) ติดวัสดุหนึ่งบนชิ้นส่วนที่ต้องการ, การพ่นเคลือบชิ้นส่วนด้วยสารหล่อลื่น เป็นต้น กระบวนการพอกผิวนี้อาจถูกทำได้โดยหลายหน่วยงานโดยขึ้นอยู่กับความสะดวก เช่น อาจถูกทำที่หน่วยงานทำความสะอาด หรือกระทำโดยกองตรวจสอบก็ได้

9. กระบวนการแมชชีน (Maching Process)

เป็นกระบวนการที่ทำให้ชิ้นส่วนมีขนาดต่าง ๆ ตามที่ต้องการ เช่น กระบวนการกลึงในแนวตั้ง (Vertical) และแนวนอน (Horizontal) กระบวนการกัด (Milling) และกระบวนการเจียรนัย (Grinding) เป็นต้น

กระบวนการแมชชีนจะถูกกระทำที่หน่วยงานกระบวนการแมชชีน แผนกกระบวนการ 2 กองซ่อม ฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน

10. งานเบ็นช (Benchwork or Bench Repair)

งานเบ็นชเป็นงานทั่วไปที่ต้องใช้ทักษะกับเครื่องมือพวก Hand Tools ต่าง ๆ เช่น งานตกแต่งรอยเชื่อม, งานเจาะเล็ก ๆ, งานยิง Rivet, งานถอดใส่ Inserts แบบต่าง ๆ, งานถอดใส่ Shank Nut, งานถอดใส่ Studs แบบต่าง ๆ, งานถอดใส่ Anchor Nuts และ Wing Bolts เป็นต้น งานเบ็นชนี้จะถูกกระทำที่หน่วยงานกระบวนการเบ็นช แผนกกระบวนการ 2 กองซ่อมฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน

<u>เวลาของกระบวนการซ่อม</u>

เนื่องจากการวิจัยนี้เป็นการทำล่วงหน้าก่อนที่การซ่อมจริงจะเกิดขึ้น แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ ซี เอฟ 6-80 และกระบวนการซ่อมชิ้นส่วน พบว่า กระบวนการซ่อมนั้นเหมือนกับกระบวนการซ่อมชิ้นส่วนเครื่องยนต์ ซี เอฟ 6-50 เนื่องมาจากเครื่องยนต์ ซี เอฟ 6-80 นั้นเป็นเครื่องยนต์ที่พัฒนา ต่อเนื่องจากเครื่องยนต์ ซี เอฟ 6-50 ดังนั้นการหาเวลาของกระบวนการซ่อมชิ้นส่วนเครื่องยนต์ ซี เอฟ 6-80 จะใช้หลักเกณฑ์ ดังนี้

1. ในกรณีที่คู่มือเครื่องยนต์เทอร์โบแฟน ซี เอฟ 6-80 ซี 2 (CF6-80C2 Engine Manual) หรือ คู่มือมาตรฐานกระบวนการซ่อม (GE Commercial Standard Practices) ของจีอีระบุเวลาของกระบวนการนั้น จะใช้เวลาตามที่กำหนดในคู่มือบวกเวลาเผื่อจากประสบการณ์ทำงานจริงของแต่ละกระบวนการ ดังจะแสดงตัวอย่าง 3.2.4

ตัวอย่างที่ 3.2.4 แสดงการหาเวลากระบวนการซ่อมของกระบวนการอบ (Bake) ในบทการซ่อมที่ 72-31-03 REP005 ซึ่งเป็นวิธีการเปลี่ยนสารหล่อลื่นที่เคลือบที่ฐานของชิ้นส่วนที่มีชื่อว่า HPC Blade Stage 3-14 ในคู่มือเครื่องยนต์ ซี เอฟ 6-80 ซี 2 กำหนดไว้ว่า กระบวนการอบ (Bake) ให้อบที่อุณหภูมิ 191-218 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 $\pm$ 30 นาที

แต่จากประสบการณ์ทำงานพบว่า เวลาที่นำชิ้นส่วนเข้าเตาอบและเวลาที่เตาอบจะทำอุณหภูมิถึงตามที่กำหนดใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง เวลาอบที่อุณหภูมิที่กำหนดที่ดีที่สุดคือที่ 90 นาที หรือ 1.5 ชั่วโมง และเวลาที่ปล่อยให้ชิ้นส่วนเย็นลงถึงอุณหภูมิห้องจนเอาออกจากเตาได้ เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง โดยการอบแต่ละครั้งต้องอบครั้งละ 375 ใบ ดังนั้น เวลาการอบต่อใบในกระบวนการซ่อมนี้ = (2+1.5+1.5)/375 = 0.013 ชม

2. ในกรณีที่คู่มือของบริษัทผู้ผลิตไม่ได้กำหนดเวลามาให้ จะใช้เวลามาตรฐานของกระบวนการที่เหมือนกันของการซ่อมชิ้นส่วนเครื่องยนต์ ซีเอฟ 6-50 ที่ระบุอยู่ในคู่มือเวลามาตรฐานการทำงานที่จัดทำโดยกองวางแผนฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน

3.3 <u>การศึกษาต้นทุนการซ่อม</u>

ในการศึกษาต้นทุนการซ่อมในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะศึกษาเฉพาะในส่วนของต้นทุนการซ่อม (Repairing Cost) ในฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยานเท่านั้น ซึ่งต้นทุนการซ่อม (Repairing Cost) นั้น จะประกอบไปด้วย ต้นทุนวัสดุและส่วนประกอบ (Material & Parts Component Cost) ต้นทุนค่าแรงงานทางตรง (Direct Labour Cost) และต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ย (Overhead Cost) โดยข้อมูลรายจ่ายทั้งหมดที่นำมาคิดต้นทุนนั้นเป็นของช่วงปีงบประมาณ พ.ศ. 2536 - 2537 (ตุลาคม พ.ศ. 2536 - กันยายน พ.ศ. 2537)

การจัดสายงานในฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยานนั้น จากรูปที่ 5 จะเห็นว่า สายงานหลักนั้นมีอยู่ 3 กอง คือ กองซ่อม กองตรวจสอบ และกองถอดประกอบ ซึ่งจากการวิเคราะห์การทำงานนั้น กองซ่อมจะทำการซ่อมชิ้นส่วนต่างๆ ที่ถูกถอดออกมา กองตรวจสอบจะมีหน้าที่ในการตรวจสอบชิ้นส่วนต่างๆ และทำการซ่อมในบางกระบวนการซ่อม ส่วนกองถอดประกอบ จะทำหน้าที่ถอดและประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ซึ่งจะเห็นว่าสายงานหลักที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนการซ่อมจะมีเพียงกองซ่อมและกองตรวจสอบเท่านั้น และนอกจากนี้แล้วยังมีอีกหน่วยงาน คือ กองตรวจสอบแบบไม่ทำลาย ซึ่งไม่ได้สังกัดภายใต้ฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน แต่ทำหน้าที่เป็นหน่วยงานหลักในกระบวนการซ่อมชิ้นส่วนเครื่องยนต์ด้วย คือในส่วนของขั้นตอนการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย (Non Destructive Testing) ดังนั้นการหาต้นทุนการซ่อม จะอยู่ที่หน่วยงาน 3 หน่วยคือ

- กองซ่อม
- กองตรวจสอบ
- กองตรวจสอบแบบไม่ทำลาย

หน่วยของต้นทุนที่ใช้จะใช้ บาท/ชั่วโมงแรงงานทางตรง เพราะกระบวนการซ่อมจะขึ้นอยู่กับชั่วโมงแรงงานทางตรงเป็นหลัก

I20503656

3.3.1 ต้นทุนวัสดุและส่วนประกอบ (Material & Parts Component Cost)

ต้นทุนวัสดุและส่วนประกอบของการซ่อมนั้นจะมีเฉพาะในบางกระบวนการซ่อมเท่านั้น คือ กระบวนการซ่อมที่ต้องมีการเปลี่ยนทดแทนในส่วนประกอบของชิ้นส่วน เช่น การซ่อมชิ้นส่วนที่มีชื่อว่า Stage 1 HPT Borescope Plug ตามคู่มือการซ่อมเครื่องยนต์เทอร์โบแฟนซีเอฟ 6-80 ซี 2 ของบริษัทผู้ผลิต (G.E. CF6-80 C2 Engine Manual) บทการซ่อมที่ 72-34-20 Repair 001 จะต้องมีการเปลี่ยนส่วนประกอบที่มีชื่อว่า Retaining Ring จำนวน 1 ชิ้น ดังนั้นวัสดุและส่วนประกอบของการซ่อมชิ้นส่วนนี้ คือ Retaining Ring จำนวน 1 ชิ้น

ส่วนในกระบวนการซ่อม ที่ไม่ต้องมีการเปลี่ยนทดแทนในส่วนประกอบของชิ้นส่วนจะไม่มีต้นทุนวัสดุและส่วนประกอบในกระบวนการซ่อมนั้น

3.3.2 ต้นทุนค่าแรงงานทางตรง (Direct Lobour Cost)

ข้อมูลซึงนำมาคำนวณต้นทุนค่าแรงทางตรง มีดังนี้

- จำนวนวันทำงานใน 1 ปี หักวันหยุดเสาร์ - อาทิตย์ (104 วัน) และวันหยุดประเพณีตามระเบียบบริษัท (17 วัน) มีจำนวน 244 วัน
- เวลาปฏิบัติงานปกติวันละ 8 ชั่วโมง (เริ่มงาน 8.00 น. เลิกงาน 17.00 น.)
- จำนวนวันขาดงานทุกประเภท (ลากิจ, ลาป่วย, พักร้อน, วันฝึกอบรม, วันที่ปฏิบัติงานนอกบริษัท ฯลฯ) ของแต่ละแผนกได้จากฝ่ายบุคคล
- ประสิทธิภาพการใช้แรงงานทางตรง ได้จากการประเมินสภาพการทำงานเป็นจริงของฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน โดยดูจากเวลาเริ่มทำงานจริง เวลาพักที่เป็นจริง เวลาเลิกทำงานที่เป็นจริงและจากการสุ่มตัวอย่าง พบว่า ใน 1 วัน คิดเวลาทำงานต่อคน เป็น 5 ชั่วโมง หรือคิดเป็นประสิทธิภาพการใช้แรงงานทางตรงเท่ากับ 62.50 เปอร์เซ็นต์
- จำนวนชั่วโมงแรงงานทางตรงในระดับปกติใน 1 ปี ของแต่ละแผนกจะคำนวณได้จาก [(จำนวนวันทำงานใน 1 ปี x จำนวนแรงงานทางตรง x 8) - (จำนวนวันขาดงานทุกประเภท x 8)] x ประสิทธิภาพการใช้แรงงานทางตรง
- ข้อมูลค่าใช้จ่ายแรงงานทางตรง ได้จากบัญชีการจ่ายเงินในส่วนของแรงงานทางตรงในแต่ละแผนก

ดังนั้น ต้นทุนแรงงานทางตรงของแต่ละแผนกคำนวณได้จาก
จำนวนเงินที่จ่ายให้แรงงานทางตรงใน 1 ปี หารด้วยจำนวนชั่วโมงแรงงานทางตรงระดับปกติใน 1 ปี หน่วยเป็นบาทต่อชั่วโมงแรงงานทางตรง

3.3.2.1 ต้นทุนแรงงานทางตรงของกองซ่อม

จำนวนแรงงานทางตรงของกองซ่อมมีทั้งหมด 77 คน

ดังนั้น จำนวนชั่วโมงแรงงานทางตรงที่พอปฏิบัติได้ใน 1 ปี

= 77 x 244 x 8 = 150,304 ชม.แรงงานทางตรง

จำนวนวันลาทุกประเภท, วันฝึกอบรม และวันทำงานภายนอกบริษัท ใน 1 ปี มีจำนวนทั้งหมด 1,879 วัน หรือคิดเป็น 15,032 ชม.แรงงานทางตรง

จำนวนชั่วโมงที่มาทำงานของแรงงานทางตรงใน 1 ปี

= 150,304 - 15,032 = 135,272 ชม.แรงงานทางตรง

จำนวนชั่วโมงแรงงานทางตรงระดับปกติใน 1 ปี

= 135,272 x 0.625 = 84,545 ชม.แรงงานทางตรง

จากบัญชีรายจ่ายของกองซ่อมจำนวนเงินที่จ่ายให้แรงงานทางตรงใน 1 ปี มีจำนวน 13,763,745 บาท

ดังนั้นต้นทุนแรงงานทางตรง = 13,763,745 / 84,545

= 162.80 บาท/ชม.แรงงานทางตรง

3.3.2.2 ต้นทุนแรงงานทางตรงของกองตรวจสอบ

จำนวนแรงงานทางตรงของกองตรวจสอบมีทั้งหมด 58 คน

ดังนั้น จำนวนชั่วโมงแรงงานทางตรงที่พอปฏิบัติได้ใน 1 ปี

= 58 x 244 x 8 = 113,216 ชม.แรงงานทางตรง

จำนวนวันลาทุกประเภท, วันฝึกอบรม และวันทำงานภายนอกบริษัทใน 1 ปี มีจำนวนทั้งหมด 1,698 วัน หรือ คิดเป็น 13,584 ชม.แรงงานทางตรง

จำนวนชั่วโมงทำงานที่มาทำงานของแรงงานทางตรงใน 1 ปี

= 113,216 - 13,584 = 99,632 ชม.แรงงานทางตรง

จำนวนชั่วโมงแรงงานทางตรงระดับปกติใน 1 ปี

= 99,632 x 0.625 = 62,270 ชม.แรงงานทางตรง

จากบัญชีรายจ่ายของกองตรวจสอบจำนวนเงินที่จ่ายให้แรงงานทางตรงใน 1 ปี มีจำนวน 15,680,992 บาท

ดังนั้นต้นทุนแรงงานทางตรง = 15,680,992 / 62,270

= 251.82บาท/ชม.แรงงานทางตรง

3.3.2.3 ต้นทุนแรงงานทางตรงของกองตรวจสอบแบบไม่ทำลาย

จำนวนแรงงานทางตรงของกองตรวจสอบแบบไม่ทำลาย มีทั้งหมด 27 คน

ดังนั้น จำนวนชั่วโมงแรงงานทางตรงที่พอปฏิบัติได้ใน 1 ปี

= 27 x 244 x 8 = 52,704 ชม.แรงงานทางตรง

จำนวนวันลาทุกประเภท, วันฝึกอบรม, และวันทำงานภายนอกบริษัทใน 1 ปี มีจำนวนทั้งหมด 824 วัน คือคิดเป็น 6,592 ชม.แรงงานทางตรง

จำนวนชั่วโมงทำงานที่มาทำงานของแรงงานทางตรงใน 1 ปี

= 52,704 - 6,592 = 46,112 ชม.แรงงานทางตรง

จำนวนชั่วโมงแรงงานทางตรงระดับปกติใน 1 ปี

= 46,112 x 0.625 = 28,820 ชม.แรงงานทางตรง

จากบัญชีรายจ่ายของกองตรวจสอบแบบไม่ทำลายจำนวนเงินที่จ่ายให้แรงงานทางตรงใน 1 ปี มีจำนวน 7,475,761 บาท

ดังนั้น ต้นทุนแรงงานทางตรง = 7,475,761 / 28,820

= 259.39 บาท/ชม.แรงงานทางตรง

3.3.3 ต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ย (Overhead Cost)

การเก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายโสหุ้ยทั้งหมดได้มาจากฝ่ายบัญชีส่วนกลาง ซึ่งมีการรวบรวมค่าใช้จ่ายและแยกประเภทของค่าใช้จ่ายไว้ และแยกค่าใช้จ่ายของแต่ละแผนกไว้ด้วย ดังนั้นการรวบรวมข้อมูลจะแยกหัวข้อกลุ่มของค่าใช้จ่ายโสหุ้ยคงที่ และกลุ่มของค่าใช้จ่ายโสหุ้ยแปรผัน

ตัวอย่างกลุ่มของค่าใช้จ่ายโสหุ้ยคงที่

- เงินเดือนผู้จัดการ
- ค่าเช่าเครื่องมือและอุปกรณ์
- ค่าเช่าอุปกรณ์สำนักงาน
- ค่าเครื่องแต่งกาย
- ค่ารักษาพยาบาล
- ค่าเล่าเรียนบุตร
- ค่าอุปกรณ์สำนักงาน
- ค่าเสื่อมราคา
- ฯลฯ

ตัวอย่างกลุ่มของค่าใช้จ่ายโสหุ้ยแปรผัน

- ค่าแรงทางอ้อม
- ค่าวัสดุสิ้นเปลือง
- ค่าไฟฟ้า
- ค่าน้ำประปา
- ฯลฯ

ค่าเสื่อมราคา ซึ่งอยู่ในส่วนของค่าใช้จ่ายโสหุ้ยคงที่นั้นได้จากบัญชีทรัพย์สิน ซึ่งมีแยกไว้สำหรับแต่ละแผนก

การปันส่วนต้นทุนที่มาจากแผนกสายงานสนับสนุน

สายงานสนับสนุนจะมีการปันส่วนต้นทุนดังต่อไปนี้

สำนักงานผู้อำนวยการฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน จะเป็นส่วนต้นทุนไปยังกองต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์การปันส่วนต้นทุนตามจำนวนคนทั้งหมดในแต่ละกองได้ดังนี้

กองที่ได้รับการปันส่วน	จำนวนคน	เปอร์เซ็นต์ที่ได้รับการปันส่วน
กองวางแผน	35	10.06
กองวิศวกรรม	28	8.05
กองเครื่องมือ	20	5.75
กองถอดประกอบเครื่องยนต์	113	32.47
กองตรวจสอบ	63	18.1
กองซ่อม	89	25.57

ตารางที่ 8 แสดงการปันส่วนของสำนักงานผู้อำนวยการฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน

ที่มา : จากการรวบรวมของผู้วิจัย

กองวางแผนจะปันส่วนต้นทุนไปยังกองต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์การปันส่วนต้นทุนตามสัดส่วนปริมาณใบสั่งงาน ได้ดังนี้

กองที่ได้รับการปันส่วน	ปริมาณใบสั่งงาน	เปอร์เซ็นต์ที่ได้รับการปันส่วน
กองซ่อม	5,359	42.49
กองถอดประกอบเครื่องยนต์	1,363	10.81
กองตรวจสอบ	5,889	46.7

ตารางที่ 9 แสดงการปันส่วนของกองวางแผน

ที่มา : จากการรวบรวมของผู้วิจัย

กองวิศวกรรมจะปันส่วนต้นทุนไปยังกองต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์การปันส่วนต้นทุนตามสัดส่วนปริมาณจำนวนงานที่ต้องไปแก้ไขหรือสนับสนุนในแต่ละกองได้ดังนี้

กองที่ได้รับการปันส่วน	จำนวนงาน	เปอร์เซ็นต์ที่ได้รับการปันส่วน
กองซ่อม	238	17.6
กองถอดประกอบเครื่องยนต์	387	28.62
กองตรวจสอบ	435	32.17
กองวางแผน	151	11.17
กองเครื่องมือ	141	10.43

ตารางที่ 10 แสดงการปันส่วนของกองวิศวกรรม
ที่มา : จากการรวบรวมของผู้วิจัย

กองเครื่องมือจะปันส่วนต้นทุนไปยังกองต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์การปันส่วนต้นทุนตามสัดส่วนปริมาณเครื่องจักร, เครื่องมือ ได้ดังนี้

กองที่ได้รับการปันส่วน	ปริมาณเครื่องมือ, เครื่องจักร	เปอร์เซ็นต์ที่ได้รับการปันส่วน
กองซ่อม	591	27.07
กองถอดประกอบเครื่องยนต์	1,338	61.29
กองตรวจสอบ	254	11.64

ตารางที่ 11 แสดงการปันส่วนของกองเครื่องมือ
ที่มา : จากการรวบรวมของผู้วิจัย

กองตรวจสอบจะปันส่วนต้นทุนไปยังกองต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์การปันส่วนต้นทุนตามสัดส่วนปริมาณชั่วโมงการทำงานที่สนับสนุนได้ดังนี้

กองที่ได้รับการปันส่วน	ปริมาณ ชม.งานที่สนับสนุน	เปอร์เซ็นต์ที่ได้รับการปันส่วน
กองซ่อม	51,237	54.73
กองถอดประกอบเครื่องยนต์	42,378	45.27

ตารางที่ 12 แสดงการปันส่วนของกองตรวจสอบ

ที่มา : จากการรวบรวมของผู้วิจัย

กองตรวจสอบแบบไม่ทำลายจะปันส่วนต้นทุนไปยังกองตรวจสอบ โดยใช้เกณฑ์การปันส่วนต้นทุนตามปริมาณชั่วโมงการทำงานที่สนับสนุนได้ดังนี้

กองที่ได้รับการปันส่วน	ปริมาณ ชม.งานที่สนับสนุน	เปอร์เซ็นต์ที่ได้รับการปันส่วน
กองตรวจสอบ	14,616	37.09
กองอื่น ๆ ที่อยู่นอกฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน	24,796	62.91

ตารางที่ 13 แสดงการปันส่วนของกองตรวจสอบแบบไม่ทำลาย

ที่มา : จากการรวบรวมของผู้วิจัย

ดังนั้นจะหาค่าใช้จ่ายของกองสายงานสนับสนุน และต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของกองสายงานหลักได้ดังนี้

3.3.3.1 ต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของสายงานสนับสนุน

- ค่าใช้จ่ายของสำนักงานผู้อำนวยการฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน

จากข้อมูลที่ได้จากฝ่ายบัญชีได้ผลการคำนวณดังนี้ (แสดงในตารางที่ 15)

ค่าใช้จ่ายแปรผันรวม	384,874	บาท
ค่าใช้จ่ายคงที่รวม	4,187,455	บาท
รวม	4,572,329	บาท

- ค่าใช้จ่ายของกองวิศวกรรม

จากข้อมูลที่ได้จากฝ่ายบัญชี ได้ผลการคำนวณดังนี้ (แสดงในตารางที่ 16)

ค่าใช้จ่ายแปรผันรวม	6,024,261	บาท
ค่าใช้จ่ายคงที่รวม	5,026,074	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ปันส่วนมาจากสำนักงานผู้อำนวยการฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน	368,072	บาท
รวม	11,418,407	บาท

- ค่าใช้จ่ายของกองเครื่องมือ

จากข้อมูลที่ได้จากฝ่ายบัญชีได้ผลการคำนวณดังนี้ (แสดงในตารางที่ 17)

ค่าใช้จ่ายแปรผันรวม	3,684,346	บาท
ค่าใช้จ่ายคงที่รวม	5,929,075	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ปันส่วนมาจากสำนักงานผู้อำนวยการฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน	262,909	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ปันส่วนมาจากกองวิศวกรรม	1,190,825	บาท
รวม	11,067,155	บาท

- ค่าใช้จ่ายของกองวางแผน

จากข้อมูลที่ได้จากฝ่ายบัญชีได้ผลการคำนวณดังนี้ (แสดงในตารางที่ 18)

ค่าใช้จ่ายแปรผันรวม	5,932,544	บาท
ค่าใช้จ่ายคงที่รวม	4,996,626	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ปันส่วนมาจากสำนักงานผู้อำนวยการฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน	459,976	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ปันส่วนมาจากกองวิศวกรรม	1,275,281	บาท
รวม	12,664,427	บาท

3.3.3.2 ต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของสายงานหลักในการซ่อมชิ้นส่วน

- ต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของกองตรวจสอบแบบไม่ทำลาย (แสดงในตารางที่ 20)

ค่าใช้จ่ายแปรผันรวม	2,672,120	บาท
ค่าใช้จ่ายคงที่รวม	5,699,286	บาท
รวมค่าใช้จ่ายโสหุ้ย	8,371,406	บาท

จำนวนแรงงานทางตรงในระดับปกติใน 1 ปี มีจำนวน 28,820 ชม.แรงงานทางตรง

ดังนั้น ต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของกองตรวจสอบแบบไม่ทำลาย

= 8,371,406 / 28,820 = 290.47 บาท/ชม.แรงงานทางตรง

- ต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยกองตรวจสอบ (แสดงในตารางที่ 19)

ค่าใช้จ่ายแปรผันรวม	8,297,298	บาท
ค่าใช้จ่ายคงที่รวม	6,379,544	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ปันส่วนมาจากสำนักงาน ผู้อำนวยการฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน	827,592	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ปันส่วนมาจากกองวางแผน	5,913,949	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ปันส่วนมาจากกองวิศวกรรม	3,673,822	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ปันส่วนมาจากกองเครื่องมือ	1,287,704	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ปันส่วนมาจากกองตรวจสอบแบบไม่ทำลาย	3,104,549	บาท
รวมค่าใช้จ่ายโสหุ้ย	29,484,457	บาท

จำนวนแรงงานทางตรงในระดับปกติใน 1 ปี มีจำนวน 62,270 ชม.แรงงานทางตรง

ดังนั้น ต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของกองตรวจสอบ = 29,484,457 / 62,270

= 473.49 บาท/ชม.แรงงานทางตรง

- ต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของกองซ่อม (แสดงในตารางที่ 21)

ค่าใช้จ่ายแปรผันรวม	9,314,927	บาท
ค่าใช้จ่ายคงที่รวม	28,553,371	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ปันส่วนมาจากสำนักงานผู้อำนวยการฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน	1,169,145	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ปันส่วนมาจากกองวางแผน	5,381,704	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ปันส่วนมาจากกองวิศวกรรม	2,010,045	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ปันส่วนมาจากกองเครื่องมือ	2,996,193	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ปันส่วนมาจากกองตรวจสอบ	13,347,138	บาท

รวมค่าใช้จ่ายโสหุ้ย 62,772,522 บาท

จำนวนแรงงานทางตรงในระดับปกติใน 1 ปี มีจำนวน 84,545 ชม. แรงงานทางตรง

ดังนั้น ต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของกองซ่อม = 62,772,522 / 84,545

= 742.47 บาท/ชม. แรงงานทางตรง

เนื่องจากกองซ่อมนั้นจะแบ่งออกเป็น 2 แผนก คือ แผนกกระบวนการ 1 และแผนกกระบวนการ 2 ซึ่งทั้ง 2 แผนกนี้จะแบ่งเป็นหน่วยงานย่อย อีก 8 หน่วยตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อโครงสร้างองค์กร ซึ่งต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของกองซ่อมจะกระจายไปตามหน่วยงานย่อยต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์แบ่งตามมูลค่าเครื่องจักร ซึ่งมูลค่าเครื่องจักรของแต่ละหน่วยงานย่อยต่าง ๆ ในกองซ่อมแสดงได้ดังนี้

หน่วยงาน	มูลค่าเครื่องจักร (บาท)	เปอร์เซ็นของมูลค่าเครื่องจักร
กระบวนการทำความสะอาด	25,608,200	12.80
กระบวนการชุบผิว	38,516,354	19.26
กระบวนการพอกผิวด้วยความร้อน	17,655,558	8.83
กระบวนการเชื่อม	19,406,695	9.70
งานเบ็นช	1,716,465	0.86
ซ่อมอุปกรณ์ส่วนควบ	1,668,557	0.83
ซ่อมอุปกรณ์ไฟฟ้า	614,522	0.31
กระบวนการแมชชีน	94,842,334	47.41
รวม	200,028,685	100

ตารางที่ 14 แสดงการปันส่วนไปยังหน่วยงานย่อยในกองซ่อม

ที่มา : จากการรวบรวมของผู้วิจัย

OH COST ของสำนักงานผู้อำนวยการฝ่ายซ่อมเครื่องยนต์ (MN)		
Var OH	COST	REMARKS
1.INDL Var	378,000	
2.5909 Other Materials	730	
3.7223 Repair Of Inventory	6,144	
Total Var OH	384,874	
Fix OH	COST	
1.INDL Cost Fix	1,402,770	
2.4102 Welfare Fee	280,800	
3.4304 Transportation Allowance	127,200	
4.4305 Children & Spouse Allowance	1,200	
5.4307 License Allowance	36,000	
6.4404 Vacation Compensation	21,701	
7.4601 Pension Premium	83,736	
8.4602 Provident Fund	78,762	
9.4902 Medical Expense	8,477	
10.4903 School Expense	5,400	
11.4909 Other Personnel Expense	374	
125711 Investment (UND THB3000)	600	
13.5900 Stationery Expense	39	
14.7111 Tel	40,283	
15.7251 Service For Admin Fee	2,302,300	
16.7254 Rent Of Office Machine	111,911	
17.7522 Service Journey Per Diem	300	
18.7600 Entertainment	7,170	
197999 Miscellaneous Expenses	675	
20.8971 Prior Year Expense ADJ	-601,843	
21.DEPRE	279,600	
Total Fix OH	4,187,455	
TOTAL FIX OH + VAR OH	4,572,329	
Allocated Cost To MR, ME, MH, MT, MI, MK		
เกณฑ์ในการ Allocated ตามสัดส่วนจำนวนคนทั้งหมดในแต่ละแผนก		
ปันส่วนไปยังกองซ่อม (MR) 25.57%	1,169,145	
ปันส่วนไปยังกองถอดประกอบเครื่องยนต์ (ME) 32.47%	1,484,635	
ปันส่วนไปยังกองวิศวกรรม (MH) 8.05%	368,072	
ปันส่วนไปยังกองวางแผน (MT) 10.06%	459,976	
ปันส่วนไปยังกองตรวจสอบ (MI) 18.10%	827,592	
ปันส่วนไปยังกองเครื่องมือ (MK) 5.75%	262,909	
TOTAL OH	4,572,329	

ตารางที่ 15 แสดงการคำนวณค่าใช้จ่ายของสำนักงานผู้อำนวยการฝ่ายซ่อมเครื่องยนต์

ที่มา : จากบริษัทการบินไทยจำกัด และจากการคำนวณของผู้วิจัย

OH COST ของกองวิศวกรรม (MH)		
Var OH	COST	REMARKS
1.INDL Var	5,881,131	
2.4201 Overtime Pay	110,015	
3.5909 Other Materials	15,662	
4.7223 Repair Of Inventory	16,328	
5.7523 TRNP For Night Duty	1,125	
Total Var OH	6,024,261	
Fix OH	COST	
1.INDL Cost Fix	882,000	
2.4102 Welfare Fee	1,087,775	
3.4303 Acoimatization Allowance	4,000	
4.4304 Transportation Allowance	79,380	
5.4305 Children & Spouse Allowance	4,100	
6.4307 License Allowance	39,000	
7.4404 Vacation Compensation	19,428	
8.4601 Pension Premium	450,585	
9.4602 Provident Fund	193,001	
10.4701 Courses	975,751	
11.4901 Uniforms & Overalls	13,855	
12.4902 Medical Expense	48,502	
13.4903 School Expense	11,065	
14.4909 Other Personnel Expense	4,486	
15.5900 Stationery Expense	9,350	
16.5902 Newspaper, MGZ, Book	3,625	
17.7251 Service For Adimin Fee	505	
18.7522 Service Journey Per Diem	399,864	
19.8971 Prior Year Expence ADJ	32,307	
20.DEPRE	767,489	
Total Fix OH	5,026,074	
Total Fix + Var OH	11,050,335	
Allocated Cost From Other Funotion		
1. สำนักงานผู้อำนวยการ (MN)	368,072	
TOTAL OH	11,418,407	
Allocated Cost To MR, ME, MT, MI, MK		
เกณฑ์ในการ Allocated - ตามสัดส่วนจำนวนงานที่ต้องไปแก้ไขในแต่ละแผนก		
ปันส่วนไปยังกองซ่อม (MR) 17.60%	2,010,045	
ปันส่วนไปยังกองถอดประกอบเครื่องยนต์ (ME) 28.62%	3,268,435	
ปันส่วนไปยังกองวางแผน (MT) 11.17%	1,275,281	
ปันส่วนไปยังกองตรวจสอบ (MI) 32.17%	3,673,822	
ปันส่วนไปยังกองเครื่องมือ (MK) 10.43%	1,190,825	
TOTAL OH	11,418,407	

ตารางที่ 16 แสดงการคำนวณค่าใช้จ่ายของกองวิศวกรรม

ที่มา : จากบริษัทการบินไทย จำกัด และจากการคำนวณของผู้วิจัย

OH COST ของกองเครื่องมือ (MK) บาท		
Var OH	COST	REMARKS
1.INDL Var	2,527,548	
2.4201 Overtime Pay	557,017	
3.7201 Repair Of ACFT SVCNG EQPT	417	
4.7223 Repair Of Inventory	456,723	
5.5710 Tools	75,120	
6.5909 Other Materials	61,296	
7.7523 TRNP For Night Duty	6,225	
Total Var OH	3,684,346	
Fix OH	COST	
1.INDL Cost Fix	1,386,000	
2.4102 Welfare Fee	745,003	
3.4304 Transportation Allowance	105,897	
4.4305 Children & Spouse Allowance	6,000	
5.4307 License Allowance	52,775	
6.4401 Special Compensation	247,890	
7.4404 Vacation Compensation	107,829	
8.4601 Pension Premium	331,830	
9.4602 Provident Fund	57,966	
10.4901 Uniforms & Overalls	24,941	
11.4902 Medical Expense	67,260	
12.4903 School Expense	16,245	
13.4909 Other Personnel Expense	4,486	
14.4909 Stationery Expense	5,771	
15.8971 Prior Year Expense ADJ	748	
16.DEPRE	2,768,434	
Total Fix OH	5,929,075	
Total Fix + Var OH	9,613,421	
Allocated Cost From Other Function		
1. สำนักงานผู้อำนวยการ (MN)	262,909	
2. กองวิศวกรรม (MH)	1,190,825	
Total Allocated Cost	1,453,734	
TOTAL OH	11,067,155	
Allocated Cost To MR, ME, MI		
เกณฑ์ในการ Allocated – ตามสัดส่วนจำนวนเครื่องจักร, เครื่องมือ MR : ME : MI		
ปันส่วนไปยังกองซ่อม (MR) 27.07%	2,996,193	
ปันส่วนไปยังกองถอดประกอบเครื่องยนต์ (ME) 61.29%	6,783,259	
ปันส่วนไปยังกองตรวจสอบ (MI) 11.64%	1,287,704	
TOTAL OH	11,067,155	

ตารางที่ 17 แสดงการคำนวณค่าใช้จ่ายของกองเครื่องมือ

ที่มา : จากบริษัทการบินไทย จำกัด และจากการคำนวณของผู้วิจัย

OH COST ของกองวางแผน (MT) (บาท)		
Var OH	COST	REMARKS
1.INDL Var	5,372,753	
2.4201 Overtime Pay	291,927	
3.5710 Tools	63,778	
4.5909 Other Materials	174,436	
5.7223 Repair Of Inventory	29,350	
6.7523 TRNP For Night Duty	300	
Total Var OH	5,932,544	
Fix OH	COST	
1.INDL Cost Fix	1,776,600	
2.4102 Welfare Fee	1,095,071	
3.4304 Transportation Allowance	149,340	
4.4305 Children & Spouse Allowance	9,550	
5.4404 Vacation Compensation	9,893	
6.4601 Pension Premium	859,367	
7.4602 Provident Fund	38,796	
8.4901 Uniforms & Overalls	13,100	
9.4902 Medical Expense	131,954	
10.4903 School Expense	44,055	
11.4909 Other Personnel Expense	5,981	
12.5900 Stationery Expense	179,349	
13.7111 Tel	10,749	
14.7253 Rent Of Tool & Tech EQPT	7,016	
15.7254 Rent Of Office Machine	1,447	
16.7522 Service Journey Per Diem	105,589	
17.7600 Entertainment	1,458	
18.8971 Prior Year Expense ADJ	62,672	
19.DEPRE	694,659	
Total Fix OH	4,996,626	
Total Fix + Var OH	10,929,170	
Allocated Cost From Other Function		
1. สำนักงานผู้อำนวยการ (MN)	459,976	
2. กองวิศวกรรม (MH)	1,275,281	
Total Allocated Cost	1,735,257	
TOTAL OH	12,664,427	
Allocated Cost To MR, ME, MI		
เกณฑ์ในการ Allocated - ตามสัดส่วนจำนวนใบสั่งงาน MR : ME : MI		
ปันส่วนไปยังกองซ่อม (MR) 42.49%	5,381,704	
ปันส่วนไปยังกองถอดประกอบเครื่องยนต์ (ME) 10.81%	1,368,774	
ปันส่วนไปยังกองตรวจสอบ (MI) 46.70%	5,913,949	
TOTAL OH	12,664,427	

ตารางที่ 18 แสดงการคำนวณค่าใช้จ่ายของกองวางแผน

ที่มา : จากบริษัทการบินไทยจำกัด และ จากการคำนวณของผู้วิจัย

ค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของกองตรวจสอบ (MI) (บาท)		
Var OH	COST	REMARKS
1.INDL Var	1,064,626	
2.4201 Overtime Pay	6,938,419	
3.5710 Tools	152,516	
4.5909 Other Materials	19,955	
5.7223 Repair Of Inventory	86,457	
6.7523 TRNP For Night Duty	35,325	
Total Var OH	8,297,298	
Fix OH	COST	
1.INDL Cost Fix	436,800	
2.4102 Welfare Fee	2,475,431	
3.4304 Transportation Allowance	64,805	
4.4305 Children & Spouse Allowance	37,600	
5.4307 License Allowance	36,000	
6.4401 Special Compensation	95,141	
7.4404 Vacation Compensation	166,472	
8.4601 Pension Premium	780,368	
9.4602 Provident Fund	715,599	
10.4901 Uniforms & Overalls	82,758	
11.4902 Medical Expense	285,010	
12.4903 School Expense	154,650	
13.4909 Other Personnel Expense	14,215	
14.5711 Investment (UND THB3000)	3,600	
15.5900 Stationery Expense	57,537	
16.7253 Rent Of Tool & Tech EQPT	8,328	
17.7522 Service Journey Per Diem	36,235	
18.7999 Miscellaneous Expenses	810	
19.8971 Prior Year Expense ADJ	77,595	
20.DEPRE	850,590	
Total Fix OH	6,379,544	
Total Fix + Var OH	14,676,842	
Allocated Cost From Other Funotion		
1. สำนักงานผู้อำนวยการ (MN)	827,592	
2. กองวางแผน (MT)	5,913,949	
3. กองวิศวกรรม (MH)	3,673,822	
4. กองเครื่องมือ (MK)	1,287,704	
5. กองตรวจสอบแบบไม่ทำลาย (MCT)	3,104,549	
Total Allocated Cost	14,807,615	
TOTAL OH	29,484,457	
Allocated Cost To MR, ME		
เกณฑ์ในการ Allocated - ตามสัดส่วนปริมาณงานที่สนับสนุนหน่วย MR : ME		
ปันส่วนไปยังกองซ่อม (MR) 54.73%	13,347,138	
ปันส่วนไปยังกองถอดประกอบเครื่องยนต์ (ME) 45.27%	16,137,319	
TOTAL OH	29,484,457	

ตารางที่ 19 แสดงการคำนวณค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของกองตรวจสอบ

ที่มา : จากบริษัทการบินไทย จำกัด และจากการคำนวณของผู้วิจัย

ค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของกองตรวจสอบ แบบไม่ทำลาย (MCT) (บาท)		
Var OH	COST	REMARKS
1.INDL Var	117,600	
2.4201 Overtime Pay	1,954,352	
3.5909 Other Materials	194,721	
4.5701 Fuel & Oil For Vehicle	6,626	
5.5710 Tools	6,559	
6.7200 Repair Of Vahicle	4,340	
7.7223 Repair Of Inventory	242,047	
8.7523 TRNP For Night Duty	145,875	
Total Var OH	2,672,120	
Fix OH	COST	
1.INDL Cost Fix	485,040	
2.4102 Welfare Fee	1,166,449	
3.4304 Transportation Allowance	34,980	
4.4305 Children & Spouse Allowance	16,350	
5.4307 Vacation Compensation	23,348	
6.4601 Pension Premium	425,040	
7.4602 Provident Fund	287,507	
8.4701 Courses	1,703,825	
9.4901 Uniforms & Overalls	45,204	
10.4902 Medical Expense	49,282	
11.4903 School Expense	55,965	
12.4909 Other Personnel Expense	10,760	
13.5711 Investment (UND THB3000)	12,400	
14.5900 Stationery Expense	8,887	
15.5902 Newsper, MGZ, Book	12,738	
16.6120 Car Insurance	22,183	
17.7202 Car Registration Fee	5,000	
18.7251 Service For Adimin Fee	935	
19.7253 Rent Of Tool & Teoh EQPT	63,800	
20.7522 Service Journey Per Diem	169,391	
21.8971 Prior Year Expense ADJ	25,899	
22.DEPRE	1,076,503	
Total Fix OH	5,699,286	
TOTAL OH	8,371,406	
Allocated Cost To MI		
เกณฑ์ในการ Allocated - ตามสัดส่วนจำนวนงานที่สนับสนุน		
ปริมาณงานที่สนับสนุนกองตรวจสอบ = 37.09% ของปริมาณงานทั้งหมด		
ปันส่วนไปยังกองตรวจสอบ (MI)	3,104,549	

ตารางที่ 20 แสดงการคำนวณค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของกองตรวจสอบแบบไม่ทำลาย
ที่มา : จากบริษัทการบินไทยจำกัด และจากการคำนวณของผู้วิจัย

ค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของกองซ่อม (MR) (บาท)		
Var OH	COST	REMARKS
1.5701 Fuel & oil For Vehiole	5,368	
2.5703 Fuel & Oil Other EQPT	834	
3.5710 Tools	424,262	
4.5909 Other Materials	246,873	
5.7002 Suppy Water	50,292	
6.7003 Supply ELECT	833,304	
7. INDL Cost Var	1,727,334	
8. Overtime Pay	2,651,771	
9.7200 Repair Of Vehioles	8,263	
10.7223 Repair Of Inventory	3,318,401	
11.7523 TRNP For Night Duty	48,225	
TOTAL Var OH	9,314,927	
Fix OH	COST	
1.INDL Cost Fix	1,638,126	
2.4102 Welfare Fee	2,651,771	
3.4601 Pension Premium	1,124,141	
4.4602 Provident Fund	488,241	
5.4305 Children & Spouse Allowance	30,700	
6.4401 Special Compensation	197,164	
7.4307 Vacation Compensation	94,379	
8.4901 Uniforms & Overalls	110,516	
9.4902 Medical Expense	199,513	
10.4903 School Expense	94,080	
11.4909 Other Personnel Expense	15,427	
12.5711 Investment (UND THB3000)	47,103	
13.5900 Stationery Expense	8,086	
14.6120 Car Insurance	9,165	
15.7111 Tel	29,050	
16.7202 Car Registration Fee	800	
17.7221 Labour Charge Outside	900	
18.7222 Repair Of Building	3,648	
19.7251 Service For Adimin Fee	1,048	
20.7253 Rent Of Tool & Teoh EQPT	13,983	
21.7254 Rent Of Office M/C	20,480	
22.7521 Local Transportation EXP	4,570	
23.7522 Service Journey Per Diem	500	
24.7999 Miscellaneous EXP	2,727	
25.4304 Transportation Allowance	149,340	
26.8971 Prior Year Expense ADJ	110,469	
27.DEPRE	21,507,444	
Total Fix OH	28,553,371	

ตารางที่ 21 แสดงค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของกองซ่อม

ตารางที่ 21 (ต่อ)

Allocated Cost From Support Function		
1. สำนักงานผู้อำนวยการ (MN)	1,169,145	
2. กองวิศวกรรม (MH)	2,010,045	
3. กองตรวจสอบ (MI)	13,347,138	
4. กองวางแผน (MT)	5,381,704	
5. กองเครื่องมือ (MK)	2,996,193	
Total Allocated Cost	24,904,224	
TOTAL OH	62,772,522	
OH COST / DLH	742.47	

ตารางที่ 21 แสดงการคำนวณค่าใช้จ่ายโสหุ้ยกองซ่อม
ที่มา : จากบริษัทการบินไทย จำกัด และจากการคำนวณของผู้วิจัย

ดังนั้น ค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของกองซ่อมจะกระจายไปยังหน่วยงานย่อยต่าง ๆ ได้ดังนี้

- หน่วยงานกระบวนการทำความสะอาด
  มีต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ย = 95.05 บาท/ชม.แรงงานทางตรง
- หน่วยงานกระบวนการชุบผิว
  มีต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ย = 142.97 บาท/ชม.แรงงานทางตรง
- หน่วยงานกระบวนการพอกผิวด้วยความร้อน
  มีต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ย = 65.53 บาท/ชม.แรงงานทางตรง
- หน่วยงานกระบวนการเชื่อม
  มีต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ย = 72.03 บาท/ชม.แรงงานทางตรง
- หน่วยงานซ่อมอุปกรณ์ส่วนควบ
  มีต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ย = 6.19 บาท/ชม.แรงงานทางตรง
- หน่วยงานกระบวนการเบ็นช
  มีต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ย = 6.37 บาท/ชม.แรงงานทางตรง
- หน่วยงานซ่อมอุปกรณ์ไฟฟ้า
  มีต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ย = 2.28 บาท/ชม.แรงงานทางตรง
- หน่วยงานกระบวนการแมชชีน
  มีต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ย = 352.04 บาท/ชม.แรงงานทางตรง

3.4 <u>เกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกชิ้นส่วนที่จะทำการซ่อมเอง</u>

เกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกชิ้นส่วนที่จะทำการซ่อมเอง มีดังนี้

1. กระบวนการซ่อมชิ้นส่วนนั้น สามารถทำได้ทันทีภายใต้ขีดความสามารถของฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน โดยไม่ต้องมีการลงทุนใด ๆ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถ
2. ต้นทุนการซ่อมชิ้นส่วน (เฉพาะต้นทุนของฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน) นั้นจะต้องน้อยกว่าค่าจ้างซ่อมรวมกับค่าใช้จ่ายในการขนส่งชิ้นส่วน
3. ต้นทุนการซ่อมชิ้นส่วน (เฉพาะต้นทุนของฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน) นั้นจะต้องน้อยกว่า 60 เปอร์เซนต์ของราคาชิ้นส่วนใหม่

จากเกณฑ์ทั้งสามข้อและผลจากการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องสามารถออกแบบตารางวิเคราะห์ต้นทุนของกระบวนการซ่อมเพื่อการตัดสินใจได้ ดังแสดงในตารางที่ 22 โดยมีรายละเอียดที่สำคัญในตารางดังนี้

1. หมายเลขชิ้นส่วน : เป็นรหัสของชิ้นส่วน
2. ชิ้นส่วน : เป็นส่วนที่แสดงชื่อของชิ้นส่วน
3. บทอ้างอิง : เป็นบทอ้างอิงบทการซ่อมในคู่มือเครื่องยนต์ เทอร์โบแฟนซีเอฟ 6-80 ซี 2 ของบริษัท จี.อี.

ตารางวิเคราะห์ต้นทุนกระบวนการซ่อม

หมายเลขชิ้นส่วน : 1	ชิ้นส่วน : 2	อ้างอิง : 3	ประเภทการซ่อม : 4	
5 สัญลักษณ์กิจกรรม ○ การปฏิบัติงาน □ การตรวจสอบ	6 ต้นทุนการจ้างซ่อม (บาท) บริษัท : ราคา : ค่าขนส่ง :	7 ต้นทุนการซ่อมเอง (บาท) วัสดุและส่วนประกอบ : ค่าแรงงานทางตรงรวม : ค่าใช้จ่ายโสหุ้ยรวม :	8 การตัดสินใจ จ้างซ่อม ซ่อมเอง ซื้อใหม่ ต้นทุนรวมจ้างซ่อม : ต้นทุนรวมซ่อมเอง :	ราคาชิ้นส่วน : ค่า CPI :

9 ขั้นตอนการซ่อม	หน่วยงาน 10	เวลา(ชม) 11	12 สัญลักษณ์ ○	12 สัญลักษณ์ □	วัสดุส่วนประกอบ 13	ราคาวัสดุส่วนประกอบ	หมายเหตุ 14

หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง 15	เวลารวม (ชม.)	ค่าแรงงานตรง มาตรฐาน	คชจ. โสหุ้ย มาตรฐาน	ผลรวมต้นทุน	หมายเหตุ	16 หมายเลขเอกสาร : แผ่นที่ : วันที่ : ผู้รับผิดชอบ :
รวม						

ตารางที่ 22 แสดงการจัดทำตารางวิเคราะห์ต้นทุนกระบวนการซ่อม

4. ประเภทการซ่อม : เป็นส่วนที่แสดงถึงการซ่อมความเสียหายนั้นว่าเป็นการซ่อมความเสียหายประเภทใด

5. เป็นส่วนแสดงสัญลักษณ์กิจกรรม ประกอบไปด้วย

วงกลม คือ สัญลักษณ์แทนการปฏิบัติงาน

สี่เหลี่ยม คือ สัญลักษณ์แทนการตรวจสอบ

6. เป็นส่วนแสดงต้นทุนการจ้างซ่อม ประกอบไปด้วยชื่อบริษัทที่คัดเลือก ราคาที่เสนอ และ ค่าขนส่ง (ถ้ามี)

7. เป็นส่วนแสดงต้นทุนการซ่อมเอง ประกอบไปด้วย ต้นทุนวัสดุและส่วนประกอบ ต้นทุนค่าแรงงานทางตรง และต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ย

8. เป็นส่วนแสดงการตัดสินใจ ประกอบไปด้วย ราคาชิ้นส่วน ค่า CPI (Composite Price Index) ของปีที่คำนวณ ต้นทุนรวมของการจ้างซ่อม และต้นทุนรวมของการซ่อมเอง ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกันแล้ว ถ้าต้นทุนการซ่อมเองที่ฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยานถูกกว่าหรือเท่ากับ ต้นทุนการจ้างซ่อมก็จะตัดสินใจซ่อมเอง แต่ถ้าต้นทุนในการซ่อมเองและต้นทุนการจ้างซ่อมเกินกว่า 60% ของราคาชิ้นส่วนใหม่ก็จะตัดสินใจซื้อชิ้นส่วนใหม่

9. เป็นส่วนแสดงขั้นตอนของกระบวนการซ่อมอย่างสังเขป

10. เป็นส่วนแสดงหน่วยงานที่ทำหน้าที่ในกระบวนการนั้น

11. เป็นส่วนแสดงเวลาที่ใช้ในแต่ละกระบวนการ หน่วยของเวลาเป็นชั่วโมง

12. เป็นส่วนแสดงสัญลักษณ์ของกิจกรรม

13. เป็นส่วนแสดงวัสดุและส่วนประกอบที่ใช้ (ถ้ามี) และราคา

14. เป็นส่วนแสดงหมายเหตุที่สำคัญ

15. เป็นส่วนที่แสดงการคำนวณต้นทุนของแต่ละหน่วยงาน ประกอบไปด้วย หน่วยงาน ผลรวมเวลาของแต่ละหน่วยงาน ค่าแรงทางตรงของแต่ละหน่วยงาน ค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของแต่ละหน่วยงาน ซึ่งจะทำให้คำนวณต้นทุนของแต่ละหน่วยงานได้

16. เป็นส่วนแสดงเกี่ยวกับเอกสาร ประกอบไปด้วย หมายเลขเอกสาร จำนวนแผ่น วันที่ และผู้รับผิดชอบ

จากผลการศึกษากระบวนการซ่อม ต้นทุนของแต่ละหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำมาคำนวณการตัดสินใจในการซ่อมโดยการใช้ตารางวิเคราะห์ต้นทุนกระบวนการซ่อม ดังที่จะแสดงตามตัวอย่างต่อไปนี้

ตารางวิเคราะห์ต้นทุนกระบวนการซ่อม

หมายเลขชิ้นส่วน : GBB 0101-0103	ชิ้นส่วน : HPC BLADE STAGE 1	อ้างอิง : EM 72-31-01REP001	ประเภทการซ่อม : Blend Repair
สัญลักษณ์กิจกรรม ○ การปฏิบัติงาน □ การตรวจสอบ	ต้นทุนการจ้างซ่อม (บาท) บริษัท : XXX ราคา : 250 บาท/ ใบ ค่าขนส่ง : 132 บาท/ ใบ	ต้นทุนการซ่อมเอง (บาท) วัสดุและส่วนประกอบ : - ค่าแรงงานทางตรงรวม : 96.40 ค่าใช้จ่ายโสหุ้ยรวม : 108.49	การตัดสินใจ จ้างซ่อม (ซ่อมเอง) ซื้อใหม่ ต้นทุนรวมจ้างซ่อม : 382.00 บาท/ใบ ต้นทุนรวมซ่อมเอง : 232.12 บาท/ใบ

ราคาชิ้นส่วน : 25,025 บาท/ใบ
ค่า CPI : ปี 2539 = 1.1329

ขั้นตอนการซ่อม	หน่วยงาน	เวลา(ชม)	สัญลักษณ์ ○	สัญลักษณ์ □	วัสดุและส่วนประกอบ	ราคาวัสดุส่วนประกอบ	หมายเหตุ
1. Blend blade airfoil. 70-42-00-350-002	MI	0.13			-		
2. Acid etch บริเวณรอยซ่อม. 70-24-00-110-003	RSC	0.12			-		
3. FPI รอย Blend. 70-32-02-230-001 Class D	MCT	0.06			-		
4. Glass Bead peen. 72-31-01-300-002	RSC	0.08			-		
5. เคลือบสารหล่อลื่น C02-027 ที่ dovetail. 70-43-19-640-005	MI	0.01			-		
6. อบที่ 191-218 C. 72-31-01-640-005-054	RSW	0.08			-		

หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	เวลารวม(ชม.)	ค่าแรงงานตรง มาตรฐาน	คชจ. โสหุ้ย มาตรฐาน	ผลรวมต้นทุน	หมายเหตุ
กองตรวจสอบ (MI)	0.14	251.82	473.49	101.54	
หน่วยงานทำความสะอาด (RSC)	0.20	162.80	95.05	51.57	
กองตรวจสอบโดยไม่ทำลาย (MCT)	0.06	259.39	290.47	32.99	
หน่วยงานเชื่อม (RSW)	0.08	162.80	72.03	18.78	
รวม	0.48		รวม	204.89	

หมายเลขเอกสาร :
แผ่นที่ :
วันที่ :
ผู้รับผิดชอบ :

ตารางที่ 23 แสดงประกอบตัวอย่าง 3.4.1 ที่มา : จากการคำนวณของผู้วิจัย

ตัวอย่างที่ 3.4.1 แสดงผลการวิเคราะห์การซ่อมชิ้นส่วนที่มีชื่อว่า High Pressure Compressor Blade Stage 1 หมายเลขชิ้นส่วน GBB0101-0103 ประเภทการซ่อมคือ Blend Repair อ้างอิงตามคู่มือ เครื่องยนต์ ซี เอฟ 6-80 ซี 2 บทการซ่อมที่ 72-31-01 REP001 รายละเอียดทั้งหมดแสดงตามตารางที่ 23

จากการศึกษากระบวนการซ่อมพบว่ากระบวนการหลักในการซ่อมมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน คือ

1. การ Blend ตกแต่งรอยเสียหายจะถูกทำที่กองตรวจสอบ ใช้เวลา 0.13 ชม.แรงงานทางตรง

2. การทำ Acid Etch ที่รอย Blend จะถูกทำที่หน่วยงานทำความสะอาด ใช้เวลา 0.12 ชม.แรงงานทางตรง

3. การทำ FPI ที่รอย Blend จะถูกทำที่กองตรวจสอบแบบไม่ทำลาย ใช้เวลา 0.06 ชม.แรงงานทางตรง

4. การทำ Glass Bead Peen ที่ Airfoil จะถูกทำที่หน่วยงานทำความสะอาด ใช้เวลา 0.08 ชม.แรงงานทางตรง

5. การเคลือบสารหล่อลื่นที่ Dovetail จะถูกทำที่กองตรวจสอบ ใช้เวลา 0.01 ชม.แรงงานทางตรง

6. การอบจะถูกทำที่หน่วยงานเชื่อม ใช้เวลา 0.08 ชม.แรงงานทางตรง

โดยกระบวนการซ่อมทั้งหมดนี้ไม่มีวัสดุและส่วนประกอบ

ดังนั้นเมื่อรวมเวลาการทำงานของแต่ละหน่วย แล้วนำต้นทุนค่าแรงงานทางตรง กับต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของแต่ละหน่วย มาคูณกับเวลาปฏิบัติงานของแต่ละหน่วย จะทำให้ทราบต้นทุนค่าแรงงานทางตรง และต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของการซ่อมนี้ได้ ดังนี้

กองตรวจสอบ เวลาที่ใช้ 0.14 ชม.แรงงานทางตรง

ต้นทุนค่าแรงงานทางตรงของกองตรวจสอบ 0.14 x 251.82 = 35.25 บาท

ต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของกองตรวจสอบ 0.14 x 473.49 = 66.29 บาท

หน่วยงานกระบวนการทำความสะอาด เวลาที่ใช้ 0.20 ชม.แรงงานทางตรง

ต้นทุนค่าแรงงานทางตรงของหน่วยงานกระบวนการทำความสะอาด

0.20 x 162.80 = 32.56 บาท

ต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของหน่วยงาน กระบวนการทำความสะอาด

0.20 x 95.05 = 19.01 บาท

กองตรวจสอบแบบไม่ทำลาย เวลาที่ใช้ 0.06 ชม.แรงงานทางตรง

ต้นทุนค่าแรงงานทางตรงของกองตรวจสอบ แบบไม่ทำลาย

0.06 x 259.39 = 15.56 บาท

ต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของกองตรวจสอบแบบไม่ทำลาย

= 0.06 x 290.47 = 17.43 บาท

หน่วยงานเชื่อม เวลาที่ใช้ 0.08 ชม.แรงงานทางตรง

ต้นทุนค่าแรงงานทางตรงของหน่วยงานเชื่อม = 0.08 x 162.80 = 13.02

ต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของหน่วยงานเชื่อม = 0.08 x 72.03 = 5.76 บาท

ดังนั้นต้นทุนค่าแรงงานทางตรงรวมของการซ่อมนี้ = 35.25+32.56+15.56+13.02

= 96.40 บาท

ต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยรวมของการซ่อมนี้ = 66.29+19.01+17.43+5.76

=108.49 บาท

ดังนั้นต้นทุนรวมของการซ่อมนี้ = 96.40+108.49

= 204.89 บาท

ค่า CPI ของปี 2539 เท่ากับ 1.1329 (ที่มา : จากบริษัทการบินไทย ฝ่ายช่าง)

ดังนั้นต้นทุนของการซ่อมนี้ในปี 2539 = 204.89 x 1.1329

= 232.12 บาท

ราคาของบริษัทที่เสนอต่ำสุดคือ 250 บาท ค่าใช้จ่ายในการขนส่งเท่ากับ 132 บาท

ดังนั้น ต้นทุนรวมของการส่งซ่อม = 250+132

= 382 บาท

ราคาชิ้นส่วนใหม่มีราคา 25,025 บาท

จะเห็นว่าต้นทุนการซ่อมเองที่ฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยาน ถูกกว่าการจ้างซ่อม และต้นทุนการซ่อมไม่เกิน 60% ของราคาชิ้นส่วนใหม่ ดังนั้นจึงสรุปว่า การซ่อมชิ้นส่วน High Pressure Compressor Blade Stage 1 ตามบทการซ่อมที่ 72-31-01 REP 001 นั้น ควรทำการซ่อมเอง

ตารางวิเคราะห์ต้นทุนกระบวนการซ่อม

หมายเลขชิ้นส่วน : GBCAS 10-12	ชิ้นส่วน : COMPRESSOR STATOR CASE	อ้างอิง : EM 72-32-01REP005	ประเภทการซ่อม : Repair of Body Bound Bolt Holes
สัญลักษณ์กิจกรรม	ต้นทุนการจ้างซ่อม (บาท)	ต้นทุนการซ่อมเอง (บาท)	การตัดสินใจ / ราคาชิ้นส่วน : 8,307,875 บาท
○ การปฏิบัติงาน	บริษัท : YYY	วัสดุและส่วนประกอบ : -	(จ้างซ่อม) ซ่อมเอง ซื้อใหม่ / ค่า CPI : ปี 2539 = 1.1329
□ การตรวจสอบ	ราคา : 6,875 บาท	ค่าแรงงานทางตรงรวม : 3,815.56	ต้นทุนรวมจ้างซ่อม : 6,875 บาท
	ค่าขนส่ง : -	ค่าใช้จ่ายโสหุ้ยรวม : 4,778.19	ต้นทุนรวมซ่อมเอง : 9,735.86 บาท

ขั้นตอนการซ่อม	หน่วยงาน	เวลา(ชม)	สัญลักษณ์ ○	สัญลักษณ์ □	วัสดุส่วนประกอบ	ราคาวัสดุส่วนประกอบ	หมายเหตุ
1. กลึงบุชใหม่ 72-32-01-320-054	RFM	2.50			-		
2. แมชชีนรูที่ case ให้ได้ขนาด 72-32-01-320-053	RFM	4.00			-		
3. ใส่บุชใหม่ 72-32-01-350-055	RFB	1.50			-		
4. เชื่อมบุชกับ case 72-32-01-310-001-051	RSW	4.00			-		
5. FPI รอยเชื่อม 70-32-03-230-002	MCT	1.40			-		
6. ตรวจสอบ gap ของ case 72-32-01-220-760	MI	0.70			-		
7. แมชชีนบุชให้ได้ขนาด 72-32-01-320-055	RFM	3.00			-		
8. ตรวจสอบ 72-32-01-220-077	MI	0.08			-		
9. อบ case ที่ 559 C 72-32-01-370-054	RSW	5.00			-		

หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	เวลารวม(ชม.)	ค่าแรงงานตรงมาตรฐาน	คชจ. โสหุ้ยมาตรฐาน	ผลรวมต้นทุน	หมายเหตุ
หน่วยแมชชีน (RFM)	9.50	162.80	352.04	4890.98	
หน่วยเบ็นช (RFB)	1.50	162.80	6.37	253.76	
หน่วยงานเชื่อม (RSW)	9.00	162.80	72.03	2113.47	
กองตรวจสอบโดยไม่ทำลาย (MCT)	1.40	259.39	290.47	769.80	
กองตรวจสอบ (MI)	0.78	251.82	473.49	565.74	
รวม	22.18		รวม	8593.75	

หมายเหตุเอกสาร :
แผ่นที่ :
วันที่ :

ผู้รับผิดชอบ :

ตารางที่ 24 แสดงประกอบตัวอย่าง 3.4.2 ที่มา : จากการคำนวณของผู้วิจัย

ตัวอย่างที่ 3.4.2 แสดงตัวอย่างของกระบวนการซ่อมที่ตัดสินใจจ้างซ่อม ชิ้นส่วนมีชื่อว่า Compressor Stator Case หมายเลขชิ้นส่วน GBCAS10-12 ประเภทการซ่อมคือ การซ่อม Body Bound Bolt Holes อ้างอิงตามคู่มือเครื่องยนต์ ซีเอฟ 6-80 ซี2 บทการซ่อมที่ 72-32-01 REP005 รายละเอียดทั้งหมดแสดงตามตารางที่ 24

การซ่อมนี้ไม่มีวัสดุและส่วนประกอบ ดังนั้นเมื่อรวมเวลาการทำงานของแต่ละหน่วย แล้วนำต้นทุนค่าแรงงานทางตรงกับต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของแต่ละหน่วยมาคูณกับเวลาปฏิบัติงานของแต่ละหน่วย จะทำให้ทราบต้นทุนของแรงงานทางตรงและต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของการซ่อมได้ดังนี้

หน่วยงานแมชชีน เวลาที่ใช้ 9.50 ชม.แรงงานทางตรง

ต้นทุนค่าแรงงานทางตรงของหน่วยงานแมชชีน 9.50 x 162.80 = 1,546.60 บาท

ต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของหน่วยงานแมชชีน 9.50 x 352.04 = 3,344.38 บาท

หน่วยงานเบ็นช เวลาที่ใช้ 1.50 ชม.แรงงานทางตรง

ต้นทุนค่าแรงทางตรงของหน่วยงานเบ็นช 1.50 x 162.80 = 244.20 บาท

ต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของหน่วยงานเบ็นช 1.50 x 6.37 = 9.56 บาท

หน่วยงานเชื่อม เวลาที่ใช้ 9.00 ชม.แรงงานทางตรง

ต้นทุนค่าแรงทางตรงของหน่วยงานเชื่อม 9.00 x 162.80 = 1,465.20 บาท

ต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของหน่วยงานเชื่อม 9.00 x 72.03 = 648.27 บาท

กองตรวจสอบแบบไม่ทำลาย เวลาที่ใช้ 1.40 ชม.แรงงานทางตรง

ต้นทุนค่าแรงงานทางตรงของกองตรวจสอบไม่ทำลาย

1.40 x 259.39 = 363.15 บาท

ต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของกองตรวจสอบแบบไม่ทำลาย

1.40 x 290.47 = 406.66 บาท

กองตรวจสอบ เวลาที่ใช้ 0.78 ชม.แรงงานทางตรง

ต้นทุนค่าแรงทางตรงของกองตรวจสอบ 0.78 x 251.82 = 196.42 บาท

ต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยของกองตรวจสอบ 0.78 x 473.49 = 369.32 บาท

ดังนั้นต้นทุนค่าแรงงานทางตรงรวมของการซ่อมนี้

= 1,546.60+244.20+1,465.20+363.14+196.42

= 3,815.56 บาท

ต้นทุนค่าใช้จ่ายโสหุ้ยรวมของการซ่อมนี้

= 3,344.38+9.56+648.27+406.66+369.32

= 4,778.19 บาท

ดังนั้น ต้นทุนรวมของการซ่อมนี้ = 3,815.56+4,778.19

= 8,593.75 บาท

ค่า CPI ของปี 2539 เท่ากับ 1.1329 (ที่มา : จากบริษัทการบินไทย จำกัด)

ดังนั้นต้นทุนรวมของการซ่อมนี้ในปี 2539 = 8,593.75 x 1.1329

= 9,735.86 บาท

ราคาของบริษัทที่เสนอต่ำสุดคือ 6,875 บาท ไม่มีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

ราคาชิ้นส่วนใหม่ 8,307,875 บาท

จะเห็นว่าต้นทุนการซ่อมเองที่ฝ่ายซ่อมใหญ่เครื่องยนต์อากาศยานแพงกว่าการจ้างซ่อม ดังนั้นจึงสรุปว่าการซ่อมชิ้นส่วน Compressor Stator Case ตามบทการซ่อมที่ 72-31-01 REP005 ควรทำการจ้างซ่อม