

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 ข้อมูลเบื้องต้น

##### 3.1.1 ข้อมูลชิ้นงาน

ชิ้นงานที่ทำการผลิตอยู่ในการผลิตเสื้อเกียร์รถไถได้แก่ ชิ้นส่วนเสื้อเกียร์รถไถซึ่งจะประกอบไปด้วยเสื้อเกียร์รถไถฝั่งซ้าย และเสื้อเกียร์รถไถฝั่งขวา ซึ่งมียอดการผลิตประมาณ 170 ชุดต่อวันต่อ 2 กะ จุดควบคุมคุณภาพของชิ้นงานคือ ความหยาบของผิวงานเฉลี่ยระบุตามแบบงานไม่เกิน 3.2 ไมโครเมตรและควบคุมระยะห่างระหว่างรูที่เจาะต่างๆตามแบบงาน ลักษณะของชิ้นงานตามรูปที่ 3.1



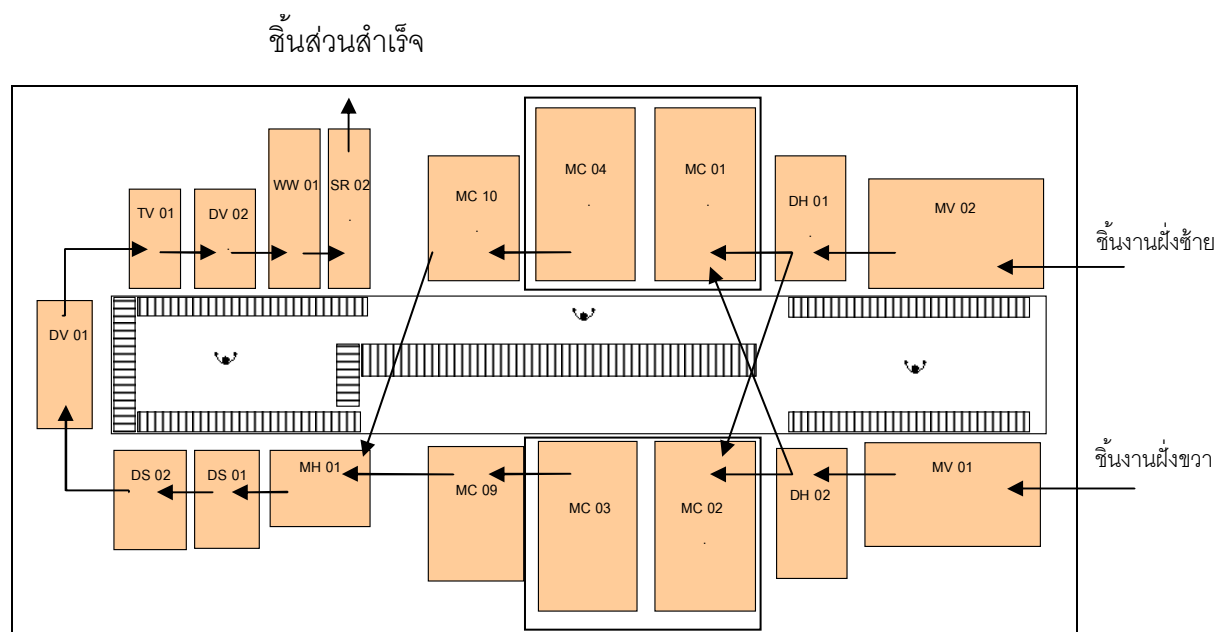
ภาพที่ 3.1

ชิ้นงานเสื้อเกียร์รถไถ

##### 3.1.2 ข้อมูลการผลิต

ในการผลิตชิ้นงานดังกล่าวกำลังการผลิต 85 ชุด/กะ การผลิตจำนวน 2 กะต่อวัน โดยเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานมีทั้งหมด 18 เครื่อง เป็นเครื่องกัดผิวหน้าชิ้นงาน 3 เครื่อง เครื่องคว้านรูแนวนอน CNC 6 เครื่อง เครื่องเจาะรูชิ้นงาน 6 เครื่อง เครื่องทำเกลียว 1 เครื่อง

เครื่องล้างทำความสะอาดชิ้นงาน 1 เครื่อง และเครื่องพ่นน้ำยากันสนิม 1 เครื่องดังแสดงในรูปที่ 3.2



ภาพที่ 3.2

แผนผังการผลิตเสื้อกีฬารถไถในปัจจุบัน

MV01, MV02, MH01 = เครื่องกัดผิวหน้าชิ้นงาน

MC01, MC02, MC03, MC04, MC09, MC10 = เครื่องคว้านรูแวนอน CNC

DH01, DH02, DS01, DS02, DV01, DV02 = เครื่องเจาะรูชิ้นงาน

TV01 = เครื่องทำเกลียวชิ้นงาน

WW01 = เครื่องล้างทำความสะอาดชิ้นงาน

SR02 = เครื่องพ่นน้ำยากันสนิม

➔ = ทิศทางการเคลื่อนที่ของชิ้นงาน

### 3.1.3 ขั้นตอนการทำงาน

1. พนักงานจะนำชิ้นงานฝั่งขวาใส่เครื่อง MV01 แล้วกดปุ่มให้เครื่องจักรทำงาน และนำชิ้นงานฝั่งซ้ายใส่เครื่อง MV02 แล้วกดปุ่มให้เครื่องจักรทำงานจากนั้นนำชิ้นงานที่เสร็จแล้วใส่เครื่อง DV01 และ DV02 แล้วกดปุ่มให้เครื่องจักรเริ่มทำงานตามลำดับ
2. นำชิ้นส่วนฝั่งซ้ายและขวามาจับคู่กันแล้วนำไปใส่เครื่อง MC01, MC02, MC03 หรือ MC04 เครื่องใดก็ได้แล้วกดปุ่มให้เครื่องจักรรับทราบว่ามีงานใส่ชิ้นงานแล้ว นำคู่ของชิ้นงานที่ทำงานเสร็จแล้วออกมาแล้วนำไปใส่ที่เครื่อง MC09 หรือ MC10 แล้วกดปุ่มให้เครื่องรับทราบว่ามีงานใส่ชิ้นงานแล้ว
3. นำชิ้นงานที่ทำงานที่เครื่อง MC09 หรือ MC10 เสร็จแล้วมาใส่ที่เครื่อง MH01 แล้วกดปุ่มให้เครื่องจักรเริ่มทำงาน
4. นำชิ้นงานที่ทำงานที่เครื่อง MH01 เสร็จแล้วมาใส่ที่เครื่อง DS01 แล้วกดปุ่มให้เครื่องจักรเริ่มทำงาน
5. นำชิ้นงานที่ทำงานที่เครื่อง DS01 เสร็จแล้วมาใส่ที่เครื่อง DS02 แล้วกดปุ่มให้เครื่องจักรเริ่มทำงาน
6. นำชิ้นงานที่ทำงานที่เครื่อง DS02 เสร็จแล้วมาใส่ที่เครื่อง DV01 แล้วกดปุ่มให้เครื่องจักรเริ่มทำงาน
7. นำชิ้นงานที่ทำงานที่เครื่อง DV01 เสร็จแล้วมาใส่ที่เครื่อง TV01 แล้วกดปุ่มให้เครื่องจักรเริ่มทำงาน
8. นำชิ้นงานที่ทำงานที่เครื่อง TV01 เสร็จแล้วมาใส่ที่เครื่อง DV02 แล้วกดปุ่มให้เครื่องจักรเริ่มทำงาน
9. นำชิ้นงานที่ทำงานที่เครื่อง DV02 เสร็จแล้วมาใส่ที่เครื่อง WW01 แล้วกดปุ่มให้เครื่องจักรเริ่มทำงาน
10. นำชิ้นงานที่ทำงานที่เครื่อง WW01 เสร็จแล้วมาใส่ที่เครื่อง SR02 แล้วกดปุ่มให้เครื่องจักรเริ่มทำงาน แล้วนำชิ้นงานจากเครื่อง SR02 ไปเก็บในกระบะเพื่อนำไปเก็บ

### 3.1.4 เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตชิ้นงาน

#### 1. เครื่องกัดผิวชิ้นหน้าชิ้นงาน

ชิ้นงานที่ถูกส่งเข้ามาในสายการผลิตจะเป็นงานหล่อ ผิวของชิ้นงานจะไม่เรียบ ต้องนำมากัดผิวของชิ้นงานให้เรียบ และมีขนาดตามแบบที่กำหนด โดยชิ้นงานจะถูกแยกออกเป็นชิ้นส่วนฝั่งซ้าย และชิ้นส่วนฝั่งขวา โดยชิ้นส่วนฝั่งขวานำเข้าเครื่อง MV01 ส่วน ชิ้นส่วน

ฝั่งซ้ายจะถูกนำเข้าเครื่อง MV02 ดังภาพที่ 3.3 กระบวนการในการทำงานจะเหมือนกันโดยชิ้นงานจะถูกกัดผิวหน้าด้วย มีดกัดปาดหน้า จนเรียบเสมอกันเพื่อใช้เป็นจุดอ้างอิงในกระบวนการถัดไป

เวลาเครื่องจักรเดินงาน MV01 = 363 วินาที

เวลาเครื่องจักรเดินงาน MV02 = 348 วินาที



ภาพที่ 3.3

เครื่องกัดผิวหน้าชิ้นงาน MV01 และ MV02

## 2. เครื่องเจาะรูเพื่อกำหนดจุดอ้างอิง

หลังจากที่ชิ้นงานที่ถูกกัดผิวหน้าด้วยมีดกัดปาดหน้า จนเรียบเสมอกันเพื่อใช้เป็นผิวอ้างอิงแล้ว จากนั้นก็จะมาเข้าสู่กระบวนการเจาะรูเพื่อกำหนดจุดอ้างอิงก่อนที่จะนำชิ้นงานไปกัดที่กระบวนการต่อไปซึ่งจำเป็นจะต้องมีการสร้างจุดอ้างอิงขึ้นมาก่อน ชิ้นงานฝั่งขวาจะถูกส่งจากเครื่อง MV01 ไปยังเครื่อง DH02 และชิ้นงานฝั่งซ้ายจะถูกส่งจากเครื่อง MV02 ไปยังเครื่อง DH01 ดังภาพที่ 3.4

เวลาเครื่องจักรเดินงาน DH01 = 116 วินาที

เวลาเครื่องจักรเดินงาน DH02 = 101 วินาที



ภาพที่ 3.4

เครื่องเจาะชิ้นงานแบบชุดขับแวนอน DH01 และ DH02

### 3. เครื่องคว้านรูชิ้นงานแวนอน CNC ขนาดใหญ่

หลังจากที่ชิ้นงานมีรูอ้างอิงแล้วก็ให้นำชิ้นงานทั้งฝั่งซ้ายและฝั่งขวาเข้าสู่กระบวนการถัดไปคือการเจาะรูทำเกลียว และคว้านรูเพื่อติดตั้งเพลลา และเฟืองเกียร์เพื่อเป็นระบบส่งกำลังของรถไถเดินตามตามแบบที่กำหนด โดยจะใช้เครื่องคว้านรูชิ้นงานแวนอน โดยมีเครื่องจักรที่ทำงานเหมือนกัน 4 เครื่องคือ MC01, MC02, MC03 และ MC04 ดังภาพที่ 3.5 เพื่อลดเวลาในการผลิต โดยเครื่องจักรกลุ่มนี้จะมีกระบวนการทำงานทั้งหมด 23 ขั้นตอน ด้วยเครื่องมือกัด 23 ชิ้น มีเวลาในการทำงานต่อชิ้นงาน 1 ชุดต่อเครื่องจักรดังนี้

เวลาเครื่องจักรเดินงาน MC01 = 1709 วินาที

เวลาเครื่องจักรเดินงาน MC02 = 1676 วินาที

เวลาเครื่องจักรเดินงาน MC03 = 1690 วินาที

เวลาเครื่องจักรเดินงาน MC04 = 1679 วินาที



ภาพที่ 3.5

เครื่องคว้านรูขึ้นงานแนวนอน MC01-04

#### 4. เครื่องคว้านรูขึ้นงานแนวนอน CNC ขนาดกลาง

เมื่อผ่านกระบวนการในการเจาะรู และทำเกลียวในบางจุดแล้วชิ้นงานทั้งฝั่งซ้าย และฝั่งขวาก็จะถูกนำเข้าสู่เครื่องจักรถัดไปเพื่อเจาะรูและทำเกลียว ในกระบวนการนี้จะมีเครื่องจักรที่ทำงานเหมือนกัน 2 เครื่องเพื่อลดเวลาเฉลี่ยในการผลิตคือ MC09 และ MC10 ดังภาพที่ 3.6 โดยเป็นเครื่องคว้านรูขึ้นงานแนวนอนเหมือนเครื่อง MC01-04 แต่มีขนาดเครื่องจักรที่เล็กกว่า เครื่องจักรนี้จะมีกระบวนการทำงานทั้งหมด 4 ขั้นตอน ด้วยเครื่องมือกัด 4 ชิ้น มีเวลาในการทำงานต่อชิ้นงาน 1 ชุดต่อเครื่องจักรดังนี้

เวลาเครื่องจักรเดินงาน MC09 = 548 วินาที

เวลาเครื่องจักรเดินงาน MC10 = 548 วินาที



ภาพที่ 3.6  
เครื่องคว้านรูชิ้นงานแนวนอน MC09-10

#### 5. เครื่องกัดผิวหน้าชิ้นงานแบบแนวนอน

เมื่อผ่านกระบวนการในการเจาะรู และทำเกลียวในบางจุดแล้วชิ้นงานทั้งฝั่งซ้าย และฝั่งขวาก็จะถูกนำเข้าสู่เครื่องจักรถัดไปเพื่อกัดผิวงานหล่อที่เหลืออยู่ให้เรียบ ในกระบวนการนี้จะมีเครื่องจักรที่ทำงานคือเครื่อง MH01 ดังภาพที่ 3.7

เวลาเครื่องจักรดำเนินงาน MH01 = 167 วินาที



ภาพที่ 3.7  
เครื่องกัดผิวหน้าชิ้นงานแนวนอน MH01

#### 6. เจาะรู และทำเกลียว ใฝ่ฝาปิด 1

ชิ้นงานจะถูกนำไปเจาะรู และทำเกลียวที่ด้านนอกของชิ้นงานเพื่อยึดกับฝาปิดในการประกอบชิ้นส่วนโดยจะทำการเจาะรูที่ผิวนอกของชิ้นส่วนทั้ง 2 ชิ้น และทำเกลียวด้วยโดยนำงานทั้ง 2 ชิ้นใส่ในเครื่องจักรแล้วกดปุ่มเริ่มทำงานดังภาพที่ 3.8

เวลาเครื่องจักรเดินงาน DS01 = 65 วินาที



ภาพที่ 3.8

เครื่องเจาะรูและทำเกลียวชิ้นงาน DS01

#### 7. เครื่องเจาะรู และทำเกลียว ใฝ่ฝาปิด 2

จะเป็นกระบวนการที่เหมือนกับเครื่อง DS01 ดังภาพที่ 3.9 แต่ว่าจะเป็น การเจาะรูอีกด้านของชิ้นส่วน

เวลาเครื่องจักรเดินงาน DS02 = 51 วินาที



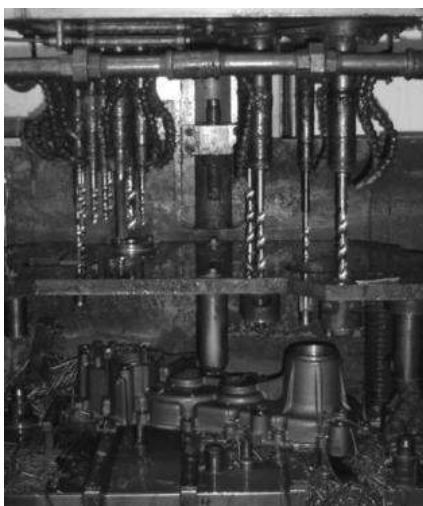
ภาพที่ 3.9

เครื่องเจาะรูและทำเกลียวชิ้นงาน DS02

#### 8. เครื่องเจาะรู เพื่อติดตั้งชิ้นส่วนต่างๆ

จะเป็นการเจาะรูที่ผิวนอกของชิ้นส่วนเพื่อใช้ในการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนต่างๆในสายการประกอบ โดยเป็นการเจาะรูตรงก่อนที่จะทำเกลียวในกระบวนการต่อไป เครื่องจักร DV10 ดังภาพที่ 3.10

เวลาเครื่องจักรดำเนินงาน DV01 = 103 วินาที



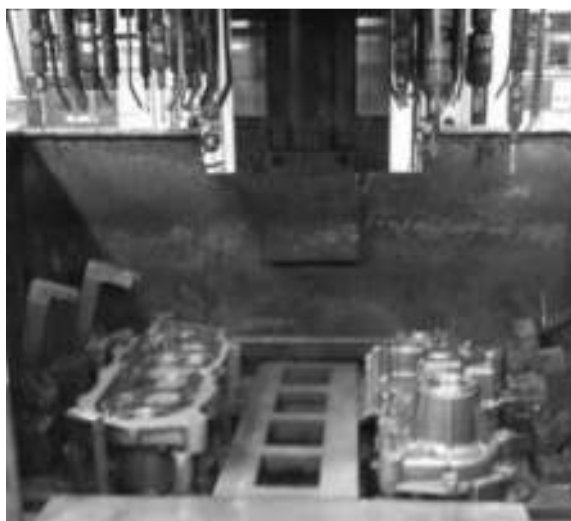
ภาพที่ 3.10

เครื่องเจาะรูแนวตั้ง DV01

### 9. เครื่องทำเกลียว

เป็นการทำเกลียวในรูที่ได้มีการเจาะมาแล้วจากเครื่อง DV01 เครื่องจักร TV01 ดังภาพที่ 3.11

เวลาเครื่องจักรดำเนินงาน TV01 = 44 วินาที



ภาพที่ 3.11  
เครื่องทำเกลียว TV01

### 10. เครื่องเจาะรูขึ้นงาน

เป็นการเจาะรูให้ทะลุขึ้นส่วนเพื่อใช้ในการร้อยชิ้นส่วนทั้ง 2 ชิ้นเข้าด้วยกัน กระบวนการที่เครื่องจักร DV02 ดังภาพที่ 3.12

เวลาเครื่องจักรดำเนินงาน DV02 = 123 วินาที



ภาพที่ 3.12  
เครื่องเจาะรูแนวตั้ง DV02

#### 11. ล้างชิ้นงานและพ่นน้ำยากันสนิม

สุดท้ายชิ้นงานจะถูกล้างทำความสะอาดคราบน้ำมัน และน้ำยาออก และนำไปพ่นน้ำยากันสนิมแล้วนำไปเก็บเพื่อรอส่งเข้าสู่สายการประกอบต่อไป เครื่องจักรล้างชิ้นงาน ดังภาพที่ 3.13 และเครื่องพ่นน้ำยากันสนิมดังภาพที่ 3.14

เวลาเครื่องจักรเดินงาน WW01 = 65 วินาที

เวลาเครื่องจักรเดินงาน SR02 = 52 วินาที



ภาพที่ 3.13  
เครื่องล้างทำความสะอาดชิ้นงาน WW01



ภาพที่ 3.14  
เครื่องพ่นน้ำยากันสนิมขึ้นงาน SR02

### 3.2 ขั้นตอนการวางแผนและการดำเนินการทำงาน

#### 3.2.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานสามารถอธิบายเป็นขั้นตอนได้เป็นดังนี้

1. ศึกษาความต้องการของสายการผลิตและเป้าหมายในการปรับปรุงโดยการคำนวณเวลาในการผลิตขึ้นส่วนที่ต้องการ
2. ศึกษาการผลิตเดิมเพื่อศึกษากำลังการผลิตเดิม จับเวลาการทำงานของ คนและเครื่องจักร
3. แบ่งกลุ่มของเครื่องจักรออกเป็นกลุ่มที่จำเป็นจะต้องปรับปรุง และ กลุ่มของเครื่องจักรที่ไม่จำเป็นต้องทำการปรับปรุง
4. นำข้อมูลของผู้ผลิตเครื่องมือกัดมาทำการปรับปรุงสภาวะการกัดขึ้นงานในกลุ่มเครื่องจักรที่จำเป็นจะต้องทำการปรับปรุง แล้วทำการจับเวลาสภาวะการทำงานใหม่
5. ทำการปรับปรุงการทำงานของเครื่องจักรด้วยหลักการ ECRS เพื่อลด กำจัด และจัดเรียงกระบวนการทำงานใหม่เพื่อลดเวลาในการทำงานของเครื่องจักรลง
6. นำเวลาในการทำงานใหม่ที่ได้มาประมวล และวิเคราะห์ผล
7. สรุปผลการทำงาน

### 3.2.2 ข้อมูลที่ใช้ในการวางแผนการปรับปรุงสายการผลิต

1. การปรับปรุงสายการผลิตจะต้องไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของชิ้นงาน
2. ค่าใช้จ่ายในการผลิตจะต้องไม่เพิ่มมากขึ้น
3. จะไม่มีการลงทุนเพื่อติดตั้งเครื่องจักรใหม่

### 3.2.3 การกำหนดเป้าหมายในการปรับปรุง

จากการที่ราคาสินค้าเกษตรมีราคาสูงขึ้นทำให้สินค้าประเภทเครื่องทุ่นแรงในการทำการเกษตรมีความต้องการที่สูงขึ้นด้วย ดังนั้นจึงมีการประมาณการจากฝ่ายการตลาดว่า ภายในปีในปี 2008 จะมียอดขายรถไถเดินตามสูงถึง 63,000 ชุด จึงเป็นที่มาของการปรับปรุงสายการผลิตขึ้นส่วนรถไถเดินตาม

จากข้อมูลยอดขายเบื้องต้นจะได้ว่าจะต้องผลิตขึ้นส่วนได้วันละเท่ากับ

$$63,000 \div 267 = 236 \text{ ชุดต่อวัน}$$

หรือเมื่อคิดเป็นเวลาในการผลิตขึ้นส่วนจะเท่ากับ

$$\frac{1,200 \times 60}{236} = 305 \text{ วินาทีต่อชุด}$$

ดังนั้นเป้าหมายในการปรับปรุงจะเท่ากับเวลาเฉลี่ยในการผลิตขึ้นส่วน 305 วินาทีต่อชุด

### 3.2.4 ศึกษาการผลิตเดิมเพื่อศึกษากำลังการผลิต

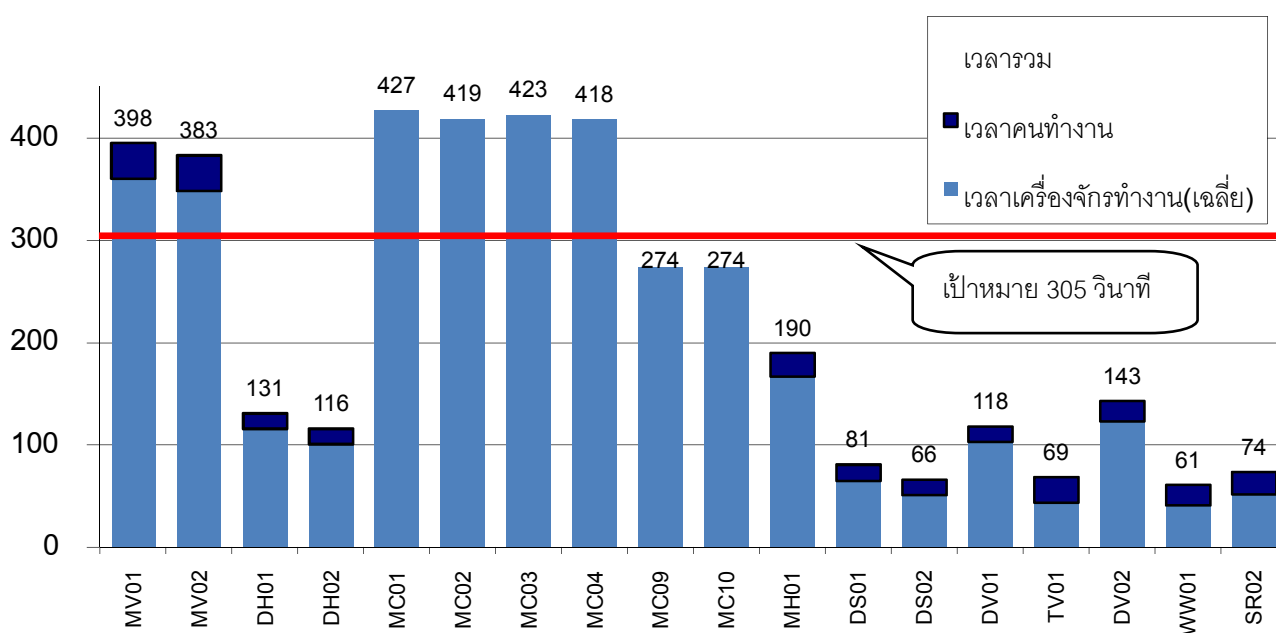
ในการศึกษาการผลิตเดิมจะใช้การจับเวลาด้วยนาฬิกาจับเวลามาทำการจับเวลาการทำงานของเครื่องจักรในสายการผลิตขึ้นส่วนเสียเกียร์รถไถในปัจจุบันเพื่อหาเวลาที่ใช้ในการผลิตของเครื่องจักรแต่ละเครื่องโดยไม่รวมเวลาคนทำงาน ข้อมูลการจับเวลาดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

ตารางศึกษาเวลาการทำงานของเครื่องจักรในสายการผลิตชิ้นส่วน

| No. | เครื่องจักร | เวลาการทำงาน (วินาที) |       |       |       |       |       |       |       |       |       | เวลาเฉลี่ย |
|-----|-------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|
|     |             | 1                     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |            |
| 1   | MV01        | 363                   | 363   | 364   | 363   | 362   | 363   | 364   | 364   | 363   | 363   | 363        |
| 2   | MV02        | 348                   | 347   | 348   | 350   | 348   | 348   | 346   | 346   | 348   | 348   | 348        |
| 3   | DH01        | 118                   | 118   | 114   | 117   | 115   | 118   | 116   | 117   | 116   | 115   | 116        |
| 4   | DH02        | 99                    | 102   | 99    | 101   | 100   | 100   | 103   | 103   | 99    | 99    | 101        |
| 5   | MC01        | 1,707                 | 1,707 | 1,708 | 1,707 | 1,709 | 1,707 | 1,709 | 1,711 | 1,709 | 1,711 | 1,709      |
| 6   | MC02        | 1,677                 | 1,676 | 1,676 | 1,677 | 1,675 | 1,677 | 1,677 | 1,674 | 1,674 | 1,675 | 1,676      |
| 7   | MC03        | 1,691                 | 1,688 | 1,689 | 1,691 | 1,691 | 1,691 | 1,689 | 1,691 | 1,692 | 1,691 | 1,690      |
| 8   | MC04        | 1,679                 | 1,679 | 1,678 | 1,678 | 1,681 | 1,678 | 1,681 | 1,681 | 1,677 | 1,679 | 1,679      |
| 9   | MC09        | 548                   | 547   | 547   | 548   | 549   | 548   | 548   | 550   | 549   | 547   | 548        |
| 10  | MC10        | 546                   | 550   | 550   | 547   | 548   | 546   | 546   | 547   | 549   | 548   | 548        |
| 11  | MH01        | 170                   | 164   | 169   | 164   | 166   | 166   | 167   | 170   | 166   | 170   | 167        |
| 12  | DS01        | 67                    | 63    | 66    | 66    | 65    | 64    | 62    | 67    | 62    | 66    | 65         |
| 13  | DS02        | 49                    | 51    | 49    | 53    | 52    | 52    | 53    | 52    | 52    | 51    | 51         |
| 14  | DV01        | 105                   | 102   | 101   | 101   | 104   | 105   | 103   | 105   | 104   | 101   | 103        |
| 15  | TV01        | 41                    | 43    | 45    | 43    | 45    | 43    | 41    | 45    | 46    | 47    | 44         |
| 16  | DV02        | 120                   | 125   | 125   | 123   | 122   | 120   | 126   | 126   | 126   | 121   | 123        |
| 17  | WW01        | 39                    | 39    | 42    | 40    | 42    | 43    | 39    | 39    | 40    | 42    | 41         |
| 18  | SR02        | 51                    | 53    | 52    | 52    | 54    | 52    | 51    | 53    | 51    | 52    | 52         |

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาสร้างกราฟเวลาการทำงานเพื่อเปรียบเทียบกับเวลาที่ต้องการจะปรับปรุง  
ดังภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.15

กราฟเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยในการผลิตชิ้นส่วนต่อชุดกับเวลาที่ตั้งเป้าหมายไว้

### 3.2.5 การจัดแบ่งกลุ่มของเครื่องจักร

จากภาพที่ 3.15 เมื่อเทียบกับเป้าหมายในการปรับปรุงที่ตั้งไว้ 305 วินาทีจะเห็นว่าจะมีเครื่องจักรถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

1. เครื่องจักรที่มีเวลาเฉลี่ยในการทำงานเกินเป้าหมายได้แก่

ตารางที่ 3.2

กลุ่มเครื่องจักรที่มีเวลาทำงานเกินเป้าหมาย (ต้องทำการปรับปรุง)

|            | ชื่อเครื่องจักร | เวลาทำงานจริง | เวลาเฉลี่ยต่อชุด | เวลาที่เกินจากเป้าหมาย | เวลาที่จริงที่เกิน | หมายเหตุ                        |
|------------|-----------------|---------------|------------------|------------------------|--------------------|---------------------------------|
| กลุ่มที่ 1 | MC01            | 1,709         | 427              | 122                    | 489                | 4 เครื่องทำงาน process เดียวกัน |
|            | MC02            | 1,676         | 419              | 114                    | 456                |                                 |
|            | MC03            | 1,690         | 422              | 117                    | 470                |                                 |
|            | MC04            | 1,679         | 419              | 114                    | 459                |                                 |
| กลุ่มที่ 2 | MV01            | 398           | 398              | 93                     | 93                 |                                 |
|            | MV02            | 383           | 383              | 78                     | 78                 |                                 |

### ตารางที่ 3.3

กลุ่มเครื่องจักรที่มีเวลาทำงานต่ำกว่าเป้าหมาย (ไม่จำเป็นต้องทำการปรับปรุง)

|            | ชื่อเครื่องจักร | เวลาทำงานจริง | เวลาเฉลี่ยต่อชุด | หมายเหตุ                           |
|------------|-----------------|---------------|------------------|------------------------------------|
| กลุ่มที่ 3 | MC09            | 548           | 274              | 2 เครื่องทำงาน process<br>เดียวกัน |
|            | MC10            | 548           | 274              |                                    |
| กลุ่มที่ 4 | DH01            | 131           | 131              |                                    |
|            | DH02            | 116           | 116              |                                    |
|            | DS01            | 81            | 81               |                                    |
|            | DS02            | 66            | 66               |                                    |
|            | DV01            | 118           | 118              |                                    |
|            | DV02            | 143           | 143              |                                    |
|            | MH01            | 190           | 190              |                                    |
|            | TV01            | 69            | 69               |                                    |
|            | WW01            | 61            | 61               |                                    |
|            | SR02            | 74            | 74               |                                    |

จากกลุ่มของเครื่องจักรทั้ง 2 กลุ่มเพื่อให้เวลาเฉลี่ยในการผลิตขึ้นอยู่ในเป้าหมาย จึงจะต้องมีการปรับปรุงเครื่องจักรที่อยู่ในกลุ่มที่ 1 และ 2 โดยในการปรับปรุงจะทำการปรับปรุงสถานะการกีดขวางงานของเครื่องมือกีด เนื่องจากว่าสถานะที่ใช้ในการกีดขวางงานในปัจจุบันไม่ได้รับการปรับปรุงมานานแล้ว โดยเครื่องมือกีดที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันก็ได้มีการพัฒนาจากทางผู้ผลิตไปมากทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องมือกีดสูงมากขึ้นจึงต้องมีการศึกษา แล้วทำการปรับปรุงในจุดนี้ และการใช้หลักการ ECRS ในการกำจัดจุดที่ไม่จำเป็นในการทำงานออกไป รวมกระบวนการที่มีการทำงานที่คล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน การจัดเรียงกระบวนการใหม่ให้มีความรวดเร็วในการทำงาน และการจัดกระบวนการให้ง่ายในการทำงานและมีความรวดเร็วเพิ่มขึ้นจากการปรับปรุง

#### 3.2.6 การปรับปรุงเครื่องจักรกลุ่มที่ 1

การปรับปรุงเครื่องจักรกลุ่มที่ 1 เพื่อที่จะลดเวลาในการทำงานให้ลดลงจะใช้วิธีการศึกษาขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรจากนั้นก็ปรับปรุง โดย ทำการปรับตัวแปรในการกีดขวางงาน กำจัดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็น และจัดขั้นตอนการทำงานใหม่ให้เหมาะสม

##### 1. การปรับปรุงเครื่องจักรกลุ่มที่ 1 ด้วยการปรับตัวแปรในการกีด

เริ่มจากการปรับตัวแปรในการกีดขวางงานเนื่องจากว่าสามารถเริ่มปฏิบัติงานได้ง่าย โดยพิจารณาจากเครื่องมือกีดทุกชนิดจะมีตัวแปรในการกีดที่เหมาะสมแตกต่างกันไปตามที่ผู้ผลิตได้ออกแบบไว้โดยผู้ผลิตเครื่องมือกีดจะระบุตัวแปรในการกีดที่เหมาะสมทางทฤษฎี

ไว้ในคู่มือของเครื่องมือกัด โดยเมื่อเรานำเครื่องมือกัดชนิดนั้นมาใช้งานก็สามารถอ้างอิงได้จากคู่มือที่ผู้ผลิตให้มาได้ เมื่อนำมาใช้งานก็ต้องมีการทดลองว่าตัวแปรในการกัดชิ้นงานที่ใช้มีความเหมาะสมหรือไม่ ทั้งนี้สิ่งที่ต้องพิจารณาในการเลือกใช้ตัวแปรในการกัดมีดังนี้

1. ความเร็วรอบหมุนของมีดกัด (รอบต่อนาที,  $N$  (rpm))
2. ความเร็วตัด (เมตรต่อนาที,  $V$  (m/min))
3. ความเร็วในการป้อนมีดกัด (มิลลิเมตรต่อนาที,  $F$  (mm/min))

ตัวแปรเหล่านี้เป็นตัวแปรที่สำคัญในการกัดชิ้นงานเพื่อให้ได้คุณภาพผิวชิ้นงานตามที่กำหนดแล้วให้อายุการใช้งานของเครื่องมือกัดยาวนานด้วย

ในการปรับปรุงเครื่องจักรในกลุ่มที่ 1 จะเห็นว่าเป็นกลุ่มเครื่องจักรที่มีลักษณะในการทำงานแบบใช้เครื่องมือกัดเพื่อนำเนื้อโลหะส่วนที่ไม่ต้องการออกไปจากชิ้นงานทั้งสิ้น ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และความเร็วในการกัดชิ้นงานของเครื่องจักร จึงได้มีการศึกษาจากคู่มือของเครื่องมือกัด และได้ขอรับคำปรึกษาจากผู้ผลิตเครื่องมือกัดโดยตรงเพื่อขอคำแนะนำในการปรับตัวแปรในการกัดชิ้นงานให้เร็วขึ้นโดยที่ส่งผลกระทบน้อยที่สุด โดยผู้ผลิตเครื่องมือกัดก็ให้คำแนะนำในการปรับตัวแปรกัดของเครื่องมือกัด โดยอ้างอิงจากในคู่มือแล้วให้ทำการทดลองที่เครื่องจักรหลังจากนั้นค่อยทำการสรุปผลหลังการทดลองอีกครั้ง โดยที่เครื่อง MC01-04 จะมีเครื่องมือกัดที่ใช้ในการกัดชิ้นงานทั้งหมด 23 ชนิด และมีตัวแปรในการกัดตามตารางที่ 3.4

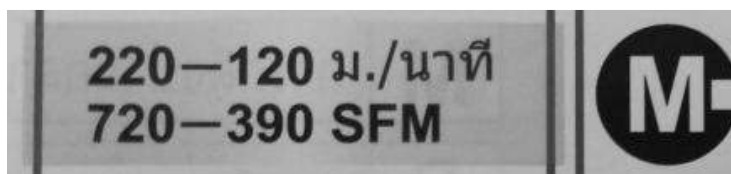
## ตารางที่ 3.4

ตัวแปรในการกัดของเครื่องมือกัดเครื่อง MC01-04 (เวลาทำงานเฉพาะช่วงเวลาที่กัดชิ้นงาน)

|                                   | ตัวแปรการกัด (ก่อนการปรับปรุง) |         |          |         |
|-----------------------------------|--------------------------------|---------|----------|---------|
|                                   | N                              | V       | F        |         |
| เครื่องมือกัด                     | (rev/min)                      | (m/min) | (mm/min) | เวลา(s) |
| T.4 END MILL Ø36                  | 542                            | 61      | 265      | 91      |
| T.5 ROUGH BORING Ø51.7            | 591                            | 96      | 106      | 35      |
| T.6 ROUGH BORING Ø37.7/61.7       | 495                            | 96      | 88       | 40      |
| T.7 ROUGH BORING Ø46.7            | 654                            | 96      | 101      | 38      |
| T.9 ROUGH BORING Ø51.7            | 591                            | 96      | 90       | 55      |
| T.10 ROUGH BORING Ø34.7           | 739                            | 81      | 110      | 30      |
| T.11 ROUGH BORING Ø39.7           | 769                            | 96      | 115      | 35      |
| T.12 ROUGH BORING Ø61.7           | 500                            | 97      | 73       | 75      |
| T.22 FINISH BORING Ø62            | 770                            | 150     | 77       | 112     |
| T.13 ROUGH BORING Ø67.7/79.7/89.7 | 426                            | 120     | 63       | 64      |
| T.14 FINISH BORING Ø69            | 530                            | 115     | 53       | 69      |
| T.26 DRILL Ø1                     | 600                            | 22      | 60       | 84      |
| T.15 REAMER Ø12.1                 | 1052                           | 40      | 21       | 93      |
| T.16 REAMER Ø12.0                 | 1061                           | 40      | 21       | 92      |
| T.17 FINISH BORING Ø52            | 918                            | 150     | 91       | 76      |
| T.18 FINISH BORING Ø38            | 1089                           | 130     | 87       | 34      |
| T.19 FINISH BORING Ø47            | 1016                           | 150     | 82       | 43      |
| T.20 FINISH BORING Ø35            | 1182                           | 130     | 94       | 35      |
| T.21 FINISH BORING Ø40            | 1035                           | 130     | 82       | 53      |
| T.24 BURNISHING DRILL Ø14         | 1200                           | 53      | 40       | 187     |
| T.28 DRILL Ø5                     | 600                            | 9       | 60       | 63      |
| T.29 TAP M6*1                     | 470                            | 9       | 720      | 42      |
| T.23 FINISH BORING Ø68/80/90      | 530                            | 150     | 53       | 80      |

การปรับความเร็วในการกัดชิ้นงานของเครื่องมือกัดแต่ละชนิดจะพิจารณาจากเครื่องมือกัดที่ยังสามารถเพิ่มความเร็วในการชิ้นงานได้โดยที่เครื่องมือกัดยังไม่เสียหาย โดยอ้างอิงจากคู่มือที่ได้รับมา ในขั้นต้นได้ทำการศึกษาช่วงการใช้งานของเครื่องมือกัดว่ามีช่วงการใช้งานอย่างไร โดยเครื่องมือกัดที่ใช้งานอยู่ในกระบวนการทำงานของเครื่อง MC01-04 จะมีทั้งเครื่องกัดที่มีขายทั่วไป และเครื่องมือกัดพิเศษที่ออกแบบเพื่อใช้งานเฉพาะโดยเครื่องมือกัดที่มีการปรับตัวแปรในการกัดนั้นจะอ้างอิงจากคู่มือจากนั้นก็ให้นำมาคำนวณเพื่อหาตัวแปรในการกัดที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้งานจริง

จากตารางที่ 3.5 เครื่องมือกัดหมายเลข 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12 เป็นเครื่องมือกัดแบบติดตั้งเม็ดมิดไว้ที่เครื่องมือกัดสามารถคำนวณชิ้นงานที่เป็นรูปกลมให้ได้ขนาดตามที่ตั้งไว้ (อ้างอิงในภาคผนวก ค) โดยจะใช้เม็ดมิด TPGX110304 ของ มิตซูบิชิคาร์ไบด์ (อ้างอิงในภาคผนวก ค) จะมีช่วงแนะนำในการใช้งานตามรูปที่ 3.16



ภาพที่ 3.16

ความเร็วตัดที่แนะนำสำหรับ TPGX110304 มิตซูบิชิคาร์ไบด์

โดยในปัจจุบันความเร็วตัดที่ใช้งานอยู่เท่ากับ 96 เมตรต่อนาที ซึ่งยังต่ำกว่าที่ผู้ผลิตเครื่องมือกัดได้แนะนำให้ใช้งานจึงเลือกใช้งานความเร็วตัดเท่ากับ 120 เมตรต่อนาที เมื่อคำนวณเป็นความเร็วรอบของเครื่องมือกัดโดยไม่ได้เปลี่ยนแปลงอัตราการป้อนต่อรอบการหมุนจะได้ตามตารางที่ 3.5

### ตารางที่ 3.5

ตัวแปรในการกัดก่อนและหลังการปรับปรุงตัวแปรในการกัดชิ้นงานของเม็ดมีด TPGX110304

มิติซูบิชิคาร์ไบด์

|                             | ตัวแปรการกัด (ก่อนการปรับปรุง) |         |          | ตัวแปรการกัด (หลังการปรับปรุง) |         |          | เพิ่มขึ้น |
|-----------------------------|--------------------------------|---------|----------|--------------------------------|---------|----------|-----------|
|                             | N                              | V       | F        | N                              | V       | F        |           |
| เครื่องมือกัด               | (rev/min)                      | (m/min) | (mm/min) | (rev/min)                      | (m/min) | (mm/min) | %         |
| T.5 ROUGH BORING Ø51.7      | 591                            | 96      | 106      | 739                            | 120     | 132      | 25        |
| T.6 ROUGH BORING Ø37.7/61.7 | 495                            | 96      | 88       | 619                            | 120     | 110      | 25        |
| T.7 ROUGH BORING Ø46.7      | 654                            | 96      | 101      | 818                            | 120     | 126      | 25        |
| T.9 ROUGH BORING Ø51.7      | 591                            | 96      | 90       | 739                            | 120     | 132      | 47        |
| T.10 ROUGH BORING Ø34.7     | 739                            | 81      | 110      | 871                            | 95      | 130      | 18        |
| T.11 ROUGH BORING Ø39.7     | 769                            | 96      | 115      | 882                            | 110     | 132      | 15        |
| T.12 ROUGH BORING Ø61.7     | 500                            | 97      | 73       | 619                            | 120     | 90       | 23        |

การพิจารณาตัวแปรในการกัดชิ้นงานที่จะเลือกใช้งานจะคำนึงถึงอายุการใช้งานของเครื่องมือกัดหลังการปรับปรุงด้วย ทั้งนี้อายุการใช้งานของเครื่องมือกัดหลังการปรับปรุงจะต้องมีอายุการใช้งานที่เท่ากับก่อนการปรับปรุงตัวแปรกัดดังตารางที่ 3.7 และคุณภาพผิวของชิ้นงานจะต้องมีค่าความหยาบผิวของชิ้นงานไม่เกิน 5 ไมโครเมตรตามมาตรฐานของชิ้นงานที่กำหนดไว้ด้วย จากการทดลองกัดชิ้นงานด้วยตัวแปรในการกัดในตารางที่ 3.5 จะได้ชิ้นงานที่มีความหยาบของผิวชิ้นงานประมาณ 4 ไมโครเมตรเทียบกับก่อนการปรับปรุงคือ 3 ไมโครเมตร เมื่อรวมกับผลการปรับปรุงเครื่องมือกัดแบบพิเศษที่ถูกใช้งานในเครื่องจักร MC01-04 อีก คือเครื่องมือกัดหมายเลข 14, 15, 16, 18, 20, 21 ที่มีการปรับตัวแปรในการกัดชิ้นงาน ข้อมูลตัวแปรในการกัดที่ได้ปรับปรุงจะเป็นตามตารางที่ 3.6 โดยข้อมูลการปรับปรุงของเครื่องมือกัดนี้จะเป็นข้อมูลที่หน่วยงานวิจัยและพัฒนาของ บริษัท สยามคูโบต้า ประเทศญี่ปุ่น ทำการทดลองเพื่อหาสภาพการใช้งานที่เหมาะสมแล้วส่งข้อมูลมาให้เพื่อใช้ในการทำงาน และจากการทดลองใช้งานตัวแปรในการกัดชิ้นงานตามตารางที่ 3.6 ชิ้นงานที่ได้มีความหยาบผิวของชิ้นงานประมาณ 3 ไมโครเมตร

### ตารางที่ 3.6

ตัวแปรในการกัดชิ้นงานของตัวแปรในการกัดก่อนและหลังการปรับปรุงของเครื่องมือกัดพิเศษ

|                        | ตัวแปรการกัด (ก่อนการปรับปรุง) |         |          | ตัวแปรการกัด (หลังการปรับปรุง) |         |          | เพิ่มขึ้น |
|------------------------|--------------------------------|---------|----------|--------------------------------|---------|----------|-----------|
|                        | N                              | V       | F        | N                              | V       | F        |           |
| เครื่องมือกัด          | (rev/min)                      | (m/min) | (mm/min) | (rev/min)                      | (m/min) | (mm/min) | %         |
| T.14 FINISH BORING Ø69 | 530                            | 115     | 53       | 701                            | 152     | 70       | 32        |
| T.15 REAMER Ø12.1      | 1052                           | 40      | 21       | 1052                           | 40      | 23       | 10        |
| T.16 REAMER Ø12.0      | 1061                           | 40      | 21       | 1061                           | 40      | 23       | 10        |
| T.18 FINISH BORING Ø38 | 1089                           | 130     | 87       | 1256                           | 150     | 100      | 15        |
| T.20 FINISH BORING Ø35 | 1182                           | 130     | 94       | 1364                           | 150     | 108      | 15        |
| T.21 FINISH BORING Ø40 | 1035                           | 130     | 82       | 1193                           | 150     | 95       | 16        |

จากการคำนวณจะเห็นว่าในเครื่องมือกัดที่ได้ปรับความเร็วขึ้นจะมีความเร็วในการป้อนเข้ากัดงานสูงขึ้นทำให้กัดชิ้นงานเสร็จเร็วขึ้นนั่นเอง ผลจากการทดลองพบว่าเครื่องจักรสามารถทำงานได้ตามปกติโดยที่เกิดเสียงดังขึ้นเล็กน้อยเท่านั้นในระหว่างการกัดชิ้นงาน

อายุการใช้งานของเครื่องมือกัดหลังจากที่มีการปรับปรุงตัวแปรในการกัด เนื่องจากไม่ได้มีการทดลองหาอายุการใช้งานที่แท้จริงที่ได้จากสภาวะการใช้งานเครื่องมือกัดหลังการปรับปรุง และยังไม่มีความจำเป็นที่จะลดค่าใช้จ่ายในการผลิต จึงกำหนดให้อายุการใช้งานของเครื่องมือกัดหลังการปรับปรุงให้เท่ากับก่อนการปรับปรุง และทำการเก็บข้อมูลการใช้งาน (อ้างอิงในภาคผนวก ข.3) จากการเก็บข้อมูล เครื่องมือกัดสามารถใช้งานได้ตามสภาวะการทำงานใหม่ได้ ข้อมูลในตารางที่ 3.7

### ตารางที่ 3.7

ข้อมูลอายุการใช้งานของเครื่องมือกัดเครื่องจักรกลุ่มที่ 1 ก่อนและหลังการปรับปรุง

| หมายเลข<br>เครื่องมือ | STOCK<br>NO. | ชื่อเครื่องมือ                  | กระบวนการ       | BRAND      | อายุใช้งาน<br>ก่อนปรับ | อายุใช้งาน<br>หลังปรับ |
|-----------------------|--------------|---------------------------------|-----------------|------------|------------------------|------------------------|
| T4                    | 40220        | INSERT TEEN322FR(TH10)          | Facing ด้านข้าง | Toshiba    | 200                    | 200                    |
| T5                    | 40221        | INSERT TPGA221(HTI10)           | Rough Boring    | Mitsubishi | 120                    | 120                    |
| T6                    | 40221        | INSERT TPGA221(HTI10)           | Rough Boring    | Mitsubishi | 120                    | 120                    |
| T6                    | 40222        | INSERT TPGA321(HTI10)           | Rough Boring    | Mitsubishi | 120                    | 120                    |
| T7                    | 40221        | INSERT TPGA221(HTI10)           | Rough Boring    | Mitsubishi | 120                    | 120                    |
| T9                    | 40221        | INSERT TPGA221(HTI10)           | Rough Boring    | Mitsubishi | 120                    | 120                    |
| T10                   | 40221        | INSERT TPGA221(HTI10)           | Rough Boring    | Mitsubishi | 120                    | 120                    |
| T11                   | 40221        | INSERT TPGA221(HTI10)           | Rough Boring    | Mitsubishi | 120                    | 120                    |
| T12                   | 40221        | INSERT TPGA221(HTI10)           | Rough Boring    | Mitsubishi | 200                    | 200                    |
| T13                   | 40222        | INSERT TPGA321(HTI10)           | Rough Boring    | Mitsubishi | 200                    | 200                    |
| T14                   | 40225        | INSERT TPGT090204LW15(TH10)     | Finish Boring   | Toshiba    | 400                    | 400                    |
| T15                   | 40342        | REAMER D.12.1J7 MT1             | Reaming D11.5   | Shinei     | 2000                   | 2000                   |
| T16                   | 40341        | REAMER D.12H8 MT1               | Reaming D11.5   | Shinei     | 2000                   | 2000                   |
| T17                   | 40225        | INSERT TPGT090204LW15(TH10)     | Finish Boring   | Toshiba    | 400                    | 400                    |
| T18                   | 40223        | INSERT U3(K10)                  | Finish Boring   | Mitsubishi | 400                    | 400                    |
| T19                   | 40225        | INSERT TPGT090204LW15(TH10)     | Finish Boring   | Toshiba    | 400                    | 400                    |
| T20                   | 40223        | INSERT U3(K10)                  | Finish Boring   | Mitsubishi | 400                    | 400                    |
| T21                   | 40223        | INSERT U3(K10)                  | Finish Boring   | Mitsubishi | 400                    | 400                    |
| T22                   | 40225        | INSERT TPGT090204LW15(TH10)     | Finish Boring   | Toshiba    | 400                    | 400                    |
| T23                   | 40224        | INSERT U5(K10)                  | Finish Boring   | Mitsubishi | 400                    | 400                    |
| T24                   | 40600        | BURNISHING DRILL D.14x85xD.18x8 | ยึดชุดบีบเลี้ยว | OHMI       | 1200                   | 1200                   |
| T26                   | 40317        | Drill Diameter 11.5             | Drilling        | Taika      | 1000                   | 1000                   |
| T28                   | 40318        | SUBLAND DRILL D.5X15XD.8X162L   | Drilling        | Taika      | 600                    | 600                    |
| T29                   | 40617        | HAND TAP M6*1*62L-GT8(HT-FC)    | Tap             | Tanoi      | 200                    | 200                    |

### 2. การปรับปรุงเครื่องจักรกลุ่มที่ 1 ด้วยการย้ายกระบวนการทำงาน

ขั้นตอนการปรับปรุงต่อมาจะทำการแบ่งกระบวนการทำงานที่มีเวลาในการทำงานมากไปยังเครื่องจักรเครื่องอื่นที่มีลักษณะการทำงานคล้ายคลึงกัน และยังสามารถในการทำงานเหลืออยู่ จากการพิจารณาเครื่องจักรในสายการผลิตแล้ว จะพบว่าเครื่องจักรในกลุ่มที่ 1 ที่มีเวลาในการทำงานเฉลี่ยสูงกว่าเป้าหมาย และเครื่องจักรในกลุ่มที่ 3 ที่มีเวลาในการทำงานเฉลี่ยต่ำกว่าเป้าหมาย จะมีลักษณะของเครื่องจักรที่ใกล้เคียงกันต่างกันแค่ขนาดของเครื่องจักร และกำลังของเครื่องจักรเท่านั้นซึ่งสามารถทำงานแทนกันได้กันได้บางส่วน ดังนั้นจึงมีการ

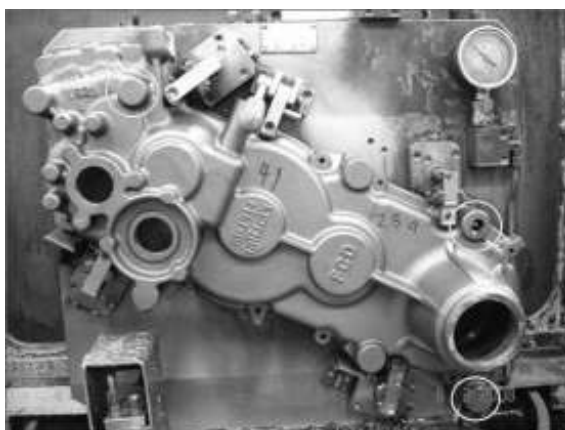
พิจารณาที่จะนำขั้นตอนในการทำงานบางขั้นตอนจากเครื่องจักรในกลุ่มที่ 1 ย้ายกระบวนการไปทำในเครื่องจักรกลุ่มที่ 3 เพื่อลดเวลาในกลุ่มที่ 1 ลงโดยที่เวลาในการทำงานของเครื่องในกลุ่มที่ 3 ยังคงไม่เกินจากเป้าหมายที่ตั้งไว้

จากการพิจารณาพบว่าในเครื่องจักรกลุ่มที่ 1 จะมีการใช้งานเครื่องมือกัด T.4 END MILL Ø36 ดังภาพที่ 3.17 ในการกัดชิ้นงานที่เป็นตุ่มดังภาพที่ 3.18 และ 3.19 โดยใช้เวลาประมาณ 100 วินาทีในการทำงาน ทำการย้ายกระบวนการทำงานในจุดนี้มาทำที่เครื่องจักร MC09 และ MC10 ใช้งานเครื่องมือกัด T.11 FACING Ø80 ดังภาพที่ 3.20 ในการทำงานแทน โดยเพิ่มขั้นตอนการทำงานให้กับเครื่องจักรไปกัดชิ้นงานในจุดที่กำหนดดังภาพที่ 3.18 และ 3.19 ในกระบวนการนี้ไม่ได้มีการควบคุมคุณภาพเนื่องจากการกัดชิ้นงานหยาบเพื่อนำเนื้องานหล่อออกไปเท่านั้น



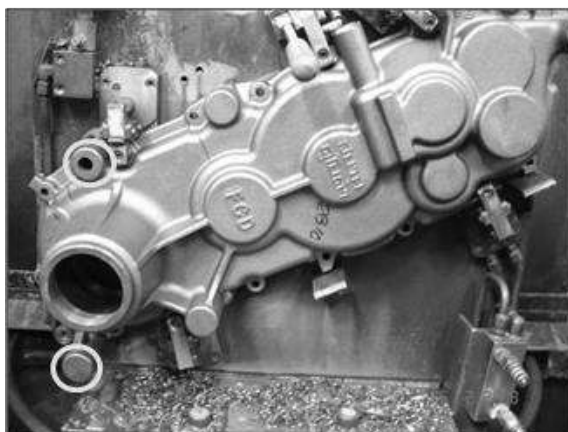
ภาพที่ 3.17

เครื่องมือกัด T.4 END MILL Ø36



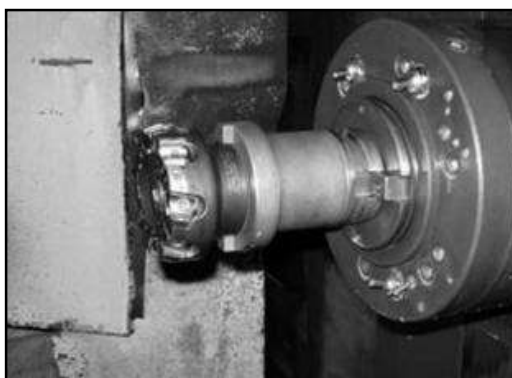
ภาพที่ 3.18

ตำแหน่งที่กัดด้วย T.4 END MILL Ø36 ชิ้นงานฝั่งซ้าย



ภาพที่ 3.19

ตำแหน่งที่กัดด้วย T.4 END MILL Ø36 ชิ้นงานฝั่งขวา



ภาพที่ 3.20

เครื่องมือกัด T.11 FACING Ø80

### 3. การปรับปรุงเครื่องจักรกลุ่มที่ 1 ด้วยการปรับขั้นตอนในการทำงานของเครื่องจักร

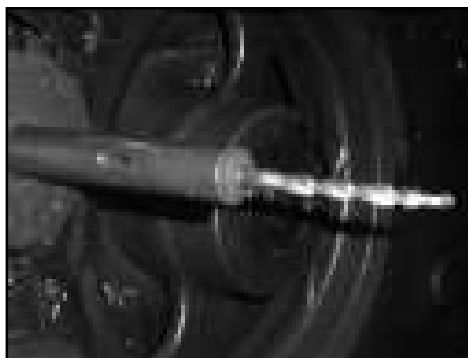
เมื่อทำการศึกษาขั้นตอนการทำงานแล้วก็พบว่า ในเครื่องจักรที่กำลังทำงานอยู่จะมีช่วงเวลาที่ไมเกิดงานขึ้นหมายถึงเวลาที่เครื่องจักรไม่ได้เข้ากัดชิ้นงาน เช่น ขั้นตอนในการเปลี่ยนเครื่องมือกัด ขั้นตอนในการเคลื่อนที่ ขั้นตอนในการหมุนชิ้นงาน ขั้นตอนเหล่านี้ถ้ามีการศึกษาอย่างละเอียดแล้วจะสามารถลดขั้นตอนเหล่านี้ลงได้ ทั้งนี้ ก็ต้องพิจารณาถึงความปลอดภัยในการทำงานด้วยเช่นการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรเป็นต้น ถ้ามีการเคลื่อนที่เข้าใกล้ชิ้นงานหรือชุดจับยึดมากเกินไปก็มีโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้

จากการศึกษาขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรจะพบว่าขั้นตอนในการหมุนชิ้นงานไปยังมุมต่างๆภายในเครื่อง MC01-04 จะเกิดขึ้นบ่อยครั้งซึ่งแต่ละครั้งจะใช้เวลาประมาณ 50-60 วินาที ในขั้นตอนที่ T24, T28 และ T29 ดังภาพที่ 3.21, 3.22 และ 3.23 ของเครื่อง MC01-04 จะมีการหมุนชิ้นงานเกิดขึ้น 5 ครั้งดังตารางที่ 3.8 และด้านของชิ้นงานในขั้นตอนการทำงาน ดังภาพที่ 3.24 และ 3.25



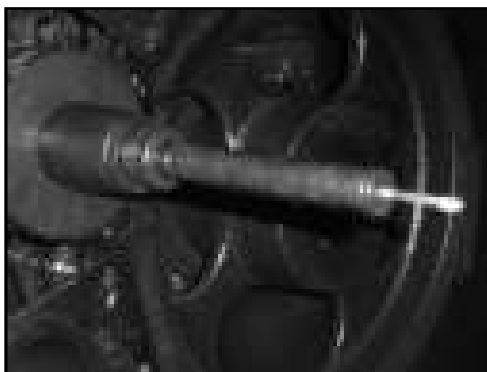
ภาพที่ 3.21

เครื่องมือกัด T.24 Burnishing Drill Diameter 14 mm.

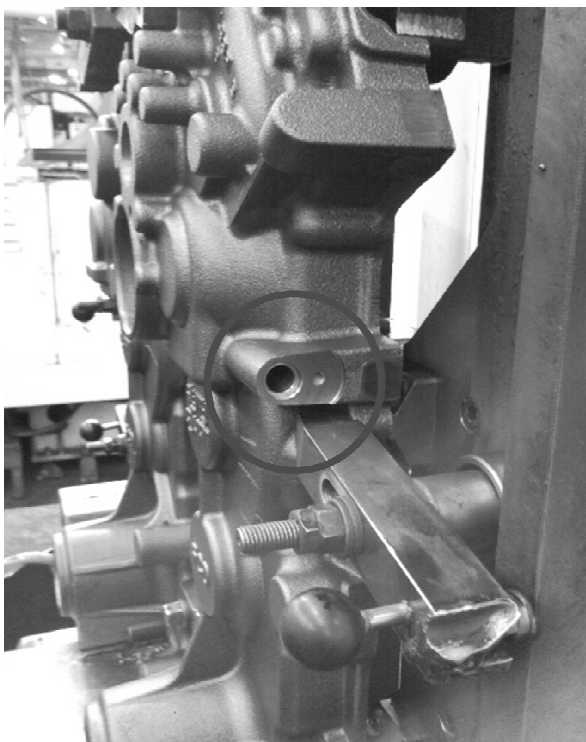


ภาพที่ 3.22

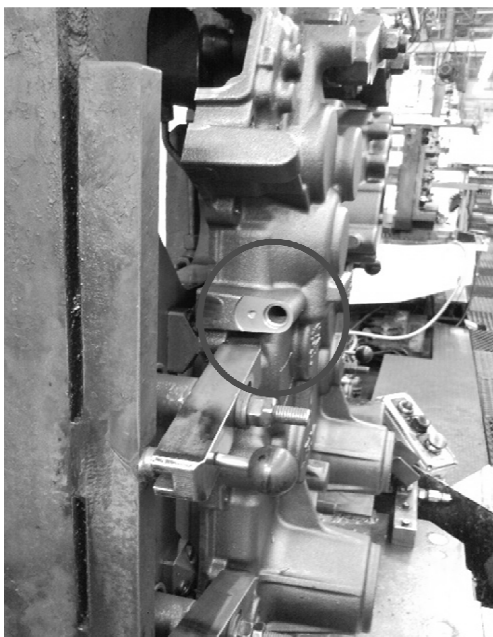
เครื่องมือกัด T.28 Drill Diameter 5 mm.



ภาพที่ 3.23  
เครื่องมือกัด T.29 Tap M6x1.0



ภาพที่ 3.24  
ชิ้นงานฝั่ง B90 และรูที่เจาะในกระบวนการ



ภาพที่ 3.25

ชิ้นงานฝัง B270 และรูที่เจาะในกระบวนการ

เมื่อพิจารณาแล้วก็เห็นว่าควรลดขั้นตอนการหมุนชิ้นงานโดยให้หลังจากที่เครื่องมือกัด T.24 BURNISHING DRILL Ø14 กัดชิ้นงานเสร็จแล้วก็ให้ T.28 DRILL Ø5 ทำการกัดชิ้นงานที่ด้าน B90 ทันทีโดยที่ยังไม่ต้องหมุนชิ้นงาน จากนั้นก็ให้หมุนชิ้นงานไปที่ด้าน B270 เมื่อกัดชิ้นงานแล้วก็ให้ T.29 TAP M6\*1 กัดชิ้นงานที่ด้าน B270 ต่อได้ทันที ทำให้ลดการหมุนชิ้นงานลงได้ 2 ครั้ง น่าจะลดเวลาลงได้ 100 วินาที ดังตารางเปรียบเทียบขั้นตอนการทำงานก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการทำงาน ตารางที่ 3.8

## ตารางที่ 3.8

เปรียบเทียบขั้นตอนการทำงานที่เครื่อง MC01-04 ก่อนและหลังการปรับปรุง

| กระบวนการ           | ด้านชิ้นงานที่กัด |              |
|---------------------|-------------------|--------------|
|                     | ก่อนปรับปรุง      | หลังปรับปรุง |
| T.24 BURNISHING Ø14 | B270              | B270         |
| หมุนชิ้นงาน         | B270-B90          | B270-B90     |
| T.24 BURNISHING Ø14 | B90               | B90          |
| หมุนชิ้นงาน         | B90-B270          | -            |
| T.28 DRILL Ø5       | B270              | B90          |
| หมุนชิ้นงาน         | B270-B90          | B90-B270     |
| T.28 DRILL Ø5       | B90               | B270         |
| หมุนชิ้นงาน         | B90-B270          | -            |
| T.29 TAP M6*1       | B270              | B270         |
| หมุนชิ้นงาน         | B270-B90          | B270-B90     |
| T.29 TAP M6*1       | B90               | B90          |

## 3.2.7 การปรับปรุงเครื่องจักรกลุ่มที่ 2

## 1. การปรับปรุงเครื่องจักรกลุ่มที่ 2 ด้วยการปรับตัวแปรในการกัด

เครื่องจักรในกลุ่มที่ 2 จะเป็นเครื่อง MV01 และ MV02 ที่ใช้ในกระบวนการแปดผิวชิ้นงานให้เรียบโดยการบวกรวนการนี้จะใช้มีดกัดแปดหน้าขนาด 450 มิลลิเมตรดังรูปที่ 3.26 ติดตั้งเม็ดมีด HPHN532 FN(TH10) กัดชิ้นงาน 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 เพื่อกัดผิวหล่อของชิ้นงานออก และ ครั้งที่ 2 เพื่อกัดชิ้นงานให้ได้ขนาดตามแบบ



ภาพที่ 3.26  
เครื่องมือกัดเครื่องจักร MV01-02

จากการศึกษาได้ว่ามีแนวทางในการปรับปรุงแบ่งเป็น 2 วิธีคือ 1.การลดจำนวนครั้งในการกัดชิ้นงานของเครื่องจักรลงจาก 2 ครั้งมาเป็น 1 ครั้ง โดยการลดความเร็วในการกัดของเครื่องมือกัดลง และ 2. การปรับปรุงโดยเพิ่มความเร็วในการป้อนเครื่องมือกัดให้เร็วขึ้นโดยเปลี่ยนความเร็วในการหมุนเครื่องมือกัด อ้างอิงตัวแปรในการกัดดังตารางที่ 3.9, 3.10 และ 3.11

ตารางที่ 3.9  
ตัวแปรในการกัดชิ้นงานที่แนะนำของ HPHN532 FN

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| ชนิดของเม็ดมีด        | HPHN532FN |
| ความเร็วตัด Vc(m/min) | 250~400   |
| ความหนาตัด (mm)       | 2~5       |

ตารางที่ 3.10  
การปรับปรุงกระบวนการกัดชิ้นงานเครื่อง MV01-02 แนวทางที่ 1

| เครื่อง | ชิ้นงาน  | ก่อนการปรับปรุง (กัด 2 ครั้ง) |          | ปรับปรุงแนวทางที่ 1 (กัด 1 ครั้ง) |          | เวลาทำงาน<br>(วินาที) |
|---------|----------|-------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|-----------------------|
|         |          | N(RPM)                        | V(m/min) | N(RPM)                            | V(m/min) | (เก่า/ใหม่)           |
| MV01    | ฝั่งขวา  | 180                           | 260      | 120                               | 180      | (360/230)             |
| MV02    | ฝั่งซ้าย | 180                           | 260      | 120                               | 180      | (348/220)             |

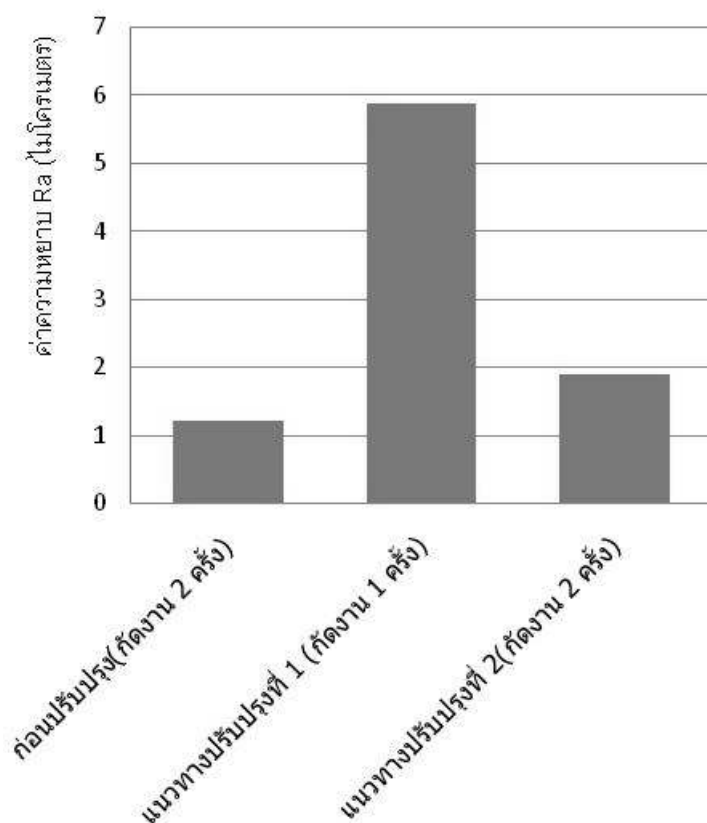
## ตารางที่ 3.11

## การปรับปรุงกระบวนการกัดชิ้นงานเครื่อง MV01-02 แนวทางที่ 2

| เครื่อง | ชิ้นงาน  | ก่อนการปรับปรุง (กัด 2 ครั้ง) |          | ปรับปรุงแนวทางที่ 2(กัด 2 ครั้ง) |          | เวลาทำงาน<br>(วินาที) |
|---------|----------|-------------------------------|----------|----------------------------------|----------|-----------------------|
|         |          | N(RPM)                        | V(m/min) | N(RPM)                           | V(m/min) | (เก่า/ใหม่)           |
| MV01    | ฝั่งขวา  | 180                           | 260      | 260                              | 370      | (360/258)             |
| MV02    | ฝั่งซ้าย | 180                           | 260      | 260                              | 370      | (348/250)             |

การปรับปรุงแนวทางที่ 1 จะลดกระบวนการกัดชิ้นงานลง 1 ครั้งโดยจากเดิมที่จะกัดชิ้นงาน 2 ครั้งโดยครั้งแรกจะกัดเพื่อกำจัดเนื้องานที่เป็นผิวงานหล่อออกความหนาในการกัดประมาณ 3 ถึง 4 มิลลิเมตร แล้วจะกัดชิ้นงานซ้ำครั้งที่ 2 อีก 1 มิลลิเมตรเพื่อให้ชิ้นงานมีความหนาตามแบบ และให้ผิวของชิ้นงานมีความเรียบ การปรับปรุงในแนวทางที่ 1 กัดชิ้นงานเพียงครั้งเดียวโดยลดความเร็วในการกัดชิ้นงานลงเพื่อให้ผิวของชิ้นงานเรียบด้วย แต่จากการทดลองจะเห็นว่าเวลาในการกัดชิ้นงานลดลงอย่างมาก แต่ว่าความหยาบผิวของชิ้นงานสำเร็จที่วัดได้มีค่ามากกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ดังภาพที่ 3.27 จากนั้นทำการทดลองในแนวทางที่ 2 ตามตารางที่ 3.12 โดยที่กระบวนการกัดชิ้นงานจะเป็นการกัดชิ้นงาน 2 ครั้งที่มีความหนาของชิ้นงานเท่าเดิมแต่เพิ่มความเร็วในการป้อนชิ้นงานแทน โดยการปรับความเร็วของเครื่องมือกัด แล้วทำการเก็บข้อมูลของชิ้นงาน และเครื่องจักรหลังการปรับปรุงพบว่าความหยาบของผิวงานสำเร็จมีค่าตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ เครื่องจักรสามารถทำงานได้ตามปกติโดยที่จะมีการสั่นของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเนื่องจากเครื่องจักรกัดงานเร็วขึ้น แล้วทำการเก็บข้อมูลอายุการใช้งานพบว่าสามารถใช้งานได้ลดลงเหลือ 600 ชิ้นงานเท่านั้น จากเดิม 700 ชิ้นงาน การปรับความเร็วของเครื่องมือกัดจะปรับที่ร่องสายพานที่มีให้เลือกใช้งานดังนี้ 120, 180 และ 260 รอบต่อนาที ความเร็วที่เหมาะสมคือ 260 รอบต่อนาทีเมื่อคำนวณเป็นความเร็วตัดจะเท่ากับ 370 เมตร/นาที

สาเหตุที่การปรับปรุงในแนวทางที่ 1 มีคุณภาพผิวของชิ้นงานที่ไม่ดีเนื่องจากเครื่องมือกัดจะต้องกัดเนื้อของชิ้นงานออกในปริมาณที่มากขึ้นในครั้งเดียว ทำให้การกัดผิวให้เรียบไม่มีประสิทธิภาพดังนั้น จึงเลือกใช้การปรับปรุงในแนวทางที่ 2 แทน



ภาพที่ 3.27

ค่าความหยابผิวของชิ้นงาน (มาตรฐานไม่เกิน 3.2 ไมโครเมตร)

### 3.2.8 การปรับปรุงเครื่องจักรกลุ่มที่ 3

#### 1. การปรับปรุงเครื่องจักรกลุ่มที่ 3 ด้วยการปรับตัวแปรในการกัด

จากนั้นก็ได้ทำการปรับตัวแปรในการกัดของเครื่องจักรในกลุ่มที่ 3 ด้วย แม้ว่าจะไม่ได้เป็นกลุ่มเครื่องจักรที่มีเวลาในการทำงานที่เกินเป้าหมาย แต่ว่าได้ทำการปรับปรุงเพื่อรองรับการปรับขั้นตอนในการทำงานต่อไป โดยทำการปรับตัวแปรในการกัดชิ้นงานโดยอ้างอิงข้อมูลตามตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12

ตัวแปรในการกัดชิ้นงานที่แนะนำของ SNGX1250 WKP35 Walter

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| ชนิดของเม็ดมีด        | SNGX1205 WKP35 |
| ความเร็วตัด Vc(m/min) | 240~280        |
| ความหนาตัด (mm)       | 6              |

เครื่องมือกัด T.11 FACING Ø80 ตามภาพที่ 3.28 ได้ถูกนำมาปรับตัวแปรในการกัดชิ้นงานโดยการเปลี่ยนเครื่องมือกัดเป็นรุ่นใหม่ซึ่งทางผู้ผลิตเครื่องมือกัดได้แนะนำให้นำมาทดลองใช้งาน โดยสามารถเพิ่มความเร็วรอบของเครื่องมือกัด และความเร็วในการป้อนมีดกัดได้มากขึ้น จากการทดลองพบว่าสามารถใช้งานได้ดี ผิวของชิ้นงานเรียบดังภาพที่ 3.29 (ค่าความหยาบผิววัดได้ 2.5 ไมครอน จากมาตรฐานไม่เกิน 3.2 ไมครอน ตามภาพที่ 3.30) ข้อมูลอายุการใช้งานของเครื่องมือกัดพบว่ามีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้นจาก 80 ชิ้นงานเป็น 100 ชิ้นงาน



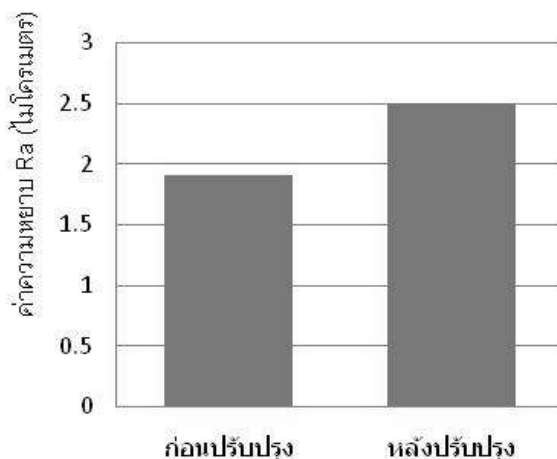
ภาพที่ 3.28

เครื่องมือกัด T.11 FACING Ø80



ภาพที่ 3.29

บริเวณชิ้นงานที่กัดด้วยเครื่องมือกัด T.11 FACING Ø80



ภาพที่ 3.30

ค่าความหยาบผิวของชิ้นงานที่กัดด้วย T.11 FACING Ø80 (มาตรฐานไม่เกิน 3.2 ไมโครเมตร)

นอกจากการปรับความเร็วของ T.11 FACING Ø80 ให้เร็วขึ้นกว่าเดิมแล้ว ก็ได้ทำการปรับความเร็วในการป้อนมีดกัดของ T.25 SIDE CUTTER Ø38 ที่ใช้ในการกัดร่องใส่ แวนียัดเพลารถไถตามภาพที่ 3.31 จากการทดลองเนื่องจากในจุดนี้ไม่ได้มีการควบคุมคุณภาพ ผิวของชิ้นงาน การปรับปรุงจึงไม่ได้ส่งผลต่อคุณภาพของชิ้นงาน ข้อมูลการปรับตัวแปรการกัดตาม ตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13

การปรับปรุงเครื่องมือกัดของเครื่องจักร MC09-10

| สื่อเกียรติไถฝั่งซ้าย | ตัวแปรการกัด (ก่อนการปรับปรุง) |         |          | ตัวแปรการกัด (หลังการปรับปรุง) |         |          | เพิ่มขึ้น |
|-----------------------|--------------------------------|---------|----------|--------------------------------|---------|----------|-----------|
|                       | N                              | V       | F        | N                              | V       | F        |           |
| เครื่องมือกัด         | (rev/min)                      | (m/min) | (mm/min) | (rev/min)                      | (m/min) | (mm/min) | %         |
| T.11 FACING Ø80       | 358                            | 90      | 286      | 1050                           | 264     | 800      | 179       |
| T.17 CHAMFER Ø38,40   | 702                            | 84      | 104      | 702                            | 84      | 104      | 0         |
| T.19 CHAMFER Ø68      | 374                            | 80      | 37       | 374                            | 80      | 37       | 0         |
| T.25 SIDE CUTTER Ø38  | 335                            | 40      | 7        | 335                            | 40      | 10       | 42        |
| T.13 EX-BORING Ø84    | 300                            | 79      | 24       | 300                            | 79      | 24       | 0         |



ภาพที่ 3.31

เครื่องมือกัด T.25 SIDE CUTTER Ø38

แม้ว่าจะมีการปรับปรุงเครื่องจักรในกลุ่มที่ 1 เครื่องจักร MC01, MC02, MC03 และ MC04 ที่ยกเลิกการใช้เครื่องมือกัด T.4 END MILL Ø36 แล้วย้ายกระบวนการทำงานมาที่เครื่อง MC09 และ MC10 แทน ก็ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อเวลาการทำงานโดยรวมของเครื่องจักรในกลุ่มที่ 3 เนื่องจากว่าเครื่องจักรในกลุ่มที่ 3 มีเวลาการทำงานเฉลี่ยต่อชุดชิ้นงานต่ำกว่าเป้าหมายอยู่แล้ว