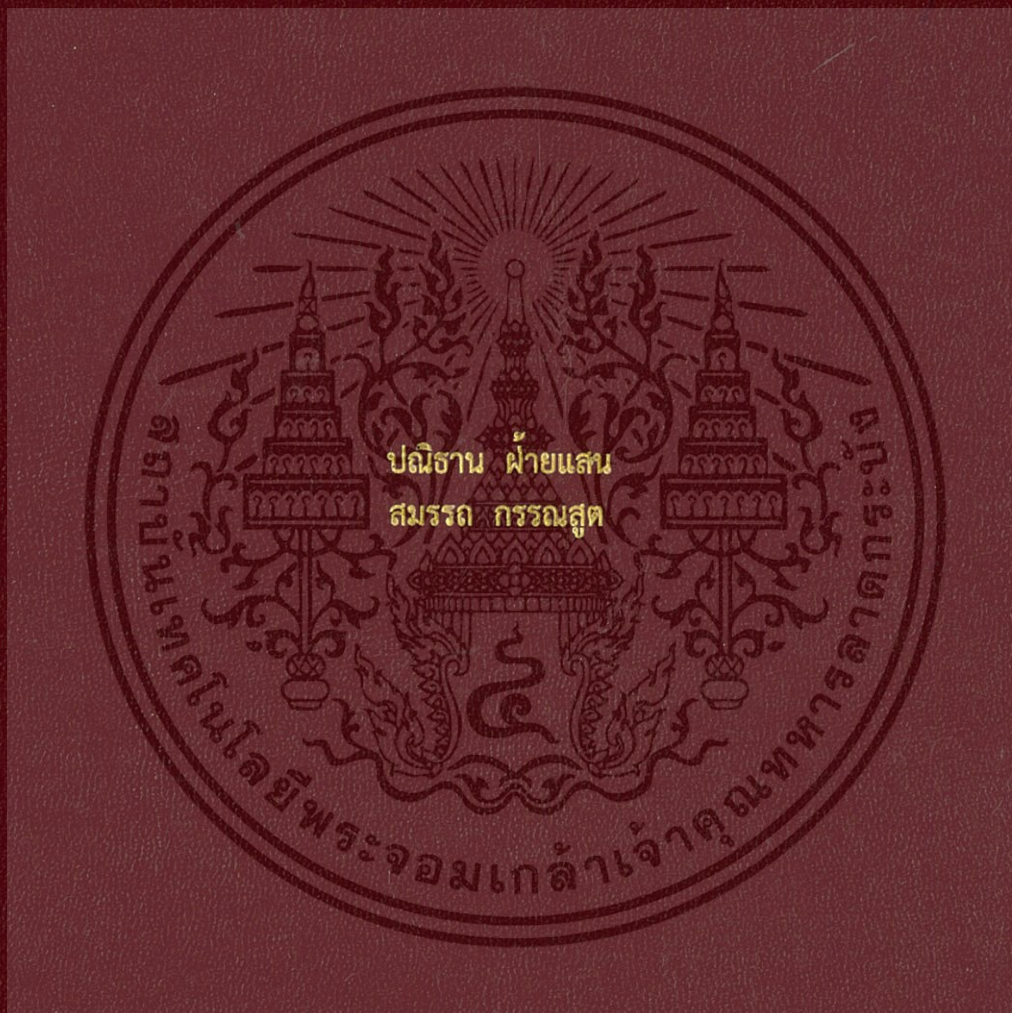


การศึกษาและแก้ไขปัญหาการฉีดจาระบีให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนด
INSTRUCTION AND SOLVING PROBLEMS OF GREASE INJECT
MACHINE PROVIDE TO STANDARD



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

การศึกษาและแก้ไขปัญหาการฉีดจาระบีให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนด
INSTRUCTION AND SOLVING PROBLEMS OF GREASE INJECT
MACHINE PROVIDE TO STANDARD



T147900



ดัชนี.....
เลขทะเบียน **147900**
ในเดือนปี **16 ต.ค. 2560**

b. **12862551**
f.

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INSTRUCTION AND SOLVING PROBLEMS OF GREASE INJECT
MACHINE PROVIDE TO STANDARD



A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MANUFACTURING SYSTEM ENGINEERING
COLLEGE OF ADVANCED MANUFACTURING INNOVATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ การศึกษาและแก้ไขปัญหาการฉีดจาระบีให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนด
Instruction and solving problems of grease inject machine
provide to standard

ชื่อนักศึกษา นาย ปณิธาน ฝ้ายแสน รหัสนักศึกษา 56120018
นาย สมรรถ กรรณสูต รหัสนักศึกษา 56120035

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมระบบการผลิต)

ภาควิชา ควบคุมคุณภาพระบบการผลิต

ปีการศึกษา 2559

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. วรวิทย์ มรรคเจริญ
ดร. เลิศศักดิ์ เลขวัต

วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อนุมัติให้โครงการพิเศษเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา
วิศวกรรมระบบการผลิต ประจำปีการศึกษา 2559

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร. วรวิทย์ มรรคเจริญ	
ดร. เลิศศักดิ์ เลขวัต	
ผศ.ดร. ราชศักดิ์ ศักดานุภาพ	
ดร. สันหัต ขววงค์อินทร์	

ลิขสิทธิ์ของวิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น มิได้อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การศึกษาและแก้ไขปัญหาการฉีดจาระบีให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนด Instruction and solving problems of grease inject machine provide to standard
ชื่อนักศึกษา	นาย ปณิธาน ฝ้ายแสน รหัสนักศึกษา 56120018 นาย สมรรถ วรรณสุต รหัสนักศึกษา 56120035
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมระบบการผลิต)
ภาควิชา	ควบคุมคุณภาพการผลิต
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. วรวิทย์ มรรคเจริญ ดร. เลิศศักดิ์ เลขวัต

บทคัดย่อ

โครงการการศึกษาและแก้ไขปัญหาการฉีดจาระบีให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนดมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบและควบคุมการไหลของปริมาณจาระบีให้ไหลออกมาตามปริมาณที่กำหนด และไม่เปราะเปื้อนเครื่องจักร โดยทำการออกแบบเครื่องมือวัดปริมาณจาระบีที่ไหลออกมาจากหัวฉีด ทำให้สามารถวัดและควบคุมปริมาณการฉีดจาระบีไปที่ชิ้นงานได้อย่างเหมาะสม โดยหลังจากการศึกษาและแก้ไขปัญหาการฉีดจาระบีแล้ว ผลการทดลองพบว่า สามารถทำให้การฉีดจาระบีเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้และลดปริมาณจาระบีที่สูญเสียได้ไปได้

คำสำคัญ ปรับปรุง, มาตรฐาน, เครื่องมือวัด, จาระบี, ปริมาณ

Title	Instruction and solving problems of grease inject machine provide to standard
Students	Mr. Panitharn Phaisan Student ID 56120018 Mr. Samat Kannasoot Student ID 56120035
Degree	Bachelor of Engineering (Manufacturing System Engineering)
Department	Quality Control Manufacturing System
Faculty	College of Advanced Manufacturing Innovation
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2016
Advisor	Asst.Dr. Worawut Makcharoen Dr. Lertsak Lekawat

Abstract

The project to study and resolve to inject grease to the standards prescribed by the brand aims to monitor and control the flow of the grease to flow out by a specified amount. And contaminated equipment. The tool is designed to measure the amount of grease that runs from measles injection. Making it possible to measure and monitor the amount of grease injection to work properly. After studying the problem, and then inject grease. The results showed that Grease can make injection, according to the standards set and reduce the amount of grease that has been lost.

Keyword Improvement, standard, gauge, grease, volume

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือของ ผศ.ดร. วรวิทย์ มรรคเจริญ และ ดร. เลิศศักดิ์ เลขวัต อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ และความช่วยเหลือของ คุณ ณัฐพงษ์ นอร์มา และ คุณ เอกศักดิ์ เกตุจรุง รวมทั้งพนักงานในบริษัทไทยสตีลเคเบิลจำกัด (มหาชน) ซึ่งบุคคลเหล่านี้ ได้ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำปริญญาานิพนธ์เล่มนี้ อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงาน และขอขอบคุณเพื่อน ๆ และพี่น้อง ๆ ที่คอยให้ข้อมูลและให้กำลังใจอีกด้วย

สุดท้ายนี้ ทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ซึ่งเปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียน ตลอดจนคอยช่วยเหลือ และให้กำลังใจผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ปณิธาน ฝ่ายแสน
สมรรถ วรรณสุต
ผู้จัดทำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา แล III หองอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูปภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญ และที่มา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	1
1.4 ข้อยกเว้นของการวิจัย.....	1
1.5 ระยะเวลาในการดำเนินงาน.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 คุณสมบัติของจาระบี.....	3
2.2 แนวคิดและหลักการบริหารระบบโดยวิธีซิกซ์ซิกม่า.....	8
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินการ.....	18
3.1 การแก้ไขปัญหาโดยแนวคิดและหลักการของซิกซ์ ซิกม่า.....	18
3.2 วิเคราะห์คุณสมบัติเฉพาะของจาระบี.....	19
3.3 สร้างเครื่องมือตรวจวัดปริมาณจาระบี.....	20
3.4 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวัด.....	21
3.5 ตรวจสอบปริมาณจาระบีที่ไหลในกระบวนการผลิต.....	22
3.6 ทำการหาค่าเงื่อนไขความดันลมที่เหมาะสมกับปริมาณการไหลของจาระบี.....	25
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน.....	29
4.1 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวัด.....	29
4.2 ผลการทดลองหาค่าเงื่อนไขความดันลมกับปริมาณจาระบีที่ไหล.....	32
4.3 ผลการทดลองหาค่าเงื่อนไขความดันลมกับค่าความสามารถของกระบวนการผลิต.....	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา แล IV ให้อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ.....	41
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	41
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	41
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา.....	42
เอกสารอ้างอิง.....	43
ภาคผนวก.....	44



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ V ีดิโอของอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

เรื่อง	หน้า
1.1 การดำเนินงานในภาคเรียนที่ 1.....	2
1.2 การดำเนินงานในภาคเรียนที่ 2.....	2
2.1 แสดงหมายเลข NLGI ของจาระบี.....	5
2.2 ระดับของซิกม่าเปรียบเทียบกับข้อบกพร่องต่อโอกาสที่เกิดขึ้นในหนึ่งล้านครั้ง.....	8
2.3 การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการโดยใช้ตัวแบบ DMAIC ของซิกซ์ ซิกม่า.....	10
3.1 การปรับปรุงแก้ไขปัญหาปริมาณจาระบีโดยใช้กระบวนการ DMAIC ของซิกซ์ ซิกม่า.....	19
3.1 จาระบีสีน้ำตาลที่ใช้ในตำแหน่ง Pulley, Housing, Nipple End.....	20
3.2 จาระบีสีขาวที่ใช้ในตำแหน่ง Inner Guide.....	20
3.4 แสดงน้ำหนัก(g)ที่ปริมาตรต่างๆของจาระบีสีน้ำตาล.....	21
3.5 แสดงน้ำหนัก(g)ที่ปริมาตรต่างๆของจาระบีสีขาว.....	21
3.6 การตรวจสอบน้ำหนักจาระบีสีน้ำตาลที่ได้จากเครื่องมือวัด.....	22
3.7 ตารางการตรวจสอบน้ำหนักจาระบีสีขาวที่ได้จากเครื่องมือวัด.....	22
3.8 แสดงน้ำหนัก(g) การตรวจวัดจาระบีที่ตำแหน่ง Pulley ก่อนการปรับปรุง.....	23
3.9 แสดงน้ำหนัก(g) การตรวจวัดจาระบีที่ตำแหน่ง Housing ก่อนการปรับปรุง.....	24
3.10 แสดงน้ำหนัก(g) การตรวจวัดจาระบีที่ตำแหน่ง Inner Guide ก่อนการปรับปรุง.....	24
3.11 แสดงน้ำหนัก(g) การตรวจวัดจาระบีที่ตำแหน่ง Nipple End ก่อนการปรับปรุง.....	24
3.12 แสดงการหาปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Pulley ที่ความดัน 0.15, 0.175, 0.20 MPa.....	26
3.13 แสดงการหาปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Housing ที่ความดัน 0.15, 0.175, 0.20 MPa.....	26
3.14 แสดงการหาปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Inner Guide ที่ความดัน 0.10, 0.15, 0.20 MPa.....	27
3.15 ตารางแสดงการหาปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Nipple End ที่ความดัน 0.175, 0.20, 0.225 MPa.....	27
4.1 แสดงการตรวจสอบความถูกต้องของน้ำหนักจาระบีสีน้ำตาลที่ได้จากเครื่องมือวัด.....	29
4.2 แสดงการตรวจสอบความถูกต้องของน้ำหนักจาระบีสีขาวที่ได้จากเครื่องมือวัด.....	31
4.3 แสดงปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Pulley ที่ความดัน 0.15, 0.175, 0.20 MPa.....	32
4.4 แสดงปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Housing ที่ความดัน 0.15, 0.175, 0.20 MPa.....	33
4.5 แสดงปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Inner Guide ที่ความดัน 0.10, 0.15, 0.20 MPa.....	34
4.6 แสดงปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Nipple End ที่ความดัน 0.175, 0.20, 0.225 MPa.....	35
4.7 แสดงค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ Pulley ที่ความดัน 0.15, 0.175, 0.20MPa.....	37
4.8 แสดงค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ Pulley ก่อนและหลังการปรับปรุง.....	37
4.9 แสดงค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ Housing ที่ความดัน 0.15, 0.175, 0.20MPa.....	37
4.10 แสดงค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ Housing ก่อนและหลังการปรับปรุง.....	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ VI ของอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.11 แสดงค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ Inner Guide ที่ความดัน 0.10, 0.15, 0.20 MPa.....	38
4.12 แสดงค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ Inner Guide ก่อนและหลังการปรับปรุง.....	38
4.13 แสดงค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ Nipple End ที่ความดัน 0.175, 0.20, 0.225 MPa..	39
4.14 แสดงค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ Nipple End ก่อนและหลังการปรับปรุง.....	39



สารบัญรูปร่าง

เรื่อง	หน้า
2.1 แผนภูมิพาเรโต ที่แสดงให้เห็นขนาดของปัญหาและเพื่อจัดลำดับความสำคัญ.....	13
2.2 ผังแสดงเหตุและผล ที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพ.....	13
2.3 กราฟ ที่แสดงให้เห็นการนำเสนอข้อมูลเป็นรูปร่างแทนคำบรรยาย.....	14
2.4 ไบโตรวสอบ ที่ออกแบบเพื่อการเก็บข้อมูลสำคัญๆได้ง่ายและเป็นระบบ.....	14
2.5 ผังการกระจาย โดยใช้แสดงค่าของข้อมูลที่เกิดจากความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว.....	15
2.6 ฮีสโตแกรม เป็นแผนภูมิแท่งที่บอกถึงความถี่ที่เกิดขึ้นในแต่ละชั้นความถี่.....	15
2.7 แผนภูมิควบคุม เป็นแผนภูมิแสดงค่าที่ยอมรับได้ตามข้อกำหนดทางเทคนิค.....	16
3.1 แสดงอุปกรณ์ในการหาเงื่อนไขของความช่วยเหลือของฝ่ายงาน production engineering....	25
3.3 ขั้นตอนการกดปุ่มควบคุม PLC ที่ทำการควบคุมการไหลของจาระบีที่ตำแหน่งต่างๆ.....	25
3.4 ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องฉีดจาระบี.....	28
3.5 เวกความดันลมที่ส่งผลต่อความเหมาะสมกับการฉีดจาระบี.....	28
4.1 ขั้นตอนแสดงเก็บค่าน้ำหนักจาระบีสีน้ำตาลที่ได้จากเครื่องมือวัด.....	30
4.2 ขั้นตอนแสดงการตรวจสอบความถูกต้องของน้ำหนักจาระบีสีน้ำตาลที่ได้จากเครื่องมือวัด.....	30
4.3 ขั้นตอนแสดงเก็บค่าน้ำหนักจาระบีสีขาวที่ได้จากเครื่องมือวัด.....	31
4.4 ขั้นตอนแสดงการตรวจสอบความถูกต้องของน้ำหนักจาระบีสีขาวที่ได้จากเครื่องมือวัด.....	32
4.5 กราฟแสดงปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Pulley ที่ความดัน 0.15, 0.175, 0.20 MPa.....	33
4.6 กราฟแสดงปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Pulley ที่ความดัน 0.15, 0.175, 0.20 MPa.....	34
4.7 กราฟแสดงปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Inner Guide ที่ความดัน 0.10, 0.15, 0.20 MPa.....	35
4.8 กราฟแสดงปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Nipple End ที่ความดัน 0.175, 0.20, 0.225 MPa.....	36
4.9 ขั้นตอนการวัดปริมาณจาระบี และการปรับค่าเวกความดันเพื่อให้ได้ค่าตรงตามมาตรฐานที่กำหนด.....	39
4.10 หลังปรับเวกความดัน ทำให้ได้ปริมาตรจาระบีมีค่าตรงตามมาตรฐานที่กำหนด.....	40

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มา

ในช่วงเวลาที่ผ่านมาได้มีโอกาสฝึกประสบการณ์ที่บริษัทไทยสตีลเคเบิล จำกัด มหาชน จังหวัดชลบุรี ซึ่งเป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตสายควบคุมรถยนต์ รถจักรยานยนต์ และชุดควบคุมรางกระจกหน้าต่างรถยนต์ ให้กับบริษัทรถยนต์ รถจักรยานยนต์ชั้นนำทั้งในและต่างประเทศ ผู้จัดทำได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตชุดควบคุมรางกระจกหน้าต่างรถยนต์ พบว่าจำเป็นต้องมีการใช้จาระบีเพื่อเพิ่มความฝืด ลดแรงเสียดสี แรงเสียดทาน การหล่อลื่น กันน้ำ และการเกิดสนิมในชุดควบคุมรางกระจกหน้าต่างรถยนต์แต่เกิดปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมปริมาณจาระบีที่ใช้ในการผลิตยังควบคุมไม่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด ทำให้ไม่ได้มาตรฐานตามข้อกำหนด และเกิดการสิ้นเปลืองจาระบี ทำให้ผู้จัดทำคิดที่จะศึกษาและแก้ไขปัญหาโดยการเก็บค่าทางสถิติ เพื่อควบคุมปริมาณการฉีดจาระบี และปรับปรุงให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อให้ปริมาณการฉีดจาระบีเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

1.2.2 เพื่อลดปริมาณการใช้จาระบีให้น้อยลงจากเดิมให้มีปริมาณพอดีกับโมเดลที่จะใช้ ช่วยลดต้นทุนในการผลิตชุดควบคุมรางกระจกหน้าต่างรถยนต์

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ปริมาณการไหลของจาระบีที่มีมากเกินไปจะทำให้ไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นการลดปริมาณจาระบีจึงจำเป็นต้องควบคุมวาล์วแรงดัน และหาเงื่อนไขที่เหมาะสมเพื่อให้จาระบีให้ไหลออกมาในปริมาณที่เหมาะสมตามที่โมเดลกำหนด

1.3.2 ศึกษาเฉพาะการจ่ายจาระบีในการผลิตการผลิตชุดควบคุมรางกระจกหน้าต่างรถยนต์ตามเกณฑ์ที่กำหนดในโมเดลเท่านั้น

1.4 ข้อยกเว้นของการวิจัย

1.4.1 ในการทดลองครั้งนี้จำเป็นต้องไปเก็บข้อมูล และทดลองที่บริษัทไทยสตีลเคเบิล จำกัด มหาชน จังหวัดชลบุรี ทำให้มีข้อจำกัดเรื่องเวลา และการประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง

1.4.2 ในการฉีดจาระบีจำเป็นต้องมีความสอดคล้องกับมอเตอร์ของเครื่องจักร ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดเวลาที่ตายตัว ไม่สามารถใช้ร่วมกับโมเดลอื่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.3 ในการจ่ายปริมาณจาระบีในชุดควบคุมรางกระจกหน้าต่างรถยนต์นั้น จะมีโมเดลกำหนดตายตัวว่าต้องจ่ายปริมาณเท่าไรต่อชิ้นงาน

1.4.4 ในการเก็บข้อมูลปริมาณจาระบีในชุดควบคุมรางกระจกหน้าต่างรถยนต์นั้นสามารถทำได้โดยมีเวลาจำกัด เนื่องจากต้องหยุดการผลิตขณะทำการเก็บข้อมูลปริมาณจาระบี

1.5 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ภาคเรียนที่ 1

ตารางที่ 1.1 ตารางการดำเนินงานในภาคเรียนที่ 1

รายการ	ส.ค.		ก.ย.		ต.ค.		พ.ย.		ธ.ค.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1.เลือกหัวข้อปัญหา	←→									
2.นำเสนอหัวข้อปัญหา		←→								
3.ศึกษางานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง			←→							
4.ศึกษารวบรวมข้อมูล, วิเคราะห์ปัญหา					←→					
5.ออกแบบเครื่องมือวัด ปริมาตรจาระบี							←→			
6.ตรวจสอบความถูกต้อง แม่นยำของเครื่องมือวัด								←→		

ภาคเรียนที่ 2

ตารางที่ 1.2 ตารางการดำเนินงานในภาคเรียนที่ 2

รายการ	ม.ค.		ก.พ.		มี.ค.		เม.ย.		พ.ค.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1.ทดลองหาเงื่อนไขที่ เหมาะสม	←→									
2. เก็บผลการทดลองในการ ใช้งานจริง			←→							
3. เก็บผลการทดลองในการ ใช้งานจริง					←→					
4.สรุปผล และจัดทำรายงาน							←→			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินงานวิจัยนั้น จะมีขั้นตอนการศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการไหลของจาระบี เพื่อนำไปใช้ในการทดลองหาเงื่อนไขที่เหมาะสมต่อไป และคุณสมบัติของจาระบีว่าเหตุใดจึงใช้จาระบี รวมถึงข้อมูลการวิเคราะห์เชิงสถิติอีกด้วย

2.1 คุณสมบัติของของจาระบี

2.1.1 ความหมายของจาระบี [1] จาระบีเป็นสารกึ่งของเหลว กึ่งของแข็ง โดยเป็นสารผสมระหว่างน้ำมันหล่อลื่น (Fluid Lubricant), สารทำให้เข้มข้น (Thicker) และสารเติม (Additives) น้ำมันหล่อลื่น ที่นำมาผสมเป็นจาระบี อาจเป็นได้ทั้งน้ำมันปิโตรเลียม (Petroleum), น้ำมันสังเคราะห์ (Synthetic Oil) หรือน้ำมันพืช (Vegetable) ส่วนสารทำให้เข้มข้นนั้นจะช่วยให้จาระบีมีคุณลักษณะที่เหนียว และมีโครงสร้างวัสดุที่ดูเป็นเส้นใย 3 มิติ หรือเป็นเหมือนก้อนฟองน้ำที่ดูดซับ และชุ่มไปด้วยน้ำมัน สารทำให้เข้มข้นได้แก่ สบู่, สารอินทรีย์ หรือสารอนินทรีย์ที่ไม่ใช่สบู่ ทั้งนี้จาระบีส่วนใหญ่ในท้องตลาดเป็นสารประกอบที่ผลิตจากน้ำมันจากแร่ ผสมกับสารทำให้เข้มข้นที่เป็นสบู่ ในขณะที่สารเติมที่กล่าวถึงในตอนต้นนั้นจะใส่เข้าไปเพื่อเพิ่มคุณสมบัติพิเศษให้จาระบี และป้องกันเนื้อจาระบี

2.1.2 การใช้งานจาระบี จาระบี จะทำหน้าที่เกาะติด และรักษาพื้นผิวที่มีการเคลื่อนที่ ไม่ให้ น้ำหนัก, แรงจากการหมุน หรือแรงจากการเสียดสีทำให้น้ำสัมผัสเกิดความเสียหาย และข้อกำหนดหลักของจาระบีในทางปฏิบัติ คือจะต้องรักษาคุณสมบัติของเฉพาะตัวเอาไว้ให้ได้แม้ว่าอุณหภูมิ แวดล้อมจะสูงขึ้น ข้อควรจำอย่างแรกคือ จาระบี และมันหล่อลื่นไม่สามารถใช้แทนกันได้ น้ำมันหล่อลื่นจะถูกใช้ในงานหล่อลื่นเครื่องจักรกลซึ่งมีการระบุใช้กับน้ำมันหล่อลื่นตามคุณสมบัติที่กำหนดเอาไว้เท่านั้น เราจะใช้จาระบีก็ต่อเมื่อในทางปฏิบัตินั้นไม่สะดวกที่จะใช้น้ำมันหล่อลื่น และควรใช้จาระบีในลักษณะงานต่อไปนี้

2.1.2.1 เครื่องจักรที่ทำงานไม่ต่อเนื่อง หรือเครื่องจักรที่ต้องถูกเก็บไว้เป็นเวลานาน ๆ เพราะชั้นฟิล์มหล่อลื่นของจาระบีจะช่วยรักษาชิ้นส่วนเคลื่อนที่ของเครื่องจักรเอาไว้

2.1.2.2 เครื่องจักรที่ผู้ใช้ไม่สะดวกที่จะใส่น้ำมันหล่อลื่นได้บ่อย ๆ หรือใส่น้ำมันหล่อลื่นได้ยาก เช่น ในตำแหน่งที่คับแคบ และเข้าถึงได้ยาก

2.1.2.3 เครื่องจักรที่ทำงานในสภาวะหนัก เช่นอุณหภูมิสูง, ความดันสูง, แรงสั่นสะเทือนมาก หรือเครื่องจักรความเร็วรอบต่ำแต่โหลดหนัก ๆ เป็นต้น เพราะภายใต้สภาวะดังกล่าวจาระบีจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นเหมือนเบาะรองที่มีความหนาให้กับหน้าสัมผัส ช่วยให้เกิดการหล่อลื่นได้ดี ในขณะที่ถ้าเป็นน้ำมันหล่อลื่นนั้นชั้นรองจะบางเกินไป และเกิดแยกตัวออกได้

2.1.2.4 ชั้นส่วน หรือเครื่องจักรเก่า เพราะจาระบีจะช่วยลดช่องว่างของชั้นส่วนที่มีการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรให้น้อยลง ช่วยยืดอายุของเครื่องจักรเก่าซึ่งเคยใช้น้ำมันเป็นสารหล่อลื่นมาก่อน และจาระบียังช่วยลดเสียงดังรบกวนที่เกิดจากการเสียดสีของเครื่องจักรเก่าด้วย

2.1.3 คุณสมบัติในการทำงานของจาระบี

2.1.3.1 จาระบีจะต้องเป็นเหมือนสารพริกที่ช่วยลดรอยรั่ว หรือช่องว่าง และป้องกันชั้นส่วนจากวัตถุเจือปน และฝุ่นละออง

2.1.3.2 จาระบีต้องมีความง่ายในการใช้กว่าน้ำมันหล่อลื่น เพราะการหล่อลื่นด้วยน้ำมันต้องอาศัยระบบ และอุปกรณ์ที่มีราคาแพง

2.1.3.3 จาระบีจะต้องยึดจับของแข็งที่เป็นสารแขวนลอย ในขณะที่ถ้าเป็นน้ำมันหล่อลื่น สารแขวนลอยจะกระจายตัวในน้ำมัน

2.1.3.4 ระดับของเหลวไม่ต้องควบคุม หรือต้องคอยตรวจสอบ

2.1.4 ข้อดีของจาระบี

2.1.4.1 มีคุณสมบัติในการถ่ายเทความร้อนต่ำ เนื่องจากความเหนียวของจาระบีทำให้การนำพาความร้อนไม่สามารถทำได้เหมือนน้ำมัน

2.1.4.2 ความต้านทานต่อการเคลื่อนที่ในช่วงการเริ่มเดินเครื่องจักร (Start-up) จาระบีจะสร้างแรงต้านการเคลื่อนที่ดังนั้นจาระบีอาจไม่เหมาะกับงานที่มีแรงบิดต่ำแต่ความเร็วรอบสูง

2.1.5 คุณสมบัติเฉพาะของจาระบี [2]

2.1.5.1 ความหนืด เมื่อเริ่มเดินเครื่องจักรจาระบีจะมีความต้านทานต่อการเคลื่อนที่ของเครื่องจักร แต่พอความเร็วสูงขึ้นการต้านทานของจาระบีนี้น้อยลง (ซึ่งคุณลักษณะนี้เรียกว่าความหนืด) เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีของน้ำมันนั้นจะต่างกัน เพราะน้ำมันที่อุณหภูมิคงที่ที่มีระดับความหนืดเท่าเดิมทั้งในช่วงการเริ่มเดิน และช่วงการทำงานของเครื่องจักร สำหรับจาระบีความหนืดที่เกิดเป็นความหนืดปรากฏ (Apparent Viscosity)

2.1.5.2 การแตกซึม (Bleeding) เป็นสภาวะที่ของเหลวแยกตัวออกจากสารทำให้ชั้นขึ้น (Thicker) สภาวะนี้เกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิการใช้งานสูง และอาจเกิดขึ้นเมื่อมีการจัดเก็บจาระบีเอาไว้เป็นเวลานาน ๆ โดยไม่ได้ใช้ เมื่อจาระบีถูกสูบผ่านท่อในระบบหล่อลื่นจะเกิดแรงต้านการไหลขึ้น ซึ่งต่างจากกรณีของน้ำมันที่จะไหลได้อย่างต่อเนื่อง

2.1.5.3 ความเหนียวแน่น (Consistency) และหมายเลข NLGI คุณลักษณะที่สำคัญที่สุดของจาระบีก็คือความเหนียวแน่น เพราะจาระบีที่แข็งเกินไปจะไม่สามารถถูกปั๊มเข้าไปยังบริเวณที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการหล่อลื่นได้ง่าย ในขณะที่ถ้าจาระบีเหลวมากเกินไปก็จะเกิดการรั่วซึมได้ ความเหนียวแน่นของจาระบีขึ้นอยู่กับชนิด, ขึ้นอยู่สารทำให้เข้มข้นที่ใช้ และยังขึ้นอยู่กับความหนืดของน้ำมันที่ใช้ผลิตจาระบีนั้น ๆ อีกด้วย โดยสรุปแล้วความเหนียวแน่นของจาระบีก็คือค่าความต้านทานของจาระบีต่อการเปลี่ยนรูปเมื่อมีแรงมาทำต่อจาระบีนั่นเอง ซึ่งค่าความเหนียวแน่นของจาระบีได้มีการกำหนดเป็นหมายเลขแสดงระดับความเหนียวแน่น โดยสถาบันจาระบีหล่อลื่นแห่งชาติสหรัฐฯ ฯ (National Lubricating Grease Institute) กำหนดเป็นหมายเลข NLGI ตั้งแต่หมายเลข 000 ถึง 6 ดังแสดงในตารางที่ 1 แสดงระดับความเหนียวแน่นของจาระบีซึ่งได้ หมายเลขนี้ได้จากการทดสอบด้วยการวางกรวยน้ำหนักที่ทราบค่าบนจาระบีแล้ววัดระดับการจมลึกลงในเนื้อจาระบีในเวลา 5 วินาที ที่ระดับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 2.1 แสดงหมายเลข NLGI ของจาระบี

เบอร์ความแข็งจาระบี NLGI Grade Penetration	ระยะจม (1/10 มม.) ที่ 25 องศาเซลเซียส	ระดับความเหนียวแน่น
000	445-475	กึ่งของเหลว
00	400-430	กึ่งของเหลว
0	355-385	อ่อนมาก
1	310-340	อ่อน
2	265-295	ระดับของจาระบีทั่วไป
3	220-250	กึ่งแข็ง
4	175-205	แข็ง
5	130-160	แข็งมาก
6	85-115	ของแข็ง

2.1.5.4 คุณลักษณะการดักจับฝุ่นผง จาระบีจะเป็นตัวยึดเกาะฝุ่นผงเอาไว้ที่ผิวเนื้อด้านนอกของจาระบี ซึ่งคุณลักษณะนี้จะช่วยป้องกันฝุ่นผง ซึ่งอาจเป็นเศษโลหะไปทำให้บริเวณใช้งานเกิดการสึกหรอได้ อย่างไรก็ตามถ้าฝุ่นผงมากเกินไป มันก็จะจมลงในเนื้อจาระบี และเข้าไปถึงพื้นผิวหล่อลื่นจนกลายเป็นการเร่งให้เกิดการสึกหรอเร็วขึ้นกว่าที่ควร

2.1.5.5 การกัดกร่อน และความต้านทานสนิม คุณลักษณะนี้หมายถึงความสามารถของจาระบีในการปกป้องพื้นผิวโลหะจากการกัดกร่อนของสารเคมี ทั้งนี้ความต้านทานสารเคมีโดยธรรมชาติของจาระบีจะขึ้นอยู่กับชนิดของสารทำให้เข้มข้นที่นำมาผลิตจาระบี ความต้านทานต่อการกัดกร่อนอาจเพิ่มขึ้นได้โดยการเติมสารยับยั้งการกัดกร่อน และยับยั้งสนิม

2.1.5.6 จุดหยดตัว (Dropping Point) จุดหยดตัวเป็นตัวชี้ระดับความต้านทานความร้อนของจาระบี ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นเกินระดับที่กำหนดแล้วจาระบีก็จะหลอมละลายเป็นของเหลว และ

สูญเสียค่าความเหนียวแน่นไป จุดหยุดตัวจึงเป็นระดับอุณหภูมิที่ทำให้จาระบีเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวเพียงพอที่จะทำให้เกิดเป็นหยดได้ แม้ว่าจุดหยุดตัวเป็นตัวกำหนดอุณหภูมิใช้งานของจาระบี แต่เราไม่ควรอย่างยิ่งที่จะใช้งานจาระบีในย่านอุณหภูมิหยุดตัว จาระบีหลายชนิดที่เมื่อหลอมละลายในระดับอุณหภูมิหยุดตัวแล้ว จะกลับสู่สภาพปกติได้เมื่ออุณหภูมิเย็นลง

2.1.5.7 การระเหย (Evaporation) ระดับอุณหภูมิของน้ำมันที่ผสมอยู่ในจาระบีจะระเหยที่ระดับ 177 องศาเซลเซียส ดังนั้นถ้าอัตราการระเหยมากขึ้นจาระบีก็จะแข็งตัวมากขึ้น เนื่องจากความเข้มข้นของสารทำให้เข้มข้นมีมากขึ้น เหตุการณ์นี้ทำให้เราต้องคอยใส่จาระบีบ่อยขึ้น

2.1.5.8 เสถียรภาพออกซิเดชัน เป็นความสามารถของจาระบีในการต้านทานผลที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างสารเคมีกับออกซิเจน เพราะการเกิดออกซิเดชันจะทำให้เกิดคราบสกปรกหรือเกิดเป็นตะกอนแข็ง เป็นสาเหตุให้หน้าสัมผัสหล่อลื่นเกิดการสึกหรอได้

2.1.5.9 ความสามารถในการสูบ (Pump ability) และความสามารถในการป้อน (Feed ability) ความสามารถในการสูบ เป็นคุณลักษณะของจาระบีที่จะถูกสูบ หรือถูกอัดเข้าสู่ระบบการหล่อลื่น ทั้งนี้ในทางปฏิบัติอาจหมายถึงความง่ายที่จะทำให้จาระบีที่มีความดันสูงผ่านเข้าไปยังส่วนของท่อ, นีตเชิล, หรือข้อต่อต่าง ๆ ของระบบป้อนกระจายจาระบี (Grease-Dispensing System) ในขณะที่ความสามารถในการป้อน หมายถึงความสามารถที่จาระบีจะถูกดูดเข้าไปในปั๊มอัด ทั้งนี้จาระบีที่มีเนื้อสารแบบเส้นใยเหนียวนั้นมีความสามารถในการป้อนสูง แต่มีความสามารถในการสูบต่ำ หรือถ้าเป็นจาระบีที่มีเนื้อสารเหมือนเนย ก็จะมีความสามารถในการสูบดี แต่มีความสามารถในการป้อนต่ำ

2.1.5.10 ความมีเสถียรภาพจากการถูกตัดเฉือน ความเหนียวแน่นของจาระบีอาจเปลี่ยนแปลงเมื่อนำไปใช้งานซึ่งต้องมีการตัดเฉือนระหว่างหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ ความมีเสถียรภาพจากการถูกตัดเฉือนจึงเป็นความสามารถของจาระบีที่จะรักษาระดับของความเหนียวแน่นได้เมื่อถูกตัดเฉือน

2.1.5.11 ผลกระทบจากอุณหภูมิสูง อุณหภูมิสูงจะสร้างความเสียหายให้กับจาระบีมากกว่าน้ำมันหล่อลื่น ทั้งนี้เนื่องจากจาระบีจะไม่สามารถกระจายความร้อนด้วยการพาความร้อนเหมือนกับน้ำมัน นอกจากนี้จาระบียังไม่สามารถถ่ายเทความร้อนได้อีกด้วย ผลก็คือทำให้ปฏิกิริยาออกซิเดชันถูกเร่ง เมื่ออุณหภูมิสูงจาระบีจะละลาย และไหลออกจากบริเวณที่ต้องให้การหล่อลื่น นอกจากนี้จาระบีที่ละลายอาจเกิดการวาวไฟ หรือเผาไหม้ขึ้นมาได้หากอุณหภูมิสูงกว่า 177 องศาเซลเซียส

2.1.5.12 ผลกระทบจากอุณหภูมิต่ำ ถ้าอุณหภูมิต่ำมากเกินไปจาระบีจะมีความหนืดมากขึ้น ทำให้เปลี่ยนรูปเป็นจาระบีที่แข็งมากขึ้นจนส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการหล่อลื่น ทำให้แรงบิด และกำลังขับของเครื่องจักรเปลี่ยนไป และอุณหภูมิต่ำเกินไปทำให้เกิดสภาวะเช่นนี้สามารถตรวจสอบได้จากคู่มือหรือฉลากของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.13 ความต้านทานน้ำ เป็นความสามารถของจาระบีที่จะคงทนต่อผลกระทบจากน้ำ ได้โดยไม่มีการเปลี่ยนความสามารถในการเป็นสารหล่อลื่น จาระบีที่ต้านทานน้ำได้จะช่วยเพิ่มโอกาสที่จะเกิดสนิมได้อีกด้วย

2.1.6 การทดสอบคุณลักษณะของจาระบี [3] จากคุณลักษณะเฉพาะของจาระบีที่ได้กล่าว มานี้ "ASTM" ได้มีการทดสอบจาระบีเพื่อระบุระดับคุณลักษณะของจาระบี โดยอาศัยกรรมวิธีต่าง ๆ ยกตัวอย่างเช่น

2.1.6.1 การทดสอบจุดหยดตัว (ASTM D566-Dropping Point of Lubricating Grease) วิธีการก็คือ นำเอาจาระบี และเทอร์โมมิเตอร์วางด้วยด้นในถ้วย ซึ่งบรรจุอยู่ในท่อทดสอบ จากนั้นให้ความร้อนกับท่อจนจาระบีละลายหยดตัวลงในถ้วย และอุณหภูมิตรงนั้นจะเป็นอุณหภูมิหยดตัว (Dropping Point)

2.1.6.2 การทดสอบการความเหนียวแน่นที่อุณหภูมิสูง มีวิธีการโดยใส่จาระบีเอาไว้ใน ทรงกระบอกเปิด ซึ่งวางอยู่ในผนังอลูมิเนียมที่ถูกป้อนความร้อนด้วยอัตรา 5 องศาเซลเซียส ต่อนาที ในขณะที่เดียวกันจะใช้โพรบแบบ 3 ง่ามสอดในเนื้อจาระบี และหมุนโพรบด้วยความเร็ว 20 รอบต่อ นาที ตัวโพรบจะต่ออยู่กับ Brookfield Viscometer เพื่อทำการวัดแรงบิดเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ด้วย กรรมวิธีนี้เองจะทำให้ทราบค่าของความเหนียวแน่นที่อุณหภูมิต่าง ๆ กันได้

2.1.6.3 การทดสอบระดับการป้องกันฝุ่นผง มีวิธีการโดยบรรจุจาระบีในตลับลูกปืน แล้ว หมุนตลับลูกปืนด้วยความเร็ว 1750 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที จาระบีส่วนเกินที่ล้นออกมาจะ เคลือบเป็นชั้นฟิล์มบางที่ผิวตลับลูกปืน จากนั้นจะนำเอาตลับลูกปืนไปแช่น้ำที่ระดับอุณหภูมิ 52 องศา เซลเซียส ความชื้น 100% เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เสร็จแล้วจะถูกนำไปทำความสะอาด และระบุระดับ ของการป้องกันฝุ่นผง

2.1.6.4 การทดสอบการระเหยตัว จะใช้อากาศร้อนปริมาณ 2 ลิตรผ่านเข้าไปในจาระบีที่ บรรจุอยู่ในช่องแคบเล็ก ๆ เป็นเวลา 22 ชั่วโมง โดยกำหนดให้อุณหภูมิของอากาศอยู่ในช่วง 100-150 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นระดับการระเหยตัวของจาระบีจะถูกคำนวณออกมาจากน้ำหนักที่หายไป เป็นหน่วยเปอร์เซ็นต์

2.1.6.5 การทดสอบการต้านทานน้ำ การทดสอบนี้แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบคือ การ ทดสอบการชำระล้างจาระบีด้วยน้ำ และการทดสอบการต้านทานต่อละอองน้ำ โดยการทดสอบแรก จะวัดระดับการชำระล้างจาระบีออกจากตลับลูกปืนที่หมุนอยู่ด้วยความเร็ว 600 รอบต่อนาทีใน สายน้ำที่ไหลผ่านด้วยอัตราไหล 5 มิลลิลิตรต่อวินาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยใช้น้ำอุณหภูมิ 38 องศา เซลเซียส และ 79 องศาเซลเซียส ในขณะที่การทดสอบที่สองนั้นจะวัดการถูกชำระล้างออกของ จาระบีบนแผ่นโลหะหนา 0.8 มิลลิเมตร โดยใช้หัวฉีดน้ำอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส ด้วยความดัน 275 KPa เป็นเวลา 5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 แนวคิดและหลักการบริหารระบบโดยวิธีซิกซ์ซิกม่า

2.2.1 ประวัติความเป็นมาของซิกซ์ซิกม่า [4] วิธีและแนวคิด Six sigma ได้ถูกนำไปประยุกต์และใช้กับในทุกวงการของการปรับปรุงและรักษาคุณภาพ วงการธุรกิจและการบริการ การจัดการ Six sigma ถูกคิดค้นโดยบิล สมิทท์ (Bill Smith) วิศวกรอาวุโสของบริษัทโมโตโรล่า (Motorola) ในช่วงปี ค.ศ.1980 โดยนำอักษรกรีกมาเป็นสัญลักษณ์ (Sigma: σ) ใช้แทนความหมายของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) กำหนดมาตรฐานวัดความผันแปรของกระบวนการตามหลักสถิติมาคำนวณ แนวคิดนี้ได้ถูกเผยแพร่และนำไปใช้ในบริษัทต่าง ๆ โดยได้เข้าไปมีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมองค์กร และพัฒนาแนวคิดของการบริหารและการจัดการคุณภาพทั่วทั้งองค์กร เช่น General Electric, AlliedSignal และ Sony องค์กรในประเทศไทยเช่น บริษัท การบินไทยจำกัด ได้นำแนวคิดและหลักการของ ซิกซ์ ซิกม่า เข้ามาใช้เพื่อการปรับปรุงการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพิ่มศักยภาพในการแข่งขัน และลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นหรือไม่ให้ผลตอบแทน ปัจจุบันองค์กรที่ต้องการความสำเร็จอย่างรวดเร็วและมีการปฏิบัติอย่างขั้นตอนประกอบด้วยกับความยั่งยืนไม่ว่าจะเป็นภาครัฐหรือเอกชนในทุกกลุ่มอุตสาหกรรม มักมองมาที่ ซิกซ์ซิกม่าเป็นอันดับแรกเสมอ

2.2.2 แนวคิดและหลักการของซิกซ์ ซิกม่า [5] แนวคิดและหลักการของซิกซ์ ซิกม่า โดยพื้นฐานแล้วเป็นเชิงสถิติและการบริหารเชิงกลยุทธ์สมัยใหม่ โดยมีการสมมติฐานที่ว่า ทุกกระบวนการมีความแปรปรวนอย่างหลากหลายโดยธรรมชาติอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้เกิดความเข้าใจธรรมชาติของความแปรปรวนนั้นต้องนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงพัฒนา กระบวนการและลดความแปรปรวนลง ซึ่งถ้าค่าซิกม่าของกระบวนการสูง (σ) แสดงว่าความแปรปรวนหรือความผิดพลาดจะน้อยลง นั่นหมายถึงสินค้าหรือบริการจะมีคุณภาพที่ดีกว่า โดยระดับของซิกม่าเปรียบเทียบกับข้อบกพร่องต่อโอกาสที่เกิดขึ้นในหนึ่งล้านครั้งได้ตามตารางที่ 2.1 ดังนี้

ตารางที่ 2.2 ระดับของซิกม่าเปรียบเทียบกับข้อบกพร่องต่อโอกาสที่เกิดขึ้นในหนึ่งล้านครั้ง

ระดับซิกม่า	เปอร์เซ็นต์ที่เป็นไปตามข้อกำหนด	ข้อบกพร่องหรือของเสีย
$\pm 1\sigma$	30.28	697,700
$\pm 2\sigma$	69.13	308,700
$\pm 3\sigma$	93.32	66,810
$\pm 4\sigma$	99.3790	6,210
$\pm 5\sigma$	99.97670	233
$\pm 6\sigma$	99.999660	3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซิกซ์ซิกม่า เป็นระบบจัดการระบบหนึ่ง ที่ไม่ได้มุ่งเน้นการป้องกันหรือแก้ไขข้อบกพร่องให้ น้อยกว่า 3.4 ppm หรือไม่ให้ปัญหานั้นเกิดขึ้นอีกเท่านั้น แต่จะประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ที่จะ นำไปสู่ความสำเร็จได้คือ การจัดตั้งทีมงาน การฝึกอบรม การแบ่งหน้าที่ จนถึงการปฏิบัติตาม กระบวนการ DMAIC ซึ่งย่อมาจาก Define, Measure, Analyze, Improvement และ Control โดย แต่ละตัวอักษรย่อมีความหมายดังนี้

D - Define เป็นขั้นตอนแรกของการทำซิกซ์ ซิกม่า โดยกำหนดปัญหาและขอบเขตของ โครงการ ขั้นตอนกระบวนการที่จะทำการปรับปรุง โดยเขียนในรูปของ Process map เพื่อให้เกิด ความเข้าใจในทิศทางเดียวกันระบุระยะเวลาของโครงการ กำหนดและระบุงานของผู้ร่วมโครงการ และเป้าหมายของความสำเร็จ

M - Measure เป็นการวัดและการประเมินสภาพปัจจุบันของกระบวนการ โดยการเก็บ รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมหรือกระบวนการนั้น ๆ และต้องเข้าใจด้วยว่าจะวัดอะไร วัด อย่างไร วัดที่ไหน วัดเมื่อไร เพื่อนำข้อมูลมาหาประสิทธิภาพของกระบวนการโดยเปรียบเทียบกับ เป้าหมายที่กำหนด หรือความเห็นของลูกค้าที่รับสินค้าหรือบริการ

A - Analyze การวิเคราะห์หาสาเหตุหลัก สาเหตุรอง ของความบกพร่องจากกระบวนการ วิเคราะห์ความผันแปรต่าง ๆ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$y = f(x_s) \quad (2.1)$$

ในขั้นตอนนี้ จะไม่ใช้ความเชื่อหรือความรู้สึกในการตัดสินใจ จะเป็นการนำข้อมูลที่เป็นตัวเลขสามารถ วัดค่าได้ นำมาวิเคราะห์โดยเครื่องมือทางสถิติและทดสอบสมมติฐาน

I - Improve หลังจากทำการวิเคราะห์จนพบสาเหตุหลักจะทำการกำหนดแผนงานเพื่อทำ การปรับปรุงและพัฒนากระบวนการทำงาน โดยมุ่งเน้นการจัดหรือลดสิ่งทีก่อให้เกิดปัญหา การ ดำเนินการออกแบบการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยและตัวแปรตอบสนอง (DOE) หา แนวทางการปรับปรุงที่เหมาะสมที่สุด จัดลำดับก่อนหลังในการปรับปรุง รวมถึงการสร้างระเบียบแบบ แผนของการดำเนินงานใหม่

C - Control การควบคุม เป็นการคงสภาพและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง และให้สภาพหลังการ ปรับปรุงยังคงอยู่ตลอดไป ไม่ให้กลับไปสู่แบบเดิมอันเนื่องมาจากความเคยชิน นอกจากนี้ ยังมี การประเมินความเสี่ยงเป็นระยะ จัดทำหรือปรับปรุงคู่มือการทำงานให้สอดคล้องกับกระบวนการด้วยโดย รายละเอียดแต่ละขั้นตอนแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการโดยใช้ตัวแบบ DMAIC ของซิกซ์ ซิกม่า

DMAIC	การปรับปรุงแก้ไขในกระบวนการ
1. นิยาม (Define)	<ul style="list-style-type: none"> - ระบุปัญหา - เข้าใจความต้องการของลูกค้าหรือข้อกำหนด - ระบุขั้นตอนการทำงาน - ตั้งเป้าหมายของโครงการ
2. วัดผล (Measure)	<ul style="list-style-type: none"> - ปรับปรุงกระบวนการวัด - รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง - ศึกษาเพื่อเข้าใจธรรมชาติและความสามารถของกระบวนการ
3. วิเคราะห์ (Analysis)	<ul style="list-style-type: none"> - พัฒนาสมมติฐานเชิงเหตุและผล - วิเคราะห์ข้อมูลและกระบวนการ - ระบุสาเหตุและผลกระทบ - พิสูจน์สมมติฐาน
4. ปรับปรุง (Improved)	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างแนวคิดที่จะแก้ไขหรือขจัดปัญหา - เลือกวิธีการที่ดีที่สุดเพื่อการนำร่องการแก้ไข - ประเมินความเสี่ยง
5. ควบคุม (Control)	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งมาตรฐานการวัดผลเพื่อการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง - จัดทำมาตรฐานการทำงาน - ส่งมอบโครงการ

2.2.2.1 ประโยชน์ที่จะได้รับในการนำซิกซ์ ซิกม่า มาใช้ในองค์กร

1. สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพิ่มความสามารถในการเข้าสู่ตลาดการแข่งขัน
2. ลดความสูญเสียและข้อบกพร่องได้อย่างรวดเร็ว โดยการนำกระบวนการทางสถิติมาใช้
3. ค่าใช้จ่ายทางด้านต้นทุนและกระบวนการต่ำลง
4. ยกระดับคุณภาพขององค์กร และเพิ่มศักยภาพการแข่งขัน

2.2.3 การวัดความสามารถของกระบวนการ (Process Capability Analysis)

การวิเคราะห์ความสามารถกระบวนการ เป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้ในการควบคุมและปรับปรุงกระบวนการผลิต การวัดการตรวจสอบระดับคุณภาพของกระบวนการผลิตเพื่อบ่งบอกว่ากระบวนการการผลิตมีความสามารถที่จะผลิตผลิตภัณฑ์ตรงตามข้อกำหนดของลูกค้าหรือไม่ การวิเคราะห์ความสามารถกระบวนการประกอบด้วย

1. การวิเคราะห์ความเสถียรภาพของกระบวนการ (Stability)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์ความสามารถด้านศักยภาพของกระบวนการ (Potential Capability, C_p)

3. การวิเคราะห์ความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการด้วยค่าความถูกต้องและค่ากลาง (Performance Capability, C_{pk})

ดังที่กล่าวข้างต้น สามารถนำมาประเมินเพื่อหาสาเหตุของปัญหาและปรับปรุงคุณภาพของการผลิตได้ การวัดความสามารถของกระบวนการทำได้ในรูปแบบความผันแปรของกระบวนการที่ควบคุมหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการควบคุมนั้น โดยวัดเป็นค่าดัชนีที่เรียกว่า C_p สำหรับการวิเคราะห์ระยะสั้น และ P_p สำหรับการวิเคราะห์ระยะยาวกรณีกระบวนการหรือผลิตภัณฑ์มีขีดจำกัดของข้อกำหนดทั้งสองข้าง (UCL และ LCL) ค่า C_p และ P_p จะหาได้ดังนี้

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\hat{\sigma}_{ST}} \quad (2.2)$$

$$P_p = \frac{USL - LSL}{6\hat{\sigma}_{LT}} \quad (2.3)$$

กรณีกระบวนการหรือผลิตภัณฑ์มีขีดจำกัดของข้อกำหนดด้านใดด้านหนึ่ง (UCL และ LCL) ค่า C_p และ P_p จะหาได้ดังนี้

$$C_p = \frac{USL - \bar{X}}{3\hat{\sigma}_{ST}}, \quad C_p = \frac{\bar{X} - LSL}{3\hat{\sigma}_{ST}} \quad (2.4)$$

$$P_p = \frac{USL - \bar{X}}{3\hat{\sigma}_{LT}}, \quad P_p = \frac{\bar{X} - LSL}{3\hat{\sigma}_{LT}} \quad (2.5)$$

2.2.3.1 ดัชนีความสามารถของกระบวนการด้านสมรรถนะที่กระบวนการเบี่ยงเบนไป (Performance Capability Index, C_{pk}, P_{pk})

จะเป็นค่าเชิงสถิติที่บ่งบอกความสามารถของกระบวนการโดยเปรียบเทียบระหว่างความผันแปรของกระบวนการกับความผันแปรที่ยอมให้ตามข้อกำหนดทางเทคนิคที่ออกแบบไว้ หรืออีกนัยหนึ่งคือการผลิตตามเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ (Acceptability Concept) หรือตามค่าพิสัยของข้อกำหนด การคำนวณค่า C_{pk} และ P_{pk} จะเป็นดังนี้

$$C_{PU} = \frac{USL - \bar{X}}{3\hat{\sigma}_{LT}}, \quad C_{PL} = \frac{\bar{X} - LSL}{3\hat{\sigma}_{LT}} \quad (2.6)$$

$$C_{PK} = \min(C_{PU}, C_{PL}) \quad (2.7)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$P_{PU} = \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma_{LT}}, \quad P_{PL} = \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma_{LT}} \quad (2.8)$$

$$P_{PK} = \min(C_{PU}, C_{PL}) \quad (2.9)$$

2.2.3.2 การวัดประสิทธิภาพของกระบวนการและสายการผลิต

จุดมุ่งหมายของการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเพื่อลดต้นทุนและสร้างกำไรให้กับธุรกิจ โดยมุ่งเน้นที่การลดของเสียและเวลาการทำงาน ลดต้นทุนแฝงและความสูญเสียต่าง ๆ เพื่อสร้างความพึงพอใจแก่ลูกค้า โดยทั่วไปการวัดกระบวนการจะมุ่งเน้นไปที่คุณลักษณะผลิตภัณฑ์แต่ในทางมุมมองของผู้ลงทุนหรือทางเศรษฐศาสตร์แล้ว จะมุ่งไปที่ประสิทธิภาพการทำงานมากกว่า (*Efficiency*) เนื่องจากการวัดผลที่ผลิตภัณฑ์เพียงอย่างเดียว ไม่สามารถสะท้อนถึงกระบวนการหรือสายการผลิตได้ทั้งหมดโดยทั่วไปมักใช้อัตราการเกิดของเสียเป็น ตัวชี้วัดประสิทธิภาพของกระบวนการ เพื่อประเมินต้นทุนและเป้าหมายการผลิต ซึ่งจะแสดงด้วยอัตราการผลิต (*Yield*) มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ดังนี้

$$\text{อัตราการผลิต (yield)} = \frac{\text{ปริมาณผลิตภัณฑ์}}{\text{ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ผลิตทั้งหมด}} \times 100 \quad (2.10)$$

ส่วนการวัดของเสียหรือผลิตภาพกระบวนการด้วยซิกซ์ ซิกม่า จะใช้ค่าโอกาสการเกิดของเสียต่อล้านหน่วย (Defect Per Million Opportunities, DPMO) ซึ่งคำนวณได้จาก

$$\text{โอกาสเกิดของเสียต่อล้านหน่วย} = \frac{\text{ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น} \times 1,000,000}{\text{ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ผลิตทั้งหมด} \times \text{ค่าโอกาสของของเสียต่อชิ้น}} \quad (2.11)$$

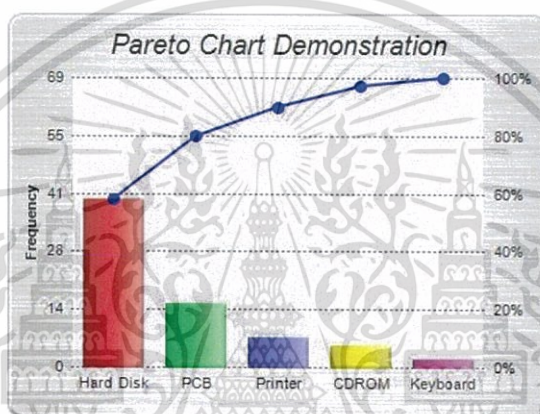
2.2.4 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด [6]

เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด นับได้ว่าเป็นสิ่งที่ช่วยพัฒนาและแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพเครื่องมือเหล่านี้เป็นการรวบรวมและประยุกต์ใช้วิธีการทางสถิติ การใช้หลักการทางด้านเหตุผล และศาสตร์ความรู้ในด้านต่าง ๆ มารวบรวม และเลือกใช้ในการจัดการกับปัญหาแต่ละชนิด เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิดนี้ มีที่มาจากองค์กรหนึ่งในประเทศญี่ปุ่น ชื่อว่า Union of Japanese Scientists and Engineers และกลุ่ม Quality Control Research Group ซึ่งได้ถูกจัดตั้งขึ้น ในปี ค.ศ. 1946 เพื่อค้นคว้าและทำการศึกษา ตลอดจนเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจในเรื่องระบบการควบคุมคุณภาพให้กับอุตสาหกรรมภายในประเทศของญี่ปุ่น โดยมีจุดหมายเพื่อพัฒนาคุณภาพสินค้าของญี่ปุ่นให้สามารถเข้าสู่การแข่งขันในตลาดโลกได้อย่างทัดเทียมประเทศผู้นำทางเศรษฐกิจในสมัยนั้นอย่างอเมริกา และกลุ่มประเทศยุโรปตะวันตก ปี ค.ศ. 1954 ทางญี่ปุ่นได้เชิญ Dr. J. M. Juran มา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต ถือว่าผิดกฎหมาย และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

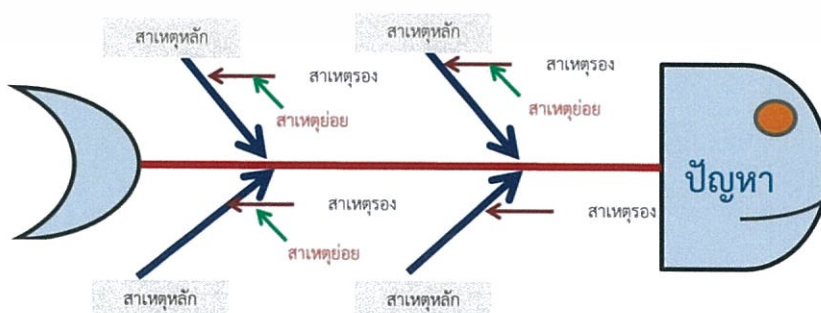
ทำการฝึกอบรมเกี่ยวกับหลักการควบคุมคุณภาพ เพื่อสร้างรากฐานความรู้ความเข้าใจแก่ผู้บริหารระดับสูงขององค์กรในการนำเทคนิคเหล่านี้มาใช้งาน โดยได้รับความร่วมมือจากพนักงานทุกฝ่าย นับเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาและรวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพ ทั้ง 7 ชนิด ที่เรียกกันว่า 7 QC Tools

2.2.4.1 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) คือแผนภูมิแบบหนึ่งที่น่ามาใช้ในการแสดงให้เห็นขนาดของปัญหาและเพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัญหา ชื่อแผนภูมิมิที่มาจากชื่อของนักเศรษฐศาสตร์ชาวอิตาลีชื่อ Vilfredo Federico Damaso Pareto ซึ่งเป็นผู้คิดค้นหลักการนี้ขึ้นเอง



รูปที่ 2.1 แผนภูมิพาเรโต ที่แสดงให้เห็นขนาดของปัญหาและเพื่อจัดลำดับความสำคัญ

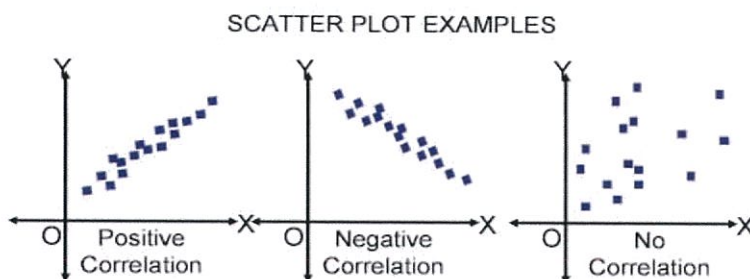
2.2.4.2 ผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram) หรือผังก้างปลา (Fishbone - Diagram) บางครั้งเรียกว่า Ishikawa Diagram ซึ่งเรียกตามชื่อของ Kaoru Ishikawa ผู้ซึ่งเริ่มนำผังก้างปลาใช้ในปี ค.ศ. 1953 เป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะ ทางคุณภาพกับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง



รูปที่ 2.2 ผังแสดงเหตุและผล ที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพ

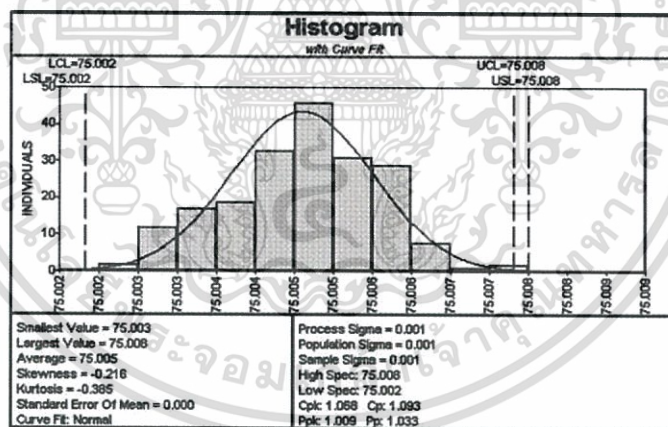
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4.5 ผังการกระจาย (Scatter Diagram) คือ ผังที่ใช้แสดงค่าของข้อมูลที่เกิดจากความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว ว่ามีแนวโน้มไปในทางใด เพื่อที่จะใช้หาความสัมพันธ์ที่แท้จริง



รูปที่ 2.5 ผังการกระจาย โดยใช้แสดงค่าของข้อมูลที่เกิดจากความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว

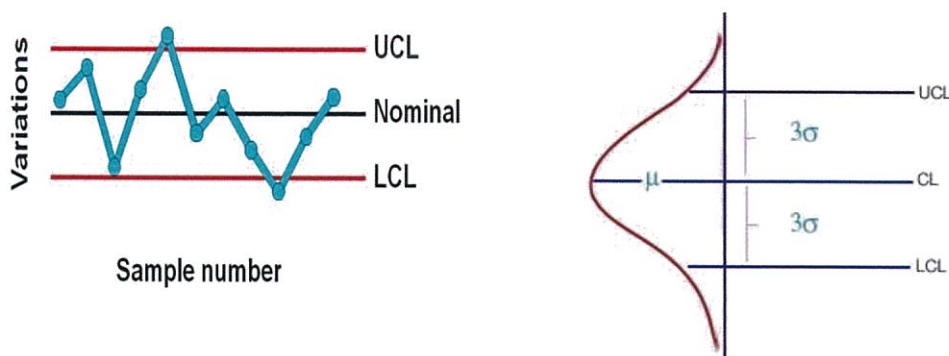
2.2.4.6 ฮิสโตแกรม (Histogram) เป็นแผนภูมิแท่งที่บอกถึงความถี่ที่เกิดขึ้นในแต่ละชั้นความถี่โดยแต่ละแท่งจะวางเรียงติดกัน แกนนอนจะกำกับด้วยค่าขอบบนและขอบล่างของชั้นนั้น หรือใช้ค่ากลาง (Midpoint) ส่วนแกนตั้งเป็นค่าความถี่ในแต่ละชั้น ความสูงของแต่ละแท่งจะขึ้นอยู่กับความถี่ที่เกิดขึ้นนั้น



รูปที่ 2.6 ฮิสโตแกรม เป็นแผนภูมิแท่งที่บอกถึงความถี่ที่เกิดขึ้นในแต่ละชั้นความถี่

2.2.4.7 แผนภูมิควบคุม (Control Chart) คือแผนภูมิที่มีการแสดงค่าที่ยอมรับได้ตามข้อกำหนดทางเทคนิค เพื่อเป็นแนวทางในการควบคุมกระบวนการ โดยการติดตามผลของข้อมูลที่เกิดขึ้น เทียบกับ Spec และขีดจำกัดบน ล่าง (Control Limit) ที่ได้ทำการคำนวณไว้ตามวิธีการทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แผนภูมิควบคุม เป็นแผนภูมิแสดงค่าที่ยอมรับได้ตามข้อกำหนดทางเทคนิค

2.2.5 ความสูญเสีย 7 ประการ (7 Waste) ความสูญเสียต่างๆที่ซ่อนเร้นอยู่ในกระบวนการผลิต เป็นสาเหตุให้ประสิทธิภาพ และรอบเวลาการผลิตลดลง สินค้าด้อยคุณภาพ ต้นทุนสูงขึ้น ไทอิชิ โอนโน (Taiichi Ohno) หัวหน้าวิศวกรของบริษัทโตโยต้า ได้รวบรวมแนวคิดเพื่อขจัดความสูญเสีย 7 ประการ ได้แก่

2.2.5.1. ความสูญเสียจากการผลิตมากเกินไป (Over Production Waste) การผลิตสินค้าในปริมาณมากเกินไปกว่าความต้องการหรือผลิตล่วงหน้า ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้ต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุด และไม่ต้องปรับเครื่องจักรบ่อยครั้ง แต่จะก่อให้เกิดปัญหางานระหว่างผลิต (Work In Process, WIP) จะคงค้างอยู่ในกระบวนการเป็นจำนวนมาก เสียพื้นที่ในการจัดเก็บ WIP ไม่สามารถแก้ไขของเสียที่เกิดขึ้นได้ทันที และมีต้นทุนรวมการปรับปรุง ควบบำรุงรักษาเครื่องจักรให้ประสิทธิภาพและพร้อมผลิตตลอดเวลา ลดเวลาการตั้งเครื่องจักร หรือใช้ Poka-Yoke

2.2.5.2. ความสูญเสียจากการขนส่ง (Transportation Waste) กระบวนการนี้มีความจำเป็นต้องลดระยะทางให้สั้นและรวดเร็วที่สุด เนื่องจากการขนส่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่ผลิตภัณฑ์หรือวัตถุดิบ และยังเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิตเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ ระหว่างการขนส่งควรวางลำดับเส้นทางและปริมาณในการขนส่งให้สอดคล้องกับการผลิต ลดความซ้ำซ้อนอาศัยเครื่องทุ่นแรงในการขนถ่ายที่เหมาะสม

2.2.5.3. ความสูญเสียจากการรอคอย (Waiting Waste) เกิดจากการที่เครื่องจักรหรือพนักงานหยุดการทำงานเพื่อรอวัตถุดิบสำหรับการผลิต รอการปรับตั้งเครื่องจักรเนื่องจากเกิดความขัดข้องหรือเปลี่ยนรุ่นการผลิต หรือจากกระบวนการผลิตไม่สมดุล เกิดคอขวดขึ้น เป็นต้น ปัญหาเหล่านี้ทำให้ต้นทุนของเครื่องจักร แรงงาน และค่าเสียหายสูญเปล่าเสียโอกาสในการผลิต การขจัดปัญหาการรอคอยต้องวางแผนการผลิตให้ดี บำรุงรักษาเครื่องจักรให้สมบูรณ์ตลอดเวลา วางขั้นตอนการทำงานและกำลังคนอย่างเหมาะสม จัดการอุปกรณ์ที่อำนวยความสะดวกเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5.4. ความสูญเสียจากสินค้าคงคลัง (Inventory Waste) การซื้อวัตถุดิบคราวละมากๆ เพื่อให้ได้ส่วนลด หรือเพื่อสำรองวัตถุดิบเพื่อการผลิต การเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปปริมาณมาก จะทำให้สินค้าคงคลังมีปริมาณสูงเกินความต้องการ เป็นภาระในการดูแลและการจัดการ ซึ่งต้องใช้พื้นที่จัดเก็บมาก ต้นทุนจมเนื่องจากสินค้าไม่ได้กระจายออกไปและอาจเสียหายหรือเสื่อมราคาได้หากการควบคุมสินค้าคงคลังไม่ดีพอซึ่งการจัดการนั้น ควรกำหนดระดับการสั่งซื้อ การจัดเก็บที่ชัดเจน ควบคุมด้วยเทคนิคการมองเห็น (Kanban) ใช้ระบบเข้าก่อนออกก่อน (First In First Out: FIFO)

2.2.5.5. ความสูญเสียจากผลิตภัณฑ์บกพร่อง (Defects Waste) เนื่องจากความผิดพลาดหรือมีข้อบกพร่องของการควบคุมกระบวนการ มักจะทำให้เกิดของเสีย และต้องนำของเสียนั้นกลับเข้าสู่กระบวนการซ้ำอีกครั้งหรือแก้ไขนอกสายการผลิต เพื่อให้ผลิตภัณฑ์สอดคล้องกับความต้องการหรือถูกนำไปทำลายทิ้ง ซึ่งทำให้เกิดต้นทุนแฝงที่สูงขึ้น ต้องหาสถานที่จัดเก็บของเสียและซ่อมแซมต้องทำงานซ้ำซ้อนในการปรับปรุงและขจัดผลิตภัณฑ์บกพร่อง ต้องสร้างมาตรฐานการทำงานที่ถูกต้องใช้อุปกรณ์ที่สามารถป้องกันความผิดพลาด (Poka-Yoke) ฝึกฝนทักษะของพนักงานรวมถึงจิตสำนึกทางด้านคุณภาพ เพื่อยกระดับฝีมือแรงงาน และมีการตอบสนองข้อมูลทางด้านคุณภาพจากการผลิตได้อย่างทันท่วงที

2.2.5.6. ความสูญเสียจากการเคลื่อนไหว (Motion Waste) ท่าทางการทำงาน การเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม ต้องเอื้อมมือหยิบของที่อยู่ไกล ก้มด้วยกของ ทำให้เสียเวลาโดยไม่จำเป็น อาจก่อให้เกิดความเครียด เหนื่อยล้าต่อร่างกาย และทำให้เกิดอุบัติเหตุระหว่างการปฏิบัติงานได้เพื่อปรับปรุงการทำงานให้เกิดการเคลื่อนไหวที่เหมาะสมหรือน้อยที่สุด ควรศึกษาการเคลื่อนไหวตามหลักการศาสตร์ จัดสภาพแวดล้อมให้เอื้อกับการทำงาน จัดหาอุปกรณ์จับยึด (Fixture) เพื่อให้สามารถทำงานได้สะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น

2.2.5.7. ความสูญเสียจากกระบวนการมากเกินไป (Over processing Waste) เกิดจากกระบวนการที่มีการทำงานซ้ำ ๆ กันหลายขั้นตอนและเกินความจำเป็นซึ่งไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่ผลิตภัณฑ์ หรือแม้แต่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ซึ่งกระบวนการนี้อาจรวมอยู่ในกระบวนการผลิต โดยให้พนักงานผลิตเป็นผู้ตรวจสอบพร้อมกันกับการปฏิบัติงานการปรับปรุงกระบวนการสามารถทำได้โดย วิเคราะห์กระบวนการโดยอาศัยผังการไหลของการผลิต (Process flow chart) ใช้หลักการ 5W1H เพื่อวิเคราะห์ความจำเป็นของกระบวนการ เพื่อขจัดต้นทุนที่เกิดขึ้นโดยไม่จำเป็น ลดพื้นที่ในการทำงานหรือวางเครื่องจักร ลดทรัพยากรทางด้านแรงงาน

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในการปรับปรุงเครื่องฉีดจาระบีให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนด มีการดำเนินงานอยู่ 5 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกคือการนำหลักการแก้ปัญหาโดยแนวคิดและหลักการของซิกซ์ ซิกม่า คือกระบวนการ DMAIC มาปรับใช้เพื่อกำหนดปัญหาและขอบเขตของโครงการ รวมถึงขั้นตอนกระบวนการที่จะทำการปรับปรุง ขั้นตอนที่สองคือ เป็นการวัดและการประเมินสภาพปัจจุบันของกระบวนการ โดยสร้างเครื่องมือวัด เพื่อตรวจสอบปริมาณจาระบีที่ไหลออกจากเครื่องฉีด ซึ่งง่ายและรวดเร็วต่อการตรวจสอบในชิ้นงาน รวมถึงการตรวจสอบความแม่นยำของเครื่องมือวัดที่ได้ออกแบบมา ว่ามีความถูกต้องแม่นยำในการใช้วัดปริมาณจาระบี ขั้นตอนที่สามคือ การวิเคราะห์จนพบสาเหตุหลักจะทำการกำหนดแผนงานเพื่อทำการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการทำงาน คือการตรวจสอบปริมาณการไหลของจาระบีในชิ้นงานจริง เพื่อดูว่าปริมาณการไหลของจาระบีที่ในกระบวนการผลิตว่าเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ และขั้นตอนสุดท้าย หลังจากทำการวิเคราะห์จนพบสาเหตุหลักจะทำการกำหนดแผนงานเพื่อทำการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการทำงาน คือการนำเครื่องมือวัดที่ออกแบบมาหาเงื่อนไขที่เหมาะสมให้เป็นไปตามความสัมพันธ์ของหัวฉีดกับปริมาณของจาระบี เพื่อให้จาระบีสามารถฉีดออกมาตามปริมาณที่กำหนดตามมาตรฐานของทางโรงงาน ซึ่งเครื่องใส่จาระบีที่เราต้องการหาเงื่อนไขนั้นจะมีจุดที่จะต้องใส่จาระบีอยู่ 4 จุด โดยที่ต้องการให้จาระบีไหลติดกับชิ้นส่วน Pulley , Housing , Inner Guide และ Nipple End อยู่ที่ปริมาณ 0.5-0.6, 1.0-2.0, 0.1-0.3, 0.3-0.6 กรัมต่อชิ้นงานตามลำดับ

3.1 การแก้ไขปัญหาโดยแนวคิดและหลักการของซิกซ์ ซิกม่า

ซิกซ์ซิกม่า เป็นระบบจัดการระบบหนึ่ง ที่ไม่ได้มุ่งเน้นการป้องกันหรือแก้ไขข้อบกพร่องประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่ความสำเร็จได้คือ การปฏิบัติตามกระบวนการ DMAIC ซึ่งย่อมาจาก Define, Measure, Analyze, Improvement และ Control โดยสามารถนำหลักการแก้ไขปัญหามาตามกระบวนการ DMAIC ได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 การปรับปรุงแก้ไขปัญหาปริมาณจาระบีโดยใช้กระบวนการ DMAIC ของซิกซ์ ซิกม่า

DMAIC	การปรับปรุงแก้ไขในกระบวนการ
1. นิยาม (Define)	<ul style="list-style-type: none"> - ปัญหาการฉีดจาระบีที่ไม่ได้ปริมาณเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด - ทำการปรับปรุงให้การฉีดจาระบีให้ได้ปริมาณตามมาตรฐานที่กำหนด - มีเป้าหมายคือ การมีของเสียไม่เกิด 3.4 ppm ตามหลักของซิกซ์ ซิกม่า
2. วัดผล (Measure)	<ul style="list-style-type: none"> - วิเคราะห์คุณสมบัติเฉพาะของจาระบี - การสร้างเครื่องมือตรวจวัดปริมาณจาระบี - การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวัด - ตรวจสอบปริมาณจาระบีที่ไหลในกระบวนการผลิต
3.วิเคราะห์ (Analysis)	<ul style="list-style-type: none"> - วิเคราะห์ข้อมูลและกระบวนการทดลองหาค่าเงื่อนไขความดันลมกับปริมาณจาระบีที่ไหล
4. ปรับปรุง (Improved)	<ul style="list-style-type: none"> - สรุปผลการทดลองหาค่าเงื่อนไขความดันลมกับค่าความสามารถของกระบวนการผลิต - เลือกวิธีการที่ดีที่สุดเพื่อการแก้ไขการฉีดจาระบีให้ได้ปริมาณตามมาตรฐานที่กำหนด
5. ควบคุม (Control)	<ul style="list-style-type: none"> - มีการเสนอแนะให้จัดตั้งมาตรฐานการวัดผลเพื่อการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง - ส่งมอบโครงการให้กับแผนก QC เพื่อการพัฒนาและปรับปรุงให้ปริมาณจาระบีเป็นไปตามมาตรฐาน

3.2 วิเคราะห์คุณสมบัติเฉพาะของจาระบี

จาระบีเป็นส่วนประกอบที่จำเป็นสำหรับชิ้นงาน ที่ต้องแรงรับกดกระแทก ทนความร้อนสูง และที่ต้องทำงานหนักต่อเนื่อง ทำให้เกิดการเสียดสีของพื้นผิวโลหะทั้งในแนวนอนและแนวตั้ง ดังนั้นการวิเคราะห์คุณสมบัติเฉพาะของจาระบี ถึงคุณสมบัติเฉพาะของ เช่น ส่วนผสมของสารเคมีเพิ่มเติมที่ช่วยเพิ่มคุณสมบัติของจาระบี จุดหยุด และ NLGI จะทำให้มีความเข้าใจถึงความเหมาะสมในการใช้งาน และตัวแปรที่ส่งผลต่อปริมาณการไหลของจาระบี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 จาระบีสีน้ำตาลที่ใช้ในตำแหน่ง Pulley, Housing, Nipple End

คุณสมบัติเฉพาะของจาระบีสีน้ำตาล	
ประเภทของจาระบี	อะลูมิเนียมคอมเพล็กซ์ Aluminium Complex
การทนความร้อน	275-300 °c
มีสารเคมี	- ป้องกันการเสื่อมคุณภาพ - ป้องกันน้ำชะล้าง การสึกหรอ กัดกระแทก เสียดทาน - รักษาชิ้นส่วนให้มีอายุการใช้งานยาวนาน
จุดหยด	260-310°C
NLGI	No.3

ตารางที่ 3.3 จาระบีสีขาวที่ใช้ในตำแหน่ง Inner Guide

คุณสมบัติเฉพาะของจาระบีสีขาว	
ประเภทของจาระบี	ลิเทียมคอมเพล็กซ์ Lithium Complex
การทนความร้อน	250-300°C
มีสารเคมี	- ป้องกันการเสื่อมคุณภาพ - ป้องกันน้ำชะล้าง การสึกหรอ กัดกระแทก เสียดทาน - รักษาชิ้นส่วนให้มีอายุการใช้งานยาวนาน
จุดหยด	250-300° C
NLGI	No.2

3.3 สร้างเครื่องมือตรวจวัดปริมาณจาระบี

สาเหตุที่ทำให้การสร้างเครื่องมือตรวจวัดปริมาณจาระบี เป็นเพราะการจะวัดปริมาณจาระบี ในไลน์การผลิตเป็นไปได้ยากเนื่องจากจะต้องยกบิกเกอร์และเครื่องชั่งไปในไลน์การผลิตซึ่งเป็นขั้นตอนที่ยุ่งยากและเสียเวลาในการตรวจวัด โดยจะใช้สริงหลอดฉีดยาซึ่งมีสเกลปริมาตรกำหนดอยู่ด้านข้างมาประยุกต์ใช้ซึ่งขั้นตอนแรกเราต้องหาน้ำหนักที่ปริมาตรต่างๆโดยมีจาระบีที่ใช้อยู่ 2 ชนิดคือ จาระบีสีน้ำตาลและจาระบีสีขาว

ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงน้ำหนัก(g) ที่ปริมาตรต่างๆของจาระบีสีน้ำตาล

จาระบีสีน้ำตาล	
V (ml)	Weight (g)
0.1	0.097
0.3	0.291
0.5	0.485
1	0.97
1.5	1.455
2	1.94

ตารางที่ 3.5 ตารางแสดงน้ำหนัก(g) ที่ปริมาตรต่างๆของจาระบีสีขาว

จาระบีสีขาว	
V (ml)	Weight (g)
0.1	0.111
0.3	0.333
0.5	0.555
1	1.110
1.5	1.665
2	2.220

3.4 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวัด

เพื่อความถูกต้องและมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้นของเครื่องมือวัดเราจึงต้องทำการตรวจสอบเครื่องมือวัดที่ได้จัดทำขึ้นโดยวิธีการนำสรึงหลอดฉีดยามาใส่จาระบีให้ได้ตามปริมาตรที่กำหนดแล้วทำการชั่งน้ำหนักว่าตรงตามที่กำหนดไว้หรือไม่หรือมีความคลาดเคลื่อนมากน้อยเพียงใด

ตารางที่ 3.6 การตรวจสอบน้ำหนักจาระบีสีน้ำตาลที่ได้จากเครื่องมือวัด

ปริมาตร \ ครั้งที่	ครั้งที่ 1 (g)	ครั้งที่ 2 (g)	ครั้งที่ 3 (g)	ครั้งที่ 4 (g)	ครั้งที่ 5 (g)
0.1 ml					
0.3 ml					
0.5 ml					
1.0 ml					
1.5 ml					
2.0 ml					

ตารางที่ 3.7 ตารางการตรวจสอบน้ำหนักจาระบีสีขาวที่ได้จากเครื่องมือวัด

ปริมาตร \ ครั้งที่	ครั้งที่ 1 (g)	ครั้งที่ 2 (g)	ครั้งที่ 3 (g)	ครั้งที่ 4 (g)	ครั้งที่ 5 (g)
0.1 ml					
0.3 ml					
0.5 ml					
1.0 ml					
1.5 ml					
2.0 ml					

3.5 ตรวจสอบปริมาณจาระบีที่ไหลในกระบวนการผลิต

เพื่อต้องการตรวจสอบว่าปริมาณการไหลของจาระบีในกระบวนการผลิตนั้นมีการไหลที่เป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่เพื่อที่จะได้นำข้อมูลส่วนนี้ไปดำเนินการปรับปรุงให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนดโดยข้อกำหนดที่ต้องทำการหามีดังนี้

3.5.1 ในสายการผลิต Window B ปริมาณจาระบีที่กำหนดไว้ว่าต้องใส่จาระบีอยู่ 4 จุด โดยที่ต้องการให้จาระบีไหลติดกับชิ้นส่วน Pulley , Housing , Inner Guide และ Nipple End อยู่ที่ปริมาณ 0.4-0.6, 1.0-2.0, 0.1-0.3, 0.3-0.6 กรัมต่อชิ้นงานตามลำดับ

3.5.2 อุปกรณ์ในการทดลองหา เงื่อนไข ประกอบด้วย

3.5.2.1 บีกเกอร์ใบที่ 1 น้ำหนัก 51.18 กรัม

3.5.2.2 บีกเกอร์ใบที่ 2 น้ำหนัก 50.86 กรัม

3.5.2.3 บีกเกอร์ใบที่ 3 น้ำหนัก 51.12 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.4 บีกเกอร์ใบที่ 4 น้ำหนัก 50.96 กรัม

3.5.2.5 บีกเกอร์ใบที่ 5 น้ำหนัก 50.88 กรัม

3.5.2.6 บีกเกอร์ใบที่ 6 น้ำหนัก 51.29 กรัม

3.5.2.7 เข็มฉีดยาสริงขนาด 3 ml น้ำหนัก 3.18 กรัม

3.5.2.8 เข็มฉีดยาสริงขนาด 5 ml น้ำหนัก 4.67 กรัม



รูปที่ 3.1 แสดงอุปกรณ์ในการหาเงื่อนไข

3.5.3 ขั้นตอนการตรวจวัดจาระบี จะทำการกดปุ่มควบคุม PLC ที่ทำการควบคุมการไหลของจาระบีที่ตำแหน่ง Pulley โดยความดันลมเครื่องจาระบีที่ 0.20 MPa ตามข้อกำหนดของเครื่อง โดยทำการวัดปริมาณจาระบีจำนวน 5 ครั้ง และทำการชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าเฉลี่ยปริมาณการไหลของจาระบี

ตารางที่ 3.8 แสดงน้ำหนัก(g) การตรวจวัดจาระบีที่ตำแหน่ง Pulley ก่อนการปรับปรุง

ปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Pulley ก่อนการปรับปรุง					
ครั้งที่ 1 (g)	ครั้งที่ 2 (g)	ครั้งที่ 3 (g)	ครั้งที่ 4 (g)	ครั้งที่ 5 (g)	ค่าเฉลี่ย (g)
0.57	0.59	0.62	0.65	0.62	0.61

3.5.4 ขั้นตอนการตรวจวัดจาระบี จะทำการกดปุ่มควบคุม PLC ที่ทำการควบคุมการไหลของจาระบีที่ตำแหน่ง Housing โดยความดันลมเครื่องจาระบีที่ 0.20 MPa ตามข้อกำหนดของเครื่อง โดยทำการวัดปริมาณจาระบีจำนวน 5 ครั้ง และทำการชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าเฉลี่ยปริมาณการไหลของจาระบี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 แสดงน้ำหนัก(g) การตรวจวัดจาระบีที่ตำแหน่ง Housing ก่อนการปรับปรุง

ปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Housing ก่อนการปรับปรุง					
ครั้งที่ 1 (g)	ครั้งที่ 2 (g)	ครั้งที่ 3 (g)	ครั้งที่ 4 (g)	ครั้งที่ 5 (g)	ค่าเฉลี่ย (g)
2.53	2.51	2.47	2.26	2.33	2.42

3.5.5 ขั้นตอนการตรวจวัดจาระบี จะทำการกดปุ่มควบคุมPLCที่ทำการควบคุมการไหลของจาระบีที่ตำแหน่ง Inner Guide โดยความดันลมเครื่องจาระบีที่ 0.20 MPa ตามข้อกำหนดของเครื่อง โดยทำการวัดปริมาณจาระบีจำนวน 5 ครั้ง และทำการชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าเฉลี่ยปริมาณการไหลของจาระบี

ตารางที่ 3.10 แสดงน้ำหนัก(g) การตรวจวัดจาระบีที่ตำแหน่ง Inner Guide ก่อนการปรับปรุง

ปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Inner Guide ก่อนการปรับปรุง					
ครั้งที่ 1 (g)	ครั้งที่ 2 (g)	ครั้งที่ 3 (g)	ครั้งที่ 4 (g)	ครั้งที่ 5 (g)	ค่าเฉลี่ย (g)
0.41	0.48	0.41	0.44	0.41	0.43

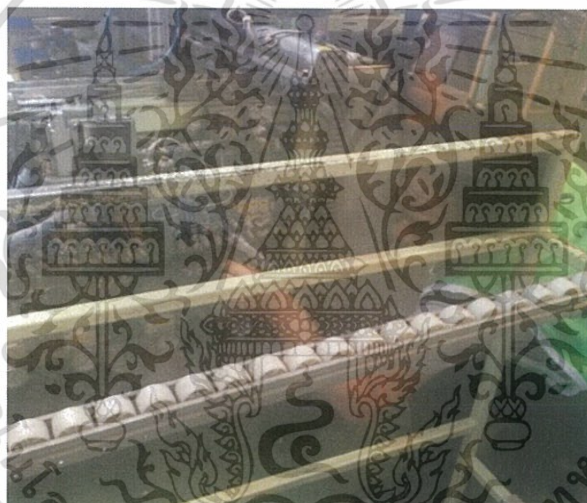
3.5.6 ขั้นตอนการตรวจวัดจาระบี จะทำการกดปุ่มควบคุมPLCที่ทำการควบคุมการไหลของจาระบีที่ตำแหน่ง Nipple End โดยความดันลมเครื่องจาระบีที่ 0.20 MPa ตามข้อกำหนดของเครื่อง โดยทำการวัดปริมาณจาระบีจำนวน 5 ครั้ง และทำการชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าเฉลี่ยปริมาณการไหลของจาระบี

ตารางที่ 3.11 แสดงน้ำหนัก(g) การตรวจวัดจาระบีที่ตำแหน่ง Nipple End ก่อนการปรับปรุง

ปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Nipple End ก่อนการปรับปรุง					
ครั้งที่ 1 (g)	ครั้งที่ 2 (g)	ครั้งที่ 3 (g)	ครั้งที่ 4 (g)	ครั้งที่ 5 (g)	ค่าเฉลี่ย (g)
0.44	0.39	0.41	0.41	0.40	0.41



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการตรวจวัดจาระบีที่ตำแหน่งต่างๆ โดยความช่วยเหลือของฝ่ายงาน Production engineering



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการกดปุ่มควบคุม PLC ที่ทำการควบคุมการไหลของจาระบีที่ตำแหน่งต่างๆโดยความช่วยเหลือของฝ่ายงาน Production engineering

3.6 ทำการหาค่าเงื่อนไขความดันลมที่เหมาะสมกับปริมาณการไหลของจาระบีให้เป็นตามมาตรฐานที่กำหนด

เพื่อให้ปริมาณการไหลของจาระบีมีความถูกต้องตามข้อกำหนดจึงได้ทำการปรับหาค่าเงื่อนไขความดันลมที่เหมาะสมกับการฉีดจาระบี โดยทำการปรับความดันที่ใช้ในการฉีดจาระบีตามเงื่อนไขที่กำหนด

3.6.1 ขั้นตอนการหาเงื่อนไขความดันจาระบี จากข้อมูลที่ได้ปริมาณจาระบีที่ไหลที่บริเวณตำแหน่ง Pulley จะให้เห็นได้ว่ามีปริมาณจาระบีเฉลี่ยที่ไหลเกินกว่าที่กำหนดไว้ โดยที่ความดันเดิมที่ใช้มีความดันอยู่ที่ 0.20 MPa จึงทำการหาความดันที่เหมาะสมในการฉีดจาระบีโดยการปรับความดัน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปที่ 0.15, 0.175, 0.20 MPa ตามลำดับ เพื่อดูปริมาณการไหลที่เกิดขึ้นหลังจากนั้นทำการกดปุ่มควบคุม PLC ที่ทำการควบคุมการไหลของจาระบีที่ตำแหน่ง Pulley โดยทำการวัดปริมาณจาระบีจำนวน 5 ครั้ง และทำการชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าเฉลี่ยปริมาณการไหลของจาระบีหลังจากทำการปรับปรุง

ตารางที่ 3.12 แสดงการหาปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Pulley ที่ความดัน 0.15, 0.175, 0.20 MPa

ปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Pulley						
ครั้งที่ ความดัน	ครั้งที่ 1 (g)	ครั้งที่ 2 (g)	ครั้งที่ 3 (g)	ครั้งที่ 4 (g)	ครั้งที่ 5 (g)	ค่าเฉลี่ย (g)
0.15 MPa						
0.175 MPa						
0.20 MPa						

3.6.2 ขั้นตอนการหาเงื่อนไขความดันจาระบี จากข้อมูลที่ได้ปริมาณจาระบีที่ไหลที่บริเวณตำแหน่ง Housing จะให้เห็นได้ว่ามีปริมาณจาระบีเฉลี่ยที่ไหลเกินกว่าที่กำหนดไว้ โดยที่ความดันเดิมที่ใช้มีความดันอยู่ที่ 0.20 MPa จึงทำการหาความดันที่เหมาะสมในการฉีดจาระบีโดยการปรับความดันไปที่ 0.15, 0.175, 0.20 MPa ตามลำดับ เพื่อดูปริมาณการไหลที่เกิดขึ้นหลังจากนั้นทำการกดปุ่มควบคุม PLC ที่ทำการควบคุมการไหลของจาระบีที่ตำแหน่ง Housing โดยทำการวัดปริมาณจาระบีจำนวน 5 ครั้ง และทำการชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าเฉลี่ยปริมาณการไหลของจาระบีหลังจากทำการปรับปรุง

ตารางที่ 3.13 แสดงการหาปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Housing ที่ความดัน 0.15, 0.175, 0.20 MPa

ปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Housing						
ครั้งที่ ความดัน	ครั้งที่ 1 (g)	ครั้งที่ 2 (g)	ครั้งที่ 3 (g)	ครั้งที่ 4 (g)	ครั้งที่ 5 (g)	ค่าเฉลี่ย (g)
0.15 MPa						
0.175 MPa						
0.20 MPa						

3.6.3 ขั้นตอนการหาเงื่อนไขความดันจาระบี จากข้อมูลที่ได้ปริมาณจาระบีที่ไหลที่บริเวณตำแหน่ง Inner Guide จะให้เห็นได้ว่ามีปริมาณจาระบีเฉลี่ยที่ไหลเกินกว่าที่กำหนดไว้ โดยที่ความดันเดิมที่ใช้มีความดันอยู่ที่ 0.20 MPa จึงทำการหาความดันที่เหมาะสมในการฉีดจาระบีโดยการปรับเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความดันไปที่ 0.10, 0.15, 0.20 MPa ตามลำดับ เพื่อดูปริมาณการไหลที่เกิดขึ้นหลังจากนั้นทำการกดปุ่มควบคุม PLC ที่ทำการควบคุมการไหลของจาระบีที่ตำแหน่ง Inner Guide โดยทำการวัดปริมาณจาระบีจำนวน 5 ครั้ง และทำการชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าเฉลี่ยปริมาณการไหลของจาระบีหลังจากทำการปรับปรุง

ตารางที่ 3.14 แสดงการหาปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Inner Guide ที่ความดัน 0.10, 0.15, 0.20 MPa

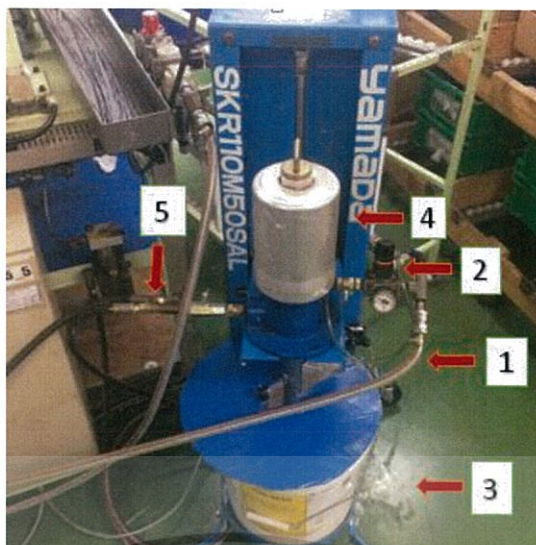
ปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Inner Guide						
ความดัน \ ครั้งที่	ครั้งที่ 1 (g)	ครั้งที่ 2 (g)	ครั้งที่ 3 (g)	ครั้งที่ 4 (g)	ครั้งที่ 5 (g)	ค่าเฉลี่ย (g)
0.10 MPa						
0.15 MPa						
0.20 MPa						

3.6.4 ขั้นตอนการหาเงื่อนไขความดันจาระบี จากข้อมูลที่ได้ปริมาณจาระบีที่ไหลที่บริเวณตำแหน่ง Nipple End จะได้เห็นได้ว่ามีปริมาณจาระบีเฉลี่ยที่ไหลเกินกว่าที่กำหนดไว้ โดยที่ความดันเดิมที่ใช้มีความดันอยู่ที่ 0.20 MPa จึงทำการหาความดันที่เหมาะสมในการฉีดจาระบีโดยการปรับความดันไปที่ 0.175, 0.20, 0.225 MPa ตามลำดับ เพื่อดูปริมาณการไหลที่เกิดขึ้นหลังจากนั้นทำการกดปุ่มควบคุม PLC ที่ทำการควบคุมการไหลของจาระบีที่ตำแหน่ง Nipple End โดยทำการวัดปริมาณจาระบีจำนวน 5 ครั้ง และทำการชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าเฉลี่ยปริมาณการไหลของจาระบีหลังจากทำการปรับปรุง

ตารางที่ 3.15 ตารางแสดงการหาปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Nipple End ที่ความดัน 0.175, 0.20, 0.225 MPa

ปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Nipple End						
ความดัน \ ครั้งที่	ครั้งที่ 1 (g)	ครั้งที่ 2 (g)	ครั้งที่ 3 (g)	ครั้งที่ 4 (g)	ครั้งที่ 5 (g)	ค่าเฉลี่ย (g)
0.175 MPa						
0.20 MPa						
0.225 MPa						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 เครื่องฉีดจาระบีประกอบด้วยส่วนประกอบดังนี้

1. สายท่อลมที่สำหรับจ่ายลมเข้าเครื่องฉีดจาระบี
2. เกจมิเตอร์แสดงความดันลมที่ให้เข้าไปในเครื่องฉีดจาระบี
3. ถังใส่จาระบี
4. ถังความดันที่ใช้ในการฉีดจาระบี
5. สายจาระบีที่ออกจากตัวเครื่องฉีดจาระบี



รูปที่ 3.5 เกจความดันลมที่ส่งผลต่อความเหมาะสมกับการฉีดจาระบี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากผลการทดลองในการสร้างเครื่องมือวัดปริมาณจาระบี การปรับปรุงการฉีดจาระบี ที่ชิ้นส่วน Pulley, Housing, Inner Guide และ Nipple End เพื่อทดลองหาเงื่อนไขที่เหมาะสมกับการฉีดจาระบี และผลของการปรับปรุงการฉีดจาระบีว่าเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่ หาค่าความสามารถในกระบวนการผลิต และสุดท้ายการลดปริมาณการสูญเสียของจาระบีในกระบวนการผลิตหลังจากการปรับเงื่อนไขเรียบร้อยแล้ว

4.1 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวัด

เมื่อทำการสร้างเครื่องมือวัดปริมาณจาระบีเสร็จแล้วนั้น ถัดมาจะเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวัดปริมาณจาระบีโดยมีการวัดค่าน้ำหนักจาระบีสีน้ำตาลและจาระบีสีขาวที่ปริมาตรต่างๆแสดงในตาราง 4.1, 4.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 แสดงการตรวจสอบความถูกต้องของน้ำหนักจาระบีสีน้ำตาลที่ได้จากเครื่องมือวัด

ปริมาตร \ ครั้งที่	ครั้งที่ 1 (g)	ครั้งที่ 2 (g)	ครั้งที่ 3 (g)	ครั้งที่ 4 (g)	ครั้งที่ 5 (g)	เฉลี่ย (g)
0.1 ml	0.097	0.103	0.101	0.101	0.103	0.101
0.3 ml	0.305	0.307	0.310	0.305	0.309	0.3072
0.5 ml	0.495	0.489	0.502	0.502	0.501	0.497
1.0 ml	1.00	1.03	1.03	1.01	1.03	1.02
1.5 ml	1.505	1.508	1.509	1.505	1.505	1.506
2.0 ml	2.04	2.01	2.02	2.01	2.01	2.018



รูปที่ 4.1 ขั้นตอนแสดงเก็บค่าของน้ำหนักจากระเบียงน้ำตาลที่ได้จากเครื่องมือวัด



รูปที่ 4.2 ขั้นตอนแสดงการตรวจสอบความถูกต้องของน้ำหนักจากระเบียงน้ำตาลที่ได้จากเครื่องมือวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงการตรวจสอบความถูกต้องของน้ำหนักจาระบีสีขาที่ได้จากเครื่องมือวัด

ปริมาตร \ ครั้ง	ครั้งที่ 1 (g)	ครั้งที่ 2 (g)	ครั้งที่ 3 (g)	ครั้งที่ 4 (g)	ครั้งที่ 5 (g)	เฉลี่ย (g)
0.1 ml	0.114	0.117	0.117	0.115	0.115	0.1156
0.3 ml	0.31	0.32	0.32	0.34	0.33	0.324
0.5 ml	0.559	0.56	0.57	0.565	0.562	0.5632
1.0 ml	1.13	1.15	1.13	1.17	1.12	1.14
1.5 ml	1.67	1.68	1.672	1.70	1.678	1.68
2.0 ml	2.24	2.25	2.29	2.3	2.31	2.278



รูปที่ 4.3 ขั้นตอนแสดงเก็บค่าของน้ำหนักจาระบีสีขาที่ได้จากเครื่องมือวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ขั้นตอนแสดงการตรวจสอบความถูกต้องของน้ำหนักจาระบีสีขาวที่ได้จากเครื่องมือวัด

4.2 ผลการทดลองหาค่าเงื่อนไขความดันลมกับปริมาณจาระบีที่ไหล

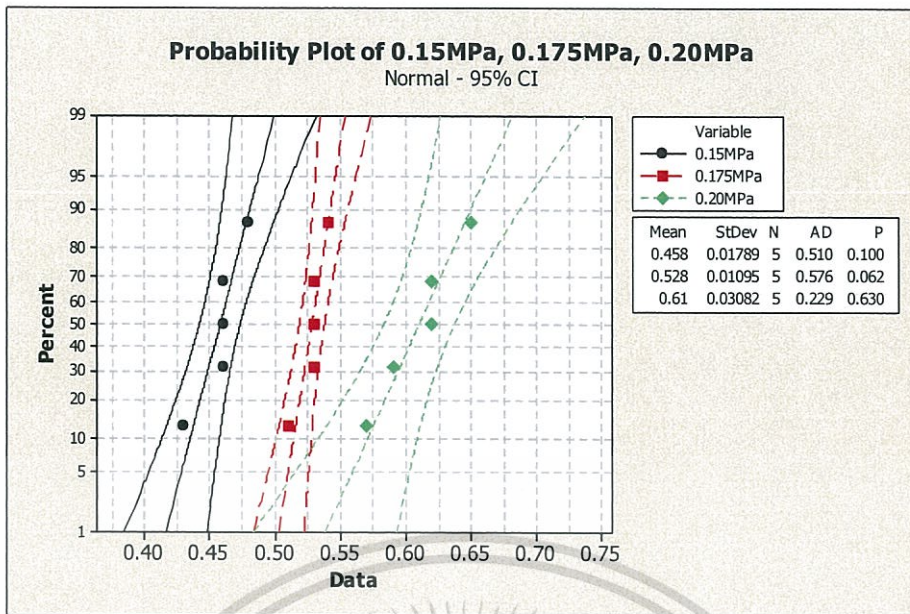
ผลการปรับเงื่อนไขสายการผลิต Window B เพื่อให้ปริมาณการไหลของจาระบีมีความถูกต้องตามข้อกำหนดจึงได้ทำการปรับหาค่าเงื่อนไขความดันลมที่เหมาะสมกับการฉีดจาระบีที่ชิ้นส่วน Pulley, Housing, Inner Guide และ Nipple End

4.3.1 ผลการปรับเงื่อนไขที่ชิ้นส่วน Pulley ต้องฉีดจาระบีที่ 0.4-0.6 g. จึงปรับเป็นค่าเฉลี่ยที่ 0.5 g. โดยปรับความดันไปที่ 0.15, 0.175, 0.20 MPa ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Pulley ที่ความดัน 0.15, 0.175, 0.20 MPa

ปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Pulley						
ครั้งที่	ครั้งที่ 1 (g)	ครั้งที่ 2 (g)	ครั้งที่ 3 (g)	ครั้งที่ 4 (g)	ครั้งที่ 5 (g)	ค่าเฉลี่ย (g)
ความดัน 0.15 MPa	0.46	0.43	0.46	0.48	0.46	0.458
0.175 MPa	0.53	0.54	0.53	0.51	0.53	0.528
0.20 MPa	0.57	0.59	0.62	0.65	0.62	0.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Pulley ที่ความดัน 0.15, 0.175, 0.20 MPa

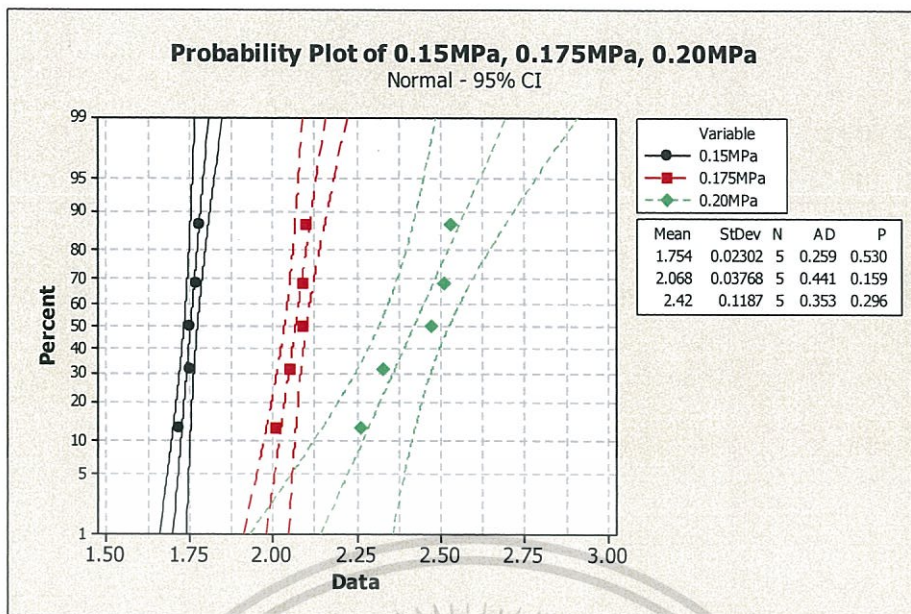
จะเห็นได้ว่าที่ความดัน 0.175 MPa จะมีค่าเฉลี่ยของปริมาณการไหลของจาระบีอยู่ที่ 0.528g. ซึ่งเหมาะสมกับค่าเฉลี่ยมาตรฐานของการฉีดจาระบีมากที่สุด แต่เราต้องคำนึงถึงการฉีดจาระบีที่บริเวณ Housing ด้วยเนื่องจากเครื่องฉีดจาระบีที่ตำแหน่ง Pulley และ Housing มีใช้เครื่องฉีดจาระบีตัวเดียวกัน

4.3.2 ผลการปรับเงื่อนไขที่ชิ้นส่วน Housing ต้องฉีดจาระบีที่ 1.0-2.0 g. จึงปรับเป็นค่าเฉลี่ยที่ 1.5 g. โดยปรับความดันไปที่ 0.15, 0.175, 0.20 MPa ตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 แสดงปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Housing ที่ความดัน 0.15, 0.175, 0.20 MPa

ปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Housing						
ความดัน	ครั้งที่ 1 (g)	ครั้งที่ 2 (g)	ครั้งที่ 3 (g)	ครั้งที่ 4 (g)	ครั้งที่ 5 (g)	ค่าเฉลี่ย (g)
0.15 MPa	1.75	1.78	1.75	1.72	1.77	1.754
0.175 MPa	2.10	2.01	2.05	2.09	2.09	2.068
0.20 MPa	2.53	2.51	2.47	2.26	2.33	2.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Housing ที่ความดัน 0.15, 0.175, 0.20 Mpa

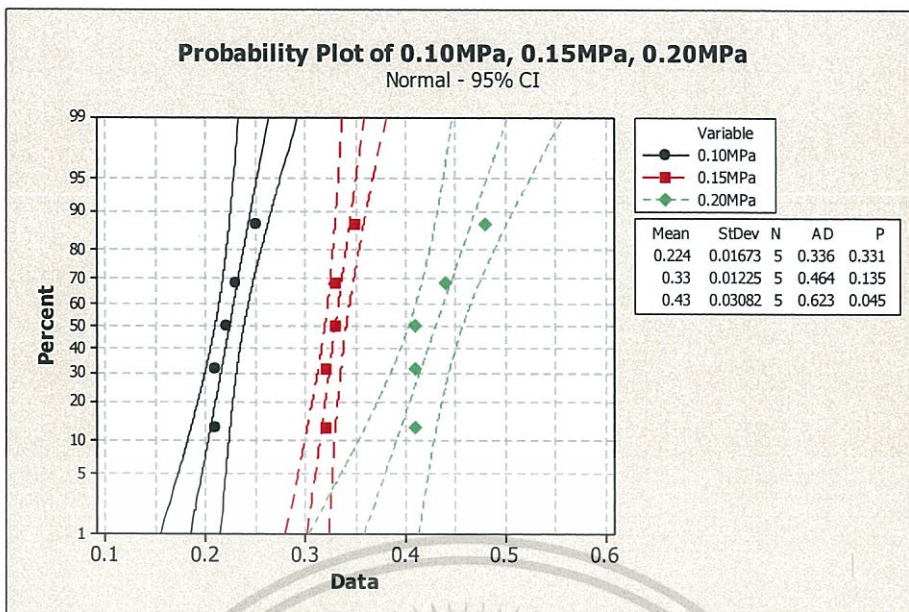
จะเห็นได้ว่ามีเพียงที่ความดัน 0.15 MPa ซึ่งมีค่าปริมาณการฉีดจาระบีเฉลี่ยอยู่ที่ 1.754 g. ที่อยู่ในช่วงมาตรฐานที่กำหนด และที่ความดัน 0.15 MPa นี้ที่ตำแหน่ง Pulley ปริมาณเฉลี่ยของการฉีดจาระบีอยู่ที่ 0.458 g. ซึ่งใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานอีกด้วย

4.3.3 ผลการปรับเงื่อนไขที่ชิ้นส่วน Inner Guide ต้องฉีดจาระบีที่ 0.1-0.3 g จึงปรับเป็นค่าเฉลี่ยที่ 0.2 g. โดยปรับความดันไปที่ 0.10, 0.15, 0.20 MPa ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Inner Guide ที่ความดัน 0.10, 0.15, 0.20 MPa

ปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Inner Guide						
ครั้งที่	ครั้งที่ 1 (g)	ครั้งที่ 2 (g)	ครั้งที่ 3 (g)	ครั้งที่ 4 (g)	ครั้งที่ 5 (g)	ค่าเฉลี่ย (g)
ความดัน 0.10 MPa	0.25	0.21	0.23	0.22	0.21	0.224
0.15 MPa	0.32	0.33	0.33	0.35	0.32	0.33
0.20 MPa	0.41	0.48	0.41	0.44	0.41	0.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



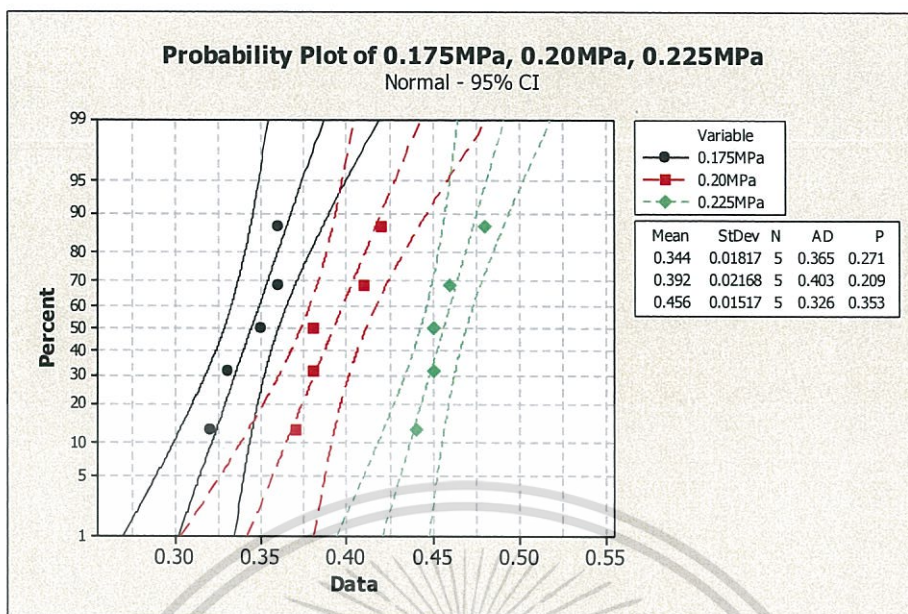
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Inner Guide ที่ความดัน 0.10, 0.15, 0.20 MPa

จะเห็นได้ว่าที่ความดัน 0.10 MPa จะมีปริมาณการไหลของจาระบีเฉลี่ยอยู่ที่ 0.224 g. ซึ่งใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของมาตรฐานมากที่สุด

4.3.4 ผลการปรับเงื่อนไขที่ชิ้นส่วน Nipple End ต้องฉีดจาระบีที่ 0.3-0.6 g. จึงปรับเป็นค่าเฉลี่ยที่ 0.45 g. โดยปรับความดันไปที่ 0.175, 0.20, 0.225 MPa ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Nipple End ที่ความดัน 0.175, 0.20, 0.225 MPa

ปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Nipple End						
ครั้งที่	ครั้งที่ 1 (g)	ครั้งที่ 2 (g)	ครั้งที่ 3 (g)	ครั้งที่ 4 (g)	ครั้งที่ 5 (g)	ค่าเฉลี่ย (g)
ความดัน 0.175 MPa	0.33	0.36	0.32	0.35	0.36	0.344
0.20 MPa	0.38	0.38	0.41	0.37	0.42	0.392
0.225 MPa	0.44	0.45	0.48	0.45	0.46	0.456



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงปริมาณจาระบีที่ตำแหน่ง Nipple End ที่ความดัน 0.175, 0.20, 0.225 MPa

จะเห็นได้ว่าที่ความดัน 0.225 MPa จะมีปริมาณการไหลของจาระบีเฉลี่ยอยู่ที่ 0.452 g. ซึ่งใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของมาตรฐานมากที่สุด

4.3 ผลการทดลองหาค่าเงื่อนไขความดันลมกับค่าความสามารถของกระบวนการผลิต (Performance Capability, C_{pk})

แสดงถึงผลการคำนวณค่าความสามารถของกระบวนการผลิต โดยใช้ข้อมูลของปริมาณจาระบีที่สามารถวัดได้ในช่วงค่าความดันต่างๆ เพื่อให้ได้ค่าเงื่อนไขความดันลมที่เหมาะสมกับการฉีดจาระบีที่ชิ้นส่วน Pulley, Housing, Inner Guide และ Nipple End โดยค่าความสามารถของกระบวนการผลิตควรมีค่ามากกว่า 1.33 ขึ้นไปจะทำให้สามารถรับประกันตามหลักซิกซ์ซิกม่าว่าจะมีของเสียไม่เกิน 3.4 ชิ้นต่อการผลิต 1 ล้านชิ้น

4.4.1 ผลการคำนวณค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ชิ้นส่วน Pulley ในค่าความดันที่ 0.15, 0.175, 0.20 MPa ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ตำแหน่ง Pulley ที่ความดัน 0.15, 0.175, 0.20 MPa

ความดัน	(Performance Capability, C_{pk})
0.15 MPa	0.87
0.175 MPa	1.80
0.20 MPa	-0.14

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ตำแหน่ง Pulley ก่อนและหลังการปรับปรุง

C_{pk} ของจาระบีก่อนการปรับปรุงที่ ความดัน 0.2 MPa	C_{pk} ของจาระบีหลังการปรับปรุง ที่ความดัน 0.175 MPa
-0.14	1.80

จะเห็นว่าที่ความดัน 0.175 MPa จะมีค่าความสามารถของกระบวนการผลิตอยู่ที่ 1.80 ซึ่งมากกว่าค่ามาตรฐานความสามารถของกระบวนการผลิตที่ควรจะเป็นคือ 1.33 เงื่อนไขค่าความเหมาะสมของความดันในตำแหน่ง Pulley ที่ทำให้ปริมาณจาระบีเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดคือ 0.175 MPa

4.4.2 ผลการคำนวณค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ชิ้นส่วน Housing ในค่าความดันที่ 0.15, 0.175, 0.20 MPa ตามลำดับ

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ตำแหน่ง Housing ที่ความดัน 0.15, 0.175, 0.20 MPa

ความดัน	(Performance Capability, C_{pk})
0.15 MPa	2.64
0.175 MPa	-0.60
0.20 MPa	-1.68

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ตำแหน่ง Housing ก่อนและหลังการปรับปรุง

C_{pk} ของจากระบีก่อนการปรับปรุงที่ ความดัน 0.2 MPa	C_{pk} ของจากระบีหลังการปรับปรุงที่ ความดัน 0.15 MPa
-1.68	2.64

จะเห็นได้ว่าที่ความดัน 0.15 MPa จะมีค่าความสามารถของกระบวนการผลิตอยู่ที่ 2.64 ซึ่งมากกว่าค่ามาตรฐานความสามารถของกระบวนการผลิตที่ควรจะเป็นคือ 1.33 ดังนั้น เงื่อนไขค่าความเหมาะสมของความดันในตำแหน่ง Housing ที่ทำให้ปริมาณจากระบีเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดคือ 0.15 MPa

4.4.3 ผลการคำนวณค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ชิ้นส่วน Inner Guide ในค่าความดันที่ 0.10, 0.15, 0.20 MPa ตามลำดับ

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ตำแหน่ง Inner Guide ที่ความดัน 0.10, 0.15, 0.20 MPa

ความดัน	(Performance Capability, C_{pk})
0.10 MPa	1.43
0.15 MPa	-0.75
0.20 MPa	-0.98

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ตำแหน่ง Inner Guide ก่อนและหลังการปรับปรุง

C_{pk} ของจากระบีก่อนการปรับปรุงที่ ความดัน 0.20 MPa	C_{pk} ของจากระบีหลังการปรับปรุงที่ ความดัน 0.10 MPa
-0.98	1.43

จะเห็นได้ว่าที่ความดัน 0.10 MPa จะมีค่าความสามารถของกระบวนการผลิตอยู่ที่ 1.43 ซึ่งมากกว่าค่ามาตรฐานความสามารถของกระบวนการผลิตที่ควรจะเป็นคือ 1.33 ดังนั้น เงื่อนไขค่าความเหมาะสมของความดันในตำแหน่ง Inner Guide ที่ทำให้ปริมาณจากระบีเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดคือ 0.10 MPa

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4 ผลการคำนวณค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ชิ้นส่วน Nipple End ในค่าความดันที่ 0.175, 0.20, 0.225 MPa ตามลำดับ

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ตำแหน่ง Nipple End ที่ความดัน 0.175, 0.20, 0.225 MPa

ความดัน	(Performance Capability, C_{pk})
0.175 MPa	0.63
0.20 MPa	1.15
0.225 MPa	2.71

ตารางที่ 4.14 แสดงค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ตำแหน่ง Nipple End ก่อนและหลังการปรับปรุง

C_{pk} ของจากระบี่ก่อนการปรับปรุงที่ ความดัน 0.20 MPa	C_{pk} ของจากระบี่หลังการปรับปรุงที่ ความดัน 0.225 MPa
1.15	2.71

จะเห็นว่าที่ความดัน 0.20 MPa จะมีค่าความสามารถของกระบวนการผลิตอยู่ที่ 2.76 ซึ่งมากกว่าค่ามาตรฐานความสามารถของกระบวนการผลิตที่ควรจะเป็นคือ 1.33 ดังนั้น เงื่อนไขค่าความเหมาะสมของความดันในตำแหน่ง Nipple End ที่ทำให้ปริมาณจากระบี่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดคือ 0.20 MPa



รูปที่ 4.9 ขั้นตอนการวัดปริมาณจากระบี่ และการปรับค่าเกจความดันเพื่อให้ได้ค่าตรงตามมาตรฐานที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 หลังปรับเกจความดัน ทำให้ได้ปริมาณจาระบีมีค่าตรงตามมาตรฐานที่กำหนด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลกระบวนการทดลองหาค่าแรงเฉือนไขความดันลมกับปริมาณจาระบีที่เหมาะสมในตำแหน่งต่างๆ สามารถสรุปได้ว่า ที่ตำแหน่ง Pulley และ Housing ใช้วาล์วตัวที่ 1 ควรปรับความดันลมที่ 0.150 MPa ที่ตำแหน่ง Inner Guide ใช้วาล์วตัวที่ 2 ควรปรับความดันลมที่ 0.100 MPa และที่ตำแหน่ง Nipple End ใช้วาล์วตัวที่ 3 ควรปรับความดันลมที่ 0.225 MPa ข้อมูลผลการทดลองหาค่าแรงเฉือนไขความดันลมกับสามารถคำนวณหาความสามารถของกระบวนการผลิตของปริมาณจาระบีเทียบกับค่ามาตรฐาน ในตำแหน่งต่างๆสรุปได้ว่า ที่ตำแหน่ง Pulley มีค่าความสามารถของกระบวนการผลิตอยู่ที่ 1.80 ที่ตำแหน่ง Housing มีค่าความสามารถของกระบวนการผลิตอยู่ที่ 2.64 ที่ตำแหน่ง Inner Guide มีค่าความสามารถของกระบวนการผลิตอยู่ที่ 1.43 ที่ตำแหน่ง Nipple End มีค่าความสามารถของกระบวนการผลิตอยู่ที่ 2.71 ทำให้ลดการเกิดของเสียโดยสามารถรับประกันว่าจะมีของเสียไม่เกิน 3.4 ชิ้นต่อการผลิต 1 ล้านชิ้น โดยหลังการปรับปรุงความดันลมสามารถลดปริมาณจาระบีที่เป็นส่วนเกินในตำแหน่งต่างๆ โดยที่ตำแหน่ง Pulley จากเดิมปริมาณจาระบีอยู่ที่ 0.610 กรัม ลดลงเหลือ 0.528 กรัม จาระบีส่วนเกิน 0.082 กรัม ที่ตำแหน่ง Housing จากเดิมใช้ปริมาณจาระบีอยู่ที่ 2.420 กรัม ลดลงเหลือ 1.750 กรัม จาระบีส่วนเกิน 0.67 กรัม ที่ตำแหน่ง Inner Guide จากเดิมใช้ปริมาณจาระบีอยู่ที่ 0.430 กรัม ลดลงเหลือ 0.224 กรัม จาระบีส่วนเกิน 0.206 กรัม และ Nipple End จากเดิมใช้ปริมาณจาระบีอยู่ที่ 0.48 กรัม ลดลงเหลือ 0.450 กรัม จาระบีส่วนเกิน 0.03 กรัม ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า สามารถช่วยลดปริมาณจาระบีส่วนเกินได้ 0.988 กรัมต่อชิ้น ไลน์การผลิต window B ปกติสามารถผลิตชิ้นงานได้ 30,000 ชิ้นต่อเดือน ดังนั้นสามารถลดปริมาณจาระบีได้ถึง 29,640 กรัม หรือ 29.64 กิโลกรัมต่อเดือน และคิดเป็นต่อปีคือ 355,680 กรัม หรือ 355.68 กิโลกรัมต่อปี

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

เนื่องจากข้อจำกัดในการเก็บข้อมูลปริมาณจาระบีในชุดควบคุมรางกระจกหน้าต่างรถยนต์นั้นสามารถทำได้โดยมีเวลาจำกัด เนื่องจากต้องหยุดการผลิตขณะทำการเก็บข้อมูลปริมาณจาระบี และต้องอยู่ในการควบคุมโดยแผนก production engineering

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา

เนื่องจากอุปสรรคของข้อจำกัดในการเก็บข้อมูลที่จำกัด หากต้องการผลข้อมูลเชิงระยะยาว ควรมีการเก็บตัวอย่างข้อมูลเพิ่มเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ และเนื่องจาก การควบคุมตัวแปรต่างๆ นั้นทำได้ยาก เช่น อุณหภูมิที่ส่งผลต่อความหนืดของจาระบี อาจมีผลและองค์ประกอบอื่นๆที่ทำให้ค่าเกิดความคลาดเคลื่อน

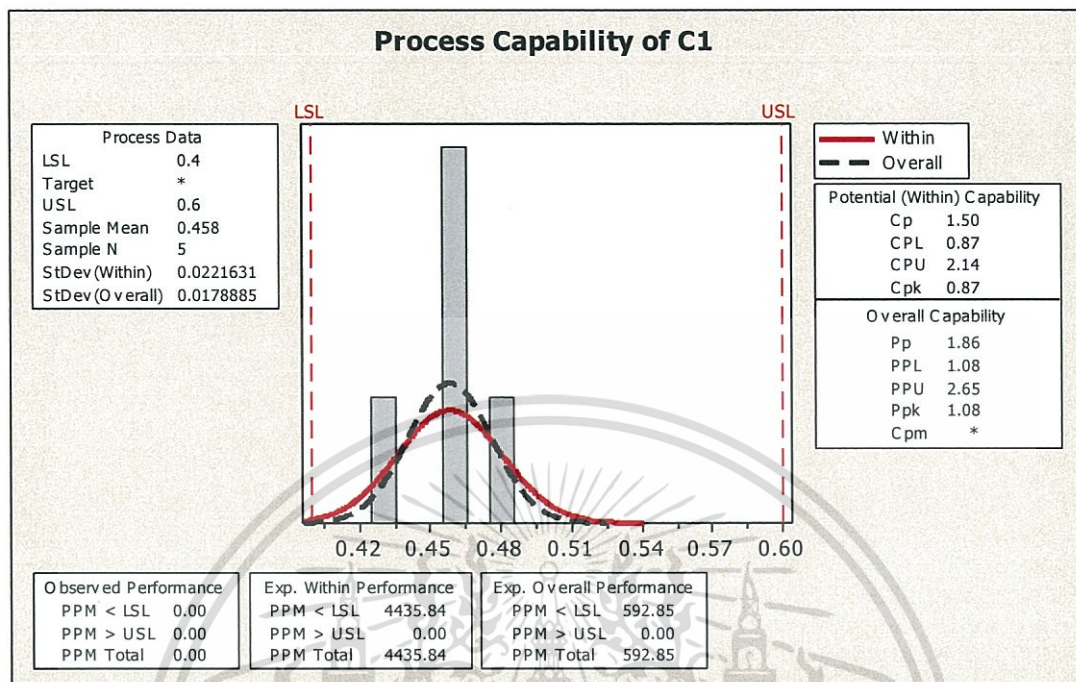


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

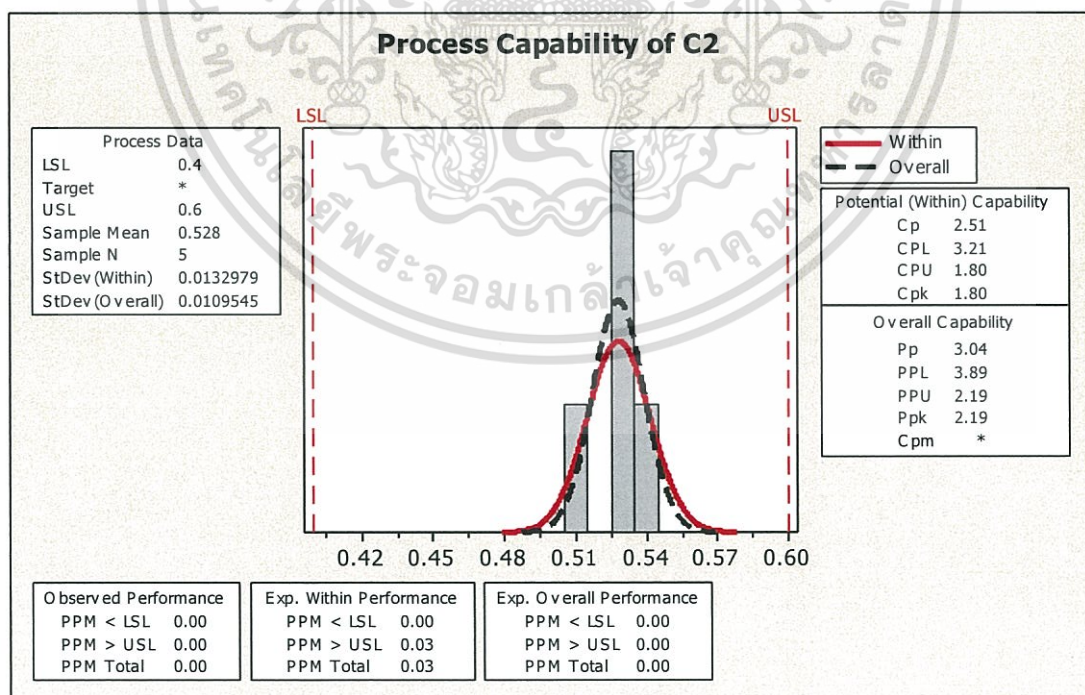
เอกสารอ้างอิง

- [1] สุภัทรชัย สิงห์บาง. 2555. ระบุรู้เรื่องอุตสาหกรรม ตอน จาระบี (Grease). [Online] Available: <http://www.thailandindustry.com/guru/view.php?id=19137§ion=9&rcount=Y>.
- [2] มาริสา คุณธนวงศ์. 2558. Oleogel จาระบีรักษาสีแวตล่อม. [Online] Available: <https://www.mtec.or.th/index.php/2013-05-29-09-06-21/2013-05-29-09-38-47/940->
- [3] กันต์ฤทัย อนันต์รัตนสกุล, พอแก้ว รักษาเยี่ยมมงคล, วาสนา บุญจริง และ ศานิตา อัสวศรีวรกุล. 2549. จาระบี. [Online] Available: <http://www.thaigoodview.com/library/studentshow/2549/m6-6/no11-14-16-49/grease1.html>
- [4] Process Capability (ความสามารถของกระบวนการกับวิเคราะห์ข้อมูล) [Online] Available: <http://www.topofquality.com/sprocap/indexprocap.html>
- [5] DMAIC หัวใจสำคัญของการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องด้วยยุทธวิธี Six Sigma 5 ขั้นตอน. [Online] Available: <http://www.ftpi.or.th/2015/2125>
- [6] เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools) ในการพัฒนาและแก้ไขปัญหา. [Online] Available: <http://econs.co.th/index.php/2016/07/29/7-qc-tools/>

ภาคผนวก

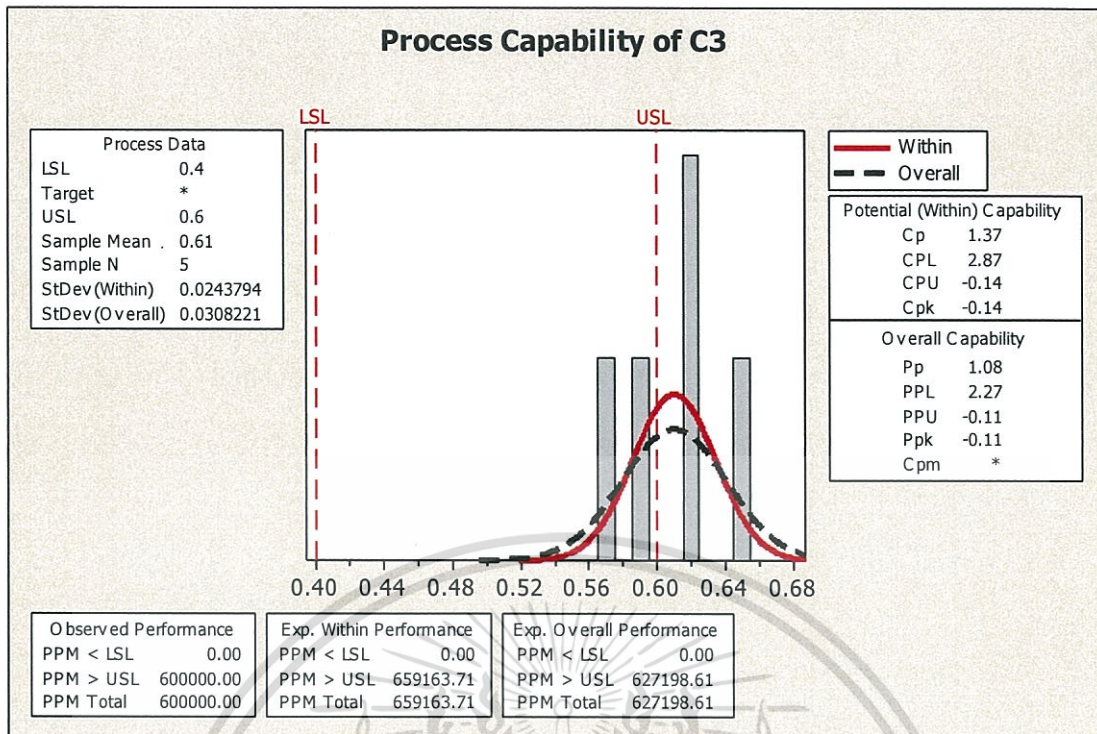


ค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ตำแหน่ง Pulley ที่ความดัน 0.15

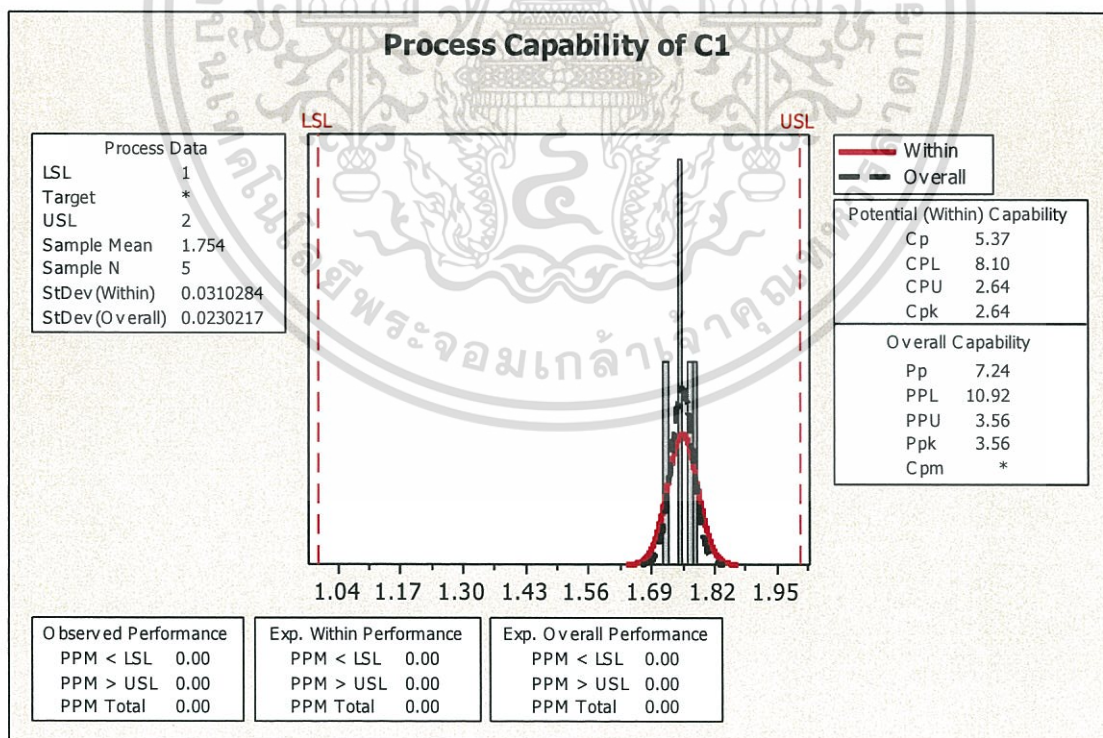


ค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ตำแหน่ง Pulley ที่ความดัน 0.175

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

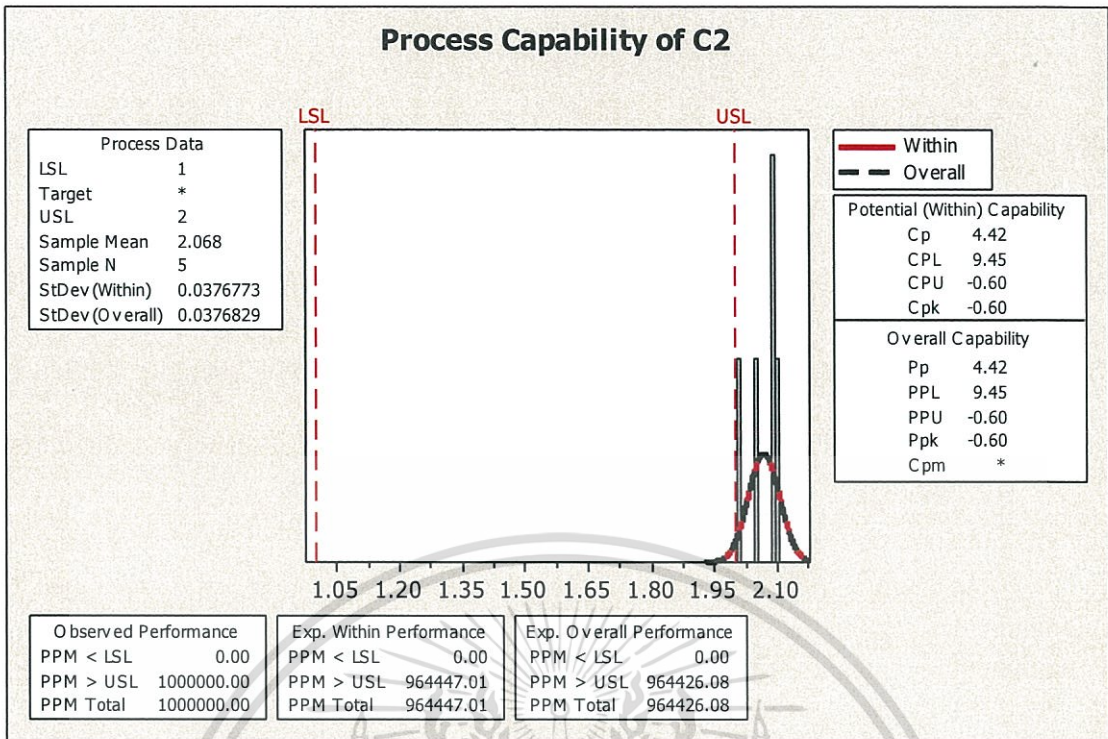


ค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ตำแหน่ง Pulley ที่ความดัน 0.20

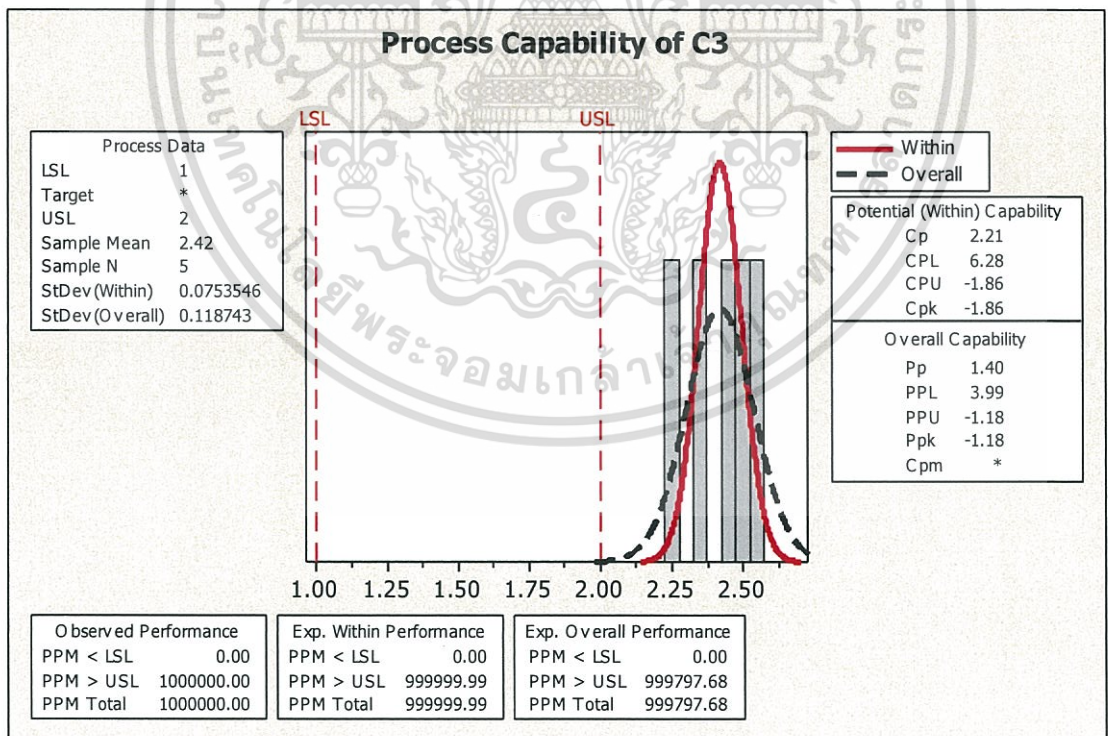


ค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ตำแหน่ง Housing ที่ความดัน 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

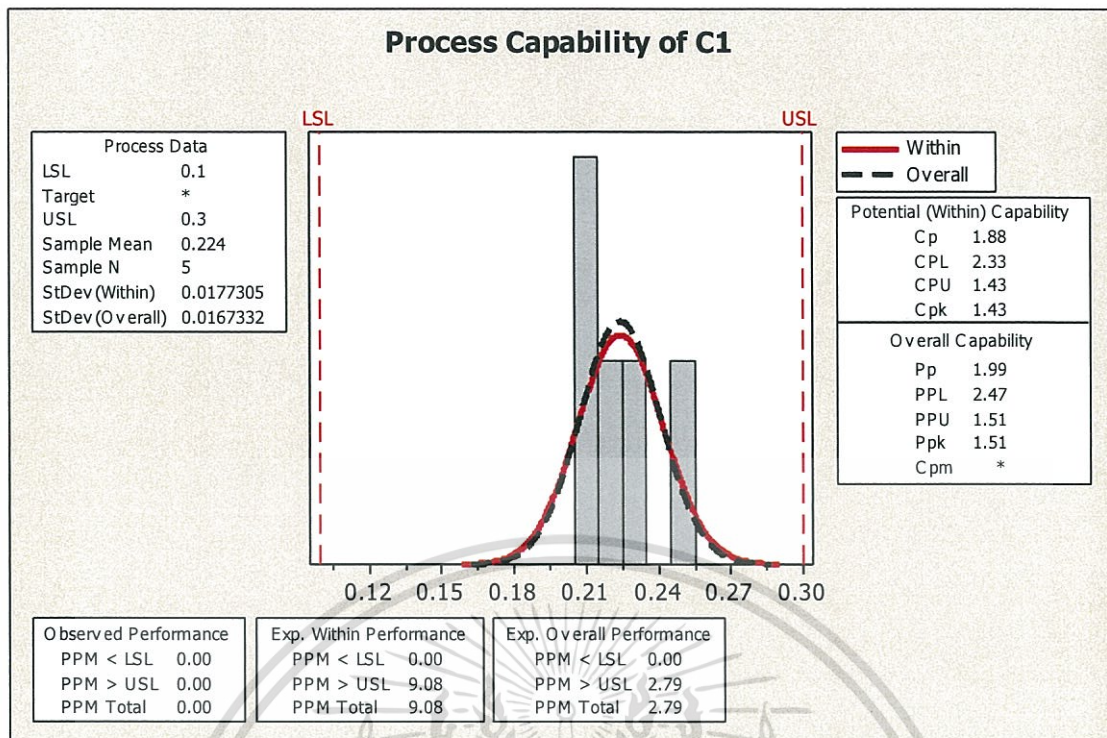


ค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ตำแหน่ง Housing ที่ความดัน 0.175

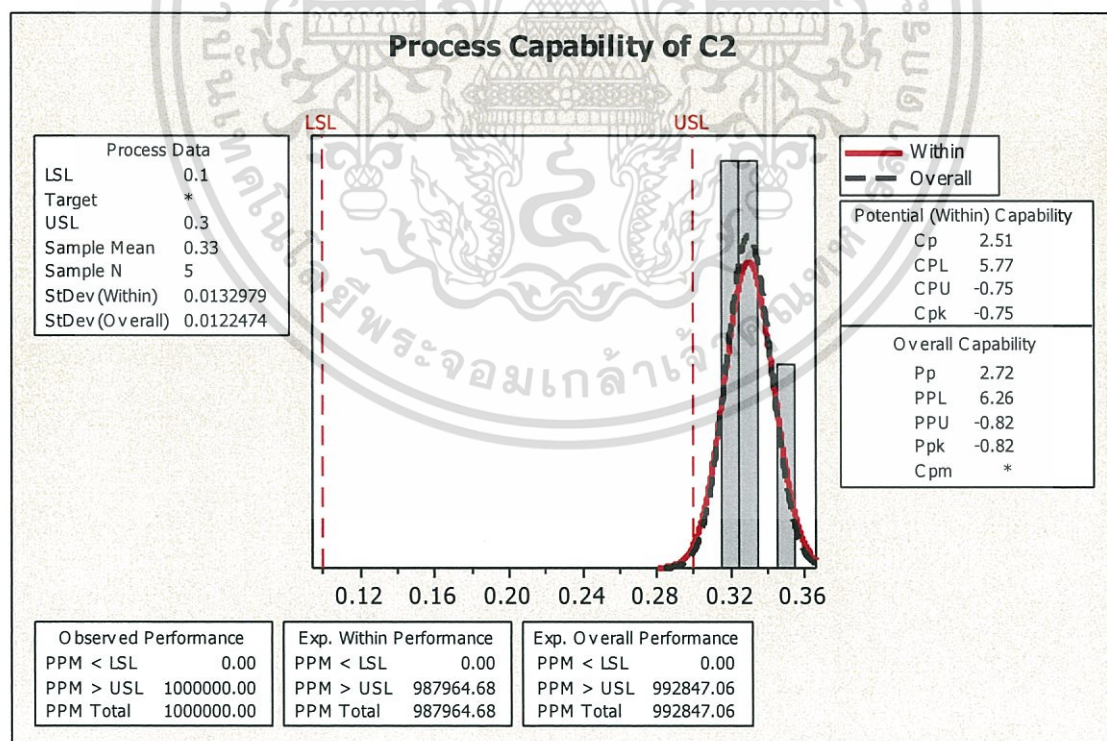


ค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ตำแหน่ง Housing ที่ความดัน 0.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

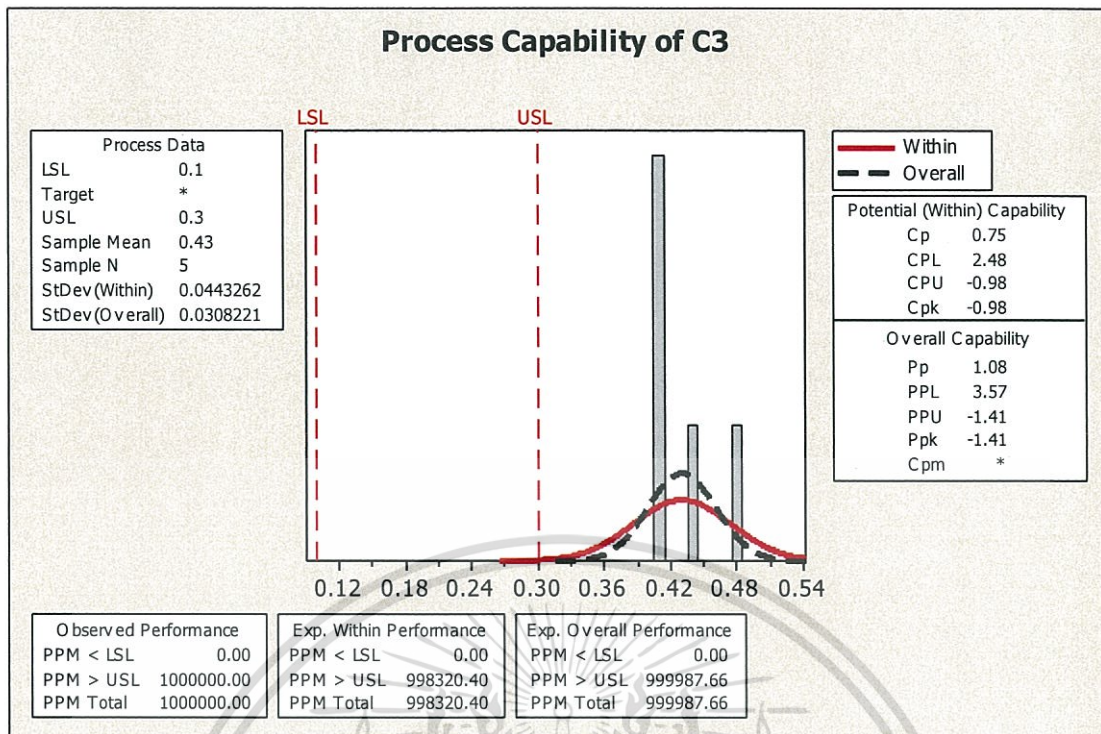


ค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ตำแหน่ง Inner Guide ที่ความดัน 0.10

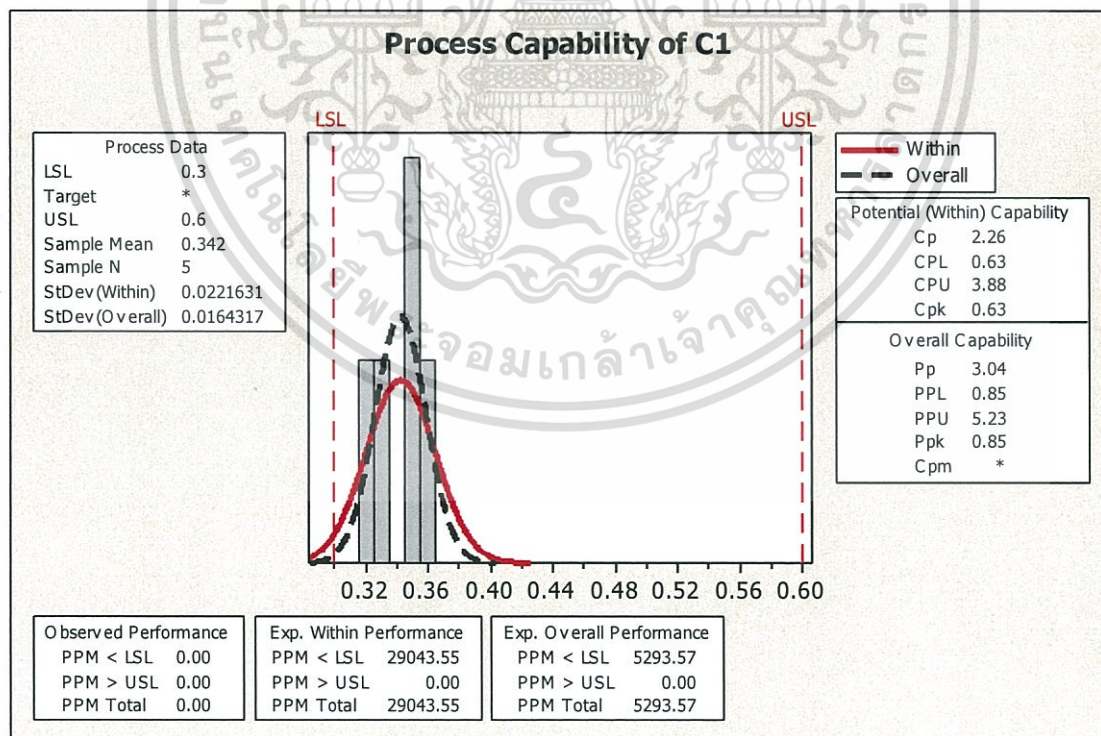


ค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ตำแหน่ง Inner Guide ที่ความดัน 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

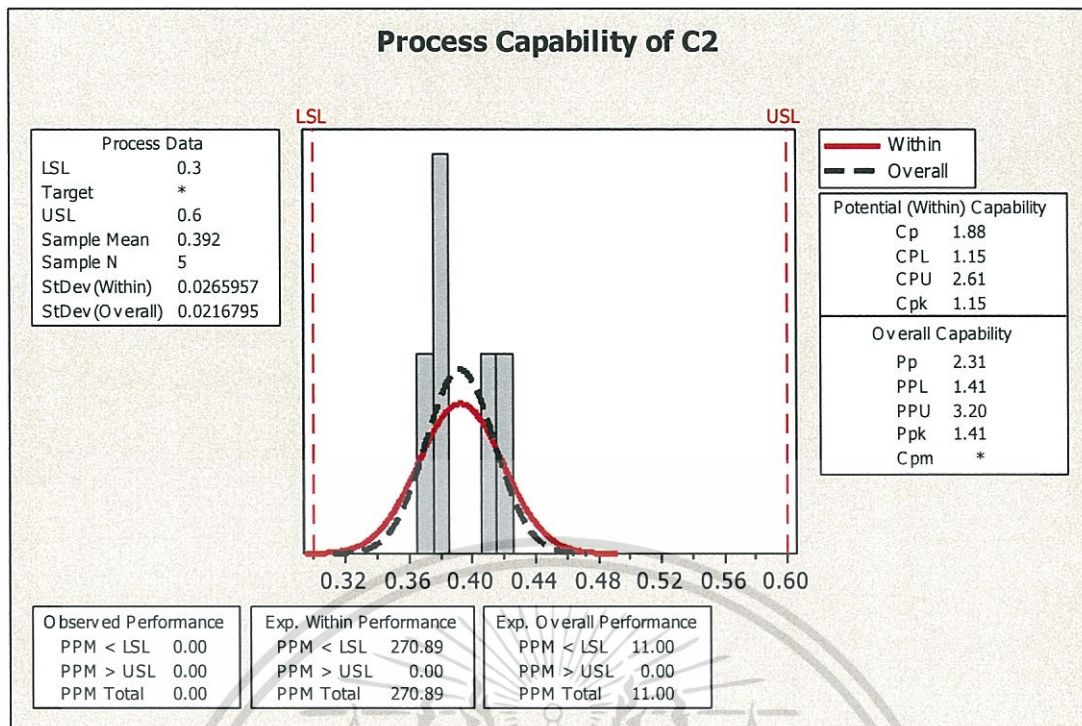


ค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ตำแหน่ง Inner Guide ที่ความดัน 0.20

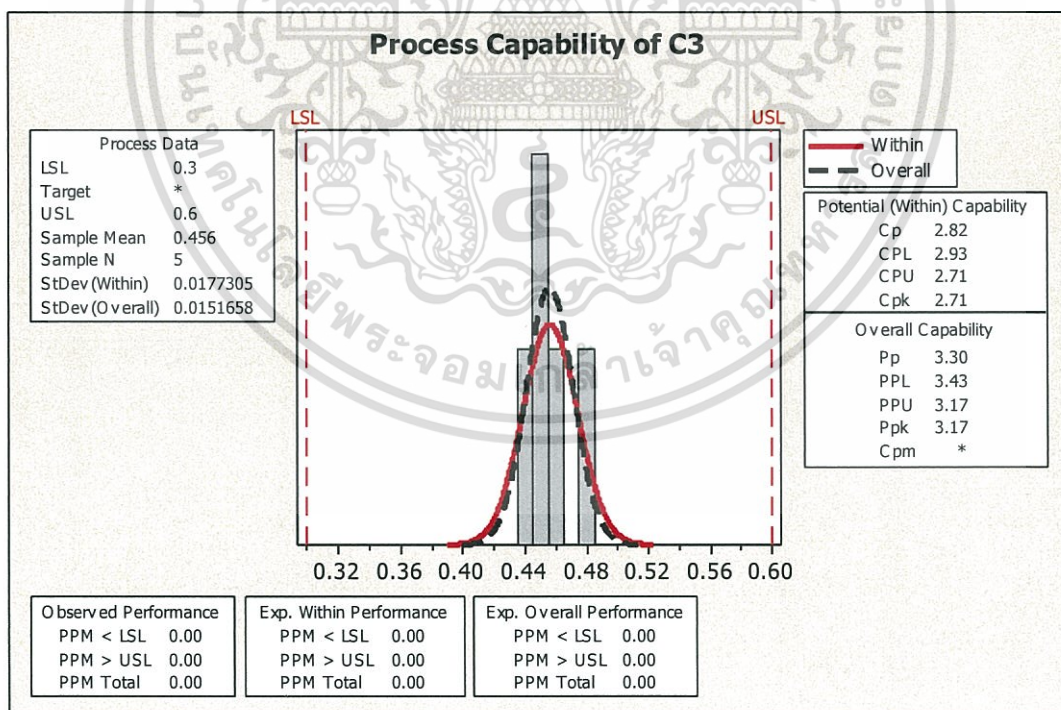


ค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ตำแหน่ง Nipple End ที่ความดัน 0.175

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ตำแหน่ง Nipple End ที่ความดัน 0.20

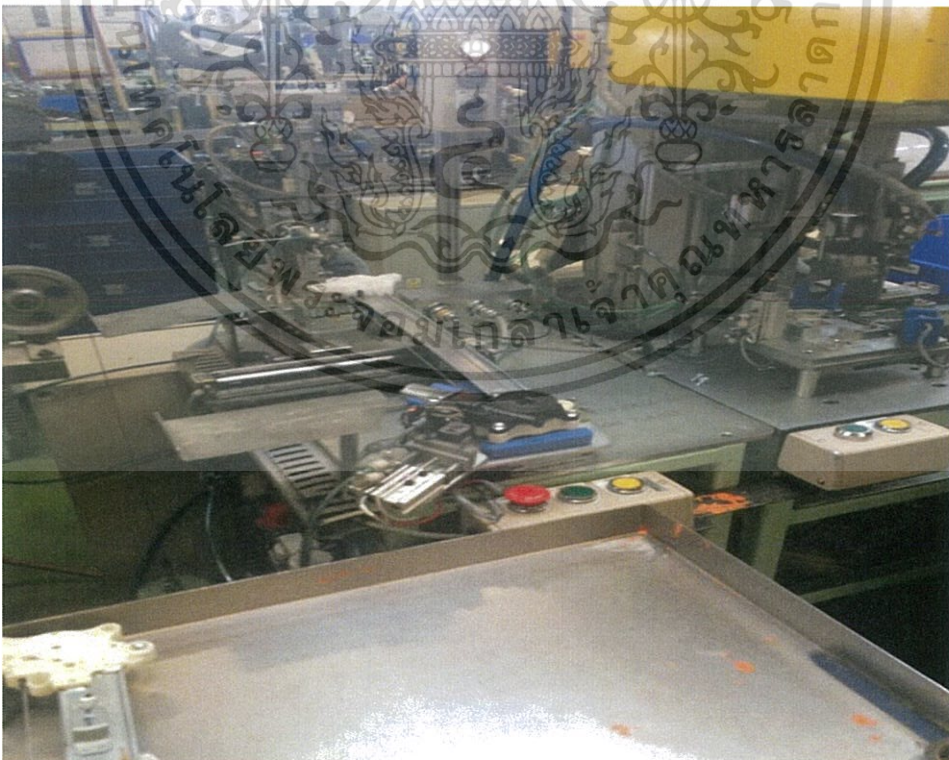


ค่าความสามารถของกระบวนการผลิตที่ตำแหน่ง Nipple End ที่ความดัน 0.225

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพของเครื่องฉีดจาระบีที่ตำแหน่ง Housing

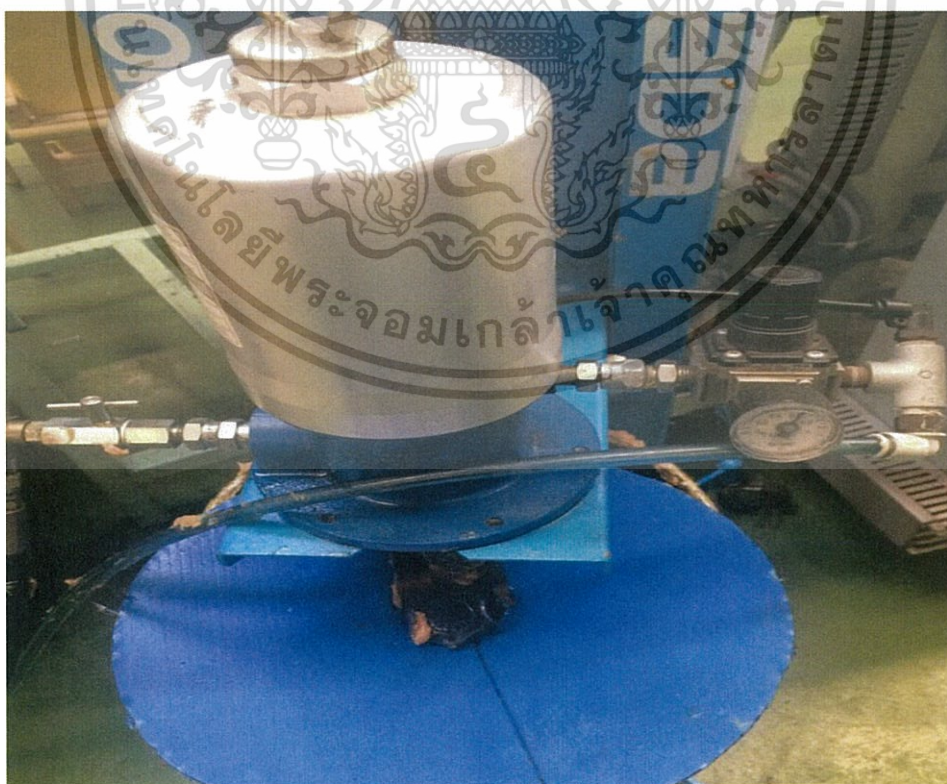


ภาพแสดงขั้นตอนการทำงาน

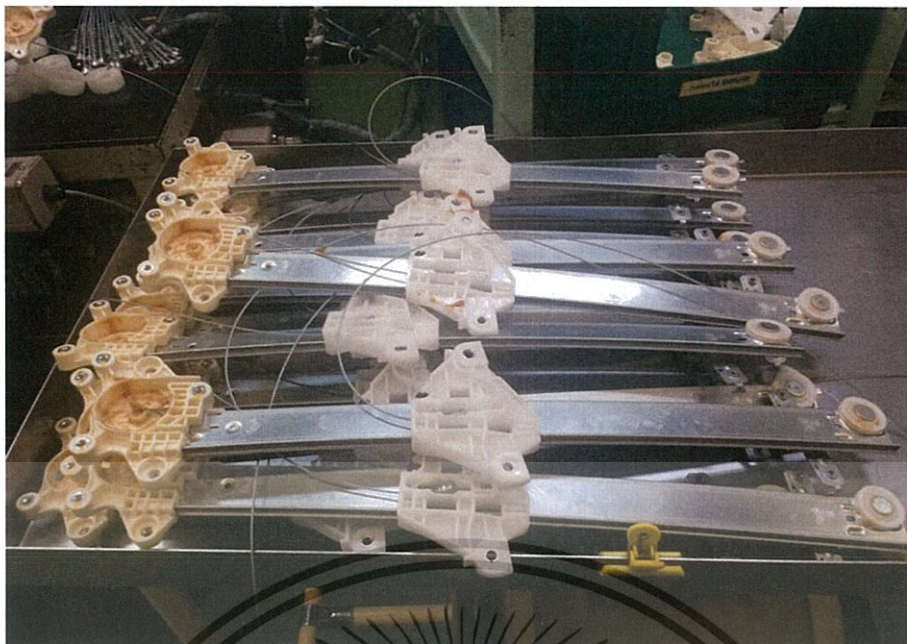
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพแสดงความดันที่ใช้ในการทำงานของเครื่องฉีดจาระบี



ภาพของเครื่องฉีดจาระบีสวนตัวถังจาระบี และตัวปรับความดัน
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพชิ้นงานหลังทำการปรับปรุงการฉีดยาระบบโดยใช้เงื่อนไขที่กำหนดในแต่ละตำแหน่ง



ภาพแสดงชิ้นส่วน Pulley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้จัดทำ

- ชื่อ - นามสกุล นาย ปณิธาน ฝ้ายแสน
วัน เดือน ปีเกิด 15 พฤษภาคม 2538
ที่อยู่ 33 หมู่ 13 ซอย สุขสวัสดิ์ 70 ถนน สุขสวัสดิ์ ตำบล บางครุ
อำเภอ พระประแดง จังหวัด สมุทรปราการ รหัสไปรษณีย์ 10130
เบอร์โทรศัพท์ 087-792-5050
Email : Prepantharn@gmail.com
- ประวัติการศึกษา 2559 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2555 มัธยมศึกษาตอนปลาย สาขาวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์
โรงเรียนราชประชาสมาสัย ฝ้ายมัธยมรัชดาภิเษก ในพระบรมราชูปถัมภ์
- ชื่อ - นามสกุล นาย สมรรถ วรรณสุต
วัน เดือน ปีเกิด 15 เมษายน 2538
ที่อยู่ 163-164 หมู่ 5 ตำบล หนองมะค่าโมง อำเภอ ด่านช้าง
จังหวัด สุพรรณบุรี รหัสไปรษณีย์ 72180 เบอร์โทรศัพท์ 095-954-5312
Email : taokannasoottt@gmail.com
- ประวัติการศึกษา 2559 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2555 มัธยมศึกษาตอนปลาย สาขาวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์
โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 3