

๒๗๒.๗๖๖
๖๘๖๒๒
๖.๖

การพัฒนากระบวนการซัพพลายเชนแบบจุ่มร้อน
กรณีศึกษา บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด

บทคัดย่อ
ของ
สมคิด ภิรมย์ภักดี

E-7 ค.ศ. 2549

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
พฤษภาคม 2549

สมคิด ภิรมย์ภักดี.(2549).การพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน กรณีศึกษาบริษัท
เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา).
กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.คณะกรรมการควบคุม: ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร,ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถนอมสิน ดิสภาพร.

การวิจัยนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน กรณีศึกษา บริษัทเอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด สถานที่ทำการทดลอง โรงชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด เครื่องมือในการทดลอง คือ 1.กระบวนการชุบสังกะสีซึ่งขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้ การกำจัดคราบไขมัน ล้างน้ำ การกำจัดคราบสนิมแลกระดุนผิว ล้างน้ำ จุ่มน้ำยาประสานฟลักซ์ ทำการกล๊าวไนซ์ จุ่มน้ำระบายความร้อน ตรวจสอบคุณภาพ ตกแต่งและบรรจุ 2.การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ใบจดบันทึก 3.เครื่องวัดความหนาผิวเคลือบสังกะสี 4.นาฬิกาจับเวลา 5.เครื่องวัดความเร็วอัตรากายกขึ้นงาน 6.เครื่องมือทางสถิติที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพ 7.ทำการพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน โดยการหาเวลามาตรฐานในการแช่ชิ้นงานที่มีความหนาชิ้นงาน t น้อยกว่า 6 มม. และ t มากกว่าหรือเท่ากับ 6 มม.ที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างเวลาที่ใช้ในการแช่ชิ้นงาน อุณหภูมิและอัตราความเร็วในการยกขึ้นงาน

หลังการพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีได้คุณภาพชิ้นงานชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนที่มีผิวเคลือบสังกะสีที่ได้ความหนาสม่ำเสมอเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM A123 และได้ ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีตามเกณฑ์ข้อกำหนดการยอมรับ คือ ชิ้นงานที่มีความหนาน้อยกว่า 6 มม. ความหนาผิวเคลือบเท่ากับ 91 ± 5 ไมครอน ส่วนชิ้นงานที่มีความหนามากกว่าหรือเท่ากับ 6 มม.ความหนาผิวเคลือบเท่ากับ 100 ± 10 ไมครอน และได้ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนที่สูงขึ้นกว่าก่อนการพัฒนา ดังนี้

1.ด้านคุณภาพความหนาผิวเคลือบสังกะสี

ชิ้นงานที่มีความหนาน้อยกว่า 6 มม.ก่อนการพัฒนามีของเสียที่ไม่ได้ตามข้อกำหนดร้อยละ 90.71(ภาคผนวก ข) หลังการพัฒนาไม่มีของเสียเกิดขึ้น ก่อนการพัฒนามีค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีเกินเกณฑ์ข้อกำหนดการยอมรับเท่ากับ 35.93 ไมครอน หรือเท่ากับ 112.97 ± 18.96 ไมครอน หลังการพัฒนาค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 90.81 ± 2.25 ไมครอน

ชิ้นงานที่มีความหนามากกว่าหรือเท่ากับ 6 มม. ก่อนการพัฒนามีของเสียที่ไม่ได้ตามข้อกำหนดร้อยละ 49.42 (ภาคผนวก ข) หลังการพัฒนาไม่มีของเสียเกิดขึ้น ก่อนการพัฒนามีค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีเกินเกณฑ์ข้อกำหนดการยอมรับเท่ากับ 14.53 ไมครอน หรือเท่ากับ 117.73 ± 16.80 ไมครอน หลังการพัฒนาค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 114.5 ± 2.07 ไมครอน

2.ด้านขีดความสามารถของกระบวนการ

ชิ้นงานที่มีความหนาน้อยกว่า 6 มม. ก่อนการพัฒนามีค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการชุบสังกะสีเท่ากับ 0.10 หลังการพัฒนาได้ค่าดัชนีความสามารถเท่ากับ 0.56 ค่าดัชนีสูงขึ้นแสดงว่าความสามารถของกระบวนการชุบสังกะสีดีกว่าเดิม

ชิ้นงานที่มีความหนามากกว่าหรือเท่ากับ 6 มม. ก่อนการพัฒนามีค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการชุบสังกะสีเท่ากับ 0.02 หลังการพัฒนาได้ค่าดัชนีความสามารถเท่ากับ 0.40 ค่าดัชนีสูงขึ้นแสดงว่าความสามารถของกระบวนการชุบสังกะสีดีกว่าเดิม

**THE DEVELOPMENT OF THE HOT DIP GALVANIZING PRODUCTION :
A CASE STUDY OF UA WITTAYA EQUIPMENT CO.,LTD.**

**AN ABSTRACT
BY
SOMKID BPIROMPAKDEE**

**Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education degree in Industrial Education
at Srinakharinwirot University
May 2006**

Somkid Bhirompakdee. (2006). *The Development for Hot Dip Galvanizing Process. Case Study of The Ua Withya Equipment Co.,Ltd.*, Master thesis, M.Ed. (Industrial Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr. Pairust Vongyuttakrai, Assist.Prof. Thanomsin Ditsathaporn.

The purpose of this thesis was to develop the hot dip galvanizing process. A case study of The Ua Withya Equipment Co., Ltd. The process of this experiment were: 1. Galvanizing process were degreasing , water rinsing , pickling , fluxing, galvanizing , water cooling , inspection and packing. 2. Record the data on the check sheet. 3. Measuring the coating thickness. 4. Stop-watch 5. Digital timer for Raise work. 6. Applies the tools for quality control. 7. Develop the Hot Dip galvanizing process by study the of relationship between the raising time and temperature for setting up for the standard for galvanizing, for both specimen thickness less than 6 mm and specimen thickness more than or 6 mm.

After developed for Hot dip galvanizing process under the standard ASTM A123 and accepted of the thickness less than 6 mm. and the coating thickness of 91 ± 5 micron. For the specimen thicker than 6 mm. and the coating thickness of 100 ± 10 micron. The researcher found the efficiency index of hot dip galvanizing process become better as follows:

1. Quality control coating thickness.

Specimen thickness less than 6 mm. and before the development the waste product were below the 90.71 percent But after the development the waste product were not increased. Before the development the coating thickness was 35.93 micron or 112.97 ± 18.96 micron followed the ASTM standard and after developed the coating thickness was decreased become 90.81 ± 2.25 micron and still followed the ASTM standard .

Specimen thickness more than 6 mm. Before the developed the process the waste product was bellowed ASTM standard 49.42 percent. After developed the waste product were not increased and before the development the coating thickness were higher than the standard and the accepted for the standard is 14.53 micron or 117.73 ± 16.80 micron. And after developed the coating thickness was 114.5 ± 2.07 micron .

2.Capability process.

Before the development the specimen thickness less than 6 mm. have the capability index of 0.10 and after developed the capability index increased become 0.56.

Before the development the specimen thickness more than 6 mm have the capability index of 0.02 and after developed the capability index increased become 0.40

การพัฒนากระบวนการซัพพลายเชนแบบจุ่มร้อน
กรณีศึกษา บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด

ปริญญานิพนธ์
ของ
สมคิด ภิรมย์ภักดี

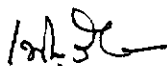
เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
พฤษภาคม 2549
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การพัฒนากระบวนการซูปซังกะสีแบบจุ่มร้อน
กรณีศึกษา บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด

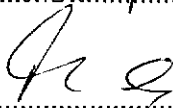
ของ
สมคิด ภิรมย์ภักดี

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

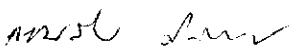


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสิริ จีระเดชากุล)

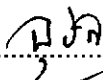
วันที่ 14 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2549



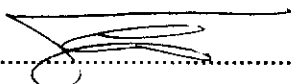
..... ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์
(อาจารย์ ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร)



..... กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถนอมสิน ดิสภาพร)



..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ ดร. อุบัติย์ สุวคันธกุล)



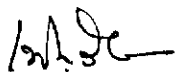
..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ โอภาส สุขหวาน)

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การพัฒนากระบวนการซบสังกะสีแบบจุ่มร้อน
กรณีศึกษา บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด

ของ
สมคิด ภิรมย์ภักดี

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสิริ จีระเดชากุล)

วันที่ 15 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2549



..... ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์

(อาจารย์ ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร)



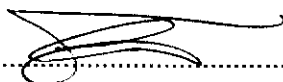
..... กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถนอมสิน ดิสถาพร)



..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์ ดร. อุปวิทย์ สุวคันธกุล)



..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์ โอภาส สุขหวาน)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาอย่างสูงของอาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธ ไกร ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถนอมสิน ดิสถาพร กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ที่ได้กรุณาแนะนำดูแลในการศึกษาค้นคว้าแนะนำแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขข้อความและรูปแบบของปริญญานิพนธ์ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุวคันสกุล และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน กรรมการสอบปริญญานิพนธ์ที่ให้ความกรุณาชี้แนะที่มีคุณค่าในการปรับปรุงปริญญานิพนธ์

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย ดร.เสถียร นิลธวัช คุณพิชญวัฒน์ ศิริเวช คุณสมชาย เพียรพิจารณ์ ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบ แก้ไข ปรับปรุง คู่มือแบบทดลอง ตัวอย่างทดสอบ แนวทางการทดลอง แบบตรวจสอบ ตลอดจนหน่วยงานที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

สมคิด ภิมมย์ภักดี

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
ตัวอย่าง บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด.....	3
การปรับปรุงคุณภาพกระบวนการซัพสั้งกะสีแบบจุ่มร้อน.....	3
ตัวแปรที่ศึกษา.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
กรอบแนวคิดการวิจัยการวิจัย.....	6
สมมติฐานการวิจัย.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด.....	8
การซัพสั้งกะสี.....	11
การพัฒนากระบวนการซัพสั้งกะสี.....	15
ประสิทธิภาพของกระบวนการซัพสั้งกะสีแบบจุ่มร้อน.....	19
เอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	22
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	25
ประชากร.....	25
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	29
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	29
การออกแบบทดลอง.....	30
การดำเนินการทดลอง.....	30
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	32
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	35
5 สรุปผลอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	54
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	54
สรุปผลการพัฒนา.....	55

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5(ต่อ) ผลการพัฒนา.....	55
การอภิปรายผล.....	56
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป.....	58
บรรณานุกรม.....	59
ภาคผนวก.....	63
ภาคผนวก ก จดหมายขอความอนุเคราะห์.....	64
ภาคผนวก ข รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ.....	71
ภาคผนวก ค เครื่องมือวัดความหนาผิวเคลือบสังกะสี.....	75
ภาคผนวก ง เครื่องวัดอัตราความเร็วในการยกชิ้นงานและนาฬิกาจับเวลา.....	77
ภาคผนวก จ แบบฟอร์มการเก็บตัวอย่างทดสอบความหนาผิวเคลือบสังกะสี.....	81
ภาคผนวก ฉ แบบฟอร์มจัดบันทึกความหนาผิวเคลือบสังกะสี.....	93
ภาคผนวก ช ตารางค่าที่.....	96
ภาคผนวก ซ ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีก่อนการพัฒนา.....	98
ภาคผนวก ฌ กราฟแสดงค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีเปรียบเทียบ ก่อนก่อนการพัฒนากับหลังการพัฒนา.....	104
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	107

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ลำดับของความสามารถของกระบวนการค่าดัชนี C_p	32
2 ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีสะสมที่ความหนาชั้นงาน 4.5 มม.....	36
3 ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีสะสมที่ความหนาชั้นงาน 5 มม.....	36
4 ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีสะสมรวมของความหนาชั้นงาน $t < 6$ มม.....	37
5 ผลค่าสถิติการวัดค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีหลังการพัฒนา.....	37
6 ผลการเปรียบเทียบค่าทางสถิติการวัดค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีก่อนการ พัฒนากับหลังการพัฒนา.....	38
7 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าการทดสอบสมมติฐาน เวลามาตรฐาน ที่ชั้นงานความหนา $t < 6$ มม. ค่าการประมาณการ.....	40
8 ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีสะสมของความหนาชั้นงาน 6 มม.....	43
9 ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีสะสมของความหนาชั้นงาน 7 มม.....	43
10 ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีสะสมของความหนาชั้นงาน 8 มม.....	44
11 ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีสะสมของความหนาชั้นงาน 9 มม.....	44
12 ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีสะสมของความหนาชั้นงาน 10 มม.....	45
13 ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีสะสมของความหนาชั้นงาน 12 มม.....	45
14 ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีสะสมของความหนาชั้นงาน 15 มม.....	46
15 ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีสะสมรวมของชั้นงานที่มีความหนา $t \geq 6$ มม.....	47
16 ผลค่าสถิติการวัดค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีหลังการพัฒนา.....	48
17 ผลการเปรียบเทียบค่าทางสถิติการวัดค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีก่อนการ พัฒนากับหลังการพัฒนา.....	48
18 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าการทดสอบสมมติฐาน เวลามาตรฐาน ที่ชั้นงานความหนา $t \geq 6$ มม. ค่าการประมาณการ.....	50

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Dry Process) ก่อนการ พัฒนา บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด.....	27
2 หลักการกลวไน้ซึ่งตามกรรมวิธีอิเล็กโตรไลต์.....	12
3 ลักษณะของผิวเคลือบสังกะสี.....	13
4 กระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Dry Process) ที่คาดว่าจะ ทำการพัฒนา บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด.....	28

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ความเปลี่ยนแปลงในกระแสโลกาภิวัตน์มีสินค้าและบริการมากมาย ที่มีการแข่งขันสูงมากทั้งทางด้านคุณภาพ ราคา การส่งมอบและบริการ ซึ่งทำให้ทั้งภาครัฐและเอกชนต้องทำการปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการให้มีประสิทธิภาพอยู่ตลอดเวลา และต้องทำอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะเห็นได้จากการพิจารณาถึงศักยภาพในการแข่งขันของประเทศไทยโดยรวม จากการจัดลำดับของ The International Institute for management Development : IMD พบว่า ศักยภาพในการแข่งขันโดยรวมของไทยยังมีแนวโน้มลดลง โดยตกจากลำดับที่ 35 ในปี 2543 มาเป็น 38 จากทั้งหมด 49 ประเทศ ในปี พ.ศ.2544 ในขณะที่หลายประเทศในแถบเอเชียมีศักยภาพในการแข่งขันโดยรวมสูงขึ้น (สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งประเทศไทย. 2546 : 4) ดังนั้น การควบคุมคุณภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องนำมาใช้ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพมากที่สุด และมีของเสียน้อย ซึ่งนั่นหมายถึงการมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำลง ในอุตสาหกรรมการชุบเคลือบสังกะสี ก็เป็นอุตสาหกรรมประเภทหนึ่งที่ต้องแข่งขันกับการเปิดตลาดการค้าเสรี จึงทำให้ต้องมีการปรับปรุงกระบวนการชุบเคลือบผิวโลหะให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากขึ้น เพราะอุตสาหกรรมประเภทนี้ส่วนใหญ่จะใช้เวลาและประสพการณ์ที่เคยทำมาในอดีต

การชุบเคลือบผิวโลหะเป็นวิธีการตกแต่งผิวหน้าโลหะเป็นอีกวิธีหนึ่งที่มีกันมานานถึง 150 ปี เพื่อป้องกันโลหะไม่ให้เกิดการกัดกร่อนจากการเป็นสนิม ทั้งนี้เพราะเหล็กและเหล็กกล้าจะเกิดเป็นสนิมได้ง่าย เมื่อสัมผัสกับอากาศ คือ เกิดเป็นเหล็กออกไซด์ แต่ออกไซด์จะเกิดขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งก็就会导致เกิดการกัดกร่อนไปเรื่อย ๆ จนเนื้อเหล็กค่อย ๆ หมดไป ดังนั้นจึงมีวิธีที่จะป้องกันเหล็กไม่ให้เกิดสนิม เช่น การทาสีหรือการเคลือบด้วยพลาสติกและเรซิน ส่วนวิธีการชุบเคลือบผิวเหล็ก เช่น ทองแดง โครเมียม สังกะสี เป็นต้น ส่วนอีกกรรมวิธีหนึ่งคือ การจุ่มเหล็กลงในโลหะเหลว การจุ่มร้อนกัลวาไนซ์ (Hot Dip Galvanize) คือ การจุ่มเหล็กลงในโลหะเหลว เพื่อให้ผิวเคลือบจากความร้อนของโลหะเหลว ส่วนโลหะที่ใช้เคลือบผิวเหล็ก เช่น สังกะสี อลูมิเนียม เป็นต้น ในการทำกัลวาไนซ์ ยังแบ่งออกเป็นอีก 2 กระบวนการ คือ แบบ Wet Process เป็นแบบใช้ฟลักซ์ลอบอยู่ผิวหน้าของสังกะสีหลอมเหลว และแบบ Dry Process เป็นแบบที่จุ่มฟลักซ์ก่อนแล้วปล่อยให้ชิ้นงานแห้ง แล้วจึงนำไปจุ่มในสังกะสีหลอมเหลว

บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด ตั้งอยู่ที่เลขที่ 78 หมู่ 15 ถนนร่มเกล้า แขวงแสนแสบ เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร เริ่มก่อตั้งเมื่อ 2510 ดำเนินการผลิตชิ้นส่วนเสาไฟฟ้าแรงสูงพร้อมชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนและรับจ้างชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนทั่วไป ในกระบวนการชุบเคลือบผิว

โลหะเหล็กของ บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ จำกัด เป็นการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนกัลวาไนซ์ (Hot Dip Galvanize) แบบ Dry Process โดยมีขั้นตอนดังนี้ 1. การกำจัดคราบไขมัน 2. ล้างน้ำ 3. การกำจัดคราบสนิมและกระตุ้นผิว 4. ล้างน้ำ 5. จุ่มน้ำยาประสานฟลักซ์ 6. ทำการกัลวาไนซ์ 7. จุ่มน้ำระบายความร้อน 8. ตรวจสอบคุณภาพ 9. ตกแต่งและบรรจุ ในกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนของบริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ จำกัด ถึงแม้ว่าจะมีการควบคุมคุณภาพในหลายขั้นตอนก็จริง แต่ปัญหาด้านคุณภาพของชิ้นงานที่ทำกัลวาไนซ์เสร็จแล้วยังมีปัญหาอยู่ และปัญหาที่สำคัญก็คือชิ้นงานที่ทำการกัลวาไนซ์เสร็จแล้วมีความหนาของสังกะสีเคลือบผิวมีความหนาไม่สม่ำเสมอ

มาตรฐานของ ASTM A123 โดยมีข้อกำหนด (ชนิดเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ) ดังนี้

1. เหล็กที่นำมาชุบมีความหนามากกว่าหรือเท่ากับ 6 มม. ต้องได้ความหนาผิวเคลือบสังกะสีไม่ต่ำกว่า 100 ไมครอน

2. เหล็กที่นำมาชุบมีความหนาน้อยกว่า 6 มม. ต้องได้ความหนาผิวเคลือบสังกะสีไม่ต่ำกว่า 86 ไมครอน

ดังนั้นทางบริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ จำกัด จึงได้จัดทำเป็นค่ามาตรฐาน เพื่อการยอมรับไว้ดังนี้

1. ความหนาเหล็กที่มีความหนามากกว่าหรือเท่ากับ 6 มม.ต้องได้ความหนาผิวเคลือบสังกะสี คือ ค่าเฉลี่ย 110 ± 10 ไมครอน

2. ความหนาเหล็กที่มีความหนาน้อยกว่า 6 มม. ต้องได้ความหนาผิวเคลือบสังกะสี คือ ค่าเฉลี่ย 91 ± 5 ไมครอน

ปัญหาที่บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ จำกัด ประสบอยู่ คือ ความหนาของผิวเคลือบสังกะสีไม่สม่ำเสมอ โดยจะมีทั้งที่สูงกว่าข้อกำหนดและต่ำกว่าข้อกำหนด ข้อมูลจากการตรวจวัดของหน่วยงานควบคุมคุณภาพประจำเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2546 โดยจะมีการตรวจวัดทุกวัน ดังนั้นผู้วิจัยได้นำเอาข้อมูลดิบออกมาแจกแจงทางสถิติ พบว่า

1. ความหนาเหล็กที่มีความหนามากกว่าหรือเท่ากับ 6 มม. มีความหนาผิวเคลือบสังกะสีต่ำกว่าข้อกำหนดร้อยละ 10.55 และมีความหนาผิวเคลือบสังกะสีที่เกินกว่าข้อกำหนดร้อยละ 38.87

2. ความหนาเหล็กที่มีความหนาน้อยกว่า 6 มม. มีความหนาผิวเคลือบสังกะสีต่ำกว่าข้อกำหนดร้อยละ 11.97 และมีความหนาผิวเคลือบสังกะสีที่เกินกว่าข้อกำหนดร้อยละ 78.74

จากข้อมูลดังกล่าวในส่วนที่ต่ำกว่าข้อกำหนดก็จะต้องทำการชุบสังกะสีอีกครั้ง เพื่อให้ได้ความหนาตามข้อกำหนด ซึ่งทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่าย ส่วนที่เกินข้อกำหนดก็จะทำให้สิ้น

เปลื้องสังกะสี และระยะเวลาในการแช่ชิ้นงานในบ่อสังกะสีหลอมเหลว จากปัญหาดังกล่าวเกิดจากในขณะที่แช่ชิ้นงานในบ่อสังกะสีหลอมเหลว ไม่มีเวลามาตรฐานกำหนดความสัมพันธ์กันระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลาที่แช่ชิ้นงานในบ่อสังกะสีหลอมเหลว และอัตราความเร็วในการยกชิ้นงานขึ้นจากบ่อสังกะสีหลอมเหลว

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยการพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน เพื่อให้ได้คุณภาพของชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน ให้มีความหนาของสังกะสีเคลือบชิ้นงานมีความสม่ำเสมอ และเป็นไปตามข้อกำหนดตามมาตรฐาน ASTM A123 (American Society For Testing and Materials) โดยการวิจัยนี้จะเป็นการพัฒนากระบวนการชุบเคลือบสังกะสีแบบจุ่มร้อนตรงบริเวณขั้นตอนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนในขณะที่แช่ชิ้นงานอยู่ในบ่อสังกะสีหลอมเหลว ซึ่งจะใช้หลักการศึกษาการเคลื่อนไหว และเวลาโดยพัฒนามาตรฐานวิธีการทำงาน และหาเวลามาตรฐานที่มีความสัมพันธ์กันของชิ้นงาน ในขณะที่แช่อยู่ในบ่อสังกะสีหลอมเหลว และอัตราความเร็วในขณะที่ยกชิ้นงานขึ้นจากบ่อสังกะสีหลอมเหลว ซึ่งผู้วิจัยหวังว่าจะทำให้วิธีการชุบเคลือบสังกะสีแบบจุ่มร้อนที่ปฏิบัติอยู่ในปัจจุบันมีความเป็นมาตรฐานมากขึ้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน กรณีศึกษาบริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด

ความสำคัญของการวิจัย

กระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยได้ชิ้นงานที่มีความหนาของสังกะสีที่สม่ำเสมอเพิ่มขึ้น และเป็นไปตามข้อกำหนดตามมาตรฐาน ASTM A123 ได้ค่าดัชนีความสามารถในกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน ซึ่งจะเป็นข้อมูลในการพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาวิจัยในการพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนของบริษัทเอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด ซึ่งประกอบกิจการ การผลิตชิ้นส่วนเสาไฟฟ้าแรงสูงพร้อมชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน และรับงานจ้างชุบทั่วไป ตั้งอยู่ที่เลขที่ 78 หมู่ 15 ถนนร่มเกล้า แขวงแสนแสบ เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร เป็นกรณีศึกษา ซึ่งมีขอบเขตการวิจัย คือ

การพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน กรณีศึกษา บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด ซึ่งมีขอบเขตการวิจัย คือ

1. การพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนกรณีศึกษาบริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด โดยเน้นปัจจัยที่ขั้นตอนการจุ่มชิ้นงานเท่านั้น และสำคัญในขั้นตอนการจุ่มชิ้นงาน คือ ระยะเวลาจุ่มร้อน อุณหภูมิในบ่อสังกะสีหลอมเหลว อัตราความเร็วในการยกชิ้นงานขึ้นจากบ่อสังกะสีหลอมเหลว

2. การพัฒนาชิ้นงานชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนโดยมุ่งเน้นด้านความหนาของผิวเคลือบสังกะสีให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM A123 (ชนิดเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ)

3. เปรียบเทียบค่าดัชนีความสามารถกระบวนการผลิต (Process Capability Index , C_{px}) ก่อนการพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน และหลังการพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน กรณีศึกษาบริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด

ตัวแปร คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน กรณีศึกษา บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด ที่พัฒนาแล้ว ประกอบด้วย

1. คุณภาพของชิ้นงานชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน มีความหนาของสังกะสีที่เคลือบผิวสม่ำเสมอ และได้ค่าต่ำกว่ามาตรฐาน ASTM A123 ชนิดเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ

2. ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนมีค่าเพิ่มขึ้น

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน หมายถึง การเปลี่ยนแปลงกรรมวิธีการชุบสังกะสีแบบเดิมที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อความหนาผิวเคลือบสังกะสีมาทำการพัฒนาวิธีการใหม่ โดยจากเดิมเมื่อจุ่มชิ้นงานลงในบ่อสังกะสีหลอมเหลวแล้ว จะแช่ชิ้นงานไว้ในบ่อสังกะสีหลอมเหลว เพื่อให้เกิดผิวเคลือบสังกะสีได้ตามความหนาตามข้อกำหนด ซึ่งระยะเวลาในการแช่จะใช้คาดคะเนจากประสบการณ์ แต่การพัฒนาใหม่จะทำการทดลองจากชิ้นงานที่มีขนาดต่างๆ กัน เช่น ขนาดหนามากกว่าหรือเท่ากับ 6 มม. และขนาดชิ้นงานที่มีความหนาน้อยกว่า 6 มม. ซึ่งมีอุณหภูมิในบ่อสังกะสีหลอมเหลวต่างๆ กัน จะใช้ระยะเวลาในการแช่ชิ้นงานนานเท่าใด และอัตราความเร็วในการยกที่ความเร็วเมตรต่อนาที

2. ประสิทธิภาพของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน หมายถึง การนำเอาค่าที่วัดจากผลผลิตมาทำการคำนวณเชิงสถิติ 2 ด้าน คือ

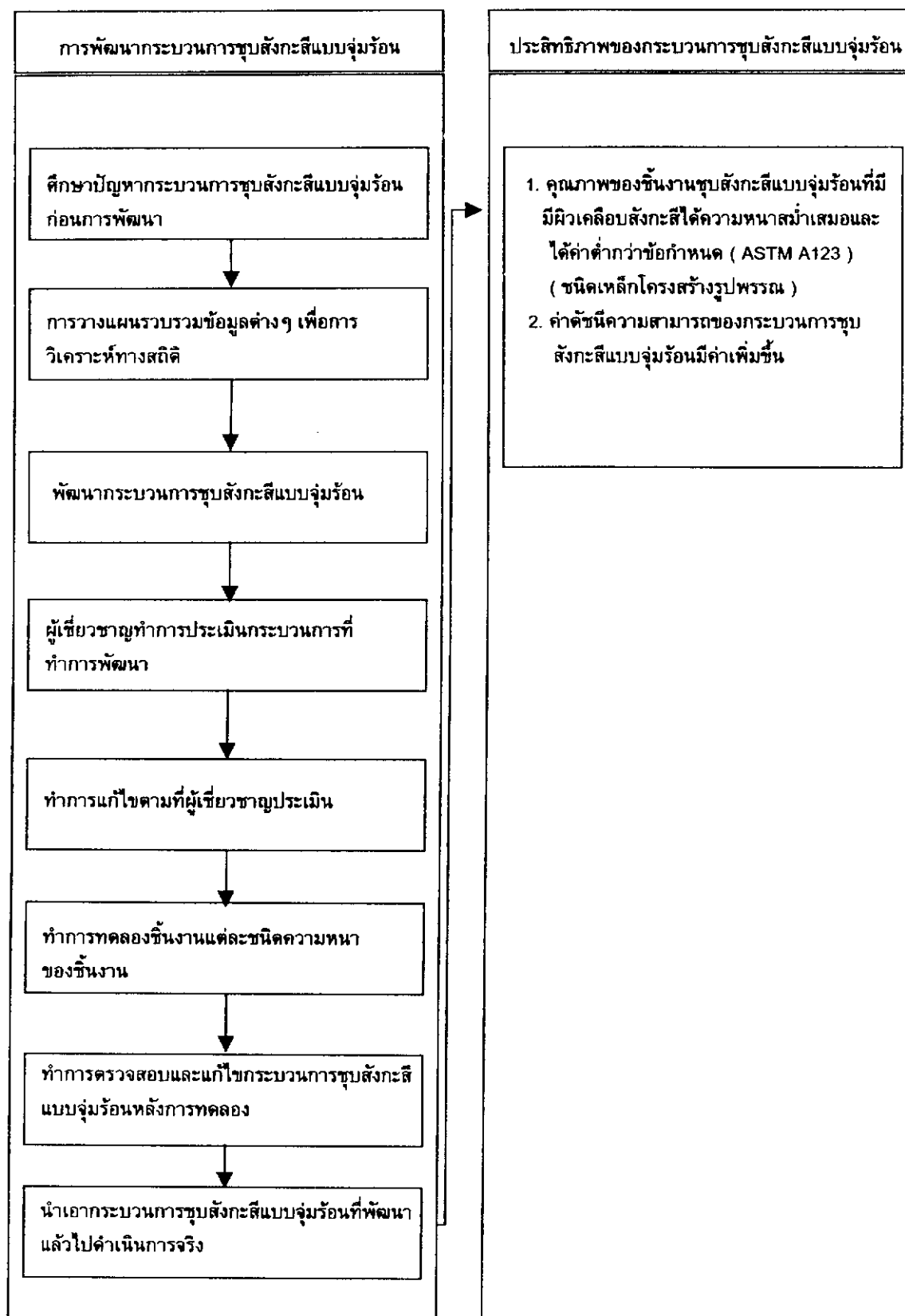
2.1 ด้านคุณภาพชิ้นงานชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM A123 (American Society For Testing and Materials) หมายถึง การมีค่ากำหนดการยอมรับผิวเคลือบสังกะสี คือ ชิ้นงานที่นำมาชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนหนามากกว่าหรือเท่ากับ 6 มม. ความหนาผิวเคลือบสังกะสีต้องไม่ต่ำกว่า 100 ไมครอน และไม่สูงกว่า 120 ไมครอน และชิ้นงานที่นำมาทำการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนที่มีความหนาน้อยกว่า 6 มม. ความหนาผิวเคลือบสังกะสีต้องไม่ต่ำกว่า 86 ไมครอน และไม่สูงกว่า 96 ไมครอน

2.2 ด้านความสามารถของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน หมายถึง การใช้ค่าดัชนีเป็นตัวชี้วัด ซึ่งความสามารถของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน โดยการเก็บข้อมูลด้วยการวัดค่าความหนาของผิวเคลือบสังกะสี แล้วนำค่าที่ได้มาทำการคำนวณทางวิชาการทางสถิติ และหาค่าดัชนี (C_p) ซึ่งเป็นค่าเปรียบเทียบ

ค่าดัชนี C_p	ความสามารถของกระบวนการ
$2.00 \leq C_p$	ดีเลิศ
$1.67 \leq C_p < 2.00$	ดีมาก
$1.33 \leq C_p < 1.67$	ดี
$1.00 \leq C_p < 1.33$	พอใช้
$0.67 \leq C_p < 1.00$	ควรปรับปรุง
$C_p < 0.67$	ต้องปรับปรุง

พัฒนาจาก: กิตติศักดิ์ พลอยพาณิชย์เจริญ. (2546) หน้า 70.

กรอบแนวคิดการวิจัย



สมมุติฐานการวิจัย

หลังจากการพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน แล้วชิ้นงานมีผิวเคลือบสังกะสีที่มีความสม่ำเสมอตามมาตรฐาน ASTM A123 และค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนเพิ่มขึ้น

บทที่ 2

เอกสารงานที่วิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการพัฒนาคุณภาพกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน กรณีศึกษา บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด เป็นการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิชาการในสาขาการควบคุมคุณภาพ (Quality Control) และการศึกษาทำงาน (Work study) และการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา (Motion and time study) โดยใช้วิธีการที่เกี่ยวข้อง เรื่องสถิติเพื่อการควบคุมคุณภาพ (Statistical Quality Control) การปรับปรุงกระบวนการผลิต (Process Improvement) สำหรับการศึกษาผลกระทบของอินพุต (Studying inputs ' Effect) ใช้การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance ANOVA) และการออกแบบและการวิเคราะห์การทดลองตามหลักการของ ทากูชิ (Taguchi's Design and Analysis of Experiment) ได้มีการศึกษารายละเอียดต่างๆ จากเอกสารต่างๆ จากเอกสาร

1. บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด
2. การชุบสังกะสี
3. การพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน
4. ประสิทธิภาพของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน
5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด

ก่อตั้งเมื่อ พ.ศ.2510 ตั้งอยู่เลขที่ 78 หมู่ 15 ถนนร่มเกล้า แขวงแสนแสบ เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร 10510 ผลิตชิ้นส่วนเสาไฟฟ้าแรงสูงพร้อมชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน เพื่อใช้งานในระบบสายส่งและสถานีรถไฟฟ้าย่อย โดยส่วนใหญ่จะเป็นงานลักษณะสั่งจ้าง และโครงการประมูล ซึ่งจะมีกรรมวิธีการผลิต ตั้งแต่ออกแบบผลิตชิ้นส่วนเสาไฟฟ้าแรงสูง ทำการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน บรรจุและส่งมอบ ตั้งอยู่บนเนื้อที่ 31 ไร่ มีพนักงานประมาณ 400 คน มีผลิตภัณฑ์ที่ออกสู่ตลาดมากมายซึ่งเป็นลูกค้ารายใหญ่ ได้แก่ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด ดำเนินการผลิตชิ้นส่วนเสาไฟฟ้าแรงสูงและสถานีไฟฟ้าย่อย ซึ่งมีส่วนประกอบหลักจาก เหล็กแผ่น ไปร์ทและเหล็กรูปตัวซี ซึ่งจะนำมาประกอบเป็นโครงสร้างไฟฟ้าแรงสูงและสถานีไฟฟ้าย่อย ประกอบด้วยหน่วยงานต่างๆ คือ

1. หน่วยงานวิศวกรรม ทำการคำนวณออกแบบโครงสร้างเสาไฟฟ้าแรงสูง และสถานีไฟฟ้าย่อย
2. หน่วยงานผลิต ดำเนินการผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ตามแบบที่กำหนดและเป็นไปตามมาตรฐาน

3. หน่วยงานซัพซังกะสีแบบจุ่มร้อน ดำเนินการนำเอาชิ้นส่วนที่ทำการผลิตมาแล้วทำการซัพซังกะสีแบบจุ่มร้อน เพื่อป้องกันการเกิดการผุกร่อน

4. หน่วยงานตกแต่งและบรรจุ จะดำเนินการตกแต่งชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการซัพซังกะสีแบบจุ่มร้อน และ บรรจุภัณฑ์

5. หน่วยงานวางแผน ดำเนินการตรวจติดตามแผนการผลิตและควบคุมคุณภาพ ในหน่วยงานซัพซังกะสีประกอบด้วยกระบวนการซัพซังกะสีแบบจุ่มร้อน มีขั้นตอนคือ

1. ขั้นตอนการล้างคราบไขมันและจารบี โดยใช้สารเคมีโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโซดาไฟ เพื่อขจัดคราบไขมันและจารบีที่ติดมากับชิ้นงานที่จะนำมาซัพซังกะสี

2. ขั้นตอนการล้างน้ำโดยใช้น้ำธรรมดา เพื่อล้างโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโซดาไฟที่ติดมากับชิ้นงานในขณะที่ล้างคราบไขมันและจารบีที่ติดมากับชิ้นงาน

3. ขั้นตอนการล้างคราบสนิมและการกระตุ้นผิวชิ้นงาน โดยใช้ไฮโดรคลอริก ในการกำจัดคราบสนิมเหล็ก และกระตุ้นผิวโดยการแช่ชิ้นงานในบ่อน้ำกรดไฮโดรคลอริก

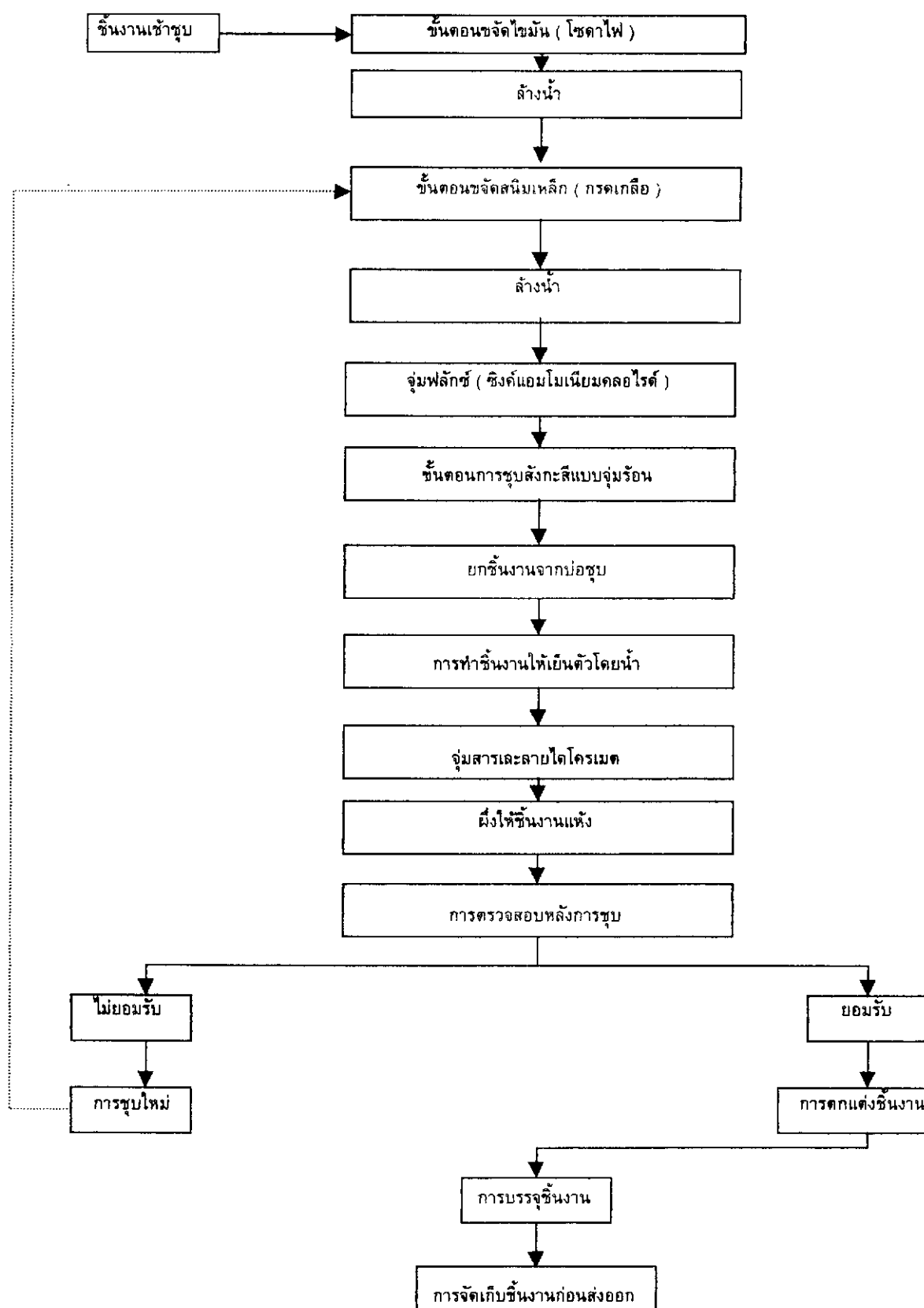
4. ขั้นตอนการจุ่มน้ำเพื่อล้างกรด และสนิมเหล็กที่มากับชิ้นงานก่อนนำไปจุ่มน้ำยาประสาน

5. ขั้นตอนการจุ่มน้ำยาประสาน เพื่อให้ชิ้นงานที่เป็นเหล็กทำปฏิกิริยากับสังกะสี หลอมเหลวได้ดียิ่งขึ้น สารเคมีที่ใช้เป็นตัวประสานคือซิงค์แอมโมเนียมคลอไรด์

6. ขั้นตอนการจุ่มสังกะสีแบบจุ่มร้อน เป็นการนำเอาชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการทำความสะอาดชิ้นงานแล้ว และจุ่มน้ำยาประสานแล้ว และก่อนนำชิ้นงานลงจุ่มในบ่อสังกะสีหลอมเหลวจะต้องทำให้น้ำยาประสานที่ติดมากับชิ้นงานแห้งสนิทก่อน เพื่อป้องกันการระเบิดในขณะที่จุ่มชิ้นงานลงบ่อสังกะสีหลอมเหลว เมื่อชิ้นงานแห้งดีแล้วจะทำการจุ่มชิ้นงานลงในบ่อสังกะสีหลอมเหลว ซึ่งมีอุณหภูมิที่ใช้ในการซัพซังกะสี ตั้งแต่ 465 – 475 องศาเซลเซียส เมื่อจุ่มชิ้นงานลงจนจุ่มแล้วจะเกิดการเดือดของสังกะสี ซึ่งเป็นการทำปฏิกิริยากันระหว่างชิ้นงานกับสังกะสีหลอมเหลว เมื่อสังกะสีหยุดเดือดก็จะค่อยๆ ยกชิ้นงานขึ้นจากบ่อสังกะสีหลอมเหลวก็จะได้ชิ้นงานที่มีผิวเคลือบสังกะสี

7. ขั้นตอนการทำให้ชิ้นงานเย็นตัว โดยนำชิ้นงานที่ยกขึ้นจากบ่อสังกะสีหลอมเหลวใส่ลงในบ่อน้ำ เพื่อระบายความร้อนของชิ้นงานเพื่อให้ชิ้นงานเย็นตัวลง

8. จุ่มน้ำยาป้องกันออกไซด์ที่เกิดกับสังกะสี โดยใช้สารละลายไดโครเมต นำชิ้นงานจุ่มลงในน้ำยาเพื่อให้น้ำยายึดเกาะผิวเคลือบสังกะสีที่เคลือบผิวชิ้นงานอยู่ แล้วผึ่งให้แห้งก่อนนำไปตกแต่งแล้วบรรจุ



ภาพประกอบ 1 กระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Dry Process) ก่อนการพัฒนา

บริษัท เออีวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด

จากการเก็บข้อมูล จากการวัดค่าความหนาของผิวเคลือบสังกะสีประจำเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2546 แล้วคำนวณทางวิธีสถิติได้ผลดังนี้

1. ค่าสถิติจากการวัดค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสี หน่วยวัดเป็นไมครอนก่อนการพัฒนา (ของชิ้นงานที่มีความหนาน้อยกว่า 6 มม.) ค่าที่กำหนดการยอมรับ 91 ± 5 ไมครอน ได้ดังนี้

ค่าทางสถิติ	ก่อนการพัฒนา
1. จำนวนข้อมูล n (ชิ้น)	2,950
2. ค่าเฉลี่ยความหนาผิวเคลือบสังกะสี $\bar{X}$ (ไมครอน)	112.97
3. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานความหนาผิวเคลือบสังกะสี SD (ไมครอน)	18.96
4. ค่าประสิทธิภาพความผันแปรของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน % V	16.78
5. ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการชุบแบบจุ่มร้อน C_p	0.10
6. โอกาสที่มีความหนาผิวเคลือบสังกะสีไม่ได้ตามข้อกำหนด %	79.40

2. ค่าสถิติจากการวัดค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสี หน่วยวัดเป็นไมครอนก่อนการพัฒนา (ของชิ้นงานที่มีขนาดความหนาเท่ากับหรือมากกว่า 6 มม.) ค่าที่กำหนดการยอมรับ 110 ± 10 ไมครอน ได้ดังนี้

ค่าทางสถิติ	ก่อนการพัฒนา
1. จำนวนข้อมูล n (ชิ้น)	2,930
2. ค่าเฉลี่ยความหนาผิวเคลือบสังกะสี $\bar{X}$ (ไมครอน)	117.73
3. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานความหนาผิวเคลือบสังกะสี SD (ไมครอน)	16.80
4. ค่าประสิทธิภาพความผันแปรของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน % V	14.27
5. ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการชุบแบบจุ่มร้อน C_p	0.20
6. โอกาสที่มีความหนาผิวเคลือบสังกะสีไม่ได้ตามข้อกำหนด %	55.60

2. การชุบสังกะสี

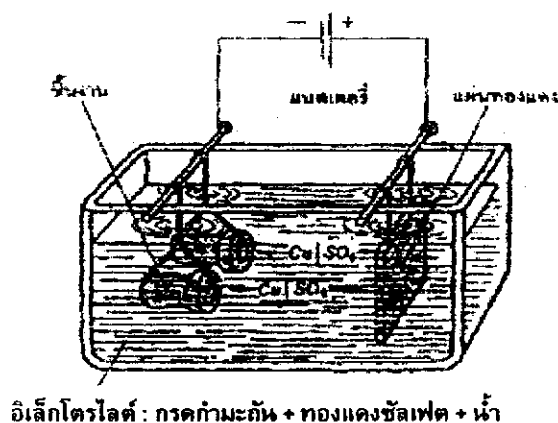
จุดประสงค์ของการทำการชุบสังกะสี เพื่อป้องกันการเกิดสนิม ทั้งนี้เป็นเพราะเหล็กและเหล็กกล้าจะเกิดเป็นสนิมได้ง่ายเมื่อสัมผัสกับอากาศ เกิดเป็นเหล็กออกไซด์ และออกไซด์ตัวนี้ก็ไม่ได้ป้องกันเหล็กไม่ให้เกิดออกไซด์อีก ออกไซด์จะเกิดขึ้นเรื่อยๆ หมายถึง เหล็กจะเป็นสนิมมากขึ้นเรื่อยๆ เนื้อเหล็กก็จะค่อยๆ หดไป ดังนั้นจึงต้องหาวิธีที่จะทำให้ไม่ให้เกิดการกัด

กร่อนเกิดขึ้น เช่น การทาสี หรือ โดยการหาโลหะหรือวัสดุต่างๆ ที่จะนำมาเคลือบผิวเหล็ก เพื่อไม่ให้เหล็กสัมผัสกับอากาศโดยตรง

การชุบเคลือบผิวเหล็กด้วยสังกะสี เป็นกรรมวิธีหนึ่งที่จะใช้สังกะสีเคลือบผิวเหล็ก เพื่อป้องกันเหล็กสัมผัสกับอากาศโดยตรง ผิวสังกะสีที่ได้จากการชุบสังกะสีจะป้องกันผิวหน้าของเหล็กหรือเหล็กกล้าได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการทาสีหรือการเคลือบผิวด้วยพลาสติก

การชุบเคลือบผิวเหล็กด้วยสังกะสี โดยทั่วไปที่นิยมทำกันคือ การชุบสังกะสีเคลือบผิวเหล็กด้วยไฟฟ้า (Electroplating) และการชุบสังกะสีเคลือบผิวเหล็กด้วยการจุ่มร้อน (Hot Dip Galvanizing) ซึ่งทั้ง 2 วิธี จะมีข้อดีและข้อเสียต่างกัน ดังนั้นการเลือกใช้วิธีไหนขึ้นอยู่กับสภาพการใช้งานที่แตกต่างกัน และกระบวนการชุบสังกะสีที่แตกต่างกัน

การชุบด้วยไฟฟ้า (Electroplating) เป็นการชุบเคลือบผิวโลหะเหล็กโดยไฟฟ้าเคมี เกิดขึ้นเมื่อโลหะต่างชนิดกัน 2 ชนิดจุ่มลงในสารละลายเกลือหรือกรดเจือจาง มีลวดไฟฟ้าต่อเข้ากับโลหะทั้งสองซึ่งจะเกิดการไหลกระแสไฟฟ้าไหล แ่งโลหะหนึ่งจะเกิดเป็นขั้ว Anode ส่วนอีกขั้วหนึ่งจะเป็น Cathode แ่งโลหะที่มีค่าแรงดันไฟฟ้าเคมีต่ำกว่าจะผุกร่อนเป็นรูปไอออนเคลื่อนที่ไปเคลือบขั้ว Cathode ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 หลักการกล่าวโนซึ่งตามกรรมวิธีอิเล็กโทรไลต์

ที่มา: มานพ ดันตระบัณฑิตย์. (2542) หน้า 258.

จากภาพประกอบ 2 จะเห็นว่าหลักการดังกล่าวในทางอุตสาหกรรมจะนำมาใช้ชุบพวกชิ้นงานที่ต้องการความสวยงาม แต่ชิ้นงานที่นำมาทำการชุบจะเป็นชิ้นงานที่มีขนาดเล็กๆ ซึ่งหากต้องการเคลือบผิวชิ้นงานที่เป็นอลูมิเนียม สังกะสี นิเกิล ก็จะเปลี่ยนจากแผ่นทองแดงเป็นแผ่นโลหะ อลูมิเนียม สังกะสี นิเกิล

ซึ่งโลหะดังกล่าวจะแตกตัวเป็นไอออนแล้วไหลไปจับชิ้นงานเกิดเป็นผิวเคลือบที่ชิ้นงาน ซึ่งป็นหลักการการเกิดการกัดกร่อนประเภท การเกิดการกัดกร่อนจากไฟฟ้าเคมี คือ โลหะที่ใช้งาน

ทุกชนิดจะอยู่ในสภาพไม่เสถียร เพราะโลหะจะพยายามทำปฏิกิริยารวมตัวกัน เช่น เกิดเป็นออกไซด์หรือซัลไฟด์ที่เป็นสารมลทินและกัดกร่อนไปเรื่อยๆ การกัดกร่อนจากไฟฟ้าเคมี การกัดกร่อนนี้เกิดขึ้นเมื่อโลหะต่างกันสองชนิดที่จุ่มอยู่ในของเหลวที่นำกระแสไฟฟ้า เช่น สารละลายเกลือหรือกรดเจือจาง ต่อโลหะทั้งสองตัวลวดจะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลขึ้นในลวด ธาตุที่จุ่มในสารละลายนี้เรียกว่าธาตุกัลวาไนซ์ ธาตุที่จุ่มในสารละลายจะเป็นอะโนด (ขั้วบวก) และโลหะอีกชนิดจะเป็นแคโทด (ขั้วลบ) ธาตุมีความคงทนน้อยกว่าเป็นธาตุที่มีค่าแรงดันไฟฟ้าทางเคมีต่ำกว่า ซึ่งจะละลายตัวออกที่ละน้อยก็就会被กัดกร่อนไปที่ละน้อยๆ (มานพ ดันตระบัณฑิตย์. 2542: 250)

2. การชุบโดยวิธีการจุ่มร้อน (Hot Dip Galvanizing Process) หรือการทำกัลวาไนซ์ เป็นกระบวนการที่เหล็กหรือเหล็กกล้าถูกทำให้มีความทนทานต่อการกัดกร่อน โดยการจุ่มชิ้นงานที่เป็นเหล็กลงในบ่อโลหะหลอมเหลว ซึ่งวิธีดังกล่าวส่วนใหญ่แล้วจะใช้โลหะที่จะหลอมเหลวแล้วเคลือบผิวเหล็กคือสังกะสี ซึ่งจะเรียกว่าการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนหรือแบบกัลวาไนซ์ และหลักการนี้ยังคงใช้อยู่โดยไม่เปลี่ยนแปลงจนถึงปัจจุบัน เพราะได้มีการทำการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนมาตั้งแต่ 150 ปีก่อน (วัชรา ขนิษฐบุตร. 2537: 1) ส่วนใหญ่แล้วชิ้นงานที่นำมาทำการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนจะเป็นเหล็กหรือเหล็กกล้า แต่เนื่องจากสังกะสีหลอมเหลวจะไม่ทำปฏิกิริยาเหล็กหรือเหล็กกล้าที่มีคราบสนิม คราบไขมัน คราบน้ำมัน ดังนั้นก่อนการนำเอาเหล็กหรือเหล็กกล้าไปทำการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนจะต้องผ่านการทำความสะอาดเหล็กหรือเหล็กกล้ามีด้วยกันหลายวิธี เช่น การพ่นทราย การใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ การใช้กรดไฮโดรคลอริก เมื่อชิ้นงานสะอาดดีแล้วก็ต้องจุ่มน้ำยาประสาน (น้ำฟลักซ์) เพื่อช่วยให้การทำปฏิกิริยาระหว่างเหล็กและสังกะสีหลอมเหลว เกิดเป็นผิวเคลือบขึ้นเป็นโลหะผสมกับพื้นโลหะเดิม ดังนั้นการทำการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนซึ่งมีความทนทานทางกายภาพมากกว่าการทาสี ลักษณะของผิวเคลือบสังกะสีจะแบ่งออกเป็นชั้นๆ โดยในแต่ละชั้นมีส่วนผสมของสังกะสี และเหล็กต่างกันไป



ภาพประกอบ 3 ลักษณะของผิวเคลือบสังกะสี

จากภาพประกอบ 3 ในแต่ละชั้นจะมีส่วนผสมของสังกะสีและเหล็ก ดังนี้

ชั้นเอด้า	ประกอบด้วยสังกะสีร้อยละ 100
ชั้นซิด้า	ประกอบด้วยสังกะสีร้อยละ 94 เหล็กร้อยละ 6
ชั้นเคลด้า	ประกอบด้วยสังกะสีร้อยละ 90 เหล็กร้อยละ 10
ชั้นแกมมา	ประกอบด้วยสังกะสีร้อยละ 75 เหล็กร้อยละ 25

ส่วนความหนาของผิวเคลือบสังกะสีก็จะขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของลูกค้า แต่ที่นิยมใช้และที่บริษัท เออีวิทยาเครื่องอุปกรณ จำกัด ใช้เป็นมาตรฐานควบคุม คือ มาตรฐาน ASTM A123 ในการทำการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน เพื่อให้ชิ้นงานที่ทำการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนได้ความหนาผิวเคลือบสังกะสีตามข้อกำหนดนั้น ในขณะที่ชิ้นงานในบ่อสังกะสีหลอมเหลวจะต้องควบคุมให้มีความสัมพันธ์กัน เมื่อทุกอย่างอยู่ในระดับคุณภาพที่คงที่ความหนาผิวเคลือบสังกะสี และคุณภาพจะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของสังกะสีหลอมเหลวเวลาที่ใช้ในการจุ่มชิ้นงาน และอัตราความเร็วในการยกชิ้นงานขึ้นจากบ่อสังกะสีหลอมเหลว (รศ. ดร. เสถียร นิลวัช.)

โดยทั่วไปกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน จะประกอบไปด้วยขั้นตอนต่าง ๆ คือ

1. การกำจัดคราบไขมัน โดยการล้างด้วยโซดาไฟ
2. การกำจัดคราบสนิมและการกระตุ้นผิวชิ้นงานโดยการจุ่มในบ่อกรดกำมะถัน หรือกรดไฮโดรคลอริก หรือ กรดไฮโดรเจนฟลูออไรด์
3. จุ่มฟลักซ์เพื่อกระตุ้นผิวให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างเหล็กและสังกะสี โดยใช้แอมโมเนียมคลอไรด์กับซิงค์คลอไรด์ผสมกัน
4. ทำการชุบสังกะสีในบ่อสังกะสีหลอมเหลว
5. จุ่มน้ำเพื่อระบายความร้อน
6. ตรวจสอบคุณภาพ
7. ตกแต่งและบรรจุ

ในกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนยังแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1. แบบ Wet Process คือ เมื่อชิ้นงานผ่านการจุ่มกรดกระตุ้นแล้ว จะนำมาล้างน้ำ แล้วจุ่มผ่าน ฟลักซ์ที่ลอยอยู่บนผิวหน้าของสังกะสีหลอมเหลว
2. แบบ Dry Process คือ เมื่อชิ้นงานผ่านการจุ่มกรดกระตุ้นผิวแล้ว จะนำไปจุ่มในบ่อน้ำฟลักซ์ก่อนแล้วปล่อยให้ฟลักซ์แห้งบนชิ้นงาน หลังจากนั้นจึงนำชิ้นงานไปจุ่มในสังกะสีหลอมเหลว

ในส่วนของบริษัท เออีวิทยาเครื่องอุปกรณ จำกัด จะเป็นกระบวนการชุบสังกะสีแบบ Dry Process

สารเคมีที่ใช้กันทั่วไปและที่บริษัท เออีวิทยาเครื่องอุปกรณ จำกัด ใช้ในกระบวนการชุบสังกะสี แบบจุ่มร้อน

1. สารเคมีที่ใช้ในการกำจัดไขมัน

สารเคมีที่ใช้	:	โซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโซดาไฟ NaOH (50%)
ส่วนผสม	:	โซดาไฟ 4.5 – 6.8 กก. ผสมกับน้ำ 45 ลิตร
ความเข้มข้น	:	5 - 7 wt % (% โดยน้ำหนัก)
อุณหภูมิ	:	80 – 85 °C

2. สารเคมีที่ใช้ในการกำจัดคราบสนิมและกระตุ้นผิว

สารเคมีที่ใช้	:	ไฮโดรคลอริก HCl (32%)
ความเข้มข้น	:	10 - 15 wt %
อุณหภูมิ	:	25 °C

3. สารเคมีที่ใช้เป็นตัวประสาน

สารเคมีที่ใช้	:	ซิงค์แอมโมเนียมคลอไรด์หรือฟลักซ์สำเร็จรูป ZnCl ₂ .3NH ₄ Cl (35%)
ความถ่วงจำเพาะ	:	1.15 – 1.16
ความเข้มข้น	:	45 – 48 wt %
อุณหภูมิ	:	80 – 85 °C

4. สังกะสีที่ใช้ในการทำลวไนซ์ประกอบด้วย

สารเคมีที่ใช้	:	ร้อยละ 98.5
ตะกั่ว	:	ไม่เกินร้อยละ 1.3
เหล็ก	:	ไม่เกินร้อยละ 0.025
แคดเมียม	:	ไม่เกินร้อยละ 0.4

จะเห็นได้ว่าปัญหาของบริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด คือ ความหนาของผิวเคลือบไม่สม่ำเสมอ และมีทั้งความหนาที่สูงกว่าข้อกำหนดและต่ำกว่าข้อกำหนด ซึ่งสามารถแก้ปัญหานี้ได้ด้วยการหาเวลาในการแช่ชิ้นงานในบ่อสังกะสีหลอมเหลวที่มีความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการแช่ชิ้นงานในบ่อสังกะสีหลอมเหลวกับอุณหภูมิสังกะสีหลอมเหลวในบ่อ และอัตราความเร็วในการยกชิ้นงานขึ้นจากบ่อสังกะสีหลอมเหลว

3. การพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน

การพัฒนากระบวนการผลิตเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับภาคอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก ยิ่งในสภาวะปัจจุบันและในอนาคตการแข่งขันทางธุรกิจมีความรุนแรงมาก ฉะนั้นการลดต้นทุนการผลิตและคุณภาพยังคงได้มาตรฐานสามารถส่งมอบสินค้าได้ทันเวลาซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ จึงมีการพัฒนากระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง และปัจจัยที่สำคัญที่จะนำมาวิเคราะห์เพื่อการพัฒนา คือ

1. วัสดุ (Materials) 2. เครื่องจักร (Machinery) 3. วิธีการทำงาน (Method of Work) 4. ความบกพร่องที่เกิดจากการกระทำของคน (Man-Made Error) ซึ่งการพัฒนากระบวนการผลิตก็คือการนำข้อบกพร่องที่ได้จากการวัดผลของผลลัพธ์ที่ได้ (Output) มาวิเคราะห์หาสาเหตุแล้วหาวิธีการแก้ไข ซึ่งการพัฒนากระบวนการผลิตก็คือการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และบริการเพื่อให้ได้ตามลูกค้ากำหนดนั่นเอง

ในการพัฒนากระบวนการผลิตนั้น วิธีการหนึ่งที่สามารถใช้ในการศึกษากระบวนการผลิตก็คือ การศึกษาความสามารถของกระบวนการผลิต (Process Capability Studies) ซึ่งเป็นการวัดความผันแปรของกระบวนการผลิต โดยขั้นแรกจะประเมินความมีเสถียรภาพของกระบวนการผลิตก่อน จากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบความผันแปรของกระบวนการผลิตกับข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ เพื่อศึกษาความสามารถของกระบวนการผลิต

ในทุกองค์กรไม่ว่าจะเป็นภาครัฐหรือเอกชน แม้แต่การใช้ชีวิตประจำวันของทุกคน ซึ่งบางครั้งอาจจะกระทำไปโดยไม่รู้ตัวว่าสิ่งที่ทำนั้นได้เกิดการพัฒนาขึ้นแล้ว เช่น ในการเดินทางไปทำงานซึ่งการเดินทางจะต้องทำประจำทุกวัน หากพบปัญหาในการมาทำงานสาย เราก็คิดว่า เป็นเพราะรถติด ดังนั้นเพื่อไม่ให้มาทำงานสายเราอาจจะต้องออกเดินทางเร็วขึ้นหรือปรับเปลี่ยนเส้นทางการเดินทางใหม่ เพื่อให้ทันเวลาทำงาน การพัฒนาจึงเป็นการนำเอาสิ่งที่ดำเนินอยู่มาทำการปรับแต่งหรือดัดแปลงในสิ่งที่ทำอยู่เพื่อให้สิ่งที่ต้องการออกมามีประสิทธิภาพสูงสุด

สมคิด บางโม (2538: 19) ได้ให้ความหมายของการพัฒนา คือ การพัฒนาเป็นกระบวนการทุกอย่างที่จะทำให้สิ่งที่มีอยู่เจริญขึ้น ดีขึ้น เป็นประโยชน์มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นคน ระบบ สถานที่ ทฤษฎี ความรู้สึกนึกคิด ซึ่งการพัฒนาจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญต่อความเจริญก้าวหน้า ไม่ว่าจะเป็นระดับประเทศหรือในภาครัฐและเอกชน ซึ่งจะเห็นได้จากในภาครัฐก็จะมีแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ซึ่งเป็นการพัฒนาระดับประเทศ ซึ่งในภาคธุรกิจหรือภาคอุตสาหกรรมจะมีการพัฒนาค่อนข้างมากและต่อเนื่อง เพราะธุรกิจเอกชนมีการแข่งขันสูง ดังนั้นการพัฒนาในสิ่งใหม่ๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์หรือบริการมีต้นทุนต่ำแต่ได้คุณภาพ เช่น ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตจะมีการพัฒนาด้านฝีมือแรงงาน ทางด้านเทคโนโลยี ทางด้านวัตถุดิบ ทางด้านกระบวนการผลิต การพัฒนาทางด้านความนึกคิดในการสร้างสรรค์ ซึ่งกิจกรรมที่นำมาใช้ในการพัฒนาก็คือ กิจกรรมทางด้านการเพิ่มผลผลิต

ดร.เปรี๊ญ กิจรัตน์กร (2544: 15) ได้สรุปการพัฒนาอุตสาหกรรมใหม่ ดังนี้ พื้นฐานการพัฒนาประเทศอุตสาหกรรมใหม่ ควรนำเอาวิทยาการใหม่ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้เพิ่มขึ้น การวางแผนโครงสร้างพื้นฐานอุตสาหกรรม การพัฒนาขีดความสามารถด้านการวิจัยและพัฒนา พร้อมทั้งการผลิตกำลังคนควรเร่งส่งเสริมให้มากยิ่งขึ้นต่อไป

มิลเลอร์ แมคด็อกซ์ และสมิธ (1975 : pp 2 – 3) ยังได้กล่าวถึงความสำคัญของการพัฒนาเทคโนโลยีขึ้นมาใหม่ คือ อุตสาหกรรมการผลิตในความคิดรวบยอดว่า อุตสาหกรรมเป็นองค์กรหนึ่งที่ประกอบด้วยบุคลากร เครื่องมือ เครื่องจักร วัสดุอุปกรณ์ วัตถุดิบ และเงินทุนที่เอื้อประโยชน์ใช้เทคโนโลยีเพื่อการผลิตสินค้าและการบริการ (Goods and Services) องค์กร

อุตสาหกรรมไม่เพียงใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่เท่านั้น แต่ยังได้พัฒนาเทคโนโลยีขึ้นมาใหม่อีก ซึ่งจะส่งผลการผลิตสินค้าและบริการให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จะเห็นได้ว่าการพัฒนาเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากต่อภาคอุตสาหกรรม

กระบวนการผลิตอุตสาหกรรมซึ่งประกอบด้วยปัจจัยต่างๆ มากมาย แต่ประโยชน์ของการผลิตที่ได้รับนั้นจะคุ้มค่ากว่าการเลือกวิธีการผลิตเพียงอย่างเดียว เนื่องจากสภาพสังคมไม่หยุดนิ่งมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาตลอดเวลา ซึ่งการผลิตเป็นกระบวนการทางเทคนิควิธีการที่นำไปใช้ผลิตงานอุตสาหกรรม เพื่อให้เกิดผลผลิตสินค้าและบริการให้กับสังคม ซึ่งผลของการผลิตสินค้าอุตสาหกรรมนี้ย่อมเกิดขึ้นอยู่บนข้อมูลของการวิจัยและพัฒนาเป็นสำคัญ (ดร.เป็รื่อง กิจรัตน์กร. 2544 : 21)

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2546: 3) กระบวนการ คือ องค์ประกอบที่แน่นอนประการหนึ่งของเครื่องจักร อุปกรณ์ วิธีการ วัตถุดิบ และพนักงานที่ก่อให้เกิดการผลิต (unique combination of machine, tools, methods and people engaged in production) ความสามารถของกระบวนการ (Process Capability) คือความผันแปรโดยธรรมชาติที่ได้รับ การวัดของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการที่ศึกษา: การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ (Process Capability Analysis) คือ การประเมินความผันแปรของกระบวนการอาจอยู่ในรูปของฟังก์ชันความน่าจะเป็นที่จะระบุทั้งรูปทรง ค่ากลาง และปริมาณการกระจายของการแจกแจง และวิเคราะห์ความผันแปรนี้กับข้อกำหนดหรือสเปกของผลิตภัณฑ์ ตลอดจนพิจารณาถึงแหล่งความผันแปรต่าง ๆ เพื่อหาทางลดความผันแปรที่ศึกษาต่อไป

ในกระบวนการผลิตสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ก็คือ ของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต ซึ่งสาเหตุของการเกิดของเสียมาจากหลายสาเหตุ ดังนั้นการนำเอาอัตราการเกิดของเสียมาทำการวิเคราะห์ถึงสาเหตุของการเกิดของเสีย ก็จะสามารถนำสาเหตุของปัญหาไปทำการแก้ไข ซึ่งก็แน่นอนแล้วว่าจะต้องเป็นความบกพร่องมาจากกระบวนการผลิต แต่จะมาจากปัจจัยอะไรเท่านั้น ซึ่งก็สามารถนำไปพัฒนาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

ฮิโดริ คูเมะ (วีรพงษ์ แพล 2546: 2) อธิบายว่าเพื่อให้เราสามารถลดอัตราการเกิดของเสียในสายการผลิต ซึ่งถือเป็นความสูญเสียสิ้นเปลืองอันอาจหลีกเลี่ยงได้เหล่านี้ เราจะต้องเปลี่ยนจุดยืนกันใหม่ว่าของเสียเหล่านั้นเป็นสิ่งที่ป้องกันและกำจัดให้หมดไปได้ และเรายังเชื่อมั่นอีกว่าสาเหตุอย่างหนึ่งอันนำมาซึ่งความบกพร่องหรือของเสียชนิดหนึ่ง ๆ แตกต่างกันไป การค้นหาให้พบสาเหตุแห่งความบกพร่องและกำจัดสาเหตุเหล่านี้ให้หมดไปเท่านั้น จะยุติการเกิดสินค้าเสียขึ้นในสายการผลิตได้ แต่คนส่วนใหญ่กลับมองเป็นการเกิดของเสียในสายการผลิตไปในทางที่ว่า เนื่องจากสินค้าของตนเองมีคุณสมบัติและข้อกำหนดทางเทคนิคหรือสเปกสูงมากกับทั้งในแต่ละขั้นตอนการผลิตก็มีโอกาสเกิดจุดบกพร่องได้ ดังนั้นการเกิดของเสียจึงเป็นเรื่องที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ แต่อย่างไรก็ตามเราพบว่าสาเหตุแห่งความบกพร่องนี้เป็นสากล ไม่มีความแตกต่างในสินค้าชนิดใด ๆ หรือมีกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกันออกไปมากเท่าใดก็ตาม สาเหตุที่เป็นสากล

ในที่นี้คือ ความผิดแตกต่างกัน (Variation) หรือที่นิยามในทางสถิติใช้คำว่า ความผันแปร ซึ่งมีสาเหตุมาจากปัจจัย 4 ตัว คือ

1. วัสดุที่ใช้ (Material)
2. เครื่องจักรที่ใช้ผลิต (Machinery)
3. วิธีการทำงาน (Method of Work)
4. ความบกพร่องที่เกิดจากการกระทำของบุคคลที่เกี่ยวข้อง (Man Made Error)

เช่น การอ่านสเกลผิด การปรับแต่งเครื่องผิด หรือการวัดขนาดชิ้นงานที่ผิดพลาดไป

จะเห็นได้ว่า การพัฒนากระบวนการผลิตให้ดีขึ้นหรือมีประสิทธิภาพมากขึ้น ก็จะทำให้มีของเสียลดลงและมีคุณภาพและบริการที่สูงขึ้นกว่าเดิม ซึ่งในการพัฒนากระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพได้มีอยู่หลายเทคนิค แต่เทคนิคที่ผู้วิจัยจะนำมาใช้ในการวิจัย คือ เทคนิคการศึกษาการทำงานซึ่งเป็นกระบวนการที่เป็นระบบในการพัฒนาปรับปรุงวิธีการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ด้วยการพัฒนาวิธีใหม่และวัดเวลามาตรฐาน

การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา (Motion and Time Study) อาจถูกเรียกแทนด้วยชื่ออื่น ๆ ซึ่งมีความหมายในลักษณะเดียวกัน เช่น Methods Engineering, Work Design หรือ Work Study ซึ่งต่างก็มีความหมายอย่างเดียวกัน คือหมายถึงเทคนิคในการวิเคราะห์ขั้นตอนของการปฏิบัติงานเพื่อขจัดงานที่ไม่จำเป็นออก และสรรหาวิธีการทำงาน ซึ่งดีที่สุด เร็วที่สุดในการปฏิบัติงานนั้น ๆ ทั้งนี้รวมถึงการปรับปรุงมาตรฐานของวิธีการทำงาน สภาพการทำงาน เครื่องมือต่าง ๆ และฝึกคนงานให้ทำงานด้วยวิธีที่ถูกต้อง การหาเวลามาตรฐานของงาน

การศึกษาเวลาเริ่มต้นโดย Taylor ใช้ในการหาเวลามาตรฐานของงานส่วนการศึกษาการทำงานคิดค้นโดย Gilbreths ซึ่งใช้ในการปรับปรุงวิธีการทำงาน แม้ว่าทั้งสองส่วนนี้จะถือกำเนิดในระยะเวลาใกล้เคียงกันแต่ก็ไม่ได้เอามาสัมพันธ์กันจนกระทั่งในราวปี ค.ศ.1930 จึงนำมาใช้ร่วมกัน (รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม;และคณะ 2528: 7)

การพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน จะเป็นการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานในขั้นตอนการชุบสังกะสี โดยการหาเวลามาตรฐานในขณะที่แช่ชิ้นงานในบ่อสังกะสีหลอมเหลว และอัตราความเร็วในขณะที่ยกชิ้นงานขึ้นจากบ่อสังกะสีหลอมเหลว โดยมีอุณหภูมิเป็นตัวกำหนดและความหนาของชิ้นงานโดยจะทำการทดลองหาเวลามาตรฐาน เช่น ในขณะที่ต้องทำการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนนั้น อุณหภูมิเท่ากับ 460°C ชิ้นงานที่นำมาชุบหนา 6 มม. ต้องการความหนาผิวเคลือบสังกะสีเท่ากับ 100 ไมครอน จะแช่ชิ้นงานลงในบ่อแล้วจับเวลาด้วยนาฬิกาจับเวลาเพื่อบันทึกเวลาต่าง ๆ กัน จากนั้นจะทดลองยกชิ้นงานขึ้นจากบ่อสังกะสี ณ อุณหภูมิ 460°C ชิ้นงานหนา 6 มม. ควรจะยกในอัตราความเร็วเท่าไร จากนั้นจะจัดทำเป็นเวลามาตรฐานไว้ว่า อุณหภูมิ 460°C ชิ้นงานหนา 6 มม. ความหนาที่ต้องการ 100 ไมครอน จะต้องแช่ชิ้นงานในบ่อสังกะสีหลอมเหลวนานกี่วินาที และจะต้องยกชิ้นงานในอัตราความเร็วเมตรต่อนาที

สรุป การพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน กรณีศึกษาบริษัท เอื้อวิทยา เครื่องอุปกรณ์ จำกัด โดยใช้วิธีเทคนิคการเคลื่อนไหลและเวลาการพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน ก็คือการพัฒนาคุณภาพความหนาของผิวเคลือบสังกะสีบนชิ้นงานให้มีคุณภาพมากขึ้น และเป็นไปตามข้อกำหนด ASTM A123 ดังนั้น เพื่อการพัฒนาให้ดีกว่าเดิมจึงจำเป็นต้องวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา โดยเก็บข้อมูลก่อนการพัฒนากระบวนการแล้วทำการวิเคราะห์ทางสถิติ จากนั้นจะนำเอาสาเหตุของการเกิดปัญหาไปทำการแก้ไข โดยจะพิจารณาจากกระบวนการผลิต และการเกิดความหนาของผิวเคลือบสังกะสีบนชิ้นงานว่ามีผลมาจากอะไรบ้าง เมื่อดำเนินการแก้ไขแล้วก็จะทำการรวบรวมข้อมูลจากการวัดชิ้นงานที่ผ่านการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนที่พัฒนาแล้ว และทำการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการพัฒนา

4. ประสิทธิภาพของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน

ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง ตัววัดการใช้ทรัพยากรในการบรรลุถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้ว่าใช้อย่างประหยัดเพียงใด (กิตติ อินทรานนท์;และคณะ. 2540: 40)ประสิทธิภาพเป็นค่าที่คุ้นเคยอย่างมาก สำหรับงานวิศวกรรม เพราะงานออกแบบทางวิศวกรรม เราจะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพเป็นหัวใจในการออกแบบโดยให้ความสูญเสียของทรัพยากรที่เข้าไปในระบบมีความสูญเสียน้อยที่สุดเช่น การออกแบบเครื่องเสียง เสียงที่ออกมาจากเครื่องเสียงต้องเหมือนกับเสียงธรรมชาติที่เข้าไปในระบบมากที่สุด ในการเลือกระบบงานที่จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพจึงเป็นเกณฑ์ที่สำคัญที่สุด (วันชัย วิจิรวณิช. 2543: 19)

ประสิทธิภาพในทางวิศวกรรมจะอธิบายด้วยสูตร ดังนี้

$$\text{Efficiency} = \text{output} / \text{Input}$$

โดยความหมาย output จะอยู่ในรูปของพนักงานหรืองานที่ได้ ส่วน Input จะอยู่ในรูปของพลังงานหรืองานที่ป้อนเข้าไปด้วยเช่นกัน การออกแบบทางวิศวกรรมที่ดีจึงเป็นการออกแบบที่ Input ต้องใกล้เคียงกับ Output ให้มากที่สุด คือ ให้ loss หรือความสูญเสียในระบบน้อยที่สุด ค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาพก็จะมีค่าต่ำกว่า 100 % เสมอ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเป็นการพัฒนาปรับปรุงการทำงานวิธีหนึ่ง ซึ่งเป็นหัวใจของการอยู่รอด และการเจริญเติบโตของธุรกิจและอุตสาหกรรม เพราะการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูง จะทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำ สามารถแข่งขันกับผู้อื่นได้ โดยทั่วไปแล้วประสิทธิภาพการผลิต หมายถึง อัตราส่วนของผลผลิตที่ผลิตได้จริงเทียบกับผลผลิตมาตรฐานที่ควรจะได้ และการพัฒนาปรับปรุงวิธีการทำงานมีมากมายหลายวิธี เช่น การศึกษาเวลา (Time Study) การวัดการทำงาน (Work Measurement) ซึ่งศึกษารายละเอียดได้จากเทคนิควิศวกรรมอุตสาหกรรม (Industrial Engineering Techniques) (วิจารย์ ด้วงอิน. 2543: 49)

ประสิทธิภาพของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน หมายถึง ความสม่ำเสมอของผิวเคลือบสังกะสีและได้คุณภาพตามมาตรฐาน ASTM A123 และค่าดัชนีชี้วัดความสามารถของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนที่สูงขึ้น แต่การใช้ทรัพยากรที่ต่ำลงหรือเท่าเดิม

ASTM A123 (American Society For Testing and Materials) หมายถึง ข้อกำหนดของการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน เมื่อชิ้นงานผ่านกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนออกมาแล้ว ต้องได้ความหนาผิวเคลือบสังกะสีตามข้อกำหนด ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันสากลทั่วโลก คือ ขนาดความหนาชิ้นงานที่มีความหนาดำกว่า 6 มม. ต้องได้ความหนาผิวเคลือบไม่ต่ำกว่า 86 ไมครอน และชิ้นงานที่มีความหนาเท่ากับหรือมากกว่า 6 มม. ต้องได้ความหนาผิวเคลือบสังกะสีไม่ต่ำกว่า 100 ไมครอน

ดัชนีชี้วัดความสามารถของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน หมายถึง ค่าตัวเลขที่กำหนดและเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปเป็นสากลที่ใช้ชี้วัดความสามารถของกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นมาตรฐานดัชนีชี้วัดความสามารถของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน จึงเป็นการวัดงานที่ได้รับจากการผ่านกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน ที่มีความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนที่อยู่ภายใต้สภาวะควบคุม ซึ่งจะใช้วิธีการทางสถิติ และหาค่าดัชนี (C_p) ซึ่งค่าเปรียบเทียบคือ

ค่าดัชนี C_p	ความสามารถของกระบวนการ
$2.00 \leq C_p$	ดีเลิศ
$1.67 \leq C_p < 2.00$	ดีมาก
$1.33 \leq C_p < 1.67$	ดี
$1.00 \leq C_p < 1.33$	พอใช้
$0.67 \leq C_p < 1.00$	ควรปรับปรุง
$C_p < 0.67$	ต้องปรับปรุง

พัฒนาจาก: กิตติศักดิ์ พลอยพาณิชย์เจริญ. (2546) หน้า 70.

ดังนั้นความสามารถของกระบวนการ (Process Capability) หมายความว่า ความผันแปรโดยธรรมชาติที่ได้รับการวัดของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการที่ศึกษา

ความสามารถที่ได้จากการวัด Juran และ Gryna (1993, p : 393) ได้ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึง ค่าความสามารถของกระบวนการที่ได้รับการประเมินผ่านข้อมูลซึ่งเป็นผลมาจากการวัดงานที่ได้รับการผลิตจากกระบวนการศึกษา และความสามารถโดยธรรมชาติ หมายถึง ความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จากกระบวนการที่อยู่ภายใต้สภาวะควบคุมในการหาค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน ต้องทำการศึกษาความสามารถของกระบวนการ และการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ ซึ่งคำทั้ง 2 คำนี้ Montgomery (1996 P.431 - 432) ได้แยกความแตกต่างในความหมายของคำทั้งสองคำก่อนข้างชัดเจนกล่าวคือ การศึกษาความสามารถของกระบวนการ หมายถึง การกำหนดตัวพารามิเตอร์

มิเตอร์ของผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากการบวกรวมแล้วทำการวัด เพื่อการรวบรวมข้อมูลที่แสดงถึงค่าพารามิเตอร์ และถ้าข้อมูลอยู่ในสภาวะภายใต้การควบคุมก็จะทำการอนุมานทางสถิติ สำหรับกระบวนการที่ศึกษาต่อไปสำหรับการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ หมายถึง การประเมินความผันแปรของกระบวนการ อาจอยู่ในรูปของฟังก์ชันความน่าจะเป็นที่ระบุทั้งรูปทรงค่ากลาง และ ปริมาณการกระจายของการแจกแจงและวิเคราะห์ความผันแปรนี้กับข้อกำหนดหรือสเปกของผลิตภัณฑ์ ตลอดจนพิจารณาถึงแหล่งความผันแปร

หลักการวิเคราะห์ความแปรปรวนเป็นวิธีทางสถิติที่พัฒนาโดย ศาสตราจารย์โรนัลด์ ฟิชเชอร์. (Sir Ronald Fisher) ในช่วงทศวรรษของปี ค.ศ.1930 ซึ่งวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มหลายๆ ค่าพร้อมกันโดยใช้ความแปรปรวนเป็นตัวแปรในการคำนวณ การวิเคราะห์ความแปรปรวนนี้เป็นเครื่องมือทางสถิติเพื่อช่วยในการตัดสินใจ โดยมีความหมายจากผลลัพธ์ที่ได้ ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนการวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังนี้

1. การหาผลรวมกำลังสอง (Sum of square)
2. หาค่าระดับขั้นความอิสระ
3. การหาความแปรปรวนของแต่ละปัจจัย
4. การหาค่าตัวทดสอบ F และการใช้ตารางแจกแจง F ในการเปรียบเทียบความแปรปรวน
5. การปรับค่าความคลาดเคลื่อน
- 6.การหาอิทธิพลของปัจจัย โดยเปรียบเทียบอัตราส่วนความแปรปรวนของการทดลอง
7. การกำหนดมาตรฐานการยอมรับโดยใช้มาตรฐาน ASTM A123 (ชนิดเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ)
8. ใช้ t-test ในการทดสอบสมมติฐาน
9. หาค่าดัชนี C_p เพื่อวัดความสามารถของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน

สรุป จากหลักการและวิธีการทางสถิติสามารถนำมาใช้ในการคำนวณได้ดังนี้

1. จำนวนข้อมูล n
2. ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$
3. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน SD
4. ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของกระบวนการทดสอบ V_1 (%)
5. ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของกระบวนการพัฒนา V (%)
6. ค่าดัชนีความสามารถในกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน C_p
7. โอกาสพัฒนาของความหนาผิวเคลือบสังกะสีไม่ได้ตามข้อกำหนด (%)

สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพเป็นไปตามข้อกำหนด ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยวิธีการทางสถิติ โดยมีอัตราของเสียลดลง

และมีค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการที่สูงขึ้น และคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นประสิทธิภาพหรือความสามารถของกระบวนการซัพพลายเชนแบบจุ่มร้อนสามารถวัดได้จากผลผลิต (Output) ด้วย วิธีทางสถิติแล้วนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งจะตีความจากผลลัพธ์ที่ได้ ซึ่งจะทำการวัดค่าที่ได้ก่อน และหลังการพัฒนากระบวนการซัพพลายเชนแบบจุ่มร้อนทำการเปรียบเทียบกัน

5. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิริพร หิตะศิริ (2533: 125-126) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องรูปแบบสำหรับการทำงาน และอธิบายการยอมรับกิจกรรม กลุ่มสร้างเสริมคุณภาพของข้าราชการในกองทัพอากาศ สรุปได้ว่าการยอมรับเป็นเรื่องของเจตคติที่มีต่อกิจกรรมกลุ่มสร้างเสริมคุณภาพ ที่ทำให้เกิดการยอมรับขึ้น การยอมรับของบุคคลคือ ข้าราชการในกองทัพอากาศเป็นกลไกที่จะทำให้เกิดกิจกรรมกลุ่ม สร้างเสริมคุณภาพแพร่กระจายไปได้ทั่วทั้งองค์กร การยอมรับในกิจกรรมนี้มีอยู่ในระดับปานกลางเท่านั้น ซึ่งเป็นผลมาจากความไม่เข้าใจต่อกิจกรรมกลุ่มสร้างเสริมคุณภาพโดยสรุปถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการยอมรับ ได้แก่ การยอมรับในระดับความคิด การยอมรับในระดับปฏิบัติการ ซึ่งการยอมรับทั้งสองตัวนั้นถือได้ว่า เป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างค่านิยมที่เป็นหัวใจสำคัญของ วัฒนธรรมองค์กรของข้าราชการกองทัพอากาศ

สุทธิพงษ์ สุวรรณสุข (2541) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง " การศึกษาวิเคราะห์การควบคุมคุณภาพของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ " ซึ่งผลการศึกษาพบว่า

1. ผู้บริหารและพนักงานของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ มีส่วนร่วมในการควบคุมคุณภาพตามระบบ ISO 9000 และระบบ ISO 14000 และมีส่วนร่วมตามหลักการ TQC ด้วย
2. ผู้บริหารและพนักงานของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ได้รับประโยชน์ตามหลักการ TQC และระบบ ISO 9000 และระบบ ISO 14000
3. ปัญหาที่เกิดขึ้นตามหลักการ TQC คืองานมีความผิดพลาดจากการพยายามทำงานให้ทันตามระยะเวลาที่กำหนดมีความถี่สูง
4. ปัญหาที่เกิดขึ้นตามระบบ ISO 9000 คือความสับสนเมื่อปฏิบัติงานตามเอกสารแสดงขั้นตอนงานหรือวิธีการทำงานที่มีหลายฉบับมาก ส่วนปัญหาที่เกิดขึ้นตามระบบ ISO 14000 คือ ไม่มีเวลาสร้างสภาพแวดล้อมในที่ทำงานให้น่าปฏิบัติงาน
5. บุคลากรในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ มีการควบคุมคุณภาพสอดคล้องกับหลักการในระบบการควบคุมคุณภาพ และมีความเห็นว่าได้รับประโยชน์จากการควบคุมคุณภาพ และเกิดแรงจูงใจการดำเนินการควบคุมคุณภาพ แต่ประสบปัญหาจึงยังต้องได้รับการปรับปรุงและพัฒนาการควบคุมคุณภาพ เพื่อแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง และเพื่อให้ได้คุณภาพในระดับที่สูงขึ้นต่อไป

ประพันธ์ โรจนจันทร์ (2543: 138) ได้ทำการวิจัยเรื่อง " การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวัฒนธรรมองค์กรกับระบบคุณภาพของการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย " ผลการวิจัยพบ

ว่า ปัจจัยในเรื่องแรงจูงใจน้อยพนักงานไม่ค่อยใส่ใจในกิจกรรมของระบบคุณภาพ แสดงให้เห็นว่า องค์กรยังขาดเรื่องแรงจูงใจ จึงทำให้พนักงานไม่ใส่ใจในกิจกรรมของระบบคุณภาพ ซึ่งปัญหาเกิดจากการขาดการรักษามาตรฐาน ผู้บริหารไม่ให้ความสำคัญ

วิจารณ์ ด้วงอิน (2543:126-128) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “ การศึกษากิจกรรมบริหารคุณภาพทั่วทั้งองค์กรในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ “ พบว่า

1. โรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ได้รับผลจากการนำกิจกรรมบริหารคุณภาพทั่วทั้งองค์กรมาปฏิบัติ โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง คือหลังจากที่โรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์ นำกิจกรรมบริหารคุณภาพทั่วทั้งองค์กรมาปฏิบัติ ส่งผลให้องค์กรได้รับผลประโยชน์ในด้านการเพิ่มผลผลิต เพิ่มขึ้นจากก่อนที่จะมีการนำกิจกรรมบริหารคุณภาพทั่วทั้งองค์กรมาปฏิบัติ โดยการเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสามารถพิจารณาจำแนกตามกิจกรรมบริหารคุณภาพทั่วทั้งองค์กร

2. จากการปฏิบัติกิจกรรมบริหารคุณภาพทั่วทั้งองค์กร ไม่มีความแตกต่างกัน แสดงว่าคุณลักษณะของโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ 3 ประการ คือ ทุน จดทะเบียน เจ้าของ และผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อการดำเนินกิจกรรมบริหารคุณภาพทั่วทั้งองค์กร ซึ่งไม่ตรงกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ว่า ทุนจดทะเบียน เจ้าของ และผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน มีการดำเนินกิจกรรมการบริหารคุณภาพทั่วทั้งองค์กรแตกต่างกัน

สามารถ จินตพรพิทักษ์ (2539: ก) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ พบว่าทำให้คอนกรีตที่มีความสม่ำเสมอเพื่อขึ้นในด้านกำลังอัดคอนกรีต และทราบถึงผลกระทบของขนาดผลของหิน ขนาดผลของทราย และอัตราส่วนของทรายต่อมวลรวม ต่อกำลังอัดคอนกรีต ซึ่งจากผลสรุปดังกล่าว สามารถนำไปเป็นข้อมูลในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตใหม่ เพื่อให้ได้คุณภาพและราคาที่เหมาะสมยิ่งขึ้นต่อไป

เล็ก นาเงิน (2537: ก) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพในอุตสาหกรรมการผลิตด้วยการลดเวลาสูญเสีย กรณีศึกษา: การผลิตตู้เย็นทำให้ได้ฐานข้อมูลซึ่งแสดงถึงข้อมูลการผลิต และระยะเวลาที่สูญเสียในสายการผลิต โดยแสดงผลบนจอมอนิเตอร์ด้วยระบบโต้ตอบหรือแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ ส่วนการสูญเสียเวลาที่เกิดจากปัจจัยการผลิต ได้แก่ คน เครื่องจักร วัตถุดิบ และการบริหารนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ ได้วิเคราะห์เวลาที่สูญเสียเกิดจากเครื่องจักรมากที่สุด ร้อยละ 5.9 และจากแผนภูมิแกว่งปลาแสดงว่าเครื่องจักรขัดข้อง เนื่องจากไม่เหมาะสมที่จำทำงานติดต่อกันเป็นเวลานาน และปัญหาอันเกิดมาจากระบบเครื่องต้นกำลัง

ดังนั้น ถ้ามีการจัดการที่ลดการสูญเสียจากเครื่องจักรได้ จะทำให้ประสิทธิภาพของการผลิตเพิ่มขึ้น จากร้อยละ 85.9 เป็น ร้อยละ 90.34 และผลผลิตตู้เย็นจะเพิ่มขึ้น 14 ตู้ต่อวันเมื่อทำงาน 8 ชั่วโมง หรือ 18 ตู้ต่อวันเมื่อทำงาน 11 ชั่วโมง

เอกสารการวิจัยต่างประเทศ

K.N. Anand (1993-1994) เป็นงานวิจัยในการหาจุดเหมาะสมในการกลั่น พาราฟินแวก (Parafin Wax) พบว่าการใช้การกลั่นด้วยการควบคุมความดันและอุณหภูมิ ต้องพิจารณาปัจจัย คือ อุณหภูมิในการกลั่นความดันที่ใช้ในการกลั่นและเวลาที่คงค่าความดันไว้ในกระบวนการกลั่น

Bmda S. Cantell and Jose G.Ranirez (1994 , P123-132) เป็นงานวิจัยคุณภาพของโพลีซิลิคอนจะใช้แผ่นเวเฟอร์ (Wafer) จำนวน 50 แผ่น ทำการโด๊ป (Doping) ในอุปกรณ์ LPCVD (Low Pressure Chemical Vapour Deposition) ในการทดลองที่เวเฟอร์ที่ 3 , 23 และ 48 พบว่าปัจจัยที่ใช้ในการทดลองมีอุณหภูมิ ความดัน อัตราการไหลของไนโตรเจน อัตราการไหลของซิลเลน (Silane) เวลาในการทดลอง และการทำความสะอาด LDCVD โดยใช้ความหนาของแผ่นเวเฟอร์และปริมาณเม็ดฝุ่นบนแผ่นเวเฟอร์ เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์

Anuchana Fuang-aram (1990: P30-90) เป็นงานวิจัยคุณภาพของแผ่นยิปซัมของบริษัท สยามไฟเบอร์ซีเมนต์ จำกัด โดยวิจัยเพื่อเลือกกระดาษที่มีคุณภาพไปใช้ในการผลิตพบว่าปัจจัยในการพิจารณา คือ ค่าความชื้นของกระดาษ ตำแหน่งของกระดาษในม้วน สภาพอากาศ คุณสมบัติการดูดน้ำของอากาศ ค่าความแข็งแรงของกระดาษเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ตามหลักการอัตราส่วนชิกเนลทุนอยส์และการออกแบบการทดลอง

สรุปจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจะดำเนินการพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีเพื่อให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ออกมามีคุณภาพมากขึ้น และเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐาน ASTM A123 โดยใช้ตัวอย่าง บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด ซึ่งประกอบกิจการเกี่ยวกับกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน ซึ่งจะดำเนินการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ออกมาคุณภาพมากน้อยเพียงใด แล้วนำมาวิเคราะห์สาเหตุถึงผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพว่าเกิดจากสาเหตุใด แล้วดำเนินการแก้ไขพัฒนา เมื่อพัฒนาแล้วก็จะดำเนินการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้ก่อนพัฒนามกับหลังการพัฒนา โดยใช้วิธีการทางสถิติเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพ การพัฒนากระบวนการผลิต ศึกษาผลกระทบของอินพุตใช้ออกแบบการทดลอง การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ซึ่งผู้วิจัยหวังว่าหลังการพัฒนากระบวนการจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพมากขึ้น และกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนมีคุณภาพมากขึ้นมาก

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัย การพัฒนาคุณภาพกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน ได้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยมีลำดับขั้นตอนดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การกำหนดประชากร และกลุ่มตัวอย่าง
2. การกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. วิธีการทดลอง
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาการพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน ตัวอย่างบริษัท เอื้อวิทยา เครื่องอุปกรณ์ จำกัด ตั้งอยู่เลขที่ 78 หมู่ 15 ถนนร่มเกล้า แขวงแสนแสบ เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร ซึ่งประกอบกิจการผลิตชิ้นส่วนเสาไฟฟ้าแรงสูงพร้อมชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน และรับงานชุบทั่วไป เป็นกรณีศึกษา

การกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือทดลอง กระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน ประกอบด้วย ขั้นตอนการพัฒนาสังกะสีแบบจุ่มร้อน ดังนี้

1.1 ศึกษาปัญหากระบวนการก่อนการพัฒนา มีแผนภูมิกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Flow Process Chart) ดังภาพประกอบ 1 (ขบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน Dry Process) ก่อนการพัฒนา

1.2 วางแผนรวบรวมข้อมูลความหนาของผิวเคลือบสังกะสีก่อนการพัฒนา

ในการรวบรวมข้อมูลนั้นต้องพิจารณาว่าจะนำข้อมูลไปใช้อย่างไร และรวบรวมเท่าไร จึงจะเพียงพอกับความต้องการใช้งาน เนื่องจากข้อมูลที่รวบรวมนี้ต้องนำไปคำนวณค่าทางสถิติ และนำไปใช้เปรียบเทียบกับข้อมูลหลังการพัฒนา ดังนั้น จึงต้องทำการเลือกขนาดตัวอย่างก่อน ซึ่งการเลือกจำนวน (n) สำหรับการประมาณค่าความแตกต่าง ($\mu_1 - \mu_2$) ระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร ภายใต้อาณัติการเคลื่อนที่ยอมรับได้ (H) ด้วยระดับความเชื่อมั่น 1 - α มีสูตรคำนวณ ดังนี้

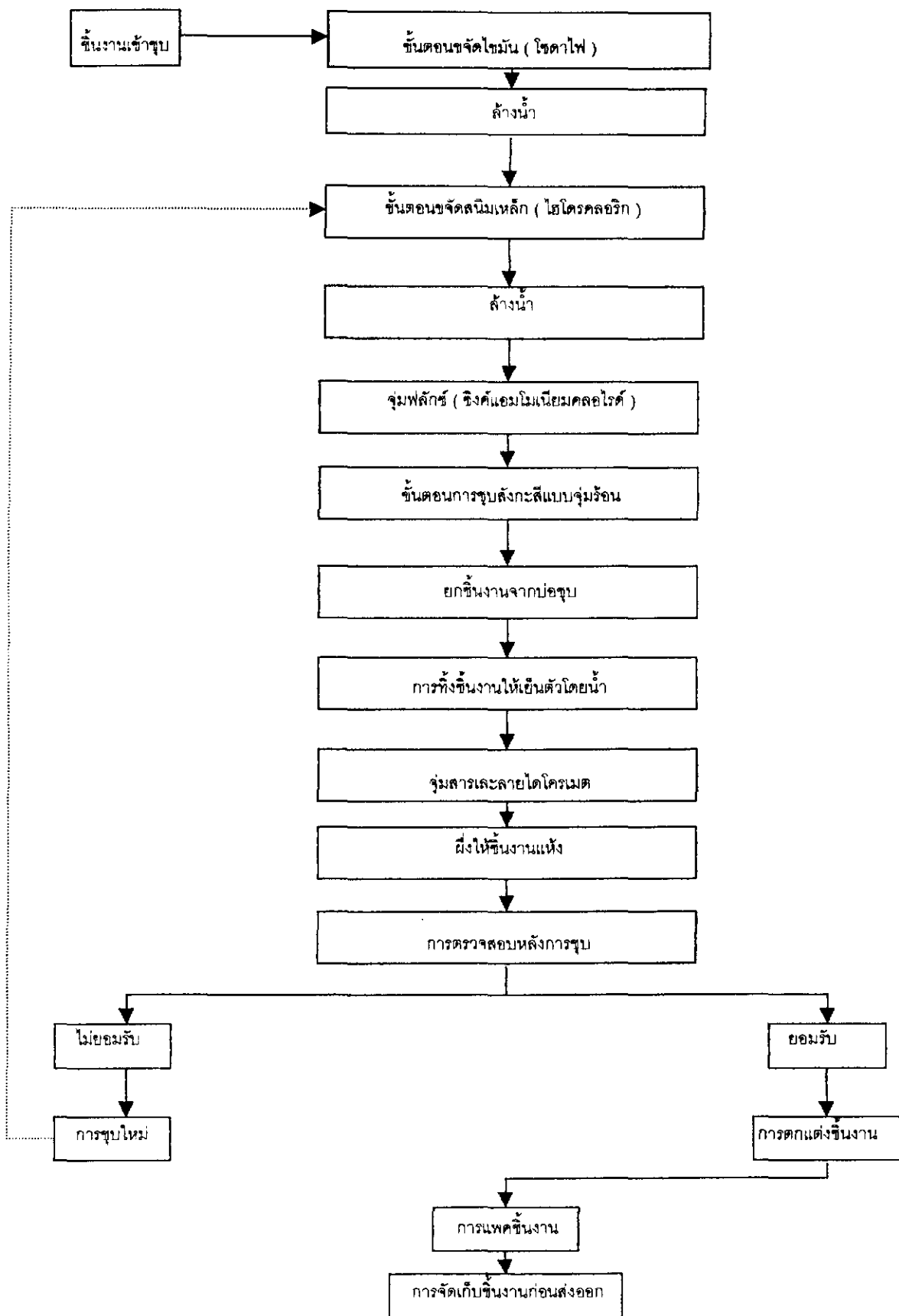
$$n_1 = n_2 = \left(Z \frac{\alpha}{2} / H \right)^2 (\sigma_1^2 + \sigma_2^2)$$

ในการประมาณค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยครั้งนี้ ต้องการให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ประมาณค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยชิ้นงานที่มีความหนาน้อยกว่า 6 mm. ค่าเฉลี่ยไม่

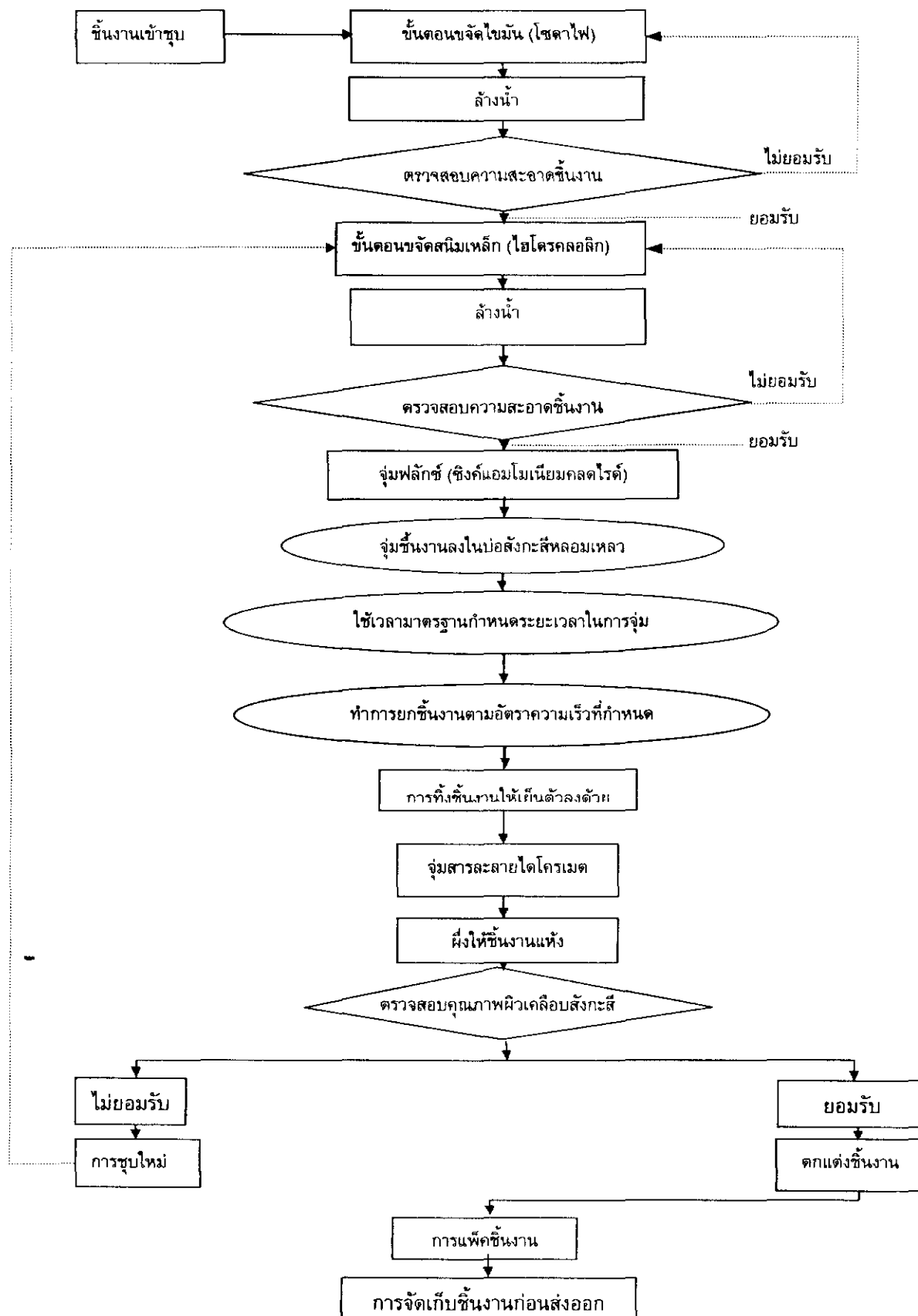
เกิน 91 ± 5 และค่าเฉลี่ยชิ้นงานที่มีความหนาเท่ากับหรือมากกว่า 6 mm. ค่าเฉลี่ยไม่เกิน 110 ± 10 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

1.3 วิเคราะห์สาเหตุทำให้ความหนาของผิวเคลือบสังกะสี มีความผันแปรมาจากการกำหนดวิธีการทางสถิติสำหรับการควบคุมคุณภาพ คือ ความสัมพันธ์กันระหว่างอุณหภูมิ , ระยะเวลาที่ใช้ในการแช่ชิ้นงานในบ่อสังกะสีหลอมเหลว , อัตราความเร็วในการยกชิ้นงานขึ้นจากบ่อ

1.4 ดำเนินการพัฒนาระบบการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน โดยนำเอาสาเหตุของปัญหามาทำการพัฒนา (ดังภาพประกอบ 5)



ภาพประกอบ 4 กระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Dry Process) ก่อนการพัฒนา



ภาพประกอบ 5 กระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Dry Process) ที่คาดว่าจะพัฒนา

1.5 นำร่างกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน มีการพัฒนาแล้วไปเสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประเมินรวมทั้งหมด 3 คน ทางด้านสถิติ ด้านกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน ด้านการตรวจสอบคุณภาพ

โดยเครื่องมือทดลองดังกล่าวจะเป็นรูปแบบของการพัฒนากระบวนการผลิตตามวิชาการในสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ (Industrial Engineering Techniques) ซึ่งใช้เทคนิคการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (Statistic Process Control) หรือเทคนิคการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ (Statistic Quality Control) และการศึกษาเวลา (Time Study) การจัดการทำงาน (Work Measurement) ประกอบด้วย

1. ใบตรวจสอบ (Check Sheet)
2. แบบฟอร์มการจดบันทึกการทดลอง
3. ตารางแจกแจงความถี่
4. ฮิสโตแกรม
5. ค่ามาตรฐานกำหนด มาตรฐาน ASTM A123
6. เครื่องมือวัดความหนาสังกะสี
7. นาฬิกาจับเวลา
8. ใช้โปรแกรมวิเคราะห์สถิติคอมพิวเตอร์

การพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน กรณีศึกษา บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด ดำเนินการดังนี้

1. ทำการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
 - 1.1 บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด
 - 1.2 การชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน
 - 1.3 การพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน
 - 1.4 ประสิทธิภาพของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน
 - 1.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การทวนสอบข้อกำหนดเฉพาะหรือสเปก
3. วัดความหนาผิวเคลือบสังกะสีจากการชักตัวอย่าง
4. การทวนสอบสถานะเสถียรภาพของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน โดยใช้แผนภูมิควบคุม เพื่อพิจารณาว่าข้อมูลที่ได้จากการชักตัวอย่างอยู่ภายใต้การควบคุมเชิงสถิติ สำหรับกำหนดคุณสมบัติในด้านความสามารถการคาดการณ์ได้หรือไม่
5. ทำการประเมินค่ามาตรฐานของสเปก มาตรฐาน ASTM A123
6. การประเมินค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการพร้อมวิเคราะห์สาเหตุของความผันแปร
7. นำปัญหาที่มีความผันแปรมากไปทำการพัฒนา

การออกแบบการทดลอง

ขั้นตอนการออกแบบการทดลองทำได้ดังต่อไปนี้

1. กำหนดกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสังกะสีหลอมเหลว ระยะเวลาในการแช่ชิ้นงาน และอัตราความเร็วในการยกชิ้นงานขึ้นจากบ่อสังกะสีหลอมเหลว ชิ้นงานที่จะนำมาทดลองที่มีขนาดความหนา คือ 4.5 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9 , 10 , 12 , 15 mm.

2. กำหนดอุณหภูมิที่ 465°C ถึง 475°C ที่ใช้ในการทดลอง

3. กำหนดค่าความหนาของผิวเคลือบสังกะสีตามข้อกำหนด ASTM A123

4. การกำหนดแบบฟอร์มการจดบันทึกและเครื่องมือการตรวจวัด เช่น เครื่องวัดความหนาของผิวเคลือบสังกะสี และนาฬิกาจับเวลา

5. กำหนดลำดับการทดลอง คือ

ลำดับที่ 1 การทดลองหาเวลาที่เหมาะสม

ลำดับที่ 2 การวางแผนและรูปแบบการทดลอง

ลำดับที่ 3 การดำเนินการทดลอง

ลำดับที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการทดลอง

1. นำเอาชิ้นงานที่มีความหนาตั้งแต่ 6 มม. ถึง 15 มม. มาทำการทดลองชุบสังกะสีที่อุณหภูมิต่างๆ โดยทดลองแช่ชิ้นงานในบ่อสังกะสีหลอมเหลว และจดบันทึกอุณหภูมิ ระยะเวลาในการแช่ อัตราความเร็วในการยกชิ้นงาน แล้ววัดความหนาผิวเคลือบสังกะสี โดยจะทดลองให้ได้ความหนาผิวเคลือบตามข้อกำหนด

2. จดบันทึกค่าอุณหภูมิ ระยะเวลาในการแช่ชิ้นงานในบ่อสังกะสีหลอมเหลว อัตราความเร็วในการยกชิ้นงานขึ้นจากบ่อสังกะสีหลอมเหลว

3. นำเอาค่าที่ได้จากการบันทึกไปทดลองจับกลุ่มตัวอย่าง คือ การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของชิ้นงานแต่ละขนาด สำหรับชิ้นงานที่มีความหนาน้อยกว่า 6 มม. ค่าเฉลี่ยตามข้อกำหนดเท่ากับ 91 ± 5 ดังนั้นจึงต้องการให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ของการประมาณค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหนาผิวเคลือบสังกะสีไม่เกิน 5 ไมครอน และสำหรับชิ้นงานที่มีความหนามากกว่าหรือเท่ากับ 6 มม. ค่าเฉลี่ยตามข้อกำหนดเท่ากับ 110 ± 10 ไมครอน ดังนั้นจึงต้องการให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ของการประมาณค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหนาผิวเคลือบสังกะสีไม่เกิน 10 ไมครอน ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งจะได้กลุ่มตัวอย่างดังนี้

ที่ความหนาชิ้นงานน้อยกว่า 6 มม. ซึ่งไม่ทราบค่า σ_1 และ σ_2 จึงประมาณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีตัวอย่าง ซึ่งประมาณ 10 ไมครอน จากนั้นทำการแทนค่าเพื่อหาขนาดตัวอย่าง

$$n_1 = n_2 = (1.96/5)^2 (10^2 + 10^2) \\ = 30.42 \text{ ใช้เท่ากับ } 30$$

ที่ความหนาขึ้นงานมากกว่าหรือเท่ากับ 6 มม. ซึ่งไม่ทราบค่า σ_1 และ σ_2 จึงประมาณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีตัวอย่าง ซึ่งประมาณ 20 ไมครอน จากนั้นทำการแทนค่าเพื่อหาขนาดตัวอย่าง

$$n_1 = n_2 = (1.96/10)^2 (20^2 + 20^2) \\ = 30.73 \text{ ใช้เท่ากับ } 30$$

สรุปขนาดกลุ่มตัวอย่างของแต่ละขนาดความหนาขึ้นงานที่นำมาทำการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ กัน ตั้งแต่ 465 °C ถึง 475 °C โดยใช้ (ANOVA) ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน

สรุปกลุ่มตัวอย่างทดลองแต่ละขนาดของความหนาขึ้นงาน

อุณหภูมิ(°C)	ความหนาขึ้นงานที่นำมาชุบสังกะสี (มม.)								
	4.5	5	6	7	8	9	10	12	15
465	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀
466	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀
467	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀
468	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀
469	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀
470	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀
471	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀
472	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀
473	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀
474	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀
475	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀	Xn ₁ n ₃₀

4. นำเอาข้อมูลที่จัดบันทึกจากการทดลองกลุ่มตัวอย่างจัดทำเวลามาตรฐาน ในการแช่ขึ้นงานในบ่อสังกะสีหลอมเหลว และอัตราความเร็วในการยกขึ้นงานขึ้นจากบ่อสังกะสีหลอมเหลว

5. นำเอากระบวนการที่ได้รับการพัฒนาแล้วไปทดลองปฏิบัติจริงเป็นระยะเวลา 1 เดือน โดยใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้ ที่ความหนาขึ้นงานน้อยกว่า 6 มม. ใช้จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 2950 ตัวอย่าง และขนาดขึ้นงานที่มีความหนามากกว่าหรือเท่ากับ 6 มม. ใช้จำนวนตัวอย่างเท่า

กับ 2930 ตัวอย่าง เพื่อทดสอบวัดความหนาผิวเคลือบสังกะสีว่าเป็นไปตามข้อกำหนดหรือไม่ โดยใช้ t-test ในการทดสอบสมมติฐาน

6. เก็บรวบรวมข้อมูลความหนาของผิวเคลือบสังกะสี จากการชักตัวอย่างของกระบวนการที่พัฒนาแล้ว

7. ทำการแก้ไขความสัมพันธ์กันระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลาในการแช่ อัตราความเร็ว โดยดูผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองปฏิบัติ

8. นำเอากระบวนการที่พัฒนาแล้วไปปฏิบัติจริงได้ โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นระยะเวลา 1 เดือน

9. ทวนสอบภาวะเสถียรภาพของกระบวนการที่พัฒนาใหม่ โดยใช้แผนภูมิควบคุมเพื่อพิจารณาว่าข้อมูลจากการพัฒนากระบวนการใหม่อยู่ภายใต้การควบคุมเชิงสถิติ

10. ทำการประเมินค่ามาตรฐานของสเปก

11. ประเมินค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการที่พัฒนาใหม่

12. ทำการเปรียบเทียบค่าทางสถิติก่อนการพัฒนากับหลังการพัฒนาใหม่

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. คุณภาพของชิ้นงานชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนมีผิวเคลือบสังกะสีได้ความหนาสม่ำเสมอ และเป็นไปตามข้อกำหนด มาตรฐาน (ASTM A123 American Society For testing and Materials) ความหนาชิ้นงานที่นำมาทำการชุบสังกะสีหนามากกว่าหรือเท่ากับ 6 มม. ความหนาผิวเคลือบสังกะสีต้องไม่ต่ำกว่า 100 ไมครอน และความหนาชิ้นงานที่นำมาทำการชุบสังกะสีหนาต่ำกว่า 6 มม. ความหนาผิวเคลือบสังกะสีต้องไม่ต่ำกว่า 86 ไมครอน

2. ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน มีค่าเพิ่มขึ้นและอยู่ในระดับความสามารถ

ตาราง 1 ลำดับของความสามารถของกระบวนการต่างค่าดัชนี C_p

ค่าดัชนี C_p	ความสามารถของกระบวนการ
$2.00 \leq C_p$	ดีเลิศ
$1.67 \leq C_p < 2.00$	ดีมาก
$1.33 \leq C_p < 1.67$	ดี
$1.00 \leq C_p < 1.33$	พอใช้
$0.67 \leq C_p < 1.00$	ควรปรับปรุง
$C_p < 0.67$	ต้องปรับปรุง

พัฒนาจาก: กิตติศักดิ์ พลอยพาณิชย์เจริญ.(2546) หน้า 70.

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลตัวอย่างทั้งหมด (สามารถ 2539 : 19)

$$\text{สูตร } \bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} \quad \text{โดยที่ } x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n$$

2. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation , SD) (สามารถ 2539 : 19)

$$SD = \left(\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n - 1} \right)^{1/2}$$

3. สัมประสิทธิ์ความผันแปร (Coefficient of variation , %V) (สามารถ 2539 : 19)

$$\%V = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100$$

4. ค่าพิสัย (Range , R)

$$\text{สูตร } R = \text{ค่าของข้อมูลสูงสุด (} X_{\text{MAX}} \text{)} - \text{ค่าของข้อมูลต่ำสุด (} X_{\text{MIN}} \text{)}$$

5. ค่าความสามารถของกระบวนการผลิต (Process capability) (สามารถ จินดาพรพิทักษ์ 2539 : 19)

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6SD}$$

6. ค่าดัชนีความสามารถในการผลิต (สามารถ จินดาพรพิทักษ์ 2539 : 19)

$$\text{ด้านบนอย่างเดียว} \quad C_p = \frac{USL - \bar{X}}{3SD}$$

$$\text{ด้านล่างอย่างเดียว} \quad C_p = \frac{\bar{X} - LSL}{3SD}$$

7. การวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variance (ANOVA)

8. การทดสอบสมมติฐาน ใช้ t-test (บุญชม ศรีสะอาด 2541 : 222) คำนวณหาจากสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left(\frac{(N_1 - 1)S_1^2 + (N_2 - 1)S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right) \left(\frac{N_1 + N_2}{N_1 N_2} \right)}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติจะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติจากการแจกแจงแบบ t เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

$\bar{x}_1, \bar{x}_2$ แทน ค่าสถิติจะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติจากการแจกแจงแบบ t เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

S_1^2, S_2^2 แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มตัวอย่างที่ 2

N_1, N_2 แทน สมาชิกในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน กรณีศึกษา บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปโภค จำกัด ได้นำเสนอเป็นลำดับต่อไปนี้

1. การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นไปตามลำดับ ดังนี้

1. ผลค่าสถิติจากการวัดค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีหลังการพัฒนา หน่วยวัดเป็นไมครอน (ของชิ้นงานที่มีความหนาน้อยกว่า 6 มม.) ค่าที่กำหนดการยอมรับ 91 ± 5 ไมครอน
2. ผลค่าสถิติการวัดค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีหลังการพัฒนา หน่วยวัดเป็นไมครอน (ของชิ้นงานที่มีความหนาเท่ากับหรือมากกว่า 6 มม.) ค่าที่กำหนดการยอมรับ 110 ± 10 ไมครอน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นไปตามลำดับดังนี้

1. ผลวิเคราะห์ข้อมูล ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีหลังการพัฒนา ของชิ้นงานที่มีความหนาชิ้นงานน้อยกว่า 6 มม. ค่าที่กำหนดการยอมรับ 91 ± 5 ไมครอน
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีหลังการพัฒนา ของชิ้นงานที่มีความหนาชิ้นงานเท่ากับหรือมากกว่า 6 มม. ค่าที่กำหนดการยอมรับ 100 ± 10 ไมครอน

ตาราง 4 ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีสะสมรวมของชิ้นงานที่มีความหนาน้อยกว่า 6 มม. หลังการพัฒนา

ความหนา ผิวเคลือบสังกะสี (ไมครอน)	อุณหภูมิ °C											รวม
	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	
	จำนวนชิ้นงานที่ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน											
86	7	19	13	17	29	14	12	16	8	8	10	153
87	32	40	58	35	25	21	22	17	16	10	5	281
88	33	31	15	46	38	34	32	39	39	15	24	346
89	23	34	38	45	32	41	43	42	34	24	34	390
90	40	12	8	27	29	31	35	22	29	28	39	300
91	1	1	4	21	18	14	12	25	23	28	22	169
92	16	8	10	20	11	30	33	32	45	46	57	308
93	16	8	22	15	21	22	25	28	35	39	35	266
94	32	49	26	19	38	23	26	17	20	28	16	294
95	52	54	66	11	16	21	15	17	15	22	17	306
96	18	12	8	12	11	17	13	13	4	20	9	137
	270	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	2950

ตาราง 5 ผลค่าสถิติการวัดค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีหลังการพัฒนา หน่วยวัดเป็นไมครอน (ของชิ้นงานที่มีความหนาน้อยกว่า 6 มม.) ค่าที่กำหนดการยอมรับ 91 ± 5 ไมครอน

ค่าทางสถิติ	หลังการพัฒนา
1.จำนวนข้อมูล n (ชิ้น)	2950
2.ค่าเฉลี่ยความหนาผิวเคลือบสังกะสี $\bar{x}$ (ไมครอน)	90.87
3.ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานความหนาผิวเคลือบสังกะสี SD (ไมครอน)	2.96
4.ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน % v	3.25
5.ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน C_p	0.56
6.โอกาสที่ความหนาผิวเคลือบสังกะสีไม่ได้ตามข้อกำหนด %	40.24

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลหลังการพัฒนามีค่าเฉลี่ยเข้าใกล้ค่าเฉลี่ยของข้อกำหนดและมีค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีอยู่ในข้อกำหนดและมีความแปรปรวนของความหนาผิวเคลือบน้อยกว่าก่อนการพัฒนาดีกว่าก่อนการพัฒนา

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบค่าทางสถิติการวัดค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีก่อนการพัฒนา กับหลังการพัฒนา หน่วยวัดเป็นไมครอน (ของชิ้นงานที่มีความหนาน้อยกว่า 6 มม.) ค่าที่กำหนดการยอมรับ 91 ± 5 ไมครอน ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 465°C ถึง 475°C

ค่าทางสถิติ	ก่อนการพัฒนา	หลังการพัฒนา
1.จำนวนข้อมูล n (ชิ้น)	2950	2950
2.ค่าเฉลี่ยความหนาผิวเคลือบสังกะสี $\bar{x}$ (ไมครอน)	112.97	90.87
3.ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานความหนาผิวเคลือบสังกะสี SD (ไมครอน)	18.96	2.96
4.ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน % v	16.78	3.25
5.ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน C_p	0.10	0.56
6.โอกาสที่ความหนาผิวเคลือบสังกะสีไม่ได้ตามข้อกำหนด %	79.40	40.24

ผลจากตาราง 6 พบว่าค่า $\bar{x}$ ก่อนการพัฒนา = 112.97 ไมครอน ซึ่งเกินกว่าค่ากำหนดการยอมรับ 91 ± 5 ส่วนหลังการพัฒนาได้ค่าเฉลี่ย $\bar{x} = 90.87$ ไมครอน ซึ่งทำให้ค่าความหนาผิวเคลือบไม่เกินค่ากำหนดการยอมรับมากกว่าก่อนการพัฒนา ค่า SD ก่อนการพัฒนา = 18.96 ไมครอน หลังการพัฒนาค่า SD = 2.96 ไมครอน ลดลงจากก่อนการพัฒนาร้อยละ 84.37 ซึ่งทำให้ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีมีค่าสม่ำเสมอมากขึ้น ค่า V ก่อนการพัฒนา = 16.78 หลังการพัฒนา = 3.25 ลดลงจากก่อนการพัฒนาร้อยละ 80.63 ค่า C_p ก่อนการพัฒนา = 0.10 หลังการพัฒนา = 0.56 มีค่ามากกว่าเดิมถึง 0.46 แสดงว่ากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนหลังการพัฒนามีขีดความสามารถมากขึ้น ค่าโอกาสที่ผิวเคลือบสังกะสีไม่ได้ตามข้อกำหนดก่อนการพัฒนาร้อยละ 79.4 หลังการพัฒนาร้อยละ 40.24 ซึ่งลดลงจากก่อนการพัฒนาถึงร้อยละ 49.32 แสดงว่าการพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนได้ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีได้มาตรฐาน ASTM A123 และค่าความหนาที่ได้เป็นไปตามข้อกำหนดการยอมรับผิวเคลือบมีความสม่ำเสมอมากขึ้น

การทดสอบสมมติ ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีที่มีความหนาชิ้นงานน้อยกว่า 6 มม. หลังการพัฒนา (ข้อมูลจากตาราง 4) เทียบกับค่าเกณฑ์การยอมรับ 91 ± 5 ที่ความหนาของชิ้นงาน 4.5 มม. และ 5 มม. ที่อุณหภูมิต่างๆ กัน (แสดงผลที่ได้ในตาราง 7)

1. ตั้งสมมติฐานและระดับนัยสำคัญ

$$H_0 = \mu = \mu_0 \quad (= 91)$$

$$H_1 = \mu \neq \mu_0 \quad (\alpha = 0.05)$$

2. ตัวสถิติ

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i$$

$$S^2 = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{S^2}{n-1}}$$

$$t_0 = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$$

3. การทดสอบ

หาค่าของ $t (n-1, \alpha)$ จากตารางแจกแจงที

ถ้า $|t_0| \geq t (n-1, \alpha)$ ปฏิเสธ H_0

ถ้า $|t_0| < t (n-1, \alpha)$ ยอมรับ H_0

4. การประมาณค่า

$$\mu = \bar{x}$$

$$\mu = \bar{x} \pm t (n-1, \alpha) \frac{s}{\sqrt{n}}$$

5. ค่า t ที่ได้จากตาราง = ± 1.960

ตาราง 7 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) , ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) , ค่าการทดสอบสมมติฐาน (t_0) , เวลามาตรฐาน (T) ที่ขึ้นงานความหนาแน่นน้อยกว่า 6 มม. อัตราความเร็วในการยกขึ้นงาน 1.5 เมตรต่อนาที ค่าการประมาณ (μ_0) ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 465 °C – 475 °C

อุณหภูมิ °C	ความหนาแน่นงาน									
	4.5 มม.					5 มม.				
	T	$\bar{x}$	SD	t_0	μ_0	T	$\bar{x}$	SD	t_0	μ_0
465	110	91.39	2.986	1.493	± 0.51	110	91.31	3.365	1.070	± 0.51
466	110	90.93	3.465	-0.248	± 0.59	110	91.22	3.424	0.729	± 0.58
467	110	91.08	3.390	0.279	± 0.58	110	90.99	3.450	-0.025	± 0.59
468	100	89.96	2.994	-4.023*	± 0.51	100	90.04	2.535	-4.380*	± 0.43
469	100	90.13	3.068	-3.254*	± 0.52	100	90.63	3.007	-1.431	± 0.51
470	100	90.75	3.026	-0.939	± 0.51	100	90.82	2.777	-0.744	± 0.47
471	90	90.59	2.757	-1.717	± 0.47	100	90.67	3.007	-1.259	± 0.51
472	90	91.16	2.935	0.645	± 0.50	90	90.10	2.503	-4.160*	± 0.43
473	90	90.49	2.470	-2.369*	± 0.42	90	91.04	2.481	0.173	± 0.42
474	90	90.80	2.673	-0.869	± 0.45	90	92.66	2.106	9.073*	± 0.36
475	90	91.17	2.333	0.849	± 0.40	90	91.12	2.480	0.555	± 0.42

จากตาราง 7 จะพบว่าค่า T คือเวลามาตรฐานที่ใช้ในการแช่ขึ้นงานซึ่งอยู่ในตา (ภาคผนวก จ) ส่วนค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีที่นำมาคำนวณมาจากตาราง 4 ผลที่ได้คือที่ความหนาขึ้นงาน 4.5 ค่า t ที่คำนวณได้ที่มีค่าน้อยกว่าค่า t จากตารางที่ (1.960) คือ ที่อุณหภูมิ 465 °C , 467 °C , 472 °C , 475 °C แสดงว่าค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีไม่มีความแตกต่างกับค่าเฉลี่ยเกณฑ์การยอมรับเท่ากับ 91 ไมครอน ส่วนค่า t ที่คำนวณได้ที่มีค่ามากกว่าค่า t จากตารางที่ (- 1.960) ที่อุณหภูมิ 466 °C , 470 °C , 471 °C , 474 °C แสดงว่าค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีไม่มีความแตกต่างกับค่าเกณฑ์การยอมรับเท่ากับ 91 ไมครอน ส่วนค่า t ที่คำนวณได้ที่มีค่าน้อยกว่า t จากตารางที่ (- 1.960) ที่อุณหภูมิ 468 °C , 469 °C , 473 °C แสดงว่าค่าความหนาผิวเคลือบมีความแตกต่างกับค่าเฉลี่ยเกณฑ์การยอมรับเท่ากับ 91 ไมครอน อย่างมีนัยสำคัญร้อยละ 5 สรุปว่าการพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนขึ้นงานที่มีความหนา 4.5 มม.ได้ค่าความหนาผิวเคลือบที่อยู่ในเกณฑ์กำหนด 91 ± 5 ไมครอน มีระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 มีระดับนัยสำคัญร้อยละ 5 มีค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ และค่า μ_0 ได้ค่ามาตรฐาน ASTM A123 และอยู่ในเกณฑ์ข้อกำหนด 91 ± 5 ไมครอน

ส่วนความหนาชิ้นงานที่ 5 มม. ค่า t ที่คำนวณได้ ที่มีค่า t น้อยกว่าค่า t จากตารางที่ (1.960) คืออุณหภูมิ 465 ° C , 466 ° C , 473 ° C , 475 ° C แสดงว่าค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีไม่มีความแตกต่างกันกับค่าเกณฑ์การยอมรับ 91 ไมครอน ส่วนที่อุณหภูมิ 474 ° C มีค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า t จากตารางที่ 1.960 แสดงว่าค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีมีความแตกต่างกันกับค่าเกณฑ์การยอมรับ 91 ไมครอน ส่วนค่า t ที่ได้จากการคำนวณที่มีค่าน้อยกว่าค่า t จากตารางที่ (-1.960) คือ 468 ° C , 472 ° C แสดงว่าค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีมีความแตกต่างกันกับค่าเฉลี่ยมาตรฐานกำหนดการยอมรับ 91 ไมครอน สรุปว่าการพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนที่ระดับนัยสำคัญร้อยละ 5 เชื่อมั่นได้ว่าการพัฒนากระบวนการมีผลต่อความหนาผิวเคลือบสังกะสีที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพราะค่า $\bar{x}$ รวมกับค่า μ_0 ยังได้ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีอยู่ในเกณฑ์ข้อกำหนด 91 ± 5 ไมครอน

การทดสอบสมมติฐาน ของค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีที่ความหนาชิ้นงานน้อยกว่า 6 มม. ที่ค่าเกณฑ์การยอมรับ 91 ± 5 ไมครอน ระหว่างก่อนการพัฒนากับหลังการพัฒนามีค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีแตกต่างกันหรือไม่

กำหนด สมมติฐาน (ที่ความแปรปรวนต่างกัน)

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 = \mu_1 \neq \mu_2 \quad (\alpha = 0.05)$$

ข้อมูลจากตาราง 6 จะได้ค่าสถิติที่จะใช้นำมาทดสอบสมมติฐาน ดังนี้

ค่าสถิติ	ก่อนการพัฒนา	หลังการพัฒนา
ค่าเฉลี่ย (ไมครอน)	$\bar{x}_1 = 112.97$	$\bar{x}_2 = 90.87$
ค่าความแปรปรวน (ไมครอน)	$S_1^2 = 359.48$	$S_2^2 = 8.76$
จำนวนชิ้นงาน (ชิ้น)	$N_1 = 2950$	$N_2 = 2950$

$$\text{จากสูตร } t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

ค่า t ทำการคำนวณได้ $t = 62.430$ ค่าที่จากการเปิดตาราง (ภาคผนวก ข)
ได้ค่า t ที่ $\alpha = 0.05$ เท่ากับ 1.960



แสดงว่าค่า t ที่คำนวณได้เท่ากับ 62.430 จึงมากกว่า ค่า t จากตาราง (ภาคผนวก ข) คือ 1.960 จึงหมายความว่า ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีก่อนการพัฒนาระบบการชุบสังกะสีมีความแปรปรวนมากกว่าหลังการพัฒนาระบบการชุบสังกะสีที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และที่ระดับนัยสำคัญร้อยละ 5 การประมาณค่าได้ค่าเฉลี่ยและค่าเกณฑ์การยอมรับที่ 90.81 ± 2.25 ไมครอน จึงได้ค่าที่อยู่ในเกณฑ์การยอมรับ การพัฒนาระบบการชุบสังกะสีทำให้ได้ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดการยอมรับและดีกว่าก่อนการพัฒนาเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยก่อนการพัฒนาเท่ากับ 112.97 ไมครอน

ตาราง 8 ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีสะสมของความหนาชิ้นงาน 6 มม. ที่อุณหภูมิต่างๆ กัน
(อัตราความเร็วในการยกชิ้นงาน 1.5 เมตรต่อนาที)

[illegible]

ตาราง 9 ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีสะสม ของความหนาชิ้นงาน 7 มม. มีอุณหภูมิต่างๆ กัน (อัตราความเร็วในการยกชิ้นงาน 1.5 เมตรต่อนาที)

[illegible]

ตาราง 11 ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีสะสม ของความหนาชิ้นงาน 9 มม. ที่อุณหภูมิต่างๆ กัน
(อัตราความเร็วในการยกชิ้นงาน 1.5 เมตรต่ออนาที)

[illegible]

ตาราง 12 ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีสะสม ของความหนาชิ้นงาน 10 มม. ที่อุณหภูมิต่างๆ
กัน (อัตราความเร็วในการยกชิ้นงาน 1.5 เมตรต่อนาที)

[illegible]

ตาราง 13 ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีสะสม ของความหนาชิ้นงาน 12 มม. ที่อุณหภูมิต่างๆ
กัน (อัตราความเร็วในการยกชิ้นงาน 1.5 เมตรต่อนาที)

[illegible]

ตาราง 15 ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีสะสมรวมของชิ้นงานที่มีความหนามากกว่าหรือเท่ากับ 6 มม. หลังการพัฒนา

[illegible]

การพัฒนาร้อยละ 55.60 หลังการพัฒนาร้อยละ 49.20 ซึ่งลดลงจากก่อนการพัฒนาถึงร้อยละ 11.51 แสดงว่าการพัฒนากระบวนการซุ้สึงกะสีแบบจุ่มร้อนได้ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีได้มาตรฐาน ASTM A123 และค่าความหนาที่ได้เป็นไปตามข้อกำหนดการยอมรับผิวเคลือบมีความสม่ำเสมอมากขึ้น

การทดสอบสมมติฐาน ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีที่ความหนาชิ้นงานมากกว่าหรือเท่ากับ 6 มม. หลังการพัฒนา (ข้อมูลจากตารางที่ 15) เทียบกับค่าเกณฑ์การยอมรับ 110 ± 10 มี ความหนาของชิ้นงานตั้งแต่ 6 มม. ถึง 15 มม. ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน (แสดงผลในตาราง 18)

1. ตั้งสมมติฐานและระดับนัยสำคัญ

$$H_0 = \mu = \mu_0 (= \mu_0)$$

$$H_1 = \mu \neq \mu_0 (\alpha 0.05)$$

2. คำนวณสถิติ

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i$$

$$S = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{S}{n-1}}$$

$$t_0 = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$$

3. การทดสอบ

หาค่าของ $t (n-1, \alpha)$ จากตารางแจกแจงที

ถ้า $|t_0| \geq t (n-1, \alpha)$ ปฏิเสธ H_0

ถ้า $|t_0| < t (n-1, \alpha)$ ยอมรับ H_0

4. การประมาณค่า

$$\mu = \bar{x}$$

$$\mu = \bar{x} \pm t (n-1, \alpha) \frac{s}{\sqrt{n}}$$

5. ค่า t ที่ได้จากตาราง = ± 1.958

$$\text{จากสูตร } t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

ตาราง 18 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) , ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) , ค่าทดสอบสมมติฐาน (t_0) ค่าเวลามาตรฐาน (T) , ค่าเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน (μ_0) , อัตราความเร็วในการยก ชี้นงาน 1.5 เมตรต่อหน้าที่ ที่ชี้นงานความหนามากกว่าหรือเท่ากับ 6 มม. ที่อุณหภูมิ ตั้งแต่ 465°C - 475°C

อุณหภูมิ °C	ความหนาชี้นงาน									
	6 มม.					7 มม.				
	T	$\bar{x}$	SD	t_0	μ_0	T	$\bar{x}$	SD	t_0	μ_0
465	110	106.49	1.879	-11.522	± 0.56	120	116.13	2.784	13.567	± 0.84
466	110	106.11	2.125	-11.149	± 0.68	120	116.37	2.785	13.907	± 0.90
467	110	106.16	3.013	-7.756	± 0.97	120	116.32	3.070	12.5130	± 0.99
468	110	105.87	3.019	-8.324	± 0.97	120	116.05	3.128	11.769	± 1.01
469	100	106.95	2.051	-9.052	± 0.66	100	116.34	2.420	15.941	± 0.78
470	100	107.37	2.032	-7.879	± 0.65	110	116.61	2.540	15.821	± 0.82
471	100	107.18	1.819	-9.417	± 0.59	110	114.55	2.899	9.552	± 0.93
472	100	106.71	1.669	-11.991	± 0.54	110	115.34	3.319	9.791	± 1.07
473	90	106.32	2.153	-10.467	± 0.69	100	115.26	2.872	11.148	± 0.92
474	90	106.45	1.901	-11.365	± 0.61	100	115.00	2.714	11.204	± 0.87
475	90	106.42	2.290	-9.507	± 0.71	100	115.37	2.310	14.134	± 0.14

อุณหภูมิ °C	ความหนาชิ้นงาน									
	8 มม.					9 มม.				
	T	$\bar{x}$	SD	t_0	μ_0	T	$\bar{x}$	SD	t_0	μ_0
465	130	116.21	3.090	12.379	± 0.93	140	116.03	2.787	13.327	± 0.84
466	130	115.87	2.993	11.928	± 0.96	140	116.82	2.349	17.648	± 0.76
467	130	116.13	2.774	13.447	± 0.89	140	115.66	2.803	12.278	± 0.90
468	120	115.95	3.069	11.788	± 0.99	130	115.45	2.881	11.501	± 0.93
469	120	115.87	2.966	12.034	± 0.95	130	116.29	2.837	13.486	± 0.91
470	120	115.45	2.980	11.120	± 0.96	130	115.29	2.846	11.305	± 0.92
471	110	115.76	2.842	12.336	± 0.91	120	115.32	2.706	11.950	± 0.87
472	110	115.34	2.967	10.951	± 0.96	130	117.29	2.101	21.000	± 0.68
473	110	115.47	2.149	15.494	± 0.69	120	115.47	2.303	14.460	± 0.74
474	100	115.95	2.350	15.393	± 0.76	110	120	0	0	0
475	100	117.32	2.116	21.026	± 0.68	110	117.63	1.615	28.649	± 0.52

อุณหภูมิ °C	ความหนาชิ้นงาน									
	10 มม.					12 มม.				
	T	$\bar{x}$	SD	t_0	μ_0	T	$\bar{x}$	SD	t_0	μ_0
465	150	115.79	2.567	13.721	± 0.83	160	116.24	3.004	12.630	± 0.97
466	150	115.26	3.067	10.440	± 0.99	160	115.34	2.568	12.655	± 0.83
467	150	115.16	2.368	13.250	± 0.76	160	115.76	2.728	12.849	± 0.88
468	140	115.87	2.525	14.135	± 0.81	150	115.32	2.607	12.404	± 0.84
469	140	116.21	2.202	17.153	± 0.71	150	115.0	3.692	8.238	± 1.19
470	140	115.08	2.887	10.700	± 0.93	150	115.11	2.770	11.211	± 0.89
471	140	115.71	2.235	15.542	± 0.72	140	115.50	2.583	12.953	± 0.83
472	130	115.53	3.662	9.181	± 1.18	140	116.05	2.449	15.034	± 0.79
473	130	115.79	3.019	11.665	± 0.97	140	115.53	2.425	13.862	± 0.78
474	120	116.34	2.365	16.311	± 0.76	130	115.76	2.476	14.161	± 0.80
475	120	115.32	2.801	11.542	± 0.90	130	116.45	2.173	18.050	± 0.70

อุณหภูมิ °C	ความหนาชิ้นงาน				
	15 มม.				
	T	$\bar{x}$	SD	t_0	μ_0
465	180	115.87	3.010	11.858	± 0.97
466	180	115.66	2.688	12.804	± 0.87
467	180	114.84	2.768	10.642	± 0.89
468	170	115.37	2.253	14.496	± 0.73
469	170	116.16	2.925	12.807	± 0.94
470	170	115.87	3.238	11.025	± 1.04
471	160	115.55	2.510	13.457	± 0.81
472	160	114.45	2.457	11.010	± 0.79
473	160	114.84	2.423	12.157	± 0.78
474	150	116.61	2.768	14.517	± 0.89
475	150	115.50	2.779	12.038	± 0.89

จากตาราง 18 จะพบว่าค่า T คือเวลามาตรฐานที่ใช้ในการแช่ชิ้นงานซึ่งอยู่ในตาราง (ภาคผนวก จ) ส่วนค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีที่นำมาคำนวณมาจากตาราง 14 ผลที่ได้คือที่ความหนาชิ้นงาน 6 มม. ถึง 15 มม. ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 465°C – 475 °C ที่ระดับนัยสำคัญร้อยละ 5 เชื่อได้ว่าการพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีมีผลต่อค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสี ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ และค่า μ_0 ได้ตามมาตรฐาน ASTM A123 และอยู่ในค่าตามเกณฑ์ข้อกำหนดการยอมรับเท่ากับ 110 ± 10 ไมครอน

การทดสอบสมมติฐาน ของความหนาผิวเคลือบสังกะสีที่ความหนาชิ้นงานมากกว่าหรือเท่ากับ 6 ที่ค่าเกณฑ์การยอมรับ 110 ± 10 ระหว่างก่อนการพัฒนากับหลังการพัฒนามีค่าความหนาผิวเคลือบแตกต่างกันหรือไม่

กำหนด สมมติฐาน

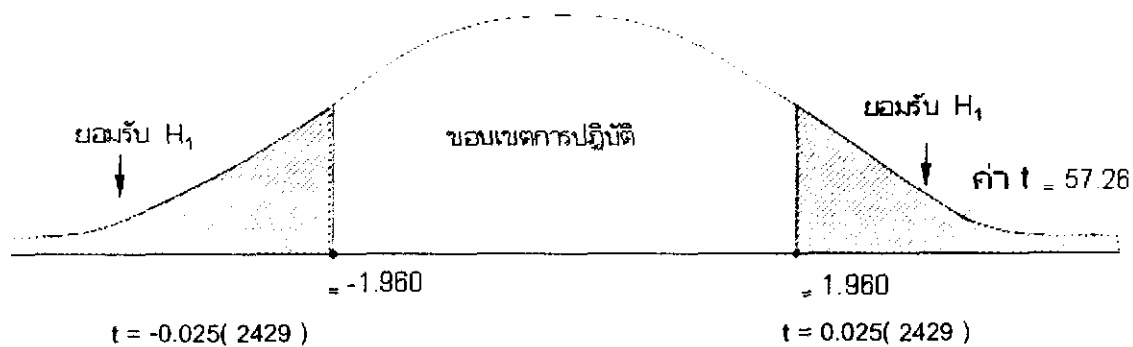
$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 = \mu_1 \neq \mu_2 \quad (\alpha = 0.05)$$

ข้อมูลจากตาราง 17 จะได้ค่าสถิติที่จะใช้นำมาทดสอบสมมติฐาน ดังนี้

ค่าสถิติ	ก่อนการพัฒนา	หลังการพัฒนา
ค่าเฉลี่ย (ไมครอน)	$\bar{x}_1 = 117.73$	$\bar{x}_2 = 114.50$
ค่าความแปรปรวน (ไมครอน)	$S_1^2 = 282.24$	$S_2^2 = 18.06$
จำนวนชิ้นงาน (ชิ้น)	$N_1 = 2930$	$N_2 = 2930$

ค่า t จากการคำนวณได้ $t = 57.26$ ค่าที่เปิดตาราง ค่า t (ภาคผนวก ข) ได้ค่า t ที่ $\alpha, \alpha = 0.05$ เท่ากับ 1.960



แสดงว่าค่า t ที่คำนวณได้เท่ากับ 57.26 ซึ่งมากกว่าค่า t จากตาราง (ภาคผนวก ข) คือ 1.960 ซึ่งหมายความว่าค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีก่อนการพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และที่ระดับนัยสำคัญร้อยละ 5 การประมาณค่าได้ค่าเฉลี่ยและเกณฑ์การยอมรับที่ 114.50 ± 2.07 ไมครอน ซึ่งได้ตามที่อยู่ในเกณฑ์การยอมรับ การพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีทำให้ได้ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีอยู่ในเกณฑ์ค่าที่กำหนดการยอมรับดีกว่าก่อนการพัฒนาเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยก่อนการพัฒนาซึ่งเท่ากับ 117.7 ไมครอน

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน กรณีศึกษา บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด มีผลสรุปการอภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน ได้ชิ้นงานที่มีความหนาผิวเคลือบสังกะสีที่มีความสม่ำเสมอตามมาตรฐาน ASTM A123 และได้ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนเพิ่มขึ้น

วิธีการดำเนินการทดลอง

การศึกษาค้นคว้ามุ่งศึกษา หาเวลาที่ใช้ในการแช่ชิ้นงาน อัตราความเร็วที่ใช้ในการยกชิ้นงาน ที่ความหนาชิ้นงานน้อยกว่า 6 มม. และ มากกว่าหรือเท่ากับ 6 มม. ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 465°C ถึง 475°C และได้ผลลัพธ์ความหนาผิวเคลือบสังกะสีตามเกณฑ์ข้อกำหนดการยอมรับโดยแบ่งการดำเนินการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 นำเอาชิ้นงานที่มีความหนาตั้งแต่ 4.5 ถึง 15 มม. ทำการแช่ชิ้นงานที่อุณหภูมิตั้งแต่ 465° C ถึง 475° C ทำการจดบันทึกเวลาที่ใช้ในการแช่ชิ้นงานที่ได้ความหนาตามเกณฑ์ข้อกำหนดการยอมรับโดยทำการทดลองแช่ให้ได้ชิ้นงานที่ได้ความหนาผิวเคลือบตามเกณฑ์ข้อกำหนดจำนวน 2970 ตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 2 จัดทำตารางเวลามาตรฐานในการแช่ชิ้นงานที่ความหนาชิ้นงานตั้งแต่ 4.5 ถึง 15 มม. ของแต่ละอุณหภูมิ อัตราที่ใช้ในการยกชิ้นงาน นำเอาไปปฏิบัติจริง โดยทดลองกับชิ้นงานที่มีความหนาชิ้นงานที่มีความหนาน้อยกว่า 6 มม. จำนวน 2950 ตัวอย่าง และ ที่ชิ้นงานหนามากกว่าหรือเท่ากับ 6 มม.จำนวน 2930 ตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ใบจดบันทึก (Check Sheet)
2. เครื่องวัดความหนาสังกะสี
3. นาฬิกาจับเวลา และวัดอัตราความเร็วในการยกชิ้นงาน

3. นาฬิกาจับเวลา และวัดอัตราความเร็วในการยกชิ้นงาน
4. โรงชุบสังกะสี บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด
5. ชิ้นงานจริงที่ทำการทดลอง ความหนาตั้งแต่ 4.5 มม. ถึง 15 มม.

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ใช้วิธีทางสถิติดังนี้

1. ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร ค่ากาสมมติฐาน การวิเคราะห์การแปรปรวน เพื่อแสดงค่าผลการทดลอง การพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน ได้ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีที่สม่ำเสมอมากขึ้น และอยู่ในเกณฑ์ข้อกำหนดยอมรับ ตามข้อกำหนดคุณภาพมาตรฐาน ASTM A123
2. ค่าดัชนีความสามารถในการผลิต เพื่อหาดัชนีวัดแสดงผลการเปรียบเทียบขีดความสามารถของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน ก่อนการพัฒนากับหลังการพัฒนา

การสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน ประกอบขึ้นตอนต่างๆ คือ 1.การกำจัดคราบไขมัน 2.ล้างน้ำ 3.การกำจัดคราบสนิมและการกระตุ้นผิว 4.ล้างน้ำ 5.จุ่มน้ำยาประสานฟลักซ์ 6.ทำการกลวไนซ์ 7.จุ่มน้ำระบายความร้อน 8.ตรวจสอบคุณภาพ 9.ตกแต่งและบรรจุ โดยวิธีการหาเวลามาตรฐานที่ใช้ในการแช่ชิ้นงานในขณะที่ทำการกลวไนซ์ ทำให้ได้ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสี ที่มีค่าสม่ำเสมอและเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐาน ASTM A123 และเกณฑ์ข้อกำหนดการยอมรับดังนี้

1.ด้านคุณภาพการพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนประกอบกับการทดลองแช่ชิ้นงานเพื่อหาเวลาแช่ชิ้นงานที่ในขณะที่ทำกลวไนซ์ให้ได้ความหนาผิวเคลือบเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM A123 ข้อกำหนดชิ้นงานที่มีความหนาน้อยกว่า 6 มม. ความหนาผิวเคลือบเท่ากับ 91 ± 5 และชิ้นงานที่มีความหนามากกว่าหรือเท่ากับ 6 มม. ความหนาผิวเคลือบสังกะสีเท่ากับ 110 ± 10 ด้านคุณภาพผิวเคลือบสังกะสีมีความหนาชิ้นงานน้อยกว่า 6 มม. ผลที่ได้อยู่ในข้อกำหนดการยอมรับ ($\bar{x} = 90.81 \pm 2.25$ ไมครอน) ค่าผิวเคลือบสังกะสีมีความสม่ำเสมอมากขึ้น ($SD = 2.96$ ไมครอน) ส่วนชิ้นงานที่มีความหนามากกว่าหรือเท่ากับ 6 มม. ผลที่ได้อยู่ในข้อกำหนดการยอมรับ ($\bar{x} = 114.5 \pm 2.07$ ไมครอน) ค่าผิวเคลือบสังกะสีมีค่าสม่ำเสมอมากขึ้น ($SD = 4.25$ ไมครอน)

2.ด้านค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนความหนาชิ้นงานน้อยกว่า 6 มม. มีค่าเพิ่มขึ้น ($C_p = 0.56$) ค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนความหนามากกว่าหรือเท่ากับ 6 มม.มีค่าเพิ่มขึ้น ($C_p = 0.40$)

การอภิปรายผล

จากผลค่าทางสถิติที่ได้จะพบว่าการพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนดีขึ้นกว่าเดิมเพราะค่าเฉลี่ยความหนาผิวเคลือบสังกะสีเข้าใกล้ค่าเฉลี่ยของมาตรฐานการยอมรับมากขึ้นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าน้อยลงแสดงว่าการกระจายของค่าความหนาผิวเคลือบมีการกระจายน้อยลงจากผลที่ได้

1.ด้านคุณภาพของความหนาผิวเคลือบงานชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนที่ได้จากการพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีดีขึ้นจากผลค่าทางสถิติและกราฟที่แสดงหลังการพัฒนายافتهพบว่าฮิสโตแกรมมีความสอดคล้องกับข้อกำหนดการยอมรับและมีค่าเฉลี่ยของความหนาผิวเคลือบสังกะสีเข้าใกล้ค่าเฉลี่ยของข้อกำหนดการยอมรับและค่าความแปรปรวนหลังการพัฒนายافتهพบว่าอยู่ในกรอบของข้อกำหนดซึ่งจัดว่าดีกว่าก่อนการพัฒนาจึงสอดคล้องกับ ฮิโตชิ คูเมะ เขียน ชีรพงษ์ เฉลิเมธีร์พัฒน์ แปล (2546 : 47 – 48) สามารถ จินดาพรพิทักษ์ (2539 : 72) และความหนาผิวเคลือบที่จะอยู่ในกรอบข้อกำหนดที่ใกล้เคียงกันจึงสามารถนำวิธีการพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงทุกโรงงานเพื่อหาคุณภาพความหนาผิวเคลือบสังกะสีที่มีคุณภาพมากขึ้น และต้นทุนการผลิตต่ำลง สามารถ จินดาพรพิทักษ์ (2539: 76)

2.ด้านค่าดัชนีวัดความสามารถได้ค่าที่สูงกว่าก่อนการพัฒนาแสดงว่ากระบวนการชุบสังกะสีที่พัฒนาแล้วมีขีดความสามารถเพิ่มขึ้น สามารถ จินดาพรพิทักษ์ (2539: 72) สาเหตุที่ทำให้กระบวนการชุบสังกะสีที่พัฒนาแล้วได้ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีดีขึ้นเพราะมีการทำการแช่ชิ้นงานในบ่อชุบสังกะสีที่มีเวลามาตรฐานควบคุมแต่ละความหนาชิ้นงานที่นำมาทำการชุบสังกะสีที่อุณหภูมิต่างๆ กัน จึงทำให้มีกรอบการทำงานที่ชัดเจนมากขึ้น การหาเวลามาตรฐาน ผศ.รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม , อาจารย์ เนื่อโสม ดิงสัญลี (2528: 105-136)

การวิจัยในครั้งนี้พบว่า จะได้ค่าอุณหภูมิและเวลาแช่ชิ้นงานที่เหมาะสมที่มีค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีมีค่าเฉลี่ยเข้าใกล้ค่าเฉลี่ยเกณฑ์การยอมรับมากที่สุด ดังนี้

1. จากตาราง 7 พบว่าที่ความหนาชิ้นงาน 4.5 มม. อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 466 °C เวลาที่ใช้แช่ชิ้นงานเท่ากับ 110 วินาที ได้ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีเฉลี่ยเท่ากับ 90.93 ไมครอน ซึ่งเข้าใกล้ค่าเฉลี่ยเกณฑ์การยอมรับมากที่สุด และที่ความหนาชิ้นงาน 5 มม. อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 467 °C เวลาที่ใช้แช่ชิ้นงานเท่ากับ 110 วินาที ได้ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีเฉลี่ยเท่ากับ 90.99 ไมครอน ซึ่งเข้าใกล้ค่าเฉลี่ยเกณฑ์การยอมรับมากที่สุด แต่ในทางปฏิบัติเพื่อให้เกิดประโยชน์ในทางธุรกิจมากที่สุด เช่น ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น ปริมาณการใช้สังกะสีน้อยลง ซึ่งจะทำให้ต้นทุนการชุบสังกะสีต่ำลงได้ อาจจะกำหนดช่วงอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการแช่ชิ้นงาน คือ ช่วงอุณหภูมิ 465 °C ถึง 467 °C ใช้เวลาในการแช่ชิ้นงานเท่ากับ 110 วินาที ช่วงอุณหภูมิ 468 °C ถึง 470 °C ใช้เวลาในการแช่ชิ้นงานเท่ากับ 100 วินาที และช่วงอุณหภูมิ 471 °C ถึง 475 °C ใช้เวลาในการแช่ชิ้นงานเท่ากับ 90 วินาที

ความหนาชิ้นงานเท่ากับ 10 มม. อุณหภูมิที่เหมาะสม 470 °C ใช้เวลาแช่ชิ้นงานเท่ากับ 140 วินาที ซึ่งได้ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีเฉลี่ยเท่ากับ 115.08 ไมครอน ในทางปฏิบัติเพื่อประโยชน์ทางธุรกิจอาจจะใช้ช่วงอุณหภูมิ 465 °C ถึง 467 °C ใช้เวลาในการแช่ชิ้นงานเท่ากับ 150 วินาที ช่วงอุณหภูมิ 467 °C ถึง 471 °C ใช้เวลาในการแช่ชิ้นงานเท่ากับ 140 วินาที ช่วงอุณหภูมิ 472 °C ถึง 473 °C ใช้เวลาในการแช่ชิ้นงานเท่ากับ 130 วินาทีและช่วงอุณหภูมิ 474 °C ถึง 475 °C ใช้เวลาในการแช่ชิ้นงานเท่ากับ 120 วินาที

ความหนาชิ้นงานเท่ากับ 12 มม. อุณหภูมิที่เหมาะสม 469°C ใช้เวลาแช่ชิ้นงานเท่ากับ 150 วินาที ซึ่งได้ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีเฉลี่ยเท่ากับ 115.0 ไมครอน ในทางปฏิบัติเพื่อประโยชน์ทางธุรกิจอาจจะใช้ช่วงอุณหภูมิ 465°C ถึง 467°C ใช้เวลาในการแช่ชิ้นงานเท่ากับ 160 วินาที ช่วงอุณหภูมิ 468°C ถึง 470°C ใช้เวลาในการแช่ชิ้นงานเท่ากับ 150 วินาที ช่วงอุณหภูมิ 471°C ถึง 473°C ใช้เวลาในการแช่ชิ้นงานเท่ากับ 140 วินาที และช่วงอุณหภูมิ 474°C ถึง 475°C ใช้เวลาในการแช่ชิ้นงานเท่ากับ 130 วินาที

ความหนาชิ้นงานเท่ากับ 15 มม. อุณหภูมิที่เหมาะสม 472°C ใช้เวลาแช่ชิ้นงานเท่ากับ 160 วินาที ซึ่งได้ค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีเท่ากับ 114.45 ไมครอน ในทางปฏิบัติเพื่อประโยชน์ทางธุรกิจอาจจะใช้ช่วงอุณหภูมิ 465°C ถึง 467°C ใช้เวลาในการแช่ชิ้นงานเท่ากับ 180 วินาที ช่วงอุณหภูมิ 468°C ถึง 470°C ใช้เวลาในการแช่ชิ้นงานเท่ากับ 170 วินาที ช่วงอุณหภูมิ 471°C ถึง 473°C ใช้เวลาในการแช่ชิ้นงานเท่ากับ 160 วินาที และช่วงอุณหภูมิ 474°C ถึง 475°C ใช้เวลาในการแช่ชิ้นงานเท่ากับ 150 วินาที

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้มีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน ลักษณะการยกชิ้นงานขึ้นจากบ่อชุบสังกะสีหลอมเหลวมุมในการยกชิ้นงานไม่แน่นอนค่อนข้างควบคุมยาก โดยปกติควรจะทำมุมลากเอียงประมาณ 60 องศา หากมีการนำเอากระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนไปดำเนินการหรือจะทดลองทำต่อไปควรทำอุปกรณ์ ใส่ชิ้นงานให้ทำมุมลากเอียง 60 องศา

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

1. ควรศึกษาพัฒนาระบบตั้งเวลาแช่ชิ้นงานอัตโนมัติ ณ ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน ซึ่งมีความแม่นยำมากขึ้น
2. ควรศึกษาพัฒนาวิธีการวัดค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีไปพัฒนาการควบคุมคุณภาพความหนาผิวเคลือบสังกะสีโดยใช้แผนภูมิควบคุม
3. ควรศึกษาพัฒนาระบบการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนไปเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการอื่นๆ ในขั้นตอนการควบคุมคุณภาพ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กิตติ อินทรานันและคณะ : (2540 ; 40) *การจัดการทางวิศวกรรม ภาค วิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ :*
- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญและปริทรรศน์พันธุ์บรรยงค์. (2536). *การบริหารคุณภาพโดยรวม*. กรุงเทพฯ ฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น).
- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ.(2546). *การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ การพิมพ์ครั้งที่ 2*.กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น).
- กานดา พูนลาภทวี. (2530). *สถิติเพื่อการวิจัย*. ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์. สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ..
- ชัยศิริ วัฒนชาญณรงค์. (2544). *การศึกษาสถาบันรับรองที่ให้การรับรองระบบคุณภาพ ISO 9000 สำหรับกลุ่มบริษัทก่อสร้าง*. ปรินญา นิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมโยธา). กรุงเทพฯ ฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, อัดสำเนา.
- ชัยยุทธ ช่างสาร และ เลิศณรงค์ ศรีพนม. (2545). *เคมีสำหรับวิศวกร*.
- นิยม สังขวิเชียร. (2542). *การออกแบบและสร้างเครื่องผลิตเพล็กซ์ในระบบสื่อสัญญาณของโทรศัพท์ขนาด 32 ช่อง สัญญาณ*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ ฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, อัดสำเนา.
- บุญชม ศรีสะอาด (2538). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ.
- บรรจง จันทมาศ. (2545). *ระบบบริหารคุณภาพ ISO 9000 : 2000*. กรุงเทพฯ ฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น).
- ประพันธ์ โรจนจันทร์.(2543). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวัฒนธรรมองค์กรกับระบบคุณภาพของการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม.(สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ ฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, อัดสำเนา.

- เป็รื่อง กิจรัตน์ภร. (2544 : 15) *การบริหารอุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ :
คณะวิชาอุตสาหกรรมศึกษา สถาบันราชภัฏพระนคร
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคม*.
พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ ฯ : สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิต
วิทยา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- ภานุวัฒน์ ศิริพงษ์.(2545). *การพัฒนาคู่มือการปฏิบัติงานบรรจุภัณฑ์รุ่น
เอสที 585 สำหรับพนักงานแผนก__บรรจุภัณฑ์แมงวงจรรวม ในอุตสาหกรรม
สารกึ่งตัวนำ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ ฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, อัดสำเนา.*
- มานพ ตันตระบัณฑิตย์. (2542). *วัสดุวิศวกรรม*. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี.
รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม , อาจารย์เนื่อโสม ดิงสัญชลี. (2528) : *การ
ศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ .
กรุงเทพฯ .*
- เล็ก นาเงิน. (2537). *การเพิ่มประสิทธิภาพในอุตสาหกรรมการผลิตด้วย
การลดเวลาการสูญเสีย กรณี ศึกษา : การผลิตตู้เย็น. วิทยานิพนธ์
วศ.ม.(วิศวกรรมอุตสาหกรรม).กรุงเทพฯ ฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.*
- วันชัย วิจิรวนิช (2543 : 19) *การศึกษาการทำงานหลักการและกรณีศึกษา
กรุงเทพฯ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , กรุงเทพฯ.*
- วิจารณ์ ด้วงอิน.(2543). *การศึกษากิจกรรมบริหารคุณภาพทั่วทั้งองค์กร
ในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์. ปรินูญานิพนธ์
กศ.ม(สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ ฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, อัดสำเนา.*
- วิลเลียม เอ ซิमानน ; และ จอห์น เอช ลิงเกิส. (2544.). *การวัดผลงานอย่าง
มีประสิทธิภาพ ศิระ โอภาสพงษ์. แปลและเรียบเรียง กรุงเทพฯ ฯ 10.*
- วิจิตร ดันทสุทธิ์ ; และคณะ. (2537). *การศึกษาการทำงาน. พิมพ์ครั้งที่ 4 .
จุฬา ลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ ฯ :*
- วชิรา ขริษฐบุตร.(2537). *การซบสังกะสีแบบกัลวาไนซ์. กรุงเทพฯ ฯ : สำนัก
พิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*

วีรพจน์ ลือประสิทธิ์กุล. (2540). *TQM LIVING HANDBOOK :*

EXECUTIVE SUMMARY. กรุงเทพฯ ฯ :โทเรอินเตอร์เนชั่นแนล
เทรดดิ้ง.

ศิริพร หิตะศิริ. (2532 : 125-126). *รูปแบบสำหรับการทำงานและอธิบายการ*

ยอมรับกิจกรรมกลุ่มสร้างเสริมคุณภาพของข้าราชการในกองทัพอากาศ.

ปริญญาณีพนธ์ กศ.ม. (สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา).

กรุงเทพฯ ฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา

สมคิด บางโม. (2538 : 19) *เทคนิคการฝึกอบรมและการประชุม.* กรุงเทพฯ ฯ

: บริษัทวิทยานิพนธ์.

สามารถ จินดาพรพิทักษ์. (2539). *การปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิต*

คอนกรีตผสมเสร็จ. วิทยานิพนธ์ วศ.ม.(วิศวกรรมอุตสาหกรรม).

กรุงเทพฯ ฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระ

นครเหนือ. อัดสำเนา.

สุจริต คุณชนกุลวงศ์และคณะ. (2544). *คู่มือส่งเสริม TQM.* กรุงเทพฯ ฯ :

สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น).

สุทธิพงษ์ สุวรรณสุข.(2541). *ศึกษาวิเคราะห์การควบคุมคุณภาพของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์.*

ปริญญาณีพนธ์ กศ.ม. (สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา).

กรุงเทพฯ ฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทร

วิโรฒ ประสานมิตร, อัดสำเนา.

สุเมธ ชาญสง่าเวชและคณะ.(2543). *การจัดการทางวิศวกรรม.* พิมพ์ครั้งที่

5. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กรุงเทพฯ ฯ.

เสถียร นิลธวัช. (2534). *การซัพพลายเชน.* เอกสารเผยแพร่.

เสถียร นิลธวัช. (2543). *เอกสารการบรรยาย.* บริษัท PADAENG

INDUSTRY. กรุงเทพฯ ฯ

เสรี ยูนิพันธ์และคณะ.(2538). *เทคนิคการควบคุมคุณภาพ.* โรงพิมพ์จุฬาลง

กรณ์มหาวิทยาลัย

อนุชา พงษ์ทองหล่อ. (2538) *การวิเคราะห์จุดเหมาะของการปรับเครื่อง*

เชื่อมลวดตัวนำในกระบวนการผลิตหัวอ่านข้อมูลคอมพิวเตอร์ :

วิทยานิพนธ์ วศ.ม.(วิศวกรรมอุตสาหกรรม).กรุงเทพฯ ฯ : บัณฑิต

วิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. อัดสำเนา.

- อิโตชิ คูเมะ. (2546). *วิธีการทางสถิติเพื่อการพัฒนาคุณภาพ*. แปลโดย วีรพงษ์ เณลิมจิระรัตน์ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี.
- Anand, K.N. (1993-1994):39-56 “ Improving Paraffin Wax valid through process optimization using Taguchi 's method of Experimentation”. *Quality Engineering*. 6(1).
- Bothe D.K. (1997), *Measuring Process Capability*. McGraw-hill, New York.
- Cantell, Bronda S.; and Ramiroz, Jose G. (1994):123-132 “Robust Design of a Polysilico Deposition Process using Split-plot Analysis” *Quality Reliability Engineering International*. Vol 10.
- Fuang-aram, Amuchama. (1990).Statistic method for Quality Improvement in a gypsum board Manafacyuring process. *M.S. thesis Asian Institute of Technology*.
- Juran J.M. and F.M.Gryna (1993). *Quality Planning and Analysis* 3rd
- Montgomery D.C. (1996) *Introduction to Statistical Quality Control*, 3rd edition, John wiley & Sons New York. Chapter 9.
- Shpji shiba, Alan Graban ; David Walden.(1993). *A new American TQM*. Portland : Oregan ProductivityPress.
- Standard.Specification for Zinc (*Hot-Dip Galvanized*) copyright@ASTM international 100 Barr Drive,PO Pox (700. West Conshohocken), PA 19428-2959, United States.
- Sumanth, D.J. (1985). *Productivity Engineering and Management*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Ross,Phillip J. (1988).*Taguchi Techniniques For Quality Engineering*. New York : McGraw Hill BookCompany.
- Willber R. Miller E. Maddox and Lavon B. (1975) : 2-3 Smith, *Exploring Careers in Industry*. Ilionis : Mcknight Publishing Company.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

จดหมายขอความอนุเคราะห์

ที่ ศร 0519.12/3/43



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุโขทัย 23 กรุงเทพฯ 10110

๖๖ สิงหาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน กรรมการผู้จัดการ บริษัท ไทยน็อกซ์สติก จำกัด

เนื่องด้วย นายสมคิด ภิรมย์ภักดี นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนากระบวนการจับกังกะสีแบบจุ่มร้อน กรณีศึกษา บริษัท เอ็มวีทอเครื่องอุปกรณ์ จำกัด" โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์พุทธไพร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ถนอมสิน คีตอาพร เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบกระบวนการจับกังกะสีแบบจุ่มร้อนที่พัฒนาแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยให้ นายสมคิด ภิรมย์ภักดี และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เพ็ญศิริ จีระเชากุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 02-5439020-8 ต่อ 160

ที่ ศธ 0519.12/ง 1-74



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๗ พฤษภาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ที่ปริกนาระบบ ISO 9002 บริษัท เล็ชวิทย์เครื่องอุปกรณ์ จำกัด

เนื่องด้วย นายสมคิด ภิรมย์ภักดี บัณฑิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนากระบวนการควบคุมการปฏิบัติงานแบบหุ่นยนต์ กรณีศึกษาบริษัท เล็ชวิทย์เครื่องอุปกรณ์ จำกัด” โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์บุรุษโร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ถนอมสิน คีตอาพร เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบกระบวนการปฏิบัติงานแบบหุ่นยนต์ที่พัฒนาแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยให้ นายสมคิด ภิรมย์ภักดี และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เกียรติ์ จีระเศรษฐ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อสำนัก โทรศัทพ์ 02-5439020 - 8 ต่อ 160

ที่ ศธ 0519.12/ส.ป.ส.5



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ตูปุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๗ สิงหาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน วิศวกรที่ปรึกษารายด้านออกแบบและควบคุมระบบ บริษัท เอ็นจีเนียร์ ฌอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด

เนื่องด้วย นายสมคิด ภิรมย์ภักดี นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาระบบการขนส่งกะติแบบจุ่มร้อน กรณีศึกษา บริษัท เอ็มวิทียา เครื่องอุปโภคบริโภค" โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์อุทธรไกร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ถนอมสิน คีตสถาพร เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบการขนส่งกะติแบบจุ่มร้อนที่พัฒนาแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยให้ นายสมคิด ภิรมย์ภักดี และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เพ็ญศิริ จีระเวชกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 02-5439020 - 8 ค่ำ 160

ที่ ศธ 0519.12/สสส'๔



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุโขทัย 23 กรุงเทพฯ 10110

✓/ กันยายน 2547

เรื่อง ขอยกความอนุเคราะห์เพื่อการวิจัย

เรียน กรรมการผู้จัดการ บริษัท เออีวิทยาเครื่องอุปโภคบริโภค จำกัด

สิ่งที่ส่งมาด้วย ใบตรวจสอบ (Check sheet)

เนื่องด้วย นายสมศักดิ์ ภิรมย์ภักดี นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนากระบวนการบรรจุภัณฑ์แบบจุ่มร้อน กรณีศึกษา บริษัท เออีวิทยาเครื่องอุปโภคบริโภค" โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนอมสิน คีตธำพร เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในกรณีนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขอให้พนักงานของศูนย์บรรจุภัณฑ์ ตรวจสอบชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการบรรจุภัณฑ์แบบจุ่มร้อนที่พัฒนาแล้ว เพื่อทำการตรวจวัดความหนาของถังกลั่น ในระหว่างเดือนตุลาคม 2547

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายสมศักดิ์ ภิรมย์ภักดี ได้เก็บข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เพ็ญศิริ จีระเดชากุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

นาย สมศักดิ์ ภิรมย์ภักดี
มร.ไพรัช
29/10/47

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 02-5439020-8 ต่อ 160

ที่ ศธ 0519.12/๑๖.35



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๗ กันยายน 2547

เรื่อง ขออนุญาตวิเคราะห์เพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

เรียน กรรมการผู้จัดการ บริษัท เค็ววิทชาเครื่องชงกาแฟสด จำกัด

สิ่งที่ส่งมาด้วย ใบตรวจสอบ (Check sheet)

เนื่องด้วย นายสมคิด ภรณ์ภักดิ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาระบบการชงกาแฟสดแบบจุ่มร้อน กรณีศึกษา บริษัท เค็ววิทชาเครื่องชงกาแฟสด" โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์อ่อนอมสัน คิธถาพร เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในกรณีนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขอให้พนักงานของศูนย์ชงกาแฟสด เป็นกลุ่มตัวอย่างตรวจสอบชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการชงกาแฟสดแบบจุ่มร้อนที่พัฒนาแล้ว เพื่อทำการตรวจวัดความเหมาะสมของสิ่งนี้ ในระหว่างเดือนกันยายน 2547

จึงเรียนมาเพื่อขออนุญาตวิเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายสมคิด ภรณ์ภักดิ์ ได้รับข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เพ็ญศิริ จีระเชษฐกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 02-5439020 - 8 ต่อ 160

ภาคผนวก ข

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

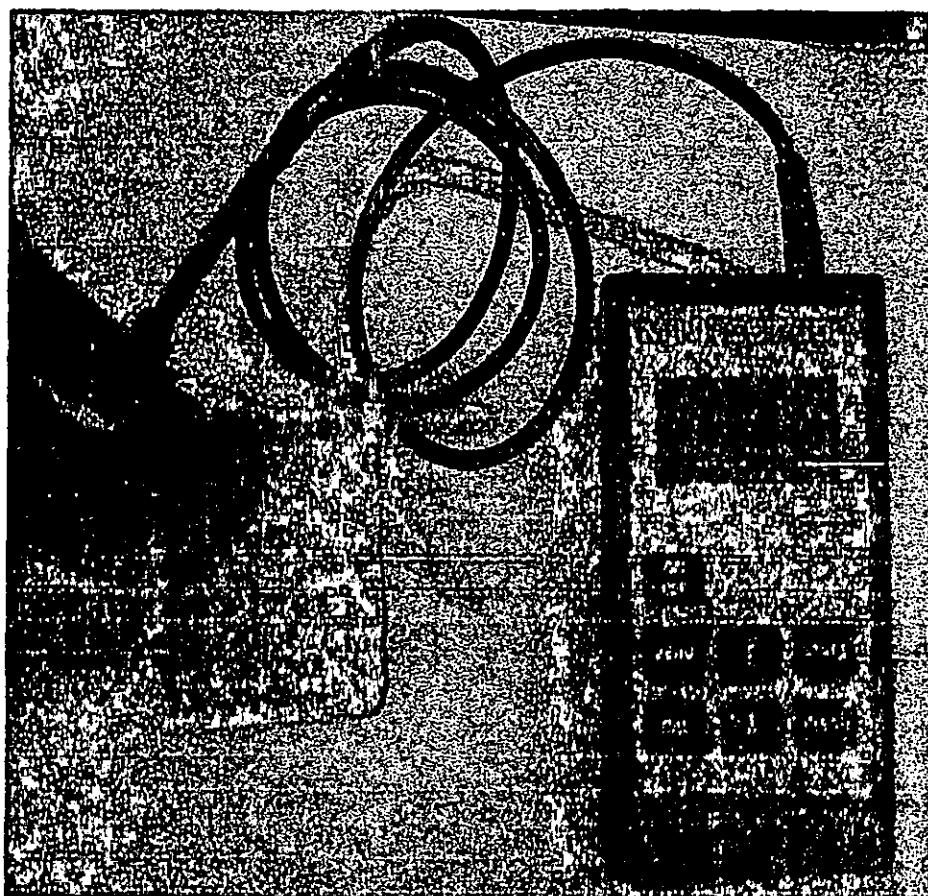
ชื่อ	นายสมชาย เพียรพิจารณ์
การศึกษา	-ปริญญาตรีการบัญชี มหาวิทยาลัยรามคำแหง -ปริญญาโท สาขาการบริหาร (MBA) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
การทำงาน	-อาจารย์ประจำคณะบัญชีมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย -ผู้ตรวจสอบธนาคารพาณิชย์ ธนาคารแห่งประเทศไทย -ผู้อำนวยการฝ่ายหนี้สินและหลักทรัพย์ธนาคารมหานคร จำกัด -กรรมการรองกรรมการผู้จัดการบริษัทเล้งเพาเวอร์ จำกัด -รองกรรมการผู้จัดการบริษัทเฟรนด์โบรกเกอร์แอนด์คอนซัลแตนท์ จำกัด -ผู้ช่วยกรรมการผู้จัดการบริษัทบริหารสินทรัพย์เพชรบุรี จำกัด
อื่น ๆ	-วางระบบคอมพิวเตอร์ให้กับธุรกิจนายหน้าประกันภัยหลายบริษัท -วางระบบคอมพิวเตอร์สินเชื่อให้กับธนาคารมหานคร จำกัด -วางระบบคอมพิวเตอร์ให้กับระบบโรงงานอุตสาหกรรม -วางระบบคอมพิวเตอร์ทางด้านบัญชีให้กับบริษัทส่งเสริมการลงทุน (BOI) และอื่น ๆ -วางระบบ ISO 9002 ให้กับโรงงานอุตสาหกรรม

ชื่อ	นายพิษณุวัฒน์ ศิริเวช
ที่อยู่	82/8 ซอยเสนานิคม 1 ถนนพหลโยธิน แขวงจระเข้บัว เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร 10230
วันเดือนปีเกิด	1 กุมภาพันธ์ 2499
วุฒิการศึกษา	-ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์ (อุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2519 -ประกาศนียบัตร กฎหมายปกครอง เนติสภา 2542 -ปริญญาตรี นิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช 2535 -ประกาศนียบัตรชั้นสูง วิศวกรรมศาสตร์ (สุขาภิบาล) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2524
ประวัติการทำงาน	
อดีต-2540	-การเป็นสมาชิก สมาชิกวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยสมาชิกรัฐสภาทนายความแห่งประเทศไทย ข้าราชการบำนาญ กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม
2540 – ปัจจุบัน	-บริษัท เทน เอ็นจิเนียริง แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด วิศวกรที่ปรึกษา งานด้านออกแบบ และควบคุมระบบ ด้านสิ่งแวดล้อมของโครงการ
2540 – ปัจจุบัน	-บริษัท เอื้อวิทยาเครื่องอุปกรณ์ จำกัด วิศวกรที่ปรึกษา ด้านสิ่งแวดล้อมของโรงงาน
2543 – ปัจจุบัน	-ที่ปรึกษา คณะกรรมการวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และการพลังงานวุฒิสภา (สว.สนธิ จันทรวงศ์
2544 – ปัจจุบัน	-อาจารย์พิเศษ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรม ศาสตร์ ศูนย์รังสิต
2540 – 2541	-อนุกรรมการ ในคณะกรรมการ การอุตสาหกรรม สภาผู้แทนราษฎร
2519 – 2539	-นักวิชาการสิ่งแวดล้อม กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

ชื่อ	ดร. เสถียร นิลธวัช
ประวัติการศึกษา	-ปริญญาตรี วิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยแคนเทอเบอรี ประเทศนิวซีแลนด์ -ปริญญาโท และ ปริญญาเอก วิศวกรรมโลหการ มหาวิทยาลัยเซฟฟีลด์ ประเทศอังกฤษ
ประวัติการทำงาน	-รองศาสตราจารย์ หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโลหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย -ที่ปรึกษาเรื่องการผูกมัดของโลหะ และการป้องกัน -การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย -บริษัท ปีโตรเคมีแห่งชาติ จำกัด -บริษัท ปูนแห่งชาติ จำกัด -บริษัท ไทยพลาสติกและเคมีภัณฑ์ จำกัด -รองกรรมการผู้จัดการ บริษัท ผาแดงอินดัสทรี จำกัด (มหาชน) -ที่ปรึกษาด้านเทคนิค บริษัท ผาแดงอินดัสทรี จำกัด (มหาชน) -ปัจจุบัน ดำรงตำแหน่ง กรรมการผู้จัดการ บริษัท ไทย น็อกซ์สตีล จำกัด

ภาคผนวก ค

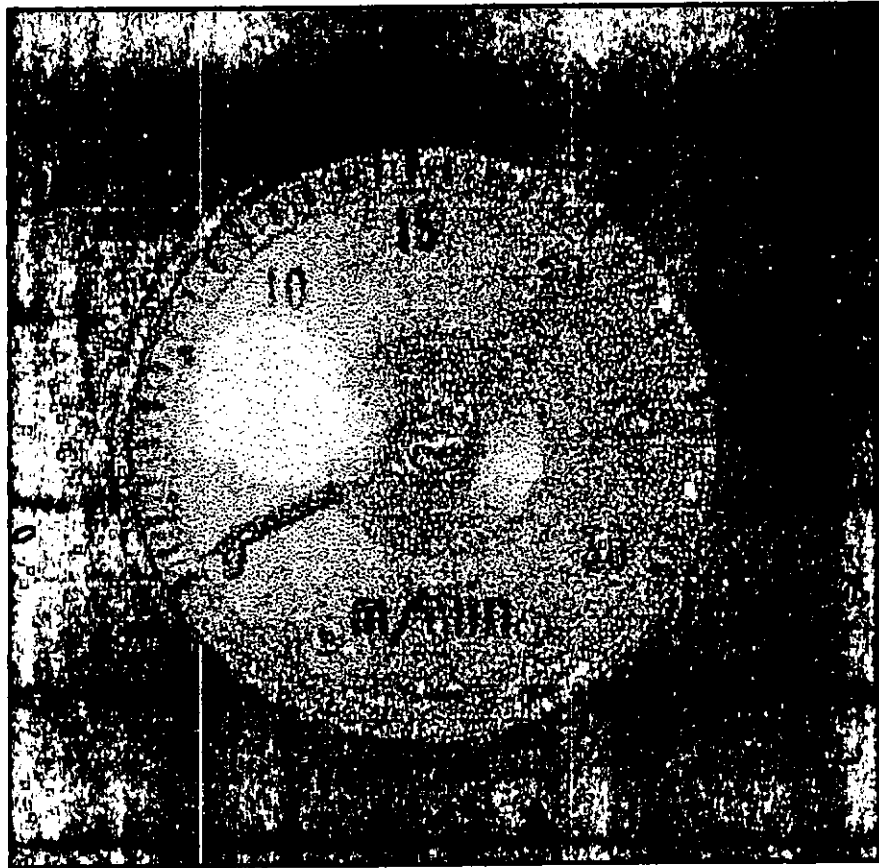
เครื่องวัดความหนาผิวเคลือบสังกะสี



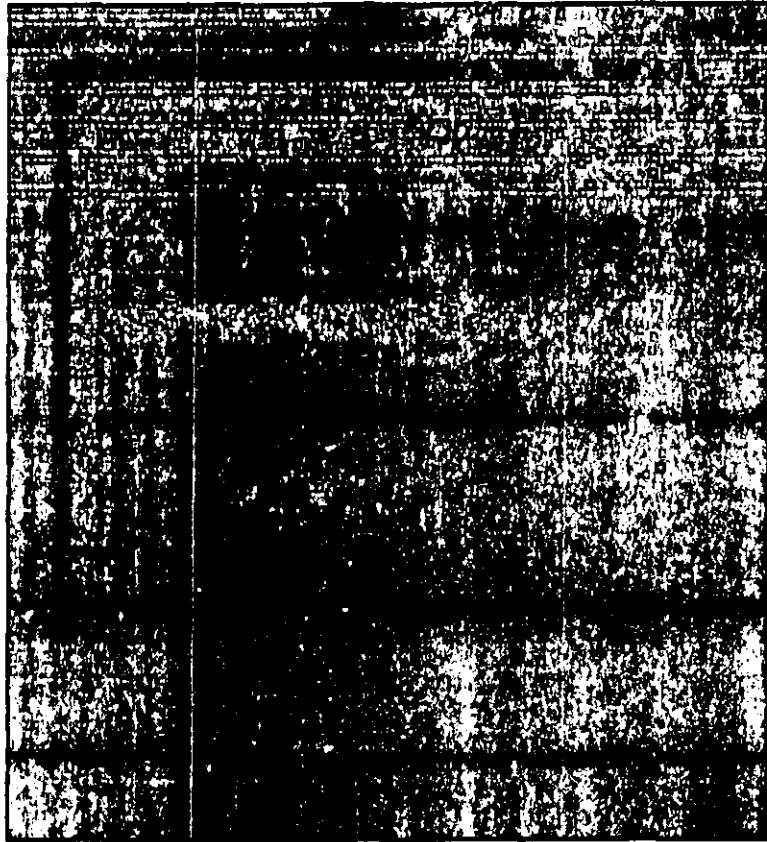
เครื่องวัดความหนาผิวเคลือบสังกะสี

ภาคผนวก ง

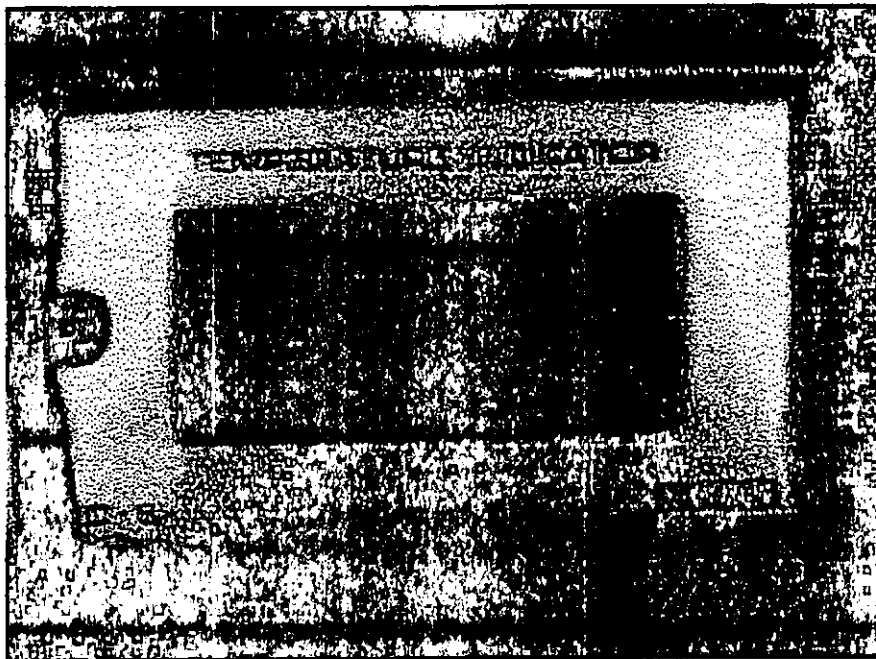
เครื่องวัดอัตราความเร็วในการยกชิ้นงานและหาฬิกาจับเวลา
และเครื่องวัดอุณหภูมิ



เครื่องวัดอัตราความเร็วในการยกขึ้นงาน



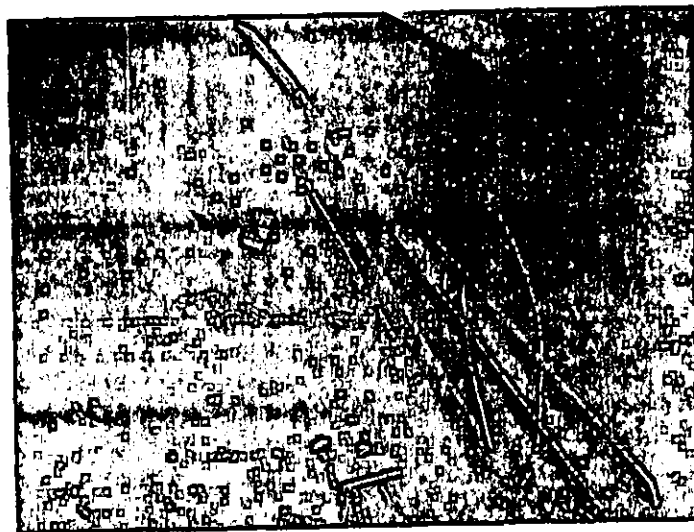
นาฬิกาจับเวลา



เครื่องวัดอุณหภูมิ (หน่วยเป็นองศาเซนเซียส)

ภาคผนวก จ

แบบฟอร์มการเก็บตัวอย่างทดลองความหนาผิวเคลือบสีและการทดลอง



การทดลองจุ่มชิ้นงาน

การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

485

4.5

7.5

การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

485

4.5

7.5

ร.น.ร.	485		486		487		488		489		470		471		472		473		474		475	
	คะแนน เต็ม	คะแนน จริง	คะแนน เต็ม	คะแนน จริง	คะแนน เต็ม	คะแนน จริง	คะแนน เต็ม	คะแนน จริง	คะแนน เต็ม	คะแนน จริง	คะแนน เต็ม	คะแนน จริง	คะแนน เต็ม	คะแนน จริง	คะแนน เต็ม	คะแนน จริง	คะแนน เต็ม	คะแนน จริง	คะแนน เต็ม	คะแนน จริง	คะแนน เต็ม	คะแนน จริง
1	89	110	92	110	94	110	88	100	83	100	89	100	87	90	88	90	89	90	88	90	89	90
2	80	110	92	110	93	110	89	100	84	100	88	100	88	90	88	90	89	90	89	90	89	90
3	80	110	91	110	93	110	89	100	88	100	89	100	89	90	88	90	89	90	89	90	89	90
4	80	110	93	110	92	110	89	100	89	100	90	100	88	90	89	90	89	90	89	90	89	90
5	91	110	93	110	93	110	89	100	90	100	91	100	88	90	89	90	89	90	89	90	89	90
6	91	110	93	110	92	110	90	100	91	100	91	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90
7	91	110	92	110	93	110	90	100	91	100	91	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90
8	91	110	92	110	93	110	90	100	91	100	92	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90
9	91	110	93	110	93	110	90	100	91	100	92	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90
10	91	110	93	110	92	110	90	100	91	100	92	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90
11	91	110	92	110	93	110	90	100	91	100	92	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90
12	91	110	94	110	93	110	90	100	91	100	92	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90
13	92	110	93	110	94	110	90	100	91	100	92	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90
14	92	110	94	110	92	110	91	100	92	100	92	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90
15	92	110	92	110	94	110	91	100	92	100	92	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90
16	92	110	93	110	92	110	91	100	92	100	92	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90
17	92	110	93	110	94	110	91	100	92	100	92	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90
18	92	110	93	110	93	110	91	100	92	100	92	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90
19	92	110	93	110	93	110	91	100	92	100	92	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90
20	92	110	93	110	95	110	91	100	92	100	92	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90
21	92	110	93	110	94	110	92	100	92	100	93	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90
22	93	110	93	110	94	110	92	100	93	100	93	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90
23	93	110	93	110	94	110	92	100	93	100	93	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90
24	93	110	93	110	93	110	92	100	93	100	93	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90
25	93	110	93	110	94	110	92	100	93	100	93	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90
26	93	110	93	110	94	110	92	100	93	100	93	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90
27	93	110	93	110	94	110	92	100	93	100	93	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90
28	93	110	94	110	93	110	92	100	93	100	93	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90
29	93	110	95	110	94	110	93	100	93	100	93	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90
30	94	110	95	110	93	110	93	100	94	100	94	100	89	90	89	90	90	90	90	90	90	90

ผู้ประเมินผล
นาย.....
(ลงนามและประทับตรา)

กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ
 กระทรวงพาณิชย์
 465
 5
 15

ลำดับ	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475
1	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
2	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
3	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
4	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
5	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
6	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
7	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
8	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
9	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
10	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
11	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
12	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
13	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
14	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
15	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
16	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
17	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
18	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
19	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
20	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
21	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
22	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
23	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
24	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
25	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
26	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
27	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
28	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
29	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108
30	104	116	124	130	104	103	104	100	103	106	108

กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ
 กระทรวงพาณิชย์
 465
 5
 15

กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ

465

7

15

กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ

กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ

กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ

ร.ร.	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475
ร.ร.	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475
1	112	120	113	120	113	120	113	120	113	120	113
2	111	120	114	120	114	120	114	120	114	120	114
3	112	120	115	120	115	120	115	120	115	120	115
4	100	120	113	120	113	120	113	120	113	120	113
5	112	120	114	120	114	120	114	120	114	120	114
6	114	120	116	120	116	120	116	120	116	120	116
7	111	120	113	120	113	120	113	120	113	120	113
8	115	120	117	120	117	120	117	120	117	120	117
9	113	120	115	120	115	120	115	120	115	120	115
10	114	120	116	120	116	120	116	120	116	120	116
11	113	120	115	120	115	120	115	120	115	120	115
12	113	120	115	120	115	120	115	120	115	120	115
13	115	120	117	120	117	120	117	120	117	120	117
14	114	120	116	120	116	120	116	120	116	120	116
15	112	120	114	120	114	120	114	120	114	120	114
16	114	120	116	120	116	120	116	120	116	120	116
17	114	120	116	120	116	120	116	120	116	120	116
18	112	120	114	120	114	120	114	120	114	120	114
19	112	120	114	120	114	120	114	120	114	120	114
20	112	120	114	120	114	120	114	120	114	120	114
21	112	120	114	120	114	120	114	120	114	120	114
22	114	120	116	120	116	120	116	120	116	120	116
23	116	120	118	120	118	120	118	120	118	120	118
24	114	120	116	120	116	120	116	120	116	120	116
25	113	120	115	120	115	120	115	120	115	120	115
26	112	120	114	120	114	120	114	120	114	120	114
27	113	120	115	120	115	120	115	120	115	120	115
28	112	120	114	120	114	120	114	120	114	120	114
29	115	120	117	120	117	120	117	120	117	120	117
30	115	120	117	120	117	120	117	120	117	120	117

กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ
กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ
กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ

No.	465		466		467		468		469		470		471		472		473		474		475	
	ATTITUDE RUMAH (RUMAH)	ATTITUDE RUMAH (RUMAH)	ATTITUDE RUMAH (RUMAH)	ATTITUDE RUMAH (RUMAH)	ATTITUDE RUMAH (RUMAH)	ATTITUDE RUMAH (RUMAH)	ATTITUDE RUMAH (RUMAH)	ATTITUDE RUMAH (RUMAH)	ATTITUDE RUMAH (RUMAH)	ATTITUDE RUMAH (RUMAH)	ATTITUDE RUMAH (RUMAH)	ATTITUDE RUMAH (RUMAH)	ATTITUDE RUMAH (RUMAH)	ATTITUDE RUMAH (RUMAH)	ATTITUDE RUMAH (RUMAH)	ATTITUDE RUMAH (RUMAH)	ATTITUDE RUMAH (RUMAH)	ATTITUDE RUMAH (RUMAH)	ATTITUDE RUMAH (RUMAH)	ATTITUDE RUMAH (RUMAH)	ATTITUDE RUMAH (RUMAH)	
1	112	132	134	130	114	130	110	120	115	120	115	120	115	120	115	120	117	110	112	100	116	102
2	112	130	113	130	114	130	113	120	114	120	115	120	114	120	115	120	117	110	113	100	116	100
3	112	130	113	130	114	130	115	120	114	120	115	120	114	120	115	120	117	110	114	102	115	100
4	114	130	114	130	115	130	116	120	115	120	115	120	115	120	115	120	118	110	114	100	115	100
5	115	130	114	130	115	130	119	120	115	120	117	120	115	120	115	120	117	110	114	100	115	100
6	113	130	114	130	115	130	114	120	114	120	115	120	115	120	115	120	117	110	114	100	115	100
7	112	130	112	130	113	130	113	120	115	120	116	120	115	120	115	120	117	110	114	100	115	100
8	114	130	114	130	115	130	115	120	115	120	116	120	115	120	115	120	117	110	114	100	115	100
9	115	130	115	130	116	130	116	120	116	120	116	120	116	120	116	120	117	110	114	100	115	100
10	115	130	115	130	115	130	117	120	116	120	115	120	115	120	116	120	117	110	114	100	115	100
11	112	130	113	130	114	130	114	120	114	120	115	120	114	120	115	120	117	110	114	100	115	100
12	112	130	113	130	115	130	114	120	114	120	115	120	115	120	115	120	117	110	114	100	115	100
13	114	130	113	130	115	130	115	120	115	120	115	120	115	120	115	120	117	110	114	100	115	100
14	115	130	115	130	115	130	115	120	115	120	115	120	115	120	115	120	117	110	114	100	115	100
15	114	130	115	130	115	130	115	120	115	120	115	120	115	120	115	120	117	110	114	100	115	100
16	114	130	115	130	115	130	115	120	115	120	115	120	115	120	115	120	117	110	114	100	115	100
17	112	130	113	130	115	130	115	120	115	120	115	120	115	120	115	120	117	110	114	100	115	100
18	112	130	113	130	115	130	115	120	115	120	115	120	115	120	115	120	117	110	114	100	115	100
19	113	130	114	130	115	130	114	120	115	120	115	120	115	120	115	120	117	110	114	100	115	100
20	114	130	115	130	115	130	115	120	115	120	115	120	115	120	115	120	117	110	114	100	115	100
21	114	130	115	130	115	130	115	120	115	120	115	120	115	120	115	120	117	110	114	100	115	100
22	115	130	116	130	116	130	116	120	116	120	116	120	116	120	116	120	117	110	114	100	115	100
23	114	130	115	130	115	130	115	120	115	120	115	120	115	120	115	120	117	110	114	100	115	100
24	114	130	115	130	115	130	114	120	115	120	115	120	115	120	115	120	117	110	114	100	115	100
25	114	130	114	130	115	130	115	120	115	120	115	120	115	120	115	120	117	110	114	100	115	100
26	113	130	114	130	114	130	114	120	115	120	115	120	115	120	115	120	117	110	114	100	115	100
27	114	130	115	130	114	130	114	120	115	120	115	120	115	120	115	120	117	110	114	100	115	100
28	114	130	115	130	115	130	116	120	116	120	116	120	116	120	116	120	117	110	114	100	115	100
29	115	130	116	130	116	130	117	120	117	120	117	120	117	120	117	120	117	110	114	100	115	100
30	115	130	116	130	116	130	116	120	116	120	116	120	116	120	116	120	117	110	114	100	115	100

RECEIVED
JAN 10 1968
U.S. DEPT. OF JUSTICE

465

465

465

465

300000																							
465	ATTENDANCE (Number)	ATTENDANCE Total	466		467		468		469		470		471		472		473		474		475		
			ATTENDANCE (Number)	ATTENDANCE Total	ATTENDANCE (Number)	ATTENDANCE Total	ATTENDANCE (Number)	ATTENDANCE Total	ATTENDANCE (Number)	ATTENDANCE Total	ATTENDANCE (Number)	ATTENDANCE Total	ATTENDANCE (Number)	ATTENDANCE Total	ATTENDANCE (Number)	ATTENDANCE Total	ATTENDANCE (Number)	ATTENDANCE Total	ATTENDANCE (Number)	ATTENDANCE Total	ATTENDANCE (Number)	ATTENDANCE Total	
1	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
2	114	140	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	
3	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
4	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
5	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
6	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
7	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
8	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
9	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
10	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
11	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
12	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
13	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
14	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
15	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
16	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
17	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
18	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
19	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
20	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
21	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
22	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
23	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
24	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
25	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
26	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
27	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
28	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
29	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	
30	114	140	115	140	116	140	117	140	118	140	119	140	120	140	121	140	122	140	123	140	124	140	

1. Amendments to the Constitution
 must be approved by
 2/3 of both houses of Congress
 and 3/4 of the states

London

Monday 5

1. The first part of the document is a list of names and titles, including "The Hon. Mr. Justice" and "The Hon. Mr. Justice".

1. **Introduction**

465

10

๑๕	๑๖	๑๗	๑๘	๑๙	๒๐	๒๑	๒๒	๒๓	๒๔	๒๕	๒๖	๒๗	๒๘	๒๙	๓๐	๓๑	๓๒	๓๓	๓๔	๓๕	๓๖	๓๗	๓๘	๓๙	๔๐	๔๑	๔๒	๔๓	๔๔	๔๕	๔๖	๔๗	๔๘	๔๙	๕๐	๕๑	๕๒	๕๓	๕๔	๕๕	๕๖	๕๗	๕๘	๕๙	๖๐	๖๑	๖๒	๖๓	๖๔	๖๕	๖๖	๖๗	๖๘	๖๙	๗๐	๗๑	๗๒	๗๓	๗๔	๗๕	๗๖	๗๗	๗๘	๗๙	๘๐	๘๑	๘๒	๘๓	๘๔	๘๕	๘๖	๘๗	๘๘	๘๙	๙๐	๙๑	๙๒	๙๓	๙๔	๙๕	๙๖	๙๗	๙๘	๙๙	๑๐๐
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

No.	455		466		467		468		469		470		471		472		473		474		475	
	ATTENDANCE NUMBER	ATTENDANCE TIME	ATTENDANCE NUMBER	ATTENDANCE TIME	ATTENDANCE NUMBER	ATTENDANCE TIME	ATTENDANCE NUMBER	ATTENDANCE TIME	ATTENDANCE NUMBER	ATTENDANCE TIME	ATTENDANCE NUMBER	ATTENDANCE TIME	ATTENDANCE NUMBER	ATTENDANCE TIME	ATTENDANCE NUMBER	ATTENDANCE TIME	ATTENDANCE NUMBER	ATTENDANCE TIME	ATTENDANCE NUMBER	ATTENDANCE TIME	ATTENDANCE NUMBER	ATTENDANCE TIME
1	115	160	115	160	117	160	114	160	118	160	116	160	113	160	116	160	117	160	113	160	113	160
2	118	160	118	160	117	160	114	160	115	160	116	160	113	160	116	160	117	160	113	160	113	160
3	115	160	116	160	117	160	114	160	115	160	116	160	113	160	116	160	117	160	113	160	113	160
4	116	160	116	160	118	160	113	160	114	160	118	160	116	160	115	160	117	160	114	160	114	160
5	115	160	116	160	117	160	113	160	115	160	117	160	114	160	116	160	118	160	115	160	116	160
6	116	160	116	160	118	160	114	160	114	160	117	160	115	160	116	160	118	160	115	160	116	160
7	116	160	116	160	118	160	114	160	114	160	117	160	115	160	116	160	118	160	115	160	116	160
8	116	160	116	160	118	160	113	160	114	160	117	160	115	160	116	160	118	160	115	160	116	160
9	116	160	116	160	118	160	113	160	114	160	117	160	115	160	116	160	118	160	115	160	116	160
10	116	160	116	160	118	160	113	160	114	160	117	160	115	160	116	160	118	160	115	160	116	160
11	116	160	116	160	118	160	113	160	114	160	117	160	115	160	116	160	118	160	115	160	116	160
12	116	160	116	160	118	160	116	160	115	160	117	160	115	160	116	160	118	160	115	160	116	160
13	116	160	116	160	118	160	116	160	115	160	117	160	115	160	116	160	118	160	115	160	116	160
14	117	160	117	160	118	160	116	160	115	160	117	160	115	160	116	160	118	160	115	160	116	160
15	116	160	117	160	118	160	114	160	115	160	117	160	115	160	116	160	118	160	115	160	116	160
16	117	160	117	160	118	160	114	160	115	160	117	160	115	160	116	160	118	160	115	160	116	160
17	116	160	117	160	118	160	114	160	115	160	117	160	115	160	116	160	118	160	115	160	116	160
18	116	160	117	160	118	160	114	160	115	160	117	160	115	160	116	160	118	160	115	160	116	160
19	116	160	117	160	118	160	114	160	115	160	117	160	115	160	116	160	118	160	115	160	116	160
20	116	160	117	160	118	160	114	160	115	160	117	160	115	160	116	160	118	160	115	160	116	160
21	116	160	117	160	118	160	114	160	115	160	117	160	115	160	116	160	118	160	115	160	116	160
22	117	160	118	160	118	160	115	160	116	160	117	160	115	160	116	160	118	160	115	160	116	160
23	117	160	118	160	118	160	115	160	116	160	117	160	115	160	116	160	118	160	115	160	116	160
24	118	160	118	160	118	160	114	160	115	160	117	160	114	160	115	160	118	160	116	160	116	160
25	118	160	117	160	118	160	116	160	114	160	116	160	114	160	115	160	118	160	116	160	116	160
26	118	160	117	160	118	160	114	160	115	160	116	160	114	160	115	160	118	160	116	160	116	160
27	118	160	115	160	119	160	113	160	114	160	117	160	114	160	115	160	118	160	116	160	116	160
28	118	160	117	160	118	160	116	160	115	160	116	160	114	160	115	160	118	160	116	160	116	160
29	117	160	117	160	118	160	115	160	114	160	117	160	114	160	115	160	118	160	116	160	116	160
30	116	160	117	160	118	160	115	160	114	160	117	160	114	160	115	160	118	160	116	160	116	160

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
 LIBRARY
 100 S. FAY AVENUE
 LOS ANGELES, CALIF. 90024
 1972

အကျဉ်းချုပ် ၁၆၅

ความหมายของปริมาณ : 10

อัตราค่าจ้าง: 4.00 บาทต่อชั่วโมง

No.	465		466		467		468		469		470		471		472		473		474		475
	ATTENDANCE (Number)	ATTENDANCE TIME	ATTENDANCE (Number)	ATTENDANCE TIME	ATTENDANCE (Number)	ATTENDANCE TIME	ATTENDANCE (Number)	ATTENDANCE TIME	ATTENDANCE (Number)	ATTENDANCE TIME	ATTENDANCE (Number)	ATTENDANCE TIME	ATTENDANCE (Number)	ATTENDANCE TIME	ATTENDANCE (Number)	ATTENDANCE TIME	ATTENDANCE (Number)	ATTENDANCE TIME	ATTENDANCE (Number)	ATTENDANCE TIME	
1	115	150	115	150	117	150	114	146	115	140	115	140	115	130	115	130	117	130	115	120	115
2	115	150	115	150	117	150	114	146	115	140	115	140	115	130	115	130	117	130	115	120	115
3	115	150	115	150	117	150	114	146	115	140	115	140	115	130	115	130	117	130	115	120	115
4	114	150	114	150	116	150	113	149	114	140	115	140	115	130	115	130	117	130	115	120	115
5	115	150	115	150	117	150	113	149	115	140	117	140	114	130	115	130	117	130	115	120	115
6	115	150	115	150	117	150	114	148	114	140	117	140	115	130	115	130	117	130	115	120	115
7	115	150	115	150	117	150	114	148	115	140	117	140	115	130	115	130	117	130	115	120	115
8	114	150	113	150	116	150	113	149	115	140	117	140	115	130	115	130	117	130	115	120	115
9	114	150	113	150	116	150	113	149	115	140	117	140	115	130	115	130	117	130	115	120	115
10	114	150	114	150	116	150	113	149	114	140	117	140	115	130	115	130	117	130	115	120	115
11	115	150	115	150	117	150	113	149	115	140	117	140	115	130	115	130	117	130	115	120	115
12	115	150	115	150	117	150	115	149	115	140	117	140	115	130	115	130	117	130	115	120	115
13	115	150	115	150	117	150	115	149	115	140	117	140	115	130	115	130	117	130	115	120	115
14	115	150	115	150	117	150	115	149	115	140	117	140	115	130	115	130	117	130	115	120	115
15	115	150	115	150	117	150	115	149	115	140	117	140	115	130	115	130	117	130	115	120	115
16	115	150	115	150	117	150	115	149	115	140	117	140	115	130	115	130	117	130	115	120	115
17	115	150	115	150	117	150	115	149	115	140	117	140	115	130	115	130	117	130	115	120	115
18	114	150	115	150	117	150	113	149	114	140	117	140	115	130	115	130	117	130	115	120	115
19	115	150	115	150	117	150	114	149	115	140	117	140	115	130	115	130	117	130	115	120	115
20	115	150	115	150	117	150	113	149	115	140	117	140	115	130	115	130	117	130	115	120	115
21	115	150	115	150	117	150	113	149	115	140	117	140	115	130	115	130	117	130	115	120	115
22	115	150	115	150	117	150	113	149	115	140	117	140	115	130	115	130	117	130	115	120	115
23	117	150	117	150	118	150	114	149	114	140	117	140	114	130	114	130	118	130	114	120	115
24	115	150	115	150	117	150	114	149	115	140	117	140	114	130	115	130	118	130	114	120	115
25	116	150	117	150	118	150	115	149	114	140	117	140	114	130	115	130	118	130	115	120	115
26	116	150	117	150	118	150	114	149	115	140	117	140	114	130	115	130	118	130	115	120	115
27	114	150	115	150	116	150	113	149	115	140	117	140	114	130	115	130	118	130	115	120	115
28	116	150	117	150	118	150	114	149	115	140	117	140	114	130	115	130	118	130	115	120	115
29	117	150	117	150	118	150	115	149	114	140	117	140	114	130	115	130	118	130	115	120	115
30	116	150	117	150	118	150	114	149	115	140	117	140	114	130	115	130	118	130	115	120	115

[illegible]

การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

455

การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

12

การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.5

ข้อ	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475
1	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
2	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
3	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
4	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
5	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
6	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
7	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
8	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
9	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
10	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
11	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
12	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
13	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
14	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
15	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
16	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
17	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
18	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
19	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
20	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
21	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
22	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
23	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
24	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
25	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
26	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
27	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
28	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
29	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118
30	117	180	118	160	117	180	118	160	117	180	118

การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
(การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน)

ภาคผนวก ฉ

แบบฟอร์มจัดบันทึกความหนาผิวเคลือบสังกะสี

การประเมินผลสัมฤทธิ์ของงาน
ตามแผนปฏิบัติการ
ตามแผนปฏิบัติการ
ตามแผนปฏิบัติการ

ลำดับ	การประเมินผลสัมฤทธิ์ของงาน					รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4	5		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

การประเมินผลสัมฤทธิ์ของงาน
ตามแผนปฏิบัติการ
ตามแผนปฏิบัติการ
ตามแผนปฏิบัติการ

ลำดับ	การประเมินผลสัมฤทธิ์ของงาน					รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4	5		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							



U.A. WITTHAYAPORN COMPANY LIMITED
78 MOO 15 ROMKLAO RD SAENSAB MBURI BANGKOK 10510
TEL (662) 543-9000-8 FAX (662) 543-0189, 543-9029

Sheet: _____

Date: _____

HOT DIP GALVANIZING INSPECTION REPORT

Lot/No.	Q'TY (Pcs.)		Time (sec)	Temp. (°C)
	Total	Test		

Shift: _____

Hot-dip shop: _____

Description of Material			Q'TY (Pcs)	Thickness of Coating (Micron)						U.C. No.	S. No.	P. No.
Job No.	Mark/ Nuber	Size (mm.)		Test point					Average			
				1	2	3	4	5				
				1								
				2								
				3								
				1								
				2								
				3								
				1								
				2								
				3								
				1								
				2								
				3								
				1								
				2								
				3								
				1								
				2								
				3								
				1								
				2								
				3								
				1								
				2								
				3								
				1								
				2								
				3								

Record: "Cause of Fault"

ASTM A123/A 123M-97a

Table 1: Minimum average coating thickness grade by material category. Unit: Micron

Material Category	All specimens tested steel thickness range (mm.)				
	t < 1.6	1.6 ≤ t < 3.2	3.2 ≤ t < 4.8	4.8 ≤ t < 6.4	t ≥ 6.4
Structure shop	45	65	85	85	100
Strip	45	65	75	85	100
Pipe			75	75	75
Wire	45	65	65	65	85

Note: 1 Micron = 0.092 g/m²

ASTM A153/A 153M-95

Table 2: Minimum average zinc coating. Unit: Micron

Class of Material (mm.)	Average of specimens tested
C Fasteners d > 9.52	54
Washer t ≥ 4.76	
D Fasteners d < 9.52	43
Washer t < 4.76	

Inspected by:

1. _____ 2. _____

Date: _____ Date: _____

Chief Production Quality Control by:

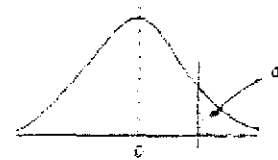
Date: _____

Handwritten signature and date: 09/08/2005

ภาคผนวก ข

ตารางแจกแจงค่าที่

ค่าของ t ภายใต้ความน่าจะเป็น α ที่กำหนด



α	.99	.75	.50	.25	.10	.05	.025	.01	.005	.001	.0005
1	3.25	1.005	1.078	1.314	1.706	2.121	2.576	3.123	3.581	4.015	4.388
2	2.89	.816	1.061	1.385	1.886	2.353	2.875	3.441	3.919	4.300	4.608
3	2.77	.765	1.059	1.358	1.833	2.303	2.808	3.385	3.859	4.240	4.548
4	2.71	.741	1.055	1.333	1.799	2.262	2.764	3.341	3.815	4.196	4.504
5	2.65	.727	1.051	1.311	1.771	2.232	2.734	3.312	3.786	4.167	4.475
6	2.60	.714	1.048	1.291	1.749	2.202	2.706	3.283	3.757	4.138	4.446
7	2.56	.701	1.045	1.273	1.730	2.181	2.685	3.255	3.729	4.110	4.418
8	2.53	.696	1.043	1.257	1.713	2.162	2.665	3.228	3.701	4.082	4.390
9	2.50	.691	1.041	1.242	1.697	2.144	2.646	3.201	3.674	4.055	4.363
10	2.48	.687	1.039	1.229	1.682	2.127	2.628	3.175	3.648	4.029	4.336
11	2.46	.683	1.037	1.217	1.668	2.111	2.610	3.149	3.622	4.003	4.310
12	2.44	.679	1.035	1.206	1.655	2.096	2.593	3.124	3.597	3.978	4.284
13	2.43	.676	1.033	1.195	1.643	2.081	2.576	3.099	3.572	3.953	4.258
14	2.41	.673	1.031	1.185	1.631	2.067	2.560	3.075	3.547	3.928	4.232
15	2.40	.670	1.029	1.175	1.620	2.053	2.544	3.051	3.522	3.903	4.206
16	2.38	.667	1.027	1.166	1.609	2.040	2.528	3.027	3.497	3.878	4.180
17	2.37	.665	1.025	1.157	1.598	2.027	2.513	3.003	3.472	3.853	4.154
18	2.36	.663	1.023	1.148	1.588	2.014	2.498	2.979	3.447	3.828	4.128
19	2.35	.661	1.021	1.139	1.578	2.001	2.483	2.955	3.422	3.803	4.102
20	2.34	.659	1.019	1.131	1.568	1.989	2.468	2.931	3.397	3.778	4.076
21	2.33	.657	1.017	1.123	1.559	1.977	2.453	2.907	3.372	3.753	4.050
22	2.32	.655	1.015	1.115	1.550	1.965	2.438	2.883	3.347	3.728	4.024
23	2.31	.653	1.013	1.107	1.541	1.953	2.423	2.859	3.322	3.703	3.998
24	2.30	.651	1.011	1.099	1.532	1.941	2.408	2.835	3.297	3.678	3.972
25	2.29	.649	1.009	1.091	1.523	1.929	2.393	2.811	3.272	3.653	3.946
26	2.28	.647	1.007	1.083	1.514	1.917	2.378	2.787	3.247	3.628	3.920
27	2.27	.645	1.005	1.075	1.505	1.905	2.363	2.763	3.222	3.603	3.894
28	2.26	.643	1.003	1.067	1.496	1.893	2.348	2.739	3.197	3.578	3.868
29	2.25	.641	1.001	1.059	1.487	1.881	2.333	2.715	3.172	3.553	3.842
30	2.24	.639	1.000	1.051	1.478	1.869	2.318	2.691	3.147	3.528	3.816
40	2.20	.634	0.996	1.034	1.455	1.835	2.278	2.645	3.101	3.481	3.769
60	2.15	.629	0.991	1.017	1.432	1.801	2.238	2.600	3.056	3.436	3.724
120	2.10	.624	0.986	1.000	1.409	1.767	2.198	2.555	3.011	3.391	3.679
∞	2.05	.619	0.981	0.983	1.386	1.733	2.158	2.510	2.966	3.346	3.634

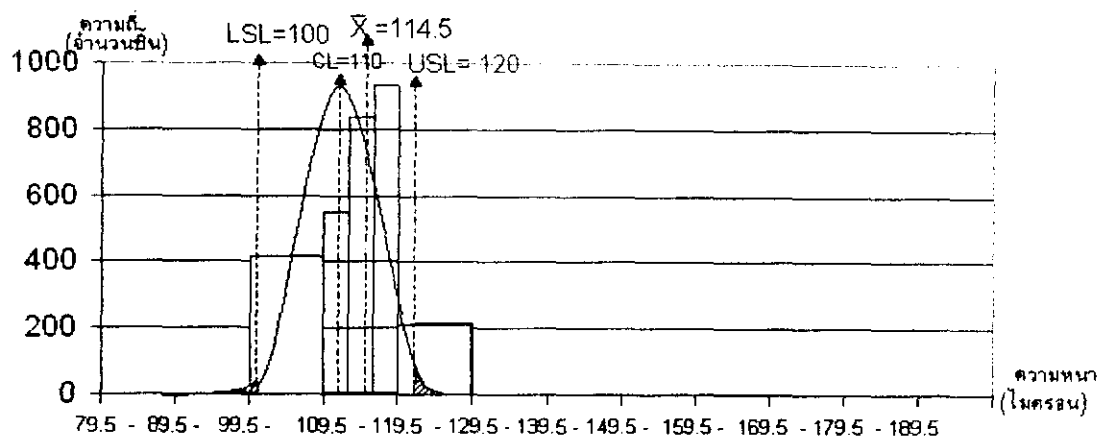
*จาก Hines and Montgomery (1990)

ภาคผนวก ข

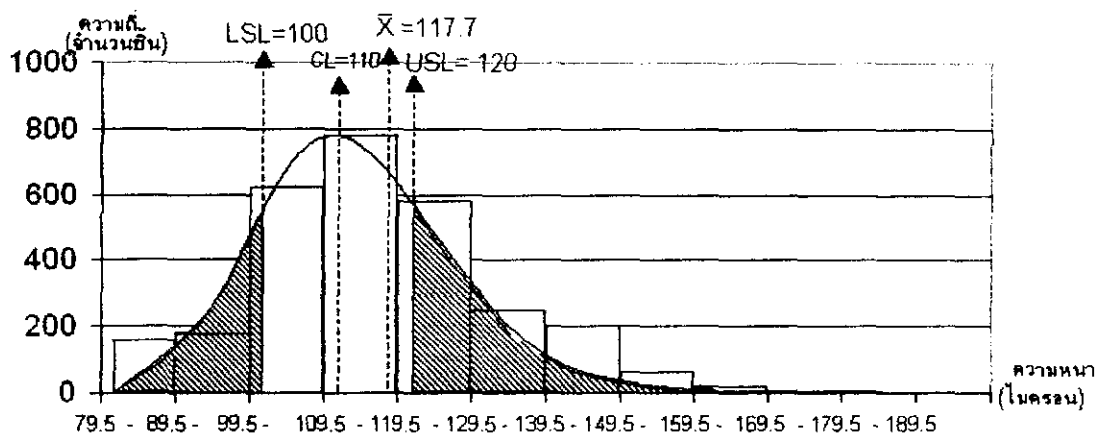
คำความหนาผิวเคลือบสังกะสีก่อนการพัฒนา

ภาคผนวก ฅ

กราฟแสดงค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสีเปรียบเทียบ
ก่อนและหลังการพัฒนา



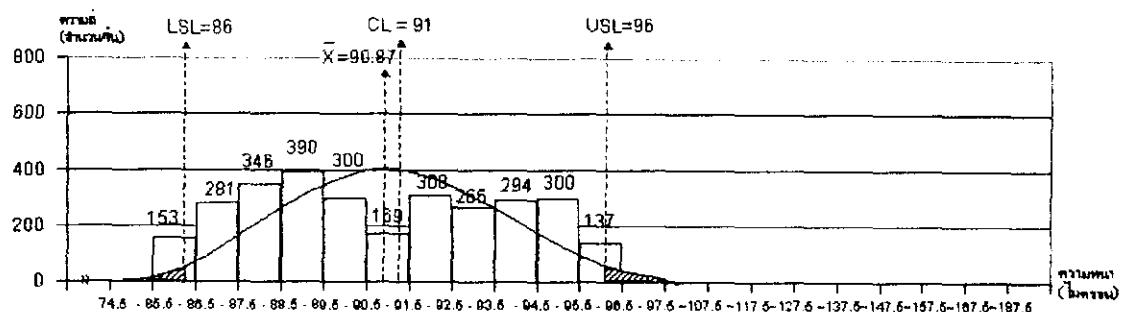
ความหนาผิวเคลือบสังกะสีหลังการพัฒนา



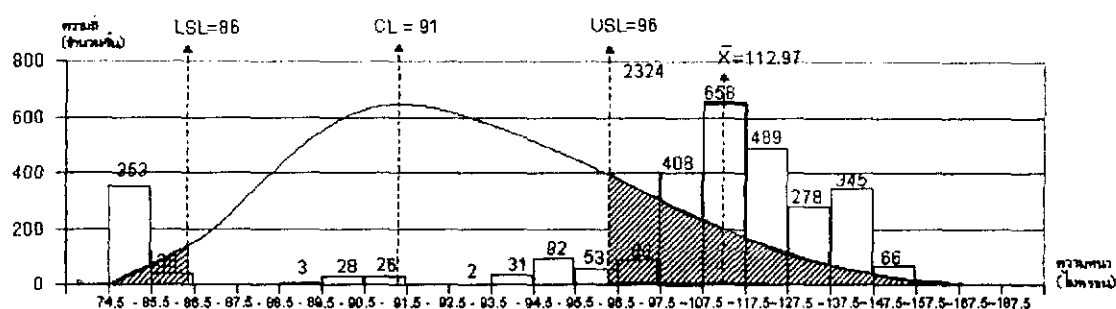
ความหนาผิวเคลือบสังกะสีก่อนการพัฒนา

กราฟฮิสโตแกรม แสดงความถี่ของค่าความหนาผิวเคลือบสังกะสี และค่าเกณฑ์การยอมรับของชิ้นงานที่นำมาชุบสังกะสีที่ $t \geq 6$ mm. (t = ความหนาของชิ้นงาน) เปรียบเทียบก่อนการพัฒนา กับหลังการพัฒนา

จากกราฟจะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยก่อนการพัฒนามีค่าเคลื่อนไปทางค่าขอบเขตค่าสูงสุดของข้อกำหนดมากและมีความแปรปรวนมากค่าความหนาผิวเคลือบได้ไม่ตามข้อกำหนด ส่วนกราฟหลังการพัฒนาได้ค่าเฉลี่ยเข้าใกล้ค่าเฉลี่ยข้อกำหนดและมีค่าอยู่ในข้อกำหนดมีความแปรปรวนน้อยลงแสดงว่ากระบวนการดีกว่าก่อนการพัฒนา



ความหนาผิวเคลือบสังกะสีหลังการพัฒนา



ความหนาผิวเคลือบสังกะสีก่อนการพัฒนา

กราฟฮิสโตแกรม แสดงความถี่ของความหนาผิวเคลือบสังกะสี และแสดงค่าเกณฑ์การยอมรับของ
 ชิ้นงานที่นำมาชุบสังกะสีที่ $t < 6$ mm. (t = ความหนาชิ้นงาน) เปรียบเทียบก่อนการพัฒนา
 กับหลังการพัฒนา

จากกราฟจะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยของข้อมูลก่อนการพัฒนามีค่าเฉลี่ยที่ผิดจากค่าเฉลี่ยของขอบเขตข้อกำหนด รวมทั้งมีความกว้างของฮิสโตแกรมมีความกว้างมากกว่าความกว้างของขอบเขตข้อกำหนดมาก มีความแปรปรวนจากกระบวนการชุบสังกะสีมากเกินไป ดังนั้นจึงต้องดำเนินการพัฒนากระบวนการชุบสังกะสีใหม่เพื่อลดความแปรปรวน และให้ฐานความกว้างของฮิสโตแกรมแคบลงและอยู่ในขอบเขตของข้อกำหนด (วีระพงศ์ เถลิ้มจิระรัตน์ 2546 : 48)

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายสมคิด ภิรมย์ภักดี
วันเดือนปีเกิด	16 เดือน ตุลาคม พุทธศักราช 2506
สถานที่เกิด	แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 100/214 หมู่บ้านฟอร์ล่าวิลล์ หมู่ 2 แขวงลำผักชี เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ผู้จัดการฝ่ายผลิต
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัท เอื้อวิทยา จำกัด (มหาชน)
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2523	โรงเรียนวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2528	ปวส. (ช่างกลโลหะ) จากวิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2534	อสม. (สาขาเทคโนโลยีการผลิต) จากสถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระ นครเหนือ กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2548	กศ.ม. (สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสา มิตร กรุงเทพมหานคร