

บทที่ 4

ผลการวิจัย และการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการวิจัย และบันทึกผลการวิจัย

4.1.1 การศึกษาองค์ประกอบของสารเคมี

การวิจัยต้องการศึกษาองค์ประกอบของสารเคมีตั้งต้นที่ใช้ในโรงงานตัวอย่าง คือ สารละลาย FeCl_3 เป็นน้ำยาสำเร็จรูปทั้งชนิดและคุณสมบัติได้ถูกกำหนดไว้ให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตและต้นทุน จึงขอข้อมูลเพิ่มเติมจากบริษัทผู้ขายน้ำยาให้แก่โรงงานตัวอย่าง ซึ่งได้รับการเอื้อเฟื้อข้อมูลอย่างดีเพื่อประกอบการทำวิจัย การรวบรวมข้อมูลน้ำยาสำเร็จรูป FeCl_3 ที่มีปริมาณของความเข้มข้นองค์ประกอบแตกต่างกัน จะมีคุณสมบัติอื่นๆ แตกต่างกันบันทึกผลไว้ในตารางที่

4.1

ตารางที่ 4.1 Specific values of the used etchant FeCl_3

ตัวอย่าง	Etchant concentration (mol/l)	Density (g/cm^3)	pH	ORP (mV)
1	4.1	1.48	-0.35	1067
2	3.5	1.41	-0.02	860
3	3.0	1.37	+0.12	818
4	2.6	1.29	+0.33	796
5	2.2	1.25	+0.40	778
6	1.8	1.22	+0.64	769
7	1.5	1.16	+0.81	783

จากตารางที่ 4.1 พบว่า น้ำยาที่โรงงานตัวอย่างเลือกใช้ในกระบวนการจริง คือ ตัวอย่างที่ 3 ที่มีความเข้มข้น 3 mol/l, ความหนาแน่น 1.37 g/cm^3 , ค่า pH = 0.12 และค่า ORP = 818 mV ข้อมูลจากการวิเคราะห์ในห้องทดลอง พบว่าความเข้มข้นของ FeCl_3 ในสารละลายที่ใช้ในกระบวนการผลิต ประกอบด้วยองค์ประกอบ ดังนี้

- Ferric	238 g/l
- Ferrous	4949 ppm
- Free acid	9 g/l
- Nickel	200 ppm
- Copper	400 ppm
- Chromium	200 ppm
- Lead	200 ppm
- Insoluble matter	5 g/l

การควบคุมค่าความเข้มข้นขององค์ประกอบต่างๆ ในปฏิกิริยาเคมี จะได้จากการวิเคราะห์ในห้องทดลองเคมี และคำนวณผลออกมา ซึ่งข้อมูลที่ได้จะซ้ำ ไม่เหมาะสมในการควบคุมสำหรับการวิจัย จากความรู้พื้นฐานสามารถใช้ความสัมพันธ์ที่วัดค่าได้อย่างรวดเร็ว และโรงงานตัวอย่างมีอุปกรณ์ในการวัดค่าออกมาจากกระบวนการจริงได้ คือ ค่าปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี (Oxidation-reduction potential : ORP)

4.1.2 การศึกษาค่าปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีของสารเคมี

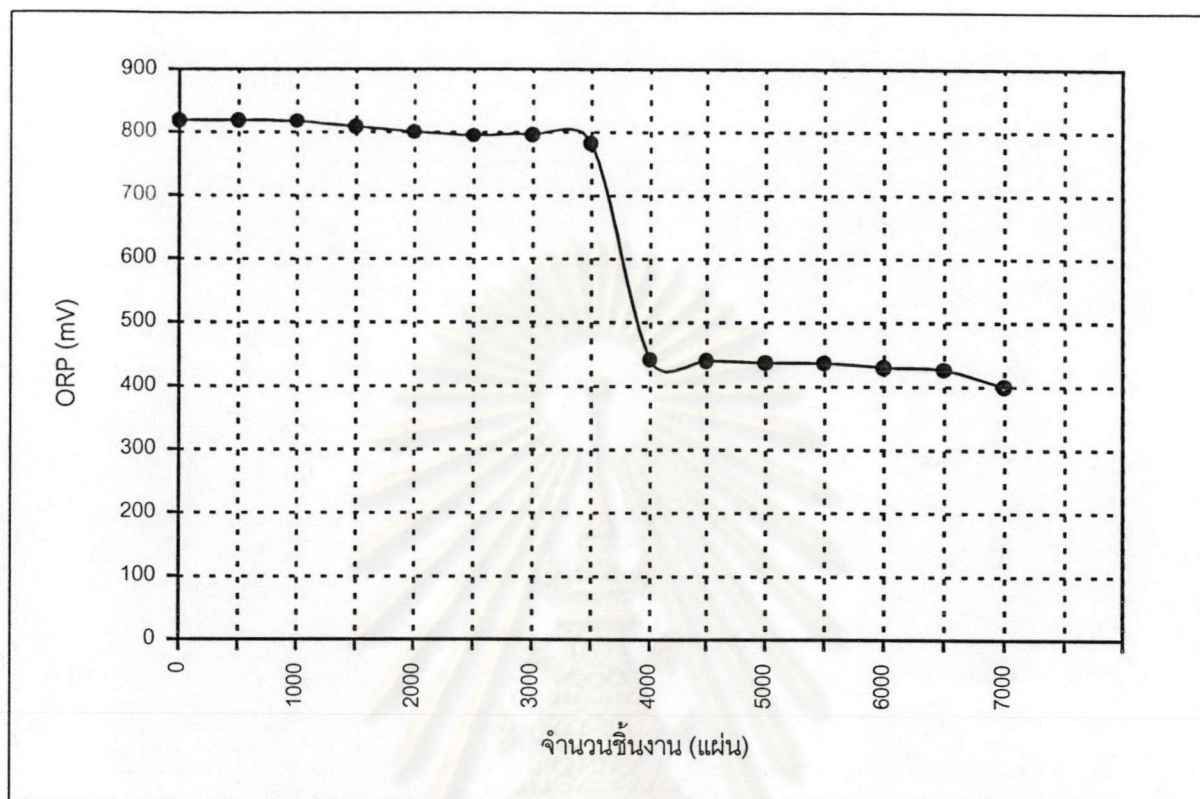
การวิจัยต้องการศึกษาค่าปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีของสารละลาย $FeCl_3$ มีผลกระทบต่อแผ่นชิ้นงานอย่างไร และหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี หรือ ORP กับ จำนวนชิ้นงาน การวิจัยได้ถูกจำกัดปริมาณการใช้แผ่นชิ้นงานซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในทดสอบ วิธีการทดสอบเริ่มจากการใช้ 500 +/- 5 แผ่น ถึง 7,000 +/- 5 แผ่น ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง และแต่ละครั้งจะเริ่มต้นใช้น้ำยา $FeCl_3$ ใหม่ทุกครั้ง บันทึกผลไว้ในตารางที่ 4.2 และกราฟที่ 4.1

ตารางที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า ORP และ ดัชนีของซิงานาน

จำนวนซิงานาน (แผ่น)	ค่า ORP (mV)				ดัชนีซิงานานหลังการทดลอง
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	
0	819	819	819	819	ซิงานานดี
500	819	819	819	819	ซิงานานดี
1000	818	817	819	818	ซิงานานดี
1500	807	809	809	808	ซิงานานดี
2000	800	800	810	803	ซิงานานดี
2500	795	794	794	794	ซิงานานดี
3000	790	796	789	791	ซิงานานดี
3500	780	783	783	782	พบของเสียมากกว่า 10%
4000	441	441	440	441	พบของเสียมากกว่า 53%
4500	440	440	440	440	พบของเสียมากกว่า 50%
5000	438	437	439	438	พบของเสียมากกว่า 50%
5500	436	436	436	435	พบของเสียมากกว่า 50%
6000	431	430	430	430	พบของเสียมากกว่า 50%
6500	426	426	426	426	พบของเสียมากกว่า 50%
7000	400	400	402	401	พบของเสียมากกว่า 50%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า ORP และ จำนวนชิ้นงาน



จากกราฟที่ 4.1 พบว่าค่า ORP มากกว่า 783 mV ขึ้นไป จะสามารถกัดชิ้นงานได้ ประมาณ 0~3,000 แผ่น และถ้ามีค่าน้อยกว่า 783 mV หรือ มากกว่า 3,000 แผ่น จะพบของเสียมากกว่า 10% เสมอ ซึ่งไม่อาจยอมรับได้ในกระบวนการผลิต

- ค่าต่ำที่สุด = 400 mV
- ค่าเฉลี่ย = 600 mV
- ค่าสูงที่สุด = 800 mV

การควบคุมค่า ORP สำหรับกระบวนการผลิตที่เหมาะสม คือ มากกว่า 600 mV ขึ้นไป

4.1.3 การศึกษาอุณหภูมิของสารเคมี

การวิจัยต้องการศึกษาหาอุณหภูมิที่เหมาะสมของสารละลาย $FeCl_3$ มีผลกระทบต่อแผ่นชิ้นงานอย่างไร และหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับ จำนวนชิ้นงาน การวิจัยได้ถูกจำกัดปริมาณการใช้แผ่นชิ้นงานซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในทดสอบ วิธีการทดสอบทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง และแต่ละครั้งจะใช้น้ำยา $FeCl_3$ ใหม่ทุกครั้ง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลของอุณหภูมิของน้ำยักัดที่เหมาะสม

Pressure (bar)	Etchant Temperature (°C)				ลักษณะชิ้นงานหลังการทดลอง
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	
1	40	40	40	40	ชิ้นงานกัดไม่ขาดบางส่วน และขอบไม่คมชัด
	50	50	50	50	ชิ้นงานกัดไม่ขาดบางส่วน และขอบไม่คมชัด
	60	60	60	60	ชิ้นงานกัดไม่ขาดบางส่วน และขอบไม่คมชัด
	70	70	70	70	ชิ้นงานกัดขาดจากกัน และขอบคมชัด
	80	80	80	80	ชิ้นงานกัดขาดจากกัน และขอบคมชัด
2	40	40	40	40	ชิ้นงานกัดไม่ขาดบางส่วน และขอบไม่คมชัด
	50	50	50	50	ชิ้นงานกัดขาดจากกัน และขอบคมชัด
	60	60	60	60	ชิ้นงานกัดขาดจากกัน และขอบคมชัด
	70	70	70	70	ชิ้นงานกัดขาดจากกัน และขอบคมชัด
	80	80	80	80	ชิ้นงานกัดขาดจากกัน และขอบคมชัด
3	40	40	40	40	ชิ้นงานกัดไม่ขาดบางส่วน และขอบไม่คมชัด
	50	50	50	50	ชิ้นงานกัดขาดจากกัน และขอบคมชัด
	60	60	60	60	ชิ้นงานกัดขาดจากกัน และขอบคมชัด
	70	70	70	70	ชิ้นงานกัดขาดจากกัน และขอบคมชัด
	80	80	80	80	ชิ้นงานกัดขาดจากกัน และขอบคมชัด
4	40	40	40	40	ชิ้นงานกัดไม่ขาดบางส่วน และขอบไม่คมชัด
	50	50	50	50	ชิ้นงานกัดขาดจากกัน และขอบคมชัด
	60	60	60	60	ชิ้นงานกัดขาดจากกัน และขอบคมชัด
	70	70	70	70	ชิ้นงานกัดขาดจากกัน และขอบคมชัด
	80	80	80	80	ชิ้นงานกัดขาดจากกัน และขอบคมชัด

จากตารางที่ 4.3 ลักษณะชิ้นงานที่พบในการทดลอง ต้องนำไปตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 10 เท่า ซึ่งลักษณะชิ้นงานที่ต้องการ คือ ชิ้นงานถูกกัดขาดตามรูปแบบที่กำหนด และมีขอบคมชัด พบว่า

- ที่ความดัน 1 bar ต้องใช้อุณหภูมิ 70°C
- ที่ความดัน 2 bar ต้องใช้อุณหภูมิ 50°C
- ที่ความดัน 3 bar ต้องใช้อุณหภูมิ 50°C
- ที่ความดัน 4 bar ต้องใช้อุณหภูมิ 50°C

การควบคุมค่าอุณหภูมิสำหรับกระบวนการผลิตที่เหมาะสม คือ 50°C ขึ้นไป ซึ่งในเชิงเศรษฐศาสตร์และประหยัดพลังงานที่น้อยที่สุด จึงเป็นภาวะที่ดีที่สุดในการบวนการผลิต

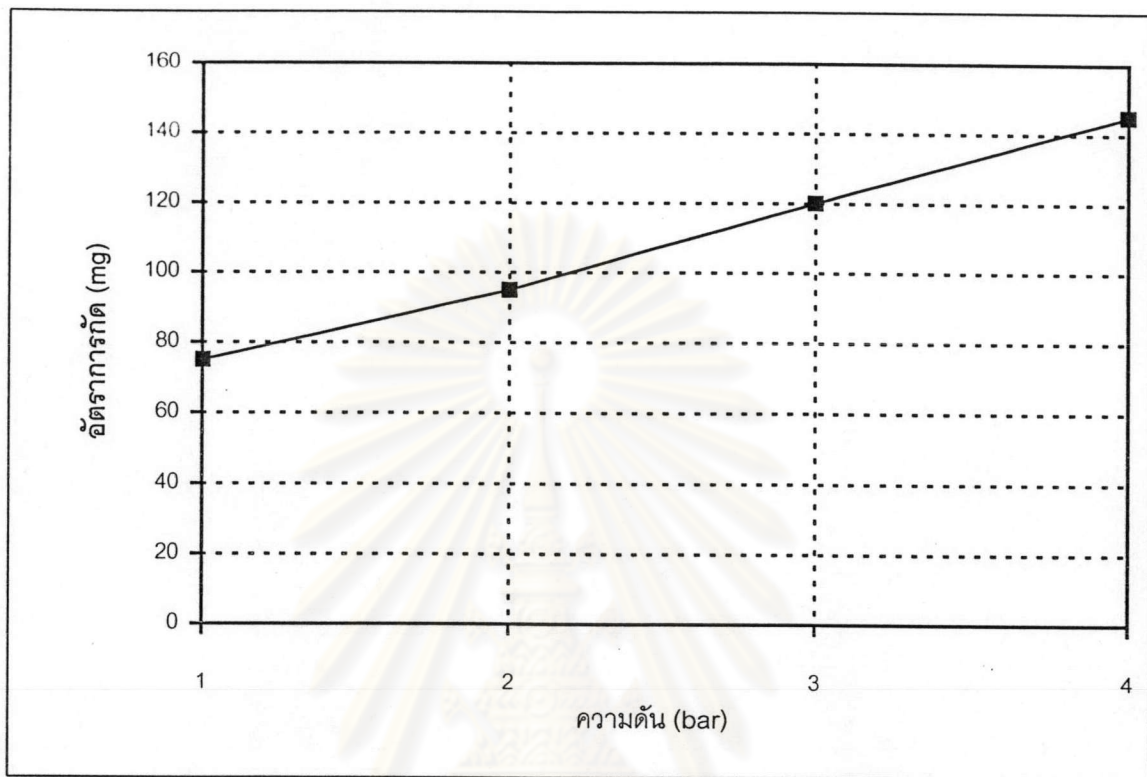
4.1.4 การศึกษาอัตราการกักของสารเคมี

การวิจัยต้องการศึกษาหาอัตราการกักของสารเคมีที่เหมาะสมของสารละลาย $FeCl_3$ มีผลกระทบต่อแผ่นชิ้นงานอย่างไร และหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการกักของสารเคมี การวิจัยได้ถูกจำกัดปริมาณการใช้แผ่นชิ้นงานซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในทดสอบ วิธีการทดสอบทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง และแต่ละครั้งจะใช้น้ำยา $FeCl_3$ ใหม่ทุกครั้ง ใช้การชั่งแผ่นชิ้นงานในการคำนวณ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลของอัตราการกักของสารเคมีที่อุณหภูมิ 50°C ณ ความดันต่าง ๆ

ความดัน (bar)	อัตราการกักของน้ำยา (mg/min)
1	75
2	95
3	120
4	145

รูปที่ 4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการกัดของสารเคมีและความดันที่ 50°C



จากกราฟที่ 4.2 โรงงานตัวอย่างใช้ความเข้มข้นของ FeCl₃ 3 mol/l ควบคุมอุณหภูมิที่ 50°C และความดัน 2 bar มีอัตราการกัด = 95 mg/min

4.1.5 การศึกษาความเร็วของสายพาน

การวิจัยต้องการศึกษาความเร็วของสายพานลำเลียงของแผ่นชิ้นงานในเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงานตัวอย่าง ขนาดและชนิดของสายพานได้ถูกกำหนดไว้ให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตและต้นทุน กำหนดไว้ดังนี้

เส้นรอบวงของสายพาน = 15 cm.

จำนวนของสายพาน = 20 เส้น

การคำนวณหาความเร็วของสายพานที่ใช้วางชิ้นงาน เมื่อป้อนเข้ากระบวนการกัดจะหาได้จากสูตรทั่วไป

จากสูตร
$$V = \frac{s}{t}$$

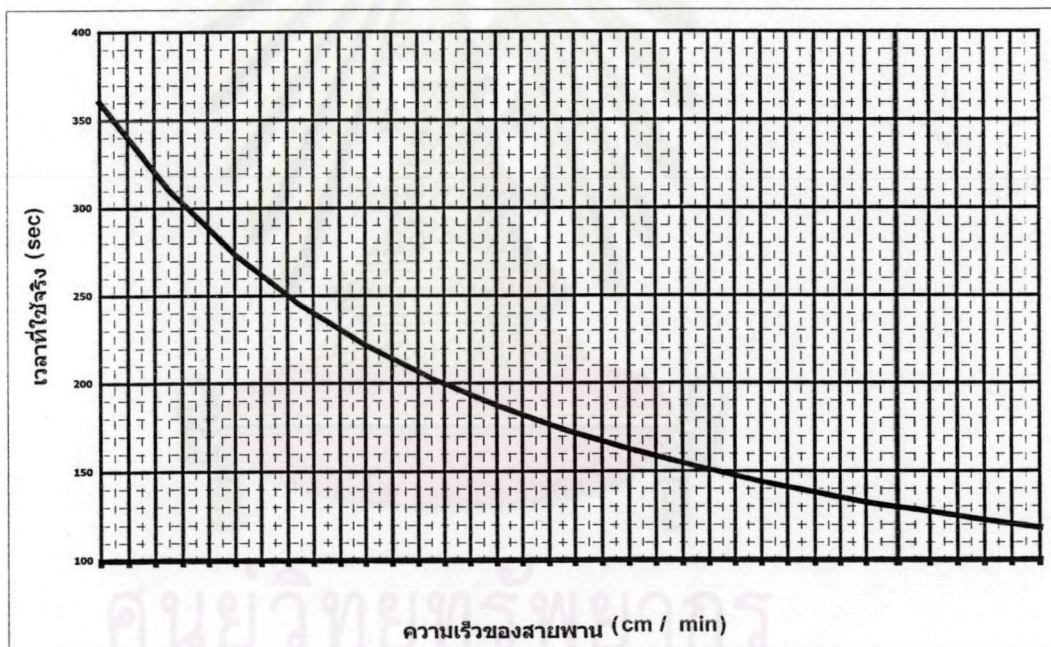
.....4.1

เมื่อ

$$\begin{aligned}
 V &= \text{ความเร็วของสายพาน} \\
 s &= \text{ระยะทางลำเลียงของสายพาน} \\
 t &= \text{เวลาที่ใช้}
 \end{aligned}$$

แทนค่าต่าง ๆ ลงในสูตรสมการ 4.1 จะได้ความเร็วของสายพาน (cm/min) ที่ต้องป้อนแผ่นชิ้นงานเข้าและออกจากเครื่องจักรในกระบวนการกัด เพื่อยืนยันผลจากการคำนวณจึงทำการทดลองปรับความเร็วของสายพาน ข้อมูลแสดงในกราฟที่ 4.3

รูปที่ 4.3 กราฟข้อมูลความเร็วของสายพานและเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตจริง



4.1.6 การศึกษาระยะของหัวฉีดพ่น

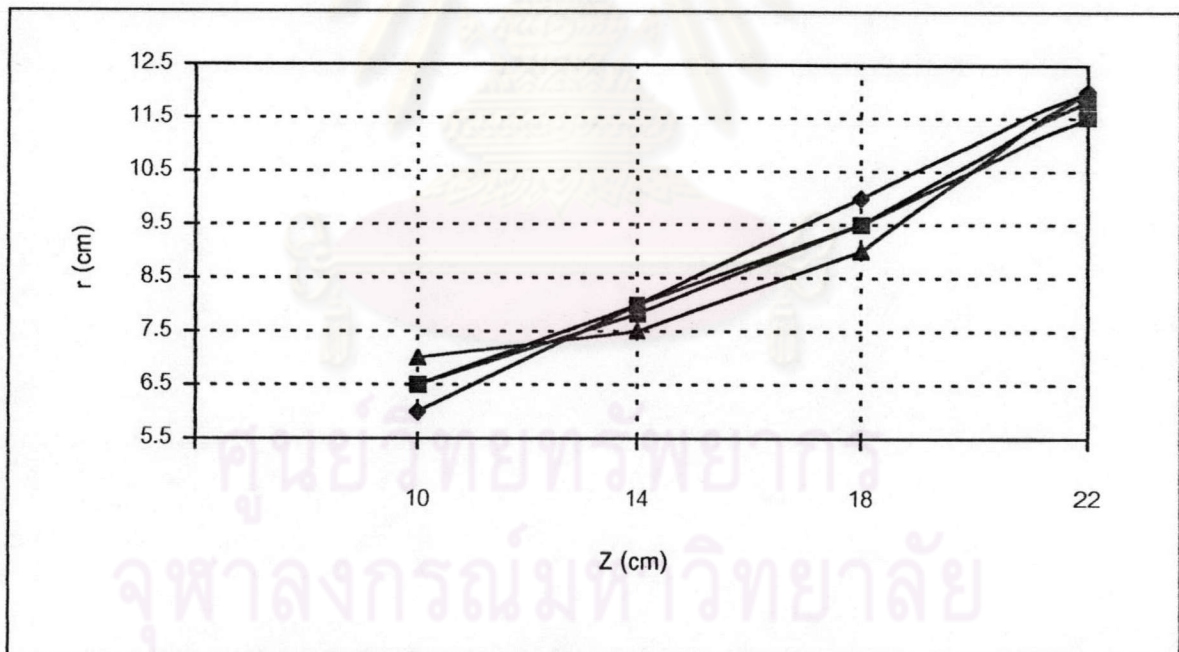
การวิจัยต้องการศึกษาระยะห่างของหัวฉีดพ่นในเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงานตัวอย่าง ขนาดและชนิดของหัวฉีดพ่นได้ถูกกำหนดไว้ให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตและต้นทุน คือ กำหนดขนาดมุม 60° การวิจัยทดลองปรับระยะของหัวฉีดพ่นสารเคมี มีผลกระทบต่อแผ่นชิ้นงานอย่างไร และหาความสัมพันธ์ การวิจัยได้ถูกจำกัดปริมาณการใช้แผ่นชิ้นงานซึ่งเป็นวัตถุดิบที่

สำคัญในทดสอบ ทำซ้ำ 3 ครั้ง และแต่ละครั้งจะใช้น้ำยา FeCl_3 ใหม่ทุกครั้ง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.5 และกราฟที่ 4.4

ตารางที่ 4.5 ผลการปรับระยะของแผ่นชิ้นงานและหัวฉีดพ่น

ระยะระหว่างแผ่นชิ้นงาน และหัวฉีดพ่นสารเคมี : Z (cm)	รัศมีของสารเคมี (บนแผ่นชิ้นงาน) : r (cm)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10	6	6.5	7	6.5
14	8	8	7.5	7.83
18	10	9.5	9	9.50
22	12	11.5	12	11.83

รูปที่ 4.4 กราฟความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างแผ่นชิ้นงานและหัวฉีดพ่น



ข้อจำกัดของการทดลอง การปรับระยะห่างระหว่างแผ่นชิ้นงานและหัวฉีดพ่นแนวแกน Z สามารถปรับได้ต่ำสุดที่ 10 cm และสูงสุดที่ 22 cm จากตารางที่ 4.5 พบว่า รัศมีของการพ่นสารเคมี FeCl_3 บนแผ่นชิ้นงาน จะแปรผันตรงกับระยะห่างของแผ่นชิ้นงาน คือ เมื่อปรับระยะห่างของแผ่นชิ้นงานจากหัวฉีดพ่นมากขึ้น รัศมีการพ่นของสารเคมี FeCl_3 บนแผ่นชิ้นงานจะมีรัศมี

กว้างขึ้นด้วย สำหรับโรงงานตัวอย่างจะกำหนดขนาดของชิ้นงานไว้แล้ว ดังนั้นระดับตำแหน่งระยะห่างของแผ่นชิ้นงานที่เหมาะสม คือ $Z = 14 \text{ cm}$.

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากผลการวิจัยทำให้สามารถระบุสถานะที่เหมาะสมสำหรับการควบคุมปัจจัยในกระบวนการ และแสดงความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัย ภาวะเงื่อนไขต่าง ๆ จะต้องถูกควบคุมเพื่อลดความเบี่ยงเบน หรือความแปรปรวนของกระบวนการผลิต

การนำข้อมูลจากการวิจัยมาวิเคราะห์ นำวิธีการเชิงสถิติแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผันที่นิยมใช้มากที่สุดในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คือ แผนภูมิ X-bar และ R ซึ่งมีการประยุกต์ใช้ในงานวิจัยรวม 6 ขั้นตอน ดังนี้

4.2.1 กำหนดตัวแปรควบคุม

แผนภูมิ X -bar และ R ใช้สำหรับการควบคุมกระบวนการ ซึ่งสิ่งที่จะต้องควบคุมต้องสามารถวัดค่าได้ ซึ่งจากผลการวิจัยพบปัจจัยหลักสำคัญที่ต้องควบคุมในกระบวนการผลิต ได้แก่ ค่า ORP

4.2.2 กำหนดจำนวนตัวอย่าง

การกำหนดจำนวนตัวอย่างที่จะจัดเก็บ และความถี่ห่างของการจัดเก็บนั้น ไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนตายตัว เพื่อให้เหมาะสมและคำนวณง่าย การวิจัยเก็บจำนวนตัวอย่างข้อมูลของค่า ORP จำนวน 1 ค่า ก่อนการทำงานทุกครั้ง คือ กะเช้า, บ่าย และดึก รวมเป็น 3 ค่า /วัน/ชุดข้อมูล

4.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนนี้ทำโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นเองเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อสะดวกรวดเร็วในการวิเคราะห์ข้อมูล การเก็บข้อมูลในทางปฏิบัติจะทำโดยพนักงานควบคุมเครื่องจักร หรือกระบวนการผลิตนั้น ตัวอย่างแสดงในตารางที่ 4.6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 ตัวอย่างผลของค่า ORP และ อุณหภูมิของกระบวนการผลิต

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่า ORP (mV)	ค่าอุณหภูมิ (°C)
10/2/2000	640	55.1
10/4/2000	647	55.3
10/4/2000	648	55.1
10/5/2000	650	55
10/5/2000	648	55.2
10/10/2000	648	55.2
10/11/2000	648	55.2
10/11/2000	645	55.1
10/13/2000	647	55.1
10/14/2000	653	55.3
10/14/2000	647	55
10/15/2000	646	55
10/17/2000	650	55.3
10/17/2000	657	55.1
10/26/2000	674	55.3
10/20/2000	647	55.3
10/21/2000	654	55.3
10/24/2000	651	55.2
10/25/2000	665	55.2
10/27/2000	634	55.2
10/28/2000	647	55.2
10/28/2000	630	55.2
10/28/2000	648	55.2
10/31/2000	647	55.1
10/31/2000	648	55.3
11/1/2000	647	55.3
11/1/2000	647	55.4
11/1/2000	647	55.1
11/1/2000	648	55.1
11/2/2000	648	55.3

4.2.4 การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ

ขีดจำกัดของแผนภูมิควบคุม \bar{X} และ R สามารถคำนวณได้จากรูปแบบต่อไปนี้ คือ

$$\bar{X} = \frac{X_i}{m} \quad \dots\dots\dots (4.2)$$

และ

$$\bar{R} = \frac{R_i}{m} \quad \dots\dots\dots (4.3)$$

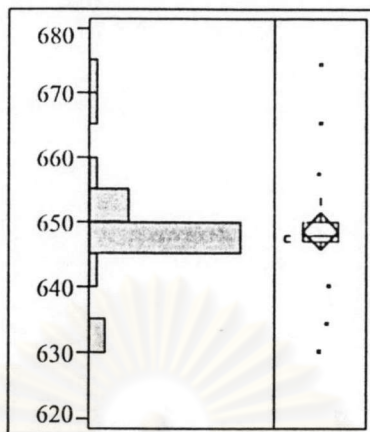
- เมื่อ \bar{X} เป็น ค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง
 \bar{R} เป็น ค่าเฉลี่ยของพิสัยแต่ละกลุ่มตัวอย่าง
 X_i เป็น ค่าของกลุ่มตัวอย่างที่ i ใด ๆ
 R_i เป็น ค่าของกลุ่มตัวอย่างที่ i ใด ๆ
 m เป็น จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.7 ตัวอย่างผลวิจัยเฉพาะชุดข้อมูล ORP

วันที่เก็บตัวอย่าง	เวลาที่เก็บตัวอย่าง	ค่า ORP	ค่าความต่าง
10/2/2000	12.30	640	-
10/4/2000	12.30	647	1
10/4/2000	12.30	648	2
10/5/2000	12.30	650	2
10/5/2000	12.30	648	0
10/10/2000	12.30	648	0
10/11/2000	12.30	648	3
10/11/2000	12.30	645	2
10/13/2000	12.30	647	6
10/14/2000	12.30	653	6
10/14/2000	12.30	647	1
10/15/2000	12.30	646	4
10/17/2000	12.30	650	7
10/17/2000	12.30	657	17
10/26/2000	12.30	674	27
10/20/2000	12.30	647	7
10/21/2000	12.30	654	3
10/24/2000	12.30	651	14
10/25/2000	12.30	665	31
10/27/2000	12.30	634	13
10/28/2000	12.30	647	17
10/28/2000	12.30	630	18
10/28/2000	12.30	648	1
10/31/2000	12.30	647	1
10/31/2000	12.30	648	1
11/1/2000	12.30	647	0
11/1/2000	12.30	647	0
11/1/2000	12.30	647	1
11/1/2000	12.30	648	0
11/2/2000	12.30	648	0
รวม		19456	178

กราฟที่ 4.5 ตัวอย่างข้อมูลของ ORP ด้วยโปรแกรมทางสถิติทั่วไป



Quantiles		
100.0%	maximum	674.00
99.5%		674.00
97.5%		674.00
90.0%		656.70
75.0%	quartile	650.00
50.0%	median	648.00
25.0%	quartile	647.00
10.0%		640.50
2.5%		630.00
0.5%		630.00
0.0%	minimum	630.00

Moments		
Mean		648.5333
Std Dev		7.7046
Std Err Mean		1.4067
upper 95% Mean		651.4103
lower 95% Mean		645.6564
N		30.0000

4.2.4.1 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม X คือ

- ขีดจำกัดควบคุมบน : $UCL_X = \bar{X} + \frac{3\bar{R}}{d_2}$
- เส้นกึ่งกลาง : $CL_X = \bar{X}$
- ขีดจำกัดควบคุมล่าง : $LCL_X = \bar{X} - \frac{3\bar{R}}{d_2}$

ในกรณีนี้รู้ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ
จะได้

$$UCL_X = \bar{X} + 3\sigma$$

$$CL_X = \bar{X}$$

$$LCL_X = \bar{X} - 3\sigma$$

4.2.4.2 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม R คือ

- ขีดจำกัดควบคุมบน : $UCL_R = D_4 \bar{R}$
- เส้นกึ่งกลาง : $CL_R = \bar{R}$
- ขีดจำกัดควบคุมล่าง : $LCL_R = D_3 \bar{R}$

เมื่อค่าของ d_2 , D_3 และ D_4 เป็นค่าคงที่ขึ้นกับจำนวนตัวอย่างในกลุ่มข้อมูล ซึ่งอ่านได้จากตารางที่ ค.1 ในภาคผนวก ค

4.2.5 เขียนจุดลงในแผนภูมิควบคุม

4.2.6 การปรับปรุงแผนภูมิควบคุม

การปรับปรุงแผนภูมิควบคุมทำโดยตัดจุดของ X และ R ที่รู้สาเหตุของความผิดปกติ ออก แล้วทำการคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมใหม่ หรือกรณีที่กระบวนการผลิตไม่มีสิ่งผิดปกติก็ให้ทำการปรับปรุงแผนภูมิใหม่หลังจาก 25 จุดต่อเนื่องแล้ว

4.2.7 การใช้แผนภูมิควบคุม X และ R ในกระบวนการผลิตจริง รายละเอียดอยู่ในบทที่ 5 และหัวข้อที่ 5.2