



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

โครงการการปรับปรุงระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบให้ดีขึ้น

ของเครื่องล้างงานชนิดอัลตราโซนิก

Cycle-time Improvement of Aqueous Ultrasonic Cleaning Machine

นางสาวสุวภัทร์ เนื่องนิกร

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา โครงการการปรับปรุงระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบให้ดีขึ้นของเครื่องล้างงาน
ชนิดอัลตราโซนิก

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นางสาวสุภัทร์ เนื่องนิกร

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.ดร.สมยศ เกียรติวนิชวิไล

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายศุภรัฐ สุขพยัคฆ์

สถานประกอบการ บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

ในกระบวนการผลิต Head Gimbal Assembly ภายในบริษัทซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด สาขาเทพารักษ์ นั้น กระบวนการล้างชิ้นงานทำให้เกิดปรากฏการณ์คอขวดและส่งผลให้การผลิตในหนึ่งวันน้อยกว่าที่ควรจะเป็น ดังนั้นโครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อทำการทดลองลดระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบของเครื่องล้างและเพื่อเพิ่มความสามารถในการผลิตงาน

งานวิจัยฉบับนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง มุ่งเน้นในการปรับปรุงเครื่องงานที่มีระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบมากกว่า 3 นาที ได้แก่เครื่องจักรหมายเลข 2, 3, 5, 7, 13, 14, 18, 19 และ 21 โดยวิธีการทดลองจะแบ่งเป็น 3 วิธี ได้แก่ (1) ทดลองปรับ robot speed movement ระยะเวลา slow pull ให้มีความเร็วเร็วขึ้นและทดลองปรับค่าความเร็วในแกนตั้งให้เร็วขึ้น (2) ตรวจสอบที่ตั้งทำแห้งและถังสุญญากาศว่าอุปกรณ์ต่างๆทำงานปกติหรือไม่ และ (3) ตรวจสอบว่าถาดใส่ชิ้นงานแต่ละชนิดมีผลต่อระยะเวลาล้างงานต่อหนึ่งรอบหรือไม่

จากผลการทดลองพบว่าเครื่องจักรหมายเลข 2, 3, 13 และ 19 ได้มีการปรับความเร็ว robot speed ให้เร็วขึ้น ,เครื่องจักรหมายเลข 18 พบว่ามีวาล์วเติมอากาศทำงานช้ากว่าปกติจึงได้ทำการเปลี่ยน และเครื่องจักรหมายเลข 7, 14, 17, 19 และ 21 ทำการเปลี่ยนถาดใส่ชิ้นงานจาก Pine 1 เป็น Pine 2 นอกจากนี้เครื่องที่ 5 มีการยืนยันค่าระยะเวลาต่อหนึ่งรอบพบว่าการจับค่าที่ผิดพลาดจึงได้จับเวลาใหม่อีกครั้ง

ผลการวิจัยสามารถลดระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบเฉลี่ยต่อเครื่อง จาก 181 วินาที เป็น 172 วินาที และสามารถเพิ่มความสามารถในการผลิตจาก 123 kCap/day เป็น 130 kCap/day จึงสามารถสรุปได้ว่าโครงการนี้ประสบผลสำเร็จตามเป้าหมาย

คำสำคัญ : เครื่องล้างงานด้วยอัลตราโซนิก ,ระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบ ,ความสามารถในการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title: Cycle-time Improvement of Aqueous Ultrasonic Cleaning Machine

Student intern name: Suwapat Neangnigon

Faculty: Engineering **Department:** Electrical Engineering

Advisor name: Assoc.prof. Somyot Kaiwanidvilai

Mentor name: Mr.Suparat Sukpayak

Company: Seagate Technology (Thailand) LTD.

ABSTRACT

Teparuk plant of Seagate Technology (Thailand) LTD. is producer of Head Gimbal Assembly (HGA) is the part of HDDs. Cleaning process is one process in a chain of processes and this process is bottleneck and cause the capacity is less than expected. So, the objectives of this study were to (1) Cycle time Improvement and (2) increase the capacity of aqueous ultrasonic cleaning machine.

This study was an experimental research. We aim to improve machines that had cycle time more than 3 minutes included no. 2, 3, 5, 7, 13, 14, 18, 19 and 21. The 3 methods were selected using (1) adjustment robot speed movement at slow pull tank to faster speed (2) check dryer tank and vacuum tank that are working normally and (3) check the BOLA tray type has caused cycle time.

The study suggested that machines no. 2, 3, 13 and 19 adjusted robot speed movement, no. 18 changed the ventilation valve and no. 7, 14, 17, 19 and 21 changed BOLA tray type from Pine 1 to Pine 2. In addition, the machine no.5 had been counted wrong cycle time so we recheck the new cycle time.

We conclude that this experiment can reduce cycle time average per unit from 181 seconds to 172 seconds. Accordingly, the capacity increase from 123 kCap/day to 130 kCap/day. This study can reach to the result that expected.

Keyword: Ultrasonic Cleaning Machine, Cycle time, Capacity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในงานวิจัยฉบับนี้ ได้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์สมยศ เกียรติวนิชวิไล ที่ได้สละเวลาอันมีค่าให้แก่ผู้วิจัย เพื่อให้คำปรึกษาและแนะนำตลอดจนตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ จากใจจริง

ขอขอบคุณ นายศุภรัฐ สุขพัยค์ม์และสมาชิกทีมเทคนิค HGA Operation support จากบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ ตลอดจนช่วยสนับสนุนในการหาอุปกรณ์ในการทำการทดลองต่างๆ จนเสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ ขออุทิศความดีที่มีในการศึกษาวิจัยนี้แด่ บิดา มารดา ครอบครัวของผู้วิจัย ซึ่งคอยให้กำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้เสมอมา

สุวภัทร์ เนื่องนิกร

ผู้วิจัย

สารบัญ

เนื้อหา

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.6 แผนการดำเนินงาน	4
บทที่ 2 แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ความสำคัญและส่วนประกอบของ Hard Disk Drives (HDDs).....	6
2.2 ความสำคัญและส่วนประกอบของ Head Stack Assembly (HSA).....	9
2.3 ความสำคัญและส่วนประกอบของ Head Gimbal Assembly (HGA).....	10
2.4 ความสำคัญและส่วนประกอบของ Slider	11
2.5 หลักการของ Ultrasonic Cleaning	14
2.6 เครื่องกำเนิดอัลตราโซนิก (Ultrasonic Generator).....	17
2.7 ทรานสดิวเซอร์ของอัลตราโซนิก (Ultrasonic transducer).....	18
2.8 เครื่องล้างอัลตราโซนิกร่วมกับน้ำ (Aqueous Ultrasonic Cleaning)	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ปัจจัยที่มีผลต่อความสะอาดของการล้างด้วยหลักการอัลตราโซนิก (Factor in cleanliness by Ultrasonic Cleaning).....	23
2.10 ระบบการล้างงานอัลตราโซนิกด้วยสารเคมี (Aqueous Ultrasonic Cleaning Systems).....	24
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	40
3.1 เก็บค่าระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบและระยะเวลาของแต่ละ rigibot ของเครื่อง Crest ultrasonic cleaning machine จำนวน 21 เครื่อง	40
3.2 สรุปปัญหา	43
3.3 ทดลองปรับ robot speed movement ที่ robot #5 ช่วงระยะ slow pull ที่ถังล้างน้ำสุดท้าย (final rinse tank) ให้มีความเร็วเร็วขึ้นและทดลองปรับค่าความเร็วในแกนตั้ง (Vertical Maximum Speed) ให้เร็วขึ้น	45
3.4 ตรวจสอบที่ถังทำแห้ง (dry tank) และถังสุญญากาศ (vacuum tank) ว่าอุปกรณ์และส่วนประกอบต่างๆทำงานปกติหรือไม่	48
3.5 ตรวจสอบว่าถาดใส่ชิ้นงาน (BOLA tray) แต่ละชนิดมีผลต่อระยะเวลาล้างงานต่อหนึ่งรอบหรือไม่	50
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	56
4.1 ผลของการทดลองปรับ robot speed movement ที่ robot #5 ช่วงระยะ slow pull ที่ถังล้างน้ำสุดท้าย (final rinse tank) ให้มีความเร็วเร็วขึ้นและทดลองปรับค่าความเร็วในแกนตั้ง (Vertical Maximum Speed) ให้เร็วขึ้น	56
4.2 ผลของตรวจสอบที่ถังทำแห้ง (dry tank) และถังสุญญากาศ (vacuum tank) ว่าอุปกรณ์และส่วนประกอบต่างๆทำงานปกติหรือไม่	59
4.3 ผลการตรวจสอบว่าถาดใส่ชิ้นงาน (BOLA tray) แต่ละชนิดมีผลต่อระยะเวลาล้างงานต่อหนึ่งรอบหรือไม่	64
4.4 สรุปผลการทำลดระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบ	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	69
5.1 สรุปผลการทดลอง	69
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทดลอง	71
5.3 ข้อเสนอแนะ	71
เอกสารอ้างอิง.....	72
ภาคผนวก.....	73
ภาคผนวก ก การตั้งค่าของเครื่อง Crest.....	74
ภาคผนวก ข การคำนวณค่าความสามารถในการผลิต.....	76
ภาคผนวก ค สารเคมีที่ใช้	79
ประวัติผู้เขียน.....	81



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

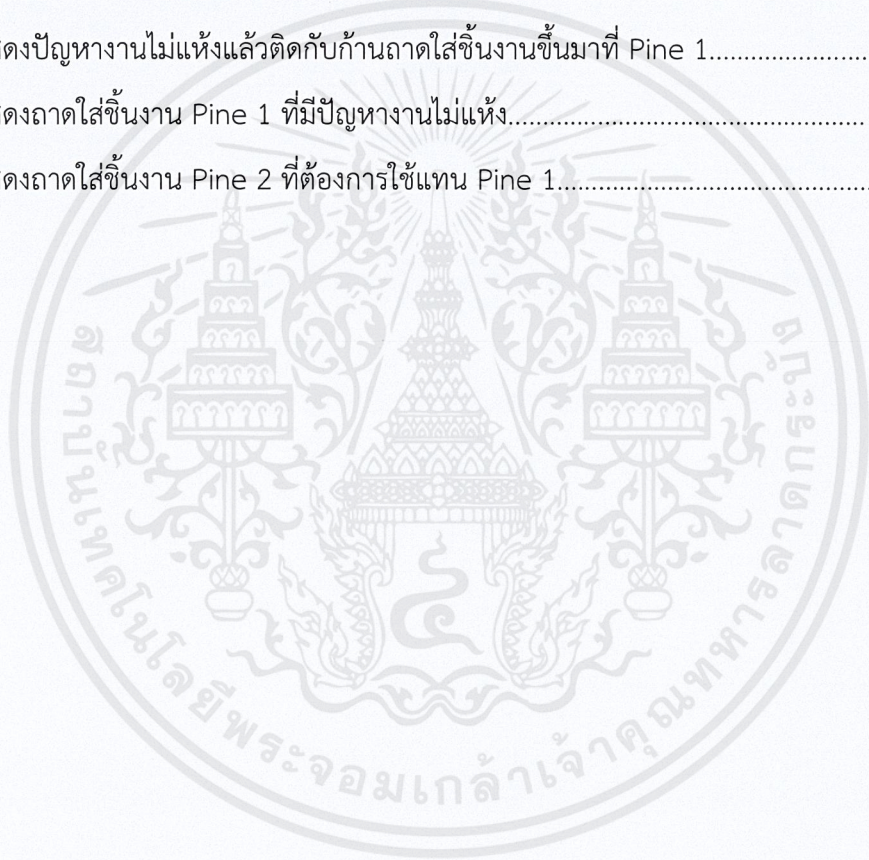
สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ 2.1	แสดงส่วนประกอบของ HARD DISK DRIVE.....	7
ภาพที่ 2.2	แสดงส่วนประกอบของ HARD DISK DRIVE บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี จำกัด.....	7
ภาพที่ 2.3	แสดง HEAD STACK ASSEMBLY	9
ภาพที่ 2.4	แสดง HSA COMPLETED UNIT	9
ภาพที่ 2.5	แสดง HEAD GIMBAL ASSEMBLY	10
ภาพที่ 2.6	แสดง SUSPENSION และ GIMBAL ตามลำดับ	10
ภาพที่ 2.7	แสดงส่วน ALUMINA และ SUBSTRATE	12
ภาพที่ 2.8	บริเวณด้านหน้าของ SLIDER คือ ABS (AIR BEARING SURFACE).....	12
ภาพที่ 2.9	แสดงตำแหน่งของ GOLD BOND PAD	14
ภาพที่ 2.10	แสดงการระเบิดของฟองอากาศแบบ CAVITATION.....	17
ภาพที่ 2.11	การทำงานของทรานดิวเซอร์ชนิด MAGNETOSTRICTIVE	18
ภาพที่ 2.12	การทำงานของทรานดิวเซอร์ชนิด PIEZOELECTRIC	18
ภาพที่ 2.13	แสดงทรานดิวเซอร์ชนิด MAGNETOSTRICTIVE และ PIEZOELECTRIC ตามลำดับ.....	19
ภาพที่ 2.14	การสร้างโพรงอากาศในถังอัลตราโซนิกด้วยความถี่ 132 KHZ	19
ภาพที่ 2.15	แสดงความถี่ รูปทรงฟองอากาศและการใช้งานความถี่ช่วงต่างๆ.....	20
ภาพที่ 2.16	แสดงการใช้สารเคมีร่วมกับอัลตราโซนิกในการล้างสิ่งแปลกปลอมจากหน้าสัมผัส.....	22
ภาพที่ 2.17	แสดงการใช้สารเคมีในการล้างสิ่งแปลกปลอมจากหน้าสัมผัสโดยตรง	23
ภาพที่ 2.18	แสดงเครื่อง CREST ULTRASONIC CLEANING MACHINE ภายใน CLEANROOM.....	25
ภาพที่ 2.19	แสดงหน้าจอ CONTROL MONITOR แบบ REAL-TIME.....	25
ภาพที่ 2.20	แสดง DRAWING ของ INPUT CONVEYOR	26
ภาพที่ 2.21	โต๊ะสำหรับนำงานจากกระบวนการก่อนหน้านี้เพื่อมาเตรียมล้าง	27
ภาพที่ 2.22	LOAD STATION ที่มีสายพานเพื่อนำตะกร้าเข้าเครื่อง	27
ภาพที่ 2.23	แสดง DRAWING ของ ULTRASONIC WASH TANK.....	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.24	ถังพักสำหรับพักน้ำยาที่เตรนออกจากเครื่องเพื่อให้ความร้อนของน้ำลดลง	29
ภาพที่ 2.25	แสดง DRAWING ของ ULTRASONIC OVERFLOW IMMERSION RINSE TANK #1	31
ภาพที่ 2.26	แสดงการสั้นของน้ำ DI เมื่อเปิดอัลตราโซนิกด้านล่าง ขณะไม่มีงานมาล้าง	31
ภาพที่ 2.27	แสดง DRAWING ของ ULTRASONIC OVERFLOW IMMERSION RINSE TANK #2	32
ภาพที่ 2.28	แสดงภายในถังของ IMMERSION RINSE	32
ภาพที่ 2.29	แสดง DRAWING ของ ULTRASONIC OVERFLOW IMMERSION RINSE TANK #2	33
ภาพที่ 2.30	แขนของโรบอทที่ใช้ในการยกตะกร้าขึ้น.....	34
ภาพที่ 2.31	แสดงภายในถังของ FINAL RINSE	34
ภาพที่ 2.32	แสดง DRAWING ของ HOT AIR DRYER	35
ภาพที่ 2.33	แสดงภายในถังของ HOT AIR DRYER.....	36
ภาพที่ 2.34	เครื่องเป่าลมร้อน(BLOWER) ที่อยู่ด้านหลังอยู่ด้านหลัง.....	36
ภาพที่ 2.35	แสดง DRAWING ของถัง VACUUM.....	37
ภาพที่ 2.36	แสดงภายในถังของ VACUUM DRYER	38
ภาพที่ 2.37	แสดง DRAWING ของ LOAD OUT	38
ภาพที่ 2.38	แสดงภาพของ LOAD OUT ที่มีสายพานสำหรับการนำตะกร้าออก.....	39
ภาพที่ 2.39	แสดงภาพของ LOAD OUT ที่ใช้สำหรับวางงานรอไป PROCESS ต่อไป.....	39
ภาพที่ 3.1	แสดงรูปนาฬิกาจับเวลาที่ใช้ในการจับเวลา.....	40
ภาพที่ 3.2	แสดงแผนภูมิแกงปลาที่ใช้อธิบายปัญหาเพื่อใช้ในการประชุม.....	43
ภาพที่ 3.3	แสดงการเข้าไปตั้งค่าเครื่อง โดยต้องเข้าไปตั้งค่าที่ control monitor.....	46
ภาพที่ 3.4	แสดงหน้าจอของ control monitor ที่ต้องเข้าไปทำการตั้งค่า.....	47
ภาพที่ 3.5	แสดงหน้าจอของ Rigibot motion control ที่จะทำการปรับ.....	47
ภาพที่ 3.6	แสดงไดอะแกรม (diagram) ของถังทำแห้ง (dryer tank) ทั้ง 2 ถัง.....	48
ภาพที่ 3.7	แสดงไดอะแกรม (diagram) ของถังสุญญากาศ (Vacuum tank).....	49
ภาพที่ 3.8	แสดงถาดใส่ชิ้นงาน (BOLA tray) ชนิด Iris.....	51
ภาพที่ 3.9	แสดงรายละเอียดถาดใส่ชิ้นงาน (BOLA tray) ชนิด Iris.....	51
ภาพที่ 3.10	แสดงถาดใส่ชิ้นงาน (BOLA tray) ชนิด Pine 1.....	52

ภาพที่ 3.11	แสดงรายละเอียดถาดใส่ชิ้นงาน (BOLA tray) ชนิด Pine 1.....	52
ภาพที่ 3.12	แสดงถาดใส่ชิ้นงาน (BOLA tray) ชนิด Pine 2.....	53
ภาพที่ 3.13	แสดงรายละเอียดถาดใส่ชิ้นงาน (BOLA tray) ชนิด Pine 2.....	53
ภาพที่ 3.14	แสดงการจัดเรียงถาดใส่ชิ้นงานใส่ในตะกร้า.....	54
ภาพที่ 4.1	แสดงด้านหลังของถังทำแห้งที่ต้องรื้อหากมีการเปลี่ยนอุปกรณ์.....	61
ภาพที่ 4.2	แสดงด้านหลังของถังสุญญากาศ.....	62
ภาพที่ 4.3	Ventilation valve ที่เปลี่ยนทดแทนของเก่า.....	63
ภาพที่ 4.4	แสดงปัญหางานไม้แห้งแล้วติดกับก้นถาดใส่ชิ้นงานขึ้นมาที่ Pine 1.....	65
ภาพที่ 4.5	แสดงถาดใส่ชิ้นงาน Pine 1 ที่มีปัญหางานไม้แห้ง.....	66
ภาพที่ 4.6	แสดงถาดใส่ชิ้นงาน Pine 2 ที่ต้องการใช้แทน Pine 1.....	66



สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1 แสดงแผนการดำเนินงาน.....	4
ตารางที่ 2.1 แสดง Pad กับหน้าที่ของ Gold Bond Pad	13
ตารางที่ 2.2 แสดงการเปรียบเทียบชนิดทรานซิสเตอร์	19
ตารางที่ 2.3 แสดงการเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์จากควมถี่ที่แตกต่างกัน	21
ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงผลการจับเวลาระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบ (Cycle time)	41
ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงค่าเวลา (นาที:วินาที/60*100) ของการเปลี่ยน Station	42
ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงค่า setting จากเครื่องก่อนปรับแก้	45
ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงข้อมูลของเครื่องล้างแต่ละเครื่องกับชนิดภาดใส่ชิ้นงานที่ใช้	50
ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงการปรับเปอร์เซ็นต์ SLOW PULL ในเครื่องที่มี SLOW PULL นานเกิน 3 นาที	566
ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงการปรับค่า VERTICAL MAXIMUM SPEED	577
ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่า CYCLE TIME ก่อนการทดลองและหลังทดลอง	58
ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงระยะเวลาในการรอฝาถึงเปิดในแต่ละเครื่อง.....	59
ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงระยะเวลาในการรอฝาถึงเปิดในแต่ละเครื่อง (ต่อ).....	60
ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงการตรวจสอบอุปกรณ์หลักภายในถังทำแห้ง.....	611
ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงการตรวจสอบอุปกรณ์หลักภายในถังสุญญากาศ.....	622
ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงการทดลองใช้ภาดใส่งานแต่ละชนิดกับการตั้งค่าเครื่องที่แตกต่างกัน.....	644
ตารางที่ 4.9 ตารางแสดงการเปรียบเทียบ CYCLE TIME ก่อนและหลังทำการเปลี่ยนภาดใส่ชิ้นงาน	677
ตารางที่ 4.10 ตารางแสดงการสรุปเปรียบเทียบ CYCLE TIME ก่อนและหลังทำปรับปรุง	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องจากบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ก่อตั้งเพื่อการผลิตและจำหน่ายอุปกรณ์บันทึกและสำรองข้อมูล (External Hard Disk Drives) ซึ่งในส่วนของโรงงานสาขาเทพารักษ์ จังหวัดสมุทรปราการ จะเป็นการผลิตชิ้นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์ที่ใช้ในหัวอ่านและบันทึกข้อมูลเป็นหลัก อุปกรณ์ที่กล่าวมานั้นเรียกว่า Head Gimbal Assembly (HGA) และ Head Stack Assembly (HSA) ซึ่งภายในกระบวนการผลิตจะมีขั้นตอนการล้างชิ้นงาน HGA ซึ่งภายใน Slider ประกอบกับ TGA ซึ่งทำหน้าที่หลักในการอ่านและจัดเก็บข้อมูล ซึ่งหากทำการล้างจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและลดสิ่งแปลกปลอมได้ กระบวนการนี้เรียกว่า HGA Cleaning process จากนั้นจะมีการตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ (Microscope) เพื่อทำการตรวจงานอีกครั้งก่อนส่งไปกระบวนการต่อไป

HGA Cleaning process เป็นกระบวนการล้างงานที่ล้างด้วยหลักการ ultrasonic ซึ่งสามารถใช้คลื่นผ่านตัวกลางซึ่งเป็นน้ำยาสารเคมี (Valtron97031) ล้างชิ้นงานให้สะอาด มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และไม่เกิดความเสียหายแก่ชิ้น ปัจจุบันบริษัทซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ได้ใช้เครื่อง Crest cleaning machine ใช้ล้างชิ้นงาน HGA ด้วยหลักการ ultrasonic ที่คลื่นความถี่ 132 kHz จำนวน 21 เครื่อง ชิ้นงาน HGA ก่อนจะถูกส่งออกต้องผ่านการล้างด้วยเครื่อง Crest cleaning machine ทั้งหมด ทำให้การทำงานของเครื่อง Crest cleaning machine มีผลต่อการผลิตระยะยาวและความสามารถในการผลิต

ความจำเป็นของการใช้ Ultrasonic ในการล้างงานเนื่องจากการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เรียกว่า Slider เนื่องจากการถือเป็นอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก ซึ่งเกิดปัญหาว่าเมื่อล้างงานปกติจากน้ำยาจะไม่สามารถทำความสะอาดได้ทั้งหมด รวมทั้งการเกิดความเสียหายต่อชิ้นงาน จึงมีการนำหลักการ ultrasonic ซึ่งจะทำให้เกิดโพรงอากาศ (Cavitation) ที่ถูกขยายและถูกอัดจนระเบิดออก ก่อให้เกิดแรงที่สามารถนำไปขจัดสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ที่ชิ้นงานชิ้นเล็กมาก ๆ ได้

ในช่วงปีค.ศ. 2019 ในยุคที่การสำรองข้อมูลเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง ทั้งในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และบุคคลรายย่อย มีความต้องการสินค้าเพิ่มมากขึ้น ทำให้ต้องการเพิ่มกำลังการผลิตเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นในภาคส่วนที่มีส่วนเกี่ยวข้องจึงต้องหาวิธีที่จะเพิ่มความสามารถการผลิตให้ระบบ ทางแผนก Facility engineer จึงต้องทำการปรับปรุง แก้ไข และพัฒนาศักยภาพการทำงานของกระบวนการล้าง HGA cleaning process โดยการเพิ่มความสามารถในการผลิต

ตามที่ได้กล่าวไปว่าเครื่อง Crest cleaning machine มีจำนวนทั้งหมด 21 เครื่อง ภายใน 21 เครื่องมีการประสิทธิภาพในการทำงานที่ต่างกัน เป็นผลมาจากอายุของเครื่องล้าง อายุของอุปกรณ์ การทำงานของคนทำงาน และปัจจัยอื่น ๆ ที่ทำให้มีเครื่องบางเครื่องที่ระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบกระบวนการ (Cycle time) มากกว่าเครื่องที่ทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งเมื่อนำมาคำนวณความสามารถการผลิตจะ得不ถึงค่าที่คาดหวัง โครงการปรับปรุงระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบให้ดีขึ้นของเครื่องล้างงานชนิดอัลตราโซนิก (Cycle-time Improvement of Aqueous Ultrasonic Cleaning Machine) จึงเป็นโครงการที่เกิดให้เครื่องล้างงานได้ทำงานอย่างเต็มประสิทธิภาพมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อลดและปรับปรุงระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบของเครื่องล้างงานอัลตราโซนิก
- 1.2.2 เพื่อเพิ่มความสามารถผลิตในการผลิตได้ (Capacity)
- 1.2.3 เพื่อศึกษาการทำงานของเครื่องล้างงาน ultrasonic ประเภทน้ำยาที่ใช้ล้างงานประเภทอิเล็กทรอนิกส์ และตัวแปรที่มีผลต่อการล้าง
- 1.2.4 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบของเครื่องล้าง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.3.1 การวิจัยมุ่งเน้นศึกษาเครื่องล้างงานชนิดอัลตราโซนิกประเภทใช้น้ำยาสารเคมีที่ใช้ในการล้างหัวอ่าน HGA ภายในบริษัทซีเทค เทคโนโลยี (เทพารักษ์ ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 21 เครื่อง
- 1.3.2 การวิจัยมุ่งเน้นการลดระยะเวลาต่อหนึ่งรอบของเครื่องจักรที่ทำงานได้อย่างไม่เต็มประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับเครื่องจักรทำงานภายใต้สภาวะเดียวกัน

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนและวิธีการต่างๆที่จะสามารถลดระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบของเครื่องล้างงานชนิด

อัลตราโซนิคประเภทน้ำยาสารเคมี

- 1.4.1 ศึกษาการทำงานของเครื่องล้างงาน Crest cleaning machine ผ่าน Instruction Manual ฉบับ M4813-IM-1.0 ,Model CMT-1418
- 1.4.2 ศึกษาการทำงานของ Ultrasonic เมื่อนำมาใช้ในการล้างงานขนาดเล็ก ผ่าน Ultrasonic Cleaning Processes Manual
- 1.4.3 ศึกษาค่า Setting ของเครื่องล้างแต่ละเครื่องและความแตกต่างของค่า Setting กับชนิดของตัวงานที่ใช้เครื่องล้างรวมทั้งการทำ Preventive Maintenance
- 1.4.4 วางแผนการทำโครงการ
- 1.4.5 เก็บค่าระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบและระยะเวลาของแต่ละ rigibot ของเครื่อง Crest ultrasonic cleaning machine จำนวน 21 เครื่อง
- 1.4.6 วิเคราะห์และสรุปปัญหา
- 1.4.7 ทำการทดลองลดระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบโดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 วิธี
 - 1.4.7.1 ทดลองปรับ robot speed movement ที่ robot #5 ช่วงระยะ slow pull ที่ถังล้างน้ำสุดท้าย (final rinse tank) ให้มีความเร็วเร็วขึ้นและทดลองปรับค่าความเร็วในแกนตั้ง (Vertical Maximum Speed) ให้เร็วขึ้น
 - 1.4.7.2 ตรวจสอบที่ถังทำแห้ง (dry tank) และถังสุญญากาศ (vacuum tank) ว่าอุปกรณ์และส่วนประกอบต่างๆทำงานปกติหรือไม่
 - 1.4.7.3 ตรวจสอบว่าถาดใส่ชิ้นงาน (BOLA tray) แต่ละชนิดมีผลต่อระยะเวลาล้างงานต่อหนึ่งรอบหรือไม่
- 1.4.8 ตรวจสอบว่างานแห้งหรือไม่จากการมองด้วยตาเปล่า
- 1.4.9 ส่งต่อเพื่อตรวจสอบอีกครั้งว่างานล้างสะอาดหรือไม่จากการใช้กล้อง microscope x 30 เท่าเพื่อส่องดูสิ่งแปลกปลอมขนาดเล็ก
- 1.4.10 นำผลที่ได้สรุปและทดลองปรับใช้จริง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 ทราบและเข้าใจการทำงานของเครื่องล้างงาน ultrasonic cleaning machine
- 1.5.2 ทราบและเข้าใจการนำหลักการ Ultrasonic มาใช้ร่วมกับการล้างงานขนาดเล็ก
- 1.5.3 สามารถทราบได้ว่าปัจจัยใดที่มีผลต่อระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบได้เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาต่อ
- 1.5.4 สามารถลดระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบของเครื่องล้างงาน ultrasonic cleaning machine ในเครื่องที่เลือกได้
- 1.5.5 สามารถเพิ่มความสามารถในการผลิต (Capacity) ได้จากการปรับลดระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบของเครื่องล้างได้

1.6 แผนการดำเนินงาน

โครงการฝึกงานกับสหกิจทั้งหมด 26 สัปดาห์ ตั้งแต่วันที่ 3 มิถุนายน 2562 – 29 พฤษภาคม 2562 ได้แบ่งเวลาการทำโครงการดังนี้

สัปดาห์	รายละเอียดการทำโครงการ
สัปดาห์ที่ 1 – 7 วันที่ 3 มิถุนายน 2562 – 19 กรกฎาคม 2562	<ul style="list-style-type: none">- ศึกษาการทำงานของเครื่องล้างงาน Crest cleaning machine ผ่าน Instruction Manual ฉบับ M4813-IM-1.0 ,Model CMT-1418- ศึกษาการทำงานของ Ultrasonic เมื่อนำมาใช้ในการล้างงานขนาดเล็ก ผ่าน Ultrasonic Cleaning Processes Manual- ศึกษาการทำงานจริงจากเครื่อง Crest cleaning machine- ศึกษาปัญหาเรื่องความต้องการการผลิตที่เกิดขึ้น

สัปดาห์ที่ 8 - 9 วันที่ 22 กรกฎาคม 2562 – 2 สิงหาคม 2562	ได้รับการมอบหมายโครงการ และทำการศึกษาแนวทางการทำโครงการผ่านการแนะนำและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้นิเทศงาน
สัปดาห์ที่ 10 วันที่ 5 สิงหาคม 2562 – 9 สิงหาคม 2562	เก็บค่าระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบและระยะเวลาของแต่ละ rigibot ของเครื่อง Crest ultrasonic cleaning machine จำนวน 21 เครื่อง
สัปดาห์ที่ 10 - 14 วันที่ 5 สิงหาคม 2562 – 6 กันยายน 2562	ทดลองปรับ robot speed movement ที่ robot #5 ช่วงระยะ slow pull ที่ถังล้างน้ำสุดท้าย (final rinse tank) ให้มีระยะเวลาเร็วขึ้น
สัปดาห์ที่ 14 วันที่ 2 กันยายน 2562 – 6 กันยายน 2562	วิเคราะห์ผลการทดลอง
สัปดาห์ที่ 15 วันที่ 9 กันยายน 2562 – 13 กันยายน 2562	ตรวจสอบที่ถังทำแห้ง (dry tank) และถังสุญญากาศ (vacuum tank) ว่าอุปกรณ์และส่วนประกอบต่างๆทำงานปกติหรือไม่
สัปดาห์ที่ 16 - 17 วันที่ 16 กันยายน 2562 – 27 กันยายน 2562	ทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เลือกและวิเคราะห์ผลการตรวจสอบ
สัปดาห์ที่ 12 - 16 วันที่ 13 สิงหาคม 2562 – 16 กันยายน 2562	ทดลองว่าถาดใส่ชิ้นงาน (BOLA tray) แต่ละชนิดมีผลต่อระยะเวลาล้างงานต่อหนึ่งรอบหรือไม่
สัปดาห์ที่ 18 - 19 วันที่ 30 กันยายน 2562 – 11 ตุลาคม 2562	วิเคราะห์ผลการทดลอง
สัปดาห์ที่ 20 - 22 วันที่ 14 ตุลาคม 2562 – 1 พฤศจิกายน 2562	นำผลทั้งหมดมาวิเคราะห์ร่วมกัน จากนั้นทำการวิเคราะห์ว่าสามารถทำได้ตามจุดประสงค์ที่ต้องการหรือไม่
สัปดาห์ที่ 15 - 16 วันที่ 11 พฤศจิกายน – 22 พฤศจิกายน 2562	ทำ Power Point เพื่อนำเสนอกับบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด
สัปดาห์ที่ 17 วันที่ 25 พฤศจิกายน – 29 พฤศจิกายน 2562	นำเสนอโครงการ

ตารางที่ 1.1 แสดงการวางแผนดำเนินงาน

บทที่ 2

แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ก่อนที่จะเริ่มกล่าวถึงเครื่องล้างงาน Crest cleaning machine ผู้วิจัยอยากกล่าวถึงชิ้นงาน HGA (Head Gimbal Assembly) และ Head Stack Assembly (HSA) รวมถึงกระบวนการผลิตทั้งหมด เพื่อให้ผู้อ่านหรือผู้ศึกษาได้เข้าใจถึงภาพรวมและความสำคัญของการทำวิจัยเล่มนี้

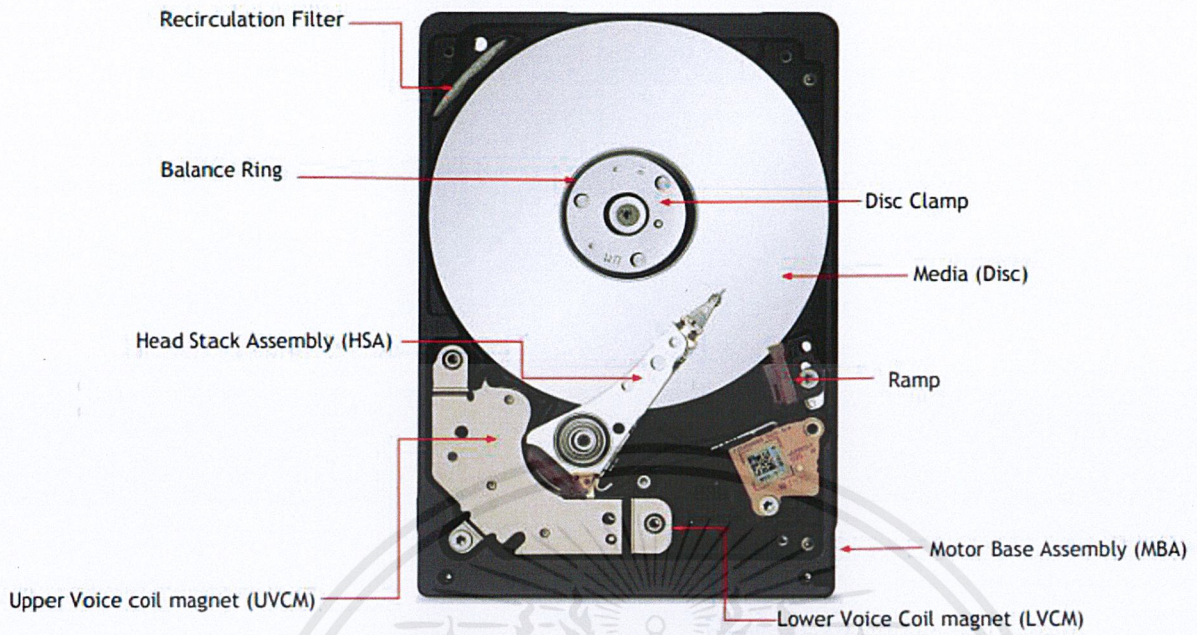
2.1 ความสำคัญและส่วนประกอบของ Hard Disk Drives (HDDs)

Hard Disk Drives (HDDs) เป็นอุปกรณ์สำรองข้อมูลที่ใช้ในอุตสาหกรรมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะการเป็นส่วนหนึ่งของชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์ ความต้องการการผลิตมีมากขึ้นและมีแนวโน้มที่จะไม่เพียงพอในอนาคตทั้งในผู้ใช้อย่างน้อยและรายใหญ่ ถึงแม้ปัจจุบันจะเริ่มมีการจัดเก็บข้อมูลในระบบ Cloud แต่ถึงอย่างนั้นก็ยังต้องพึ่งพา physical storage (การเก็บข้อมูลในอุปกรณ์ที่จับต้องได้) ผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์ต้องมีการยกระดับด้านความจุ เทคโนโลยีการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อสนองความต้องการของลูกค้า การผลิตส่วนประกอบ HDDs จึงเป็นสิ่งที่ให้ความสนใจอย่างมาก เพื่อลดความผิดพลาดในอนาคต

โดยการเก็บข้อมูลจะจัดเก็บด้วยแผ่นข้อมูลที่มีแม่เหล็กชนิด ferromagnetic material เคลือบบนพื้นผิว ส่วนประกอบของ Hard Disk Drive จะแบ่งออกจากรูปร่างหน้าตาการใช้งาน

- ส่วนที่ใช้ในการอ่านและเขียนข้อมูล (Read-Write Part)
- ส่วนจัดเก็บข้อมูล (Data Storage Part)
- ส่วนที่ใช้ในการเคลื่อนที่ (Movement Control Part)
- ส่วนที่ใช้ในการเชื่อมต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก (Microelectronic Interconnect Part)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของ Hard Disk Drive

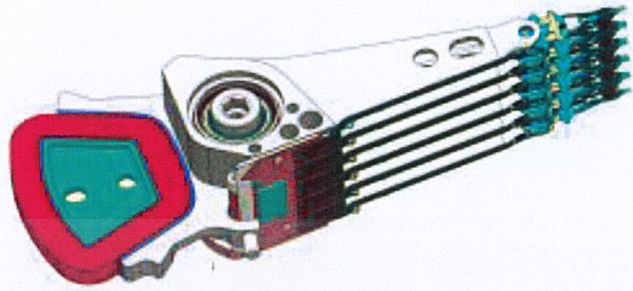


ภาพที่ 2.2 แสดงส่วนประกอบของ Hard Disk Drive บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี จำกัด

ส่วนประกอบของ Hard disk drive

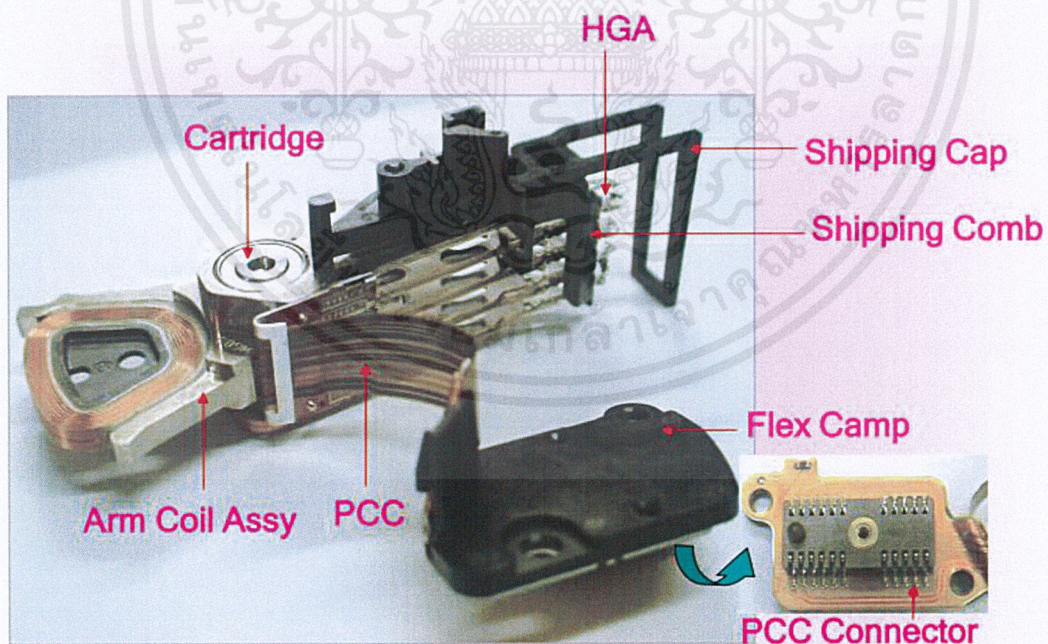
- I. MBA : Motor Base Assembly เป็นส่วนประกอบที่มีฐานรองรับหรือโครงสำหรับประกอบชิ้นส่วนต่างๆลงใน Hard Disk Drive โดยมี Motor Spindle ทำหน้าที่หมุนแผ่น Disc
- II. LVCM : Lower Voice Coil Magnetic เป็นตัวช่วยสร้างสนามแม่เหล็ก เพื่อให้ HSA เคลื่อนที่ได้
- III. Breather Filter ทำหน้าที่ถ่ายเทอากาศเพื่อปรับความสมดุลของความดันระหว่างอากาศภายใน Hard Disk Drive กับอากาศภายนอก พร้อมทั้งป้องกันฝุ่นไม่ให้เข้าไปใน Hard Disk Drive
- IV. Media เป็นแหล่งเก็บข้อมูลของ Hard Disk Drive
- V. Spacer เป็นอุปกรณ์คั่น media เพื่อไม่ให้ media ติดกัน
- VI. Separator ใช้แยก Media และช่วยกำหนดทิศทางการหมุนเพื่อให้ HGA สามารถอ่านและเขียนข้อมูลได้อย่างเสถียรมากขึ้น
- VII. Clamp เป็นตัวยึดส่วนประกอบต่างๆกับ Basedeck ให้ติดกัน
- VIII. Balance Ring เป็นตัวสร้างความสมดุลแรงเหวี่ยงของ media
- IX. Balance Plug เป็นตัวสร้างความสมดุลแรงเหวี่ยงของ media
- X. Diverter คล้ายกับตัว Separator คือกำหนดทิศทางการหมุน และทำหน้าที่ควบคุม air flow ของ media disk ระหว่างหมุน
- XI. HSA : Head Stack Assembly อ่านและเขียนสัญญาณแม่เหล็กบนแผ่น Disc / Media
- XII. UVCN : Upper Voice Coil Magnetic เป็นตัวช่วยสร้างสนามแม่เหล็ก เพื่อให้ HSA เคลื่อนที่ได้
- XIII. ECM : Environment Control Module เหมือนกับ Breather Filter ทำหน้าที่ในการกรองฝุ่นไม่ให้เข้าไปในตัวงาน รวมถึงควบคุมความชื้นในตัวงานให้อยู่ในช่วงที่ออกแบบ
- XIV. Recirculation Filter ดูดซับความชื้นและกรองฝุ่นที่อยู่ภายใน Hard Disk Drive ซึ่งตำแหน่งในการติดตั้ง Recirculation Filter นั้นส่วนมากจะออกแบบให้อยู่มุมซ้ายด้านบนของแผ่น media เนื่องจากแผ่น media หมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาจะส่งผลให้แรงลมแรงขึ้น พุ่งตรงไปยังมุมด้านซ้ายสุดของ Hard Disk Drive
- XV. Top Cover ป้องกันไม่ให้ชิ้นส่วนภายในของ Hard Disk Drive เกิดความเสียหายจากสถานะแวดล้อมภายนอก เช่น แร่วกระแทกจากวัตถุที่มากกระทบ ฝุ่น ความชื้นของอากาศ เป็นต้น

2.2 ความสำคัญและส่วนประกอบของ Head Stack Assembly (HSA)



ภาพที่ 2.3 แสดง Head Stack Assembly

HSA ย่อมาจาก Head Stack Assembly เป็นส่วนประกอบหนึ่งที่อยู่ภายใน Hard Disk Drive ซึ่งเกิดจากการนำหัวอ่าน (HGA) มาประกอบเข้ากับ Arm Coil ให้เป็น HSA เพื่อให้หัวอ่านสามารถทำงานใน Drive ได้

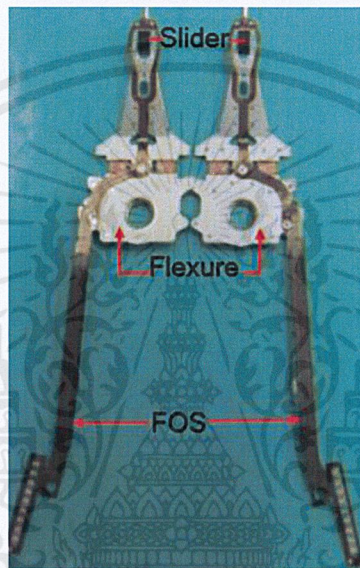


ภาพที่ 2.4 แสดง HSA completed unit

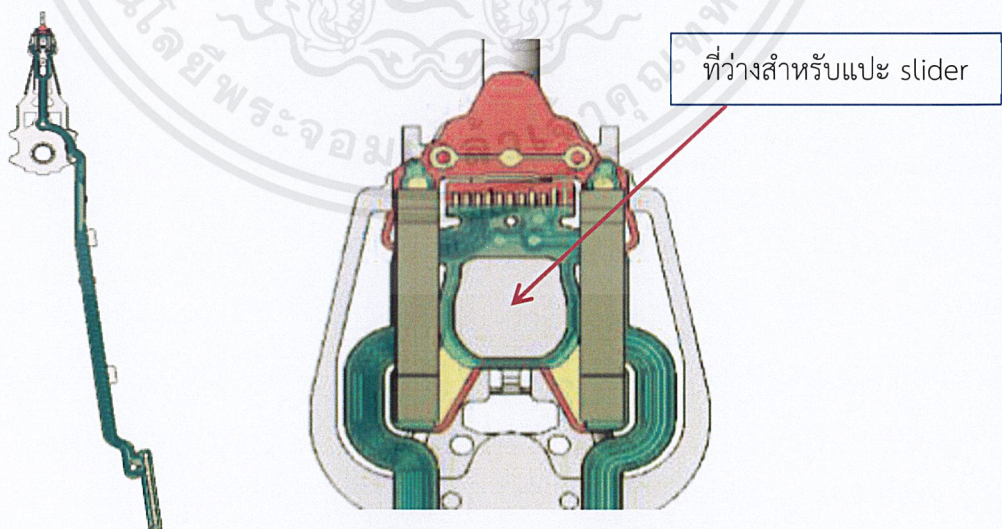
2.3 ความสำคัญและส่วนประกอบของ Head Gimbal Assembly (HGA)

คือการนำ Slider กับ TGA หรือ FSA (Flexure & FOS) มาประกอบติดกัน เป็นตัว HGA เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวอ่านและบันทึกข้อมูลในแผ่น Drive

HGA จะมีส่วนประกอบหลักคือ Suspension (ส่วนที่เป็นแขน), Gimbal (ส่วนที่เป็นส่วนหัว) และ Slider (ส่วนที่ใช้อ่านและบันทึกข้อมูล)



ภาพที่ 2.5 แสดง Head Gimbal Assembly



ภาพที่ 2.6 แสดง Suspension และ Gimbal ตามลำดับ

2.4 ความสำคัญและส่วนประกอบของ Slider

Slider คือหัวอ่านและเขียนข้อมูลบนแผ่น Disk โดยจะใช้กับหัวอ่าน TGMR (Tunneling Giant Magneto Resistive) หรือ GMR (Giant Magneto Resistive) โดยแตกต่างกันคือ

- TGMR ทำหน้าที่ในการอ่านข้อมูลของ head หรือ reader แบบใหม่กว่า GMR มีความเสถียรมากกว่าของการอ่านข้อมูลและสามารถอ่านข้อมูลในพื้นที่เล็กกว่า ทำให้ผลต่างของ amplitude สูงกว่าแบบเดิมทำให้อ่านข้อมูลได้ถูกต้องมากขึ้น การทำงานของหัวอ่านข้อมูลแบบ Perpendicular และเขียนข้อมูลในแนวตั้ง
- GMR ทำหน้าที่อ่านข้อมูลของ head หรือ reader แบบเก่า มีแม่เหล็กบางๆหลายๆชั้นซ้อนกัน และจะมีการเปลี่ยนแปลงความต้านทานกระแสไฟฟ้า (Resistance) เมื่อมีสนามแม่เหล็กภายนอกมากกระทำ การทำงานของหัวอ่านข้อมูลแบบ T-canoe และเขียนข้อมูลในแนวนอน

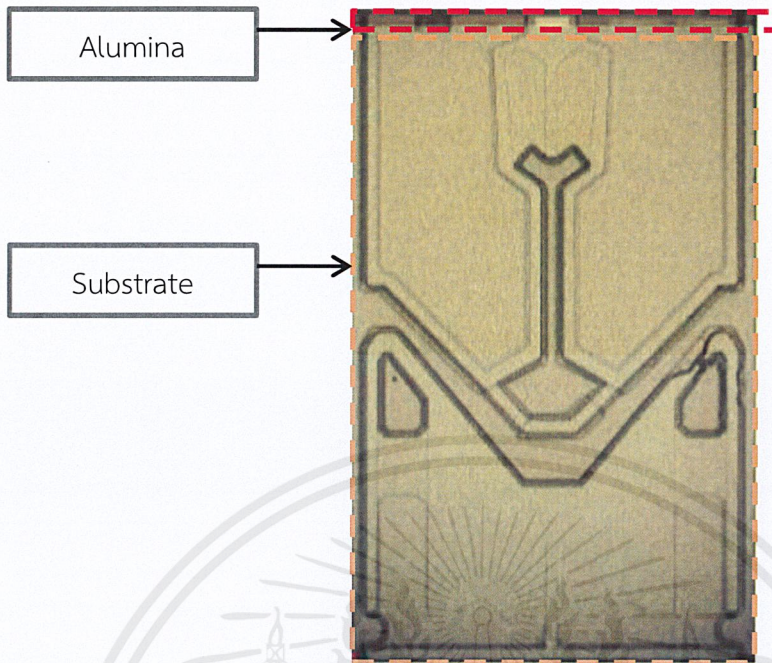
Slider มีส่วนประกอบ 2 ส่วน

1. Alumina ทำมาจาก Aluminium Oxide
2. Substrate ทำมาจาก Titanium Carbide

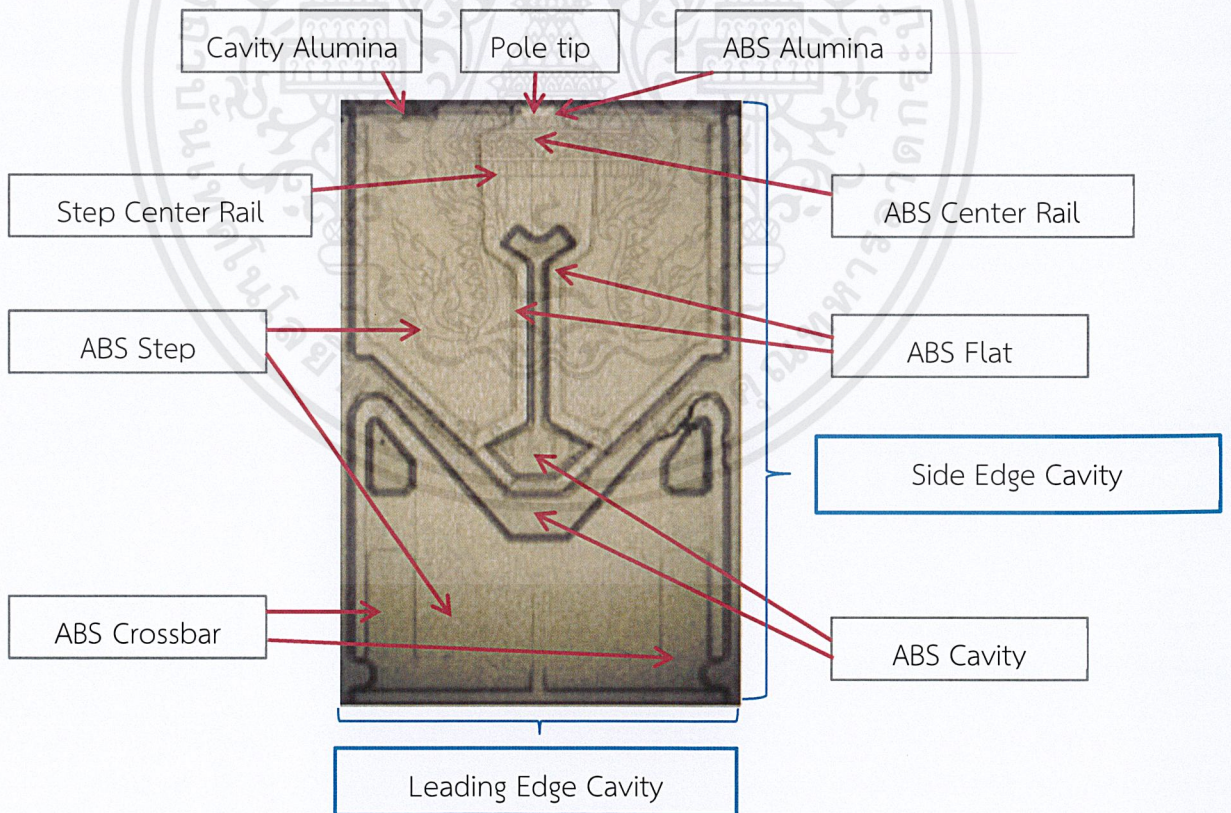
โดยการนำ Aluminium Oxide คือส่วนบนของตัว Slider ที่เป็นแก้วใสนำมาประกอบติดกับส่วนล่างคือ Titanium Carbide เป็นพื้นฐานหลักของตัว slider

Slider มี 2 ชนิด

1. dPemto (Slider Down) เพื่อนำไปผลิต HGA Down ซึ่ง P/N คือ 01
2. uPemto (Slider Up) เพื่อนำไปผลิต HGA Up ซึ่ง P/N คือ 00



ภาพที่ 2.7 แสดงส่วน Alumina และ Substrate



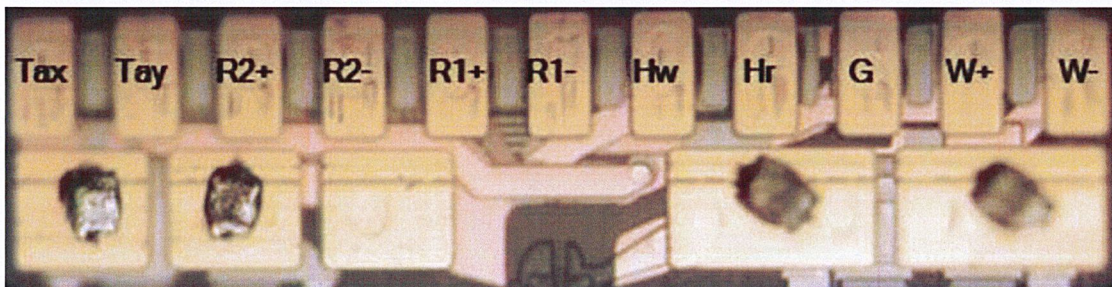
ภาพที่ 2.8 บริเวณด้านหน้าของ Slider คือ ABS (Air Bearing Surface)

บริเวณด้านบนของ Slider จะเรียกว่า Trailing End ประกอบด้วย

1. Coil สีแดง
2. Lead สีเงิน
3. Gold Bond Pad สีทอง มีตำแหน่ง 11 Pad ทำหน้าที่ต่างกัน

Pad	คือ	ทำหน้าที่
Hw	Writer of Heater	จ่ายพลังงานเพื่อช่วยในการเขียน
Hr	Reader Heater	จ่ายพลังงานเพื่อช่วยในการอ่าน
R1-	Reader 1-	อ่านสัญญาณด้านลบ ชุดที่ 1
R1+	Reader 1+	อ่านสัญญาณด้านบวก ชุดที่ 2
Tax	Terminal Aperature Detector X-Axis	ตรวจหาความไม่เรียบของแผ่น media โดยจะไม่ทำงานที่ตำแหน่งนั้น เพื่อป้องกัน head เสียหาย
Tay	Terminal Aperature Detector Y-Axis	ตรวจหาความไม่เรียบของแผ่น media โดยจะไม่ทำงานที่ตำแหน่งนั้น เพื่อป้องกัน head เสียหาย
G	Ground	สายดิน
W+	Writer+	เขียนสัญญาณด้านบวก
W-	Writer-	เขียนสัญญาณด้านลบ
R2-	Reader 2-	อ่านสัญญาณด้านลบ ชุดที่ 2
R2+	Reader 2+	อ่านสัญญาณด้านบวก ชุดที่ 2

ตารางที่ 2.1 แสดง Pad กับหน้าที่ของ Gold Bond Pad



ภาพที่ 2.9 แสดงตำแหน่งของ Gold Bond Pad

บริเวณด้านล่างของ Slider จะเรียกว่า Leading End ประกอบด้วย Serial Number 12 ตัว

อักษร 3 ตัวแรกคือ Wafer code มีหน้าที่แบ่งแยก Slider แต่ละ Model

อักษร 2 ตัวสุดท้ายคือ Check Sum มีหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของ Water Code

บริเวณด้านหลังของ Slider เป็นตำแหน่งที่เชื่อมติดกับ TGA เรียกว่า Back Pad

2.5 หลักการของ Ultrasonic Cleaning

2.5.1 หลักการ Precision cleaning

ในปัจจุบันการล้างที่ต้องการความแม่นยำ (Precision cleaning) กำลังเป็นที่ต้องการเป็นอย่างมากในปัจจุบันและคาดหวังว่าจะสามารถเพิ่มขึ้นได้ในอนาคต เทคโนโลยีที่เติบโตอย่างรวดเร็วและหลากหลายในปัจจุบันรวมถึงแนวโน้มที่อุตสาหกรรมหรือส่วนประกอบขนาดเล็กที่เป็นที่ต้องการ จึงจำเป็นต้องหาความสะอาดระดับที่สูงขึ้น

สิ่งแปลกปลอมในระดับผิวชั้นเดียว (monolayer) สามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของพื้นผิวได้อย่างมาก เช่น การทำให้เปียก (wettability) , ความสามารถในการยึดเกาะ (adhesive) , ลักษณะการมองเห็น (optical) และคุณลักษณะทางไฟฟ้า (electrical characteristic) เป็นต้น อนุภาคขนาดเล็กตั้งแต่ระดับไมครอน (micron) ลงไปถึงเล็กกว่าไมครอน (submicron) ของสิ่งแปลกปลอมที่มีคุณสมบัติเกาะติด เช่น สารตกค้างที่ไม่ระเหย (non-volatile residues (NVR)) ขนาด micrograms/cm² และ pictogram/cm² รวมถึงการกัดกร่อน ได้กลายเป็นส่วนหนึ่งของความกังวลที่วิศวกรในโรงงาน

โดยเฉพาะอุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำ (semiconductor) อุตสาหกรรมยานยนต์ (automotive) อุตสาหกรรมดิสก์ไดรฟ์ (Disk drive) อุตสาหกรรมเกี่ยวกับการมองเห็น (optic) อุตสาหกรรมแก้ว (glass) อุตสาหกรรมเครื่องมือการแพทย์ (medical) อุตสาหกรรมเกี่ยวกับยา (pharmaceutical) และอุตสาหกรรมเกี่ยวกับเครื่องมือที่ต้องเคลือบด้วยสาร (tool coating)

อุตสาหกรรมที่จำเป็นต้องควบคุมสิ่งแปลกปลอมและอนุภาคจึงต้องการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อทำความสะอาด โดยแต่ละอุตสาหกรรมมีการทำความสะอาดที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ ไม่จำเป็นต้องสนใจเรื่องสารตกค้างที่ไม่ระเหย (NVR) แต่ในขณะที่อุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำและอุตสาหกรรมดิสก์ไดรฟ์ สารตกค้างที่ไม่ระเหย (NVR) กลับเป็นประเด็นที่ร้ายแรงมาเป็นเวลานาน

Precision cleaning ในการทำความสะอาดของส่วนประกอบหรือพื้นผิวเป็นการทำความสะอาดสิ่งแปลกปลอมอย่างสมบูรณ์จนถึงระดับที่ได้ตั้งไว้ ซึ่งจะเป็นระดับต่ำที่สุดที่ไม่เกิดผลข้างเคียงในการดำเนินงาน ภายหลังจากตัวงาน ตัวอย่างเช่น หากทำความสะอาดสารอินทรีย์ (organic) และไอออนิก (ionic) กระบวนการที่ใช้น้ำ (Aqueous process) เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องมีคุณภาพสูงและพารามิเตอร์ (parameter) ที่เหมาะสมในขั้นตอนการล้าง มิฉะนั้นแล้วจะเกิดการตกค้างจากน้ำยาหรือสารตกค้างกับน้ำล้างจะเป็นสารปนเปื้อนในการล้างใหม่ ซึ่งหากทำให้แห้งช้า อาจเกิดการทำปฏิกิริยากับพื้นผิวโลหะบางชนิดที่อุณหภูมิสูงและทำให้เกิดคราบหรือรอยที่ไม่พึงประสงค์

ในการเลือกวิธีการทำความสะอาดที่มีประสิทธิภาพ ปัจจัยที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อผลลัพธ์การทำความสะอาด มี 3 ประการได้แก่ สารเคมีที่ใช้ในการทำความสะอาด กระบวนการที่ใช้การขัด (scrubbing method) และพารามิเตอร์ของกระบวนการ งานวิจัยเล่มนี้จะสนใจโพรงอากาศของอัลตราโซนิก (ultrasonic cavitation) และอัลตราโซนิกในการทำความสะอาดทางกล (ultrasonic cleaning mechanism) การใช้เทคโนโลยีอัลตราโซนิกได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเป็นวิธีที่สามารถทำความสะอาดสิ่งปนเปื้อนอินทรีย์ อนินทรีย์ และอนุภาคต่างๆออกจากพื้นผิวโลหะและอโลหะได้

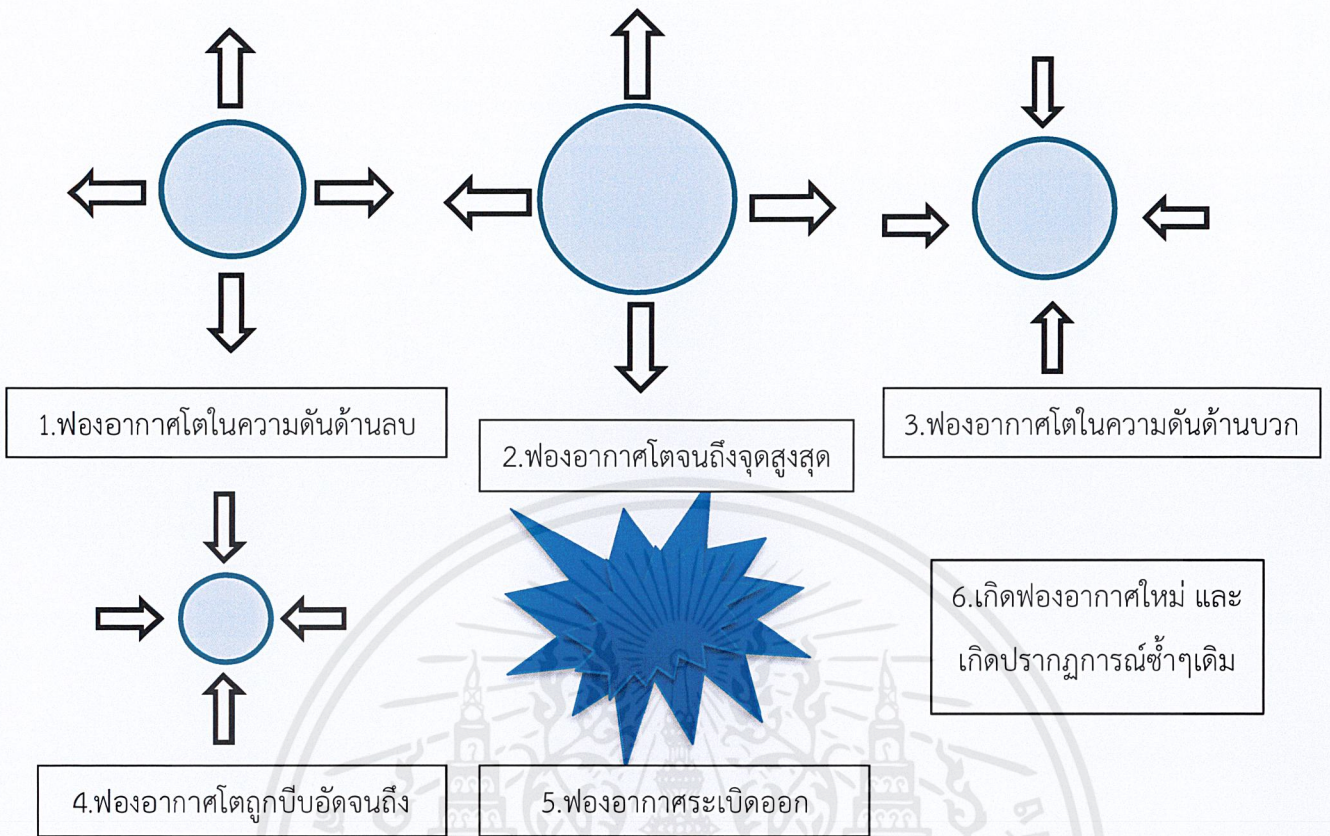
2.5.2 โพรงอากาศของคลื่นอัลตราโซนิกและการทำความสะอาดพื้นผิว (Ultrasonic Cavitations and Surface Cleaning)

การทำความสะอาดด้วยคลื่นอัลตราโซนิกสามารถใช้ได้กับวิธีการที่หลากหลายกับชิ้นงานที่หลากหลาย คลื่นอัลตราโซนิกสร้างและกระจายการระเบิดของโพรงอากาศ (cavitation implosion) ในตัวกลางของเหลว พลังงานจากการระเบิดจะสามารถเข้าถึงและแทรกซึมเข้าไปจุดรอยแยก จุดที่มองไม่เห็น และพื้นที่ที่ไม่สามารถเข้าไปด้วยการใช้วิธีการทำความสะอาดอื่น วิธีการทำความสะอาดนี้มีความสม่ำเสมอโดยไม่คำนึงถึงรูปทรงที่ซับซ้อนของพื้นผิว คลื่นอัลตราโซนิกเป็นคลื่นที่เกิดจากแรงดันเชิงกล (mechanical pressure waves) ที่เกิดจากแหล่งกำเนิดซึ่งก็คือทรานสดิวเซอร์ (Transducer) กับความถี่สูงที่สร้างจากออสซิลเลเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Oscillators) ทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดพลังงาน

โพรงอากาศ (cavitation) เป็นปรากฏการณ์ที่ฟองอากาศเกิดและถูกทำลายภายในตัวกลางแก๊สหรือของเหลว ตัวอย่างเช่น ถ้าความดันของของเหลวลดลงถึงเกณฑ์จะเกิดโพรงอากาศ ฟองอากาศจะถูกสร้างขึ้นและโตขึ้นในทางความดันด้านลบ (rarefaction phase) ไปจนความใหญ่ที่สุดที่สามารถทำได้ จากนั้นฟองอากาศจะถูกบีบ (compression phase) ความรุนแรงของการบีบจะทำให้เกิดการระเบิด หลังจากจะถูกทำซ้ำ ฟองอากาศลูกใหม่จะถูกสร้างขึ้น โตขึ้น บีบลงและระเบิดออก ระหว่างที่ฟองอากาศของโพรงอากาศถูกบีบ ของเหลวรอบๆจะเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วเพื่อเติมอากาศที่ช่องว่างจากฟองอากาศที่บีบ เรียกการกระทำนี้ว่า Central jet ผลกระทบจากการกระทำทั้ง implosion และ central jet เป็นกุญแจสำคัญของการล้างสิ่งแปลกปลอมออก

ปรากฏการณ์ของ cavitation ที่เกิดขึ้น สามารถสรุปการระเบิดจาก 3 ตัวแปร

- 1) การกด (compression) จากคลื่นอัลตราโซนิก
- 2) แรงดันจากแรงตึงผิวของฟองน้ำ
- 3) แรงดันบรรยากาศบนฟองน้ำ



ภาพที่ 2.10 แสดงการระเบิดของฟองอากาศแบบ Cavitation

2.6 เครื่องกำเนิดอัลตราโซนิก (Ultrasonic Generator)

ใช้เปลี่ยนจากพลังงานไฟฟ้าที่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับความถี่ (50-60 Hz) เพื่อแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าที่มีความถี่เป็นอัลตราโซนิก โดยมีตัวแปรหลักคือความถี่ (frequency) และขนาด (amplitude) ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำความสะอาด โดยมีการใช้วงจรของเครื่องกำเนิดอัลตราโซนิกที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้ เช่น

- Square wave output - ใช้สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมกับ ultrasonic transduce ใน multi-frequency สามารถสร้างหลายความถี่ได้ในเวลาเดียวกัน
- Pulse - สัญญาณ pulse เกิดช่วงกำลังเปิด/ปิดพลังงานช่วงนี้สามารถถูกใช้ใน degassing
- Degassing = การที่เอาแก๊สออกจากของเหลวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของ ultrasonic cavitation (อัตรา pulse ต่ำ, degassing เกิดเร็ว มีโอกาสที่จะเพิ่มพื้นที่ผิวของของเหลว แต่

ถ้า pulse เร็ว การทำความสะอาดจะได้ประโยชน์จากพลังงานที่เกิดซ้ำและการระเบิดของ ultrasonic cavitation)

- Frequency sweep - การกวาดเป็นการปรับความถี่ output รอบๆ central frequency โดยที่สามารถลดผลกระทบของคลื่นที่เข้ามาทางตรงที่อาจจะทำลายชิ้นส่วนที่เปราะบาง

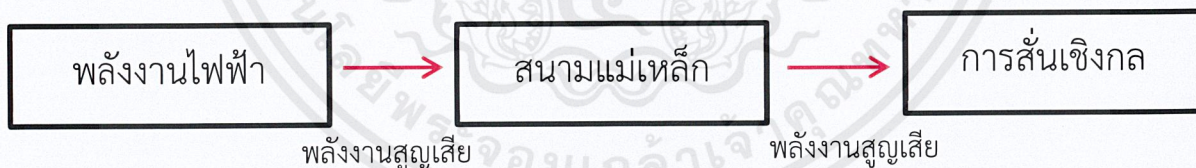
2.7 ทรานสดิวเซอร์ของอัลตราโซนิก (Ultrasonic transducer)

เป็นอุปกรณ์แปลงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกลอัลตราโซนิก มีสองชนิดคือ Magnetostrictive และ Piezoelectric

- Magnetostrictive: เริ่มจากการแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นสนามแม่เหล็ก จากนั้นจึงแปลงสนามแม่เหล็กเป็นพลังงานกล
- Piezoelectric: เป็นอุปกรณ์ที่แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลโดยคุณสมบัติของ piezoelectric energy เกิดขึ้นเมื่อวัสดุเปลี่ยนเส้นผ่านศูนย์กลางเมื่อจ่ายไฟให้

เปรียบเทียบชนิดของทรานสดิวเซอร์

Magnetostrictive



ภาพที่ 2.11 การทำงานของทรานสดิวเซอร์ชนิด Magnetostrictive

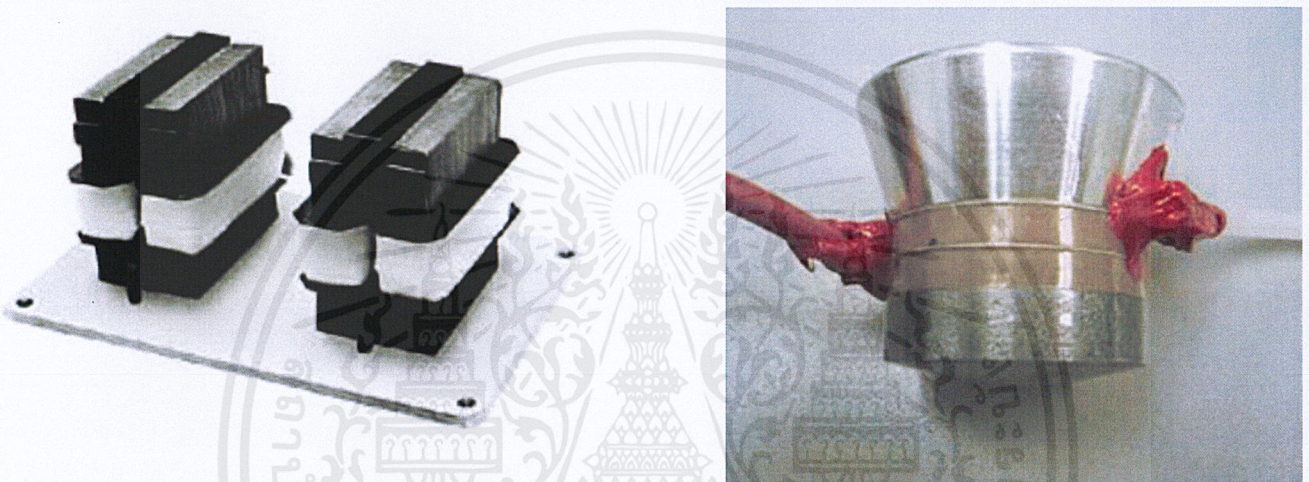
Piezoelectric (PZT)



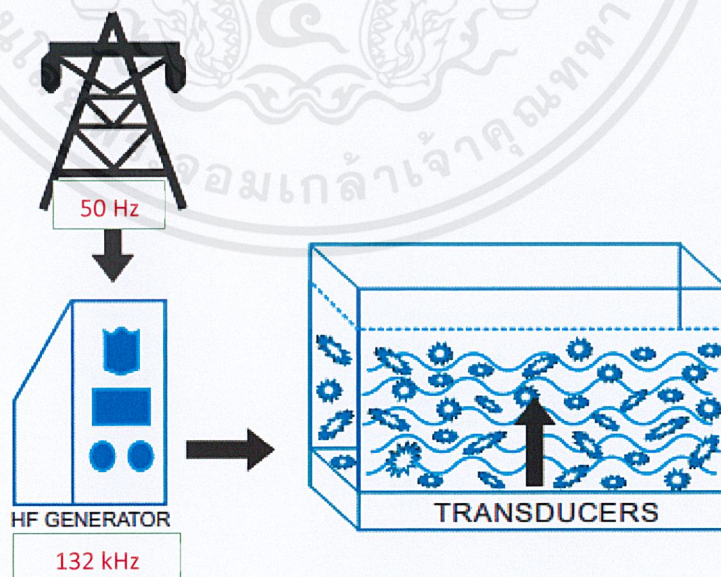
ภาพที่ 2.12 การทำงานของทรานสดิวเซอร์ชนิด Piezoelectric

ชนิด	พลังงานจากแหล่งกำเนิด	พลังงานจากทรานสดิวเซอร์	พลังงานที่ใช้งาน
Magnetostrictive	1300 Watts	650 Watts	650 Watts
Piezoelectric	750 Watts	710 Watts	710 Watts

ตารางที่ 2.2 แสดงการเปรียบเทียบชนิดทรานสดิวเซอร์

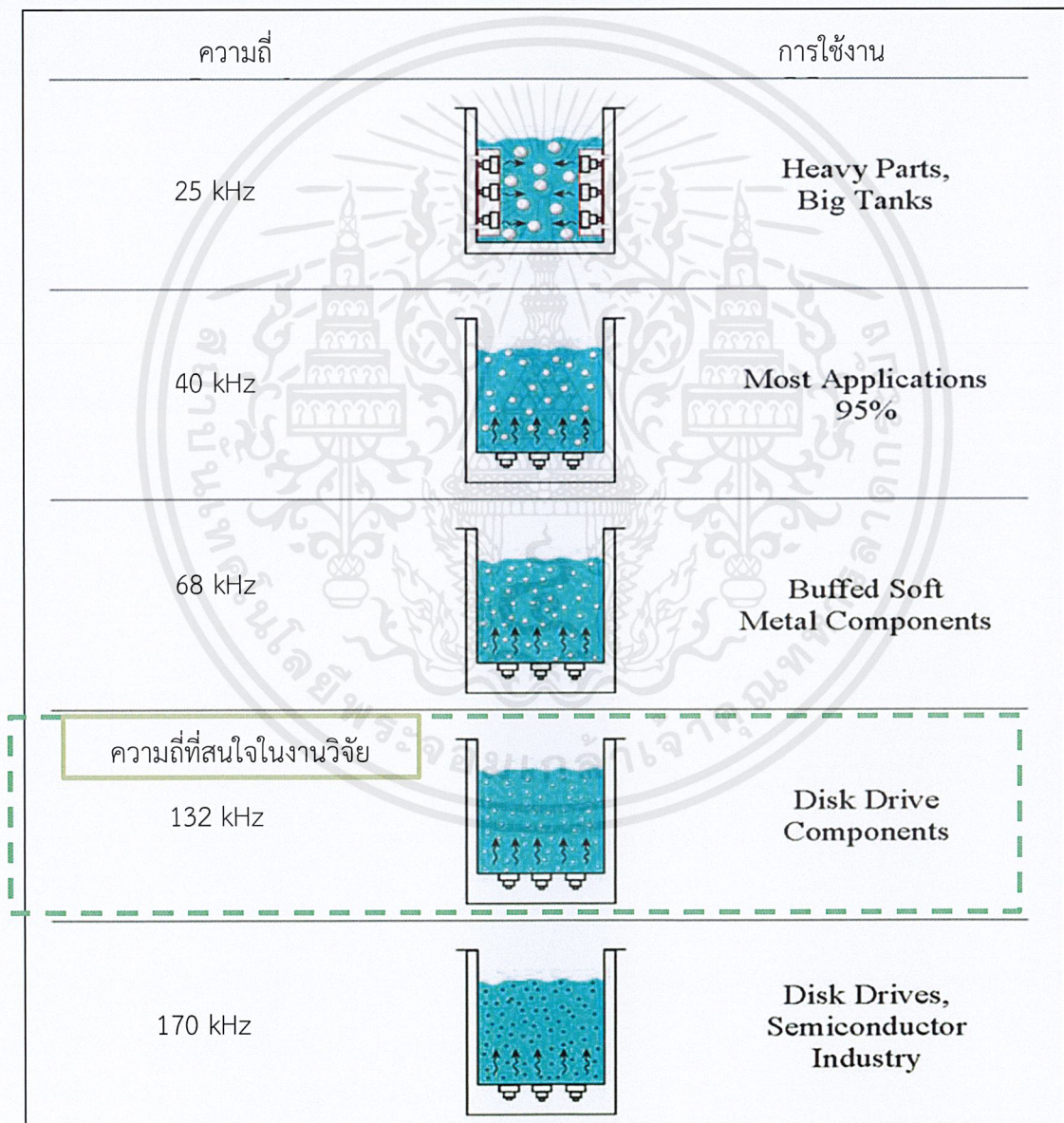


ภาพที่ 2.13 แสดงทรานสดิวเซอร์ชนิด Magnetostrictive และ Piezoelectric ตามลำดับ



ภาพที่ 2.14 การสร้างโพรงอากาศในถังอัลตราโซนิกด้วยความถี่ 132 kHz

ภายในอุตสาหกรรมทั่วไปใช้เครื่องกำเนิดพลังงานเพื่อผลิตความถี่อัลตราโซนิกช่วง 20-120 kHz ทรานสดิวเซอร์ชนิด Piezoelectric มักจะติดตั้งอยู่ด้านล่างและ/หรือด้านข้างของถังทำความสะอาดหรือแช่อยู่ในของเหลว คลื่นอัลตราโซนิกที่สร้างขึ้นจะแพร่กระจายคลื่นตั้งฉากกับพื้นที่ผิวสะท้อน คลื่นจะทำการตอบสนองต่อตัวกลางของเหลวเพื่อสร้างการระเบิดของโพรงอากาศ คลื่นอัลตราโซนิกที่มีความหนาแน่นมากจะสร้างฟองอากาศชนิดไอน้ำหรือสุญญากาศระดับไมโครในตัวกลาง ซึ่งความถี่ของอัลตราโซนิกจะสัมพันธ์กับขนาดโพรงอากาศ (cavitation)



ภาพที่ 2.15 แสดงความถี่ รูปทรงฟองอากาศและการใช้งานความถี่ช่วงต่างๆ

ความถี่	ขนาดของโพรงอากาศ	การใช้ประโยชน์
ต่ำ	ใหญ่	แรงระเบิดรุนแรง เหมาะกับงานพื้นผิวที่ไม่ซับซ้อนหรือเปราะบาง
สูง	เล็ก	แรงระเบิดเบากว่า เหมาะกับงานพื้นผิวซับซ้อนหรือเปราะบาง

ตารางที่ 2.3 แสดงการเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์จากความถี่ที่แตกต่างกัน

พลังงานที่ออกมาจากการระเบิดของโพรงอากาศจะส่งให้ฟองอากาศเข้าไปแทนที่อย่างรวดเร็วกับพื้นผิวที่สารที่สามารถใช้สารเคมีในการล้างได้ และการระเบิดจะก่อให้เกิดคลื่นแรงดันแบบไดนามิกซึ่งจะนำเอาเศษสิ่งแปลกปลอมออกจากพื้นผิว การระเบิดขนาดเล็กที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องภายในตัวกลางของเหลวจึงเป็นแรงทางกลที่จำเป็นต่อการสลายสิ่งแปลกปลอมออกในทางกายภาพ นอกจากนี้ในทางเคมีก็ยังเร่งการละลายสารเจือปนหรือเร่งการทำปฏิกิริยาที่เพิ่มการละลายของสารกำจัดสิ่งแปลกปลอมต่างๆ

2.8 เครื่องล้างอัลตราโซนิกร่วมกับน้ำ (Aqueous Ultrasonic Cleaning)

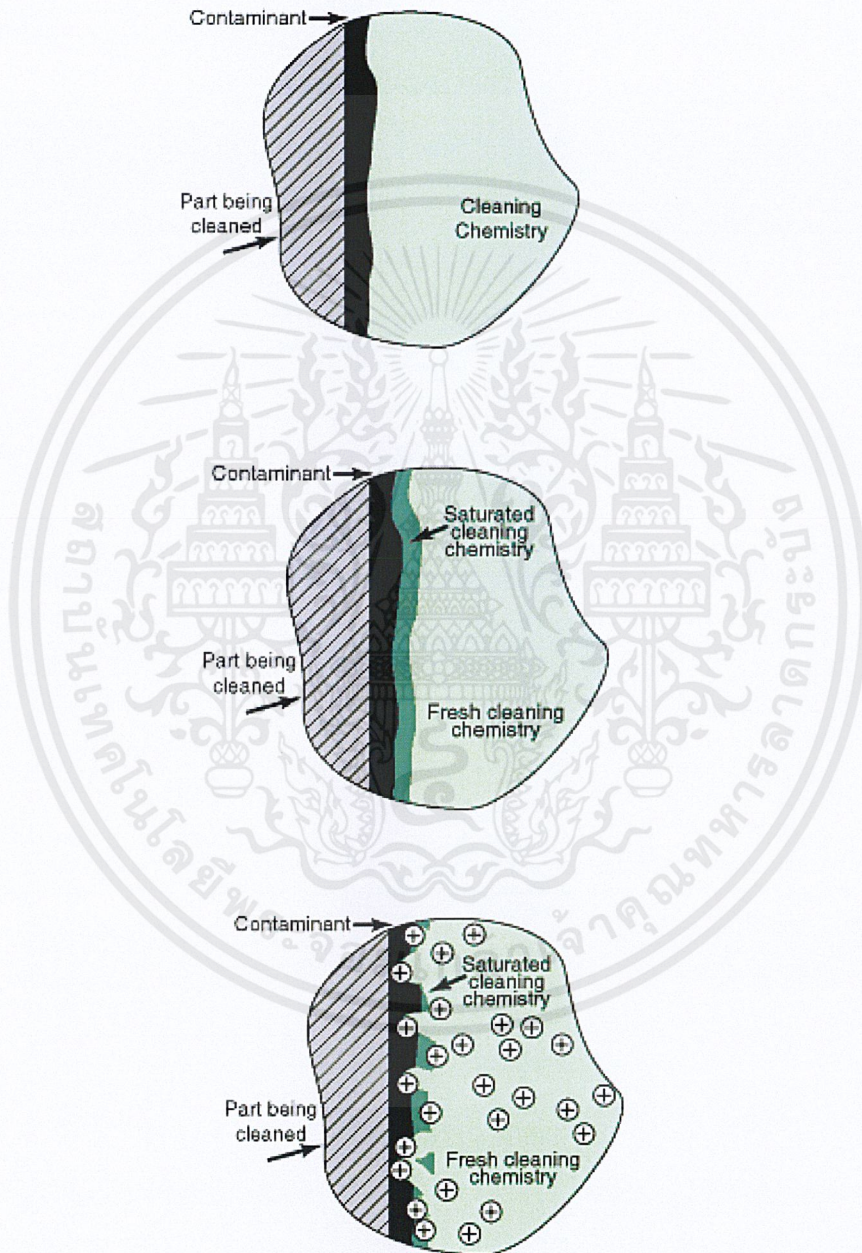
โพรงอากาศที่สร้างภายในน้ำ เพียงอย่างเดียวจะมีข้อจำกัดในการกำจัดสารเคมีเป็นอย่างมาก เพราะการล้างงานในอุตสาหกรรมมีความซับซ้อนมากสิ่งแปลกปลอมบนพื้นผิวมากกว่าปกติ จึงต้องมีการใช้สารเคมีด้วยร่วมกันน้ำดีไอ (Deionized water) หรือน้ำที่ปราศจากประจุ

ในการเลือกสารเคมีที่ใช้ในการล้างต้องพิจารณาดังนี้

- I. สามารถสร้างโพรงอากาศร่วมกับอัลตราโซนิกได้
- II. มีคุณสมบัติต่างๆ เช่น การทำให้เปียก (wettability), ความเสถียร (ไม่ทำปฏิกิริยาง่าย), การแยกน้ำมัน, การกระจายตัว ฯลฯ ที่สอดคล้องกับตัวงานที่ต้องการทำความสะอาด

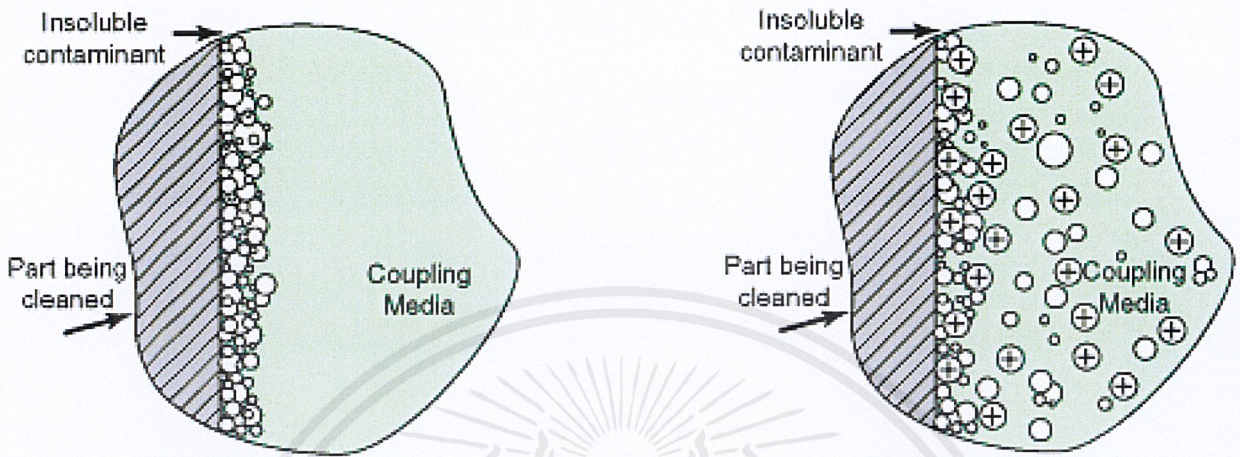
เมื่อใช้อัลตราโซนิกร่วมกับสารเคมีจะสามารถเปิดทางให้สารเคมีเข้าไปถึงหน้าสัมผัสได้ง่ายขึ้น รวมถึงสามารถกัดสิ่งแปลกปลอมได้ง่ายขึ้น อัลตราโซนิกจะช่วยทำลายสิ่งแปลกปลอมที่มีลักษณะเป็นคราบติดบนผิวงานและไม่สามารถละลายออกได้ด้วยน้ำยาอีกแล้ว (เมื่อเกิดสภาวะอิมพัลส์ของน้ำยาที่ไปละลายสิ่งแปลกปลอมออกมา

บางส่วนและเกิดเป็นชั้นก้ำกั๊งอยู่ ทำให้น้ำยาไม่สามารถเข้าไปกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่เหลือได้อีก) ฟองอากาศที่ระเบิดทั้งแบบ implosion และ central jet จะเข้าไปช่วยเปิดทางให้น้ำยาใหม่เข้าไปกำจัดสิ่งแปลกปลอม ที่เหลือบนผิวงานได้ง่ายขึ้น



ภาพที่ 2.16 แสดงการใช้สารเคมีร่วมกับอัลตราโซนิกในการล้างสิ่งแปลกปลอมจากหน้าสัมผัส

รวมถึงการใช้ประโยชน์จากโพรงอากาศทำสิ่งแปลกปลอมโดยตรง



ภาพที่ 2.17 แสดงการใช้สารเคมีในการล้างสิ่งแปลกปลอมจากหน้าสัมผัสโดยตรง

2.9 ปัจจัยที่มีผลต่อความสะอาดของการล้างด้วยหลักการอัลตราโซนิก (Factor in cleanliness by Ultrasonic Cleaning)

2.9.1 ความถี่ของอัลตราโซนิก (Ultrasonic Frequency)

ตามที่ได้เปรียบเทียบตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์จากความถี่ที่แตกต่างกัน และรูปภาพที่ 13 แสดงความถี่ รูปทรงฟองอากาศและการใช้งาน

2.9.2 กำลังของอัลตราโซนิก (Ultrasonic Power)

กำลังไฟฟ้า (power) สูง ,ความหนาแน่นของโพรงอากาศ (cavitation intensity) เพิ่มขึ้น และผลกระทบมาจากการระเบิด (implosion) จะมีความรุนแรงมากขึ้นจากพลังงานขนาดใหญ่ขึ้น

2.9.3 สารเคมี (Cleaning chemical)

ต้องเลือกสารเคมีให้ตรงกับความต้องการและสามารถล้างสิ่งแปลกปลอมออกได้ โดยทั่วไปประสิทธิภาพที่ดีที่สุดของ ultrasonic cavitation ต้องประมาณ 70 c สำหรับน้ำ และอุณหภูมิสูงกว่าถ้าต้องการให้เป็นตัวนำ

คุณสมบัติของสารเคมีสามารถใช้ได้ที่ 82-88 c เพราะสารเคมีจะมีผลกระทบขยายใหญ่ขึ้นจากอุณหภูมิสูง อย่างไรก็ตามแนะนำไม่เกิน 88 c

2.9.4 อุณหภูมิ (Temperature)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มโพรงอากาศมากที่สุดก็คืออุณหภูมิ ยิ่งอุณหภูมิสูงความหนาแน่นของโพรงอากาศยิ่งมาก

2.9.5 การดึงอากาศในน้ำออก (Gas in liquid / Degassing)

การลดแก๊สลงจำเป็นมาก โดยปกติของเหลวกับอุณหภูมิที่เย็นต้องถูกกำจัดแก๊สออกก่อนเริ่มล้าง โดยการ degassing สามารถเสร็จสิ้นหลังจากเพิ่มสารเคมีเข้าไปในถัง จากนั้นจะทำการเพิ่มอุณหภูมิเพื่อเร่งแก๊สฟองอากาศให้ขึ้นไปสู่พื้นผิว เวลาจึงเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้การ degassing สำเร็จ นอกจากนี้ขนาดของ tank ก็มีผลต่อความเร็วของกระบวนการ degassing

2.9.6 Basket design

ต้องออกแบบให้ชิ้นส่วนได้รับการทำความสะอาดได้และสารเคมีสัมผัสกับหน้าสัมผัสได้

2.10 ระบบการล้างงานอัลตราโซนิคด้วยสารเคมี (Aqueous Ultrasonic Cleaning Systems)

ในการล้างนอกจากจะต้องคำนึงถึงเรื่องความสะอาดของชิ้นงาน ยังต้องคำนึงถึงความเสียหายต่อชิ้นงานอีกด้วย เนื่องจากชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เป็นชิ้นส่วนขนาดเล็กทำให้เสียหายจากทั้งกายภาพ เคมีและทางไฟฟ้าสถิตย์ได้ง่าย จะต้องเลือกการล้างด้วยวิธีที่เหมาะสม

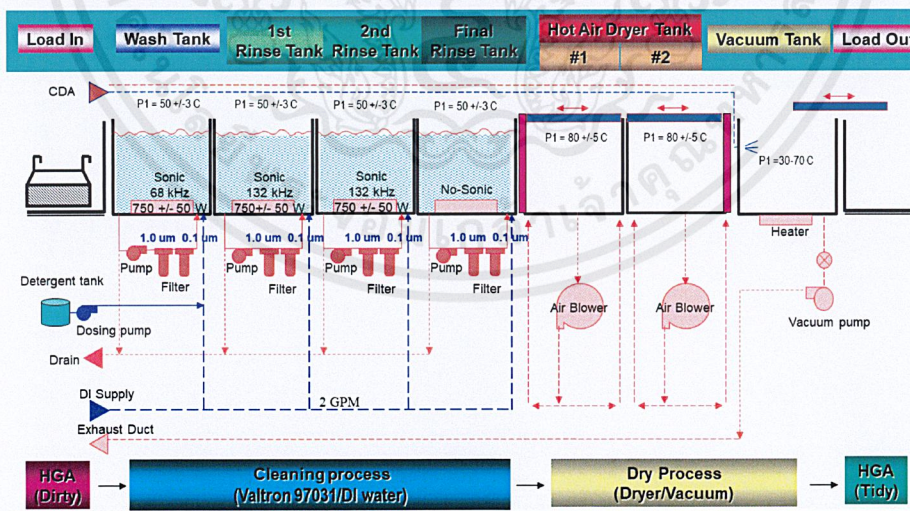
จะกล่าวถึงเครื่อง Crest Ultrasonic Cleaning Machine ซึ่งเป็นเครื่องล้างที่หลักการของอัลตราโซนิคร่วมกับน้ำยา (Aqueous Ultrasonic Cleaning Systems) ที่เป็นเครื่องล้างที่ใช้สำหรับล้าง Head Gimbal Assembly (HGA) ภายในบริษัทซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด

เครื่อง Crest Ultrasonic Cleaning Machine ถ้าวางตามหน้าที่จะประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนสำหรับนำงานเข้า (Load conveyor) ส่วนคอนโซลของกระบวนการ (Process conveyor) และส่วนสุดท้ายคือส่วนสำหรับงานออก (Unload conveyor) การทำงานของส่วนต่างๆจะถูกออกแบบให้มีประสิทธิภาพ

สม่ำเสมอ การควบคุมกระบวนการและความสามารถในการตรวจสอบผลลัพธ์ ค่าพารามิเตอร์ภายในเครื่องสามารถตรวจได้จากหน้าจอ Control monitor



ภาพที่ 2.18 แสดงเครื่อง Crest Ultrasonic Cleaning Machine ภายใน Cleanroom



ภาพที่ 2.19 แสดงหน้าจอ Control monitor แบบ Real-time

เครื่อง Crest Ultrasonic Cleaning Machine ภายใน Cleanroom

หลักการทำงานของเครื่อง Crest Ultrasonic Cleaning Machine

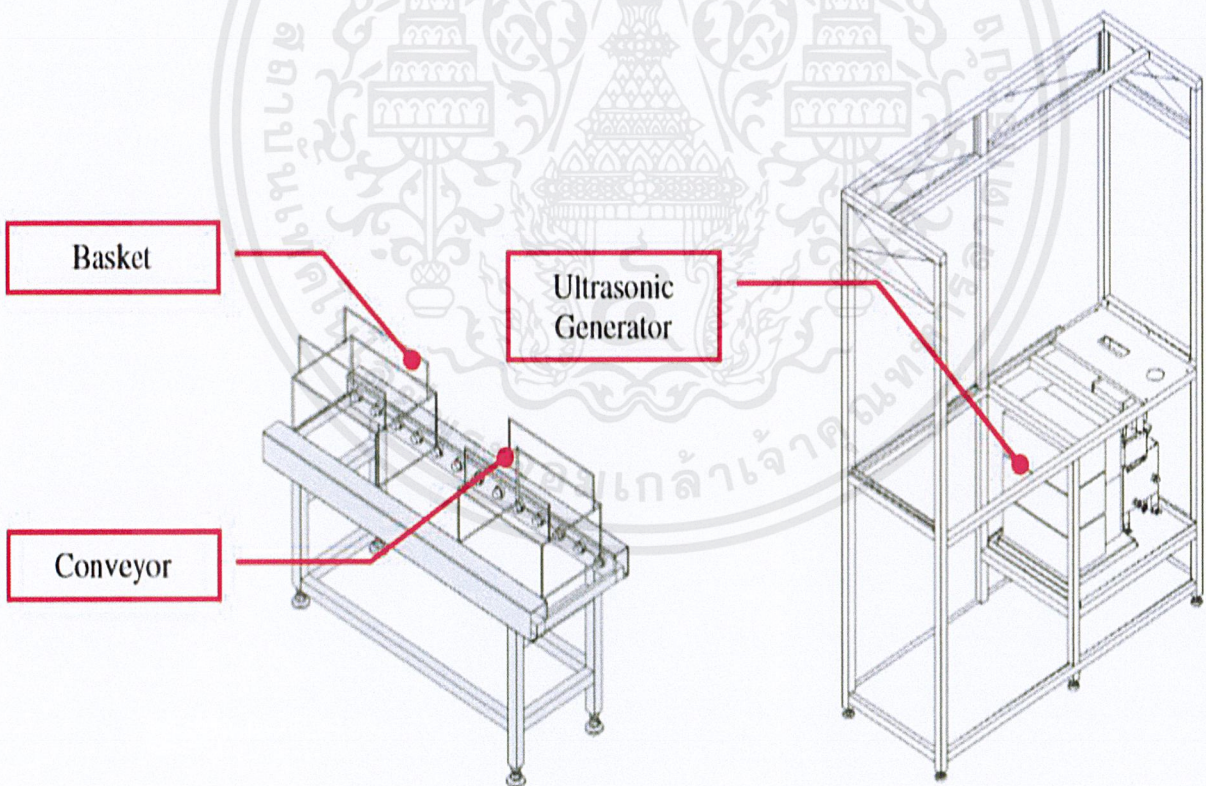
Station #1 : Load

เป็น station ที่ไว้สำหรับนำงานเข้าเครื่อง Crest โดยการใช้ระบบลูกกลิ้งลำเลียง (Conveyor roller system) ที่มีมอเตอร์ในการลำเลียงงานเข้า จะประกอบด้วย

เซนเซอร์หมายเลข 1 ในการตรวจจับงานเข้าและจะทำการลำเลียงเข้าเมื่อมีคนนำตะกร้า (Basket) มาวางเพื่อนำไปยังจุดที่ Rigibot สามารถรับงานได้

เซนเซอร์หมายเลข 2 ส่วนที่ปลายของสายพานจะตรวจจับการมีอยู่ของตะกร้าเพื่อจะให้ Rigibot มาหยิบงาน

เซนเซอร์หมายเลข 3 จะตรวจจับการยื่นออกมาของถาดใส่งาน ถ้าถาดใส่งานไม่พอดีกับตะกร้า

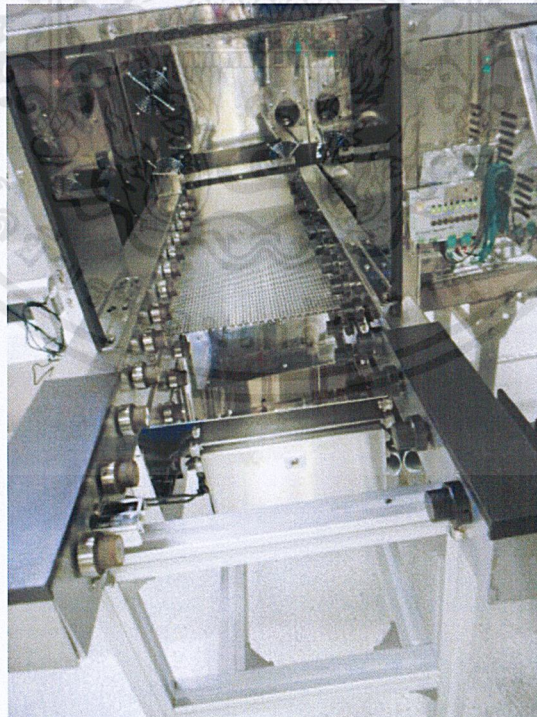


ภาพที่ 2.20 แสดง Drawing ของ Input Conveyor

ตะกร้า (Basket)



ภาพที่ 2.21 โต๊ะสำหรับนำงานจากกระบวนการก่อนหน้านี้เพื่อมาเตรียมล้าง

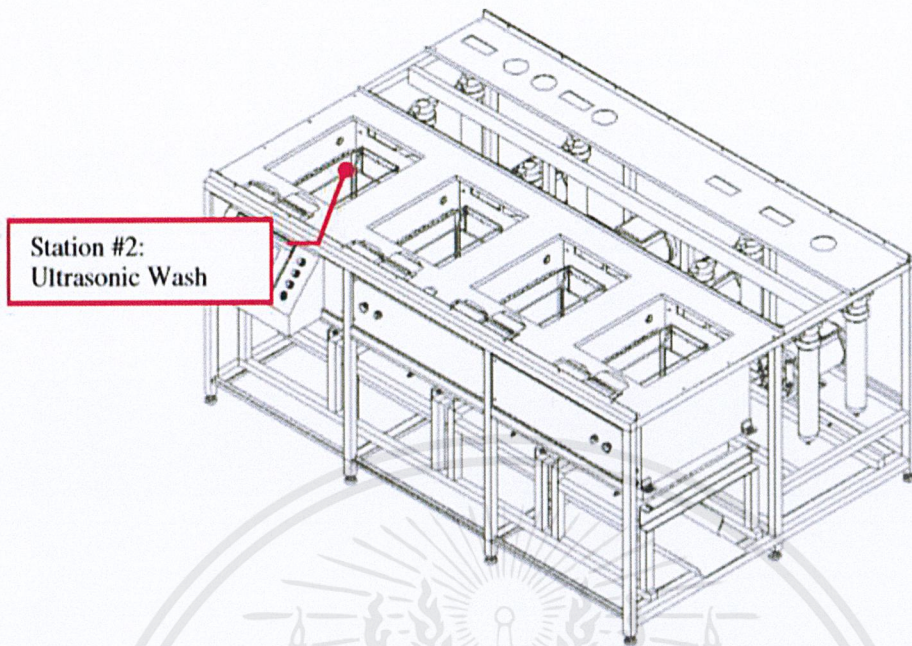


ภาพที่ 2.22 Load station ที่มีสายพานเพื่อนำตะกร้าเข้าเครื่อง

Station #2: Ultrasonic Wash

เป็น station ที่เป็นส่วนของการล้างงานอัลตราโซนิกกับน้ำยาเคมี Valtron 97031 สำหรับล้างงาน ซึ่งมีส่วนประกอบหลัก ดังนี้

- 1) ส่วนของอัลตราโซนิก ใช้ทรานสดิวเซอร์ (Transducer) ขนาดกำลังอัลตราโซนิกสูงสุด 1 KW ความถี่ในการกวาด (swept frequency) ± 1 kHz ใช้เครื่องกำเนิดอัลตราโซนิก (ultrasonic generator) จ่ายไฟขนาด 1 KW
- 2) ตัวจ่ายความร้อน (Heater) ขนาด 1 KW 3 ตัว จ่ายความร้อนทั่วถึง ควบคุมโดยใช้ PLC thermocouple module
- 3) ระบบหมุนเวียนและการกรอง (Recirculation and Filtration) ในส่วนนี้จะประกอบด้วยอุปกรณ์ ได้แก่ เกจวัดแรงดัน (pressure gage) , เซนเซอร์วัดอัตราการไหล (flow sensor) , วาล์วควบคุมอัตราการไหล (flow-control valve) โดยการควบคุมจะควบคุมด้วยระบบซอฟต์แวร์ ช่วงที่ตะกั่วไม่อยู่ภายในถัง อัตราการไหลจะสูง (high flow) และจะถูก switch กลับมาเมื่ออัลตราโซนิกถูกเปิดเมื่อมีตะกั่วอยู่ภายในถัง การหมุนเวียนของของเหลวภายในถังจะถูกดูดจากล่างขึ้นไปข้างบนจากนั้นจะปล่อยให้ไหลลงตามแรงโน้มถ่วง การหมุนเวียนจะทำให้สิ่งสกปรกที่เกิดขึ้นผ่านตัวกรองที่อยู่ภายในถัง และถูกดักจับไว้ และการหมุนเวียนจะช่วยให้ไม่เกิดแบคทีเรียอีกด้วย
- 4) ตัวเติมน้ำและน้ำยาอัตโนมัติ (Fill) ส่วนนี้จะใช้ในการเติมน้ำ DI (De-Ionized) ให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำยา valtron 97031 ตามที่ได้ตั้งค่าไว้
- 5) ส่วนเดรนน้ำ (Drain) คือนำน้ำ DI และน้ำยาเก่าออกเพื่อใส่ของใหม่เข้าไปแทน สามารถตั้งให้เดรนน้ำอัตโนมัติผ่านบอลวาล์ว (ball valve)
- 6) มาตรการระดับของเหลว (Liquid Level protection) จะมีเซนเซอร์จับระดับของเหลว ถ้าของเหลวอยู่ในระดับต่ำกว่าที่กำหนด ระบบความร้อน ปั๊มน้ำ และอัลตราโซนิกจะถูกตัดออกจากระบบเพื่อป้องกันการ Run dry จะทำให้เครื่องอัลตราโซนิกมีอายุการใช้งานสั้นลงหรือเกิดความเสียหาย จึงต้องมีการป้องกัน



ภาพที่ 2.23 แสดง Drawing ของ Ultrasonic Wash Tank



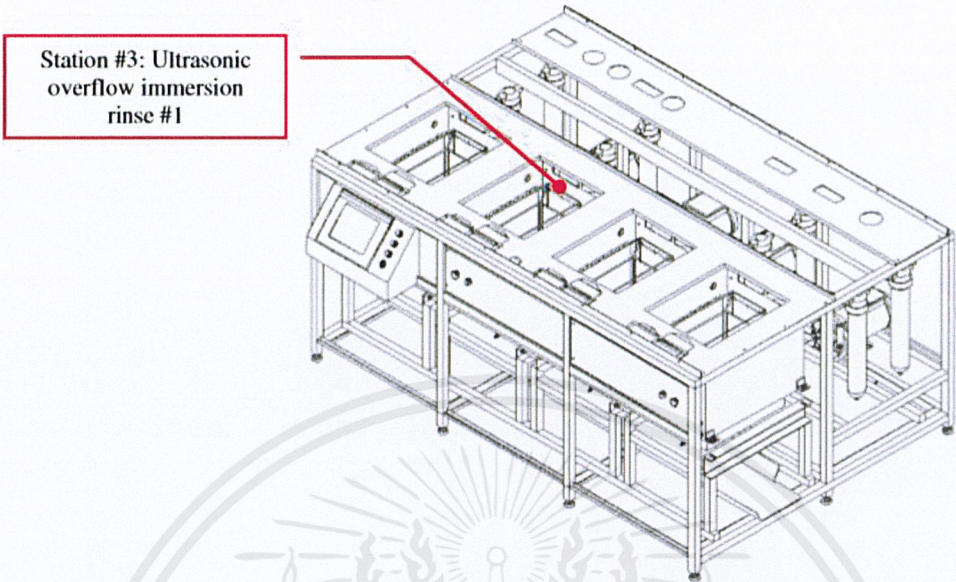
ภาพที่ 2.24 ถังพักสำหรับพักน้ำยาที่เตรนออกจากเครื่องเพื่อให้ความร้อนของน้ำลดลง

Station #3: Ultrasonic Overflow Immersion Rinse #1

เป็น station ที่ใช้ล้างน้ำยาเคมี Valtron 97031 ออกจากตัวงาน โดยการใช้น้ำ DI ร่วมกับ

อัลตราโซนิก ซึ่งหลักการทำงานของอุปกรณ์ภายในถึงจะคล้ายกับ station #3 เพียงแต่ไม่ใช้น้ำยา Valtron 97031 ภายในกระบวนการนี้

- 1) ส่วนของอัลตราโซนิก ใช้ทรานสดิวเซอร์ (Transducer) ขนาดกำลังอัลตราโซนิกสูงสุด 1 KW ความถี่ในการกวาด (swept frequency) ± 1 kHz ใช้เครื่องกำเนิดอัลตราโซนิก (ultrasonic generator) จ่ายไฟขนาด 1 KW ความถี่เรโซแนนซ์ที่ใช้คือ 132 kHz
- 2) ตัวจ่ายความร้อน (Heater) ขนาด 1 KW 3 ตัว จ่ายความร้อนทั่วถึง ควบคุมโดยใช้ PLC thermocouple module
- 3) ระบบหมุนเวียนและการกรอง (Recirculation and Filtration) ในส่วนนี้จะประกอบด้วยอุปกรณ์ ได้แก่ เกจวัดแรงดัน (pressure gage) , เซนเซอร์วัดอัตราการไหล (flow sensor) , วาล์วควบคุมอัตราการไหล (flow-control valve) โดยการควบคุมจะควบคุมด้วยระบบซอฟต์แวร์ ช่วงที่ตะกั่วไม่อยู่ภายในถัง อัตราการไหลจะสูง (high flow) และจะถูก switch กลับมาเมื่ออัลตราโซนิกถูกเปิดเมื่อมีตะกั่วอยู่ภายในถัง การหมุนเวียนของของเหลวภายในถังจะถูกดูดจากล่างขึ้นไปข้างบนจากนั้นจะปล่อยให้ไหลลงตามแรงโน้มถ่วง การหมุนเวียนจะทำให้สิ่งสกปรกที่เกิดขึ้นผ่านตัวกรองที่อยู่ภายในถัง และถูกดักจับไว้ และการหมุนเวียนจะช่วยให้ไม่เกิดแบคทีเรียอีกด้วย
- 4) ตัวเติมน้ำ (Fill) ส่วนนี้จะใช้ในการเติมน้ำ DI (De-Ionized) แบบอัตโนมัติ
- 5) ส่วนเตรนน้ำ (Drain) คือน้ำ DI เพื่อใส่ของใหม่เข้าไปแทน สามารถตั้งเวลาให้เตรนน้ำอัตโนมัติผ่านบอลวาล์ว (ball valve)
- 6) มาตรการระดับของเหลว (Liquid Level protection) จะมีเซนเซอร์จับระดับของเหลว ถ้าของเหลวอยู่ในระดับต่ำกว่าที่กำหนด ระบบความร้อน ป้อนน้ำ และอัลตราโซนิกจะถูกตัดออกจากระบบเพื่อป้องกันการ Run dry จะทำให้เครื่องอัลตราโซนิกมีอายุการใช้งานสั้นลงหรือเกิดความเสียหาย จึงต้องมีการป้องกัน



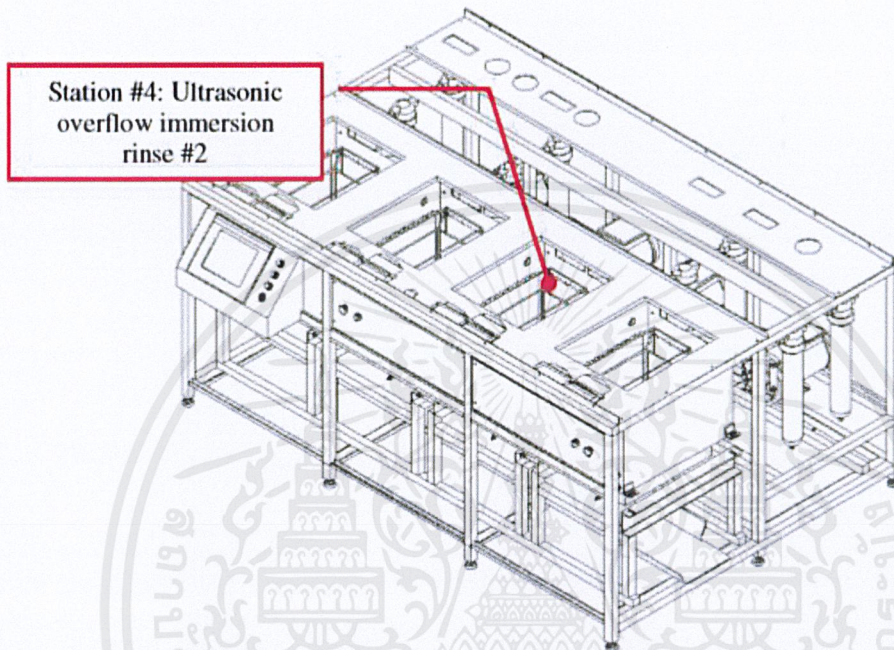
ภาพที่ 2.25 แสดง Drawing ของ Ultrasonic Overflow Immersion Rinse Tank #1



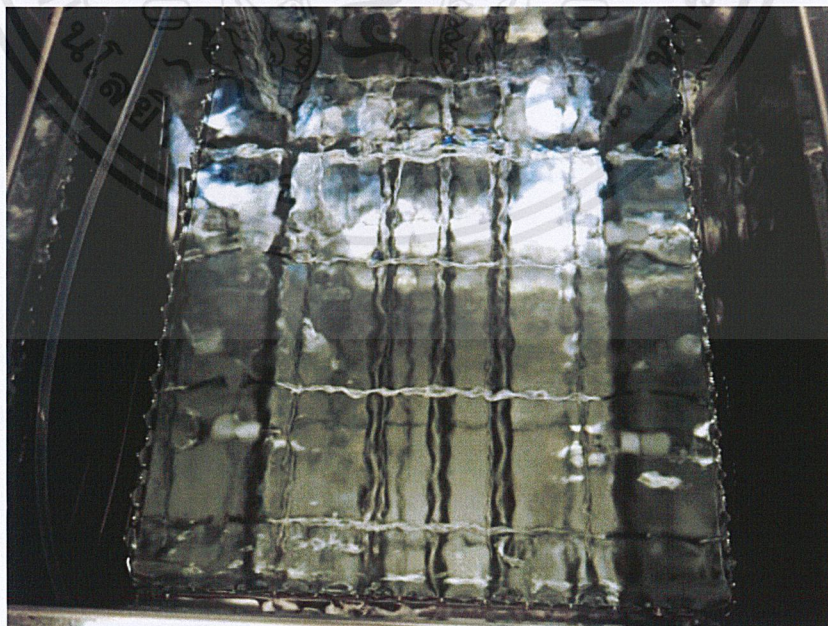
ภาพที่ 2.26 แสดงการสั่นของน้ำ DI เมื่อเปิดอัลตราโซนิกด้านล่าง ขณะไม่มีงานมาล้าง

Station #4: Ultrasonic Overflow Immersion Rinse #2

ใช้ในการล้างงานด้วยน้ำ DI เพียงอย่างเดียว ไม่ใช่อัลตราโซนิกและสารเคมี เพื่อช่วยล้างสารเคมีออกจากงานอีกรอบหนึ่ง



ภาพที่ 2.27 แสดง Drawing ของ Ultrasonic Overflow Immersion Rinse Tank #2



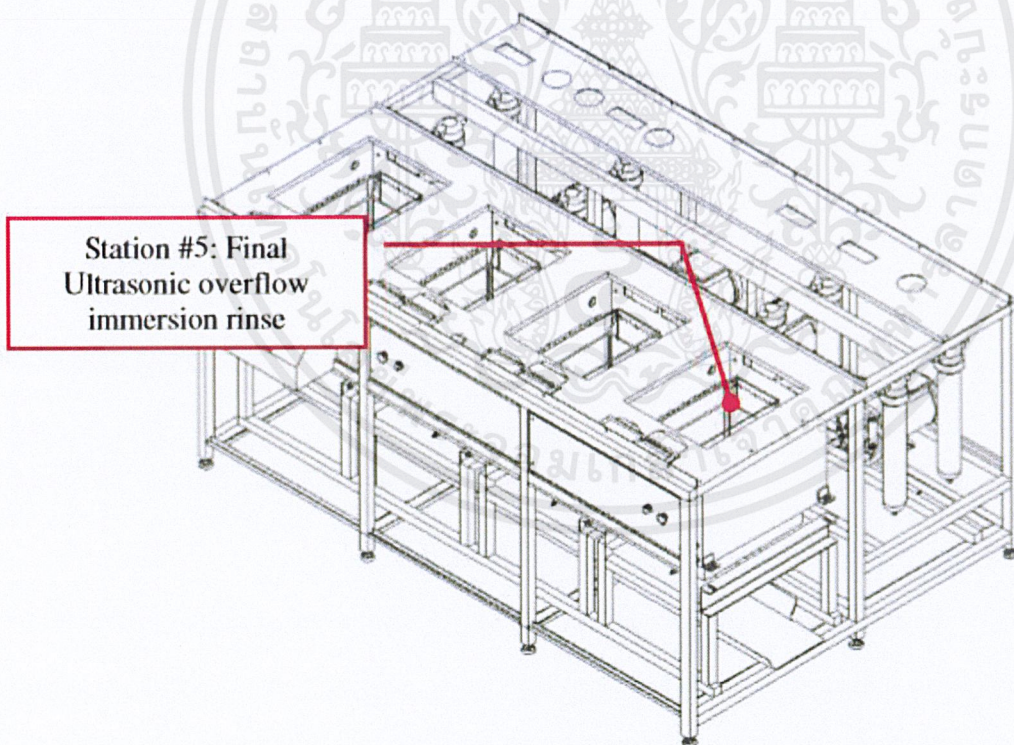
ภาพที่ 2.28 แสดงภายในถังของ Immersion Rinse

Station #5: Final Ultrasonic Overflow Immersion Rinse

Station นี้จะทำ 2 หน้าทีการล้างน้ำยาเคมีออกจากงานอีกครั้งและการทำแห้งแบบดึงขึ้นช้าๆ

(Slow pull) เพื่อให้หน้าผิวสัมผัสของงานที่เปียกได้สัมผัสกับอากาศช่วยในการทำแห้งในขั้นต่อไป และจะไม่มีการใช้อัลตราโซนิก หลักการทำงานของอุปกรณ์ภายในถึง มีดังนี้

- 1) ตัวช่วยทำแห้งด้วยการดึงช้า (Slow-pull capillary dryer) จะทำหน้าที่เป็นตัวทำแห้งขั้นแรก โดยการดึงตัวงานที่จมอยู่ในน้ำขึ้นให้พ้นจากน้ำช้าๆในแกนตั้งของถังนั้น เพื่อให้หยดน้ำที่เกาะอยู่บนผิวตัวงานไหลออกจากช้าๆ
- 2) ตัวเติมน้ำ (Fill) ส่วนนี้จะใช้ในการเติมน้ำ DI (De-ionized) แบบ manual valve ร่วมกับลิ้นบังคับกระแสในการจ่ายน้ำเข้าเครื่อง



ภาพที่ 2.29 แสดง Drawing ของ Ultrasonic Overflow Immersion Rinse Tank #2



ภาพที่ 2.30 แขนของโรบอทที่ใช้ในการยกตะกร้าขึ้น

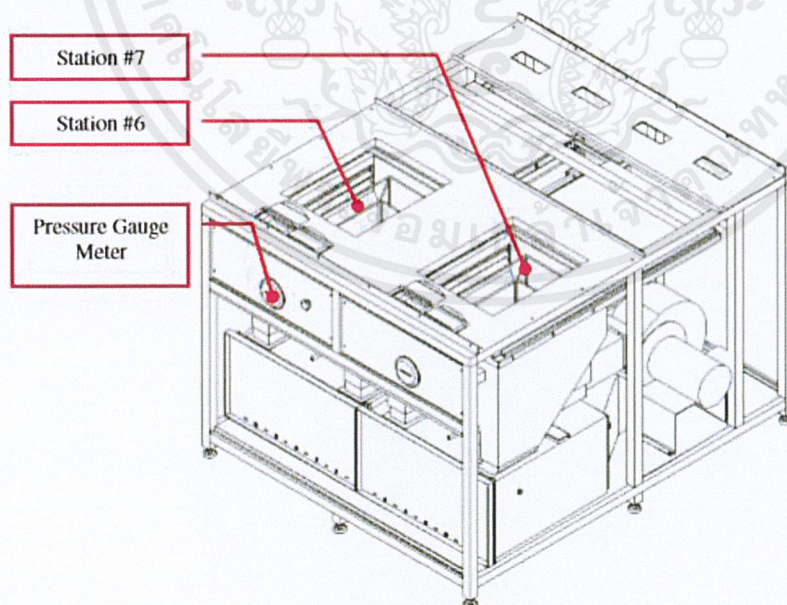
ภาพที่ 2.31 แสดงภายในถังของ Final Rinse



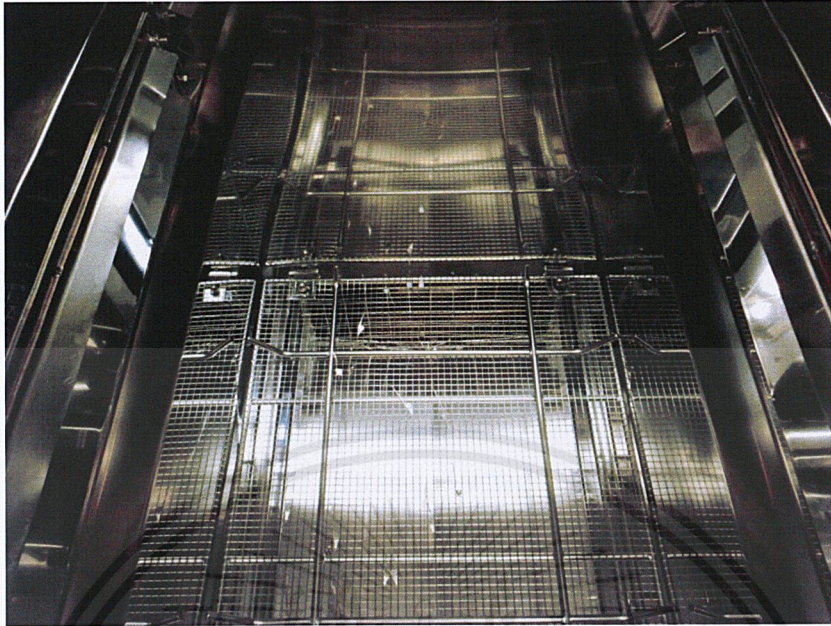
Station #6 & #7: High-Efficiency Re-circulating Hot Air Dryer

Station นี้จะทำหน้าที่ในการทำแห้งด้วยเครื่องเป่าลมด้วยความร้อน โดยเป็นลักษณะของลูบปิด

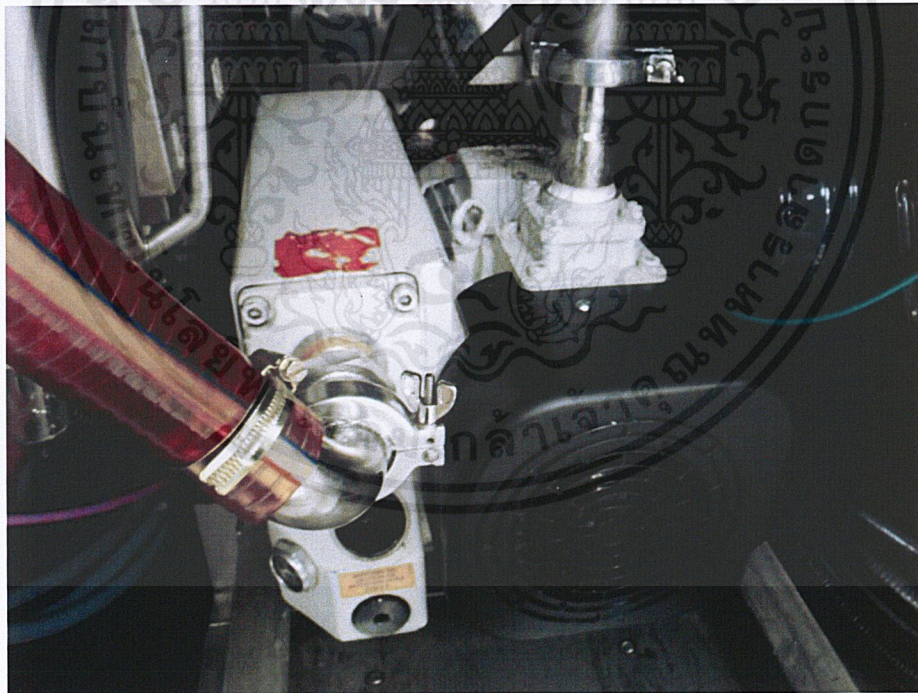
- 1) โดยใช้ระบบลมหมุนเวียนภายในถังเพื่อป้องกันอนุภาคหรือสิ่งแปลกปลอมจะปนมากับลมแล้วติดกับชิ้นงานได้ ภายในประกอบด้วย
- 2) เครื่องเป่าลม (Blower) โดยจะเป่าลมที่อุณหภูมิสูง ในลักษณะลูบปิด (Re-circulating) ปริมาตรประมาณ 1000 cfm.
- 3) เครื่องทำความร้อน (Heater) ใช้ทำความร้อนพร้อมกับแสดงผลอุณหภูมิ และสามารถควบคุมได้
- 4) แผ่นกรอง (Filter) ขนาด 0.12 micron แบบ ULPA (Ultra-Low Particulate Air) แผ่นกรองอนุภาคขนาดเล็กพิเศษ ซึ่งแผ่นกรองอากาศทั้งสองออกแบบมาเพื่อดักจับอนุภาคขนาดเล็กมาก ที่อยู่ในอากาศ
- 5) เกจวัดความดัน (Pressure gauge) วัดความแตกต่างของความดันสองที่ เพื่อตรวจสอบว่าแผ่นกรองตันหรือไม่ ถ้าไม่ตันความดันจะไม่แตกต่างกันมาก
- 6) ฝาปิดแบบสไลด์ (Sliding door) จะเป็นฝาปิดแบบอัตโนมัติ สองฝา เพื่อทำหน้าที่เปิด-ปิด ไม่ให้อากาศออกจากถัง



ภาพที่ 2.32 แสดง Drawing ของ Hot Air Dryer



ภาพที่ 2.33 แสดงภายในถังของ Hot Air Dryer

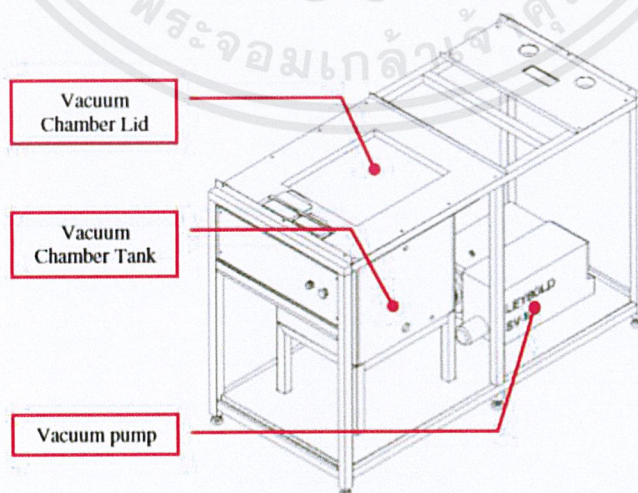


ภาพที่ 2.34 เครื่องเป่าลมร้อน(Blower) ที่อยู่ด้านหลังอยู่ด้านหลัง

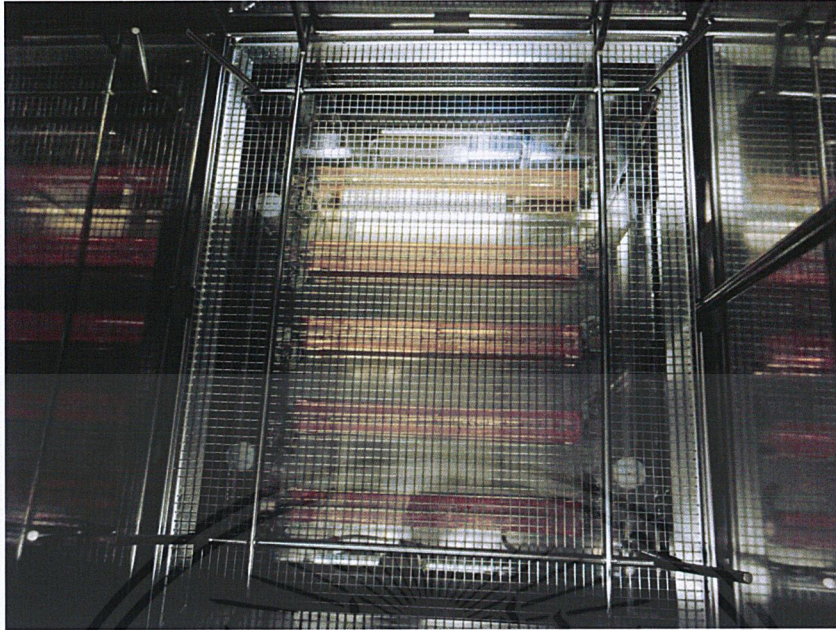
Station #8: Vacuum Dryer

Station นี้จะทำหน้าที่ในการดูสิ่งแปลกปลอมขนาดเล็กที่ยังหลงเหลืออยู่กับตัวงาน โดยใช้หลักการของระบบสุญญากาศ (Vacuum) มาใช้กระบวนการนี้ โดยช่วงในระหว่างที่ถึงปิดความดันจะลดลงจาก 760 torr ไปที่ 0 torr จากนั้นจะมีการเติมอากาศเข้าไปให้ถึง 760 torr อีกครั้งฝาถังจึงจะทำการเปิด โดยอุปกรณ์ภายในจะมีดังนี้

- 1) ปั๊มแวกคัม (Vacuum pump) ใช้สำหรับดูดอากาศให้เกิดสภาวะสุญญากาศที่ความดัน 0 torr
- 2) ตัวควบคุมแวกคัม (Vacuum controller) จะรวมทั้งระบบไฟฟ้าที่ประกอบด้วยวาล์วสองชั้น (two-stage valve) วาล์วสำหรับไล่อากาศ (vent valve) และแผ่นกรองอากาศ (filter) เมื่อตัวถังเริ่มทำงานจะมีการดูดอากาศเพื่อให้ได้แรงดันที่ตั้งค่า 0 torr และเมื่อครบเวลาที่กำหนด วาล์วสำหรับไล่อากาศจะเริ่มทำงานเพื่อให้ความดันกลับมา 760 torr ได้
- 3) ตัวทำความร้อน (Heater) โดยใช้ Quartz lamp 5 ตัว รวมทั้งสิ้น 5 kW ที่ด้านล่างของถังและมีการใช้แผ่นสะท้อนรอบด้านเพื่อให้อุณหภูมิกระจายอย่างทั่วถึงภายในถัง จากนั้นจะสร้างความร้อนเพื่อให้ความดันไปถึง 760 torr อย่างทันเวลา ตามหลักการของแก๊สในอุดมคติ $PV = nRT$ จะได้ว่าอุณหภูมิแปรผันตามความดัน
- 4) แผ่นผลึก (Quartz plate) แผ่นผลึกใสที่วางกันระหว่างภายในถังกับ Quartz lamp เพื่อป้องกันหยดน้ำหยดใส่ เพราะจะทำให้เกิดความเสียหายได้
- 5) ฝาปิด (Cover) เป็นแผ่นนิกเกิลที่ไม่นำไฟฟ้าหนา 1 นิ้วปิดถัง สามารถเลื่อนเปิด-ปิดพร้อมฝาถัง



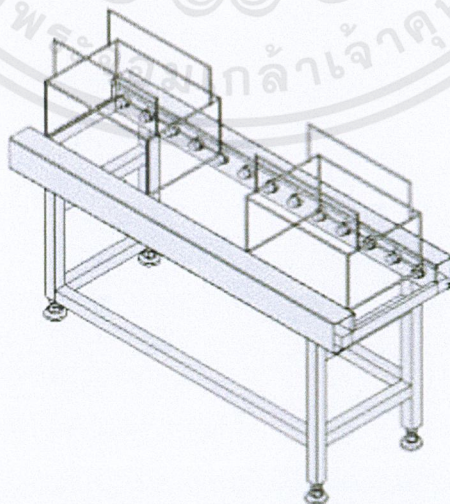
ภาพที่ 2.35 แสดง Drawing ของถัง Vacuum



ภาพที่ 2.37 แสดงภายในถังของ Vacuum Dryer

Station #9: Load out

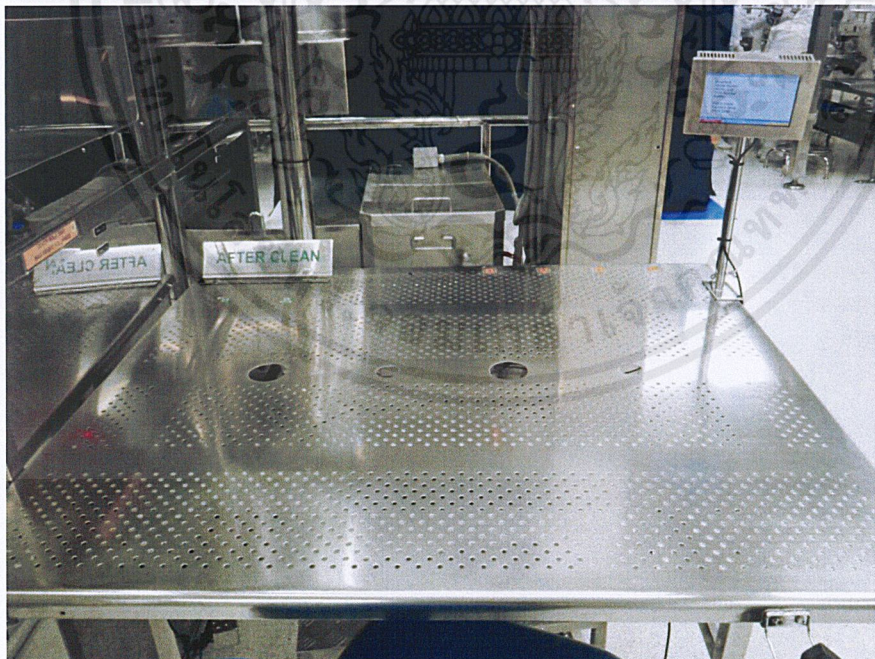
เป็น station ที่ไว้สำหรับนำงานออกจากเครื่อง Crest โดยการใช้ระบบลูกกลิ้งลำเลียง (Conveyor roller system) ที่มีมอเตอร์ในการลำเลียงงานออก มีเซนเซอร์เหมือน Load station เพียงแต่ใช้เซนเซอร์ตัวหนึ่งในการจับงานออกเพื่อนับระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบ (Cycle time)



ภาพที่ 2.39 แสดง Drawing ของ Load out



ภาพที่ 2.41 แสดงภาพของ Load out ที่มีสายพานสำหรับการนำตะกร้าออก



ภาพที่ 2.43 แสดงภาพของ Load out ที่ใช้สำหรับวางงานรอไป process ต่อไป

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในส่วนของวิธีการดำเนินงานวิจัยเรื่องการปรับปรุงระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบให้ดีขึ้นของเครื่องล้างงานชนิดอัลตราโซนิก (Cycle-time Improvement of Aqueous Ultrasonic Cleaning Machine) จะปฏิบัติดังนี้

3.1 เก็บค่าระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบและระยะเวลาของแต่ละ rigibot ของเครื่อง Crest ultrasonic cleaning machine จำนวน 21 เครื่อง

3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการจับเวลา

- นาฬิกาจับเวลา



ภาพที่ 3.1 แสดงรูปนาฬิกาจับเวลาที่ใช้ในการจับเวลา

3.1.2 วิธีการจับเวลา

ค่าระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบ (Cycle time basket to basket)

เริ่มจับเวลา เมื่อ Rigibot ตัวที่ 1 ทำการหยิบตะกร้าที่ Load station

หยุดจับเวลา เมื่อ Rigibot ตัวที่ 1 ทำการหยิบตะกร้าที่ Load station อีกครั้ง

ทำการจับเวลา 3 ครั้ง จากนั้นหาค่าเฉลี่ย

ระยะเวลาของแต่ละ rigibot

เริ่มจับเวลา Rigibot ตัวนั้นๆ หยิบตะกร้าที่ station นั้น หยุดจับเวลา เมื่อ Rigibot เคลื่อนที่ถึง station ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 บันทึกค่า

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงผลการจับเวลาระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบ (Cycle time)

หมายเลข เครื่องจักร	จับเวลา (นาที:วินาที)			เวลาเฉลี่ย (เวลา:วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
Crest #1	2:52	2:51	2:53	2:52
Crest #2	3:10	3:10	3:10	3:10
Crest #3	3:36	3:36	3:36	3:36
Crest #4	2:54	2:52	2:53	2:53
Crest #5	3:05	3:07	3:06	3:06
Crest #6	2:53	2:55	2:54	2:54
Crest #7	3:05	3:05	3:05	3:05
Crest #8	2:52	2:55	2:55	2:54
Crest #9	2:56	3:00	2:55	2:57
Crest #10	2:54	2:54	2:54	2:54
Crest #11	2:54	2:57	2:56	2:55
Crest #12	2:50	2:51	2:53	2:51
Crest #13	3:03	3:02	3:03	3:02
Crest #14	3:05	3:07	3:06	3:06
Crest #15	2:55	2:55	2:55	2:55
Crest #16	2:54	2:54	2:54	2:54
Crest #17	2:55	2:55	2:55	2:55
Crest #18	3:03	3:04	3:02	3:03
Crest #19	3:20	3:21	3:20	3:20
Crest #20	2:50	2:50	2:50	2:50
Crest #21	3:20	3:20	3:20	3:20

จากตารางที่ 3.1 จะแสดงให้เห็นว่าที่เครื่องจักรหมายเลข 2, 3, 5, 7, 13, 14, 18, 19 และ 21 ควรได้รับการปรับปรุง เพราะมีระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบมากกว่า 3 นาที

หมายเลข เครื่องจักร	Load - Wash	Wash- Rinse1	Rinse1 - Rinse2	Rinse2 - Rinse3	Rinse 3 - Dry 1	Dry 1 - Dry 2	Dry 2 - Vac	Vac - Unload
Crest #1	1.10	1.10	1.09	1.10	2.53	1.09	1.01	1.12
Crest #2	0.55	0.55	0.55	0.55	3.09	0.56	0.55	0.56
Crest #3	0.52	0.53	0.52	0.52	3.25	0.51	0.51	0.52
Crest #4	0.55	0.55	0.54	0.54	2.54	0.57	0.55	0.53
Crest #5	0.54	0.55	0.58	0.57	2.43	0.58	0.53	0.57
Crest #6	0.48	0.48	0.49	0.47	3.17	0.49	0.48	0.49
Crest #7	1.06	1.06	1.06	1.06	2.32	1.06	1.09	1.08
Crest #8	0.54	0.54	0.53	0.54	2.53	0.54	0.54	0.54
Crest #9	0.48	0.48	0.49	0.48	2.52	0.47	0.48	0.47
Crest #10	0.42	0.42	0.47	0.47	2.44	0.44	0.42	0.44
Crest #11	0.46	0.45	0.43	0.42	2.44	0.43	0.45	0.43
Crest #12	0.45	0.46	0.44	0.44	2.52	0.44	0.46	0.44
Crest #13	0.44	0.45	0.45	0.44	2.57	0.49	0.46	0.47
Crest #14	0.45	0.45	0.45	0.46	2.54	0.47	0.47	0.47
Crest #15	0.54	0.53	0.55	0.57	2.48	0.54	0.54	0.53
Crest #16	0.55	0.55	0.56	0.55	2.37	0.55	0.56	0.55
Crest #17	0.36	0.36	0.36	0.36	2.42	0.37	0.37	0.36
Crest #18	0.47	0.49	0.47	0.49	2.52	0.46	0.48	0.48
Crest #19	0.51	0.52	0.50	0.50	3.11	0.53	0.53	0.55
Crest #20	0.41	0.40	0.42	0.42	2.41	0.42	0.41	0.41
Crest #21	0.41	0.41	0.41	0.42	3.17	0.43	0.43	0.41

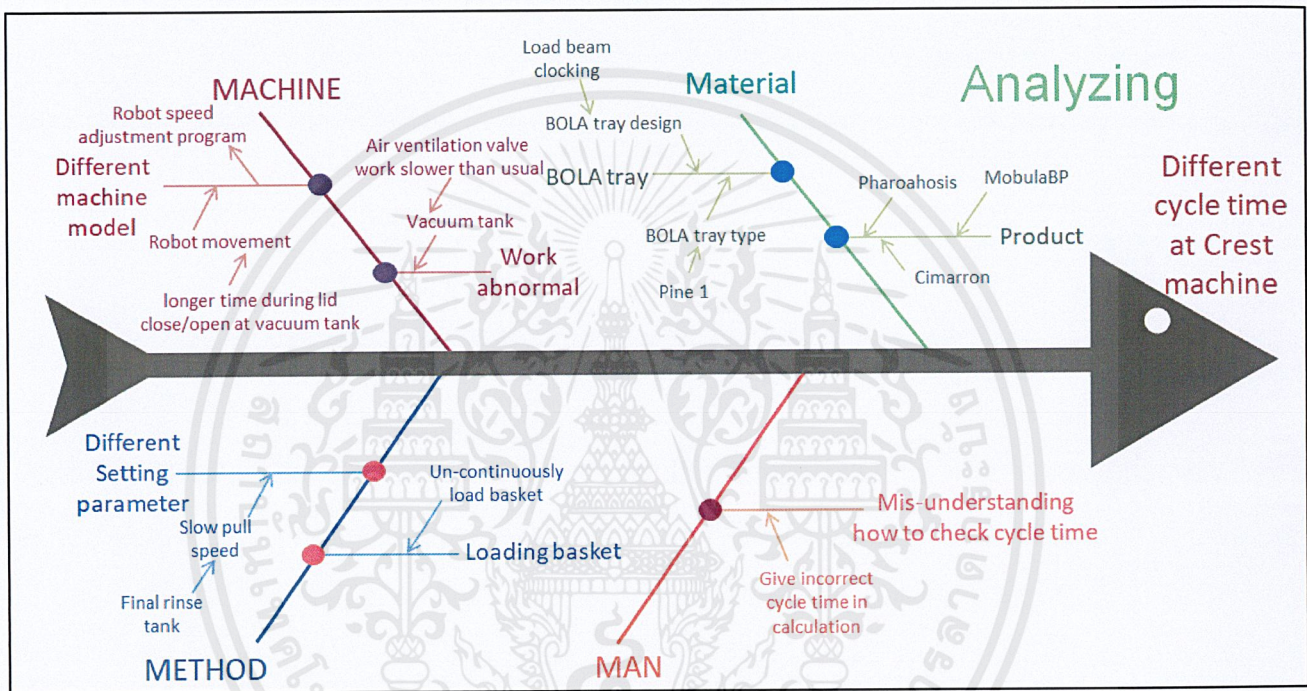
ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงค่าเวลา (นาที่:วินาที/60*100) ของการเปลี่ยน Station

จากตารางที่ 3.2 จะเห็นได้ว่า Rigibot ช่วง Rinse 3 ไป Dry ที่ใช้เวลานานมากกว่า 3 นาที ซึ่งมีเครื่องจักรหมายเลข 2, 3, 6, 19, 21 สาเหตุเพราะว่าที่ถังนี้ Rigibot ทำงานแบบ Slow pull เพื่อให้ น้ำที่อยู่บนชิ้นงานไหลลงออกจากชิ้นงานให้มากที่สุด ช่วยให้งานแห้งได้ง่ายขึ้นในถังทำแห้ง (dry tank)

นอกจากนี้ จากระยะเวลาการทำงานหนึ่งรอบเฉลี่ย 3 นาที 1 วินาที หรือ 181 วินาที ส่งผลให้ฝ่ายวิศวกรรมการผลิตคำนวณจะสามารถคำนวณค่าความสามารถในการผลิต (Capacity) ได้เพียง 123 kCap/day เฉลี่ยต่อหนึ่งเครื่องเท่านั้น โดยฝั่งหากคิดเพียงฝั่ง AB ได้ 124 kCap/day ฝั่ง CD 119 kCap/day

3.2 สรุปปัญหา

ทำการสรุปปัญหาเพื่อนำไปปรึกษากับผู้ร่วมงาน



ภาพที่ 3.2 แสดงแผนภูมิแก๊งปลาที่ใช้อธิบายปัญหาเพื่อใช้ในการประชุม

สาเหตุของความแตกต่างของระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบที่ค้นพบได้แก่

3.2.1 เครื่องจักร (Machine)

3.2.1.1 ความแตกต่างของตัวเครื่องจักรเอง ได้แก่ การตั้งค่าที่แตกต่างกันแต่ละเครื่อง Crest ที่เป็นผลมาจากตัวงานที่ล้างต่างกัน และการเคลื่อนที่ของ Robot ที่ฝาถังเปิดปิดของถังสุญญากาศ (Vacuum tank) ที่อาจเกิดจากระยะเวลาการใช้งานนานทำให้ประสิทธิภาพของอุปกรณ์น้อยลง ทำให้ใช้เวลาเปิดนานขึ้น

3.2.1.2 การทำงานที่ผิดปกติของอุปกรณ์ที่ถังทำแห้ง (dryer tank) และถังสุญญากาศ (vacuum tank) ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์แต่ละส่วนว่าทำงานปกติหรือไม่ ซึ่งถ้าทำงานผิดปกติก็จะส่งผลต่อระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งได้

3.2.2 วัสดุ (Material)

3.2.2.1 ตัวถาดใส่งาน (BOLA tray) ที่มีความแตกต่างกันในแต่ละตัวงานต่างๆ คือการออกแบบที่ต่างกันและวัสดุที่ใช้การทำ ซึ่งบางการออกแบบของถาดใส่งานต้องใช้เวลาในการให้ตัวงานมากกว่าถาดชนิดอื่น เนื่องจากการตัววัสดุที่มาบังตัวงานกับอากาศ ทำให้พื้นผิวไม่ได้สัมผัสกับอากาศมากพอ ส่งผลให้งานแห้งช้า

3.2.2.2 ตัวชิ้นงาน (Product) จากการศึกษาพบว่าชิ้นงานบางชนิดต้องมีการปรับเวลาที่ final rinse tank ที่มี slow pull ให้นานขึ้น ทำให้ระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบนานขึ้น เพื่อช่วยให้งานแห้ง

3.2.3 บุคลากร (Man)

3.2.3.1 การไม่เข้าใจในการวัดระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่ง ทำให้มีการคำนวณความสามารถในการผลิต (Capacity) ผิดตามมา

3.2.4 วิธีการดำเนินการ (Method)

3.2.4.1 การป้อนงาน (Loading basket) การขาดความต่อเนื่องของการป้อนงานทำให้เกิดช่องว่างของเวลา ซึ่งเวลานี้จะเรียกว่า เวลาที่สูญเปล่า

3.2.4.2 ความแตกต่างของค่าพารามิเตอร์ (Different setting parameter) ซึ่งส่งผลมาจากข้อ 3.3.2 ที่ต้องมีการปรับที่ถัง Final rinse tank ที่มี slow pull เพื่อช่วยให้งานแห้ง ในแต่ละเครื่องจักรจะมีชิ้นงานที่ลงแตกต่างกัน ทำให้ส่งผลค่าพารามิเตอร์ส่วนนี้แตกต่างกัน ค่าระยะเวลาต่อหนึ่งรอบก็แตกต่างกันตามด้วย

ซึ่งปัญหาที่ได้หยิบยกมาเพื่อแก้ไขในโครงการจะทำการหยิบยก 3 ปัญหาที่คิดว่าสามารถแก้ไขหรือปรับปรุง เพื่อให้ระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบลดลงได้ ได้แก่

- I. ความแตกต่างของความเร็วสโลวพูล (Different setting slow pull speed)
- II. การทำงานที่ผิดปกติของอุปกรณ์ที่ถังทำแห้งและถังสุญญากาศ
- III. ตัวถาดใส่งาน (BOLA tray)

3.3 ทดลองปรับ robot speed movement ที่ robot #5 ช่วงระยะ slow pull ที่ถังล้างน้ำสุดท้าย (final rinse tank) ให้มีความเร็วเร็วขึ้นและทดลองปรับค่าความเร็วในแกนตั้ง (Vertical Maximum Speed) ให้เร็วขึ้น

วิธีการทดลอง

3.3.1 ปรับค่าเปอร์เซ็นต์ slow pull ให้มีค่าเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้น โดยเครื่องที่ใช้โรบอทรุ่น Servo drive ultra 3000 (Gen 2) และ Servo drive Kinetix 350 (Gen 3) ให้ปรับเป็น 40% หมายความว่าที่ความเร็ว 100% โรบอทจะทำงานช้าลง 60% ในช่วง Slow pull แต่ถ้าหากเป็นเครื่องที่ใช้โรบอทรุ่น Servo drive ultra 100(Gen 1) ให้ปรับเป็น 2% รุ่นนี้จะสามารถปรับความเร็วได้แค่ 1% หรือ 2% เท่านั้น 2% จึงสามารถทำได้เร็วกว่า

Rigibot Motion Control																					
Crest HGA machine	1	2	3	6	19	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	18	16	17	20	21
Vertical Maximum Speed (%)	25	25	50	25	30	55	55	65	55	65	65	70	60	32	50	50	50	70	65	45	80
Vertical Acceleration(%)	20	20	25	20	20	50	50	55	50	20	15	15	15	10	30	15	40	15	15	15	15
Vertical Deceleration(%)	20	20	25	20	20	50	50	55	50	20	15	15	15	10	30	15	40	15	15	15	15
Vertical Slow Down Speed(%)														10				10	10		10
Vertical Slow Pull Speed(%)	2	1	1	1	1	40	50	35	37	40	41	40	37	38	36	39	40	40	32	30	29
Vertical Slow Pull Change Speed Position(%) (Encoder Counts, Set to 0 to disadde)	890	830	800	710	850	1740	1800	1810	1880	1680	1700	1650	1680	1745	2000	2100	1800	3000	3000	2300	3200
Horizontal Maximum Speed(%)	30	30	50	35	30	55	55	65	55	65	65	65	50	90	40	50	50	49	60	45	65
Horizontal Acceleration(%)	20	20	15	20	25	50	40	40	50	10	15	15	15	80	25	15	40	8	15	10	15
Horizontal Deceleration(%)	20	20	15	20	25	50	40	40	50	10	15	15	15	80	25	15	40	10	15	10	15
Vertical Goal Window (Unit)																		15	15		15
Horizontal Goal Window (Unit)																		3	5		3

	= Gen 1
	= Gen 2
	= Gen 3

ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงค่า setting จากเครื่องก่อนปรับแก้

3.3.2 เมื่อทำการปรับค่าความเร็วแล้ว ให้นำงานลงไปล้างเมื่อล้างเสร็จแล้วทุก tank ให้ตรวจสอบด้วยตาเปล่าว่ามีปัญหางานไม่แห้งหรือไม่

3.3.3 ตรวจสอบด้วยกล้องไมโครสโคป เพื่อตรวจว่ามีสิ่งแปลกชนิดฝุ่นหลงเหลือบนชิ้นงาน HGA หรือไม่

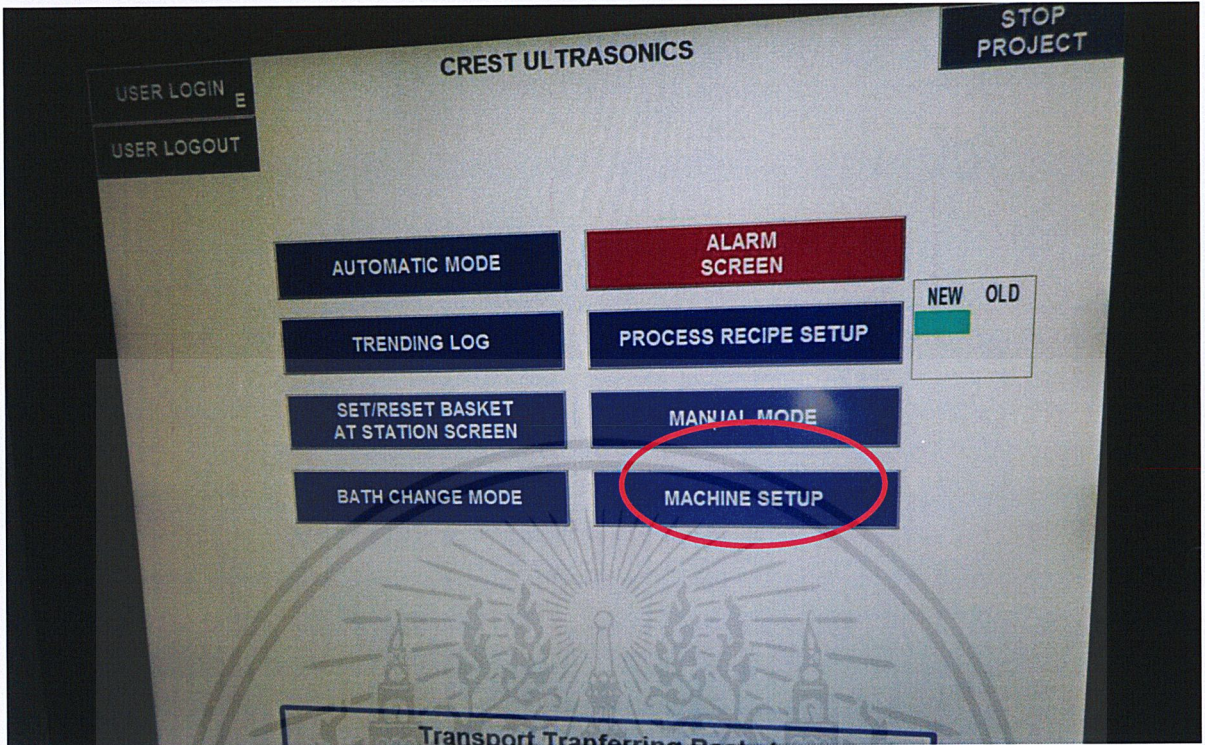
3.3.4 นำผลที่ได้สรุปและปรับแก้เครื่องจักรที่สามารถทำได้ จากนั้นทำการวัดระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบใหม่

3.3.5 ปรับค่า Slow pull กลับมาเป็นค่าเดิม

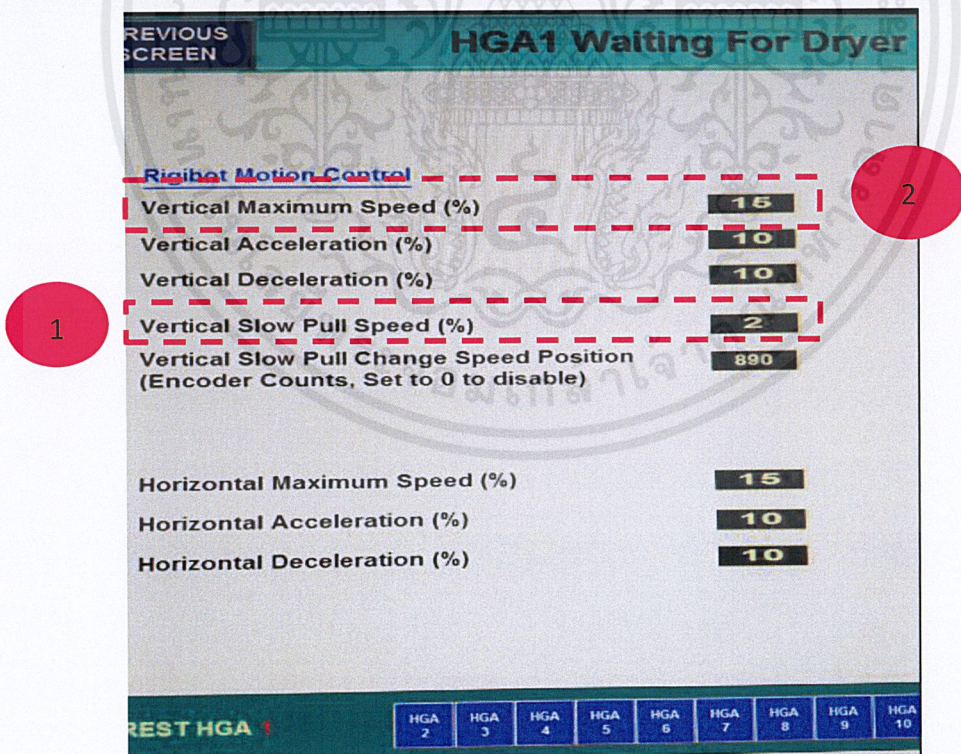
- 3.3.6 ทำการทดลองปรับค่า Vertical maximum speed(%) ให้เร็วขึ้น (ปรับให้มากขึ้น) ซึ่งเป็นค่าความเร็วในแกนตั้งของโรบอท โดยทดลองปรับเครื่องที่มีปัญหาเรื่องระยะเวลาต่อหนึ่งรอบนานและไม่สามารถแก้ไขจากการปรับ Slow pull ได้ โดยจะปรับเพิ่มขึ้น 5-10%
- 3.3.7 เมื่อทำการปรับค่าความเร็วแล้ว ให้นำงานลงไปล้างเมื่อล้างเสร็จแล้วทุก tank ให้ตรวจสอบด้วยตาเปล่าว่ามีปัญหางานไม่แห้งหรือไม่
- 3.3.8 ตรวจสอบด้วยกล้องไมโครสโคป เพื่อตรวจว่ามีสิ่งแปลกชนิดฝุ่นหลงเหลือบนชิ้นงาน HGA หรือไม่
- 3.3.9 นำผลที่ได้สรุปและปรับแก้เครื่องจักรที่สามารถทำได้ จากนั้นทำการวัดระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบใหม่



ภาพที่ 3.3 แสดงการเข้าไปตั้งค่าเครื่อง โดยต้องเข้าไปตั้งค่าที่ control monitor ซึ่งอยู่ที่หน้าเครื่อง และต้องแน่ใจว่าขณะที่ตั้งเครื่องต้องไม่ทำงาน



ภาพที่ 3.4 แสดงหน้าจอของ control monitor ที่ต้องเข้าไปทำการตั้งค่า

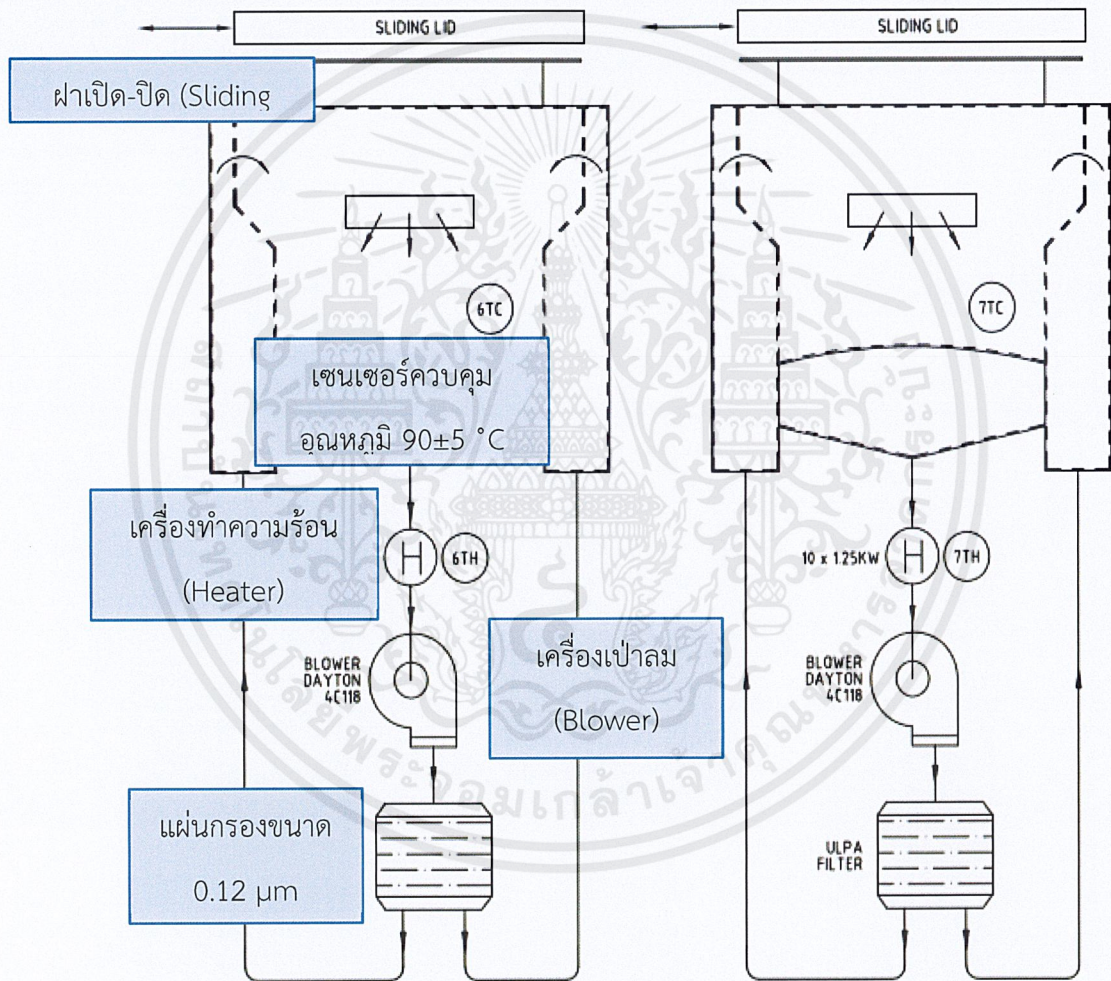


ภาพที่ 3.5 แสดงหน้าจอของ Rigibot motion control ที่จะทำการปรับ

3.4 ตรวจสอบที่ถังทำแห้ง (dry tank) และถังสุญญากาศ (vacuum tank) ว่าอุปกรณ์และส่วนประกอบต่างๆทำงานปกติหรือไม่

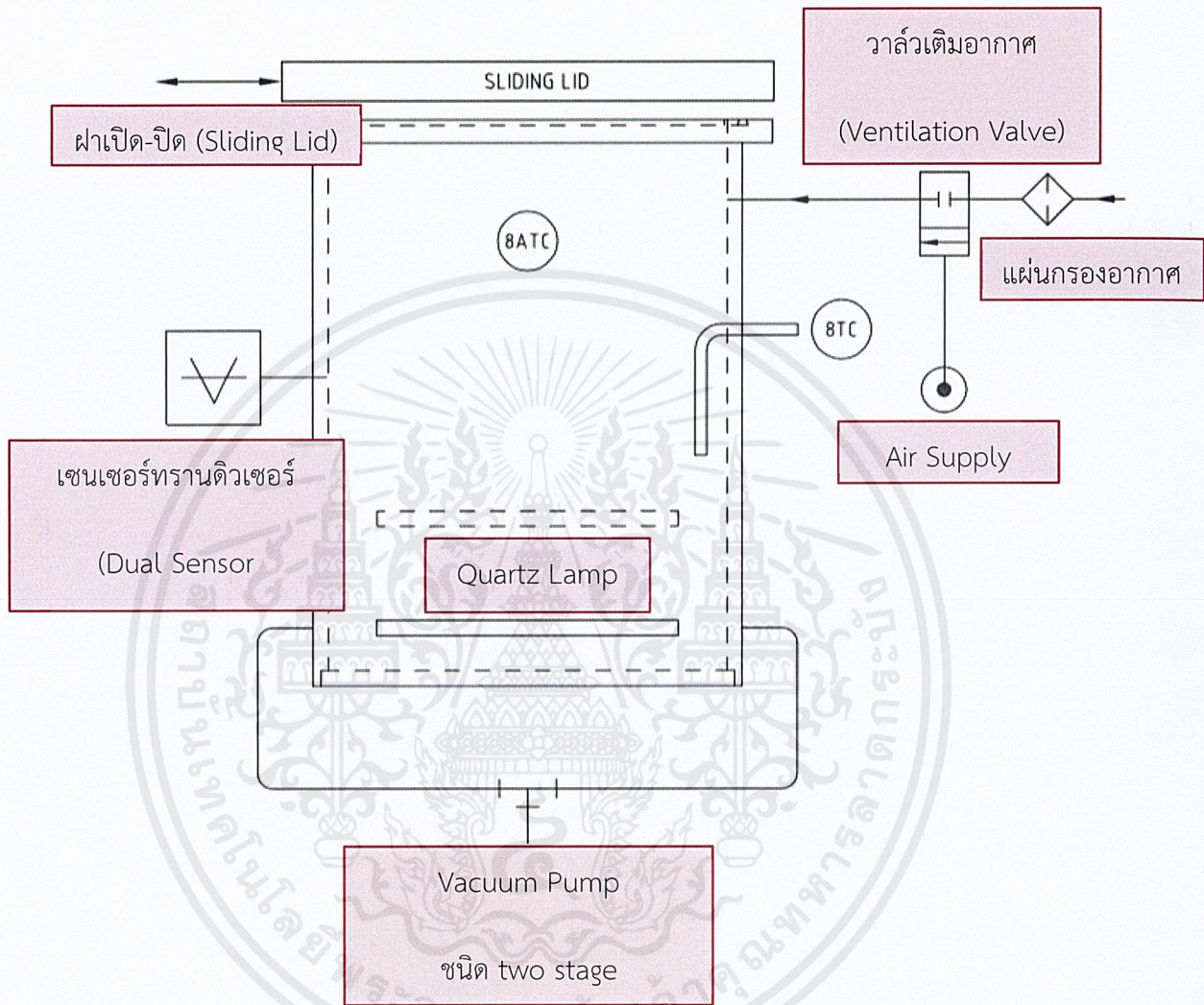
ได้ทำการตรวจสอบอุปกรณ์ในถังทำแห้ง (dry tank) และถังสุญญากาศ (Vacuum tank) ตรวจสอบโดยได้ตรวจสอบตามไดอะแกรมการทำงานของเครื่อง ดังนี้

ถังทำแห้ง (dry tank)



ภาพที่ 3.6 รูปแสดงไดอะแกรม (diagram) ของถังทำแห้ง (dryer tank) ทั้ง 2 ถัง

ถังสุญญากาศ (Vacuum tank)



ภาพที่ 3.7 รูปแสดงไดอะแกรม (diagram) ของถังสุญญากาศ (Vacuum tank)

3.5 ตรวจสอบว่าถาดใส่ชิ้นงาน (BOLA tray) แต่ละชนิดมีผลต่อระยะเวลาล้าง

งานต่อหนึ่งรอบหรือไม่

วิธีการทดลอง

3.5.1 ทำการแยกประเภทของถาดใส่ชิ้นงานของแต่ละเครื่องล้าง

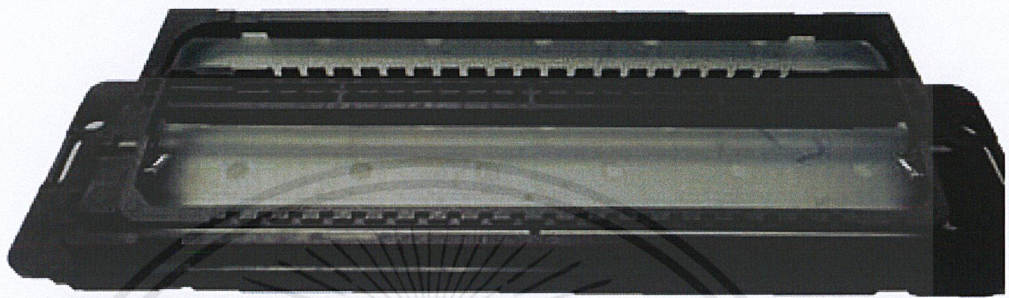
Machine	TGA	BOLA feature design	Tray type	Old Cycle time minute: second
CrestHGA#6	Cadmium	Load beam clocking	Cadmium	2:54
CrestHGA#2	Iris	Load beam clocking	Iris	3:10
CrestHGA#4	Iris	Load beam clocking	Iris	2:53
CrestHGA#5	Iris	Load beam clocking	Iris	3:06
CrestHGA#11	Iris	Load beam clocking	Iris	2:55
CrestHGA#12	Iris	Load beam clocking	Iris	2:51
CrestHGA#16	Iris	Load beam clocking	Iris	2:54
CrestHGA#18	Iris	Load beam clocking	Iris	3:03
CrestHGA#20	Iris	Load beam clocking	Iris	2:50
CrestHGA#1	Iris plus	Baseplate & FOS clocking	Iris	2:52
CrestHGA#8	Iris plus	Baseplate & FOS clocking	Iris	2:54
CrestHGA#9	Iris plus	Baseplate & FOS clocking	Iris	2:57
CrestHGA#10	Iris plus	Baseplate & FOS clocking	Iris	2:54
CrestHGA#19	Iris / Pine	Load beam clocking	Iris / Pine1	3:20
CrestHGA#7	Pine	Load beam clocking	Pine1	3:05
CrestHGA#14	Pine	Load beam clocking	Pine1	3:06
CrestHGA#17	Pine / Iris	Load beam clocking	Pine1 / Iris	2:55
CrestHGA#21	Pine	Load beam clocking	Pine1	3:20
CrestHGA#13	Pine	Baseplate & FOS clocking	Pine2	3:02
CrestHGA#15	Pine	Baseplate & FOS clocking	Pine2	2:55
CrestHGA#3	All TGA	All	All	3:36

ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงข้อมูลของเครื่องล้างแต่ละเครื่องกับชนิดถาดใส่ชิ้นงานที่ใช้

3.5.2 ศึกษาความแตกต่างของถาดใส่ชิ้นงานแต่ละชนิด โดยเน้นไปที่การออกแบบ

I. ชนิด Iris

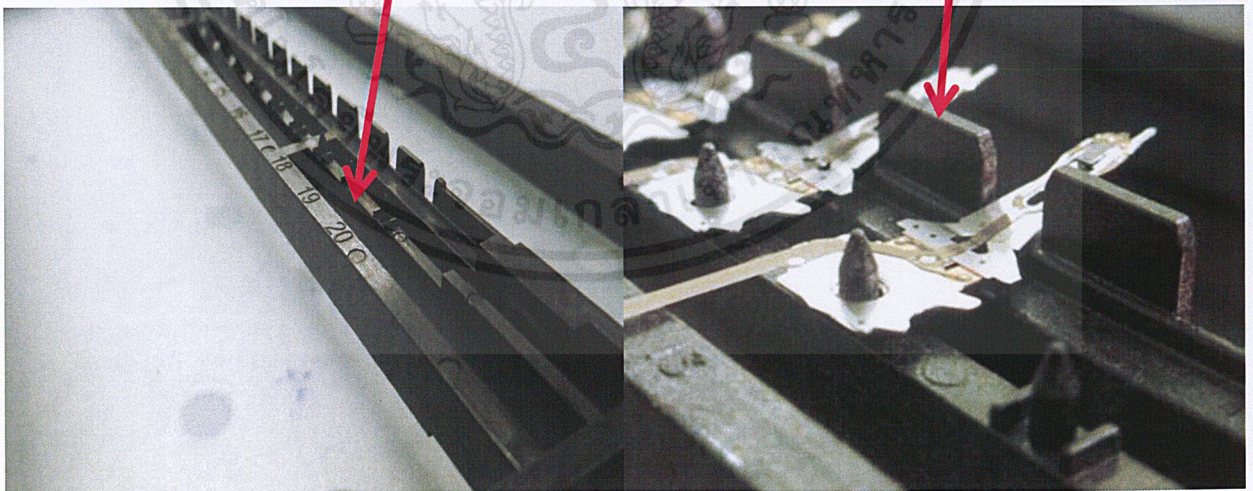
รายละเอียด คุณสมบัติการยึดชิ้นงานกับตัวถาดใส่ชิ้นงานเป็นแบบแปะงานไว้กับตัวคาน (Load beam)



ภาพที่ 3.8 แสดงถาดใส่ชิ้นงาน (BOLA tray) ชนิด Iris

หมายเลข 1-20 แสดงจำนวนงานที่ใส่ต่อ
หนึ่งถาด (slider per BOLA tray)

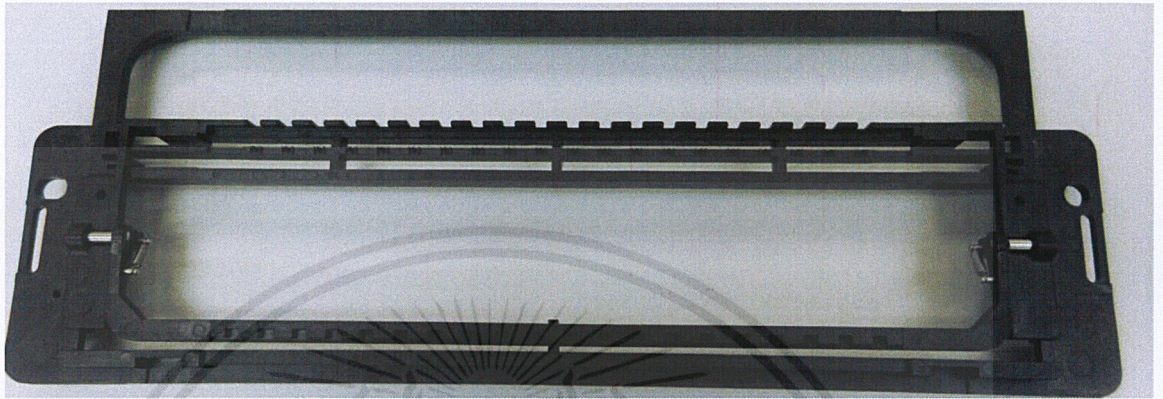
จุดที่ป้องกันไม่ให้ตัวงานขยับ



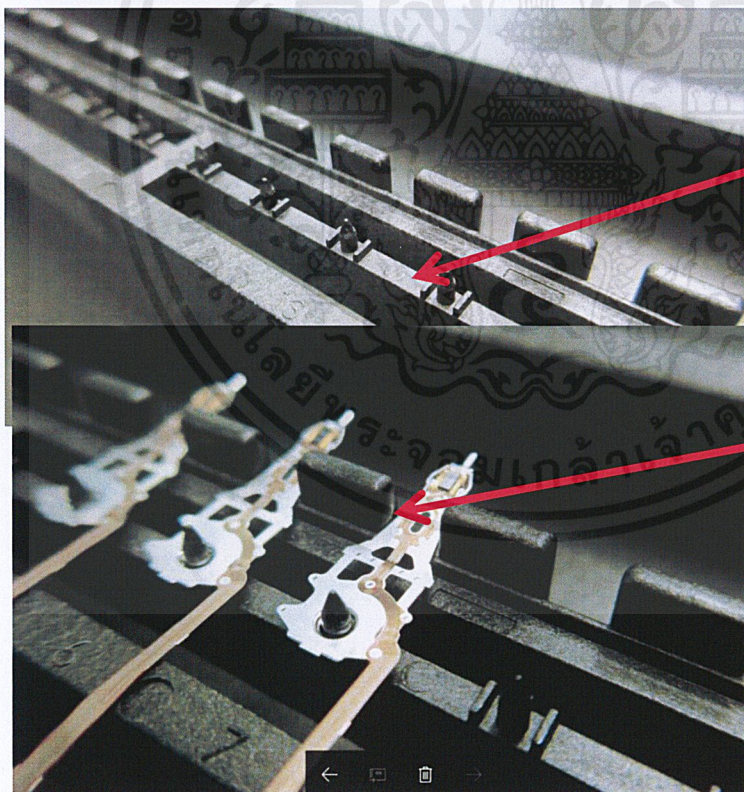
ภาพที่ 3.9 แสดงรายละเอียดถาดใส่ชิ้นงาน (BOLA tray) ชนิด Iris

II. ชนิด Pine 1

รายละเอียด คุณสมบัติการยึดชิ้นงานกับตัวถาดใส่ชิ้นงานเป็นแบบแปะงานไว้กับตัวคาน (Load beam)



ภาพที่ 3.10 แสดงถาดใส่ชิ้นงาน (BOLA tray) ชนิด Pine 1



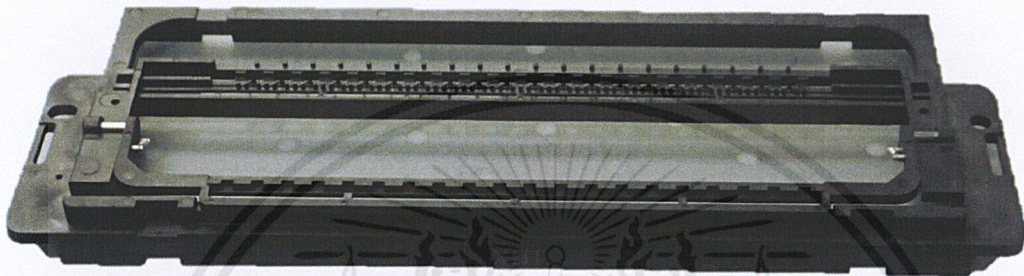
หมายเลข 1-20 แสดงจำนวนงานที่ใส่
ต่อหนึ่งถาด (slider per BOLA tray)

จุดที่ป้องกันไม่ให้ตัวงานขยับ
จะมีความคล้ายกับชนิด Iris
แต่มีความหนามากกว่า

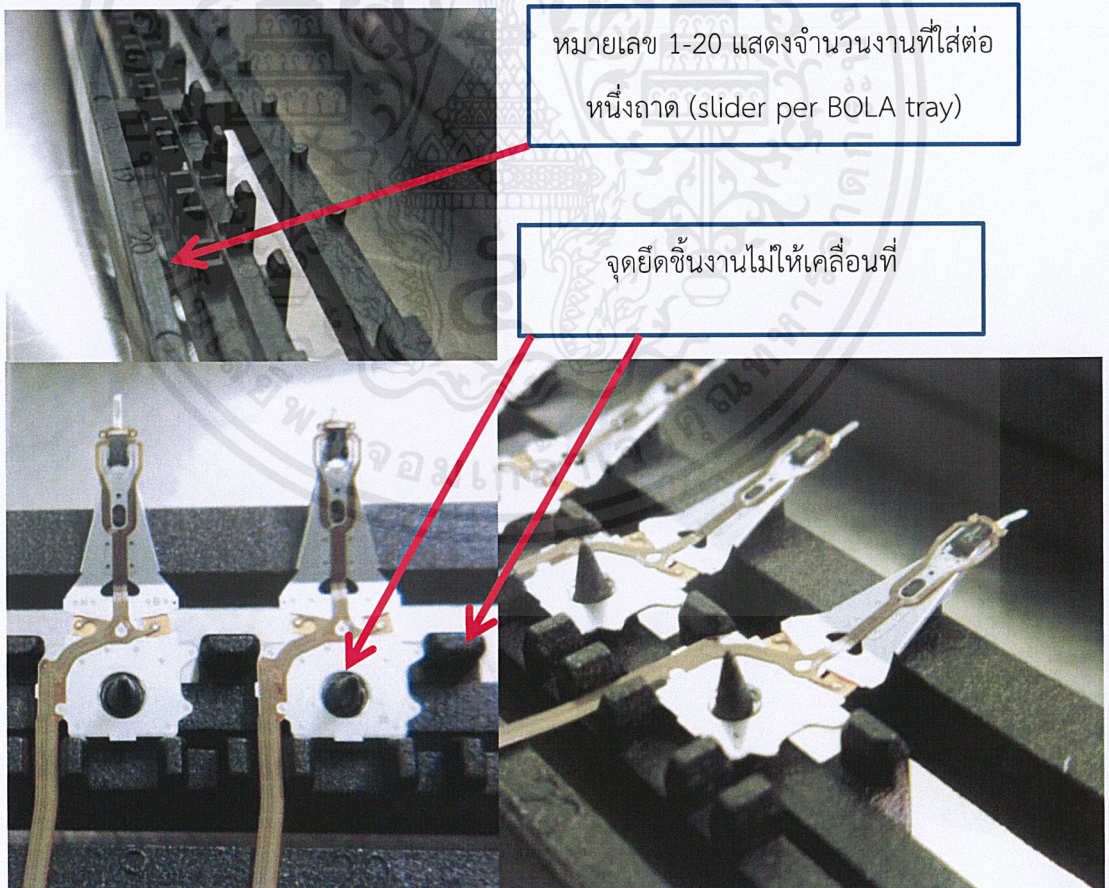
ภาพที่ 3.11 แสดงรายละเอียดถาดใส่ชิ้นงาน (BOLA tray) ชนิด Pine 1

III. ชนิด Pine 2

รายละเอียด คุณสมบัติการยึดชิ้นงานกับตัวถาดใส่ชิ้นงานเป็นแบบใช้ Flexure ในการยึดติดเอาส่วน Fos พาดไว้กับตัวถาด (Baseplate and FOS)



ภาพที่ 3.12 แสดงถาดใส่ชิ้นงาน (BOLA tray) ชนิด Pine 2



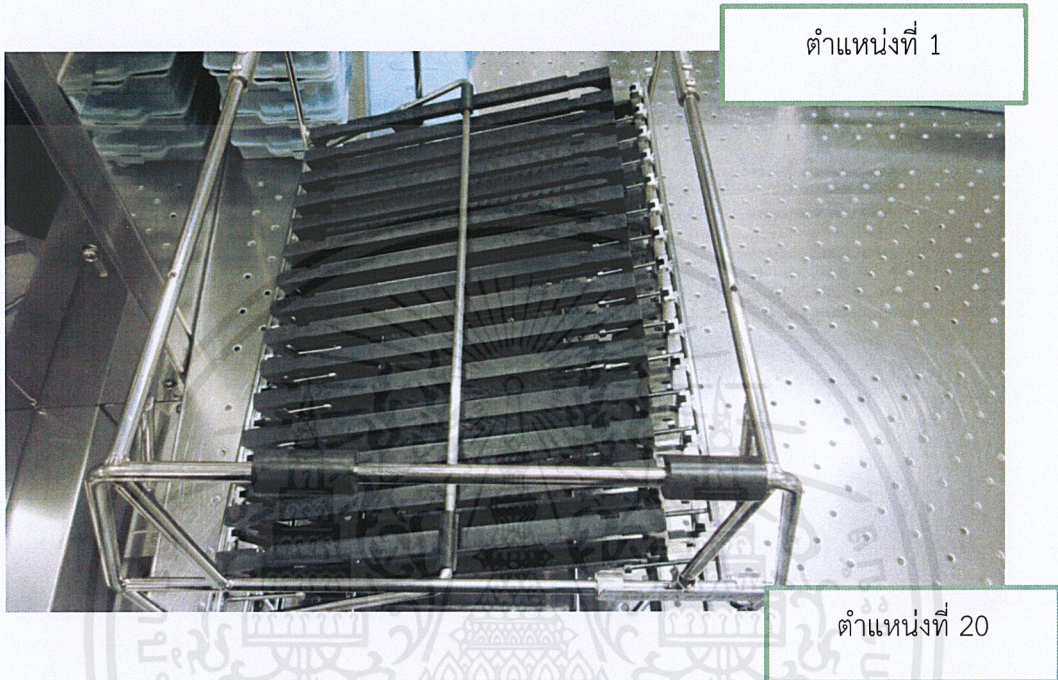
หมายเลข 1-20 แสดงจำนวนงานที่ใส่ต่อ
หนึ่งถาด (slider per BOLA tray)

จุดยึดชิ้นงานไม่ให้เคลื่อนที่

ภาพที่ 3.13 แสดงรายละเอียดถาดใส่ชิ้นงาน (BOLA tray) ชนิด Pine 2

3.5.3 ทำการทดลอง

3.5.3.1 นำตะกร้า (basket) มาใส่งานที่อยู่ในภาตใส่ชิ้นงาน (BOLA tray) โดย 1 ตะกร้าจะใส่ภาตใส่ชิ้นงานชนิดเดียวกันทั้งหมด ดังนั้นทั้งการทดลองจะมีทั้งหมด 3 ตะกร้า



ภาพที่ 3.14 แสดงการจัดเรียงภาตใส่ชิ้นงานใส่ในตะกร้า

3.5.3.2 นำงานเข้าล้างพร้อมกัน 6 รอบ ดังนี้

ครั้งที่ 1 เครื่อง Crest #15 ซึ่งมี Cycle time 2 นาที 55 วินาที

ใช้ค่า Recipe setting แบบ 2.2HC อุณหภูมิที่ตั้งทำแห้ง (Dry tank) 90°C

ครั้งที่ 2 เครื่อง Crest #16 ซึ่งมี Cycle time 2 นาที 54 วินาที

ใช้ค่า Recipe setting แบบ 2.2HC อุณหภูมิที่ตั้งทำแห้ง (Dry tank) 90°C

ครั้งที่ 3 เครื่อง Crest #21 ซึ่งมี Cycle time 2 นาที 50 วินาที

ใช้ค่า Recipe setting แบบ 2.2HC อุณหภูมิที่ตั้งทำแห้ง (Dry tank) 90°C

ครั้งที่ 4 เครื่อง Crest #21 ซึ่งมีการปรับ Slow pull speed ให้นานขึ้น ทำให้ Cycle time จากปกติ 2 นาที 50 วินาที กลายเป็น 3 นาที 20 นาที

ใช้ค่า Recipe setting แบบ 2.2HC อุณหภูมิที่ถึงทำแห้ง (Dry tank) 90°C

ครั้งที่ 5 เครื่อง Crest #21 ซึ่งมีการปรับเวลาที่ถึงทำแห้ง (Dry tank) ให้นานขึ้น ทำให้ Cycle time จากปกติ 2 นาที 50 วินาที กลายเป็น 3 นาที 20 นาที

ใช้ค่า Recipe setting แบบ 2.2HC อุณหภูมิที่ถึงทำแห้ง (Dry tank) 90°C

ครั้งที่ 6 เครื่อง Crest #21 ซึ่งมี Cycle time 2 นาที 50 วินาที

ใช้ค่า Recipe setting แบบ 2.2HC อุณหภูมิที่ถึงทำแห้ง (Dry tank) เพิ่มขึ้นจาก 90°C เป็น 95°C

3.5.3.3 สังเกตผลที่ได้ว่าเจือปนไขมันใดบ้างที่งานแห้งหรือไม่แห้ง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากการทดลองทั้ง 3 หัวข้อตามที่ได้กล่าวไปในบทที่ 3 จะได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 ผลของการทดลองปรับ robot speed movement ที่ robot #5 ช่วงระยะ slow pull ที่ถังล้างน้ำสุดท้าย (final rinse tank) ให้มีความเร็วเร็วขึ้นและทดลองปรับค่าความเร็วในแกนตั้ง (Vertical Maximum Speed) ให้เร็วขึ้น

4.1.1 ผลการปรับ Slow pull ที่เครื่องจักรหมายเลข 2, 3, 6, 19, 21 เพราะเป็นเครื่องจักรที่มีระยะเวลาการทำงานของ Slow pull ที่ช้าเกิน 3 นาที ทำให้ระยะเวลาการทำงานต่อ 1 รอบนานไปด้วย. จากนั้นนำงานทดลองล้างจำนวน 1 ตะกร้า โดยใช้โมเดลงานที่ใช้ล้างประจำเครื่องนั้นๆเลย

หมายเลขเครื่องจักร	รุ่นของมอเตอร์	ค่าเปอร์เซ็นต์ Slow pull เก่า	ค่าเปอร์เซ็นต์ Slow pull ใหม่	ผลลัพธ์
2	Servo drive ultra 100 (Gen 1)	1	2	ผ่าน
3	Servo drive ultra 100 (Gen 1)	1	2	ผ่าน
6	Servo drive ultra 100 (Gen 1)	1	2	ไม่ผ่าน (งานไม่แห้ง)
19	Servo drive ultra 100 (Gen 1)	1	2	ผ่าน
21	Servo drive Kinetix 350 (Gen 3)	29	40	ไม่ผ่าน (งานไม่แห้ง)

ตารางที่ 4. 1 ตารางแสดงการปรับเปอร์เซ็นต์ Slow pull ในเครื่องที่มีslow pull นานเกิน 3 นาที

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าเครื่องที่สามารถปรับเปอร์เซ็นต์ Slow pull แล้วงานแห้งและความสะอาดผ่านมาตรฐานมีเครื่อง 2 3 และ 19 ในขณะที่เครื่องหมายเลข 6 และ 21 งานไม่แห้ง จึงไม่สามารถปรับค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการทดลองปรับค่าความเร็วในแกนตั้ง (Vertical Maximum Speed) ให้เร็วขึ้น โดยจะปรับเครื่อง 5, 6, 7, 13, 14, 18 และ 21

หมายเลขเครื่องจักร	รุ่นของมอเตอร์	Vertical maximum speed เก่า	Vertical maximum speed ใหม่	ผลลัพธ์
5	Servo drive ultra 3000 (Gen 2)	55	60	ผ่าน
6	Servo drive ultra 100 (Gen 1)	25	50	ผ่าน
7	Servo drive ultra 3000 (Gen 2)	65	70	ผ่าน
13	Servo drive ultra 3000 (Gen 2)	32	50	ผ่าน
14	Servo drive ultra 3000 (Gen 2)	50	60	ผ่าน
18	Servo drive ultra 3000 (Gen 2)	50	60	ผ่าน
21	Servo drive Kinetix 350 (Gen 3)	80	85	ผ่าน

ตารางที่ 4. 2 ตารางแสดงการปรับค่า Vertical maximum speed

จากตารางจะแสดงให้เห็นเครื่องที่สามารถปรับ Vertical maximum speed จะสามารถปรับได้ทุกเครื่อง โดยไม่มีปัญหาเรื่องงานไม่แห้งหรือความสะอาด แต่จะยังไม่สามารถปรับใช้เลยได้ เนื่องจากจะต้องมีการวัดค่าระยะเวลาต่อหนึ่งรอบการทำงานก่อน (Cycle time)

โดยระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบ (Cycle time) จะนับโดยการใช้นาฬิกาจับเวลาโดยนับตามที่ได้กล่าวในบท 3.2.2

จากการทดลองข้างต้นทำการวัดระยะเวลาต่อหนึ่งรอบได้ดังนี้

หมายเลข เครื่องจักร	Cycle time เดิม นาที:วินาที	Cycle time ใหม่ นาที:วินาที	หมายเหตุ
2	3:10	2:48	ผลจากการปรับเปอร์เซ็นต์ Slow pull สามารถปรับได้
3	3:36	2:57	ผลจากการปรับเปอร์เซ็นต์ Slow pull สามารถปรับได้
5	3:06	3:06	ปรับแล้วค่า Cycle time เท่าเดิม จึงกลับมาใช้ค่าเดิม
6	3:23	3:23	ปรับแล้วค่า Cycle time เท่าเดิม จึงกลับมาใช้ค่าเดิม
7	3:05	3:05	ปรับแล้วค่า Cycle time เท่าเดิม จึงกลับมาใช้ค่าเดิม
13	3:02	2:58	ผลจากการปรับ Vertical maximum speed สามารถปรับได้
14	3:06	3:06	ปรับแล้วค่า Cycle time เท่าเดิม จึงกลับมาใช้ค่าเดิม
18	3:03	3:03	ปรับแล้วค่า Cycle time เท่าเดิม จึงกลับมาใช้ค่าเดิม
19	3:20	2:48	ผลจากการปรับเปอร์เซ็นต์ Slow pull สามารถปรับได้
21	3:20	3:20	ปรับแล้วค่า Cycle time เท่าเดิม จึงกลับมาใช้ค่าเดิม

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่า Cycle time ก่อนการทดลองและหลังทดลอง

จากการตาราง 4.3 จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้การทดลอง 4.1 ในการลดระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบ เครื่องจักรจะมีเพียงเครื่อง 2, 3, 13 และ 19 เท่านั้น ที่ได้ผล ส่วนเครื่องที่เหลือนั้นจะใช้วิธีอื่น

4.2 ผลของตรวจสอบที่ถังทำแห้ง (dry tank) และถังสุญญากาศ (vacuum tank) ว่าอุปกรณ์และส่วนประกอบต่างๆทำงานปกติหรือไม่

เนื่องจากหากไล่ตรวจสอบอุปกรณ์แต่ละชิ้นโดยละเอียดทั้งหมด 21 เครื่อง จะทำให้เกิดการเสียเวลาเป็นอย่างมาก จึงไม่สามารถทำได้โดยตรง จึงทำโดยการจับเวลาการเปิด-ปิดฝาของถังทำแห้งและถังสุญญากาศว่าใช้ระยะเวลาในการเปิด-ปิดปกติหรือไม่ เพราะ Rigibot จะสามารถไปหยิบตะกร้าได้ก็ต่อเมื่อฝาดังกล่าวทำการเปิดเสร็จแล้ว ทำให้ระยะเวลาการเปิด-ปิดฝาดังกล่าวส่งผลต่อระยะเวลาการทำต่อหนึ่งรอบ (Cycle time)

จากการจับเวลาการเปิดฝาดังกล่าว (dry tank) และถังสุญญากาศ (vacuum tank) จะได้ผลดังนี้

หมายเลขเครื่องจักร	ระยะเวลาในการรอฟาดังเปิดวินาที
1	8
2	7
3	7
4	5
5	8
6	8
7	7
8	8
9	8
10	6
11	10
12	11
13	9
14	12
15	10

ตารางที่ 4. 4 ตารางแสดงระยะเวลาในการรอฟาดังเปิดในแต่ละเครื่อง

หมายเลข เครื่องจักร	ระยะเวลาในการรอกำลังเปิด วินาที
16	8
17	8
18	30
19	12
20	9
21	10

ตารางที่ 4. 5 ตารางแสดงระยะเวลาในการรอกำลังเปิดในแต่ละเครื่อง (ต่อ)

จากการจับเวลาระยะเวลาในการรอกำลังเปิดจะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของทุกเครื่องจะอยู่ที่ 9.6 วินาที แต่จะมีเครื่อง 18 ที่ใช้ระยะเวลาในการรอกำลังเปิดนานผิดปกติ ใช้เวลานานถึง 30 วินาที จึงต้องหาสาเหตุที่ทำให้ฝาเปิดช้ามาก

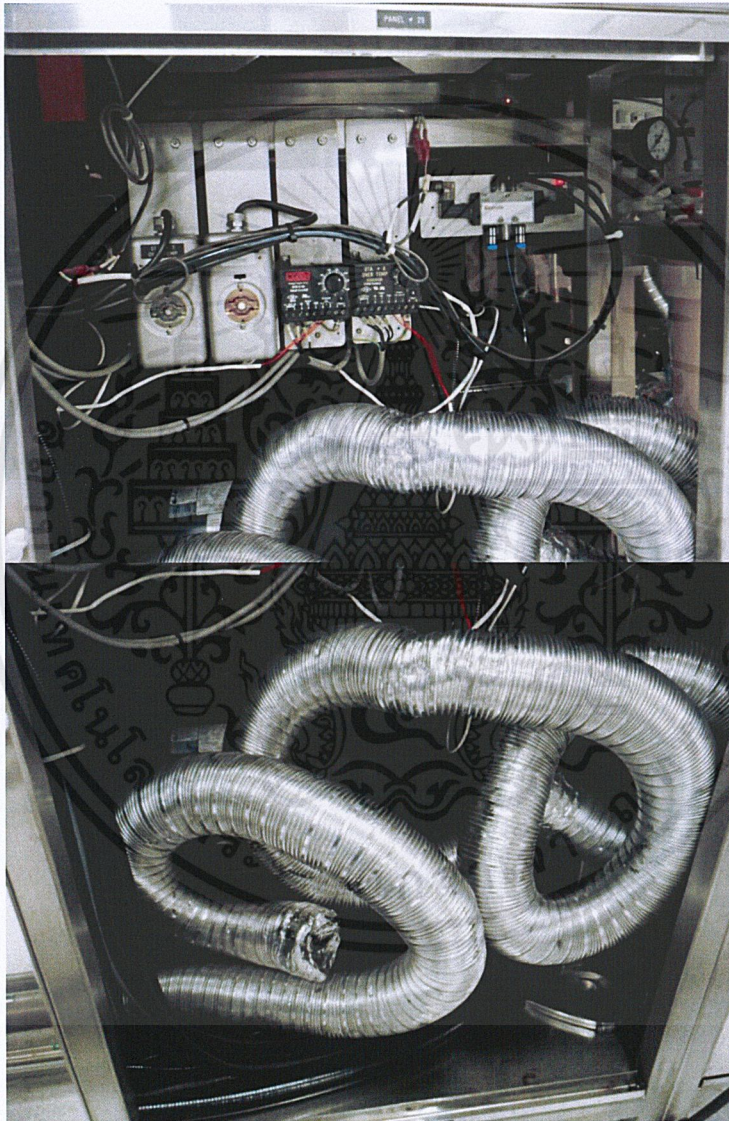
4.2.1 ถังทำแห้ง (dry tank) ที่เครื่อง 18

ตรวจสอบตามรูปภาพที่ 3.5 ตามไดอะแกรมถังทำแห้งทั้งสองถัง โดยการตรวจสอบการทำงานสามารถสังเกตจาก monitor control และดูจากอุปกรณ์วัดที่ติดตั้งหน้าเครื่องได้

อุปกรณ์	วิธีการตรวจสอบ	ผล
ฝาเปิด-ปิด (Sliding Lid)	ตรวจสอบเวลาเปิด-ปิดฝา	มีการรอกำลังของถัง สูญญากาศเปิด
เครื่องทำความร้อน (Heater)	ตรวจสอบอุณหภูมิที่ได้จากเครื่องเป่าลมอีก ที่	ปกติ
พัดลมเป่าลม (Blower)	ตรวจสอบเวลาที่พัดลมทำงาน ตามตั้งค่า 100 วินาที	ปกติ
แผ่นกรองขนาด 0.12 μm	ตรวจสอบความแตกต่างของความดันทั้ง สองด้านเพื่อตรวจสอบว่าแผ่นกรองไม่ตัน	ปกติ

อุปกรณ์	วิธีการตรวจสอบ	ผล
เซนเซอร์ควบคุมอุณหภูมิ 90±5 °C	ตรวจสอบอุณหภูมิภายในถัง	ปกติ

ตารางที่ 4. 6 ตารางแสดงการตรวจสอบอุปกรณ์หลักภายในถังทำแห้ง



รูปภาพที่ 4.1 แสดงด้านหลังของถังทำแห้งที่ต้องรู้หากมีการเปลี่ยนอุปกรณ์

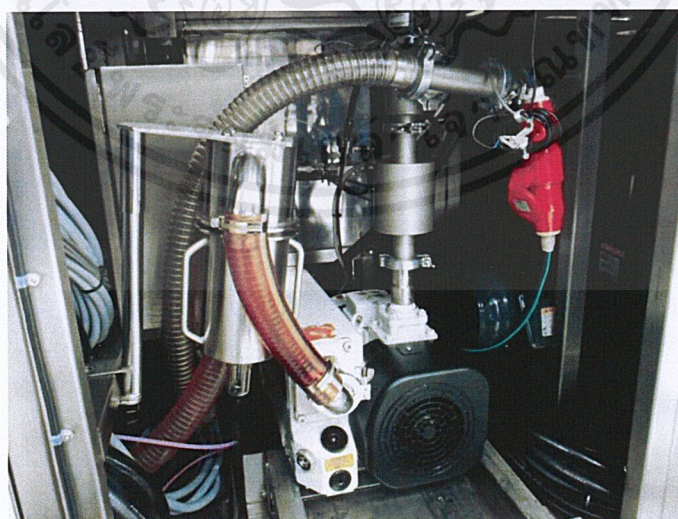
แต่การตรวจสอบจากการทำงานพบว่าสามารถทำงานได้ปกติจึงไม่ต้องรู้เพื่อเปลี่ยน

4.2.2 ถังสุญญากาศ (vacuum tank) ที่เครื่อง 18

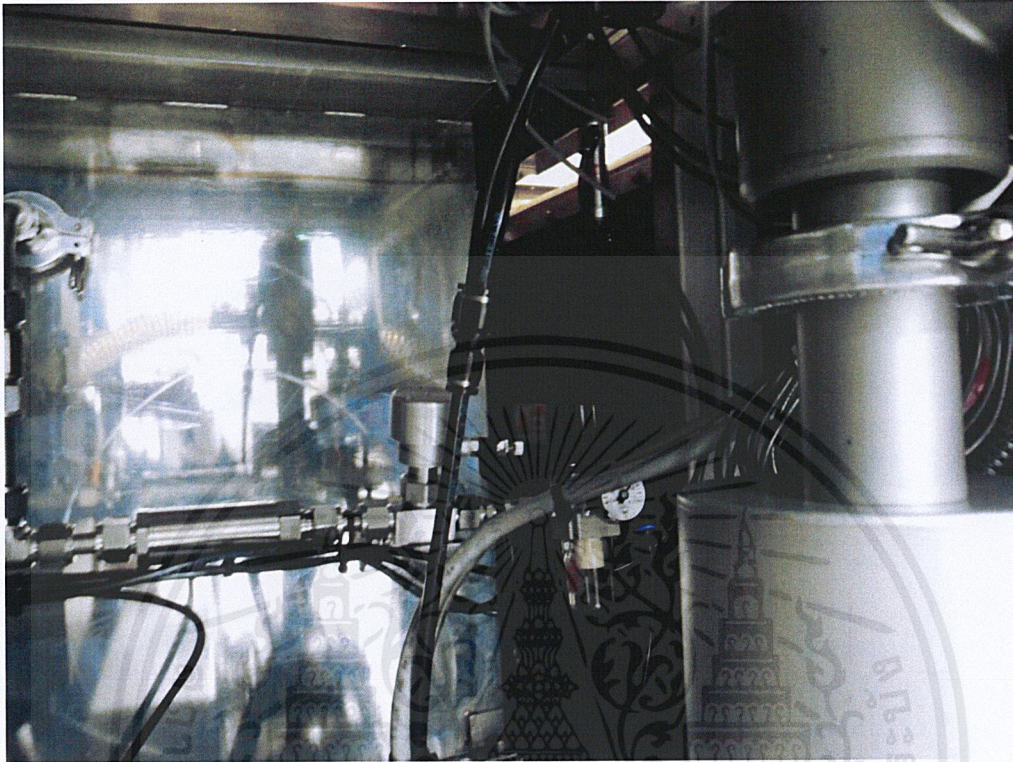
ตรวจสอบตามรูปภาพที่ 3.6 ตามไดอะแกรมถังสุญญากาศ โดยการตรวจสอบการทำงานสามารถสังเกตจาก monitor control และดูจากอุปกรณ์วัดที่ติดตั้งหน้าเครื่องได้

อุปกรณ์	วิธีการตรวจสอบ	ผล
ฝาเปิด-ปิด (Sliding Lid)	ตรวจสอบเวลาเปิด-ปิดฝา	เปิดช้ากว่าที่ตั้งค่า
วาล์วเติมอากาศ (Ventilation Valve) ,แผ่นกรองอากาศ , Air supply	เติมความดันให้ถึงแรงดันที่กำหนดไว้ (760 Torr)	Vent valve ทำงานช้ากว่าปกติ ทำให้ความดันถึงช้า ฝาจึงเปิดช้าตาม
Quartz Lamp	เพิ่มอุณหภูมิ ให้ความดันถึงจุดที่ต้องการไวขึ้น	ปกติ
เซนเซอร์ทรานสดิวเซอร์ (Dual Sensor Transducers)	วัดค่าความดันภายในถังและส่งผลไปที่ Monitor	ปกติ
Vacuum Pump ชนิด two stage	ทำหน้าที่ในการทำให้อากาศถึงจุดสุญญากาศ (0 Torr)	ปกติ

ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงการตรวจสอบอุปกรณ์หลักภายในถังสุญญากาศ



ภาพที่ 4.2 แสดงด้านหลังของถังสุญญากาศ



ภาพที่ 4.3 Ventilation valve ที่เปลี่ยนทดแทนของเก่า

การที่วาล์วเติมอากาศ (Ventilation valve) ทำงานช้ากว่าปกติ ทำให้การเติมอากาศเพื่อให้อากาศกลับมาเป็น 760 torr เหมือนเดิมนั้นช้าลง ส่งผลให้ฝาไม่สามารถเปิดได้ เนื่องจากถ้าเปิดเมื่อความดันบรรยากาศข้างนอกกับภายในถึงต่างกัน จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศและส่งผลให้งานสามารถพันกันหรือเสียหายได้ จึงทำให้ฝาลังต้องรอวาล์วตัวนี้ทำงานเสร็จก่อน

หลังจากได้ทำการเปลี่ยนวาล์วเติมอากาศ (Ventilation valve) ที่เครื่อง 18 แล้วจากนั้นพบว่าระยะเวลาในการรอฝาลังเปิดลดลงจาก 30 วินาที เป็น 8 วินาที จากนั้นทำการจับระยะเวลาต่อหนึ่งรอบการทำงานพบว่าสามารถลดลงจาก 3 นาที 3 วินาที เป็น 2 นาที 48 วินาที ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถแก้ไขได้จริง

4.3 ผลการตรวจสอบว่าถาดใส่ชิ้นงาน (BOLA tray) แต่ละชนิดมีผลต่อระยะเวลาล้างงานต่อหนึ่งรอบหรือไม่

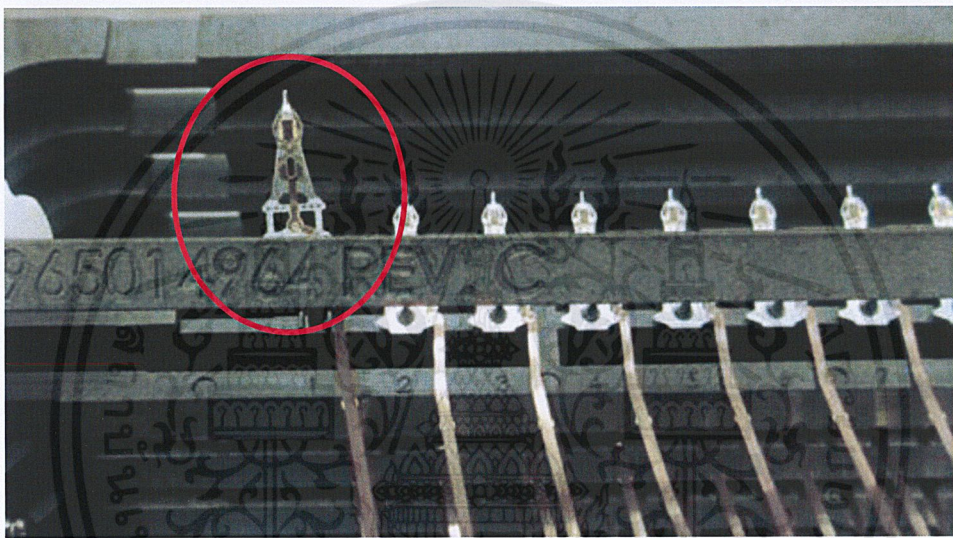
ทำการทดลองตามที่ได้ระบุไว้ใน 3.6.3

หมายเลขเครื่องจักร	15	16	21
Setting	2.2 HC	2.2 HC	2.2 HC
Cycle time	2:55 นาที	2:54 นาที	2:50 นาที
อุณหภูมิที่ถังทำแห้ง	90 °C	90 °C	90 °C
Tray: Iris	แห้ง	แห้ง	แห้ง
Tray: Pine 1	ไม่แห้ง	ไม่แห้ง	ไม่แห้ง
Tray: Pine 2	แห้ง	แห้ง	แห้ง
หมายเลขเครื่องจักร	21	21	21
Setting	2.2 HC	2.2 HC	2.2 HC
Cycle time	3:20 นาที	3:20 นาที	2:50 นาที
อุณหภูมิที่ถังทำแห้ง	90 °C	90 °C	95 °C
Tray: Iris	แห้ง	แห้ง	แห้ง
Tray: Pine 1	แห้ง	แห้ง	ไม่แห้ง
Tray: Pine 2	แห้ง	แห้ง	แห้ง

ตารางที่ 4. 8 ตารางแสดงการทดลองใช้ถาดใส่งานแต่ละชนิดกับการตั้งค่าเครื่องที่แตกต่างกัน

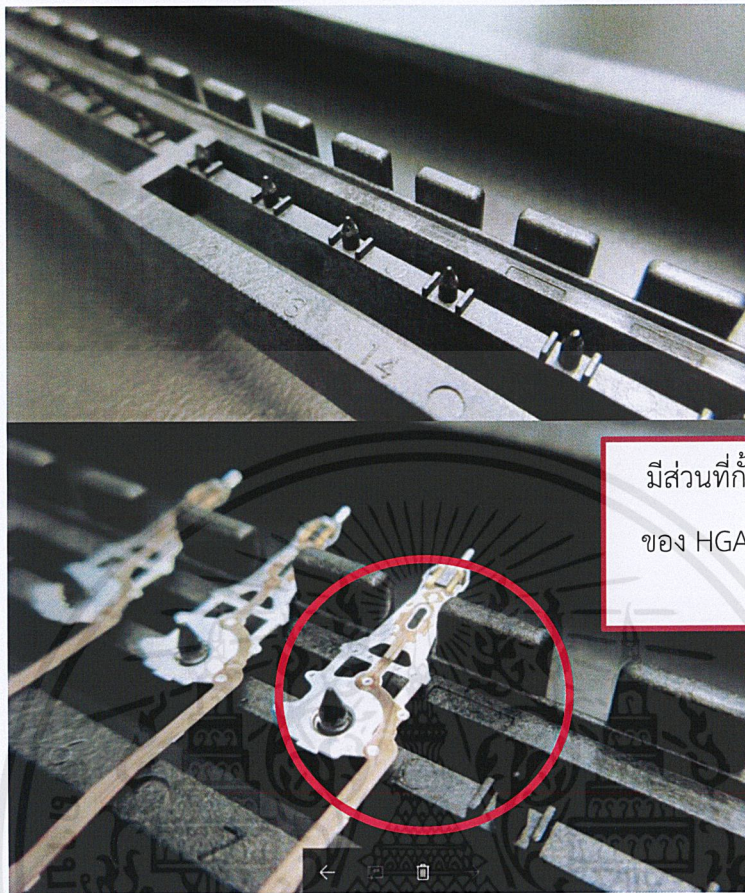
จากการทดลองตามตารางที่ 4.8 พบว่าถาดใส่ชิ้นงานชนิดที่มีปัญหาก็คือ Pine 1 ซึ่งหาก Cycle time อยู่ที่ไม่เกิน 3 นาที จะพบปัญหางานไม่แห้ง และไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยการเพิ่มอุณหภูมิของถังทำแห้ง (Dry tank) ซึ่งเป็นมาจากการออกแบบถาดใส่ชิ้นงานที่มีส่วนที่หนากว่า ทำให้ลมเข้าถึงงานไม่น้อยกว่า เป็นผลให้งานไม่แห้ง

แต่เมื่อทำการช่วยปรับเวลาของ Slow pull และเพิ่มเวลาที่ถังทำแห้ง (Dry tank) จะเห็นได้ว่างานของถาดใส่ชิ้นงานทุกชนิด งานจึงแห้งทั้งหมด



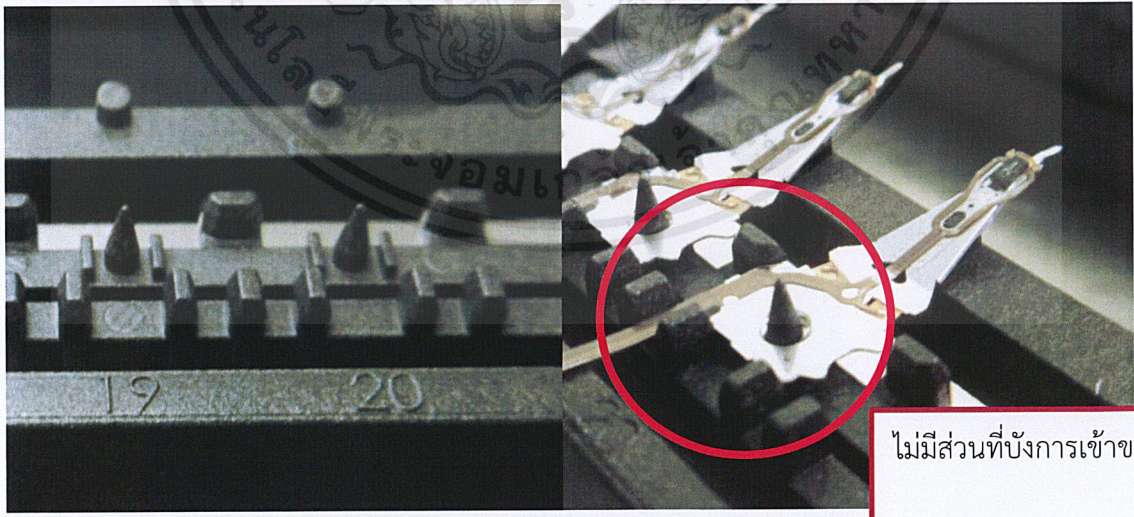
ภาพที่ 4.4 แสดงปัญหางานไม่แห้งแล้วติดกับถาดใส่ชิ้นงานขึ้นมาที่ Pine 1

จากนั้นเมื่อพบแล้วว่าถาดใส่ชิ้นงานชนิด Pine 1 มีปัญหา จึงได้ทำการเปลี่ยนถาดใส่ชิ้นงานจาก Pine 1 เป็น Pine 2 ซึ่งมีเครื่อง 7 ,14 ,17 ,19 และ 21 ที่ใช้ถาดใส่ชิ้นงานชนิด Pine 1 แต่ว่าเครื่อง 19 ได้มีการปรับปรุงระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบเรียบร้อยแล้วด้วยวิธีการปรับ Rigirobot จะทำการเปลี่ยนถาดใส่ชิ้นงานควบคู่ไปด้วย ส่วนเครื่อง 7 ,14 ,17 และ 21 ทำการเปลี่ยนถาดใส่ชิ้นงานจาก Pine 1 เป็น Pine 2 และทำการปรับค่า Slow pull เพิ่มขึ้น จากนั้นจับระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบอีกครั้ง



มีส่วนที่กั้นขึ้นเพื่อป้องกันการขยับของ HGA หนา ทำให้ลมเข้าถึงยาก

ภาพที่ 4.5 แสดงกลไกชิ้นงาน Pine 1 ที่มีปัญหางานไม่แห้ง



ไม่มีส่วนที่บังการเข้าของลม ทำให้งานแห้ง

ภาพที่ 4.6 แสดงกลไกชิ้นงาน Pine 2 ที่ต้องการใช้แทน Pine 1

หมายเลข เครื่องจักร	Old Cycle time นาที:วินาที	New Cycle time นาที:วินาที	การกระทำ	ผลลัพธ์
7	3:05	2:54	ปรับSlow pullจาก 35 เป็น 40	ผ่าน
14	3:06	2:51	ปรับSlow pullจาก 36 เป็น 40	ผ่าน
17	2:55	2:55	ไม่ได้ปรับเพราะ Cycle time ต่ำกว่า 3 นาทีอยู่แล้ว	ผ่าน
19	3:20	2:48	ปรับSlow pullจาก 1 เป็น 2	ผ่าน
21	3:20	2:47	ปรับSlow pullจาก 29 เป็น 32	ผ่าน

ตารางที่ 4.9 ตารางแสดงการเปรียบเทียบ Cycle time ก่อนและหลังทำการเปลี่ยนถาดใส่ชิ้นงาน

จากการเปลี่ยนชนิดถาดใส่ชิ้นจาก Pine 1 เป็น Pine 2 พบว่าสามารถแก้ไขปัญหางานไม่แห้งได้ จึงสามารถลดระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบได้จริง

4.4 สรุปผลการทำลดระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบ

หมายเลข เครื่องจักร	Cycle time เก่า นาที:วินาที	Cycle time ใหม่ นาที:วินาที
Crest #1	2:52	2:52
Crest #2	3:10	2:48
Crest #3	3:36	2:57
Crest #4	2:53	2:53
Crest #5	3:06	2:53
Crest #6	2:54	2:54
Crest #7	3:05	2:54
Crest #8	2:54	2:54
Crest #9	2:57	2:57
Crest #10	2:54	2:54
Crest #11	2:55	2:55
Crest #12	2:51	2:51
Crest #13	3:02	2:58
Crest #14	3:06	2:51
Crest #15	2:55	2:55
Crest #16	2:54	2:54
Crest #17	2:55	2:55
Crest #18	3:03	2:48
Crest #19	3:20	2:48
Crest #20	2:50	2:50
Crest #21	3:20	2:47
เฉลี่ย	3:01	2:52

Confirm อีกรอบ

ตารางที่ 4. 10 ตารางแสดงการสรุปเปรียบเทียบ Cycle time ก่อนและหลังทำปรับปรุง

สามารถลดระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบได้จริง เมื่อส่งให้วิศวกรรมฝ่ายผลิตคำนวณสามารถคำนวณค่า Capacity ได้ 130 kCap/day ซึ่งมีการเพิ่มขึ้น

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการได้ทำโครงการการปรับปรุงระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบให้ดีขึ้นของเครื่องล้างงานชนิดอัลตราโซนิก (Cycle-time Improvement of Aqueous Ultrasonic Cleaning Machine) มีรายละเอียดผลสรุปดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองทำโครงการการปรับปรุงระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบให้ดีขึ้นของเครื่องล้างงานชนิดอัลตราโซนิก (Cycle-time Improvement of Aqueous Ultrasonic Cleaning Machine) ทั้งสามวิธีนั้น สามารถลดระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบของเครื่องจักรหมายเลข 2, 3, 5, 7, 13, 14, 18, 19 และ 21 ที่ควรได้รับการปรับปรุง เพราะมีระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบมากกว่า 3 นาทีได้จริง โดยจะใช้ทั้งหมด 3 วิธีการ ได้แก่

วิธีที่หนึ่งคือวิธีการทดลองปรับ robot speed movement ที่ robot #5 ช่วงระยะ slow pull ที่ถังล้างน้ำสุดท้าย (final rinse tank) ให้มีความเร็วเร็วขึ้นและทดลองปรับค่าความเร็วในแกนตั้ง (Vertical Maximum Speed) ให้เร็วขึ้น โดยเครื่องสามารถใช้วิธีนี้ได้แก่เครื่อง 2, 3, 13 และ 19

วิธีที่สองคือการตรวจสอบที่ถังทำแห้ง (dry tank) และถังสุญญากาศ (vacuum tank) ว่าอุปกรณ์และส่วนประกอบต่างๆทำงานปกติหรือไม่ ซึ่งจากการตรวจสอบพบว่าได้ทำการเปลี่ยนวาล์วเติมอากาศ (Ventilation valve) ที่เครื่องจักรหมายเลข 18 เนื่องจากมีการทำงานที่ช้ากว่าปกติ ซึ่งวิธีการนี้สามารถช่วยลดระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบได้จริง

วิธีการที่สามคือตรวจสอบว่าถาดใส่ชิ้นงาน (BOLA tray) แต่ละชนิดมีผลต่อระยะเวลาล้างงานต่อหนึ่งรอบหรือไม่ จากการทำการทดลองโดยใช้ถาดใส่ชิ้นงานชนิดที่แตกต่างกันในสภาวะที่แตกต่างกัน พบว่าชนิด Pine 1 เป็นถาดใส่ชิ้นงานที่มีปัญหาไม่แห้ง เครื่องจักรที่ใช้ถาดใส่ชิ้นงานชนิดนี้จึงต้องเปลี่ยนไปใช้ชนิด Pine 2 ซึ่งมีการออกแบบที่ทำให้ลมเข้าถึงได้ง่ายกว่างานจึงแห้งได้ง่าย เครื่องจักรหมายเลข 7, 14, 17, 19

และ 21 จึงทำการเปลี่ยนจากนั้นทำการปรับ Rigibot ลดระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบ ซึ่งผลสรุปว่างาน
แห้งและไม่มีปัญหา จึงสามารถช่วยลดระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบได้จริง

เครื่องจักรหมายเลข 5 ที่ไม่พบปัญหา Rigibot ที่ Slow pull นาน ,วาล์วเติมอากาศ (Ventilation
valve) มีปัญหา และไม่ได้ใช้ถาดใส่ชิ้นงาน Pine 1 ทำการวัดระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบอีกครั้งพบว่า
ความจริงแล้วระยะเวลาการทำงานอยู่ที่ 2 นาที 53 วินาที ไม่ใช่ 3 นาที 6 วินาที

จากการลดระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบ (Cycle time) สามารถลดได้จาก 3 นาที 1 วินาที หรือ
181 วินาที เป็น 2 นาที 52 วินาที หรือ 172 วินาที เมื่อได้ส่งให้วิศวกรฝ่ายผลิตคำนวณค่าความสามารถใน
การผลิต (Capacity) สามารถเพิ่มจาก 123 kCap/day เฉลี่ยต่อหนึ่งเครื่อง เป็น 130 kCap/day เฉลี่ยต่อหนึ่ง
เครื่อง จึงสามารถสรุปได้ว่า โครงการปรับปรุงระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบให้ดีขึ้นของเครื่องล้างงาน
ชนิดอัลตราโซนิก (Cycle-time Improvement of Aqueous Ultrasonic Cleaning Machine) ประสบ
ผลสำเร็จและเป็นไปตามจุดประสงค์ได้คาดหวังไว้

โดยงานวิจัยฉบับนี้มีเป้าหมายในการเพิ่มค่าความสามารถในการผลิตเป็น 130 kCap/day ซึ่งหาก
ต้องการมากกว่านี้ สามารถใช้รายงานฉบับนี้ในการเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการล้าง
ชิ้นงานของเครื่องชนิดอัลตราโซนิกได้

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทดลอง

- 5.2.1 เครื่องล้างงานชนิดอัลตราโซนิก (Crest cleaning machine) 21 เครื่องภายในบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด สาขาเทพารักษ์ ค่าการแสดงผลของ Rigibot ที่ Slow pull ที่แตกต่างกันตามชนิดของมอเตอร์ ทำให้ไม่สามารถตั้งค่าให้เท่ากันหมดได้ ต้องทำการปรับที่ละเครื่องด้วยค่าแตกต่างกันทำให้เกิดความล่าช้า เสียเวลาแก่การทำการทดลอง
- 5.2.2 การจับค่าระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบ (Cycle time) อาจเกิดความผิดพลาดได้จากความเข้าใจผิดของผู้จับเรื่องจุดเริ่มต้นจับและจุดจบในการจับ
- 5.2.3 มีการปรับค่า Setting ต่างๆ ของเครื่องล้างงานชนิดอัลตราโซนิก (Crest cleaning machine) เพื่อแก้ปัญหาหน้างาน เช่น ปรับ Slow pull แก้ปัญหางานไม่แห้ง ของงานชิ้นหนึ่ง แล้วไม่ได้การปรับคืนค่าเดิม ทำให้ค่าระยะเวลาการทำงานต่อหนึ่งรอบ (Cycle time) มีการเปลี่ยนแปลง ทำให้สับสนเมื่อทำการมาจับอีกครั้งว่าจับผิดพลาดหรือมีคนมาปรับ

5.3 ข้อเสนอแนะ

- 5.3.1 ปรับค่า PLC ของมอเตอร์ทั้ง 3 ชนิดแสดงค่า range เดียวกัน เช่น เปอร์เซ็นค่า Slow pull ที่บางเครื่องเป็น 0-10% บางเครื่องเป็น 1-00% ให้เปลี่ยนเป็น 1-100% ให้หมด
- 5.3.2 อธิบายวิธีการจับเวลาที่ชัดเจนให้ผู้จับรวมถึงยืนยันค่าที่ได้จาก control monitor อีกครั้ง
- 5.3.3 มีการบันทึกทุกครั้งเมื่อมีการปรับค่า setting รวมถึงแจ้งเหตุผล เมื่อเสร็จสิ้นแล้วให้ทำการปรับมาเป็นค่าเดิมเพื่อป้องกันการสับสนของค่า setting

เอกสารอ้างอิง

- [1] Advanced Ceramics Technology (M) Sdn. Bhd. (2554). **Aqueous Ultrasonic Cleaning Systems, 1**. Malaysia: Crest Ultrasonic
- [2] Carlin B. Ultrasonic. 2 nd ed. New York, Toronto: Mc Gaw-Hill Book Company, 1960.
- [3] Crest Ultrasonics Corporation. **Piezoelectric Ceramic Transducer**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.crest-ultrasonics.com/piezoelectric-ceramic-transducer/> (วันที่ค้นข้อมูล 5 ธันวาคม 2562)
- [4] Crest Ultrasonics Corporation. **Ultrasonic Cleaning Equipment**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.crest-ultrasonics.com/ultrasonic-cleaning-equipment/> (วันที่ค้นข้อมูล 5 ธันวาคม 2562)
- [5] Dr. Sami Awad. (2539). Ultrasonic Cavitation and Precision Cleaning. **Precision Cleaning Magazine, 1(1)**. ค้นเมื่อ 28 สิงหาคม 2562, จาก <https://www.crest-ultrasonics.com/wp-content/uploads/2013/06/lit-ultrasonic-cavitations.pdf>
- [6] Marios Hadjieleftheriou. (2550). Disk Storage and Basic File Structure. **The Hard Disk Drive**. United States: AT&T Labs
- [7] Sabin Metal Corporation. (2542). Ultrasonic Cleaning Machine. **Metal Finishing, 97 (2)**, PP 117
- [8] Worapol Tangsopa, Jatuporn Thongsri. (2562). Ultrasonic. **Development of an industrial ultrasonic cleaning tank based on harmonic response analysis. 1(1)**. PP 68-76
- [9] รศ.ชูชาติ อารีย์จิตรานุสรณ์. (ไม่ปรากฏปีที่ตีพิมพ์). Ultrasonic Cleaner. **เครื่องล้างอัลตราโซนิก. 1(1)**. PP 197-212
- [10] วีรพล แก้วกาและเกียรติฟ้า ตั้งชัยชิต. (2553). การศึกษากระบวนการการประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ และหัววัสดุ ของแขนหัวอ่าน/เขียนที่เหมาะสม. **วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 15(10)**, 910-917



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การตั้งค่าของเครื่อง

ตารางภาคผนวก ก แสดงการตั้งค่า Parameter แต่ละ tank

TANK	PARAMETER	Crest HGA Recipe#2.2HC (132 kHz)
1	Surfactant concentration (%)	0.1% (0.07-0.20%)
	Temperature (°C)	50 ± 3
	Total Time (sec)	100
	Ultrasonic Time (sec)	100
	Power (W)	750 +/- 50
	Ultrasonic sweep rate (%)	90%
	Recirculation flow rate (GPM)	10
2	Temperature (°C)	50 ± 3
	Total Time (sec)	100
	Ultrasonic Time (sec)	80
	Power (W)	750 +/- 50
	Ultrasonic sweep rate (%)	90%
	Recirculation flow rate (GPM)	10
3	Temperature (°C)	50 ± 3
	Total Time (sec)	100
	Ultrasonic Time (sec)	OFF
	Power (W)	OFF
	Ultrasonic sweep rate (%)	OFF
	Recirculation flow rate (GPM)	10
4	Temperature (°C)	50 ± 3
	Time (sec)	20
5 & 6	Temperature (°C)	90 ± 5
	Time (sec)	100
7	Temperature (°C) spec 30-70	Set point 45
	Time (sec)	90



การคำนวณค่าความสามารถในการผลิต

สูตรการคำนวณค่าความสามารถในการผลิต (Capacity)

กำหนดตัวแปร

W= Working Hour (ชั่วโมงทำงาน)

DT= Down time (% เวลาที่เครื่องไม่ทำงาน)

C=Cycle time (นาที. (วินาที/60))

F= First Basket (เวลาที่ใส่ตะกร้าแรกไปจนตะกร้าแรกออกมา)

H= HGA Unit per tray (จำนวนHGAต่อหนึ่งถาดใส่ชิ้นงาน)

T= Tray per basket (จำนวนถาดใส่ชิ้นต่อหนึ่งตะกร้า)

U= Unit per basket (จำนวนHGAต่อหนึ่งตะกร้า)

N=Factor Basket lose from Drain (จำนวนตะกร้าที่หายไปช่วงเตรนน้ำ)

UPH=Unit per hour (จำนวนHGAต่อชั่วโมง)

ใส่ตัวเลข

W= Working Hour=24- เวลาเตรนน้ำ (2 ชั่วโมง) =22

DT= Down time (% เวลาที่เครื่องไม่ทำงาน) = 3%

ซึ่งค่าเปอร์เซ็นต์ Downtime สามารถหาได้จากการนำเอาเวลาที่ต้องหยุดเครื่องจักรมาคิดเป็นชั่วโมงในหนึ่งวัน จากนั้นรวมกัน ดังตารางที่แสดงต่อไป

ประเภท	Crest HGA		
	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	เวลา/วัน	เปอร์เซ็นต์ใน 1 วัน
Monthly	1.00	0.03	0.14%
Quarterly	2.00	0.02	0.09%
Semi-annually	0.83	0.00	0.02%
Annually	9.00	0.02	0.10%
Unscheduled	0.70	0.7	2.92%
SUM		0.78	3.27%
Factor D/T			3%

C=Cycle time ตามที่จับค่าได้ ค่าวินาทีนำไปหาร 60 คูณ 100

F= First Basket (เวลาที่ใส่ตะกร้าแรกไปจนตะกร้าแรกออกมา)=20.27 นาที

H= HGA Unit per tray (จำนวนHGAต่อหนึ่งถาดใส่ชิ้นงาน)=20 ชิ้น

T= Tray per basket (จำนวนถาดใส่ชิ้นต่อหนึ่งตะกร้า)=15 tray

U= Unit per basket (จำนวนHGAต่อหนึ่งตะกร้า)=15*20=300 unit

N=Factor Basket lose from Drain (จำนวนตะกร้าที่หายไปช่วงเดรนน้ำ)=2 ตะกร้า

UPH=Unit per hour (จำนวนHGAต่อชั่วโมง)=60/(C)*U

สูตร Capacity

$$KDGR = \frac{((W*60) - (N*(F-C))) * (1-DT) * (UPH/60)}{1000}$$



รายละเอียดของน้ำยาสารเคมีที่ใช้

DP97031

Neutral Detergent

VALTRON DP97031 is a neutral pH aqueous detergent that is recommended for cleaning materials that are sensitive to acidic or alkaline detergent solutions. DP97031 detergent contains no chlorides, fluorides, phosphates or sulfonates and exhibits excellent solvent action, wetability, suspension and emulsification properties. Surface contamination normally resistant to conventional neutral detergent formulations is easily removed using VALTRON DP97031.

UNIQUE FEATURES

- Effective Penetration & Removal of Contamination
- Will Not Corrode Aluminum or Etch Materials Sensitive to Alkaline & Acidic Solutions
- 0.2 Micron Filtration
- Contains No Chlorides, Fluorides, Phosphates or Sulfonates
- Excellent Rinsability, Leaves No Residue
- Contains Dipropylene Glycol Methyl Ether (DPM) Solvent

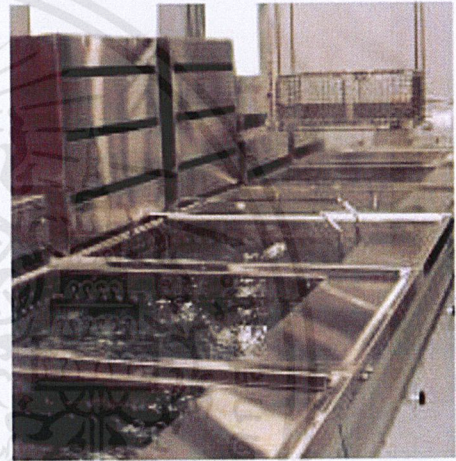


Photo courtesy of Branson Ultrasonics

APPLICATION

VALTRON DP97031 detergent is effective in contact and non-contact cleaning equipment. The detergent is supplied in a liquid concentrate for dilution with deionized water. Typical dilution rates are 1.0 - 2.0% by volume, but may vary depending upon the type and quantity of contamination being removed.

TYPICAL PHYSICAL PROPERTIES

Appearance	Clear amber liquid
Specific Gravity 60°F (15.6°C)	1.01
pH (concentrate)	7.4
Cloud Point (1.0% solution, v/v)	134.6°F (57°C)
Surface Tension (1.0% solution, v/v)	30.9 dynes/cm

PACKAGING

VALTRON DP97031 detergent is available in 5 gallon (18.9 L) pails and 55 gallon (208 L) drums.



ประวัติผู้เขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวสุวภัทร์ เนื่องนิกร

วัน/เดือน/ปีเกิด 3 สิงหาคม 2540

ที่อยู่ปัจจุบัน 240/15 หมู่ 4 ถนน เทพารักษ์ ตำบล บางเพรียง อำเภอ บางบ่อ จังหวัด สมุทรปราการ
10560

เบอร์โทร 090-5252587

อีเมลล์ Suwapud.nam@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย คณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ
สำเร็จปีการศึกษา 2559

ระดับปริญญาตรี วิศวกรรมพลังงานไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ-
ทหารลาดกระบัง สำเร็จปีการศึกษา 2563

ประสบการณ์

นักศึกษาฝึกงาน นักศึกษาฝึกงาน ในแผนก Facility ภายในทีม HGA Operation-
support ที่บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด
ช่วงเวลา 3 มิถุนายน 2562 – 31 พฤศจิกายน 2562