สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การดำเนินการศึกษาการทำความสะอาดชุดหัวอ่าน – เขียน

จากสภาพปัญหาที่กล่าวมาในบทที่ 3 จะแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นอย่างเร่งด่วนในการปรับปรุงกระบวนการทำความสะอาดชุดหัวอ่าน – เขียน ไม่ว่าจะเป็นการทำความสะอาดชุดหัวอ่าน – เขียน ที่ประกอบสำเร็จรูปแล้ว หรือ ชิ้นส่วนย่อยแต่ละชิ้นก่อนนำไปทำการประกอบ กระบวนการทำความสะอาดแบบเก่าและเครื่องทำความสะอาดแบบเก่า อาจมีประสิทธิภาพไม่มากพอในการทำความสะอาดชิ้นงานเมื่อเทียบกับสเปคที่ลูกค้ากำหนดสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่ การทำความสะอาดซ้ำหลาย ๆ ครั้งเมื่อพบว่างานยังคงมีความสกปรกไม่ใช่ทางออกที่ดีนัก แต่สิ่งที่จะต้องกระทำ คือ การคิดหากระบวนการทำความสะอาดชิ้นงานด้วยวิธีการใหม่และเครื่องจักรแบบใหม่ที่ให้ประสิทธิภาพดีกว่า อย่างไรก็ตามเครื่องจักรเดิมที่มีอยู่ก็อาจจะยังคงใช้ทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยบางชิ้นที่ทำความสะอาดได้ง่ายเพราะมีความสลับซับซ้อนในการออกแบบน้อย ท้ายที่สุดหากสามารถหากระบวนการทำความสะอาดชิ้นงานที่เหมาะสมด้วยเครื่องจักรเก่าที่มีอยู่สำหรับชิ้นส่วนย่อยที่ทำความสะอาดได้ง่าย รวมกับการจัดหาเครื่องจักรใหม่ที่มีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยที่ทำความสะอาดได้ยาก รวมทั้งการทำความสะอาดชุดหัวอ่าน - เขียนสำเร็จรูปที่ทำความสะอาดเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ในที่สุด

จากแนวทางการแก้ไขปัญหาที่กล่าวข้างต้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลของโรงงานตัวอย่างเกี่ยวกับการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยและชุดหัวอ่าน – เขียน พบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยมีดังต่อไปนี้ คือ

(1) เนื่องจากกระบวนการทำความสะอาดแบบเดิมจะไม่ค่อยให้ความสำคัญกับการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยก่อนการประกอบมากนัก กล่าวคือ หากพบว่าชิ้นส่วนย่อยที่สุ่มมาตรวจสอบความสะอาด ที่เรียกว่า ค่า LPC (Liquid Particle Count) ไม่ได้ตามสเปคกำหนด บางครั้งก็จะส่งชิ้นส่วนย่อยเข้าสายการประกอบชุดหัวอ่าน – เขียนไปเลย โดยมุ่งประเด็นไปที่การทำความสะอาดชุดหัวอ่าน – เขียน หลังจากประกอบเสร็จแล้ว แต่พบว่าสำหรับผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ คือ ผลิตภัณฑ์ Scorpio ซึ่งลูกค้ากำหนดสเปคของค่า LPC ลดลงถึงครึ่งหนึ่งจาก สเปคเดิมที่ใช้กับผลิตภัณฑ์รุ่นเก่า คือ เปลี่ยนจาก 12,000 อนุภาค / ตารางเซนติเมตร เป็น 6,000 อนุภาค / ตารางเซนติเมตร

(2) ขาดการวิเคราะห์ข้อมูลว่าชิ้นส่วนย่อยชิ้นส่วนใดที่ส่งผลกระทบกับความสะอาดของชุดหัวอ่าน – เขียนสำเร็จรูปที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้วมากที่สุด เพราะชิ้นส่วนย่อยที่นำมาประกอบเป็นชุดหัวอ่าน – เขียน มีลักษณะความสลับซับซ้อนในการออกแบบที่ต่างกัน ชิ้นส่วนย่อยที่มีรายละเอียดซับซ้อนจะทำความสะอาดได้ยากกว่าชิ้นย่อยที่มีรายละเอียดน้อย ซึ่งท้ายที่สุดความสกปรกที่ติดอยู่กับชิ้นส่วนย่อยนั้น ๆ ก็จะยังคงตกค้างอยู่ส่งผลให้ชุดประกอบหัวอ่าน – เขียนมีค่า LPC สูงด้วย ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาถึงรายละเอียดส่วนนี้ซึ่งจะกล่าวถึงในบทต่อไป

(3) ขาดการควบคุมและเคร่งครัดในเรื่องของความสะอาดของชิ้นส่วนย่อยที่รับมาจาก Suppliers เพราะบางชิ้นส่วนย่อยตกลงไว้ว่าจะทำความสะอาดโดย Suppliers และให้ Suppliers ทำการตรวจสอบค่า LPC ก่อนที่จะมีการส่งชิ้นส่วนย่อยมายังโรงงาน ก็จะใช้ข้อมูลนั้นเป็นตัวตรวจสอบคุณภาพในเรื่องของความสะอาดของชิ้นส่วนย่อย ซึ่งในความเป็นจริงแล้วควรจะมีการสุ่มตรวจสอบเพื่อเทียบผลของ LPC ระหว่างโรงงานตัวอย่างกับ Suppliers และให้ยึดผลการตรวจสอบจากโรงงานตัวอย่างเป็นหลัก หากพบว่าค่า LPC ที่ตรวจสอบโดยโรงงานตัวอย่างไม่ได้ตามสเปคก็ให้มอบความรับผิดชอบในการแก้ไขไปยัง Suppliers แต่ละราย

งานวิจัยฉบับนี้จะทำการศึกษากระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยและชุดหัวอ่าน – เขียน ที่ประกอบสำเร็จแล้วสำหรับผลิตภัณฑ์ Scorpio เท่านั้น เพราะผลิตภัณฑ์รุ่นนี้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เปิดตลาดผลิตภัณฑ์ขนาด 2.5 นิ้วของโรงงานตัวอย่าง ซึ่งกำลังเป็นที่ต้องการของตลาดและมีอัตราการเติบโตที่สูงถึง 22 % ดังที่กล่าวไว้ในนิตยสาร Trend Focus แนวทางที่จะทำการศึกษากับผลิตภัณฑ์รุ่น Scorpio สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ ๆที่กำลังอยู่ในช่วงพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ โดยแนวทางในการศึกษาวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นสรุปได้เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ คือ

(1) ศึกษาขั้นตอนของกระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยและชุดประกอบหัวอ่าน – เขียน ที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยเริ่มต้นจากการรับชิ้นส่วนย่อยจาก Suppliers แต่ละรายจนสิ้นสุดกระบวนการทำความสะอาดก่อนเข้าสู่สายการประกอบ

(2) ศึกษากลไกในการทำความสะอาดชิ้นส่วนของเครื่องล้างระบบ Aqueous System และระบบ Solvent System

(3) ศึกษาวิธีการวิเคราะห์และคำนวณค่า LPC ของชิ้นส่วนต่าง ๆ จากห้องปฏิบัติการ (Analytical Lab)

(4) ศึกษาประสิทธิภาพในการทำความสะอาดชิ้นงานของเครื่องล้างระบบ Aqueous System และ ระบบ Solvent System โดยวิเคราะห์จากค่า LPC ของชิ้นงานที่ผ่านการล้างด้วยเครื่องล้างทั้ง 2 ระบบ

จากข้อสรุปของการดำเนินการศึกษาดังที่กล่าวมาแล้วนั้น จะทำการศึกษาและอธิบายขั้นตอนการดำเนินการโดยละเอียด ดังนี้

4.1 ศึกษากระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยและชุดประกอบหัวอ่าน - เขียน

การศึกษาขั้นตอนการทำงานของกระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยและชุดหัวอ่าน – เขียนที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะแยกการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ

(1) กระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยและชุดหัวอ่าน – เขียน สำหรับผลิตภัณฑ์รุ่นเก่า (ยังคงมีการผลิตอยู่)

(2) กระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยและชุดหัวอ่าน – เขียน สำหรับผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ คือ ผลิตภัณฑ์ Scorpio

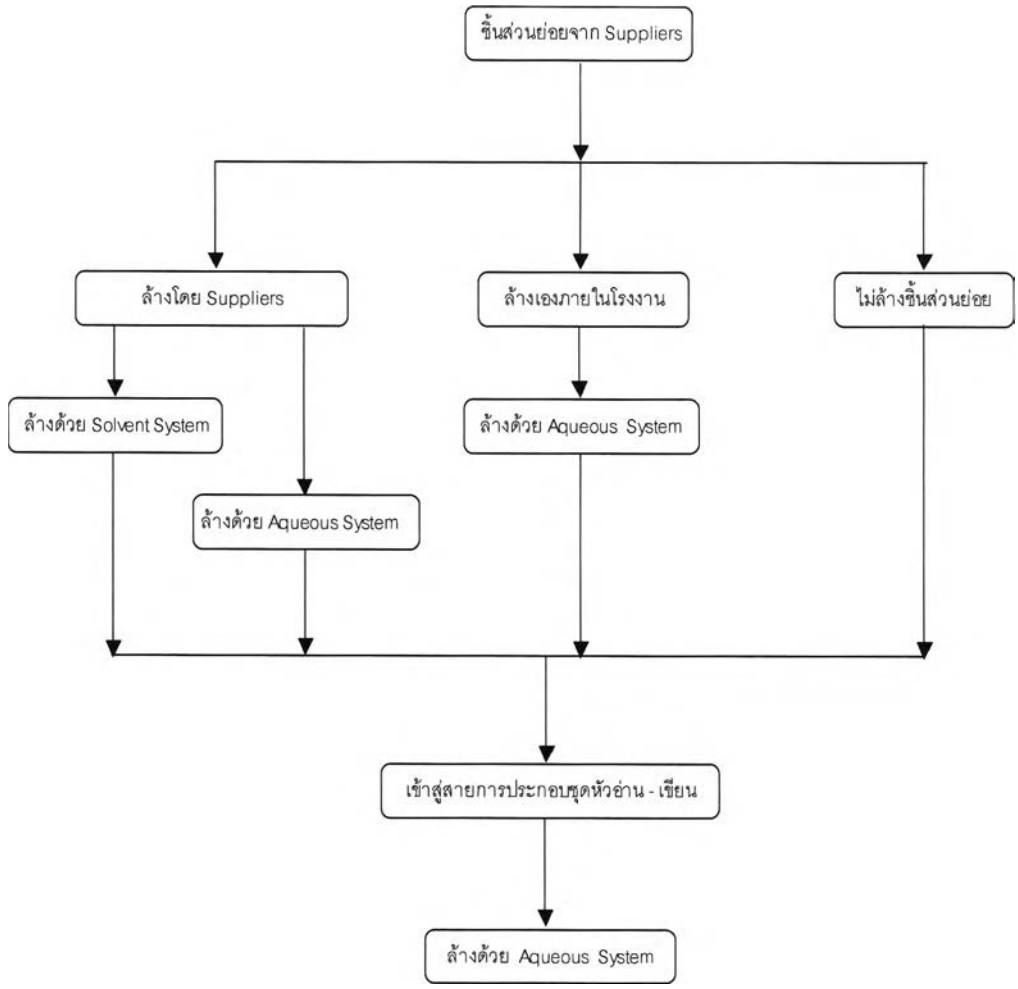
4.1.1 กระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยและชุดหัวอ่าน – เขียน สำหรับผลิตภัณฑ์รุ่นเก่า

ผลิตภัณฑ์รุ่นเก่าที่จะกล่าวถึงในที่นี้ คือ ผลิตภัณฑ์ขนาด 3.5 นิ้ว ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าผลิตภัณฑ์รุ่น Scorpio ซึ่งมีขนาดเพียง 2.5 นิ้ว ข้อกำหนดเรื่องความสะอาดในที่นี้จะใช้ค่า LPC เป็นเกณฑ์ในการตัดสิน จะพบว่าค่า LPC ที่

ลูกค้ากำหนดสำหรับผลิตภัณฑ์ขนาด 3.5 นิ้ว คือ 12,000 อนุภาค / ตารางเซนติเมตร

ขั้นตอนแรกเมื่อรับชิ้นส่วนย่อยมาจาก Suppliers แล้ว จะทำการแยกชิ้นส่วนที่กำหนดว่าจะต้องล้างเป็นการภายในด้วยเครื่องล้างระบบ Aqueous System ก่อน อีกส่วนหนึ่งคือ ชิ้นส่วนย่อยที่ล้างมาแล้วโดย Suppliers ซึ่งบางชิ้นส่วนย่อยจะล้างด้วยเครื่องล้างระบบ Aqueous System บางชิ้นส่วนย่อยก็จะล้างโดยเครื่องล้างระบบ Solvent System ตามข้อตกลงที่เคยมีมาก่อน และเมื่อทำการประกอบเป็นชุดหัวอ่าน – เขียน เรียบร้อยแล้วจะทำการล้างด้วยเครื่องล้างระบบ Aqueous System

กระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยและชุดประกอบหัวอ่าน – เขียนสำเร็จรูป นับตั้งแต่รับชิ้นส่วนย่อยมากจาก Suppliers แสดงได้ดังแผนภาพข้างล่างนี้ คือ



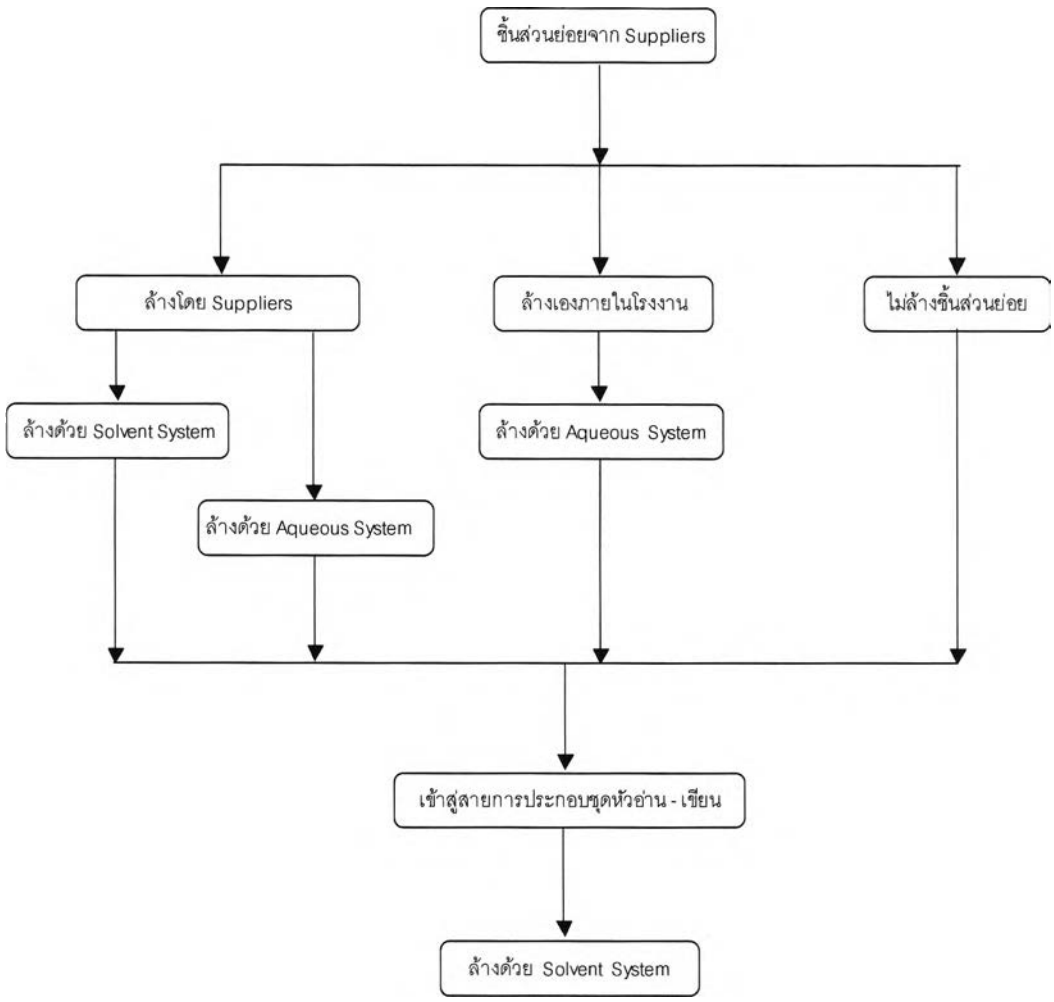
ภาพที่ 4.1 กระบวนการทำความสะอาดชิ้นงานสำหรับผลิตภัณฑ์ 3.5 นิ้ว

4.1.2 กระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยและชุดหัวอ่าน – เขียน สำหรับผลิตภัณฑ์ Scorpio

ผลิตภัณฑ์รุ่น Scorpio เป็นผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ขนาด 2.5 นิ้ว เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ขนาดเล็กลูกค้าจึงกำหนดสเปคเรื่องความสะอาด โดยกำหนดจากค่า LPC (Liquid Particle Count) ลดลงจากผลิตภัณฑ์รุ่นเก่าอีก 50% คือ ค่า LPC สำหรับผลิตภัณฑ์ Scorpio เท่ากับ 6,000 อนุภาค / ต่อตารางเซนติเมตร ดังนั้นจึงปรับปรุงกระบวนการทำความสะอาดชุดประกอบหัวอ่าน – เขียนสำเร็จรูปหลังจากประกอบเรียบร้อยแล้ว โดยการเปลี่ยนเครื่องล้างจากระบบ Aqueous System มาเป็นเครื่องล้างระบบ Solvent System เพื่อประสิทธิภาพในการทำความสะอาดที่สูงกว่า (ยังคงใช้กระบวนการล้างชิ้นส่วนย่อยที่รับมาจาก Suppliers

เหมือนเดิม แต่เปลี่ยนระบบเครื่องล้างของกระบวนการล้างชุดหัวอ่าน – เขียนสำเร็จรูป เท่านั้น)

กระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยและชุดประกอบหัวอ่าน – เขียน สำเร็จรูป นับตั้งแต่รับชิ้นส่วนย่อยมากจาก Suppliers สำหรับผลิตภัณฑ์ Scorpio แสดงได้ดังแผนภาพข้างล่างนี้ คือ



ภาพที่ 4.2 กระบวนการทำความสะอาดชิ้นงานสำหรับผลิตภัณฑ์ Scorpio

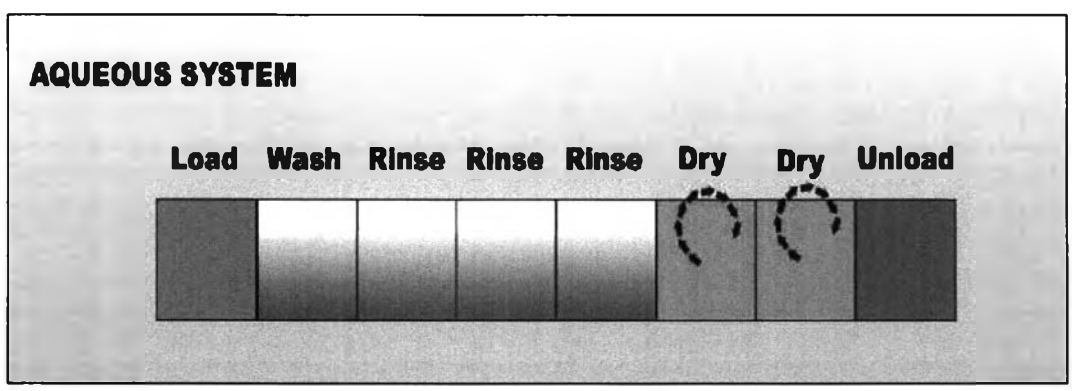
4.2 ศึกษากลไกในการทำความสะอาดชิ้นส่วนของเครื่องล้างระบบ Aqueous System และระบบ Solvent System

การศึกษากลไกการทำงานของเครื่องล้างจะแยกเป็น 2 ระบบ คือ

4.2.1 ระบบ Aqueous Cleaning System

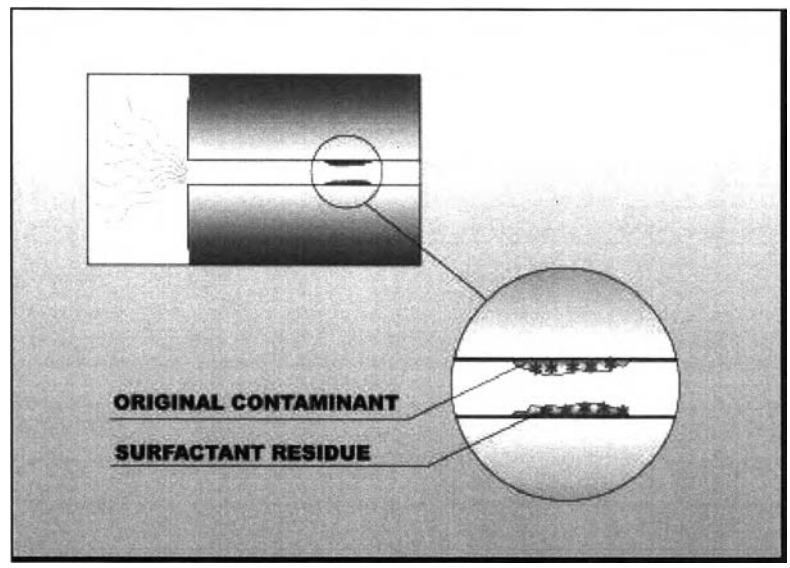
เครื่องล้างระบบ Aqueous Cleaning System เป็นเครื่องล้างที่ใช้ทำความสะอาดชิ้นงาน โดยจะมีน้ำเป็นตัวล้างทำความสะอาด แต่พบว่าน้ำเป็นของเหลวที่มีแรงตึงผิวสูงมาก คือ 78 dynes / cm ซึ่งเป็นอุปสรรคในการทำความสะอาดพื้นที่เล็ก ๆ หรือที่แคบ ๆ จึงมีการนำสารลดแรงตึงผิว (Surfactant) เข้ามาช่วยลดแรงตึงผิวของน้ำ ซึ่งจะทำให้น้ำเข้าไปทำความสะอาดตามซอกเล็ก ๆ ได้ดีขึ้น จากภาพที่ 4.3 สามารถอธิบายการทำงานของเครื่องล้างระบบ Aqueous Cleaning System ได้ดังนี้

- **ขั้นตอนที่** 1 : นำงานเข้าเครื่องล้าง (Load)
- **ขั้นตอนที่** 2 : ทำความสะอาด (Wash) ด้วยน้ำผสมสารลดแรงตึงผิว (Surfactant) เป็นการเข้าไปพาสิ่งสกปรกที่เกาะติดอยู่กับชิ้นงานให้หลุดออก ทั้งนี้อาศัยแรงสั่นสะเทือนจากเครื่องอุลตราโซนิคที่ทำให้เกิดการสั่นของน้ำด้วย
- **ขั้นตอนที่** 3,4 : การล้าง (Rinse) ด้วยน้ำสะอาดโดยให้มีการไหลล้นทิ้งเพื่อเป็นการพาสิ่งสกปรกให้หลุดออกาจากชิ้นงาน อีกทั้งเป็นการล้างสารลดแรงตึงผิวที่ผสมอยู่กับน้ำให้หมดไปด้วย
- **ขั้นตอนที่** 5,6 : การทำให้ชิ้นงานแห้ง (Dry) โดยใช้ลมร้อน
- **ขั้นตอนที่** 7 : การนำชิ้นงานออกจากเครื่องล้าง (Unload)



ภาพที่ 4.3 กลไกการทำงานของเครื่องล้างระบบ Aqueous Cleaning System

จากการทำงานทั้ง 7 ขั้นตอนที่กล่าวมาแล้วข้างต้น พบปัญหาที่ตามมาคือ บริเวณซอกเล็ก ๆ จะมีสารลดแรงตึงผิวตกค้างอยู่ถึงแม้จะมีการล้างด้วยน้ำสะอาดแล้วก็ตาม กลายเป็นว่าคราบสกปรกที่เหลืออยู่มาจากสารลดแรงตึงผิวที่ตกค้างอยู่นั่นเอง



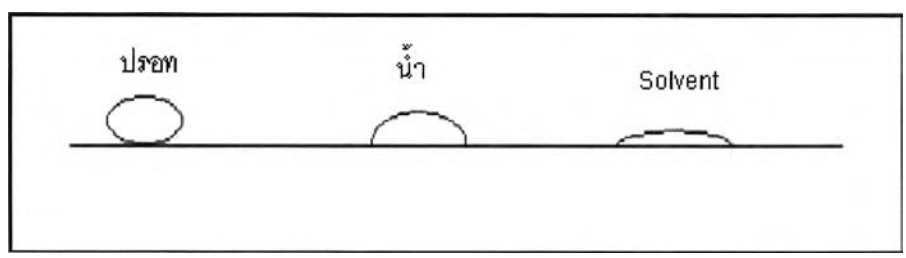
ภาพที่ 4.4 สารลดแรงตึงผิวก่อให้เกิดปัญหาการทิ้งคราบในช่องแคบ ๆ

4.2.2 ระบบ Solvent Cleaning System

เครื่องล้างระบบ Solvent Cleaning System เป็นเครื่องล้างที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาที่พบจากการใช้ระบบ Aqueous Cleaning System กล่าวคือจะพบปัญหาว่าน้ำมีแรงตึงผิวสูง ทำให้การชะล้างสิ่งสกปรกบริเวณแคบ ๆ ทำได้ยาก แต่เมื่อใส่สารลดแรงตึงผิวลงไปก็พบว่ามีคราบของสารลดแรงตึงผิวตกค้างอยู่ในบริเวณแคบ ๆ นั้น ระบบ Solvent Cleaning System จึงได้นำเอา Solvent ชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นของเหลวที่มีแรงตึงผิวต่ำมากเมื่อเทียบกับน้ำ จึงเป็นการง่ายที่จะซอกซอนเข้าไปทำความสะอาดในบริเวณหรือพื้นที่แคบ ๆ ของชิ้นส่วนย่อยที่มีขนาดเล็ก ๆ ได้ดี ตารางที่ 4.1 แสดงค่าแรงตึงผิวของ Solvent แต่ละชนิดเทียบกับน้ำ

ตารางที่ 4.1 Surface Tension ของ Solvent ชนิดต่าง ๆ และน้ำ

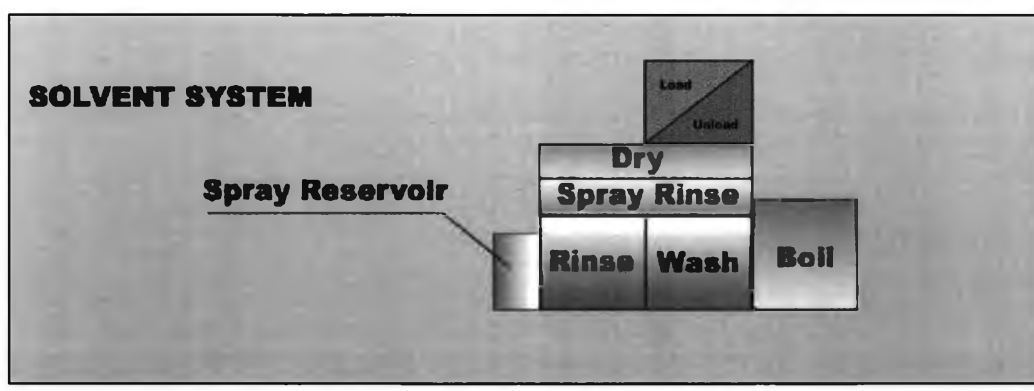
Solvent	Surface Tension (dynes / cm)
Trichloroethylene	28.7
Perchloroethlene	32.3
Methylene Chloride	27.2
n - Propyl Bromide	25.3
HCFC (AK - 225 AES)	16.8
HFC (Vertrel XP)	15.1
HFE - 71 IPA	14.5
Acetone	22.7
Cyclohexane	24.9
Isopropyl Alcohol	21.7
N - Methyl Pyrrolidone (NMP)	40.7
D - Limonene	25
Trans - 1}2 - Dichoroethylene	27.5
Water	78



ภาพที่ 4.5 แรงตึงของเหลวแต่ละชนิดแสดงรูปร่างที่ต่างกัน

จากภาพที่ 4.6 สามารถอธิบายการทำงานของเครื่องล้างระบบ Solvent Cleaning System ได้ดังนี้

- **ขั้นตอนที่** 1 : นำงานเข้าเครื่องล้าง (Load)
- **ขั้นตอนที่** 2 : ทำความสะอาด (Wash) ในถังที่ใส่ Solvent เอาไว้ โดย Solvent ซึ่งเป็นของเหลวที่มีแรงตึงผิวต่ำจะซอกซอนเข้าไปทำความสะอาดส่วนหรือพื้นที่ แคบ ๆ ของชิ้นส่วนย่อยได้ โดยที่ไม่ต้องใช้สารลดแรงตึงผิวจึงไม่ก่อให้เกิดคราบตกค้าง
- **ขั้นตอนที่** 3 : การล้าง (Rinse) ด้วย Solvent ที่ได้จากการกลั่นตัวกลายเป็นไอของ Solvent ที่ถูกให้ความร้อนในถังต้ม (Boiler) ซึ่งเป็นส่วนที่สะอาดและบริสุทธิ์ และจะมีการไหลล้นไปยังถัง Wash จากถัง Wash ก็จะไหลไปยังถัง Boiler เป็นวัฏจักร อยู่เช่นนี้
- **ขั้นตอนที่** 4 : การทำความสะอาดด้วย Spray Rinse จะเป็นการเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่เต็มไปด้วยไอของ Solvent ซึ่งจะเป็นการพาสิ่งสกปรกให้ตกร่วงลงด้านล่างก่อนที่จะทำให้แห้งในขั้นตอนต่อไป
- **ขั้นตอนที่** 5 : การทำชิ้นงานให้แห้ง (Dry) โดยผ่านบริเวณท่อน้ำร้อนซึ่งจะให้ความร้อนออกมาทำให้งานแห้งอย่างรวดเร็วโดยที่ไม่ทิ้งครา
- **ขั้นตอนที่** 6 : การนำงานออกจากเครื่อง (Unload)



ภาพที่ 4.6 กลไกการทำงานของเครื่องล้างระบบ Solvent Cleaning System

4.3 ศึกษาวิธีการวิเคราะห์และคำนวณค่า LPC ของชิ้นส่วนต่าง ๆ จากห้องปฏิบัติการ (Analytical Lab)

วิธีการในการหาค่า LPC จะทำโดยนำชุดประกอบหัวอ่าน - เขียนสำเร็จรูปที่ทำการประกอบเรียบร้อยแล้ว และผ่านกระบวนการทำความสะอาดขั้นสุดท้าย ไปผ่านขั้นตอนการหาค่า LPC ซึ่งเป็นการสุ่มเช็ค แต่จะพบว่าค่า LPC ที่ได้มีค่ามากกว่าสเปคที่กำหนด ซึ่งเมื่อพบว่าค่า LPC ที่ได้มีค่ามากกว่าสเปคงานทั้ง Lot นั้นจะถูกนำกลับไปล้างใหม่อีกครั้ง ซึ่งการล้างใหม่บางครั้งก็ยังพบว่าไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด สุดท้ายชุดหัวอ่าน – เขียน Lot นั้นจะถูกนำกลับถอดชิ้นส่วนย่อยออก แล้วนำชิ้นส่วนย่อยนั้นไปทำความสะอาดใหม่ (Re – clean) อีกครั้ง แล้วจึงนำกลับมาประกอบใหม่ จะเห็นได้ว่ามีปัญหาตามมาอย่างมากมายจากการที่ค่า LPC ของชุดหัวอ่าน – เขียน สำเร็จรูปมากกว่าค่าที่กำหนด อีกทั้งทำให้เกิดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น ค่าใช้จ่ายจากการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยซ้ำ ค่าใช้จ่ายจากคนงาน การสูญเสีย In – direct material ราคาแพงไปกับงานเหล่านี้ อีกทั้งชุดหัวอ่าน - เขียนสำเร็จรูปที่ได้จากชิ้นส่วนที่ผ่านการ Re – clean จะมีราคาที่ถูกกว่าผลิตภัณฑ์ปกติอีกด้วย

เพื่อให้เข้าใจความหมายและความสำคัญของการวิเคราะห์หาค่า LPC จำเป็นต้องทราบถึงวิธีการในการหาค่า LPC ซึ่งต้องทำใน Analytical Lab เท่านั้น

4.3.1 สิ่งที่ควรทำก่อนเริ่มวัดหาปริมาณฝุ่น (Needed before testing)

(4.3.1.1) เปิดเครื่อง Sampler และเครื่อง Counter ตามลำดับ แล้วรอให้เครื่อง Warm up ประมาณครึ่งชั่วโมง

(4.3.1.2) ทำความสะอาดเครื่อง Ultrasonic โดยการเปลี่ยนน้ำในเครื่อง Ultrasonic ทุกวัน แล้วเปิดเครื่องรอให้เครื่อง Warm up ประมาณ 1 นาที เพื่อไล่ฟองอากาศออกไป

(4.3.1.3) ทำความสะอาด Beaker เหมือนล้างเครื่องแก้วปกติ แล้วเติมน้ำ DI ให้ถึงขอบ Beaker นำเข้าเครื่อง Ultrasonic ประมาณ 3 นาที แล้วล้างด้วยน้ำ DI ทำซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง

(4.3.1.4) ทำความสะอาดเล้นเอ็นด้วยน้ำ DI และนำเข้าเครื่อง Ultrasonic อย่างน้อย 3 นาที

(4.3.1.5) Set เครื่อง Sampler ให้ดูดตัวอย่างน้ำเพื่อวัดค่า Blank ครั้งละ 10 ml 4 ครั้ง (Flow rate 10 ml / min) โดยมีการ perk น้ำก่อนครั้งละ 10 ml 2 ครั้ง (Flow rate 100 ml / min) และตั้งค่าในการวัดค่าฝุ่นของ Sample ครั้งละ 10 ml 2 ครั้ง (Flow rate 10 ml / min) โดยมีการ perk น้ำก่อน ครั้งละ 10 ml 2 ครั้ง (Flow rate 100 ml / min)

4.3.2 การหาค่า Blank ของน้ำ DI

(4.3.2.1) กลั้ว Beaker ด้วยน้ำ DI แล้วเติมน้ำ DI ลงไป 560 ml พยายามหลีกเลี่ยงไม่ให้ถุงมือสัมผัสโดน Beaker

(4.3.2.2) นำเส้นเอ็นที่ทำความสะอาดแล้วมาใส่ใน Beaker แล้ววาง Beaker ลงใน Fixture ของเครื่อง Ultrasonic โดยใช้เวลาในการสกัดฝุ่นด้วยเครื่อง Ultrasonic 2 นาที

(4.3.2.3) นำเส้นเอ็นออกก่อนที่จะนำ Beaker ไปวัด LPC (ให้ท่อดูดตัวอย่างน้ำอยู่บริเวณกึ่งกลางของระดับน้ำ ใน Beaker ค่า Blank ที่ได้ต้องมีฝุ่นขนาด 0.5 um (differential) ไม่เกิน 20 อนุภาค

4.3.2 การหาปริมาณฝุ่นบนชิ้นงาน (Test Method)

(4.3.3.1) หยิบชิ้นงานและนำเส้นเอ็นที่ทำความสะอาดแล้วมาร้อยกับชิ้นงานที่จะ ทำการตรวจสอบ โดยใช้ Tweezer ในการหยิบจับ

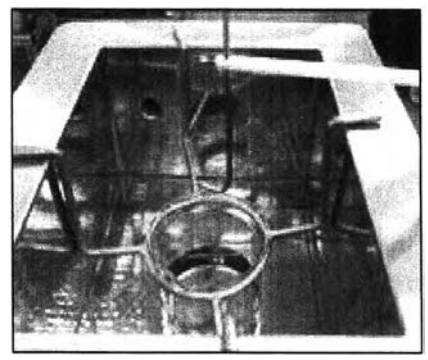
(4.3.3.2) วาง Beaker ลงใน Fixture ของเครื่อง Ultrasonic

(4.3.3.3) นำชิ้นงานมาแขวนกับ Rod Stand โดยให้ชิ้นงานจมอยู่ระดับกึ่งกลางของน้ำใน Beaker และทิ้งไว้ในเครื่อง Ultrasonic เป็นเวลา 2 นาที

(4.3.3.4) เมื่อครบ 2 นาทีแล้วให้ยกชิ้นงานขึ้นแล้วนำไปวัดค่า LPC

(4.3.3.5) เมื่อวัดหาปริมาณฝุ่นบนชิ้นงานชิ้นต่อไปให้วัดหาค่า Blank ใหม่ โดย ทำตามขั้นตอนในข้อ 4.3.31 – 4.3.3.3 (ต้องมีการทำความสะอาดเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดค่า LPC และวัดค่าของ Blank

ก่อนที่จะวัดหาค่าอนุภาคของฝุ่นบนชิ้นงานชิ้นต่อไปเสมอ เพื่อให้เซนเซอร์สะอาด และกลับมาอยู่ในช่วงของค่า Blank เช่นเดิม



ภาพที่ 4.7 การแช่ชิ้นงานในน้ำ DI เพื่อนำไปวัดค่า LPC

4.3.4 **การคำนวณหาปริมาณฝุ่นบนชิ้นงาน** (Calculation of Particle Count)

(4.3.4.1) ปริมาณฝุ่นต่อชิ้นงาน

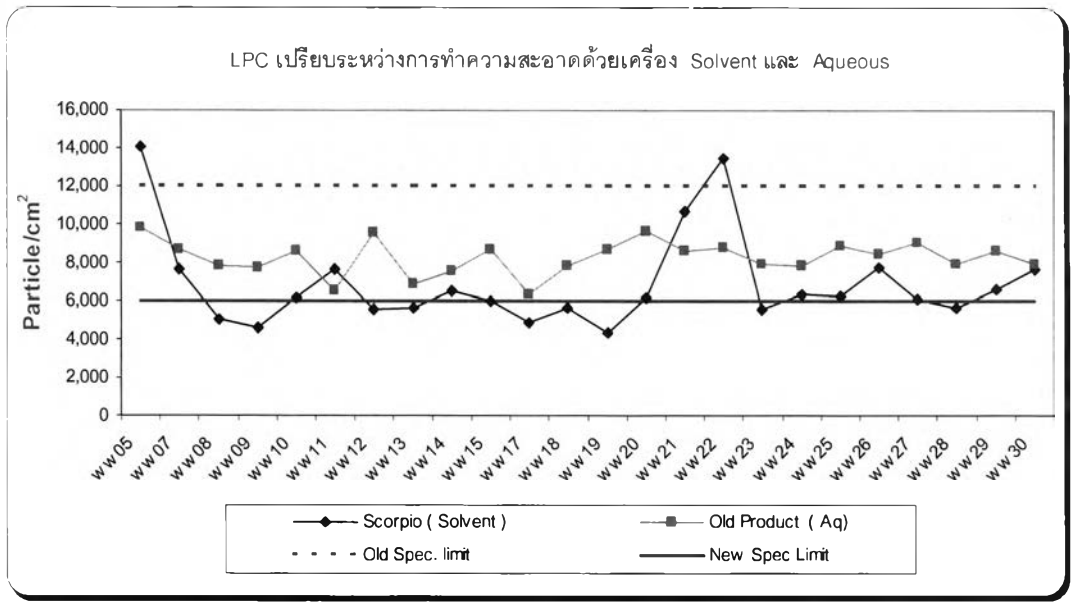
$$\text{ปริมาณฝุ่นต่อชิ้นงาน} = \frac{(\text{ปริมาณฝุ่นที่ได้จากตัวอย่าง} - \text{ปริมาณฝุ่นที่ได้จาก Blank}) \times (500)}{(10) \times (\text{จำนวนชิ้นงานที่ใช้ต่อการสกัดฝุ่น 1 ครั้ง})}$$

(4.3.4.2) ปริมาณฝุ่นต่อพื้นที่ผิวของชิ้นงาน

$$\text{ปริมาณฝุ่นต่อพื้นผิวชิ้นงาน} = \frac{\text{ปริมาณฝุ่นต่อชิ้นงาน}}{\text{พื้นที่ผิวของชิ้นงาน 1 ตัว}}$$

4.4 ศึกษาประสิทธิภาพในการทำความสะอาดชิ้นงานของเครื่องล้าง

ได้ทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับค่า LPC ของชุดหัวอ่าน – เขียนที่ประกอบสำเร็จรูปแล้ว แล้วเปรียบเทียบค่าที่ได้ระหว่างการทำความสะอาดชิ้นงานด้วยเครื่องล้างระบบ Aqueous Cleaning System ของผลิตภัณฑ์ที่เป็นรุ่นเก่า (ขนาด 3.5 นิ้ว) และการทำความสะอาดชิ้นงานด้วยเครื่องล้างระบบ Solvent Cleaning System ของผลิตภัณฑ์ รุ่นใหม่ คือ ผลิตภัณฑ์ Scorpio (ขนาด 2.5 นิ้ว)



ภาพที่ 4.8 กราฟเปรียบเทียบค่า LPC ของชิ้นงานที่ได้เครื่องระบบ Aqueous และ Solvent

จากกราฟในรูปภาพที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพในการทำความสะอาดชิ้นงานที่วัดออกมาในรูปของปริมาณฝุ่นที่ตกค้างบนตัวงาน ที่แสดงโดยค่า LPC ของเครื่องล้างระบบ Solvent Cleaning System มีค่าน้อยกว่าค่า LPC ของเครื่องล้างระบบ Aqueous Cleaning System จะสังเกตได้ว่าสเปคของค่า LPC สำหรับผลิตภัณฑ์รุ่น Scorpio ลดลงเป็นครึ่งหนึ่งของผลิตภัณฑ์รุ่นเก่า ซึ่งเป็นเหตุให้เครื่องล้างระบบ Aqueous Cleaning System ไม่สามารถทำความสะอาดชิ้นงานได้สะอาดเท่าที่ลูกค้าต้องการ อย่างไรก็ตามถึงแม้จะเปลี่ยนเครื่องล้างสำหรับชุดหัวอ่าน – เขียนสำเร็จรูป จากเครื่องระบบ Aqueous Cleaning System มาเป็นเครื่องล้างระบบ Solvent Cleaning System แต่จะเห็นได้ว่าค่า LPC ของผลิตภัณฑ์รุ่น 2.5 นิ้ว ก็ไม่ดีนัก คือพบว่าหลายครั้งที่ค่า LPC มากกว่าค่าที่กำหนด จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงกระบวนการทำความสะอาดชิ้นงานไปถึงระดับชิ้นส่วนย่อย ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดในบทต่อไป