บทที่ 1
บทนำ

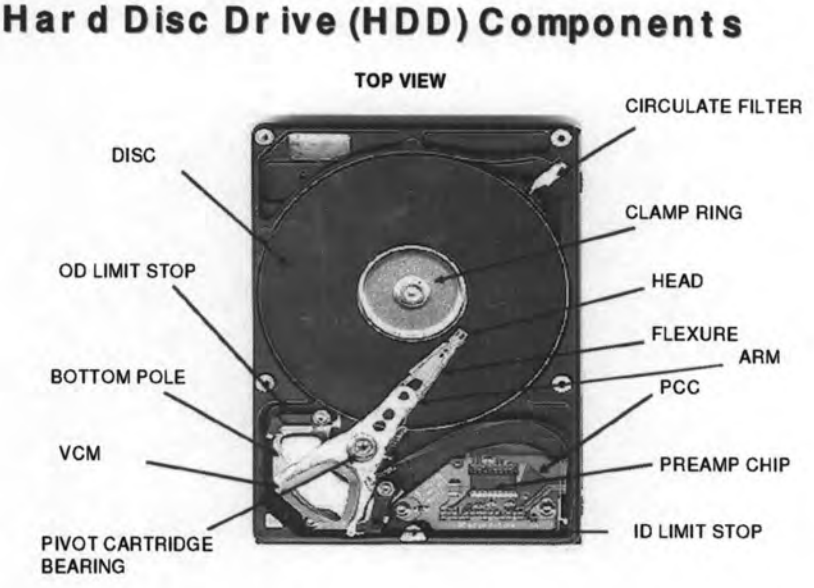
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

บริษัท ไซโก้อินสทรูเมนท์ ไทยแลนด์ จำกัด เป็นบริษัทที่ดำเนินการงานทางธุรกิจด้าน Electronic ประเภท Hard Disc Drive Component ซึ่งมีการผลิตชิ้นส่วนของ Hard Disc Drive (HDD) ส่งไปยังกลุ่มลูกค้าด้าน Hard Disc Drive

โดยการผลิตแบ่งออกเป็น 4 ประเภทคือ

1) กลุ่ม Pivot คือ ชิ้นส่วนที่นำไปประกอบเข้ากับหัวอ่าน Arm Assembly
2) กลุ่ม Ball Bearing หรือตลับลูกปืน คือ ชิ้นส่วนที่นำไปประกอบใน Pivot
3) กลุ่ม Spindle Motor Component คือ ชิ้นส่วนที่นำไปประกอบเป็น Motor ให้เกิดการหมุน
4) กลุ่ม FDB Spindle Motor เป็นธุรกิจตัวใหม่ที่มีการใช้ Oil ในการขับเคลื่อนของ Motor แทนการใช้ Ball Bearing หรือ ตลับลูกปืน

โดยการทำวิจัยในครั้งนี้จะทำที่โรงงานผลิต Ball Bearing ในส่วนของขบวนการประกอบเป็น Ball Bearing (Assembly process)

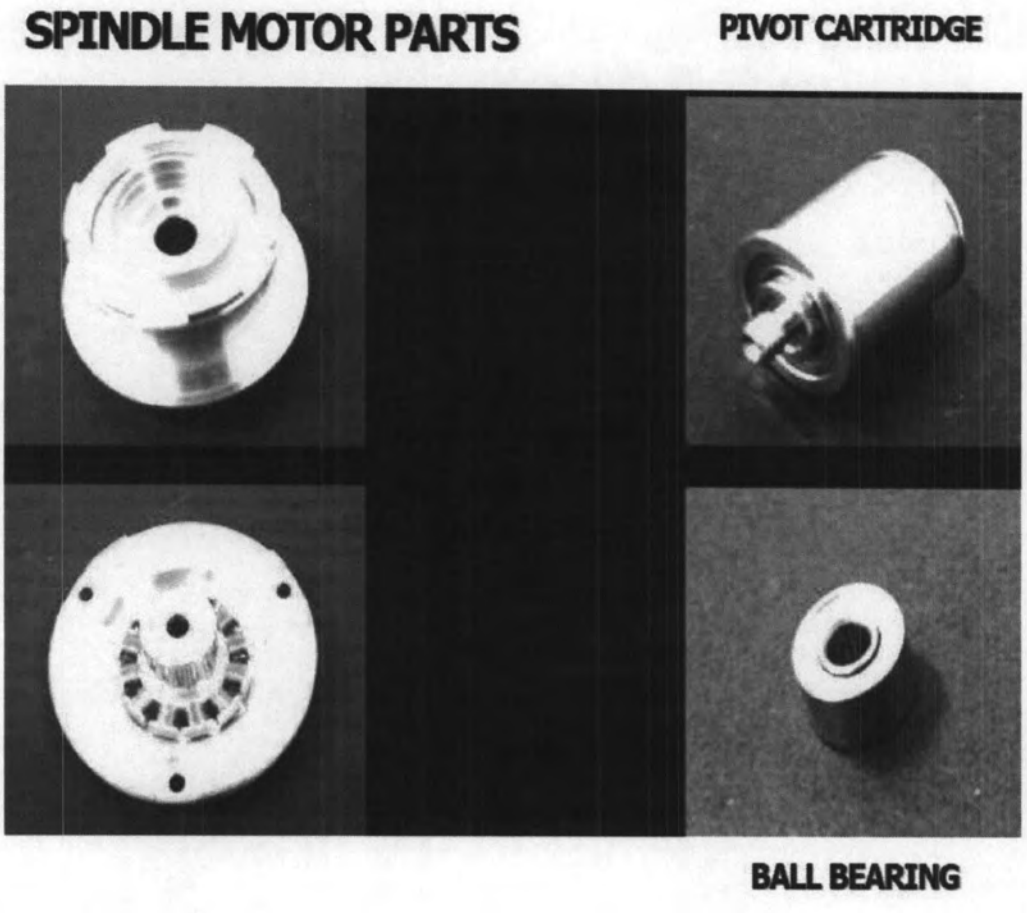


รูปที่ 1.1 แสดงส่วนประกอบต่างๆภายใน Hard Disc Drive (HDD) Components

จากรูปที่ 1.1 แสดงถึงส่วนประกอบต่างๆภายในฮาร์ดดิสก์ไดรท์ (Hard Disc Drive (HDD) Components) อันประกอบด้วย

1) Pivot Cartridge Bearing ทำหน้าที่เป็นแกนหมุนของ Head Stack Assembly (HSA) ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่ประกอบอยู่ใน Arm Coil Assembly
2) Arm Coil Assembly ทำหน้าที่เป็นฐานหรือส่วนประกอบของ Head Stack Assembly(HSA) โดยมี ขดลวด (coil) เป็นตัวสร้างสนามแม่เหล็ก
3) Voice Coil Motor Assembly (VCM) หรือ actuator เป็นชิ้นส่วนประกอบของ HSA ที่ถูกยึดติดแบบถาวรกับแม่เหล็กทำให้ VCM สามารถกระตุ้นการปล่อยกระแสไปสู่ที่ ขดลวด (coil) และทำหน้าที่เคลื่อนหัวอ่านเข้าและออก
4) Head เป็นหัวอ่านข้อมูล
5) Flexure เป็นแผ่นบางๆใช้ยึดหัวอ่าน
6) Bottom Pole มีลักษณะเป็นแม่เหล็กที่เป็นส่วนประกอบของ Voice Coil Motor Assembly (VCM) ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำของกระแสไฟฟ้าในขดลวดคอยล์ (coil)
7) Printed Circuit Control (PCC) ทำหน้าที่เป็นแผงวงจรไฟฟ้า
8) Preamp Chip เป็นวงจรที่ใช้เขียนหรืออ่านข้อมูล
9) ID Limit Stop / OD Limit Stop ทำหน้าที่หยุดไม่ให้หัวอ่านไปชนมอเตอร์หรือออกมานอกมีเดีย เพื่อเป็นการจำกัดการเดินทางไม่ให้หัวอ่านหลุดจากมีเดียหรือชนมอเตอร์หรือเป็นการควบคุมตำแหน่งหัวอ่านให้วิ่งระหว่าง เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (OD)และเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (ID)
10) Disc หรือ Media เป็นตัวเก็บข้อมูล ซึ่งมีเดียจะถูกชุบพิเศษ อันจะทำให้ข้อมูลถูกจัดเก็บในรูปของแม่เหล็ก โดยที่ มีเดียอาจทำจากอลูมิเนียม , แก้ว หรือ เซรามิกซ์ เป็นต้น
11) Clamp Ring ทำหน้าที่ยึดมีเดียเข้ากับ Spindle Motor
12) Circulate Filter ทำหน้าที่กำจัดสิ่งสกปรก (Contaminant) ออกจากไดร์ท (Drive) ตลอดเวลา โดยจะทำการกรองอนุภาค (Particles) ออกจากอากาศในฮาร์ดดิสก์ เพื่อไม่ให้ อนุภาค (Particles) นั้นไปทำลายมีเดียหรือกลไกการทำงานของฮาร์ดดิสก์

<u>ผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆที่มีการผลิตในบริษัท ไซโก้อินสทรูเมนท์ ไทยแลนด์ จำกัด</u>



รูปที่ 1.2 ผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆที่มีการผลิตในบริษัท ไซโก้อินสทรูเมนท์ ไทยแลนด์ จำกัด

จากรูปที่1.2 แสดงถึงผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆที่มีการผลิตในบริษัท ไซโก้อินสทรูเมนท์ ไทยแลนด์ จำกัด

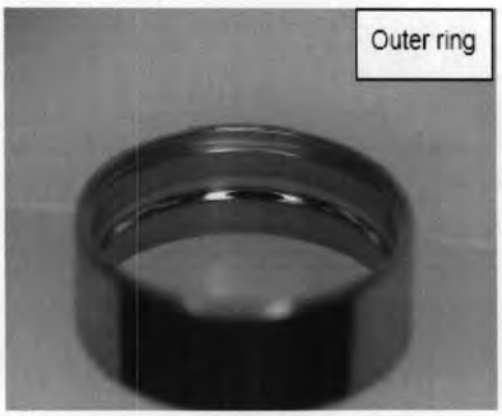
อันประกอบไปด้วย

1) ผลิตภัณฑ์ Ball Bearing หรือที่เรียกว่าตลับลูกปืนเป็นชิ้นส่วน (piece part) ที่ใช้เป็นส่วนประกอบหนึ่งที่สำคัญในผลิตภัณฑ์หลายชนิดอันได้แก่ Fan motor , Spindle Motor , Hard disk drive , Printer , Generator เป็นต้น
2) ผลิตภัณฑ์ Pivot Cartridge ทำหน้าที่เป็นแกนหมุนของ Head Stack Assembly (HSA) ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่ประกอบอยู่ใน Arm Coil Assembly
3) ผลิตภัณฑ์ Spindle Motor Part เป็นมอเตอร์ความเร็วสูงที่ใช้ในการหมุนแผ่นมีเดีย ในระหว่างการทำงานของฮาร์ดดิสก์ มีเดียจะถูกหมุนได้ตั้งแต่ 3,600 จนถึง 15,000 รอบต่อวินาที ซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละรุ่นของฮาร์ดดิสก์

เนื่องจากในงานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับขบวนการประกอบชิ้นส่วนที่เรียกว่า Ball Bearing หรือ Assembly Process โดยขบวนการที่จะทำการศึกษา คือ ขั้นตอนของ US Washing ดังขบวนการข้างล่างนี้

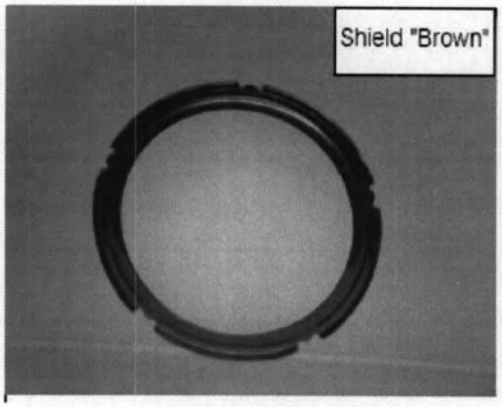
รายละเอียดของวิธีปฏิบัติงานในการทำการสกัดสารปนเปื้อนออกจากชิ้นงาน (Process Description)

เนื่องจากขบวนการที่ทำการทดลองมีการใช้ชิ้นงานหลังจากผ่านขั้นตอนการจับคู่เพื่อประกอบเป็นตลับลูกปืน (A/F Matching) จากรูปข้างล่างแสดงชิ้นส่วนย่อยของตลับลูกปืน



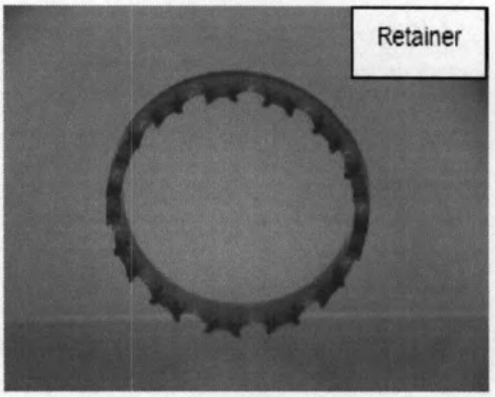
(a)

(b)

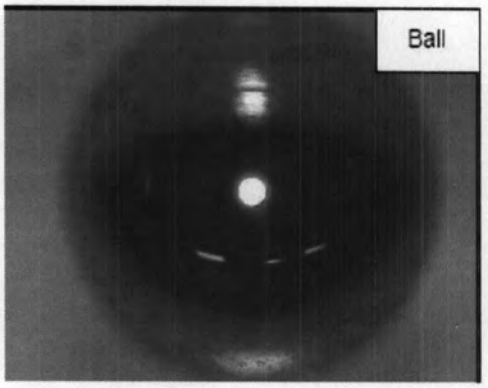


(c)

(d)



(e)

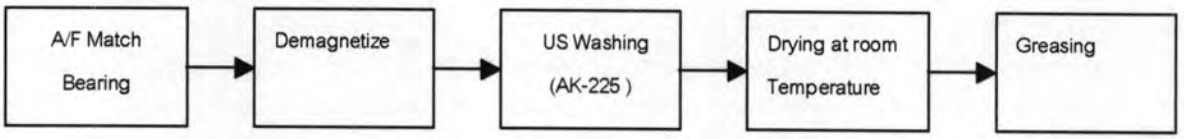


(f)

รูปที่ 1.3 (a) , (b) , (c) ,(d) , (e) และ (f) **แสดงถึงชิ้นส่วนย่อยของตลับลูกปืน**

จากรูปที่ 1.3 (a) , (b) , (c) ,(d) , (e) และ (f) **แสดงถึงชิ้นส่วนย่อยของตลับลูกปืนอันได้แก่ วงแหวนนอก** (Outer ring (OR)) , **วงแหวนใน** (Inner ring (IR)) , **ฝาครอบสีน้ำตาล (** Shield "Brown") , **ฝาครอบสีเงิน (** Shield "Silver"), **ตัวกั้นลูกปืน** (Retainer) **และ ลูกบอล** (Ball) **ตามลำดับ**

1) **วิธีการปัจจุบัน** (Current Process)

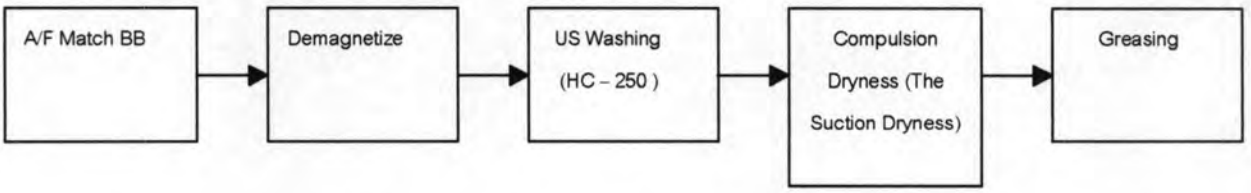


รูปที่ 1.4 **แสดงขบวนการล้างชิ้นงานสำหรับวิธีการปัจจุบัน** (Current Process)

จากรูปที่ 1.4 **เป็นการแสดงขั้นตอนของขบวนการล้างชิ้นงาน ดังมีรายละเอียดของขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้**

1) A/F Match Bearing **เป็นการนำชิ้นส่วนย่อยอันได้แก่** Inner Ring (IR) , Outer Ring (OR) , Ball , Shield **และ** Retainer **มาจับคู่เพื่อประกอบเข้าด้วยกันซึ่งเป็นขั้นตอนที่เรียกว่า** A/F Matching
2) Demagnetize **เป็นขั้นตอนของการทำลายสนามแม่เหล็กที่ตัวงานหลังจากผ่านขั้นตอนการจับคู่เพื่อประกอบ** (A/F Matching) **เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้อนุภาคของแข็งต่างๆ** (solid particle) **เช่นฝุ่นผง , ละอองต่างๆยึดติดบนตัวชิ้นงาน**
3) US Washing with AK-225 **เป็นขั้นตอนของการทำความสะอาดชิ้นงานที่ผ่านขั้นตอนการจับคู่เพื่อประกอบและผ่านการทำลายสนามแม่เหล็กแล้วด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้อยู่เดิมคือ** AK-225
4) Drying at room temperature **เป็นขั้นตอนของการอบแห้งชิ้นงานณ.อุณหภูมิห้อง (เนื่องจาก** AK- 225 **เป็นตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีจุดเดือดต่ำ)**
5) Greasing **เป็นการใส่** Grease **ลงไปในตลับลูกปืน** (Bearing) **เพื่อให้หล่อลื่น**

2) **วิธีการทดแทนวิธีการที่ 1** (The Substitution Process I)



รูปที่ 1.5 **แสดงขบวนการล้างชิ้นงานสำหรับวิธีการทดแทนวิธีการที่** 1 (The Substitution_Process I)

จากรูปที่ 1.5 เป็นการแสดงขั้นตอนของขบวนการล้างชิ้นงาน ดังมีรายละเอียดของขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

1) A/F Match Bearing

2) Demagnetize

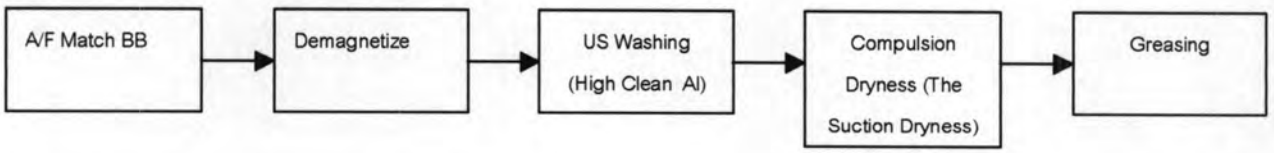
โดยขั้นตอนที่ 1 และ 2 จะมีวิธีการดำเนินงานที่เหมือนกันกับขบวนการล้างชิ้นงานสำหรับวิธีการปัจจุบัน(Current Process)

3) US Washing with HC-250 เป็นขั้นตอนของการทำความสะอาดชิ้นงานที่ผ่านขั้นตอนการจับคู่เพื่อ ประกอบและผ่านการทำลายสนามแม่เหล็กแล้วโดยมีการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ทดแทนตัวที่ 1 คือ HC-250

4) Compulsion Dryness (The Suction Dryness) เป็นขั้นตอนของการอบแห้งชิ้นงาน โดยมีการใช้ ตู้อบเข้ามา ช่วย (เนื่องจาก HC-250 เป็นตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีจุดเดือดสูง ระเหยได้ช้า)

5) Greasing เป็นการใส่ Grease ลงไปในตลับลูกปืน (Bearing) เพื่อให้หล่อลื่น

3) วิธีการทดแทนวิธีการที่ 2 The Substitution Process II



รูปที่ 1.6 แสดงขบวนการล้างชิ้นงานสำหรับวิธีการทดแทนวิธีการที่ 2 (The Substitution_Process II)

จากรูปที่ 1.6 เป็นการแสดงขั้นตอนของขบวนการล้างชิ้นงาน ดังมีรายละเอียดของขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

1) A/F Match Bearing

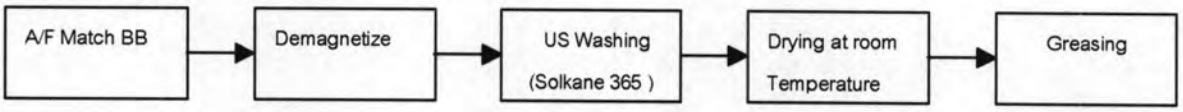
2) Demagnetize

โดยขั้นตอนที่1 และ 2 จะมีวิธีการดำเนินงานที่เหมือนกันกับขบวนการล้างชิ้นงานสำหรับวิธีการปัจจุบัน(Current Process)

3) US Washing with High Clean Al เป็นขั้นตอนของการทำความสะอาดชิ้นงานที่ผ่านขั้นตอนการจับคู่เพื่อประกอบและผ่านการทำลายสนามแม่เหล็กแล้วโดยมีการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ทดแทนตัวที่ 2 คือ High Clean Al

4) Compulsion Dryness (The Suction) เป็นขั้นตอนของการอบแห้งชิ้นงานโดยมีการใช้ตู้อบเข้ามาช่วย (เนื่องจาก High Clean Al เป็นตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีจุดเดือดสูง ระเหยได้ช้า)

4) วิธีการทดแทนวิธีการที่ 3 (The Substitution Process III)



รูปที่ 1.7 แสดงขบวนการล้างชิ้นงานสำหรับวิธีการทดแทนวิธีการที่ 3 (The Substitution_Process III)

จากรูปที่ 1.7 เป็นการแสดงขั้นตอนของขบวนการล้างชิ้นงาน ดังมีรายละเอียดของขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

1) A/F Match Bearing

2) Demagnetize

โดยขั้นตอนที่ 1และ2 จะมีวิธีการดำเนินงานที่เหมือนกันกับขบวนการล้างชิ้นงานสำหรับวิธีการปัจจุบัน(Current Process)

3) US Washing with Solkane 365 เป็นขั้นตอนของการทำความสะอาดชิ้นงานที่ผ่านขั้นตอนการ จับคู่เพื่อประกอบและผ่านการทำลายสนามแม่เหล็กแล้วโดยมีการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ทดแทนตัวที่3 คือ Solkane 365

4) Drying at room temperature เป็นขั้นตอนของการอบแห้งชิ้นงานณ.อุณหภูมิห้อง (เนื่องจาก Solkane 365 เป็นตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีจุดเดือดต่ำ)

เนื่องจากกระบวนการผลิตตลับลูกปืนประกอบด้วยการเจาะ ตัด กลึง ขึ้นรูปการประกอบ (Assembly) ซึ่งแต่ละขบวนการย่อมต้องสัมผัสกับสารปนเปื้อน หรือสิ่งสกปรกที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตอันได้แก่

1) ประเภทสารอนินทรีย์ได้แก่ เศษโลหะ (Chip) ที่มาจากเนื้อของวัตถุดิบเอง , โลหะที่มาจาก cutting tooling , อนุภาค (Particle) ขนาดเล็กเช่นสารประกอบอนินทรีย์ซึ่งเป็นพวกหินขัดซึ่งใช้ในขั้นตอนการขัดร่องนำบอล (raceway)

2) ประเภทสารอินทรีย์ได้แก่ น้ำมันหล่อลื่นต่างๆ จากเครื่องจักร , น้ำมันจากขบวนการเจาะ ตัด กลึง ขึ้นรูปชิ้นงาน (Cutting Oil)

ดังนั้นขบวนการ Precision Cleaning จึงนับเป็นขบวนการที่สำคัญในการนำสิ่งสกปรกออกจากตัวชิ้นงานซึ่งถือเป็นการสกัด (Extraction) โดยมีการใช้ตัวทำละลายเพื่อทำการสกัดสิ่งสกปรกออกจากตัวชิ้นงาน ที่เรียกว่า Liquid Extraction

เทคนิคที่นำมาใช้จะเกี่ยวข้องกับการสกัด (Extract) สารปนเปื้อนออกจากตัวชิ้นงาน โดยสารปนเปื้อนดังกล่าว คือ Unwanted material หรือส่วนปนเปื้อน มีอยู่ 4 ประเภท คือ

1) Particulate – Solid material
2) Organic – Hydrocarbon
3) Ionic – Inorganic or Salt type residues
4) Micro – Living organisms

เหตุผลสำคัญที่ต้องการกำจัด Unwanted Material หรือสารปนเปื้อนออกจากชิ้นงานเนื่องจากเป็นสาเหตุให้การทำงานของ Drive ผิดพลาด อันเนื่องจาก

1) อนุภาคต่างๆ เหล่านั้น เป็นเหตุให้เกิดผลด้าน อุณหภูมิขณะใช้งานสูงขึ้น ทำให้เกิดรอยขีดข่วนใน media และ head ระหว่างใช้งาน
2) อิออนต่างๆ เป็นสาเหตุของการกัดกร่อนของ head ,media และส่วนประกอบอื่นๆ
3) สารประกอบอินทรีย์ที่เกิดขึ้น ทำให้เกิดสารระเหยซึ่งมีผลต่อ การสัมผัสของหัวอ่าน กับ mediaทำให้เกิดรอยขีดข่วนใน media และ head เป็นเหตุให้หัวอ่านอ่านข้อมูลไม่ได้

ความสะอาดในระดับที่ทำให้ การทำงานของ Drive มีประสิทธิภาพที่ดี ไม่ได้หมายถึง ความสะอาดที่เป็น 100 % แต่เป็นการกระทำที่สามารถจัดให้ สารเจือปน หรือ contaminant ประมาณ 80% ถูกจำกัดออกไป ซึ่งช่วงประสิทธิภาพจะอยู่ในช่วงใด จะขึ้นอยู่กับกระบวนการของระบบ

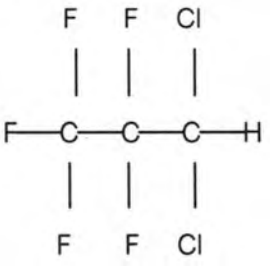
ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาคุณสมบัติของ HC-250 ซึ่งเป็นตัวทำละลายอินทรีย์ ประเภท Paraffinic Hydrocarbon ที่มีจำนวนคาร์บอน 10 ตัวมีชื่อเรียกว่า Decane , High Clean Al ซึ่งเป็นตัวทำละลายอินทรีย์ประเภท Paraffinic Hydrocarbon เช่นกันแต่มีจำนวนคาร์บอน n ตัวเรียกว่าเป็นสารผสมของ Paraffinic HydrocarbonและSolkane 365 ซึ่งเป็นตัวทำละลายอินทรีย์ประเภท Hydrofluorocarbon เทียบกับสาร AK-225 ซึ่งเป็นตัวทำลายอินทรีย์ประเภท Hydrochlorofluorocarbon เพื่อเป็นการนำตัวทำละลายอินทรีย์ที่เหมาะสมมาใช้แทนในขบวนการล้างชิ้นงานอย่างประณีต (Precision Cleaning) และป้องกันการเกิดสนิม (Corrosion Inhibitor)

โดยที่ในการวิจัยจะทำการศึกษาสารที่มีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน คือ AK-225 ซึ่งจัดเป็นตัวทำละลายอินทรีย์ประเภทไฮโดรคลอโรฟลูออโรคาร์บอน(Hydrochlorofluorocarbon HCFC)ซึ่งประกอบไปด้วยสารเคมี2ตัวผสมกันคือ

1) HCFC-225 ca โดยมีชื่อทางเคมีคือ -3,3,-Dichloro-1,1,1,2,2-pentafluoropropane (HCFC-225ca) ในปริมาณเท่ากับ39.6–49.5%

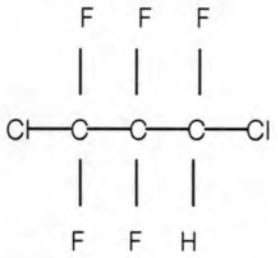
2) HCFC-225 cb โดยมีชื่อทางเคมีคือ -1,3,-Dichloro-1,1,1,2,3-pentafluoropropane (HCFC-225cb) ในปริมาณเท่ากับ 59.4 – 49.5 %

HCFC-225 ca



(a)

HCFC-225 cb



(b)

รูปที่ 1.8 (a) **และ**(b) **แสดงโครงสร้างทางเคมีของตัวทำละลายอินทรีย์** AK-225

จากรูปที่ 1.8(a) **และ**(b) **แสดงถึงสูตรโครงสร้างทางเคมีของตัวทำละลายอินทรีย์** AK-225 **ที่ประกอบไปด้วยสารเคมี** 2 **ตัวผสมกันดังรูป**(a) **และ**(b) **ที่ต่างกันตรงตำแหน่งของ ฟลูออไรด์** (F), **คลอไรด์** (Cl) **และ ไฮโดรคาร์บอน** (H) **ที่ยึดเกาะกับตำแหน่งของคาร์บอน** (C)

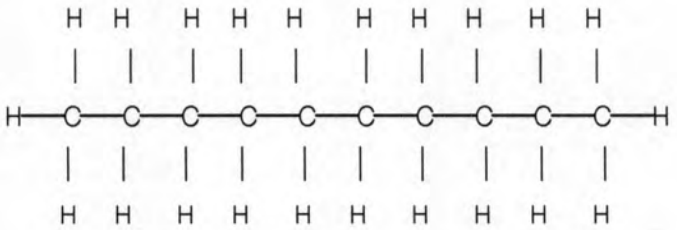
โดยจะทำการศึกษาสารจำพวก ไฮโดรคาร์บอน 2 **ตัวคือ** HC-250 **และ** High Clean Al **พร้อมกันกับสารจำพวกไฮโดรฟลูออโรคาร์บอนคือ** Solkane 365

ซึ่งขั้นตอนที่ทำการศึกษาในการวิจัยนี้คือการทำความสะอาดตัวชิ้นงานด้วยตัวทำละลายอินทรีย์โดยใช้คลื่นเหนือเสียง(Ultrasonic washing with Solvent) **ซึ่งจัดว่าเป็นขบวนการของ การทำ** Precision Cleaning **ซึ่งเป็นขั้นตอนการทำความสะอาดชิ้นงาน ด้วยความประณีต**

สำหรับตัวทำละลายอินทรีย์ที่นำมาศึกษาดังมีรายละเอียดทางเคมีดังต่อไปนี้

1) **ตัวทำละลายอินทรีย์ทดแทนตัวที่** 1 **คือ** HC-250 **ที่มีชื่อทางเคมีคือพาราฟินิกไฮโดรคาร์บอน**(Paraffinic – Hydrocarbon ($C_{10}H_{22}$) **โดยที่เฉลี่ยแล้วเป็นสารจำพวก** Decane ($C_{10}H_{22}$)

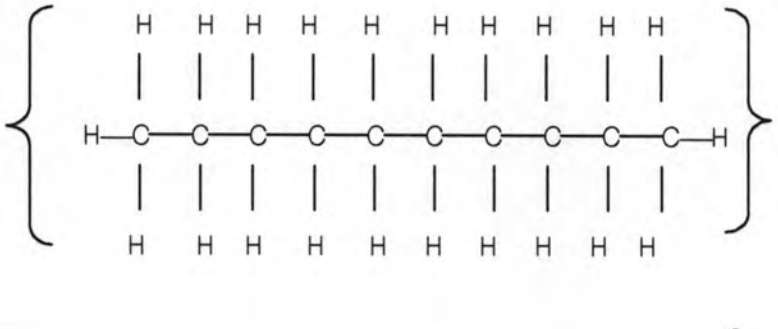
HC-250 ($C_{10}H_{22}$**)**



รูปที่ 1.9 **แสดงโครงสร้างทางเคมีของตัวทำละลายอินทรีย์** HC-250

จากรูปที่ 1.9 แสดงถึงสูตรโครงสร้างทางเคมีของตัวทำละลายอินทรีย์ HC-250 ที่ประกอบไปด้วย ไฮโดรคาร์บอน 10 อะตอม และ ไฮโดรเจน 22 อะตอม

2) ตัวทำละลายอินทรีย์ทดแทนตัวที่ 2 คือ High Clean ALที่มีชื่อทางเคมีคือไอโซพาราฟินิกไฮโดรคาร์บอน Isoparaffinic – Hydrocarbon ที่ประกอบไปด้วย คาร์บอน n อะตอม และ ไฮโดรเจน n อะตอม

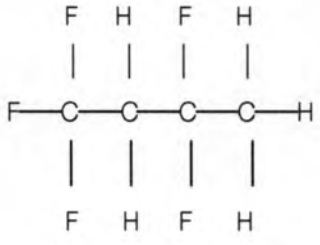


n

รูปที่ 1.10 แสดงโครงสร้างทางเคมีของตัวทำละลายอินทรีย์ High Clean Al

จากรูปที่ 1.10 แสดงถึงสูตรโครงสร้างทางเคมีของตัวทำละลายอินทรีย์ High Clean Al ซึ่งจัดเป็น ไฮโดรคาร์บอนผสม (Mixed Hydrocarbon)

3) ตัวทำละลายอินทรีย์ทดแทนตัวที่ 3 คือ Solkane 365 mfc (HFC-365mfc) เป็นสารจำพวกไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน



รูปที่ 1.11 แสดงโครงสร้างทางเคมีของตัวทำละลายอินทรีย์ Solkane 365 mfc(HFC-365mfc)

จากรูปที่ 1.11 แสดงถึงสูตรโครงสร้างทางเคมีของตัวทำละลายอินทรีย์ Solkane 365 ซึ่งจัดเป็น สารไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC) ซึ่งมีการใช้สารหมู่ฮาโลเจนคือฟลูออไรด์

ตารางที่ 1.1 แสดงคุณสมบัติของ AK-225 และตัวทำละลายอินทรีย์ 3 ชนิด (HC-250 , High Clean Al , Solkane 365)

คุณสมบัติ		ตัวทำละลายอินทรีย์			
		AK-225	HC-250	High Clean Al	Solkane 365
ชื่อทางเคมี	ส่วนประกอบทางเคมี	Hydrochlorofluorocarbon	Paraffinic Hydrocarbon	Isoparaffinic Hydrocarbon	Pentafluorobutane
ข้อมูลด้านอันตรายเกียวกับไฟ	จุดวาบไฟ	ไม่มี	53°C	53°C	-27°C
	การลุกไหม้ติดไฟ	ไม่มี	ไม่ลุกไหม้ติดไฟ ณ.อุณหภูมิห้อง	ไม่ลุกไหม้ติดไฟ ณ.อุณหภูมิห้อง	ลุกไหม้ติดไฟ ณ.อุณหภูมิห้อง
ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม	การทำลายชั้นบรรยากาศ	X (อันตรายมาก)	ไม่อันตราย	ไม่อันตราย	X (อันตรายปานกลาง)
อื่นๆ	จุดเดือด	54°C	172°C	171-187.22 °C	40°C
	ความถ่วงจำเพาะ	1.55	0.729	0.759	1.27
	ราคา(ต่อลิตร)	870 บาท	115.50 บาท	70 บาท	420 บาท
การล้างโดยใช้คลื่นเหนือเสียง	ผลต่อชิ้นงาน(retainer)	ไม่มีผล	ไม่มีผล	ไม่มีผล	ไม่มีผล

ตารางที่ 1.2 แสดงส่วนประกอบของวัสดุ(Raw material) ของส่วนประกอบแต่ละชนิดของ Ball Bearing (ตลับลูกปืน)

รายละเอียด	ส่วนประกอบแต่ละชนิดของตลับลูกปืน (Ball Bearing) รุ่น 6140				
	Inner Ring (IR)	**Outer Ring (OR)**	**Shield**	**Ball**	**Retainer**
ชนิดของวัสดุ (Type of material)	**D 4000 (SUS 440C)** Stainless Steel	**D 4000 (SUS 440C)** Stainless Steel	**SUS 304** Stainless Steel	**SUJ-2** Steel	**Nylon 66** Polyamide
Composition (%)					
- Fe (Main Composition)	85.50	85.54	71.31	96.91	none
- Cr (Rust Preventive)	12.43	12.34	18.12	1.40	none
- C	0.63	0.63	0.05	1.00	none
- Si	0.16	0.17	0.54	0.20	none
- Mn	0.64	0.64	0.88	0.26	none
- P	0.24	0.28	0.025	0.01	none
- S	0.40	0.40	0.006	0.006	none
-Ni	none	none	9.07	0.07	none
-Cu	none	none	10.07	0.14	none
- Other (such as Ti ,V,O,Mo)	0.005	0.003	none	0.003	none

1.2 ปัญหาที่พบในกระบวนการ

1. AK-225 ซึ่งเป็น Chemical Agent ตัวที่ใช้อยู่ปัจจุบัน มีผลต่อสิ่งแวดล้อม และกฎหมายที่ให้เลิกใช้ภายในอีก 5 ปีข้างหน้า เนื่องจากเป็นสาร Hydrochlorofluorocarbon
2. ในเรื่องของต้นทุนการผลิต เนื่องจาก AK-225 เป็นสารเคมีที่มีราคาแพง

   Unit price of AK – 225 = 870 Baht / Liter

   Unit price of HC- 250 = 115.50 Baht / Liter

   Unit price of High Clean Al = 70 Baht/ Liter

   Unit price of Solkane 365 = 420 Baht/ Liter
3. ในเรื่องของต้นทุนการกำจัดเนื่องจาก AK–225 เป็นสารเคมีที่ทำลายชั้นบรรยากาศ(Ozone depletion)

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ทำการศึกษาเพื่อหาอัตราของการสกัดสารปนเปื้อนออกจากตัวชิ้นงานของตัวทำละลายอินทรีย์ 3 ชนิดที่จะนำมาทดแทนตัวทำละลายอินทรีย์เดิมที่ใช้อยู่คือ AK-225 เนื่องจาก

1.3.1 ลดต้นทุนการผลิตของกระบวนการ

1.3.2 สามารถนำตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น ตัวทำละลายอินทรีย์ HC-250,High Clean Al หรือ Solkane 365 มาทำการ Recycle เพื่อใช้ในขบวนการอื่น

1.3.3 เปลี่ยนการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ AK-225ในขั้นตอนการล้างของกระบวนการอื่นมาเป็นสารทดแทนชนิดอื่นทั้งหมดเนื่องจาก AK-225 เป็นสารที่ทำลายชั้น ozone ในบรรยากาศ

1.4 ของเขตการศึกษา/วิจัย

1. ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของ ตัวทำละลายอินทรีย์ HC-250 , High Clean Al , Solkane 365 เทียบกับ Solvent AK -225 ซึ่งเป็นสารพวก Hydrochlorofluorocarbon : 3,3-Dichloro-1,1,1,2,2 – pentafluoropropane (HCFC-225ca) (39.6-49.5 %) & 1,3- Dichloro – 1,1,2,2,3 – pentafluoropropane (HCFC-255cb) (59.4-49.5%) เพื่อนำตัวทำละลายอินทรีย์ที่เหมาะสม มาใช้แทน AK-225 โดยปัจจัยที่ศึกษาได้แก่

   1.1 อุณหภูมิของตัวทำละลายอินทรีย์ในถังที่ใช้ล้างชิ้นงาน

   1.2 การใช้คลื่นเหนือเสียง (Ultrasonic) ในการล้างชิ้นงาน

   1.3 เปรียบเทียบคุณภาพของงานในผลของ Rusty Prevention(การทนทานต่อการเกิดสนิม)

   1.4 ดูถึงผลของ Retainer (material : Nylon) ต่อการทนทาน Solvent (HC-250) , High Clean Al และ Solkane 365

   1.5 เปรียบเทียบคุณภาพของงานในเรื่องของสารตกค้างบนตัวชิ้นงานเช่นสารจำพวก Hydrocarbonเทียบกับก่อนและหลังการสกัดสิ่งสกปรกออกจากตัวชิ้นงานโดยใช้เทคนิคการดูดกลืนรังสี IR ของสาร Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR) ,เทคนิคการระเหยกลายเป็นไอของสาร(Outgassing Method)โดยใช้เครื่องมือ Gas Chromatohraphy – Mass Spectrometer (GC-MS)

2. ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของตัวทำละลายอินทรีย์ , การใช้เครื่องทำความสะอาดแบบใช้คลื่นเหนือเสียง (Ultrasonic Cleaner) ต่อการสกัดสิ่งสกปรกออกจากตัวชิ้นงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1. ลดต้นทุนการผลิต
2. ลดปัญหาการกำจัดสารเคมีทิ้ง
3. ทำให้เป็นไปตามข้อกำหนดด้านสิ่งแวดล้อมที่ให้มีการเลิก AK-225 ซึ่งเป็นสาร HCFC

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ทำการศึกษาคุณสมบัติของสารเคมีเพื่อหาตัวทำละลายอินทรีย์ที่เหมาะสมในการสกัดสิ่งสกปรกออกจากตัวชิ้นงานเทียบกับตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้อยู่เดิมคือ AK-225
2. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการล้างซึ่งได้แก่อุณหภูมิและการใช้คลื่นเหนือเสียง
3. ทำการศึกษาและประเมินเบื้องต้น (Pre-Evaluation) ถึงผลกระทบต่อลักษณะการเปลี่ยนแปลงของชิ้นส่วนงานต่อการทนทานต่อตัวทำละลายอินทรีย์แต่ละชนิดและการทนทานต่ออุณหภูมิที่ใช้ในการล้างชิ้นงาน
4. ทำการทดลองใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ทั้ง 4 ชนิด ในขบวนการล้างเพื่อดูถึงประสิทธิภาพการสกัดสารออกจากตัวชิ้นงาน
5. ทำ Rusty Preservation (การทนทานต่อการเกิดสนิม) และดูการเกิดคราบบนตัวชิ้นงาน
6. ตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารตกค้างบนตัวชิ้นงานและ outgassing (ปริมาณ gas ที่ระเหยออกมาจากตัวชิ้นงาน)
7. คำนวณหาอัตราการสกัดสารปนเปื้อนออกจากตัวชิ้นงาน เพื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการสกัดสารออกจากตัวชิ้นงานของตัวทำละลายอินทรีย์ทั้ง 4 ชนิด
8. สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง