

บทที่ 7 สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการวิเคราะห์

ในกระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ในขั้นตอนการปิดฝาปิด เข้ากับตัวฐานโดยการขันสกรูเป็นขั้นตอนสุดท้ายก่อนนำฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ไปทดสอบการทำงานภายใต้อุณหภูมิสูงประมาณ 60 องศาเซลเซียส แต่ภายหลังการทดสอบพบว่า สกรูบนฝาปิดมีการหลวมคลอนเกิดขึ้น จากการตรวจสอบพบว่า ค่าแรงบิดคลายตัวของสกรูมีค่าลดลงต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด โดยคาดว่ามาจากการขยายและหดตัวของวัสดุเนื่องจากความร้อน ทำให้ส่งผลต่อสมรรถนะในการทำงานฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ งานวิจัยนี้ใช้โปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์ในการศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่อการหลวมคลอนของฝาปิดภายหลังการทดสอบที่อุณหภูมิสูง และวิเคราะห์ผลการคลายตัวของสกรูที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ เมื่อมีการปรับเปลี่ยนลำดับการขันสกรู และแรงบิดที่ใช้ในการขัน รวมทั้งปรับปรุงกระบวนการประกอบฝาปิดเข้ากับตัวฐานของฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ เพื่อเป็นการลดความเสียหายที่เกิดขึ้นและเวลาที่ใช้ในการกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ ผลจากการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

1. จากการวิเคราะห์กระบวนการขันฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ที่ใช้ในปัจจุบัน พบว่า การกระจายตัวของความเค้น และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของฝาปิดจะมีค่าสูงบริเวณที่มีการขันสกรู โดยเฉพาะมุมทั้ง 4 ของฝาปิดจะมีค่ามากกว่าบริเวณที่ขันสกรูบริเวณอื่นๆ เนื่องจากบริเวณดังกล่าวอยู่ห่างจากยางที่ใช้สำหรับปิดช่องว่างระหว่างฐาน กับฝาปิด ที่อยู่ข้างล่างฝาปิด และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของฝาปิด จะเกิด Displacement ในทิศทางที่ตั้งฉากกับฝาปิด (แนวแกน Z) บริเวณที่มีการขันสกรูทุกตัว แต่ขนาดของ Displacement จะมีขนาดที่แตกต่างกันออกไปตามแต่ละตำแหน่งการขันสกรู

2. การขันสกรูแต่ละตัวนั้นจะส่งผลต่อค่าแรงกดของสกรูของสกรูที่อยู่บริเวณใกล้เคียง กับสกรูตัวที่โดนขัน ค่าแรงกดของสกรูที่มีค่าลดลงบ่งบอกถึงค่าแรงยึดติระหว่างสกรูกับฝาปิด เมื่อค่าลดลงหมายถึง สกรูเกิดการคลายตัวนั่นเอง ในขณะที่การขันย้ำของสกรูทำให้ค่าแรงกดของสกรูของสกรูตัวที่มีการขันย้ำมีค่าเพิ่มขึ้น โดยการขันย้ำนั้นจะส่งผลต่อสกรูในบริเวณใกล้เคียง น้อยมาก

3. ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบการปรับเปลี่ยนลำดับการขันสกรู โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 รูปแบบการขัน ได้แก่ Circular, Across และ Zigzag ในกระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไครฟ์พบว่า ในลำดับการขันสกรูโดยไม่มีการขันย้ำนั้น รูปแบบการขันแบบ Circular จะให้ผลดีที่สุดซึ่งแบบจำลอง Circular จะมีค่าสัดส่วนแรงกดของสกรูที่มากที่สุดมีค่าต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับแบบจำลองอื่นๆ โดยมีค่าสัดส่วนแรงกดของสกรูของสกรูแต่ละตัวมีค่าแตกต่างกันไม่มาก

4. สำหรับลำดับการชันสกรู โดยมีการชันย่ำพบว่า รูปแบบการชันแบบ Across เป็นรูปแบบการชันสกรูที่ดีที่สุดเนื่องจาก ค่าสัดส่วนแรงกดของสกรูของสกรูทุกตัวมีค่าโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วงที่ดีที่สุด โดยค่าสัดส่วนแรงกดของสกรูของสกรูทุกตัวมีค่าใกล้เคียง 100% มากกว่ารูปแบบการชันอื่นๆ

5. ในกรณีการเพิ่มค่าทอร์กในกระบวนการชันจากผลที่ได้พบว่า การเพิ่มค่าทอร์กในการชันสกรูยังคงทำให้แนวโน้มการกระจายตัวของความเค้น และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของฝาปิดมีลักษณะคล้ายกันกับแบบจำลองที่มีค่าทอร์กที่ใช้งานในปัจจุบัน เพียงแต่ขนาดของทั้งความเค้น และ Displacement จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อทอร์กเพิ่มขึ้น ในส่วนของค่าแรงกดของสกรูเมื่อนำค่ามาหาค่าสัดส่วนแรงกดของสกรูพบว่า เมื่อทอร์กเพิ่มสูงขึ้นจะทำให้ค่าสัดส่วนแรงกดของสกรูมีค่าลดลงในสกรูบางตัว นั้นแสดงให้เห็นว่า จำเป็นต้องมีการชันย่ำสกรู เพื่อให้ค่าสัดส่วนมีค่าเพิ่มสูงขึ้นในกรณีที่ต้องการเพิ่มค่าทอร์กให้กับการชันสกรู

6. ในการวิเคราะห์ผลเนื่องจากอุณหภูมิพบว่า เมื่อฮาร์ดดิสก์ไครฟ์มีอุณหภูมิสูงขึ้น 35 องศาเซลเซียส ทำให้ฝาปิดเกิดการขยายตัวในระนาบของฝาปิด (แนวแกน X และ Y) มากกว่าการขยายตัวในทิศทางตั้งฉากกับระนาบของฝาปิด (แนวแกน Z) จึงทำให้บริเวณส่วนกลางของฝาปิดมีค่า Displacement แนวในแกน Z ลดลง แต่สำหรับบริเวณที่มีการชันสกรูพบว่า ค่า Displacement เฉลี่ยรอบๆ รูสกรูจะมีเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการอ่อนตัวของฝาปิด เมื่อได้รับความร้อนรวมกับแรงกดที่ได้จากสกรู ในส่วนของการกระจายตัวของความเค้นพบว่า ความเค้นโดยเฉลี่ยบริเวณที่ชันสกรูจะมีค่าความเค้นสูงขึ้น แต่บริเวณกลางของฝาปิดกลับพบว่า ความเค้นมีค่าลดลงซึ่งเกิดจากการขยายตัวของฝาปิด เมื่อได้รับความร้อนและไม่มีการยึดติดในบริเวณนั้นจึงทำให้เกิดการขยายตัวอย่างอิสระ สำหรับค่าแรงกดของสกรูพบว่า เมื่อฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ได้รับความร้อนทำให้ค่าลดลง เมื่อคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การลดลงเปรียบเทียบกับค่าแรงกดของสกรูก่อนได้รับอุณหภูมิพบว่า มีค่าลดลงมากที่สุดคิดเป็น 15.7 % นั้นแสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทำให้เกิดการคลายตัวของสกรู

7. ในการวิเคราะห์กรณีการเพิ่มค่าทอร์กในการชันสกรูเมื่อได้รับอุณหภูมิพบว่า ค่าแรงกดของสกรูของการเพิ่มค่าทอร์กเป็น 7 kgf.cm หลังจากที่ได้รับอุณหภูมิแล้วมีค่ามากกว่าค่าแรงกดของสกรูของค่าทอร์ก 6 kgf.cm ทั้ง 2 รูปแบบการชันเช่นเดียวกัน และเมื่อเปรียบเทียบค่าแรงกดของสกรูในกรณีของค่าทอร์ก 7 kgf.cm หลังจากที่ได้รับอุณหภูมิแล้วกับค่า Applied load ของค่าทอร์ก 6 kgf.cm ซึ่งเป็นค่าที่ตั้งไว้สำหรับการชันสกรูในกระบวนการชันจริงในปัจจุบัน ถ้า Applied load ของ 6 kgf.cm สามารถทำให้ฝาปิดยึดติดกับตัวฐานได้อย่างดีแล้ว เมื่อมีการชันสกรู ลำดับในการชัน และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีผลทำให้ค่าภาระโหลดที่ให้ไปในขั้นต้นลดลง ทำให้ไม่ได้ค่าโหลดตามที่ตั้งไว้

การเพิ่มค่าทอร์กสำหรับการขันสกรูสามารถช่วยให้ได้ค่าทอร์กที่มากกว่า หรือเท่ากับค่าที่ตั้งไว้ เพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดการคลายตัวของสกรู

8. การวิเคราะห์ขนาดความแตกต่างของอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นแสดงให้เห็นถึงค่าความแตกต่างของอุณหภูมิที่ส่งผลต่อค่าแรงกดของสกรู อุณหภูมิที่สูงขึ้น 10 และ 30 องศาเซลเซียส จะมีการคลายตัวของสกรูมากขึ้น 4% และ 12% ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบแรงยึดติดก่อนมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับหลังมีการเพิ่มอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พบว่า แรงยึดติดลดลงถึง 30 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาทั้งหมดนี้สามารถสรุปได้ว่า ลำดับการขัน และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมีผลต่อการคลายตัวของสกรู การขันย้ำ และการเพิ่มค่าทอร์กในการขันสกรูนั้นสามารถช่วยให้การคลายตัวของสกรูลดน้อยลง โดยที่การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของฝาปิด และการกระจายของความเค้นมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย สำหรับรูปแบบการขันที่เหมาะสมสำหรับการขันที่มีการเพิ่มค่าทอร์กที่ใช้ในการขันสกรูคือรูปแบบการขันแบบ Across และ Circular ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากเวลาที่ใช้ในการขันสกรู พบว่า การขันสกรูแบบ Across ต้องใช้เวลาในการขันมากกว่าการขันสกรูแบบ Circular เนื่องจากเครื่องขันสกรูอัตโนมัติจะต้องเคลื่อนที่เป็นระยะทางมากกว่า

7.2 ข้อเสนอแนะในการทำงานวิจัยต่อ

งานการศึกษาชิ้นนี้เป็นการศึกษาตัวแปร และปัจจัยบางอย่างของกระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์โดยการขันสกรู ในสภาพการทดสอบการทำงานของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์อาจมีตัวแปร และปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องและมีผลทำให้สกรูเกิดการหลวมคลอน เช่น แรงสั่นสะเทือนขณะฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ถูกทดสอบการทำงาน หรืออัตราเร็วในการขันสกรูโดยใช้เครื่องขันสกรูแบบอัตโนมัติ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการหลวมคลอนของสกรูได้เช่นกัน รวมทั้งการศึกษาผลทางอุณหภูมิ เช่น การกระจายตัวของความร้อนภายในตู้ทดสอบกล่าวคือ บางครั้งอุณหภูมิภายในตู้ทดสอบขณะทำการทดสอบในแต่ละพื้นที่อาจมีค่าที่แตกต่างกัน ซึ่งส่งผลให้ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์บางตัวเกิดปัญหาการหลวมคลอนของฝาปิด หรือเกิดการคลายตัวของสกรูได้เช่นกัน หรือทำการขันสกรูที่อุณหภูมิสูง โดยที่มีการควบคุมอุณหภูมิในขณะที่ทำการขันสกรู หรือทำการแช่เย็นสกรูก่อนนำไปขัน เหล่านี้เป็นแนวทางในการศึกษาเพิ่มเติมงานวิจัยข้างหน้า

ในส่วนของสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการวิเคราะห์อาจยังไม่ได้ค่าที่สมบูรณ์กล่าวคือ เมื่อวัสดุได้รับความร้อนสมบัติของวัสดุจะมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความร้อน ตาม Flow curve แต่ในการศึกษานี้ค่าสมบัติบางชนิดไม่ได้เปลี่ยนแปลงตามความร้อน อาจทำให้ผลจากการวิเคราะห์มีความคลาดเคลื่อน