

บทที่ 5

อภิปรายผลการทดลอง

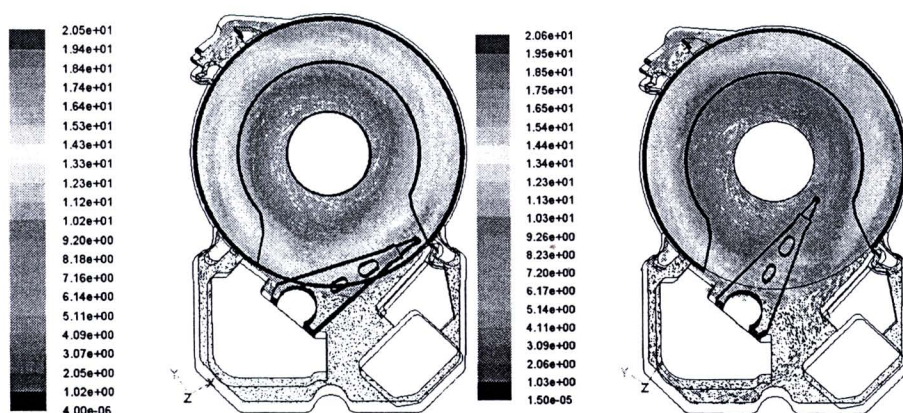
1. ผลการศึกษาการไหลของอากาศด้วยพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

1.1 ผลการศึกษาความเร็วของอากาศในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

ผลที่ได้จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง RNG K-epsilon จะสนใจค่าความดันสถิตย์ในระนาบตัดที่ต่างกัน 3 ระนาบ คือ แสดงภาพตัดของระนาบของหัวอ่านด้านล่างสุด หัวอ่านตรงกลาง และหัวอ่านด้านบนสุด ตามลำดับ

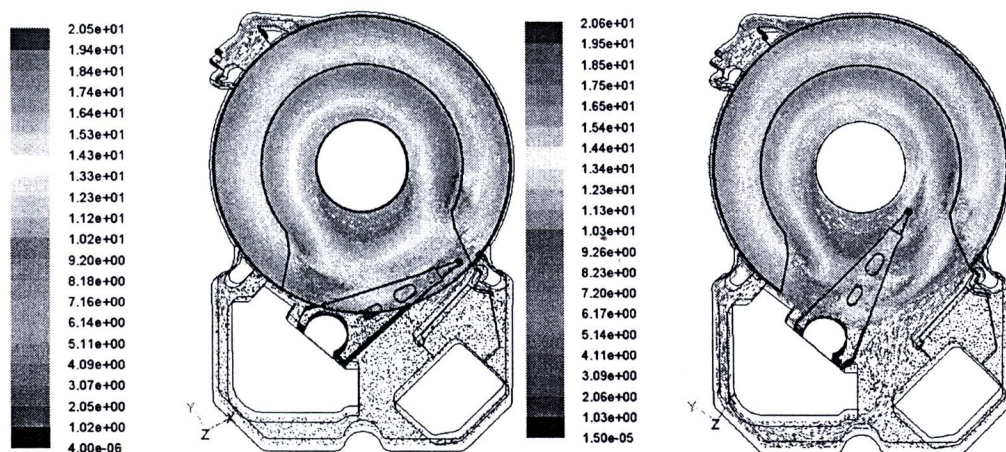
จากการศึกษาการไหลของอากาศภายในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์แบบหลายแผ่นมีเดียพบว่า การไหลจะแบ่งเป็นสามรูปแบบที่แตกต่างกันคือ แบบบริเวณที่ติดกับหัวอ่าน/เขียนตัวล่างสุด ตัวระหว่างกลาง และแบบบริเวณที่ติดกับหัวอ่าน/เขียนตัวข้างบนสุด ซึ่งบริเวณที่ติดกับหัวอ่าน/เขียนตัวล่างสุด และ บริเวณที่ติดกับหัวอ่าน/เขียนตัวบนสุดจะมีลักษณะคล้ายกัน

การไหลของอากาศบริเวณที่ติดกับหัวอ่าน/เขียนตัวด้านล่างสุด ดังภาพที่ 52 ซึ่งแผ่นมีเดียแผ่นนี้ทางด้านล่างจะไม่ติดกับแผ่นมีเดียแผ่นอื่น และจะไม่มีตัวกั้นอากาศ รูปแบบการไหลขณะที่หัวอ่าน/เขียนอยู่บริเวณขอบด้านนอก อากาศจะไหลวนหนีออกจากศูนย์กลางของแผ่นดิสก์ ไปปะทะกับขอบผนังด้านข้าง โดยการไหลวนของอากาศส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นเฉพาะบริเวณผิวหน้าของแผ่นมีเดียเท่านั้น แต่ในส่วนจากรูปแบบการไหลขณะที่หัวอ่าน/เขียนอยู่บริเวณขอบด้านใน แขนของหัวอ่าน/เขียนจะขวางการเคลื่อนที่ของอากาศทำให้อากาศส่วนหนึ่งไหลวนอยู่บริเวณส่วนที่อยู่นอกบริเวณแผ่นมีเดีย ในส่วนของความเร็วนั้น ความเร็วของอากาศบริเวณหัวอ่าน/เขียนขณะที่อยู่บริเวณขอบด้านนอกของแผ่นมีเดียจะมีความเร็วกว่าขณะที่อยู่บริเวณขอบด้านในของแผ่นมีเดีย



ภาพที่ 52 แสดงความเร็วและทิศทางอากาศบริเวณที่ติดกับหัวอ่าน/เขียนตัวด้านล่างสุด

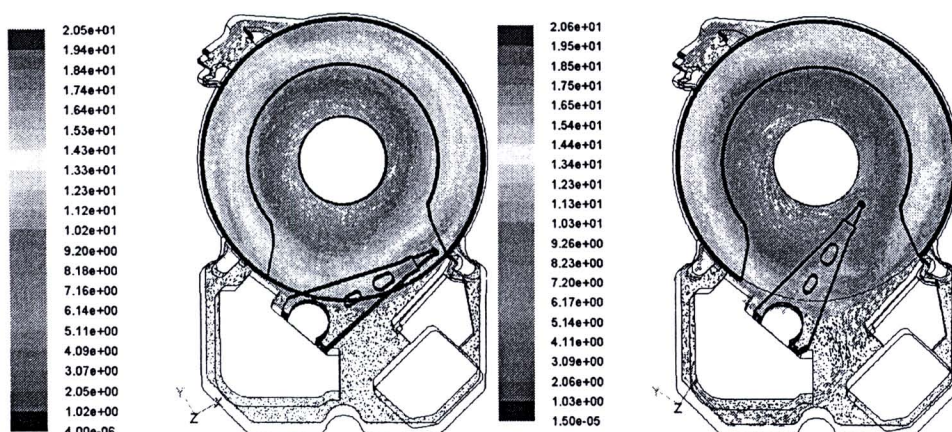
การไหลของอากาศบริเวณที่ติดกับหัวอ่าน/เขียนตัวที่ 2-9 ดังภาพที่ 53 ซึ่งแผ่นมีเดียที่อยู่ระหว่างกลางจะมีตัวกั้นอากาศตรงกลางระหว่างแผ่นมีเดีย รูปแบบการไหลขณะที่หัวอ่าน/เขียนอยู่บริเวณขอบด้านนอก อากาศจะคล้ายกับแผ่นด้านล่างสุดแต่จะต่างกันตรงที่ริมในของแผ่นมีเดียบริเวณที่พ้นจากตัวกั้นอากาศเข้ามาด้านในของแผ่นจะมีความเร็วสูงกว่าบริเวณที่อยู่ใต้ตัวกั้นอากาศ เพราะผลกระทบเนื่องจากแผ่นมีเดียที่อยู่ติดกันทำให้บริเวณนั้นมีความเร็วสูงขึ้นในส่วนของการไหลขณะที่หัวอ่าน/เขียนอยู่บริเวณขอบด้านใน ริมในของแผ่นมีเดียบริเวณที่พ้นจากตัวกั้นอากาศเข้ามาด้านในก็มีความเร็วสูงขึ้นเช่นกัน และแขนของหัวอ่าน/เขียนจะขวางการเคลื่อนที่ของอากาศทำให้อากาศส่วนหนึ่งไหลวนอยู่บริเวณหลังชุดของหัวอ่าน/เขียน ในส่วนของความเร็วนั้น ความเร็วของอากาศบริเวณหัวอ่าน/เขียนขณะที่อยู่บริเวณขอบด้านนอกของแผ่นมีเดียและบริเวณขอบด้านในของแผ่นมีเดียจะมีความเร็วเท่า ๆ กัน เนื่องจากอิทธิพลของตัวกั้นอากาศ ซึ่งความเร็วของอากาศบริเวณริมในของตัวกั้นอากาศจะสูงขึ้นเนื่องมาจากการหมุนของมีเดียตัวที่อยู่ถัดมา ส่วนความเร็วของอากาศบริเวณขอบด้านนอกของแผ่นมีเดียที่ผ่านตัวกั้นอากาศออกมา จะมีความเร็วลดลง



ภาพที่ 53 แสดงความเร็วและทิศทางอากาศบริเวณที่ติดกับหัวอ่าน/เขียนตัวระหว่างกลาง(ตัวที่ 2-9)

การไหลของอากาศบริเวณที่ติดกับหัวอ่าน/เขียนตัวบนสุด ภาพที่ 54 ซึ่งแผ่นมีเดียแผ่นนี้ทางด้านบนจะไม่ติดกับแผ่นมีเดียแผ่นอื่นและจะไม่มีตัวกั้นอากาศ รูปแบบการไหลของอากาศจะคล้ายกับการไหลของอากาศบริเวณใต้หัวอ่าน/เขียนตัวล่างสุดเพราะไม่มีผลของความเร็วของแผ่นมีเดียที่อยู่ติดกันทำให้ความเร็วของอากาศบริเวณนี้คล้าย ๆ กับบริเวณที่ติดกับหัวอ่าน/เขียนตัวล่างสุด

ซึ่งจะเห็นได้ว่าความเร็วสูงสุดของอากาศที่เกิดขึ้นขณะที่หัวอ่านเขียนอยู่ขอบด้านนอกของแผ่นมีเดียจะมีค่าน้อยกว่าค่าของความเร็วของแผ่นมีเดียพอสมควร เป็นเพราะ อิทธิพลของตัวกั้นอากาศทำให้ความเร็วของอากาศมีค่าน้อยลง และในส่วนของหัวอ่าน/เขียนที่ไม่มีตัวกั้นอากาศขณะที่หัวอ่านเขียนอยู่ขอบด้านนอกของแผ่นมีเดีย ความเร็วสูงสุดของอากาศ มีค่าน้อยกว่าค่าของความเร็วของแผ่นมีเดีย เป็นผลมาจาก แขนของหัวอ่าน/เขียนทำหน้าที่เปรียบเสมือนเป็นตัวกั้นอากาศจึงทำให้ความเร็วของอากาศลดลงเช่นกัน



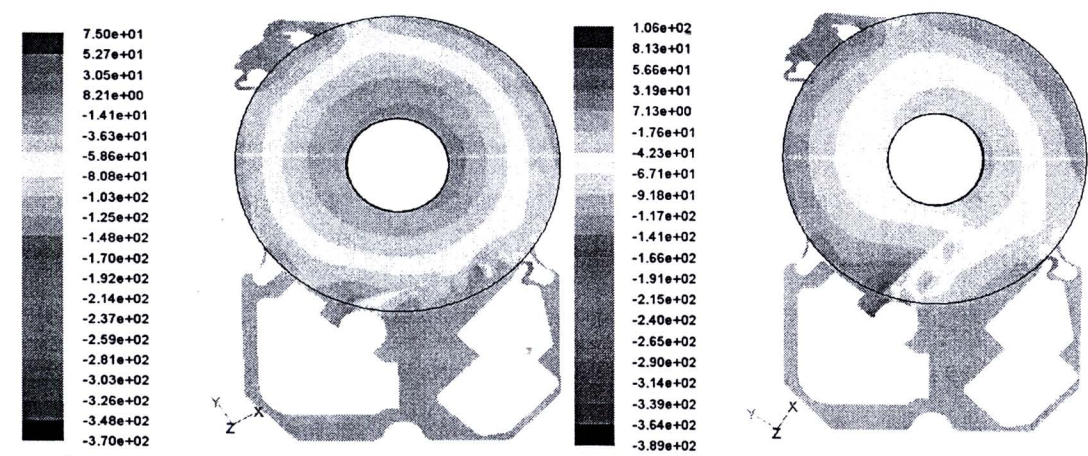
ภาพที่ 54 แสดงความเร็วและทิศทางอากาศบริเวณที่ติดกับหัวอ่าน/เขียนตัวด้านบนสุด

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบความเร็วสูงสุดที่หัวอ่าน/เขียน

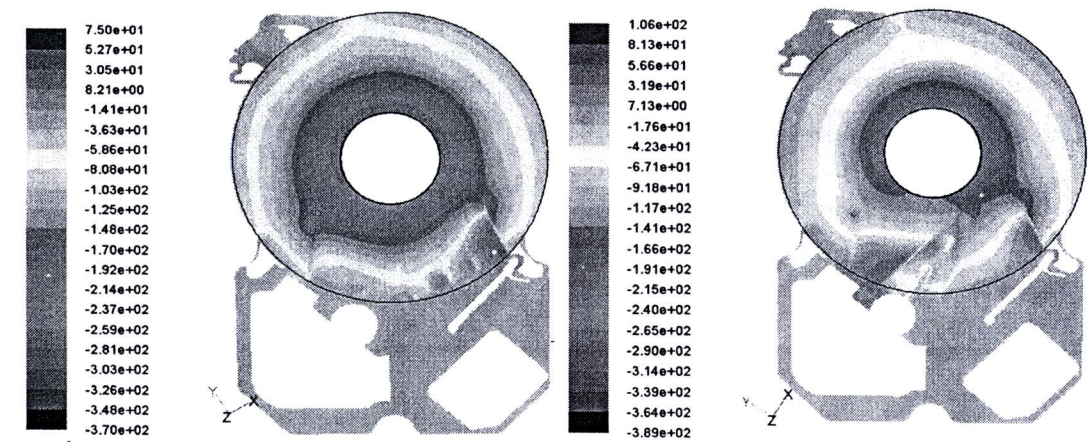
ตำแหน่งหัวอ่าน	แผ่นล่าง	แผ่นกลาง	แผ่นบน
ด้านใน (ID)	8.25 m/s	15.4 m/s	7.78 m/s
ด้านนอก (OD)	19.3 m/s	15.7 m/s	18.8 m/s

1.2 ศึกษาความดันของอากาศภายในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

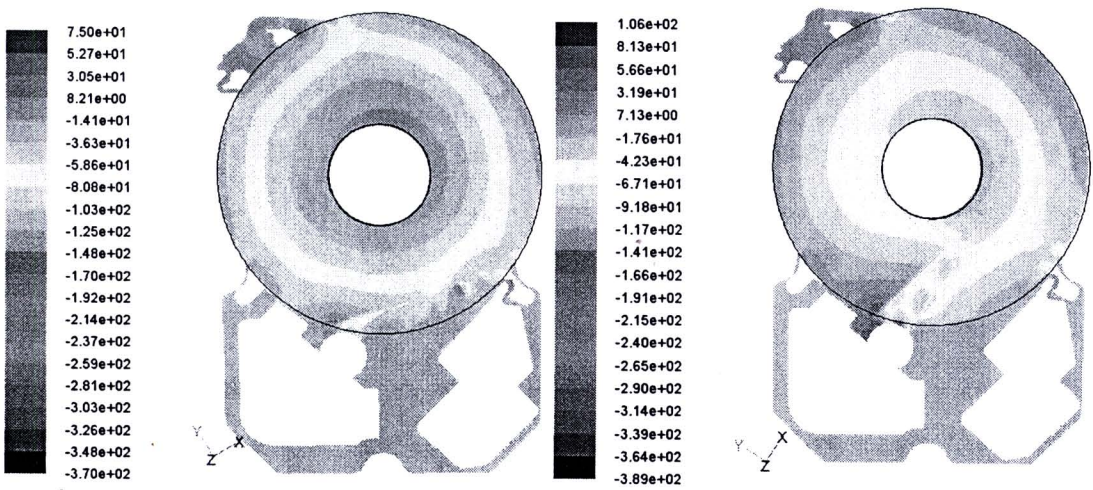
จากภาพที่ 55,56,57 ความดันของอากาศบริเวณที่ติดกับหัวอ่าน/เขียนทั้งหมดพบว่าค่าความดันสถิตบริเวณหัวอ่าน/เขียนตอนที่อยู่ตำแหน่งขอบด้านนอกของแผ่นมีเดียจะมีค่าความดันมีค่าเป็นบวก ซึ่งสูงกว่าในตอนที่อยู่ตำแหน่งขอบด้านในของแผ่นมีเดียที่มีความดันเป็นลบ แต่ผลของตัวกั้นอากาศที่กั้นระหว่างแผ่นมีเดียทำให้ความดันที่ของด้านนอกของแผ่นมีเดียมีค่าสูงขึ้น และมีค่าต่ำลงในบริเวณขอบด้านในของแผ่นมีเดีย



ภาพที่ 55 แสดงความดันของอากาศบริเวณที่ติดกับหัวอ่าน/เขียนตัวล่างสุด



ภาพที่ 56 แสดงความดันของอากาศบริเวณที่ติดกับหัวอ่าน/เขียนตัวที่ 2-9

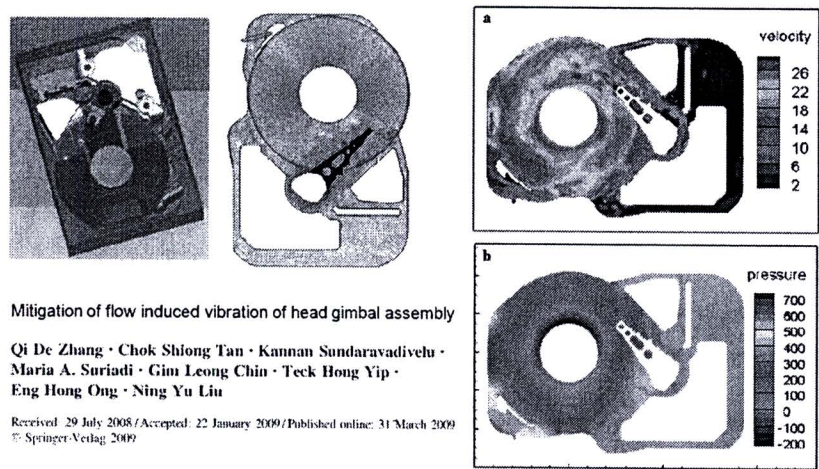


ภาพที่ 57 แสดงความดันของอากาศบริเวณที่ติดกับหัวอ่าน/เขียนตัวค้ำบนสุด

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบความดันสูงสุดที่หัวอ่าน/เขียน

ตำแหน่งหัวอ่าน	แผ่นล่าง	แผ่นกลาง	แผ่นบน
ด้านใน (ID)	-97.8 Pa	-122.7 Pa	-75.8 Pa
ด้านนอก (OD)	52.7 Pa	67.2 Pa	58.1 Pa

ซึ่งจากค่าของความเร็วสูงสุดและความดันสูงสุดของการไหลของอากาศขณะที่หัวอ่าน/เขียนข้อมูล เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่มีผู้เคยทำมาแล้ว ปรากฏว่าความเร็วสูงสุดและความดันสูงสุดของแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงและมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันกับผลของงานวิจัยที่มีผู้เคยทำมาแล้วดังภาพที่ 58

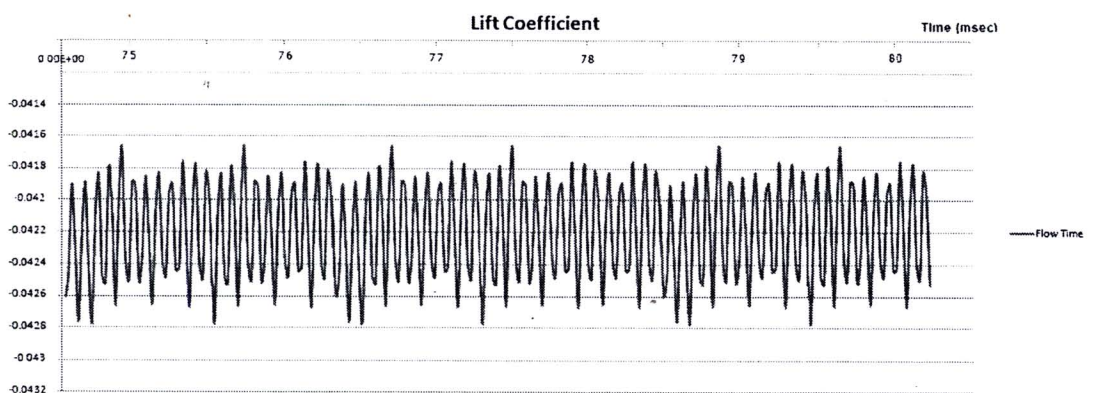


ภาพที่ 58 แสดงผลงานวิจัยของ Qi De Zhang et al. (2009)

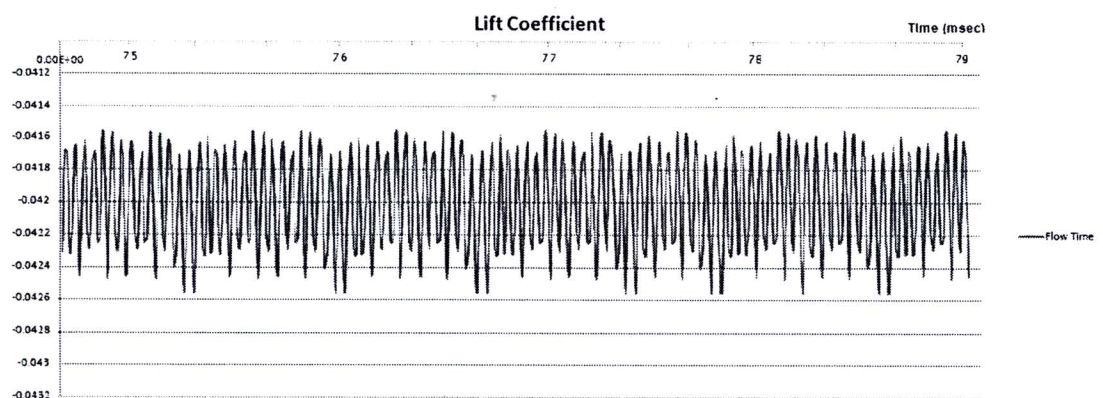


2. ผลการศึกษาการสั่นสะเทือนที่เกิดจากการไหลของอากาศภายในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ศึกษาสัมประสิทธิ์แรงยกที่กระทำกับ HGA

เนื่องจากงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการไหลของอากาศที่ส่งผลต่อการลอยตัวของหัวอ่าน/เขียนข้อมูลในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ดังนั้นเราจึงสนใจเพียงผลกระทบของแรงยกที่กระทำกับหัวอ่าน/เขียนข้อมูล และข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองจะถูกแสดงในรูปแบบกราฟสัมประสิทธิ์ของแรงยก ดังแสดงในภาพที่ 59-60



ภาพที่ 59 แสดงสัมประสิทธิ์แรงยกที่กระทำกับ HGA ตัวล่างสุดและบนสุด



ภาพที่ 60 แสดงสัมประสิทธิ์แรงยกที่กระทำกับ HGA ตัวที่ 2-9

ซึ่งเราสามารถหาแรงยกได้จากการนำค่าแทนค่าสัมประสิทธิ์ของแรงยกมาแทนลงในสมการที่ (5-1)

$$\text{Lift Force (Fz)} = 1/2 \cdot \rho \cdot v^2 \cdot C_L \cdot l \cdot w \text{ (N)} \quad (5-1)$$

แรงยกและความถี่ของแรงยก ที่เกิดจากผลของการไหลของอากาศจะแสดงในตารางที่ 5

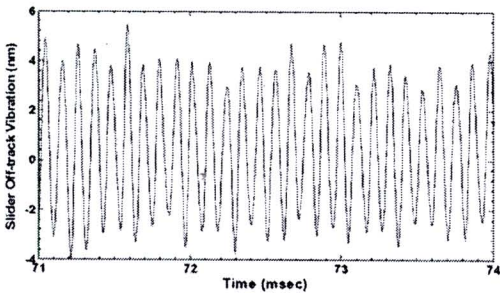
ตารางที่ 7 แสดงแรงยกกับความถี่ของแรงยก

	HGA1,10	HGA2-9
Cl	4.18E-02	4.22E-02
Lift Force (N)	1.59E-04	1.60E-04
Frequency	18,365	21,428.57

และจากการนำค่าของแรงยกและความถี่ของแรงยกที่ได้มาเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่เคยมีผู้ทำมาแล้วปรากฏว่าความถี่ของแรงที่เกิดขึ้นมีค่าใกล้เคียงกันและลักษณะกราฟของแรงก็มีลักษณะเดียวกันดังภาพที่ 61

Kazemi, M.* and Tokuda, A.

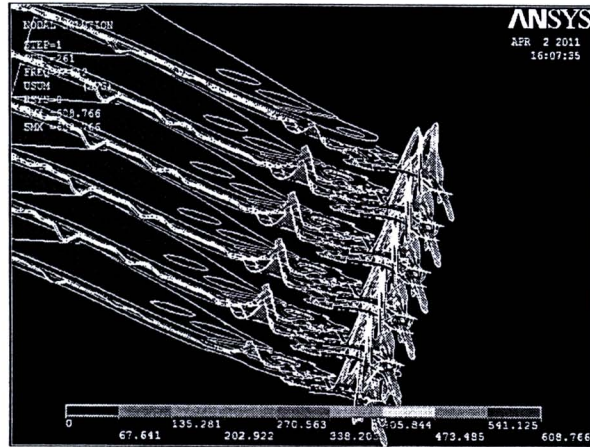
Hutchinson Technology Inc.
40 West Highland Park Drive NE, Hutchinson, MN 55350-9784, U.S.A.
Mohammad.Kazemi@hti.htch.com



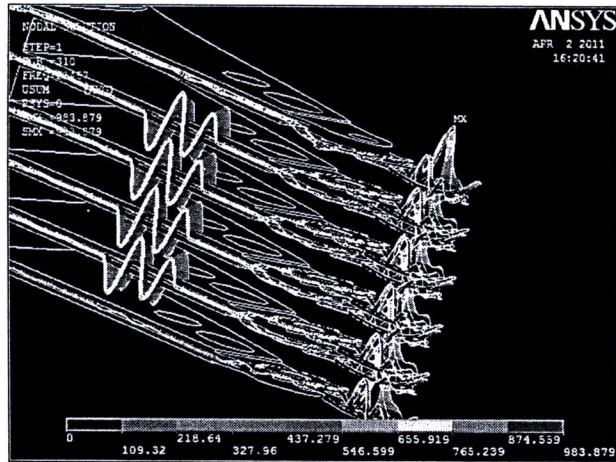
forces associated with the loadbeam and base plate exhibit two peaks at about 8.8 kHz and 17.6 kHz

ภาพที่ 61 แสดงผลงานวิจัยของ (Mohammad Kazemi, 2008)

ต่อจากนั้นจะมีการแทนค่าแรงยกที่ได้ลงไปในรูปแบบจำลองซึ่งเราจะแทนค่าลงไปเป็นแรงแบบคงที่ แต่แบบจำลองจะมีการแสดงตัวของการสั่นสะเทือนในทุกๆ โหมดของความถี่ธรรมชาติ และเราจะสามารถดูผลกระทบที่โหมดของความถี่ที่เราต้องการโดยการเลือกความถี่ในการแสดงผลความถี่ที่มีค่าตรงกับความถี่ของแรงยก ซึ่งโหมดของการสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นทั้งสองช่วงความถี่ของแรงยกจะเกิดการสั่นสะเทือนในโหมดของการโก่งตัว(Bending mode) ดังแสดงในภาพที่ 62-63

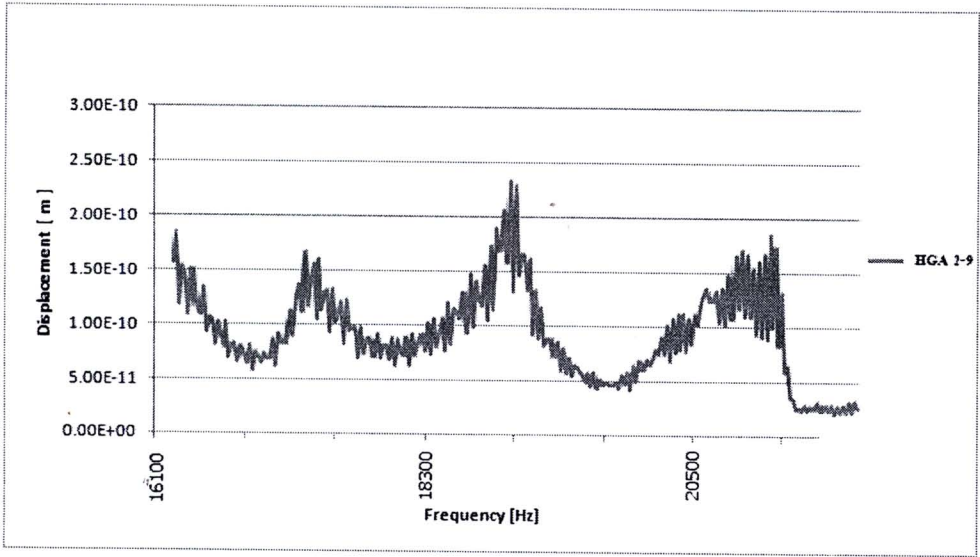


ภาพที่ 62 แสดง HGA Bending mode Frequency 18,642 Hz

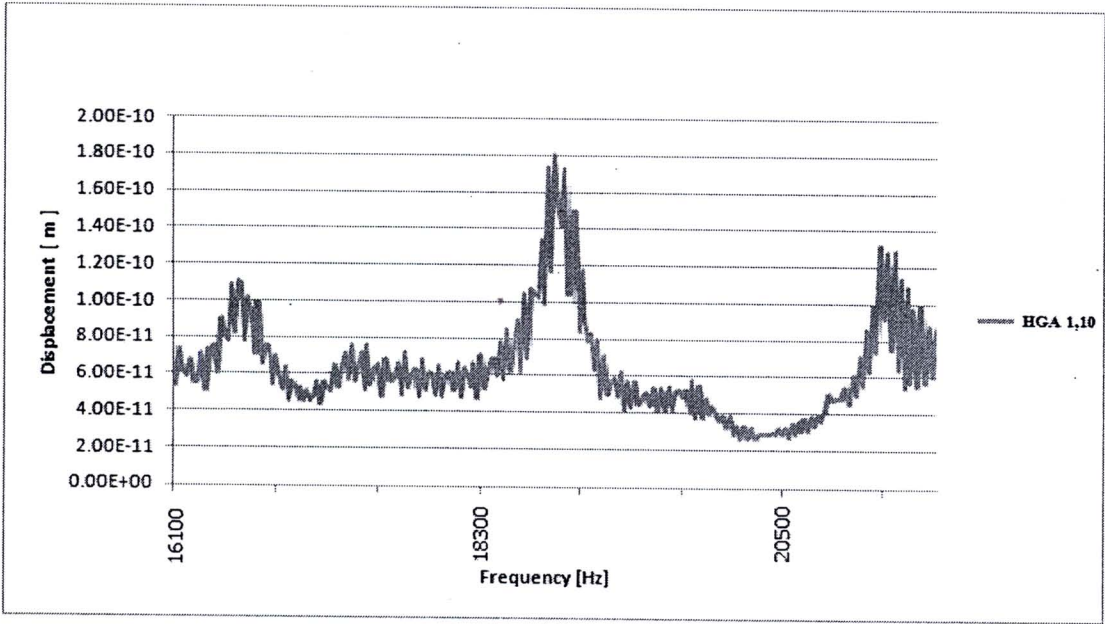


ภาพที่ 63 แสดง HGA and flex Bending mode Frequency 21,457 Hz

ผลของแรงยกที่กระทำต่อหัวอ่าน/เขียนตัวที่ 2-9 จะเกิดระยะขจัดดังแสดงในภาพที่ 64 และผลของแรงยกที่กระทำต่อหัวอ่าน/เขียนตัวล่างสุดกับตัวบนสุด จะเกิดระยะขจัดดังแสดงในภาพที่ 65



ภาพที่ 64 แสดงระยะการลอยตัวที่เกิดจากผลของแรงยก (1)



ภาพที่ 65 แสดง ระยะการลอยตัวที่เกิดจากผลของแรงยก (2)

3. สรุปผลการทดลอง

ผลกระทบของการสั่นสะเทือนที่ส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพในการลอยตัวของหัวอ่านเขียนข้อมูลจากการไหลของอากาศภายในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ เกิดขึ้นที่สองช่วงความถี่คือ 18,642 Hz และ 21,457- Hz และระยะของการเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นจากผลกระทบของแรงกระทำของอากาศที่เกิดขึ้นคือ 2.4×10^{-10} m และ 1.8×10^{-10} m ซึ่งทำให้เกิดการสั่นสะเทือนกับหัวอ่านตัวที่ 1, 10 และ 2-9 ตามลำดับ