



249154



การศึกษาการไหลวนของอากาศที่เป็นผลต่อการสั่นสะเทือนของหัวอ่าน/เป็นของ
สารพัดคิดก็โคร์ฟ 3.5 นิ้ว ชนิด 10 หัวอ่านเป็นน ที่ความเร็วรอบ 7200 รอบต่อนาที

STUDY OF FLOW INDUCED VIBRATION ON HGAS 10 HEADERS,
3.5 INCH 7200 RPM HARD DISK DRIVE

นายเกริก วงศ์ลีธนา

วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

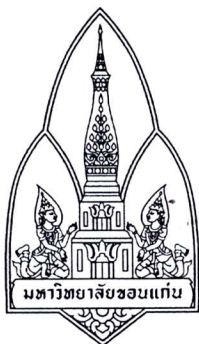
พ.ศ. 2554

600254247

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



249154



การศึกษาการไหลวนของอากาศที่มีผลต่อการสั่นสะเทือนของขาหัวอ่าน/เขียนของ
ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ 3.5 นิ้ว ชนิด 10 หัวอ่านเขียน ที่ความเร็วรอบ 7200 รอบต่อนาที

**STUDY OF FLOW INDUCED VIBRATION ON HGAS 10 HEADERS,
3.5 INCH, 7200 RPM HARD DISK DRIVE**



นายเกริก วงศ์ลี้อา

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2554

การศึกษาการไหลวนของอากาศที่มีผลต่อการสันดาปของขาคั่วอ่าน/เขียนของ
ฮาร์ดดิสก์ไตร์ฟ 3.5 นิ้ว ชนิด 10 หัวอ่านเขียน ที่ความเร็วรอบ 7200 รอบต่อนาที

นายเกริก วงศ์ลี้อา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

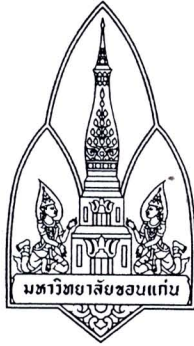
พ.ศ. 2554

**STUDY OF FLOW INDUCED VIBRATION ON HGAS 10 HEADERS,
3.5 INCH, 7200 RPM HARD DISK DRIVE**

MR. KRIRK WONGLOUCHA

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING
IN MECHANICAL ENGINEERING
GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY**

2010



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

หลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ชื่อวิทยานิพนธ์: การศึกษาการไหลวนของอากาศที่มีผลต่อการสิ้นเปลืองของขาหัวอ่าน/เขียน
ของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ 3.5 นิ้ว ชนิด 10 หัวอ่านเขียน ที่ความเร็วรอบ 7200 รอบต่อนาที

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์: นายเกริก วงศ์ลือชา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์: ผศ.ดร. ชวลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์

ประธานกรรมการ

ผศ.ดร. สิริวิชญ์ เตชะเจษฎารังษี

กรรมการ

รศ.ดร. สุจินต์ บุรีรัตน์

กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิริวิชญ์ เตชะเจษฎารังษี)

(รองศาสตราจารย์ ดร. ลำปาง แม่นมาดย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมนึก ชีระกุลพิสุทธ)

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

เกริก วงศ์ลือชา. 2554. การศึกษาการไหลวนของอากาศที่มีผลต่อการสั่นสะเทือนของขาห้วอ่าน/

เขียนของฮาร์ดดิสก์ไคร์ฟ 3.5 นิ้ว ชนิด 10 หัวอ่านเขียน ที่ความเร็วรอบ 7200 รอบต่อนาที.

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ผศ.ดร. สิริวิษญ์ เตชะเจษฎารังษี

บทคัดย่อ

249154

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาผลกระทบของแรงกระทำที่เกิดจากการไหลของอากาศภายในฮาร์ดดิสก์ไคร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว แบบ 10 หัวอ่าน/เขียนข้อมูลที่มีความเร็วรอบ 7200 รอบต่อนาทีต่อเสถียรภาพการลอยตัวของหัวอ่าน/เขียนข้อมูล ซึ่งเป็นการศึกษาแบบต่อเนื่องระหว่างแบบจำลองการไหลของอากาศภายในฮาร์ดดิสก์ไคร์ฟที่ใช้วิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณโดยการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ของการไหลของอากาศภายในฮาร์ดดิสก์ไคร์ฟ ที่ตำแหน่งของหัวอ่าน/เขียนที่อยู่ด้านใน และด้านนอกของแผ่นมีเดีย เพื่อศึกษาความดันสถิต ความเร็วในการไหลของอากาศ และเส้นทางการไหลของอากาศภายในฮาร์ดดิสก์ไคร์ฟ โดยพิจารณาเปรียบเทียบให้เห็นถึงผลที่เกิดจากการไหลวนของอากาศที่ไหลผ่านหัวอ่าน/เขียนในตำแหน่งด้านใน และด้านนอกของแผ่นมีเดีย ทั้ง 10 หัวอ่าน/เขียน รวมถึงผลของการไหลที่เกิดจากตัวกั้นลมและการไหลของอากาศที่เกิดจากแผ่นมีเดียสองแผ่นที่อยู่ติดกัน แล้วเปรียบเทียบผลกับงานวิจัยอื่นๆ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง ต่อจากนั้นทำการคำนวณเพิ่มเติมโดยใช้แบบจำลองการไหลแบบปั่นป่วนที่ขึ้นกับเวลาคำนวณหาแรงกระทำของอากาศเพื่อใช้เป็นเงื่อนไขขอบเขตในการวิเคราะห์การสั่นสะเทือนในแบบจำลองที่สร้างขึ้นด้วยระเบียบวิธีทางไฟไนต์เอลิเมนต์ ซึ่งเป็นแบบจำลองของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนข้อมูล ต่อจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ผลการสั่นสะเทือน คำนวณหารูปแบบ ความถี่ของการสั่นสะเทือนของหัวอ่าน/เขียน และผลกระทบที่ส่งผลต่อเสถียรภาพการลอยตัวของหัวอ่าน/เขียน ที่เกิดจากการไหลของอากาศภายในฮาร์ดดิสก์ไคร์ฟ ขณะที่หัวอ่าน/เขียนอยู่ขอบด้านในของแผ่นมีเดีย จะพบว่า ผลกระทบของแรงที่มีความถี่ตรงกับความถี่ธรรมชาติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนที่เกิดจากการไหลของอากาศ ส่งผลต่อเสถียรภาพในการลอยตัวของหัวอ่าน/เขียนข้อมูลจะเกิดขึ้นที่สองช่วงความถี่ ซึ่งเกิดการสั่นสะเทือนในโหมดของการสั่นสะเทือนในทิศทางขึ้นลง และระยะของการเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นจากผลกระทบของแรงกระทำของอากาศที่เกิดขึ้นคือ 2.4×10^{-10} m และ 1.8×10^{-10} m ซึ่งทำให้เกิดการสั่นสะเทือนกับหัวอ่านตัวที่ 1,10 และ 2-9 ตามลำดับ

Krirk Wongloucha. 2011. **Study of flow Induced Vibration on HGAs 10 Headers, 3.5 inch, 7200 rpm Hard disk drive.** Master of Engineering Thesis in Mechanical, Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisor: Asst. Prof. Dr. Sirivit Taechajedcadarungsri

ABSTRACT

249154

This study is to investigate the interactions of fluid and structure on Head Gimbal Assembly (HGA) inside 10 headers, 3.5 inch, 7200 rpm hard disk drive models depend on fly-hight ability. Which is studying of flow induces vibration using computational fluid dynamics, 3 dimension model in two different position of HGA at inside disk (ID) and outside disk (OD), are concerned. Coupling with the flow simulation results, the flow thought air-shroud and the flow of twin disks were showed for the model validation. After that, LES simulations was used. The results of lift force and its frequency were used for the input boundary condition for finite element model of head stack assembly to calculate for the flying-hight ability vibration. This work showed that, the force of airflow caused the fly-hight ability in two frequency mode, the effect of them are 2.4×10^{-10} m and 1.8×10^{-10} m respectively.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิริวิชัย เตชะเจษฎารังษี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษา คำชี้แนะ และคอยกระตุ้น ติดตาม ความคืบหน้าของงานวิจัย พร้อมทั้งคอยสนับสนุน และตรวจแก้วิทยานิพนธ์ ให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลทุกท่านที่กรุณาให้คำชี้แนะ คำแนะนำในการดำเนินงานวิจัย และการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ วิศวกร บริษัทซีเทคเทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้การสนับสนุน และให้คำปรึกษาในการทำวิจัย

ขอขอบคุณ บริษัทซีเทคเทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้การสนับสนุนการทำวิจัย และวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ เพื่อนนักศึกษาระดับปริญญาโทร่วมโครงการ ที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำ วิทยานิพนธ์

สุดท้ายขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้องทุกท่าน ที่คอยให้กำลังใจในการทำวิจัย และการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา

เกริก วงศ์ลีธชา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
3. ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
4. ขอบเขตของงานวิจัย	3
5. สถานที่ทำการวิจัย	3
6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
7. อุปกรณ์ในการศึกษา	4
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
1. บทนำ	5
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
3. สรุปผล	9
บทที่ 3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	10
1. ระเบียบวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ	10
2. ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	28
3. การวิเคราะห์การสั่นสะเทือนด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	40
บทที่ 4 วิธีการดำเนินการวิจัย	57
1. ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย	57
2. การศึกษาการไหลของอากาศด้วยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ	60
3. การศึกษาการสั่นสะเทือนด้วยวิธีทางไฟไนต์เอลิเมนต์	65

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 อภิปรายผลการทดลอง	
1. ผลการศึกษาการไหลของอากาศด้วยพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ	79
2. ผลการศึกษาการสันสะเทือนที่เกิดจากการไหลของอากาศภายในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ศึกษาสัมประสิทธิ์แรงยกที่กระทำกับ HGA	80
3. สรุปผลการทดลอง	84
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย	85
1. สรุปผลการทดลอง	85
2. ข้อเสนอแนะ	86
บรรณานุกรม	87
ประวัติผู้เขียน	89

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดง Turbulent Flow Equations for Compressible Flows	15
ตารางที่ 2 แสดงวิธีการทาง CFD	16
ตารางที่ 3 แสดงรายละเอียดของเมช	62
ตารางที่ 4 แสดงค่าการกำหนดเงื่อนไขต่างๆที่ใช้คำนวณในโปรแกรม FLUENT	64
ตารางที่ 5 เปรียบเทียบค่าความเร็วสูงสุดที่หัวอ่าน/เขียน	78
ตารางที่ 6 เปรียบเทียบค่าความดันสถิตสูงสุดที่หัวอ่าน	79
ตารางที่ 7 แสดงแรงยกกับความถี่ของแรงยกค่าจากตัวงานจริง	81

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 สมดุลมวลในระบบพิกัดฉาก 2 มิติ	12
ภาพที่ 2 สมดุลแรงในแนว x บนปริมาตรควบคุมใน 2 มิติ	13
ภาพที่ 3 การเคลื่อนที่ของการไหลแบบปั่นป่วน	25
ภาพที่ 4 กระบวนการกรองเพื่อทำการแยกตัวแปร	26
ภาพที่ 5 การแบ่งรูปร่างลักษณะของปัญหาออกเป็นเอลิเมนต์แบบต่างๆ	29
ภาพที่ 6 เอลิเมนต์สามเหลี่ยมแบบอย่างประกอบด้วยสามจุดต่อ	29
ภาพที่ 7 เอลิเมนต์มิติเดียว	32
ภาพที่ 8 เอลิเมนต์สองมิติ	33
ภาพที่ 9 เอลิเมนต์สามมิติ	34
ภาพที่ 10 รูปแบบต่างๆ ของเอลิเมนต์สองมิติ	35
ภาพที่ 11 เอลิเมนต์สี่เหลี่ยมสองมิติที่ประกอบด้วยจุดต่อต่างๆ	36
ภาพที่ 12 การแบ่งชิ้นส่วนออกเป็นเอลิเมนต์สามเหลี่ยม	37
ภาพที่ 13 ตำแหน่งของจุดต่อที่สำคัญ	37
ภาพที่ 14 การแบ่งชิ้นส่วนสี่เหลี่ยมออกเป็นเอลิเมนต์สามเหลี่ยม	38
ภาพที่ 15 การแบ่งชิ้นส่วนสี่เหลี่ยมโค้งออกเป็นเอลิเมนต์สี่เหลี่ยม และ สามเหลี่ยมย่อย	39
ภาพที่ 16 การขยายขนาดของเอลิเมนต์สามเหลี่ยม	39
ภาพที่ 17 การยึดจุดต่อ	40
ภาพที่ 18 แนวความคิดของวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	41
ภาพที่ 19 ระบบคานและเอลิเมนต์แบบต่างๆ	42
ภาพที่ 20 แสดงฟังก์ชันการประมาณภายในเอลิเมนต์	43
ภาพที่ 21 คานที่แบ่งออกเป็น 2 เอลิเมนต์	46
ภาพที่ 22 คานที่เอียงทำมุมกับระบบแกนรวมใหญ่	48
ภาพที่ 23 เอลิเมนต์คานอยู่ภายใต้การกระทำของโมเมนต์คดที่จุดต่อทั้งสอง	50
ภาพที่ 24 คานที่มีระดับความเสียดทานต่อจุดต่อ	54
ภาพที่ 25 ลักษณะการเคลื่อนตัวที่จุดต่อในระบบแกนย่อยเทียบกับระบบแกน รวมใหญ่	55

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	แสดงแผนผังการดำเนินการวิจัย	หน้า
ภาพที่ 26	แสดงแผนผังการดำเนินการวิจัย	
ภาพที่ 27	เค้าโครงลายเส้นของแบบจำลองฮาร์ดดิสก์ไครฟ์	59
ภาพที่ 28	แสดงภาพตัดของระนาบของหัวอ่านด้านล่างสุด หัวอ่านตรงกลาง และหัวอ่านด้านบนสุด ตามลำดับ	60 61
ภาพที่ 29	แสดงแบบจำลองการไหลของอากาศที่ทำการเมชแล้ว	
ภาพที่ 30	แสดงภาพการลอยตัวของหัวอ่าน/เขียน	62
ภาพที่ 31	อีลิเมนต์ ชนิด Solid 187	63
ภาพที่ 32	อีลิเมนต์ ชนิด Solid 186	65
ภาพที่ 33	หัวอ่าน/เขียนที่ทำการเมชแล้ว	66
ภาพที่ 34	แสดงกราฟของ bode ของการสั่นสะเทือนของโมเดล	67
ภาพที่ 35	โหมดแรก HSA 1st System mode Frequency 5.356 kHz	67
ภาพที่ 36	โหมดที่สอง Arm 1st Torsion +FOS bending at Elbow and End frequency 7.452 kHz	67
ภาพที่ 37	โหมดที่สาม Arm Torsion (Scissors) + FOS 2 nd Bending at Elbow and Middle Frequency 8.882 kHz	68
ภาพที่ 38	โหมดที่สี่ 2 nd HSA System mode Frequency 10.872 kHz	68
ภาพที่ 39	โหมดที่ห้า Higher order FOS tosion Frequency 19.276 kHz	69
ภาพที่ 40	โหมดที่หก HGA Sway Frequency 21.870 kHz	69
ภาพที่ 41	แสดงรูปแบบการวัดการสั่นสะเทือนของเครื่อง LDV	70
ภาพที่ 42	ภาพแสดงการสั่นสะเทือนที่วัดจากเครื่อง LDV ของหัวอ่านเขียนตัวที่ 1	70
ภาพที่ 43	ภาพแสดงการสั่นสะเทือนที่วัดจากเครื่อง LDV ของหัวอ่านเขียนตัวที่ 2	70
ภาพที่ 44	ภาพแสดงการสั่นสะเทือนที่วัดจากเครื่อง LDV ของหัวอ่านเขียนตัวที่ 3	71

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 45 ภาพแสดงการสันสะเทือนที่วัดจากเครื่องLDV ของหัวอ่าน เขียนตัวที่ 4	72
ภาพที่ 46 ภาพแสดงการสันสะเทือนที่วัดจากเครื่องLDV ของหัวอ่าน เขียนตัวที่ 5	72
ภาพที่ 47 ภาพแสดงการสันสะเทือนที่วัดจากเครื่อง LDV ของหัวอ่าน เขียนตัวที่ 6	72
ภาพที่ 48 ภาพแสดงการสันสะเทือนที่วัดจากเครื่อง LDV ของหัวอ่าน เขียนตัวที่ 7	73
ภาพที่ 49 ภาพแสดงการสันสะเทือนที่วัดจากเครื่อง LDV ของหัวอ่าน เขียนตัวที่ 8	73
ภาพที่ 50 ภาพแสดงการสันสะเทือนที่วัดจากเครื่อง LDV ของหัวอ่าน เขียนตัวที่ 9	74
ภาพที่ 51 ภาพแสดงการสันสะเทือนที่วัดจากเครื่อง LDV ของหัวอ่าน เขียนตัวที่ 10	74
ภาพที่ 52 แสดงความเร็วและทิศทางอากาศบริเวณที่ติดกับหัวอ่าน/เขียนตัว ด้านล่างสุด	76
ภาพที่ 53 แสดงความเร็วและทิศทางอากาศบริเวณที่ติดกับหัวอ่าน/เขียนตัว ระหว่างกลาง(ตัวที่ 2-9)	77
ภาพที่ 54 แสดงความเร็วและทิศทางอากาศบริเวณที่ติดกับหัวอ่าน/เขียนตัว ด้านบนสุด	77
ภาพที่ 55 แสดงความดันของอากาศบริเวณที่ติดกับหัวอ่าน/เขียนตัวล่างสุด	78
ภาพที่ 56 แสดงความดันของอากาศบริเวณที่ติดกับหัวอ่าน/เขียนตัวที่ 2-9	78
ภาพที่ 57 แสดงความดันของอากาศบริเวณที่ติดกับหัวอ่าน/เขียนตัวด้านบนสุด	79
ภาพที่ 58 แสดงผลงานวิจัยของ Qi De Zhang et al (Qi De Zhang et al., 2009)	79
ภาพที่ 59 แสดงสัมประสิทธิ์แรงยกที่กระทำกับ HGA ตัวล่างสุดและบนสุด	80
ภาพที่ 60 แสดงสัมประสิทธิ์แรงยกที่กระทำกับ HGA ตัวที่ 2-9	80
ภาพที่ 61 แสดงผลงานวิจัยของ (Mohammad Kazemi, 2008)	81

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 62	แสดง HGA Bending mode Frequency 18,642 Hz	82
ภาพที่ 63	แสดง HGA and flex Bending mode Frequency 18,642 Hz	82
ภาพที่ 64	แสดง ระยะการลอบตัวที่เกิดจากผลของแรงยก (1)	83
ภาพที่ 65	แสดง ระยะการลอบตัวที่เกิดจากผลของแรงยก (2)	83