

การศึกษาความสัมพันธ์ของสัญญาณอะคูสติกกับการสีหราชอาณาจักรของดอกสว่านในเหล็กกล้า SS400

นาย สรรวริศ อู่วัฒนา



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-331-298-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A STUDY OF RELATIONSHIP BETWEEN ACOUSTIC SIGNAL AND DRILL WEAR  
IN SS400 STEEL

MR. SUNVARIS UYWATTANA

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering in Mechanical Engineering

Department of Mechanical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

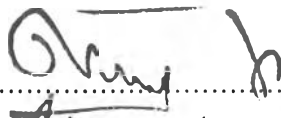
Academic Year 1998


ISBN 974-331-298-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์      การศึกษาความสัมพันธ์ของสัญญาณอะคูสติกกับการสีกรของ  
ดอกสว่านในเหล็กกล้า SS400  
โดย                              นาย สรรวริศ อู่วัฒนา  
ภาควิชา                        วิศวกรรมเครื่องกล  
อาจารย์ที่ปรึกษา            ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยโรจน์ คุณพนิชกิจ

---

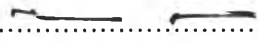
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ  
ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

  
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ศุภวัฒน์ ชูติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์  
  
.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ศักดิ์ มลิลลา)

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยโรจน์ คุณพนิชกิจ)

  
.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกคี่ก)

  
.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ก่อเกียรติ บุญชูกุล)

สรรวริศ อู่วัฒนา : การศึกษาความสัมพันธ์ของสัญญาณอะคูสติกกับการสึกหรอของดอก  
สว่านในเหล็กกล้า SS400 (A STUDY OF RELATIONSHIP BETWEEN ACOUSTIC  
SIGNAL AND DRILL WEAR IN SS400 STEEL) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ชัยโรจน์  
คุณพนิชกิจ ; 62 หน้า. ISBN 974-331-298-6.

วิทยานิพนธ์นี้ได้เลือกใช้วิธีการอะคูสติกอีมิสชันเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของสัญญาณ  
อะคูสติกกับการสึกหรอของดอกสว่านในเหล็กกล้า SS400 เพื่อบ่งบอกขนาดของการสึกหรอซึ่งจะ  
สามารถแสดงผลได้ที่เวลานั้นๆ การทดลองสร้างความสึกหรอแก่ดอกสว่านโดยเจาะรูแผ่นเหล็กกล้า  
SS400 จำนวน 400 รูเจาะ ทำการทดลองโดยการเปลี่ยนแปลงอัตราเร็วรอบ 3 อัตราเร็วรอบ คือ 280  
450 และ 750 รอบต่อนาที และเปลี่ยนแปลงอัตราการป้อน 3 อัตราการป้อน คือ 0.08 0.12 และ 0.2  
มิลลิเมตรต่อรอบ เงื่อนไขเจาะ 3 ดอก จากนั้นเลือกวิเคราะห์การสะสมของสัญญาณ ENERGY COUNT  
และ HIT เป็นช่วง เว้นช่วงละ 50 รูเจาะ

ความสัมพันธ์ระหว่างค่า ENERGY COUNT และ HIT ของสัญญาณอะคูสติกกับจำนวนรู  
เจาะในช่วง 400 รูเจาะยังไม่ชัดเจนนักซึ่งอาจเนื่องจากยังมีความสึกหรอน้อย แต่พบว่าอัตราเร็วรอบมีผล  
ต่อสัญญาณ ENERGY และ COUNT น้อยเมื่อเทียบกับอัตราการป้อน โดยที่อัตราการป้อนต่ำกว่าจะมีค่า  
ENERGY และ COUNT สูงกว่าที่อัตราการป้อนสูง และเมื่อทดลองเจาะรูเพิ่มจนถึง 1300 รูเจาะ ความ  
สัมพันธ์ของสัญญาณกับจำนวนรูเจาะหรือความสึกหรอมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความสึกหรอ ขณะที่ความ  
เร็วรอบมีผลต่อสัญญาณ HIT ชัดเจนกว่าเพราะอัตราเร็วรอบต่ำพิเศษโลหะจะไม่ต่อเนื่อง ทำให้ค่า HIT สูง  
กว่าเมื่ออัตราเร็วรอบสูงซึ่งมีเศษโลหะแบบต่อเนื่อง

ภาควิชา ..... วิศวกรรมเครื่องกล .....  
สาขาวิชา ..... วิศวกรรมเครื่องกล .....  
ปีการศึกษา ..... 2541 .....

ลายมือชื่อนิสิต สรวริศ อู่วัฒนา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

# # c816253 : MAJOR MECHANICAL ENGINEERING  
KEY WORD:

ACOUSTIC SIGNAL / ACOUSTIC EMISSION / DRILL WEAR / WEAR

SUNVARISUYWATTANA : A STUDY OF RELATIONSHIP BETWEEN ACOUSTIC  
SIGNAL AND DRILL WEAR IN SS400 STEEL. THESIS ADVISOR :  
ASSIST.PROF. CHAIROTE KUNPANITCHAKIT, Ph.D. 62 pp. ISBN 974-331-298-6.

This research chose to study relationship between acoustic signal and drill wear in the ss400 steel in order to quantity the drill wear during drill operation. The experiment was conducted at 3 speed 280, 450, and 750 rpm and at 3 feed 0.08, 0.12, and 0.2 mm./rev. At each cutting condition 3 drills were tested by drilling 400 holes. Cumulative signals of ENERGY, COUNT, and HIT were collected at an interval of 50 holes.

The results form 400 holes donot show a strange correlation between ENERGY, COUNT, and HIT with the number of holes. This may be dued to too small drill wear. However, the signal shows that the cutting speed has less effect on the signal; ENERGY and COUNT, than the feed rate. At a low feed rate, the ENERGY and COUNT are higher value than at a high feed rate. When continue the test to 1300 holes, ENERGY, COUNT, and HIT show more correlation with the number of holes or the drill wear. While cutting speed has effect on HIT as at low speeds the metal chip is discontinuous and causes HIT values to be larger whereas at high speeds the metal chip is more continuous.

ภาควิชา.....วิศวกรรมเครื่องกล.....  
สาขาวิชา.....วิศวกรรมเครื่องกล.....  
ปีการศึกษา..... 2541.....

ลายมือชื่อนิสิต.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีได้เนื่องจากความอนุเคราะห์ของ ผศ.ดร.ชัยโรจน์ คุณพนิชกิจ ทั้งในด้านกำลังใจ ด้านวิชาการ และด้านการทำงาน

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.ดำรงศักดิ์ มลิลลา รศ.สมชาย พวงเพิกคิก และ ผศ.ดร. ก่อเกียรติ บุญชูกุล ซึ่งให้ความกรุณาด้านคำปรึกษา ขอขอบพระคุณ ครูธงชัย สิงห์สังวรรณ ซึ่งให้ความกรุณาอย่างสูงในการช่วยซ่อมอุปกรณ์วิเคราะห์สัญญาณอะคูสติกและความรู้ด้านเทคนิค พร้อมทั้ง Mr. Jason W. Dong ซึ่งให้ความรู้ทางเทคนิคในการซ่อม LOCAN 320 ขอขอบคุณพี่ไชยณรงค์ จักรธรานนท์ ซึ่งให้ความช่วยเหลืออย่างสูงในการติดตั้งชื่อ Transducer

ขอขอบคุณพี่จระพงค์ กสิวิทย์อำนวย พี่สมชาย เตโชธรรมสถิต พี่ไพรัช ตั้งพรประเสริฐ พี่ธงชัย สถาพรนานนท์ พี่วัฒนา พี่โป่ง พี่หน้า พี่ไพศาล เต็งเจริญชัย และรุ่นพี่นิสิตปริญญาโททุกท่านซึ่งให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำทุกด้าน คุณเกียรติศักดิ์ ไชโพธิ์ คุณจักษณิ วิรุพหศิริ คุณทวีชาติ กิตติรัตภรณ์ คุณชาญณรงค์ อัครเทศานุภาพ คุณสุธรรม ม้าศรี คุณเข้มชาติ มังกรศักดิ์สิทธิ์ คุณธนากร สุวศบวรณ คุณประพันธ์ ดลวิชัย คุณสุกิจ ลิตติกรณ์ คุณวรสิทธิ์ คุณปณตสรรคร์ สุธยานนท์ คุณพงศกร วัฒนธาดา เพื่อนและน้องนิสิตปริญญาโททุกคนซึ่งให้กำลังใจตลอดมา พร้อมทั้งคุณภัทรทิรา แซ่ลิ้ม ซึ่งคอยช่วยเหลือด้านความเป็นอยู่

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบกตัญญูตาบูชาแต่ มารดา พี่สาวและพี่เขย ซึ่งคอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจตลอดมา ขอกราบขอบคุณครูอาจารย์ทุกท่านที่เคยประสิทธิ์ประสาทวิชาเพื่อเป็นพื้นฐานในการเล่าเรียนจนสำเร็จ

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ฌ
สารบัญภาพ .....	ญ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ .....	ณ
1 บทนำ .....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงร่างวิทยานิพนธ์ .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงร่างวิทยานิพนธ์ .....	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย .....	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์ .....	1
2 อะคูสติกอีมีสชัน .....	2
2.1 อะคูสติกอีมีสชัน .....	2
2.2 การสีกหรอ .....	13
3 การทดลอง .....	18
3.1 การเตรียมชิ้นงาน .....	18
3.2 การเตรียมอุปกรณ์วัดสัญญาณ .....	19
3.3 การวัดสัญญาณ .....	20
3.4 การจัดการข้อมูล .....	21
3.5 การตั้งชื่อข้อมูลในการทดลอง .....	24
4 ผลการทดลอง .....	25
4.1 พิจารณาที่อัตราเร็วรอบคงที่ .....	25
4.2 พิจารณาที่อัตราการป้อนคงที่ .....	26
4.3 การวิเคราะห์ผลการทดลอง .....	27
5 สรุปผลการทดลอง .....	41
5.1 สรุปผลการทดลอง .....	41
5.2 ปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะ .....	42
รายการอ้างอิง .....	43
บรรณานุกรม .....	44

	หน้า
ภาคผนวก ก .....	45
ภาคผนวก ข .....	49
ภาคผนวก ค .....	51
ประวัติผู้วิจัย .....	62



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติต่างๆที่มีผลต่อแอมพลิจูดการตอบสนองต่อคลื่นอะคูสติก .....	12
ตารางที่ 3.1 การตั้งชื่อข้อมูลในการทดลอง .....	24
ตารางที่ 4.1 สมการเชิงเส้นระหว่าง ENERGY COUNT และ HIT ช่วง 400 รูเจาะ .....	39
ตารางที่ 4.2 สมการเชิงเส้นระหว่าง ENERGY COUNT และ HIT สำหรับ ดอกสว่าน c3e1 และ c4e2 ช่วง 1300 รูเจาะ .....	40
ตารางที่ ข.1 องค์ประกอบทางเคมีของเหล็กที่ใช้ในการทดสอบ .....	50

## สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แผนภูมิลักษณะโครงสร้างของผลึกและอะตอมที่ไม่สมบูรณ์ .....	3
รูปที่ 2.2 แผนภูมิลักษณะการเกิดการไถล .....	3
รูปที่ 2.3 รูปแสดงลักษณะการเกิดการไถล (Reed-Hill, R.E., and Robertson, W.D., Trans.AIME,209 496[1957].) .....	4
รูปที่ 2.4 แผนภูมิลักษณะการเกิดการบิด .....	4
รูปที่ 2.5 แผนผังของระบบที่ใช้ในการตรวจสอบด้วยอะคูสติกอีมีชัน .....	5
รูปที่ 2.6 ลักษณะรูปคลื่นและลักษณะต่าง ๆ ของสัญญาณ .....	7
รูปที่ 2.7 แผนภาพแสดงรายละเอียด PDT .....	9
รูปที่ 2.8 แผนภาพแสดงรายละเอียด HDT .....	10
รูปที่ 2.9 แผนภาพแสดงรายละเอียด HLT .....	11
รูปที่ 2.10 แสดงการวัดค่า flank wear (B) และ $\beta$ .....	14
รูปที่ 2.11 แสดงการหาค่าของ (dB/dL) จากการทดลอง .....	14
รูปที่ 2.12 ลักษณะทั่วไปของดอกสว่านบิด .....	15
รูปที่ 2.13 ลักษณะการตัดเนื้อของดอกสว่านบิด .....	15
รูปที่ 2.14 ลักษณะการสึกหรอของดอกสว่าน .....	16
รูปที่ 2.15 ลักษณะการเกิดเศษโลหะ (a) เศษโลหะแบบไม่ต่อเนื่อง (b) เศษโลหะแบบต่อเนื่อง (c) เศษโลหะแบบต่อเนื่องและมี build-up edge ...	17
รูปที่ 3.1 ลักษณะแผ่นเหล็กที่ใช้ในการทดลอง .....	18
รูปที่ 3.2 การยึดชิ้นงานกับแท่นเครื่องเจาะ .....	19
รูปที่ 3.3 เทปกาว 2 หน้าที่ใช้ติดตัวตรวจรู้สัญญาณอะคูสติกกับแผ่นเหล็ก ที่ใช้ในการทดลอง .....	19
รูปที่ 3.4 HARDWARE SETUP MENU .....	20
รูปที่ 3.5 สัญญาณที่ได้จากการหักดินสอและการเลือกช่วงการวิเคราะห์สัญญาณ .....	22
รูปที่ 3.6 การหาสัญญาณสะสมของ ENERGY ตั้งแต่เริ่มเจาะ จนเริ่มทะลุแผ่นเหล็ก .....	22
รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง ENERGY COUNT และ HIT กับลำดับที่ของรูเจาะ ที่อัตราการป้อน 0.08 มิลลิเมตรต่อรอบ ช่วง 400 รูเจาะ .....	31
รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง ENERGY COUNT และ HIT กับลำดับที่ของรูเจาะ ที่อัตราการป้อน 0.12 มิลลิเมตรต่อรอบ ช่วง 400 รูเจาะ .....	32
รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง ENERGY COUNT และ HIT กับลำดับที่ของรูเจาะ ที่อัตราการป้อน 0.2 มิลลิเมตรต่อรอบ ช่วง 400 รูเจาะ .....	33

รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง ENERGY COUNT และ HIT กับลำดับที่ของรูเจาะ ที่อัตราเร็วรอบ 280 รอบต่อนาที ช่วง 400 รูเจาะ .....	34
รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง ENERGY COUNT และ HIT กับลำดับที่ของรูเจาะ ที่อัตราเร็วรอบ 450 รอบต่อนาที ช่วง 400 รูเจาะ .....	35
รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง ENERGY COUNT และ HIT กับลำดับที่ของรูเจาะ ที่อัตราเร็วรอบ 710 รอบต่อนาที ช่วง 400 รูเจาะ .....	36
รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง ENERGY COUNT และ HIT กับลำดับที่ของรูเจาะ สำหรับดอกสว่าน c3e1 ช่วง 1300 รูเจาะ .....	37
รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่าง ENERGY COUNT และ HIT กับลำดับที่ของรูเจาะ สำหรับดอกสว่าน c4e2 ช่วง 1300 รูเจาะ .....	38
รูปที่ ก.1 อุปกรณ์ขยายสัญญาณเบื้องต้นรุ่น 1220A ของ PHYSICAL ACOUSTIC CORPORATION .....	45
รูปที่ ก.2 สาย 1234 coaxial cable standard RG-58 50 โอห์ม ของ OLYMPIC WIRE & CABLE CORP RG 58 A/U .....	46
รูปที่ ก.3 อุปกรณ์วิเคราะห์สัญญาณอะคูสติก รุ่น LOCAN 320 .....	46
รูปที่ ก.4 เครื่องเจาะแบบยี่ห้อที่ใช้ในการทดลอง .....	47
รูปที่ ก.5 เครื่องตัดแบบพลาสมา (Plasma Arc Cutting) รุ่น MAX43 ของ HYPERTERM .....	48
รูปที่ ข.1 กราฟระหว่างความเค้นและความเครียด .....	49
รูปที่ ค.1 สเกลช่องละ 1 มิลลิเมตร เพื่อแสดงกำลังขยาย .....	51
รูปที่ ค.2 ดอกสว่านใหม่ทั้งสองด้านของคมตัด .....	52
รูปที่ ค.3 ความสึกหรอของดอกสว่านซึ่งทำการเจาะมาแล้ว 400 รูเจาะ ด้วยอัตราการป้อน 0.08 มิลลิเมตรต่อรอบ และ อัตราเร็วรอบ 280 รอบต่อนาที .....	53
รูปที่ ค.4 ความสึกหรอของดอกสว่านซึ่งทำการเจาะมาแล้ว 400 รูเจาะ ด้วยอัตราการป้อน 0.08 มิลลิเมตรต่อรอบ และ อัตราเร็วรอบ 450 รอบต่อนาที .....	54
รูปที่ ค.5 ความสึกหรอของดอกสว่านซึ่งทำการเจาะมาแล้ว 400 รูเจาะ ด้วยอัตราการป้อน 0.08 มิลลิเมตรต่อรอบ และ อัตราเร็วรอบ 710 รอบต่อนาที .....	55
รูปที่ ค.6 ความสึกหรอของดอกสว่านซึ่งทำการเจาะมาแล้ว 400 รูเจาะ ด้วยอัตราการป้อน 0.12 มิลลิเมตรต่อรอบ และ อัตราเร็วรอบ 280 รอบต่อนาที .....	56
รูปที่ ค.7 ความสึกหรอของดอกสว่านซึ่งทำการเจาะมาแล้ว 400 รูเจาะ ด้วยอัตราการป้อน 0.12 มิลลิเมตรต่อรอบ และ อัตราเร็วรอบ 450 รอบต่อนาที .....	57

	หน้า
รูปที่ ค.8 ความลึกหอรอบของดอกสว่านซึ่งทำการเจาะมาแล้ว 400 รูเจาะ ด้วยอัตราการป้อน 0.12 มิลลิเมตรต่อรอบ และ อัตราเร็วรอบ 710 รอบต่อนาที .....	58
รูปที่ ค.9 ความลึกหอรอบของดอกสว่านซึ่งทำการเจาะมาแล้ว 400 รูเจาะ ด้วยอัตราการป้อน 0.2 มิลลิเมตรต่อรอบ และ อัตราเร็วรอบ 450 รอบต่อนาที .....	59
รูปที่ ค.10 ความลึกหอรอบของดอกสว่านซึ่งทำการเจาะมาแล้ว 400 รูเจาะ ด้วยอัตราการป้อน 0.2 มิลลิเมตรต่อรอบ และ อัตราเร็วรอบ 710 รอบต่อนาที .....	60
รูปที่ ค.11 ความลึกหอรอบของดอกสว่านซึ่งทำการเจาะมาแล้ว 1300 รูเจาะ ด้วยอัตราการป้อน 0.12 มิลลิเมตรต่อรอบ และ อัตราเร็วรอบ 710 รอบต่อนาที .....	61

## คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

A	พื้นผิวสัมผัส หรือ instantaneous area of the wear land
B	ความยาวในแกนตั้งของใบมีดกลิ้งที่สึกหรอ (แสดงในรูปที่ 2.9)
dB	เดซิเบล
D	ระยะที่เทียบจากเส้นอ้างอิง (Datum line) (แสดงในรูปที่ 2.9)
F	ความถี่เรโซแนนซ์ของตัวตรวจรู้
HDT	ค่าที่ช่วยในการนับ HIT ที่เหมาะสมที่จะคิดว่าสัญญาณ ต่อมา เป็นสัญญาณของ EVENT เก่าหรือ EVENT ใหม่
HLT	คล้ายกับ HDT ค่าที่ใช้ควรเท่ากับ 20/F
K	ค่าความเข้มของความเค้น
L	ความยาวของระยะทางที่ทำงานไปแล้ว (rubbing movement)
NDT	วิธีการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย
PDT	ค่าที่ช่วยให้บ่งบอกเวลาที่เกิดค่าสูงสุด (peak) ที่แท้จริงของสัญญาณ
R	ความต้านทานไฟฟ้าของอุปกรณ์ตรวจวัด
t	เวลา
U	ค่าพลังงานที่จะแสดงออกมา
V(t)	ค่าแรงดันไฟฟ้าที่เวลา t
V(RMS)	ค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟฟ้าที่คำนวณจากสูตร $V(RMS) = \sqrt{\frac{1}{t} \int_0^t V^2(t) dt}$
V	ปริมาตรของโลหะที่สึกหรอไป
$\beta$	มุมที่ใบมีดกลิ้งสึกหรอเทียบแกนตั้ง (แสดงในรูปที่ 2.9)
$\eta$	อัตราการสึกหรอจำเพาะ ซึ่งจะได้จากสูตร $\eta = \sin \beta * (dB/dL)$
$\alpha$	มุม crater wear เทียบกับแกนเดิมที่ยังไม่สึกหรอ (แสดงในรูปที่ 2.9)