

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงการวิศวกรรม	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 แผนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	
2.1 ประเภทของเฟือง (Types of Gears)	3
2.2 ทฤษฎีการวิเคราะห์ความเสียหายของเฟืองฟันตรงและเฟืองฟันเฉียง	4
2.3 การพัฒนาโปรแกรม	38
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเฟือง	42
3.2 ขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรม	42
3.3 จัดทำปริญญานิพนธ์	45
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	
4.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเฟือง	46

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2 ผลการดำเนินงานพัฒนาโปรแกรม	46
4.3 โปรแกรมเกียร์ร็อกซ์ (GeaRox)	63
บทที่ 5 บทสรุป	
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	73
5.2 ข้อเสนอแนะ	74
เอกสารอ้างอิง	75
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก แบบทดสอบโปรแกรม	77
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้โปรแกรม	88
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ	106



สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 ประเภทของเฟือง	3
รูปที่ 2.2 การรับโหลดการตัด W' ของฟันเฟือง	5
รูปที่ 2.3 ความต้านทานแรงของเฟืองเหล็กกล้า through-hardened steel	11
รูปที่ 2.4 ความต้านทานแรงของเฟืองเหล็กกล้า AISI 4140 และ AISI 4340	12
รูปที่ 2.5 ความต้านแรงสำหรับเฟือง nitriding steel	12
รูปที่ 2.6 ความต้านทานการสัมผัสสำหรับเฟืองเหล็กกล้าที่ 10^7 รอบ และความนำเชื่อถือ 0.99	15
รูปที่ 2.7 แฟกเตอร์ J สำหรับเฟืองฟันตรง(Source : ANSI/AGMA 218.01.)	19
รูปที่ 2.8 แฟกเตอร์ J สำหรับเฟืองฟันเฉียง (Source : ANSI/AGMA 218.01.)	20
รูปที่ 2.9 แฟกเตอร์ J' สำหรับใช้ร่วมกับรูปที่ 7 ในการหาค่าแฟกเตอร์ J	21
รูปที่ 2.10 ไดนามิกแฟกเตอร์ K_v	24
รูปที่ 2.11 ระยะ S และ S_1	27
รูปที่ 2.12 แฟกเตอร์ C_{ma} (Source : ANSI/AGMA 2006 – C95)	28
รูปที่ 2.13 แฟกเตอร์แก้อัตราส่วนความแข็ง (C_H) สำหรับเฟืองชุบแข็ง (through-hardened)	29
รูปที่ 2.14 แฟกเตอร์แก้อัตราส่วนความแข็ง (C_H) สำหรับพีเอ็นเอ็นชุบผิวแข็ง (surface-hardened)	30
รูปที่ 2.15 แฟกเตอร์แก้วงรอบการกระช้ำของความเค้นอัด Y_N	30
รูปที่ 2.16 แฟกเตอร์แก้วงรอบการกระช้ำของความเค้นอัด Z_N	31
รูปที่ 2.17 แฟกเตอร์แก้ขอบความหนาของเฟือง K_B	32
รูปที่ 2.18 สูตรขั้นตอนการคำนวณการหาค่าความเค้น และแฟกเตอร์ความปลอดภัย เนื่องจากการตัดลำ	34
รูปที่ 2.19 สูตรขั้นตอนการหาความเค้น และแฟกเตอร์ความปลอดภัยเนื่องจากการสัมผัสลำ	35
รูปที่ 2.20 สูตรกระบวนการพัฒนาโปรแกรม	38
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	42
รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม	43
รูปที่ 4.1 แผนผังขั้นตอนการทำงานของ โปรแกรม	50
รูปที่ 4.2 แผนผังการคำนวณความเค้น	51
รูปที่ 4.3 แผนผังค่าแฟกเตอร์ความปลอดภัยเค้น	56

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.4 แสดงโปรแกรม GeaRox	59
รูปที่ 4.5 แสดงหน้าเริ่มต้น โปรแกรม	63
รูปที่ 4.6 แสดงหน้าแรกของโปรแกรม GeaRox	64
รูปที่ 4.7 แสดงหน้าแนะนำการใช้งาน โปรแกรม	65
รูปที่ 4.8 แสดงหน้าเลือกชนิดของเฟือง	66
รูปที่ 4.9 แสดงขั้นตอนการใช้งาน โปรแกรม	67
รูปที่ 4.10 แสดงหน้ากรอกข้อมูลเฟือง	68
รูปที่ 4.11 แสดงหน้าตาของผลการคำนวณ	70
รูปที่ 4.12 แสดงความผิดพลาดที่เกิดจากพิมพ์ผิด หรือลืมกรอกข้อมูลไว้	71
รูปที่ 4.13 แสดงความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการกรอกค่าไม่เป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้	72
รูปที่ ข.1 แสดงหน้าแรกของโปรแกรม GeaRox	89
รูปที่ ข.2 แสดงการเปิดโปรแกรมด้วยไอคอน โปรแกรม	90
รูปที่ ข.3 แสดงหน้าเริ่มต้นของโปรแกรม	91
รูปที่ ข.4 แสดงหน้าแรกของโปรแกรม	91
รูปที่ ข.5 แสดงรายละเอียดของหน้าแนะนำ โปรแกรม	92
รูปที่ ข.6 แสดงรายละเอียดข้อจำกัดโปรแกรม	92
รูปที่ ข.7 แสดงรายละเอียดของขั้นตอนการใช้โปรแกรม	93
รูปที่ ข.8 แสดงรายละเอียดของคณะผู้จัดทำ	93
รูปที่ ข.9 แสดงรายละเอียดหน้าเลือกชนิดของเฟือง	94
รูปที่ ข.10 แสดงหน้าจอของ pop-up และรายละเอียดของขั้นตอนการใช้งาน โปรแกรม	95
รูปที่ ข.11 แสดงรายละเอียดของหน้ากรอกข้อมูลเฟืองพื้นฐาน	96
รูปที่ ข.12 แสดงรายละเอียดของหน้ากรอกข้อมูลเฟืองพิเศษ	99
รูปที่ ข.13 แสดงหน้าจอของผลการคำนวณและรายละเอียดของการคำนวณของเฟืองพื้นฐาน	102
รูปที่ ข.14 ตัวอย่างการแสดงผลที่ส่งออกมาจาก โปรแกรม GeaRox ของเฟืองพื้นฐาน	103
รูปที่ ข.15 แสดงหน้าจอของผลการคำนวณและรายละเอียดของการคำนวณของเฟืองพิเศษ	103
รูปที่ ข.16 ตัวอย่างการแสดงผลที่ส่งออกมาจาก โปรแกรม GeaRox ของเฟืองพิเศษ	104
รูปที่ ข.17 แสดงความผิดพลาดที่เกิดจากพิมพ์ผิด หรือลืมกรอกข้อมูลไว้	105

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ ข.18 แสดงความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการกรอกค่าไม่เป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ หน้า 105



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ค่าแฟกเตอร์รูปร่าง Y สำหรับเฟืองที่มีมุมกดคั่นในแนวตั้งฉาก 20° และฟันลึกเต็ม (full-depth teeth)	6
ตารางที่ 2.2 ความต้านแรงดัดกระทำซ้ำ S_u สำหรับเฟืองเหล็กกล้าที่ 10^7 รอบ และความน่าเชื่อถือ 0.99 Source : ANSI/AGMA 2001-C95	13
ตารางที่ 2.3 ความต้านแรงดัดกระทำซ้ำ S_u สำหรับเฟืองเหล็กหล่อและบรอนซ์ที่ 10^7 รอบ และความน่าเชื่อถือ 0.99 Source : ANSI/AGMA 2001-C95	14
ตารางที่ 2.4 อุณหภูมิที่ใช้ในการทำ Nitriding และค่าความแข็ง	16
ตารางที่ 2.5 ความต้านทานแรงสัมผัสกระทำซ้ำ สำหรับเฟืองเหล็กกล้าที่ 10^7 รอบ และความน่าเชื่อถือ 0.99	16
ตารางที่ 2.6 ความต้านทานแรงสัมผัสกระทำซ้ำ S_u สำหรับเฟืองเหล็กหล่อและบรอนซ์ที่ 10^7 รอบ และความน่าเชื่อถือ 0.99	17
ตารางที่ 2.7 สัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่น C_p (Z_p), ในหน่วย $\sqrt{\text{psi}}$ ($\sqrt{\text{MPa}}$) Source : AGMA 218.01	23
ตารางที่ 2.8 ค่า A, B และ C ที่ได้จากการทดลอง Source : ANSI/AGMA 2006 – C95	27
ตารางที่ 2.9 แฟกเตอร์ความน่าเชื่อถือ K_R	31
ตารางที่ 4.1 ตัวแปรที่ใช้ในโปรแกรม สัญลักษณ์ที่ใช้ในสมการตามทฤษฎี และคำนิยาม	47
ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบผลการคำนวณของเฟืองฟันตรง	60
ตารางที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบผลการคำนวณของเฟืองฟันเฉียง	61