

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการออกแบบและการใช้งานอุปกรณ์ทางด้านวิศวกรรม จำเป็นอย่างยิ่งในการพิจารณาออกแบบให้มีความเหมาะสมและมีความคุ้มค่าในการใช้งาน (ทั้งในด้านอายุการใช้งานและในทางด้านการลงทุน) ในการออกแบบระบบเฟืองเป็นตัวอย่างหนึ่งที่พบว่า เฟืองรูปร่างมาตรฐานที่มีใช้อยู่จะมีเสียงดัง และอายุการใช้งานที่สั้น สาเหตุหลักที่ทำให้เกิดสิ่งเหล่านี้ขึ้น เนื่องจากแรงพลวัต และประสิทธิภาพของการหล่อลื่นที่เกิดขึ้น ดังนั้น วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอ การปรับแต่งฟันเฟือง (ปรับรูปร่างฟันของเฟืองมาตรฐาน) โดยกรรมวิธีเงื่อนไขฟัน มาศึกษาผลของมันต่อแรงพลวัตที่กระทำกับระบบเฟืองตรงและการหล่อลื่น โดยผลของการศึกษานี้ จะทำให้เราสามารถนำผลมาเปรียบเทียบกับระบบฟันเฟืองมาตรฐานได้ว่า ความทนทานของระบบเฟือง จะดีขึ้นหรือแย่ลงกว่าเดิม อย่างไร

1.2 บทความวิจัยที่ผ่านมา

ในปี ค.ศ. 1786 Reynolds [1] ได้เขียนสมการที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของการไหลและความหนาแน่นของสารหล่อลื่นและแรงดันของไหลและความหนาฟิล์มที่เกิดขึ้น โดยสารหล่อลื่นเป็นแบบนิวโทเนียนเพื่อใช้จำลองการหล่อลื่นแบบไฮโดรไดนามิกส์ และต่อมาในปี ค.ศ. 1896 Hertz ได้ประยุกต์ทฤษฎีความยืดหยุ่นเข้ากับสมการเรย์โนลด์ส ทำให้งานวิจัยทางด้านออสโตไฮโดรไดนามิกส์มีความก้าวหน้าไปอย่างมาก

ในปี ค.ศ. 1981 K.L.Wang และ H.S. Cheng [4] ได้แสดงถึงการใช้สมการเรย์โนลด์สในการประยุกต์ใช้กับฟันเฟืองชนิดตรงโดยพิจารณาหาค่าแรงพลวัตและค่าความหนาฟิล์ม และอุณหภูมิที่เกิดขึ้นทำให้ทราบสภาวะการทำงานของฟันเฟืองตรงที่มีการหล่อลื่นได้มากยิ่งขึ้น

ในปี ค.ศ. 1988 H-H.Lin , R.L. Huston และ J.J. Coy [6] ได้นำเสนอวิธีการหาค่าแรงพลวัตที่เกิดขึ้นกับฟันเฟืองชนิดตรงเพื่อศึกษาผลของแรงเสียดและแรงพลวัตที่เกิดขึ้นทำให้ทราบถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นในระบบฟันเฟืองตรง

ในปี ค.ศ. 1997 Roland Land [8] ได้ประยุกต์ใช้สมการของ Reynolds เข้ากับปัญหาของ ฟันเฟืองที่เป็นชนิดตรงโดยคิดกรณีที่สารหล่อลื่นเป็นแบบอนินวโทเนียน ทำให้ได้ค่าที่เข้าใกล้ สถานะการทำงานจริงมากยิ่งขึ้น

ในปี ค.ศ. 2004 Somnuk Yawong และ Mongkol Mongkolwongrojn และ Matee Limkul [18] ได้แสดงถึงพฤติกรรมทางสถิติของการหล่อลื่นแบบไฮโดรไดนามิกส์ที่มีการสัมผัส แบบเส้น โดยใช้วิธีไฟไนซ์ดิฟเฟอเรนซ์ และวิธีนิวตันราฟสันร่วมกันในการแก้สมการเรย์โนลด์ส ประยุกต์สำหรับการสัมผัสแบบเส้นและสารหล่อลื่นจะมีพฤติกรรมเป็นแบบนิวโทเนียน ซึ่งทำให้ทราบถึงผลของความเร็ว ภาระที่กระทำ ความหนืดของสารหล่อลื่นและวัสดุที่ใช้

ในปี ค.ศ. 2005 Sutthinan Sriratayawong [19] ได้แสดงถึงผลของความหยาบผิวที่มีต่อการหล่อลื่นแบบเทอร์โมไฮโดรไดนามิกส์ โดยที่มีการสัมผัสเป็นแบบเส้นภายใต้ภาวะโหลดที่กระทำสูง โดยใช้วิธีนิวตันราฟสัน และวิธีมัลติกริด-มัลติเลเวลร่วมกันในการแก้ปัญหาที่จะจำลอง พฤติกรรมการหล่อลื่นแบบเทอร์โมไฮโดรไดนามิกส์ในสถานะสถิตและพลวัต ซึ่งจะทำการเปลี่ยนค่าภาระที่กระทำ ความเร็วในการหมุน ชนิดของสารหล่อลื่น การสลิป สโลด์และค่าวัสดุ จะทำให้ทราบพฤติกรรมการกระจายแรงดัน ความหนาฟิล์มของสารหล่อลื่น อุณหภูมิ ความหนาแน่นและความหนืดของสารหล่อลื่น โดยจะใช้โมเดลทางคณิตศาสตร์ที่มีเทอมของความหยาบ รวมอยู่ด้วย

ในปี ค.ศ. 2005 Monsak Pimsarn [10] ได้แสดงถึงแรงพลวัตที่เกิดขึ้นของฟันเฟืองที่เป็นชนิดตรง โดยใช้วิธีการหาค่าแรงพลวัตโดยวิธี PISE (Pseudo – Interference Stiffness Estimation Method) และทำการปรับแต่งฟันเฟืองตรงโดยวิธี เงื่อนหน้าฟันซึ่งทำให้ทราบถึงแรงพลวัตที่เกิดขึ้นกับระบบฟันเฟืองตรงที่มีการปรับแต่งและไม่ปรับแต่งฟัน

ในปี ค.ศ. 2006 Puttha Jenkour และ Mongkol Mongkolwongrojn [20] ได้แสดงถึงพฤติกรรมการหล่อลื่นแบบไฮโดรไดนามิกส์ของฟันเฟืองชนิดตรง โดยคิดผลกระทบของภาระที่กระทำ ความเร็ว อัตราส่วนความโค้งที่ผิวสัมผัสที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ในกรณีที่สารหล่อลื่นมีพฤติกรรมเป็นแบบนิวโทเนียน ใช้วิธีจำลองเชิงตัวเลขโดยวิธีนิวตัน ราฟสัน เพื่อหาการกระจายความดัน การกระจายความหนาฟิล์ม และการกระจายความหนืด เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงค่าความเร็วรอบของฟันเฟือง และเปลี่ยนแปลงภาระที่กระทำ ซึ่งทำให้ทราบถึงผลกระทบของสารหล่อลื่นที่กระทำต่อเฟืองฟันตรง

ในปี ค.ศ. 2006 Puttha Jenkour [21] ได้เสนอผลการศึกษาพฤติกรรมการหล่อลื่นแบบอิลาสโตไฮโดรไดนามิกส์ของฟืนเฟืองตรงโดยพิจารณาถึงคุณสมบัติสารหล่อลื่นที่เป็นสารอนิวโทเนียนและผลกระทบจากความหยาบของผิวหน้าฟืนเฟืองขับและฟืนเฟืองตาม โดยทำการศึกษาระบายความดัน ความหนาของฟิล์มน้ำมัน ความหนืด และความหนาแน่นของฟิล์มน้ำมันเมื่อทำการเปลี่ยนค่า อัตราการส่งกำลัง ความเร็วรอบของฟืนเฟือง ขนาดของฟืนเฟือง จำนวนฟืนเฟืองขับ และทำการเปลี่ยนชนิดของสารน้ำมัน รวมถึงการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของฟืนเฟืองตรง โดยใช้วิธีการจำลองเชิงตัวเลขของวิธีนิวตัน ราฟสัน สำหรับแก้สมการอิลาสโตไฮโดรไดนามิกส์ของฟืนเฟืองตรง และใช้วิธีค้นหาทุกค่ารวมกับวิธีโบรเดน เฟลทเชอร์ โกลด์เฟรบบ์ เซนโน (Broyden Fletcher Goldfarb Shanno) ในการหาค่าที่เหมาะสมของฟืนเฟืองตรง ซึ่งทำให้ทราบถึงค่าการระบายความดัน ความหนาฟิล์มน้ำมัน ความหนืด ความหนาแน่น และค่าที่เหมาะสมที่สุดของฟืนเฟืองได้ตามที่ต้องการ

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษาและวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1.3.1. ทำการเปรียบเทียบแรงพลวัตของฟืนเฟืองตรงที่ไม่ทำการปรับแต่งและที่ทำการปรับแต่งโดยวิธีเฉือนหน้าฟืน

1.3.2. ศึกษาถึงพฤติกรรมการหล่อลื่นของฟืนเฟืองชนิดตรงที่มีการปรับแต่งฟืนเฟืองโดยวิธีเฉือนหน้าฟืน ต่อพฤติกรรมของการหล่อลื่นเป็นแบบอิลาสโตไฮโดรไดนามิกส์ โดยพิจารณาถึงการระบายความดัน และความหนาฟิล์มที่เกิดขึ้น กับระบบฟืนเฟืองตรงเมื่อทำการเปลี่ยนความเร็วรอบ

1.3.3. เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อหาค่าการระบายความดันและความหนาฟิล์มของน้ำมัน

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

จะทำการศึกษาพฤติกรรมการหล่อลื่นแบบอิลาสโตไฮโดรไดนามิกส์ของฟืนเฟืองชนิดตรง โดยจะทำการปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรดังนี้

1.4.1. ทำการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบของฟืนเฟืองที่ 1,500 รอบต่อนาทีที่ 3,500 รอบต่อนาทีที่ 6,500 รอบต่อนาทีที่ 9,000 รอบต่อนาที และที่ 12,000 รอบต่อนาที

1.4.2. ทำการศึกษาผลของการหล่อลื่นต่อระบบฟืนเฟืองตรงที่ยังไม่มีการปรับแต่งฟืนเฟือง

1.4.3. ทำการศึกษาผลของการหล่อลื่นต่อระบบฟันเฟืองตรงที่มีการปรับแต่งฟันเฟืองตรงโดยวิธีฉีดยาน้ำฟัน

1.4.4. เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้วิธีนิวตัน-ราฟสัน และแก้สมการเพื่อศึกษาพฤติกรรมของการหล่อลื่นของฟันเฟืองชนิดตรง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ในงานวิจัยนี้ทำการศึกษาคุณสมบัติของการหล่อลื่นของฟันเฟืองตรงที่ไม่มีการปรับแต่งและทำการปรับแต่งฟัน ทำให้ทราบถึงผลของการกระจายแรงดันและความหนาฟิล์มที่เกิดขึ้นระหว่างฟันเฟือง ทำให้ทราบถึงความหนาฟิล์มที่เกิดขึ้นในช่วงมุมหมุนต่างๆ ของฟันเฟือง สามารถที่จะคาดการณ์ความเสียหายบนผิวฟันเฟืองตรงได้