บทที่ 7

ผลการทดสอบ

7.1 กล่าวนำ

บทนี้กล่าวถึงผลการทดสอบของ เครื่องไดนาโมมิเตอร์แบบกระแสหมุนวนที่มีการเปลี่ยนพารามิเตอร์ต่างๆของเครื่อง ที่กล่าวในบทที่ 6 ในส่วนของขั้นตอนการทดสอบ ว่าจะส่งผลต่อสมรรถนะในการทำงานของเครื่องมากน้อยแค่ไหน โดยจากผลการทดสอบที่ได้แบ่งออกเป็นลักษณะต่างๆ ได้ดังนี้

7.1.1) เมื่อทำการปรับปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับชุดขดลวดเพิ่มมากขึ้น หรือเปรียบเสมือนเป็นการปรับปริมาณแอมแปร์-เทอนของชุดขดลวดให้เพิ่มขึ้น (ตามความสัมพันธ์ที่ว่า แอมแปร์-เทอน = จำนวนรอบของขดลวด × กระแสไฟฟ้า โดยที่ จำนวนรอบของชุดขดลวดที่ใช้ในการทดสอบ มีค่า 850 รอบทุกชุดขดลวด) โดยการที่แอมแปร์-เทอนเพิ่มขึ้นนี้ตามทฤษฎีมีผลทำให้เส้นแรงแม่เหล็กที่สร้างจากชุดขดลวดเพิ่มจึงเกิดการเหนี่ยวนำในแผ่นจานหมุนทำให้เกิดกระแสหมุนวนเพิ่มมากขึ้นด้วย ดังนั้น การซึมซับกำลังที่ถ่ายทอดจากมอเตอร์ทดสอบก็จะมากขึ้นด้วย และการทดสอบที่ชุดขดลวดใดๆ ก็ตามเมื่อมีการปรับระยะติดตั้งชุดขดลวดในแนวรัศมีให้เพิ่มขึ้นตามเงื่อนไขของการทดสอบ แรงบิดที่วัดได้จะเพิ่มมากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีที่ว่า แรงบิด = แรงกระทำ × ระยะตั้งฉากจากจุดหมุนถึงแนวแรง ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากการทดสอบโดยมีการเปลี่ยนพารามิเตอร์ทั้งสองแบบนี้ สิ่งที่ได้รับคาดว่าน่าจะเป็นไปตามความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\text{แรงบิด} \propto \text{แอมแปร์-เทอน และ ระยะในแนวรัศมีของการติดตั้งชุดขดลวด}$$

ผลการทดสอบที่ได้เพื่อศึกษาถึงลักษณะของพารามิเตอร์ทั้งสองแบบว่ามีผลต่อแรงบิดที่วัดได้อย่างไรนั้น นำเสนอในหัวข้อ 7.2

7.1.2) เมื่อพิจารณา แรงบิดที่วัดได้จากการทดสอบ ซึ่งหามาจากความสัมพันธ์ที่ว่า แรงบิด (T) = แรงเบรก (F) × ระยะในแนวรัศมีของชุดขดลวด (r) โดยแรงเบรกที่เกิดขึ้นนี้แปรผันโดยตรงกับ ปริมาณแอมแปร์-เทอน ดังนั้น พารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบ คือ จำนวนของชุดขดลวด และระยะในแนวรัศมีของชุดขดลวด จึงไม่น่ามีผลหากพิจารณาอยู่ในรูปของแรงเบรก

ผลการทดสอบที่ได้เพื่อศึกษาถึงลักษณะของพารามิเตอร์เหล่านี้ว่ามีผลอย่างไรนั้น นำเสนอในหัวข้อ 7.3

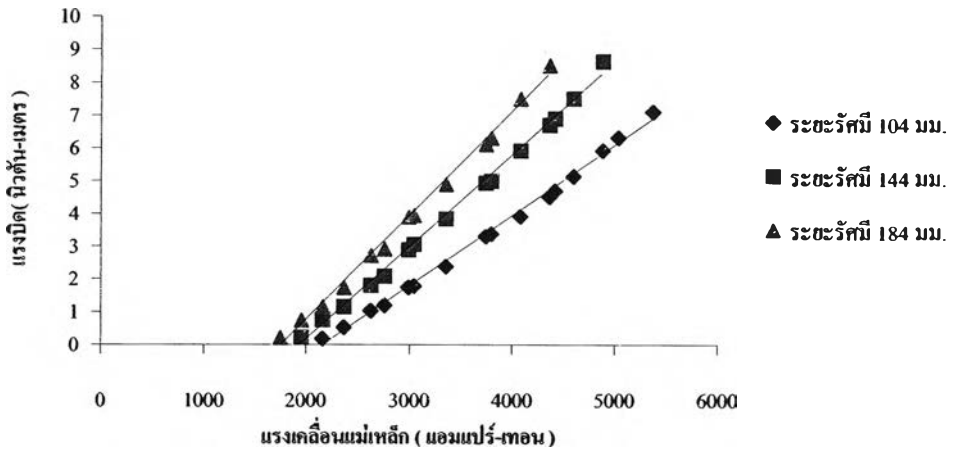
7.1.3) พารามิเตอร์ในลำดับถัดมาที่ทำการศึกษา ได้แก่การพิจารณาในเรื่องการเปลี่ยนความเร็วรอบ หรือเปรียบเสมือนการปรับความถี่ของเครื่องจักรต้นกำลัง เพื่อดูถึงแนวโน้มของแรงเบรกที่เกิดขึ้น โดยในการทดสอบมีการปรับเปลี่ยนความเร็ว 3 ค่า คือ 600, 1,450 และ 3,000 rpm. ซึ่งแนวโน้มที่คาดว่าน่าจะเป็น คือเมื่อความถี่เพิ่มขึ้น จะมีผลให้แรงเบรกที่เกิดขึ้นลดลง ถ้าเปรียบเทียบที่ตำแหน่งของแรงเคลื่อนแม่เหล็กจุดเดียวกัน ที่เป็นเช่นนี้เป็นผลมาจากการซึมซาบปริมาณกระแสหมุนวนของแผ่นจานหมุนนั้นลดลงจึงทำให้แรงเบรกที่เกิดลดลงด้วย โดยผลการทดสอบเพื่อศึกษาถึงลักษณะของพารามิเตอร์เหล่านี้ว่ามีผลอย่างไรนั้น นำเสนอในหัวข้อ 7.4

7.1.4) ผลการทดสอบของพารามิเตอร์ลำดับสุดท้ายจะศึกษาถึงผลของความหนาของแผ่นจานหมุนที่เปลี่ยนแปลง โดยทดสอบภายใต้เงื่อนไข คือ ระยะในแนวรัศมีของการติดตั้งชุดขดลวด 184 มม. และ ความเร็ว3,000 rpm. ว่ามีผลต่อแรงบิดที่เกิดขึ้นอย่างไรซึ่งนำเสนอในหัวข้อ 7.5 โดยถ้าพิจารณาถึงแนวโน้มที่เกิดขึ้นเมื่อความหนาลดลงน่าจะทำให้สร้างกระแสหมุนวนในแผ่นจานหมุนได้ลดลงเป็นผลทำให้แรงบิดที่วัดได้มีปริมาณที่ลดลงตามไปด้วย

7.2 ชุดข้อมูลเปรียบเทียบแรงบิดของชุดขดลวดที่มีการเปลี่ยนระยะในแนวรัศมี 3 ตำแหน่ง

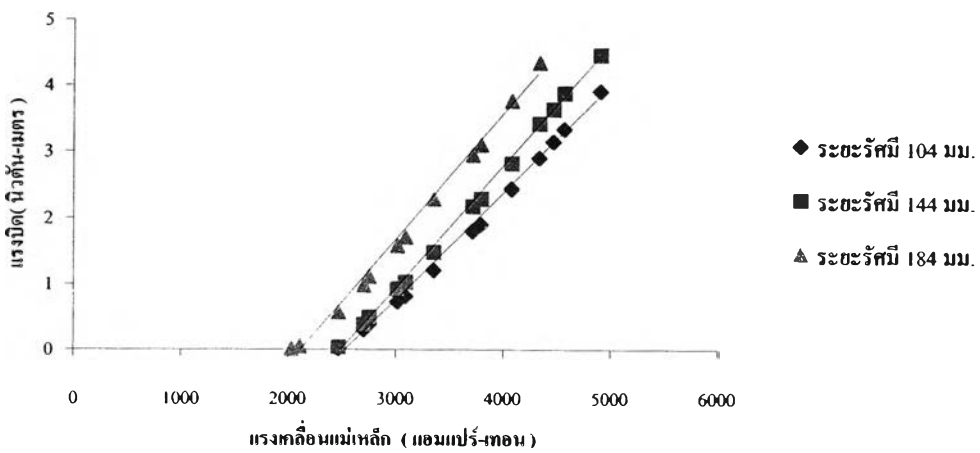
ผลการวัดแรงบิดเปรียบเทียบของมอเตอร์ทดสอบที่มี การเปลี่ยนแปลงระยะรัศมีในการติดตั้งชุดลวดในแนวรัศมี 3 ตำแหน่ง คือ 104, 144 และ184 มม. ที่ความเร็วของมอเตอร์ 3 ค่า คือ 600, 1,450 และ3,000 รอบต่อนาที ซึ่งแนวโน้มที่เกิดขึ้นจากทุกชุดขดลวดเหมือนกัน ดังนั้นจึงขอนำเสนอที่จำนวนชุดขดลวด 8 ชุด เพียงค่าเดียว (โดยพิจารณาต่อชุดขดลวด 1 ชุด) ซึ่งมีผลการทดสอบ ดังนี้

7.2.1 ความเร็ว 600 รอบต่อนาที



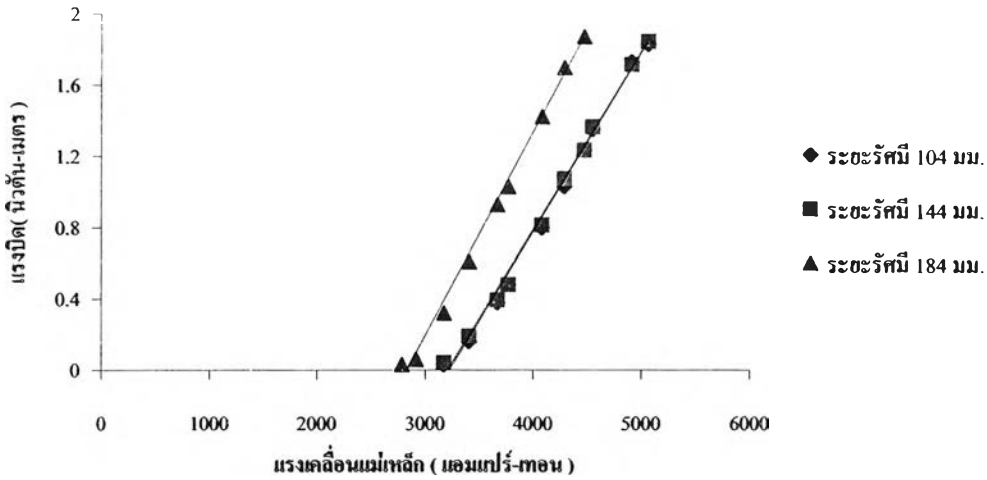
รูปที่ 7.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบแรงเคลื่อนแม่เหล็กกับแรงบิดของชุดขดลวด 8 ชุด ที่ระยะรัศมีต่างๆ (พิจารณาต่อ 1 ชุด) ความเร็ว 600 รอบต่อนาที

7.2.2 ความเร็ว 1,450 รอบต่อนาที



รูปที่ 7.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบแรงเคลื่อนแม่เหล็กกับแรงบิดของชุดขดลวด 8 ชุด ที่ระยะรัศมีต่างๆ (พิจารณาต่อ 1 ชุด) ความเร็ว 1,450 รอบต่อนาที

7.2.3 ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที



รูปที่ 7.3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบแรงเคลื่อนแม่เหล็กกับแรงบิด ของชุดขดลวด 8 ชุด ที่ระยะรัศมีต่างๆ (พิจารณาต่อ 1 ชุด) ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที

จากรูปแสดงผลการทดสอบที่ความเร็วต่างๆ ทั้ง 3 รูป ผลที่สังเกตได้พบว่า แนวโน้มของแรงบิดที่เกิดขึ้น สอดคล้องกับทฤษฎีที่กล่าวในหัวข้อที่ 7.1.1 คือ แรงบิดจะแปรผันโดยตรงกับแรงเคลื่อนแม่เหล็ก และระยะในแนวรัศมีที่เพิ่มขึ้น

7.3 ชุดข้อมูลเปรียบเทียบแรงเบรกของจำนวนชุดขดลวดต่างๆ ที่ความเร็วใดๆ ณ ตำแหน่งระยะรัศมี 104, 144 และ184 มม.

ผลการวัดแรงเบรกเปรียบเทียบของมอเตอร์ทดสอบที่ตำแหน่งระยะรัศมีเดียวกันของจำนวนชุดขดลวด 4, 6, 8, 12 และ16ชุด ที่ความเร็ว 600, 1,450 และ 3,000 รอบต่อนาที (โดยพิจารณาต่อชุดขดลวด 1 ชุด) ซึ่งแบ่งออกเป็นแต่ละชุดข้อมูลที่นำเสนอได้ดังนี้

7.3.1 <u>ที่ความเร็ว 600 รอบต่อนาที</u>

7.3.1.1 ที่ระยะรัศมี 104 มม.

7.3.1.2 ที่ระยะรัศมี 144 มม.

7.3.1.3 ที่ระยะรัศมี 184 มม.

7.3.2 ที่ความเร็ว 1,450 รอบต่อนาที

7.3.2.1 ที่ระยะรัศมี 104 มม.

7.3.2.2 ที่ระยะรัศมี 144 มม.

7.3.2.3 ที่ระยะรัศมี 184 มม.

7.3.3 ที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที

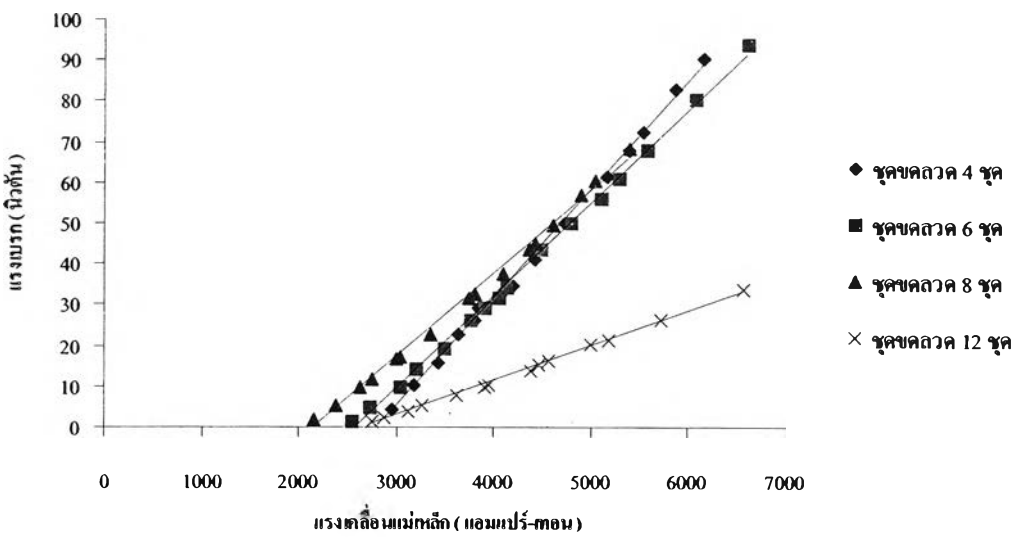
7.3.3.1 ที่ระยะรัศมี 104 มม.

7.3.3.2 ที่ระยะรัศมี 144 มม.

7.3.3.3 ที่ระยะรัศมี 184 มม.

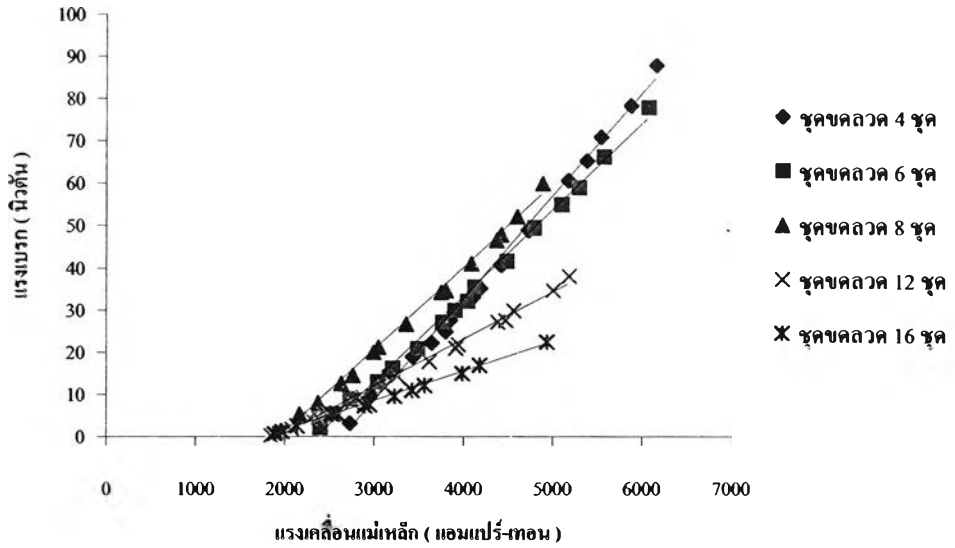
7.3.1 แผ่นจานหมุนหมุนที่ความเร็ว 600 รอบต่อนาที

7.3.1.1 กราฟเปรียบเทียบแรงเบรกของจำนวนชุดขดลวดต่างๆ ที่ระยะรัศมี 104 มม. แสดงผลการเปรียบเทียบในรูปที่ 7.4



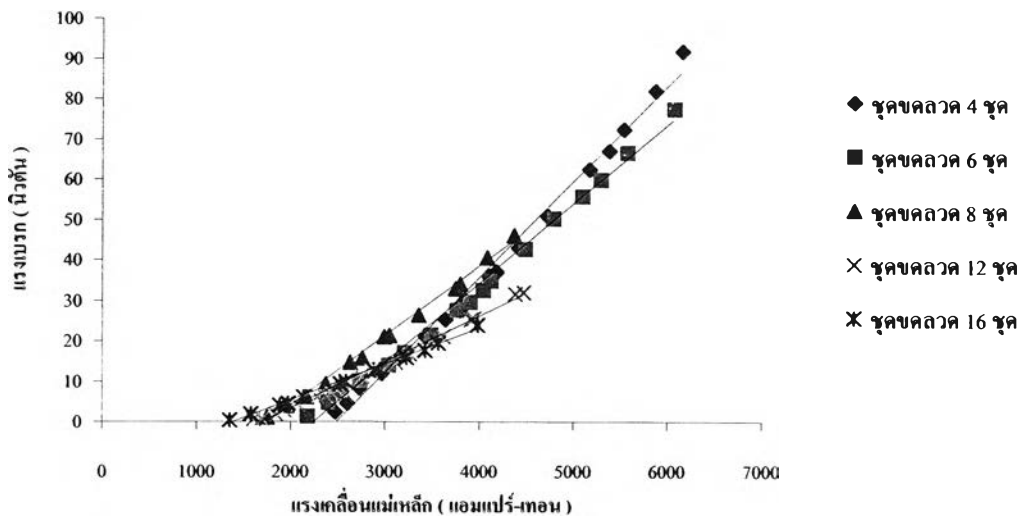
รูปที่ 7.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบแรงเคลื่อนแม่เหล็กกับแรงเบรกของชุดขดลวดจำนวนต่าง ๆ ที่ระยะรัศมี 104 มม. (พิจารณาต่อ 1 ชุด) ความเร็ว 600 รอบต่อนาที

7.3.1.2 <u>กราฟเปรียบเทียบแรงเบรกของจำนวนชุดขดลวดต่างๆ ที่ระยะรัศมี 144 มม.</u>
แสดงผลการเปรียบเทียบในรูปที่ 7.5



รูปที่ 7.5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบแรงเคลื่อนแม่เหล็กกับแรงเบรกของชุดขดลวดจำนวนต่าง ๆ ที่ระยะรัศมี 144 มม. (พิจารณาต่อ 1 ชุด) ความเร็ว 600 รอบต่อนาที

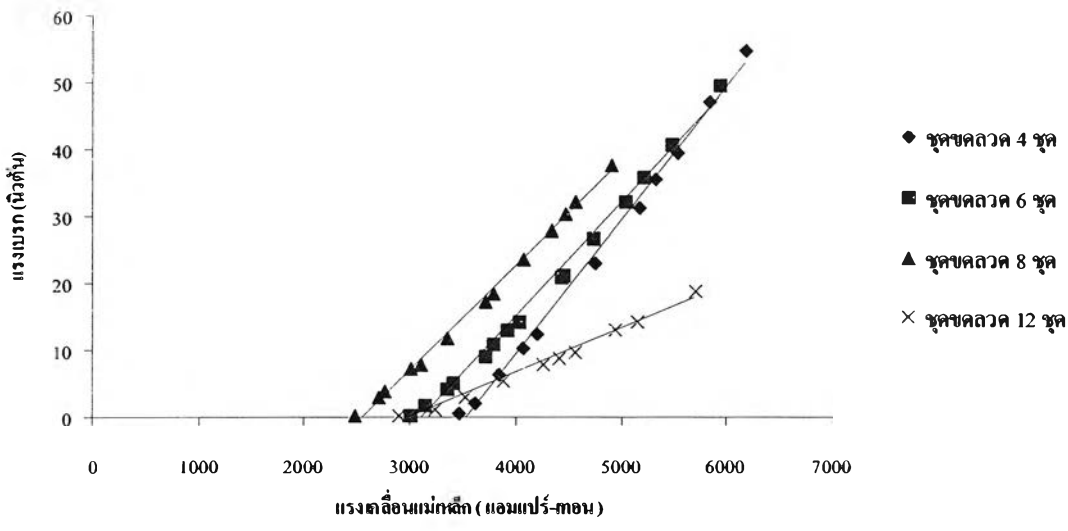
7.3.1.3 <u>กราฟเปรียบเทียบแรงเบรกของจำนวนชุดขดลวดต่างๆ ที่ระยะรัศมี 184 มม.</u>
แสดงผลการเปรียบเทียบในรูปที่ 7.6



รูปที่ 7.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบแรงเคลื่อนแม่เหล็กกับแรงเบรกของชุดขดลวดจำนวนต่าง ๆ ที่ระยะรัศมี 184 มม. (พิจารณาต่อ 1 ชุด) ความเร็ว 600 รอบต่อนาที

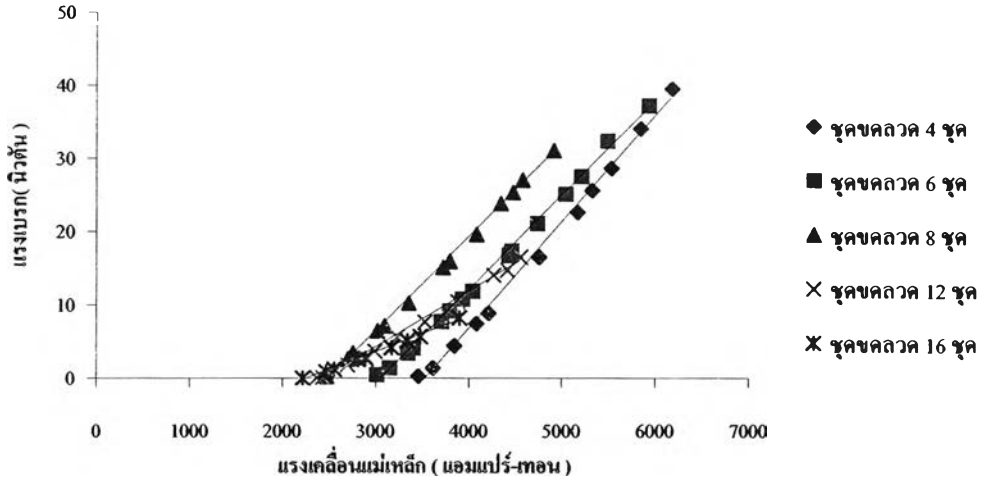
7.3.2 แผ่นจานหมุนหมุนที่ความเร็ว 1,450 รอบต่อนาที

7.3.2.1 <u>กราฟเปรียบเทียบแรงเบรกของจำนวนชุดขดลวดต่างๆ ที่ระยะรัศมี 104 มม.</u>
แสดงผลการเปรียบเทียบในรูปที่ 7.7



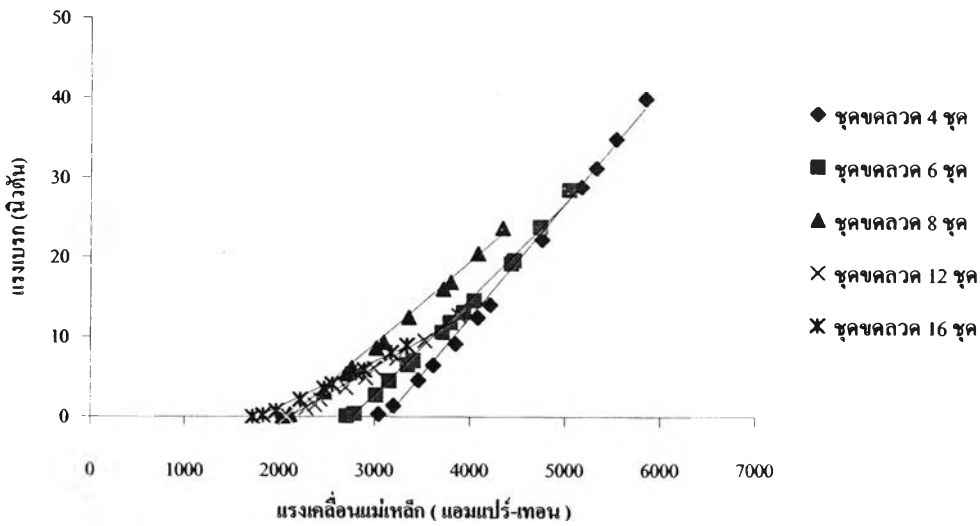
รูปที่ 7.7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบแรงเคลื่อนแม่เหล็กกับแรงเบรกของชุดขดลวดจำนวนต่าง ๆ ที่ระยะรัศมี 104 มม. (พิจารณาต่อ 1 ชุด) ความเร็ว 1,450 รอบต่อนาที

7.3.2.2 <u>กราฟเปรียบเทียบแรงเบรกของจำนวนชุดขดลวดต่างๆ ที่ระยะรัศมี 144 มม.</u>
แสดงผลการเปรียบเทียบในรูปที่ 7.8



รูปที่ 7.8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบแรงเคลื่อนแม่เหล็กกับแรงเบรกของชุดขดลวดจำนวนต่าง ๆ ที่ระยะรัศมี 144 มม. (พิจารณาต่อ 1 ชุด) ความเร็ว 1,450 รอบต่อนาที

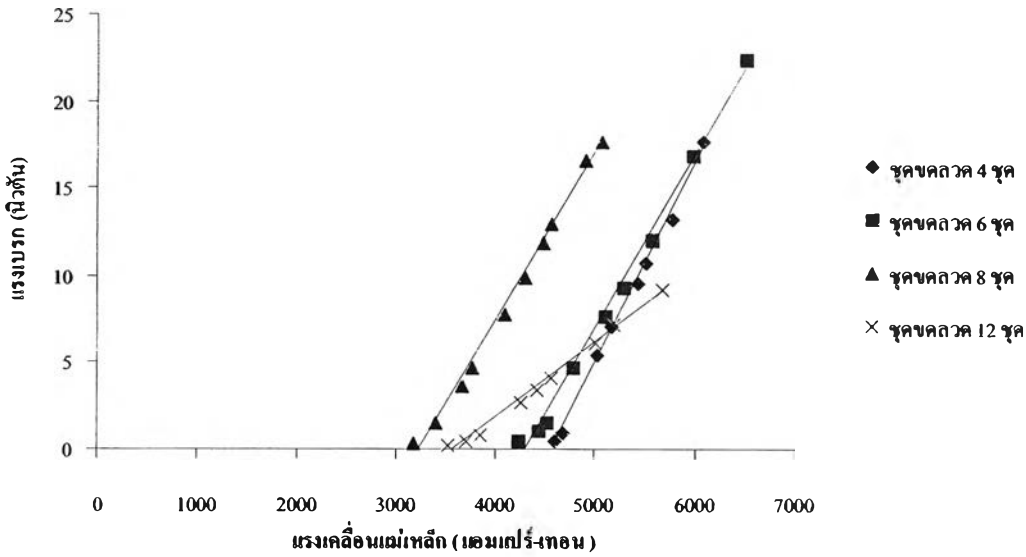
7.3.2.3 <u>กราฟเปรียบเทียบแรงเบรกของจำนวนชุดขดลวดต่างๆ ที่ระยะรัศมี 184 มม.</u>
แสดงผลการเปรียบเทียบในรูปที่ 7.9



รูปที่ 7.9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบแรงเคลื่อนแม่เหล็กกับแรงเบรกของชุดขดลวดจำนวนต่าง ๆ ที่ระยะรัศมี 184 มม. (พิจารณาต่อ 1 ชุด) ความเร็ว 1,450 รอบต่อนาที

7.3.3 แผ่นจานหมุนหมุนที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที

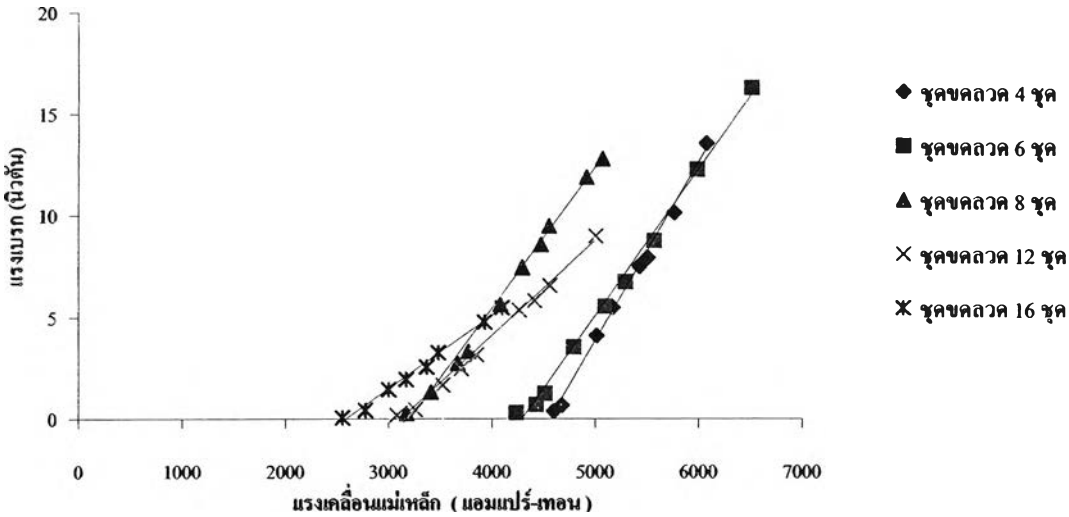
7.3.3.1 <u>กราฟเปรียบเทียบแรงเบรกของจำนวนชุดขดลวดต่างๆ ที่ระยะรัศมี 104 มม.</u>
แสดงผลการเปรียบเทียบในรูปที่ 7.10



รูปที่ 7.10 กราฟแสดงการเปรียบเทียบแรงเคลื่อนแม่เหล็กกับแรงเบรกของชุดขดลวดจำนวนต่าง ๆ ที่ระยะรัศมี 104 มม. (พิจารณาต่อ 1 ชุด) ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที

7.3.3.2 <u>กราฟเปรียบเทียบแรงเบรกของจำนวนชุดขดลวดต่างๆ ที่ระยะรัศมี 144 มม.</u>

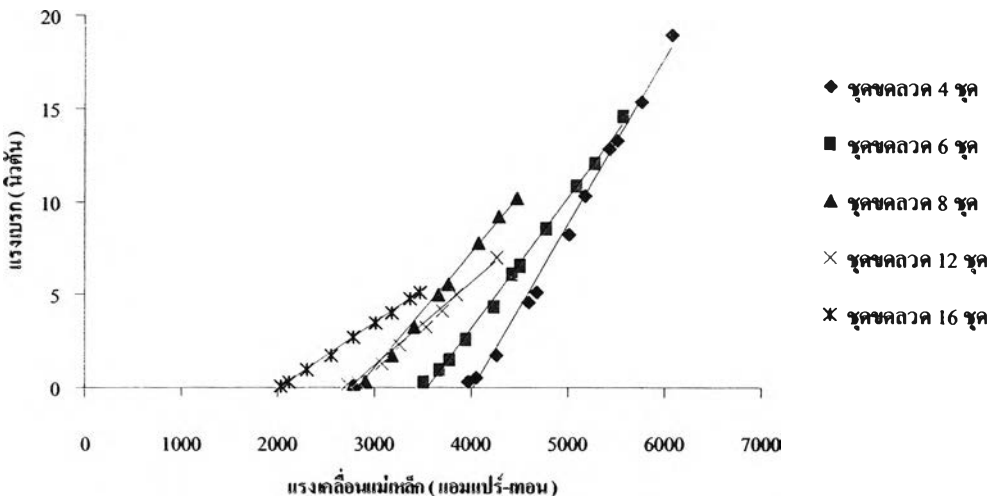
แสดงผลการเปรียบเทียบในรูปที่ 7.11



รูปที่ 7.11 กราฟแสดงการเปรียบเทียบเคลื่อนแรงแม่เหล็กกับแรงเบรกของชุดขดลวดจำนวนต่าง ๆ ที่ระยะรัศมี 144 มม. (พิจารณาต่อ 1 ชุด) ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที

7.3.3.3 <u>กราฟเปรียบเทียบแรงเบรกของจำนวนชุดขดลวดต่างๆ ที่ระยะรัศมี 184 มม.</u>

แสดงผลการเปรียบเทียบในรูปที่ 7.12



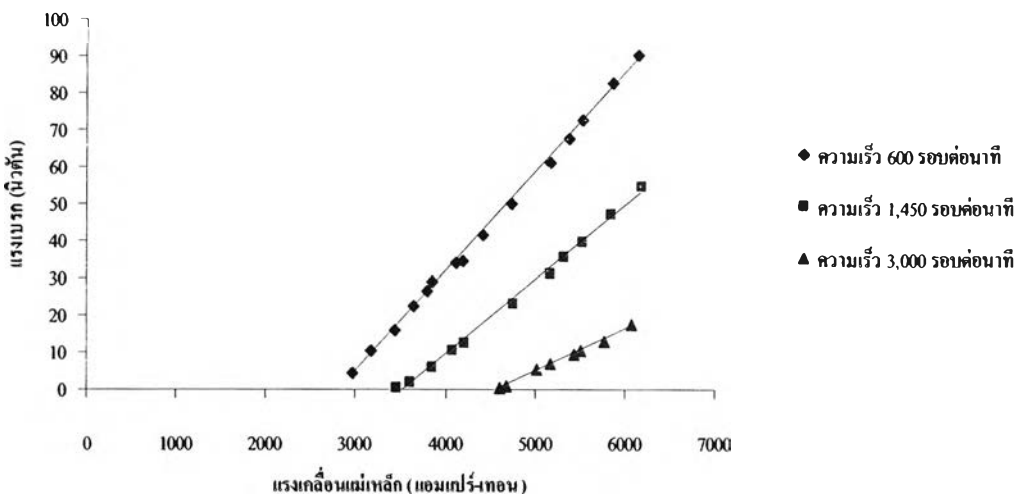
รูปที่ 7.12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบแรงเคลื่อนแม่เหล็กกับแรงเบรกของชุดขดลวดจำนวนต่าง ๆ ที่ระยะรัศมี 184 มม. (พิจารณาต่อ 1 ชุด) ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที

จากรูปแสดงผลการเปรียบเทียบแรงเบรกที่เกิดขึ้นระหว่างจำนวนชุดขดลวด 4,6,8,12 และ 16 ชุด ที่ความเร็วต่างๆ ผลที่สังเกตได้พบว่าแนวโน้มของแรงเบรกที่เกิดขึ้น ไม่สอดคล้องกับ

แนวคิดที่กล่าวในหัวข้อที่ 7.1.2 ซึ่งแบ่งออกได้ 2 ลักษณะ คือ ที่ชุดขดลวด 4,6 และ8ชุด โดยถึงแม้ว่าแรงเบรกที่เกิดขึ้นจะมีค่าไม่เท่ากันแต่ก็ยังให้แนวโน้มของความชันของเส้นกราฟเป็นไปในลักษณะใกล้เคียงกัน แต่เมื่อมีการติดตั้งชุดขดลวดจำนวนมากๆ ได้แก่ 12 และ16ชุด ที่ระยะในแนวรัศมีน้อยๆ ได้แก่ 104 และ 144 มม. แรงเบรกที่วัดได้จากช่วงดังกล่าวนี้ จะมีปริมาณที่น้อยกว่า ที่ชุดขดลวด 4,6 และ8 ชุดมาก เมื่อเปรียบเทียบที่ตำแหน่งแรงเคลื่อนแม่เหล็กจุดเดียวกัน สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากผลของเส้นแรงแม่เหล็กของชุดขดลวดที่ใกล้เคียงกันส่งสนามแม่เหล็กถึงกันทำให้แรงเบรกที่วัดได้น้อยกว่าที่ควรจะเป็น ดังนั้นถ้าต้องการใช้งานที่จำนวนชุดขดลวด 12 และ16ชุดนี้ควรต้องมีการหาระยะในแนวรัศมีที่เหมาะสมที่ไม่เกิดการรบกวนของเส้นแรงแม่เหล็กระหว่างชุดขดลวดนี้ก่อน

7.4 ชุดข้อมูลเปรียบเทียบแรงเบรกที่เกิดขึ้น เมื่อมีการปรับเปลี่ยนความเร็ว

เพื่อศึกษาถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงความเร็วของเครื่องจักรต้นกำลังว่าส่งผลต่อแรงเบรกที่เกิดขึ้นอย่างไร โดยนำเสนอผลการทดสอบ ดังรูปที่ 7.13

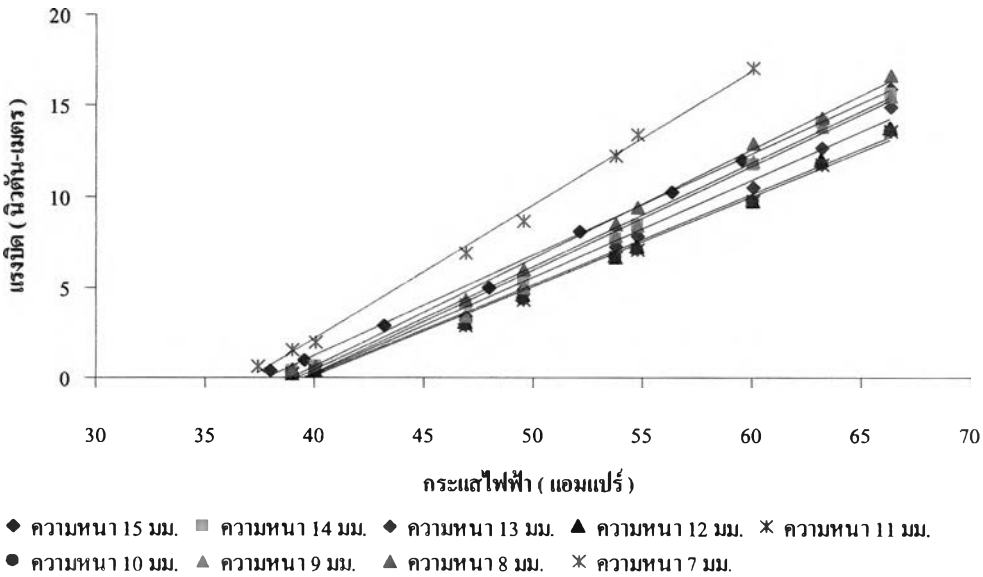


รูปที่ 7.13 กราฟแสดงการเปรียบเทียบแรงเคลื่อนแม่เหล็กกับแรงเบรกของชุดขดลวด 4 ชุด ที่ระยะรัศมี 104 มม. (พิจารณา 1 ชุด) ณ ความเร็วรอบต่างๆ

จากรูปพบว่า เมื่อความเร็วของมอเตอร์เพิ่มขึ้นเป็นผลทำให้แรงเบรกที่วัดได้ลดลง ที่ตำแหน่งแรงเคลื่อนแม่เหล็กจุดเดียวกัน ซึ่งสิ่งที่เกิดขึ้นแสดงว่าแรงเบรกจะแปรผกผันกับความถี่หรือความเร็ว ซึ่งสอดคล้องกับหลักการในหัวข้อที่ 7.1.3 คือเมื่อความเร็วหรือความถี่เพิ่มส่งผลทำให้ความซึมซาบกระแสหมุนวนของแผ่นจานหมุนนั้นลดลง ส่งผลต่อแรงเบรกที่เกิดขึ้นลดลง

7..5 ชุดข้อมูลเปรียบเทียบแรงบิดที่ความหนาของแผ่นจานหมุนขนาดต่างๆ

เพื่อทำการศึกษาถึงผลของความหนาของแผ่นจานหมุนที่ลดลงว่ามีต่อแรงบิดที่เกิดจากการซึมซับกำลังจากมอเตอร์ทดสอบอย่างไร โดยทำการทดสอบที่ ชุดขดลวด 16 ชุด, ระยะรัศมีการติดตั้งชุดขดลวด 184 มม. และความเร็วของแผ่นจานหมุน 3,000 รอบต่อนาที (ข้อมูลอยู่ในตาราง ง.16) ซึ่งมีผลการทดสอบ ดังนี้



รูปที่ 7.14 กราฟแสดงการเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้ากับค่าแรงบิดที่เกิดขึ้นของชุดขดลวด 16 ชุด, ระยะรัศมี 184 มม. ,ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที ที่ความหนาของแผ่นจานหมุนต่างๆ

จากรูปแสดงผลการเปรียบเทียบแรงบิดที่เกิดขึ้น เมื่อมีการเปลี่ยนความหนาของแผ่นจานหมุน พบว่าแนวโน้มนั้นไม่สอดคล้องกับแนวคิดของหัวข้อ 7.1.3 ที่ว่าแรงบิดแปรผันตรงกับความหนาของแผ่นจานหมุน คือเมื่อความหนาลดลง แรงบิดที่วัดได้จะมีค่าลดลงตามไปด้วย แต่สิ่งที่พบจากผลการทดสอบกับไม่เป็นไปตามนั้นทั้งหมด โดยแรงบิดที่เกิดขึ้นจะมีค่าลดลงตามความหนาที่ลดลงในช่วงแรก และเมื่อความหนาลดลงไปถึงค่าหนึ่งแรงบิดที่เกิดขึ้นกลับมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบไม่คงที่ จึงไม่สามารถสรุปได้ตามแนวคิดของข้อ 7.1.3 ได้

ผลการทดสอบทั้งหมดที่แสดงในรูปความสัมพันธ์ของกราฟเปรียบเทียบเหล่านี้ ได้นำไปทำการวิเคราะห์, สรุป รวมถึงให้เสนอแนะแนวทางที่เป็นไปได้ในการที่จะทำการศึกษาต่อเพื่อปรับปรุงสมรรถนะการทำงานของเครื่องให้ดีขึ้น ในบทที่ 8 ต่อไป