

สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการอบคอกยล์ซึ่งใช้เป็นส่วนประกอบหลักของหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ เพื่อรอกหาปัจจัยที่มีผลต่อการอบคอกยล์ และมีวัตถุประสงค์คือหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดในการอบคอกยล์โดยประยุกต์ใช้หลักการของการออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง ซึ่งพิจารณาผลตอบจากค่าความแตกต่างของความหนาของคอกยล์ระหว่างก่อนและหลังการอบ งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองกับ 4 ผลิตภัณฑ์คือ FF, HC, B1 และ CP โดยการทดลองจะแบ่งการทดลองเป็นสามขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนแรกเป็นการรอกปัจจัยเบื้องต้นที่มีผลต่อการอบคอกยล์ด้วยวิธีทาภูชิ ซึ่งกำหนดตัวแปร 3 ตัว และกลุ่มการทดลอง 3 กลุ่ม เพื่อใช้ในการหาปัจจัยเบื้องต้นที่มีผลต่อการอบคอกยล์และทดสอบสมมติฐานว่าคอกยล์ที่มีลักษณะการพันที่ดีเทียบกับคอกยล์ที่มีลักษณะการพันที่ไม่ดีอีก 2 แบบมีความแตกต่างกันหรือไม่ แต่เนื่องจากคอกยล์ที่มีลักษณะการพันที่ไม่ดีสามารถพบได้น้อยในกระบวนการผลิต จึงทำให้มีข้อจำกัดทางด้านวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองดังนั้นการออกแบบการทดลองแบบทาภูชิจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมเนื่องจากใช้จำนวนคอกยล์ในการทดลองที่น้อยเมื่อเทียบกับการออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียลและยังทำให้สามารถประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการทำการทดลอง การออกแบบการทดลองด้วยวิธีทาภูชิจึงถูกเลือกนำมาใช้ในการทดลองในขั้นตอนแรก จากการทดลองพบว่าปัจจัยที่นำมาทดลองเบื้องต้นทั้งสามปัจจัยคือ ระยะเวลาในการอบคอกยล์, อุณหภูมิในการอบคอกยล์ และระดับคอกยล์ในชั้นวางภายในเตาอบ ทั้งสามปัจจัยมีผลต่อการอบคอกยล์โดยระดับปัจจัยที่เหมาะสมคือ ระยะเวลาในการอบ 6 ชั่วโมง, อุณหภูมิในการอบ 125°C และตำแหน่งชั้นงานในเตาอบอยู่ชั้นบนเหมือนกันทั้ง 4 ผลิตภัณฑ์ ในส่วนของการทดสอบสมมติฐานว่าคอกยล์ที่มีลักษณะการพันที่ดีเทียบกับคอกยล์ที่มีลักษณะการพันที่ไม่ดีทั้ง 2 แบบพบว่าคอกยล์ที่มีลักษณะการพันที่ดีและลักษณะการพันที่ไม่ดีอีก 2 แบบ ไม่มีผลต่อการอบคอกยล์อย่างมีนัยสำคัญ

ขั้นตอนที่สองเป็นการทดลองเชิงแฟกทอเรียล (2^k) ในขั้นตอนนี้ได้เพิ่มปัจจัยในการทดลองอีกหนึ่งปัจจัยคือ ปัจจัย D ระดับที่อุณหภูมิอากาศภายในเตาอบซึ่งทำให้ปัจจัยในการทดลองทั้งหมดมี 4 ปัจจัย ดังนั้นจึงเป็นการทดลองเชิงแฟกทอเรียล (2^4) จากการทดลองพบว่าระดับที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดจะอยู่ที่ระดับ A_1, B_2, C_1 และ D_1 ระยะเวลาในการอบ 2.5 ชั่วโมง, อุณหภูมิในการอบ 175°C , ตำแหน่งชิ้นงานในเตาอบอยู่ชั้นล่างและระดับที่อุณหภูมิอากาศภายในเตาอบอยู่ที่ระดับน้อย เหมือนกันทุกผลิตภัณฑ์ซึ่งจากผลการทดลองที่ได้ค่อนข้างมีความแตกต่างจากการทดลองด้วยวิธีทากูจิในขั้นตอนก่อนหน้าเนื่องจากจากการทดลองมีการใช้จำนวนชิ้นงานในการทดลองที่มากขึ้นอีกทั้งยังเพิ่มปัจจัยในการทดลองที่มากขึ้นจึงทำให้การทดลองมีความละเอียดที่สูงขึ้น โดยที่ปัจจัยที่มีผลต่อการอบคอดีอย่างมีนัยสำคัญทุกผลิตภัณฑ์จะมีปัจจัย A, C และ D ยกเว้นเฉพาะผลิตภัณฑ์ HC ซึ่งมีปัจจัย A เท่านั้นที่เป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการอบคอดีอย่างมีนัยสำคัญ แต่จากการพิจารณาปัจจัยที่มีอิทธิพลร่วมพบว่าทุกผลิตภัณฑ์ที่มีปัจจัย A, B, C และ D เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย

ขั้นตอนที่สามการทดลองเชิงแฟกทอเรียล (3^k) เป็นการหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมจากการนำปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญในขั้นตอนก่อนหน้ามาทำการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบสามระดับเพื่อหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมต่อการอบคอดี ซึ่งจากการทดลองเชิงแฟกทอเรียล (2^k) พบว่าทุกปัจจัยมีผลต่อการทดลองในขั้นตอนนี้จึงทดลองทั้ง 4 ปัจจัยโดยใช้การทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบสามระดับ จากการทดลองพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการอบคอดีอย่างมีนัยสำคัญทุกผลิตภัณฑ์จะมีปัจจัย A, B, C และ D ยกเว้นผลิตภัณฑ์ FF เท่านั้นที่ปัจจัย C ไม่มีผลต่อการอบคอดี เมื่อพิจารณาถึงระดับที่มีความเหมาะสมในการอบคอดีเพื่อให้การอบมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนาของคอดีน้อยที่สุด ระดับปัจจัยที่เหมาะสมของแต่ละผลิตภัณฑ์มีดังนี้ ผลิตภัณฑ์ FF ระดับที่เหมาะสมคือ A_3, B_3, C_2 และ D_1 ผลิตภัณฑ์ HC ระดับที่เหมาะสมคือ A_1, B_3, C_1 และ D_3 ผลิตภัณฑ์ B1 ระดับที่เหมาะสมคือ A_1, B_1, C_2 และ D_1 และ ผลิตภัณฑ์ CP ระดับที่เหมาะสมคือ A_1, B_3, C_3 และ D_1 จากการสังเกตระดับที่เหมาะสมที่สุดที่มีความแตกต่างกันของแต่ละผลิตภัณฑ์ลักษณะของเส้นลวดอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ระดับที่เหมาะสมที่สุดไม่เหมือนกันในแต่ละผลิตภัณฑ์โดยพบว่าผลิตภัณฑ์ FF และ HC ที่ชั้นโลหะของเส้นลวด

ทำจากอลูมิเนียม และผลิตภัณฑ์ CP ที่ทำจากโลหะผสม บั๊จจัย B ระดับที่เหมาะสมทุกผลิตภัณฑ์จะอยู่ที่ระดับ B₃ ยกเว้นผลิตภัณฑ์ B1 ที่มีชั้นโลหะของเส้นลวดทำจากทองแดงจะอยู่ที่ระดับ B₁

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในงานวิจัย

จากการวางแผนดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการทำการทดลองเชิงแฟลคทอเรียลซึ่งจำเป็นต้องใช้วัสดุดิบในการทดลองที่มากในการทำการทดลอง ดังนั้นปัญหาที่พบคือบางผลิตภัณฑ์บางช่วงมีการผลิตที่น้อยหรือหยุดการผลิต จึงทำให้ไม่มีคอยล์ของผลิตภัณฑ์ชนิดนั้นนำมาทำการทดลองจึงทำให้เกิดความล่าช้าของแผนงานบางส่วน ซึ่งทำให้ส่งผลกระทบต่อแผนงานโดยรวมเกิดความล่าช้าออกไป ดังนั้นจากปัญหาที่พบผู้วิจัยจึงได้รับแผนงานบางส่วนเพื่อให้มีความสอดคล้องกับปัญหาที่เกิดขึ้น โดยผลิตภัณฑ์ที่มีวัสดุดิบในการผลิตที่มากเพียงพอต่อการทดลองผู้วิจัยได้เลือกทำการทดลองล่วงหน้าไปก่อนเพื่อไม่ให้เป็นการเสียเวลารอผลิตภัณฑ์ที่ยังมีวัสดุดิบไม่เพียงพอต่อการทดลอง และได้ประสานกับทางโรงงานเพื่อให้การทดลองที่เหลือมีความสอดคล้องกับภาคการผลิตและให้การทดลองสามารถดำเนินได้ตามแผนงานที่วางไว้

นอกเหนือจากปัญหาทางด้านวัสดุดิบยังพบว่าปัญหาจากพนักงานที่ปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตมีไม่เพียงพอ เนื่องจากกระบวนการอบคอยล์เป็นขั้นตอนที่ต้องนำคอยล์เข้าไปอบในเตาอบ ซึ่งต้องอาศัยความระมัดระวังเนื่องจากความร้อนจากเตาอบและจากภาคใส่ชิ้นงานคอยล์ที่ร้อนซึ่งอาจเกิดอันตรายได้ในการปฏิบัติงาน ดังนั้นต้องอาศัยพนักงานที่ปฏิบัติหน้าที่ประจำในการนำชิ้นงานเข้าไปอบและทำการควบคุมเตาอบ แต่เนื่องจากพนักงานมีจำนวนน้อยและมีภาระงานที่ค่อนข้างมากอยู่แล้วเมื่อต้องการทดลองแทรกกับกระบวนการผลิตจึงทำให้มีพนักงานไม่เพียงพออีกทั้งการทดลองมีจำนวนการทดลองที่ค่อนข้างมากจึงต้องใช้เวลานานและทำการทดลองให้มีความสอดคล้องกับภาคการผลิต

5.3 ข้อจำกัดของงานวิจัย

การทดลองแรกซึ่งเป็นการออกแบบการทดลองด้วยวิธีทาภูชิ เนื่องจากการทดลองจำเป็นต้องใช้คอยล์ที่มีลักษณะการพันที่ไม่ดีในกระบวนการผลิตนำมาทำการทดลองแต่เนื่องจากคอยล์ลักษณะดังกล่าวสามารถพบได้น้อยในกระบวนการผลิตดังนั้นจึงมีข้อจำกัดทางด้านวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองซึ่งทำให้ต้องลดปัจจัยในการทดลองเพื่อให้การทดลองสามารถดำเนินงานได้ตามแผนงาน ในส่วนของการกำหนดระดับของปัจจัยในการทดลองเบื้องต้น จะกำหนดเพียง 2 ระดับ ซึ่งใช้ในขั้นตอนการออกแบบการทดลองด้วยวิธีทาภูชิและการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบสองระดับ เนื่องจากหากมีการกำหนดระดับปัจจัยที่สูงขึ้น จะทำให้เกิดความยุ่งยากในการทดลองอีกทั้งวัตถุดิบในการทดลองจะมีไม่เพียงพอต่อการทดลองทั้งหมดและยังทำให้สูญเสียเวลารวมถึงค่าใช้จ่ายในการทดลองค่อนข้างมาก

ข้อจำกัดการวัดชิ้นงาน เนื่องจากค่าความแตกต่างความหนาของคอยล์ระหว่างก่อนและหลังการอบมีค่าน้อยมากหากต้องการใช้เครื่องมือวัดที่มีความละเอียดสูงซึ่งต้องใช้เครื่องมือจากห้องปฏิบัติการจะทำให้เกิดความยุ่งยากในการวัดและเสียเวลามากเนื่องจากเครื่องมือในห้องปฏิบัติการจะสามารถวัดชิ้นงานได้ที่ละตัวและใช้เวลาในการวัดค่อนข้างนานซึ่งจะทำให้สูญเสียเวลาในการวัดมากอีกทั้งชิ้นงานในการทดลองมีจำนวนมาก จึงไม่สามารถนำชิ้นงานทั้งหมดเข้าไปวัดในห้องปฏิบัติการได้

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองกับเตาอบประเภท Box oven เท่านั้นซึ่งใช้ในกระบวนการผลิตคอยล์ของบริษัทกรณีศึกษา หากนำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้กับเตาอบประเภทอื่น จึงอาจจำเป็นต้องพิจารณาถึงลักษณะของเตาอบที่มีความแตกต่างกันซึ่งทำให้ปัจจัยที่ใช้ในการอบไม่เหมือนกัน ในส่วนของกรังเจอร์เตาอบในกระบวนการผลิตสภาพของห้องที่วางเตาอบได้ถูกควบคุมอุณหภูมิห้องที่ 25°C ซึ่งเป็นมาตรฐานของโรงงานกรณีศึกษา หากนำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้โดยที่ไม่ได้มีการควบคุมอุณหภูมิห้องที่ระดับเดียวกันจึงอาจมีผลต่อการทดลอง เนื่องจากเตาอบมีการดูดอากาศสู่

ภายนอกโดยที่ดูดอากาศและใช้พัดลมช่วยในการระบายอากาศภายในเตาอบซึ่งความแตกต่างของอุณหภูมิและปัจจัยในการทดลอง

5.4 ข้อเสนอแนะ

การพิจารณาผลตอบซึ่งเป็นค่าความแตกต่างความหนาของคอยล์ระหว่างก่อนและหลังการอบของงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อพิจารณาถึงคุณสมบัติอื่นๆ ของคอยล์ได้ เช่น การพิจารณาผลตอบเป็นน้ำหนักของคอยล์, ค่าความต้านทานไฟฟ้า และการทดสอบค่าเสียงสะท้อน (Resonance) ของคอยล์ เพื่อให้ขั้นตอนการอบคอยล์มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และสามารถทราบถึงปัจจัยในการอบที่ส่งผลต่อคุณสมบัติอื่นๆ ของคอยล์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการป้องกันปัญหาหรือของเสียที่มีสาเหตุเกิดมาจากคอยล์ในขั้นตอนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในขั้นตอนต่อไป

การทำการทดลองควรมีการวางแผนการดำเนินงานร่วมกับทางโรงงานเกี่ยวกับแผนการผลิตและตรวจสอบแผนการผลิตล่วงหน้าเพื่อปรับให้แผนดำเนินงานวิจัยมีความสอดคล้องกับการผลิตจริงของโรงงาน ซึ่งจะช่วยให้ลดปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบและให้มีความสอดคล้องกับการปฏิบัติงานของพนักงาน ซึ่งหลังจากที่ได้วางแผนการดำเนินงานร่วมกันกับทางโรงงานแล้วควรวางแผนสำรองเพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉินที่จำเป็นต้องเปลี่ยนขั้นตอนการดำเนินงานจากแผนงานหลักด้วย เพื่อให้ง่ายต่อการแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้และสามารถดำเนินงานได้ตามแผนงานที่วางเอาไว้ ในส่วนของการทำการทดลองควรรายงานให้ทางโรงงานทราบเป็นระยะว่าได้ดำเนินงานถึงขั้นตอนไหนแล้วเพื่อให้ทางโรงงานทราบข้อมูลการดำเนินงานหรือเมื่อเกิดปัญหาจะได้สามารถร่วมกันแก้ไขได้รวดเร็วขึ้น