

แบบฟอร์มแนวปฏิบัติที่ดี (Good Practice)

แนวปฏิบัติที่ดี เรื่อง การประเมินประสิทธิภาพการเจาะของดอกสว่านน้ำไฟ (THE EVALUATION OF DRILLING PERFORMANCE OF NAM PHI DRILL BIT)

ชื่อผู้ส่งผลงาน / รายชื่อคณะทำงาน

- 1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์อศุขย์ พุกอินทร์

สังกัด / หน่วยงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

- 1) ประเภทการจัดการความรู้ ด้านการเรียนการสอน
- 2) ประเภทการจัดการความรู้ ด้านงานวิจัย/งานสร้างสรรค์
- 3) ประเภทการจัดการความรู้ ด้านการบริการวิชาการแก่สังคม
- 4) ประเภทการจัดการความรู้ ด้านการประกันคุณภาพการศึกษา
- 5) ประเภทการจัดการความรู้ ด้านการพัฒนากระบวนการทำงาน

1. บทสรุปโครงการ

การวิจัยได้นำเหล็กน้ำไฟที่ผ่านการถลุง และหลอมด้วยเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้า (Induction Cooker) เพื่อเพิ่มธาตุผสมขณะหลอมละลาย ได้แท่งเหล็กที่ผ่านการเพิ่มคุณสมบัติ นำมาขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีการกลึง การเจียรระในคมตัด การขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ Computer Numerical Control : CNC การเพิ่มคุณสมบัติทางโลหะวิทยา การเคลือบผิวแข็งด้วยการโค้ดติ้งไทเทเนียม (Coating TiAlN) และวิเคราะห์ปริมาณธาตุผสม ได้เครื่องมือตัดดอกสว่านเหล็กน้ำไฟนำมาออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^2 เพื่อหาความเร็วรอบและความเร็วตัดที่เหมาะสมกับการเจาะเหล็ก SCM440 ขนาดความหนา 15 มิลลิเมตร การวิจัย พบว่า ความเร็วรอบที่เหมาะสมเท่ากับ 400 รอบต่อนาที และความเร็วตัดเท่ากับ 36 เมตรต่อนาที การวิจัยจึงนำผลมาออกแบบการทดสอบการเจาะกับเหล็กอุตสาหกรรมทั่วไปจำนวน 3 ตัวอย่าง แบบสุ่มตัด คือ เหล็ก SS41 เหล็ก S45C และเหล็ก SCM440 และการทดลองการเจาะใช้วิธีแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) แบบสุ่ม พบว่า $H_0 = 12.84$ อยู่ในบริเวณปฏิเสธ จึงบอกได้ว่าการเจาะเหล็กทั้ง 3 ชนิดมีความแตกต่างกันอย่างน้อย 2 ชนิดเหล็กที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $\alpha = 0.05$ และการเปรียบเทียบวิธีดันแคน (Duncan's multiple range test : DMRT) พบว่า เหล็กคู่ที่ 3 คือ เหล็ก S45c Y_2 กับเหล็ก SS41 Y_1 มีความแตกต่างกัน และออกแบบ การหาค่าร้อยละ % Yield การเจาะดอกสว่านเหล็กน้ำไฟ ได้ค่าเท่ากับ 66.67 เป็นเศษแบบม้วนตัวมาก ไม่เกิดสีจากการไหม้จากการเจาะ และการเจาะดอกสว่านอุตสาหกรรมทั่วไปได้ค่าร้อยละ % Yield เท่ากับ 15.34 เป็นเศษแบบม้วนตัวน้อย มีสีการไหม้ที่เกิดจากความร้อนในการเจาะ การวิจัยจึงเป็นไปตามวัตถุประสงค์

2. ที่มาและความสำคัญของโครงการ

แร่เหล็กมีอยู่หลายชนิดที่ถูกค้นพบ ซึ่งแต่ละชนิดจะให้ค่าร้อยละของเหล็กที่แตกต่างกัน ซึ่งจะมากหรือน้อยแล้วแต่ชนิดของแร่เหล็ก มีนักวิชาการแบ่งชนิดของแร่เหล็ก คือ แร่เหล็กแมกนีไทต์ (Magnetite) มีสูตรทาง

เคมี Fe_3O_4 แร่เหล็กไลมอนต์ (Limonite) มีสูตรทางเคมี $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ แร่เหล็กไพไรต์ (Pyrite) มีสูตรทางเคมี FeS_2 แร่เหล็กซิเดอไรต์ (Siderite) มีสูตรทางเคมี $FeCO_3$ และในพื้นที่บ้านน้ำพี้ พบแร่เหล็กน้ำพี้เป็นชนิดฮีมาไทต์ (hematite) มีสูตรทางเคมี Fe_2O_3 (B. Peters et.al. 2016, Roland Mezibricky et al. 2020) และ (Phuk-in A. 2016) ในการนำแร่เหล็กน้ำพี้ทดสอบยังสำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3 จำนวน 2 แห่ง คือ แร่เหล็กน้ำพี้ในพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติบ่อเหล็กน้ำพี้ ซึ่งปัจจุบันอนุญาตให้ผู้ประกอบการในชุมชนดำเนินการขุดแร่เหล็กด้านหลังพิพิธภัณฑสถาน จากการนำแร่เหล็กทดสอบค่าร้อยละทางเคมีของแร่เหล็กน้ำพี้มีเฉลี่ยเท่ากับ 61.85 และในพิพิธภัณฑสถานยังพบร่องรอยการขุดแร่ในอดีตที่มีการขุด คือ บ่อพระแสง และบ่อพระขรรค์ ที่มีการสืบต่อด้านความรู้ว่าแร่เหล็กน้ำพี้ทั้ง 2 บ่อ เป็นแหล่งแร่เหล็กที่นำแร่มาถลุง เพื่อทำผลิตภัณฑ์ในสมัยโบราณ การถลุงในประเทศฝั่งยุโรปใช้เตาสูงในการถลุงแร่ ใช้เชื้อเพลิงถ่านโค้ก (Coke) หินปูน (Limestone) ทำให้เกิดความร้อนที่มีอุณหภูมิสูง (B. Peters et.al. 2016, Phuk-in. 2015, 2016) ทำให้เกิดการ หลอมละลาย จะได้เหล็กดิบ (Pig Iron) ชี้ตะกรันหรือสแลก (Slag) แก๊สร้อน และเหล็กดิบที่ได้จะนำไปเพิ่มคุณสมบัติของเหล็กด้วยเตาที่มีขนาดเล็ก แต่มีประสิทธิภาพสูงในการเพิ่มธาตุ เช่น เตาคิวโพล่า เตาไฟฟ้า เป็นต้น และแหล่งแร่ทางภาคเหนือที่ดีแห่งหนึ่ง คือ แหล่งแร่เหล็กบ้านน้ำพี้ ตั้งอยู่ที่ตำบลน้ำพี้ จังหวัดอุดรธานี พบการถลุงในปัจจุบันที่นำแร่เหล็กที่มีอยู่ในพื้นที่ และตีขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์เรียกว่า “ผลิตภัณฑ์เหล็กน้ำพี้”

การวิจัยนี้ได้นำปัญหาของการพัฒนาเครื่องมือที่ตัดถูกนำมาใช้ในหลายสภาวะการทำงานในอุตสาหกรรม เช่น กระบวนการคว้าน กระบวนการกัด กระบวนการเจาะ เป็นต้น แต่กระบวนการตัดเฉือนเหล่านี้นั้นมักจะมาพร้อมกับปรากฏการณ์การสั่นสะเทือน และคมตัดที่สึกหรอในการตัดเฉือน (สุรสิทธิ์ ระวังวงศ์ และคณะ. 2552) ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพการตัดเฉือนและคุณภาพพื้นผิวแตกต่างกันออกไป (Min Wang et al. 2021) ซึ่งในช่วงสองสามทศวรรษที่ผ่านมา มีความก้าวหน้าอย่างมากในการพัฒนาเครื่องมือตัดที่มีประสิทธิภาพ โดยมีการออกแบบโครงสร้างของวัสดุที่ใช้ผลิตเครื่องมือตัดสำหรับการตัดเฉือนแบบต่าง ๆ (Turul Ozel. 2021) ความล้ำสมัยเหล่านี้ทำให้เครื่องมือตัดในปัจจุบันยังมีจุดแข็งและจุดอ่อนของการใช้งาน และการวิจัยนี้ได้ออกแบบการทดลองเชิงแพททอเรียลในการทดสอบเครื่องมือตัดดอกสว่านเหล็กน้ำพี้ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งการต่อยอดจากงานวิจัยที่มีการถลุงและเติมธาตุผสมลงในเหล็กน้ำพี้ขณะหลอมละลายให้ได้เหล็กที่มีคุณสมบัติที่ดีขึ้น และนำมาสร้างเครื่องมือตัดดอกสว่านเหล็กน้ำพี้ขนาดความโต 16 มิลลิเมตร งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการนำมาเพิ่มคุณสมบัติด้านความแข็งแรงของเหล็กด้วยวิธีทางโลหะวิทยา ทำการขึ้นรูปเครื่องมือตัดดอกสว่านเหล็กน้ำพี้ เทคโนโลยีการเคลือบผิวแข็ง การวิเคราะห์ธาตุผสมของเหล็กน้ำพี้ และการทดสอบความแข็งแรง เพื่อการเปรียบเทียบผลกับการเจาะเหล็กชนิดต่าง ๆ เชิงแพททอเรียล คือ เหล็ก SS41 เหล็ก S45C และเหล็ก SCM440 และนำผลการทดสอบนี้มาวิเคราะห์ด้วยวิธี ANOVA เป็นผลการทดลองแบบ (CRD) คือ การทดลองที่มีแผนแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD)

3. วัตถุประสงค์ของโครงการ

3.1 การนำเหล็กน้ำพี้ที่ได้จากการถลุงมาเพิ่มคุณสมบัติด้วยเตาเหนียวนำไฟฟ้า และพัฒนาด้านความแข็งแรงของเหล็กด้วยวิธีทางโลหะวิทยา

3.2 การขึ้นรูปเครื่องมือตัดดอกสว่านเหล็กน้ำพี เทคโนโลยีการเคลือบผิวแข็ง การวิเคราะห์ธาตุผสมของเหล็กน้ำพี และการทดสอบความแข็ง

3.3 เพื่อการเปรียบเทียบผลกับการเจาะเหล็กชนิด ต่าง ๆ เซิงแพททอเรียล คือ เหล็ก SS41 เหล็ก S45C และเหล็ก SCM440 และนำผลการทดสอบนี้มาวิเคราะห์ด้วยวิธี ANOVA เป็นผลการทดลองแบบ (CRD) คือ การทดลองที่มีแผนแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD)

4. เป้าหมายของโครงการ

4.1 จากผลการพัฒนาดังกล่าวนำมาปรับใช้งานกับงานในอุตสาหกรรมท้องถิ่น กับการเจาะเหล็กกล้าในการผลิตรถที่ใช้ในการเกษตรของบริษัท เอส ดี แพททเตอร์ จำกัด จำนวน 1 บริษัท

4.2 กลุ่มนักศึกษาในหลักสูตรเทคโนโลยีอุตสาหกรรมจำนวน 25 คน อาจารย์ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนจำนวน 5 ท่าน

5. การดำเนินการโครงการตามหลัก PDCA

5.1 ขึ้นวางแผนและการทบทวนวรรณกรรม (P)

5.1.1 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จะเป็นการดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (ปารเมศ ชูติมา. 2545) ที่สามารถถ่ายทอดความคิดของผู้ออกแบบการทดลอง จนถึงแนวทางในการเลือกตัดสินใจ ออกแบบผลงาน และวิธีการหรือการออกแบบระบบการทดลองที่ต้องมีการทำงานร่วมกัน โดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์เป็นหลัก โดยนำความรู้จากศาสตร์สาขาต่าง ๆ มาผสมผสานให้ผลงานหรือวิธีการมีประสิทธิภาพมากที่สุดภายใต้ข้อจำกัด ซึ่งกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีขั้นตอนการดำเนินงาน 6 ขั้นตอน คือ ขั้นระบุปัญหา (Problem identification) ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information search) ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) ขึ้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา หรือ ขึ้นงาน (Testing evaluation and design improvement) และขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือ ขึ้นงาน (Presentation) (พิไลวรรณ ทองมี. 2564)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนนิยมใช้ในการหาประสิทธิภาพของการทำงานของวิธีการต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้การตัดสินใจได้ดีมากขึ้น การวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับแบบจำลองจะส่งผลกระทบต่อคงที่ (Fixed effects model) ซึ่งเป็นกรณีที่ระดับปัจจัยที่ต้องการศึกษาได้กำหนดไว้อย่างแน่นอนตามความต้องการของการทดลอง (วีณา พรหมเทศ. 2548) ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงผล (ปารเมศ ชูติมา. 2545, Montgomery. 2001)

5.1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Jinfu Zhao et al. (2021) การศึกษาการเคลือบสารเคลือบบนเม็ดเม็ดเครื่องมือตัด เพื่อต้องการการทนต่อการสึกหรอของเครื่องมือตัด ในการป้องกันความร้อนและส่งผลต่ออุณหภูมิการตัดและประสิทธิภาพการตัดเฉือนได้ดี การดำเนินการมีการกำหนดปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดเฉือน และแบบจำลองการพยากรณ์ด้านอุณหภูมิการตัดเฉือน โดยมีสารเคลือบแบบต่าง ๆ

Haiyue Yu et al. (2021) การออกแบบเครื่องมือ Bionic ในการตัดเฉือน เพื่อลดการยืดเกาะ การเสียดสี หรือแรงเสียดทาน การศึกษากระบวนการสร้างเครื่องมือที่มีคมตัดเฉือน ซึ่งจะใช้งานด้านวิศวกรรม ที่อาจใช้พลังงานที่สูงเนื่องจากการยืดเกาะของเศษทำให้เกิดการเสียดสี หรือแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวของเครื่องมือตัด การศึกษานี้มีการนำวิธีไบโอนิกส์มาใช้ในการออกแบบเครื่องมือ และหาข้อสรุปเกี่ยวกับกลไกการยืดเกาะของ เศษ การเสียดสี และแรงเสียดทานที่แตกต่างกัน

M Adam Khan et al. (2021). การศึกษาการออกแบบและวิเคราะห์เครื่องมือตัดแบบมีเท็กซ์เจอร์ (Textured cutting tool) ซึ่งการศึกษาได้ออกแบบเครื่องมือตัดที่เป็นต้นทุนที่สำคัญการผลิตในโรงงาน เนื่องจากการตัดเฉือนที่ต้องใช้เวลานาน การศึกษาจึงต้องการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการตัดเฉือน และหาวิธียืดอายุของ เครื่องมือตัด โดยมีการปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการผลิตเครื่องมือตัด โดยการเคลือบผิวเครื่องมือตัดโดยใช้ ทังสเตนคาร์ไบด์ และการออกแบบการทดลองในการกลึงโลหะผสมอะลูมิเนียม ได้ผลลัพธ์ของแรงตัด กับแรงตัด สูงสุดของเครื่องมือตัดที่พัฒนา

Min Wang et al. (2021). ปรับปรุงการควบคุมการสั่นสะท้านของเครื่องมือตัดที่มีลักษณะบางผ่านการ สร้างแบบจำลองแอมเปอร์มวลที่ปรับจูนอย่างแม่นยำมากขึ้น เครื่องมือตัดแบบเรียลไทม์นำมาใช้ในหลายสถานะ

Liu et al. (2021). ได้ศึกษาความคลาดเคลื่อนของโครงสร้างที่ทำจากวัสดุแผ่นไทเทเนียมที่โค้ง โดยอาศัย การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบและการผลิต (CAD/CAM) โดยการออกแบบการทดลองแบบสุ่มที่มีกลุ่ม A และกลุ่ม B เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างเชิงเส้นและเชิงมุมกับระนาบอ้างอิงของการทดลอง

ปารเมศ ชุตินา. (2545) กล่าวไว้ว่าการทดลองส่วนมากในทางปฏิบัติจะเกี่ยวข้องกับการศึกษาถึง ผลกระทบของปัจจัย (Factor) ตั้งแต่ 2 ปัจจัยขึ้นไป ในกรณีนี้การออกแบบการทดลองเชิง แฟกทอเรียล (Factorial Design) เป็นวิธีการทดลองที่มีประสิทธิภาพสูงสุด สำหรับพิจารณาถึงผลที่เกิดจากการรวมกันของ ระดับ (Level) ของปัจจัยทั้งหมดที่เป็นไปได้ในการทดลองนั้น

5.2 ขั้นตอนการวิจัย (D)

5.2.1 การใช้เตาเหนียวนำไฟฟ้าเพิ่มคุณสมบัติเหล็กน้ำพี้ใหม่ การหลอมเหล็กน้ำพี้ด้วยเตาเหนียวนำ ไฟฟ้า (Induction Cooker) มีขั้นตอนการอุ่นเตา นำเหล็กน้ำพี้แท่งใส่เตาถลุง และการเติมธาตุผสม โดยผู้วิจัยได้ใช้ เตาเหนียวนำไฟฟ้า โดยขั้นตอนจะต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัยตลอดการหลอมที่ใช้ระยะเวลา ดังแสดง ภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การพัฒนาคุณภาพเหล็กน้ำพี้ด้วยเตาเหนียวนำไฟฟ้า

จากภาพที่ 1 การพัฒนาคุณภาพเหล็กน้ำพี้ด้วยเตาเหนียวนำไฟฟ้า ซึ่งในการหลอมละลายใช้ระยะเวลา 2 ½ ชั่วโมง และเติมธาตุผสมลงในเตา คือ C, Mo, Ni , และ W ขณะเดียวกันการวิจัยได้เตรียมการทำแบบหล่อ โดยนำกระสุนมากดลงในแบบทรายหล่อ และปรับรูเทและรูล้นน้ำเหล็ก ร่วมกับการนำน้ำเหล็กที่หลอมละลายเท ในแบบหล่อ ได้แท่งเหล็กที่ผ่านกระบวนการเพิ่มคุณสมบัติ แสดงภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การเตรียมแบบหล่อเหล็กน้ำพี้และการเทเหล็กน้ำพี้ที่พัฒนาคุณสมบัติ

5.2.2 การขึ้นรูปเครื่องมือตัด ผู้วิจัยได้ออกแบบการสร้างเครื่องมือตัดดอกสว่านเหล็กน้ำพี้ให้มีขนาด ความโต 16 มิลลิเมตร ความยาวคมตัดเท่ากับ 100 มิลลิเมตร แบบเจาะจง โดยวิธีการขึ้นรูปโดยการกลึง การเพิ่มความแข็งแรงทางโลหวิทยา และการเจียรระโนคมตัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC : Computer Numerical Control แสดงดังภาพที่ 3 และภาพที่ 4



ภาพที่ 3 การขึ้นรูปเครื่องมือตัดดอกสว่านเหล็กน้ำพี้



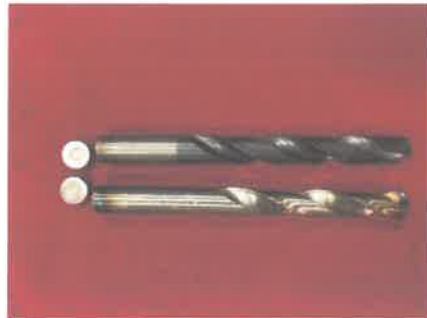
ภาพที่ 4 ดอกสว่านเหล็กน้ำพี้ที่ผ่านการขึ้นรูป

5.2.3 การเคลือบผิวแข็งด้วยการโคตติง Nano layer ไทเทเนียม (Coating TiAlN) (M. Adam Khan et al. (2021) ซึ่งการวิจัยใช้ความหนาของ TiAlN 8-15 μm ความเค้นภายใน -1.1 Gap ลักษณะสี่เหลี่ยมเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานในการทนต่อความร้อน 900 องศาเซลเซียส และการใช้ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานเทียบกับเหล็ก (ขณะแห้ง) 0.30-0.35 โดยมีการควบคุมคุณสมบัติ แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ดอกสว่านเหล็กน้ำพีหลังการเคลือบผิวไทเทเนียม (Coating TiAlN)

5.2.3 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุผสม (Faidra Tzika. 2016) ของเครื่องมือตัดดอกสว่านเหล็กน้ำพีขึ้นรูปดอกสว่านเสร็จ (แสดงดังภาพที่ 6) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ปริมาณธาตุ โดยมีขั้นตอนการเตรียมชิ้นงาน การวิเคราะห์ปริมาณธาตุด้วยเครื่องสเปกโตรมิเตอร์ออปติค และการบันทึกผล



ภาพที่ 6 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุผสมโดยใช้เครื่องสเปกโตรมิเตอร์ออปติค

5.3 ขั้นตอนตามประเมินผล (C)

5.3.1 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุผสมของเครื่องมือตัดดอกสว่านเหล็กน้ำพี และเครื่องมือตัดดอกสว่านที่ใช้อุตสาหกรรมทั่วไป การการวิจัยได้ผลแสดงดังนี้

5.3.1.1 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุผสมของเครื่องมือตัดดอกสว่านเหล็กน้ำพีด้วยเครื่องสเปกโตรมิเตอร์ออปติค พบว่า ค่าร้อยละเฉลี่ยของเหล็ก (Fe) เท่ากับ 95.33 ค่าร้อยละเฉลี่ยของคาร์บอน (C) เท่ากับ 1.19 ค่าร้อยละเฉลี่ยของแมงกานีส (Mn) เท่ากับ 0.29 ค่าร้อยละเฉลี่ยของทังสแตน (W) เท่ากับ 0.61 (Watcharathawornsak, S & Puk-in, A. 2015)

5.3.1.2 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุผสมของเครื่องมือตัดดอกสว่านที่ใช้อุตสาหกรรมทั่วไป ด้วยเครื่องสเปกโตรมิเตอร์ออปติค พบว่า ค่าร้อยละเฉลี่ยของเหล็ก (Fe) เท่ากับ 98.39 ค่าร้อยละเฉลี่ยของคาร์บอน (C) เท่ากับ 0.61 ค่าร้อยละเฉลี่ยของแมงกานีส (Mn) เท่ากับ 0.62 ค่าร้อยละเฉลี่ยของทังสแตน (W) เท่ากับ 0.10

5.3.2 การวิจัยได้ออกแบบการทดสอบเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^2 (ปารเมศ ชูติมา. 2545) ของเครื่องมือตัดดอกสว่านเหล็ก น้ำพี เพื่อทดสอบปัจจัยความเร็วรอบ (A) และความเร็วตัด กับระดับปัจจัยระดับต่ำ (0) และระดับสูง (1) โดยการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล 2^2 เพื่อการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเจาะดอกสว่านเหล็กน้ำพี แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^2 ของการเจาะโดยใช้ดอกสว่านเหล็กน้ำพี

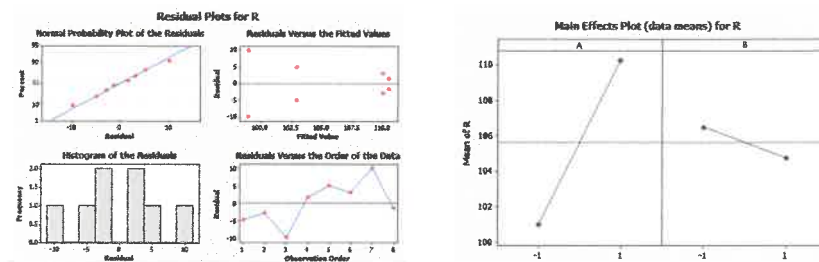
Factors	ระดับต่ำ (0)	ระดับสูง (1)
(A) ความเร็วรอบ	400 รอบ/นาที	800 รอบ/นาที
(B) ความเร็วตัด	18 เมตรต่อนาที	36 เมตรต่อนาที

จากตารางที่ 1 แสดงการออกแบบเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^2 จะมีการทดลอง 4 การทดลอง ซึ่งการวิจัยนี้จะใช้ดอกสว่านเหล็กน้ำพีในการเจาะเหล็ก SCM440 ขนาดความหนาเท่ากับ 15 มิลลิเมตร จำนวน 8 ชิ้นทดสอบ โดยจะบันทึกเวลา (Time cutting tool) ในการเจาะเพื่อเปรียบเทียบค่าเวลาในการเจาะกับการประมวลผล ทดลองจะใช้ Replicate เพื่อนำผลมาวิเคราะห์ผลโดยใช้ ANOVA เพื่อหาความแปรปรวนของค่าพารามิเตอร์ ซึ่งจะทราบถึงปัจจัยหลัก (Main Effect) ของวิธีการเจาะที่เหมาะสมของดอกสว่านเหล็กน้ำพี จากการวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้ทำการทดลองทั้งหมด 4 การทดลอง เป็นการทดลองแบบเต็มรูปแบบ (Full Factorial) (Montgomery. 1997, 2001, ปารเมศ ชูติมา. 2545) การวิเคราะห์ผลมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ $\alpha = 0.05$ โดยใช้ ANOVA ในการวิเคราะห์ผล ซึ่งได้ผลการทดลองดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบเหล็กน้ำพีวิธี ANOVA

Source	DF	SS	MS	F
A (ความเร็วรอบ)	1	105.13	105.13	2.31
B (ความเร็วตัด)	1	0.13	0.13	0.00
A*B	1	0.13	0.13	0.00
Error	4	144.50		
Total	7	249.87		

จากตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบเหล็กน้ำพีวิธี ANOVA พบว่า ความเร็วในการหมุน (A) และความเร็วตัด (B) ส่งผลต่อดอกสว่านน้ำพีจากความน่าจะเป็น F ที่ 2.31, 0.00 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ที่แสดงใน และ A และ B สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ อันตรกิริยาของ A*B หมายถึงความเร็วในการหมุนสัมพันธ์กับความเร็วตัดในการทดสอบนี้ นอกจากนี้ ความสัมพันธ์ของความเร็วในการหมุนและความเร็วตัด และการวิเคราะห์ ANOVA แสดงในรูปที่ 7



ภาพที่ 7 การทดสอบความแปรปรวนโดยวิธี ANOVA

จากภาพที่ 7 การวิเคราะห์ผลระดับนัยสำคัญทางสถิติจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบการเจาะดอกสว่านเหล็กน้ำพี กับความสัมพันธ์ความเร็วรอบกับความเร็วตัด ตามตารางที่ 3 และภาพที่ 9 ซึ่งแสดงว่าความเร็วรอบและความเร็วตัดจะมีผลจากเจาะของดอกสว่านเหล็กน้ำพีที่ออกแบบ และพบว่า ความเร็วรอบที่

เหมาะสมที่สุดในการเจาะเท่ากับ 400 รอบต่อนาที ความเร็วตัดที่เหมาะสมในการเจาะที่สุดเท่ากับ 36 เมตรต่อ นาที จึงจะทำให้การเจาะดอกสว่านเหล็กน้ำพี้มีประสิทธิภาพที่ดี

5.3.3 การออกแบบการทดสอบการเจาะเหล็กที่ใช้งานในอุตสาหกรรมทั่วไป ซึ่งก่อนการทดสอบได้นำเหล็ก 3 กลุ่ม มาเตรียมชิ้นงานให้มีขนาดความหนา 15 มิลลิเมตร การทดสอบความแข็งแบบ Rockwell (HRC) ได้ค่าความแข็งเหล็ก SS41 เฉลี่ยเท่ากับ 32.3 เหล็ก S45C เฉลี่ยเท่ากับ 37.33 และเหล็ก SCM440 เฉลี่ยเท่ากับ 39.33 ดังแสดงภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การทดสอบความแข็งแบบ Rockwell (HRC)

5.3.4 การออกแบบการเจาะดอกสว่านเหล็กน้ำพี้เชิงวิศวกรรม (S. Liu et al. 2021) การวิจัยได้นำผลของความเร็วยก และความเร็วตัดมากออกแบบการเจาะ จากผลระดับนัยสำคัญทางสถิติในการเจาะจะใช้ความเร็วรอบจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบความเร็วรอบของการเจาะดอกสว่านเหล็กน้ำพี้ที่ 400 รอบต่อนาที และใช้ความเร็วตัดเท่ากับ 36 เมตรต่อนาที นำมาเจาะเหล็กในสภาพอุณหภูมิปกติเจาะเหล็ก 3 กลุ่ม แบบสุ่มตัดจากเหล็ก 1 เส้น ของแต่ละเกรดเหล็ก คือ เหล็ก SS41 เหล็ก S45C และเหล็ก SCM440 และนำผลการทดลองการเจาะมีแผนแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) (Montgomery. 2001, ปารเมศ ชูติมา. 2545) แสดงตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงการเจาะดอกสว่านเหล็กน้ำพี้กับการเจาะเหล็กทั้ง 3 กลุ่ม

การเจาะเหล็กชนิดต่าง ๆ (ทริทเมนต์)			
ผลการเจาะที่ได้	เหล็ก SS41 (t_1) (วินาที)	เหล็ก S45c (t_2) (วินาที)	เหล็ก SCM440 (t_3) (วินาที)
N = 15	81	85	88
	82	81	84
	81	84	89
	79	83	92
	80	85	85
ผลรวม	403	418	438
ค่าเฉลี่ย	80.60	83.60	87.60

5.3.4 1 การตั้งสมมติฐานระหว่างการเจาะเหล็ก 3 กลุ่ม มีความแตกต่างกันหรือไม่ที่นัยสำคัญทางสถิติ $\alpha = 0.05$

1. $H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$
2. $H_1 = \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$ อย่างน้อย 1 คู่

3.4.2 การหาค่า (Corrected of Mean : CM)

$$CM = \frac{(\sum \sum x_{ij})^2}{n} \dots\dots\dots(1.1)$$

$$\frac{(\sum \sum x_{ij})^2}{n} = \frac{(1259)^2}{15} = 105,672.10$$

5.3.4.2 ความแปรปรวนรวม (Total Sum of Square : SST)

$$SST = \sum \sum x_{ij}^2 - CM \dots\dots\dots(1.2)$$

$$= 81.35^2 + 82.52^2 + 81.33^2 + 79.63^2 + 80.65^2 \dots + 85.37^2$$

$$= 105,853 - 105,672.10 = 180.94$$

5.3.4.3 หาค่าแปรปรวนระหว่างกลุ่ม (Between Groups Sum of Square : SSB)

หรือ $SSB = \sum \left[\frac{(\sum x_i)^2}{n_i} \right] \dots\dots\dots(1.3)$

$$= \left[\frac{403^2}{5} + \frac{418^2}{5} + \frac{438^2}{5} \right] - 105,672.10 = 105,795.40 - 105,672.10$$

$$SSB = 123.34$$

5.3.4.4 หาค่าความแปรปรวนภายในกลุ่ม (Within Group Sum of Square : SSE)

$$SSE = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 \dots\dots\dots(1.4)$$

หรือ $= SST - SSB = 180.94 - 123.34 = 57.60$

ตารางที่ 4 แสดงการวิเคราะห์ผลด้วยวิธี ANOVA

แหล่งความแปรปรวน (Source of Variation)	องศาอิสระ (df)	ผลรวมกำลัง (Sum of Square)	ผลรวมกำลังสองเฉลี่ย (Mean of Square)	ค่าสถิติ (f)
ระหว่างกลุ่ม	2	123.34	61.67	12.84
ภายในกลุ่ม	12	57.60	4.80	
รวม	14	180.94		

จากตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ผลด้วยวิธี ANOVA ได้ค่าวิกฤต $f_{0.05,2,12} = 3.89 < f$ คำนวณ = 12.84 โดย $H_0 = 12.84$ อยู่ในบริเวณปฏิเสธ H_0 หมายความว่า เหล็กที่นำมาเจาะด้วยดอกสว่านเหล็กน้ำพี้ของเหล็กทั้ง 3 ชนิดมีความแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $\alpha = 0.05$

5.3.5. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีต้นแคน (Duncan's multiple range test : DMRT)

กำหนดแหล่งที่เป็นเหล็ก SS41 $\bar{y}_1 = 80.60$, เหล็ก S45c $\bar{y}_2 = 83.60$ และเหล็ก SCM440 $\bar{y}_3 = 87.60$

5.3.5.1 การเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย

$$\bar{y}_3 = 87.60 \quad \bar{y}_2 = 83.60 \quad \bar{y}_1 = 80.60$$

5.3.5.2 การคำนวณค่าที่จะเปรียบเทียบ

$$\text{สูตร} \quad \left(\frac{t}{2}\right) = \frac{t!}{(t-2)! \times 2!} \text{ แทนค่า} \quad \left(\frac{3}{2}\right) = \frac{3!}{(3-2)! \times 2!} = \frac{3 \times 2 \times 1}{1 \times (2 \times 1)} = \frac{6}{2}$$

$$= 3 \text{ คู่ ที่ต้องการเปรียบเทียบ}$$

5.3.5.3 การคำนวณผลต่างของค่าเฉลี่ย 3 คู่เปรียบเทียบ

$$\begin{aligned} \text{คู่ที่ 1 คือ } \bar{y}_3 - \bar{y}_1 &= 87.60 - 80.60 = 7, \text{ คู่ที่ 2 คือ } \bar{y}_3 - \bar{y}_2 = 87.60 - 83.60 = 4, \text{ คู่ที่ 3 คือ} \\ \bar{y}_2 - \bar{y}_1 &= 83.60 - 80.60 = 3 \end{aligned}$$

5.3.5.4 การคำนวณค่าวิกฤต ค่าที่ที่คำนวณ

$$\text{สูตร } L_{SR\alpha} = SSR_{\alpha(P,V)} \sqrt{\frac{MSE}{n}}$$

ให้พิจารณา ค่า P คู่ของทรีทเมนต์ที่จะเปรียบเทียบ

$SSR_{0.05}(2,12) = \text{ตาราง (Tables for Duncan's)} = 3.081, SSR_{0.05}(3,12) = \text{ตาราง (Tables for Duncan's)} = 3.225$

นำมาเข้าสู่สูตร

$$\begin{aligned} L_{SR0.05} &= SSR_{0.05(2,12)} \sqrt{\frac{MSE}{n}} = 3.081 \sqrt{\frac{4.80}{5}} \\ &= 3.081 \times 0.98 = 3.019 \text{ คือค่าวิกฤตที่ใช้ในการเปรียบเทียบกับผลต่าง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{SR0.05} &= SSR_{0.05(3,12)} \sqrt{\frac{MSE}{n}} = 3.225 \sqrt{\frac{8.133}{5}} \\ &= 3.225 \times 0.98 = 3.160 \text{ คือค่าวิกฤตที่ใช้ในการเปรียบเทียบกับผลต่าง} \end{aligned}$$

5.3.5.4 การเปรียบเทียบผลต่างค่าเฉลี่ยที่คำนวณทั้งหมด 3 คู่ กับค่าวิกฤต $L_{SP\alpha 0.05}$

$$\bar{Y}_3 - \bar{Y}_1 = 7 > 4.112(L_{SR0.05,P_3}), \bar{Y}_3 - \bar{Y}_2 = 4 > 3.928(L_{SR0.05,P_2}), \bar{Y}_2 - \bar{Y}_1 = 3 < 3.928(L_{SR0.05,P_2})^*$$

วิเคราะห์ผลได้ว่า คู่ที่ 3 ของการเจาะเหล็ก S45c Y_2 กับเหล็ก SS41 Y_1 = มีความแตกต่างกัน ab, และในส่วนการเจาะเหล็กคู่ที่ 1 Y_3 กับ Y_1 และคู่ที่ 1 Y_3 กับ Y_2 = ไม่มีความแตกต่างกัน aa

5.3.6 การเปรียบเทียบการทดสอบการเจาะของดอกสว่านเหล็กน้ำที่กับดอกสว่านที่ใช้อุตสาหกรรมทั่วไป ในการหาค่าร้อยละ % Yield การวิจัยต้องการสืบทราบปริมาณการเจาะเหล็ก SCM440 ชนิดเดียวกันของดอกสว่านทั้ง 2 ชนิด โดยการใช้มุมคมตัด (Cutting Angle) ดอกสว่านที่ 118 องศา มุมลิ้ม 135 องศา มุมหลบ (Lip Clearance Angle) 12 องศา มุมจิก (Point Angle) 59 องศา โดยให้ชิ้นงานมีความหนา 15 มิลลิเมตร ความเร็วรอบเท่ากับ 400 รอบต่อนาที และใช้ความเร็วตัดเท่ากับ 36 เมตรต่อนาที การเจาะจะบันทึกค่าเวลาในการเจาะ สุ่มตรวจวัดชนิดของเศษการเจาะ 3 ช่วงเวลา และวัดอุณหภูมิที่เกิดขึ้นกับการเจาะ และวัดอัตราผลผลิตดี % Yield ของชิ้นงานเจาะ ดังแสดงสูตร

$$\% \text{ Yield} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานที่เจาะได้ด้วยดอกสว่านชนิดต่าง ๆ}}{\text{ปริมาณชิ้นงานทั้งหมด}} \dots\dots\dots(1.5)$$

5.3.6.1 การเจาะของดอกสว่านเหล็กน้ำพี้กับดอกสว่านที่ใช้อุตสาหกรรมทั่วไป การวิจัยออกแบบการเจาะชิ้นงานที่มีความหนา 15 มิลลิเมตร จำนวน 150 ชิ้น การเจาะดอกสว่านไม่ใช้น้ำหล่อเย็น การเป็นการเจาะแบบต่อเนื่อง และทำการวัดค่าเวลา อุณหภูมิ (Yongrong Li, Ralf Doms. 2020) (สมศักดิ์ ศิวดำรงพงศ์ และคณะ. 2560) ดังแสดงตารางการเปรียบเทียบการเจาะตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบการเจาะดอกสว่านเหล็กน้ำพี้กับดอกสว่านที่ใช้อุตสาหกรรมทั่วไป

ชนิดดอกสว่าน	ปริมาณชิ้นงานที่เจาะได้	ค่า Yield ค่าร้อยละ
ดอกสว่านเหล็กน้ำพี้	100	66.67
ดอกสว่านที่ใช้อุตสาหกรรมทั่วไป	23	15.34

จากตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบการเจาะดอกสว่านเหล็กน้ำพี้กับดอกสว่านที่ใช้อุตสาหกรรมทั่วไป การเจาะดอกสว่านเหล็กน้ำพี้เจาะได้ 100 ชิ้น คิดค่า Yield ค่าร้อยละ 66.67 มีระยะเวลาเฉลี่ย 112.77 วินาที มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 54.16 วินาที และดอกสว่านที่ใช้อุตสาหกรรมทั่วไปเจาะชิ้นงานได้ 23 ชิ้น คิดค่า Yield ค่าร้อยละ 15.34 ระยะเวลาเฉลี่ย 106.16 วินาที มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 58.28 วินาที

5.3.6.2 การเปรียบเทียบความเรียบผิวของการเจาะดอกสว่านเหล็กน้ำพี้กับดอกสว่านที่ใช้อุตสาหกรรมทั่วไป การวิจัยใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ย โดยการตรวจสอบใช้เครื่องวัดความเรียบผิว (Surface Roughness Tester) (วิทยา ดาวดอน และคณะ. 2561) มีหน่วยวัดเป็นไมโครเมตร (μm) พบว่า ความเรียบผิวดอกสว่านเหล็กน้ำพี้มีค่าความหยาบผิวเฉลี่ย $R_a = 0.34 \mu\text{m}$ ความเรียบผิวดอกสว่านที่ใช้อุตสาหกรรมทั่วไปมีค่าความหยาบผิวเฉลี่ย $R_a = 0.54 \mu\text{m}$ และการวิจัยได้เปรียบเทียบเศษที่เกิดจากการเจาะของดอกสว่านเหล็กน้ำพี้กับดอกสว่านที่ใช้อุตสาหกรรมทั่วไป ดังแสดงภาพที่ 9



a. เศษที่เกิดดอกสว่านที่ใช้อุตสาหกรรมทั่วไป b. เศษที่เกิดจากการเจาะดอกสว่านเหล็กน้ำพี้

ภาพที่ 9 แสดงเศษการเจาะของดอกสว่านทั้ง 2 แบบ

จากภาพที่ 11 แสดงเศษการเจาะของดอกสว่านทั้ง 2 แบบ พบว่า ดอกสว่านที่ใช้อุตสาหกรรมทั่วไป เป็นเศษแบบมันตันน้อย มีสีการไหม้ที่เกิดจากความร้อนในการเจาะเกิดขึ้น และดอกสว่านเหล็กน้ำพี้เป็นเศษแบบมันตันมาก ไม่เกิดสีจากการไหม้จากการเจาะ

5.4 ขั้นปรับปรุง (A) และการนำไปใช้กับอุตสาหกรรม

จากผลการพัฒนาดังกล่าวจึงนำมาปรับใช้งานกับงานในอุตสาหกรรมท้องถิ่น กับการเจาะเหล็กกล้าในการผลิตรถที่ใช้ในการเกษตรของบริษัท เอส ดี แทรกเตอร์ จำกัด ทำให้สามารถลดระยะเวลาในการเจาะรูได้ 15% ซึ่งระยะเวลาที่ลดลงได้จากการลดเวลาการเจาะ 8% และการลดเวลาการลับคมตัด 7%

6. ผลการดำเนินงานตามตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ

การวิจัยได้นำแร่เหล็กน้ำฝักลงในพื้นที่บ้านน้ำฝัก อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนดาบเหล็กน้ำฝัก ได้เหล็กพรุนและตีขึ้นรูปได้แท่งเหล็ก นำไปหลอมในเตาเหนียวนำไฟฟ้า (Induction Cooker) เพื่อเติมธาตุผสมลงไปใหม่ขณะหลอมละลาย และเทขึ้นรูปในแบบ และนำมาขึ้นรูปโดยใช้กรรมวิธีการกลึง การเจียรระโนคมตัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ Computer Numerical Control : CNC และการเคลือบผิวแข็งด้วยการโคตติ้งไทเทเนียม (Coating TiAIN) การวิจัยได้นำดอกสว่านที่พัฒนาวิเคราะห์ปริมาณธาตุผสมด้วยเครื่องสเปกโตรมิเตอร์ออปติค พบว่า ค่าร้อยละเฉลี่ยของเหล็ก (Fe) เท่ากับ 95.33 ค่าร้อยละเฉลี่ยของคาร์บอน (C) เท่ากับ 1.19 การวิจัยได้นำเครื่องมือตัดดอกสว่านเหล็กน้ำฝักมาออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^2 เพื่อหาความเร็วรอบและความเร็วตัดเหมาะสมกับการเจาะเหล็ก SCM440 ขนาดความหนา 20 มิลลิเมตร การวิจัยพบว่า ความเร็วรอบที่เหมาะสมเท่ากับ 400 รอบต่อนาที และความเร็วตัดเท่ากับ 36 เมตรต่อนาที การวิจัยจึงนำผลมาออกแบบการทดสอบการเจาะกับเหล็กอุตสาหกรรม 3 ตัวอย่าง คือ เหล็ก SS41 เหล็ก S45C และเหล็ก SCM440 และนำผลการทดสอบการเจาะมีแผนแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) กับเหล็กทั้ง 3 ชนิดแบบตัดเหล็กเส้น 6 เมตร แบบสุ่ม พบว่า ผลการวิเคราะห์ผลด้วยวิธี ANOVA ได้ค่าวิกฤต $f_{0.05,2,12} = 3.89 < f$ คำนวณ = 12.84 โดย $H_0 = 12.84$ อยู่ในบริเวณปฏิเสธ จึงบอกได้ว่าเหล็กที่นำมาเจาะด้วยดอกสว่านเหล็กน้ำฝักของเหล็กทั้ง 3 ชนิดมีความแตกต่างกันอย่างน้อย 2 ชนิดเหล็ก ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $\alpha = 0.05$ และหาค่าเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีดันแคน (Duncan's multiple range test : DMRT) พบว่า เหล็กคู่ที่ 3 ของการเจาะเหล็ก S45c Y_2 กับเหล็ก SS41 $Y_1 =$ มีความแตกต่างกันกับการเจาะด้วยเครื่องมือตัดดอกสว่านเหล็กน้ำฝัก และในสถานการณ์เจาะเหล็กคู่ที่ 1 Y_3 กับ Y_1 คู่ที่ 2 Y_3 กับ $Y_2 =$ ไม่มีความแตกต่างกันกับการเจาะด้วยเครื่องมือตัดดอกสว่านเหล็กน้ำฝัก การวิจัยได้การเปรียบเทียบการทดสอบการเจาะของดอกสว่านเหล็กน้ำฝักกับดอกสว่านที่ใช้อุตสาหกรรมทั่วไป ในการหาค่าร้อยละ % Yield พบว่า การเจาะดอกสว่านเหล็กน้ำฝักเจาะได้ 100 ขึ้น คิดค่า Yield ค่าร้อยละ 66.67 มีระยะเวลาเฉลี่ย 112.77 วินาที มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 54.16 เซลเซียส มีค่าความหยาบผิวเฉลี่ย $Ra = 0.34 \mu m$ และดอกสว่านที่ใช้อุตสาหกรรมทั่วไปเจาะขึ้นงานได้ 23 ขึ้น คิดค่า Yield ค่าร้อยละ 15.34 ระยะเวลาเฉลี่ย 106.16 วินาที มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 58.28 เซลเซียส มีค่าความหยาบผิวเฉลี่ย $Ra = 0.54 \mu m$

7. ข้อปัจจัยเกื้อหนุนให้เกิดความสำเร็จ

7.1 การสนับสนุนทุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ที่สนับสนุนทุนวิจัย

7.2 การเชื่อมโยงความสำเร็จจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สารัมย์ บุญมี ภาควิชาวิศวกรรมโลหการ ในการวิเคราะห์การหลอมการเติมธาตุผสม

7.3 การเชื่อมโยงความสำเร็จจากหน่วยงานที่มีครุภัณฑ์ที่ทันสมัย และอาจารย์สุวิรัชชัย วัชรถาวรศักดิ์ อาจารย์ สาขาเทคโนโลยีแม่พิมพ์โลหะ วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลกที่สนับสนุนการวิเคราะห์และทดสอบ

7.4 การพัฒนาองค์ความรู้จากอาจารย์หลักสูตรเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

7.5 การพัฒนาองค์ความรู้วัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่นกับกลุ่มวิสาหกิจดาบเหล็กน้ำพี้ คุณไวยจน์ เพ็งเป็น และกลุ่มสมาชิกหมู่บ้านน้ำพี้ ปราชญ์ ผู้รู้ในชุมชนที่ช่วยชี้แนะแนวทาง การให้ข้อมูลในการดำเนินการวิจัยแล้วเสร็จ

7.6 การพัฒนาการนำผลการวิจัยไปใช้ในการเจาะเหล็กกล้าในการผลิตรถที่ใช้ในการเกษตรของบริษัท เอส ดี แทรกเตอร์ จำกัด

7.7 การนำเสนอในวารสาร (CTI 1) Life Sciences and Environment Journal 2022; 23(1): 219-234.

8. แนวทางที่พัฒนาในอนาคต

การพัฒนาความหลากหลายของเครื่องมือตัด (Cutting Tools) อื่น ๆ เช่น ดอกสว่านขนาดต่าง ๆ คัดเตอร์กัดงานอุตสาหกรรม และดอกมิลลิ่ง และพัฒนาองค์ความรู้ในการออกแบบการทดสอบการเจาะวัสดุประเภทต่าง ๆ

9. มาตรฐานระบบงานที่เป็นแนวปฏิบัติที่ดี

การวิจัยได้นำแร่เหล็กน้ำพี้ถลุงในพื้นที่บ้านน้ำพี้ อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุดรดิตถ์ กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนดาบเหล็กน้ำพี้ ได้เหล็กพูนและตีขึ้นรูปได้แท่งเหล็ก นำไปหลอมในเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้า (Induction Cooker) เพื่อเติมธาตุผสมลงไปใหม่ขณะหลอมละลาย และเทขึ้นรูปในแบบ และนำมาขึ้นรูปโดยใช้กรรมวิธีการกลึง การเจียรระโนคมตัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ Computer Numerical Control : CNC และการเคลือบผิวแข็งด้วยการโค๊ดดิ่งไทเทเนียม (Coating TiAIN) ซึ่งกระบวนการดังกล่าวในพื้นที่ และการวิจัยยังไม่ได้มีการพัฒนางานประเภทนี้ จึงถือเป็นโอกาสสำคัญในการสร้างมาตรฐานการสร้างองค์ความรู้

THE EVALUATION OF DRILLING PERFORMANCE OF NAM PHI DRILL BIT

Adul Phuk-in

Abstract

This research used the smelted Nam Phi iron and melted it by an induction cooker to enhance the alloy element during melting and getting the enhanced-property of iron bar. It was shaped by turning, grinding, forming by the automated machine, Computer Numerical Control machine (CNC), enhancing metallurgy properties, coating titanium-aluminum-nitride (TiAlN). The product was taken to analyze the quantity of alloy. Nam-Phi-iron drill bit was tested by using 2^2 factorial methods to determine rotation speed and cutting speed suited to drill 15-mm.-thick SCM440 steel. The results revealed that the suitable rotation speed was 400 rpm, and the cutting speed was 36 meters per minute. The result was used to randomly compare 3 general industrial steels: S541, S45C and SCM440. The result of mean difference using pairwise comparison showed that the pairs of SCM440 (Y_3) and S541 (Y_1) and SCM440 (Y_3) and S45C (Y_2) was different in statistical significance at the level of .05, as shown by Duncan's multiple range test (DMRT). The drilling design used 150 pieces of SCM440 steel to find the percentage of yield. The percentage of yield of Nam Phi drill bit was

bit. The results of 4 full factorial tests (Montgomery, 2018; Chutima, 2002) showed the results of ANOVA with the statistical significance at the level of .05 as shown in Table 2

Table 2 The results of ANOVA of Nam Phi drill bit tests

Source	Degree of freedom (DF)	Sum of Square (SS)	Mean of Square (MS)	F
A (Rotation speed)	1	105.13	105.13	2.31
B (Cutting speed)	1	0.13	0.13	0.00
A*B Interaction	1	0.13	0.13	0.00
Error	4	144.50		
Total	7	249.87		

According to Table 2, the ANOVA results of Nam Phi drill bit tests found that rotation speed (A) and cutting speed (B) affected Nam Phi drill bit from the probability, F at 2.31, 0.00 with the statistical significance at the level of .05 shown in and A and B were related significantly, A*B interaction referred that rotation speed was related with cutting speed in this test. Besides, the relationship of rotation speed and cutting speed and ANOVA analysis was shown in Figure 7.

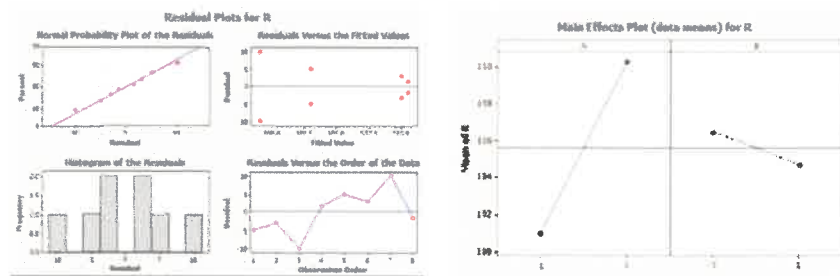


Figure 7 The relationship of rotation speed and cutting speed and ANOVA analysis

ภาคผนวก 2 วารสารตีพิมพ์ Life Sciences and Environment Journal 2022; 23(1): 219-234. แล้วเสร็จ 2.



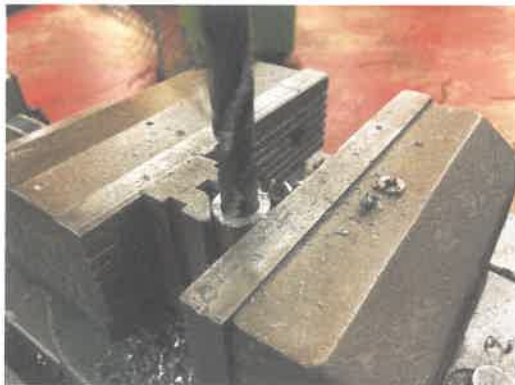
ภาคผนวก 3 การเชื่อมโยงความสำเร็จจากหน่วยงานที่มีครุภัณฑ์ที่ทันสมัยกับภาควิชาวิศวกรรมโลหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ภาคผนวก 4 การขึ้นรูปเหล็กน้ำพี้กับชุมชนท้องถิ่นบ้านน้ำพี้ จังหวัดอุดรธานี



ภาคผนวก 5 การขึ้นรูปในโรงงานหลักสูตรเทคโนโลยีอุตสาหกรรม



ภาคผนวก 6 การออกแบบการทดสอบการเจาะวิธีการ ANOVA



ภาคผนวก 7 การเชื่อมโยงการทดสอบกับหน่วยงานที่มีครุภัณฑ์เฉพาะของการทดสอบต่าง ๆ



ภาคผนวก 8 การวิเคราะห์การทดสอบด้วยครุภัณฑ์ของหลักสูตรเทคโนโลยีอุตสาหกรรม



ภาคผนวก 9 การเผยแพร่ผลงานในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งในหลักสูตรฯ และนอกหลักสูตรฯ