บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาความสำคัญและปัญหา

การขึ้นรูปโดยเครื่อง EDM เป็นกรรมวิธีการตัดเฉือนที่ก้าวหน้าวิธีหนึ่ง มีการนำมาใช้ในงานการผลิตงานโลหะที่หลากหลาย และยังมีการนำไปศึกษาเพื่อใช้ในการตัดวัสดุที่เป็นเซรามิกที่นำไฟฟ้าอีกด้วย ในการผลิตแม่พิมพ์ การขึ้นรูปโดยเครื่อง EDM ถูกนำไปใช้ในการขึ้นรูปชิ้นงานโลหะที่เป็นเหล็กที่มีความแข็งมากเป็นพิเศษ และโลหะชนิดอื่นที่วิธีการขึ้นรูปแบบเดิมไม่สามารถทำการขึ้นรูปได้ โดยวิธีการขึ้นรูปโดยเครื่อง EDM จะทำให้เกิดความร้อนสูงถึง 8,000°C – 12,000°C จากการช๊อคหรือสปาร์คของกระแสไฟฟ้า

กรรมวิธีอีดีเอ็ม หมายถึง กระบวนแยกอนุภาควัสดุโดยวิธีความร้อน ซึ่งความร้อนที่ได้เกิดจากการสปาร์กทางไฟฟ้า (EIectric sparking) หรือ เกิดจากการปล่อยประจุไฟฟ้า (EIectrical dischrage) ระหว่างอิเล็กโทรดกับชิ้นงานอยู่ภายใต้ของเหลวไดอิเล็กตริก พลังงานความร้อนที่เกิดจากการปล่อยประจุไฟฟ้าออกมาจะหลอมละลายพื้นผิวของอิเล็กโทรด และชิ้นงานที่บริเวณช่องแคบของการปล่อยประจุไฟฟ้าเมื่ออุณหภูมิที่พื้นผิวเพิ่มขึ้นมากกว่าจุดหลอมละลายหรือเท่ากับจุดดเดือดของชิ้นงานโลหะในบริเวณที่เป็นของเหลวและ บริเวณที่เป็นไอก็จะถูกขับออกมาด้วยการควบคุมพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า ทำให้สามารถจำกัดขอบเขตอัตราการกัดเนื้อโลหะชิ้นงาน และการสึกหรอของอิเล็กโทรดได้ [1]

เครื่องกัดเจาะด้วยไฟฟ้าเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการตัดเฉือนโลหะ โดยอาศัยพลังงานจากการดิสชาร์จ (Discharge) ทางไฟฟ้า ที่เกิดขึ้นบนช่องว่างระหว่างชิ้นงานและอิเล็กโทรด ภายใต้สารไดอิเล็กตริกซึ่งทำหน้าที่ เป็นฉนวน โดยที่ชิ้นงานและอิเล็กโทรดจะไม่มีการสัมผัสกัน โดยจะมีกลไกการควบการปล่อยกระแสออกมา เป็นห่วง ๆ เพื่อไม่ให้เกิดการสปาร์คแบบอาร์คซึ่งเป็นสภาพที่ไม่เหมาะสมกับการขึ้นรูปกลไกที่ควบคุมการ ปล่อยกระแสไฟฟ้าเพื่อให้เกิดการสปาร์คกับชิ้นงานได้แก่ ช่วงเวลาหยุดการสปาร์ค ช่วงเวลาการสปาร์ค และ เซอร์โซโวลต์เทจ ปัจจัยที่กล่าวมานี้จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของงานที่ผ่านกระบวนการกัดเจาะด้วยไฟฟ้า [3]

งานวิจัยของกรรมวิธีอีดีเอ็มส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นที่ประสิทธิภาพการกัดเนื้อโลหะ การสึกหรอของอิเล็กโทรด ความหยาบของผิวงานและโอเวอร์คัต ในกรรมวิธีอีดีเอ็มสามารถกำหนดความหยาบของผิวงานอัตราการตัดเนื้อโลหะ การสึกหรอของอิเล็กโทรดและโอเวอร์คัต โดยการควบคุมกระแสดิสชาร์สโวลต์เทจและความถี่ ตัวอย่างเช่น ความหยาบของผิวงานเป็นฟังก์ชันของกระแสต่อความถี่

โอเวอร์คัตควบคุมได้จากดิสชาร์จโวลต์เทจหรือพลังงานดิสชาร์จ และอัตราการกัดเนื้อโลหะควบคุมได้จากกระแสดิสชาร์จ เป็นต้น เป็นแหล่งจ่ายกำลังในระบบอีดีเอ็มมีหลายชนิด เช่นวงจรพื้นฐาน (Basic circuit) วงจรอาร์ซี (R-C Circuit) เครื่องกำเนิดโรตารีอิมพัลส์ (Rotary Impulse Generator) และวงจรทรานซิสเตอร์พัลส์ (Transistor Pulse Circuit) แต่ละชนิดมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน เนื่องจากธรรมชาติของดิสชาร์จจะเกิดในบริเวณช่องว่างที่แคบที่สุดและภายในระยะเวลาที่สั้นมาก ดังนั้นจึงต้องเปลี่ยนคุณลักษณะที่สำคัญของกรรมวิธีอีดีเอ็มให้เป็นฟังก์ชันของกระแสเซอร์โวโวลต์เทจและช่วงพัลส์ เป็นต้น

ผลงานวิจัยที่ผ่านมาจะกระทำในลักษณะ การทดลองแบบสองตัวแปร ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและอันตรกิริยาตัวแปรไม่กว้างพอที่จะขยายผลไปยังตัวแปรอื่น ๆ สำหรับประเทศไทยการแปรรูปโลหะด้วยกรรมวิธีอีดีเอ็มได้เข้ามามีบทบาทมากขึ้นเพื่อใช้งานในด้านต่าง ๆ เช่นการเจาะรู เล็ก ๆ ในหัวฉีดเครื่องยนต์ดีเซล การทำแม่พิมพ์ต่าง ๆ ในงานอุตสาหกรรม แต่การค้นคว้าวิจัยในด้านอีดีเอ็มนับว่ามีน้อยมาก ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาปัจจัยที่ส่งต่อกระบวนการตัดเฉือนด้วยกรรมวิธีอีดีเอ็ม ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาโดยอาศัยหลักการออกแบบการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพระหว่างเงื่อนไขความสัมพันธ์ที่เหมาะสมในรูป 3 ตัวแปร โดยการทดลองปรับค่ากระแสไฟในช่วงต่างๆ ให้เหมาะสมกับชนิดของอิเล็กโทรดและชนิดของโลหะขึ้นรูป ซึ่งมีผลกระทบต่อกันโดยตรง ผธลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยนี้จึง เป็นประโยชน์ต่อไปในอนาคต เพื่อปีนแนวทางในการศึกษาและพัฒนาประยุก์ใช้งานให้เหมาะสมต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาผลกระทบของพารามิเตอร์ในกระบวนการตัดเฉือนด้วยไฟฟ้า(EDM) ที่มีผลต่อการสึกหรอของแท่งอิเล็กโทรดต่อชิ้นงานเหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูง AISI M2

1.2.2 เพื่อศึกษาผลกระทบของพารามิเตอร์ในกระบวนการตัดเฉือนด้วยไฟฟ้า(EDM) ที่มีผลต่อความหยาบผิวชิ้นงานเหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูง AISI M2

1.2.3 เพื่อศึกษาผลกระทบของพารามิเตอร์ในกระบวนการตัดเฉือนด้วยไฟฟ้า(EDM) ที่มีผลต่อเวลาในการตัดเฉือนชิ้นงานเหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูง AISI M2

1.3 สมมติฐานของงานวิจัย

ปัจจัยที่ศึกษาส่งผลต่อ กระบวนการตัดเฉือนด้วยไฟฟ้า (EDM) ต่อชิ้นงานเหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูง AISI M2

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1.4.1 การศึกษาวิจัยนี้โดยการออกแบบและวิเคราะห์ การทดลองโดยใช้รูปแบบการทดลองแบบ 3^3 Factorial Design ภายใต้เงื่อนไขการทำงานของเครื่องอีดีเอ็ม

1.4.2 พารามิเตอร์ตัวแปรของการทดลอง ในการตัดเฉือนชิ้นงานด้วยกรรมวิธีอีดีเอ็มโดยการใช้ตัวแปรคือ

1.4.2.1 กระแสดิสชาร์จ V_1 V_2 V_3 ได้แก่ 15 V 21 V และ 30 V

1.4.2.2 เวลาในการสปาร์ค τ_{on1} τ_{on2} τ_{on3} ได้แก่ 300 500 และ 900 µs

1.4.2.3 ระยะห่างการสปาร์ค แบ่งที่ระดับ 2 4 และ 6 µm ตามลำดับ

1.4.3 พิจารณาผลที่ได้จากการทดลอง

1.4.3.1 อัตราการสึกหรอของอิเล็กโทรด

1.4.3.2 เวลาในการตัดเฉือนชิ้นงาน

1.4.3.3 ค่าความหยาบผิว

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบปัจจัยในกระบวนการตัดเฉือนด้วยไฟฟ้า(EDM) ที่มีผลต่อการสึกหรอของแท่งอิเล็กโทรดต่อชิ้นงานเหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูง AISI M2

1.5.2 ทราบปัจจัยในกระบวนการตัดเฉือนด้วยไฟฟ้า(EDM) ที่มีผลต่อความหยาบผิวชิ้นงานเหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูง AISI M2

1.5.3 ทราบปัจจัยในกระบวนการตัดเฉือนด้วยไฟฟ้า (EDM) ที่มีผลต่อเวลาในการตัดเฉือนชิ้นงานเหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูง AISI M2

1.5.4 ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ ในกระบวนการขึ้นรูปโลหะด้วยกรรมวิธี EDM ในอุตสาหกรรมได้

1.5.5 ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ต่อไป

1.6 นิยามศัพท์

กรรมวิธี EDM / การสึกหรอ / เวลาการตัดเฉือน /ความหยาบผิว