ผลของเงื่อนไขการแปรรูปโลหะที่ใช้วิธีอีดีเอ็มที่มีต่อลักษณะเฉพาะของกรรมวิธี

นายสมเจตน์ สิงหพันธุ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2533

ISBN 974-577-691-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016534
ว 10310502

EFFECTS OF MACHINING CONDITIONS USING EDM METHOD ON PROCESS CHARACTERICTICS

Mr. Somchate Singhabandhu

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Industrial Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1990

ISBN 974-577-691-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของเงื่อนไขการแปรรูปโลหะที่ใช้วิธีอีดีเอ็มที่มีต่อลักษณะเฉพาะของกรรมวิธี
โดย	นายสมเจตน์ สิงหพันธุ์
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิตร ตัณฑสุทธิ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวานิช)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิตร ตัณฑสุทธิ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)

สมเจตน์ สิงหพันธุ์ : ผลของเงื่อนไขการแปรรูปโลหะที่ใช้วิธีอีดีเอ็มที่มีต่อลักษณะเฉพาะของกรรมวิธี (EFFECTS OF MACHINING CONDITIONS USING EDM METHOD ON PROCESS CHARACTERISTICS) อ.ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิตร ตัณฑสุทธิ์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก, 85 หน้า, ISBN 974-577-691-2

การศึกษานี้ได้ศึกษาผลของเงื่อนไขการทำงานที่สภาวะการทำงานต่าง ๆ ของขบวนการแปรรูปโลหะด้วยวิธีอีดีเอ็ม ที่มีต่อลักษณะเฉพาะที่สำคัญของกรรมวิธี 4 ประการ คือ อัตราการกัดเนื้อโลหะ, อัตราการสึกหรอของอีเล็คโตรด, ความหยาบของผิวงานและระยะดิสชาร์จ การทดลองโดยการแปรค่ากระแสดิสชาร์จในช่วง 9.85 - 30.5A และระยะพัลส์ 50 - 1000 μs โดยการใช้ทองแดงและอลูมิเนียมเป็นอีเล็กโตรดกัดชิ้นงานซึ่งเป็นเหล็กกล้า AISI 4140

ผลจากการทดลองพบว่า การเพิ่มของกระแสดิสชาร์จมีผลต่อการเพิ่มของทั้งอัตราการกัดเนื้อโลหะ, อัตราการสึกหรอของอีเล็คโตรด, ความหยาบของผิวงาน และระยะดิสชาร์จ

การเพิ่มระยะพัลส์มีผลต่อ การเพิ่มความหยาบของผิวงาน และระยะดิสชาร์จอัตราการกัดเนื้อโลหะจะมีค่าสูงสุดเมื่อระยะพัลส์อยู่ในช่วง 200-500 μs อัตราการสึกหรอของอีเล็คโตรดเมื่อใช้ทองแดงเป็นอีเล็กโตรด จะลดลงเมื่อระยะพัลส์มีค่าสูงขึ้น

ผลจากการทดลองได้นำมาสร้างแบบจำลองของกรรมวิธีอีดีเอ็ม ซึ่งมีรูปแบบเป็นสมการโพลีโนเมียลอันดับสอง การพิจารณาสภาวะที่เหมาะสม โดยกำหนดฟังก์ชั่นเป้าหมายเป็นสองกรณี คือการให้อัตราการกัดเนื้อโลหะสูงสุด และอัตราส่วนของอัตราการกัดเนื้อโลหะต่ออัตราการสึกหรอของอีเล็คโตรดสูงสุด ภายใต้เงื่อนไขขอบข่าย ความสามารถของเครื่องจักร และความหยาบของผิวงานที่กำหนด

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2532 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เป็นบทคัดย่อ

SOMCHATE SINGHABANDHU : EFFECTS OF MACHINING CONDITIONS USING EDM METHOD ON PROCESS CHARACTERISTICS. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. VIJIT TANTASUTH, Ph.D. THESIS CO-ADVISOR : ASSO. PROF. SOMCHAI PUANGPHUAKSOOK 85 PP. ISBN 974-577-691-2

This study has emphasized the results of machining conditions of the Electrical Discharge Machining (EDM) that effected the four important process characteristics viz. metal removal rate, electrode wear rate, workpiece surface roughness and discharge gap. The experiments were performed under the following conditions such as variations of discharge current and pulse duration range from 9.85 to 30.5 A and 50 to 1000 μs respectively. Copper and aluminium were used as electrode materials to machine the AISI 4140 steel workpieces.

The experimental results indicated that an increasing of discharge current effected the increasing of metal remaval rate, electrode wear rate, workpiece surface roughness and discharge gap.

The increasing of pulse duration effected the increasing of both workpiece surface roughness and discharge gap. The maximum metal removal rate was achieved with pulse duration range from 200 to 500 μs. The electrode wear rate when using copper as electrode tends to decrease with the increasing of pulse duration.

Hence, the second order polynomial mathematical model was formulated. Two cases of objective functions were considered: to maximize metal removal rate and to maximize ratio of metal removal rate to electrode wear rate under the machine capacity and required workpiece surface roughness constraints.

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ..... ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2532 ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนใคร่ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ และรองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มาด้วยดีโดยตลอด และขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช และผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน ซึ่งกรุณาร่วมเป็นประธานและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ อาจารย์สุภรณ์ สระตันติ์ หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมการผลิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ และเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการงานวัดละเอียดและควบคุมคุณภาพ ซึ่งได้อำนวยความสะดวกเป็นอย่างดี ในการใช้เครื่องทดสอบความหยาบของผิว

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานที่สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตตาก ที่ได้ให้ความร่วมมือในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณสมใจ ราชบุตร, คุณสมโภชน์ กุลติริศรีตระกูล, คุณกิจจา ไชยทนุ และอีกหลายท่านซึ่งมิได้กล่าวนาม ณ ที่นี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูป ..... ญ

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 กล่าวนำ 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตของการศึกษา 3

1.4 การสำรวจผลงานวิจัย 3

2. การแปรรูปโลหะด้วยกรรมวิธีอีดีเอ็ม 9

2.1 หลักการเบื้องต้นของอีดีเอ็ม 9

2.2 การสร้างแบบจำลองสำหรับอีดีเอ็ม 22

2.3 แบบจำลองสำหรับสภาวะที่เหมาะสม 24

3. การดำเนินการทดลอง 27

3.1 อุปกรณ์ และวัสดุ 27

3.2 แบบแผนการทดลอง 31

3.3 ขั้นตอนการทดลอง 32

3.4 การหาค่าจากผลการทดลอง 32

บทที่ หน้า

4. ผลการทดลอง 34

4.1 แบบจำลอง 34

4.2 การพิจารณาสภาวะที่เหมาะสม 35

5. สรุปผลการทดลอง 54

เอกสารอ้างอิง 56

ภาคผนวก 61

ประวัติผู้เขียน 85

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 อัตราการกัดเนื้อโลหะเมื่อใช้ทองแดงเป็นอีเล็คโตรด..... 38

4.2 อัตราการกัดเนื้อโลหะเมื่อใช้อลูมิเนียมเป็นอิเล็คโตรด.... 38

4.3 อัตราการสึกหรอของอีเล็คโตรดเมื่อใช้ทองแดง
เป็นอีเล็คโตรด..... 39

4.4 อัตราการสึกหรอของอีเล็คโตรดเมื่อใช้อลูมิเนียม
เป็นอีเล็คโตรด..... 39

4.5 ความหยาบของผิวงานเมื่อใช้ทองแดงเป็นอีเล็คโตรด..... 40

4.6 ความหยาบของผิวงานเมื่อใช้อลูมิเนียมเป็นอีเล็คโตรด.... 40

4.7 ระยะดิสชาร์จเมื่อใช้ทองแดงเป็นอีเล็คโตรด..... 41

4.8 ระยะดิสชาร์จเมื่อใช้อลูมิเนียมเป็นอีเล็คโตรด..... 41

4.9 สภาวะที่เหมาะสมเมื่อใช้ทองแดงเป็นอีเล็คโตรด
และฟังก์ชั่นเป้าหมายเป็น max. m_w 50

4.10 สภาวะที่เหมาะสมเมื่อใช้อลูมิเนียมเป็นอีเล็คโตรด
และฟังก์ชั่นเป้าหมายเป็น max. m_w 51

4.11 สภาวะที่เหมาะสมเมื่อใช้ทองแดงเป็นอีเล็คโตรด
และฟังก์ชั่นเป้าหมายเป็น max. m_w/e_w 52

4.12 สภาวะที่เหมาะสมเมื่อใช้ทองแดงเป็นอีเล็คโตรด
และฟังก์ชั่นเป้าหมายเป็น max. m_w/e_w 53

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แรงเคลื่อนและกระแสภายใต้สภาวะการเกิดดิสชาร์จ	10
2.2	หลักการเบื้องต้นของอีดีเอ็ม	11
2.3	แผนภาพอย่างง่ายของอีดีเอ็ม	12
2.4	วงจรแบบอาร์ซี	13
2.5	วงจรแบบสร้างพัลส์	14
2.6	กลไกป้อนอีเล็คโตรดแบบโซลีนอยด์	15
2.7	กลไกป้อนอีเล็คโตรดแบบเซอร์โว	15
2.8	รูปคลื่นของแรงเคลื่อนดิสชาร์จและกระแสดิสชาร์จ	17
2.9	การเกิดเครเตอร์	19
2.10	ลักษณะของเครเตอร์	20
2.11	อัตราการกัดของวัตถุชิ้นงานและกระแสที่ระยะพัลส์ต่าง ๆ	21
2.12	อัตราการสึกหรอสัมพัทธ์ของอีเล็คโตรดกับระยะพัลส์	22
2.13	การสร้างแบบจำลองสำหรับอีดีเอ็ม	23
3.1	การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง	29
3.2	ชิ้นงาน	30
3.3	อีเล็คโตรด	30
4.1	อัตราการกัดเนื้อโลหะเมื่อใช้ทองแดงเป็นอีเล็คโตรด	42
4.2	อัตราการกัดเนื้อโลหะเมื่อใช้อลูมิเนียมเป็นอีเล็คโตรด	43
4.3	อัตราการสึกหรอของอีเล็คโตรดเมื่อใช้ทองแดงเป็นอีเล็คโตรด	44
4.4	อัตราการสึกหรอของอีเล็คโตรดเมื่อใช้อลูมิเนียมเป็นอีเล็คโตรด	45

รูปที่ หน้า

4.5 ความหยาบของผิวงานเมื่อใช้ทองแดงเป็นอีเล็คโตรด..... 46

4.6 ความหยาบของผิวงานเมื่อใช้อลูมิเนียมเป็นอีเล็คโตรด..... 47

4.7 ระยะดิสชาร์จเมื่อใช้ทองแดงเป็นอีเล็คโตรด..... 48

4.8 ระยะดิสชาร์จเมื่อใช้อลูมิเนียมเป็นอีเล็คโตรด..... 49