

## บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาวิจัย เรื่อง การศึกษาอิทธิพลของกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานต่อสมบัติงานเจาะ เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ( AISI 1010 ) ด้วยคาร์ไบด์ขนาด 8 มิลลิเมตร ปัจจัยที่ศึกษาประกอบด้วย ความเร็วรอบ ( Speed ) มี 3 ระดับคือ 2,200, 2,600 และ 3,000 รอบ/นาที อัตราป้อน (Feed Rate) มี 3 ระดับคือ 40, 60 และ 80 มม./นาที และอัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทานที่ 50 % , 75% และ 100% ส่วนมุมที่ใช้ในการเจาะด้วยแรงเสียดทาน กำหนดเป็นค่าคงที่คือ 30 องศา และไม่ใช้สารหล่อเย็น ในการรูลเจาะแบบแรงเสียดทานในการเจาะเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (AISI 1010) ด้วยคาร์ไบด์ขนาด 8 มิลลิเมตร ยาว 50 มิลลิเมตร ซึ่งปัจจัยดังกล่าวความเร็วรอบมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของผิวงาน โดยคุณภาพของผิวงานจะพิจารณาจากค่าความเรียบของผิวชิ้นงานที่ได้จากการรูลเจาะแบบแรงเสียดทาน ในการเจาะเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (AISI 1010) เปรียบเทียบกับคุณภาพของผิวงานที่ได้จากการขอบเขตของผิวงานจากการเจาะ ( $R_a = 1.8-6.3 \mu m$ ) เพื่อศึกษาว่าปัจจัยหลัก(ความเร็วรอบ หรือ อัตราป้อน หรืออัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทาน)หรือปัจจัยร่วม(ความเร็วตัด อัตราป้อนและอัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทาน) ส่งผลต่อคุณภาพของผิวงานที่ได้จากการทดลองได้อย่างไร ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study) เพื่อหาขอบเขตของระดับตัวแปรที่เหมาะสม ซึ่งในการทดลองเบื้องต้นได้กำหนดตัวแปรในการทดลองดังตารางที่ 3.1 หลังจากได้แนวทางที่เหมาะสมแล้วจึงทำการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลนำไปวิเคราะห์ต่อไป และผลจากการศึกษาสามารถสรุปผลได้ดังนี้

### 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการศึกษารามิเตอร์ที่ส่งผลต่อความเรียบผิวของรูเจาะแบบแรงเสียดทานในการเจาะเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (AISI 1010) ด้วยคาร์ไบด์ขนาด 8 มิลลิเมตร สามารถสรุปผลได้ดังนี้

**5.1.1 ผลการทดลองเบื้องต้นเพื่อหาระดับตัวแปรต้นที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการทดลอง**  
ปรากฏว่าค่าความเรียบของผิวงานอยู่ในขอบเขตที่กำหนด โดย เปรียบเทียบกับคุณภาพของผิวงานที่ได้จากขอบเขตของผิวงานจากการเจาะ ( $R_a = 1.8-6.3 \mu m$ ) และมุมที่ใช้ในการเจาะด้วยแรงเสียดทานคือ 30 องศาซึ่ง กำหนดเป็นค่าคงที่ อัตราป้อน (Feed Rate) ที่ต่ำสุดที่ระดับ 40 มม./นาทีและอัตราป้อน (Feed Rate) ที่สูงสุดที่ระดับ 80 มม./นาที กับความเร็วรอบ (SPEED) ที่กำหนดมี 3 ระดับคือ 2,200 2,600 และ 3,000 รอบ/นาที และอัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทานที่ต่ำสุดคือ 50 %และอัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทานที่ 75 % และอัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทานที่สูงสุด 100 % ผลปรากฏว่าผลการทดลองเบื้องต้นทั้งสามกลุ่มมีค่าความเรียบของผิวงานอยู่ในขอบเขต

### 5.1.2 ผลจากการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเรียบผิวงาน

ปัจจัยร่วม (Interaction Effects) ความเร็วรอบ อัตราป้อน และอัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทานในการเจาะมีผลต่อคุณภาพผิวงาน (ความเรียบผิว) ในการเจาะเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (AISI 1010) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปัจจัยที่เป็นอิทธิพลร่วม (Interaction Effects) ความเร็วรอบ อัตราป้อน และอัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทานในการเจาะมีค่านัยสำคัญทางสถิติ = .031 มีค่าน้อยกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งปัจจัยที่เป็นอิทธิพลร่วมมีผลต่อคุณภาพของผิวงาน ทำให้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผิวงาน

### 5.1.3 ผลจากการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณน้ำหนักรากของดอกเจาะ

**5.1.3.1 ปัจจัยหลัก (Main Effects)** จากการวิเคราะห์ทางสถิติ จากตารางที่ 4.6 ตารางที่ 4.7 ตารางที่ 4.8 พบว่าอัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทาน (FCAR) และความเร็วรอบ (SPEED) มีผลต่อการเพิ่มของปริมาณน้ำหนักรากของดอกเจาะในการเจาะแบบแรงเสียดทานเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ AISI 1010 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปัจจัยหลัก (Main Effects) อัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทาน (FCAR) ในการเจาะรูปแบบอาศัยแรงเสียดทานมีค่านัยสำคัญทางสถิติ = 0.000 มีค่าน้อยกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการเพิ่มของปริมาณน้ำหนักรากของดอกเจาะ อัตราส่วนอัตราความเร็วรอบ (SPEED) ในการเจาะรูปแบบอาศัยแรงเสียดทานมีค่านัยสำคัญทางสถิติ = 0.024 มีค่าน้อยกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีผลต่อการเพิ่มของปริมาณน้ำหนักรากของดอกเจาะ และ อัตราป้อน (FEED) ในการเจาะรูปแบบอาศัยแรงเสียดทานมีค่านัยสำคัญทางสถิติ = 0.811 มีค่ามากกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ไม่มีผลต่อการเพิ่มของปริมาณน้ำหนักรากของดอกเจาะ

**5.1.3.2 ปัจจัยร่วม (Interaction)** จากการวิเคราะห์ทางสถิติ จากตารางที่ 4.6 ตารางที่ 4.7 และตารางที่ 4.8 พบว่าอัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทาน (FCAR) \* อัตราความเร็วรอบ (SPEED) ในการเจาะรูปแบบอาศัยแรงเสียดทานมีค่านัยสำคัญทางสถิติ = 0.845 ค่ามากกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ไม่มีผลต่อการเพิ่มของปริมาณน้ำหนักรากของดอกเจาะ อัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทาน (FCAR) \* อัตราป้อน (FEED) ในการเจาะรูปแบบอาศัยแรงเสียดทานมีค่านัยสำคัญทางสถิติ = 0.321 ค่ามากกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ไม่มีผลต่อการเพิ่มของปริมาณน้ำหนักรากของดอกเจาะ และ อัตราความเร็วรอบ (SPEED) \* อัตราป้อน (FEED) ในการเจาะรูปแบบอาศัยแรงเสียดทานมีค่านัยสำคัญทางสถิติ = 0.397 ค่ามากกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ไม่มีผลต่อการเพิ่มของปริมาณน้ำหนักรากของดอกเจาะ

**5.1.3.3** เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของอัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทาน (FCAR) ทั้ง 3 ระดับ จากตารางที่ 4.6 และตารางที่ 4.7 พบว่าอัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทาน (FCAR) สองคู่มีผลต่อค่าการเพิ่มของปริมาณน้ำหนักของดอกเจาะ โดยเฉพาะค่าอัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทานที่ 50% คู่กับ 100% ซึ่งมีค่า  $P = 0.00$  ซึ่งน้อยกว่า 0.01 และค่าอัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทาน ที่ 75% คู่กับ 100% ซึ่งมีค่า  $P = 0.00$  ซึ่งน้อยกว่า 0.01 ค่าอัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทาน ที่ 50% คู่กับ 75% ไม่มีผลต่อการเพิ่มของปริมาณน้ำหนักของดอกเจาะ ซึ่งมีค่า  $P = 0.253$  ซึ่งมากกว่า 0.01

**5.1.3.4** เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของค่าความเร็วรอบ (SPEED) ทั้ง 3 ระดับ จากตารางที่ 4.6 และตารางที่ 4.8 พบว่าอัตราความเร็วรอบ (SPEED) สองคู่มีผลต่อค่าการเพิ่มของปริมาณน้ำหนักของดอกเจาะ โดยเฉพาะค่าอัตราความเร็วรอบ ที่ 2200 คู่กับ 3000 ซึ่งมีค่า  $P = 0.011$  ซึ่งน้อยกว่า 0.05 และค่าอัตราความเร็วรอบ ที่ 2600 คู่กับ 3000 ซึ่งมีค่า  $P = 0.031$  ซึ่งน้อยกว่า 0.05 ค่าอัตราความเร็วรอบ ที่ 2200 คู่กับ 2600 ไม่มีผลต่อการเพิ่มของปริมาณน้ำหนักของดอกเจาะ ซึ่งมีค่า  $P = 0.659$  ซึ่งมากกว่า 0.05

## 5.2 การอภิปรายผลการทดลอง

จากการศึกษาทดลองการวิจัย เรื่อง การศึกษาอิทธิพลของกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานต่อสมบัติงานเจาะเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ด้วย คาร์ไบด์ ขนาด 8 มิลลิเมตร ที่เงื่อนไขต่าง ๆ กันจากการวิจัยครั้งนี้พบว่า

### 5.2.1 พิจารณาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเรียบผิวของรูเจาะ

ปัจจัยที่เป็นอิทธิพลร่วม (Interaction Effects) ความเร็วรอบ อัตราป้อน และอัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทาน ในการเจาะมีผลต่อคุณภาพผิวงาน (ความเรียบผิว) ในการเจาะเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (AISI 1010)

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า อัตราส่วนพื้นที่สัมผัสที่ 75% ความเร็วรอบ 3000 รอบ/นาที อัตราป้อน 60 มิลลิเมตร/นาที ความเรียบผิวรูเจาะเฉลี่ยดีที่สุดที่สุดคือ  $1.076 \mu\text{m}$  สาเหตุคืออุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากการหมุนดอกเจาะเสียดสีระหว่างอัตราส่วนพื้นที่สัมผัสดอกเจาะกับชิ้นงานทำให้เกิดแรงเสียดทานและความร้อนขึ้น อัตราป้อนมากและพื้นที่สัมผัสมากแรงเสียดทานและความร้อนที่เกิดขึ้นก็มาก และการเพิ่มอัตราป้อนจะทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นการคายเศษโลหะจากการเจาะหลอมละลายจะทำให้ออกแรงบิดน้อยดอกเจาะเศษโลหะที่หลอมละลายติดบริเวณผิวดอกเจำน้อยจึงทำให้ผิวรูเจาะเรียบ

ส่วนและค่าความเรียบผิวหายาที่สุดที่อัตราพื้นที่สัมผัส 100% อัตราป้อน 60 มิลลิเมตร/นาที ความเร็วรอบ 2600 รอบ/นาที ซึ่งมีค่าความเรียบผิวรูเจาะเฉลี่ย  $Ra = 1.530 \mu m$  เนื่องจากอัตราพื้นที่สัมผัสน้อย อัตราป้อนต่ำอุณหภูมิและแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจึงต่ำความร้อนที่ใช้ในการหลอมละลายน้อยการคายเศษโลหะเป็นชิ้นยาวๆส่งผลต่อการออกแรงบิดมากทำให้ดอกเจาะส่ายมากและดอกเจาะไม่มีร่องคายเศษโลหะทำให้ติดบริเวณผิวดอกเจาะมากผิวรูเจาะจึงหยาบสอดคล้องงานวิจัยของ Han-Ming Chow, Shim-Min Lee and Lieh-Dai Yang. [24] ศึกษาการศึกษาคุณลักษณะของการเจาะแบบแรงเสียดทานต่อคุณสมบัติสแตนเลส 304 พบว่า มุมเสียดทานและรูปทรงการเจาะ, อัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทาน, อัตราป้อนและความเร็วรอบส่งผลกระทบต่อความเรียบของผิวงานแต่เงื่อนไขที่เหมาะสมคือมุมเสียดทาน 30 องศา อัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทาน คือ 50 % ความเร็วตัดคือ 90 เมตรต่อนาที อัตราป้อนคือ 100 มิลลิเมตรต่อนาที ในการเจาะผิวที่ดีที่สุดที่ค่าความเรียบของผิว  $0.96 \mu m$  หลังจากได้ค่าของมุมเสียดทาน, อัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทาน, อัตราป้อนและความเร็วรอบที่เหมาะสมแล้วจึงนำไปทดลองโดยใช้การเจาะด้วยดอกสว่านทั้งสแตนคาร์ไบด์เป็นตัวเปรียบเทียบผลปรากฏว่าการเจาะด้วยดอกสว่านทั้งสแตนคาร์ไบด์เกิดความเสียหายมากในการเจาะเพียงสามครั้งแต่การเจาะด้วยผิวสัมผัสแรงเสียดทานหลังจากเจาะไปหกสิบครั้งการสึกหรอเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย ดังนั้นการเจาะด้วยผิวสัมผัสแรงเสียดทานจึงมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าการเจาะด้วยดอกสว่านทั้งสแตนคาร์ไบด์และคุณภาพผิวเรียบเหมือนผิวกระจก

จากการศึกษาทดลองการวิจัย เรื่อง การศึกษาอิทธิพลของกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานต่อสมบัติงานเจาะเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ AISI 1010 ด้วย คาร์ไบด์แท่งกลม ขนาด 8 มิลลิเมตร ที่เงื่อนไขต่างๆ กันจากการวิจัยครั้งนี้พบว่าดอกเจาะที่ทำการทดลองเจาะนั้นมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเนื่องจากเศษของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ AISI 1010 ขณะทำการเจาะเศษของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ AISI 1010 หลอมละลายมาเคลือบที่ผิวของดอกเจาะทำให้ดอกเจาะมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและเกิดรอยไหม้เนื่องจากการเสียดสีระหว่างดอกเจาะและวัสดุเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ AISI 1010 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ การเพิ่มของน้ำหนักหนัkdอกเจาะภายหลังจากการทดลองเจาะแบบแรงเสียดทานสมบัติงานเจาะเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ AISI 1010 ด้วย คาร์ไบด์แท่งกลม ขนาด 8 มม. นั้นพบว่า

**5.2.2.1 อัตราความเร็วรอบ (Speed)** ในการเจาะแบบแรงเสียดทานต่อสมบัติงานเจาะเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ AISI 1010 ด้วย คาร์ไบด์แท่งกลม ขนาด 8 มิลลิเมตร โดยกำหนดความอัตราความเร็วรอบไว้ 3 ระดับ คือ 2,200 รอบต่อนาที 2,600 รอบต่อนาที 3,000 รอบต่อนาที มีผลต่ออัตราการเพิ่มปริมาณน้ำหนักดอกเจาะ เพราะว่าใช้ความเร็วรอบสูง จากการหมุนดอกเจาะสัมผัสกับชิ้นงานจะเกิดแรงเสียดทานมากทำให้อุณหภูมิและความร้อนที่เกิดขึ้นสูง เศษโลหะจากการเจาะหลอมละลายจะ

เป็นชิ้นเล็กๆการออกแรงบีบจะน้อยทำให้ดอกเจาะสายน้อยเศษโลหะที่หลอมละลายติดบริเวณผิวดอกเจาะจะน้อยตามจึงทำให้ผิวรูเจาะเรียบ

**5.2.2.2 อัตราส่วนพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน (FCAR) ในการเจาะแบบแรงเสียดทานเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ AISI 1010** ด้วย คาร์ไบด์ แท่งกลม ขนาด 8 มิลลิเมตร โดยกำหนดอัตราส่วนพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน (FCAR) ไว้ 3 ระดับ คือ 50 เปอร์เซ็นต์ 75 เปอร์เซ็นต์ 100 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อการเพิ่มปริมาณน้ำหนักของดอกเจาะ ที่อัตราส่วนพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน (FCAR) 75 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเพิ่มปริมาณน้ำหนัkdอกเจาะมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 0.0276 กรัม อัตราส่วนพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน (FCAR) 100 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเพิ่มของปริมาณน้ำหนัkdอกเจาะน้อยที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 0.0063 กรัม เมื่อพิจารณาที่ดอกเจาะซึ่งทำการลับเหลี่ยมเพื่อลดอัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน 75% จะเกิดการพอกตัวของเนื้อวัสดุ เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ AISI 1010 มากเนื้อวัสดุขณะทำการเจาะเนื้อวัสดุ จะหลอมและจะเข้าไปเกาะที่คมของดอกเจาะ ส่วนอัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน 100 % นั้นไม่มีการลับเหลี่ยมดอกเจาะเนื้อวัสดุขณะทำการเจาะด้วยแรงเสียดทานเนื้อวัสดุงานจะเกาะที่ดอกเจาะที่ปริมาณน้อยน้ำหนัkdอกเจาะจะมีการเพิ่มปริมาณของเศษของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ AISI 1010 ขึ้นเล็กน้อย ซึ่งสอดคล้อง กับ งานวิจัยของ สุรศักดิ์ ศิริศิลป์ [27] พบว่าเมื่อความเร็วตัดและอัตราป้อนที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่ออายุการใช้งานลดลง และส่งผลทำให้อุณหภูมิดอกสว่านสูงขึ้น เนื่องจากการเสียดสีระหว่างชิ้นงานกับดอกสว่านทำให้เศษโลหะเกิดการหลอมละลายติดอยู่กับคมตัดและคมเลื่อยของดอกสว่าน เมื่อพิจารณาดอกเจาะแบบแรงเสียดทานซึ่งเป็นดอกเจาะที่ไม่มีคมตัดและร่องเลื่อยสำหรับคายเศษดังนั้นจึงไม่มีการบิ่นของคมตัดแต่จะเกิดการพอกของเศษวัสดุที่ใช้ในการเจาะเคลือบที่ดอกเจาะ

**5.2.2.3 อัตราป้อน (Feed )ในการเจาะแบบแรงเสียดทานต่อสมบัติงานเจาะเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ AISI 1010** ด้วย คาร์ไบด์ แท่งกลม ขนาด 8 มิลลิเมตร โดยกำหนดความอัตราป้อนไว้ 3 ระดับ คือ 40 มิลลิเมตรต่อรอบ 60 มิลลิเมตรต่อรอบ 80 มิลลิเมตรต่อรอบ ไม่มีผลต่ออัตราการเพิ่มปริมาณน้ำหนัkdอกเจาะ

**5.2.3 การพิจารณาความแข็งของชิ้นงาน** ของการเจาะแบบแรงเสียดทานในการเจาะเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (AISI 1010) ด้วยคาร์ไบด์ขนาด 8 มิลลิเมตรที่อัตราความเร็วรอบ คือ 3000 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นการเจาะผิวที่ดีที่สุด การพิจารณาความแข็งของชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (AISI 1010 ) ใช้วัดความแข็งโดยภาคตัดขวางของรูกำหนดจุดวัดคือบริเวณรอบรูเจาะห่างจากขอบของรูเจาะ 0.2 ,0.7 มม. และบริเวณขอบของชิ้นงานห่างจากขอบของชิ้นงาน 1,2 มม.

**ตารางที่ 5.1** เปรียบเทียบความแข็งของชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (AISI 1010 ) อัตราความเร็วรอบ  
ที่ 3,000 รอบต่อนาที

| ความแข็งบริเวณรอบรูเจาะของชิ้นงาน (HV )        |                                                 | ความแข็งบริเวณขอบของชิ้นงาน (HV )               |                                                |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| ชิ้นงานค่าความเรียบ<br>ผิวที่ดีที่สุด(1.067µm) | ชิ้นงานค่าความเรียบผิว<br>หยาบที่สุด (1.336 µm) | ชิ้นงานค่าความเรียบ<br>ผิวที่ดีที่สุด (1.067µm) | ชิ้นงานค่าความเรียบผิว<br>หยาบที่สุด(1.336 µm) |
| 101.4                                          | 105.6                                           | 109.6                                           | 116.8                                          |
| 106.3                                          | 102.7                                           | 112.4                                           | 119.4                                          |
| 109.9                                          | 110.2                                           | 117.1                                           | 108.2                                          |
| 104.1                                          | 107.8                                           | 116.5                                           | 114.6                                          |
| ค่าเฉลี่ย 105.4 HV                             | ค่าเฉลี่ย 106.5 HV                              | ค่าเฉลี่ย 113.9 HV                              | ค่าเฉลี่ย 114.7 HV                             |

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ตัวแปรอิสระอื่น ๆ เช่น ชนิดของชิ้นงานและชนิดของเครื่องมือที่นำมาเจาะ เป็นต้น น่าจะส่งผลต่อคุณภาพผิว (ความเรียบผิว) ซึ่งควรจะได้รับการศึกษาในอนาคต
2. ตัวแปรตามอย่างอื่น เช่น ความเรียบผิว ขนาดความผิดพลาดของชิ้นงาน(รูเจาะ) ความเป็นทรงกระบอกหรือความกลม เป็นต้น ควรจะได้รับความสนใจในการศึกษาครั้งต่อไป