บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผิวงาน (ความเรียบผิว : Ra) และอายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์ (นาที) ในระดับของการสึกหรอที่ $V_{B\ max}$ = 0.60 มิลลิเมตร ในการกัดโดยชิ้นงานเป็นเหล็ก S50 C ที่ผ่านการชุบแข็งระหว่าง 56 ±2 HRC และใช้มีดคาร์ไบด์เคลือบ PVD ซึ่งปัจจัยที่ศึกษาประกอบด้วย อัตราป้อน (Feed Rate;) มี 3 ระดับคือ 100 , 200 และ 300 มิลลิเมตร/นาที ความเร็วตัด (Cutting Speed) มี 3 ระดับคือ 50 , 100 และ150 เมตร/นาที และแรงดันลมในการหล่อเย็น (Pressure) ; มี 3 ระดับคือ 2 , 4 และ 6 บาร์ ซึ่งปัจจัยดังกล่าวมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของผิวงาน อีกทั้งยังส่งผลต่ออายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์ (นาที) ในระดับของการสึกหรอที่ $V_{B\ max}$ = 0.60 มิลลิเมตร และเพื่อศึกษาดูว่าปัจจัยหลักหรือปัจจัยร่วมที่ส่งผลต่อคุณภาพของผิวงานและอายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์ (นาที) ที่ได้จากการทดลองอย่างไร ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study) เพื่อหาขอบเขตของระดับตัวแปรที่เหมาะสม ซึ่งในการทดลองเบื้องต้นได้กำหนดตัวแปรในการทดลองดังตารางที่ 3.2 หลังจากได้แนวทางที่เหมาะสมแล้วจึงทำการทดลองจริงเพื่อเก็บข้อมูลนำไปวิเคราะห์ต่อไป ผลการศึกษาสามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผิวงาน(ความเรียบผิว: Ra)ในการกัดเหล็ก S50C สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 ผลการทดลองเบื้องต้นเพื่อหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมไปใช้ ในการทดลองจริงปรากฏว่าเมื่อกำหนดให้แรงดันลมในการหล่อเย็นที่ 2 บาร์คงที่แล้วเปลี่ยนความเร็วตัด 50,150 เมตร/นาที และใช้อัตราป้อน 100 ,200 และ 300 มิลลิเมตร/นาทีได้ค่าความเรียบของผิวเท่ากับ 0.149 , 0.185 , 0.188 , 0.101 , 0.094 และ0.148 μm ตามลำดับและเมื่อกำหนดให้แรงดันลมในการหล่อเย็นที่ 6 บาร์คงที่แล้วเปลี่ยนความเร็วตัด 50,150 เมตร/นาที และใช้อัตราป้อน 100 , 200 และ300 มิลลิเมตร/นาที ได้ค่าความเรียบของผิวเท่ากับ 0.138 , 0.140 , 0.145 , 0.116 , 0.130 และ 0.148 μm ตามลำดับ ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 ซึ่งทั้ง 2 กลุ่มมีค่าข้อมูลการแจกแจงแบบปกติค่า P-Value มากกว่า .05 คือ .309 ซึ่งค่า P-Value จากการทดลองจะต้องมีค่ามากกว่า .05 นั่นแสดงว่าตัวแปรที่ได้กำหนดขึ้นมานั้นเหมาะสมสามารถที่จะทำไปดำเนินการทดลองต่อไปได้

5.1.2 ปัจจัยร่วม (Interactions) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปัจจัยร่วมระหว่างแรงดันลมในการหล่อเย็น(Pressure) กับความเร็วตัด(Cutting Speed) มีค่านัยสำคัญทางสถิติ = .014 มีค่าน้อยกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งปัจจัยทั้งสองมีผลต่อคุณภาพของผิวงาน และแรงดันลมในการหล่อเย็นกับอัตราป้อนมีค่านัยสำคัญทางสถิติ = .002 มีค่าน้อยกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งปัจจัยทั้งสองมีผลต่อคุณภาพของผิวงาน ในส่วนความเร็วตัด และอัตราป้อนมีค่านัยสำคัญทางสถิติ = .179 มีค่ามากกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทำให้ไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผิวงาน

จากการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์ (นาที) ในระดับของการสึกหรอที่ $V_{B\,max}$ = 0.60 มิลลิเมตร สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1.3 ผ่ลการทดลองเบื้องต้นเพื่อหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมไปใช้ในการทดลองจริงปรากฏว่าอายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์ (นาที) ในระดับของการสึกหรอที่ $V_{B\,max}$ = 0.60 มิลลิเมตร เมื่อกำหนดให้แรงดันลมในการหล่อเย็นที่ 2 บาร์คงที่แล้วเปลี่ยนความเร็วตัด 50,150 เมตร/นาที และใช้อัตราป้อน 100 ,200 และ 300 มิลลิเมตร/นาทีได้ค่าของอายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์เท่ากับ 107.45 , 95.71 , 112.11 , 99.27 , 87.62 และ 76 นาที ตามลำดับและเมื่อกำหนดให้แรงดันลมในการหล่อเย็นที่ 6 บาร์คงที่แล้วเปลี่ยนความเร็วตัด 50,150 เมตร/นาที และใช้อัตราป้อน 100 , 200 และ300 มิลลิเมตร/นาที ได้ค่าของอายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์เท่ากับ 119 , 100 , 90.09 , 89.78 , 69.65 และ 78.69 นาที ตามลำดับดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.4 ซึ่งทั้ง 2 กลุ่มมีค่าข้อมูลการแจกแจงแบบปกติค่า P-Value มากกว่า .05 คือ .960 ซึ่งค่า P-Value จากการทดลองจะต้องมีค่ามากกว่า .05 นั่นแสดงว่าตัวแปรที่ได้กำหนดขึ้นมานั้นเหมาะสมสามารถที่จะทำไปดำเนินการทดลองต่อไปได้

5.1.4 ปัจจัยร่วม (Interactions) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปัจจัยร่วมระหว่างแรงดันลมในการหล่อเย็น (Pressure) ความเร็วตัด(Cutting Speed) และอัตราป้อน (Feed) มีค่านัยสำคัญทางสถิติ = .036 มีค่าน้อยกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งปัจจัยทั้งสามมีผลต่ออายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์

5.2 อภิปรายผลการทดลอง

จากการศึกษาทดลองการกัดเหล็ก S50 C ที่ผ่านการชุบแข็ง 56 ± 2 HRC ด้วยมีดคาร์ไบด์ที่เงื่อนไขการกัดต่างๆ กันจากการวิจัยนี้พบว่า

5.2.1 พิจารณาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน

ปัจจัยหลัก (Main Effects) แรงดันลมในการหล่อเย็น (Pressure) ไม่มีผลต่อคุณภาพผิวงาน (ความเรียบผิว) ในการกัดเหล็ก S50C โดยใช้มีดคาร์ไบด์

ความเร็วตัด (Cutting Speed) มีผลต่อคุณภาพผิวงาน (ความเรียบผิว) ในการกัดเหล็ก S50C โดยใช้มีดคาร์ไบด์โดยกำหนดความเร็วตัดไว้ 3 ระดับคือ 50 ,100 ,150 เมตร/นาที ซึ่งมีอิทธิพลต่อความเรียบผิวของงานแตกต่างกันดังนี้ ความเร็วตัดที่ระดับ 50 เมตรม/นาที ค่าความเรียบของผิวงานเฉลี่ย 0.157 μm ความเร็วตัดที่ระดับ 100 เมตร/นาทีค่าความเรียบของผิวงานเฉลี่ย 0.149 μm และความเร็วตัดที่ระดับ 150 เมตร/นาทีค่าความเรียบของผิวงานเฉลี่ย 0.127 μm ผลจากการทดลองสรุปได้ว่าที่ระดับความเร็วตัด (Cutting Speed) ที่สูงจะทำให้มีความเรียบผิวมากกว่าความเร็วตัด (Cutting Speed) ที่ต่ำ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประพล เปี่ยมศักดิ์ชัย [13] ศึกษาความเรียบผิวของงานกัดเหล็กกล้าเครื่องมือเย็น D2 พบว่า เมื่อเพิ่มความเร็วตัดสูงขึ้นจะส่งผลทำให้ความเรียบผิวมาก

อัตราป้อน (Feed) มีผลต่อคุณภาพผิวงาน (ความเรียบผิว) ในการกัดเหล็ก S50C โดยใช้มีดคาร์ไบด์โดยกำหนดอัตราป้อนไว้ 3 ระดับคือ 100 ,200 ,300 มิลลิเมตร/นาที ซึ่งมีอิทธิพลต่อความเรียบผิวของงานแตกต่างกันดังนี้ อัตราป้อนที่ระดับ 100 มิลลิเมตร/นาทีค่าความเรียบของผิวงานเฉลี่ย 0.127 μm อัตราป้อนที่ระดับ 200 มิลลิเมตร/นาที ค่าความเรียบของผิวงานเฉลี่ย 0.145 μm และอัตราป้อนที่ระดับ 300 มิลลิเมตร/นาที ค่าความเรียบของผิวงานเฉลี่ย 0.161 μm ผลจากการทดลองสรุปได้ว่าอัตราป้อน (Feed) ที่ระดับต่ำทำให้มีความเรียบผิวมากกว่าอัตราป้อนที่ระดับสูง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประพล เปี่ยมศักดิ์ชัย [13] ศึกษาความเรียบผิวของงานกัดเหล็กกล้าเครื่องมือเย็น D2 พบว่า เมื่อใช้อัตราป้อนที่ต่ำจะส่งผลทำให้ความเรียบผิวมาก และมาจากคุณสมบัติของเหล็ก S50 C ที่ผ่านการชุบแข็งทำให้เศษตัด (Chips) ออกมาไม่ต่อเนื่อง จึงทำให้สามารถใช้อัตราป้อน(Feed) ที่ต่ำดีกว่าใช้อัตราป้อนที่สูง

5.2.2 พิจารณาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์

ปัจจัยหลัก (Main Effects) แรงดันลมในการหล่อเย็น (Pressure) ไม่มีผลต่ออายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์ ในการกัดเหล็ก S50C

ความเร็วตัด (Cutting Speed) เมื่อกำหนดความเร็วตัดไว้ 3 ระดับคือ 50, 100 และ 150 เมตร/นาที ซึ่งความเร็วตัดทั้งหมดให้ค่าของอายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์แตกต่างกัน มีดังนี้ ความเร็วตัดระดับ 50 เมตร/นาที อายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์เฉลี่ย 110.582 นาที ความเร็วตัดระดับ 100 เมตร/นาที อายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์เฉลี่ย 99.143 นาที และความเร็วตัดระดับ 150 เมตร/นาที อายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์เฉลี่ย 84.308 นาที ความเร็วตัดที่ระดับสูง มีอิทธิพลต่อการสึกหรอของมีดคาร์ไบด์มากกว่าความเร็วตัดที่ระดับต่ำ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรศักดิ์ ศิริศิลป์ [16] ศึกษาการสึกหรอของดอกสว่าน พบว่า เมื่อเพิ่มความเร็วตัดสูงขึ้นส่งผลให้อายุการใช้งานของดอกสว่านลดลง

อัตราป้อน (Feed) มีอิทธิพลต่ออายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์แตกต่างกันดังนี้ อัตราป้อนที่ระดับ 100 มม./นาที อายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์เฉลี่ย 107.553 นาที อัตราป้อนที่ระดับ 200 มิลลิเมตร/นาที อายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์เฉลี่ย 93.794 นาที อัตราป้อนที่ระดับ 300 มิลลิเมตร/นาที อายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์เฉลี่ย 92.682 นาที ซึ่งจากการทดลองพบว่าที่ระดับอัตราป้อนที่ 200 มิลลิเมตร/นาที และอัตราป้อนที่ 300 มิลลิเมตร/นาที อายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์แตกต่างกันไม่มากอัตราป้อนที่ระดับต่ำมีอิทธิพลต่ออายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์มากกว่าอัตราป้อนที่ระดับสูง สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรศักดิ์ ศิริศิลป์ [16] ศึกษาการสึกหรอของดอกสว่าน พบว่า เมื่อเพิ่มอัตราป้อนสูงขึ้นส่งผลให้อายุการใช้งานของดอกสว่านลดลง

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ตัวแปรอิสระอื่นๆ เช่น ชนิดของชิ้นงานทดลอง ชนิดของมีดคาร์ไบด์เป็นต้น อาจจะส่งผลต่อคุณภาพความเรียบผิว และอายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์ซึ่งควรได้รับการศึกษาต่อไป

5.3.2 ควรมีการเปรียบเทียบการหล่อเย็นด้วยน้ำหล่อเย็นกับแรงดันลมที่ใช้ในการหล่อเย็นว่าจะส่งผลต่อคุณภาพความเรียบผิว และการสึกหรอของมีดอินเสริท์ ซึ่งควรได้รับการศึกษาต่อไป

5.3.3 ควรมีการศึกษาร่วมกับผู้ประกอบการในอุตสาหกรรม เพื่อจะได้นำความรู้ในการวิจัยนี้ไปใช้ในการกัดแข็ง เพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการ และลดต้นทุนการผลิตในงานอุตสาหกรรม

เนื่องจากสามารถทดแทนงานเจียรนัย ทำให้เป็นประโยชน์อย่างมากในเชิงพาณิชย์และเพื่อการแข่งขันในอุตสาหกรรมทั้งในและต่างประเทศต่อไป