

การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบกำจัดเศษโลหะของเครื่องซีเอ็นซีวาร์คัท

The Efficiency Improvement of Filter System for Wire-cut Machine

นางสาวประภาพร กาสกุล¹⁾, นายอภิชัย ทองเรืองรัตน์¹⁾, นายเฉลิมพร ทองอารีย์¹⁾

และ อาจารย์สมโชค สนธิแก้ว^{*2)}

ชื่อผู้วิจัย¹⁾ และ ชื่อหัวหน้าโครงการ^{*2)}

- 1) ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องมือและวัสดุ คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- 2) ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องมือและวัสดุ คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

ธนบุรี* Email address: Somchoke.son@Kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบกำจัดเศษโลหะของเครื่องซีเอ็นซีวาร์คัทมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างอุปกรณ์ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดเศษโลหะออกจากน้ำและยืดอายุการใช้งานของไส้กรอง ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ โดยคณะผู้วิจัยได้คิดออกแบบและสร้างเครื่องไฮโดรไซโคลนต้นแบบขนาดเล็กสัดส่วนขนาดตามคำแนะนำของ Rietema's [8] ในการออกแบบไฮโดรไซโคลนที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 เซนติเมตร

จากการทดลองพบว่า ที่ความดันลดภายในตัวไฮโดรไซโคลน 0.4 bar และระยะยื่นของท่อทางออกด้านบน 1.52 นิ้วและตำแหน่งการวางทางเข้า-ออกของเครื่องไฮโดรไซโคลนในการทำงานจริงในแบบที่ 1 จะทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดเศษโลหะของระบบกรองของเครื่องซีเอ็นซีวาร์คัทได้ 28.74 %

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ

บริษัท ไอพีเอ็ม จำกัด ใช้เครื่องซีเอ็นซีวาร์คัทสำหรับตัดโลหะ เพื่อช่วยในการผลิตแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก และชิ้นส่วนงานเครื่องมือกลที่ต้องการขนาดความแม่นยำ ที่เที่ยงตรงสูง ($\pm 1 \mu\text{m}$) ในกระบวนการตัดนี้ต้องอาศัยน้ำช่วยในการตัดเพื่อกำจัดเศษโลหะออกจากรอยตัด นอกจากนี้ยังรักษาสภาพการตัดให้เร็วคงที่ สม่ำเสมอ ช่วยให้ผิวตัดมีคุณภาพสูง อย่างไรก็ตามในการตัดโลหะโดยเฉพาะทั้งสเตนคาร์ไบด์จะให้เศษที่ละเอียดและมีจำนวนมาก จึงทำให้ไส้กรองอุดตันเร็วกว่าปกติ สิ้นเปลืองเรซิน และไม่สามารถรักษาค่าความต้านทานของน้ำได้ตามข้อกำหนด ทำให้ความเร็วในการตัดลดลง ด้วยเหตุนี้ทางบริษัทจึงต้องการปรับปรุงระบบกรองของเครื่องวาร์คัทให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทางภาควิชาได้เห็นความสำคัญของเรื่องนี้ จึงได้ขอเข้าร่วมวิจัย

ปรับปรุงระบบกำจัดเศษโลหะ ซึ่งทางผู้จัดการโรงงานให้ความเห็นชอบ และยินดีให้ความร่วมมือด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อออกแบบและสร้างระบบซึ่งมีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดเศษโลหะออกจากน้ำ
2. ยืดอายุการใช้งานของไส้กรอง ซึ่งเป็นการลดต้นทุนการผลิต
3. รักษาคุณภาพของน้ำได้ตามข้อกำหนด ช่วยให้ความเร็วตัดคงที่

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. ศึกษาวิธีการกำจัดเศษโลหะออกจากน้ำแบบต่าง ๆ และสำรวจสิทธิบัตร
2. ออกแบบระบบการกำจัดเศษโลหะออกจากน้ำ
3. ดำเนินการสร้างอุปกรณ์
4. ทดสอบการใช้งาน และปรับปรุง

- ศึกษาตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อการกำจัดเศษโลหะออกจากน้ำ
- วิเคราะห์ผลการทดลอง หาประสิทธิภาพของเครื่องกำจัดเศษ
- คำนวณต้นทุนการผลิตของเครื่องวาร์คัท และผลผลิต

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับโดยตรง

- ระบบกรองกำจัดเศษโลหะออกจากน้ำ
- ช่วยลดต้นทุนการผลิต
- ช่วยเพิ่มผลผลิต
- สามารถผลิตออกจำหน่ายได้
- ผลิตนักศึกษาที่มีความสามารถในการทำงานจริงในโรงงาน

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- เครื่องไฮโดรไซโคลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 cm
- ถังน้ำขนาด 70 ลิตร
- ปั๊มสูบน้ำแบบหอยโข่งขนาด 1.5 แรงม้า
- เครื่องชั่งน้ำหนักอย่างละเอียด
- Scirocco 2000
- นาฬิกาจับเวลา
- ภาชนะตวง
- แท่งคนสาร
- ตู้อบ

วัสดุที่ใช้ทดลอง

เศษโลหะที่ได้จากเครื่อง CNC Wire Cut

วิธีการทดลอง

1.ทดสอบ Hydrocyclone ในระบบจำลอง

ตอนที่ 1.1 การศึกษาผลกระทบของความดันลด

- ติดตั้งไฮโดรไซโคลน โดยทำการปรับระยะของท่อทางออกด้านบนที่ยื่นเข้าไปในไฮโดรไซโคลนเป็น 2.95 นิ้ว คงที่ไว้
- เตรียมเศษโลหะ 200 g ใส่ลงในถังน้ำ 70 ลิตร

- เปิดปั๊มแล้วปรับความดันลดเป็น 0.4 bar
- จับเวลา 20 นาที แล้วหยุดเครื่อง และทำการตรวจสอบและวิเคราะห์น้ำหนักเศษโลหะที่แยกได้โดยผ่านการอบแห้งเทียบกับน้ำหนักเศษโลหะเริ่มต้น
- ปรับความดันลดเป็น 0.2 และ 0.1 bar แล้วทำการทดลองซ้ำ

ตอนที่ 1.2 การศึกษาผลกระทบของระยะท่อทางออกด้านบนที่ยื่นเข้าไปในไฮโดรไซโคลน

- ติดตั้งไฮโดรไซโคลน โดยทำการปรับให้ไม่มีระยะของท่อทางออกด้านบนที่ยื่นเข้าไปในไฮโดรไซโคลน
- เตรียมเศษโลหะ 200 g ใส่ลงในถังน้ำ 70 ลิตร
- เปิดปั๊มแล้วปรับความดันลดเป็น 0.4 bar คงที่
- จับเวลา 20 นาที แล้วหยุดเครื่อง และทำการตรวจสอบและวิเคราะห์น้ำหนักเศษโลหะที่แยกได้โดยผ่านการอบแห้งเทียบกับน้ำหนักเศษโลหะเริ่มต้น
- ปรับระยะที่ยื่นเข้าไปในไฮโดรไซโคลนของท่อทางออกด้านบนเป็น 0.41 , 1.52 และ 2.95 นิ้วซึ่งเป็นระยะเท่ากับความยาวในช่วงทรงกระบอกของไฮโดรไซโคลนแล้วทำการทดลองซ้ำ



รูป แสดงการทดสอบ Hydrocyclone ในระบบจำลอง

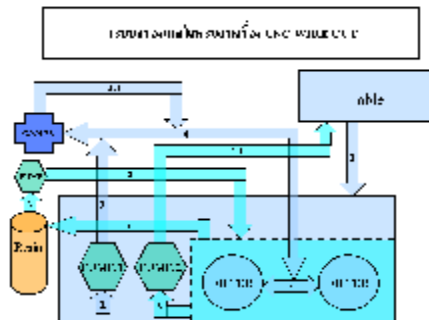
2. การทดสอบ Hydrocyclone ในระบบจริง

ตอนที่ 2.1 การศึกษาถึงตำแหน่งการวางระบบ Hydrocyclone บนเครื่อง Wire Cut CNC

- ทำการศึกษาเปรียบเทียบน้ำหนักเศษโลหะที่เกิดจากชิ้นงานCarbideกับน้ำหนักเศษโลหะที่

ไฮโดรไซโคลนแยกออกมาได้ และ เปรียบ
น้ำหนักเศษโลหะเฉลี่ยต่อวันทำงานกับน้ำหนัก
เศษโลหะที่ไฮโดรไซโคลนแยกออกมาได้ต่อวัน

2. ทำการศึกษาถึงลักษณะการทำงานของระบบ
เครื่องกรองของเครื่อง CNC Wire Cut ซึ่ง ได้
แผนผังการทำงานของระบบกรองดังนี้



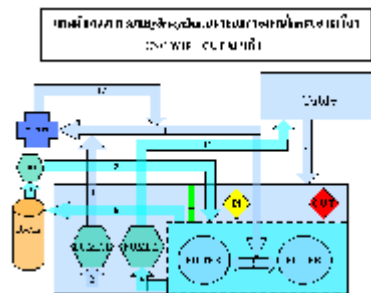
รูป แผนผังระบบกรองของเครื่อง CNC Wire Cut
จากแผนผังการทำงานแผนผังการทำงานของ
ระบบการกรองของเครื่อง CNC Wire Cut
สามารถอธิบายได้ดังนี้

- น้ำบริเวณ Table จะไหลมาตามท่อที่ 1 ลง
สู่บริเวณถังของระบบกรอง
 - PUMPตัวที่1จะดูดน้ำจากท่อที่ 2 9 เพื่อส่ง
ต่อไปยังท่อที่ 3
 - จากท่อที่3 ท่อจะถูกแยกเป็น2ทางตามท่อ
ที่ 4 โดยจะมีส่วนหนึ่งไหลเข้าCoolerแล้ว
ไหลกลับมารวมกันเพื่อส่งต่อไปยังท่อที่ 5
 - ท่อที่ 5 จะไหลเข้าสู่ Filter ทั้งสองลูกเพื่อ
กรองเศษโลหะจะได้ น้ำที่สะอาด
 - จากนั้นจะถูกส่งต่อไปยังท่อที่ 6 เพื่อเข้าสู่
ถัง Resin และไหลออกโดยท่อที่ 7
 - ท่อที่ 7 จะถูก PUMPตัวเล็ก ส่งไปตามท่อ
ที่ 8 เพื่อกลับไปยังบริเวณที่น้ำสะอาด
 - จากนั้น PUMPตัวที่2 จะดูดน้ำสะอาดจาก
ท่อที่ 9 เพื่อส่งต่อไปยังท่อที่10
 - ท่อที่ 10 จะส่งน้ำสะอาดกลับไปยัง Table
3. ทำการออกแบบระบบการจัดวางตำแหน่งวาง
เครื่อง Hydrocyclone ได้ 2 แบบ ดังนี้โดย มี
สัญญาณลักษณะ ดังนี้

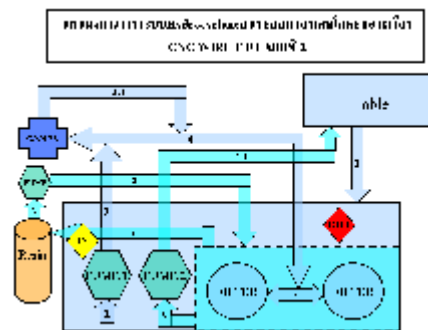
IN หมายถึง ท่อทางเข้าสู่เครื่อง Hydrocyclone

OUT หมายถึง ท่อทางออกที่ปล่อยคืนสู่ระบบ
กรองของเครื่อง CNC Wire Cut

รูปที่ 1 แผนผังการวางระบบไฮโดรไซโคลนบน
ระบบกรองของเครื่อง CNC Wire Cut แบบที่ 1 จะ
แผ่นพลาสติกกันคือบริเวณสี่เหลี่ยม



รูปที่ 2 แผนผังการวางระบบไฮโดรไซโคลนบน
ระบบกรองของเครื่อง CNC Wire Cut แบบที่ 2



4. ติดตั้งไฮโดรไซโคลนตามที่ออกแบบระบบไว้
ในแบบที่ 1
5. RUN เครื่องให้ทำงานทั้งเครื่อง CNC และ
Wire Cut , Hydrocyclone
6. ให้เครื่องทำงานจนครบตามเวลาที่ SET ไว้
7. ทำการวัดน้ำหนักของเศษโลหะหลังอบแห้งที่
ได้จากเครื่อง Hydrocyclone เปรียบเทียบ
กับน้ำหนักของเศษโลหะโดยเฉลี่ยต่อวันที่
ศึกษาไว้ในข้อ 1) ทำความสะอาดระบบกรอง
ของ CNC Wire Cut และ Hydrocyclone
8. ทำการทดลองซ้ำเปลี่ยนแบบที่ 2
9. ทำการเปรียบเทียบผลและวิเคราะห์ในแต่ละ
แบบของการวางตำแหน่งไฮโดรไซโคลน



รูป แสดงการทดสอบ Hydrocyclone ในระบบจริง

3.การศึกษาถึงความสามารถในการแยกเศษโลหะของ Hydrocyclone

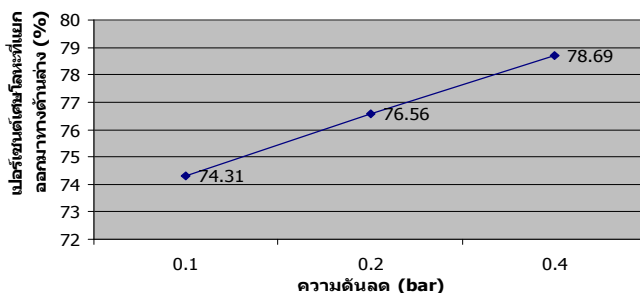
1. นำเศษโลหะจากการทดสอบ Hydrocyclone ในระบบจริง มาทำการอบแห้งโดยแยกเป็นอนุภาคเศษโลหะในเครื่อง Hydrocyclone และเศษโลหะที่อยู่ในระบบกรองของเครื่อง CNC Wire Cut
2. นำไปวัดขนาดด้วยเครื่อง Scirocco 2000 แล้วทำการบันทึกผลแล้วทำการทดลองซ้ำ
3. หาค่าเฉลี่ยของขนาดเศษโลหะที่แยกได้และทำการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ศึกษาผลของความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อ ประสิทธิภาพของไฮโดรไซโคลน

1.1 ความดันลด

โดยจากการทดลองในระบบจำลอง ได้ผลเป็นกราฟดังด้านล่าง

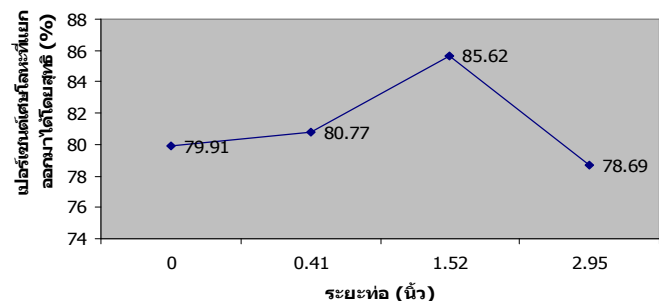


จากรูปกราฟ แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเศษโลหะที่ป้อนเข้า คือ 200g และน้ำหนักเศษโลหะที่แยกออกทางด้านล่าง(under flow)ของไฮโดรไซโคลนที่ความดันลดต่างๆคือ 0.4 , 0.2 ,

0.1 bar พบว่าเมื่อความดันลดมีค่าเพิ่มมากขึ้นเศษโลหะที่แยกออกทางด้านล่าง(underflow)ของไฮโดรไซโคลน จะมีค่าเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเมื่อความดันลดมีค่าเพิ่มขึ้นแรงเหวี่ยงแยกจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย ทำให้อนุภาคนาขนาดเล็กตกลงมาที่ทางออกด้านล่าง(underflow)ของไฮโดรไซโคลนเพิ่มขึ้น ซึ่งจากการทดลองเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของเศษโลหะที่แยกออกมาได้

1.2 ผลกระทบของระยะของท่อทางออกด้านบนที่ยื่นเข้าไปในไฮโดรไซโคลน

จากการทดลองที่ความดันลด 0.4 bar และความเข้มข้นสารป้อนเดียวกัน โดยเปลี่ยนแปลงระยะของท่อทางออกด้านบนที่ยื่นเข้าไปในไฮโดรไซโคลนเป็น 0.0 , 0.41 , 1.52 และ 2.95 นิ้วและเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของเศษโลหะที่แยกออกมาทางด้านบนและด้านล่างของไฮโดรไซโคลนได้ดังรูปด้านล่าง



พบว่า ที่ระยะของท่อทางออกด้านบนที่ยื่นเข้าไปในไฮโดรไซโคลนเท่ากับ 2.95 นิ้ว ซึ่งมีค่าเท่ากับ ความยาวในส่วนของทรงกระบอกของไฮโดรไซโคลน จะทำให้ได้เปอร์เซ็นต์โลหะที่แยกออกด้านล่างได้น้อยที่สุด เนื่องจาก เมื่อระยะยื่นเข้าไปในไฮโดรไซโคลนมีค่าเพิ่มมากขึ้นจะทำให้มีพื้นที่ขวางการไหลเพิ่มขึ้น เป็นเหตุให้แรงเหวี่ยงแยกภายในไฮโดรไซโคลนจึงลดลง เมื่อไม่มีระยะของท่อทางออกด้านบนที่ยื่นเข้าไปในไฮโดรไซโคลน จะทำให้ได้เปอร์เซ็นต์โลหะที่แยกออกได้ได้มากกว่าที่ระยะ 2.95 นิ้ว แต่ยังคงไม่มากที่สุด เนื่องจาก สารที่ป้อนมีการไหลลัดออกไปที่ทางออกด้านบน ก่อนจะเกิดการหมุนวน

เพื่อเข้าสู่กระบวนการแยก ทำให้มีอนุภาคขนาดใหญ่บางส่วนหลุดออกไปที่ท่อทางออกด้านบน ทำให้เปอร์เซ็นต์โลหะที่แยกออกทางด้านล่างจึงมีค่าลดลง

ที่ระยะของท่อทางออกด้านบนที่ยื่นเข้าไปในไฮโดรไซโคลนเท่ากับ 0.41 นิ้ว จะทำให้ได้เปอร์เซ็นต์โลหะที่แยกออกได้มากกว่าไม่มีระยะยื่นเล็กน้อย เนื่องจากยังคงมีสารที่ป้อนมีการไหลลัดออกไปที่ทางออก ทำให้เปอร์เซ็นต์โลหะที่แยกออกทางด้านล่างจึงมีค่าลดลงด้วย

ที่ระยะของท่อทางออกด้านบนที่ยื่นเข้าไปในไฮโดรไซโคลนเท่ากับ 1.52 นิ้ว จะทำให้ได้เปอร์เซ็นต์โลหะที่แยกออกได้มากที่สุด เนื่องจากอนุภาคไหลลัดผ่านออกด้านบนโดยไม่ผ่านการแยกน้อยลง ทำให้เปอร์เซ็นต์โลหะที่แยกออกทางด้านล่างจึงมีค่ามากขึ้นด้วย

2. ศึกษาผลของความสัมพันธัระหว่าง

ตำแหน่งการวางเครื่องไฮโดรไซโคลนในการทำงานจริงที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของไฮโดรไซโคลน

โดยจากการทดลองทั้งสองแบบคือ เปรียบเทียบน้ำหนักเศษโลหะที่เกิดจากชิ้นงานCarbideกับน้ำหนักเศษโลหะที่ไฮโดรไซโคลนแยกออกมาได้ และ เปรียบน้ำหนักเศษโลหะเฉลี่ยต่อวันทำงานกับน้ำหนักเศษโลหะที่ไฮโดรไซโคลนแยกออกมาได้ต่อวัน ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 1 การตรวจสอบจากการเปรียบเทียบ

น้ำหนักเศษโลหะที่เกิดจากชิ้นงานCarbideกับน้ำหนักเศษโลหะที่ไฮโดรไซโคลนแยกออกมาได้

การวางระบบไฮโดรไซโคลน	เศษโลหะ Carbide ทั้งหมดที่เกิดขึ้น(g)	เศษโลหะ Carbide ที่แยกโดยไฮโดรไซโคลน(g)	เปอร์เซ็นต์ที่แยกได้ (%)
แบบที่ 1	84.26	35.73	42.40
แบบที่ 2	84.26	24.64	30.70

พบว่า การทดลองนี้สามารถควบคุมชนิดและปริมาณของโลหะได้ ทำให้ได้ผลที่น่าเชื่อถือพอสมควร โดยการวางระบบไฮโดรไซโคลนแบบที่ 1 ทำให้สามารถแยกเศษโลหะ Carbide ได้ดีกว่า แบบที่ 2

แต่จากการเปรียบเทียบน้ำหนักเศษโลหะที่เกิดจากชิ้นงานCarbideกับ น้ำหนักเศษโลหะที่ไฮโดรไซโคลนแยกออกมาได้ เป็นเพียงแนวทางการเลือกแบบการวางตำแหน่งของระบบไฮโดรไซโคลนเท่านั้น เนื่องจากในการทำงานจริงเศษโลหะที่เกิดขึ้นนั้นจะมาจากโลหะหลากหลายชนิดแล้วแต่orderที่สั่งเข้ามา ทำให้การวัดแต่โลหะชนิด Carbide ยังเป็นข้อมูลที่ไม่เพียงพอต่อการสรุปผล

จึงมีการตรวจสอบจากการเปรียบเทียบน้ำหนักเศษโลหะเฉลี่ยต่อวันทำงานกับน้ำหนักเศษโลหะที่ไฮโดรไซโคลนแยกออกมาได้ต่อวัน โดยเลือกแบบการวางตำแหน่งของระบบไฮโดรไซโคลนแบบที่ 1 โดยที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยมีค่าความผิดพลาด $\pm 5 \%$ โดยใช้สูตร

$$n = \left[\frac{40 \cdot \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2 \quad (1)$$

โดยที่ n' = จำนวนข้อมูลที่เก็บมาทดสอบ

n = จำนวนข้อมูลที่ต้องการต่ำสุดที่

ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

จากข้อมูลที่เก็บ นำมาคำนวณ ถ้าค่า $n > n'$ จะต้องทำการเก็บข้อมูลเพิ่มเป็นจำนวน $n - n'$ แล้วถ้า $n < n'$ สามารถนำข้อมูลที่เก็บมาใช้ได้เลย ซึ่งจากการคำนวณต้องทำการเก็บจำนวนข้อมูลที่เก็บมาทดสอบที่ 21 ครั้งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

ตารางที่ 2 การตรวจสอบจากการเปรียบเทียบน้ำหนักเศษโลหะเฉลี่ยต่อวันทำงานกับน้ำหนักเศษโลหะที่ไฮโดรไซโคลนแยกออกมาได้ต่อวัน ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

วางระบบ ไฮโดร ไซโคลน	เศษโลหะ เฉลี่ยต่อวัน ทำงาน(g)	เศษโลหะที่ แยกโดย ไฮโดร ไซโคลน(g)	เปอร์เซ็นต์ ที่แยกได้ (%)
แบบที่ 1	284.86	81.814	28.74

พบว่าสาเหตุที่ทำให้เปอร์เซ็นต์ที่แยกได้นั้นมีค่าน้อย เนื่องจาก

1. ชนิดของโลหะที่ทำการตัดไม่สามารถควบคุมได้เนื่องจากเศษโลหะจะเกิดขึ้นในปริมาณมากส่วนมากจะเกิดจากโลหะCarbide แต่ช่วงที่เก็บข้อมูลผลนั้นมีการตัดโลหะหลากหลายชนิดเช่น ทองแดง สแตนเลส และโลหะประเภทอื่น ซึ่งโลหะแต่ละชนิดก็มีลักษณะการกระจายตัวและการตกตะกอนไม่เหมือนกัน
2. เศษโลหะเกิดการตกตะกอนที่บริเวณพื้นของถังกรองตามลักษณะการไหลทำให้สูญเสียปริมาณเศษโลหะไปกับส่วนนี้ด้วย
3. เศษโลหะถูกระบบกรองของ Filter จัดการไปส่วนหนึ่ง เนื่องจากระบบกรองของ Filter ก็ยังคงทำงานควบคู่ไปกับระบบไฮโดรไซโคลนนั่นเอง
4. เศษโลหะบางส่วนแปรสภาพกลายเป็นองค์ประกอบของคาร์บอนที่ละลายอยู่ในน้ำซึ่งมีอนุภาคเล็กมากๆ ทำให้ยากต่อการตรวจสอบ

3.การศึกษาถึงความสามารถในการแยกเศษโลหะของ Hydrocyclone

จากการศึกษาทำการวัดขนาดของอนุภาคเศษโลหะโดยใช้เครื่อง Scirocco 2000 ในการวัดขนาดและการกระจายตัวของอนุภาคเศษโลหะโดยจะวัดเศษโลหะของเหล็กCarbide เพราะเป็นเศษที่มีขนาดเล็กและปริมาณมากในเวลาตัดงานซึ่งเป็นสาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้ Filter อุดตันเร็ว ซึ่งได้ข้อมูลโดยพบว่าเศษโลหะที่ปะปนอยู่ในFilter มีการกระจายตัวอยู่ในช่วงขนาด 10.024 ถึง 20.000 μm

มากที่สุดและอีกช่วงคือ 1124.583 ถึง 1415.892 μm ซึ่งเมื่อทำการทดลองโดยในเครื่องไฮโดรไซโคลนก็จะพบว่าเศษโลหะที่สามารถแยกออกมาได้นั้นมีการกระจายตัวอยู่ในช่วงเดียวกัน โดยสาเหตุที่เศษโลหะมีขนาดใหญ่ (1124.583 - 1415.892 μm) นั้นเนื่องมาจาก เศษโลหะมีการจับรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนนั่นเอง

โดยความสามารถของ Filter รุ่น SW-37 ของเครื่อง CNC Wire Cut ที่ใช้อยู่ สามารถกรองเศษโลหะได้ขนาด 7 μm ทำให้พบว่าเศษโลหะที่เกิดขึ้นนั้นมีขนาดเล็กสุดในช่วง 3.170 μm ซึ่งมีปริมาณน้อยมาก ทำให้มีการหลุดรอดจากการกรองFilterได้ แต่จากการวัดขนาดและการกระจายตัวของเศษโลหะที่แยกได้จากเครื่องไฮโดรไซโคลนนับพบว่าเศษโลหะที่มีขนาดเล็กที่สุดสามารถพบอยู่ด้วยนั่นเอง

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การสร้างและทดสอบไฮโดรไซโคลนเพื่อใช้ในการยืดอายุระบบการกรองของเครื่อง CNC WIRE CUT นี้เป็นงานที่คณะผู้วิจัยได้สร้างเครื่องไฮโดรไซโคลนต้นแบบขนาดเล็กโดยใช้สัดส่วนขนาดตามคำแนะนำของ Rietema's ในการออกแบบ [8] เงื่อนไขการทดสอบสภาวะการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องไฮโดรไซโคลนต้นแบบ ความดันลดยู่ในช่วง 0.1 – 0.4 bar และกำหนดระยะของท่อทางออกด้านบน และ ตำแหน่งการวางทางเข้า-ออกของเครื่องไฮโดรไซโคลนในการทำงานจริง เงื่อนไขในการแยกเศษโลหะที่เหมาะสมที่สุดอยู่ที่ความดันลดยภายในตัวไฮโดรไซโคลน 0.4 bar ระยะของท่อทางออกด้านบนที่ยื่นเข้าไปในไฮโดรไซโคลน 1.52 นิ้ว และตำแหน่งการวางทางเข้า-ออกของเครื่องไฮโดรไซโคลนในการทำงานจริงในแบบที่ 1 จะทำให้มีประสิทธิภาพในการทำพิเศษโลหะของระบบกรองของเครื่อง CNC WIRE CUT ได้ 28.74 %

จากการพยากรณ์ คาดว่ายืดอายุการใช้งานของ Filter ทั้งสองลูกได้ประมาณ 7 วันต่อ 1 ครั้งของ

การเปลี่ยน Filter และลดค่าใช้จ่ายในส่วนของการจัดซื้อ Filter ทั้งสองลูก ใน 1 ปี เป็นจำนวน 24,000 บาท เมื่อนำเครื่อง Hydrocyclone มาใช้ในระบบจะมีค่าใช้จ่ายต่างๆ โดยมีระยะที่เท่ากับจุดคุ้มทุนอยู่โดยประมาณ 2 ปี 4 เดือน ดังนั้นก่อนที่จะนำเครื่อง Hydrocyclone ไปใช้งานควรคำนึงระยะเวลาในการคืนทุนด้วย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงการอุตสาหกรรมสำหรับปฏิกูลาตรีประจำปี 2546 ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนวิจัยในการทำโครงการนี้, อาจารย์สมโชค สนธิแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย ที่ได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ ตลอดจนช่วยตรวจทานแก้ไขโครงการวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี รวมทั้งขอขอบพระคุณอาจารย์ติลก ศรีประไพ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม, ดร. กุศล พร้อมมูล อาจารย์กรรมการ ที่ได้คำแนะนำและข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ อีกทั้งขอขอบพระคุณ คุณวิชัย ปิยะวัฒนวิโรจน์ เจ้าของบริษัท ไอ พี เอ็ม จำกัด ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ เครื่องจักร และความช่วยเหลืออื่น ๆ จนโครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และพี่ทีมงานของบริษัท ไอ พี เอ็ม จำกัด คุณสุรพล วัฒนชิน ผู้จัดการบริษัท, คุณพิสนุ ประเมินชัย และ คุณสุชาติ แยมนิล ช่างเทคนิค ที่ได้ให้ความรู้ ข้อมูลต่าง ๆ ที่สำคัญต่อโครงการอุตสาหกรรมนี้เป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้มีส่วนร่วมทุกท่านที่ช่วยให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Svarovsky, L., 1984, "Hydrocyclones", 2nd ed., Holt, Rinehart and Winston, London., pp.162-188.
2. Larry, R., 1980, "Separation techniques 2 : gas/liquid/solid systems", McGraw-Hill, New York., pp.223-256.
3. Renner, V.G. and Cohen,H.E., 1978, "Measurement and interpretation of size distribution of particles within a hydrocyclone", pp.139-145.
4. Yoshioka, H. and Hatta, Y., 1955, "Liquid cyclone as a hydraulic classifier", Japan., pp.19,633.
5. Bradley, D., 1965, "The Hydrocyclone", Pergamon Press, Oxford.
6. Moder, J.J. and Dahlstrom, D.A., 1952, "Fine size, close-specific gravity solid separation with the liquid-solid cyclone", pp.75-88.
7. Dahlstrom, D.A., 1954, "Mineral Engineering Techniques", Chemical Engineering Progress Symposiu Series 50, No.15, pp.41-61.
8. Rietema, K., 1962 , "Performance and Design of Hydrocyclones : I. General Consideration; II. Pressure Drop in the Hydrocyclones ; III. Separating Power of the Hydrocyclone ; Appl. Sci.Res., Sec. A., pp.8, 177.