



การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 2
The 2nd Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy
and Society

วันที่ 16 ธันวาคม 2561 ณ มหาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขต ร่มเกล้า

การวิเคราะห์การแตกหักของใบเลื่อยแบบสายพานแนวตั้ง

Analysis of breaks of vertical band saw blades

วัชรพล ชัยโหมด^{1*}, ภาณุสรณ์ สุภาพล้า¹, ธนาคุณ ตาสาย¹ และชานนท์ มุลวรรณ

¹ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ เกษมบัณฑิต

E-mail: sank_12@hotmail.co.th *

Watcharapon Youngmode^{*} Phanusorn Supala Thanadun Tasai and Chanon moolwan

¹Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Kasem Bundit University

E-mail: sank_12@hotmail.co.th *

บทคัดย่อ

กระบวนการตัดน้ำแข็งแห้งใช้เครื่องเลื่อยสายพาน (Vertical Band Saw) โต๊ะงาน 550x600 มิลลิเมตร มอเตอร์ 2 แรงม้า ความเร็วรอบ 1,500 rpm ใบเลื่อยมีความยาว 3140 มิลลิเมตร กว้าง 16 มิลลิเมตร ใบเลื่อยทำจาก เหล็กกล้าเกรด SKD4 BH21 ตามมาตรฐาน JIS ส่วนผสมทางเคมีประกอบด้วย คาร์บอน 0.35 wt%, ซิลิคอน 0.4 wt%, โครเมียม 3.25 wt%, โมลิบดีนัม 1.25 wt%, วานเดียม 0.4 wt%, แมงกานีส 0.4 wt%, และนิกเกิล 0.44 wt% ความแข็ง ของใบเลื่อย พื้นใบเลื่อย 70HRC, กลางใบเลื่อย 51HRC, ปลายใบเลื่อย 52HRC การทำงานของใบเลื่อยมีค่าแรงเฉือน สูงสุดของใบเลื่อย 19 นิวตัน เกิดความเค้นเฉือน 1.18 MPa ซึ่งไม่เกินค่าความเค้นเฉือนของเหล็กเกรด SKD4 BH21 จากการวิเคราะห์พบว่าใบเลื่อยสายพานทนต่อแรงสูงสุดที่กระทำระหว่างเครื่องเลื่อยกับน้ำแข็งแห้งได้ สาเหตุการ แตกหักเกิดจากอุณหภูมิที่เย็นมากของน้ำแข็งแห้ง -78 องศาเซลเซียส ทำให้สมบัติของใบเลื่อยเปลี่ยนแปลงจากเหนียว กลายเป็นเปราะรวมกับการตั้งสายพานตึงเกินไปหรือหย่อนเกินไปทำให้ใบเลื่อยเกิดการแตกหัก

คำหลัก เครื่องเลื่อยสายพาน ความแข็งแรงเฉือน



การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 2
The 2nd Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy
and Society

วันที่ 16 ธันวาคม 2561 ณ มหาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขต ร่มเกล้า

Abstract

For the dry ice cutting process, a vertical band saw, a working bench by the size of 550×600 millimeter, 2-horse power motors with the rotational speed of 1,500 rpm including saw blades with the length of 3140 millimeters and width of 16 millimeters are used. The saw blade is made from SKD4 BH21 grade steel according to JIS standard. The chemical composition consist of carbon 0.35 wt%, silicon 0.4 wt%, chromium 3.25 wt%, Molybdenum 1.25 wt%, Vanadium 0.4 wt%, manganese 0.4 wt%, and Nickel 0.44 wt%. The hardness of the saw blade is 70HRC at the sawtooth, 51HRC at the middle of the saw blade and 52HRC at the tip of the saw blade. For the operation of the saw blade, the maximum shear force of the saw blade is at 19 newtons producing shearing stress of 1.18 MPa in which it is not more than the shear strength of SKD4 BH21 grade steel. From the analysis, it is found that the band saw blade can withstand the maximum force generated between the sawing machine and the dry ice, but the cause of the break came from the very low temperature of the dry ice at -78 degree celsius changing the properties of the saw blade from flexibility to brittleness. This also includes the installation of the band saw that is too taut or too slack causing the saw blade to brake.

Keywords: Vertical Band Saw, Shear Strength

1. บทนำ

ใบเลื่อยเหล็กกล้ารอบสูง มีความแข็งและทนทานต่อความร้อนได้ดีใช้งานในที่อุณหภูมิสูงเป็นวัสดุที่มีส่วนผสมของหลายธาตุ จากการสำรวจโรงงานตัดน้ำแข็งแห้งได้พบปัญหาการใช้งานของใบเลื่อยสั้นกว่าปกติจาก 6 เดือน เหลือ 3เดือน ในการเปลี่ยนใบเลื่อยต่อ 1 ครั้ง ใบเลื่อยเกิดการแตกหัก ซึ่งจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นและไม่สามารถส่งงานภายในกำหนด งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสาเหตุการแตกหักของใบเลื่อยที่ตัดน้ำแข็งแห้งด้วยการตรวจสอบภาวะการตัด ตรวจสอบส่วนผสมทางเคมี โครงสร้างจุลภาคและสมบัติเชิงกลด้านความแข็งของใบเลื่อยสายพานแบบแนวตั้ง

2) ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1) น้ำแข็งแห้ง เป็นคาร์บอนไดออกไซด์รูปของแข็ง ใช้เป็นสารหล่อเย็นเป็นหลัก ประโยชน์มีทั้งอุณหภูมิต่ำกว่าน้ำแข็งธรรมดาและไม่เหลือสิ่งตกค้าง มีประโยชน์ในการรักษาอาหารแช่แข็ง ในที่ซึ่งที่ไม่มีการทำความเย็นน้ำแข็งระเหิดที่ 194.65 K (-78.5 °C; -109.3 °F) ณ ความดันบรรยากาศที่ผิวโลก ความเย็นมากนี้ทำให้น้ำแข็งแห้งมีอันตรายในการจัดการหากไม่มีการป้องกันจากโรคความเย็นกัด แม้โดยทั่วไปไม่มีพิษ แต่การสูดแก๊สนี้เข้าไปสามารถก่อให้เกิดภาวะเลือดมีคาร์บอนไดออกไซด์มากเนื่องจากการสะสมในที่อับได้ [1]



การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 2
The 2nd Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society

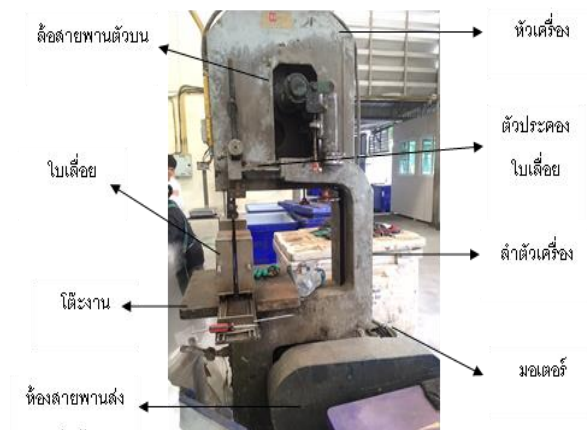
วันที่ 16 ธันวาคม 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขต ร่มเกล้า

2. การแตกหักของใบเลื่อย

- การใช้ใบเลื่อยไม่ถูกพื้นหยาบเกินไป
- ความตึงของใบเลื่อยมากเกินไป
- น้ำมันหล่อเย็น COOLANT ผิดประเภท
- ขนาดวงล้อพาใบเลื่อยสึกหรือเล็กเกินไปไม่เหมาะสมกับขนาดใบเลื่อยที่ใช้
- ความเร็วและแรงกดของใบเลื่อยสูงเกินไป

3. การดำเนินงานวิจัย

1) ตรวจสอบเครื่องเลื่อยพานแบบแนวตั้งมีลักษณะดังภาพที่ 1 ยี่ห้อ BIGWOOD รุ่น MJ-345



ภาพที่ 1 เครื่องเลื่อยสานพานแบบแนวตั้ง



ภาพที่ 2 ใบเลื่อยคั่นน้ำแข็งแห้ง

2) ตรวจสอบส่วนผสมทางเคมีของฟันใบเลื่อยใช้ยี่ห้อ HITACHI รุ่น S-3400N (SEM) TYPE II

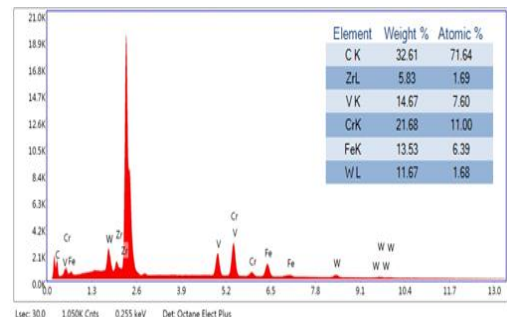
3) ขั้นตอนการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคแบบแสง รุ่น Olympus Model BH2-UMA

4) ตรวจสอบความแข็งของใบเลื่อยโดยใช้เครื่องทดสอบความแข็ง Micro Hardness Tester รุ่น (Mode 1.MHT10) ใช้ภาระ 300 gf

4. ผลการทดสอบและอภิปรายผล

1) ส่วนผสมทางเคมีของฟันใบเลื่อยและฐานใบเลื่อย

- ฟันใบเลื่อยและฐานใบเลื่อยเป็นชิ้นส่วนเดียวกันประกอบด้วยส่วนผสมทางเคมีดังนี้ คาร์บอน (C) 0.35W% แมงกานีส (Mn) 0.30W% นิกเกิล (Ni) 0.44W% วานเดียม (V) 0.40W% ซิลิกอน (Si) 0.40W% โครเมียม (Cr) 3.25W% โมลิบดีนัม (Mo) 1.25W%



ภาพที่ 3 EDS - SEM ส่วนผสมทางเคมีของใบเลื่อย

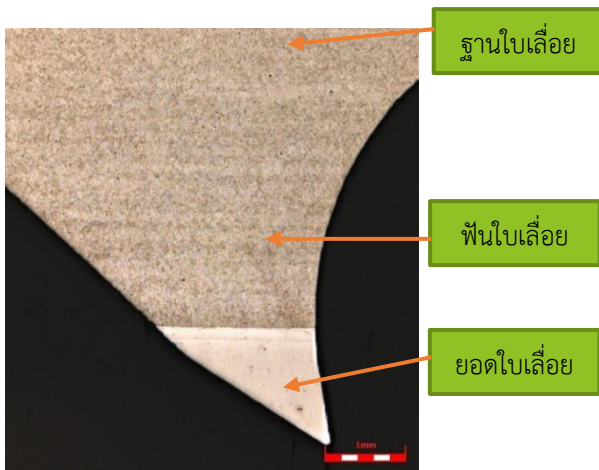


การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 2
The 2nd Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society

วันที่ 16 ธันวาคม 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขต ร่มเกล้า

2) โครงสร้างจุลภาคของพื้นไบเลื่อยและฐานไบเลื่อย

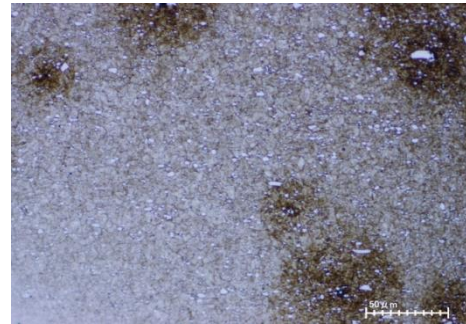
- พื้นไบเลื่อยตัดน้ำแข็งแห้งเป็นเหล็กกล้า เครื่องมือ ประกอบด้วย ร้อยละของธาตุต่างๆ ดังนี้ คาร์บอน (C) 0.35 แมงกานีส (Mn) 0.30 นิกเกิล (Ni) 0.44 วานาเดียม (V) 0.40 ซิลิกอน (Si) 0.40 โครเมียม (Cr) 3.25 โมลิบดีนัม (Mo) 1.25



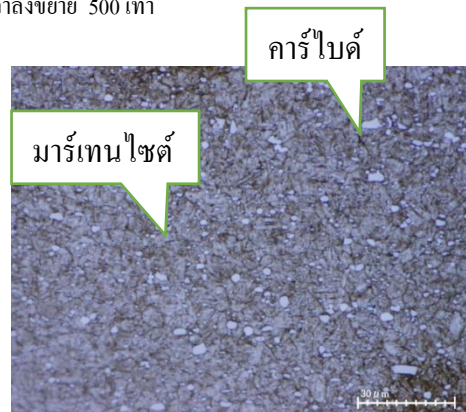
ภาพที่ 3 โครงสร้างจุลภาคที่กำลังขยายต่ำของพื้นไบเลื่อยและฐานไบเลื่อย

3) โครงสร้างจุลภาคบริเวณพื้นไบเลื่อยและฐานไบเลื่อย

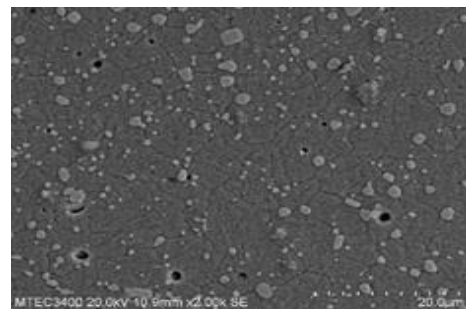
- โครงสร้างจุลภาคของไบเลื่อยได้แก่ พื้นไบเลื่อย และฐานไบเลื่อย พบว่าพื้นของไบเลื่อย ประกอบด้วยเฟสของทั้งสเดนคาร์ไบด์ (WC) โครเมียมคาร์ไบด์ (CrC) ทำให้ไบเลื่อยมีความแข็งแรงสูงและทนการเสียดสีได้ดี บริเวณพื้นไบเลื่อยจะมีเฟสสีขาวแทรกบนโครงสร้างของไบเลื่อยที่เรียกว่า คาร์ไบด์ อยู่บริเวณไบเลื่อย ทำให้พื้นไบเลื่อยมีความแข็งแรงสูงทนการเสียดสีได้ดี



ภาพที่ 4 แสดงโครงสร้างภาคของพื้นไบเลื่อยและฐานไบเลื่อย กำลังขยาย 500 เท่า



ภาพที่ 5 โครงสร้างจุลภาคบริเวณพื้นไบเลื่อยและฐานไบเลื่อยที่ กำลังขยาย 1000 เท่า

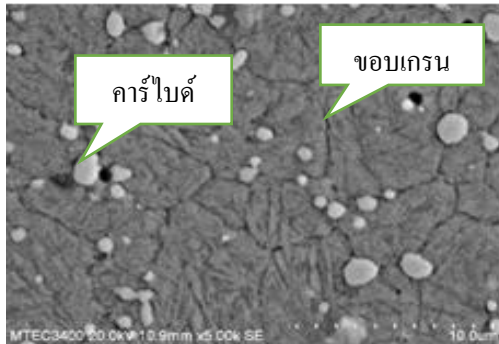


ภาพที่ 6 กำลังขยายที่ภาพ 2000 เท่า



การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 2
The 2nd Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society

วันที่ 16 ธันวาคม 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขต ร่มเกล้า



ภาพที่ 8 โครงสร้างจุลภาคบริเวณพื้นเคลือบที่ 5000เท่า

4) ค่าความแข็ง

- มีค่าความแข็งของใบเลื่อย (HV0.2) โดยค่าความแข็งของใบเลื่อยก่อนการทดลอง ดังแสดงตารางที่ 1
- ผลการทดสอบค่าความแข็งดังแสดงตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าความแข็งของใบเลื่อย เหล็ก 138.33

ตำแหน่ง	ค่าความแข็ง พื้นใบเลื่อย	กลางใบ เลื่อย	ปลายใบเลื่อย
1	1029.86	538.53	545.37
2	1048.00	538.53	552.34
3	1085.76	531.82	545.37
ค่าเฉลี่ย	1054.54	536.29	547.69

6.สรุป

การแตกหักของใบเลื่อยเกรด SKD4 BH 21 เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจากอุณหภูมิห้องเป็น -78 องศาเซลเซียสขณะการตัด ทำให้สมบัติ ของใบเลื่อยเปลี่ยนจากเหนียวเป็นเปราะ และการตั้งสายพานที่หย่อนเกินไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] M.Sarwar และคณะ, 2007 ได้ศึกษาการสึกหรอและความผิดพลาดในการทำงานของใบเลื่อยเมื่อตัดเหล็กกล้าไร้สนิม 17-7
- [2] Sarwar M. และคณะ, 2009 ได้ศึกษาการวัดพลังงานตัดเฉพาะสำหรับการประเมินประสิทธิภาพของการเลื่อยแบบสายพานในวัสดุชิ้นงานที่แตกต่างกัน
- [3] Sarwar M. และคณะ, 2005 ได้ศึกษาการสึกหรอและความผิดพลาดในการเลื่อยด้วยใบเลื่อยเมื่อใช้ตัดตีลูปปีน
- [4] Sarwar M. และคณะ, 2010 ได้ศึกษาการสึกหรอและกลศาสตร์กระบวนการตัดของใบเลื่อย สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก
- [5] สุรสิทธิ์ แก้วพระอินทร์, โลหะวิทยาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยุคชั่น, 2553. หน้า 133-147
- [6] เทพนารินทร์ ประพันธ์พัฒน์ และจรงค์ศักดิ์ ศิริมัย, โลหะวิทยาในงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: สกายนิกส์, 2538. หน้า 176.



การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 2
The 2nd Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy
and Society

วันที่ 16 ธันวาคม 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขต ร่มเกล้า

[7] ชวลิต เชิงกุล, โโลหะวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ:
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), 2547. หน้า 144-
155.

[8] Nilsson, 1984, "Punching in Stainless Steel Plate",
Uddeholm Tooling AB, Research and Development,
Sweden.

[9]<https://cfm2017.sciencesconf.org/1297582/docume>

[10] <https://www.sunrisegr.com/th/product/691/Bi-Metal-Bandsaw-Blade-ไบเลื่อยตัดเหล็ก>

[11] <https://th.wikipedia.org/wiki>