พฤติกรรมการสึกหรอของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์ผสมผงขี้เลื่อยไม้สำหรับผลิตภัณฑ์ไม้พื้น

ธีระศักดิ์ หมากผิน[1*] สุรัตน์ กิตติพีรกร[2] อดิศร กองแก้ว[2] รณฤทธิ์ เมืองสุข[2] และ ขวัญเนตร สมบัติสมภพ[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาอิทธิพลของน้ำหนัก ระยะทางในการขัดถู และสภาวะความชื้น ที่มีผลต่อสมบัติความทนทานต่อการสึกหรอของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์ผสมผงขี้เลื่อยไม้ จากผลการทดลอง พบว่า เมื่อเพิ่มน้ำหนักในการทดสอบทำให้การสึกหรอมีค่าสูงขึ้น แต่เมื่อเพิ่มน้ำหนักเป็น 1000 กรัม การสึกหรอสูงขึ้นในช่วงระยะทางการขัดถู 0.5-1.5 กิโลเมตร จากนั้นเริ่มมีแนวโน้มคงที่ในช่วง 1.5-2.0 กิโลเมตร ส่วนผลของระยะทางที่มีต่อการสึกหรอพบว่า เมื่อเพิ่มระยะทางในการทดสอบมากขึ้นส่งผลให้การสึกหรอมีค่าสูงขึ้น จากการตรวจสอบโครงสร้างทางสัณฐานวิทยา พบว่า ที่น้ำหนัก 250-500 กรัม และที่ระยะทางในการขัดถู 0.5-1.5 กิโลเมตร การสึกหรอเกิดขึ้นเนื่องจากอิทธิพลในการสึกหรอของพอลิไวนิลคลอไรด์ สำหรับที่ระยะทาง 1.5-2.0 กิโลเมตร พบว่า ผงขี้เลื่อยไม้เริ่มมีอิทธิพลต่อการต้านทานการสึกหรอของชิ้นงาน และที่น้ำหนัก 1000 กรัม ระยะทาง 0.5-1.5 กิโลเมตร พบว่า การสึกหรอที่เกิดขึ้นเป็นเป็นอิทธิพลมาจากการขัดถูร่วม (3-body wear) ส่วนที่ระยะทาง 1.5-2.0 กิโลเมตร เกิดกระบวนการต้านทานการสึกหรออันเป็นผลมาจากอิทธิพลของผงขี้เลื่อยไม้ร่วมกับการเกิดฟิล์มระหว่างผิวสัมผัส (Transfer film) สำหรับผลของปริมาณการดูดซับน้ำ พบว่า ในกรณีที่ไม่ขัดผิวชิ้นงานสามารถต้านทานการดูดซับน้ำได้ดีกว่าชิ้นงานที่มีการขัดผิวหน้าออก ที่ปริมาณการดูดซับน้ำ 3% พบว่า การสึกหรอที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยาเคมีของพอลิไวนิลคลอไรด์ที่ผิวหน้า และที่ปริมาณการดูดซับน้ำ 6 % พบว่า ผงขี้เลื่อยไม้เริ่มมีอิทธิพลต่อการต้านทานการสึกหรอของชิ้นงาน ส่วนที่ปริมาณการดูดซับน้ำ 9 % พบว่า เกิดกระบวนการขัดถูร่วม (3-body wear) ส่งผลให้ชิ้นงานมีปริมาณการสึกหรอสูงขึ้น

คำสำคัญ : วัสดุเชิงประกอบของพอลิไวนิลคลอไรด์ผสมผงขี้เลื่อยไม้, การสึกหรอ, ผลิตภัณฑ์ไม้พื้น

[1] กลุ่มวิจัยการผลิตและขึ้นรูปพอลิเมอร์, สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ, คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
[2] ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม, วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
* ผู้ติดต่อ อีเมลล์ : teerasak.mar@kmutt.ac.th รับเมื่อ 15 สิงหาคม 2554 ตอบรับเมื่อ 17 ตุลาคม 2554

Wear Behavior of Wood/PVC Composite for Woodlike Flooring Products

Teerasak Markpin[1*], Surat Kittiperakorn[2], Adisorn Kongkeaw[2], Ronnarit Muangsuk[2] and Kwannate Sombatsompop[2]

Abstract

The work is to study the effects of load, sliding distance and water absorption on wear properties and mechanism of wood/PVC composites. The experimental results indicated that the weight loss increased with an increasing load from 250 to 500g. When applying the load at 1000g, the weight loss increased at sliding distance of 0.5-1.5 kilometers followed by stability at sliding distance of 1.5-2.0 kilometers. The longer sliding distance resulted in the greater the weight loss in the wood/PVC composites. The worn surface of wood/PVC composites at loading 250g and 500g at 0.5-1.5 kilometers for sliding distance showed wear mechanism of Polyvinylchloride, and that ago 1.5-2.0 kilometers sliding distance, the wear mechanism result from wood flour effect. The three-body abrasion occurred at the load of 1000g at 0.5-1.5 kilometers sliding distance. The transfer film improved wear properties at 1.5-2.0 kilometers sliding distance. In case of the water absorption, the unscrubed specimens had more water absorption than the scrubbed specimens. The weight loss increased due to the increasing of specimen volume and density by water absorption. As a result, the weight loss was high at 3% water absorption. The mechanical wear involved with chemical reactions on the PVC surface. The wear mechanism at 6% and 9% water absorption involved wood resistance effect and abrasive three-body effect, respectively.

Keywords: Wood/PVC Composite, Wear**,** Flooring Products

[1] Polymer PROcessing and Flow (P-PROF) Group, Division of Materials Technology, School of Energy, Environment and Materials, King Mongkut's University of Technology Thonburi

[2] College of Industrial Technology, Department of Civil and Environmental Engineering Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

* Corresponding author, Email: teerasak.mar@kmutt.ac.th Received 15 August 2011; Accepted 17 October 2011

1. บทนำ

ในอดีตมนุษย์ใช้ไม้เป็นวัสดุหลักในงานทางด้านวิศวกรรม โยธา ทั้งในส่วนของโครงสร้างหลัก โครงสร้างรอง และการงานออกแบบตกแต่งภายใน แต่เนื่องจากปัจจุบันไม้จริงมีปริมาณน้อยลง และกฎหมายควบคุมการตัดไม้เพื่อใช้งานเคร่งครัดขึ้น ทำให้ไม้ที่ใช้งานในประเทศมีปริมาณน้อยลง และบางส่วนต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งอาจนำไปสู่การขาดแคลนในอนาคต ดังนั้นจึงเกิดแนวความคิดที่จะผลิตวัสดุทดแทนไม้ขึ้น วัสดุทดแทนไม้ประเภทหนึ่งที่ได้เริ่มเข้ามามีบทบาท คือ วัสดุเชิงประกอบของพอลิเมอร์และไม้ (Wood polymer composites; WPC) ซึ่งจากการวิจัยของณรงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ และคณะ [1, 2] พบว่าสามารถผลิตผลิตภัณฑ์จากวัสดุเชิงประกอบของพอลิเมอร์และผงขี้เลื่อยไม้ (Sawdust) พอลิเมอร์ 100 ส่วนได้ ซึ่งสมบัติเด่นของผลิตภัณฑ์จากวัสดุเชิงประกอบของพอลิเมอร์และผงขี้เลื่อยไม้ คือ ได้ผลิตภัณฑ์ไม้เทียมที่มีความเหนียว ความยืดหยุ่น ทนทานต่อปลวก ทำการติดตั้งได้รวดเร็ว และมีน้ำหนักเบา ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง แต่อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์ไม้เทียมนี้ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของการรับแรงจึงมีการเพิ่มสมบัติทางกลของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากวัสดุผสมพีวีซีและผงขี้เลื่อยไม้ให้ดียิ่งขึ้น เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้วัสดุผสมดังกล่าวในงานโครงสร้างอาคาร โดยการใช้เส้นใยแก้วซึ่งเป็นเส้นใยสังเคราะห์ที่มีค่ามอดุลัสของการดัดงอที่สูง [3] โดยจากงานวิจัยของณรงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ และคณะ [4] พบว่าค่ามอดุลัส และความต้านทานต่อการดึงและการดัดโค้งจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเส้นใยแก้วที่ผสมแต่ในการใช้งานจริง ผลิตภัณฑ์มีการเคลื่อนย้ายที่และตัดแต่งเพื่อการประกอบเข้ากับส่วนประกอบอื่นๆ หรือการขูดขีดเนื่องจากหิน ดิน ทรายที่ติดมากับพื้นร้องเท้า การขัดถู ทำให้เกิดการสึกหรอ ซึ่งการสึกหรอเป็นเรื่องสำคัญอย่างมากต่ออายุการใช้งานของวัสดุโดยจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าความชื้นมีผลต่อสมบัติของผลิตภัณฑ์ และนอกจากนี้แสงแดดมีผลต่อกลไกการเสื่อมสภาพของพลาสติก [5, 6] ในงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลของน้ำหนัก ระยะทางการขัดถู สภาวะความชื้นที่มีต่อความทนทานต่อการสึกหรอเพื่อประโยชน์ต่อการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับการใช้งานและให้ผลิตภัณฑ์มีความทนทานต่อการใช้งานต่อไปในอนาคตและเพิ่มโอกาสทางการตลาดของผลิตภัณฑ์วัสดุเชิงประกอบของพีวีซีและผงขี้เลื่อยไม้ให้สามารถแข่งขันกับไม้จริงได้เพิ่มมากขึ้น นอกเหนือจากการนำไปใช้งานทำเป็นเฟอร์นิเจอร์และวัสดุตกแต่งเท่านั้น

2. วิธีการทดลอง

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นผลิตภัณฑ์ไม้พื้น มีลักษณะเป็นวัสดุเชิงประกอบของพอลิไวนิลคลอไรด์ผสมผงขี้เลื่อยไม้ ซึ่งวัสดุที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท วี พี วู้ด จำกัด ตัดให้ชิ้นงานทดสอบมีขนาด 120x120x3 มิลลิเมตร นำมาวัดค่าความหยาบผิว และลักษณะของพื้นผิวด้วยเครื่อง Profilometerยี่ห้อ Mitutoyoรุ่น SV3000 ประเทศญี่ปุ่น โดยมีการตั้งค่าคัทออฟ (Cut-off) เท่ากับ 3.3 มิลลิเมตร ระยะทางในการวัด 16.8 มิลลิเมตร ความเร็ว 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที จากนั้นทำการทดลองศึกษาพฤติกรรมการสึกหรอโดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ดำเนินการศึกษาผลผลของน้ำหนักและระยะทางการขัดถูที่มีผลต่อการสึกหรอของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์ผสมผงขี้เลื่อยไม้ โดยทำการปรับเปลี่ยนลูกตุ้มน้ำหนักขนาด 250 500 1000 กรัม ตามลำดับ และปรับเปลี่ยนระยะทางการขัดถูเป็น 0.5 1.0 1.5 2.0 กิโลเมตร ตามลำดับ แล้วนำมาทดสอบการสึกหรอโดยการขัดถูด้วยเครื่อง Taber Abraser Model 5130 ใช้ล้อขัด Taber เบอร์ CS-17 และทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D4060-07 [7]

ส่วนที่ 2 ดำเนินการศึกษาผลผลของปริมาณการดูดซับน้ำที่มีผลต่อการสึกหรอของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์ผสมผงขี้เลื่อยไม้ โดยทำการเลือกตุ้มน้ำหนักที่ 250 กรัม ทดสอบโดยการแช่น้ำที่ปริมาณการดูดซับน้ำ 3 6 และ 9% ตามมาตรฐาน ASTM D570-10 [8]

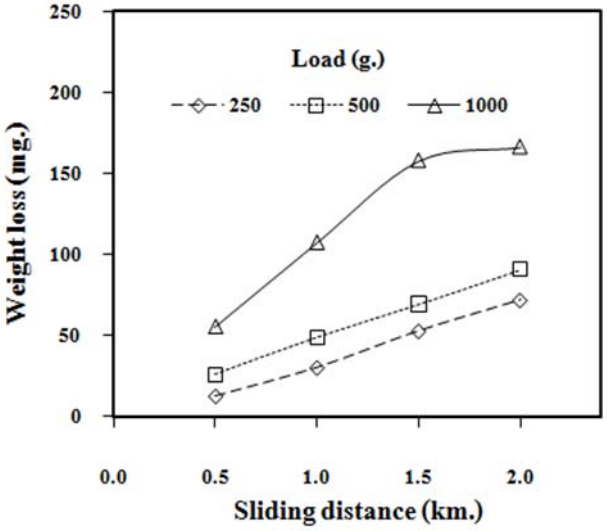
วิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานวิทยาเพื่อตรวจสอบการจัดเรียงตัวของผงขี้เลื่อยที่เติมลงไปร่วมกับพอลิไวนิลคลอไรด์และการยึดเกาะระหว่างเฟสของที่เติมลงไปกับเมทริกซ์ด้วย

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดรุ่น JSM–5800 ของบริษัท JEOL จำกัด

3. ผลการทดลอง และการอภิปรายผลการทดลอง

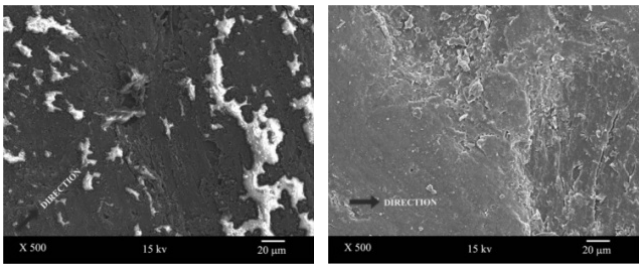
วัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์ผสมผงขี้เลื่อยไม้ มีการขึ้นรูปจาก บริษัท วี พี วู๊ด จำกัดโดยมีสูตรการผสมและขึ้นรูปแบบเดียวกัน มีค่าความหยาบผิวเฉลี่ยเท่ากับ 13.1±0.6μm จึงกล่าวได้ว่า ค่าความหยาบผิวไม่มีผลต่อการนำมาพิจารณาประกอบผลของอัตราการสึกหรอ

3.1 อิทธิผลของน้ำหนัก และระยะทางการขัดถูที่มีผลต่อวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์ผสมผงขี้เลื่อยไม้

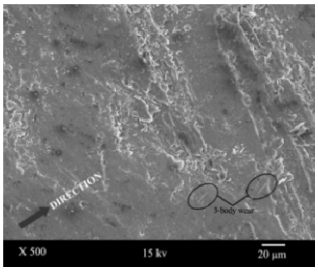


รูปที่ 1 น้ำหนักที่หายไปของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์และผงขี้เลื่อยไม้ ที่ผ่านการทดสอบการสึกหรอที่น้ำหนัก 250 500 และ1000 กรัม ระยะทางในการขัดถู 0.5-2.0 กิโลเมตร

รูปที่ 1 แสดงน้ำหนักที่หายไปของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์และผงขี้เลื่อยไม้ ที่ผ่านการทดสอบการสึกหรอที่น้ำหนัก 250 500 และ1000 กรัม ระยะทางในการขัดถู 0.5-2.0 กิโลเมตร จากการทดสอบพบว่าเมื่อระยะทางในการขัดถูเพิ่มมากขึ้น การสึกหรอมีค่าสูงขึ้น เป็นเช่นเดียวกันนี้ทั้งในกรณีน้ำหนัก 250 500 และ1000 กรัม เนื่องจากผลของความร้อนสะสม(Frictional heating) ที่เกิดขึ้นระหว่างล้อขัดกับผิวของชิ้นงาน ทำให้เกิดการสูญเสียเนื้อวัสดุมากขึ้น [9] โดยที่น้ำหนัก 250 และ500 กรัม น้ำหนักที่หายไปของชิ้นทดสอบมีแนวโน้มเหมือนกันเป็นเส้นตรง ส่วนที่น้ำหนัก 1000 กรัม น้ำหนักที่หายไปของชิ้นทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากเป็นการสึกหรอที่เกิดจากการขัดถูบริเวณผิวหน้าของวัสดุ การที่วัสดุจะหลุดออกจากผิวหน้าไปนั้นเกิดจากการเสียดสีของอนุภาคที่มีความแข็งซึ่งอาจแทรกอยู่ระหว่างผิวของวัสดุ 2 ชนิด หรือฝังอยู่ในวัสดุใดวัสดุหนึ่งเป็นกระบวนการขัดถูร่วม (3-body wear) และการเสียรูปในลักษณะของความเครียดระดับจุลภาคอันเนื่องมาจากการลื่นไถลของคู่สัมผัส หรืออนุภาคแข็งที่บริเวณผิวหน้าของวัตถุ คือ การเกิดเศษอนุภาคที่หลุดออกมาทำหน้าที่ร่วมขัดถู [10-11] (รูปที่ 2) โดยมีแนวโน้มของน้ำหนักที่หายไปเพิ่มขึ้นในช่วง 0.5-1.5 กิโลเมตร คงที่ แต่เมื่อพิจารณา 1.5 - 2.0 กิโลเมตร น้ำหนักที่หายไปมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากพอลิไวนิลคลอไรด์เกิดการหลอมตัวและเคลือบติดบริเวณผิวหน้าของชิ้นงานทดสอบเกิดเป็นฟิลม์ระหว่างผิวสัมผัส (Transfer Film) ขึ้น ส่งผลให้การสูญเสียของเนื้อวัสดุลดลง ดังแสดงในรูปที่ 3

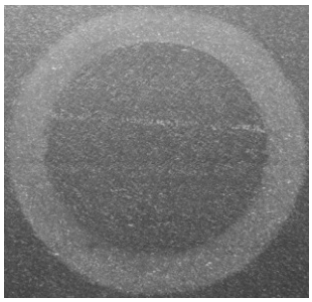


(a) 250g.-1.0km. (b) 500g.-1.0km.

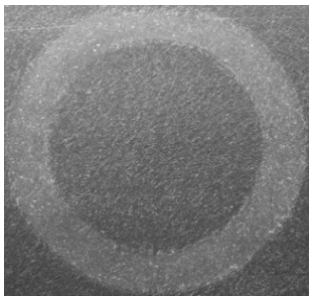


(c) 1000g.-1.0km.

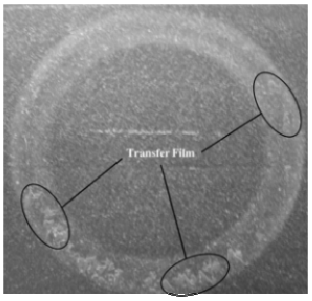
รูปที่ 2 ลักษณะพื้นผิวของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์และผงขี้เลื่อยไม้ที่น้ำหนักและระยะทางในการขัดถูที่ต่างๆ ที่กำลังขยาย 500 เท่าโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด



(a) 250g.-2.0km.



(b) 500g.-2.0km.

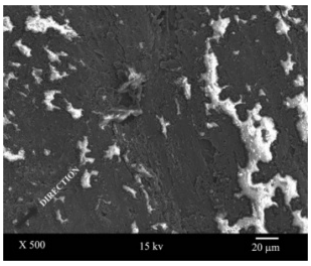


(c) 1000g.-2.0km.

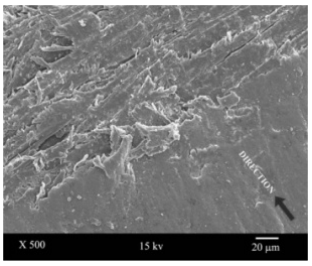
รูปที่ 3 ลักษณะพื้นผิวของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์และผงขี้เลื่อยไม้ที่น้ำหนักและระยะทางในการขัดถูที่ต่างๆ โดยกล้องถ่ายภาพดิจิตอล

รูปที่ 4 แสดงลักษณะพื้นผิวของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์และผงขี้เลื่อยไม้ที่น้ำหนัก และระยะทางการขัดถูที่ต่างๆ จากการศึกษาพบว่า ที่น้ำหนัก 250 และ 500 กรัม ระยะทางในการขัดถู 0.5-1.5 กิโลเมตร (รูปที่ 4 a, c) การสึกหรอเกิดขึ้นเฉพาะบริเวณผิวหน้าของชิ้นทดสอบ ซึ่งเป็นกลไกการสึกหรอของพอลิไวนิลคลอไรด์เนื่องจากความล้า (Fatigue wear) การสึกหรอที่เกิดขึ้นเกิดจากการสะสมของความเสียหายที่เกิดจากการให้แรงซ้ำไปซ้ำมา หรือการให้แรงกระทำแบบวงรอบ (Cyclic loading) เป็นจำนวนมากพอจนเกิดความเสียหายขึ้น เมื่อพิจารณาระยะทางการขัดถูที่ 1.5-2.0 กิโลเมตร (รูปที่ 4 b, d) พบว่า ผิวหน้าของพอลิไวนิลคลอไรด์ถูกเปิดผิวจนถึงชั้นของผงขี้เลื่อยไม้ ซึ่งจะเริ่มแสดงอิทธิพลของผงขี้เลื่อยไม้ที่มีต่อการสึกหรอ โดยเกิดการต้านทานการสึกหรอของผงขี้เลื่อยไม้ที่อยู่ใต้ผิวพอลิไวนิลคลอไรด์ ส่วนที่น้ำหนัก 1000 กรัม (รูปที่ 4 e, f) พบว่า การสึกหรอมีแนวโน้มสูงขึ้นเนื่องจากกลไกการขัดถูร่วม (3-body wear) ตั้งแต่ที่ระยะทาง 0.5-1.5 กิโลเมตร และมีแนวโน้มเริ่มคงที่เนื่องจากกลไกการต้านทานการสึกหรอของผงขี้เลื่อยไม้ร่วมกับ Transfer Film ที่ระยะทาง 1.5-2.0 กิโลเมตร

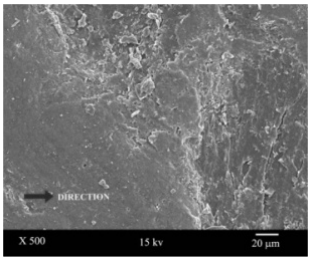
นอกจากนี้ผลของการเพิ่มน้ำหนักทดสอบพบว่า น้ำหนักทดสอบมากขึ้นแนวโน้มของการสูญเสียเนื้อวัสดุมีค่าสูงขึ้นเนื่องจากเป็นการเพิ่มภาระแรงกระทำ (Contact pressure) บริเวณล้อขัดกับผิวหน้าชิ้นงาน [12]



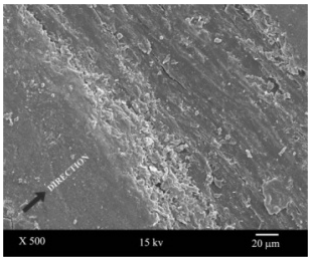
(a) 250g.1.0km.



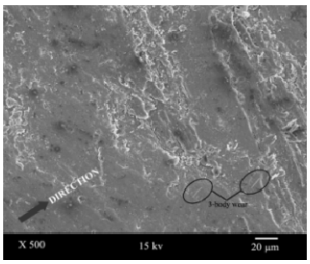
(b) 250g. 2.0km.



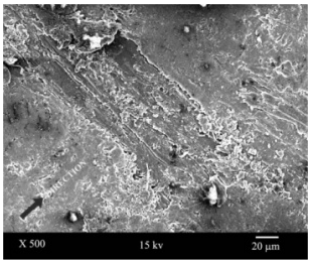
(c) 500g.1.0km.



(d) 500g.2.0km.



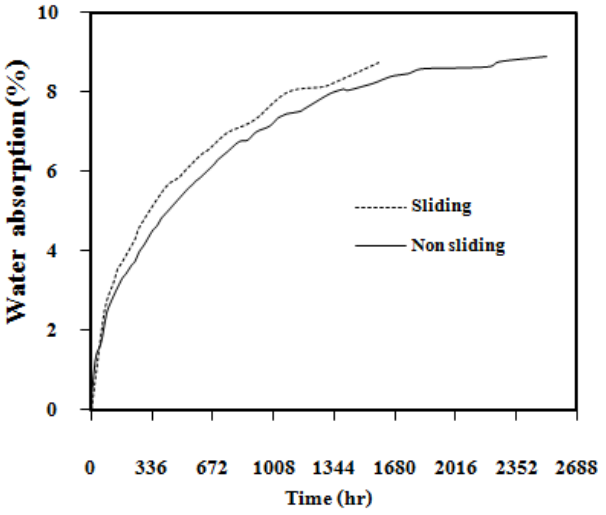
(e) 1000g.1.0km.



(f) 1000g.2.0km.

รูปที่ 4 ลักษณะพื้นผิวของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์และผงขี้เลื่อยไม้ที่น้ำหนัก และระยะทางการขัดถูต่างๆ ที่กำลังขยาย 500 เท่าโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

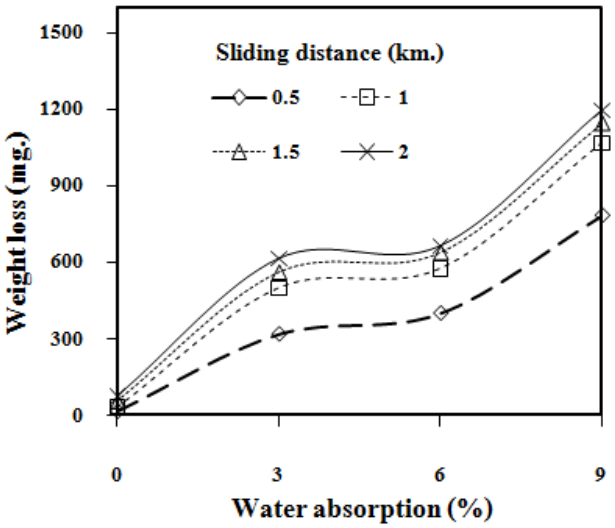
3.2 อิทธิพลของปริมาณการดูดซับน้ำที่มีผลต่อวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์ผสมผงขี้เลื่อยไม้



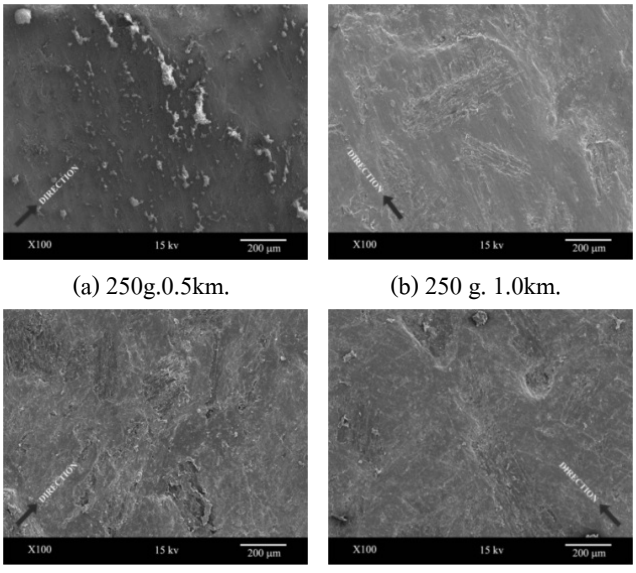
รูปที่ 5 ปริมาณการดูดซับน้ำของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์ผสมผงขี้เลื่อยไม้

รูปที่ 5 แสดงปริมาณการดูดซับน้ำของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์ผสมผงขี้เลื่อยไม้ในกรณีที่ไม่ได้ขัดผิวหน้า พบว่าที่เวลา 0 – 1008 ชั่วโมงชิ้นงานเกิดการดูดซับน้ำได้เร็ว และมีแนวโน้มเริ่มคงที่ในช่วงเวลา 1344 ชั่วโมง ส่วนในกรณีของชิ้นงานที่ขัดผิวหน้าออกพบว่า ชิ้นงานดูดซับน้ำได้เร็วกว่าชิ้นงานที่ไม่ได้ขัดผิวหน้า เนื่องจากมีพอลิไวนิลคลอไรด์บางส่วนหลุดออกมาจากเมตริกซ์ จึงทำให้การต้านทานความชื้นลดลง [13]

รูปที่ 6 แสดงน้ำหนักที่หายไปของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์ผสมผงขี้เลื่อยไม้ที่ปริมาณการดูดซับน้ำต่างๆ จากการทดสอบพบว่าเมื่อปริมาณการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้นทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักของวัสดุมากขึ้นในช่วง 3% เนื่องจากพอลิไวนิลคลอไรด์ที่ผิวหน้าถูกเปิดออกจนถึงผงขี้เลื่อยไม้ และเกิดกลไกการต้านทานการสึกหรอของผงขี้เลื่อยไม้ที่ปริมาณการดูดซับน้ำ 6% ส่วนปริมาณการดูดซับน้ำ 9% การสูญเสียเนื้อวัสดุจะเริ่มสูงขึ้น เนื่องจากผงขี้เลื่อยไม้ที่ต้านทานการสึกหรอ เมื่อถูกขัดถูจนหลุดออกจึงมีโอกาสเกิดกลไกการขัดถูร่วม (3-body wear) ได้สูง



รูปที่ 6 น้ำหนักที่หายไปของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์ผสมผงขี้เลื่อยไม้ที่ 250 กรัม และระยะทางในการขัดถู 0.5 - 2.0 กิโลเมตร ปริมาณการดูดซับน้ำ 0 3 6 และ 9 เปอร์เซ็นต์



(a) 250g.0.5km. (b) 250 g. 1.0km.

(c)250g.1.5km. (d)250g.2.0km.

รูปที่ 7 ลักษณะพื้นผิวของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์ผสมผงขี้เลื่อยไม้ที่น้ำหนัก 250 กรัม ปริมาณการดูดซับน้ำ 3% ที่ระยะทางต่างๆ กำลังขยาย 100 เท่า โดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

เมื่อระยะทางในการขัดถูเพิ่มขึ้นการสึกหรอจะมีค่าสูงขึ้นทั้งในกรณี 0.5-2.0 กิโลเมตร เนื่องจากผลของความร้อนสะสม (Frictional heating) ที่เกิดขึ้นระหว่างล้อขัดกับผิวชิ้นงาน ทำให้เกิดการสูญเสียเนื้อวัสดุมากขึ้น [9] ที่ระยะทาง 0.5-1 กิโลเมตร น้ำหนักที่หายไปของชิ้นทดสอบจะน้อยกว่า 1.5-2.0 กิโลเมตร ส่วนที่ระยะทาง 1.5-2.0 กิโลเมตร น้ำหนักที่หายไปของชิ้นทดสอบมีค่าใกล้เคียงกันเนื่องจากระยะทาง 0.5-1.0 กิโลเมตร เกิดการสึกหรอที่ผิวหน้าของพอลิไวนิลคลอไรด์ ส่วนระยะทาง 1.5-2.0 กิโลเมตร เกิดการต้านทานการสึกหรอของผงขี้เลื่อยไม้ ทำให้การสึกหรอมีค่าลดลง ซึ่งแสดงดังรูปที่ 7

4. บทสรุปผลการทดลอง

1) ผลของน้ำหนักที่ 250 และ 500 กรัม การสึกหรอมีค่าสูงขึ้นคงที่ ส่วนที่น้ำหนัก 1000 กรัม การสึกหรอเกิดสูงขึ้นในช่วงระยะทาง 0.5-1.5กิโลเมตร และมีแนวโน้มเริ่มคงที่ในช่วง 1.5-2.0 กิโลเมตร
2) การพิจารณาโครงสร้างสัณฐานวิทยา พบว่า ที่น้ำหนัก 250-500 กรัม ระยะทางในการขัดถู 0.5-1.5 กิโลเมตร พบว่า การสึกหรอเกิดขึ้นเนื่องจากอิทธิพลในการสึกหรอของพอลิไวนิลคลอไรด์ ส่วนที่ระยะทาง 1.5-2.0 กิโลเมตร พบว่า ผงขี้เลื่อยไม้เริ่มมีอิทธิพลต่อการต้านทานการสึกหรอของชิ้นงาน และที่น้ำหนัก 1000 กรัมระยะทาง 0.5-1.5 กิโลเมตร พบว่า การสึกหรอที่เกิดขึ้นเป็นเป็นอิทธิพลมาจากกลไกการขัดถูร่วม (3-body wear) ส่วนที่ระยะทาง 1.5-2.0 กิโลเมตรพบกระบวนการต้านทานการสึกหรออันเป็นผลมาจากอิทธิพลของผงขี้เลื่อยไม้ร่วมกับการเกิด Transfer film
3) ผลของระยะทางในการขัดถูที่มีต่อการสึกหรอ พบว่า เมื่อเพิ่มระยะทางในการทดสอบมากขึ้น ส่งผลให้การสึกหรอของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์ผสมผงขี้เลื่อยไม้มีค่าสูงขึ้น
4) ผลของปริมาณการดูดซับน้ำที่มีต่อการสึกหรอ พบว่า เมื่อปริมาณการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้น การสึกหรอของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์ผสมผงขี้เลื่อยไม้มีค่าสูงขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัท วี พี วู้ด จำกัด สำหรับความอนุเคราะห์วัสดุ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการศึกษาและการทำวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] N. Sombatsompop and C. Phromchirasuk, “Effects of Acrylic Based Processing Aids on Processability, Rheology, Thermal and Structural Stability, and Mechanical Properties of PVC/Wood Sawdust Composites”, Journal of Applied Polymer Science, 92, 2004, pp. 782-790.

[2] N. Sombatsompop and K. Chaochanchaikul, “Average Mixing Torque, Tensile and Impact Properties and Thermal Stability of PVC/Sawdust Composites with Different Silane Coupling Agents”, Journal of Applied Polymer Science, 96, 2005, pp. 213-221.

[3] R. Gachterand and H. Muller, Plastics Additives Handbook, 3rd ed., Hanser Publisher, Munich., pp. 151-154, 271-281, 423-438, 525-535.

[4] N. Sombatsompop, K. Chaochanchaikul and S. Tungjitpornkull, “Mechanical Characterization of E-Chopped Strand Glass Fiber Reinforced Wood/PVC Composites”, Journal of Thermoplastic Composite Materials, 20, 2007, pp. 535-550.

[5] G. Pan, Q. Guo, W. Zhang and A. Tian, “Fretting Wear Behaviors of Nanometer Al_2O_3 and SiO_2 Reinforced PEEK Composites”, Wear, 266, 2009, pp. 1208-1215.

[6] E.D. Owen, Degradation and Stabilization of PVC, 1984, Elsevier Applied Science, New York, pp. 81-132.

[7] American Society for Testing and Material, "ASTM D4060-07: Standard Test Method for Resistance of Organic Coating by the Taber Abraser", Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, 2007.

[8] American Society for Testing and Material, "ASTM D570-98: Standard Test Method for Water Absorption of Plastics", Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, 2010.

[9] Y.S. Liaoa, H. McKellopa, Z. Lua, P. Campbell and P. Benyaa, "The Effect of Frictional Heating and Forced Cooling on the Serum Lubricant and Wear of UHMW Polyethylene Cups Against Cobalt–Chromium and Zirconia Balls", Biomaterials, 24, 2003, pp. 3047–3059.

[10] M. Yamane, T.A. Stolarski and S. Tobe, "Influence of Counter Material on Friction and Wear Performance of PTFE–Metal Binary Coatings", Tribology International, 41, 2008, pp. 269–281.

[11] B.B. Jia, T.S. Li, X.J. Liu and P.H. Cong, "Tribological Behaviors of Several Polymer–Polymer Sliding Combinations Under Dry Friction and Oil-Lubricated Conditions", Wear, 262, 2007, pp. 1353–1359.

[12] A. Ravikiran and S.J Ahanmir, "Effect of contact pressure and load on wear of alumina", Wear, 251, 2001, pp. 980–984.

[13] http://en.wikipedia.org/wiki/PVC [2008, November 12].