

แบบเสนอโครงการ
ประกอบการเสนอของบประมาณโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

ก. ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) เครื่องทดสอบการสึกหรอแบบลูกบอลวางบนชิ้นงาน
(ภาษาอังกฤษ) Ball on disk wear testing machine

ข. ส่วนประกอบโครงการ

1. ผู้รับผิดชอบ

ชื่อหัวหน้าโครงการ นายสุชา รัตเอี่ยมอ่อน
ชื่อผู้ร่วมโครงการ นายศักดิ์สิทธิ์ ฉลุยสร
อาจารย์ที่ปรึกษา นายประกอบ ชาติภักดิ์
สังกัดคณะ วิศวกรรมศาสตร์

2. บทบาทและหน้าที่ของบุคลากรที่เข้าร่วมโครงการ

ผู้เข้าร่วมโครงการ	บทบาทหน้าที่ในโครงการ
นายสุชา รัตเอี่ยมอ่อน	ทบทวนวรรณกรรม วางแผน ออกแบบวิเคราะห์ ดำเนินการจัดหาอุปกรณ์ ชิ้นส่วน วัสดุ เครื่องมือในการดำเนินโครงการ สร้างและทดสอบการทำงาน สรุปผล
นายศักดิ์สิทธิ์ ฉลุยสร	ทบทวนวรรณกรรม ออกแบบวิเคราะห์ ดำเนินการจัดหาอุปกรณ์ ชิ้นส่วน วัสดุ เครื่องมือในการดำเนินโครงการ สร้างและทดสอบการทำงาน สรุปผล และเผยแพร่ผลงาน
นายประกอบ ชาติภักดิ์	ให้คำปรึกษาแก่ทีมผู้ทำโครงการ ดูแลและกำกับกำกับการดำเนินโครงการให้ เป็นไปตามระยะเวลาและแผนการดำเนินโครงการ ให้เป็นไปตาม วัตถุประสงค์ ทำการตรวจสอบเล่มโครงการ การสรุปผล และการสอบ

3. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

แสดงให้เห็นถึงความสำคัญที่จำเป็นต้องทำโครงการเรื่องนี้ โจทย์ปัญหา รวมถึงความสอดคล้องหรือการตอบสนองนโยบายมหาวิทยาลัย

ชิ้นส่วนเครื่องจักรต่างๆ ที่ใช้ในรถยนต์ รถไฟ รถไฟฟ้า เครื่องบิน ยานอวกาศ หุ่นยนต์ กังหันน้ำ หรือ เครื่องอัดอากาศ ล้วนต้องมีการสัมผัสกันของผิวหน้าวัตถุหรือผิวของชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนไหวทั้งสิ้น พื้นผิว เหล่านี้จำเป็นต้องได้รับการหล่อลื่นอย่างเหมาะสม เพื่อให้สามารถใช้งานได้ยาวนานและประหยัดพลังงาน หากปราศจากการหล่อลื่น เครื่องจักรจะเสื่อมสภาพหรือสึกหรออย่างรวดเร็ว เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงาน ได้ตามสมรรถนะที่ออกแบบไว้

เครื่องทดสอบการสึกหรอนั้นมีจำหน่ายอยู่หลายบริษัทในต่างประเทศ แต่ที่ผ่านมามาประเทศไทยเน้นการ นำเข้าและซื้อเครื่องจักรจากต่างประเทศเป็นหลัก ไม่ได้พัฒนาและสร้างเทคโนโลยีเป็นของตนเองเท่าที่ควรจะเป็น การออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบนี้ จึงเป็นการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกล ชิ้นส่วนเครื่องจักร เครื่องมือวัด โดยมุ่งเน้นการวิจัยเครื่องจักรต้นแบบสำหรับการผลิต เพื่อทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ และเพื่อให้เกิดการพึ่งพาเทคโนโลยีภายในประเทศ และจะเป็นอีกหนึ่งผู้ผลิตที่ส่งออกนอกประเทศ แข่งขันกับ

ทางต่างประเทศ การทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศและการเป็นผู้ผลิตส่งออกนั้น จะเป็นแนวทางสำหรับประเทศไทยในอนาคต อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาด้านวัสดุศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต ทั้งในระดับชุมชนและอุตสาหกรรม นำมาใช้เป็นเครื่องมือพื้นฐานประกอบการเรียนการสอน การทำโครงการวิศวกรรมของนักศึกษา ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยพัฒนาปรับปรุงสมบัติทางด้านพื้นผิว (Surface property) ของวัสดุชนิดต่างๆ (โลหะ โพลีเมอร์และเซรามิก) และเทคโนโลยีการปรับปรุงสมบัติทางด้านพื้นผิวของวัสดุด้วยวิธีการต่างๆ (กรรมวิธีทางความร้อน การชุบเคลือบผิวด้วยเทคนิคเคมีไฟฟ้า PVD และ CVD) เพื่อให้มีสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานที่ต้องมีการเคลื่อนที่เสียดสีสัมผัสกันตลอดเวลา ซึ่งถือว่าเป็นองค์ความรู้ที่ประเทศไทยมีผู้เข้าใจอย่างลึกซึ้งค่อนข้างน้อยและมีศักยภาพที่จะเรียนรู้และสามารถที่จะพัฒนาให้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งได้

จากปัจจัยต่างๆ ที่กล่าวมาจึงได้มองเห็นถึงความสำคัญและความจำเป็นของการศึกษา คณะผู้วิจัยในโครงการวิจัยนี้จึงนำเสนอแบบเสนอโครงการเพื่อการออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบการสึกหรอแบบลูกบอลวางบนชิ้นงานอย่างง่ายที่สามารถทำงานและมีประสิทธิภาพ

4. วัตถุประสงค์โครงการ

- 4.1 เพื่อออกแบบเครื่องทดสอบการสึกหรอแบบลูกบอลวางบนชิ้นงาน
- 4.2 เพื่อสร้างเครื่องทดสอบการสึกหรอแบบลูกบอลวางบนชิ้นงาน

5. ขอบเขตของโครงการ

- 5.1 ออกแบบเครื่องทดสอบด้วยโปรแกรม SolidWorks
- 5.2 สร้างเครื่องทดสอบที่เป็นแบบลูกบอลวางบนชิ้นงาน
- 5.3 สามารถบันทึกจำนวนรอบการทดสอบได้
- 5.4 สามารถปรับความเร็วรอบของชุดขับเคลื่อนในการทดสอบการสึกหรอได้
- 5.5 สามารถแสดงและบันทึกผลลัพธ์เป็นแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเทียบกับเวลาได้

6. การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของการทบทวนวรรณกรรม ต้องมีการเขียนอ้างอิงให้ถูกต้องตามหลักสากล ดังนี้

1. กรณีเป็นสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ใช้รูปแบบการอ้างอิงเป็นแบบ “ตัวเลข” ตามหลัก IEEE
2. กรณีเป็นสาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ให้ใช้รูปแบบการอ้างอิงเป็นแบบ “นามปี” ตามหลัก APA

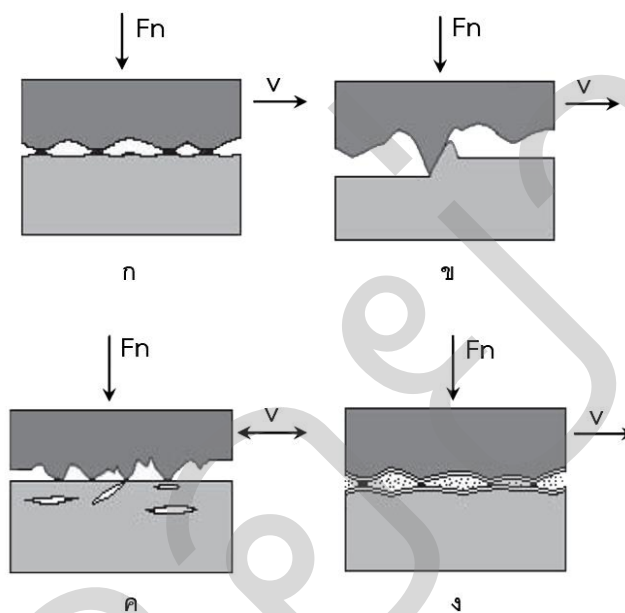
ซึ่งการอ้างอิงจะมีทั้งการอ้างอิงในเนื้อหาและการอ้างอิงส่วนท้าย (วิธีการเขียน--ดูเอกสารแนบ) ซึ่งตัวอย่างของโครงการนี้จะขอयरูปแบบการอ้างอิงแบบ “ตัวเลข” ตามหลัก IEEE สำหรับกรณีสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยจะขอแสดงตัวอย่างการทบทวนวรรณกรรมเพียงบางส่วนเท่านั้น ดังนี้

6.1 การสึกหรอของวัสดุ

พื้นผิวของวัสดุส่วนใหญ่ เมื่อถูกนำไปประยุกต์ใช้เป็นวัสดุรองเลื่อน (Bearing materials) ที่ต้องสัมผัสกับการเสียดสี จะเกิดการสึกหรอจากการเสียดสีกับพื้นผิวคู่สัมผัสที่แข็งกว่า การประยุกต์ใช้งานวัสดุคู่สัมผัสโลหะแข็งขัดถูเสียดสีกับพื้นผิวพอลิเมอร์นั้นถูกกำหนดตามความต้องการของการออกแบบทางกลและรวมถึงข้อเท็จจริงที่ว่าพอลิเมอร์สามารถต้านทานการเสียดสีกับพื้นผิวโลหะคู่สัมผัสได้ดีกว่าการเลื่อนไกลเสียดสีตัวมันเอง โดยรูปแบบพื้นฐานการสึกหรอของวัสดุส่วนใหญ่เริ่มต้นจากก่อตัวของชั้นฟิล์มบางๆ ภายนี้

(Transfer film) ลงบนพื้นผิววัสดุคู่สัมผัสโลหะที่แข็งกว่า ซึ่งการก่อตัวของชั้นฟิล์มนี้มีอิทธิพลอย่างมากต่อสมบัติทางด้านไทรโบโลยี [1] การสึกหรอของวัสดุโดยทั่วไปสามารถแบ่งกลุ่มรูปแบบการสึกหรอออกได้เป็น 4 รูปแบบประกอบด้วย การสึกหรอแบบยึดติด (Adhesive wear) การสึกหรอแบบขัดถู (Abrasive wear) การสึกหรอแบบล้าตัว (Fatigue wear) และการสึกหรอแบบไทรโบเคมีคอล (Tribochemical wear) [2-5] ดังลักษณะรูปแบบการสึกหรอที่แสดงในรูปที่ 1

6.1.1 การสึกหรอแบบยึดติด (Adhesive wear) เป็นรูปแบบการสึกหรอที่มีลักษณะปรากฏเป็นจุดเชื่อมประสาน (Microwelds) ระหว่างพื้นผิวของวัสดุสองชิ้นที่นำไปสู่การเสียดทาน ดังลักษณะรูปแบบการสึกหรอที่แสดงในรูปที่ 1ก โดยจุดเชื่อมประสานเหล่านี้อ่อนแอและเกิดการเนือยขาดบริเวณรอยต่อเชื่อมประสานของพื้นผิวทั้งสอง ซึ่งเมื่อไหล่ก็ตามที่จุดเชื่อมประสานมีความแข็งแรงสูง พื้นผิวของวัสดุที่อ่อนกว่าจะถูกเนือยและส่งผลให้เกิดการถ่ายเนื้อวัสดุไปยังพื้นผิววัสดุที่แข็งกว่า



รูปที่ 1 รูปแบบการสึกหรอของวัสดุ ก) การสึกหรอแบบยึดติด ข) การสึกหรอแบบขัดถู
ค) การสึกหรอแบบล้าตัว ง) การสึกหรอแบบไทรโบเคมีคอล [3]

กลไกการสึกหรอของวัสดุแบบนี้เกิดขึ้นจากการไถลเสียดทานของพื้นผิวพอลิเมอร์บนพื้นผิววัสดุที่ต่างกัน (โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โลหะ) ซึ่งเมื่อไหล่ก็ตามที่ความแข็งแรงของการยึดติด (Adhesive bonds) ที่ก่อตัวขึ้นระหว่างพื้นผิววัสดุทั้งสองที่สัมผัสกันมีความแข็งแรงมากกว่าความแข็งแรงเหนียวแน่น (Cohesive strength) ของเนื้อวัสดุจะมีผลทำให้เกิดการถ่ายเนื้อวัสดุที่อ่อนกว่าเกาะยึดติดบนพื้นผิววัสดุคู่สัมผัสและส่งผลให้เกิดการก่อตัวเป็นชั้นฟิล์มบางๆ ถ่ายเนื้อ (Transfer film) ลงบนพื้นผิววัสดุคู่สัมผัส และในขณะเดียวกันฟิล์มบางส่วนเกิดการหลุดร่อนออกจากอาณาบริเวณของความเสียดทานกลายเป็นอนุภาคการสึกหรอ (Wear debris) [6] ผลของการสึกหรอแบบยึดติดที่เกิดจากการเนือยขาดของจุดเชื่อมประสานความเสียดทานจะค่อยๆ ขยายขนาดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกลายเป็นรอยร้าวที่มีขนาดเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการสึกหรอที่เกี่ยวข้องกับการเสียดทานของจุดเชื่อมประสานที่ยึดติดกัน ซึ่ง Belyi และคณะ ได้เสนอแนวคิดไว้ว่า “การถ่ายเนื้อพอลิเมอร์เป็นลักษณะจำเพาะที่สำคัญของการสึกหรอแบบยึดติดของวัสดุที่มีพอลิเมอร์เป็นองค์ประกอบฐาน” [7] ปรากฏการณ์การถ่ายเนื้อความเสียดทานนั้นสามารถสังเกตเห็นได้จากวัสดุเกือบทุกชนิด โดยผลที่ตามมาของการถ่ายเนื้อวัสดุอาจมีความแตกต่างกัน ถ้าขนาดของอนุภาคการถ่ายเนื้อวัสดุจากพื้นผิววัสดุหนึ่ง

ไปยังวัสดุอื่นๆ มีขนาดเล็กในระดับไมโครเมตร อัตราการสึกหรอที่เกิดขึ้นก็จะมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น [8-10] ในกรณีของการสึกหรอภายใต้สภาวะการควบคุมคงที่ การสึกหรอที่เกิดขึ้นจะปรากฏเป็นชั้นฟิล์มบางๆ ของวัสดุที่อ่อนกว่าถ่ายเนื้อไปยังพื้นผิววัสดุที่แข็งกว่า ตัวอย่างเช่น การถ่ายเนื้อพอลิเมอร์ลงบนพื้นผิวโลหะ ในขณะที่เกิดการถ่ายเนื้อพอลิเมอร์ลงบนพื้นผิวโลหะนี้จะเกิดการหลุดออกของชั้นฟิล์มพอลิเมอร์ออกจากพื้นผิวโลหะควบคู่กันไปด้วย ถ้าชั้นฟิล์มพอลิเมอร์หลุดออกจากพื้นผิวโลหะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจะมีผลทำให้ อัตราการสึกหรอเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าชั้นฟิล์มพอลิเมอร์ยังคงเกาะยึดติดบนพื้นผิวโลหะ ความเสียหายที่เกิดขึ้นระหว่างพื้นผิวคู่สัมผัสที่กล่าวถึงนี้อาจมีผลต่อการเกาะยึดของชั้นฟิล์ม ซึ่งการแพร่กระจายของชั้นฟิล์มพอลิเมอร์บนพื้นผิวโลหะจะส่งผลทำให้แรงเสียดทานเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดแต่การสึกหรอเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก

จากเนื้อหาการทบทวนข้างต้นเป็นเพียงตัวอย่างการอ้างอิงในเนื้อหา เพื่อแนะนำผู้เขียนโครงการให้เกิดความเข้าใจตรงกันเท่านั้น และในข้อที่ 7 เอกสารการอ้างอิงของโครงการ จะขอยกตัวอย่างวิธีการเขียนอ้างอิงส่วนท้าย ซึ่งตัวอย่างที่นำมาแสดงนี้จะไม่ใช่บทความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการอ้างอิงในเนื้อหาของข้อที่ 6 ทั้งนี้รูปแบบการเขียนอ้างอิงแบบ “ตัวเลข” ตามหลัก IEEE และแบบ “นามปี” ตามหลัก APA สามารถศึกษาได้จากเอกสารแนบ

7. เอกสารอ้างอิงของโครงการ

- [1] C. Kandilli and G. Külahli, “Performance analysis of a concentrated solar energy for lighting-power generation combined system based on spectral beam splitting,” *Renewable Energy*, vol. 101, pp. 713–727, Feb. 2017.
- [2] W. Herz, M. Süßer, A. Ulbricht and F. Wüchner, “The Operation Experience with the Dual Cooling System of the Polo Coil (two phase-supercritical He),” in *Proceedings of the Sixteenth International Cryogenic Engineering Conference/International Cryogenic Materials Conference*, Germany, 1997, pp. 469–472.
- [3] R. C. Hibbeler, *Mechanics of Materials*, 9th ed. Boston: Pearson, 2013.
- [4] M. Wilczek, J. Zhu, L. Chi, U. Thiele and S. V. Gurevich, “Dip-coating with prestructured substrates: Transfer of simple liquids and Langmuir-Blodgett monolayers,” *Journal of Physics Condensed Matter*, vol. 29, no. 1, 2017.
- [5] J. Jones. (1991, May 10). *Networks* (2nd ed.). [Online]. Available: <http://www.atm.com>
- [6] *IEEE Criteria for Class IE Electric Systems*, IEEE Standard 308, 1969.
- [7] H. Li, Z. Huang, L. Cheng, S. Kong and S. Liu, “Structure and dielectric properties of novel low temperature co-fired $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-RE}_2\text{O}_3\text{-MoO}_3$ (RE=Pr, Nd, Sm, and Yb) based microwave ceramics,” *Ceramics International Journal*, vol. 43, no. 5, pp. 4570–4575, Apr. 2017.

8. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 8.1 ได้เครื่องทดสอบการสึกหรอแบบลูกบอลวางบนชิ้นงานที่สามารถใช้ทดสอบการสึกหรอชิ้นงานได้
- 8.2 เครื่องทดสอบสามารถนำไปใช้ในการทำวิจัยที่เกี่ยวกับการทดสอบการสึกหรอ
- 8.3 เป็นการนำความรู้ทางด้านวิศวกรรมเครื่องกลมาประยุกต์ใช้งานจริง
- 8.4 ได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการและองค์ความรู้

11. งบประมาณของโครงการ

รายละเอียดค่าวัสดุ	งบประมาณ (บาท)
1. ค่าวัสดุทำโครงสร้าง	2,500
2. ค่าอุปกรณ์ขับเคลื่อนต้นกำลัง	8,000
3. ค่าเบร็กรองรับเพลา	750
4. ค่าคัปปลิ่งสำหรับต่อเพลา	1,200
5. ค่าเพลา คานและชิ้นส่วนประกอบต่างๆ	1,050
6. ค่าวัสดุสำนักงาน	700
7. ค่าถ่ายเอกสารและเข้าเล่ม	800
งบประมาณรวม	15,000

12. ผลสำเร็จที่ได้

12.1 ได้ต้นแบบเครื่องทดสอบการสึกหรอแบบลูกบอลวางบนชิ้นงานที่สามารถนำไปใช้งานในสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล เป็นเครื่องมือที่จะช่วยในการวิจัยด้านการสึกหรอของวัสดุ

12.2 ได้รูปแบบและแบบภาพฉายในการผลิต ที่สามารถนำไปใช้ในการผลิตเครื่องทดสอบการสึกหรอได้

12.3 ได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการในงานสัมมนาทางวิชาการ

13. คำชี้แจงอื่นๆ (ถ้ามี)

-ไม่มี-

14. ลายมือชื่อของหัวหน้าโครงการ ผู้ร่วมโครงการ อาจารย์ที่ปรึกษา

(ลงชื่อ).....

(นายสุชา รัตเยี่ยมอ่อน)

หัวหน้าโครงการ

วันที่ 26 เดือน เมษายน พ.ศ. 2560

(ลงชื่อ).....

(นายศักดิ์สิทธิ์ ฉลุยสร)

ผู้ร่วมโครงการ

วันที่ 26 เดือน เมษายน พ.ศ. 2560

(ลงชื่อ).....

(นายประกอบ ชาติภักต์)

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

วันที่ 26 เดือน เมษายน พ.ศ. 2560