



ศ.ดร.ทงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์

หน่วยวิจัยระบบทางอุตสาหกรรม ภาพวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

โทรศัพท์ 053-944146, 942002 ต่อ 931

E-mail : tanong@dome.cmu.ac.th

ทำไมต้องมีการพัฒนาผลงานทางวิชาการ

งานวิจัย/งานวิชาการ คือ ผลงานที่เกิดจากการประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการศึกษาทั้งในห้องเรียนการศึกษาด้วยตนเอง จากการทำวิจัยและการค้นคว้าหรือพูดคุยปรึกษากับผู้ที่มีประสบการณ์ เพื่อนำมาสู่การค้นพบใหม่หรือการแก้ปัญหาต่างๆ ผลที่ได้รับคือการเพิ่มพูนความรู้และเพิ่มความเชื่อมั่นในศักยภาพในการทำงาน และประโยชน์ที่เกิดจากผลงาน



การพัฒนาผลงานทางวิชาการจะนำไปสู่

1. จะเป็นการเพิ่มความสามารถ ศักยภาพในการผลิตผลงานทางวิชาการทั้งในแง่การพัฒนาแนวคิด และวิธีดำเนินการ รวมถึงการกำหนดทิศทางงานวิจัย
2. อาจารย์/นักวิจัยเกิดความเข้าใจในงานนั้น และสามารถขยายผลไปในงานอื่น รวมถึงความภูมิใจ
3. เป็นการเผยแพร่ผลงาน ให้ผู้อื่นได้รับทราบ เกิดการแลกเปลี่ยน และรู้จักกับนักวิจัยอื่น
4. หน่วยงานมีชื่อเสียง ว่ามีการทำวิจัยในเรื่องที่เกี่ยวข้อง
5. อาจารย์/นักวิจัย มีชื่อเสียงอาจไปสู่ระดับสากล และอาจได้รับ **promotion** ทั้งตำแหน่งวิชาการ และเงินเดือน ค่าตอบแทน มีผู้เชิญไปพูดในเรื่องที่เกี่ยวข้อง
6. เกิดบรรยากาศทางวิชาการ เป็นตัวอย่างให้นักวิจัยท่านอื่น
7. นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้เอง เพื่อแก้ปัญหา ในองค์กร ชุมชน และประเทศชาติ จนถึง มนุษยชาติ

ทำไมต้องมีการเขียนบทความวิจัย

- เพื่อเผยแพร่ผลงานของตัวเอง ของหน่วยงาน ทำให้ผู้อื่นทราบว่า มีงานวิจัยนี้อยู่ที่ใด
- แสดงความก้าวหน้าของผลงาน ต่อหน่วยงาน บุคคลภายนอก เจ้าของทุนวิจัย
- ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนทางวิชาการ เกิดความงอกเงยทางวิชาการ
- สร้างชื่อเสียงให้แก่ตัวผู้วิจัย หน่วยงาน
- มีผลต่อ **promotion** การเลื่อนขั้น การได้รับทุนวิจัย ได้รับค่าตอบแทน





ทำไมต้องมีการเขียนบทความวิจัย

จากการจัดอันดับ 200 มหาวิทยาลัยที่ดีที่สุดในภูมิภาคเอเชียของ QS Asian Universities Ranking 2009 โดยบริษัท Quacquarelli Symonds Ltd. (QS) เป็นผู้พิจารณาจัดอันดับมหาวิทยาลัยที่ดีที่สุดในภูมิภาคเอเชียเป็นครั้งแรก โดยมีเกณฑ์ค่านำหนักในการพิจารณาให้คะแนนจาก 5 หลักเกณฑ์ ได้แก่ Asian Academic Peer Review 30%, Asian Employer Review 10%, Student/Faculty ratio 20%, Bibliometrics - Papers per Faculty and Citations per Paper 30% (Papers per Faculty/ Citations per Paper) International factors 10% (International Faculty/ International Students/ Inbound Exchange Students/ Outbound Exchange Students) มหาวิทยาลัยที่ดีที่สุดในภูมิภาคเอเชียใน 10 อันดับแรก มีดังนี้ 1. University of HONG KONGฮ่องกง 2. The CHINESE University of Hong Kong ฮ่องกง 3. University of TOKYO ญี่ปุ่น 4. HONG KONG University of Science and Technology ฮ่องกง 5. KYOTO University ญี่ปุ่น 6. OSAKA University ญี่ปุ่น 7. KAIST - Korea Advanced Institute of Science & Technology เกาหลีใต้ 8. SEOUL National University เกาหลีใต้ 9. TOKYO Institute of Technology ญี่ปุ่น และ 10. National University of Singapore (NUS) สิงคโปร์ และ PEKING University จีน

หน่วยวิจัยระบบทางอุตสาหกรรม | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



ทำไมต้องมีการเขียนบทความวิจัย

มีมหาวิทยาลัยของรัฐของไทย 4 แห่งเท่านั้นที่ติดอันดับ 1 ใน 100 ของมหาวิทยาลัยที่ดีที่สุดในเอเชีย คือ มหาวิทยาลัยมหิดล เป็นอันดับที่ 30 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อันดับที่ 35 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อันดับที่ 81 และมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ อันดับที่ 85 ตามลำดับ และมีมหาวิทยาลัยของรัฐของไทย อีก 4 แห่ง ที่ติดอยู่ใน 200 อันดับ ได้แก่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อันดับที่ 108 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อันดับที่ 109 มหาวิทยาลัยขอนแก่น อันดับที่ 113 และมหาวิทยาลัยบูรพา อันดับที่ 151 สำหรับการจัดอันดับมหาวิทยาลัยที่ดีที่สุดในภูมิภาคเอเชีย แบ่งเป็นกลุ่มสาขาวิชาต่างๆ มหาวิทยาลัยไทยที่ติดใน 100 อันดับแรก มีดังนี้ กลุ่มสาขาวิชาศิลปศาสตร์และมนุษยศาสตร์ (Arts & Humanities) ได้แก่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อันดับที่ 10 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ อันดับที่ 28 มหาวิทยาลัยมหิดล อันดับที่ 45 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อันดับที่ 54 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อันดับที่ 91 มหาวิทยาลัยขอนแก่น อันดับที่ 93 และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อันดับที่ 100 กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพและชีวการแพทย์ (Life Sciences & Biomedicine) ได้แก่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อันดับที่ 12 มหาวิทยาลัยมหิดล อันดับที่ 20 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อันดับที่ 60 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อันดับที่ 72 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อันดับที่ 77 มหาวิทยาลัยขอนแก่น อันดับที่ 78 และมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ อันดับที่ 86 กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (Natural Sciences) ได้แก่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อันดับที่ 30 มหาวิทยาลัยมหิดล อันดับที่ 54 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อันดับที่ 61 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อันดับที่ 65 มหาวิทยาลัยขอนแก่น อันดับที่ 83 และมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อันดับที่ 93 กลุ่มสาขาวิชาสังคมศาสตร์ (Social Sciences) ได้แก่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อันดับที่ 10 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ อันดับที่ 33 มหาวิทยาลัยมหิดล อันดับที่ 56 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อันดับที่ 62 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อันดับที่ 73 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อันดับที่ 82 และมหาวิทยาลัยขอนแก่น อันดับที่ 94 กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ และวิศวกรรมศาสตร์ (IT & Engineering) ได้แก่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อันดับที่ 24 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อันดับที่ 68 มหาวิทยาลัยมหิดล อันดับที่ 72 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ อันดับที่ 75 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อันดับที่ 78 และ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อันดับที่ 90

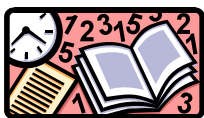
หน่วยวิจัยระบบทางอุตสาหกรรม | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



ปัจจัยในการสนับสนุนผู้เขียน

ภายใน

- ใฝ่รู้ / สนใจ ตัวอย่งาวีธีการเขียนและหาข้อมูลที่ทันสมัยตลอดเวลา
- อุตสาห
- ใ้ผู้อื่นวิพากษ์เนื้อหาที่เขียน รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่นโดยมีจุดยืนเป็นของตนเองประกอบการพิจารณา
- พร้อมที่จะมีการปรับปรุงวิธีการเขียน และตั้งคำถามตลอดเวลา ว่าผู้อื่นจะเข้าใจเนื้อหาที่เขียนหรือไม่
- รักษาสุขภาพกายและใจ



หน่วยวิจัยระบบทางอุตสาหกรรม | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



ปัจจัยในการสนับสนุนผู้เขียน

ภายนอก

- มีผู้ให้โอกาส / วัสดุ
- มีสิ่งแวดล้อมที่ดี มีผู้ที่จะให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจสนับสนุน
- มีแบบแผนที่ได้เป็นอย่างดีทำให้อยากเลียนแบบ

หน่วยวิจัยระบบทางอุณหภาพ | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

การตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการ(บทความ)

Impact Factor

Journal Impact Factor หมายถึง จำนวนครั้งโดยเฉลี่ยที่บทความของวารสารนั้นจะได้รับการอ้างอิง ในแต่ละปี

ค่า **Impact Factor** จึงเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ใช้ในการเปรียบเทียบและจัดอันดับวารสาร นักวิจัยสามารถนำมาใช้ในการคัดเลือกวารสารที่เหมาะสมเพื่อการตีพิมพ์ สถาบันการศึกษาสามารถใช้ประเมินคุณภาพด้านการวิจัยของ โดยพิจารณาจากคุณภาพของบทความที่ตีพิมพ์ ของนักวิจัยภายในสถาบันนั้นๆ ได้อีกด้วย

หน่วยวิจัยระบบทางอุณหภาพ | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

การตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการ(บทความ)

หลักเกณฑ์ง่ายๆ มีดังนี้ ตัวอย่างเช่น วารสาร **NATURE** ซึ่งมีค่า **Impact Factor** ในปี 2003 = 30.979 คำนวณได้จาก จำนวนครั้งโดยเฉลี่ย ที่บทความของวารสาร **NATURE** ซึ่งตีพิมพ์ภายในระยะเวลา 2 ปีย้อนหลัง (ปี 2001+2002) ได้รับการอ้างอิงภายในปีปัจจุบัน (ปี 2003)

วารสาร : **NATURE** ค่า **Impact Factor** : 30.979 คำนวณจาก

จำนวนครั้งที่ถูกอ้างอิงภายในปี 2003 ของบทความที่ตีพิมพ์ในวารสาร **NATURE**

ปี 2001 = 31,293 ครั้ง ปี 2002 = 25,336 ครั้ง

ปี 2001+2002 = 56,629 ครั้ง

จำนวนบทความทั้งหมดที่ตีพิมพ์ในวารสาร **NATURE** ปี 2001 = 939 บทความ ปี 2002 = 889 บทความ

ปี 2001+2002 = 1,828 บทความ

การคำนวณ :

จำนวนครั้งที่ถูกอ้างอิงในปี 2003 / จำนวนบทความที่ตีพิมพ์ในปี 2001-2002 = 56,629 / 1,828 = 30.979

ที่มา <http://stang.sc.mahidol.ac.th/text/impact4.htm>

หน่วยวิจัยระบบทางอุณหภาพ | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



การตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการ(บทความ)

แนวทางการตีพิมพ์ มีดังนี้

1. มีผลที่เกิดขึ้นจากการวิจัย
2. ดูเนื้อหาว่า เหมาะสมกับการนำเสนอ ในที่ประชุมวิชาการ หรือในวารสารวิชาการ หรือ ในรูปโปสเตอร์ หรือ บทความปริทัศน์
-กรณีที่ใช้การนำเสนอในที่ประชุมวิชาการ ในลักษณะบทความมักเป็นเรื่องสั้นๆ และอาจสามารถขยายต่อ เพื่อแสดงงานของคณะสาธารณะ หรือเป็นการแสดงงานก้าวหน้าอย่างต่อเนื่องของโครงการที่ดำเนินการอยู่ กรณีโปสเตอร์ มักจะแสดงเนื้อหาในกระดานขนาบโปสเตอร์ จึงต้องแสดงข้อมูลให้สั้นที่สุด แต่ต้องกระชับ มีผล และรูป ที่เข้าใจง่าย ชัดเจน และเป็นสาระสำคัญ
- กรณีที่เป็นการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ อาจมีลักษณะข้างต้น แต่มีเนื้อหาที่สมบูรณ์และเข้มข้นมากพอ หรือเป็นบทความวิจัย ที่มีลักษณะสมบูรณ์ในตัว สำหรับบทความปริทัศน์ จะรวบรวมงานวิจัยที่มีลักษณะเดียวกัน มาแสดงข้อเด่นและข้อด้อยของแต่ละงาน และนำเสนอเนื้อเรื่อง ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต
3. เลือกที่ประชุมวิชาการ หรือ วารสารวิจัย ที่สอดคล้องกับเนื้อหาของบทความ และความรวดเร็วในการพิจารณาผลการยอมรับบทความ รวมถึงค่าใช้จ่ายในการตีพิมพ์(ถ้ามี)
4. ศึกษาค้น **format** และตรวจสอบความสมบูรณ์เนื้อหา รูป ตาราง การเชื่อมโยง ภาษา จำนวนหน้า จำนวนรูป
5. ส่ง และรอผล / แก้ไข อาจเรียกค่าใช้จ่าย ในการตีพิมพ์**reprint**
6. กรณีที่ไม่ได้รับการยอมรับ นำบทความปรับปรุง และส่งใหม่ อาจเป็นวารสารเดิม หรือ วารสารใหม่

หน่วยวิจัยระบบทางอุณหภาพ | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



ขั้นตอนการเขียนบทความวิจัย

1. พิจารณานำเนื้อหาที่เหมาะสมที่จะตีพิมพ์ ในวารสาร หรือการประชุมแบบใด
2. ดูรูปแบบ ในการเขียนบทความ ที่จะนำเสนอ
3. กำหนดชื่อบทความ
4. ชื่อผู้เขียน ผู้เขียนที่เป็นผู้คิดต่อ และสถานที่ติดต่อ
5. บทคัดย่อ และคำสำคัญ(Key Words)
6. เนื้อเรื่อง: บทนำ วิธีการศึกษา(ทฤษฎี อุปกรณ์ทดสอบ วิธีการทดสอบ) ผลและวิจารณ์ผล สรุป เอกสารอ้างอิง กิตติกรรมประกาศ รายการสัญลักษณ์ ภาคผนวก
7. การตรวจภาษา
8. การหาทุนสนับสนุนการตีพิมพ์



หน่วยวิจัยระบบทางอุณหภาพ | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



การกำหนดชื่อเรื่อง

1. ชื่อเรื่องจะต้องกระชับ และได้ใจความ โดยสามารถสื่อให้เห็นถึงเรื่องที่ต้องการนำเสนอ
2. ถ้าเป็นไปได้ อาจบอกลักษณะของการศึกษาในบทความนี้ ว่ามีลักษณะใด เช่น เป็นการศึกษาเชิงทดลอง หรือ การวิเคราะห์เชิงนโยบาย หรือเป็นการศึกษาเปรียบเทียบ เป็นต้น

Enhancement of air cooling in staggered array of electronic modules by integrating delta winglet vortex generators, International Communications in Heat and Mass Transfer, 33, 2006, pp. 618-626.
Experimental study on heat transfer enhancement in solar air heater by electric field, Heat Transfer Engineering, vol. 28, no. 1, 2007, pp. 1-4.
Microwave-vapor heat disinfection on oriental fruit fly eggs in mangoes, Journal of Food Processing and Preservation, 31 (3), 2007, pp. 253-269.
Integration of desiccant tray unit with internal cooling for aeration of paddy silo in humid tropical climate, Biosystems Engineering 102 (1), 2009, pp. 75-82.
Comparison of conventional flat-plate solar collector and solar boosted heat pump using unglazed collector for hot water production in small slaughterhouse, Heat Transfer Engineering, 31(5), 2010, pp.419-429.
Use of oscillating heat pipe technique as extended surface in wire-on-tube heat exchanger for heat transfer enhancement, International Communications in Heat and Mass Transfer 37, 2010, pp. 287-292.
Heat and mass transfer in combined convective and far-infrared drying of fruit leather, Journal of Food Engineering 100, 2010, pp. 254-260.
Thermal characteristics of louvered fin with a low-reynolds number flow, Journal of Mechanical Science and Technology 24 (4), 2010, pp. 845-850.





ตัวอย่างชื่อบทความ

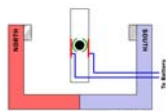
การปรับปรุงสมรรถนะกังหันก๊าซในระบบการร่วมผลิตโดยการลดอุณหภูมิอากาศที่เข้า
Improvement of Gas Turbine Performance of Cogeneration System by Reduction of Inlet Air Temperature

Keywords: Gas turbine performance, Cogeneration, Performance Improvement, Inlet air cooling

ผลกระทบของก๊าซไอเสียจากโรงไฟฟ้า ที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช

Effect of Flue Gas from Power Plant on Tree Growth

Keywords: Flue gas, Power plant, Tree growth



Experimental Study on Heat Transfer Enhancement in Solar Air Heater by Electric Field

Keywords: Heat transfer enhancement, Solar air heater, Electrohydrodynamics

[Return to first page](#)





ชื่อผู้เขียนและสถานที่ติดต่อ

- ใส่ชื่อเฉพาะผู้ทำงาน โดยชื่อแรก มักจะเป็นผู้ที่เป็นหลักของงานนั้น หรือผู้เขียนในกรณีที่เป็นบทความวิจัยในวารสารวิชาการ โดยเนื้อหาจะมาจากรายงานหรือนักศึกษา ชื่อแรกมักจะเป็นนักศึกษา ตามด้วย อาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีที่เป็นบทความในการประชุมวิชาการ ชื่อแรก มักจะเป็นนักศึกษา หรือผู้วิจัยหลัก หรือ ผู้ที่เป็นผู้นำเสนอ
- สถานที่ที่ใส่ในบทความ เป็นสถานที่ติดต่อ และมักเป็นสถานที่ทำงาน
- ในบางบทความ อาจกำหนดให้ใส่สถานะผู้เขียน เช่น **Professor, Graduate Student, Research Fellow** เป็นต้น



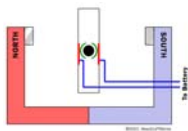
ชื่อผู้เขียนและสถานที่ติดต่อ

- ใส่ชื่อเฉพาะผู้ทำงาน โดยชื่อแรก มักจะเป็นผู้ที่เป็นหลักของงานนั้น หรือผู้เขียนในกรณีที่เป็นบทความวิจัยในวารสารวิชาการ โดยเนื้อหาจะมาจากรายงานหรือนักศึกษา ชื่อแรกมักจะเป็นนักศึกษา ตามด้วย อาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีที่เป็นบทความในการประชุมวิชาการ ชื่อแรก มักจะเป็นนักศึกษา หรือผู้วิจัยหลัก หรือ ผู้ที่เป็นผู้นำเสนอ
- สถานที่ที่ใส่ในบทความ เป็นสถานที่ติดต่อ และมักเป็นสถานที่ทำงาน
- ในบางบทความ อาจกำหนดให้ใส่สถานะผู้เขียน เช่น **Professor, Graduate Student, Research Fellow** เป็นต้น



บทคัดย่อ

1. ต้องเขียนให้กระชับ
2. รวบรวมประเด็นสำคัญทั้งหมด ของบทความโดยมีการกล่าวถึงเรื่องที่ต้องการศึกษา วิธีการศึกษา และผลที่ได้ (ควรแสดงให้เห็นความใหม่ที่ได้ด้วย)
3. สามารถอ่านเข้าใจ โดยอาจไม่ต้องไปอ่านเนื้อหาละเอียดของบทความ
4. จำนวนคำให้สอดคล้องกับข้อกำหนด ของ วารสาร หรือการประชุมวิชาการนั้นๆ
5. กรณีที่มี คำสำคัญ ให้ระบุไม่เกิน 5 คำ



หน่วยวิจัยระบบทางอุตสาหกรรม | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



บทคัดย่อ

Heat and mass transfer in combined convective and far-infrared drying of fruit leather

Abstract

Combined convective and far-infrared drying is a challenging assignment due to complex relationship between heat and mass transfer. In this paper, heat and mass transfer of fruit leather drying with combination of hot air and far-infrared has been carried out. The heat and the mass transfer coefficients were analyzed by heat-mass analogy. It could be found that the ratio between heat and mass transfer coefficients for the combination technique could not be obtained from the heat-mass analogy classical model and a modification is needed. The modified correlations for predicting ratio of heat and mass transfer coefficients and the heat transfer coefficient in term of heat transfer Nusselt number are developed. The model could fit the experimental data quite well within $\leq 10\%$ deviation.

Keywords: Heat-mass analogy, Heat and mass transfer coefficient, Far-infrared radiation
Hot air drying, Fruit leather

หน่วยวิจัยระบบทางอุตสาหกรรม | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



บทคัดย่อ

Use of oscillating heat pipe technique as extended surface in wire-on-tube heat exchanger for heat transfer enhancement

Abstract

This paper presents the performance of a wire-on-tube heat exchanger of which the wire is an oscillating heat pipe. The experiments for this heat exchanger were performed in a wind tunnel by exchanging heat between hot water flowing inside the heat exchanger tubes and air stream flowing across the external surface. R123, methanol and acetone were selected as working fluids of the oscillating heat pipe. The inlet water temperature was varied from 45 to 85 °C while the inlet air temperature was kept constant at 25 °C. The results show that the oscillating heat pipe technique for all working fluids could increase around 10% of the heat transfer rate obtained from that without the refrigerant flow in the capillary tube when the inlet water temperature is at 60 °C. Moreover, the heat transfer models for evaluating the heat exchanger effectiveness and the air-side heat transfer coefficient, are also developed in this work. These results of the models agreed very well with the experimental data.

Keywords: Heat transfer enhancement, Performance testing, Wire-on-tube, Oscillating heat pipe, Heat exchanger

หน่วยวิจัยระบบทางอุตสาหกรรม | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



บทนำ

1. กล่าวแนะนำระบบที่ต้องการศึกษา โดยอาจมีรูปการทำงานและวิธีการทำงานประกอบง่ายๆ เพื่อให้ผู้อ่านนึกภาพออก
2. ทบทวนงานวิจัยที่เคยมีมาก่อน หรือที่ใกล้เคียง(ต้องมีการอ้างอิง)
3. กล่าวถึงที่มาของปัญหา และแสดงให้เห็นว่า บทความนี้ต้องการหาคำตอบอะไร ซึ่งนำไปสู่วัตถุประสงค์หลักของงานในบทความนี้
4. วัตถุประสงค์ มักเขียนเป็น **paragraph** สุดท้ายของบทนำ

หน่วยวิจัยระบบทางอุตสาหกรรม | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



การทบทวนงานวิจัย

- การทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้ทราบว่ามีการทำมาก่อนหรือไม่ หรือถ้าไม่มี อาจมีลักษณะใกล้เคียง เพื่อให้ทราบปัญหาที่เคยเกิดขึ้น และวิธีการแก้ปัญหา งานวิจัยจึงมีลักษณะเป็นการต่อยอด ไม่ใช่ซ้ำรอยเดิม
- ในบางครั้งอาจมีการวิจัยซ้ำ ในกรณีทำงานเดิมไม่ชัดเจน ซึ่งจะต้องระบุความแตกต่าง ให้เห็นชัดเจน
- การทบทวนต้องศึกษาให้ครบถ้วน ทั้งในแง่ทฤษฎี การทดสอบ และการนำไปใช้งาน ข้อมูลจะมาจากเอกสารต่างๆ รวมถึง internet และสื่อบีบีซีต่างๆ
- เมื่อนำมากล่าวถึง ต้องมีการอ้างอิงทุกครั้ง



หน่วยวิจัยระบบทางอุตสาหกรรม | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



บทนำ

Use of oscillating heat pipe technique as extended surface in wire-on-tube heat exchanger for heat transfer enhancement^{*}

1. Introduction

Wire-on-tube heat exchanger has been used in refrigerating and air-conditioning systems for many decades. It consists of tube panel attached with small diameter wires as its extended surface. There is working fluid such as refrigerant flowing inside the tubes while the ambient air is directed across the outside surface of the tube panel. Fig. 1(a) shows the sketch of a wire-on-tube heat exchanger.

There are many research works reporting thermal performances of various kinds of wire-on-tube heat exchanger. The classic one is the report of Witzell and Fontaine [1,2] in 1957 which showed the thermal characteristic and the design method of wire-on-tube heat exchanger. Tagliafico and Tando [3] reported radiation and natural convection heat transfer from wire-on-tube heat exchanger. In case of radiation, a diffuse gray body network from interactions of all parts of the heat exchanger and its surroundings was taken. For free convection, the experiments were conducted with 42 low-emittance exchangers with various geometrical characteristics and a semi-empirical correlation was developed. Lee et al. [4] took experiments to obtain the correlation on the air-side heat transfer coefficient of a single layer wire-on-tube heat exchanger at Reynolds number (based on tube diameter) between 50 and 900. Quadir et al. [5] used finite element method to analyze free convection heat transfer of wire-on-tube heat exchanger. The effects of the ambient temperature and the

inside refrigerant mass flow rates on the heat transfer performance were considered. The required tube length for phase change from its initiation and completion was also determined. Islamoglu [6] showed the application of neural network model for predicting the heat transfer rate of wire-on-tube heat exchanger. Choi et al. [7] showed the new design wire woven heat exchanger using small tube diameter. The inner diameter of tube is 1.3 mm with 0.25 mm thickness. In this work, the effects of straight-fin and spring-fin wires were also investigated.

However, all of the previous works used solid metal wire as an extended surface. The heat transfer from tube surface to fin is taken only by heat conduction thus there is a limitation due to the thermal conductivity of the wire material. To overcome this problem, an oscillating heat pipe which is a closed-loop capillary tube filled with working fluid as shown in Fig. 1(b) is used instead of metal wire. The heat transfer from the tube surface to its fin is the combination of conduction through the capillary tube material and convective heat transfer through the boiling and condensation of the working fluid inside the capillary tube. Akachi et al. [8] explained the basic boiling and condensation heat transfer mechanism of an oscillating heat pipe (or pulsating heat pipe) including the oscillating movement of the working fluid which is co-existing of liquid slugs and vapor bubbles inside the capillary along the tube length.

There are many research works reporting the performance of a pulsating heat pipe, for example, Gi and Marzana [9] and Miyazaki [10] applied the oscillating heat pipe to cool the CPU of a notebook computer. Meena et al. [11] used an oscillating heat pipe for recovering waste heat from industrial process. Charoensawan et al.

^{*} Communicated by W.J. Miskowicz.

^{*} Corresponding author.

E-mail address: kiatkorn.mai@phd.mech.mcgill.ca (T. Kiatkorn).



บทนำ

Use of oscillating heat pipe technique as extended surface in wire-on-tube heat exchanger for heat transfer enhancement

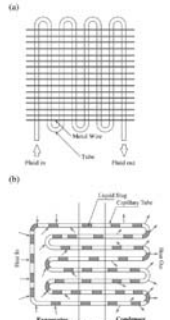


Fig. 5. Wire-on-tube heat exchanger and closed-loop oscillating heat pipe

[12] and Khandekar et al. [13] investigated the performance of an oscillating heat pipe and also observed the phenomena via a visualization technique. A semi-empirical modeling was also developed. Charoensawan and Terdtoon [14] developed a semi-empirical correlation for predicting the performance of a horizontal closed-loop oscillating heat pipe of which the effect of Prandtl number, Karman number, modified Jacob number, Bond number and Kutateladze number was considered.

In this study, the new design by taking an oscillating heat pipe as an extended surface of a wire-on-tube has been presented. The thermal performance of a newly-designed wire-on-tube heat exchanger has been investigated and a semi-empirical model for predicting heat transfer characteristic has also been developed.

ภาพ | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



วิธีการศึกษา

1. แสดงแนวทางการศึกษา โดยอาจเป็นการศึกษาเชิงสำรวจ เชิงการทดลอง หรือเชิงทฤษฎีอย่างเดียว หรือ ประกอบกัน
2. ในกรณีที่มีการนำเสนอทฤษฎี ต้องมีการอ้างอิงในกรณีที่น่ามาจากเอกสารอื่น มีการแสดง **flow chart** ขั้นตอนการคำนวณ และตัวแปรทุกตัว ต้องมีการกำหนดในรายการสัญลักษณ์
3. ในกรณีที่มีการนำเสนอการทดลอง ต้องแสดงภาพ **Sketch** ของชุดทดสอบ วิธีการทำงาน ตำแหน่งที่มีการวัดค่าของข้อมูล อุปกรณ์วัดพร้อม **accuracies** ในการวัด
4. วิธีการศึกษานี้ จะต้องสามารถให้คำตอบของวัตถุประสงค์ของบทความนี้ และสอดคล้องกับข้อบทความ

หน่วยวิจัยระบบทางกลภาพ | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



วิธีการศึกษา

Use of oscillating heat pipe technique as extended surface in wire-on-tube heat exchanger for heat transfer enhancement

2. Experimental set-up

A wire-on-tube heat exchanger using an oscillating heat pipe as its extended surface is installed in a standard wind tunnel for testing cross-flow heat exchanger as shown in Fig. 2(a). An air stream at room temperature flow is flowing across the tested wire-on-tube heat exchanger having hot water circulating inside the tubes. In this experiment, the water flow rate was kept at a constant flow rate of 3 L/min. An accurate flow meter was used for the measurement with a precision of ± 0.1 L/min. The water inlet temperature of the heat exchanger was varied from 45 to 85 °C. Both inlet and outlet water

temperatures were measured by a set of calibrated K-type thermocouples and the signals were recorded by a temperature data logger.

The air flow across the heat exchanger was generated by a 1.5 kW centrifugal air blower with a controllable range of 0.2–1.5 kg/s by using a frequency inverter. The velocity of air stream was measured by a hot wire anemometer having ± 0.1 m/s accuracy. The inlet and the outlet air stream temperatures were also measured by two sets of K-type thermocouples in mesh form. Moreover, the temperatures of external tube and fin surfaces were also measured by another set of K-type thermocouples. Note that all of thermocouples had been calibrated to ± 0.1 °C accuracy.

Fig. 2(b) shows the dimensions of the wire-on-tube heat exchanger. More details of the heat exchanger and testing condition are also shown in Table 1. It should be noted that, the capillary tube is attached to the external tube surface by oxy-acetylene gas welding. The capillary tube with closed-loop is attached on both sides of the

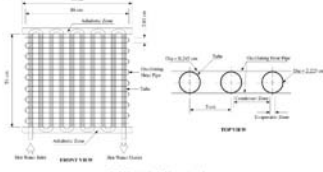
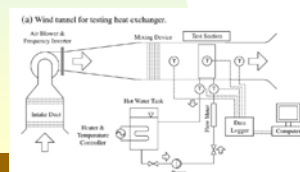


Fig. 2. Schematic details of the experimental set-up



วิธีการศึกษา

Use of oscillating heat pipe technique as extended surface in wire-on-tube heat exchanger for heat transfer enhancement¹⁷

3. Data reduction

In the experiment, the tube-side and the air-side heat transfer rates of the tested wire-on-tube heat exchanger could be evaluated from

$$\dot{Q}_w = \dot{m}_w C_{p,w} (T_{w,i} - T_{w,o}) \quad (1)$$

$$\dot{Q}_a = \dot{m}_a C_{p,a} (T_{a,i} - T_{a,o}) \quad (2)$$

where $\dot{Q}$ is the heat transfer rate of heat exchanger, $\dot{m}$ is the mass flow rate, C_p is the specific heat, and T is the temperature (subscripts a, w, i, and o are mean air, water, inlet and outlet respectively). The difference of the heat transfer rates between Eqs. (1) and (2) is controlled to be less than 5%. The heat transfer rate used in the calculation is the mathematical average of the air-side and the tube-side heat transfer rates as

$$\dot{Q}_{\text{ave}} = 0.5(\dot{Q}_w + \dot{Q}_a) \quad (3)$$

In this work, the relation between heat transfer rate and overall heat transfer coefficient of the heat exchanger is

$$\dot{Q} = UA\Delta T_{\text{LMTD}} \quad (4)$$

Table 1

Dimension of heat exchanger and testing condition.

Item	Value
Tube	
Number of tube row	1
Number of tube in row	10
Tube length	51 cm
Tube outside diameter	2.225 cm
Tube thickness	0.6 mm
Tube pitch	5 cm
Tube material	Copper
Capillary tube	
Capillary tube diameter	0.245 cm
Capillary tube length	17 m
Capillary tube thickness	0.2 mm
Number of turns (both sides)	17
Capillary tube pitch	2.83 cm
Capillary tube material	Copper
Testing conditions	
Working fluid	R123, methanol and acetone
Filling ratio	30% of total capillary tube volume
Mass flow rate of air	0.2–1.5 kg/s
Volume flow rate of water	3 L/min
Inlet temperature of water	45–85 °C
Inlet temperature of air	25 °C

หน่วยวิจัยระบบทางอุณหภาพ | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

- ผลการศึกษา มักแสดงในรูปกราฟ หรือตาราง เพื่อแสดงปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น และ

ควรมีการทำ **uncertainty analysis**

- มีคำอธิบายและวิจารณ์ผลที่เกิดขึ้น

ทั้งนี้การอธิบาย ควรมีทฤษฎีประกอบคำอธิบาย

รวมถึงการวิจารณ์ผลเทียบกับงานของผู้อื่น และอ้างถึง ถ้ามี

- มีการแสดงผลของพารามิเตอร์ที่มีต่อผลลัพธ์ ที่ต้องการ และอาจมีการทำ สหสัมพันธ์

- กรณีที่มีการพัฒนาโมเดลทางคณิตศาสตร์ จะมีการเทียบผลที่ได้จากการ

คำนวณ กับ ผลการทดลอง หรือ จากการผลการคำนวณอื่น ที่

- อาจมีการเพิ่มเติม ในทฤษฎีหรือทางเศรษฐศาสตร์ หรือ การหาทำ

Optimization

- ตรวจสอบว่ามีการศึกษาครบถ้วน ตามวัตถุประสงค์



หน่วยวิจัยระบบทางอุณหภาพ | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

Use of oscillating heat pipe technique as extended surface in wire-on-tube heat exchanger for heat transfer enhancement

4. Results and discussion

The heat transfer rate of the wire-on-tube heat exchanger is shown in Figs. 3–5 when R123, acetone and methanol are taken as working fluids in the oscillating heat pipe, respectively. All cases are tested at constant mass flow rate of water and at 25 °C of the ambient air temperature while the inlet water temperature and the air mass flow rate are varied between 45–85 °C and 0.2–1.5 kg/s respectively.

In case of using R123 as refrigerant in Fig. 3, undoubtedly result shows that the heat transfer rate is increasing with the increasing of inlet water temperature and the mass flow rate of air stream. It is also found that the heat exchanger performance with R123 charging in the capillary tube is higher than that without charging especially at high inlet water temperature. The effect of oscillating heat pipe is significant when the inlet water temperature is over around 45 °C. This temperature is high enough to drive the oscillating motion of liquid-vapor mechanism in the capillary tube. The heat transfer from tube to fin is the combination of conduction along fin material and convection via

boiling and condensation processes. Therefore higher heat transfer rate from the heat exchanger is obtained. When the water temperature is increased to 60–80 °C, the heat transfer rate for R123 in the capillary tube is higher than that without working fluid around 10%. The results are quite similar for acetone and methanol as shown in Figs. 4 and 5. The heat transfer characteristics of heat exchanger can be presented in terms of the relation between effectiveness, ϵ , and number of transfer unit, NTU, as

$$\epsilon = 0.775NTU^{0.628}e^{-0.009} \quad (13)$$

$$NTU = \frac{UA}{\dot{m}_w C_{p,w}} \quad (14)$$

$$\epsilon = \frac{T_{w,i} - T_{w,o}}{T_{a,i} - T_{w,o}} \quad (15)$$

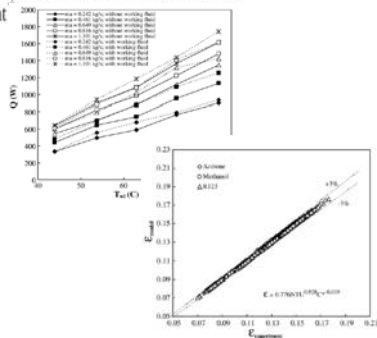


Fig. 6. Comparison of effectiveness from experiment and model.

วิศวกรรมเครื่องกล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

Use of oscillating heat pipe technique as extended surface in wire-on-tube heat exchanger for heat transfer enhancement

Fig. 5 shows the comparison between the effectiveness from the experiment and the model calculated from Eq. (13). It is found that the error of this model is less than $\pm 3\%$. Note that, this model is valid for all of the working fluids used in the oscillating heat pipe which are methanol, acetone and R123.

Fig. 7 also shows the relation of effectiveness and number of transfer unit at various heat capacity ratios. It should be noticed that the heat capacity ratio does not affect the heat exchanger effectiveness.

The air-side heat transfer model of wire-on-tube heat exchanger could also be developed. The model is shown in terms of Nusselt number (Nu) as

$$Nu = 1.293 Re_{D, \max}^{0.42} Pr^{0.38} \quad (16)$$

$$Nu = \frac{h_o D_o}{k_a} \quad (17)$$

$$Re_{D, \max} = \frac{\rho_a V_{\max} D_o}{\mu_a} \quad (18)$$

$$Pr = \frac{C_p \mu_a}{k_a} \quad (19)$$

where, $Re_{D, \max}$ is the maximum Reynolds number, Pr is the Prandtl number, $V_{\max}$ is the maximum air velocity based on minimum flow area, μ_a is the dynamic viscosity of air, ρ_a is the air density and k_a is the thermal conductivity of air. It should be noticed that this model is valid for $1500 < Re_{D, \max} < 20,000$.

Fig. 8 shows the comparison of Nusselt number from the model with that from the experiment. It is found that the model could be predicted 91.8% of the experimental data within $\pm 10\%$ variation.

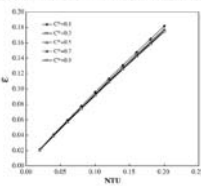


Fig. 5. Relation of effectiveness and number of transfer unit of the heat exchanger at various heat capacity ratios.

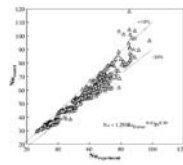


Fig. 8. Comparison of Nusselt number from experiment and model.

หน่วยวิจัยระบบทางอุณหภาพ | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | คณะวิศวกรรมศ



สรุป/เอกสารอ้างอิง

สรุป

1. สรุปผลการศึกษาที่ได้จากผลการศึกษานี้เท่านั้น
2. มักเขียนเป็นข้อๆ ให้กระชับ ได้ใจความ

เอกสารอ้างอิง

1. เอกสารอ้างอิง จะต้องมีการอ้างถึง ในตัวบทความ
2. เอกสารอ้างอิง นำเสนอเท่าที่จำเป็น
3. รูปแบบการเขียน เป็นไปตามข้อกำหนด

หน่วยวิจัยระบบทางอุณหภาพ | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



กิตติกรรมประกาศ/รายการสัญลักษณ์/ภาคผนวก

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณผู้ที่ให้การสนับสนุน เช่น ผู้สนับสนุนงานวิจัย สถานที่ อุปกรณ์ หรือ ผู้ที่ให้ข้อมูล ให้คำปรึกษา เป็นต้น

รายการสัญลักษณ์

นำเสนอความหมายของพารามิเตอร์ ที่ปรากฏในบทความ และหน่วยที่ใช้ มักเขียนเรียงตามตัวอักษร อักษรกรีก และตามด้วย ตัวยก ตัวห้อย

ภาคผนวก

ใช้แสดงค่าสมบัติ(properties)ของสารที่ใช้ในการคำนวณ ข้อมูลพื้นฐาน เช่น ข้อมูลอุณหภูมิมวล ตัวอย่างการคำนวณ

หน่วยวิจัยระบบทางอุณหภาพ | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



จริยธรรม

1. ไม่คัดลอกบทความอื่น มาดัดแปลง หรือกล่าวอ้างว่าเป็นของตน
2. ในการนำข้อความ ข้อมูล หรือ รูป จากเอกสารอื่น ต้องมีการอ้างอิง ทุกครั้ง
3. ในบทความ ใส่ชื่อผู้ร่วมงานทั้งหมด
4. ไม่ควรนำบทความที่เคยตีพิมพ์แล้ว หรืออยู่ระหว่างการดำเนินการเพื่อพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารหนึ่ง นำไปส่งในงานอื่น หรือวารสารอื่น เว้นเสียแต่จะมีการเพิ่มเนื้อหาเพิ่มเติม



หน่วยวิจัยระบบทางอุตสาหกรรม | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



สรุป



1. การตีพิมพ์งานวิจัยในวารสารอ้างอิง ช่วยให้ผลงานของนักวิจัย ได้รับการเผยแพร่ในระดับสากล และเป็นสนามให้ผู้อื่นได้รับทราบถึงความเห็นจากนักวิจัยท่านอื่น อันจะทำให้งานวิจัยนั้น มีความสมบูรณ์มากขึ้น มีการยอมรับของงานที่ทำ เกิดการแลกเปลี่ยน และรู้จักกับนักวิจัยอื่น เนื่องจากบทความวิจัยเป็นสื่อชักนำ
2. ก่อให้เกิดชื่อเสียง แก่ตัวนักวิจัย และหน่วยงาน ว่ามีการทำวิจัยในเรื่องที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการก่อให้เกิดบรรยากาศทางวิชาการ ในหน่วยงานนั้น
3. ผลงานอาจนำไปสู่การแก้ปัญหา หรือการค้นพบใหม่ อันเป็นประโยชน์ ต่อองค์กร ชุมชน และประเทศชาติ จนถึงมนุษยชาติ

หน่วยวิจัยระบบทางอุตสาหกรรม | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



จบการนำเสนอ

Thank You for Your Kind Attention

For more information, please contact

Prof. Dr. Tanongkiat Kiatsiriroat

Thermal System Research Unit

Department of Mechanical Engineering

Faculty of Engineering, Chiang Mai University,

Chiang Mai 50200, THAILAND

Tel.053-944144, 944146 Fax 053-944145

tsr@me.eng.cmu.ac.th



หน่วยวิจัยระบบทางอุตสาหกรรม | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
