การพัฒนาเทคโนโลยีพลาสมาไพโรไลซีส-แก๊สซิฟิเคชั่น สำหรับกำจัดขยะติดเชื้อและขยะอันตรายจากโรงพยาบาล

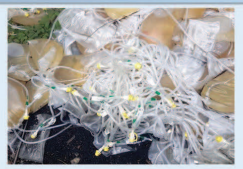
หัวหน้าโครงการวิจัย : รศ.ดร.หมุดตอเล็บ หนิสอ[1,2]

นักวิจัยร่วมโครงการวิจัย : นายริฎวี ตาเล๊ะ[2], นายธรรมนูญ ศรีน่วม[2], นายวัชรินทร์ คงสวัสดิ์[3]

[1] สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
[2] ศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านพลาสมาและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
[3] ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

งบประมาณ 3,787,000 บาท
ระยะเวลาโครงการ มีนาคม 2560 – กุมภาพันธ์ 2563

ความสำคัญและที่มาของโครงการวิจัย



ภาพที่ 1 : ในปี 2559 มีขยะติดเชื้อทั้งสิ้น **55,646 ตัน** ในการกำจัดขยะติดเชื้อส่วนใหญ่ว่าจ้างบริษัทกำจัด เพราะต้องใช้เทคโนโลยี**สูงในการทำลาย** ราคา **12.50 บาท/กิโลกรัม** มีขยะติดเชื้อหายไปจากระบบ 28 เปอร์เซ็นต์ หรือเพียง **15,646 ตันต่อปี**

วัตถุของโครงการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบการกำเนิดพลาสมาร้อน (Thermal plasmas) ที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 1,200 °C โดยใช้ DC หรือ RF หรือ Microwave
2. เพื่อพัฒนา Plasma torch ที่สามารถทำงานที่อุณหภูมิสูงได้อย่างต่อเนื่อง
3. เพื่อเข้าใจอันตรกิริยาระหว่างพลาสมาร้อนกับวัสดุ
4. เพื่อเข้าใจอันตรกิริยาระหว่าง Plasma jet กับ Ambient air และการแพร่ของพลาสมา
5. เพื่อเข้าใจ Kinetics processes ในพลาสมา
6. เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ของพลาสมาร้อนสำหรับใช้ในการสร้างเครื่องต้นแบบเทคโนโลยีสะอาดในการกำจัดขยะติดเชื้อและขยะอันตรายจากโรงพยาบาล

การดำเนินงาน

1. พัฒนาระบบ DC power supply ขนาด 5 kW และ 20 kW
2. ทำการออกแบบและสร้างหัวทอชแบบขั้ว (rod) ที่มีลักษณะขั้วดิสชาร์จรูปแบบแตกต่างกัน และพัฒนาหัวทอชแบบทรงกระบอกคู่ (well type)
3. ศึกษาการจุดพลาสมาที่อัตราการไหลของอากาศต่างๆ เพื่อหาความเสถียรของพลาสมา
4. ศึกษาอัตราการสึกกร่อนและความยาวนานของขั้วแคโทด โดยการเทียบมวลที่หายไป
5. ศึกษาคุณสมบัติเชิงความร้อนของพลาสมาทอช

ผลการดำเนินงาน

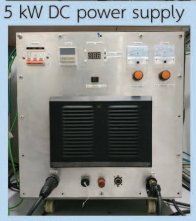
1. เครื่อง DC power supply สำหรับพลาสมาทอชขนาด 5 kW สามารถทำงานอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีกระแสสูงสุด 50 A ที่ความต่างศักดิ์ 130 V และเครื่องขนาดกำลัง 20 kW มีกระแสสูงสุด 120 A ที่ 160 V

2. หัวทอชแบบขั้วที่มีลักษณะขั้วดิสชาร์จแตกต่างกันในภาพที่ 3 จุดด้วยกำลัง 5 kW กระแสสูงสุด 50 A, 100V จะมีการสึกกร่อนบริเวณตรงกลางที่ขั้วแคโทด โดยผลสรุปพบว่ามีอัตราการสึกกร่อนไม่ต่างกัน มีค่าประมาณ 1.7 – 5.7 ไมโครกรัมต่อคูลอมป์ ซึ่งส่งผลให้พลาสมาไม่เสถียรเมื่อใช้งานอย่างต่อเนื่อง และจะมีอัตราการสึกกร่อนสูงเมื่อกระแสยิ่งสูง ในภาพที่ 4

3. หัวทอชแบบทรงกระบอกคู่ในภาพที่ 5 มีลักษณะการดิสชาร์จที่ผิวทรงกระบอกระหว่างขั้วแอโนดกับขั้วแคโทด โดยการควบคุมอัตราการไหลของลมจากด้านข้างผ่านวงแหวน เพื่อให้มีจุดการอาร์คเปลี่ยนตำแหน่งตลอดเวลา ทำให้ลดการสึกกร่อนของขั้วแคโทดและมีอายุการใช้งานที่นานขึ้น

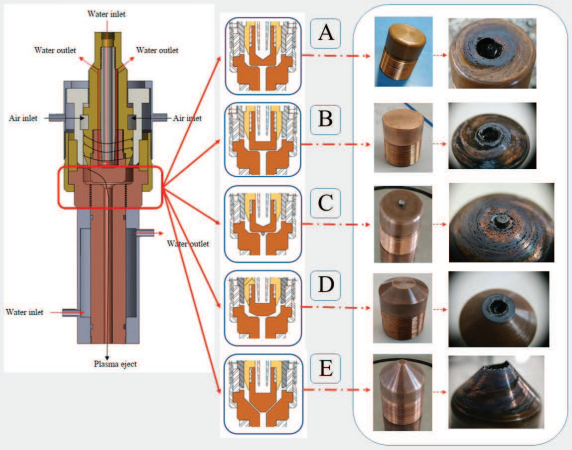
ภาพที่ 2 : DC power supply

5 kW DC power supply

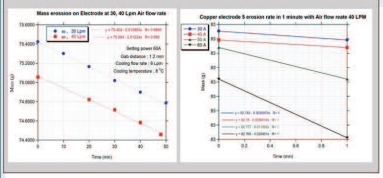


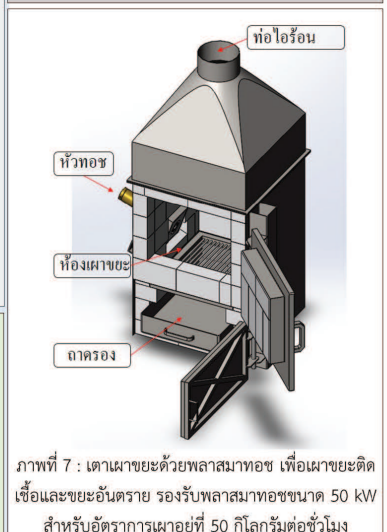
20 kW DC power supply

ภาพที่ 3 : Torch V.1 – V.7 , โครงสร้างหัวทอชแบบขั้ว



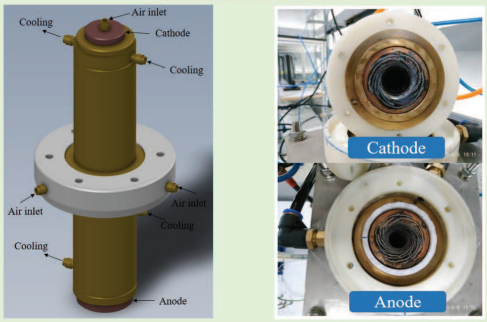
ภาพที่ 4 : การศึกษาอัตราการสึกกร่อนของขั้วแคโทด



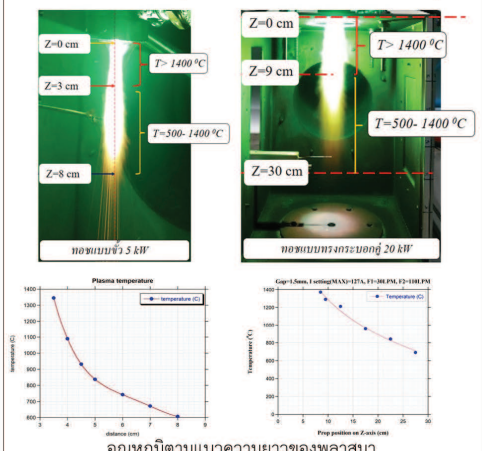


ภาพที่ 7 : เตาเผาขยะด้วยพลาสมาทอช เพื่อเผาขยะติดเชื้อและขยะอันตราย รองรับพลาสมาทอชขนาด 50 kW สำหรับอัตราการเผาอยู่ที่ 50 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ภาพที่ 5 :Torch V.8 – V.9, หัวทอชแบบทรงกระบอกคู่และบริเวณการอาร์คระหว่างขั้วแอโนดกับแคโทด

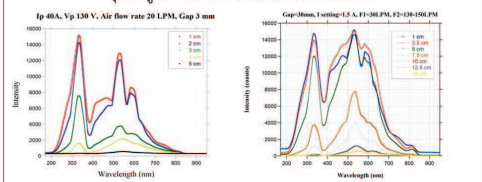


ภาพที่ 6 : เปรียบเทียบคุณสมบัติของพลาสมาเมื่อขยายกำลังสูงขึ้น



อุณหภูมิตามแนวความยาวของพลาสมา

รังสี UV ในช่วง 200 -400 nm ตามแนวความยาวของพลาสมา



ผลที่ได้รับจากการโครงการวิจัย

1. สามารถพัฒนาระบบ DC power supply สำหรับพลาสมาหัวทอชขนาด 5 kW หรือสามารถขยายกำลังที่มากขึ้นได้
2. สามารถออกแบบหรือสร้างหัวทอชใช้เองได้ด้วยวัสดุที่หาได้ง่ายและหัวทอชมีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อนมาก
3. ได้ความรู้และเข้าใจหลักการการทำงานของระบบพลาสมาทอชแบบแหล่งจ่ายกระแสตรง และสามารถสร้างเทคโนโลยีการเผาขยะด้วยระบบพลาสมาทอชแบบง่ายได้ เพื่อที่จะสามารถจัดการกับปัญหาขยะที่ก่อมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างทั่วถึง
4. สามารถผลิตเทอร์มอลพลาสมาที่มีความเสถียรและอุณหภูมิมากกว่า 1,200 °C
5. ได้พัฒนาองค์ความรู้ทางด้านฟิสิกส์ของพลาสมาและการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เพื่อให้ก่อประโยชน์มากยิ่งขึ้น

อ้างอิง :

1. Pierre Fauchais and Armelle Vardelle, IEEE TRANSACTIONS ON PLASMA SCIENCE, VOL. 25, NO. 6, DECEMBER 1997
2. M. Boulos et al. (eds.), Handbook of Thermal Plasmas, Springer International Publishing Switzerland 2016
3. Westinghouse Plasma Corporation, https://www.co.westmoreland.pa.us/2658/Westinghouse-Plasma-Corporation
4. E. Gomez, D. Amutha Rani, C.R. Cheeseman, D. Deegan, M. Wise, A.R. Boccaccini, Thermal plasma technology for the treatment of wastes: A critical review, Journal of Hazardous Materials 161, 614–626, (2009)
5. Pierre Freton et al, Arc Movements in a Hollow Cathode of a High-Power Plasma Torch, IEEE TRANSACTIONS ON PLASMA SCIENCE, VOL. 36, NO. 4, AUGUST 2008
6. A E Guile and AH Hitchcock, **The effect of rotating arc velocity on copper cathode erosion**, Appl. Phys, Vol. 7, 1974
7. R. N. Szente, R.J. Munz, and M. G. Drouet, PLASMA CHEM PLASMA P, **12**, p 327 - 343, (1992)8
8. High Temperature Technologies, http://www.httcanada.com/index.html/
9. Europlasma, http://www.europlasma.com/

โปสเตอร์สรุปโครงการวิจัย 2560
การประชุมศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ ประจำปี 2563
ณ โรงแรม เดอะ สุโกศล กรุงเทพมหานคร วันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2563

http://thep-center.org/