บทที่ 1

บทนำ

1.1 ภูมิหลังที่มาของปัญหา

ปัจจุบันกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทมักมีการปล่อยแก๊สที่เป็นพิษ หรือในการกำจัดมูลฝอยด้วยวิธีการเผาในเตาเผา (incineration) ก็อาจมีการปล่อยความร้อนหรืออนุภาคที่เหลือจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ปะปนออกมาด้วย บางครั้งอาจปล่อยออกมาในปริมาณค่อนข้างสูงย่อมมีอิทธิพลต่อส่วนประกอบและสภาวะของอากาศ อันก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพและระบบทางเดินหายใจของคนงานหรือผู้ปฏิบัติการทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของผู้ปฏิบัติการลดต่ำลง อนุภาคที่ปล่อยออกมามีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ปะปนกัน ปัจจุบันจึงมีการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อลดปริมาณอนุภาคในแก๊สที่ได้จากการเผาไหม้ เช่น ห้องตกตะกอนที่ใช้แรงโน้มถ่วงของโลก (Gravimatic settling chamber), เครื่องแยกอนุภาคด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางหรือไซโคลน (Centrifugal separator or Cyclone), เครื่องเก็บอนุภาคแบบเปียก (Wet scrubber), เครื่องกรองอนุภาคด้วยเส้นใย (Fabric filter) และเครื่องตกตะกอนอนุภาคด้วยไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic precipitator) ในการศึกษาพฤติกรรมของอนุภาคเมื่อเข้าสู่ระบบการหายใจของมนุษย์พบว่า อนุภาคเหล่านั้นสามารถตกค้างตามโพรงจมูกและระบบทางเดินหายใจ ซึ่งการตกค้างของอนุภาคในระบบการหายใจของมนุษย์ขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคและลักษณะของระบบทางเดินหายใจ เริ่มจากโพรงจมูกส่วนบน หลอดลม และปอด เมื่อพิจารณาให้ดีจะเห็นว่ายิ่งลึกเข้าไปตั้งแต่โพรงจมูกส่วนนอกไปจนถึงปอด ความสลับซับซ้อนของระบบทางเดินหายใจก็ยิ่งเพิ่มมากขึ้น ช่วงแรกของระบบทางเดินหายใจทิศทางการไหลของอากาศมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เมื่อยิ่งลึกเข้าไปถึงปอดและส่วนย่อยของปอดการเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลของอากาศก็มากขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลของอากาศนี้จะส่งผลให้เกิดการตกค้างของอนุภาคในร่างกายมากขึ้น

จากที่กล่าวมาแล้วในการวิจัยครั้งนี้จึงได้มีการศึกษาและออกแบบระบบไซโคลนเพื่อลดปริมาณอนุภาคในแก๊สที่ได้จากการเผาไหม้ เนื่องจากอุปกรณ์ดังกล่าวเป็นที่นิยมใช้กันในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป ทั้งนี้เพราะมีต้นทุนค่าใช้จ่ายต่ำ ไม่มีชิ้นส่วนใดเคลื่อนที่ การบำรุงรักษาง่าย และประสิทธิภาพการทำงานค่อนข้างสูง

ส่วนประกอบหลักของระบบการลดปริมาณอนุภาคในแก๊สที่ได้จากการเผาไหม้ มีดังนี้

1. ระบบท่อ (duct system) เป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบเข้าด้วยกันเพื่อที่จะใช้เป็นเส้นทางการขนถ่ายสิ่งสกปรกหรืออากาศภายในระบบ
2. อุปกรณ์ลดปริมาณอนุภาค (air cleaner) เป็นอุปกรณ์ที่จะนำเอาสิ่งสกปรกหรืออนุภาคที่ปะปนอยู่ในอากาศออกจากอากาศก่อนที่จะปล่อยอากาศนั้นออกสู่บรรยากาศ
3. พัดลม (fan) ทำหน้าที่สร้างความดันที่เพียงพอในการที่จะดึงอากาศและสิ่งสกปรกหรืออนุภาคในอากาศผ่านระบบท่อไปยังจุดที่ต้องการก่อนปล่อยอากาศนั้นออกสู่บรรยากาศ

1.2 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. มูลฝอย (solid waste) หมายถึง ใบไม้ กิ่งไม้และหญ้า, เศษกระดาษ
2. แก๊สที่ได้จากการเผาไหม้ (flue gas) หมายถึง แก๊สอุณหภูมิสูงที่ได้จากการเผาไหม้ในกรณีการเผาไหม้สมบูรณ์ก็จะได้แก๊สต่าง ๆ หลายชนิด เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ ไนโตรเจน และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ถ้าในกรณีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ก็จะเกิดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ หรือในกรณีการเผาไหม้แบบอากาศส่วนเกินก็จะมีแก๊สออกซิเจนเป็นส่วนประกอบของแก๊สที่ได้จากการเผาไหม้นั้นด้วย
3. อนุภาค (particulate) หมายถึง อนุภาคของมวลสารซึ่งปะปนอยู่ในแก๊สที่ได้จากการเผาไหม้ที่ปล่อยสู่บรรยากาศออกจากปล่องของเตาเผามูลฝอย ได้แก่ ขี้เถ้าลอย (fly ash), เขม่า และควัน
4. ความหนาแน่นของอนุภาค (density of particulate) หมายถึง ค่าที่ได้จากการชั่งน้ำหนักของอนุภาคต่อหน่วยปริมาตร ในหน่วย มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร
5. ขนาดของอนุภาค (particle size) หมายถึง ค่าที่ได้จากการเก็บตัวอย่างของอนุภาคจริงในการทดลองไปตรวจสอบด้วยเครื่องวิเคราะห์หาการกระจายขนาดของอนุภาค ที่มีชื่อว่า ' MASTERSIZER ' ในหน่วย ไมโครเมตรหรือไมครอน
6. ความเร็วจับ (capture velocity) หมายถึง ความเร็วของอากาศที่ใช้ควบคุมอากาศเสีย ณ บริเวณฝาครอบปล่องไฟ (hood) เพื่อเข้าสู่ระบบท่อผ่านไปยังไซโคลน
7. ความดันเนื่องจากความเร็ว (velocity pressure) หมายถึง ความดันที่เกิดจากการไหลของอากาศในท่อกลมที่ความเร็วหนึ่ง ๆ
8. ความดันสูญเสีย (pressure loss) หมายถึง การสูญเสียความดันของของไหลเมื่อของไหลเคลื่อนที่ผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ระบบท่อ, ไซโคลน เป็นต้น

9. เตาเผามูลฝอย (incinerator) หมายถึง อุปกรณ์การเผาไหม้สำหรับเผามูลฝอยจนกระทั่งกลายเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และขี้เถ้า
10. ไซโคลน (Cyclone) หมายถึง อุปกรณ์กำจัดหรือลดปริมาณอนุภาคแบบแห้งชนิดหนึ่งโดยอาศัยหลักการหมุนวนของอากาศเพื่อทำให้อนุภาคที่ปะปนอยู่ในอากาศนั้นตกลงสู่ที่รองรับด้านล่าง
11. กล่องเก็บอนุภาค (hopper) หมายถึง ภาชนะรูปทรงเรขาคณิตใด ๆ ที่ใช้สำหรับรองรับอนุภาคจากไซโคลน

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

1. เพื่อศึกษาและออกแบบไซโคลนเพื่อลดปริมาณอนุภาคในแก๊สที่ได้จากการเผาไหม้
2. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์สมรรถนะของระบบไซโคลน โดยมีตัวแปรที่ทำการศึกษา คือ
   - 2.1 ปริมาณอากาศ
   - 2.2 ความหนาแน่นของอนุภาค
   - 2.3 ความดันสูญเสีย
   - 2.4 ขนาดของอนุภาค
   - 2.5 อุณหภูมิขาเข้าของแก๊ส
   - 2.6 ประสิทธิภาพการทำงาน

1.4 ขอบเขตของการศึกษาวิจัย

1. ออกแบบระบบไซโคลนเพื่อลดปริมาณอนุภาคในแก๊สที่ได้จากการเผาไหม้มูลฝอยประเภทต่าง ๆ ได้แก่ ใบไม้แห้ง กิ่งไม้แห้งและหญ้า, กระดาษ
2. เลือกชนิด, ขนาดของพัดลม เพื่อนำมาใช้งานให้เหมาะสม
3. ศึกษาค่าความดันของระบบไซโคลนเพื่อลดปริมาณอนุภาคในแก๊สที่ได้จากการเผาไหม้ ได้แก่ ความดันสูญเสียในไซโคลน
4. ศึกษาสมรรถนะของไซโคลน

1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของอนุภาคที่เกิดขึ้นจากการเผามูลฝอยประเภทต่างๆ ได้แก่ ใบไม้ กิ่งไม้ และหญ้า, กระดาษ
2. ศึกษาและค้นคว้ารายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับระบบการลดปริมาณอนุภาคในแก๊สที่ได้จากการเผาไหม้ด้วยไซโคลน
3. ออกแบบและคำนวณโครงสร้างอุปกรณ์การทำงานของระบบไซโคลนเพื่อลดปริมาณอนุภาคในแก๊สที่ได้จากการเผาไหม้
4. ดำเนินการจัดสร้างระบบไซโคลนเพื่อลดปริมาณอนุภาคในแก๊สที่ได้จากการเผาไหม้
5. ดำเนินการทดสอบ การปฏิบัติงาน รวมถึงการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนา
6. จัดทำรายงานผลการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง และเสนอแนะ

1.6 ความสำคัญหรือประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้

1. ผู้ที่ทำการศึกษาวิจัยจะมีความรู้เพิ่มขึ้นในหัวข้อที่ทำการศึกษาและวิจัยอยู่
2. ข้อมูลและผลที่ได้จากการทดลองสามารถนำไปเผยแพร่เพื่อใช้ประโยชน์ในการออกแบบระบบที่มีขนาดเล็ก, ขนาดใหญ่ หรือระบบที่มีความซับซ้อนยิ่งขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย