บทที่ 1
บทนำ

1. หลักการและ เหตุผล

ปริมาณและอัตราการเกิดขยะของประเทศไทยเป็นปัญหาใหญ่ของชุมชนทั่วไป ช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่นในปี 2553 มีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นทั่วประเทศ 15.16 ล้านตันต่อปี เพิ่มขึ้นจากปี 2552 ร้อยละ 0.33 โดยความเจริญอย่างรวดเร็วเป็นตัวเร่งปริมาณขยะให้เพิ่มมากขึ้น และได้รับการกำจัดอย่างถูกต้องเพียงร้อยละ 38 ของปริมาณขยะที่เกิดขึ้นทั่วประเทศ คิดเป็น 5.8 ล้านตันต่อปี จากการสำรวจในปีที่ผ่านมาพบว่าทั่วทั้งประเทศไทย ปริมาณขยะมีวันละ 43,779 ตัน/วัน หรือปีละกว่า 15.97 ล้านตัน งบประมาณที่สนับสนุนในการจัดเก็บและกำจัดขยะเพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำให้ชุมชนนั้นๆ จัดเก็บและกำจัดขยะได้อย่างสะอาด รวดเร็ว เรียบร้อย และประหยัดได้ โดยที่องค์การบริหารส่วนตำบลบางแห่งก็สามารถดำเนินการได้ ในขณะที่บางแห่งก็ปล่อยให้ชาวบ้านดำเนินการเผาขยะกันเอง แต่การเผาขยะมูลฝอยกลางแจ้งจะก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งเป็นอันตรายโดยเฉพาะกับระบบทางเดินหายใจของคนที่อยู่ใกล้เคียง ซึ่งปัจจุบันจำนวนของระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่มีอยู่ยังไม่เพียงพอในการรองรับปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น และขีดความสามารถในการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลหรือหน่วยงานที่รับผิดชอบยังไม่ดีพอ เพราะมีปัญหาหลายอย่างเช่น ไม่สามารถหาที่ดินเพื่อกำจัดขยะมูลฝอยที่มากขึ้น การขาดแคลนเครื่องมืออุปกรณ์ในการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยให้ถูกสุขลักษณะ งบประมาณที่ใช้ดำเนินการ บุคลากรขาดแคลน เป็นต้น ดังนั้นองค์การบริหารส่วนตำบลส่วนใหญ่จึงมีการกำจัดโดยการเผากลางแจ้งหรือขุดหลุมฝัง หรือกองทิ้งบนพื้นที่ว่าง นอกจากนี้ในชุมชนบางแห่งยังเกิดปัญหาเนื่องจากการกำจัดขยะมูลฝอยที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ เช่น การนำไปกองทิ้งปล่อยให้ย่อยสลายทางธรรมชาติหรือจุดไฟเผา ก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ติดตามมาด้วย เช่น ทำให้เกิดทัศนียภาพไม่ดี ปัญหาเนื่องจากกลิ่น เป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคระบาดต่าง ๆ เกิดการปนเปื้อนในแหล่งน้ำและผิวดิน หรือแหล่งน้ำใต้ดินทำให้แหล่งน้ำต่าง ๆ เกิดการเน่าเสีย เป็นต้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2555)

โรงเรียนบ้านหมัน เป็นโรงเรียนแห่งหนึ่งในตำบลหนองมะนาว อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา เปิดสอนตั้งแต่ชั้นอนุบาลจนถึงมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งจากการเข้าไปสำรวจประเด็นปัญหาเบื้องต้นพบว่า โรงเรียนบ้านหมันยังขาดระบบการคัดแยกขยะ จากขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียน ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เกือบทุกประเภท จะถูกนำไปกองไว้ด้านข้างของโรงเรียน เพื่อรอการเผากลางแจ้ง โดยกองขยะดังกล่าวจะถูกกองไว้ติดกับอาคารห้องสมุดและอาคารเรียนบางส่วน ดังภาพประกอบ 1.1 ซึ่ง

เมื่อทำการเผากองขยะดังกล่าวก็จะเกิดควัน เขม่าและฝุ่นละอองขนาดเล็ก ปลิวกระจายไปยังอาคารเรียน ห้องสมุด และโรงอาหาร รบกวนการดำเนินชีวิต การเรียน การสอนของเด็กนักเรียน ครู อาจารย์ รวมทั้งชาวบ้านที่อยู่ใกล้เคียง อีกทั้งบริเวณที่กองขยะดังกล่าวยังอยู่ห่างจากโรงอาหารของโรงเรียนไม่มากนัก ซึ่งก็อาจจะส่งผลกระทบกับนักเรียนในโรงเรียน โดยจากการสำรวจเบื้องต้นพบว่ามีโรคหรืออาการป่วยของนักเรียนภายในโรงเรียนเกิดขึ้น

ภาพประกอบ 1.1 *สภาพกองขยะภายในโรงเรียน*

โรคภัยไข้เจ็บที่อาจจะเกิดขึ้นกับนักเรียนและบุคลากรภายในโรงเรียนมีหลายโรคด้วยกันดังต่อไปนี้

1.) ทางผิวหนังจากการสัมผัสหรือจับต้องโดยตรงกับสารประกอบในผลิตภัณฑ์ หรือขยะมีพิษบางตัว เช่น ยาฆ่าแมลง และผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด ทำให้ซึมเข้าสู่ผิวหนัง กระแสเลือด และเข้าสู่ร่างกายไปอย่างรวดเร็ว

2.) ทางการหายใจ จากการสูดดมกลิ่นขยะ ฝุ่นละออง ก๊าซหรือไอสารพิษจากขยะอันตรายบางชนิด เช่น สี ตัวทำละลาย น้ำมันรถยนต์ เมื่อเราหายใจเข้าไปก็จะเข้าไปสะสมอยู่บริเวณปอด แล้วจึงดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดก่อให้เกิดปัญหากับระบบทางเดินหายใจหรือทำลายอวัยวะภายในได้

3.) ทางเดินอาหาร โดยการรับประทานเข้าไปทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การได้รับสารพิษปนเปื้อนจากภาชนะใส่อาหารหรือจากมือ รวมถึงสารพิษที่สะสมในรูปของห่วงโซ่อาหารในพืชผักและเนื้อสัตว์ ซึ่งสารพิษเหล่านี้จะเข้าไปสะสมอยู่ในระบบทางเดินอาหาร

4.) โรคภัยไข้เจ็บที่เกิดจากสัตว์นำโรคทั้งหลาย เช่น หนู แมลงวัน แมลงสาบ รวมทั้งสัตว์ต่าง ๆ ที่มาคุ้ยเขี่ยกองขยะ

ในปัจจุบันชุมชนซึ่งโรงเรียนบ้านหมันตั้งอยู่นั้นยังไม่มีเตาเผาขยะสำหรับชุมชน หน่วยงานที่รับผิดชอบจะดำเนินการจัดการขยะที่เกิดขึ้นภายในชุมชนโดยวิธีการรวบรวมขยะตามจุดทิ้งขยะต่าง ๆ ภายในชุมชน และนำมาทิ้งยังบ่อขยะที่หน่วยงานรับผิดชอบของรัฐขุดหลุมไว้ โดยที่หลุมดังกล่าวได้ถูกสร้างขึ้นอย่างไม่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล มีไอกาสที่น้ำชะขยะที่เกิดจากการกองขยะจะไหลซึมลงไปปนเปื้อนกับน้ำใต้ดินซึ่งเป็นการแพร่มลพิษทางหนึ่งอย่างรู้เท่าไม่ถึงการณ์ และเมื่อหลุมขยะดังกล่าวเต็มก็จะทำการกลบฝังและหาพื้นที่แห่งใหม่เพื่อขุดหลุมทิ้งขยะต่อไปอีก จึงเป็นการซ้ำเติมและแพร่มลพิษไปยังพื้นที่ต่างๆ ภายในชุมชน ดังนั้นจากปัญหาดังที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าการเพิ่มขึ้นของขยะมูลฝอยส่วนหนึ่งเกิดจากครัวเรือน และส่งผลกระทบในหลายๆด้าน ซึ่งวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยโดยใช้เตาเผาก็เป็นวิธีหนึ่งที่ให้ความสะดวกและมีประสิทธิภาพสูงในการลดปริมาณขยะ ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะเสนอ วิธีการกำจัดขยะมูลฝอยจากครัวเรือนหรือชุมชนขนาดเล็กที่ถูกสุขลักษณะโดยการศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการใช้เตาเผา

ขยะมูลฝอยชุมชนขนาดเล็กแบบบำบัดมลพิษ เพื่อเป็นแนวทางให้ครัวเรือนหรือชุมชนขนาดเล็ก สามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้เอง โดยเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการมลพิษทางอากาศจากเตาเผาขยะจำลองต้นแบบชนิดบำบัดมลพิษ

1.2.2) เพื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในเตาเผาขยะกับเวลา จากการเผาขยะมูลฝอยปริมาณต่าง ๆ ของเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชนขนาดเล็กแบบบำบัดมลพิษ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1) ศึกษาและใช้เตาเผาขยะครัวเรือนต้นแบบขนาดเล็กชนิดบำบัดมลพิษ โดยมีขนาดสอดคล้องกับปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในโรงเรียนบ้านหมัน ตำบลหนองมะนาว อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา และความถี่ในการเผากำจัดขยะ

1.3.2) ขยะที่ใช้ในเตาเผาเลือกเป็นขยะที่เผาได้และแห้ง โดยเป็นขยะที่เกิดในโรงเรียนบ้านหมัน และเลือกศึกษาปริมาณขยะที่ 1, 2, 3, 4 และ5 กิโลกรัม

1.3.3) เตาเผาขยะต้นแบบที่จำลองนี้จะมีส่วนประกอบด้วยกัน 3 ส่วนคือ ห้องเผาไหม้ ห้องเผาควันและห้องบำบัดด้วยน้ำรวมบ่อน้ำเพื่อตกตะกอนเขม่าควัน

1.3.4) ประเมินเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษทางอากาศจากการเผาไหม้ขยะมูลฝอยชุมชน เมื่อเปิดระบบกำจัดมลพิษทางอากาศด้วยห้องเผาควันอย่างเดียว และประเมินประสิทธิภาพ เมื่อเปิดระบบกำจัดมลพิษทางอากาศด้วยห้องบำบัดด้วยน้ำอย่างเดียว และประเมินประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษทางอากาศเมื่อเปิดระบบกำจัดมลพิษทางอากาศด้วยห้องเผาควันร่วมกับห้องบำบัดด้วยน้ำโดยใช้การเผาไหม้ที่ไม่ได้เปิดระบบกำจัดมลพิษทางอากาศเป็นตัวควบคุมเปรียบเทียบ

1.3.5) เชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาขยะจะอาศัยตัวขยะ ที่เกิดขึ้นในสถานศึกษา ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นขยะจำพวกเศษกระดาษ ขวดพลาสติก กล่องโฟม ในปริมาณต่าง ๆ เป็นเชื้อเพลิงเป็นต้น

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1.4.1) ได้แนวทางในการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชน ด้วยเตาเผาขยะขนาดเล็กแบบบำบัดมลพิษ

1.4.2) ช่วยลดความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดโรค ที่มาจากการกองขยะทิ้งไว้ภายในโรงเรียนนานเกินไป

1.4.3) ลดปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมภายในโรงเรียนและชุมชนใกล้เคียง จากการเผาขยะมูลฝอยกลางแจ้ง แบบกองแล้วจุดไฟ

1.4.4) ได้ความสัมพันธ์ของค่าพลังงานความร้อนกับน้ำหนักของขยะที่ใช้ป้อนเข้าเตาเผา เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการศึกษาวิจัยต่อยอดต่อไป

1.4.5) ได้แนวทางในการกำจัดมลพิษทางอากาศจากการเผาขยะ โดยใช้เตาเผาขยะชุมชนขนาดเล็กซึ่งสามารถสร้างใช้เองได้ภายในชุมชน

1.4.6) จากรูปแบบงานวิจัยนี้จะได้ประสิทธิภาพในการกำจัดมลพิษทางอากาศ จากระบบกำจัดมลพิษแบบเผาควันและดักจับฝุ่น เขม่าด้วยน้ำ เพื่อใช้ประกอบในการออกแบบระบบจัดการมลพิษในงานวิศวกรรมต่อไป

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเพื่อจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ด้วยเตาเผาขยะขนาดเล็กที่มีระบบการกำจัดมลพิษ ที่ตำบลหนองมะนาว อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นศึกษาเกี่ยวกับนิยาม คำจำกัดความของขยะประเภทต่าง ๆ รูปแบบการจัดการขยะในปัจจุบันที่เหมาะสมกับชุมชนขนาดเล็ก ชนิดและรายละเอียดทางเทคนิคของเตาเผาขยะชุมชนแบบต่าง ๆ มลพิษทางอากาศที่มีโอกาสเกิดขึ้นจากการเผาขยะ และเครื่องมือหรือวิธีการจัดการมลพิษทางอากาศ รวมทั้งเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นกรอบพื้นฐานประกอบแนวทางการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการจัดการขยะมูลฝอยในชุมชนขององค์การบริหารส่วนตำบลหนองมะนาว ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 นิยามและความหมาย

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 ได้ให้คำจำกัดความของคำว่าขยะมูลฝอย หมายถึง เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหารเศษสินค้า ถุงพลาสติก ภาชนะใส่อาหาร ฟุ่นละออง ขี้เถ้า มูลสัตว์หรือซากสัตว์ ตลอดจนสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่น ๆ ซึ่งครอบคลุมถึงเศษสิ่งของทุกชนิดที่เหลือใช้ เศษวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว หรือที่ทิ้งแล้ว หรือสิ่งอื่นใดที่ต้องเก็บกวาดจากที่ใด ๆ ยกเว้น อุจจาระและปัสสาวะของมนุษย์ ซึ่งเป็นสิ่งปฏิกูลที่ต้องการเก็บและการกำจัดที่แตกต่างออกไป ขนาดของขยะมูลฝอยอาจมีปริมาณแตกต่างออกไปจากบ้านเรือน ที่พักอาศัย สถานที่ต่าง ๆ รวมถึงสถานที่สาธารณะ ตลาด และโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

กรมควบคุมมลพิษ (2546) ได้ให้คำนิยามของคำว่า มูลฝอยหมายถึง มูลฝอยตามกฎหมายว่าด้วยการสาธารณสุขที่เก็บ ขน หรือรวบรวมจากชุมชน แต่ไม่รวมถึงมูลฝอยติดเชื้อ และวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของโรงงานที่มีลักษณะและคุณสมบัติที่กำหนดไว้ตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน

- มูลฝอยทั่วไป หมายความว่า มูลฝอยที่ย่อยสลายได้ยาก หรืออาจจะย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ แต่ไม่คุ้มกับต้นทุนในการนำกลับมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่โดยผ่านกรรมวิธีการผลิตทางอุตสาหกรรม เช่น กล่องบรรจุนมพร้อมดื่ม โฟม ซองหรือถุงพลาสติกสำหรับบรรจุอาหาร
- มูลฝอยย่อยสลาย หมายความว่า มูลฝอยที่ย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ และหรือสามารถนำมาหมักทำปุ๋ยได้ เช่น เศษอาหาร มูลสัตว์ ซากหรือเศษของพืช ผัก ผลไม้ หรือสัตว์ เป็นต้น แต่ไม่รวมถึงซากหรือเศษของพืช ผัก ผลไม้หรือสัตว์ที่เกิดจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ

- มูลฝอยที่ยังใช้รีไซเคิลได้ หมายความว่า มูลฝอยที่สามารถนำกลับมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยผ่านกรรมวิธีการผลิตทางอุตสาหกรรม เช่น เศษเหล็ก แก้ว พลาสติก กระดาษเป็นต้น

- มูลฝอยอันตราย หมายความว่า มูลฝอยที่ปนเปื้อน หรือมีส่วนประกอบของวัตถุดังนี้คือ วัตถุระเบิดได้ วัตถุไวไฟ วัตถุออกไซด์และวัตถุเปอร์ออกไซด์ วัตถุมีพิษ วัตถุที่ทำให้เกิดโรค วัตถุกัมมันตรังสี วัตถุที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วัตถุกัดกร่อน วัตถุที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง และวัตถุอย่างอื่นที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมหรืออาจทำให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืชหรือทรัพย์ เช่น หลอดฟลูออเรสเซนท์ ถ่านไฟฉายหรือแบตเตอรี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ ภาชนะที่บรรจุสารกำจัดแมลงหรือวัชพืช กระป๋องสเปรย์บรรจุสีหรือสารเคมี เป็นต้น

- ถุงพลาสติกใส่มูลฝอย หมายความว่า ถุงพลาสติกที่ใช้ใส่มูลฝอยประเภทต่าง ๆ ก่อนนำไปเท หรือทิ้ง ซึ่งมีคุณลักษณะ สี เชือกหรือวัสดุผูกรัดปากถุงตามที่กำหนดไว้

- ถังที่รองรับมูลฝอยแบบพลาสติก หมายความว่า ภาชนะที่ใช้เก็บ ขน หรือรวบรวมมูลฝอยประเภทต่าง ๆ ก่อนนำไปกำจัด ซึ่งทำจากโพลิเอทิลีน โพลิโพรพิลีน หรือวัสดุประเภทอื่น ๆ ที่มีคุณลักษณะตามที่กำหนดไว้

2.2 ชนิดและประเภทของขยะ

โดยทั่วไปแล้วขยะแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

(ก) ขยะย่อยสลาย (ข) ขยะรีไซเคิล (ค) ขยะทั่วไป (ง) ขยะอันตราย

ภาพประกอบ 2.1 ขยะประเภทต่าง ๆ
ที่มา: กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2550

ภาพประกอบ 2.1 (ก) ขยะย่อยสลาย หรือ มูลฝอยย่อยสลาย คือ ขยะที่เน่าเสียและย่อยสลายได้เร็ว สามารถนำมา หมักเป็นปุ๋ยได้ เช่น เศษผัก เปลือกผลไม้ เศษอาหาร ใบไม้ เศษเนื้อสัตว์ เป็นต้น แต่ไม่รวมถึงซากหรือเศษของพืช ผัก ผลไม้ หรือสัตว์ที่เกิดจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ เป็นต้น

ภาพประกอบ 2.1 (ข) ขยะรีไซเคิล หรือ มูลฝอยที่ยังใช้ได้ คือ ของเสียบรรจุภัณฑ์ หรือวัสดุเหลือใช้ ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ เช่น แก้ว กระดาษ กระป๋อง เครื่องตีม เศษพลาสติก เศษโลหะ อลูมิเนียม ยางรถยนต์ กล่องเครื่องตีม แบบ UHT เป็นต้น

ภาพประกอบ 2.1 (ค) ขยะทั่วไป หรือ มูลฝอยทั่วไป คือ ขยะประเภทอื่นนอกเหนือจากขยะย่อยสลาย ขยะรีไซเคิล และขยะอันตราย มีลักษณะที่ย่อยสลายยาก และไม่คุ้มค่าสำหรับการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เช่น ห่อพลาสติกใส่ขนม ถุงพลาสติกบรรจุผงซักฟอก พลาสติกห่อลูกอม ซองบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ถุงพลาสติกเปื้อนเศษอาหาร โฟมเปื้อนอาหาร ฟอยล์เปื้อนอาหาร ซองหรือถุงพลาสติกสำหรับบรรจุเครื่องอุปโภคด้วยวิธีรีดความร้อน เป็นต้น

ภาพประกอบ 2.1 (ง) ขยะอันตราย หรือ มูลฝอยอันตราย คือ มูลฝอยที่ปนเปื้อน หรือมีองค์ประกอบของวัตถุดังนี้คือ วัตถุระเบิดได้ วัตถุไวไฟ วัตถุออกไซด์และวัตถุเปอร์ออกไซด์ วัตถุมีพิษ วัตถุที่ทำให้เกิดโรค วัตถุกัมมันตรังสี วัตถุที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วัตถุกัดกร่อน วัตถุที่ก่อให้เกิดการระคายเคืองและวัตถุอย่างอื่นที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมหรืออาจทำให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืชหรือทรัพย์สิน เช่น หลอดฟลูออเรสเซนท์ ถ่านไฟฉายหรือแบตเตอรี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ ภาชนะที่บรรจุสารกำจัดแมลงหรือวัชพืช กระป๋องสเปรย์บรรจุสีหรือสารเคมี

2.3 มลพิษทางอากาศ

มลพิษทางอากาศ (air pollution) หมายถึง ภาวะของอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่มากพอ และเป็นระยะเวลานานพอที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ อนามัยของมนุษย์ สัตว์ พืชและวัสดุรวมทั้งสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ สารดังกล่าวอาจเป็นธาตุหรือสารประกอบที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ หรืออาจอยู่ในรูปของก๊าซ หยดของเหลว หรืออนุภาคของแข็งก็ได้ สารมลพิษอากาศหลักที่สำคัญ คือ ฝุ่นละออง (SPM), ตะกั่ว (Pb), ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์, ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2), ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x), และก๊าซโอโซน (O_3)

ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ (air pollution system) มีส่วนประกอบ 3 ส่วน ที่มีความสัมพันธ์กัน คือ

1.) แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ (emission sources) เป็นแหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศและระบายออกสู่อากาศภายนอก โดยที่ชนิดและปริมาณของสารมลพิษทางอากาศที่ถูกระบายออกสู่อากาศขึ้นอยู่กับประเภทของแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ และวิธีการควบคุมการระบายสารมลพิษทางอากาศ

2.) อากาศหรือบรรยากาศ (atmosphere) เป็นส่วนของระบบที่รองรับสารมลพิษทางอากาศที่ถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ และเป็นตัวกลาง (medium) ให้สารมลพิษทางอากาศที่ถูกระบายออกสู่อากาศ มีการแพร่กระจายออกไป โดยมีปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิของอากาศ ความเร็ว และทิศทางกระแสลม รวมทั้งลักษณะภูมิประเทศ เช่น ภูเขา หุบเขา และอาคารบ้านเรือน เป็นตัวกำหนดลักษณะการแพร่กระจายของสารมลพิษในอากาศ

3.) ผู้รับผลเสียหรือผลกระทบ (receptors) เป็นส่วนของระบบที่สัมผัสกับสารมลพิษในอากาศ ทำให้ได้รับความเสียหาย หรืออันตราย โดยผู้รับผลเสียอาจเป็นสิ่งที่มีชีวิตเช่น คน พืช และสัตว์ หรือเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิต เช่น เสื้อผ้า อาคาร บ้านเรือน วัสดุและสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ความเสียหายหรือผลกระทบที่เกิดขึ้น จะมีความรุนแรงมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารมลพิษในอากาศและระยะเวลาที่สัมผัส

จากส่วนประกอบของระบบภาวะมลพิษทางอากาศที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่าปริมาณและชนิดของสารมลพิษที่ถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิด (emissions) สภาวะทางอุตุนิยมวิทยา (meteorology) และสภาพภูมิประเทศ (topography) จะเป็นตัวกำหนดชนิด ปริมาณ และความเข้มข้นของสารมลพิษที่เจือปนอยู่ในอากาศที่อยู่ห่างไกลออกไป ส่วนคุณภาพอากาศจะเป็นตัวกำหนดถึงลักษณะและความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้น (air pollution effects) อีกทอดหนึ่ง

ประเภทของแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ (Sources of Air Pollution)

แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่สำคัญของประเทศไทยแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ และแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งโดยทั่วไปสามารถจัดแบ่งกลุ่มแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศได้เป็น 4 กลุ่มดังนี้

ก.) แหล่งกำเนิดจากยานพาหนะ; ปัญหานี้เป็นมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการจราจรเป็นสำคัญ ดังแสดงในภาพประกอบ 2.2 ซึ่งจะให้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ รวมทั้งฝุ่นละอองขนาดเล็กและสารตะกั่ว

ภาพประกอบ 2.2 มลพิษจากยานพาหนะ
ที่มา: suchada.wikispaces.com

ข.) แหล่งกำเนิดจากโรงงานอุตสาหกรรม; มลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดอุตสาหกรรมโดยส่วนมากเกิดจากกระบวนการผลิต เช่น จากการระเหยของก๊าซบางชนิด ดังแสดงในภาพประกอบ 2.3 ซึ่งเกิดจากขยะมูลฝอยและของเสียเป็นต้น นอกจากนี้มลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมมักเกิดจากเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในการเผาไหม้ของกระบวนการผลิต ซึ่งมี 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ เชื้อเพลิงที่เป็นของแข็ง, เชื้อเพลิงที่เป็นของเหลว ได้แก่ น้ำมันเตา และน้ำมันดีเซล, เชื้อเพลิงที่เป็นก๊าซ ได้แก่ ก๊าซธรรมชาติ และก๊าซ LPG เป็นต้น และสิ่งที่ตามมาจากแหล่งกำเนิดดังกล่าวคือ สารมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ฝุ่นละออง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน

ค.) แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ; นอกจากนี้มลพิษทางอากาศอาจเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติเช่น ฝุ่นละอองจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น พายุ ภูเขาไฟระเบิด แผ่นดินไหว หรือไฟไหม้ป่า

ภาพประกอบ 2.3 มลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม

ที่มา: suchada.wikispaces.com

4.) แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นได้เองโดยมิได้ตั้งใจ; ไดออกซิน (dioxins) เป็นผลิตผลทางเคมีที่เกิดขึ้นมาโดยมิได้ตั้งใจผลิตขึ้น (unintentional products) จากกระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์เป็นสารประกอบในกลุ่มคลอริเนตเตทอะโรเมต (chlorinated aromacompounds) ที่มีออกซิเจน (O) และคลอรีน (Cl) เป็นองค์ประกอบ 1 ถึง 8 อะตอม ไดออกซินมีชื่อเรียกเต็มคือ โพลีคลอริเนตเตทไดเบนโซ พารา-ไดออกซิน (polychlorinated dibenzo-para-dioxins` PCDDs) มีทั้งหมด 75 ชนิด และสารอีกกลุ่มที่โครงสร้างและความเป็นพิษคล้ายกับไดออกซิน เรียกว่า Dioxin like สารกลุ่มนี้ คือ ฟิวแรน มีชื่อเรียกเต็ม คือ โพลีคลอริเนตเตทไดเบนโซฟิวแรน (polychlorinated dibenzo furan` PCDFs) มีอยู่135 ชนิด โดยไดออกซิน/ฟิวแรน มีทั้งหมด 210 ชนิด (75+135) ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่มีสารคลอรีน (Cl) บนวงแหวนของเบนซีน (benzene ring) (จารุพงศ์ บุญหลง, 2547)

ผลกระทบของสารไดออกซินมีอยู่ 2 ประเภทคือ

1.) แบบพิษเฉียบพลัน คือ ไดออกซินไม่ทำให้เกิดอาการพิษหรือตายอย่างทันทีแต่อาการจะค่อย ๆ เกิดและเพิ่มความรุนแรงจนถึงตายได้ อาการเฉียบพลันที่ปรากฏคือ ทำให้เกิดโรคผิวหนังที่เรียกว่า "Chloraone" คือ มีผิวหนังขึ้นเป็นสิวหัวดำ มีถุงสีน้ำตาลอมเหลืองของผิวหนังบริเวณหลังใบหู ขอบตา หลัง ไหล่ และบริเวณอวัยวะสืบพันธุ์ อาจมีขนขึ้นในบริเวณที่ปกติจะไม่มีขึ้น ผิวหนังมีสีเข้มขึ้น สีของเล็บเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เยื่อบุตาอักเสบและมีขี้ตา

2.) แบบพิษเรื้อรัง คือ ไดออกซิน ทำให้น้ำหนักตัวลดลง เกิดความผิดปกติที่ตับ เซลล์ตับตายและเกิดอาการโรคผิวหนังอักเสบ

วิธีการป้องกันร่างกายหรือลดเสี่ยงจากสารพิษ DIOXINS

- ควรหลีกเลี่ยงจากแหล่งที่มีโอกาสของการปนเปื้อนสารไดออกซิน เช่น แหล่งอุตสาหกรรมที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ ดังกล่าว
- หลีกเลี่ยงการอยู่ใกล้หรือไม่อยู่ในขณะที่มีการเผาขยะหรือของเสีย

ประเภทของสารมลพิษทางอากาศ (Types of Air Pollutants)

1.) สารมลพิษทางอากาศปฐมภูมิ (primary air pollutants) เป็นสารมลพิษอากาศที่เกิดขึ้นและถูกระบายจากแหล่งกำเนิดโดยตรงเช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (nitrogen oxides) ไฮโดรคาร์บอน (HC) สารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ฝุ่นละอองและเขม่าควัน การเผาเชื้อเพลิงในยวดยานพาหนะ และเตาเผาในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น การควบคุมมลพิษทางอากาศกลุ่มนี้ สามารถควบคุมจากแหล่งกำเนิดได้โดยตรง

2.) สารมลพิษทางอากาศทุติยภูมิ (secondary air pollutants) เป็นสารมลพิษอากาศที่ไม่ได้เกิดและถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิด แต่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารมลพิษอากาศปฐมภูมิ กับก๊าซ และสารแขวนลอยในบรรยากาศ เช่น ก๊าซโอโซน ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเคมีแบบใช้แสง (photochemical oxidation) ระหว่างก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอื่น ๆ สารมลพิษทางอากาศทุติยภูมิอื่น เช่น ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ และฝุ่นตะกั่ว เป็นต้น

ลักษณะของแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ

มลพิษทางอากาศส่วนหนึ่งเกิดจากธรรมชาติ เช่น ไฟป่าธรรมชาติ ภูเขาไฟระเบิดแผ่นดินไหว การย่อยสลายซากพืชซากสัตว์โดยจุลินทรีย์ เป็นต้น กิจกรรมของมนุษย์เกือบทุกอย่างทำให้เกิดมลพิษทางอากาศได้เช่นเดียวกัน สามารถแบ่งลักษณะของแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศได้เป็น 3 ประเภทคือ

1.) แหล่งกำเนิดอยู่กับที่ (point sources) ได้แก่ การปล่อยมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม ไอระเหยจากคลังน้ำมัน และสถานีบริการน้ำมัน เป็นต้น

2.) แหล่งกำเนิดเคลื่อนที่ (mobile sources) ได้แก่ มลพิษจากยวดยานพาหนะประเภทต่าง ๆ เช่น รถยนต์ รถจักรยานยนต์ รถบรรทุก เรือ เครื่องบิน เป็นต้น

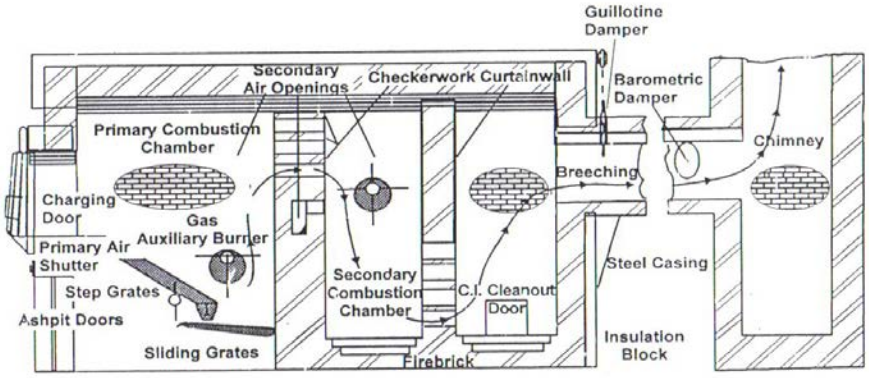
3.) มลพิษทางอากาศที่ไม่มีแหล่งกำเนิดแน่นอน (non-point sources) ได้แก่ การเผาพื้นที่การเกษตร การเผาป่า การเผาขยะ ฝุ่นละอองจากพื้นดินที่ถูกพัดพาโดยลม เป็นต้น

2.4 ชนิดของเตาเผาแบบต่าง ๆ

ระบบเตาเผามูลฝอยสามารถจัดกลุ่มได้เป็น 3 ประเภท คือ multiple-chamber, controlled-air และ rotary kiln โดยสามารถแจกแจงรายละเอียดได้ดังนี้

2.4.1. เตาเผามูลฝอยแบบหลายห้องเผาไหม้ (multiple-chamber)

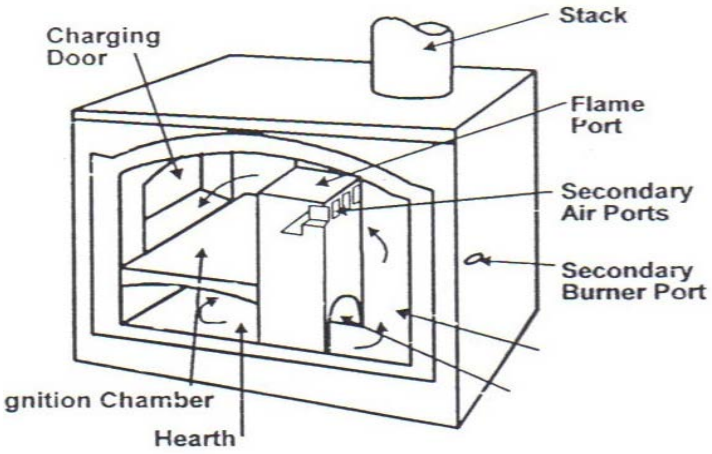
เตาเผามูลฝอยแบบหลายห้องเผาไหม้ที่ได้ออกแบบและใช้งานกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันสามารถจัดแบ่งได้เป็นสองประเภท คือ แบบ in-line hearth และแบบ retort hearth เตาเผาแบบ in-line hearth ดังแสดงในภาพประกอบ 2.4 จะมีลักษณะเป็นห้องเผาไหม้สองห้องที่ต่อกันเป็นแนวยาวโดยก๊าซเผาไหม้จะไหลในผ่านเตาเผาและมีการเปลี่ยนทิศเฉพาะในแนวดิ่งเท่านั้น สำหรับเตาเผาแบบ retort hearth เมื่อเปรียบเทียบกับเตาเผาแบบแรกแล้วพบว่าการไหลของก๊าซเผาไหม้มีการเปลี่ยนทิศทางในแนวดิ่ง (ทั้งขึ้นและลง) แต่ในขณะเดียวกันก็มีการเปลี่ยนทิศทางออกไปทางด้านข้างด้วย เนื่องจากห้องเผาไหม้ที่สองอยู่ติดกับห้องเผาไหม้แรกและก๊าซไหลเป็นรูปตัว U ดังนั้นรูปทรงของเตาเผาแบบนั้นจึงมีขนาดกะทัดรัดมากกว่าเตาเผาแบบ in-line hearth ซึ่งมีประสิทธิภาพการเผามากกว่า เตาเผามูลฝอยแบบหลายห้องเผาไหม้มีทั้งแบบที่ห้องเผาไหม้แรกไม่มีตะกรับและแบบมีตะกรับหรือทั้งสองแบบในห้องเดียวกัน



ภาพประกอบ 2.4 เตาเผาแบบ in-line hearth
ที่มา: Calvin R. Brunner, 1996

หลักการเผาไหม้และการกระจายอากาศ การเผาไหม้เตาเผามูลฝอยแบบหลายห้องเผาไหม้เกิดขึ้นในห้องเผาไหม้สองห้องเผาไหม้ทั้งสองทำงานภายใต้สภาวะใช้อากาศเกินพอ (excess air) การเผาไหม้เริ่มต้นด้วยการระเหยความชื้นและสารระเหยในมูลฝอยตามมาด้วยการเผาไหม้ตัวขยะ (fixed carbon) เกิดขึ้นภายในห้องเผาไหม้แรก ก๊าซเผาไหม้ซึ่งประกอบด้วยสารระเหยออกจากห้องเผาไหม้แรกไหลผ่านช่องไฟ (flame port) เข้าไปห้องผสมควัน (mixing chamber) ก่อนที่จะไหลเข้าสู่ห้องเผาที่สอง อากาศส่วนที่สอง (secondary air) ถูกเติมเข้าไปทางช่องไฟและผสมกับก๊าซเผาไหม้ในห้องผสม หัวเผาที่สอง (secondary burner) ที่ติดตั้งในห้องผสมทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิการเผาไหม้ของก๊าซที่ไหลผ่านเข้าไปสู่พอเพียงและเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ในห้องเผาไหม้ที่สองเตาเผามูลฝอยแบบนี้ได้รับการออกแบบให้เกิดการเผาไหม้ขึ้นที่บริเวณผิวหน้าของมูลฝอย ซึ่งสามารถทำได้โดยจ่ายอากาศเผาไหม้ด้านบน ในปริมาณมากและจำกัดปริมาณอากาศเผาไหม้ด้านล่าง เตาเผามูลฝอยแบบ excess air ทำงานโดยมีเปอร์เซ็นต์ของอากาศส่วนเกินโดยรวมอยู่ระหว่าง 300-600 เปอร์เซ็นต์ ในเตาเผาระบบเก่าอากาศที่ใช้ในการเผา

ไหม้จะถูกดูดเข้าเตาเผาด้วยตนเองและปรับปริมาณที่ต้องการด้วยกระบังลม (damper) ในระบบเตาเผาแบบหลายห้องเผาไหม้รุ่นใหม่ ๆ จะป้องอากาศเข้าเตาโดยใช้พัดลมเป่าอากาศ (blower) อัดอากาศเข้าไปในห้องเผาไหม้ ดังแสดงในภาพประกอบ 2.5

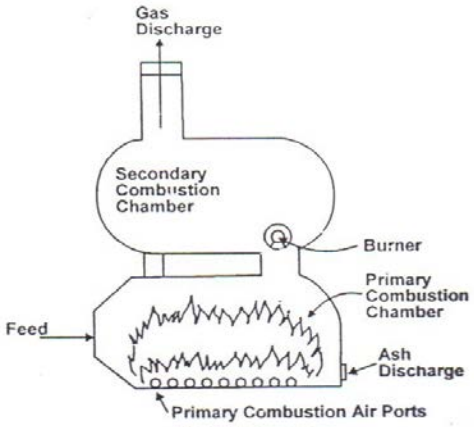


ภาพประกอบ 2.5 เตาเผาแบบ retort hearth
ที่มา: Calvin R. Brunner, 1996

เตาเผามูลฝอยแบบหลายห้องเผาไหม้ได้รับการออกแบบมากโดยเฉพาะให้ทำงานแบบการป้อนมูลฝอยครั้งเดียว หรือแบบการทำงานกึ่งต่อเนื่อง เตาเผาแบบนี้จะไม่มีระบบการล่ายขี้เถ้าออกมาอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นจึงต้องหยุดทำงานเมื่อสิ้นช่วงหนึ่ง เพื่อถ่ายขี้เถ้าออกและจะเรียกเตาเผาแบบนี้ว่าปฏิบัติงานแบบกึ่งต่อเนื่อง

2.4.2. เตาเผามูลฝอยแบบควบคุมอากาศ (controlled-air)

หลักการทำงานของเตาเผามูลฝอยแบบควบคุมอากาศ ได้แก่ การแบ่งการเผาไหม้ออกเป็นสองส่วนในห้องเผาไหม้สองห้อง ห้องเผาไหม้แรกเป็นห้องที่รับมูลฝอยที่ป้อนเข้ามาและเริ่มต้นเผาไหม้โดยการควบคุมการเผาไหม้ให้ต่ำกว่าส่วนผสมกระบวนการเผาไหม้สมบูรณ์ (stoichiometric) หรือการเผาไหม้ตามทฤษฎี (theoretical combustion) ปริมาณอากาศที่ป้อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้ถูกควบคุมอย่างเคร่งครัด โดยการป้อนอากาศเข้าห้องเผาไหม้เป็นการป้อนแบบป้อนด้านใต้ไฟ การเผาไหม้แบ่งออกได้สามขั้น ขั้นแรก ความชื้นที่อยู่ในมูลฝอยจะระเหยออกมา จากนั้นขั้นที่สอง สารระเหยที่อยู่ในมูลฝอยจึงระเหยออกมากลายเป็นก๊าซระเหยไหลเข้าสู่ห้องเผาไหม้ที่สอง ขั้นที่สอง fixed carbon ที่คงเหลืออยู่ในมูลฝอยจึงเริ่มเผาไหม้ ก๊าซเผาไหม้ที่ประกอบด้วยสารระเหยจากห้องเผาไหม้แรกจะไหลโดยตรงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ที่สองซึ่งอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ได้รับการปรับเพื่อให้เกิดการเผาไหม้แบบมีอากาศเกินพอ และฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้เพื่อให้เกิดการไหลแบบปั่นป่วนช่วยให้เกิดการผสมกันของก๊าซเผาไหม้ภายใต้อุณหภูมิสูง กระบวนการทั้งหมดทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ดังแสดงในภาพประกอบ 2.6



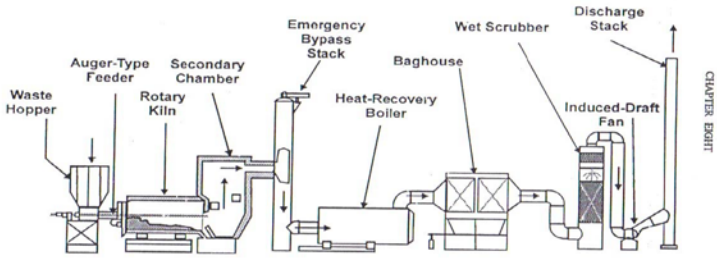
ภาพประกอบ 2.6 เตาเผาแบบควบคุมอากาศ
ที่มา: Calvin R. Brunner, 1996

การควบคุมการเผาไหม้สำหรับเตาเผาแบบควบคุมอากาศโดยทั่วไปขึ้นอยู่กับการควบคุมอุณหภูมิในห้องเผาไหม้แรกและห้องเผาไหม้ที่สอง อากาศที่ป้อนเข้าห้องเผาไหม้ก็ถูกปรับปริมาณเพื่อให้ได้อุณหภูมิเผาไหม้ตามที่ต้องการ ระบบเตาเผามูลฝอยแบบนี้ที่มีใช้กันอยู่มีระดับการควบคุมอากาศที่มีใช้ในการเผาไหม้แตกต่างกัน ส่วนใหญ่อากาศที่เผาไหม้ในห้องแรกและห้องที่สองถูกปรับอย่างอัตโนมัติและต่อเนื่องเพื่อควบคุมให้ได้อุณหภูมิตามที่ต้องการ แม้ว่ามูลฝอยที่ป้อนเข้ามาจะมีองค์ประกอบและลักษณะสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปก็ตาม สำหรับเตาเผาแบบควบคุมอากาศ ความสามารถของห้องเผาไหม้ที่สองเป็นตัวกำหนดอัตราการเผาไหม้ ห้องเผาไหม้ต้องมีปริมาตรที่เพียงพอที่จะรองรับและทำปฏิกิริยาออกซิไดส์ที่สมบูรณ์กับก๊าซระเหยที่ออกมาจากห้องเผาไหม้แรกและให้มีปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ที่เพียงพอเพื่อให้ได้ระดับออกซิเจนส่วนเกินตามที่ต้องการ

2.4.3. เตาเผาแบบหมุน (rotary kilns)

เตาเผาแบบหมุนมีการเผาไหม้ซึ่งแบ่งออกเป็นสองขั้นและมีห้องเผาไหม้จำนวนสองห้อง ห้องเผาไหม้แรกเป็นทรงกระบอกหมุนได้รอบแกนและเอียงทำมุมเล็กน้อยจากแนวระดับ ในบางครั้งจะเรียกห้องเผาไหม้แรกนี้ว่าเตาหมุน ห้องเผาไหม้ที่สองโดยทั่วไปเป็นทรงกระบอกและวางตัวในแนวระดับเช่นเดียวกับห้องเผาที่สองของเตาแบบควบคุมอากาศหรืออาจวางในแนวดิ่งก็ได้ ดังแสดงในภาพประกอบ 2.7 หลักการทำงานคือ ห้องเผาไหม้หลักจะเอียงด้วยมุมซึ่งถูกกำหนดมาตั้งแต่การออกแบบระบบ มูลฝอยจะป้อนเข้าห้องเผาไหม้แรกที่ปลายด้านที่สูงกว่าโดยให้เครื่องป้อนมูลฝอย โดยปกติอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้จะป้อนเข้าห้องเผาไม้แรก ในลักษณะอากาศส่วนเกิน อย่างไรก็ตามผู้ผลิตเตาเผาแบบหมุนในปัจจุบัน ได้ออกแบบให้เตาเผาทำงานที่สภาวะอากาศน้อยกว่าที่ต้องการทางทฤษฎี (stoichiometric) ในห้องเผาไหม้แรก เตาเผาแบบหมุนใช้ระบบกันอากาศรั่วไหลและมีระบบการฉีดอากาศแบบพิเศษ การทำงานของเตาเผาแบบนี้ช่วยลดขนาดของเตาเผาและช่วยลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเสริมสำหรับห้องเผาไหม้ที่สอง ภายในห้องเผาไหม้แรกนั้นความชื้นและสารระเหย จะระเหยออกมาจากมูลฝอยและ ณ ที่นี้มูลฝอยจะติดไฟ หัวเผาเสริมในห้องเผาไหม้แรกทำหน้าที่รักษาอุณหภูมิของห้องเผาไหม้ให้สูงเพียงพอ ในกรณีที่มูลฝอยมีค่าความร้อนไม่เพียงพอ เมื่อเตาเริ่มหมุนมูลฝอยส่วนที่เป็นของแข็งจะหมุนไปกับผนังเตาและตกกลับลงมาทำให้เกิดการผสมผสานกันของมูลฝอยช่วยให้มูลฝอยส่วนที่เป็นของแข็งสัมผัสกับอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ได้ดีขึ้น ขี้เถ้าที่เหลือภายหลังการเผาไหม้จะถูกลำเลียงจากด้านปลายเตาเข้าสู่ระบบลำเลียงขี้เถ้าออกนอกเตา ก๊าซระเหยที่ออกมาจากห้องเผาไหม้แรกจะเข้าสู่ห้องเผาไหม้ที่สองเพื่อทำให้ก๊าซเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ หัวเผาสำหรับห้องเผาไหม้ที่สองทำหน้าที่รักษาอุณหภูมิ

ภายในห้องเผาไหม้และอากาศสำหรับการเผาไหม้ของห้องเผาที่สองจะถูกป้อนเข้าห้องเผาเพื่อรักษาระดับการเผาไหม้แบบอากาศส่วนเกินในห้องเผาไหม้นี้



ภาพประกอบ 2.7 เตาเผาแบบหมุน rotary kiln
ที่มา: Calvin R. Brunner, 1996

เนื่องจากมูลฝอยส่วนที่เป็นของแข็งจะเคลื่อนตัวภายในห้องเผาไหม้แรกลงสู่ด้านล่างของเตาอย่างต่อเนื่อง ระบบเตาเผามูลฝอยจึงถูกออกแบบให้ทำงานอย่างต่อเนื่องโดยอาจมีการป้อนมูลฝอยเข้าเตาแบบกึ่งต่อเนื่องหรือแบบต่อเนื่อง เมื่อเป็นเช่นนี้ระบบการเผาแบบหมุนโดยทั่วไปจึงมักประกอบด้วยระบบเครื่องป้อนมูลฝอยและระบบนำขี้เถ้าออกจากเตาเผา ระบบป้อนมูลฝอยทำหน้าที่ป้อนมูลฝอยเข้าเตาเผาอย่างต่อเนื่องหรือกึ่งต่อเนื่อง ผู้ผลิตเตาเผาแบบหมุนบางรายได้ออกแบบระบบเตาเผาแบบหมุนสำหรับใช้กับมูลฝอยจากโรงพยาบาลโดยใช้เครื่องป้อนแบบเกลียว (feeder auger) เพื่อป้อนมูลฝอยเข้าเตาเผาอย่างต่อเนื่องโดยมูลฝอยจะถูกบรรจุลงในห้องป้อน จากนั้นเกลียวขับจะป้อนมูลฝอยที่อยู่ทางส่วนล่างของห้องป้อนเข้าสู่เตาเผาอย่างต่อเนื่อง นอกจากระบบป้อนมูลฝอยดังกล่าวแล้ว ระบบป้อนมูลฝอยแบบที่อธิบายก่อนหน้านี้ซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์สำหรับยกถังมูลฝอยเข้าห้องป้อน และมีตัวดันมูลฝอยเข้าเตาเผาก็มีเช่นเดียวกันสำหรับเตาเผาแบบหมุน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเผามูลฝอยอันตราย

2.5 เครื่องมือดักมลพิษทางอากาศ

มลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดเหล่านี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่

2.5.1.) ฝุ่นละออง (particular matter)

ฝุ่นละอองหมายถึง อนุภาคของแข็งและละอองของเหลว (ไม่รวมถึงหยดน้ำและแก๊ส) ที่แขวนลอยอยู่ในอากาศทั้งที่มองเห็นและไม่เห็นด้วยตาเปล่า โดยทั่วไปฝุ่นละอองในอากาศที่มีขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอน ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม บดบังทัศนะวิสัยในการจราจร รวมทั้งเกิดความเสียหายต่อเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ภายในโรงงานด้วย ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2536) เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน ได้กำหนดมาตรฐานของฝุ่นละอองไว้ที่ 400 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (mg/m^3) สำหรับหม้อไอน้ำที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง และ 300 mg/m^3 สำหรับหม้อไอน้ำที่ใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง ฝุ่นละอองที่ขนาดเล็กจะมีผลกระทบต่อสุขภาพมากกว่าฝุ่นละอองขนาดใหญ่ เนื่องจากสามารถผ่านเข้าไปในระบบทางเดินหายใจส่วนในได้ลึกกว่า ดังนั้น US.EPA. (United State Environmental Protection Agency) จึงให้ความสนใจกับในละอองที่มีขนาดเล็ก โดยแบ่งออกเป็น 2 ขนาด คือ

- PM_{10} หมายถึง ฝุ่นที่มีขนาดอนุภาคในช่วง 2.5-10 ไมครอน เช่น ฝุ่นที่เกิดจากถนนที่ไม่ได้ลาดยาง โรงงานบด โรงย่อยหิน เป็นต้น เป็นสาเหตุของโรคหอบหืด (asthma) และโรคทางเดินหายใจบางชนิด ในประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2538) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศใน

บรรยากาศโดยทั่วไป ได้กำหนดค่าเฉลี่ยมาตรฐานความเข้มข้นในช่วง 24 ชั่วโมงของ PM_{10} ในบรรยากาศทั่วไปไว้ไม่เกิน 0.12 mg/m^3

- $PM_{2.5}$ หมายถึง ฝุ่นที่อนุภาคมีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน เช่น ฝุ่นจากควันเสียของรถยนต์ โรงไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรม กระบวนการผลิตสารเคมี เป็นต้น $PM_{2.5}$ มีความสัมพันธ์กับอัตราการเกิดโรคหัวใจและโรคปอด US. EPA. ได้กำหนดมาตรฐานความเข้มข้นในช่วง 24 ชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศทั่วไปไว้ไม่เกิน 0.065 mg/m^3 อย่างไรก็ตาม กฎหมายในเรื่องมลพิษทางอากาศของประเทศไทยยังไม่มีการกำหนดค่ามาตรฐานของ $PM_{2.5}$

2.5.2.) แก๊สและไอ (gas and vapor)

แก๊สและไอที่พบอยู่ทั่วไปในชีวิตประจำวันคือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไอน้ำ เป็นต้น แต่ในทางสิ่งแวดล้อม มลพิษทางอากาศจะกล่าวถึงเฉพาะสารที่มีความเป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม 5 ชนิด ได้แก่ แก๊สคาร์บอนมอนออกไซด์ (CO), แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2), แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2), โอโซน (O_3), และตะกั่ว (Pb)

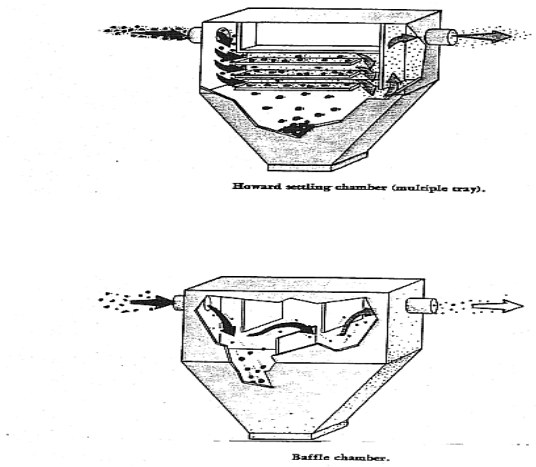
การบำบัดและกำจัดมลพิษทางอากาศทั้งสองประเภทนี้ มีความแตกต่างกันทั้งในด้านกลไกการบำบัด และลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้ ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะอุปกรณ์ที่ใช้ในการดักจับฝุ่นละอองขนาดต่าง ๆ ทั้งในส่วนของหลักการ กลไก การออกแบบ และการควบคุมการทำงานเบื้องต้น ซึ่งในประเทศไทยมีหนังสือที่กล่าวถึงการออกแบบและควบคุมประสิทธิภาพของอุปกรณ์ดักจับฝุ่นจากแหล่งกำเนิดอยู่กับที่ไม่มากนัก

2.6 อุปกรณ์ดักจับฝุ่นละออง

ระบบที่ใช้ในการดักจับฝุ่นละอองจะใช้ได้กับเฉพาะแหล่งกำเนิดที่อยู่กับที่ โดยเน้นที่โรงงานอุตสาหกรรม ในการเลือกอุปกรณ์นั้นจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับลักษณะของฝุ่น ที่สำคัญคือ ขนาดของฝุ่นที่ต้องการบำบัด จากนั้นจึงพิจารณาองค์ประกอบอื่นๆได้แก่ ประสิทธิภาพการดักจับ ข้อจำกัดของอุปกรณ์ การควบคุมดูแลและค่าใช้จ่าย อุปกรณ์ที่ใช้ดักจับฝุ่นมี 5 ระบบ ดังนี้

2.6.1.) ระบบคัดแยกโดยการตกเนื่องจากน้ำหนักฝุ่น (gravity settling chambers)

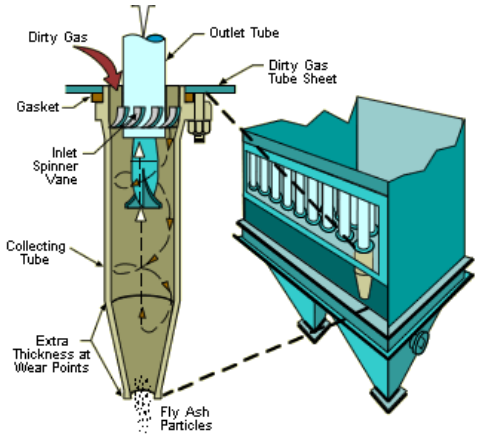
ระบบคัดแยกโดยการตกเนื่องจากน้ำหนักฝุ่นเป็นอุปกรณ์ที่ในการแยกฝุ่นละอองออกจากอากาศ โดยอาศัยน้ำหนักที่มากกว่าของฝุ่นทำให้ตกลงมาด้วยแรงโน้มถ่วง อากาศจะถูกดูดผ่านท่อที่มีพื้นที่ขนาดเล็กเข้ามาสู่ห้อง (chamber) ที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ ทำให้อนุภาคฝุ่นมีความเร็วลดลงและตกลงสู่ด้านล่าง ดังภาพประกอบ 2.8 ระบบคัดแยกโดยการตกเนื่องจากน้ำหนักฝุ่นใช้ในการดักฝุ่นที่มีขนาดประมาณ 40 – 60 ไมครอน มีข้อดีคือ ค่าติดตั้งและค่าดำเนินการต่ำ ใช้พลังงานต่ำมากและมีความทนทาน แต่มีข้อเสียคือ มีขนาดใหญ่ ประสิทธิภาพต่ำและใช้ได้เฉพาะกับฝุ่นที่มีขนาดใหญ่



ภาพประกอบ 2.8 ระบบคัดแยกโดยการตกเนื่องจากน้ำหนักฝุ่น
ที่มา: พานิช อินต๊ะ, 2554

2.6.2.) ระบบไซโคลน (cyclone separator)

ระบบไซโคลนอาศัยหลักการหนีศูนย์กลางในการแยกฝุ่นออกจากอากาศ ฝุ่นและอากาศจะถูกดูดเข้าไปในไซโคลนที่มีระแสวนหนีศูนย์กลางเหวี่ยงอนุภาคไปยังผนัง กระแสวนจะพาอนุภาคฝุ่นเคลื่อนตัวลงไปเรื่อย ๆ จนถึงปลายโคน ในขณะที่อากาศที่ไม่มีฝุ่นจะถูกหมุนกลับขึ้นไปยังส่วนบนออกไปที่ท่อออก ดังแสดงในภาพประกอบ 2.9 ระบบไซโคลนใช้ในการดักฝุ่นขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน มีข้อดีคือ ราคาค่าติดตั้งและดำเนินการไม่สูง และสามารถใช้ได้กับฝุ่นที่มีอุณหภูมิสูง ส่วนข้อเสียคือ ความดันลดสูง และใช้ไม่ได้กับฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 5 ไมครอน



ภาพประกอบ 2.9 ระบบมัลติไซโคลน
ที่มา: พานิช อินต๊ะ, 2554

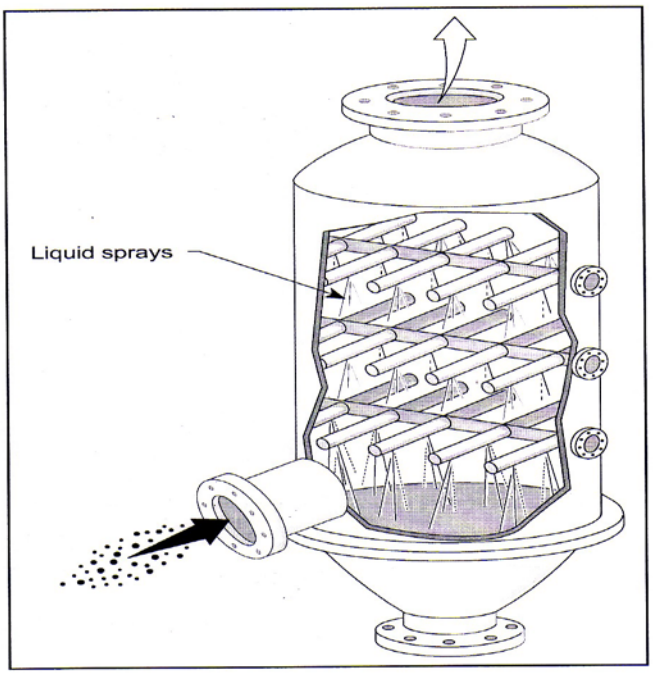
2.6.3.) เครื่องดักจับด้วยหยดน้ำ (wet collector)

เครื่องดักจับด้วยหยดน้ำหรือที่ทั่วไปรู้จักในชื่อของ wet scrubber อาศัยหลักในการใช้ของเหลวดักจับฝุ่น สามารถดักฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กมากได้ การใช้งานโดยมากอยู่ในรูปของหอ (tower) โดยทำการพ่นของเหลวที่มีขนาดเล็กจากด้านบน เพื่อให้เกิดการจับกับมวลแก๊สและฝุ่นที่ลอยมาจากด้านล่าง กลไกในการดักฝุ่น คือ การกระทบจากความเฉื่อย ซึ่งเป็นกลไกหลัก การสกัดกั้น และการแพร่ เครื่องดักจับด้วยหยดน้ำมีหลายชนิด เช่น spray tower, venturi scrubber ซึ่งเป็นอุปกรณ์บำบัดฝุ่นชนิดเดียวที่สามารถบำบัดแก๊สที่ละลายน้ำ และไอเสียได้ด้วย ส่วนประกอบชิ้นสำคัญที่จะขาดไม่ได้ของ wet scrubber คือ demister บางครั้งเรียกว่า mist eliminator ซึ่งอยู่ด้านบนสุดของระบบ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการดักจับฝุ่นบางส่วนที่อาจถูกละอองของเหลวพาให้ลอยออกไปด้านบน ดังแสดงในภาพประกอบ 2.10 เครื่องดักจับด้วยหยดน้ำสามารถดักจับฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน มีข้อดีคือ สามารถกำจัดฝุ่นที่มีขนาดเล็กได้ และหากใส่ตัวกลาง (media) จะสามารถดักไอแก๊สได้อย่างดี และยังเป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิของแก๊สด้วย ส่วนข้อเสียคือ มีปัญหาเรื่องการสุกร่อนสูง และต้องการระบบบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำดักฝุ่น

การควบคุมระบบจำเป็นต้องคำนึงถึงการทำงานที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งประสิทธิภาพของเครื่องดักจับด้วยหยดน้ำสามารถควบคุมจาก

1) ปริมาณของของเหลว มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องกระจายการหยดของของเหลวให้เต็มพื้นที่หน้าตัดของหอ จัดได้ว่าเป็นตัวควบคุมประสิทธิภาพของระบบ โดยทั่วไปต้องให้อัตราส่วนระหว่างอัตราการไหลของของเหลวต่ออัตราการไหลของแก๊ส (liquid/gas ratio) มากกว่า 2 ลิตร/ลูกบาศก์เมตร

2) ขนาดหยดของเหลว โดยหยดของเหลวที่มีขนาดเล็กจะมีประสิทธิภาพในการดักฝุ่นดีกว่าหยดของเหลวที่มีขนาดใหญ่ ดังนั้นจุดสำคัญคือ การลดขนาดของหยดของเหลวที่โปรยลงมา เช่น การเพิ่มความสูงของหอ เป็นต้น และประสิทธิภาพในการจับฝุ่นไม่ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของของเหลวที่ใช้ นั่นหมายถึงสามารถเลือกใช้ของเหลวชนิดใดก็ได้ในการจับฝุ่น แต่มีข้อควรระวังคือ หากใช้ของเหลวที่มีตะกอนอาจทำให้เกิดการอุดตันของตัวพ่นน้ำ (nozzle) ได้ นอกจากนี้ หอที่ใช้ในการดักจับฝุ่นจะต่างกับหลักการใช้ wet scrubber ในการจับแก๊สและไอ คือ การดักฝุ่นไม่จำเป็นต้องใส่ตัวกลาง (media)



ภาพประกอบ 2.10 เครื่องดักจับด้วยหยดน้ำ
ที่มา: พานิช อินตี๊ะ, 2554

2.6.4.) ถุงกรอง (bag-house filter)

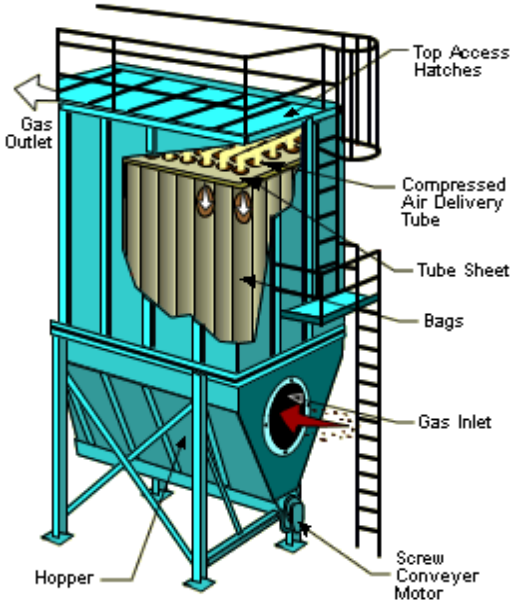
ถุงกรองมีกลไกที่สำคัญในการกรองฝุ่นด้วยถุงกรอง คือ การชน (impaction), การแพร่ (diffusion) และการยึด (interception) ระหว่างฝุ่นกับถุงกรอง ซึ่งกลไกหลักที่สำคัญที่สุด คือ การชน ซึ่งจะเกิดขึ้นภายในถุงกรองมากกว่า 20 ครั้ง ระบบถุงกรองสามารถบำบัดฝุ่นขนาดเล็กถึง 0.1 ไมครอนได้ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555) ดังแสดงตัวอย่างในภาพประกอบ 2.11 ระบบการบำบัดอากาศด้วยถุงกรองมีข้อดีคือ ประสิทธิภาพสูงในการดักฝุ่นขนาดเล็ก ฝุ่นที่ดักได้จะเป็นฝุ่นแห้ง เช่น ฝุ่นในอุตสาหกรรมผลิตยา สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ พลังงานที่ใช้และความดันลดไม่มาก และไม่เกิดน้ำเสีย ส่วนข้อเสียคือ มักมีขนาดใหญ่ ต้องการการบำรุงรักษามาก มีข้อจำกัดกับฝุ่นที่มีอุณหภูมิสูง และหากฝุ่นมีความชื้นจะทำให้เกิดการอุดตันภายในถุงกรอง

ในการออกแบบถุงกรองจะคิดประสิทธิภาพเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่ว่าถุงกรองจะมีขนาดพื้นที่เท่าใด แต่หากถุงกรองมีพื้นที่น้อยก็จะทำให้ความดันลด (pressure drop) มีค่าสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และยังทำให้ฝุ่นมีความเร็วในการพุ่งชนถุงกรองสูง ฝุ่นจะเกาะในเนื้อผ้ากรองแน่นกว่าถุงกรองที่มีพื้นที่มาก ทำให้การทำความสะอาดเป็นไปได้ยาก ดังนั้นการออกแบบถุงกรองก็คือ การหาขนาดของถุงกรองที่เหมาะสมนั่นเอง โดยสามารถคิดได้จากอัตราส่วนปริมาณอากาศที่ใช้ต่อพื้นที่ถุงกรอง (air-to-cloth ratio; A/C ratio หรือ gas-to-cloth ratio; G/C ratio) มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์ฟุตต่อนาทีต่อตารางฟุต ($ft^3/min\text{-}ft^2$) อัตราส่วนปริมาณอากาศที่ใช้ต่อพื้นที่ถุงกรองขึ้นอยู่กับระบบทำความสะอาดถุงกรอง ซึ่งระบบทำความสะอาดถุงกรอง มีด้วยกัน 3 ระบบ ได้แก่

1. ระบบ reverse air: ในการทำความสะอาดจะเป่าอากาศไหลย้อน (reverse) ในทิศตรงข้ามกับการกรอง ผ้ากรองที่นำมาใช้ทำจากผ้าทอ (woven fabrics) ค่า A/C ratio ที่ใช้จะอยู่ในช่วงประมาณ 1 – 3 $ft^3/min\text{-}ft^2$ เป็นระบบการทำความสะอาดที่มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด ในการใช้งานจึงต้องการพื้นที่ถุงกรองมากที่สุด แต่มีข้อดีคือ สามารถใช้ดักฝุ่นที่มีอุณหภูมิสูงได้

2. ระบบ shaking: เป็นการใช้การสั่นของถุงกรองเพื่อให้ฝุ่นที่ติดอยู่หลุดออกมา ระบบนี้ต้องการขนาดพื้นที่ในถุงกรองน้อยกว่าระบบ reverse air และราคาถูกกว่าระบบ pulse jet ค่า A/C ratio ที่ใช้มีค่าประมาณ 2 - 6 $ft^3/min\text{-}ft^2$

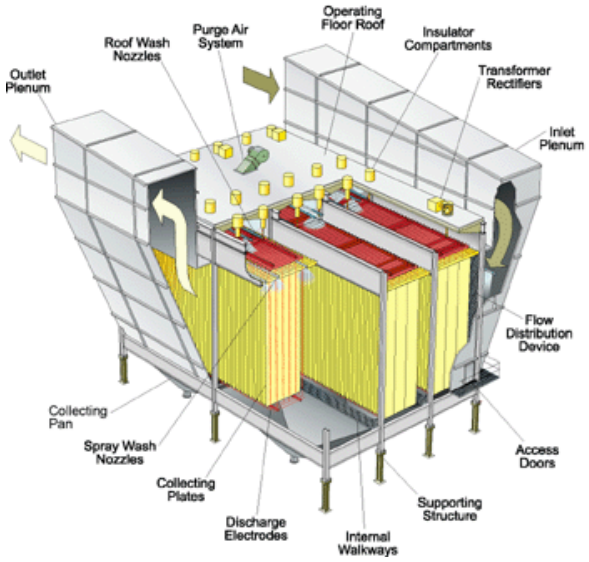
3. ระบบ pulse jet: เป็นการใช้ก้อนอากาศ (bubble) อัดเป็นจังหวะ (pulse) เพื่อทำความสะอาดถุงกรอง มีประสิทธิภาพสูงที่สุด ทำให้ความต้องการพื้นที่ในการกรองต่ำสุด ผ้ากรองที่ใช้ทำจากผ้าสักหลาด (felted fabrics) ค่า A/C ratio ที่ใช้จะอยู่ในช่วงประมาณ 5 - 15 $ft^3/min\text{-}ft^2$ ข้อเสียคือ มีราคาสูงมาก และใช้กับฝุ่นที่มีอุณหภูมิสูงไม่ได้



ภาพประกอบ 2.11 ถุงกรอง
ที่มา: พานิช อินต๊ะ, 2554

2.6.5.) เครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตย์ (electrostatic precipitator)

เครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตย์ (ESP) อาศัยแรงทางไฟฟ้าในการแยกฝุ่นออกจากอากาศ การทำงานประกอบด้วยแผ่นที่ให้ประจุกับอนุภาคฝุ่น หรือ แผ่น corona ทำหน้าที่ในการชาร์ตประจุลบให้กับฝุ่นและแผ่นเก็บฝุ่น หรือ collecting plate ซึ่งมีประจุบวกทำหน้าที่จับและเก็บฝุ่นไว้ โดยฝุ่นที่ได้รับประจุลบจากแผ่น corona จะเคลื่อนที่ไปยังแผ่น collecting plate ที่มีขั้วบวกตามแรงทางประจุไฟฟ้า ดังภาพประกอบ 2.12 ระบบนี้มีข้อดี คือ ประสิทธิภาพในการบำบัดฝุ่นสูง เกิดความดันลดต่ำ จึงนิยมใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น โรงหลอมโลหะ โรงปูนซีเมนต์ โรงจักรไฟฟ้าและโรงงานผลิตสารเคมี เป็นต้น เนื่องจากสามารถดักฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอนได้ แต่มีข้อเสียคือ ต้องเสียค่าไฟฟ้าสูงไม่สามารถใช้กับฝุ่นที่มีสมบัติติดไฟหรือระเบิดง่ายและการใช้งานจะผลิตแก๊สโอโซนซึ่งมีฤทธิ์ในการกัดกร่อนออกมา



ภาพประกอบ 2.12 *เครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต*
ที่มา: พานิช อินต๊ะ, 2554

2.7 ผลงานวิจัยที่ใช้อ้างอิง

เชาวลิต รัตนธรรมสกุล, บุญไท พิธิพงษ์สกุล, สุรงค์ สุวรรณวาณิช (2534) ได้ออกแบบเตาเผาขยะมูลฝอยลดมลภาวะที่ใช้ไซโคลนเป็นเครื่องลดอนุภาคที่เกิดจากการเผาไหม้ขยะมูลฝอยก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศ และติดพัดลมเพื่อช่วยเพิ่มอากาศให้กับเตาเผา ในการทดลองเผาขยะมูลฝอยเพื่อหาการเผาไหม้ที่เหมาะสมโดยการจับเวลาและใช้ปริมาณอากาศที่พอเหมาะเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้และค่าใช้จ่ายต่าง ๆ

อัศวิน สืบนุการณ์ (2544) ได้ศึกษาออกแบบเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชนโดยใช้เหล็กก้างปลาช่วยในการเผาไหม้ ทำให้ขยะมูลฝอยมีความพรุนไม่อัดตัว อัตราการเผาสามารถเพิ่มสูงขึ้นที่ค่าเฉลี่ย 114 กก./ชม. หรือ 2.74 ตันต่อวัน สามารถให้อากาศเข้าไปในเตาได้มากขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ขยะดีขึ้นทั้งปริมาณและความชื้น เตาเผานี้สามารถรองรับอุณหภูมิสูงได้ถึง 1,200 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังได้ศึกษาถึงการใช้อัตราส่วนขยะมูลฝอยแห้ง:ขยะมูลฝอยเปียกเท่ากับ 1 : 0, 4 : 1, 3 : 1, 2 : 1 และ 1 : 1 เพื่อประเมินหาอัตราการเผาไหม้ที่เหมาะสม พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดคือ 1 : 0 สำหรับคงไว้ซึ่งความสามารถในการเผาไหม้ของตัวขยะเอง

กุลธิดา บรรจงศิริ (2547) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการสร้างเตาเผาขยะมูลฝอยครัวเรือนที่มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนคือ ห้องเผาไหม้ สามารถเผาไหม้ขยะมูลฝอยได้สูงสุด 18 กิโลกรัมต่อครั้งและห้องพักควัน ซึ่งใช้วิธีการกำจัดเขม่าควันโดยใช้วัสดุกรองแบบแห้ง 3 ชั้นคือฝอยเหล็ก ถ่านกัมมันต์และใยแก้ว เตาเผานี้ใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง ทดลองเผาขยะจากครัวเรือนครั้งละ 15 กิโลกรัม โดยแบ่งอัตราส่วนผสมของขยะมูลฝอยแห้งต่อขยะมูลฝอยเปียก 5 อัตราส่วนคือ 1 : 1, 1 : 2, 1 : 3, 2 : 1 และ 3 : 1 จากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในห้องเผาไหม้อยู่ระหว่าง 104-310 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ 1 ชั่วโมง 40 นาที ถึง 3 ชั่วโมง ปริมาณเชื้อเพลิงเฉลี่ยที่ใช้ 1.22 กก./ครั้ง ประสิทธิภาพในการกำจัดขยะมูลฝอยร้อยละ 94.98-96.17 โดยสัดส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการเผาไหม้ คือ 3 : 1

ชาญณรงค์ คำสุข, เวชยันต์ แย้มโคกสูง, จงศิลป์ สุขุมจริยพงศ์, และประยงค์ กิรติอุไร (2548) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเตาเผาขยะมูลฝอยครัวเรือนที่มีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ ห้องเผาไหม้, ห้องดักควันและถังพักน้ำโดยใช้ขยะมูลฝอยเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ โดยเลือกใช้อัตราส่วนขยะมูลฝอยแห้ง : ขยะมูลฝอยเปียก ดัง

อัตราส่วน 1 : 0, 4 : 1, 2 : 1, 3 : 2, 1 : 1 และ 1 : 2 และใช้น้ำหนักขยะมูลฝอยรวม 2 กิโลกรัมต่อการเผาหนึ่งครั้ง ผลจากการศึกษาพบว่า อัตราส่วนปริมาณขยะมูลฝอยแห้งต่อขยะมูลฝอยเปียกที่เหมาะสมคืออัตราส่วน 3 : 2 ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกำจัดขยะมูลฝอยเท่ากับ 90.29% โดยที่อัตราส่วนที่มีปริมาณขยะมูลฝอยแห้งมากต่อขยะมูลฝอยเปียกน้อยหรือไม่มี จะมีแนวโน้มทำให้เกิดอุณหภูมิในเตาเผาสูงกว่าอัตราส่วนที่มีปริมาณขยะมูลฝอยแห้งน้อยต่อขยะมูลฝอยเปียกมาก ซึ่งอุณหภูมิในเตาเผาจะแปรผันโดยตรงกับ น้ำหนักขยะมูลฝอยที่หายไปและน้ำหนักของแข็งทั้งหมด

วลัยรัตน์ อุตตมะปรากรม และธราพงษ์ วิทิตศานท์ (2554) งานวิจัยนี้ศึกษาการนำตะกอนเปียกเพื่อนำไปเป็นเชื้อเพลิงทดแทน โดยการนำมาวิเคราะห์สมบัติเบื้องต้นและค่าความร้อน พบว่า มีปริมาณคาร์บอนคงตัวต่ำซึ่งเป็นส่วนที่เผาไหม้ให้พลังงานร้อยละ 13.33 และ ค่าความร้อนต่ำคือ 13,864.38 kJ/kg จึงเหมาะสมในการนำมาวิจัยเพื่อปรับปรุงคุณภาพก่อนนำไป ใช้งาน จากนั้นนำไปคาร์บอไนเซชั่นในสภาวะต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 400, 450, 500 และ 550 °C ในแต่ละช่วงอุณหภูมิทำ การทดลองที่ระยะเวลา 30, 45, 60 และ 90 นาที ในภาวะจำกัดออกซิเจน จากการทดลองพบว่า ภาวะที่เหมาะสมสำหรับการคาร์บอไนเซชั่นตะกอนเปียก คือ อุณหภูมิ 500°C ที่ระยะเวลา 60 นาที โดยภาวะดังกล่าว มีความชื้น 1.17% สารระเหย 16.57% เถ้า 34.42% และคาร์บอนคงตัว 47.84% เมื่อทราบภาวะคาร์บอไนเซชั่นที่เหมาะสมจึงนำตะกอนเปียกมาอัดแบบร้อนและแบบเย็นเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการให้พลังงานความร้อน พบว่า ถ่านอัดแบบเย็นมีปริมาณคาร์บอนคงตัวสูง ซึ่งเป็นส่วนที่เผาไหม้ให้พลังงานร้อยละ 59.01 และค่าความร้อน 24,790.38 kJ/kg ในขณะที่ถ่านอัดแบบร้อนมีปริมาณคาร์บอนคงตัวร้อยละ 42.66 และค่าความร้อน 20,257.25 kJ/kg สำหรับการผลิตถ่านทั้ง 2 แบบในเชิงพาณิชย์ ถ่านอัดแบบร้อนมีต้นทุน 0.17 บาท/ก้อน ราคาขาย 0.525 บาท/ก้อน จำนวนการผลิต ที่จุดคุ้มทุน 704,225 ชิ้น ระยะเวลาคืนทุน 0.18 ปี ถ่านอัดแบบเย็นมีต้นทุน 0.3175 บาท/ก้อน ราคาขาย 1.05 บาท/ก้อน จำนวนการผลิตที่จุดคุ้มทุน 338,524 ชิ้น ระยะเวลาคืนทุน 0.17 ปี โดยอ้างอิงจากต้นทุนคงที่ 250,000 บาท ราคาขายถ่านทั้ง 2 แบบราคา 10.5 บาท/กิโลกรัม ระยะเวลาคืนทุนคิดเทียบกับกำลังการผลิตของเครื่องจักร

Varun Panwar, B. Prasad , and Kailas L. Wasewar (2011) ขยะชีวมวลสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนพลังงานที่กำลังจะหมดหรือทดแทนพลังงานที่สร้างมลพิษเช่น ถ่านหินในการผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้า ซึ่งพลังงานจากขยะชีวมวลจะช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจกได้ในระดับหนึ่ง จากคุณสมบัติของชีวมวล ซึ่งมีความหนาแน่นต่ำ อีกทั้งชีวมวลอัดแท่ง ก็จะสะดวกในการขนส่ง ช่วยให้สามารถจัดการ การจัดเก็บได้ง่าย ผลการทดสอบพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น การปีบอัด ความดัน และปริมาณความชื้น กับความหนาแน่น ของ ถ่านอัดแท่ง ตามมาตรฐาน ASTM พบว่าถ่านอัดแท่งมีค่าความร้อนมากกว่าครึ่งหนึ่งของถ่านหิน ซึ่งประเทศอินเดียสามารถใช้ถ่านอัดแท่งเป็นทางเลือกในการใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนถ่านหินและฟืน

บทที่ 3
วิธีดำเนินงาน

3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับขยะมูลฝอยและวิธีการกำจัดขยะมูลฝอย

จากการสำรวจประเด็นปัญหาเบื้องต้นและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับขยะมูลฝอยภายในโรงเรียนแห่งหนึ่ง ในตำบลหนองมะนาว อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมาพบว่า ส่วนใหญ่ขยะมูลฝอยของโรงเรียนยังไม่มีกระบวนการคัดแยกการใช้ประโยชน์ รวมทั้งการกำจัดขยะที่เป็นระบบ ดังแสดงในภาพประกอบ 3.1

ภาพประกอบ 3.1 สภาพกองขยะมูลฝอยรวม

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการศึกษาถึงชนิดและปริมาณของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น โดยจะทำการคัดแยกขยะมูลฝอยก่อนเพื่อหาสัดส่วนของการใช้ประโยชน์จากขยะตามรูปแบบต่างๆ ซึ่งจากการประเมินจำนวนคน พื้นที่ภายในโรงเรียน และปริมาณขยะที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียน จะสามารถทำให้ทราบถึง อัตราการทิ้งขยะต่อคนต่อวัน และอัตราการเกิดขึ้นของขยะต่อพื้นที่ต่อวัน โดยจะต้องทำการคัดแยกขยะและชั่งน้ำหนักขยะแต่ละประเภททุกวัน และประเมินการหาอัตราการทิ้งขยะต่อคนต่อวัน และอัตราการเกิดขึ้นของขยะต่อพื้นที่ต่อวัน ด้วยสูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

อัตราการทิ้งขยะต่อคนต่อวัน (กก. / คน / วัน) = $\frac{\text{น้ำหนักขยะทั้งหมดที่เกิดขึ้นใน 1 วัน}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

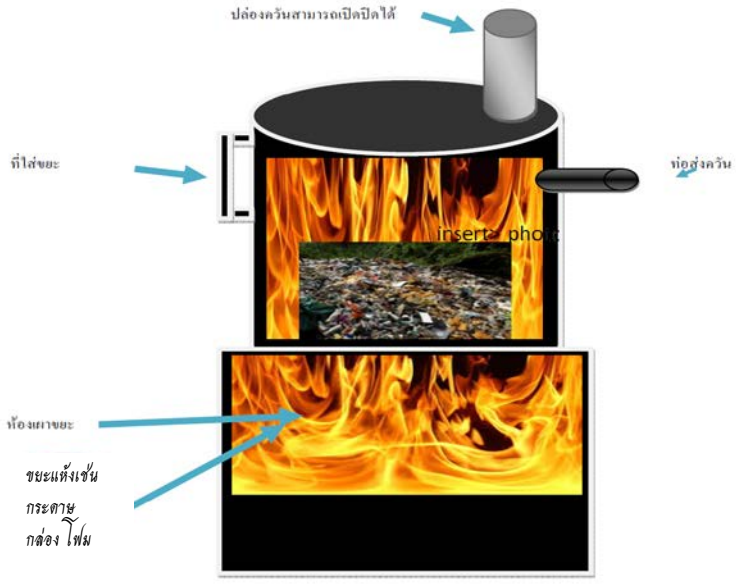
อัตราการเกิดของขยะต่อพื้นที่ต่อวัน (กก./พื้นที่/วัน) = $\frac{\text{น้ำหนักขยะทั้งหมดที่เกิดขึ้นใน 1 วัน}}{\text{ขนาดพื้นที่ทั้งหมด}}$

งานวิจัยชิ้นนี้ได้นำเสนอวิธีการจัดการขยะโดยการเผา ซึ่งสามารถลดปริมาณขยะมูลฝอยได้สูงถึง 80 - 90 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดขอบเขตของงานวิจัย โดยการใช้เตาเผาขยะต้นแบบชนิดบำบัดมลพิษ เพื่อใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยแห้งและเป็นขยะชนิดที่สามารถเผาได้ ไม่ก่อให้เกิดอันตรายจากกระบวนการเผาที่เกิดขึ้น

3.2 การศึกษาส่วนประกอบของเตาเผาขยะแบบบำบัดมลพิษ

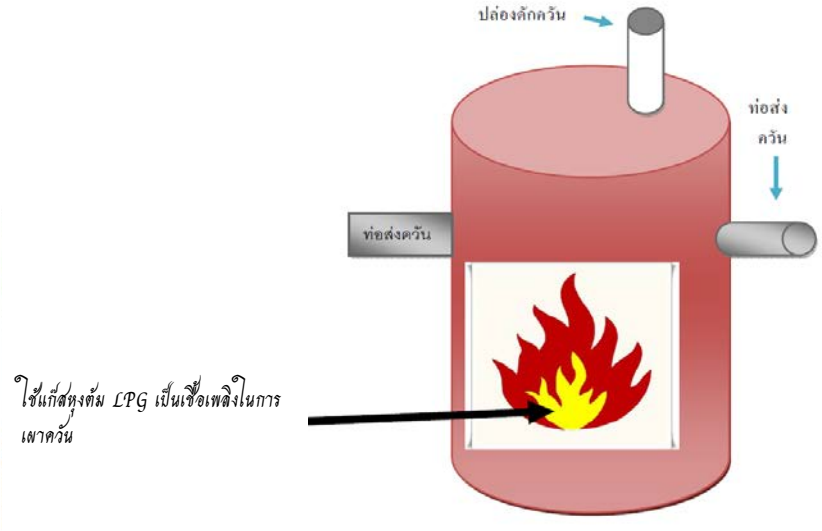
จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ต้นแบบเตาเผาขยะมูลฝอยแบบบำบัดมลพิษนี้ ผู้วิจัยได้สรุปส่วนประกอบหลักของเตาเผาขยะมูลฝอยแบบบำบัดมลพิษที่ใช้ในการศึกษา โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักดังนี้

3.2.1.) ห้องเผาไหม้ เป็นส่วนเผาไหม้ขยะส่วนแรกของเตาเผาขยะบำบัดมลพิษนี้ ซึ่งภายในเตาเผาขยะส่วนนี้จะใส่เหล็กแกนลักษณะก้างปลา เพื่อป้องกันการอัดแน่น ทับถมของขยะที่ใส่เข้าเตาและเพื่อเพิ่มโพรงอากาศสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพในการเผาไหม้ สำหรับเชื้อเพลิงที่จะใช้ในการเผาจะใช้ขยะแห้งเป็นเชื้อเพลิงในการเผาขยะมูลฝอยด้วยตัวเอง ซึ่งเตาเผานี้คาดว่าจะเหมาะสมและสามารถเผาขยะมูลฝอยแห้งเป็นหลัก โดยระบบการทำงานในส่วนของห้องเผาไหม้ของเตาเผาขยะบำบัดมลพิษนี้ สามารถแสดงได้ดังภาพประกอบ 3.2



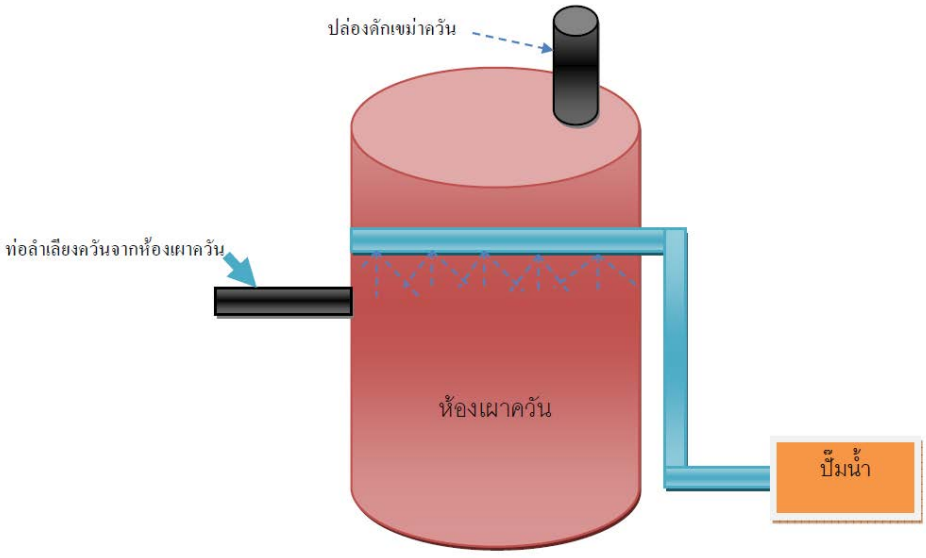
ภาพประกอบ 3.2 ระบบการทำงานในส่วนห้องเผาไหม้ของการเผาขยะ

3.2.2.) ห้องเผามลพิษ กลิ่นและควัน ถูกสร้างขึ้นเพื่อเผาดักควันจากห้องเผาขยะ ซึ่งควบคุมอุณหภูมิไว้ในห้องเผาควันส่วนนี้ไม่ต่ำกว่า 800 °C โดยอาศัยพลังงานเชื้อเพลิงจากแก๊สหุงต้ม LPG เพื่อการเผาขจัดมลพิษในควันให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยระบบการทำงานในส่วนของห้องเผาควันของเตาเผาขยะบำบัดมลพิษนี้ สามารถแสดงได้ดังภาพประกอบ 3.3



ภาพประกอบ 3.3 *ระบบการทำงานในส่วนห้องเผามลพิษในควันของการเผาขยะ*

3.2.3.) ห้องบำบัดมลพิษทางอากาศด้วยน้ำ *จะอาศัยทฤษฎีของระบบสัมผัสเปียก คือใช้น้ำเป็นตัวดักจับฝุ่นละอองโดยน้ำจะถูกพ่นให้เป็นละอองขนาดเล็ก เต็มพื้นที่หน้าตัดภายในห้องบำบัดมลพิษทางอากาศด้วยน้ำ โดยจะมีท่อปล่องควันเชื่อมผ่านจากห้องเผาควันมายังห้องบำบัดน้ำ ระบบการทำงานในส่วนของห้องบำบัดมลพิษด้วยน้ำของเตาเผาขยะบำบัดมลพิษนี้ สามารถแสดงได้ดังภาพประกอบ 3.4*

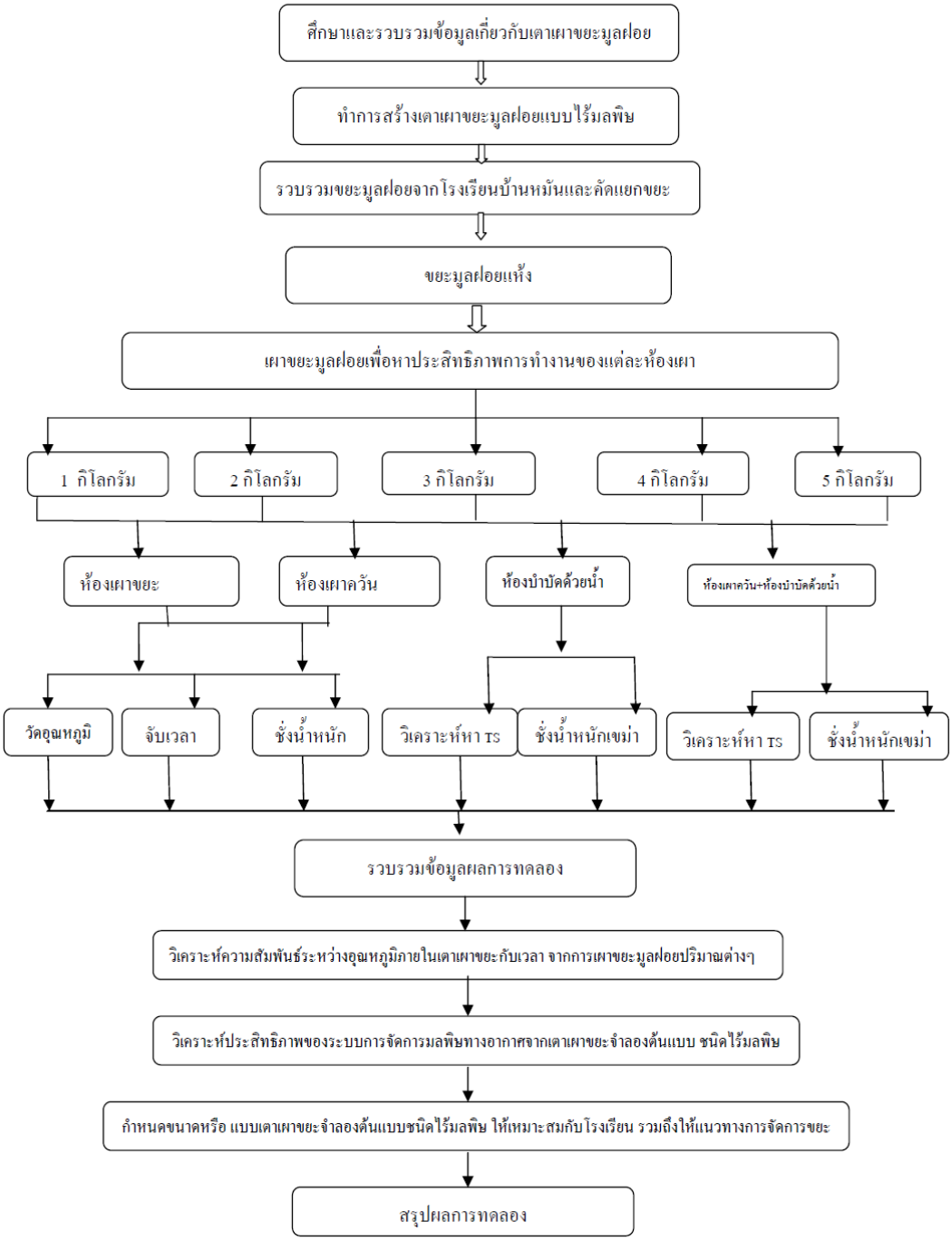


ภาพประกอบ 3.4 *ระบบการทำงานของห้องบำบัดมลพิษทางอากาศด้วยน้ำ*

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานศึกษา

ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการดำเนินงานศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้เตาเผาขยะมูลฝอยขนาดเล็กแบบบำบัดมลพิษ เพื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในเตาเผาขยะกับเวลา จากการเผาขยะมูลฝอยปริมาณต่าง ๆ

และประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการมลพิษทางอากาศจากเตาเผาขยะจำลองต้นแบบ ชนิดบำบัดมลพิษดังแสดงไว้ในภาพประกอบ 3.5



ภาพประกอบ 3.5 *ขั้นตอนการดำเนินงาน*

การดำเนินงานศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้เตาเผาขยะมูลฝอยขนาดเล็กแบบบำบัดมลพิษมีขั้นตอนดังนี้

1.) ทำการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยจากพื้นที่ต่าง ๆ ภายในโรงเรียนที่ทำการศึกษา ของตำบลหนองมะนาว อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา

2.) คัดแยกขยะมูลฝอยแห้ง ที่สามารเผาได้และเผาไม่ได้ออกจากกัน ใส่ในถุงพลาสติก

3.) นำขยะมูลฝอยไปชั่งน้ำหนักตามสัดส่วนการเผาแต่ละครั้ง โดยกำหนดให้มีน้ำหนัก 1, 2, 3, 4, 5 กิโลกรัม

4.) ทำการเผาขยะมูลฝอยตามสัดส่วนและวัดอุณหภูมิในเตาเผาขยะมูลฝอยทุก ๆ 1 นาที เพื่อประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงความร้อนแต่ละช่วงเวลาของการเผาไหม้

5.) บันทึกอุณหภูมิที่วัดได้ เปรียบเทียบกับเวลา ในแต่ละสัดส่วนของปริมาณขยะแห้งที่ทำการเผาจนไฟที่อยู่ในเตาเผาหมดไป

6.) เก็บเขม่าควันจากห้องเผาหลังจากการเผาไหม้ด้วยกระดาษกรอง ที่ปากปล่องควันเหนือห้องบำบัดด้วยน้ำ (ส่วนที่ 3 ของเตาเผา) โดยไม่เปิดระบบเผาควันและบำบัดด้วยน้ำ ซึ่งใช้ขั้นตอนนี้เป็นข้อมูลควบคุมเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ โดยนำกระดาษกรองไปชั่งน้ำหนักก่อนเผาและหลังเผา บันทึกข้อมูลเพื่อใช้เปรียบเทียบและประเมินประสิทธิภาพ

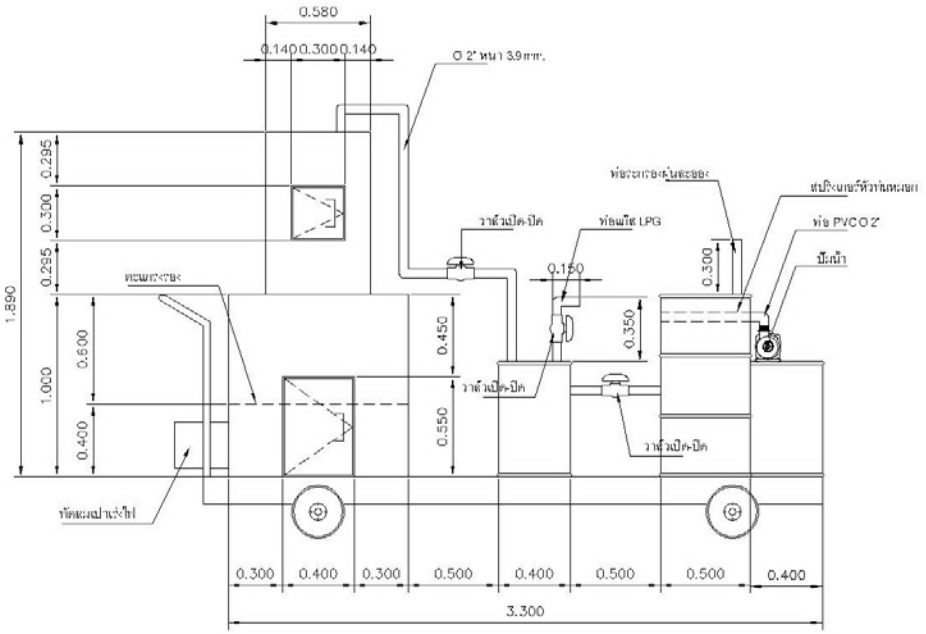
7.) เก็บเขม่าควันจากห้องเผาควันหลังจากการเผาไหม้ ด้วยกระดาษกรองที่ปากปล่องควันเหนือห้องบำบัดด้วยน้ำ (ส่วนที่ 3 ของเตาเผา) โดยปิดระบบบำบัดด้วยน้ำแต่เปิดระบบเผาควันมลพิษ โดยนำกระดาษกรองไปชั่งน้ำหนักก่อนเผาและหลังเผา บันทึกข้อมูล เพื่อใช้ประเมินประสิทธิภาพของระบบเผาควันมลพิษของเตาเผาขยะ

8.) เก็บเขม่าควันจากห้องบำบัดด้วยน้ำของการเผาไหม้ ด้วยกระดาษกรองที่ปากปล่องควันเหนือห้องบำบัดด้วยน้ำ (ส่วนที่ 3 ของเตาเผา) โดยปิดระบบเผาควัน แต่เปิดระบบบำบัดด้วยน้ำ โดยนำกระดาษกรองไปชั่งน้ำหนักก่อนเผาและหลังเผา บันทึกข้อมูล เพื่อใช้ประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดด้วยน้ำของเตาเผาขยะ

9.) เก็บเขม่าควันจากการเปิดระบบจัดการมลพิษทางอากาศทุกระบบ ทั้งระบบเผาควันมลพิษและระบบบำบัดด้วยน้ำ ด้วยกระดาษกรองที่ปากปล่องควันเหนือห้องบำบัดด้วยน้ำ (ส่วนที่ 3 ของเตาเผา) โดยนำกระดาษกรองไปชั่งน้ำหนักก่อนเผาและหลังเผา บันทึกข้อมูล เพื่อใช้ประเมินประสิทธิภาพของระบบจัดการมลพิษทางอากาศทุกระบบของเตาเผาขยะ

10.) สรุปความเป็นไปได้ในการใช้เตาเผาขยะมูลฝอยต้นแบบขนาดเล็กชนิดบำบัดมลพิษ

3.4 แบบเตาเผาขยะแบบบำบัดมลพิษ



ภาพประกอบ 3.6 *ภาพตัดแสดงส่วนประกอบและขนาดของเตาเผาขยะแบบบำบัดมลพิษ*

3.4.1 ส่วนประกอบของเตาเผาขยะแบบบำบัดมลพิษ

1. *ส่วนเตาเผาขยะ*
2. *ส่วนเผาควัน*
3. *ส่วนบำบัดมลพิษทางอากาศด้วยน้ำ*
4. *ปล่อดกตะกอน*
5. *ส่วนดักจับฝุ่นควัน*

3.4.2 ลักษณะของห้องเผาไหม้

ห้องเผาไหม้ขยะมีจุดประสงค์หนึ่งเพื่อที่จะให้ขยะเป็นเชื้อเพลิงเผาตัวขยะเองได้สะดวก จึงได้ออกแบบเหล็กก้างปลา (Bar Rack) และพัดลม เพื่อเพิ่มโพรงอากาศของขยะมูลฝอยในห้องเผาไหม้ ในสภาพโดยทั่วไปของเตาเผาขยะปกติ ซึ่งเผาโดยใช้ขยะมูลฝอยเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ มักจะเกิดการอัดแน่นของขยะมูลฝอยภายในห้องเผาไหม้ ซึ่งเมื่อเกิดการลุกไหม้จะทำให้ออกซิเจนที่เข้าไปในห้องเผาไหม้เข้าไปได้น้อย จึงทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ การลุกไหม้เป็นไปอย่างล่าช้า งานวิจัยนี้จึงทดลองเผาขยะมูลฝอยด้วยการใส่เหล็กก้างปลา และพัดลมในห้องเผาไหม้ ซึ่งเหล็กก้างปลาจะทำจากวัสดุทนความร้อน และทนการกัดกร่อน ในการใช้เตาเผาขยะต้องคำนึงถึงปัจจัยเบื้องต้นดังนี้ คือสามารถใช้เผาขยะชุมชนทั่วไป ใช้งานง่าย และลดมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นจากการเผาขยะ โดยเตาเผาขยะที่ใช้นี้ ห้องเผาไหม้มีปริมาตรประมาณ 170 ลิตร มีอัตราการเผาไหม้ไม่เกิน 30 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เตาเผาขยะที่สร้างขึ้นทำจากถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.58 เมตร สูง 0.9 เมตร ภายนอกเป็นชุดครอบส่วมโดยมีช่องใส่ขยะด้านข้าง ภายในห้องเผา มีตะแกรงรองรับขยะสูงจากพื้น 10 เซนติเมตร ด้านล่างมีช่องท่อขนาด 10 นิ้วต่อออกมาจากถังเพื่อติดพัดลมเพื่อประสิทธิภาพในการเผาไหม้ ส่วนประกอบที่สำคัญของห้องเผาไหม้ของเตาเผาขยะที่ใช้ประกอบด้วย ตัวห้องเตาเผาขยะข้างใน (ถังน้ำมัน 200 ลิตร), ช่องสำหรับระบายไอเสียจากการเผาไหม้, ตะแกรงสำหรับรองรับขยะและถ่ายเทขี้เถ้า, ก้างปลา และพัดลม

3.4.3 ส่วนเตาเผาควัน

ส่วนเตาเผาควัน จะใช้ท่อเหล็กเชื่อมต่อกับส่วนหนึ่งของท่อไอเสียรถยนต์ที่มีลักษณะเป็นกระเปาะ โดยที่ส่วนที่เป็นกระเปาะเผาควันนี้จะถูกบรรจุอยู่ภายในถังเหล็กขนาด 50 ลิตร ซึ่งต้องควบคุมอุณหภูมิให้ได้ไม่น้อยกว่า 800 องศาเซลเซียส โดยใช้แก๊สหุงต้ม LPG ในการรักษาระดับของอุณหภูมิ

3.4.4 ส่วนห้องบำบัดมลพิษทางอากาศด้วยน้ำ

ห้องบำบัดมลพิษทางอากาศด้วยน้ำ จะถูกสร้างโดยอาศัยทฤษฎีของระบบสัมผัสเปียก คือใช้น้ำเป็นตัวดักจับฝุ่นละอองโดยน้ำจะถูกพ่นให้เป็นละอองขนาดเล็ก ด้วยสปริงเกอร์ จำนวน 6-8 หัว ให้ละอองเต็มพื้นที่หน้าตัดภายในห้องบำบัดมลพิษด้วยน้ำ โดยจะมีท่อเหล็กขนาด 1 นิ้ว เชื่อมผ่าน นำควันของการเผาขยะจากห้องเผาควันมายังห้องบำบัดมลพิษด้วยน้ำ นอกจากนี้ส่วนประกอบของระบบการทำงานในส่วนของห้องบำบัดด้วยน้ำของเตาเผาขยะบำบัดมลพิษจะมีปั๊มหมุนเวียนน้ำ ถังเก็บน้ำและถังตกตะกอนเชื่อมต่ออยู่อีกด้วย เพื่อทำหน้าที่สะสมน้ำที่ใช้ในการบำบัดมลพิษทางอากาศแล้ว เพื่อนำไปเข้าสู่กระบวนการบำบัดน้ำเสียต่อไป