บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

นิยามของเตาเผาขยะ

การกำจัดขยะมูลฝอยโดยการใช้เตาเผา เป็นวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพดีมากวิธีหนึ่ง ซึ่งสามารถลดปริมาณขยะมูลฝอยลงได้ถึงร้อยละ 80-90 โดยอาศัยสมบัติของขยะมูลฝอยที่สามารถติดไฟได้ ควบคุมอากาศภายในเตาเผาหรือใช้เชื้อเพลิงเสริม ภายใต้อุณหภูมิ ความดัน เวลา และ ความปั่นป่วนที่เหมาะสม ขึ้นอยู่กับรูปแบบและขนาดของเตาเผาแต่ละประเภทผลที่ได้จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ทำให้เกิดแก๊สและอนุภาคชนิดต่าง ๆ เช่น ไอน้ำ ฝุ่น ขี้เถ้า และแก๊สที่ก่อให้เกิดอันตรายได้ เช่น ไดออกซิน ฟิวแรน ออกไซด์ของไนโตรเจน ออกไซด์-ของกำมะถัน เป็นต้น ดังนั้นจึงต้องมีการควบคุมมลพิษหลังการเผาไหม้เป็นอย่างดีก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม โดยอุณหภูมิของการเผาไหม้ขั้นสุดท้ายภายในเตาทั่วไปอยู่ในช่วงระหว่าง 850-1,200 องศาเซลเซียส การเผานี้ต้องการพื้นที่ที่ใช้ดำเนินการไม่มากนัก แต่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการดำเนินการ [1]

การใช้เตาเผาในการกำจัดขยะมูลฝอยเป็นการลงทุนสูงในระยะแรก ไม่เฉพาะกับตัวเตาเผาเท่านั้น แต่ที่สำคัญต้องมีระบบบำบัดอากาศเสียที่มีประสิทธิภาพสูง เพราะการเผาขยะมูลฝอยที่มีส่วนประกอบหลากหลาย และมีสัดส่วนไม่คงที่อาจก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศได้ เทคโนโลยีนี้นิยมในทวีปยุโรปและประเทศญี่ปุ่น ส่วนประเทศไทยมีเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชนที่ผลิตไฟฟ้าเพียงแห่งเดียวเท่านั้นที่จังหวัดภูเก็ต ทั้งนี้ถ้ามีการออกแบบและติดตั้งที่ถูกต้อง เตาเผาขยะสามารถทำงานได้โดยไม่ก่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชนใกล้เคียงแต่อย่างใด จุดสำคัญของระบบนี้คือ ต้องไม่ให้มีสารหรือวัตถุที่ระเบิดได้เข้าไปในเตาเผาอย่างเด็ดขาด เช่น กระป๋องสเปรย์ เพราะจะสร้างความเสียหายอย่างรุนแรงต่อโครงสร้างของหม้อไอน้ำได้ นอกจากนี้ ในการออกแบบต้องคำนึงถึงองค์ประกอบ และสมบัติของขยะ ซึ่งไม่เหมือนชีวมวลทั่วไป เช่น มีความชื้นสูง สมบัติมีความหลากหลายไม่สม่ำเสมอ (Non-homogeneous) และมีค่าความร้อนต่ำ รวมถึงการเผาสารอันตรายที่หลุดลอดจากการคัดแยก เช่น ถ่านไฟฉาย และแบตเตอรี่ ทำให้ต้องติดตั้งอุปกรณ์บำบัดแก๊สทิ้งเป็นกรณีพิเศษ รวมถึงขี้เถ้าต้องนำไปฝังกลบอย่างถูกหลักวิชาการ

ลักษณะของขยะมูลฝอยที่สามารถเผาได้โดยใช้เตาเผา

ธรรมชาติของขยะมูลฝอยเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการออกแบบเตาเผาขยะทุกชนิด โดยลักษณะของขยะมูลฝอยหมายถึง ธรรมชาติของขยะในทางกายภาพและทางเคมี เช่น ปริมาณความชื้น ค่าความร้อน ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะทราบได้โดยการวิเคราะห์สิ่งต่อไปนี้

1. ปริมาณความชื้น (Water Content) เป็นปริมาณรวมทั้งสิ้นของความชื้นที่มีอยู่โดยธรรมชาติของยะเอง และความชื้นนี้เป็นตัวลดค่าความร้อนที่เกิดขึ้นในกระบวนการเผาไหม้
2. ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) เป็นปัจจัยที่ใช้ในการวางแผนและออกแบบความจุของรถเก็บขยะ ความจุของบ่อรับขยะมูลฝอย การปฏิบัติงานของเครื่องบดขยะ เป็นต้น
3. องค์ประกอบของขยะ (Composition) การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของขยะนั้นมีประโยชน์สำหรับการควบคุมมลพิษที่เกิดขึ้น และการพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการนำทรัพยากรกลับมาใช้ประโยชน์อีก
4. การวิเคราะห์ขั้นสุดท้ายหรือการวิเคราะห์โดยละเอียด (Ultimate Analysis) เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบแร่ธาตุ และความชื้นของขี้เถ้าเพื่อการคำนวณหา อัตราการเผาไหม้ อัตราการเกิดไอเสีย และความเข้มข้นของแก๊สพิษ เป็นต้น
5. ค่าความร้อนต่ำ (Low Calorific Value) เป็นปริมาณความร้อนที่ขยะสามารถให้ได้ เมื่อไอน้ำที่เกิดขึ้นในสภาพไอค่านี้เป็นปัจจัยหนึ่งที่จำเป็นสำหรับตัดสินใจในการออกแบบเตาเผา เช่น ในการออกแบบขนาดพื้นที่ของแผงตะกรับ ความจุของห้องเผาไหม้ ความจุของห้องที่ทำให้แก๊สเย็นตัวลง เป็นต้น

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากเตาเผาขยะ [2]

ขยะเป็นมลพิษขั้นที่ 1 (Primary Pollution) แต่เมื่อนำขยะมาทำลายจะเกิดมลพิษขั้นที่ 2 (Secondary Pollution) ตามมา ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากโรงงานเผาขยะนั้นไม่แตกต่างไปจากโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป และโรงงานกำจัดน้ำเสีย จึงควรให้ความสำคัญต่อการรักษาสภาพการสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมต่อประชาชนที่อาศัยในบริเวณใกล้เคียงกับโรงเผาขยะมูลฝอย ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องมีการคาดการณ์ถึงผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้น ที่สำคัญ ๆ สรุปได้ดังนี้

1) มลพิษทางอากาศ ไอเสียที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ขยะมูลฝอยนั้น ประกอบด้วย ฝุ่น (Particulates), NOx, SO_2, CO, กลุ่มแก๊สที่ทำให้เกิดกรด (Acid Gases) และไดออกซินและฟิวแรน เป็นต้น มลสารเหล่านี้ต้องมีการบำบัดก่อนระบายออกสู่บรรยากาศภายนอก เพราะก่อให้เกิดผลกระทบที่มีขอบเขตกว้าง สามารถก่อให้เกิดมลพิษต่อประชาชนได้เป็นจำนวนมาก และอาจส่งมลพิษไปยังพื้นที่ที่ไกลออกไปจากโรงเผาได้อีกด้วย แก๊สที่เกิดขึ้นนี้บางชนิดสามารถควบคุมได้จากการเผาไหม้ บางชนิดต้องใช้สารเคมีกำจัด ขึ้นอยู่กับประเภทของมลสาร เช่น การกำจัดฝุ่นที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ สามารถใช้อุปกรณ์ดักจับฝุ่นที่มีประสิทธิภาพตั้งแต่ร้อยละ 50-99.5 ขึ้นอยู่กับประเภทและหลักการทำงาน เช่น เครื่องดักจับฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต ถุงกรอง ไซโคลน ฯลฯ การเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับขนาดของฝุ่นที่เกิดขึ้น เงินลงทุน ค่าดำเนินงาน และการบำรุงรักษาที่เหมาะสม เป็นต้น รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ลักษณะของเครื่องดักจับฝุ่นแต่ละประเภท

ประเภท	ขนาดฝุ่นที่สามารถดักจับได้	ประสิทธิภาพการดักจับฝุ่น	เงินลงทุน	ค่าดำเนินการและซ่อมบำรุง

	(ไมครอน)			(O&M)
เครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Precipitator)	0.05-20	90-99.5	สูง	ต่ำ-ปานกลาง
ถุงกรอง (Bag Filter)	0.1-20	90-99	ปานกลาง	ปานกลาง-สูง
ไซโคลน (Cyclone)	3-100	75-85	ปานกลาง	ปานกลาง
เครื่องดักจับฝุ่นแบบใช้แรงโน้มถ่วง (Gravitation Dust Collector)	50-1000	40-40	ต่ำ	ต่ำ
เครื่องดักจับฝุ่นแบบใช้แรงเฉื่อย (Inertia Dust Collector)	10-100	50-70	ต่ำ	ต่ำ

2) มลพิษจากเสียง ถ้าโรงเผาขยะมีพื้นที่ว่างบริเวณรอบๆ โรงงานไม่มากพอจะทำให้เกิดเสียงรำคาญต่อประชาชนที่มีบ้านเรือนใกล้กับโรงเผาขยะนั้นได้ แหล่งที่ทำให้เกิดเสียงในโรงงาน ได้แก่ เครื่องตัดขยะ ปั้นจั่น เครื่องเป่าลม รวมทั้งเสียงวิ่งของรถเก็บขนมูลฝอยมาทำลาย เป็นต้น

3) มลพิษจากน้ำเสีย น้ำเสียจากโรงเผาขยะมาจากหลายแหล่ง ได้แก่ น้ำเสียจากบ่อรับขยะ (น้ำชะขยะ) น้ำเสียจากอุปกรณ์ Scrubber น้ำเสียจากการแยกเถ้าออกจากอากาศเสีย น้ำเสียจากการล้างพื้น น้ำเสียจากการล้างรถเก็บขนขยะ ซึ่งทั้งหมดนี้ไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากนัก ตราบใดที่มีระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียที่ผ่านคุณภาพมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ภายในโรงงานไม่ปล่อยน้ำเสียออกสู่ภายนอกโดยตรง โดยสามารถใช้วิธีบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ที่ทำให้ได้แก๊สชีวภาพเพิ่มเติมได้ และเน้นการตรวจโลหะหนักมากกว่าการตรวจค่า BOD และ COD

4) มลพิษจากกลิ่น โดยส่วนใหญ่มาจากบ่อรับขยะมูลฝอย ซึ่งปกติบ่อรับขยะมูลฝอยถูกสร้างในอาคารที่เป็นระบบปิด มีการป้องกันการรั่วไหลของกลิ่นที่เกิดขึ้น โดยการติดตั้งเครื่องระบายอากาศเพื่อใช้ดูดอากาศที่มีกลิ่นเหม็นเข้าไปในเตาเผา และกำจัดกลิ่นโดยการเผาไหม้ นอกจากนี้สามารถแก้ไขได้โดยการทำม่านอากาศที่ประตูทางเข้าออกของตัวโรงงาน ม่านอากาศ (Air Curtain) จะกั้นกลิ่นเหม็นที่ออกจากโรงงาน นอกจากนี้ยังมีปัญหาอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นจากโรงเผาขยะ เช่น ปัญหาความสั่นสะเทือนจากรถบรรทุกขยะที่แล่นผ่าน ปัญหาการทรุดตัวของแผ่นดิน ปัญหาการรั่วของน้ำเสียจากขยะสดออกจากรถบรรทุกขยะ ปัญหามลพิษของดิน เป็นต้น ซึ่งปัญหาเหล่านี้จะรุนแรงเพียงใด ขึ้นกับสภาพทางภูมิศาสตร์ของแต่ละพื้นที่ และการจัดการของผู้รับผิดชอบ ซึ่งทั้งหมดนี้มลพิษทางอากาศที่มีสารไดออกซินและฟิวแรนปนเปื้อน ถือเป็นสิ่งที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ และสิ่งแวดล้อมมากที่สุด เนื่องจากสาร ไดออกซินและฟิวแรนเป็นสารอันตรายร้ายแรงที่สามารถเกิดได้จากการเผาไหม้ขยะ สามารถก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ ก่อให้เกิดความผิดปกติของระบบประสาท ระบบภูมิคุ้มกัน ระบบสืบพันธุ์ และเป็นสารตกค้างยาวนานในสิ่งแวดล้อม โดยสะสมได้ดีในไขมันสิ่งมีชีวิต และ

สามารถเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ด้วยเหตุนี้จึงควรเล็งเห็นความสำคัญของปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้จากสารไดออกซินและฟิวแรน

ผลกระทบจากมลพิษที่เกิดจากการเผาขยะ ต่อสุขภาพมนุษย์ [3]

ฝุ่นขนาดเล็ก หมายถึง ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน เล็กพอที่จะสามารถเข้าไปลึกถึงถุงลมในร่างกายของมนุษย์ ดังนั้นอันตรายที่เกิดจึงขึ้นกับขนาด และองค์ประกอบของฝุ่น โดยฝุ่นขนาดเล็กนี้สามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้หลายระบบ เช่น ระบบทางเดินหายใจ (ไอ อาการของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง) ระบบหัวใจและหลอดเลือด (กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด หัวใจเต้นไม่สม่ำเสมอ หัวใจวาย) ระบบตา ระบบผิวหนัง ฝุ่นขนาดเล็กยังเพิ่มความเสี่ยงของอัตรา การตายจากภาวะเส้นเลือดอุดตันในสมอง และทำให้น้ำหนักของทารกในครรภ์ลดลง ปัจจุบันค่ามาตรฐานในประเทศไทยของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน เฉลี่ยใน 24 ชั่วโมง คือ 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร และค่าเฉลี่ยใน 1 ปี คือ 50 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เป็นแก๊สที่ไม่มีสี แต่มีกลิ่นฉุนแสบจมูก เมื่อทำปฏิกิริยากับออกซิเจน จะกลายเป็นซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3) หากรวมกับความชื้นในอากาศจะกลายเป็นกรดซัลฟูริค ถ้าหายใจเข้าไปจะก่อให้เกิดการระคายเคืองของทางเดินหายใจ หลอดลมอักเสบเฉียบพลันและเรื้อรัง หากรวมกับฝุ่นละอองจะกระตุ้นให้หลอดลมหดตัว และอาจเสียชีวิตเฉียบพลันจากภาวะระบบหายใจล้มเหลว SOยังทำให้เสี่ยงต่อการเกิดภาวะน้ำหนักแรกคลอดของทารกน้อยลง และภาวะ การเจริญเติบโตของทารกในครรภ์น้อยลงด้วย ปัจจุบันค่ามาตรฐานในประเทศไทยของ SO_2 เฉลี่ยใน 1 ชั่วโมง คือ 780 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยใน 24 ชั่วโมง คือ 300 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร และค่าเฉลี่ยใน 1 ปี คือ 100 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

ออกไซด์ของไนโตรเจน (NOx) ตัวสำคัญคือ ไนตริกออกไซด์ (NO) และไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างไนโตรเจนและออกซิเจนในระหว่างเผาไหม้เชื้อเพลิงที่อุณหภูมิสูง ซึ่งเมื่อสูดดมเข้าไปจะทำให้เกิดการระคายเคืองที่ถุงลม ทำให้เกิดโรคถุงลมโป่งพอง และหอบหืด นอกจากนี้ NOX ยังอาจเปลี่ยนเป็น Nitrosamines ทำให้เกิดมะเร็งที่ปอดได้ ส่วน NO_2 จะเพิ่มความเสี่ยงของภาวะเส้นเลือดอุดตันในสมอง (Acute Ischemic Stroke) และทำให้น้ำหนักของทารกในครรภ์ลดลง หรือทำให้การเจริญเติบโตของทารกในครรภ์น้อยลงด้วย ปัจจุบันค่ามาตรฐานในประเทศไทยของ NO_2 เฉลี่ยใน 1 ชั่วโมง คือ 320 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เป็นแก๊สที่ไม่มีสี ไม่กลิ่น ไม่มีรส เกิดจากกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ไม่สมบูรณ์ เมื่อถูกดูดซึมจะจับกับฮีโมโกลบินได้ดีกว่าออกซิเจน 200 เท่า ดังนั้นจึงก่อให้เกิดภาวะเซลล์ขาดออกซิเจน จึงมีความสัมพันธ์กับโรคหัวใจขาดเลือด โดยเฉพาะผู้ที่มีปัญหาโรคหัวใจอยู่เดิม นอกจากนี้ CO ยังเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะน้ำหนักแรกคลอดของทารกน้อยลง และภาวะการเจริญเติบโตของทารกในครรภ์น้อยด้วย ค่ามาตรฐานในประเทศไทยของ CO เฉลี่ยใน 1 ชั่วโมง คือ 34.2 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยใน 8 ชั่วโมง คือ 10.26 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร

โอโซน (O_3) เป็นแก๊สที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี (Photochemical Reaction) ระหว่างสารประกอบไฮโดรคาร์บอน และ NOx โดยมีแสงแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้ระคายเคืองต่อตา ระบบทางเดินหายใจ ความสามารถในการทำงานของปอดลดลง เหนื่อยง่าย กลุ่มเสี่ยงคือ เด็ก คนชรา

และผู้ที่เป็นโรคปอด โอโซนยังเพิ่มความเสี่ยงต่อภาวะเส้นเลือดอุดตันในสมอง (Stroke) ค่ามาตรฐานในประเทศไทยของ O_3 เฉลี่ยใน 1 ชั่วโมง คือ 200 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยใน 8 ชั่วโมง คือ 140 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

สารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) คือ กลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยเป็นไอกระจายตัวไปในอากาศได้ในที่อุณหภูมิและความดันปกติ โมเลกุลส่วนใหญ่ประกอบด้วยอะตอม C และ H อาจมี O หรือ Cl ร่วมด้วย สามารถระเหยเป็นไอได้ที่อุณหภูมิห้อง ทั้งนี้สาร VOCs สามารถแบ่งออกตามลักษณะของโมเลกุล เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

(1) Non-chlorinated VOCs หรือ Non-Halogenated Hydrocarbons ได้แก่ กลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหยที่ไม่มีธาตุ Cl ในโมเลกุล ประกอบด้วย Aliphatic Hydrocarbons เช่น Fuel Oils, Gasoline, Hexane, Industrial Solvents, Alcohols, Aldehydes, Ketone เป็นต้น และกลุ่มสาร Aromatic Hydrocarbons เช่นสารตัวทำละลาย พวก Toluene, Benzene, Ethylbenzene, Xylenes, Styrene, Phenol สาร VOCs กลุ่มนี้เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ทำให้ป่วยเป็นโรคทางเดินลมหายใจ

(2) Chlorinated VOCs หรือ Halogenated Hydrocarbons ได้แก่ กลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหยที่มีธาตุคลอรีนในโมเลกุล ได้แก่ สารเคมีที่สังเคราะห์ใช้ในอุตสาหกรรม สาร Chlorinated VOCs นี้มีความเป็นพิษมากกว่า และคงตัวในสิ่งแวดล้อมมากกว่าสารกลุ่มแรก เพราะมีโครงสร้างที่มีพันธะระหว่างคาร์บอนและธาตุกลุ่มฮาโลเจนที่ทนทานมาก ยากต่อการสลายตัวในธรรมชาติทั้งทางชีวภาพ กายภาพ หรือโดยทางวิธีเคมีทั่วไป มีความคงตัวสูง และสะสมได้นาน

ไดออกซินและฟิวแรน (Dioxins and Furans) เป็นกลุ่มของสารอินทรีย์ที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งถูกจัดเป็นสารเคมีที่มีความเป็นพิษสูง และถูกจัดอยู่ในกลุ่มสารเคมีที่เรียกว่า Persistent, Bioaccumulative, and Toxic Pollutants (PBTs) หมายถึง เป็นสารเคมีที่คงทนในสิ่งแวดล้อม สะสมในสิ่งมีชีวิตได้มากขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงระดับที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และมีความเป็นพิษสูง ดังนั้นมนุษย์ซึ่งอยู่ในระดับปลายสุดของห่วงโซ่อาหารจึงมีความเสี่ยงที่จะได้รับสารไดออกซินในระดับความเข้มข้นที่ค่อนข้างสูง โดยสารไดออกซินที่เกิดเองตามธรรมชาติโดยปกติพบได้น้อย ดังนั้นปริมาณที่พบในสิ่งแวดล้อมเกือบทั้งหมดจึงเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ ภาคอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสารเคมีกลุ่มคลอรีน และการหลอมโลหะ แต่ในปัจจุบันแหล่งกำเนิดของสารไดออกซินที่ใหญ่ที่สุดคือ การเผาขยะครัวเรือนภายในบ้าน ผลกระทบของสารไดออกซินต่อสุขภาพคือเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบฮอร์โมน กระทบต่อ การเจริญเติบโตของตัวอ่อน ลดความสามารถในการสืบพันธุ์ และทำลายระบบภูมิคุ้มกัน

ประเภทของสารมลพิษในอากาศ

กรมอานามัย (2544) ได้อธิบายแลแบ่งประเภทของสารพิษในอากาศออกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะการเกิดได้แก่

1. สารมลพิษในอากาศปฐมภูมิ เป็นสารพิษในอากาศที่เกิดและถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิดโดยตรง เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ (CO) ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NOx) ขี้เถ้า และเขม่าควันดำ ที่เกิดจากการเผาเชื้อเพลิงเป็นต้น

2. สารมลพิษในอากาศทุติยภูมิ เป็นสารมลพิษในอากาศที่ไม่ได้เกิดและถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิดใด ๆ แต่เกิดขึ้นในบรรยากาศทั่ว ๆ ไป จากปฏิกิริยาเคมีระหว่าสารมลพิษในกากาศปฐมภูมิด้วยกันเอง หรือปฏิกิริยาเคมีระหว่างมลพิษในอากาศปฐมภูมิกับสารประกอบอื่น ๆ ที่อยู่ในบรรยากาศ เช่น ก๊าซโอโซน ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเคมีโฟโตเคมีคอล ออกซิเดชั่น ระหว่างแก๊สออกไซดีของไนโตรเจนกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่อยู่ในบรรยากาศ โดยมีแสงแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทั้งก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน และสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเป็นสารพิษในอากาศปฐมภูมิที่มีแหล่งกำเนิดหลักมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่าง ๆ

มาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาผาขยะมูลฝอย

1) ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ณ วันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ. 2540 [6] อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 55 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษ และโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอย ไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ในประกาศนี้

เตาเผามูลฝอย หมายความว่า ระบบหรืออุปกรณ์ใดๆ ที่ใช้เพื่อกำจัดมูลฝอย โดยวิธีการเผาไหม้

มูลฝอย หมายความว่า เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า ถุงพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์ หรือซากสัตว์ รวมถึงสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์ หรือที่อื่น

สภาวะแห้ง หมายความว่า สภาวะที่ความชื้นของตัวอย่างอากาศเป็นศูนย์

ข้อ 2 ให้แบ่งประเภทของเตาเผามูลฝอยตามข้อ 1 ออกเป็น 2 ขนาดคือ

(1) เตาเผามูลฝอยที่กำจัดมูลฝอยได้ตั้งแต่ 1 ตัน/วัน แต่ไม่เกิน 50 ตัน/วัน

(2) เตาเผามูลฝอยที่กำจัดมูลฝอยได้เกิน 50 ตัน/วัน

ข้อ 3 ให้เตาเผามูลฝอยตาม ข้อ 2 เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่บรรยากาศ

ข้อ 4 ห้ามไม่ให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองเตาเผามูลฝอยตาม ข้อ 2 ปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่บรรยากาศ เว้นแต่จะได้ทำการบำบัดอากาศเสียให้เป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาผาขยะมูลฝอย แต่ทั้งนี้ต้องไม่ใช้วิธีทำให้เจือจาง (Dilution)

ข้อ 5 อากาศเสียที่ปล่อยทิ้งจากเตาเผามูลฝอยที่กำจัดมูลฝอยได้ตั้งแต่ 1 ตัน/วัน แต่ไม่เกิน 50 ตัน/วันต้องมีค่าไม่เกินมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยที่กำหนดไว้ ดังต่อไปนี้

(1) ค่า SO_2 ไม่เกิน 30 ส่วนในล้านส่วน

(2) ค่า NOx ซึ่งคำนวณผลในรูปของ NO_2 ไม่เกิน 250 ส่วนในล้านส่วน

(3) ค่า HCl ไม่เกิน 136 ส่วนในล้านส่วน

4) ค่าสารประกอบไดออกซินรวม (Dioxin as Total Chlorinated PCDD Plus PCDF) ไม่เกิน 30 นาโนกรัม/ลูกบาศก์เมตร

(5) ค่า TSP ไม่เกิน 400 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร

(6) ค่าความทึบแสง (Opacity) ไม่เกินร้อยละ 20

ข้อ 6 อากาศเสียที่ปล่อยทิ้งจากเตาเผามูลฝอยที่กำจัดมูลฝอยได้เกิน 50 ตัน/วัน ต้องมีค่าไม่เกินมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยที่กำหนดไว้ ดังต่อไปนี้

(1) ค่า SO_2 ไม่เกิน 30 ส่วนในล้านส่วน

(2) ค่า NOx ซึ่งคำนวณผลในรูปของ NO_2 ไม่เกิน 180 ส่วนในล้านส่วน

(3) ค่า HCl ไม่เกิน 25 ส่วนในล้านส่วน

(4) ค่าสารประกอบไดออกซินรวม (Dioxin as Total Chlorinated PCDD Plus PCDF) ไม่เกิน 30 นาโนกรัม/ลูกบาศก์เมตร

(5) ค่า TSP ไม่เกิน 120 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร

(6) ค่าความทึบแสง (Opacity) ไม่เกินร้อยละ 10

ข้อ 7 การวัดค่าอากาศเสียแต่ละชนิดที่ปล่อยทิ้งจากปล่องเตาเผามูลฝอยให้คำนวณผลที่ความดัน 1 บรรยากาศ หรือที่ 760 มิลลิเมตรปรอท อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่สภาวะแห้ง (Dry Basis) โดยมีปริมาตรอากาศส่วนเกินในการเผาไหม้ร้อยละ 7

ข้อ 8 การตรวจวัดอากาศเสียที่ปล่อยทิ้งจากปล่องเตาเผามูลฝอยให้เป็นไป ดังต่อไปนี้

(1) การตรวจวัดค่า SO_2 ให้ใช้วิธี Determination of Sulfur Dioxide Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency) กำหนดไว้ หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(2) การตรวจวัดค่า NOx ให้ใช้วิธี Determination of Nitrogen Oxide Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดไว้ หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(3) การตรวจวัดค่า HCl ให้ใช้วิธี Determination of Hydrogen Chloride Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดไว้ หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(4) การตรวจวัดค่า PCDD/PCDF ให้ใช้วิธี Determination of Polychlorinated Dibenzo-p-Dioxins and Polychlorinated Dibenzofurans Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดไว้ หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(5) การตรวจวัดค่า TSP ให้ใช้วิธี Determination of Particulate Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดไว้ หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(6) การตรวจวัดค่าความทึบแสงให้ใช้วิธี Visual Determination of the Opacity Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดไว้ หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

ข้อ 9 ประกาศนี้ไม่ใช้บังคับกับเตาเผามูลฝอยที่ใช้เพื่อกำจัดมูลฝอยที่เป็นวัตถุอันตราย ตามกฎหมายว่าด้วยวัตถุอันตราย มูลฝอยติดเชื้อ ตามกฎหมายว่าด้วยการสาธารณสุข หรือมูลฝอยที่เป็นสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วตามกฎหมายว่าด้วยโรงงานเป็นการเฉพาะ

2) ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ณ วันที่ 9 มิถุนายน พ.ศ. 2553 [7] โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงการกำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอย อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 55 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของ

บุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตร 33 มาตรา 38 มาตรา 41 และมาตรา 43 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษ และโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ จึงออกประกาศไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดให้เตาเผา มูลฝอยเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่บรรยากาศตามมาตรฐานควบคุม ลงวันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ. 2540

ข้อ 2 ในประกาศนี้ มูลฝอย หมายความว่า เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า ถุงพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์ หรือซากสัตว์ รวมถึงสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์ หรือที่อื่น และหมายความรวมถึงมูลฝอยติดเชื้อ มูลฝอยที่เป็นพิษหรืออันตรายจากชุมชน

เตาเผามูลฝอย หมายความถึง

(1) “เตาเผามูลฝอยเก่า” หมายความว่า เตาเผามูลฝอยที่ได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน หรือใบอนุญาตขยายโรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน หรือเตาเผามูลฝอยตามกฎหมายอื่นที่ได้รับอนุมัติให้ก่อสร้างไว้แล้วก่อนวันที่ประกาศนี้ประกาศในราชกิจจานุเบกษา หรือเตาเผามูลฝอยที่ดำเนินการ มาก่อนหรือในวันที่ประกาศนี้มีผลบังคับใช้

(2) “เตาเผามูลฝอยใหม่” หมายความว่า เตาเผามูลฝอยที่ได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน หรือใบอนุญาตขยายโรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน หรือเตาเผามูลฝอยตามกฎหมายอื่นที่ได้รับอนุมัติให้ก่อสร้างภายหลังวันที่ประกาศนี้ประกาศในราชกิจจานุเบกษา หรือเตาเผามูลฝอยที่ดำเนินการหลังจากวันที่ประกาศนี้มีผลบังคับใช้

ข้อ 3 ประกาศนี้ไม่ใช้บังคับกับเตาเผามูลฝอยที่ใช้เพื่อกำจัดมูลฝอยที่เป็นวัตถุอันตราย ตามกฎหมายว่าด้วยวัตถุอันตราย มูลฝอยติดเชื้อ มูลฝอยที่เป็นพิษหรืออันตรายจากชุมชนตามกฎหมายว่าด้วยการสาธารณสุข หรือมูลฝอยที่เป็นสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นอันตรายตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน

ข้อ 4 ห้ามไม่ให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองเตาเผามูลฝอยตาม ข้อ 2 ปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่บรรยากาศ เว้นแต่จะได้ทำการบำบัดอากาศเสียให้เป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศ

เสียจากเตาเผามูลฝอยที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาผาขยะมูลฝอย แต่ทั้งนี้ต้องไม่ใช้วิธีทำให้เจือจาง (Dilution)

ข้อ 5 เมื่อพ้นกำหนดสามปี นับแต่วันที่ประกาศนี้มีผลใช้บังคับ ให้เตาเผามูลฝอยเก่าปล่อยทิ้งอากาศเสียตามมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยใหม่ แต่ให้เวลาห้าปีสำหรับเตาเผามูลฝอยเก่าขนาดมากกว่า 50 ตัน/วัน ในการควบคุมสารประกอบไดออกซิน ตามมาตรฐานควบคุม การปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยใหม่ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาผาขยะมูลฝอย

ข้อ 6 ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ข้อ 7 กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยเก่า ไว้ดังต่อไปนี้ (ตารางที่ 2.2)

ข้อ 8 กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยใหม่ และเตาเผามูลฝอยเก่าเฉพาะส่วนที่มีการขยายกิจการหลังจากวันที่ประกาศนี้มีผลใช้บังคับ ไว้ดังต่อไปนี้ (ตารางที่ 2.3)

ข้อ 9 การคำนวณค่าอากาศเสียแต่ละชนิดที่ปล่อยทิ้งจากปล่องเตาเผามูลฝอย ให้คำนวณผลที่ความดัน 1 บรรยากาศ หรือที่ 760 มิลลิเมตรปรอท อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่สภาวะแห้ง (Dry Basis) โดยมีปริมาตรอากาศเสียที่ O_2 ร้อยละ 7

ข้อ 10 การตรวจวัดอากาศเสียที่ปล่อยทิ้งจากปล่องเตาเผามูลฝอย ให้ใช้วิธีดังต่อไปนี้

(1) การตรวจวัดค่า TSP ให้ใช้วิธี Determination of Particulate Matter Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดไว้ หรือวิธีอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(2) การตรวจวัดค่า SO_2 ให้ใช้วิธี Determination of Sulfur Dioxide Emissions from Stationary Sources หรือวิธี Determination of Sulfuric Acid Mist and Sulfur Dioxide Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดไว้ หรือวิธีตรวจวัดอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(3) การตรวจวัดค่า NOx ให้ใช้วิธี Determination of Nitrogen Oxide Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดไว้ หรือวิธีตรวจวัดอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(4) การตรวจวัดค่า HCl ให้ใช้วิธี Determination of Hydrogen Chloride Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดไว้ หรือวิธีตรวจวัดอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(5) การตรวจวัดสารปรอท สารแคดเมี่ยม และสารตะกั่ว ให้ใช้วิธี Determination of Metals Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดไว้ หรือวิธี ตรวจวัดอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(6) การตรวจวัดค่า PCDD/PCDF ให้ใช้วิธี Determination of Polychlorinated Dibenzo-p-Dioxins and Polychlorinated Dibenzofurans Emissions from Stationary

Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดไว้ หรือวิธีตรวจวัดอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นชอบ

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยเก่า

สารมลพิษ	หน่วย	เตาเผามูลฝอยที่มีกำลังการเผาไหม้ในการกำจัดมูลฝอยตั้งแต่ 1 ตัน/วัน แต่ไม่เกิน 50 ตัน/วัน	เตาเผามูลฝอยที่มีกำลังการเผาไหม้ในการกำจัดมูลฝอยเกินกว่า 50 ตัน/วัน
1. ปริมาณฝุ่นละออง (TSP)	mg/m^3	ไม่เกิน 400	ไม่เกิน 120
2. SO_2	ppm	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 30
3. NO_x as NO_2	ppm	ไม่เกิน 250	ไม่เกิน 180
4. HCl	ppm	ไม่เกิน 136	ไม่เกิน 25
5. สารปรอท (Hg)	mg/m^3	ไม่เกิน 0.05	ไม่เกิน 0.05
6. สารแคดเมี่ยม (Cd)	mg/m^3	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.05
7. สารตะกั่ว (Pb)	mg/m^3	ไม่เกิน 1.5	ไม่เกิน 0.5
8. สารประกอบไดออกซิน (PCDD/PCDFs)	ng I-TEQ/Nm^3	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5
9. ค่าความทึบแสง (Opacity)	-	ไม่เกิน 20%	ไม่เกิน 10%

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยใหม่

สารมลพิษ	หน่วย	เตาเผามูลฝอยที่มีกำลังการเผาไหม้ในการกำจัดมูลฝอยตั้งแต่ 1 ตัน/วัน แต่ไม่เกิน 50 ตัน/วัน	เตาเผามูลฝอยที่มีกำลังการเผาไหม้ในการกำจัดมูลฝอยเกินกว่า 50 ตัน/วัน
1. TSP	mg/m^3	ไม่เกิน 320	ไม่เกิน 70
2. SO_2	ppm	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 30
3. NO_X as NO_2	ppm	ไม่เกิน 250	ไม่เกิน 180
4. HCl	ppm	ไม่เกิน 80	ไม่เกิน 25
5. สารปรอท (Hg)	mg/m^3	ไม่เกิน 0.05	ไม่เกิน 0.05
6. สารแคดเมี่ยม (Cd)	mg/m^3	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.05
7. สารตะกั่ว (Pb)	mg/m^3	ไม่เกิน 1.5	ไม่เกิน 0.5
8. สารประกอบไดออกซิน (PCDD/PCDFs)	ng I-TEQ /Nm^3	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.1
9. ค่าความทึบแสง	-	ไม่เกิน 10%	ไม่เกิน 10%

(7) การตรวจวัดค่าความทึบแสงให้ใช้วิธีตรวจวัดด้วยแผนภูมิเขม่าควันของริงเกิลมานน์ ทั้งนี้ แบบบันทึกผลการตรวจวัดค่าความทึบแสง และแบบสรุปผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงจากปล่องปล่อยทิ้งอากาศเสียของเตาเผามูลฝอย รวมทั้งลักษณะและหน่วยวัดค่าความทึบแสงของแผนภูมิเขม่าควันของริงเกิลมานน์ให้เป็นไปตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษประกาศในราชกิจจานุเบกษา

3) ประกาศคณะกรรมการควบคุมมลพิษ ณ วันที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2554 [8]

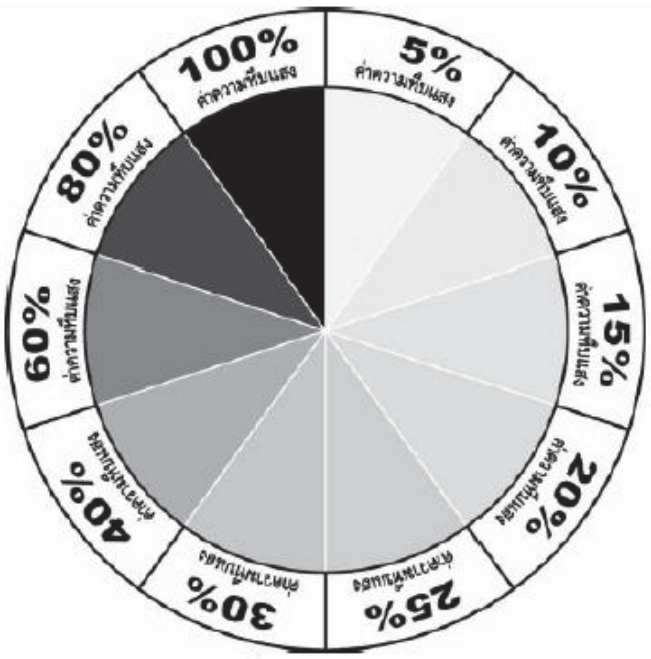
โดยที่เป็นการสมควรกำหนดแบบบันทึกผลการตรวจวัดค่าความทึบแสง และแบบสรุปผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องปล่อยทิ้งอากาศเสียของเตาเผามูลฝอย รวมทั้งลักษณะ และหน่วยวัดค่าความทึบแสงของแผนภูมิเขม่าควันของริงเกิลมานน์ จึงออกประกาศไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ในประกาศนี้ ค่าความทึบแสง หมายความว่า จำนวนร้อยละของแสงที่ไม่สามารถส่องผ่านเขม่าควันจากปล่องปล่อยทิ้งอากาศเสียของเตาเผามูลฝอย

ข้อ 2 ลักษณะ และหน่วยวัดค่าความทึบแสงของแผนภูมิเขม่าควันของริงเกิลมานน์ แผนภูมิเขม่าควันของริงเกิลมานน์คือ แผนภูมิที่แสดงค่าความทึบแสงในระดับต่าง ๆ ที่ใช้เปรียบเทียบเพื่อหาค่าความทึบแสงของเขม่าควันที่เกิดขึ้นจริง โดยมีลักษณะและหน่วยวัดตามที่กำหนดไว้ ดังต่อไปนี้

(1) แผนภูมิเขม่าควันแบบวงกลม มีลักษณะเป็นรูปวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 112 มิลลิเมตร บนกระดาษสีขาว ผิวเรียบ ขนาดกว้าง 154.5 มิลลิเมตร และยาว 224.5 มิลลิเมตร ที่มีค่าการสะท้อนแสงเทียบเท่า (Reflectance Equivalency) กับผงแมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) หรือผง

แบเรียมซัลเฟต (BaSO) ชนิดเกรดสารเคมี (Reagent Grade) เจาะช่องเป็นรูปวงกลมตรงจุดศูนย์กลางของแผนภูมิขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร และให้แบ่งรูปวงกลมของแผนภูมิออกเป็น 10 ช่องเท่าๆ กัน และพิมพ์สีด้วยผงถ่านสีดำ (Black Carbon) ที่ใช้ในการพิมพ์จนเต็มช่อง โดยแต่ละช่องต้องมีระดับค่าความทึบแสงที่แตกต่างกัน ตั้งแต่ค่าความทึบแสงเท่ากับ 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 40%, 60%, 80%, และ 100% ตามลำดับดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แผนภูมิเขม่าควันของริงเกิลมานน์

(2) ให้ทดสอบค่าความทึบแสงบนพื้นกระดาษแต่ละช่องตาม (1) โดยการวัดค่าความหนาแน่นของเม็ดสีด้วยเครื่องวัดค่าความดำ (Spectrodensitometer) ซึ่งความคลาดเคลื่อนของค่าความทึบแสงบนพื้นกระดาษแต่ละช่องต้องมีค่าไม่เกินร้อยละ 5 ของค่าความทึบแสงนั้น ๆ

(3) ให้ระบุวัน เดือน ปี ที่ผลิตและวันหมดอายุของแผนภูมิไว้ด้วย

(4) การตรวจวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควันด้วยแผนภูมิเขม่าควันของริงเกิลมานน์คือ การตรวจวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควันโดยการใช้สายตาสังเกตกลุ่มของเขม่าควัน และเปรียบเทียบกับแผนภูมิเขม่าควันของริงเกิลมานน์ เพื่อหาค่าที่ใกล้เคียงกับความทึบแสงของเขม่าควัน โดยมีขั้นตอนดำเนินการ ดังต่อไปนี้

- ให้มีผู้ทำการตรวจวัด 2 คนในการตรวจวัดแต่ละครั้ง โดยทำการตรวจวัดไปพร้อม ๆ กัน
- ให้ผู้ตรวจวัดสังเกตสีของท้องฟ้าก่อนที่จะตรวจวัดว่าในบริเวณดังกล่าวมีแสงสว่างเพียงพอหรือไม่ โดยสังเกตจากสีกลุ่มควันและสีของฉากหลังที่ตัดกัน (Contrasting Background) ถ้าแสงสว่างไม่เพียงพอ หรือมีฝนตกให้ยกเลิกการตรวจวัด

- ให้ผู้ตรวจวัดยืนห่างจากปล่องปล่อยทิ้งอากาศเสียของเตาเผามูลฝอยไม่น้อยกว่าสามเท่าของระยะความสูงจากระดับตำแหน่งที่ผู้ตรวจวัดยืนจนถึงระดับปากปล่องแต่ไม่เกิน 400 เมตร และอยู่ในทิศที่ตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของกลุ่มควัน โดยให้ดวงอาทิตย์อยู่ด้านหลังของผู้ตรวจวัด

- ให้ผู้ตรวจวัดถือแผนภูมิไว้ในระดับสายตา และมองเขม่าควันผ่านช่องตรงกลางของแผนภูมิ

- ให้ผู้ตรวจวัดสังเกตความทึบแสงของเขม่าควันตรงจุดที่กลุ่มควันมีความหนาแน่นมากที่สุดและไม่มีการควบแน่นของไอน้ำ เปรียบเทียบกับค่าความทึบแสงของแผนภูมิ เพื่อหาค่าความทึบแสงที่ใกล้เคียงกับความทึบแสงของกลุ่มเขม่าควันที่เกิดขึ้นจริง และบันทึกผลการตรวจวัดทุก ๆ 15 วินาที จนกระทั่งครบ 15 นาที ลงในแบบบันทึกผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องปล่อยทิ้งอากาศเสียของเตาเผามูลฝอย

ข้อ 3 การคำนวณและการเปรียบเทียบค่าความทึบแสงให้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

(1) ให้ผู้ตรวจวัดแต่ละคน รวมค่าความทึบแสงที่จดบันทึกไว้ แล้วหารด้วยจำนวนครั้งทั้งหมดที่จดบันทึก ผลลัพธ์เป็นค่าความทึบแสงของผู้ตรวจวัดแต่ละคน มีหน่วยเป็น %

(2) ให้นำค่าความทึบแสงของผู้ตรวจวัดแต่ละคนตาม (1) มาเปรียบเทียบกัน หากผลการเปรียบเทียบแตกต่างกันเกินกว่า 3 ให้ทำการตรวจวัดใหม่ ถ้าผลการเปรียบเทียบแตกต่างกันไม่เกิน 3 ให้นำค่าความทึบแสงของผู้ตรวจวัดแต่ละคนมารวมกันแล้วหารด้วยสอง ผลลัพธ์เป็นค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องปล่อยทิ้งอากาศเสียของเตาเผามูลฝอย

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Nobuo [2] ได้สรุปการปล่อยมลพิษและขี้เถ้าลอยซึ่งกลายเป็นปัญหาสำคัญที่โต้เถียงกันในประเทศญี่ปุ่น โดยมีรายงานการค้นพบสาร 2, 3, 7, 8-TCDD ทั้งในขี้เถ้าลอย (Fly Ash) และขี้เถ้าหนัก (Bottom Ash) จากโรงงานเผาขยะของเทศบาล ต่อมากระทรวงสาธารณสุขและสวัสดิการได้ศึกษา และกำหนดแนวทางสำหรับการควบคุมไดออกซินขึ้นในปี พ.ศ. 2533 ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แนวทางต่าง ๆ สำหรับการป้องกันมลพิษในประเทศญี่ปุ่น

Furnace Type,etc			Continuous Type		Semi Continuous Types, Mechanical Types		Fixed Types	
			New	Existing	New	Existing	New	Existing
Waste Treatment Facility	Incineration Equipment	Combustion Temperature	800 ˚c or more	800 ˚c or more	800 ˚c or more	800 ˚c or more	800 ˚c or more	800 ˚c or more
		Gas Residence Time	(boiler type) 2 secs or more		1 sec or more		1 sec or more	Try to achieve complete combusting
		CO Concentration at stack outlet	Less than 50 ppm	Less than 100 ppm	Less than 100 ppm	Less than 200 ppm	As low as possible	
		O2 Concentration at	6 % or more	6 % or more	6 % or more	6 % or more	6 % or more	

		Furnace Outlet	
	Measuring Equipment	Temperature Gauge, Continuous CO Analyzer, Continuous O2 Analyzer	1. Temperature gauges should be installed at combustion chamber outlet and dust collector inlet. 2. Continuous CO analyzers and continuous O2 analyzer should be installed after the dust collector outlet.
	Effect	Independent	1. Dioxin concentration in exhaust gas is expected to be under 0.5 ng I-TEQ/Nm^3 2. Specific dioxin concentration in exhaust gas is not set (difficult to set a single standard because concentration in exhaust gas varies according to furnace type, and operating conditions)
		Overall	Total emission in Japan are expected to be about 1/10 of present levels once countermeasures are implemented completely.
Final Treatment Facility			1. In the operation of drainage water treatment facilities, the process of separation through sedimentation should be considered carefully. 2. The slope of water collection pipes and the spacing of branch pipes should be designed carefully to ensure that drainage quickly leaves the facility.

Cheng และคณะ [9] ได้ศึกษาการปลดปล่อย และการควบคุมไดออกซินในประเทศจีน พบว่าเตาเผาขยะมูลฝอยเป็นแหล่งที่ปล่อยไดออกซินสูงที่สุด จึงต้องมีการจัดการโดยใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อบำบัดไอเสียจากเตาเผา ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 2.5

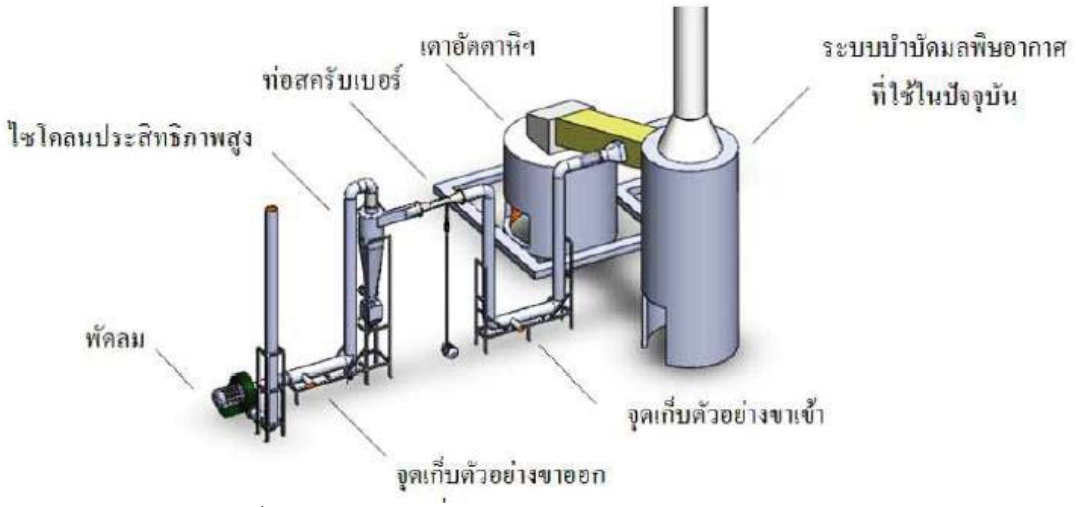
ตารางที่ 2.5 เทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอยเพื่อลดการปล่อยสารไดออกซินและฟิวแรนจากเตาเผาขยะในประเทศจีน

Category Details	Details
1. การควบคุมเทคโนโลยี	
1.1 เงื่อนไขในการควบคุมเตาเผา	ไอเสียจากกระบวนการเผาไหม้ต้องอยู่ที่อุณหภูมิมากกว่า 850 °C เป็นเวลาอย่างน้อย 2 วินาที และเพื่อควบคุมอุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้ให้คงที่ ควรแยกประเภทของขยะ รีดน้ำออกจากขยะ ทำขยะให้เป็นชิ้นเล็กๆ และอื่นๆ ก่อนนำไปเผา
1.2 การยับยั้งโดยสารเคมี	ฉีดพ่นสารเคมีจำพวก CaO, ammonia, urea และ amines อื่นๆ เพื่อยับยั้งการเกิดไดออกซินระหว่างการเผา
1.3 เงื่อนไขในการควบคุมการ Cooling	ปรับปรุงอุปกรณ์ที่ทำให้แก๊สเย็นตัว และติดตั้ง Cooling Towers เพื่อช่วยป้องกันการเกิดใหม่

1.4 การบำบัดไอเสีย	ของสารไดออกซิน ในช่วงของการ Cooling ติดตั้ง Bag Filters และฉีดพ่น Activated Carbon เพื่อกำจัดสาร ไดออกซินจากไอเสียก่อนออกจากปล่อง (เทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมควันและสาร ไดออกซินจากเตาเผา เป็นอีกหนึ่งเรื่องที่ National Environmental Protection Plan in the 11th Five-Year period ปี พ.ศ. 2549-2553 ให้ความสนใจ)
1.5 การทำลายโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา	ใช้ระบบ Selective Catalytic Reduction (SCR) เพื่อกำจัดสารไดออกซิน และ NOX ในช่วงของการบำบัดไอเสีย และติดตั้ง Bag Filters เพื่อกำจัด ไดออกซิน และตัวเร่งปฏิกิริยาก่อนระบายออกจากปล่อง
1.6 เลิกใช้เตาเผาขนาดเล็ก	เนื่องจากค่าใช้จ่ายและการจัดการเรื่องของการปลดปล่อยสารไดออกซิน ของเตาเผาขนาดเล็กมีแนวโน้มสูงกว่าขนาดใหญ่ (การพัฒนาโรงเผาขยะมูลฝอยขนาดใหญ่ที่มีพิกัดความจุมากกว่าหรือเท่ากับ 600 ตัน/วัน เป็นอีกหนึ่งเรื่องที่ National Environmental Protection Plan in the 11th Five-Year Period ปี พ.ศ. 2549-2553 ให้ความสนใจ)
1.7 นวัตกรรมเทคโนโลยี	การใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงร่วม โดยที่ถ่านหินประกอบด้วยซัลเฟอร์มากกว่า ร้อยละ 4 จะมีประสิทธิภาพช่วยยับยั้งการเกิดสารไดออกซินระหว่างการเผา โดยเฉพาะในเตาเผาแบบ Pyrolysis หรือ Gasification ซึ่งควรได้รับการพัฒนา และเป็นทางเลือกของการเผาขยะต่อไป
2. แนวปฏิบัติในการจัดการ MSW	
2.1 การแยก และกำจัด MSW	ลดการใช้บรรจุภัณฑ์ที่ประกอบด้วยคลอรีน พลาสติก โลหะ และแยกประเภทของขยะ ซึ่งจะทำให้ควบคุมการเผาไหม้ได้อย่างแม่นยำ โดยทั้งสองวิธีนี้เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยลดการเกิดสารไดออกซินจากการเผาขยะ

2.2 การใช้มาตรการ Reduce, Recycle, Reuse ก่อนนำขยะไปทิ้ง	พยายามสนับสนุนการใช้มาตรการ Reduce, Recycle, Reuse ก่อนนำขยะไปทิ้ง เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด และลดการเพิ่มปริมาณของขยะ

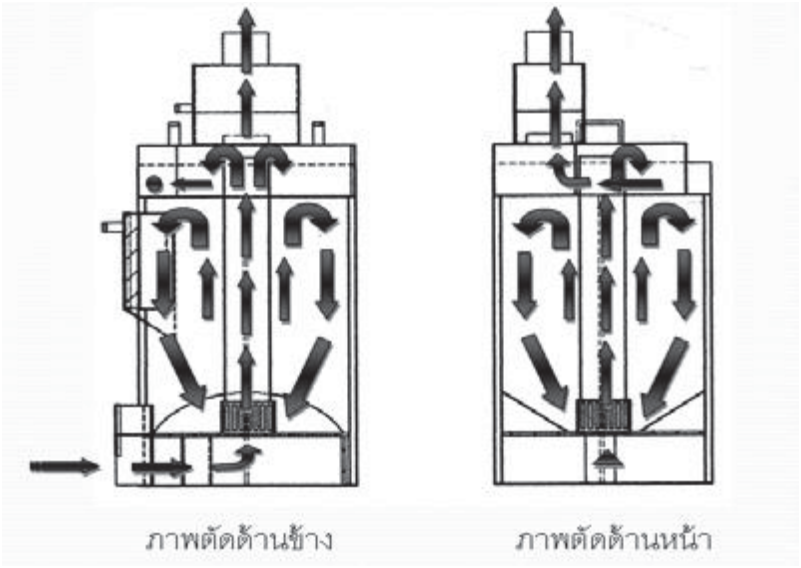
อภิชาต และสุจริต 2011 ได้ศึกษาออกแบบ และทดสอบประสิทธิภาพไซโคลนสครับเบอร์สำหรับเตาเผามูลฝอยขนาดเล็ก โดยประกอบด้วยไซโคลนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 ซม. สูง 120 ซม. และท่อสครับเบอร์ที่มีการติดตั้งหัวฉีด แบบ axial-flow สามารถฉีดละอองน้ำที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในช่วงประมาณ 300-500 ไมครอน ท่อสครับเบอร์มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 ขนาด คือ 15 ซม. และ 7.5 ซม. อัตราการไหลของอากาศที่ 12 ลบ.ม.ต่อนาที และอัตราการฉีดน้ำที่ 3 และ 8 ลิตรต่อนาที ผลการทดสอบได้ประสิทธิภาพการบำบัดอนุภาคเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 33 ถึง 72 ประสิทธิภาพการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 7ถึง 85 และในภาพรวมกล่าวได้ว่าระบบจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าในกรณีที่ใช้ค่า L/G ratio สูง ขนาดหน้าตัดท่อสครับเบอร์ต่ำ หรือการฉีดละอองน้ำเป็นแบบสวนกระแสอากาศ แต่หลายกรณีไม่พบความแตกต่างทางสถิติ และพบว่าประสิทธิภาพการกำจัดอนุภาคของไซโคลนสครับเบอร์สูงกว่าไซโคลนปกติ คือ ร้อยละ 72 และ 43 ตามลำดับ



รูปที่ 2.2 ลักษณะไซโคลนสคลับเบอร์ของอภิชาตและสุจริต

เดช ดำรงศักดิ์ และคณะได้ออกแบบและสร้างเตาเผาขยะชุมชนโดยอาศัยปรากฏการณ์ปล่องควันไฟ (chimney effect) โดยอากาศร้อนที่มีความหนาแน่นต่ำจะลอยตัวขึ้นออกไปยังปลายปล่อง และออกแบบเตาเผาขยะให้เกิดการสูญเสียความร้อนน้อย เพื่อให้มีประสิทธิภาพการเผาทำลายขยะสูง ส่วนวัสดุที่นำมาใช้สร้างเตาเผาขยะจะใช้วัสดุที่หาได้ง่าย ได้แก่ ถังน้ำมัน 200 ลิตร และหุ้มตัวถังขยะด้วยฉนวนเซรามิคไฟเบอร์เพื่อป้องกันความร้อนสูญเสีย ในส่วนของการกำจัดมลภาวะ จะอาศัยไอน้ำที่อยู่ด้านบนของเตาเผาขยะในการดักควัน และมลภาวะต่างๆ จากการทดสอบพบว่า เตาเผา

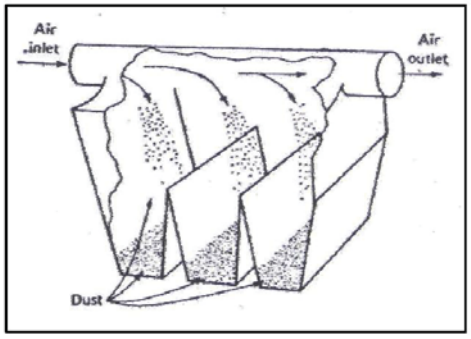
ขยะชุมชนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพการเผาทำลายสูงเมื่อใช้เผาขยะแห้ง โดยมีประสิทธิภาพการเผาทำลายสูงสุดเท่ากับ 94.5% ลักษณะการทำงานแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงหลักการทำงานของเตาเผาขยะของเดช ดำรงศักดิ์ และคณะ

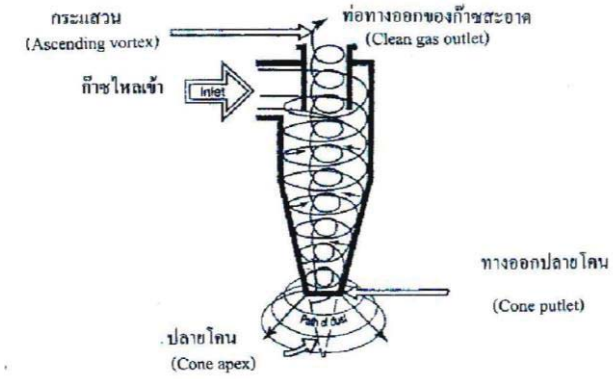
กรมควบคุมมลพิษทางอากาศ ได้กำหนดการกำจัดฝุ่นละอองด้วยวิธีแตกต่างกันขึ้นกับ ขนาด ความเข้มข้น รูปร่าง ความหนาแน่น การนำไฟฟ้า การกัดกร่อน การดูดความชื้น ความไวต่อปฏิกิริยาเคมี และความเป็นพิษ ซึ่งเทคนิคในการลดฝุ่นคือ

1. ห้องตกฝุ่น (Setting Chamber) ห้องตกฝุ่นแยกฝุ่นออกจากอากาศโดยน้ำหนักฝุ่น ซึ่งขึ้นกับขนาดและความหนาแน่นของฝุ่น ห้องตกฝุ่นสร้างได้ง่าย ไม่มีชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์มากมาย ราคาถูก การบำรุงรักษาต่ำ ความดันลดน้อยทำให้มีค่าใช้จ่ายหรือค่าไฟฟ้าในการเดินระบบต่ำ ข้อด้อยของห้องตกฝุ่นคือแยกได้เฉพาะฝุ่นขนาดใหญ่ (>50 ไมครอน) และใช้พื้นที่มาก ลักษณะของห้องตกฝุ่นแสดงในรูปที่ 2.4



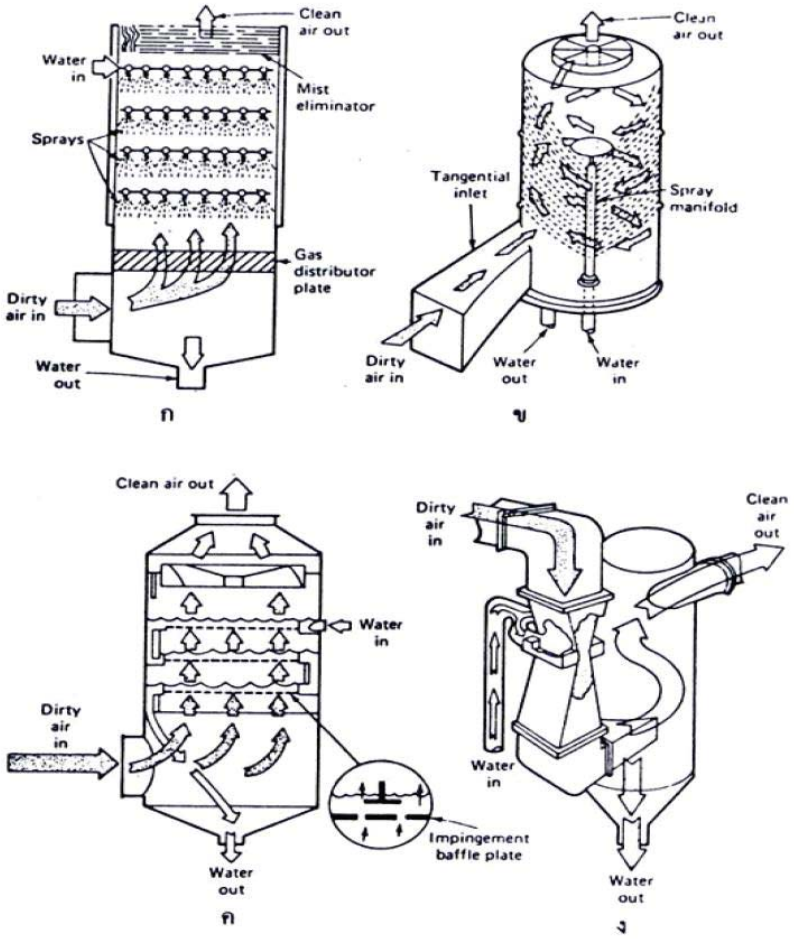
รูปที่ 2.4 ลักษณะของห้องตกฝุ่น

2. เครื่องแยกฝุ่นด้วยแรงหนีศูนย์กลาง (Cyclone-Centrifugal separator) ไซโคลนทำงานโดยการให้อากาศไหลเข้าไซโคลนตามแนวสัมผัสเส้นรอบวง อากาศจะหมุนเป็นวงกลมทำให้เกิดแรงเหวียงหนีศูนย์เหวี่ยงฝุ่นไปปะทะกับผนังไซโคลน อนุภาคฝุ่นที่ปะทะกับผนังไซโคลนจะแยกออกจากอากาศและตกลงด้านล่าง ฝุ่นจะถูกนำออกจากไซโคลนโดยเครื่องสกรูหรือช่องเปิดออก ไซโคลนสร้างได้ง่าย ราคาถูก ทำจากโลหะที่ทนทานและทนต่อความร้อนได้ดี มีขนาดเล็ก มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างต่ำ ข้อด้อยคือ สามารถแยกได้เฉพาะฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน ประสิทธิภาพแปรตามขนาดฝุ่นและไวต่ออัตราการไหลอากาศ ลักษณะการทำงานของไซโคลนแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะการทำงานของไซโคลน

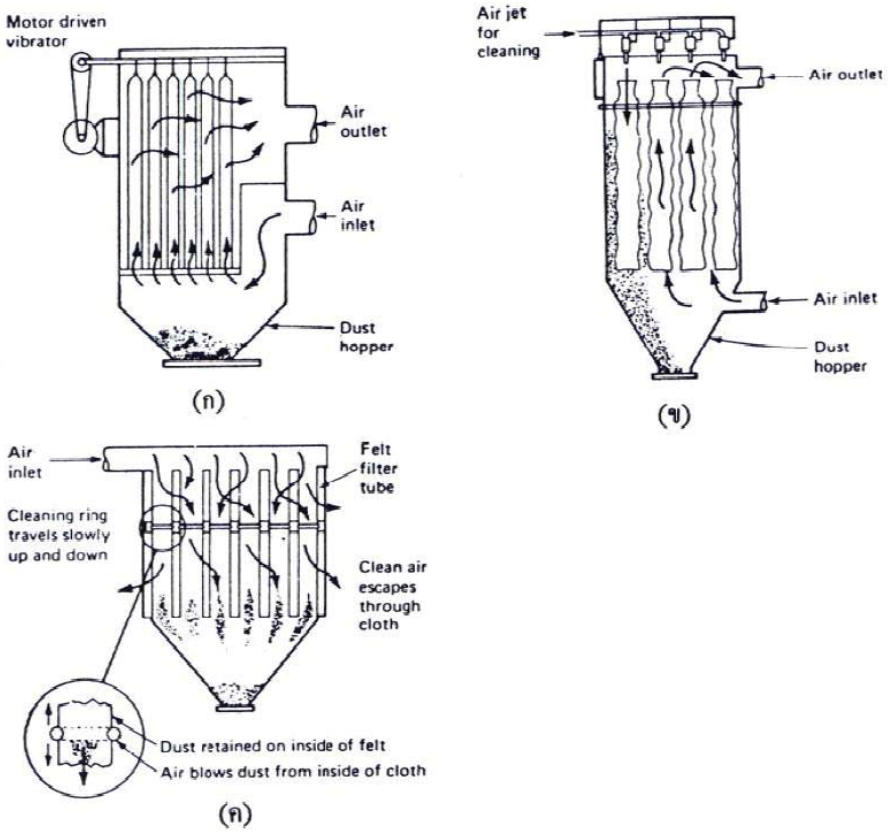
3. เครื่องดักจับฝุ่นด้วยหยดน้ำ สครับเบอร์ (Wet Scrubber) โดยทั่วไปมีลักษณะเป็นหอทรงกระบอก อากศเสียมักเข้าทางด้านล่างของหอและไหลขึ้นด้านบน ภายในมีหัวสเปรย์ฉีดละอองน้ำให้ตกลงกระทบกับละอองฝุ่นกลายเป็นน้ำเสียตกลงด้านล่างของสครับเบอร์ ทั้งนี้ต้องทำการปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อให้สามารถนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ เนื่องจากความเร็วของอากาศที่ไหลขึ้นด้านบนของสครับเบอร์มีอุปกรณ์ดักละอองน้ำไว้เพื่อเป็นการประหยัดน้ำ สครับเบอร์อาจมีโครงสร้างภายในแตกต่างกัน แบ่งออกเป็น 4 แบบ ได้แก่1 หอสเปรย์ 2 หอสเปรย์ไซโคลน 3 อิมพิงจ์เมนท์สครับเบอร์ และ 4 เวนจูรี่สครับเบอร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.6 ทั้งนี้สครับเบอร์ทั้ง 4 ชนิดจะมีประสิทธิภาพ ปริมาณการใช้น้ำ และความดันลดแตกต่างกัน ดังนั้นวิศวกรจะต้องพิจารณาเลือกใช้ชนิดของสครับเบอร์ตามความต้องการในด้านประสิทธิภาพการควบคุมและขนาดของฝุ่นซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายที่เป็นค่าน้ำ และค่าไฟ ที่เพิ่มขึ้นมาด้วย



เครื่องเก็บแบบเปียก (ก) spray tower (ข) cyclone spray tower
(ค) impingement scrubber (ง) venture scrubber
รูปที่ 2.6 เครื่องจับฝุ่นด้วยละอองน้ำ

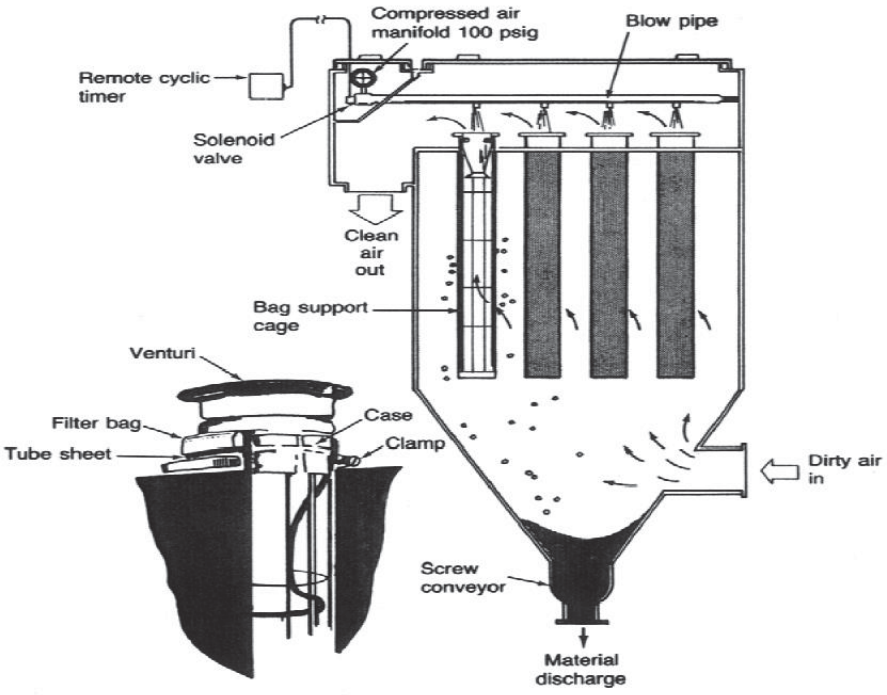
4. เครื่องกรองฝุ่น (fabric filters)โดยปกติจะเป็นถุงกรอง (bag filter) ทำจากวัสดุที่เป็นผ้าจากการทอ (woven) แต่ในปัจจุบันวัสดุที่ใช้ทำถุงกรองอาจเป็นแผ่นเส้นใย (เช่น พลาสติกโพลีพรอพเพอลีน) ที่ยึดติดกันด้วยความร้อนหรือแรงกลหรือทางเคมี โดยไม่ได้ใช้การทอ (non-woven) ทำการกรองฝุ่นโดยให้อากาศที่สกปรกผ่านถุงกรองจากด้านนอก อากาศที่ผ่านเข้าไปด้านในจะเป็นอากาศสะอาด เมื่อเดินระบบไปเป็นระยะเวลาหนึ่งจนฝุ่นเกาะอยู่ที่ผิวถุงกรองเป็นปริมาณมาก จะทำให้เกิดการอุดตันและอากาศไหลผ่านได้น้อย และเกิดความดันลดที่ผิวถุงกรองสูง จะต้องทำความสะอาดถุงกรองเพื่อให้กลับมาทำงานได้ตามปกติ ส่วนสำคัญของเครื่องกรองฝุ่นได้แก่ คุณลักษณะของผ้ากรอง และวิธีทำความสะอาดถุงกรองโดยปกติถุงกรองจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 20-30 เซนติเมตร แต่อาจมีความยาวหลายเมตร ในห้องถุงกรองอาจมีถุงกรองหลายสิบถุงหรือมากกว่าร้อยถุง ทั้งนี้เพื่อให้มีพื้นที่ผิวในการกรองสูง สามารถกรองฝุ่นได้ปริมาณมากก่อนที่จะอุดตัน ตัวอย่างวัสดุที่ใช้ทำผ้ากรอง ได้แก่ ผ้าฝ้ายซึ่งทนอุณหภูมิได้ไม่เกินประมาณ 100 องศา

เซลเซียส หรือโพลีพรอพพีลีนซึ่งทนกรด การกัดกร่อน และการดัดโค้งงอได้ดีกว่าหรือ Nomex ซึ่งทนอุณหภูมิได้ประมาณ 200 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิก๊าซสูงกว่าอุณหภูมิการใช้งานของผ้ากรอง จะต้องทำให้ก๊าซเย็นลงก่อน การทำความสะอาดถุงกรองแต่เดิมมักใช้วิธีเป่าลมย้อนกลับ (Reverse air-jet) แต่ปัจจุบันนิยมใช้วิธี Pulse-jet คือเป็นการเป่าลมแบบใช้แรงดันสูง (ประมาณ 100 psig) เป็นเวลาสั้นๆ ซึ่งประหยัดเวลาในการทำความสะอาด สามารถกลับมาใช้งานถุงกรองเดิมได้อีกอย่างรวดเร็ว จึงไม่ต้องมีถุงกรองสำรองสำหรับใช้งานเวลาที่ทำความสะอาดถุงกรองสกปรก นอกจากนี้ วิธี Pulse-jet ยังสามารถทำความสะอาดผ้ากรองได้ดี

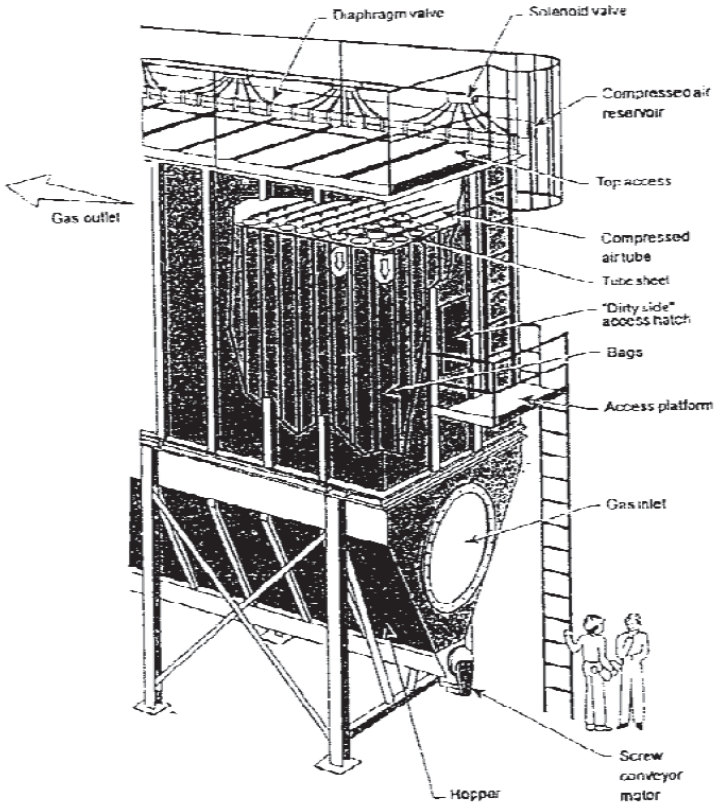


(ก) Motor-drive vibrator (ข) air jet (ค)

รูปที่ 2.7 แบบของบ้านถุงกรอง (baghouse) และวิธีการทำความสะอาดถุงกรอง

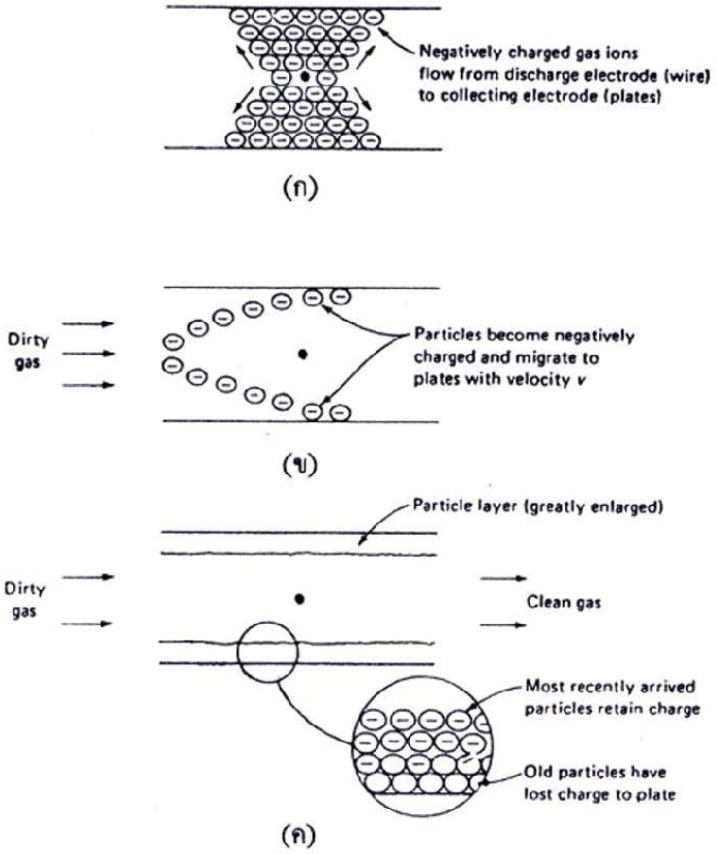


รูปที่ 2.8 การทำงานของถุงแบบ Pulse-Jet



รูปที่ 2.9 บ้านถุงกรองแบบ Pulse -jet

5. เครื่องจับฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต (Electrostatic precipitators) ทำงานโดยอากาศเสียเข้าไประหว่างแผ่นจับฝุ่น 2 แผ่น ซึ่งมีเส้นลวดให้ประจุไฟฟ้าอยู่ตรงกลาง ซึ่งจะปล่อยประจุไฟฟ้าวิ่งเข้าหาฝุ่นละออง ทำให้ฝุ่นละอองมีประจุไฟฟ้าขั่วเดียวกับเส้นลวด เกิดแรงผลักทำให้ฝุ่นละอองวิ่งเข้าหาแผ่นจับฝุ่นซึ่งเป็นกลาง ทั้งนี้จะต้องเดินสายดินต่อกับแผ่นจับฝุ่นเพื่อนำประจุไฟฟ้าออกจากแผ่นจับฝุ่น มิฉะนั้นแผ่นจับฝุ่นจะมีประจุไฟฟ้าขั่วเดียวกับละอองฝุ่น จะเกิดแรงผลักทำให้ละอองฝุ่นไม่สามารถจับกับแผ่นจับฝุ่นได้ เมื่อชั้นฝุ่นหนาขึ้นจะไม่สามารถถ่ายเทประจุออกจากชั้นฝุ่นได้จำเป็นต้องทำความสะอาดโดยการเคาะฝุ่นหลุดออกจากแผ่นจับฝุ่น



(ก) การเกิด ion ของก๊าซ (ข) อยุภาคถูกทำให้เกิดประจุแล้วเคลื่อนที่เข้าหาแผ่นรับฝุ่น (ค) ชั้นอนุภาคฝุ่นที่ทับถมขึ้นบนแผ่นดับฝุ่น

รูปที่ 2.10 กระบวนการจับฝุ่นด้วยไฟฟ้าสถิตย์

จากการศึกษาทั้งหมดนี้สรุปให้เห็นว่า การกำจัดมลภาวะที่เกิดจากการเผาขยะมูลฝอยมีอยู่ด้วยกันหลาหลายวิธี ขึ้นอยู่กับประเภทของขยะที่เผา และปัจจัยอื่น ๆ สิ่งที่ต้องระมัดระวัง และควรศึกษาก่อนการลงทุนก่อสร้างระบบบำบัดไอเสียจากการเผาขยะคือมลพิษที่จะเกิดขึ้น มิฉะนั้นอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม และสุขภาพของคนในชุมชนที่อยู่ใกล้เคียงได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลดปล่อย สารไดออกซินและฟิวแรน ซึ่งเป็นผลผลิตทางเคมีที่เกิดขึ้นมาโดยมิได้ตั้งใจ (Unintentional Products) สามารถก่อมะเร็งในมนุษย์ ก่อให้เกิดความผิดปกติของระบบประสาท

ระบบภูมิคุ้มกัน ระบบสืบพันธุ์ และเป็นสารตกค้างยาวนานในสิ่งแวดล้อม โดยสะสมได้ดีในไขมันสิ่งมีชีวิต และสามารถเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม จึงจำเป็นต้องศึกษาผลกระทบนี้เพื่อหาวิธีการป้องกันอย่างรอบคอบ ต้องควบคุมมลพิษทางอากาศให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม จึงจะถือว่าระบบบำบัดก๊าซไอเสียจากการเผาขยะเป็นระบบที่ดีสำหรับการกำจัดมลพิษ และเป็นทางเลือกในการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไปในอนาคต