บทที่ 2

ทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

มูลฝอยติดเชื้อเป็นมูลฝอยอันตราย (Hazardous Waste) ประเภทหนึ่ง เนื่องจากเป็นมูลฝอยที่มีการปนเปื้อนของเชื้อโรค ซึ่งจะก่อให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรคได้หากไม่มีวิธีการจัดการที่เหมาะสม ในสภาพปัจจุบันนี้นับว่าเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากมูลฝอยดังกล่าวยังไม่มีการเก็บรวบรวม และกำจัดอย่างถูกหลักวิชาการ จึงเป็นการเพิ่มความเสี่ยงในการแพร่กระจายของเชื้อโรค ซึ่งอาจส่งผลต่อสุขอนามัยของประชาชนและสิ่งแวดล้อมได้ ดังจะเห็นได้จากรายงานการศึกษาของมหาวิทยาลัยมหิดล ร่วมกับมหาวิทยาลัยฮาวาย ประเทศสหรัฐอเมริกา พ.ศ. 2532 ได้ทำการตรวจโรคผู้ที่ทำงานในบริเวณโรงงานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช ประมาณ 136 คน จากการตรวจพบว่า มีการติดเชื้อโรคเอดส์ 6 คน โรคไวรัสตับอักเสบบี 26 คน นอกจากนี้ทั้งเด็กและผู้ใหญ่ในชุมชนแออัดซึ่งอยู่ใกล้เคียงบริเวณดังกล่าว ยังเป็นโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจในอัตราที่สูง รวมทั้งเด็กเล็กในวัยต่ำกว่า 5 ปี แทบทั้งหมดเป็นโรคพยาธิ ซึ่งแม้ผลการวิจัยจะยังไม่สามารถยืนยันได้ชัดเจนว่าเป็นการติดเชื้อโรคที่ปะปนมากับกองมูลฝอย แต่ก็เป็นสัญญาณเตือนถึงความเสี่ยงอันตรายต่อสุขอนามัย หากยังไม่มีการดำเนินการแก้ไขโดยเร่งด่วน

มูลฝอยติดเชื้อจำเป็นที่จะต้องมีวิธีในการเก็บรวบรวม เก็บกัก เก็บขน บำบัดและทำลายเป็นพิเศษ โดยควรจะมีการกำหนดประเภทและลักษณะของมูลฝอยที่ถือว่าเป็นมูลฝอยติดเชื้อไว้อย่างชัดเจน เพื่อที่จะได้ถือปฏิบัติไปในทิศทางเดียวกัน รวมทั้งมีการกำหนดวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ ตั้งแต่การรวบรวม เก็บกัก เก็บขน ขนส่ง และบำบัด จนถึงการกำจัดทำลาย เพื่อที่จะก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ

2.2 คำจำกัดความมูลฝอยติดเชื้อ

ปัญหาในการจัดการเกี่ยวกับมูลฝอยติดเชื้ออย่างหนึ่งคือ การที่ไม่ได้มีการบัญญัติถึงคำจำกัดความของคำว่า "มูลฝอยติดเชื้อ" ว่ามีขอบเขตของความหมายครอบคลุมกับชนิดของมูลฝอยที่เกิดขึ้นอย่างไร จึงทำให้มีการจัดการอย่างไม่เหมาะสมเกิดขึ้นได้ จากการประชุมของคณะ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อนุกรรมการศูนย์วิชาการแก้ไขปัญหามูลฝอยในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ได้กำหนดคำจำกัดความของมูลฝอยติดเชื้อว่า หมายถึง "สิ่งของที่ไม่ต้องการ หรือถูกทิ้งจากสถานพยาบาล อาทิ เนื้อเยื่อ ชิ้นส่วนอวัยวะต่าง ๆ และสิ่งขับถ่าย หรือของเหลวจากร่างกายผู้ป่วย (เช่น น้ำเหลือง น้ำหนอง เสมหะ น้ำลาย เหงื่อ ปัสสาวะ อุจจาระ ไขข้อ น้ำในกระดูก น้ำอสุจิ) เลือดและผลิตภัณฑ์เลือด (เช่น เซรุ่ม น้ำเลือด) รวมทั้งเครื่องใช้ที่สัมผัสกับผู้ป่วย และ/หรือ สิ่งของดังกล่าวข้างต้น (เช่น สำลี ผ้าก๊อซ กระดาษชำระ เข็มฉีดยา มีดผ่าตัด เสื้อผ้า) ตลอดจนซากสัตว์ หรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสัตว์ทดลอง ซึ่งทิ้งมาจากห้องตรวจผู้ป่วย (เช่น ห้องอุกเฉิน ห้องปัจจุบันพยาบาล ห้องชันสูตรโรค ห้องผ่าตัด ห้องทันตกรรม ห้องสูติกรรม ห้องจักษุกรรม ห้องโสต ศอ นาสิกกรรม ห้องออร์โธปิดิกส์ หน่วยโลหิตวิทยา) หออภิบาลผู้ป่วย (เช่น ศัลยกรรม อายุรกรรม กุมารเวชกรรม สูตินรีเวชกรรม) ห้องปฏิบัติการ (เช่น หน่วยพยาธิวิทยา ห้องเลี้ยงสัตว์ทดลอง) หรืออื่น ๆ ตามที่สถานพยาบาลจะพิจารณาตามความเหมาะสม"

2.3 การจำแนกชนิดของมูลฝอยที่เกิดขึ้นในสถานพยาบาล (Classification of Hospital Wastes)

WHO ได้จำแนกชนิดของมูลฝอยที่เกิดขึ้นในสถานพยาบาลเป็น 8 ประเภทดังนี้คือ

ประเภทที่ 1 : มูลฝอยทั่วไป (General Wastes) ได้แก่ มูลฝอยที่มีแหล่งกำเนิดมาจากอาคารในส่วนสำนักงาน ที่พักอาศัย ที่นอนของสัตว์ที่ไม่ติดเชื้อ น้ำทิ้งจากการซักผ้า และสิ่งอื่น ๆ ซึ่งไม่ต้องมีการจัดการเป็นพิเศษ หรือไม่เป็นอันตรายต่อสุขอนามัยและสิ่งแวดล้อม อาทิเช่น ถุงพลาสติก กระดาษ แก้ว ไม้ เศษผ้า เศษอาหาร เป็นต้น

ประเภทที่ 2 : มูลฝอยพวกสารกัมมันตรังสี (Radioactive Wastes) ได้แก่ ของเสียที่เป็นของแข็ง ของเหลวและกาซ ที่ปนเปื้อนด้วย radionuclides ที่มาจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ของเนื้อเยื่อ หรือน้ำเหลือง และจากการตรวจวิเคราะห์การตรวจภายในร่างกายเกี่ยวกับการถ่ายภาพอวัยวะของร่างกายและการวิเคราะห์เนื้องอกในร่างกาย

ประเภทที่ 3 : มูลฝอยพวกสารเคมี (Chemical Wastes) ได้แก่ มูลฝอยที่ประกอบด้วยสารเคมีที่อยู่ในรูปที่เป็นของแข็ง ของเหลวและกาซที่ต้องทิ้งไป จากการตรวจวินิจฉัยและการทดลอง การทำความสะอาด รวมทั้งการทำลายเชื้อ มูลฝอยพวกสารเคมีแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1) มูลฝอยพวกสารเคมีที่เป็นอันตราย ประกอบด้วยสารเคมีที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- เป็นพิษ
- กัดกร่อน (กรด pH<2.0 และด่าง pH>12.0)

- ติดไฟได้
- ทำปฏิกิริยา (การระเบิด การทำปฏิกิริยากับน้ำ) ก่อให้เกิดอันตรายทันทีทันใด (Shock Sensitive)
- เป็นพิษต่อพันธุกรรม (เป็นสารก่อมะเร็ง ทำให้เกิดการผันแปร ทำให้เกิดการผิดปกติมาแต่กำเนิด หรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกรรมพันธุ์) ได้แก่ ยารักษามะเร็ง

2) มูลฝอยพวกสารเคมีที่ไม่เป็นอันตราย ประกอบด้วย สารเคมีชนิดอื่น ๆ นอกเหนือจากมูลฝอยที่เป็นอันตราย ได้แก่ กรดอะมิโน น้ำตาล เกลือของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์

ประเภทที่ 4 : มูลฝอยพวกยา (Pharmaceutical Wastes) ได้แก่ มูลฝอยประเภทยาและผลิตภัณฑ์ประเภทยา ซึ่งเหลือใช้จากหอพยาบาลผู้ป่วย ยาที่หกราด ยาและผลิตภัณฑ์ยาที่หมดอายุหรือถูกปนเปื้อน ยาที่ต้องทิ้งไปเนื่องจากไม่ต้องการอีกแล้วหรืออาจจะมีเชื้อโรค (Potentially Infectious Wastes)

ประเภทที่ 5 : มูลฝอยพวกภาชนะบรรจุความดัน (Pressurized Wastes)

ประเภทที่ 6 : มูลฝอยจากแผนกพยาธิวิทยา (Pathological Wastes) ได้แก่ มูลฝอยที่เป็นพวกเนื้อเยื่อ อวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย ซากทารก ซากสัตว์ รวมทั้งเลือดและน้ำเหลือง

ประเภทที่ 7 : มูลฝอยพวกของมีคม (Sharps) ประกอบด้วยของเสียซึ่งอาจจะติดเชื้อได้หรือไม่ติดเชื้อก็ได้ แต่จะก่อให้เกิดอุบัติเหตุเป็นอันตรายได้ มูลฝอยประเภทนี้ได้แก่ เข็ม กระบอกฉีดยาที่ทำมาจากแก้ว (Glass Syringes) มีผ่าตัด (Scalpels) เลื่อย ใบมีโกน (Blades) แก้วแตก (Broken Glass) ตะปู ของอื่น ๆ ที่สามารถบาดหรือทิ่มแทงได้

ประเภทที่ 8 : มูลฝอยติดเชื้อ (Infectious Wastes) ได้แก่ มูลฝอยที่มีเชื้อโรคปะปนอยู่ในปริมาณหรือความเข้มข้นซึ่งถ้ามีการสัมผัสหรือใกล้ชิดกับมูลฝอยนั้นแล้ว สามารถทำให้เกิดโรคได้

มูลฝอยประเภทนี้ประกอบด้วย

- อาหารเลี้ยงเชื้อของโรคติดต่อจากห้องปฏิบัติการ
- ของเสียจากการผ่าตัดหรือการผ่าตัดเพื่อพิสูจน์ (autopsies) ของคนไข้โรคติดเชื้อ

- ของเสียจากคนไข้โรคติดเชื้อในหอพยาบาลผู้ป่วย ที่แยกเฉพาะโรคติดเชื้อ ได้แก่ เลือด น้ำเหลือง น้ำหนอง เสมหะ น้ำลาย อุจจาระ ปัสสาวะ อาเจียน อื่น ๆ (เช่น น้ำอสุจิ น้ำในข้อเข่า ฯลฯ)
- ของเสียที่สัมผัสกับผู้ป่วยด้วยโรคติดเชื้อ ซึ่งกำลังทำการ haemodialysis เช่น dialysis equipment ได้แก่ หลอดและเครื่องกรอง สำลี ผ้าก๊อซ กระดาษทิชชู ผ้าอนามัย เข็ม เข็มฉีดยาชนิดใช้ครั้งเดียว มีดและเครื่องใช้ห้องผ่าตัด ถุงมือ เสื้อผ้าที่เปรอะเปื้อนมาก ๆ (ทั้งของคนไข้ แพทย์และพยาบาล)
- ของเสียที่สัมผัสกับสัตว์ทดลองที่ฉีดเชื้อโรคติดเชื้อ หรือสัตว์ที่กำลังป่วยด้วยโรคติดเชื้อ

จากรายละเอียดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของมูลฝอยจากสถานพยาบาลของ WHO สามารถแบ่งมูลฝอยที่เกิดขึ้นได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1) มูลฝอยติดเชื้อ (Infectious Wastes) ได้แก่ มูลฝอยประเภทที่ 6,7 และ 8

2) มูลฝอยปราศจากเชื้อ (Non-infectious Waste) ได้แก่ มูลฝอยประเภทที่ 1,2,3,4 และ 5

นอกจากนี้ยังจะสามารถแบ่งมูลฝอยที่เกิดขึ้นในสถานพยาบาลออกเป็น 3 พวกใหญ่ ๆ เพื่อให้เกิดการจัดการอย่างมีประสิทธิภาพคือ

1) มูลฝอยทั่วไป เป็นมูลฝอยจากอาคารสำนักงาน บ้านพักและสนามบริเวณบ้านพักของเจ้าหน้าที่โรงพยาบาล ซึ่งเกิดจากการใช้ในชีวิตประจำวัน เช่นเดียวกับมูลฝอยจากชุมชนหรือจากแหล่งที่พักอาศัยทั่ว ๆ ไป ได้แก่ ถุงพลาสติก กระดาษ ไม้ เศษผ้า เศษอาหาร เปลือกไม้ ใบไม้ กิ่งไม้ ใบหญ้า ฯลฯ

2) มูลฝอยติดเชื้อ เป็นมูลฝอยจากอาคารต่าง ๆ ภายในโรงพยาบาล ซึ่งประกอบด้วยวัสดุทางการแพทย์ และจากการรักษาพยาบาล แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

2.1) มูลฝอยที่มีลักษณะที่เกิดเฉพาะในสถานพยาบาลเท่านั้น ได้แก่ มูลฝอยที่เกิดจากวัสดุทางการแพทย์ จากการรักษาพยาบาลผู้ป่วยที่ไม่ใช่โรคติดต่อ เช่น จากห้องปฐมพยาบาล หรือผู้ป่วยที่เกิดโรคจากอุบัติเหตุ ได้แก่ ผ้าพันแผล สำลี ฉลากยา ขวดแก้วต่าง ๆ เข็มฉีดยา สายน้ำเกลือ ขวดน้ำเกลือ นอกจากนี้ยังรวมถึงมูลฝอยจากอาคารอำนวยการ ห้องธุรการซึ่งเป็นเอกสารเศษกระดาษ หรือเป็นข้อมูลของผู้ป่วย

2.2) มูลฝอยที่เกิดจากการรักษาพยาบาลผู้ป่วยที่เป็นโรคติดต่อ รวมทั้งชิ้นส่วนของร่างกายและอวัยวะภายในที่เกิดจากการผ่าตัดด้วย ตลอดจนมูลฝอยจากห้องชันสูตร ห้องเพาะเชื้อต่าง ๆ มูลฝอยส่วนนี้เป็นส่วนที่ต้องการการกำจัดด้วยวิธีพิเศษ

3) มูลฝอยอันตราย เป็นมูลฝอยที่ต้องการวิธีกำจัดเช่นเดียวกับมูลฝอยที่เกิดจากการผลิตของภาคอุตสาหกรรม ได้แก่ ยาเก่า น้ำยา และสารเคมีต่าง ๆ ปรอทที่อยู่ในเทอร์โมมิเตอร์ที่แตกเสียหาย กากของสารกัมมันตรังสีจากการเอ็กซเรย์ และของเสียจากผู้ป่วยที่รักษาโดยรังสี

2.4 แนวทางการจัดการเกี่ยวกับมูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาล

ในการเก็บรวบรวม เก็บกัก ตลอดจนถึงการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อของสถานพยาบาลมักจะประสบปัญหาในด้านการปฏิบัติ เนื่องจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องยังขาดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง ในการจัดการเกี่ยวกับมูลฝอยติดเชื้อ ซึ่งคณะอนุกรรมการศูนย์วิชาการแก้ไขปัญหามูลฝอยในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ได้เสนอแนวทางการจัดการที่เหมาะสมให้แก่สถานพยาบาลและหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการจัดการกับมูลฝอยติดเชื้อด้วยวิธีการดังนี้

2.4.1 การแยกเก็บรวบรวม ณ แหล่งกำเนิด (Pre-Collection or Segregation)

ในขั้นตอนนี้จะทำการแยกมูลฝอยติดเชื้อที่มีลักษณะแตกต่างกัน ทิ้งลงในภาชนะรองรับเฉพาะ เช่น

- ส่วนที่เป็นเลือด น้ำเหลือง น้ำหนอง จะต้องใส่ลงในถังรองรับมูลฝอยที่ไม่มีการรั่วไหลได้ หรือไม่มีรอยแตก แล้วปิดฝาให้สนิทมิดชิด

- ส่วนมูลฝอยที่เป็นของแข็งหรือกึ่งแข็ง เช่น สำลี กระดาษชำระ ผ้าก๊อซ ฯลฯ ควรใส่ในถุงพลาสติก หรือถังรองรับมูลฝอยที่เตรียมไว้

- ส่วนที่เป็นวัตถุมีคม เช่น มีด เข็มฉีดยา ควรใส่ในถังรองรับมูลฝอย หรือใส่ภาชนะที่แข็งแรง ป้องกันการแทงทะลุได้ ก่อนที่จะนำไปทิ้งลงในถุงพลาสติก

- ส่วนที่เป็นเศษชิ้นเนื้อ กระดูก ให้ใส่ในถังรองรับมูลฝอย หรือแยกใส่ถุงต่างหาก

2.4.2 การบำบัดเบื้องต้น (Pre-Treatment)

ให้ทำการฆ่าเชื้อโรคหรือบำบัดเบื้องต้นก่อน เช่น ใช้ Sodium hypochloride เข้มข้น 0.1-0.5% เทราดให้ทั่วถึงในภาชนะที่ใช้ใส่มูลฝอยติดเชื้อ ถ้าเป็นมูลฝอยติดเชื้อเอดส์ หรือไวรัสตับอักเสบบี จะต้องใส่น้ำยาฆ่าเชื้อโรค แล้วต้องนำไปอบฆ่าเชื้อก่อนที่จะทิ้งลงในถุงพลาสติก

2.4.3 การเก็บรวบรวม เก็บกัก การลำเลียงมูลฝอยติดเชื้อภายในสถานพยาบาล (Internal Collection, Storage and Transportation)

2.4.3.1 ภาชนะที่ใช้ในการเก็บกักมูลฝอยติดเชื้อ ภาชนะที่ใช้มากที่สุดคือ ถุงพลาสติกและเพื่อให้เกิดความแตกต่างกันจากถุงพลาสติกที่ใช้บรรจุมูลฝอยธรรมดา ควรใช้ถุงพลาสติกที่มีสีแดงและพิมพ์ตราหัวกระโหลกไขว้ เพื่อให้ทราบว่าสิ่งที่บรรจุอยู่ภายในเป็นมูลฝอย

ติดเชื้อ ดังเช่นถุงพลาสติกสีแดงที่สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานครกำหนดให้ใช้มี 2 ขนาดคือ

- ขนาดเล็ก กว้าง 10 สูง 15 นิ้ว พับข้าง 2 1/2 นิ้ว ไม่มีหูหิ้ว
- ขนาดใหญ่ กว้าง 21 นิ้ว สูง 30 นิ้ว ไม่มีพับข้าง ไม่มีหูหิ้ว

ตารางที่ 2-1 และตารางที่ 2-2 แสดงรายละเอียดของถุงพลาสติกที่ใช้บรรจุ Pathological and Animal Wastes และ Surgery Wastes-Conductive ตามลำดับ ซึ่งแนะนำให้ใช้โดย Navy Hospital รายงานโดย Syska และ Hennessy(1973)

แนวทางปฏิบัติในการเก็บกักมูลฝอยติดเชื้อ มีดังนี้

- ภาชนะรองรับมูลฝอย ถ้าเป็นถุงพลาสติกให้ใช้เพียงครั้งเดียว แล้วทำลายไปพร้อมกับมูลฝอยติดเชื้อ ถ้าเป็นถังพลาสติกก็ทำเช่นเดียวกัน แต่ถ้าต้องการนำกลับมาใช้อีกควรใช้ถุงพลาสติกวางซ้อนด้านในของตัวถังอีกชั้นหนึ่ง แล้วนำถุงพลาสติกไปกำจัดทำลาย ส่วนถังพลาสติกให้ล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคก่อนใช้ครั้งต่อไป

- ภาชนะรองรับมูลฝอยติดเชื้อที่ทำด้วยวัสดุทนทานชนิดอื่น เช่น สแตนเลส หากจะนำกลับมาใช้ใหม่ ต้องมีการฆ่าเชื้อโรคและล้างทำความสะอาดเสียก่อน หรืออาจใช้ถุงพลาสติกวางซ้อนด้านในของภาชนะอีกชั้นหนึ่ง แล้วนำถุงพลาสติกไปทำลายพร้อมมูลฝอยติดเชื้อ ส่วนภาชนะสแตนเลสให้ทำการฆ่าเชื้อโรคก่อนจะใช้ครั้งต่อไป และลักษณะของภาชนะควรเป็นไปตามข้อกำหนดของคณะอนุกรรมการศูนย์วิชาการแก้ไขปัญหามูลฝอยในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

- ให้ปิดฝาถุง หรือฝาถังรองรับมูลฝอยให้สนิท แล้วเตรียมลำเลียงไปจากแหล่งกำเนิด และให้เตรียมภาชนะชุดใหม่รองรับไว้แทนด้วย สำหรับถุงพลาสติกที่ใช้รองรับมูลฝอยติดเชื้อไม่ควรบรรจุมูลฝอยจนเต็ม และควรผูกมัดปากถุงในระดับห่างจากปากถุงประมาณ 1 ใน 4 ของความยาวถุง

- ที่สำหรับใช้เก็บกักมูลฝอยติดเชื้อต้องเป็นที่เฉพาะ ห้ามใช้รวมกับมูลฝอยทั่วไป ต้องมีสถานที่ตั้งที่เหมาะสม มีการควบคุมอุณหภูมิภายในห้องเก็บกักมูลฝอย เพื่อไม่ให้เชื้อโรคมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยอุณหภูมิจะอยู่ที่ประมาณ 15 องศาเซลเซียส

- ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บกักมูลฝอยเพื่อรอการทำลาย ให้เก็บไว้ได้ในเวลาสั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยไม่ควรจะเก็บไว้เกิน 3 วัน

- ระหว่างที่รอการเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อเพื่อนำไปกำจัด ต้องคอยดูแลภาชนะรองรับมูลฝอยตลอดเวลา ไม่ให้มีรอยฉีกขาดหรือรั่วซึม หรือเกิดจากการกัดแทะของสัตว์พาหะนำโรค

ตารางที่ 2-1 แนวทางการเลือกถุงพลาสติกที่ใช้ในการบรรจุมูลฝอยติดเชื้อจากห้องผ่าตัด

Surgery Wastes -- Conductive	
Hamper liners	45 1/2" x 30" flat, .003 mil thickness.
Kickbucket liners	20" x 24" flat.
Color	normally black.
Ties	conductive 6" minimum
Bag size	
30" x 40" flat	open at short side.
24" x 28" flat	open at short side.
Color	opaque – green and buff normally available as standard colors. Use only one color.
Form	tubular – folded flat – non-gussetted.
Thickness	*both sizes .0015 full gauge minimum.
Material	standard polyethylene.
Weight	*30" x 40" flat 120 pounds per 1000 not including packaging.
	*24" x 26" flat 62.4 pounds per 1000 not including packaging.
Ties	6" minimum.

หมายเหตุ : Standard Commercial practice allows a 10 % deviation in mil thickness and therefore in weight. It is important to specify "full gauge minimum" for whatever mil size is selected. Some bag manufacturers recommend up to .006 mil thickness, even for chute use. The added expense for these heavier bags would not seem to justify the added strength obtained.

ที่มา : Handbook on hospital solid waste management, 1973.

ตารางที่ 2-2 แนวทางการเลือกถุงบรรจุมูลฝอยในโรงพยาบาลของแผนกพยาธิวิทยา (Pathological Waste) จำพวกเนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย

Pathological and Animal Wastes	
Bag size	
30" x 40" flat	for large pathological items; for large animals and bedding, 30" end open.
20" x 18" flat	for small pathological items such as from anatomy, autopsy; for small animals; for placentas, 20" end open.
Color	red opaque red for special handling (dangerous); opaque so contents cannot be seen.
Form	Tubular folded flat – non - gussetted.
Thickness	
30" x 40" flat	.003 mil full gauge minimum
20" x 18" flat	.002 mil full gauge minimum
Material	EVA polyethylene or equivalent.
Weight	
30" x 40" flat	240 pounds per 1000 not including packaging.
20" x 18" flat	48 pounds per 1000 not including packaging.
Ties	6" minimum for both size bags

หมายเหตุ : Standard Commercial practice allows a 10 % deviation in mil thickness and therefore in weight. It is important to specify "full gauge minimum" for whatever mil size is selected. Some bag manufacturers recommend up to .006 mil thickness, even for chute use. The added expense for these heavier bags would not seem to justify the added strength obtained.

ที่มา : Handbook on hospital solid waste management, 1973.

- ในกรณีที่ต้องส่งมูลฝอยติดเชื้อออกไปทำลายภายนอกโรงพยาบาล ควรบรรจุมูลฝอยติดเชื้อไว้ในภาชนะที่เป็นถัง ซึ่งมีลักษณะตามที่กำหนด ไม่ควรใส่ในถุงพลาสติก โดยให้ทำการขนส่งด้วยความระมัดระวัง ห้ามโยน ห้ามดึง หรือกลิ้งภาชนะรองรับมูลฝอย ห้ามทิ้งลงทางช่องทิ้งมูลฝอยของตัวอาคาร ถ้ามีลิฟท์ให้ลำเลียงทางลิฟท์

2.4.3.2 การเก็บขนและลำเลียงมูลฝอยติดเชื้อภายในโรงพยาบาล วิธีที่สะดวกที่สุดคือการใช้รถเข็น (Cart) และลิฟท์ (Elevator) ซึ่งลักษณะของรถเข็นมีดังนี้

- มีความจุประมาณ 1 ลูกบาศก์หลา และขนาดต้องเหมาะสมกับทางเดินและประตูลิฟท์

- ต้องมีที่ปิดมิดชิดเพื่อไม่ให้มูลฝอยติดเชื้อหล่นจากรถในขณะที่ทำการลำเลียง

- ต้องทำจากวัสดุที่ทนทาน เนื่องจากต้องมีการล้างทำความสะอาดบ่อย

- ต้องออกแบบให้สามารถทำความสะอาดได้ทั่วพื้นผิว และต้องไม่มีสิ่งตกค้างหลังล้างทำความสะอาด

- ต้องมีล้อ 4 ล้อ ซึ่งทำจากวัสดุที่แข็งแรงทนทาน

- ในการเก็บขนและการนำมูลฝอยออกจากรถเข็น ต้องเป็นด้านบนของตัวรถ

- ขนาดของตัวรถเข็นต้องสามารถที่จะลำเลียงเข้าลิฟท์ได้มากกว่า 1 คัน ในเวลาเดียวกัน

- ข้อดีและข้อเสียของการเก็บขนโดยใช้รถเข็น ดังตารางที่ 2-3 นี้

ตารางที่ 2-3 แสดงข้อดีข้อเสียของการเก็บขนมูลฝอยโดยใช้รถเข็น

ข้อดี	ข้อเสีย
- ค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่ำ - ง่ายต่อการดำเนินการ - ไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่ออากาศเป็นพิษ - สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานอื่นได้	- ต้องใช้กำลังคนสูง - ในการลำเลียงระหว่างชั้นต้องใช้ลิฟท์ช่วย

แนวทางปฏิบัติในการเก็บขนและลำเลียงมูลฝอยติดเชื้อ มีดังนี้

- ลำเลียงมูลฝอยติดเชื้อที่บรรจุในถุง หรือถังรองรับมูลฝอย ออกมารวมกันในรถเข็นหรือรถบรรทุกมูลฝอยภายในอาคาร และห้ามมิให้เปิดปากถุงอีกเป็นอันขาด

- ระหว่างการลำเลียงภายในโรงพยาบาลให้สังเกตด้วยว่า ภาชนะรองรับมูลฝอยมีรอยรั่ว รอยแตก หรือไม่

- พนักงานลำเลียงมูลฝอยต้องใส่ถุงมือยาว มีผ้าปิดปากและจมูก สวมชุดปฏิบัติงานทุกครั้งที่ทำงาน

- ไม่ควรโยนถุงที่ใช้บรรจุมูลฝอยติดเชื้อ เพราะอาจจะทำให้ถุงแตกได้

2.4.4 การเก็บขน และขนส่งมูลฝอยไปกำจัดนอกสถานพยาบาล (External Collection and Transportation) ในกรณีที่ต้องส่งมูลฝอยติดเชื้อไปทำการกำจัดนอกสถานพยาบาลมีข้อปฏิบัติดังต่อไปนี้

- รถที่ใช้เก็บขนมูลฝอยติดเชื้อ ต้องเป็นรถเฉพาะเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อเท่านั้น มีที่ปิดมิดชิด ควบคุมอุณหภูมิในรถได้ เมื่อบรรทุกแล้วไม่ทำให้ถุงหรือภาชนะรองรับมูลฝอยแตก หรือฉีกขาดจนเป็นเหตุให้มีของเสียที่เป็นของเหลว ไหลออกมาจากตัวรถได้

- รถเก็บขนควรมีลักษณะแตกต่างไปจากรถเก็บขนธรรมดา เช่น มีสัญลักษณ์หรือคำเตือนให้รู้ว่าเป็นรถเก็บขนของเสียที่เป็นอันตราย

- ไม่ควรลำเลียงของเสียที่เป็นของเหลว อาทิเช่น เลือด น้ำหนอง น้ำเหลือง เพราะโอกาสที่จะรั่วไหลออกมาข้างนอกได้มีสูง

2.5 การกำจัดมูลฝอยโดยการเผาในเตาเผา

ในการบำบัดและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อนี้ วิธีการบำบัดที่ดีที่สุดก็คือ การนำไปเผาในเตาเผา และเตาเผาที่ใช้ควรมีอุณหภูมเฉลี่ยสูงกว่า 870 องศาเซลเซียส และต้องมีอุปกรณ์ควบคุมสารพิษที่เกิดจากการเผาด้วย ส่วนเถ้าที่เกิดจากการเผาต้องนำไปฝังดิน หรือส่งต่อให้หน่วยราชการส่วนท้องถิ่นที่รับผิดชอบนำไปทำลายอย่างถูกหลักวิชาการต่อไป

การกำจัดมูลฝอยติดเชื้อสามารถกำจัดได้หลายวิธี โดยมีวัตถุประสงค์ต้องการให้มูลฝอยเหล่านั้นหมดพิษภัยที่จะไปทำอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ซึ่ง United State Environmental Protection Agency (U.S.EPA) ได้แนะนำการทำลายหรือกำจัดมูลฝอยติดเชื้อไว้ดังนี้

- Steam Sterilization
- Incineration
- Thermal Inactivation
- Gas/Vapour Sterilization

จากรายงานการศึกษาต่าง ๆ พบว่า มีการใช้เตาเผาทำลายมูลฝอยติดเชื้อมากที่สุด ทั้งนี้เพราะว่าสามารถทำลายให้สิ้นซาก หรือทำให้ลดปริมาตรลงอย่างมากเมื่อเทียบกับวิธีอื่น ๆ และ

ผู้ใช้ก็แน่ใจว่าได้ทำลายจนเป็นที่พอใจแล้ว อย่างไรก็ตาม การเผามูลฝอยเหล่านี้ ถ้าในห้องเผาอุณหภูมิสูงไม่เพียงพอก็จะเหลือมูลฝอยและอื่น ๆ ออกมาในรูปของสารมลพิษทางอากาศ เช่น ควัน เขม่าดำ สารพิษที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ หรือแม่แต่กากเถ้าที่เหลือในเตา และการกำจัดโดยวิธีการเผานี้มีข้อดีและข้อเสียดังตารางที่ 2-4 นี้

ตารางที่ 2-4 แสดงข้อดี-ข้อเสียของการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยเตาเผา

ข้อดี	ข้อเสีย
- สามารถลดปริมาตรของมูลฝอยลงจากเดิมได้ มาก	- ค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการสูงมาก
- สามารถฆ่าเชื้อโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ	- จะต้องมีผู้ควบคุมที่มีความชำนาญในการควบคุมเตาเผามูลฝอย ตลอดจนการบำรุงรักษาและซ่อมแซมเตาเผามูลฝอย
- เถ้า กากที่เหลือจากการเผาไหม้จะมีปริมาณน้อย	- ค่าบำรุงรักษา และค่าซ่อมแซมอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเตาเผามีค่าสูงมาก
- ประหยัดพื้นที่ในการกำจัดมูลฝอยมากกว่าแบบอื่น	- อาจมีปัญหาในการหาสถานที่ตั้งเตาเผามูลฝอยที่เหมาะสมเนื่องจากขาดการยอมรับของประชาชนที่จะให้เตาเผามูลฝอยตั้งอยู่ใกล้บ้านของตนเอง
- เตาเผามูลฝอยสามารถตั้งอยู่ใกล้ ๆ กับบริเวณที่เกิดมูลฝอย ลดปัญหาในการขนส่งมูลฝอย	- การเผามูลฝอยไม่ใช่การกำจัดขั้นสุดท้าย เนื่องจากยังต้องการพื้นที่สำหรับฝังกลบเถ้า และกากที่เหลือจากการเผาไหม้

2.5.1 ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการเผามูลฝอย

1) การทำลายเชื้อโรค (Pathogen Destruction)

เชื้อโรคที่มีอยู่ในมูลฝอยจะถูกทำลายเมื่อเผาด้วยอุณหภูมิสูง ๆ ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพที่เหมาะสมในการทำลายเชื้อโรคด้วยเตาเผามีจำกัด แต่สิ่งที่สำคัญก็คือ อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการเผา เชื้อโรคอาจจะถูกปล่อยออกมาจากเตาเผาได้ เนื่องจากอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ไม่เพียงพอ ซึ่งมีสาเหตุจากสภาวะต่าง ๆ เช่น

- มูลฝอยมีความชื้นสูง
- มีการป้อนมูลฝอยมากเกินกำลังของเตาเผา
- ปริมาณของอากาศในเตาสูงมาก ทำให้เวลาที่กาซอยู่ในเตาลดลง
- มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในเตาเผา
- ป้อนมูลฝอยเข้าไปในเตา ในขณะที่เตาเผายังมีอุณหภูมิไม่ถึงที่กำหนด

2) หลักการเผาไหม้

การเผามูลฝอยเป็นปฏิกิริยาที่ซับซ้อนเพราะมีองค์ประกอบของมูลฝอยที่ซับซ้อน ซึ่งจะมีผลต่อกระบวนการเผาไหม้ ทำให้เกิดการเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์ได้ หลักสำคัญในกระบวนการเผาไหม้คือ

1. เวลา (detention time) ต้องมีช่วงเวลาในการทำปฏิกิริยาที่พอเพียง
2. อุณหภูมิ (temperature) ต้องสูงพอสำหรับการเผาไหม้มูลฝอยในช่วงเวลาที่เหมาะสม
3. การผสมผสานของกาซ (turbulence) ทำให้การเผาไหม้เกิดได้อย่างสมบูรณ์ขึ้น

ในการเผามูลฝอยนี้เป็นกระบวนการทางเคมี ซึ่งปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นจะเกี่ยวข้องกับการออกซิไดซ์สารอินทรีย์ในมูลฝอยและเชื้อเพลิงที่ใช้ ปฏิกิริยานี้จะปล่อยพลังงานออกมาในรูปของความร้อนและแสง และจะเปลี่ยนสารอินทรีย์ไปอยู่ในรูปที่ถูกออกซิไดซ์แล้ว ดังภาพที่ 2-1 กระบวนการในการเผาไหม้ที่ควรทราบมีดังนี้

2.1 ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น

ส่วนประกอบอินทรีย์ที่มีอยู่ในมูลฝอย ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาที่ก่อให้เกิดพลังงานและผลผลิตที่เป็นกาซจากการเผาไหม้ ซึ่งจะถูกปล่อยออกไประหว่างทำการเผา นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบอื่นที่อยู่ในมูลฝอยแต่มีปริมาณน้อยคือ ซัลเฟอร์ (S) คลอรีน (Cl) และโลหะต่าง ๆ ถึงแม้ว่าพวกส่วนประกอบเหล่านี้จะไม่มีความสำคัญมากนักในการเผาไหม้ แต่จะมีความสำคัญต่อปัญหามลพิษในอากาศ สมการเคมีของการเผาไหม้ (Tillman, Rossi และ Vick , 1989)เป็นดังนี้

$$C_vH_w + (v+w/4)O_2 \longrightarrow vCO_2 + w/2\ H_2O$$

กรณีที่มีคลอรีนประกอบอยู่ในมูลฝอย

$$C_vH_wCl_x + (v+w/4-x/4)O_2 \longrightarrow vCO_2 + xHCl + (w-x)/2H_2O$$

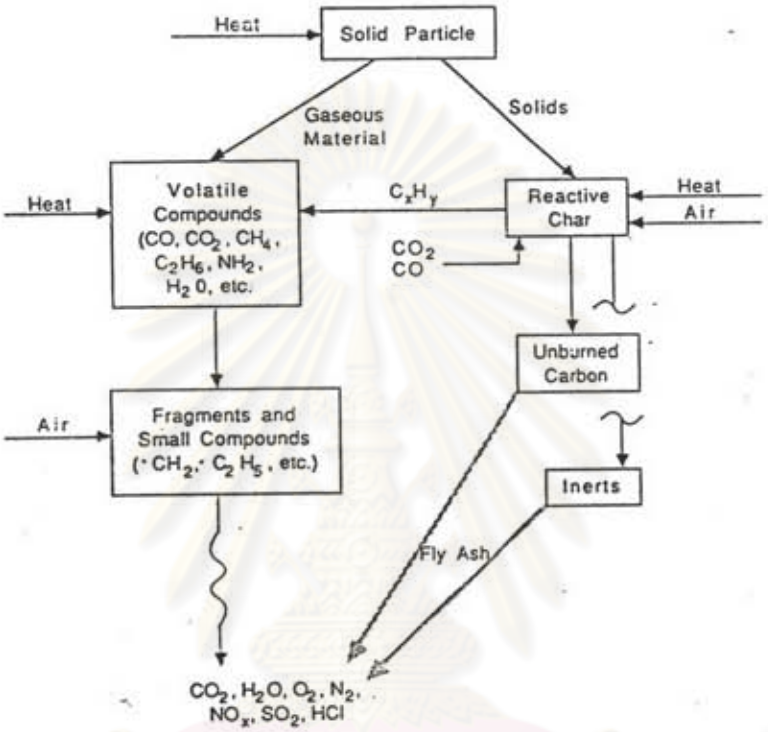
สำหรับสารไฮโดรคาร์บอนที่มีคลอรีนและออกซิเจนประกอบอยู่

$$C_vH_wCl_xO_y + (v+w/4-x/4-y/2)O_2 \longrightarrow vCO_2 + xHCl + (w-x)/2H_2O$$

ค่า v,w,x,y คือ จำนวนโมลที่ทำปฏิกิริยา

กรณีที่ใช้อากาศเป็นตัวออกซิไดซ์ คูณ (v+w/4-x/4-y/2) ด้วย 3.76

เมื่อเกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ คาร์บอนและไฮโดรเจนจะรวมกับออกซิเจนจากอากาศเป็นกาซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และไอน้ำ (H_2O) ถ้าหากว่าเกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์จะเกิดกาซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ขึ้น เมื่อมีสารคลอรีนเข้ามาในขบวนการเผาไหม้ จะเกิดกรดไฮโดรคลอริก (HCl) และกาซคลอรีน (Cl_2) ซึ่งกาซคลอรีนนี้จะไม่เกิดขึ้นเลยในกรณีที่มีอัตราส่วนของ H:Cl ต่ำ กรดไฮโดรคลอริคและกาซคลอรีนนี้จะถูกปล่อยออกจากห้องเผาในสถานะไอ



ภาพที่ 2-1 แสดงกลไกการเผาไหม้ของมูลฝอยทั่วไป (Tillman,Rossi และ Vick, 1989)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนซัลเฟอร์จะถูกออกซิไดซ์ในระหว่างการเผาไหม้กลายเป็นกาซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)ปริมาณกาซนี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณของซัลเฟอร์ที่อยู่ในมูลฝอย ไนโตรเจนในกระบวนการเผาไหม้มาจาก 2 แหล่งคือ อากาศที่ต้องใช้ในการเผาไหม้ และไนโตรเจนที่อยู่ในมูลฝอย ซึ่งจะก่อให้เกิดไนโตรเจนออกไซด์ (NO_X)

2.2) เวลาที่ใช้ทำปฏิกิริยาเผาไหม้ (detention time) มูลฝอยที่ถูกเผาไหม้จะต้องมีเวลาเพียงพอในการทำปฏิกิริยาการเผาไหม้เพื่อสลายตัวเป็นกาซและสารประกอบอื่นๆ จากสูตร (Brunner, 1994)

$$t_e = 27600 \times V \times \ln(T_e/T_m) / \{Q \times (T_e - T_m)\}$$

t_e = ค่าเฉลี่ยเวลาที่ไอกาซทำปฏิกิริยา (sec)

T_e = อุณหภูมิกาซหลังออกจากห้องเผา ($^{\circ}C$)

T_m = อุณหภูมิสูงสุดของกาซในห้องเผา ($^{\circ}C$)

Q = อัตราไหลของอากาศ (ft^3/min)

V = ปริมาตรของห้องเผา (ft^3)

2.3) การหาค่าการผสมผสานของกาซ (Turbulence) การเผาไหม้จะเกิดขึ้นได้อย่างทั่วถึงและรวดเร็วจะต้องมีการผสมผสานของกาซที่จะทำการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ จากสมการ (Brunner, 1994)

$$N_{RE} = VxD/K$$

V = ความเร็วของไอกาซ (ft/sec)

D = เส้นผ่าศูนย์กลางหน้าตัดของห้องเผา (ft)

กรณีหน้าตัดห้องเผาเป็นทรงเหลี่ยม $D = 2 \times a \times b/(a+b)$

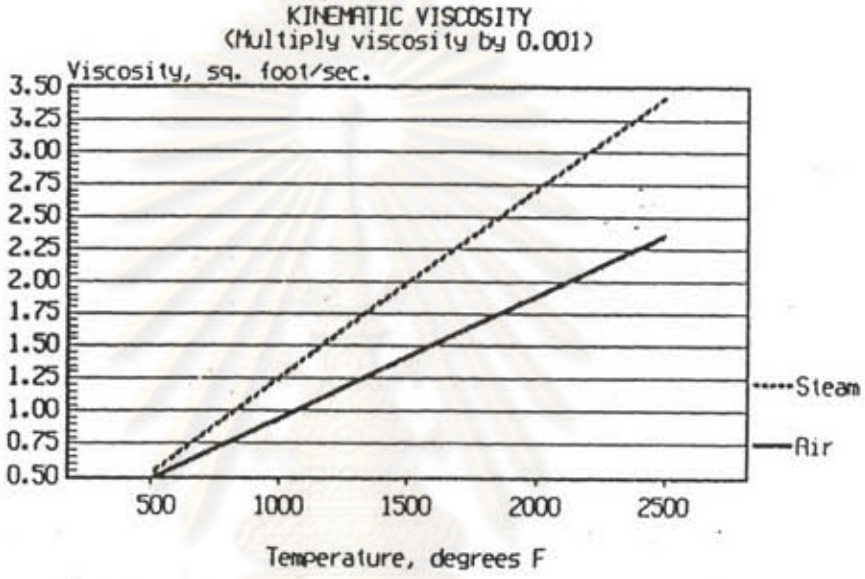
a , b = ด้านของหน้าตัดห้องเผา

K = Kinetic Viscosity (ft^2/sec) ค่าจากภาพที่ 2-2

ค่า N_{RE} ที่ได้ควรมีค่ามากกว่าค่าวิกฤติ (2300) หากมีค่าน้อยกว่า 10000 ควรใช้การวิเคราะห์ที่ละเอียดกว่านี้

2.4) อัตราการสลายตัวของสารอินทรีย์ จากค่า detention time นำไปสู่การคำนวณหาค่าอุณหภูมิที่ใช้สลายตัวของสารประกอบอินทรีย์ ณ เวลาต่างๆ จากสมการอัตราการสลายตัว(Brunner, 1994)

$$N = 1 - \exp[-V \times t \times \exp\{ -E/ (RxT) \}]$$



ภาพที่ 2-2 กราฟแสดงค่า Kinematic Viscosity (Brunner, 1993)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาเท่ากับ

$$T = E / (Rx \{ \ln(t) + \ln [-\ln (1-N)] / V \})$$

N = ประสิทธิภาพการสลายตัว

V = frequency factor (sec^{-1}) ค่าจากตาราง 2-5

E = Activation Energy (cal/g-mole) ค่าจากตาราง 2-5

R = Universal Gas Constant (1.987 cal/g-mole-$^{\circ}K$)

T = incinerator temperature ($^{\circ}K$)

จากสมการข้างต้น เมื่อใช้ค่าต่างๆจากตัวอย่างในตารางที่ 2-5 จะได้ค่าอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการสลายตัวของสารอินทรีย์ ดังตารางที่ 2-6 ซึ่งจะเห็นว่าถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจะใช้เวลาในการสลายตัวน้อยลงตามลำดับ

2.5) ปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้

ปริมาณอากาศเป็นสิ่งจำเป็นในการเผามูลฝอย ถ้าต้องการให้เกิดการเผามูลฝอยอย่างสมบูรณ์ ซึ่งจะไม่มีควันดำเกิดขึ้น สามารถคำนวณปริมาตรอากาศที่ต้องการได้จากสมการต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณอากาศที่ต้องการ (ปอนด์/นาที)} = \frac{7.5 \times \text{ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้น (บีทียู/ชม.)}}{60 \text{ (นาที/ชม.)} \times 10{,}000 \text{ (บีทียู)}}$$

ค่าที่คำนวณได้เป็นเพียงปริมาณอากาศที่ต้องการทางทฤษฎี ซึ่งในการทำงานจริงแล้ว ต้องเพิ่มปริมาณอากาศให้มากขึ้น โดยทั่วไปจะอยู่ระหว่าง 2-4 เท่าของปริมาณอากาศที่หาได้ตามทฤษฎี (สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์ , 2535)

2.6) การคำนวณปริมาณ ความร้อน

การคำนวณหาปริมาณความร้อนจากปฏิกิริยาเคมี ใช้ในการประมาณค่าความร้อนที่ปล่อยออกมา และความร้อนที่ถ่ายเทจากการเผาไหม้ การหาปริมาณความร้อนนี้จะเกี่ยวข้องกับการหาค่าของความร้อนของเชื้อเพลิงหรือมูลฝอย ความร้อนที่ใส่เข้าไปและที่ออกจากระบบและความร้อนที่สูญเสียไป ค่าต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณความร้อนมีดังนี้

- ความร้อนจากการเผาไหม้ (Heat of combustion) เป็นพลังงานความร้อนจากการเผาไหม้ของสารต่าง ๆ กับออกซิเจน ซึ่งจะได้ผลผลิตสุดท้ายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ ซึ่งปฏิกิริยาทั้งหมดเกิดที่สภาวะเดียวกัน คือ 20$^{\circ}C$ และ 1 atm

ตารางที่ 2-5 พารามิเตอร์ที่ใช้ในสูตรการสลายตัวของสารอินทรีย์

Compound (Reference)	Frequency Factor (1/Second)	Activation Energy (cal/g-mole)
Acetic anhydride (4)	1.00E + 12	34,500
Acetonitrile (2)	4.70E + 07	40,000
Acrylonitrile (1)	2.18E + 12	52,100
Acrylonitrile (3)	1.30E + 06	31,000
Aniline (3)	9.30E + 15	71,000
Azomethane (4)	3.50E + 16	52,500
Benzene (1)	7.42E + 21	95,900
Benzene (2)	2.80E + 08	38,000
Butene (4)	5.00E + 12	63,000
Carbon tetrachloride (3)	2.80E + 05	26,000
Chloroform (2)	2.90E + 12	49,000
Dichlorobenzene (3)	3.00E + 08	39,000
Dichloromethane (3)	3.00E + 13	64,000
Ethane (3)	1.30E + 05	24,000
Ethyl chlorocarbonate (4)	9.20E + 08	29,100
Ethyl nitrite (4)	1.40E + 14	37,700
Ethyl peroxide (4)	5.10E + 14	31,500
Ethylene dibutyrate (4)	1.80E + 10	33,000
Ethylidene dichloride (4)	1.20E + 12	49,500
Hexachlorobenzene (1)	1.90E + 16	72,600
Hexachlorobenzene (3)	2.50E + 08	41,000
Hexachlorobutane (3)	6.30E + 12	59,000
Hexachloroethane (3)	1.90E + 07	29,000
Methane (3)	3.50E + 09	48,000
Methyl iodide (4)	3.90E + 12	43,000
Monochlorobenzene (3)	8.00E + 04	23,000
Nitrobenzene (3)	1.40E + 15	64,000
Paracetaldehyde (4)	1.30E + 15	44,200
Pentachlorobiphenyl (1)	1.10E + 16	70,000
Pentachlorobiphenyl* (1)	7.44E + 19*	53,600*
Propylene oxide (4)	1.40E + 14	58,000
Pyridine (3)	1.10E + 05	24,000
Tetrachlorobenzene (2)	1.90E + 06	30,000
Tetrachloroethylene (2)	2.60E + 06	33,000
Toluene (1)	2.28E + 13	56,500
Toluene* (1)	2.10E + 12*	77,500*
Trichlorobenzene (2)	2.20E + 08	38,000
Trichloroethane (3)	1.90E + 08	32,000
Vinyl chloride (1)	3.57E + 14	63,300

Note:
1. The Frequency Factor (V) is also known as the Arrhenius Factor.
2. Activation Energy (E) is also known as Dissociation Energy.

*Pyrolysis mode of destruction.

ที่มา : Brunner 1993

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2-6 อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการสลายตัว (99.99%)ของสารอินทรีย์

Compound	Temperature of Destruction, °F		
	0.5 Second	1.0 Second	2.0 Second
Acetic anhydride	805	771	738
Acetonitrile	1997	1887	1786
Acrylonitrile (1)	1392	1343	1296
Acrylonitrile (3)	2056	1909	1778
Aniline	1440	1402	1366
Azomethane	892	866	841
Benzene (1)	1372	1345	1320
Benzene (2)	1622	1538	1461
Butene	1708	1653	1600
Carbon tetrachloride	1987	1822	1679
Chloroform	1262	1217	1174
Dichlorobenzene	1668	1583	1504
Dichloromethane	1602	1553	1506
Ethane	1994	1816	1662
Ethyl chlorocarbonate	1028	972	920
Ethyl nitrite	692	666	641
Ethyl peroxide	463	442	423
Ethylene dibutyrate	985	938	894
Ethylidene dichloride	1341	1293	1246
Hexachlorobenzene (1)	1443	1406	1370
Hexachlorobenzene (3)	1802	1710	1626
Hexachlorobutane	1553	1502	1453
Hexachloroethane	1438	1347	1265
Methane	1822	1742	1667
Methyl iodide	1034	996	959
Monochlorobenzene	2028	1838	1675
Nitrobenzene	1355	1316	1279
Paracetaldehyde	796	770	744
Pentachlorobiphenyl	1404	1367	1331
Pentachlorobiphenyl*	674	656	638
Propylene oxide	1312	1272	1233
Pyridine	2041	1856	1697
Tetrachlorobenzene	1895	1761	1642
Tetrachloroethylene	2062	1922	1798
Toluene	1379	1334	1292
Toluene*	2298	2225	2156
Trichlorobenzene	1653	1567	1487
Trichloroethane	1336	1262	1194
Vinyl chloride	1415	1373	1336

*Pyrolysis mode of destruction.

ที่มา : Brunner 1993

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ค่าความร้อนสูงสุด (Higher heating value, HHV) เป็นปริมาณความร้อนที่ได้จากการวัดด้วยคาลอรีมิเตอร์ ซึ่งผลิตภัณฑ์จากการเผาไหม้จะถูกทำให้เย็นลงจนมีอุณหภูมิ 16°C และไอน้ำต้องควบแน่นเป็นหยดน้ำ มีหน่วยเป็น Kcal/g หรือ Kcal/m^3 (Btu/lb หรือ Btu/cf)

- ค่าความร้อนต่ำสุด (Low heating value, LHV) คล้าย ๆ กับค่าความร้อนสูงสุด แต่ต่างกันตรงที่ไอน้ำจากการเผาไหม้ไม่ต้องทำให้ควบแน่น แต่ให้คงสภาพเป็นไอที่อุณหภูมิ 18°C หน่วยที่ใช้เหมือนกับค่าความร้อนสูงสุด

- Enthalpy เป็นความร้อนที่มีอยู่ในสารแต่ละชนิด หน่วยเป็น kcal/g (Btu/lb)

- Sensible heat เป็นความร้อนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ

- ความร้อนแฝง (Latent heat) เป็นความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะ เช่น จากของเหลวให้กลายเป็นไอ หรือจากของเหลวกลายเป็นของแข็ง โดยมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ หน่วยที่ใช้เป็น Kcal/g (But/lb)

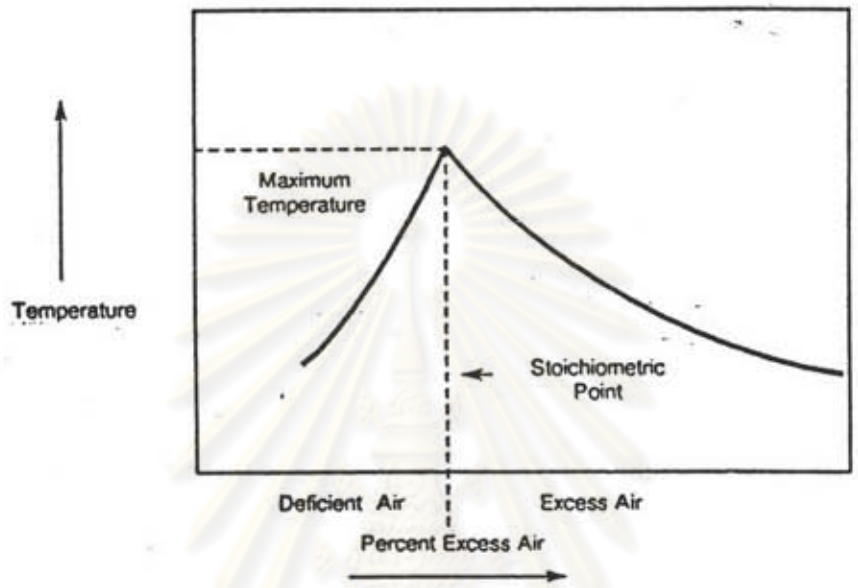
- ปริมาณความร้อนที่ได้ (Available heat) เป็นปริมาณความร้อนที่ได้และสามารถนำไปใช้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ หาได้จากผลต่างระหว่างความร้อนที่ใส่เข้าสู่ระบบกับความร้อนที่สูญเสียไปที่สถานะ Steady - state จะได้

Heat in (sensible + HHV) = Heat out (sensible + latent + available)

ความร้อนจะถูกปล่อยออกมาจากกระบวนการเผาไหม้ ด้วยอัตรา 7.8 Kcal/g ของคาร์บอนที่ถูกเผาไหม้ และ 34 Kcal/g ของไฮโดรเจนที่ถูกเผาไหม้ (14,100 But/lb ของคาร์บอน และ 61,000 Btu/lb ของไฮโดรเจน) อุณหภูมิสูงสุดในการเผาไหม้จะเกิดที่จุด Stoichiometric ดังภาพที่ 2-3 จะเห็นว่าถ้าปริมาณอากาศที่เกินพอ excess air เกินจุด Stoichiometric อุณหภูมิจะลดลง เนื่องจากความร้อนจะถูกใช้ในการเผาอากาศจากอุณหภูมิปกติให้มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิในเตาที่จุดต่ำกว่า Stoichiometric อุณหภูมิก็จะลดลงเนื่องจากไม่เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์

2.7) สารมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้น

2.7.1) ฝุ่น (Particulate Matter) เป็นทั้งอนุภาคของแข็งและเหลว ซึ่งไม่ใช่สารที่มีโมเลกุลเดียว (โดยปกติประมาณ 1 โมเลกุลจะมีขนาดราวๆ 0.0002 ไมโครเมตร) แต่จะเล็กกว่าไมโครเมตร ขนาดของอนุภาคทำให้อัตราคงอยู่ในอากาศเป็นไปได้ตั้งแต่ 2-3 วินาทีไปจนถึงหลายๆ เดือน อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 0.1 ไมโครเมตร จะมีการเคลื่อนไหวแบบ "random brownian motion" ซึ่งเป็นผลมาจากการชนกันระหว่างโมเลกุลที่มีขนาดระหว่าง 0.1 ถึง 1 ไมโครเมตร จะมีความเร็วการตกลงสู่พื้น (settling velocity) น้อยมากเมื่อเทียบกับความเร็วของลม อนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 20 ไมโครเมตร จึงจะเริ่มมี settling velocity เพียงพอที่จะตกลงสู่พื้นโดยเหตุของความ



ภาพที่ 2-3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและปริมาณออกซิเจนในกระบวนการเผาไหม้มูลฝอย

ที่มา : Handbook operation and mantenence of hospital medical waste incinerators,1990

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โน้มถ่วงและแรงเฉื่อย ผลต่อสุขภาพอนามัย ตัวฝุ่นละอองและการรวมตัวของฝุ่นกับสารมลพิษทางอากาศอื่นทำให้เกิดเป็นพิษมากขึ้น โดยเข้าสู่ร่างกายทางระบบหายใจ ไปรบกวนระบบการหายใจโดยตรง โดยประมาณขนาดของฝุ่น 0.01 ถึง 0.1 ไมโครเมตร จะมีอยู่ในฝุ่นทั้งหมดประมาณ 50 เปอร์เซนต์ ฝุ่นขนาดนี้สามารถเข้าไปสะสมอยู่ในถุงลมปอดได้

ผลของฝุ่นจะก่อให้เกิดผลได้ 3 ทาง คือ

2.1 ฝุ่นเป็นพิษเนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีหรือลักษณะทางกายภาพ

2.2 ฝุ่นเข้าไปรบกวนระบบหายใจ

2.3 ฝุ่นเป็นตัวพาหรือดูดซับสารพิษเข้าสู่ร่างกาย

เป็นเรื่องยากที่จะหาความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นกับผลทางร่างกาย เพราะว่าช่วงเวลาในการสูดดมฝุ่นนั้นสำคัญมาก และเนื่องจากลักษณะในการส่งผลเสริมกับสารมลพิษตัวอื่นด้วย โดยจะให้ผลมากกว่าผลบวกของผลของสารแต่ละตัว และความยากลำบากอีกประการหนึ่งในการจะสร้างเงื่อนไขในห้องทดลองสำหรับฝุ่นเป็นไปได้ยาก

2.7.2) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ลักษณะทั่วไปมีมวลโมเลกุลเท่ากับ 64 เป็นกาซที่ไม่ติดไฟ ไม่ระเบิด ไม่มีสี ที่ระดับความเข้มข้น 0.3 ถึง 1 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเริ่มมีกลิ่น ถ้าระดับสูงถึง 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีกลิ่นเหม็น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เมื่อนานเข้าจะถูกเปลี่ยนเป็นซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ กรดซัลฟูริค และเกลือซัลเฟต โดยปฏิกริยา catalytic หรือ ปฏิกิริยา photochemical ในอากาศแหล่งกำเนิดส่วนใหญ่เกิดจากการเผาไหม้ของซัลเฟอร์ที่ปรากฏอยู่ในเชื้อเพลิงที่มาจากปิโตรเลียมและถ่านหิน เมื่อนำเชื้อเพลิงเหล่านี้ไปใช้ ซัลเฟอร์ที่ผสมอยู่จะสันดาปกลายเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ดังนั้นในการประมาณการระบายออกจะประมาณจากปริมาณซัลเฟอร์ที่ปรากฏอยู่ในแต่ละเชื้อเพลิง ผลต่อสุขภาพ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เมื่อรวมตัวกับฝุ่นและความชื้นจะมีผลต่อสุขภาพเพิ่มขึ้นอย่างมาก SO_2 มีผลต่อระบบหายใจส่วนบน ที่ระดับ 1-2 ppm เริ่มได้กลิ่น ที่ระดับ 3-4 ppm จะระคายคอและจมูกใน 30 นาที ที่ระดับ 5 ppm จะเริ่มไอ ที่ระดับ 50-100 ppm จะหายใจลำบากใน 30-60 นาที ที่ ระดับ 400-500 ppm จะเป็นอันตรายถึงชีวิตในเวลา 30-60 นาที

2.7.3) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 28.01 เป็นกาซไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่มีรส เบากว่าอากาศเล็กน้อย มีความคงตัวสูงมาก มีครึ่งชีวิตประมาณ 2-3 เดือน ผลต่อสุขภาพอนามัยต่อมนุษย์ CO จะรวมตัวกับฮีโมโกลบินในเลือดได้ดีกว่าออกซิเจน ถึง 200-250 เท่า เกิดเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน (Carboxyhemoglobin,COHb) ซึ่งจะลดความสามารถของเลือดในการพาออกซิเจนจากปอดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆของร่างกายทำให้เกิดอาการขาดออกซิเจนในมนุษย์

การเกิดขึ้นของคาร์บอนมอนนอกไซด์เกิดจาก กระบวนการเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์ คือ ขาดออกซิเจนในการออกซิไดซ์โมเลกุลคาร์บอนของมูลฝอยที่เผา หรือ การมีออกซิเจนมากเกินพอจนทำให้อุณหภูมิห้องเผาลดลง จากภาพที่ 2-4 ในพื้นที่ A แสดงช่วงการเกิดคาร์บอนมอนนอกไซด์จากการเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์ พื้นที่ C เกิดจากการเผาไหม้แบบ Cool Burnning ส่วนพื้นที่ B เกิดจากการควบคุมการเผาของผู้ปฏิบัติ

2.7.4) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ลักษณะทั่วไป ไนโตรเจนไดออกไซด์ มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 46.01 เป็นกาซสีน้ำตาล เมื่อละลายน้ำจะเป็นกรดไนตริกซึ่งมีฤทธิ์กัดกร่อน สูง แหล่งกำเนิด ไนโตรเจนไดออกไซด์เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงโดยมีอากาศเป็นแหล่งออกซิเจน โดยจะเกิดขึ้นมากเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 900 °C ที่ระดับ 0.11-0.22 ppm จะเริ่มได้กลิ่น 0.7-2.0 ppm เริ่มไม่สบายใน 10 นาทีและเมื่อถึงระดับ 300-500 ppm อาจเป็นอันตรายถึงชีวิตเนื่องจากอาการปอดบวมน้ำ หรือขาดออกซิเจน

2.7.5) ไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) และ ไฮโดรเจนฟลูออไรด์ (HF) มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 36.46 และ 20 ตามลำดับ เป็นกาซที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้สารที่มีคลอรีน และฟลูออรีนประกอบอยู่ โดยคลอรีนจะเป็นองค์ประกอบหลักของสารประเภท พลาสติก เช่น Polyvinyl Chloride (PVC) Polyethylene (PE) และ Polystlylene (PS) รวมทั้งสารซักฟอก และน้ำยาฆ่าเชื้อ เป็นต้น ฟลูออรีนมักจะเป็นองค์ประกอบเล็กน้อยของสารหลายๆชนิด เช่น ขวดแก้ว เป็นต้น การเผาไหม้ของสารที่มีคลอไรด์ ถ้าถูกเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์ จะทำให้เกิดสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยได้ (Volatile Organic Cpmpounds: VOCs) ซึ่งเป็นสารที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ เช่น ไวนิลคลอไรด์ เป็นต้น ไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) และ ไฮโดรเจนฟลูออไรด์ (HF) เมื่อละลายน้ำจะมีฤทธิ์กัดกร่อนสูง

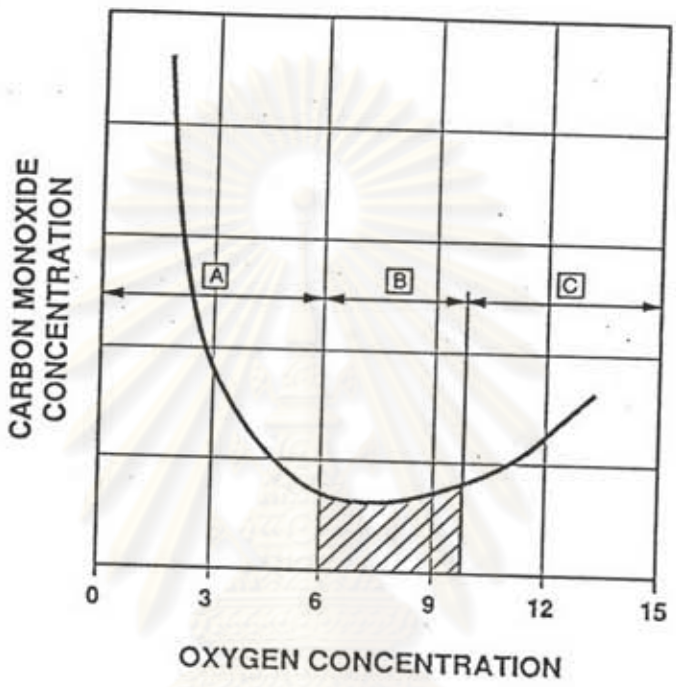
2.7.6) ไวนิลคลอไรด์โมโนเมอร์ C_2H_3Cl (Vinyl Chloride Monomer : VCM)เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยได้ (VOC) ชนิดหนึ่ง มวลโมเลกุลเท่ากับ 62.5 มีกลิ่นเฉพาะ จากการศึกษาการสลายตัว (99.99 %)ด้วยวิธี Pyrolysis ที่เวลาในห้องเผา 0.5,1.0 และ 1.5 วินาที จะต้องใช้อุณหภูมิ 768, 745 และ 724 °C ตามลำดับ (Brunner,1994) พิษของไวนิลคลอไรด์มีผลต่อตับซึ่งจะทำให้เกิดมะเร็งได้

2.5.2 ชนิดของเตาเผามูลฝอย

โดยทั่วไปแล้วเตาเผามูลฝอยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด (ธเรศ ศรีสถิตย์ , 2535)คือ

1) Multiple-chamber (Excess Air)

2) Controlled-air (Straved Air)



ภาพที่ 2-4 แสดงปริมาณออกซิเจนและคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่เกิดขึ้นจากเตาเผามูลฝอยทั่วไป (Tillman, Rossi และ Vick, 1989)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบเตาเผาส่วนใหญ่ที่มีการสร้างในช่วงแรก ๆ ของ ค.ศ. 1950 เป็นชนิด Multiple-chamber ซึ่งมีการออกแบบและสร้างขึ้นตามมาตรฐานของ Incircerator Institute of America (IIA) เตาเผาชนิด Multiple-chamber นี้อาจมีห้องเผา 2 ห้องหรือมากกว่าก็ได้ ซึ่งระบบนี้จะถูกออกแบบให้ทำงานที่อากาศมากเกินพอ (excess air) ทำให้มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า เตาเผาแบบ excess air เตาเผาแบบ Multiple-chamber นี้ส่วนใหญ่ได้รับการออกแบบให้ใช้ในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อโดยเฉพาะ หลังจากนั้นมีการพัฒนาเตาเผาชนิด Controlled - air ขึ้นมา ซึ่งเราอาจจะเรียกอีกอย่างว่า Straved - air เตาเผาชนิดนี้ไม่นิยมใช้ในการกำจัดมูลฝอยจากโรงพยาบาล ส่วนใหญ่จะใช้ในการกำจัดมูลฝอยจากชุมชน (Municiple Solid Waste) หรือมูลฝอยจากอุตสาหกรรม ส่วนเตาเผาแบบ Rotary Kiln นี้จะใช้ในการกำจัดมูลฝอยที่เป็นอันตราย (Hazardous Waste) เป็นส่วนใหญ่ ตารางที่ 2-7 แสดงให้เห็นถึงการแบ่งชนิดของเตาเผาที่ใช้ในสถานพยาบาล

1) เตาเผาแบบ Multiple - Chamber

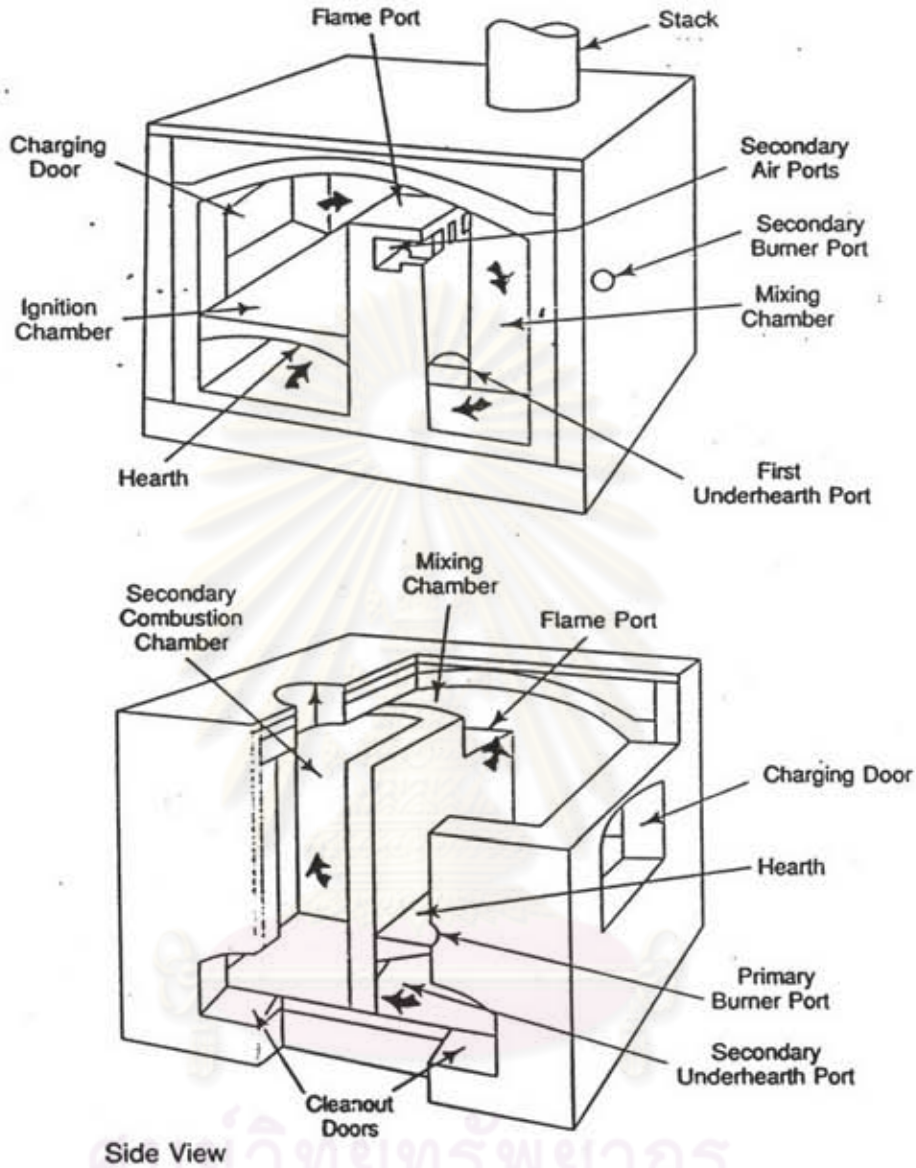
การออกแบบเตาชนิดนี้ส่วนใหญ่มี 2 แบบ คือ 1. แบบ Retort และ 2. แบบ In-line ดังแสดงในภาพที่ 2-5 และภาพที่ 2-6 ตามลำดับ

เตาเผาแบบ Multiple - Chamber ถูกออกแบบและใช้สำหรับการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ เนื่องจากมูลฝอยติดเชื้อมีความชื้นสูงและอาจจะอยู่ในรูปของของเหลว ดังนั้นจึงต้องใช้หัวเผาช่วยในการให้ความร้อน เพื่อให้เกิดการเผาไหม้ที่ดี

การเผาไหม้จะเกิดขึ้นในทุก ๆ ห้องเผา โดยจะต้องมีอากาศที่เกินพอ (excess air) การเผาไหม้ของมูลฝอย การระเหยความชื้น การกลายเป็นไอของสารระเหยได้ และการเผาไหม้ของคาร์บอนจะเกิดในห้องเผาแรก กาซจากการเผาไหม้จะถูกส่งไปยังห้องเผาที่สอง ซึ่งที่ห้องนี้จะมีหัวเผาอีกหัวเพื่อใช้ในการทำลายกลิ่นและควัน ทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ ในการดำเนินการเผาด้วยเตาเผาชนิดนี้ส่วนใหญ่จะเป็นแบบเผาทีละครั้ง (batch) เนื่องจากต้องมีการนำเถ้าออกจากเตาเผา การนำมูลฝอยใช้แรงงานคนเป็นส่วนใหญ่หรืออาจจะใช้เครื่องจักรกลช่วย

2) เตาเผาแบบ Controlled - Air

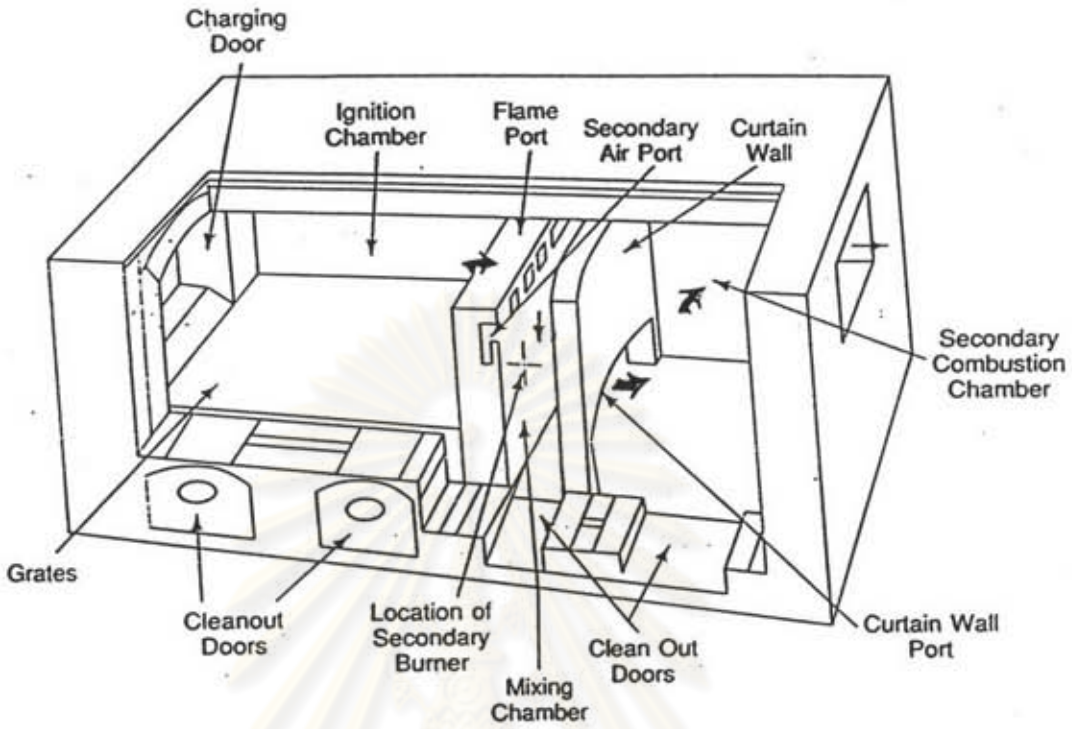
หลักการของเตาเผาแบบนี้แบ่งการเผาไหม้ออกเป็นขั้น ๆ ดังภาพที่ 2-7 ซึ่งแสดงให้เห็นหลักการอย่างง่ายของเตาเผาแบบ Controlled - air โดยการเผาในห้องแรกจะจำกัดอากาศให้น้อยกว่าที่ต้องการ ในห้องแรกนี้จะมี 3 กระบวนการที่เกิดขึ้นคือ ความชื้นในมูลฝอยถูกระเหย สารที่ระเหยได้กลายเป็นไอ และกาซที่ได้จะถูกส่งไปที่ห้องเผาที่สอง และคาร์บอนที่อยู่ในมูลฝอยจะถูกเผาไหม้ ส่วนในห้องเผาที่สองนั้นจะทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ โดยการจัดให้มีอากาศที่เกินพอ (excess air) ซึ่งหลักการของเตาเผาชนิดนี้จะคล้ายกับหลักการของกระบวนการ Pyrolysis



ภาพที่ 2-5 แสดงส่วนประกอบของเตาเผาและห้องเผา แบบ Retort multiple-chamber pathological waste

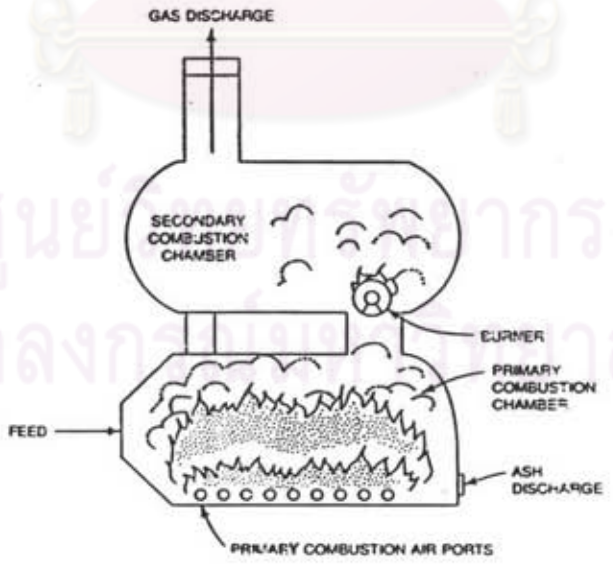
ที่มา : Buonicore, P.E.A.J.,1992

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2-6 แสดง In-line multiple-chamber incinerator

ที่มา : Buonicore, P.E.A.J.,1992



ภาพที่ 2-7 แสดง Shematic for controlled - air incinerator

ที่มา : Buonicore, P.E.A.J.,1992

ตารางที่ 2-7 การจำแนกเตาเผามูลฝอยของสถานพยาบาล

Type of incinerator	Air supply[1]	Waste feed	Ash removal
Multiple chamber	Excess	Manual or mechanical batch feed; single or multiple batches per burn	Batch at end of burn
Batch/controlled air	Starved	Batch (manual or mechanical); 1 batch per burn	Batch at end of burn
Intermittent duty controlled air	Starved	Manual or mechanical batch feed; multiple batches per burn	Batch at end of burn
Continous duty controlled air	Starved	Mechanical continuous or multiple batches feed	Intermittently of continuously during burn
Rotary kiln	Excess	Mechanical semicontinuous or continuous feed	Continuous

หมายเหตุ : [1]Indicate whether primary chamber operates (starved) or above (excess) stoichiometric air levels.

ที่มา : Handbook operation and maintenance of hospital medical waste incinerators, 1990.

2.5.3 การเลือกเตาเผามูลฝอย

เนื่องจากมูลฝอยจากสถานพยาบาลมีลักษณะที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจจะเป็นมูลฝอยธรรมดา มูลฝอยจากห้องทดลอง หรือมูลฝอยติดเชื้อ ตัวอย่างของมูลฝอยชนิดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสถานพยาบาลได้แสดงไว้ในตารางที่ 2-8 จากความหลากหลายของมูลฝอยชนิดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นทำให้คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของมูลฝอยชนิดต่าง ๆ จากสถานพยาบาล ซึ่งเมื่อนำไปเผาจะมีค่าแตกต่างกันอย่างมาก จากการศึกษาของโรงพยาบาลใน Ontario ได้ผลการศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ของมูลฝอยเมื่อนำไปเผาดังแสดงในตารางที่ 2- 9 (หน่วย SI)

ดังนั้นการเลือกใช้เตาเผามูลฝอยให้เหมาะสมกับลักษณะสมบัติของมูลฝอยหรือกากของเสียนับได้ว่าเป็นสิ่งที่สำคัญในการกำจัดมูลฝอยด้วยเตาเผา ตารางที่ 2-10 แสดงประเภทของมูลฝอยและตารางที่ 2-11 วิธีการเลือกเตาเผามูลฝอยที่จะใช้ในการกำจัดมูลฝอยชนิดต่าง ๆ

ตารางที่ 2-8 ตัวอย่างของมูลฝอยติดเชื้อ

Waste category	Examples (1)
Isolation wastes	• Wastes from patients with disease considered communicable and requiring isolation • Refer of Centers for Disease Control, Guidelines for Isolation Precautions in Hospitals, July 1983
Cultures and stocks of infectious agents and associated biologicals	• Specimens from medical and pathology laboratories • Cultures and stocks of infectious agents from clinical, research, and industrial laboratories; disposable culture dishes, and devices used to transfer, inoculate and mix cultures • Wastes from production of biologicals • Discarded live and attenuated vaccines
Human blood and blood products	• Wastes blood, serum, plasma, and blood products
Pathological waste	• Tissue, organs, body parts, blood, and body fluids • removed during surgery, autopsy, and biopsy
Contaminated sharps	• Contaminated hypodermic needles, syringes, scalpel blades, pasteur pipettes, and broken glass
Contaminated animal carcasses, body parts, and bedding	• Contaminated animal carcasses, body parts, and bedding that were intentionally exposed to pathogens

หมายเหตุ : (1) These materials are examples of wastes covered by each category. The categories are not limited to these materials.

ที่มา : Handbook operation and maintenance of hospital medical waste incinerators, 1990.

ตารางที่ 2-9 คุณสมบัติของมูลฝอยจากโรงพยาบาล

Component description	HHV dry basis, kJ/kg	Bulk density as fired, kg/m^3	Moisture content of component, weight %	Heat value as fired, kg/g
Human anatomical	18,600 - 27,900	800 - 1,200	70 - 90	1,8600 - 8,370
Plastics	32,500 - 46,500	80 - 2,300	0 - 1	32,300 - 46,500
Swabs, absorbants	18,600 - 27,900	80 - 1,000	0 - 30	13,000 - 27,900
Alcohol, disinfectants	25,500 - 32,500	800 - 1,000	0 - 0.2	25,500 - 32,500
Animal infected anatomical	20,900 - 37,100	500 - 1,300	60 - 90	2,090 - 14,900
Glass	0	2,800 - 3,650	0	0
Beddings, shavings, paper, fecal matter	18,600 - 20,900	320 - 730	10 - 50	9,300 - 18,800
Gauze, pads, swabs, garments, paper, cellulose	18,600 - 27,900	80 - 1,000	0 - 30	13,000 - 27,900
Plastics, PVC, syringes	22,500 - 46,500	80 - 2,300	0 - 1	22,300 - 46,500
Sharp, needles	140	7,200 - 8,000	0 - 1	140
Fluids, residuals	0 - 23,200	990 - 1,010	80 - 100	0 - 4,640

ที่มา : Handbook operation and maintenance of hospital medical waste incinerators, 1990.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2-10 ประเภทมูลฝอยและการเลือกเตาเผามูลฝอย

	Type of Waste	Principle Components	Approximate Composition % by Weight	Moisture Contents %	Incombustible Solids %	B.T.U. Value/lb. of Refuse as Fired	B.T.U. of Aux. Fuel per lb. of Waste to be include in Combustion calculations	Recommended Min. B.T.U. /hr. Burner input per lb. Waste
*1	Rabbish	Combustible waste, paper, cartons, rags, wood scraps, floor sweepings ; domestic, commercial ,industrial sources	Rubbish 100% (Garbege up to 20%)	25%	10%	6500	0	0
*2	Refuse	Rubbish and garbage ; residential sources	Rubbish 50% Garbege 50%	50%	7%	4300	0	1500
*3	Garbage	Animal & vegetable wastes, restaurants, hotels, markets ; institutional commercial and club sources	Garbege 100% (Rubbish up to 35%)	70%	5%	2500	1000	3000
4	Animal ... and organic wastes	Careesses, organs, solid organic wastes ; hospital, laboratory, abottoris, animal pound and similar sources	100% animal and Human Tissue	85%	5%	1000	1800	8000 (5000 Primary) (3000 Secondary)
5	Gaseous, liquid or semi-liquid wastes	Industrial process waste	Variable	Dependent on pre-dominant components	Variable according to wastes survey	Variable according to wastes survey	Variable according to wastes survey	Variable according to wastes survey
6	Semi-solid and solid wastes	Combustibles requiring hearth, retort or greet burning equipment	Variable	Dependent on pre-dominant components	Variable according to wastes survey	Variable according to wastes survey	Variable according to wastes survey	Variable according to wastes survey

หมายเหตุ : * The above table on moisture content, ash and B.T.U. as fired have been determined by analysis of many Samples They are recomended for use in computing eat release, velocity buring rate and other details of incinerator designs. Any design based on there calculations can accommodate minor variations.

ที่มา : Handbook operation and maintenance of hospital medical waste incinerators, 1990.

ตารางที่ 2-11 การเลือกเตาเผา

Classification	Building types	Quantities of Waste Produced
Industrial Buildings	Factories warehouses	survey must be made 2 lbs. per 100 sq. ft. per day
Commercial Buildings	Office Buildings	1 lbs. per 100 sq. ft. per day
	Department Stores	4 lbs. per 100 sq. ft. per day
	Shopping Centers	Study of plans or survey required
	Supermarkets	9 lbs. per 100 sq. ft. per day
	Restaurants	2 lbs. per meal per day
	Drug Stores	5 lbs. per 100 sq. ft. per day
	Banks	Study of plans or survey required
Residential	Private Homes Apartment Buildings	5 lbs. basic & 1 lbs. per bedroom per day
Schools	Grade Schools	10 lbs. per room & 0.25 lbs. per pupil per day
	High Schools	8 lbs. per room & 0.25 lbs. per pupil per day
	Universities	Survey required
Institutions	Hospitals	8 lbs. per bed per day
	Nurses or Interns Homes	3 lbs. per person per day
	Homes for Aged	3 lbs. per person per day
	Rest Homes	3 lbs. per person per day
Hotels, etc.	Hotel-1st Class	3 lbs. per room & 2 lbs. per meal per day
	Hotels-Medium Class	1.5 lbs. per room & 1 lb. per meal per day
	Motels	2 lbs. per room per day
	Trailer Camps	6 to 10 lbs. per trailer per day
Miscellaneous	Veterinary Hospitals Industrial Plants Municipalities	Study of plans or survey required

Note : Do not estimated more than 7 hours per shift for industrials.

Do not estimate more than 6 hours operation per day for Commercial Bldgs., Institutions and Hotels.

Do not estimate more than 4 hours operation per day for Schools

Whenever possible an actual survey of the amount and nature of refuse to be burned should be carefully taken. The data herein is of value in estimating size and determining class of incinerator where no survey is possible and also to double-check against an actual survey.

ที่มา : Handbook operation and maintenance of hospital medical waste incinerators, 1990.

I 17138218

ตารางที่ 2-12 การจำแนกประเภทของเตาเผา

Class I	Portable, packaged, completely assembled, direct fed incinerators, having not over 5 cu. ft. Storage capacity or 25 lbs. per hour burning rate. Suitable for Type 1 or Type 2 Waste.
Class IA	Portable, packaged or job assembled, direct fed incinerators 5 to 15 cu. ft. primary chamber volume or 25 lbs. per hour up to but not including 100 lbs. per hour burning rate. Suitable for Type 1 or Type 2 Waste.
Class II	Fuel fed incinerators with more than 2 sq. ft. burning area. Suitable for Type 1 or Type 2 Waste (Not recommended for industrial wastes).
Class III	Direct fed incinerators with a burning rate of 100 lbs. per hour and over. Suitable for Type 1 or Type 2 Waste.
Class IV	Direct fed incinerators with a burning rate of 75 lbs. per hour or over. Suitable for Type 3 Waste.
Class V	Municipal incinerators.
Class VI	Crematory and pathological incinerators. Suitable for Type 4 Waste.
Class VIII	Incinerators designed for specific by product wastes. Type 5 or Type 6.

ที่มา : Handbook operation and maintenance of hospital medical waste incinerators, 1990

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.5.4 การควบคุมเตาเผามูลฝอย

การควบคุมการทำงานของเตาเผามูลฝอยมักจะถูกละเลย และมอบให้เป็นหน้าที่ของพนักงานซึ่งขาดความรู้ความชำนาญ ทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ มากมาย ตารางที่ 2-13 และตารางที่ 2-14 แสดงถึงค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการควบคุมเตาเผามูลฝอยแบบ Multiple - Chamber และ Controlled - air

2.5.5 เตาเผาที่ใช้ในปัจจุบันของโรงพยาบาลในการดูแลของกองอนามัย สิ่งแวดล้อม กรมอนามัย

เตาเผามูลฝอยที่กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย (ภาพที่ 2-8) ได้ออกแบบไว้ให้ใช้สำหรับโรงพยาบาลเป็นเตาเผาขนาดเล็กสามารถเผามูลฝอยได้ประมาณ 100-150 กก.ต่อ ชม. เตาเผามูลฝอยดังกล่าวมีส่วนประกอบที่สำคัญที่ควรทราบคือ

1) ห้องเผามูลฝอย
2) ที่ป้อนมูลฝอย
3) หัวเผามูลฝอย
4) ห้องเผาควัน
5) ระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ
6) ปล่องระบายควัน

มีลักษณะการทำงานคือ ภายในห้องเผามูลฝอยมีหัวเผามูลฝอยซึ่งใช้น้ำมันโซล่า อัตราการใช้น้ำมันราว 8.6 - 26 กก.ต่อ ชม. เมื่อป้อนมูลฝอยเข้าในห้องเผามูลฝอยแล้ว และเริ่มเดินเครื่องหัวเผามูลฝอย มูลฝอยจะลุกไหม้ ควันที่เกิดจากการลุกไหม้จะถูกระบายออกมายังห้องเผาควันซึ่งมีหัวเผาควันใช้น้ำมันโซล่าราว 5 - 13 กก.ต่อชม. ควันดังกล่าวจะถูกเผาจนแปรสภาพเป็นกาซคาร์บอนไดออกไซด์ และกาซอื่น ๆ ที่ไม่มีสีและกลิ่น ปราศจากพิษและถูกระบายออกทางปล่องระบายไอร้อน ดังนั้นก่อนจะเริ่มเผามูลฝอยจะต้องเดินเครื่องหัวเผาควันให้มีอุณหภูมิภายในห้องเผาควันสูงขึ้นราว 400-600°C เสียก่อน เพราะเมื่อควันอันเกิดจากห้องเผามูลฝอยผ่านมาจะถูกสันดาปกลายเป็นกาซต่าง ๆ ดังกล่าว ปราศจากสีและพิษ

อุณหภูมิภายในห้องเผามูลฝอย และห้องเผาควัน จะถูกควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติที่ตู้ควบคุม กล่าวคือ สามารถตั้งอุณหภูมิภายในห้องเผามูลฝอย และห้องเผาควันได้ตามต้องการ เช่น ถ้าตั้งอุณหภูมิภายในห้องดังกล่าวไว้ 500°C เมื่อหัวเผาทำงานอุณหภูมิภายในห้องเผามูลฝอยและเผาควันจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึง 500°C ระบบอัตโนมัติจะหยุดการทำงานของหัวเผา

ตารางที่ 2-13 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการควบคุมเตาเผามูลฝอยแบบ Multiple Chamber

Parameter	Pathological waste	General refuse
Ignition chamber temperature, ^{o}F	1,600 to 1,800	1,000 to 1,400
Combustion (secondary) chamber temperature, ^{o}F	1,800 to 2,200	1,800 to 2,200
Charging rate	Single layer on hearth	10 to 25 % of rated capacity at 5 - to 15 - min intervals
Ignition chamber combustion air (percent excess air)	80	150
Total combustion air (percent excess air)	120 to 200	250 to 300
Combustion gas oxygen concentration, percent	10 to 14	15 to 16
Ignition chamber draft, in. w.c.	- 0.05 to - 0.1	- 0.05 to - 0.1

ที่มา : Handbook operation and maintenance of hospital medical waste incinerators, 1990.

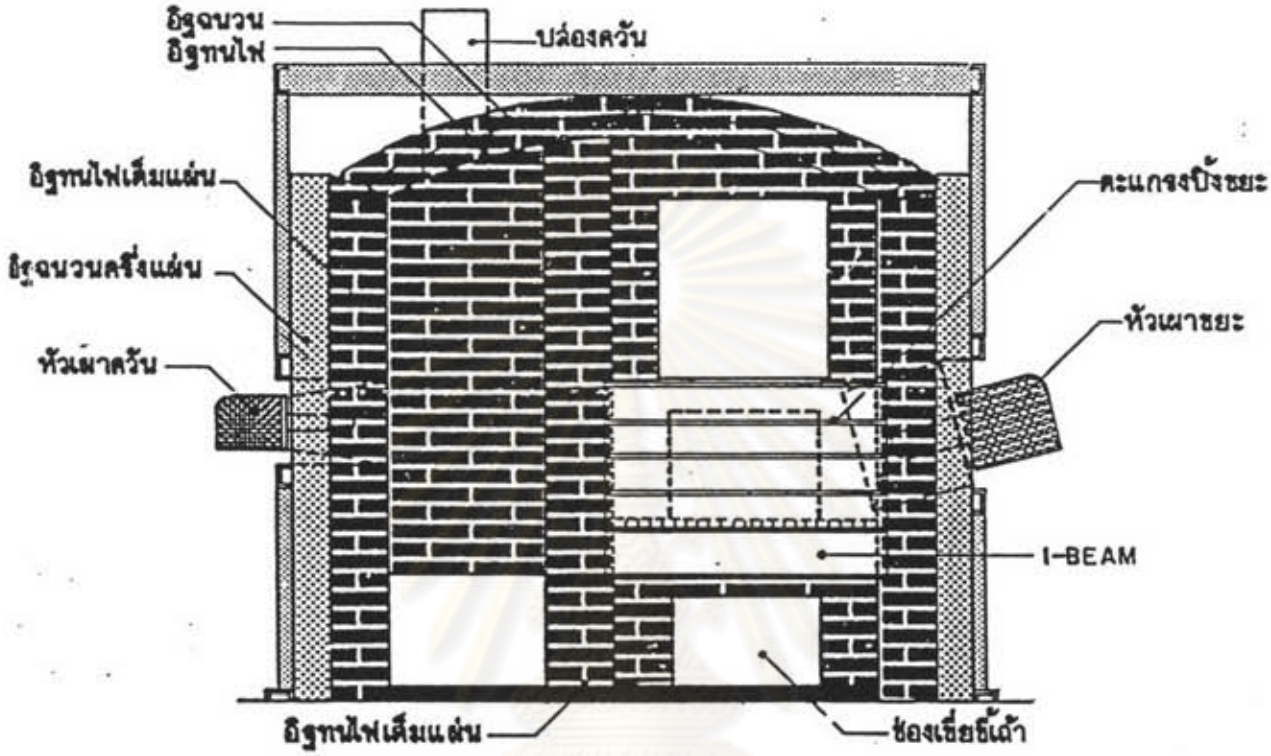
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2-14 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการควบคุมเตาเผามูลฝอยแบบ Controlled Air

Parameter	Incinerator type		
	Batch feed	Intermediate feed	Continuous duty
Ignition chamber temperature, ^{o}F	1,000 to 1,800	1,000 to 1,800	1,400 to 1,800
Combustion (secondary) chamber temperature. ^{o}F	1,800 to 2,200	1,800 to 2,200	1,800 to 2,200
Charging rate, lb/hr	Fill chamber once at beginning of cycle	10 to 25 percent of rated capacity at 5 to 15 min intervals	10 to 25 percent of rated capacity at 5 to 15 min intervals
Ignition chamber combustion air (percent of stoichiometric)	30 to 80	30 to 80	30 to 80
Total combustion air (percent excess air)	140 to 200	140 to 200	140 to 200
Combustion gas oxygen concentration, percent	12 to 14	12 to 14	12 to 14
Ignition chamber draft, in. w.c.	- 0.05 to - 0.1	- 0.05 to - 0.1	- 0.05 to - 0.1
Burndown period, h	2 to 5	2 to 5	Not application

ที่มา : Handbook operation and maintenance of hospital medical waste incinerators, 1990.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2-8 แสดงส่วนประกอบต่างๆของเตาเผา
ที่มา : กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย,2535

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เหลือไว้แต่การทำงานของพัดลมเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อประหยัดน้ำมันเพราะที่อุณหภูมิ 500°C มูลฝอยต่าง ๆ สามารถเผาได้ด้วยตัวเอง เพียงแต่ใช้พัดลมช่วยเท่านั้น

ในการใช้งานเตาเผามูลฝอย การดูแลรักษา และมาตรการต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเตาเผามูลฝอยชนิดนี้ มีรายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ข.

2.6 มาตรฐานคุณภาพอากาศจากแหล่งกำเนิดอุตสาหกรรมของกรมโรงงาน

เนื่องจากการเผามูลฝอยในเตาเผาย่อมเกิดสารมลพิษทางอากาศ (Air Pollution) ที่จะต้องปลดปล่อยออกไปสู่บรรยากาศ การเผามูลฝอยติดเชื้อก็เช่นเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามจะต้องควบคุมให้ปริมาณของอากาศเสียอยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ สำหรับในประเทศของเราได้อาศัยค่ามาตรฐานอากาศที่ปล่อยออกจากปล่องของโรงงานอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ทั้งนี้เพราะยังไม่มีหน่วยงานใดกำหนดคุณภาพอากาศที่ปล่อยออกจากปล่องควันของเตาเผามูลฝอย ดังนั้นในตารางที่ 2-15 จึงได้รวบรวมค่ามาตรฐานที่ปล่อยออกจากปล่องควันของโรงงานอุตสาหกรรมทั้งของประเทศไทยและของต่างประเทศ

ตารางที่ 2-15 มาตรฐานปริมาณมลสารที่ออกจากปล่องของโรงงานอุตสาหกรรม

หน่วย : มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

มลสาร	นอร์เวย์	เยอรมัน	EEC.	ญี่ปุ่น	USA.	ไทย
ฝุ่น	30	10	40	150	34	400/500
CO	100	50	100		125	1000
HCl	100	10	65	70	70%reduction	200
HF		1	2			
SO_2(ppm.)	300	50	300			500
NO_X		200		400		470-940
PCDD/PCDF	0.5	0.1	0.1			
Cd/Hg		0.05				
As/Pb/Cr/Mn		0.5				

ที่มา : ธเรศ ศรีสถิตย์ ,2538

2.7 การจัดการเกี่ยวกับมูลฝอยติดเชื้อในประเทศไทย

2.7.1 ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาลต่าง ๆ

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติได้ศึกษาโครงการ และจัดทำแผนระดับชาติ เรื่องการจัดการของเสียที่เป็นอันตราย พ.ศ. 2532 ได้ศึกษาปริมาณมูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาลต่าง ๆ ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และได้ทำการคาดการณ์ว่าภายในอีก 5 ปีข้างหน้า (ปี พ.ศ. 2537) จะมีมูลฝอยติดเชื้อเกิดขึ้นประมาณ 29.5 ตันต่อวัน โดยคาดว่ามูลฝอยติดเชื้อเหล่านี้จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ต่อปี และจากการศึกษาปริมาณของเสียที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นทั่วประเทศ โดยบริษัท Engineering Science ซึ่งได้รายงานไว้ใน "The National Hazardous Management Plan" ในปี พ.ศ. 2532 ได้ระบุว่าในปี พ.ศ. 2534 จะมีของเสียอันตรายเกิดขึ้นทั่วประเทศและจากทุกกิจกรรม รวมประมาณปีละ 1,000,000 ตัน ซึ่งจะเป็นมูลฝอยที่เกิดจากสถานพยาบาลและห้องวิเคราะห์ประมาณ 76,078 ตัน และยังได้พยากรณ์ปริมาณของเสียอันตรายในปี พ.ศ. 2539 และ พ.ศ. 2544 ไว้ด้วย

2.7.2 สถานการณ์การจัดการมูลฝอยติดเชื้อของกรุงเทพมหานคร และ ปริมณฑล

ปัจจุบันกรุงเทพมหานคร ได้ดำเนินการแยกเก็บมูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาลต่าง ๆ ออกจากมูลฝอยธรรมดาทั่วไป โดยงานเก็บขนจะอยู่ในความรับผิดชอบของกองบริการรักษาความสะอาด สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร โดยได้ดำเนินการตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2531 เป็นต้นมา โดยเริ่มเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อแยกจากมูลฝอยธรรมดาจากโรงพยาบาลของกรุงเทพมหานคร 4 แห่งก่อน ได้แก่ โรงพยาบาลกลาง โรงพยาบาลตากสิน โรงพยาบาลเจริญกรุงประชารักษ์ และวชิรพยาบาล ต่อมาได้ขยายการให้บริการไปยังโรงพยาบาลของรัฐบาล เอกชน ศูนย์บริการสาธารณสุข และคลีนิคต่าง ๆ ด้วย ในปี พ.ศ. 2534 สามารถเก็บขนมูลฝอยจากสถานพยาบาลต่าง ๆ ได้ปริมาณรวม 1,119 ตัน หรือเฉลี่ยประมาณ 3 ตันต่อวัน และในขณะนี้กรุงเทพมหานครได้เก็บขนมูลฝอยจากโรงพยาบาล ศูนย์บริการสาธารณสุข และสถานพยาบาลจำนวน 561 แห่ง ได้ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อ ประมาณวันละ 6 ตัน ในการรวบรวมและเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อนั้น กรุงเทพมหานครได้ทำการปรับปรุงภาชนะรองรับมูลฝอยและรถเก็บขนมูลฝอยให้ถูกต้อง โดยแยกเก็บขนจากมูลฝอยทั่วไปโดยใช้รถยนต์เปิดข้างขนาดความจุ 4 ลบ.เมตร. ควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในระดับ 15 องศาเซลเซียส จำนวน 15 คัน (กรกฎาคม 2535) ซึ่งกรุงเทพมหานครได้ขอความร่วมมือให้สถานพยาบาลต่าง ๆ เก็บรวบรวมมูลฝอยติดเชื้อไว้ในถุงพลาสติกสีแดง ส่วนมูลฝอยทั่วไปเก็บรวบรวมไว้ในถุงสีดำ ส่วนการทำลายมูลฝอยติดเชื้อจะอยู่ในความรับผิดชอบของกองโรงงานกำจัดมูลฝอย สำนักรักษาความสะอาด ซึ่งทำการกำจัดโดยวิธีการ

เผาที่โรงงานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุชและหนองแขม โดยข้อเท็จจริง เตาเผาที่ใช้งานมีขนาดเล็ก ประสิทธิภาพในการเผาต่ำ เพราะอายุในการใช้งานนาน และเป็นเตาเผาที่ออกแบบไว้สำหรับเผามูลฝอยที่คัดแยกจากโรงงานผลิตปุ๋ยหมัก ดังนั้นจึงให้ความร้อนไม่สูงพอสำหรับการเผามูลฝอยติดเชื้อ ซึ่งมีค่าความชื้นสูงมาก เพราะสถานพยาบาลเทน้ำยาฆ่าเชื้อโรคลงในถุงรองรับมูลฝอย กล่าวคือ อุณหภูมิในเตาเผาประมาณ 400 - 500 องศาเซลเซียส ที่ถูกต้องควรเป็น 800 องศาเซลเซียสขึ้นไป

จากรายงานการศึกษาเรื่อง มูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาลในเขตกรุงเทพมหานคร ปีงบประมาณ 2533 โดยกองวิชาการ สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร ซึ่งได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลมูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาลในเขตกทม. จำนวน 288 แห่ง จากสถานพยาบาลทั้งหมด รวมทั้งของรัฐและเอกชนประมาณ 3,000 แห่ง โดยให้สถานพยาบาลแต่ละแห่งแยกมูลฝอยติดเชื้อแล้วทำการฆ่าเชื้อโรคก่อนบรรจุใส่ถุงแดง เพื่ออำนวยความสะดวกแก่เจ้าหน้าที่เก็บขน ผลการศึกษาทำให้ทราบว่า

1) อัตราการเกิดมูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาลเฉลี่ยเท่ากับ 0.11 กิโลกรัมต่อเตียงต่อวัน โดยคิดจากสถานพยาบาลจำนวน 86 แห่ง จาก 288 แห่งดังกล่าว

2) ค่าใช้จ่ายในการเก็บมูลฝอยติดเชื้อเฉลี่ย 3.92 บาทต่อกิโลกรัม โดยคิดจากค่าจ้างคนงาน ค่ารักษาพยาบาล ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าวัสดุ (หมายถึงอุปกรณ์ป้องกันการติดเชื้อของพนักงานเก็บขน) ทั้งนี้ไม่รวมราคารถเก็บขนมูลฝอย

3) ค่าใช้จ่ายในการทำลายมูลฝอยติดเชื้อโดยการเผาเฉลี่ย 2.49 บาทต่อกิโลกรัม โดยคิดจากค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและไม้ฟืน ค่าจ้างคนงาน อะไหล่เตาเผา ค่าไฟฟ้า ทั้งนี้ไม่รวมค่าก่อสร้างเตาเผา

สำหรับการเก็บรวบรวม และขนส่งมูลฝอยติดเชื้อ ตลอดจนกำจัดทำลายของสถานพยาบาลในเขตปริมณฑล ส่วนใหญ่จะดำเนินการโดยหน่วยราชการส่วนท้องถิ่น ได้แก่ เทศบาล และสุขาภิบาล ซึ่งจะเก็บขนและกำจัดรวมกับมูลฝอยจากชุมชนทั่วไป

จากการพิจารณาข้อมูลต่าง ๆ สามารถสรุปปัญหาการจัดการมูลฝอยติดเชื้อของสถานพยาบาลในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลได้ดังนี้คือ

1) ในปัจจุบันยังไม่มีการกำหนดคำจำกัดความของมูลฝอยติดเชื้อที่เหมาะสม ทำให้การดำเนินการในการแก้ไขปัญหามูลฝอยติดเชื้อไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกันและไม่ถูกต้อง

2) การดำเนินการเก็บรวบรวมมูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาลต่าง ๆ ยังไม่ถูกวิธีทั้งนี้เนื่องจากภาชนะรองรับที่ใช้ไม่ถูกสุขลักษณะ และยังไม่สามารถแยกมูลฝอยติดเชื้อออกจาก

มูลฝอยประเภทอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน เป็นเหตุให้มีการแพร่กระจายของเชื้อโรค มีผลต่อเจ้าหน้าที่เก็บขนและประชาชนทั่วไป

3) การกำจัดมูลฝอยติดเชื้อยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

4) ขาดการประชาสัมพันธ์และการให้ความรู้แก่ประชาชน ในเรื่องของมูลฝอยติดเชื้อ รวมทั้งเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องยังขาดความรู้ และประสบการณ์ที่เหมาะสมในการปฏิบัติงาน

5) การป้องกันอันตรายของเจ้าหน้าที่ฝ่ายปฏิบัติยังไม่ดีพอ

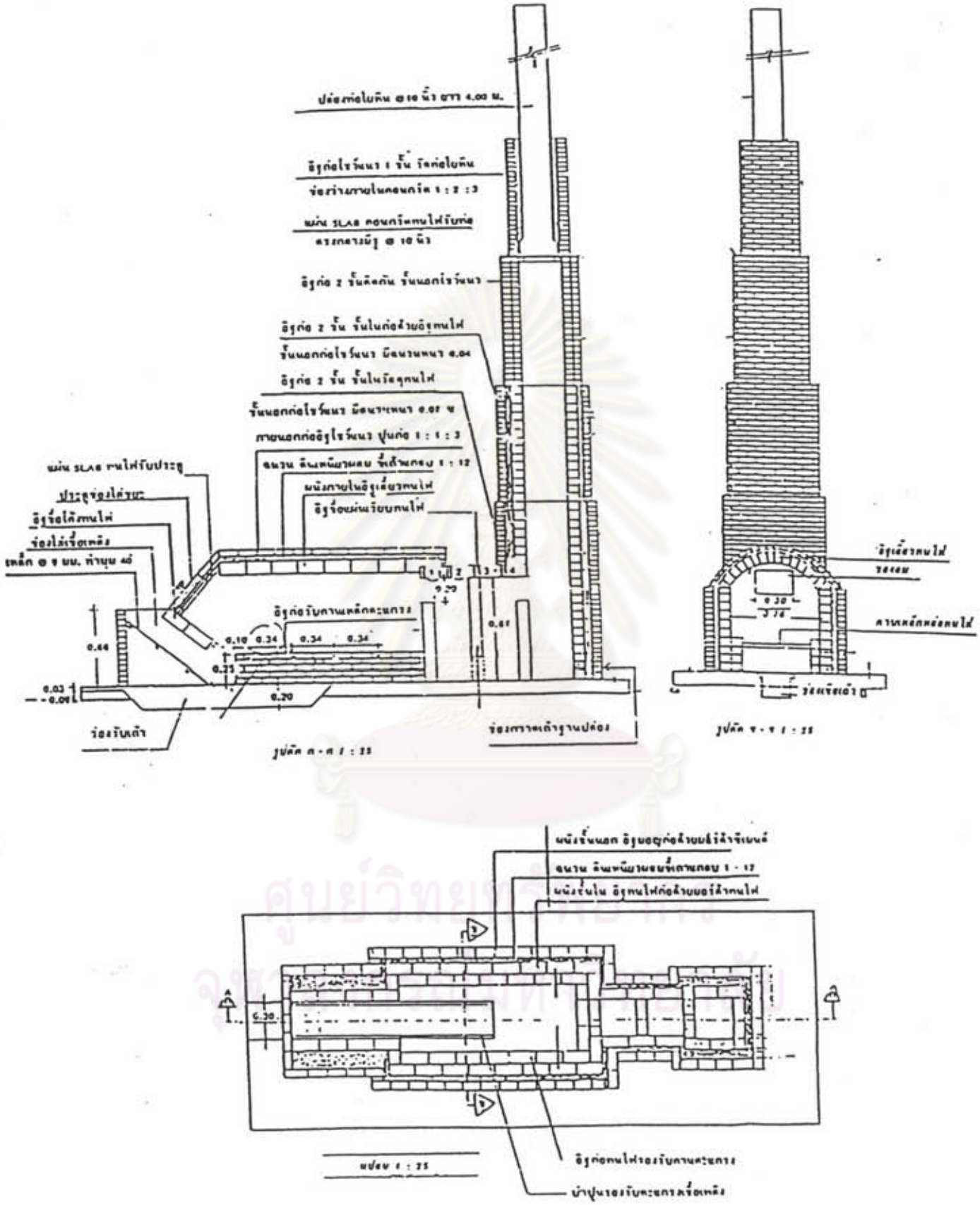
6) ขาดมาตรการและแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ ในด้านการเก็บรวบรวม การขนส่ง การบำบัดและการกำจัด รวมทั้งมาตรการบังคับให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องปฏิบัติตามแนวทางที่กำหนด

7) ขาดงบประมาณในการดำเนินงานด้านการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ จากสถานพยาบาล

2.7.3 สถานการณ์การจัดการมูลฝอยติดเชื้อในส่วนภูมิภาค

การจัดการมูลฝอยติดเชื้อของสถาพยาบาลในส่วนภูมิภาค เป็นภาระที่ยุ่งยากและเป็นปัญหาใหญ่สำหรับองค์กรที่รับผิดชอบในท้องถิ่น โดยเฉพาะเทศบาลและสุขาภิบาล เนื่องจากวิธีการกำจัดมูลฝอยในชุมชนของเทศบาลและสุขาภิบาล โดยทั่วไปจะใช้วิธีเทกองบนพื้น ซึ่งเป็นวิธีกำจัดที่ไม่ได้ผลและไม่ถูกสุขลักษณะสำหรับมูลฝอยติดเชื้อ นอกจากวิธีการเผาทำลายเท่านั้น ดังนั้นหน่วยงานที่รับผิดชอบในด้านสุขอนามัยของชุมชน โดยเฉพาะกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข จึงได้ออกแบบเตาเผาให้โรงพยาบาลต่าง ๆ ในส่วนภูมิภาคได้ก่อสร้าง ติดตั้ง และนำไปใช้เผามูลฝอยที่เกิดขึ้นภายในสถานพยาบาลของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้น กระทรวงสาธารณสุขได้พยายามสนับสนุนโดยจัดสรรงบประมาณการก่อสร้างและจัดซื้อเตาเผาให้โรงพยาบาลในส่วนภูมิภาคทุกระดับ เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนและของมูลฝอยทั่วไปของชุมชนในท้องถิ่น

เตาเผามูลฝอยติดเชื้อของกรมอนามัยมี 2 ประเภท ออกแบบโดย 2 หน่วยงานในสังกัดคือ กองสุขาภิบาลกับกองอนามัยสิ่งแวดล้อม เตาเผาของกองสุขาภิบาล แบบ ตข. 2 (รูปที่ 2-9) เป็นเตาขนาดเล็ก ราคาประหยัด สามารถเผามูลฝอยติดเชื้อได้ 30 - 70 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ใช้เชื้อเพลิงประเภทฟืน ใบไม้แห้ง เป็นต้น ค่าก่อสร้างประมาณ 27,000 - 51,300 บาท (ปี พ.ศ. 2532) เหมาะสำหรับใช้กับโรงพยาบาลขนาดเล็ก เช่น โรงพยาบาลชุมชน (น้อยกว่า 150 เตียง) สำหรับเตาเผาของกองอนามัย สิ่งแวดล้อมเป็นเตาเผาที่มีขนาดใหญ่กว่า ใช้เผามูลฝอยได้ถึง 150



ภาพที่ 2-9 เตาเผามูลฝอยติดเชื้อของ กรมอนามัย (แบบ ตข. 2)

ที่มา : กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย,2535

กิโลกรัมต่อชั่วโมง ใช้น้ำมันดีเซลและหัวเผาช่วยในการเผาด้วย สามารถใช้กับโรงพยาบาลทั่วไป (มากกว่า 150 เตียง) และโรงพยาบาลศูนย์ (มากกว่า 500 เตียง)

จากข้อมูลของกระทรวงสาธารณสุขเมื่อวันที่ 13 มิถุนายน 2537 พบว่า จำนวนโรงพยาบาลที่มีเตาเผามูลฝอยมีดังนี้

- เตาเผาขนาด 100 กก.ต่อชม. 86 แห่ง
- เตาเผาขนาด 50 กก.ต่อชม. 9 แห่ง
- เตาเผาขนาด 25 กก.ต่อชม. 199 แห่ง
- เตาเผา ตข. 2 266 แห่ง

สำหรับโรงพยาบาลของรัฐที่ยังไม่ได้รับการจัดสรรงบประมาณในการจัดซื้อ และก่อสร้างเตาเผาติดเชื้อ มักจะส่งมูลฝอยจากสถานพยาบาลให้ทางเทศบาลหรือสุขาภิบาลนำไปกำจัดรวมกับมูลฝอยชุมชน เช่นเดียวกับศูนย์บริการสาธารณสุข สถานีอนามัย คลีนิคเอกชน หรือโรงพยาบาลเอกชนที่ไม่ได้ลงทุนติดตั้งเตาเผาเอง ต่างให้องค์กรท้องถิ่นรับมูลฝอยติดเชื้อไปกำจัด นอกจากนั้นโรงพยาบาลของรัฐเองหลายแห่งที่มีเตาเผาใช้งานแล้ว แต่ประสบปัญหาในการใช้งานเตาเผาและหยุดใช้งาน ต่างให้องค์กรในท้องถิ่นเก็บขนและนำไปกำจัดให้ด้วย

ปัญหาต่าง ๆ ของการจัดการมูลฝอยติดเชื้อของสถานพยาบาลในส่วนภูมิภาคจะคล้ายคลึงกับปัญหาที่พบในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งปัญหาต่าง ๆ มีดังต่อไปนี้

1) ไม่มีการคัดแยกมูลฝอยติดเชื้อออกจากมูลฝอยประเภทอื่น

2) เจ้าหน้าที่ที่ดูแลควบคุมเตาเผา ไม่มีความรู้ความชำนาญในการควบคุมและดูแลเตาเผา ซึ่งส่งผลให้การเผามูลฝอยไม่มีประสิทธิภาพ ปัญหาที่พบส่วนใหญ่จะเป็นเรื่องควันจากการเผา เนื่องจากมีการร้องเรียนจากประชาชนเกิดขึ้นมาก

3) ผู้บริหารของสถานพยาบาล ไม่ค่อยที่จะสนใจเรื่องการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ

4) กากและเถ้าจากการเผา จะถูกกองทิ้งเอาไว้บริเวณข้าง ๆ เตาเผา ไม่มีการนำไปกำจัดให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ ซึ่งจะทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการแพร่กระจายของเชื้อโรคได้ ถ้าการเผาไม่มีประสิทธิภาพพอ

5) ผู้รับเหมาที่รับจ้างสร้างเตาเผาไม่มีความรู้ความชำนาญ ทำให้เตาเผาที่สร้างขึ้นมาไม่ได้มาตรฐาน นอกจากนี้การตรวจรับเตาเผาก็ไม่ได้กระทำโดยผู้ที่มีความรู้ความชำนาญ

6) ไม่มีเจ้าหน้าที่คอยควบคุมดูแลการดำเนินการของเตาเผาจากส่วนกลาง เนื่องจากขาดแคลนบุคลากร