

2nd Edition

พิมพ์ครั้งที่ 2

INDUSTRIAL WASTE MANAGEMENT

การจัดการของเสียอุตสาหกรรม

อังค์ศิริ ทิปยารมภ์
Aungsiri Tipayarom

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
Department of Environmental Science, Faculty of Science, Silpakorn University



การจัดการของเสียอุตสาหกรรม

INDUSTRIAL WASTE MANAGEMENT

อังก์ศิริ ทิพยารมณ

เลขทะเบียน M 0150812

วันลงทะเบียน ๕/ ส.ธ. 2560

628.4

เลขเรียกหนังสือ

208.4
2559

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร



การจัดการของเสียอุตสาหกรรม INDUSTRIAL WASTE MANAGEMENT

โดย อังค์ศิริ ทิพยารมณ

พิมพ์ครั้งที่ 2 พ.ศ. 2559

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์

สนใจสั่งหนังสือเล่มนี้ ติดต่อ

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์
ย.เมือง จ.นครปฐม 73000
โทร 0 3424 5330 โทรสาร 0 3424 5331
E-mail: aungsiri@gmail.com

5180210 14

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ
National Library of Thailand Cataloging in Publication Data
อังค์ศิริ ทิพยารมณ.

การจัดการของเสียอุตสาหกรรม - Industrial Waste Management. - พิมพ์ครั้งที่ 2.-
กรุงเทพฯ : จริตสนิพวงศการพิมพ์, 2559.
206 หน้า.

1. ของเสียจากโรงงาน--การจัดการ. I. ชื่อเรื่อง.
628.4

ISBN 978-616-123-933-3

คำนำ

ในยุคปัจจุบัน ความเจริญก้าวหน้าทางอุตสาหกรรมได้มีบทบาทต่อทั้งเศรษฐกิจและชีวิตประจำวันของมนุษย์ มีการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ มาใช้กันอย่างกว้างขวางในการเพิ่มผลผลิตและพัฒนามลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้นเพื่อให้มีความสามารถในการแข่งขันในตลาด อย่างไรก็ตามปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากการประกอบกิจการอุตสาหกรรมได้เพิ่มมากขึ้นเป็นเงาตามตัว ของเสียเหล่านี้หากไม่ได้รับการจัดการที่เหมาะสมจะก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและปัญหาสุขภาพอย่างร้ายแรงขึ้นได้ จากตัวอย่างที่พบเห็นอยู่บ่อย ๆ ตามหน้าหนังสือพิมพ์ หรือบทความเกี่ยวกับการที่โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ปล่อยมลพิษทั้งทางน้ำ ทางอากาศ หรือในรูปของขยะ ออกสู่สิ่งแวดล้อมทำให้มนุษย์และสิ่งแวดล้อมเกิดความเดือดร้อนเสียหายทั้งในวงแคบและในวงกว้าง ถึงแม้หน่วยงานต่าง ๆ จะมีความพยายามในการตรวจสอบและแก้ไข แต่ปัญหาดังกล่าวยังคงดำเนินต่อไปอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน

ตำราเล่มนี้ประกอบด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับการจัดการของเสียอุตสาหกรรมทั้งในด้านการจัดการ การบำบัด และการกำจัดขั้นสุดท้ายอย่างถูกต้องเหมาะสม สำหรับของเสียที่อยู่ในรูปของเหลว กากตะกอน ของแข็ง และก๊าซ สำหรับนักศึกษาในระดับชั้นต่าง ๆ หรือผู้ที่สนใจ ตำราเล่มนี้มีทั้งหมด 13 บท ประกอบด้วย ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับของเสียอุตสาหกรรม การลดการกำเนิดของเสีย ความปลอดภัยในการจัดการของเสียอุตสาหกรรม ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับของเสียอันตราย การบำบัดของเสียอันตรายด้วยวิธีทางกายภาพเคมีและชีวภาพ การปรับเสถียรและการทำก้อนแข็ง การบำบัดด้วยความร้อน การควบคุมสารมลพิษจากเตาเผา การฟื้นฟูทางชีวภาพในพื้นที่ การฝังกลบของเสียอุตสาหกรรม และการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ นอกจากนี้ในบทสุดท้าย ยังได้รวบรวมกฎหมายและบทบัญญัติที่เกี่ยวข้องกับการจัดการของเสียอุตสาหกรรมไว้ด้วย

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์กับนักศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้อง หากมีข้อบกพร่องหรือข้อเสนอแนะประการใดที่จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้อ่าน โปรดแจ้งให้ผู้เขียนทราบด้วยจักขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

อังกศิริ ทิพยารมณี

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 ของเสียอุตสาหกรรม	1
1.1 นิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้อง	1
1.2 ความเป็นมาของปัญหาของเสียอุตสาหกรรม	2
1.3 ความเป็นมาของอุตสาหกรรมในประเทศไทย	3
1.4 ความแตกต่างระหว่างของเสียอุตสาหกรรมและของเสียชุมชน	4
1.5 ปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมจากโรงงานอุตสาหกรรม	5
บทที่ 2 การลดการกำเนิดของเสีย	9
2.1 นิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้อง	12
2.2 หลักการของการลดการกำเนิดของเสีย	12
2.3 การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการลดปริมาณของเสียที่แหล่งกำเนิดและการบำบัดที่ปลายทาง	26
2.4 กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว	26
บทที่ 3 ความปลอดภัยในการจัดการของเสียอุตสาหกรรม	29
3.1 นิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้อง	29
3.2 พิธีมิดูบัตเหตุ	30
3.3 ประเภทของอุบัติเหตุ	31
3.4 ความเสียหายจากอุบัติเหตุ	32
3.5 กรณีตัวอย่างแผนฉุกเฉินสำหรับเหตุการณ์ของเสียอุตสาหกรรมที่เป็นสารรั่วไหล	36

บทที่ 4	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับของเสียอันตราย	42
4.1	ประเภทของของเสียอันตรายที่เป็นสารเคมี	42
4.2	ระบบป้ายและเครื่องหมายสำหรับของเสียอันตราย	44
4.3	การจัดการของเสียอันตราย	50
บทที่ 5	การบำบัดของเสียอันตรายด้วยวิธีทางกายภาพเคมี	52
5.1	การไล่ออกด้วยอากาศ (Air stripping)	52
5.2	การดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ (Activated carbon adsorption)	55
5.3	การไล่ออกด้วยไอน้ำ (Steam stripping)	59
5.4	การออกซิเดชันทางเคมี (Chemical oxidation)	61
5.5	การสกัดด้วยของไหลเหนือวิกฤติ (Supercritical fluid extraction)	63
5.6	กระบวนการใช้เยื่อเลือกผ่าน (Membrane process)	65
บทที่ 6	การบำบัดของเสียอันตรายด้วยวิธีทางชีวภาพ	70
6.1	การบำบัดทางชีวภาพในรูปของเหลว	70
6.2	การบำบัดทางชีวภาพในรูปสลัดจ์	71
6.3	การบำบัดทางชีวภาพในรูปของแข็ง	75
บทที่ 7	การปรับเสถียรและการทำก้อนแข็ง	83
7.1	กลไกการยึดจับของเสีย	84
7.2	เทคโนโลยีการบำบัดของเสีย	86
7.3	การทดสอบของเสียที่ผ่านการปรับเสถียรและการทำก้อนแข็ง ก่อนนำไปกำจัดขั้นสุดท้าย	95

บทที่ 8	การบำบัดด้วยความร้อน	101
8.1	องค์ประกอบของการเผาไหม้	102
8.2	กระบวนการทำงานของเตาเผา	103
8.3	หลักการทำงานของเตาเผา	105
8.4	ชนิดของเตาเผาขงเสียอุตสาหกรรม	107
8.5	ชนิดของเตาเผาของเสียอันตราย	109
บทที่ 9	การควบคุมสารมลพิษอากาศจากเตาเผา	118
9.1	ระบบกำจัดฝุ่นหรืออนุภาค	118
9.2	ระบบบำบัดก๊าซกรด	127
9.3	มาตรฐานคุณภาพอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม	130
บทที่ 10	การฟื้นฟูทางชีวภาพในพื้นที่	132
10.1	ปัจจัยที่ส่งผลต่อการฟื้นฟูทางชีวภาพ	134
10.2	วิธีการฟื้นฟูดิน	135
10.3	วิธีการฟื้นฟูน้ำใต้ดิน	143
บทที่ 11	การฝังกลบของเสียอุตสาหกรรม	150
11.1	หลักการเลือกพื้นที่ฝังกลบ	150
11.2	รูปแบบของหลุมฝังกลบ	152
11.3	ระบบการฝังกลบของเสียอุตสาหกรรมไม่อันตราย	154
11.4	ระบบการฝังกลบของเสียอุตสาหกรรมอันตราย	158
11.5	การควบคุมน้ำที่ไหลผ่านหลุมฝังกลบ	160
11.6	การจัดการพื้นที่หลุมฝังกลบหลังใช้งาน	161

บทที่ 12	การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	162
12.1	แนวคิดเกี่ยวกับมูลค่าของสิ่งแวดลอม	162
12.2	มูลค่าทางเศรษฐกิจอันเกิดจากสิ่งแวดลอม	163
12.3	องค์ประกอบของต้นทุน	166
12.4	องค์ประกอบของผลประโยชน์	167
12.5	วิธีวิเคราะห์	168
12.6	สรุป	171
บทที่ 13	กฎหมายและบทบัญญัติที่เกี่ยวข้อง	172
13.1	พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535*	172
13.2	กฎกระทรวงฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติ โรงงาน พ.ศ. 2535	174
13.3	กฎกระทรวงฉบับที่ 15 (พ.ศ. 2544) ออกตามความในพระราชบัญญัติ โรงงาน พ.ศ. 2535	175
13.4	ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ ใช้แล้ว พ.ศ. 2548	175
13.5	ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดปริมาณสารเจือปนใน อากาศที่ระบายออกจากปล่องเตาเผาสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุไม่ใช้, ลำที่ เป็นอันตรายจากอุตสาหกรรม พ.ศ. 2545 ออกโดยอาศัยอำนาจตามความ ในข้อ 16 แปลงกฎกระทรวงฉบับที่ 2 พ.ศ. 2545 ออกตามความใน พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535	179
13.6	ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง ระบบเอกสารกำกับการขนส่ง ของเสียอันตราย พ.ศ. 2547	179
13.7	ประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง การติดป้ายอักษร ภาพ และ เครื่องหมายของรถบรรทุกวัตถุอันตราย พ.ศ. 2555	179

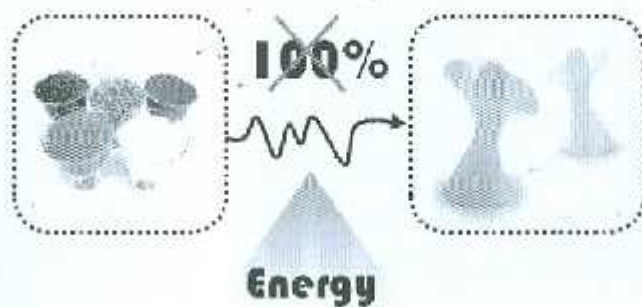
สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ตัวอย่างการนำของเสียอุตสาหกรรมกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ณ แหล่งกำเนิด	20
2.2	ตัวอย่างการนำของเสียอุตสาหกรรมกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่นอกแหล่งกำเนิด	21
2.3	ภาระที่ใช้ในการเก็บกักของเสียอุตสาหกรรม	25
2.4	ข้อดีและข้อเสียของการลดการกำเนิดของเสียที่แหล่งกำเนิดและการบำบัดที่ปลายทาง	26
4.1	ประเภทของวัตถุอันตรายที่กำหนดโดยกรมการขนส่งทางบก	46
4.2	ระดับความเป็นอันตรายในป้ายสัญลักษณ์สำหรับการเก็บรักษาของเสียอันตราย	49
5.1	ตัวกลางที่ใช้ในแพคทาวเวอร์	53
5.2	สารประกอบอินทรีย์ที่สามารถดูดซับได้ด้วยไขมันสัตว์และไขมันพืช	55
	สถานะเหนือวิกฤติของของไหลชนิดต่างๆ	64
9.1	มาตรฐานคุณภาพอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม	130

บทที่ 1 ของเสียอุตสาหกรรม



การดำเนินกิจการอุตสาหกรรมแทบทุกประเภทล้วนแล้วแต่ก่อให้เกิดของเสียทั้งสิ้น เนื่องจากไม่มีกิจการใดที่สามารถเปลี่ยนวัตถุดิบและพลังงานให้เป็นผลิตภัณฑ์ได้ทั้งหมด ดังรูปที่ 1.1 ดังนั้น ของเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมทางอุตสาหกรรม จึงส่งผลกระทบต่อมนุษย์ สัตว์ พืช และสภาพแวดล้อมไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง ระดับความรุนแรงของผลกระทบขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ลักษณะของมลพิษ ความเข้มข้น ช่วงเวลา และสถานที่ เป็นต้น



รูปที่ 1.1 การผลิตทางอุตสาหกรรม

1.1 นิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้อง

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 กำหนดนิยามของคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

มลพิษ หมายถึง ของเสีย วัตถุอันตราย และสารมลพิษอื่น ๆ รวมทั้งกากตะกอน หรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้น ที่ปล่อยทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษ หรือมีอยู่ในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม หรือภาวะที่เป็นพิษภัยอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนได้ และให้หมายความรวมถึงรังสี ความร้อน แสง เสียง กลิ่น และความสัมพันธ์ หรือเหตุรำคาญอื่น ๆ ที่เกิดหรือปล่อยจากแหล่งกำเนิดมลพิษ