

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ค	
บทคัดย่อภาษาไทย	ง	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		จ
สารบัญตาราง	ฉ	
สารบัญภาพ	ช	
อักษรย่อและสัญลักษณ์		ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1	
1.1 ที่มาของงานวิจัย		1
บทที่ 2 หลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง		3
2.1 เครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์		3
2.1.1 ผลิตภัณฑ์เอิร์ทเทนแวร์		3
2.1.2 องค์ประกอบในดิน		3
2.2 การแยกโดยใช้ตะแกรงร่อน		4
2.3 การแยกด้วยสมบัติแม่เหล็ก		4
2.4 การแยกโดยใช้ไซโคลน		5
2.4.1 การออกแบบ downcomer tube ของไซโคลน		7
2.4.2 การคำนวณประสิทธิภาพในการแยกของไซโคลน		8
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง		8
2.5.1 การแยกด้วยแม่เหล็ก		8
2.5.2 การแยกด้วยไซโคลน		9
2.6 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย		11
2.7 ขอบเขตการวิจัย		11

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดถดถิบ สารเคมี และวิธีการทดลอง	12
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	12
3.1.1 เครื่องแยกด้วยแม่เหล็ก	13
3.1.2 เครื่องแยกแบบไซโคลน	14
3.1.3 ตะแกรงมาตรฐาน	16
3.2 วัดถดถิบและสารเคมี	17
3.2.1 ดินวัดถดถิบเครื่องปั่นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์	17
3.3 วิธีการทดลอง	18
3.3.1 ขั้นตอนการทดลองเพื่อกำจัดตำหนิจุดดำจากวัดถดถิบ เอิร์ทเทนแวร์ด้วยกระบวนการแยกด้วยแม่เหล็ก	20
3.3.2 ขั้นตอนการทดลองเพื่อกำจัดตำหนิจุดดำจากวัดถดถิบ เอิร์ทเทนแวร์ด้วยกระบวนการแยกด้วยไซโคลน	22
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง	24
4.1 ลักษณะเฉพาะของดินวัดถดถิบเครื่องปั่นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์	24
4.1.1 ขนาดเฉลี่ยและการกระจายขนาดของอนุภาค	24
4.1.2 วิเคราะห์องค์ประกอบทางแร่	25
4.1.3 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี	26
4.1.4 วิเคราะห์ปริมาณการกระจายตัวของธาตุ	28
4.1.5 องค์ประกอบทางเคมีของดินในแต่ละช่วงขนาด	28
4.1.6 ลักษณะชั้นงานที่ได้จากการเผาดินวัดถดถิบเครื่องปั่นดินเผา ชนิดเอิร์ทเทนแวร์ที่ช่วงขนาดต่างๆ	30

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2 การแยกดินที่เป็นสาเหตุของตำหนิจุดดำด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็ก	31
4.2.1 การแยกด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็ก	31
4.2.2 สมบัติของดินวัตถุที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็ก	32
1) ลักษณะของดินที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็ก	33
2) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี	33
3) วิเคราะห์ปริมาณการกระจายตัวของธาตุ	33
4.2.3 เปรียบเทียบตำหนิจุดดำบนชิ้นงานที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็กที่ความเข้มข้นแม่เหล็กต่างๆ	34
4.3 การแยกดินที่เป็นสาเหตุของตำหนิจุดดำด้วยเครื่องแยกแบบไซโคลอน	35
4.3.1 อัตราส่วนและการกระจายขนาดของดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลอนที่มี downcomer tube แบบต่างๆ จากส่วน dust exit, dust bin และ vortex finder	35
1) ไซโคลอนที่มี downcomer tube แบบปิด	36
2) ไซโคลอนที่มี downcomer tube แบบถึงเก็บ	39
3) ไซโคลอนที่มี downcomer tube แบบเปิด	43
4.3.2 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี	47
4.3.3 เปรียบเทียบตำหนิจุดดำบนชิ้นงานหลังเผา	48
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	49
5.1 สรุปผลการทดลอง	49
5.2 ข้อเสนอแนะ	50
บรรณานุกรม	51
ภาคผนวก	53
ภาคผนวก ก การศึกษาการทำงานของเครื่องแยกแบบไซโคลอน	54
ภาคผนวก ข การนำเสนอผลงานวิจัย	67
ประวัติผู้เขียน	78

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 สมบัติทางแม่เหล็ก	1
1.2 ความถ่วงจำเพาะ	2
2.1 มาตรฐานของตะแกรงร่อนตามอนุกรม $\sqrt{2}$	4
2.2 มาตรฐานสัญญาณของไซโคลน	7
3.1 เรขาคณิตของไซโคลน	14
4.1 การกระจายขนาดของดินวัตถุบเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์	24
4.2 ร้อยละโดยมวลขององค์ประกอบทางเคมี ของดินวัตถุบเครื่องปั้นดินเผาเอิร์ทเทนแวร์	26
4.3 ร้อยละโดยมวลออกไซด์ของดินวัตถุบเครื่องปั้นดินเผาเอิร์ทเทนแวร์	26
4.4 การกระจายปริมาณธาตุในวัตถุบเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์ จากเทคนิค SEM:EDS	28
4.5 ร้อยละโดยมวลออกไซด์ขององค์ประกอบทางเคมี ของดินวัตถุบเครื่องปั้นดินเผาเอิร์ทเทนแวร์แบ่งตามช่วงขนาด	28
4.6 ปริมาณออกไซด์ในวัตถุบเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์ แบ่งตามช่วงขนาด	29
4.7 ร้อยละโดยน้ำหนักของดินช่วงขนาดต่างๆ ที่ผ่านการแยกด้วยสนามแม่เหล็กความเข้ม 4000, 7000 และ 12000 เกาส์	31
4.8 ร้อยละโดยมวลออกไซด์ขององค์ประกอบทางเคมี ของดินจากโรงงานและดินที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็ก	33
4.9 เปรียบเทียบอัตราส่วนดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลน เมื่อเปลี่ยนแปลงระดับ วาล์วผีเสื้อของไซโคลน ที่มี Downcomer tube แบบปิด	35
4.10 เปรียบเทียบการกระจายขนาดของดินจากส่วน Dust exit และ Vortex finder ที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลนที่มี Downcomer Tube แบบปิด	36

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.11 Grade efficiency ของดินที่เก็บได้จากทางออกของไซโคลน ในส่วน Dust exit จากการแยกด้วยไซโคลน ที่ระดับวาล์วผีเสื้อ 3, 4, 5 และ 6 ของไซโคลนที่มี downcomer tube แบบปิด	38
4.12 เปรียบเทียบอัตราส่วนดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลน เมื่อเปลี่ยนแปลงระดับ วาล์วผีเสื้อของไซโคลนที่มีทางออกส่วน dust exit แบบถังเก็บ	39
4.13 เปรียบเทียบการกระจายขนาดของดินจากส่วน dust exit และ vortex finder ที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลนที่มีทางออกส่วน downcomer tube แบบถังเก็บ	40
4.14 Grade efficiency ของดินที่เก็บได้จากทางออกของไซโคลน ในส่วน dust exit จากการแยกด้วยไซโคลนที่มี downcomer tube แบบถังเก็บที่ระดับวาล์วผีเสื้อ 3, 4, 5 และ 6	42
4.15 เปรียบเทียบอัตราส่วนดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลน เมื่อเปลี่ยนแปลงระดับ Butterfly valve ของไซโคลนที่มี downcomer tube แบบเปิด	43
4.16 เปรียบเทียบการกระจายขนาดของดินจากส่วน dust exit, dust bin และ Vortex finder ที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลน ที่มี downcomer tube แบบเปิด	44
4.17 เปรียบเทียบการกระจายขนาด และ Grade efficiency ของดินที่เก็บได้จากทางออกของไซโคลนในส่วน dust exit จากการแยกด้วยไซโคลนโดยเปลี่ยนแปลงระดับวาล์วผีเสื้อ ของไซโคลนที่มี downcomer tube แบบเปิด	46
4.18 ร้อยละ โดยมวลขององค์ประกอบทางเคมี ของดินวัตถุคิบเครื่องปั้นดินเผาเอิร์ทเทนแวร์ ที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแบบไซโคลน	47
4.19 ร้อยละ โดยมวลออกไซด์ขององค์ประกอบทางเคมี ของดินวัตถุคิบเครื่องปั้นดินเผาเอิร์ทเทนแวร์ ที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแบบไซโคลน	47

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
ก1 ความเร็วลมและอัตราการป้อน เมื่อทำการแยกด้วยเครื่องแยกแบบไซโคลน ระดับ feeder 2 4 และ 6 ลักษณะของ downcomer tube แบบปิด เปิดและดึงเก็บ ที่ระดับวาล์วผีเสื้อ 5	55
ก2 ความเร็วลมและอัตราการป้อน เมื่อทำการแยกด้วยเครื่องแยกแบบไซโคลน ระดับ feeder 2 4 และ 6 ลักษณะของ downcomer tube แบบปิด เปิดและดึงเก็บ ที่ระดับวาล์วผีเสื้อ 6	56
ก3 เปรียบเทียบอัตราการป้อนดิน เมื่อทำการแยกด้วยเครื่องแยกแบบไซโคลน ที่ระดับความเร็วลมทางเข้า 7.5 – 8.6 m/s โดยใช้ลักษณะของ downcomer tube แบบ ปิด ดึงเก็บ และแบบเปิด	57
ก4 ความเร็วลมและอัตราการป้อนดินเมื่อเปลี่ยนแปลงระดับวาล์วผีเสื้อ ของไซโคลนที่มี downcomer tube แบบปิด	58
ก5 เปรียบเทียบการกระจายขนาด ของดินที่เก็บได้จากทางออกของไซโคลน ในส่วน dust exit จากการแยกด้วยไซโคลน โดยเปลี่ยนแปลงระดับวาล์วผีเสื้อ ของไซโคลนที่มี downcomer tube แบบปิด	60
ก6 เปรียบเทียบความเร็วลมและอัตราการป้อนดินเมื่อเปลี่ยนแปลงระดับวาล์วผีเสื้อ ของไซโคลนที่มี downcomer tube แบบดึงเก็บ	61
ก7 การกระจายขนาดของดินที่เก็บได้จากทางออก downcomer tube จากการแยกด้วยไซโคลน โดยเปลี่ยนแปลงระดับวาล์วผีเสื้อของไซโคลน ที่มีทางออกส่วน downcomer tube แบบดึงเก็บ	63
ก8 เปรียบเทียบความเร็วลมและอัตราการป้อนดินเมื่อเปลี่ยนแปลงระดับวาล์วผีเสื้อ ของไซโคลนที่มี downcomer tube แบบเปิด	64
ก9 การกระจายขนาด ของดินที่เก็บได้จากทางออกของไซโคลน ในส่วน dust exit จากการแยกด้วยไซโคลน โดยเปลี่ยนแปลงระดับวาล์วผีเสื้อ ของไซโคลนที่มี downcomer tube แบบเปิด	66

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
1.1	1
2.1	6
2.2	6
2.3	7
2.4	9
2.5	10
2.6	11
3.1	13
3.2	13
3.3	14
3.4	15
3.5	15
3.6	16
3.7	16
3.8	17
3.9	17
3.10	18
3.11	20
3.12	22
4.1	25
4.2	26

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
4.3 ปริมาณของธาตุ	27
4.4 ปริมาณของธาตุที่ได้การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EDS เปรียบเทียบตามช่วงขนาด 188, 625 และสูงกว่า 1000 μm	29
4.5 ชิ้นงานที่ได้จากดินตัวอย่างที่ผ่านการคัดขนาดด้วยการร่อน	30
4.6 ลักษณะของดินในช่วงขนาดต่างๆ	32
4.7 ปริมาณการกระจายตัวของธาตุวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EDS ของดินที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็ก	33
4.8 ชิ้นงานจากวัตถุติดดินตัวอย่าง และดินที่ผ่านการแยกด้วยแม่เหล็ก	34
4.9 อัตราส่วนดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลน ของไซโคลนที่มี downcomer tube แบบปิด	35
4.10 การกระจายขนาดของดินจากส่วน dust exit และ vortex finder ที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลนที่มี downcomer Tube แบบปิด	37
4.11 Grade efficiency ของดินในส่วน dust exit ของไซโคลนที่มี downcomer tube แบบปิด	38
4.12 อัตราส่วนดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลน ที่มี downcomer tube แบบถึงเก็บ	39
4.13 การกระจายขนาดของดินจากส่วน dust exit และ vortex finder ที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลนที่มี downcomer tube แบบถึงเก็บ	41
4.14 Grade efficiency ของดินในส่วน dust exit จากการแยกด้วยไซโคลนที่มี downcomer tube แบบถึงเก็บ	42
4.15 อัตราส่วนดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลนที่มี downcomer tube แบบเปิด	43
4.16 การกระจายขนาดของดินจากส่วน dust exit, dust bin และ Vortex finder ที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลนที่มี downcomer tube แบบเปิด	45
4.17 Grade efficiency ของดินในส่วน dust exit จากการแยกด้วยไซโคลนที่มี downcomer tube แบบเปิด	46
4.18 ชิ้นงานดินจากโรงงาน ดินจากส่วน dust exit ดินจากส่วน dust bin และดินจากส่วน vortex finder ผ่านการเผาที่ 800 $^{\circ}\text{C}$	47

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
4.19	47
ก1	55
ก2	56
ก3	57
ก4	59
ก5	61
ก6	62
ก7	63
ก8	65
ก9	66

อักษรย่อและสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
d_{avg}	ขนาดเฉลี่ย (Geometric mean size)	μm
d_{max}	ขนาดสูงสุด	μm
μm	ไมครอน, ไมโครเมตร	
m/s	เมตรต่อวินาที (หน่วยของความเร็วม)	
m^3/min	ลูกบาศก์เมตรต่อนาที (หน่วยของความเร็วม)	
g/min	กรัมต่อนาที (หน่วยของอัตราการป้อนดิน)	
g/m^3	กรัมต่อลูกบาศก์เมตร (หน่วยของอัตราการป้อนดินต่อปริมาตรอากาศ)	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved